

ნიკოლოზ მეძმარიაშვილი

„დიდი გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორების
კონსტრუირების ახალი პრინციპები“

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
ივლისი 2016წ.

საავტორო უფლება © 2016წელი, ნიკოლოზ მეძმარიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავაცანით მექმარიაშვილი ნიკოლოზის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „დიდი გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორების კონსტრუირების ახალი პრინციპები“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი: 6 ივლისი 2016 წ.

ხელმძღვანელი:

სრული პროფესორი აგული სოხაძე

სრული პროფესორი ლია ბალანჩივაძე

რეცენზენტი: სრული პროფესორი ბიჭიკო სურგულაძე

რეცენზენტი: ტ.მ.დ., პროფესორი დავით პატარაია

ხარისხის უზრუნველყოფის

სამსახურის უფროსი: პროფესორი მარინა ჯავახიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2016წელი

ავტორი: ნიკოლოზმემარიაშვილი

დასახელება: „დიდი გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორების
კონსტრუირების ახალი პრინციპები“

ფაკულტეტი: სამშენებლო ფაკულტეტი

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: მაისი 2016 წელი

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

პირველ თავში განხილულია სხვადასხვა სახეობების გაჭიმული კონსტრუქციული სისტემები, რომელთა საექსპლუატაციო ფორმა მიიღწევა და შენარჩუნდება გაჭიმვის შედეგად. მათი არქიტექტურის ამოსავალი პოზიციაა მომუშავე სისტემები, რომლის ყველა ელემენტი იჭიმება და ამასთან ერთად მათი საექსპლუატაციო ფორმაც გაჭიმვით მიიღწევა. გაჭიმული კონსტრუქციული სისტემები, როგორც ნაგებობათა კლასების ერთ-ერთი მიმართულება, ასევე წარმოადგენენ გაჭიმულ ტრანსფორმირებად კონსტრუქციულ სტრუქტურას. უნდა აღინიშნოს, რომ კოსმოსურ ნაგებობებში, „გაჭიმულ არქიტექტურას“ – გაჭიმულ ტრანსფორმირებად, კონსტრუქციულ სტრუქტურას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. „გაჭიმულ არქიტექტურას“ მრავალი ნიშანდობლივი და უპირატესი თვისებები გააჩნია, მაგრამ მათ შორის გამორჩეულია მინიმალური წონა, ფორმაცვალებადობის უნარი ტრანსფორმაციის მეთოდით და განსაკუთრებული არქიტექტურული ფორმების სიმრავლე.

გაჭიმული სტრუქტურების მინიმალური წონა მიიღწევა იმით, რომ კონსტრუქციული ელემენტები ყოველთვის გაჭიმულია, თუნდაც მაშინ, როდესაც გარე ძალებისაგან ისინი კუმშვით ძალვებს ითვისებენ. სწორედ ამიტომ, რადგანაც კონსტრუქციული ელემენტების მუშა მდგომარეობას წარმოადგენს გაჭიმვა მათი კონსტრუქციული მასალის სიმტკიცე მაქსიმალურად არის გამოყენებული. შესაბამისად, განსხვავებით შეკუმშული ელემენტებისაგან, სადაც გრძივი ღუნვის ფაქტორიდან გამომდინარე დომინირებს დაძაბულობის შემცირების აუცილებლობა მდგრადობის დაკარგვის პირობების გათვალისწინებით გაჭიმულ ელემენტებში მაქსიმალურად ხდება მასალის სიმტკიცის ათვისება. ამასთან, აღნიშნული ფაქტორის გამო მათში ასევე აღარ არის მაღალი და ზემოდალი სიმტკიცის მასალების გამოყენების ხელისშემშლელი პირობები, რაც კიდევ უფრო ამსუბუქებს გაჭიმულ კონსტრუქციულ სისტემას.

დაჭიმული სტრუქტურების მზიდი ელემენტები დამზადებულია:

- ძაფებისაგან, რომლებიც შეიძლება რეალურად წარმოადგენდნენ მავთულებს, ბაგირებს, ტროსებს, ხისტი პროფილების და ხისტი ელემენტებისაგან შედგენილ გრძივ ელემენტებს;
- ბადეებისაგან, რომელიც შედგება ურთიერთგადამკვეთი და გადაკვეთის ადგილებში ერთმანეთთან დაკავშირებული მრავალი ძაფებისაგან;
- მემბრანისაგან, რომელიც თავისი ფიზიკური ბუნებით ახლოს დგას ბადესთან და ისინი იდეალიზებულია როგორც ბადეები, რომელთა მოსაზღვრე კვანძები უსასრულოდ ახლოს არიან განთავსებული ერთმანეთთან.

აქვეა განხილული სისტემები, რომელთა ფორმა მიიღწევა გაჭიმული კონსტრუქციული სტრუქტურის მიზნით სტაციონალურ, მუდმივი და უცვლელი ფორმის მქონე კონსტრუქციულ სისტემასთან, რომელთაც შეუძლიათ უპირატესად მკუმშავი ძალების ათვისება. ასეთი სისტემები ორი ძირითადი ნაწილისაგან შედგება – ტრანსფორმირებადი, გაჭიმული კონსტრუქციული სტრუქტურისაგან, რომელიც მიზნულია სტაციონალურ მუდმივ ან უცვლელი ფორმის მქონე სისტემასთან. გაჭიმულ კონსტრუქციულ სტრუქტურას გააჩნია უნარი, მასალის ორიგინალობით განიცადოს ტრანსფორმაცია – გაიშალოს ან დაიკეცოს და საპროექტო ფორმას მიაღწიოს გაჭიმვის შედეგად.

მეორე თავში განხილულია ზემსუბუქი, გასაშლელი დიდი ზომის კოსმოსური რეფლექტორების კონსტრუირების ლოგიკა. დიდი გასაშლელი რეფლექტორების შექმნა და მათი კვლევა ძირითადად მიმდინარეობს რგოლურ, წიბოვან, მოდულარულ და პნევმო სისტემებში.

აღნიშნული სისტემებიდან მოცემულ ეტაპზე პრიორიტეტულია რგოლური, საყრდენ კარკასული სისტემები ბაგროვანი გაჭიმული ცენტრით. მისი უპირატესი, დადებითი თვისებები და ასევე, არსებული და დასაძლევ ნაკლოვანებების გარკვევა ასახულია ზემსუბუქი, გასაშლელი, დიდი გაბარიტების მქონე, კოსმოსური რეფლექტორების ლოგიკაში. თავისთავად კარკასულ-რგოლური ტრანსფორმირებადი სისტემები, როგორც ავღნიშნეთ, შედგება საყრდენი კარკასისაგან – გამშლელი რგოლისაგან; ძალოვანი რგოლის მიმართ დამყოლი ცენტრისაგან; მასზე დაკრული ამრეკლი ეკრანისაგან და საკონტაქტო ზონისაგან, რომლითაც ხდება ურთიერთკავშირები რგოლსა და მის მიმართ დამყოლ ცენტრს შორის.

ახალი თავის დიდი ზომის გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორის შექმნის კონსტრუირების ლოგიკა, შეეხება რგოლური სისტემის – კარკასულ საყრდენიანი ტრანსფორმირებადი სისტემის, შემადგენელ სამივე კომპონენტს და მის საკონტაქტო ზონას, ასევე, მისი გაშლის ენერგეტიკას.

კონსტრუირების ლოგიკის მიზანი არის დიდი ზომის გასაშლელი რეფლექტორის შექმნა, რომლის წონა იქნება მინიმუმამდე დაყვანილი და ამასთან კონსტრუქცია შეინარჩუნებს ყველა იმ თვისებებს, რაც აუცილებელია კოსმოსური რეფლექტორებისათვის – სიზუსტე, სიხისტე, ნაკლებიდეფორმაციულობატრანსფორმაციისპროცესისსტაბილურობადასაიმედობა, დაკეცილირეფლექტორისპაკეტისმინიმალურიზომადასხვა.

ლოგიკისმიზანსწარმოადგენსკარკასულ – საყრდენიანი, რგოლურისისტემებისრეფლექტორებშიმოქნილიწინასწარდაძაბულიცენტრისსტრუქტურისსისტემურიგანვითარებისშესწავლადაცვლილებებისგანსაზღვრა, რომლისშედეგადმოქნილიცენტრიგახდებაუფროხისტი,

გეომეტრიულად ზუსტი დამასექნება მინიმალური მასა.

დიდგაბარიტიან კოსმოსურ გასაშლელ რეფლექტორებში ოპტიმალურად უნდა ჩაითვალოს მოქნილი ცენტრის გაჭიმულის ტრუქტურა.

სტრუქტურის გეომეტრიულად უცვლელობის პირობას წარმოადგენს არამისირადი ანულიან სხვა ფორმით განლაგებული ელემენტები, რომელთაც გააჩნიათ დიდი ვერტიკალურის იხის ტე, არამედ გამშლელი რგოლის მოპირდაპირე მხარეზე განთავსებული, მოქნილი ვანტების განშედგენილი, სამკუთხა ფორმის უჯრედების მქონებადები, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ არიან ჩაზნექილები, რასაც აფიქსირებენ ზედა და ქვედა ცალკეული ვანტური ღეროების შემადგენელი კვანძებს შორის განთავსებული, ასევე, ბაგროვანი მჭიმები.

წარმოდგენილ კონსტრუქციას მისწორედ ბაგროვანი მჭიმების მოჭიმვაა ის ძალოვანი ფაქტორი, რომელიც დაბავს, ფიქსირებული ფორმის და ზომის გამშლელ რგოლში ჩაბმულ ბადებს. მათი ყველა ღეროს გაჭიმვით მიიღწევა სტრუქტურის მდგრადი ფორმის შენარჩუნება.

საყრდენი კარკასები, რომლებიც ხორციელდება გამშლელი ძალოვანი რგოლით, გაშლის კინეტიკის მხრივ მიძლევა იყოს დასრულებული ტრანსფორმაციის ან დაუსრულებელი ტრანსფორმაციის ტიპის. დასრულებული ტრანსფორმაციის ძალოვანი რგოლის კონსტრუქციებს, უმეტესწილად, თავისი ასრულის იგრძის-პერიმეტრის ზომის ფიქსაციისათვის გააჩნიათ სარტყელები, რომლებიც შეიძლება იყოს ხისტი ღეროები, ასევე, ვანტები. დაუსრულებელი ტრანსფორმაციის უნარის მქონე გამშლელი ძალოვანი რგოლის კონსტრუქციები, უმეტეს შემთხვევაში, განხორციელებულია ზედა და ქვედა სარტყელების გარეშე.

წარმოდგენილი სქემები მიანიშნებს იმაზე, რომ მათზე სარტყელების მოხსნის შემდეგ რგოლის კონსტრუქციები იძენენ უნარს დასრულებული ტრანსფორმაციიდან გარდაიქმნან დაუსრულებელი ტრანსფორმაციის უნარის მქონე რგოლებად. ასეთ შემთხვევაში მათ შესწევთ უნარი გააგრძელონ გაშლის პროცესი დარეაქციის სახით წარმოქმნან P ძალები, რომლებიც კიმა ვს მოქნილი ცენტრს.

მეორეთა ვშია განხილული არამოეთხოვები წაყენება კოსმოსურ გასაშლელ რეფლექტორებს:
ს: მასის შემცირება უმნიშვნელოვანესია მოცანაა, რაც კიდევ უფრო ძლიერდება ოფსეტური რეფლექტორების შემთხვევაში, რომლებიც კოსმოსურ აპარატთან გვერდიდან არიან მიმაგრებულნი. ასეთ ვითარებაში რეფლექტორის მასის შემცირებზე დაიწვევს მასტაბილიზებული მომენტის ზრდისა უცილებლობას კოსმოსურ აპარატზე. სხვა მრავალ ფაქტორთან ერთად, გაზრდილი მასის მქონე რეფლექტორების გატანა ორბიტაზე კოსმოსურ აპარატით, ასევე,

გაზრდილფინანსურსახსრებთანარისდაკავშირებული,
რაცმთლიანადკოსმოსურიპროგრამისხარჯებისზრდასიწვევს.
კონსტრუქციისცალკეულიელემენტების,
ფრაგმენტებისადამთლიანადრეფლექტორისსაკუთარიხევისსიხშირეუნდაიყოსდაწესებული
ზღვრულისსიხშირისტოლი; რეფლექტორისკონსტრუქციამუნდაუზრუნველყოს,
გარკვეულიდაწესებულიპერიოდისგანმავლობაშიდაკეცილიპაკეტისსახითშენახვისადატრანსპ
ორტირებისდროს, გამლისეტაპზე, ფორმისფიქსაციისასდაგამლილ-
ფუნქციონალურმდგომარეობაში,
საიმედოპარამეტრებისშენარჩუნებადასაპროექტოსაექსპლოატაციომონაცემებისდასაშვებზღვრ
ებშიდაკმაყოფილება; რეფლექტორისსრულიღირებულებაუნდაიყოსმინიმუმზებული;
კოსმოსურირეფლექტორებისათვისგანსაკუთრებითმნიშვნელოვანიაიმისიშემადგენელიელემენ
ტებისმცირედეფორმაციულობადიდაცვლადიტემპერატურისპირობებშიდასხვა.

დისერტაციისმესამეთავშიგანხილულიაახალითაობისკოსმოსურიგასამლელირეფლექტო
რისსქემები, დამუშავებულიამათიკონსტრუქციებისპრინციპები, დაპროექტდა,
დამზადდადაგამოიცადამათისადემონსტრაციოდაფუნქციონალურიიმოდელები.

ამიმართებთიგანხილულიქნადასრულებულიტრანსფორმაციისგამშლელირგოლისორ
იძირითადისქემისმიხედვითაგებულირეფლექტორები:

- ორრიგადგანთავსებულიპანტოგრაფულისტრუქტურაგამშლელიძალოვანირგოლიჭიმვადი,
მოქნილიცენტრით;
- “ჩასატეხლერობიანი” გამშლელიძალოვანირგოლიჭიმვადი, მოქნილიცენტრით.

კვლევების პროცესში, ძირითადი სქემების მიხედვით, შესწავლილი იქნა წაკვეთილი
პირამიდის და პრიზმის ფორმის რეფლექტორები, რომელთაც გეგმაში გააჩნიათ წრიული ან
ელიფსური მოხაზულობა.

ექსპერიმენტულ კვლევებში ყურადღება დაეთმო ძალოვანი რგოლის – რეფლექტორის
გაჭიმული ცენტრის საყრდენიანი კარკასის გამშლელ ელექტროამძრავიან და ასევე
ზამბარებიან მექანიზმებს და მათი მოქმედებით გამოწვეულ გამლის პროცესებს.

ექსპერიმენტული კვლევების ამოცანა იყო იმის შეფასება, თუ რამდენად შეესაბამება
წარმოდგენილი დიზაინის რეფლექტორის ფაქტიური ფუნქციონალური მახასიათებლები
დასახულს და, ასევე, იმ კონკრეტული საკითხების განსაზღვრა, რომლებზეც უნდა მიექცეს
განსაკუთრებული ყურადღება კონსტრუქციის შემდგომი დახვეწისათვის.

ჩამოთვლილ ამოცანებთან ერთად, ექსპერიმენტული კვლევა მიზნად ისახავდა შემდეგი
საკითხების კვლევას:

- რეფლექტორის გახსნის კონტროლი, მართვა და საიმედოობა;

- რეფლექტორის გახსნის სიჩქარე და სხვა.

გამშლელი რგოლის ექსპერიმენტულად შესწავლისას მნიშვნელოვანი იყო მისი გაშლისას დაუსრულებელი ტრანსფორმაციის პროცესების დასრულებული ტრანსფორმაციის პროცესად გადაქცევა, რაც კონსტრუქციული ხერხებით არის შესაძლებელი, ასევე რგოლის დგარების გალუნვის ეფექტის არსებობა და რგოლის ჩარჩოსებრი სტრუქტურის შეფასებები.

მეოთხე თავში განხილულია ვანტურ-ღეროვან რგოლიანი და მოქნილი, გაჭიმულ ცენტრიანი გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევები. ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგებმა აჩვენა ის, რომ ელექტროამძრავებით და გამშლელი ბაგირით აღჭურვილი გამშლელი „ჩასატეხ ღეროებიანი“ რგოლი აღმოჩნდა პერსპექტიული.

გასაშლელი რგოლის სარტყელები დამზადებული იყო 12 მმ-ის დიამეტრის მქონე ნახშირპლასტის მილებისაგან, ხოლო დგარები 14 მმ დიამეტრის მქონე ასევე ნახშირპლასტის მილებისაგან. კვანძის არეალი შესრულებულია ალუმინის შენადნობისაგან. ამისათვის, როგორც სარტყელის, ასევე დგარის ნახშირპლასტის ღეროებზე წამატებულია კვანძის დაბოლოების მილისები (ვტულკები).

განხილულ კვანძებში შეკრებილია სხვადასხვა ფუნქციის კონსტრუქციული ელემენტები. პირველ რიგში აღსანიშნავია სარტყელის ბერკეტის დგართან მიერთების, სივრცეში ორიენტაციის უნარის მქონე, მოძრავი ცილინდრული სახსრების კონსტრუქცია, რომელიც საშუალებას იძლევა აღნიშნული კვანძის შეუცვლელად გამშლელი რგოლი განხორციელდეს ასევე წაკვეთილი პირამიდის ფორმით, ამასთან რგოლის მოხაზულობა ორივე შემთხვევისათვის გეგმაში შეიძლება იყოს როგორც წრიული, ასევე ელიფსური.

მოხდა რეფლექტორის სივრცითი სტრუქტურის სრული გაანგარიშება.

მრავალგზის ჩატარებულმა, რეფლექტორის გამლა–დაკეცვის ექსპერიმენტულმა კვლევამ წარმოაჩინა ვანტურ-ღეროვანი რგოლიანი, ელექტრომექანიკური სისტემით გასახსნელი, მოქნილი, გაჭიმულ ცენტრიანი, გასაშლელი რეფლექტორის გაშლის პროცესების სტაბილურობა. გაშლის ყველა პროცესი იყო კონტროლირებადი, მართვადი, უსაფრთხო და, რაც მთავარია, პროგნოზირებადი.

გაშლის დრო, იმის და მიხედვით თუ როგორი იყო გამშლელი ძალოვანი ბაგირის დახვევის სიჩქარე ელექტროამძრავის მბრუნავ დოლზე, იცვლებოდა 2-დან 7 წუთამდე.

მიღებული საბოლოო შედეგები მოცემულია ძირითად დასკვნებში.

Abstract

In the first chapter, various constructional systems are discussed, which exploitation forms, in order to stretching, are reached and held. The point of position of their architecture is working systems, which all elements are being stretched and, withal, their exploitation form is reached with stretching. Stretched constructional systems, as one of the direction of building field, are also stretched transformable constructional structure. We should mention, that in a space buildings, “stretched architecture” – stretched transformable, constructional structure has an exceptional meaning. “Stretched architecture” has many significant and prior features, but, among them, minimal weight, formchanging skill with transformation method and variety of exceptional architectural forms is distinguished.

Stretched structure minimal weight is reached as constructional elements are always stretched, even if they collect compression power from external power. That's why, as stretching is a working position of constructional elements, their constructional material rigidity is maximally used. So, unlike stretched elements, where according to lengthwise flexion factors, the necessity of reducing tensile force is dominating, foreseeing losing stability terms, coping material solidity is maximally occurred in stretched elements. Besides, because of mentioned factors, there is no high and ultrahigh unhappy conditions of using solidity material, which more or less lighten stretching constructional system.

Stretched structures bearing elements are made:

- Of threads, which really should be lengthwise elements made of wires, ropes, cables, flexible elements.
- Of nets, which consists of mutually crossed and connected threads to each other at the point of crossing.
- Of membrane, which is near to net with its physical nature and they are idealized as nets, which abutting knots are located endlessly near to each other.

Here is discussed systems, which form is reached with fastening stretched constructional structure to stationary, constant and unalterable form of constructional system, which can advantageously cope compression powers. Such system consists of two main parts - transformable, stretched constructional structures, which is fastened to stationary, constant or unalterable form of systems. Stretched constructional structure has an ability to occur transformation with material originality - be spreaded or folded and reach project form in a stretching result.

In the second chapter, it is discussed constructional logic of ultralight, large-size deployable space reflector. Creating large size deployable reflectors and their investigation, mainly, is held in ring, rib, module and pneumatic systems.

On given stage, from mentioned systems, its preferable ring, support-frame systems with a center of stretched cable. Finding out its priority, positive features and also, existing defect is reflected in logic of ultralight, deployable, big-size space reflectors. In itself, as we've mentioned, frame-ring transformable systems consists of support frame - extensor ring; powerful rings towards flexible center; reflective screen fastened on it and contact zone, which occurs between interdependence rings and flexible center.

Constructional logic of creation of new generation large-size deployable space reflector refers to three components and its contact zone of ring systems - support-frame transformable systems, also, its energetic of deployment.

The purpose of construct logic is creation of large-size deployable reflector, which weight will be minimized and construction will preserve all features, which are necessary for space reflectors - precision, rigidity, less deformation, stability of transformation process and reliability, of minimal size of folded reflector and etc.

The purpose of logic is support - frame, systemdevelopment research of flexible pretensed center structure in circle system reflectors and determination of changes, which flexible center will become more flexible, geometrically precise and it will have minimal weight. Flexible center stretched structure will optimally considered in large size space deployable reflectors. Geometrically unalterable condition of structure is not its radian or diversly located elements, which have big vertical rigidity, but nets having triangular cells, made of flexible cable-stayed, located on opposite side of deployable ring, which are concaved towards each other, fixated by up and down rope tensions located between connective knots of cable-stayed stalks.

In this construction, stretching of rope tension is a powerful factor, which strains involved nets in the fixed form and size deployable ring. Stable structure form is kept by stretching all these stalks.

Support-frames, which are occurred with deployable powerful ring, from spreading kinetics side, would be of finished transformation type and unfinished transformation one. Finished transformation powerful ring constuctions, mostly, have belts for its full length-perimeter sizefixation, which should be rigid stalks, also cable-stays. Deployable powerful ring structures with unfinished transformation skill, mostly, is occurred without up and down belts.

Performed schemes are pointing on that after removing belts, ring constructions are gaining skill to be transformed from finished transformation into rings with ability of unfinished transformation. In this case, they have ability to continue spreading process and create powers, which stretches flexible center.

In the second chapter, it is discussed what requests are shown to deployable space reflectors: reducing weight is the most important task, which is morely strengthened in the case of offset reflectors, which are connected to the space aparate from side. In such condition, increasing reflector mass causes necessity of stabilized moment increasment on a space aparate. With all other factors, carrying increased mass reflectors on orbit with space aparate, also, is connected to increased financial sources, which causes increasing expenditure of space progamme. Constructional elements, fragments and self waving frequency of reflectors should be equal to marginal frequency; construction of reflector would provide, during established period, saving and transforming folded package, at the stage of deployment, at the time of form fixation and in spreaded-functioned condition keeping reliable parametres and satisfying project expluataion datas; reflector full cost should be minimized; for space reflector, minor deformation in large and varying temperature conditions of its consisting elements are important and etc.

In the third chapter of dissertation, schemes of new generation space deployable reflectors are discussed, principles of their construct are processed, their demonstrational and functional models are projected, made and tried.

For this direction, reflectors built according to two main schemes of finished transformation deployable ring were discussed:

- Pantograph structure with deployable powerful ring with stretching, flexible center located in two rows.
- V-fold bar deployable powerful ring with stretching, flexible center.

In the process of researchment, according to the main schemes, reflector forms of truncated pyramids and prism were investigated, which have circular or ellipse outline in the plan.

In the experimental researches, attention was paid to support frame deployable electroengine and spring mechanisms of powerful ring - stretched center reflector and processes caused by their action.

The task of experimental researches was estimation how shown design of reflector functional features are similar to intentioned one, and also, definition of specific issues, which will be paid exceptional attention for the future improvement of constructions.

With the listed tasks, experimental research had an aim to carry out the next researchments of issues:

- Opening control, maintenance and reliability of reflector;
- The speed of opening reflector and etc.

During the experimental investigation of deployable ring, it was important to transform unfinished transformation processes into finished transformation one, which is possible with the constructional method, also existence of ring support bending effect and estimation of ring frameable structure.

In the fourth chapter is discussed experimental investigations on cable-stayed ring and flexible, stretched center deployable space reflectors. The results of held experiments showed that V-fold bar ring equipped with electrogears and deployable cable turned up perspective.

The belts of deployable ring were made of carbonplastic tubes with the diameter of 12mm, struts made of carbonplastic tubes with the diameter of 14 mm. Knot area is fulfilled with aluminium alloy. For this, as on belts, also on the ribs of strut carbonplastic, there are added hubs of knot ending.

In the discussed knots, different function constructional elements are collected together. In the first place, its notable the connection of belt to lever strut, ability of space orientation, moving cylinder joint construction, which gives an ability to deployable ring to become truncated pyramid without knot alteration, besides, ring outline, for both case of plan, should be circular and ellipse.

Wholly calculation of reflector space structure had been occurred.

Reflector deploying-folding experimental investigation showed cable-stayed ring, opening with electromechanic system, flexible, stretched center opening processes stability of deployable reflector. All processes of opening were controllable, maintainable, safe and prognosticative.

Opening time, according to what kind the speed of waving opening powerful cable was on the moving drum of electrogears, was changing from 2 to 7 minutes.

Ended results are shown in the main conclusions.

შინაარსი

შესავალი	19
თავი I	
1.1. გაჭიმული კონსტრუქციული სისტემები.....	22
1.2. გაჭიმული არქიტექტურის – „ფენსილე არცვიტეცტურე“, როგორც გაჭიმული ტრანსფორმირებადი სტრუქტურების ძირითადი მიმართულებები	22
I.3. ტრანსფორმირებადი სისტემები, რომელთა ფორმა მიიღწევა მხოლოდ გაჭიმული კონსტრუქციული სტრუქტურებით	26
I.4. სისტემები, რომელთა ფორმა მიიღწევა გაჭიმული კონსტრუქციული სტრუქტურის მიზნით სტაციონალურ, მუდმივი და უცვლელი ფორმის მქონე კონსტრუქციულ სისტემასთან, რომელთაც შეუძლიათ უპირატესად უპირატესად მკუმშავი ძალების ათვისება	36
I.5. ერთიანი ფორმის მიღწევა გაჭიმული ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციული სტრუქტურის მიზნით ხისტ ტრანსფორმირებად კონსტრუქციულ სტრუქტურასთან	66
თავი II	
2.1. ზემსუბუქი, გასაშლელი დიდი ზომის კოსმოსური რეფლექტორების კონსტრუირების ლოგიკა	67
2.2. ძალოვანი გამშლელი რგოლის მქონე რეფლექტორების დაჭიმული, მოქნილი ცენტრის კონსტრუირების ლოგიკა	69
2.3. გამშლელი ძალოვანი რგოლის შექმნის ძირითადი მიმართულებები	82
2.4. ტრანსფორმაცია დასრულებული, გამშლელ-რგოლიანი და დაჭიმული მოქნილი ცენტრის სტრუქტურის მქონე, გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორების ძირითადი ფუნქციონალურ-მექანიკური მოთხოვნები	93
თავი III	
ზემსუბუქი, დიდი ზომის, გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორები	106
3.1. ორ რიგად განთავსებული პანტოგრაფული სტრუქტურის რგოლიანი გასაშლელი რეფლექტორი ჭიმვადი, მოქნილი ცენტრით	106
3.2. წაკვეთილი პირამიდის ფორმის მქონე, “ჩასატეხ” ღეროებიანი ზამბარებით გასახსნელ რგოლიანი და მოქნილი, გაჭიმულ ცენტრიანი, გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორი	135
თავი IV	

ვანტურ-დეროვან რგოლიანი და მოქნილი, გაჭიმულ ცენტრიანი გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორი	155
4.1. ვანტურ-დეროვან რგოლიანი და მოქნილი, გაჭიმულ ცენტრიანი გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორის ექსპერიმენტული ვარიანტი	155
ძირითადი დასკვნები	171
გამოყენებული ლიტერატურა	173

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1 109

ფიგურების ნუსხა

- ფიგურა 1
- ფიგურა 2
- ფიგურა 3
- ფიგურა 4
- ფიგურა 5
- ფიგურა 6
- ფიგურა 7
- ფიგურა 8
- ფიგურა 9
- ფიგურა 10
- ფიგურა 11
- ფიგურა 12
- ფიგურა 14
- ფიგურა 15
- ფიგურა 16
- ფიგურა 17
- ფიგურა 18
- ფიგურა 19
- ფიგურა 20
- ფიგურა 21
- ფიგურა 22
- ფიგურა 23
- ფიგურა 24
- ფიგურა 25
- ფიგურა 26
- ფიგურა 27
- ფიგურა 28
- ფიგურა 29
- ფიგურა 30
- ფიგურა 31
- ფიგურა 32

ფიგურა 33
ფიგურა 34
ფიგურა 35
ფიგურა 36
ფიგურა 37
ფიგურა 38
ფიგურა 39
ფიგურა 40
ფიგურა 41
ფიგურა 42
ფიგურა 43
ფიგურა 44
ფიგურა 45
ფიგურა 46
ფიგურა 47
ფიგურა 48
ფიგურა 49
ფიგურა 50
ფიგურა 51
ფიგურა 52
ფიგურა 53
ფიგურა 54
ფიგურა 55
ფიგურა 56
ფიგურა 57
ფიგურა 58
ფიგურა 59
ფიგურა 60
ფიგურა 61
ფიგურა 62
ფიგურა 63
ფიგურა 64
ფიგურა 65

ფიგურა 66
ფიგურა 67
ფიგურა 68
ფიგურა 69
ფიგურა 70
ფიგურა 71
ფიგურა 72
ფიგურა 73
ფიგურა 74
ფიგურა 75
ფიგურა 76
ფიგურა 77
ფიგურა 78
ფიგურა 79
ფიგურა 80
ფიგურა 81
ფიგურა 82
ფიგურა 83
ფიგურა 84
ფიგურა 85
ფიგურა 86
ფიგურა 87
ფიგურა 88
ფიგურა 89
ფიგურა 90
ფიგურა 91
ფიგურა 92
ფიგურა 93
ფიგურა 94
ფიგურა 95
ფიგურა 96
ფიგურა 97
ფიგურა 98

ფიგურა 99
ფიგურა 100
ფიგურა 101
ფიგურა 102
ფიგურა 103
ფიგურა 104
ფიგურა 105
ფიგურა 106
ფიგურა 107
ფიგურა 108
ფიგურა 109
ფიგურა 110
ფიგურა 111
ფიგურა 112
ფიგურა 113
ფიგურა 114
ფიგურა 115
ფიგურა 120
ფიგურა 121
ფიგურა 122
ფიგურა 123
ფიგურა 124
ფიგურა 125
ფიგურა 126
ფიგურა 127
ფიგურა 128
ფიგურა 129
ფიგურა 130
ფიგურა 131
ფიგურა 132
ფიგურა 133
ფიგურა 134
ფიგურა 135

შესავალი

თემის აქტუალურობა: მშენებლობაში ბოლო ათწლეულებში ფართოდ გავრცელდა ისეთი კონსტრუქციული სისტემები, რომელთა ყველა ელემენტი იჭიმება და ამასთან ერთად მათი საექსპლუატაციო ფორმაც გაჭიმვით მიიღწევა. მათ გამოყენება ჰპოვეს არა მარტო სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობაში, არამედ სპეციალურ ნაგებობებშიც, რომლებიც ექსტრემალურ პირობებში იქმნება. ამ მხრივ აღსანიშნავია კოსმოსური ნაგებობები, სადაც „გაჭიმულ არქიტექტურას“ – გაჭიმულ ტრანსფორმირებად, კონსტრუქციულ სტრუქტურას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

„გაჭიმულ არქიტექტურას“ მრავალი ნიშანდობლივი და უპირატესი თვისებები გააჩნია, მაგრამ მათ შორის გამორჩეულია მინიმალური წონა, ფორმაცვალებადობის უნარი ტრანსფორმაციის მეთოდით და განსაკუთრებული არქიტექტურული ფორმების სიმრავლე.

კონსტრუქციული ელემენტის დეფორმირებული მდგომარეობა შეიძლება გამოწვეული იყოს მისი დრეკადი, დრეკად-პლასტიკური და პლასტიკური დეფორმაციებით.

გაჭიმული სტრუქტურების მინიმალური წონა მიიღწევა იმით, რომ კონსტრუქციული ელემენტები ყოველთვის გაჭიმულია, თუნდაც მაშინ, როდესაც გარე ძალებისაგან ისინი კუმშვით ძალებს ითვისებენ. სწორედ ამიტომ, რადგანაც კონსტრუქციული ელემენტების მუშა მდგომარეობას წარმოადგენს გაჭიმვა მათი კონსტრუქციული მასალის სიმტკიცე მაქსიმალურად არის გამოყენებული. ამასთან, აღნიშნული ფაქტორის გამო მათში ასევე აღარ არის მაღალი და ზემოდალი სიმტკიცის მასალების გამოყენების ხელის შემშლელი პირობები, რაც კიდევ უფრო ამსუბუქებს გაჭიმულ კონსტრუქციულ სისტემას.

დისერტაციის მიზანს შეადგენს: ზემსუბუქი, დიდი ზომის გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორები, მათი კონსტრუქციის, ტრანსფორმაციის, გამშლელი რგოლის სხვადასხვა სქემის მუშაობის პრინციპები.

ექსპერიმენტული კვლევის ამოცანაა: ზემსუბუქი, დიდი ზომის გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორების სქემები შემუშავება, დამზადდა და გამოიცადა მათი სადემოსტრაციო და ფუნქციონალური მოდელები: დაზუსტდა ტექნიკური მოთხოვნები რეფლექტორის შემადგენელი ცალკეული ბლოკის მიმართ. ამ მიმართებით განხილული იქნა დასრულებული ტრანსფორმაციის გამშლელი რგოლის ორი ძირითადი სქემის მიხედვით აგებული რეფლექტორები:

— ორ რიგად განთავსებული პანტოგრაფული სტრუქტურა გამშლელი ძალოვანი რგოლი ჭიმვადი, მოქნილი ცენტრით;

— “ჩასატეხლერობიანი” გამშლელი ძალოვანი რგოლი ჭიმვადი, მოქნილი ცენტრით.

კვლევების პროცესში, ძირითადი სქემების მიხედვით, შესწავლილი იქნა წაკვეთილი პირამიდის და პრიზმის ფორმის რეფლექტორები, რომელთაც გეგმაში გააჩნიათ წრიული ან ელიფსური მოხაზულობა.

უმთავრესი ამოცანა იყო რეფლექტორის გაშლის ტრანსფორმაციის პროცესების შესწავლა, რეფლექტორის ეკრანის აპროქსიმირებული ზედაპირის ზუსტი გეომეტრიის მიღწევა და მისი, ასევე დიდი სიზუსტით, განმეორებადობა გახსნის სხვადასხვა ეტაპებზე. ჩამოთვლილ ამოცანებთან ერთად, ექსპერიმენტული კვლევა მიზნად ისახავდა შემდეგი საკითხების კვლევას:

- რეფლექტორის გახსნის კონტროლი, მართვა და საიმედოობა;
- რეფლექტორის გახსნის სიჩქარე;
- გამხსნელ ბაგირებში ძალის ცვლილება გახსნის პროცესში;
- ძრავის მიერ მოხმარებული ენერგია გახსნის პროცესში;
- მთლიანად გახსნილი რგოლის ბაგირებში ძალების გადანაწილება;
- ამრეკლის გეომეტრია და განმეორებადობა;
- საკუთარი რხევის სიხშირეები და სხვა.

ექსპერიმენტულ კვლევებში ყურადღება დაეთმო რეფლექტორის ძალოვანი რგოლის – გაჭიმული ცენტრის საყრდენიანი კარკასის გამშლელ ელექტროამძრავიან და ასევე ზამზარებიან მექანიზმებს და მათი მოქმედებით გამოწვეულ გაშლის პროცესებს.

მეცნიერული სიახლე: ზემსუბუქი, დიდი ზომის გასაშლელი კოსმოსური რეფლექტორები ახალი „ჩასატეხლერობიანი“, ელექტროამძრავიან, ვანტურ-ლეროვან

რგოლზე, რომელიც პრიზმის ან წაკვეთილი პირამიდის ფორმისაა და გეგმაში ქმნის წრიულ ან ოვალურ მოხაზულობას, რომლებმაც აჩვენა ის, რომ ელექტროამძრავებით და გამშლელი ბაგირით აღჭურვილი გამშლელი „ჩასატეხ ღეროებიანი“ რგოლი ბევრად პერსპექტიულია.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება: რეფლექტორები ახალ „ჩასატეხ ღეროებიან“, ელექტროამძრავიან ვანტურ-ღეროვან რგოლზე, რომელიც პრიზმის ან წაკვეთილი პირამიდის ფორმისაა და გეგმაში ქმნის წრიულ ან ოვალურ მოხაზულობას ევროპული კოსმოსური სააგენტოს მიერ წარდგენილი იქნა ევროპატენტზე და აშშ პატენტზე. მოცემულ ეტაპზე ამერიკის შეერთებულმა შტატებმა გასცა პატენტი - Patent US9153860 (B2)-2015-10-06.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები: სადისერტაციო ნაშრომის, ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა ევროპული კოსმოსური სააგენტოს საერთაშორისო კონფერენციაზე ჰოლანდიაში; ევროპული კოსმოსური სააგენტოს და მიუნხენის ტექნიკური უნივერსიტეტის ეგიდით გამართულ თბილისის საერთაშორისო კონფერენციაზე; სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ სამ სემინარზე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. გარდა ამისა სადისერტაციო ნაშრომის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 9 სამეცნიერო შრომა.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავლის, ოთხი თავის, ძირითადი ნაწილის დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურისაგან. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება 168 გვერდისაგან, გამოყენებულია 100 დასახელების ლიტერატურა.

თავი I

1.1. გაუმული კონსტრუქციული სისტემები

გაუმული სისტემები მოიცავს კონსტრუქციულ სხვადასხვა სახეობის სიმრავლეს, რომელთა საექსპლუატაციო ფორმა მიიღწევა და შენარცუნდება გაუმვის სედეგად. მათი არქიტექტურის ამოხაზის პოზიციას მომუშავე სისტემები, რომლის ყველა ელემენტი იშეცვლება და ამასთან ერთად მათი საექსპლუატაციო ფორმა გაუმვით მიიღწევა (fig. I.1).

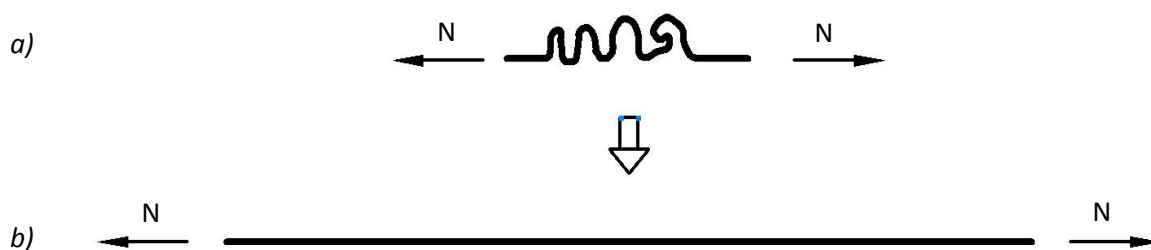


fig. I.1 _ კონსტრუქციული ელემენტი რომლის ფორმა მიიღწევა მისი გაუმვის სედეგად

a – კონსტრუქციული ელემენტი დეფორმირებული მდგომარეობაშია გაუმვამდე;

b – კონსტრუქციული ელემენტის ფორმა მიღწეულია მისი გაუმვით.

არსაინსნავია ის, რომ კონსტრუქციული ელემენტის დეფორმირებული მდგომარეობა შეიძლება გამოვხადოთ იყოს მისი დრეკადი, დრეკადპლასტიკური და და პლასტიკური დეფორმაციები [1].

fig. I.1–ზე ვარმოდგენილი კონსტრუქციული ელემენტის ფორმა– ვარმოყმნა ერთნისნად შესაბამება ტრანსფორმაციის პროცეს – დაკეცილი მდგომარეობიდან გასული მდგომარეობაში გადასვლას.

ამდენად, გაუმული კონსტრუქციული სისტემები, როგორც ნაგებობათა კლასების ერთ-ერთი მიმართება, ასევე ვარმოდგენენ გაუმულ ტრანსფორმირებად კონსტრუქციულ სტრუქტურას.

1.2. გაუმული არქიტექტურის – „fensile architecture“, როგორც გაუმული ტრანსფორმირებადი სტრუქტურების ზირითადი მიმართებები

გაუმული კონსტრუქციული სისტემები ბოლო აწვლელებსი ფართოდ ვარცელდა მსენებლობაში. მათ გამოყენება ხეობს არა მარტო სამოქალაქო და სამრეწველო მსენებლობაში არამედ სპეციალურ ნაგებობებშიც, რომლებიც ექსტრემალურ პირობებში იყმნება. ამ მხრივ ცალკე უნდა არისნოს კოსმოსური ნაგებობები, სადაც „გაუმულ არქიტექტურა“ – გაუმულ ტრანსფორმირებად, კონსტრუქციულ სტრუქტურას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

„gaWimul arqiteqturas“ mraVali niSandoblivi da upiratesi Tvisebebi gaaCnia, magram maT Soris gamorCeulia minimaluri wona, formacvalebadobis unari transformaciis meTodiT da gansakuTrebuli arqiteqturuli formeBis simravle.

gaWimuli struqturEbis minimaluri wona miiRweva imiT, rom konstruqciuli elementebi yovelTvis gaWimulia, Tundac maSin, rodesac gare Zalebisagan isini kumSviT Zalvebs iTviseben. swored amitom, radganac konstruqciuli elementebis muSa mdgomareobas warmoadgens gaWimva maTi konstruqciuli masalis simtkice maqsimalurad aris gamoyenebuli. Sesabamisad, gansxvavebiT SekumSuli elementebisagan, sadac grZivi Runvis faqtoridan gamomdinare dominirebs daZabulobis SemicreBis aucilebloba mdgradobis dakargvis pirobeBis gaTvaliswinebiT gaWimul elementebSi maqsimalurad xdeba masalis simtkicis aTviseba. amasTan, aRniSnuli faqtoris gamo maTSi aseve aRar aris maRali da zemaRali simtkicis masaleBis gamoyeneBis xelisSemSleli pirobebi, rac kidev ufro amsubuqEbs gaWimul konstruqciul sistemas.

arqiteqturuli formeBis simravlis, Sesaxeb mogvianeBiT iqneba msjeloba.

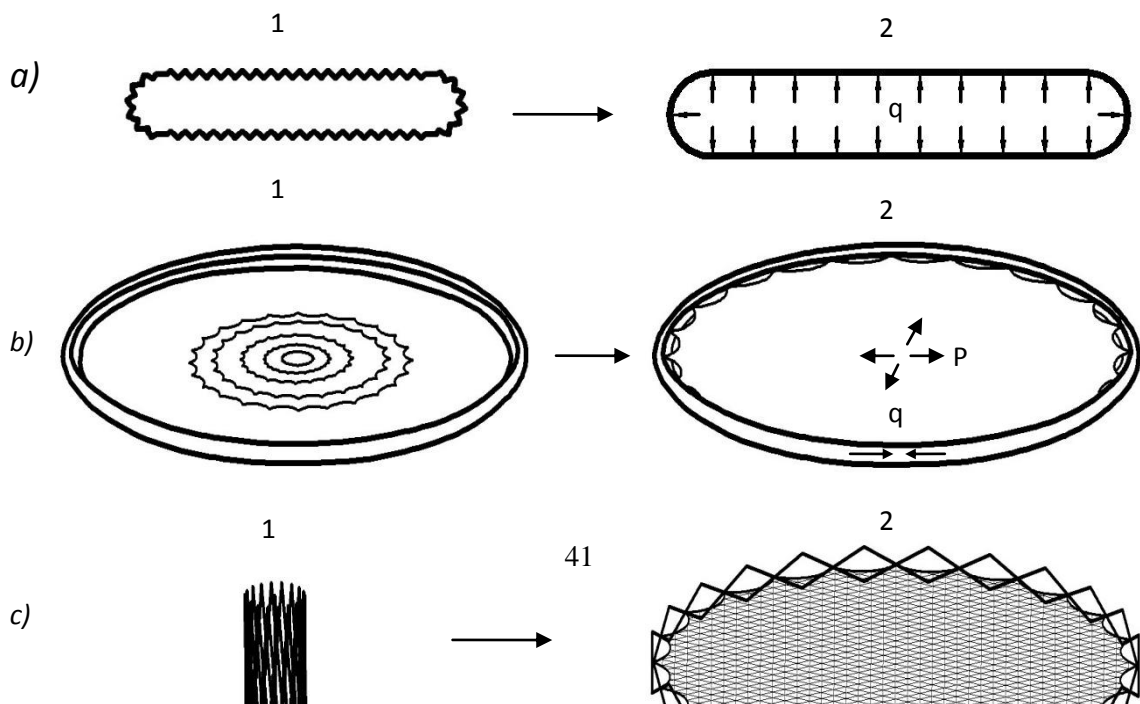
rac Seexeba formaTcvalebadobis unars transformaciis meTodiT, unda SevTanxmdeT, rom maTi formis miRwevis dros adgili aqvs Semdeg SemTxvevebs:

_ forma miiRweva mxolod konstruqciuli struqturis gaWimviT;

_ forma miiRweva gaWimuli konstruqciuli struqturis mibmiT stacionaluri da an mudmivi formis mqone sistemasTan, romelsac SeuZlia upiratesad mkumSavi Zalvebis aTviseba [6].

ganvixiloT TiToeuli maTgani, transformirebadi konstruqciuli struqturis formaTwarmoqmnis mizniT (fig. I.2).

fig. I.2–ze warmodgenili sqemebis mixedviT SeiZleba ganimartos, rom formis miRweva mxolod transformirebadi konstruqciuli struqturis gaWimviT, konkretul SemTxvevaSi SesaZlebelia, a sqemaze warmodgenili dakecili cilindruli balonis formis SevsebiT Warbi wneviT[12].



**fig. I.2 _ transformirebadi konstruqciuli struqturebis
formaTwarmoqmnis sqemebi**

- a – forma miiRweva mxolod transformirebadi konstruqciuli struqturis gaWimviT;
- b – forma miiRweva gaWimuli transformirebadi konstruqciuli struqturis mibmiT stacionalur konstruqciul sistemasTan;
- c – forma miiRweva gaWimuli transformirebadi konstruqciuli struqturis mibmiT sxva xist transformirebad konstruqciul struqturasTan;
- 1 _ transformirebadi konstruqciuli sistema dakecilia;
- 2 _ transformirebadi konstruqciuli struqtura gaSlil mdgomareobaSia.

meore SemTxvevaSi xist wriul koncerze Tu CavamagrebT gaWimul apks, romelic gaWimvamde dakecil mdgomareobaSi iyo, miviRebT gaWimuli transformirebadi konstruqciis formas, romelic mibmulia stacionalur konstruqciul sistemaze.

mesame SemTxvevaSi dakecili apki ukve Camagrebulia xist, oRond aseve dakecil konturze, romlis Semdeg orive struqtura – moqnili apki da xisti rgoluri konturi iwyebs transformacias da gaSlis Sedegad warmoiqmneba forma gaWimuli transformirebadi konstruqciuli struqturisa mibmulu sxva transformirebad konstruqciul struqturaze.

aRsaniSnavia, rom gaWimuli transformirebadi konstruqciuli struqturis misabmeli stacionaluri sistema, Tu transformirebadi struqtura orive SemTxvevaSi warmoadgens sayrden, Zalovan elementeb, romlebic iTviseben gaWimuli struqturidan maTze gadacemul gambrienis Zalebs.

daWimuli struqturebis mzidi elementebi damzadebulia:

_ Zafebisagan, romlebic SeiZleba realurad warmoadgendnen mavTulebs, bagirebs, trosebs, xisti profilebis da xisti elementebisagan Sedgenil grZiv elementeb;

_ badeebisagan, romelic Sedgeba urTierTgadankveTi da gadakveTis adgilebSi erTmaneTTan dakavSirebuli mravali Zafebisagan.

_ membranisagan, romelic Tavisi fizikuri bunebiT axlos dgas badesTan da isini idealizebulia rogorc badeebi, romelTa mosazRvre kvanZebi usasrulod axlos arian ganTavsebuli erTmaneTTan.

miuxedavad imisa, Tu konkretul SemTxvevaSi realurad ras warmoadgenen mavTulebi, maTi muSaobis xasiaTidan gamomdinare, isini iyofian or ZiriTad saxeobad _ moqnili Zafebad da vantebad [4].

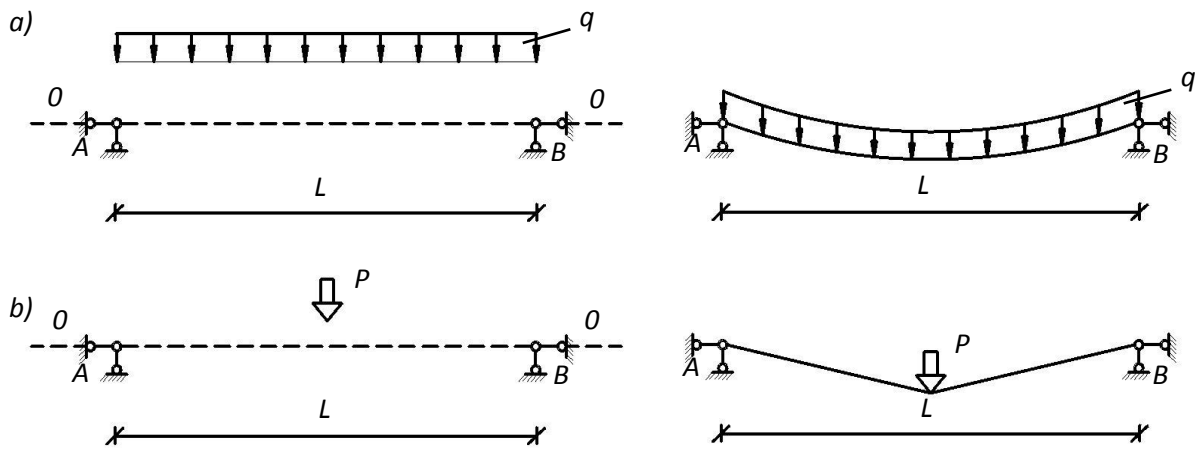


fig. I.3 _ moqnili Zafebis formebi maTze momqmedi Zalebis Sesabamisad

- a – moqnili Zafis forma, masze ganivad momqmedi TanabarganawilebulidatvirTviT;
- b – moqnili Zafis forma, masze ganivad momqmedi Seyursuli datvirTviT.

moqnili Zafebi RerZuli mimarTulebiT gaWimvis garda, aseve ganicdian ganivi Zalebis zemoqmedebas da Sesabamisad iReben erTaderT formas konkretuli ganivi Zalebis zemoqmedebis suraTis mixedviT (fig. I.3).

warmodgenili sqemebis mixedviT, q Tanabarganawilebuli tvirTiT da p Seyursuli ZaliT, pirvel etapze unda daitvirTos 0-0 sworis gaswrviv A da B sayrdenebze Cabmulu moqnili Zafi. meore etapze, maTi zemoqmedeba iwvevs Zafis deformacias imis Sesabamisad, Tu ra moxazulobis Teoriuli mRunavi momenti ganviTardeba malSi. amis saSualebas izleva moqnili Zafebi romelTa sigrZe metia, vidre A da B sayrdenebs Soris gavlebuli swori monakveTis sigrZe.

moqnili Zafebi warmoadgenen “gaWimul arqiteqturaSi” gavrclebul mravalricxovan da mravalferovan kiduli sistemebis Seqmnis ZiriTad elementebis, romelTac, rogorc ganvixilavT, axasiaTebT kinematikuri gadaadgileba [15].

rac Seexeba Zafebis meore saxeobas – vantebis, igi moqnili Zafebisagan gansxvavdeba imiT, rom ar ganicdian ganivi datvirTvis zemoqmedebas. masze Zalebi modebulia mxolod Camagrebis kvanZebSi da amdenad mis ganivkveTSi aRiZvrebma mxolod RerZuli gamWimavi Zalebi. misi forma or Casatex kvanZs Soris aris wrfivi (fig. I.4.)

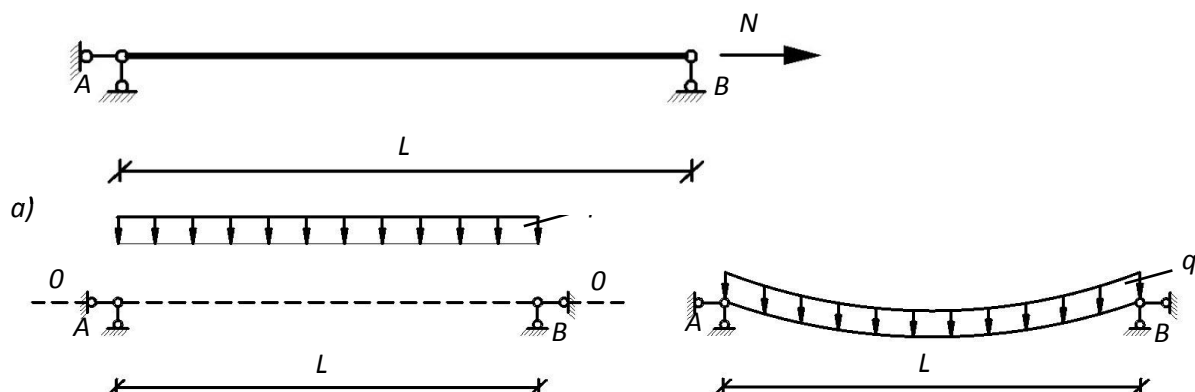


fig. I.4 _ vantis muSaobis sqema, romelic ganicdis mxolod grZivi Reroebis mimarTgaWimvas da ar ganicdis Zalebis ganiv zemoqmedebas.

msgavsad moqnili Zafebisa „gaWimul arqiteqturaSi“ vantebic mravalricxovani konstruqciebis SemadgenlobaSi, rogorc ZiriTadi mzidi elementebi.

I.3. transformirebadi sistemebi, romelTa forma miiRweva mxolod gaWimuli konstruqciuli struqturebiT

aRniSnuli sistemebis gavrcelebul klass warmoadgens pnevmomzidi konstruqciebi. aRniSnuli klasis konstruqciebi, rogorc wesi mzaddeba calkeuli elementebis – pnevmo koWebis, pnevmo dgarebis, pnevmo TaRebis, pnevmo CarCoebis, pnevmo baliSebis, pnevmo orTotropiuli da pnevmoizotruli filebis da sxvaTa saxiT maTi saSualebiT ki xdeba sxvadasxva formis da nagebobebis Seqmna-Seneba (fig. I.5)[21].

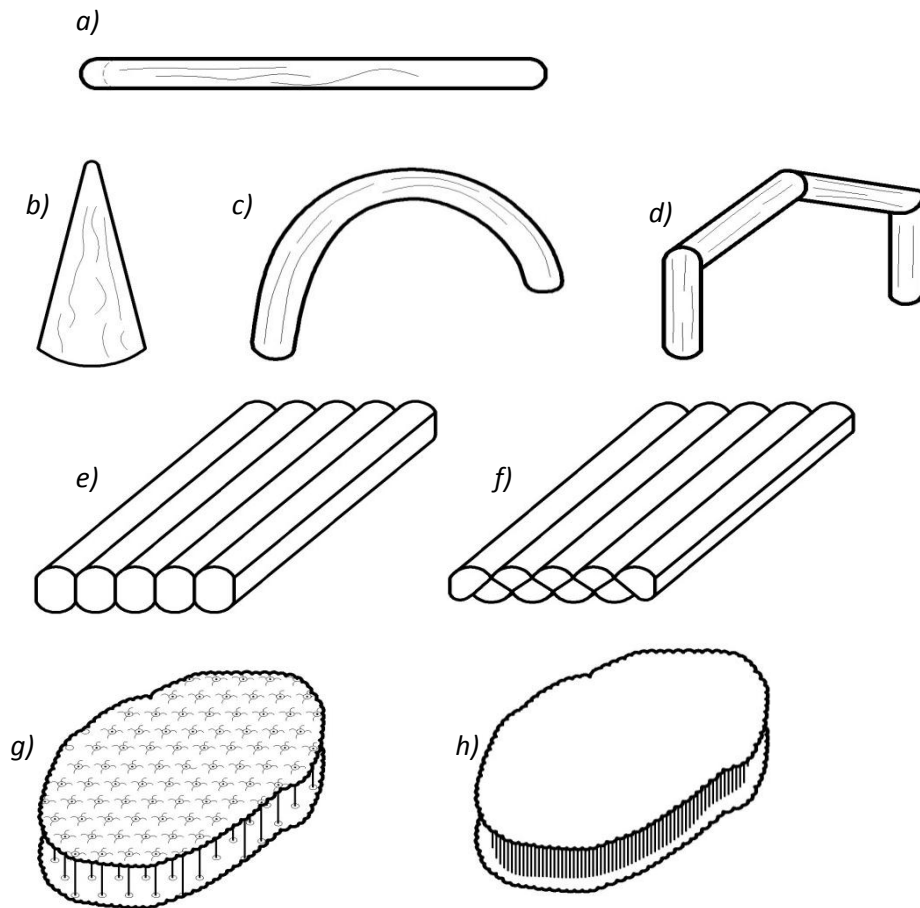


fig. I.5 _ pnevmomzidi konstruqciebi, warmoqmnnili dasaxvevi an dasakeci,sxvadasxva formis balonebSi gazebis Warbi wneviT CaWirxvnis Sedegad.

a _ pnevmo koWi; b _ pnevmo dgari; c – pnevmo TaRi; d – pnevmo CarCo;
 e – pnevmo orTotropuli fila paraleluri tixrebiT; f – pnevmo orTotropuli fila daxrili tixrebiT; g _ izotropuli pnevmo filebi

sartyelebis daSoriSorebuli momWerebiT; h – izotropuli pnevmo filebi mWidrod ganTavsebuli sartyelis makavSirebeli momWimebiT;

aRniSnuli pnevmomzidi konstrukciebis saeqspluatacio forma miRweulia masSi CaWirxnuli gazebis, rogorc dabali, aseve maRali wnevebiT. saTanadod es iwvevs misi geometriuli zomebis cvalebadobas. magaliTad Tu dabalwneviani pnevmo TaRisTvis, sadac wnevebi aRwevs mxolod 20-25 kilopaskals, ganivkveTis diametris Sefardeba simrudis radiusis sidideebTan cvalebadobs $1/8$ – $1/14$ Soris, maRalwnevian pnevmoTaRebSi aRniSnuli sidide cvalebadobs $1/20$ – $1/45$ Soris.

amasTan, maRali wnevebis ganviTareba pnevmomzid konstrukciebSi moiTxovs konstrukciuli masalebis naqsovi Semadgenlobis maRal simtkices gaWimvaze, magaliTad: pnevmoTaRebSi ganviTarebuli maRali 80_750 kilopaskalis wnevebis pirobebSi, TaRis qsovili unda iyos Tavidan bolomde mTliani, gadabmebis gareSe da orive mxridan dafaruli analogiuri wnevebis gazis gaumtari Semavsebelisagan.

aseTi moTxovnebis dakmayofileba, maRalwnevian pnevmomzid konstrukciebSi, arTulebs maTi miRwevis teqnur da teqnologiur gadawyvetebis da procesebis. iwvevs Rirebulebis 2,5 – 5 – jer gazrdas, Cveulebriv, dabalwnevian pnevmomzid konstrukciebTan SedarebiT. amasTan umTavres pirobad da Znelad misaRwevad mainc rCeba maRalwnevian konstrukciebSi hermetuloba, rac kidev ufro rTuldeba didi malebis SemTxvevaSi [40].

zogadad pnevmomzidi konstrukciebi gavrcelebulia 6-24 metri malebis mqone nagebobebSi, Tumca aris gamonaklisebi, rodesac pnevmo TaRebiT gadaxurulia 50 metrze malis mqone nagebobebic.

pnevmomzidi konstrukciebiT xmeleTze, wyalSi, haerSi da kosmosSi xdeba sxvadasxva formis nagebobebis Seqmna, romelic SeiZleba iyos dgarebisa da koWebisagan Sedgenili, cilindruli garsebis da gumbaTis formebis da sxva (fig. I.6).

garda, pnevmomzidi hermetul-transformirebadi konstrukciuli struqturisa, bolo periodSi aseve iqmneba sistemebi romelTa forma warmoiqmneba sxva konstrukciaze mibmis gareSe. amis magaliTad SeiZleba moviyvanoT aerostati, romelic masSi arahermetulad ganTavsebuli haeris da gareT arsebul haeris temperaturebis sxvaobis Sedegad warmoqmnis formas (fig. I.7), rac ukavSirdeba aseve wnevaTa sxvaobas Siga da gare zedapiris sxvadasxva monakveTebSi [50].

dakecil arahermetul konstrukciebSi, Siga moculobaSi xdeba gamTbari haeris SeSveba, rac ganpirobebulia misi aRmZvrelit. gareT arsebuli civi haeris masebTan SedarebiT – $t_1 < t_2$. amis gamo gasaber konstrukciaSi warmoiqmneba SedarebiT maRali wneva, vidre es mis gareT aris, rac iwvevs konstrukciis gabervas. amasTan, imis gamo, rom gamTbari haerit arahermetulad Sevsebuli konstrukcia ufro msubuqia vidre mis mier dakavebuli sivrcis gareT arsebuli, SedarebiT

dabaltemperaturiani haeris wona, konstruqcia iwyebS haerSi maRla awevas da amasTan formis SenarCunebas, risi pirobac aris Siga sivrcesi haeris mudmivi gaTboba siTbos wyaros saSualebiT.

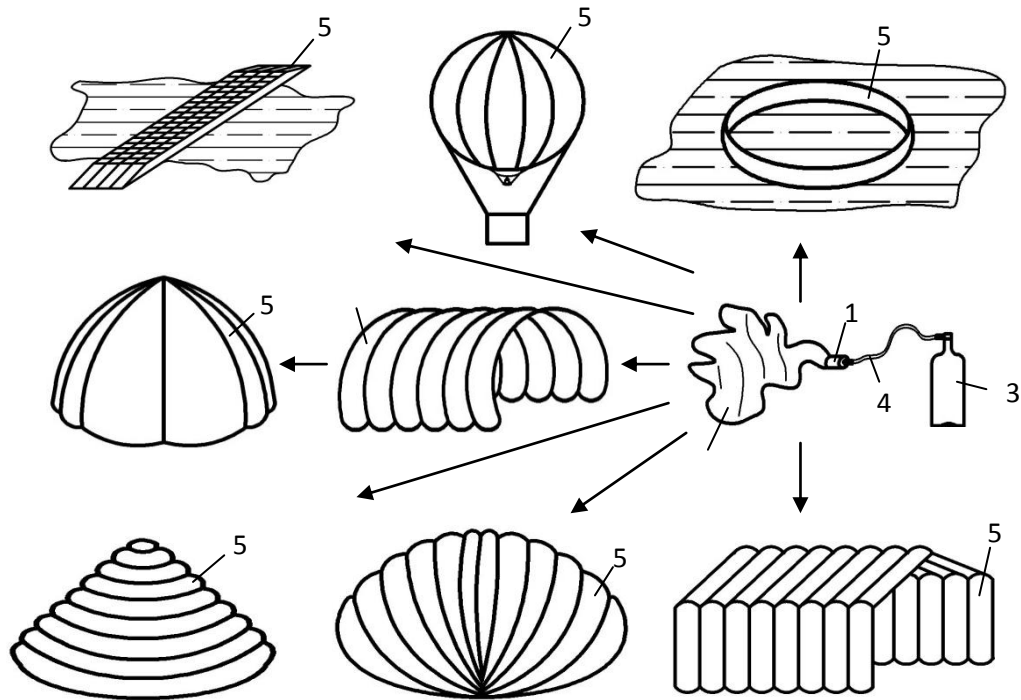


fig. I.6 _ dakecili, daxveuli an ubralod daWmuWnuli, hermetuli, garkveuli formis nakeTobis gaziT Sevsebis SemTxvevaSi, transportis procesiT xdeba sxvadasxva formis pnevmoxisti nagebobebisa da konstruqciebis formaTwarmoqmna

- 1 _ damzadebuli nakeToba dakecili satransporto paketis saxiT;
- 2 _ gaziT datenili baloni an kompresori;
- 3 _ gaziS balonis an kompresoris mierTebis saSualeba nakeTobasTan;
- 4 _ nakeTobis hermetuli, gasaxsnel-dasakeci sarqveli;
- 5 _ pnevmomzidi, transformaciis Sedegad warmoqmniლი daWimuli struqturebi – nagebobebi da konstruqciebi.

miuxedavad ganmartebisa, rom „formis miRweva mxolod konstruqciuli struqturis gaWimviT“ aris SesaZlebeli yovelgvar stacionalur sxva gasaSlal konstruqciaze mibmis gareSe, fig. I.7–ze warmodgenili sqema, rogorc transformirebadi struqtura, akmayofilebs aRniSnul moTxovnas. amasTan mSeneblobaSi damkvidrebuli klasifikaciis mixedviT igi TiTqmis Seesabameba haersayrdenian pnevmoxist konstruqciebis klass, rac SeiZleba sakamaTo iyos. magram TviT arsi konstruqciis trasformaciisa, rac CvenTvis aris aucilebeli, srulad Seesabameba gaWimuli transformirebadi konstruqciuli struqturis logikas [39].

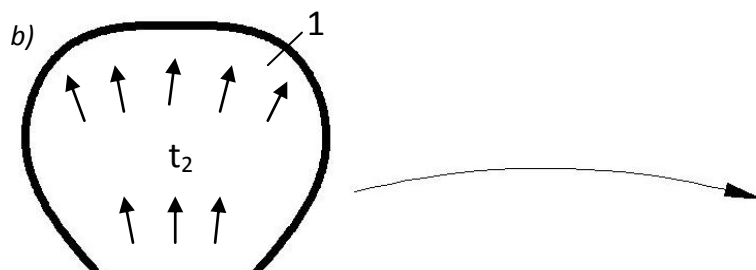


fig. I.7 _ arahermetuli transformirebadi konstruqcia, romelic formas aRwevs SedarebiT gamTbari haeris zeswrafviT, nawilobrivi Semofarglul sivrcesi warmomnili maRali dawneviT

- a _ arahermetuli transformirebadi konstruqcia dakecil mdgomareobaSi;
- b _ arahermetuli transformirebadi konstruqcia gaSlil mdgomareobaSi;
- 1 _ arahermetuli transformirebadi konstruqcia; 2 _ siTbos gamomyofi wyaro.

rodesac ganixileba pnevmosistemebi da gansakuTrebiT pnevmomzidi kosmosuri sistemebi metad mniSvnelovania ganxilva iseTi magaliTebisa, rodesac konstruqcia Tavisi formaTwarmomnisi etapze pasuxobs „gaWimuli arqiteqturis“ moTxovnebs, imasTan dakavSirebiT, rom konstruqciis yvela elementSi formis miRwevisas warmoiSveba mxolod gamWimavi Zalvebi.

magram arseboben konstruqciebi, romlebic gaWimviT formis miRwevis Semdeg, eqspluataciis pirobebSi, mis calkeul an mTlian nawilSi muSaoben kumSvaze. aseTebis miekuTvnebian gamyarebadi pnevmokonstruqciebi da konstruqciebi, romelTa dakecva ganxorcielebulia konstruqciuli masalis drekad-plastikuri da ufro metad plastikuri deformaciis xarjze.

aseTi konstruqciebi aris pnevmaturi konstruqciebisa da xisti konstruqciebis hibridebi. maTi gamoyenebis perspeqtivebi droTa ganmavlobaSi kidev ufro gaizrdeba.

ganvixilot zemoT aRniSnuli tipis sxvadasxva formis transfor-mirebadi konstruqciebi.

gadazidvebis praqtikaSi daclili WurWlis, magaliTad kasrebis, transportirebisas tvirTebis moculobis Semcirebis mizniT, rig SemTxvevebSi gamoiyeneba kasris daWmuWvna, misi am saxiT transportireba da Semdgomi gamoyenebis dros kasrisTvis, misi „gaberviT“ pirveladi saeqsploatacio formis miniWeba (fig. I.8).

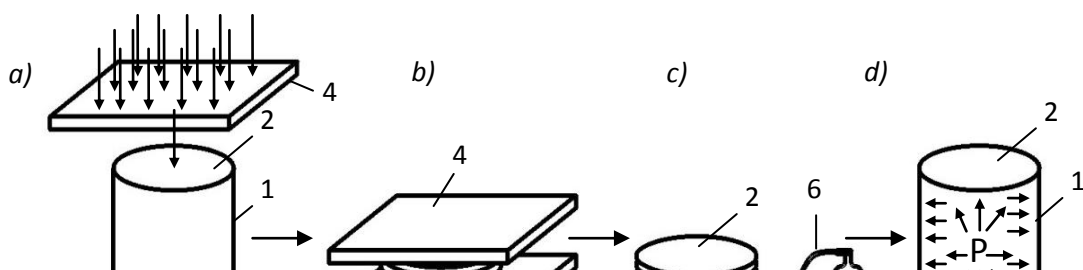


fig. I.8 _ kasris cilindruli formis transformirebis etapebi misi daWmuWvnisa da Semdgom etapze, xelaxla formis miniWeba kasris“gaberviT“

- a – orive mxridan daxufuli, cilindruli kasris ganTavseba wnexis qveS;
 b – wnexis mier daWmuWvnuli kasri; c – carieli kasris daWmuWvnuli, kompaqturi, satransporto paketi; d – “gabervili”, saeqsploatacio forma, aRdgenili kasrisa;
 1 _ kasris gverdiTi cilindruli nawili; 2 _ kasris zeda da qveda xufi; 3 _ kasris gaziT Sevsebis sarqveli; 4 _ wnexi; 5 _ gazis baloni an kompresori; 6 _ gazis mimwodebeli mowyobiloba; 7 _ kasris daWmuWvnuli nawili.

Tu ganvixilavT fig. I.8 – ze warmodgenili procesebis sqemebs, cxadi gaxdeba, rom daWmuWvnuli mdgomareobidan kasris, sawyisi – saeqsploatacio formis warmoqmna xdeba kasris gverdiTi zedapiris gasworebiT _ gaWimviT. gaWimvis Zalebs ganapirobebs kasrSi, Warbi wneviT Seyvanili gazi.

amdenad formaTwarmoqmnis stadiaze kasris cilindruli gverdiTi zedapiri da misi xufi ganicdis gaWimvas, magram Semdgom kasris konstruqciaSi aRiZvrebna nebismieri niSnis Zalvebi, rac miuRebelia “gaWimuli arqteqturis” ideologiiT Seqmnili sistemisaTvis.

aRniSnuli _ gabervis meTodis gamoyeneba Zalian mosaxerebelia gabrtyelebuli xisti milebis daxveul mdgomareobaSi transformirebis Semdeg etapze (fig. I.9).

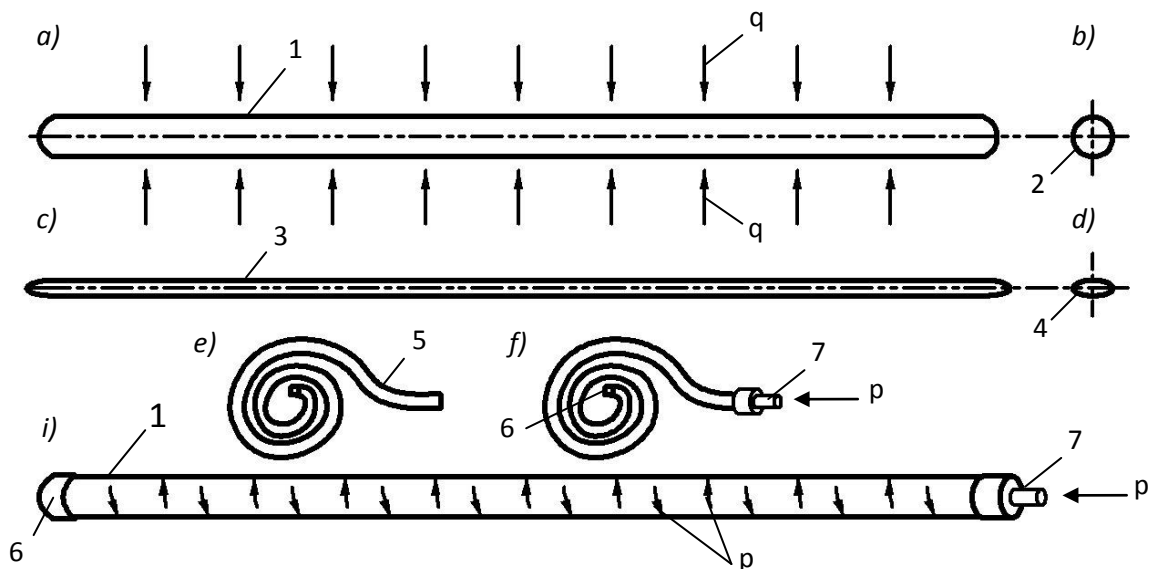


fig. I.9 _ gabervis meTodis gamoyeneba xisti profilis milebis gabtyelebuli, daxveuli mdgomareobidan saeqsploatacio, mrgvali profiliani milebis misaRebad

- a – xisti, mrgvali profilis mili; b – milis mrgvali konturis ganivkveTi;
c – gabrtyelebuli mili; d _ gabrtyelebuli milis ganivkveTis profili deformirebul mdgomareobaSi; e _ daxveuli, gabrtyelebuli mili; f – milis gaSla da profilis aRdgena masSi Warbi wnevis SeqmniT; i – Warbi Siga wnevis Sedegad gabrtyelebuli da daxveuli mili gaiSala da misi ganivkveTi gaxda wriuli moxazulobis konturi.
1 _ mili gaSlili da ganivkveTis wriuli konturiT; 2 _ milis wriuli konturi; 3 _ gabrtyelebuli mili; 4 _ gabrtyelebuli milis ganivkveTis profili; 5 _ daxveuli, gabrtyelebuli mili _ dakecili milis satransporto paketi; 6 _ milis bolos germetizacia; 7 _ milis meore boloSi mowyobili gazis maRali wnevis sarqveli;

milis gabrtyeleba xdeba mis gayolebaze, zemodan da qvemodan q intensivobis ZaliT modebiT, romlis Semdeg ukve gabrtyelebuli mili exveva kompaqturi satransporto paketis saxiT. aseT mdgomareobaSi, eqsploataciis adgilas milis erT boloze ewyoba germetuli xufi, xolo meore boloze magrdeba gazis maRali wneviT milSi Seyvanis sarqveli, saidanac xdeba milis “gaberva” – maRali wnevis mqone gaziT Sevseba. milis SigniT warmoqmni Warbi wnevis Semdeg mili iSleba, swordeba da amasTan gabrtyelebuli ganivkveTi Rebulobs wriuli konturis formas.

milis gabrtyeleba, daxveva, Semdeg gaSla da profilis aRdgena warmoadgens formis transformaciis etapebs. amasTan, daxveuli da gabrtyelebuli milis gaSla da wriuli profilis aRdgena, rac ganpirobabilia misi „gaberviT“, zustad Seesabameba „gaWimuli arqiteturis“ principebs.

formis miRwevis Semdeg, gasworebuli da ganivkveTis wriuli profilis aRdgenis milze momqmedma Zalebma, SeiZleba gamoiwvios misi kumSva, Runva an grexva, rac bunebrivia gamoiwvevs masSi realuri mkumSavi Zalvebis aRZvrasac, rac aRar Seesabameba “gaWimuli arqiteqturis” principebs.

msgavs procesebSi, rodesac xdeba gare Zalebis saSualebiT xisti profilebis daWmuWvna, daxveva an dakecva, rac Sedegia maTSi plastikuri deformaciebis ganviTarebisa, metad mniSvnelovania aRniSnuli procesebis gegmazomieri da mizanmimarTuli warmarTva. es aucilebelia imisaTvis, rom moxdes didgabaritiani konstruqciis dapataraveba da aseve ar moxdes dasapataravebel sxelSi kedlis iseTi dazianeba, rac gamoiwvevs misi Siga moculobis hermetizaciis darRvevas.

konstruqciis gegmazomieri da mizanmimarTuli dakecvis magaliTad SeiZleba ganvixiloT torsis formis konstruqcia, romelTa gamoyenebis erT-erT magaliTad SeiZleba ganvixiloT kosmosuri didi gasaSleli refleqtorebi. refleqtoris Zalovani gamSleli rgoli SeiZleba Sesrulebuli iyos gasaSleli, xisti konstruqciisagan, romlis formaTwarmoqmna _ gaSla xdeba torsis mcire formis “ gaberviT” da saproeqto sididis, didi torsis warmoqmniT (fig. I.10).

torsis, misi centris mimarT meridianul sibrtyeebSi ukeTdeba odnav SesamCnevi talRiseburi profili. masze meridianuli mkumSavi q datvirTvis Sedegad torsi diametriT – D transformirdeba _ ikeceba mcire diametris _ d torsad. misi dakecva ganpirobabilia torsis talRovani tanis

SeWmuxvniT, ris Sedegadac igi ukve Rebulobs naoWovan formas. aseTi transformaciis Sedegad aseve xdeba torsis ganivkveTis zomis cvalebadozac. Tu gaSlis D diametriani torsis ganivkveTis maqsimaluri zoma Seadgens h, misi dakecvis SemTxvevaSi, roca diametri Semcirca d-mde torsis ganivkveTis simaRlem, piriqiT, moimata da gaxda H.

torsis gegmazomieri dakecva swored misi talRovani tanis saSualebiT xdeba. torsis dakecvisas tanis talRis sigrZe mcirdeba da Sesabamisad matulobs talRis amplituda. masalis aseTi formacvalebadoba, rogorc iTqva ganapirobebs torsis gegmazomier da mizandasaxul prognozirebad dapataravebas da misi ganivkveTis zrdas.

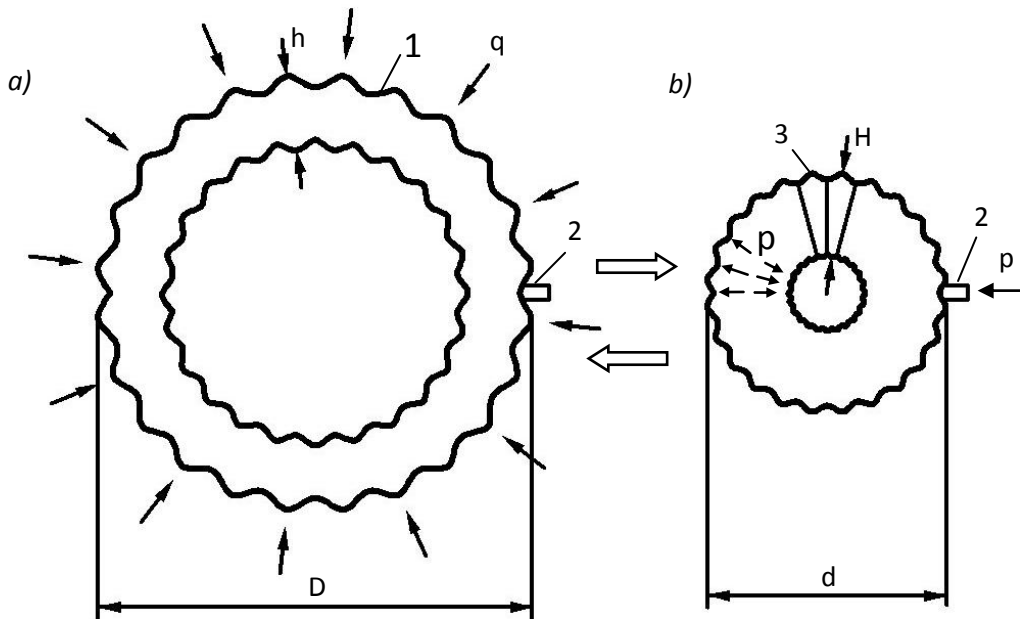


fig. I.10 _ torsis formis, xisti konstruqciis transformaciis_dakecvisa da gaSlis SesaZleblobebi misi SekumSviT da “gaberviT”

- a – torsi gaSlil mdgomareobaSi;
- b _ torsi dakecil-satransporto paketis mdgomareobaSi;
- 1 _ gaSlili torsis xisti talRovani forma; 2 _ sarqveli;
- 3 _ dakecili torsis xisti, naoWovani forma.

torsis gaSlisaTvis xdeba misi “gaberva” P Warbi wneviT, romlis Sedegad torsis naoWovani tani iSleba, gadadis talRisebur formaSi da iSleba _ Rebulobs sawyis, saeqspluatacio formas.

ganxiluli magaliTebi (ix. fig. I.8, fig. I.9 da fig. I.10), erTis mxriv Seesabameba „gaWimuli konstruqciebis“ arqiteqturas da ideologias, oRond, mxolod formaTwarmoqmnis stadiaze. rac Seexeba meore stadias – konstruqciis muSaobas sasargeblo datvirTvebze, aq isini ganixileba, rogorc Cveulebrivi, xisti masalisagan Seqmnili nakeTobebi, romlebic aseve itanen mkumSavi Zalvebis warmoqmnas.

amdenad, ganxilul magaliTebSi moyvanili da maTi tipis sxva konstruqciebi SeiZleba miviCnioT hibridul, pnevmomzid struqturedad.

naxebrad pnevmomzidi konstruqciuli struqtura SeiZleba aseve iyos kombinirebuli da aramTliantanianic. es is SemTxvevebia, roca xisti nawilis garsacmis gaSla xorcieldeba masSi ganTavsebuli, moqnili masalisagan damzadebuli gasaberi baliSiT. aseT SemTxvevaSi garsacmis germetuloba aRar aris aucilebeli da igi SeiZleba badisebri, naxvretebiani, an sxva saxis amonaWrebis mqone, aramTliani xisti konstruqcia iyos. amis magaliTad SeiZleba ganvixiloT garsacmisagan Rerovani gumbaTis formaTwarmoqmna, rodesac gumbaTis satransporto paketi, calkeuli elementebis plastikuri deformaciebis Sedegad dakecilia da masSi ganTavsebulia germetuli, dreaktaniani gasaberi baliSi. swored baliSis gaSlis Sedegad dakecil gumbaTSi warmoiqmneba Zalvebi, romlis Sedegad iwyebis gasworebas plastikuri deformaciebis Sedegad deformirebuli calkeuli Reroebi. aseTi procesi saboloo jamSi ganapirobebs gumbaTis gaSlili, saeqspluatacio formis miRwevas (fig. I.11).

dakecili gumbaTidan gaSlili gumbaTis formaTwarmoqmnis Semdeg, romelic ganxorcielda baliSis gabervis Zalovani zemoqmedebiT, droebiTi samagrebis 5 moxsniT, gumbaTis periferiuli Rerovani konteinerisagan 6, SesaZlebelia baliSis 2, baliSis sarqvelis mowyobilobis 3 da baliSis gazis damteni balonis 4, an kompresoris moxсна gaSlili gumbaTisagan 7. moxsnili sistema SeiZleba iyos ukve dakecilic da baliSi gaxisagan daclili. amdenad rCeba gaSlili formis erTSriani Rerovani baliSebis gumbaTi.

Tavisi saeqspluatacio formiT “gaWimuli arqiteqturis” saxasiaTo hibriduli, gaWimuli transformirebadi struqturedisagan SeiZleba formaTwarmoqmna dabali, saSualo da maRali wnevebis Seqmnis Sedegad. rac metia transformirebadi gaWimuli zedapiris farTi, miT naklebi dawnevaa saWiros misi saeqspluatacio saproeqto formis misaRebad. zogadad dawnevis sidide did diapazonSi 0,5 _ 700 kilo paskalis farglebSia.

miuxedavad amisa da rac mniSvnelovania gansakuTrebiT maRali wnevebis Seqmnisas, Cveulebriv “gaWimul konstruqciebTan” SedarebiT, mocemul SemTxvevaSi hermetizaciis dacva aucilebelia mxolod konstruqciuli struqturis gaSlis da formis miRebis etapebze. es ki gamoricxavs im Znelad misaRwev aucileblobas _ hermetizacias yvela etapze, maT Soris saeqspluatacio pirobebSic, rac Cveulebriv “gaWimuli struqturediT” Seqmnil transformirebadi konstruqciuli sistemisTvis aris aucilebeli.

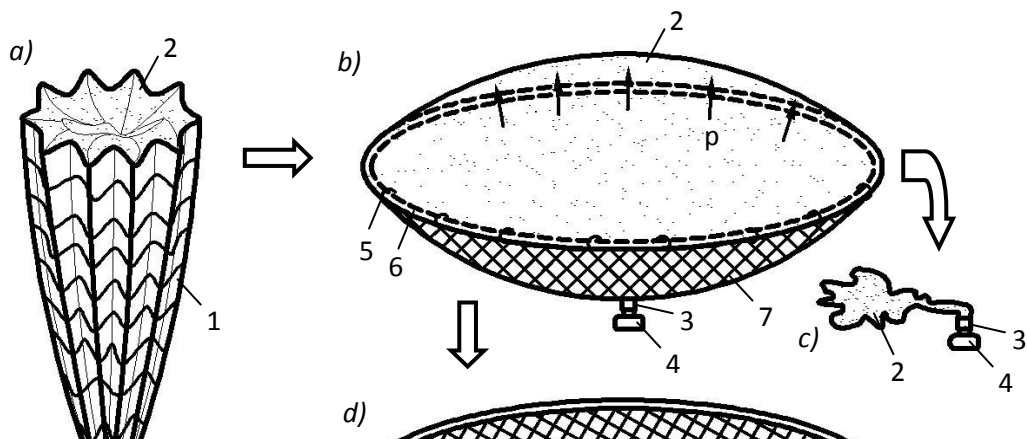


fig. I.11 _ erTSriani, badisebri gumbaTis transformaciis stadiebi ganxorciebuli kombinirebuli, naxebrad pnevmomzidi, hibriduli transformirebadi konstruqciuli struqturiT

a _ naxebrad pnevmoxisti, kombinirebuli, erTSriani badisebri xisti Reroebisagan Semdgari gumbaTi dakecil mdgomareobaSi, romelSic ganTavsebulia gasaberi baliSi; b – gumbaTi gaSlil mdgomareobaSi, romelic gaerTianebulia gaberil baliSTan erTad; c _ dakecili, gazisagan daclili baliSi gazis balonTan erTad mocilebulia gaSlili gumbaTisagan.
d _ gaSlili, erTSriani badisebri gumbaTi.
1 _ badisebri gumbaTis Reroebi deformirebulia plastikuri deformaciebiT;
2 _ gasaberi baliSi GganTavsebuli gumbaTSi; 3 _ germetuli baliSis gazis balonis mierTebis sarqveli; 4 _ gazis baloni an kompresori; 5 _ baliSis, konteinerisa da gumbaTis konturis SemaerTebeli droebiTi samagrebi; 6 _ gumbaTis wriuli periferiur konturi; 7 _ gumbaTs gasworebuli Reroebi, romlebic qmnian erTSriani badisebri gumbaTis struqturas.

I.4. sistemebi, romelTa forma miiRweva gaWimuli konstruqciuli struqturis mibmiT stacionalur, mudmivi da ucvleli formis mqone konstruqciul sistemasTan, romelTac SeuZliaT upiratesad mkumSavi Zalvebis aTviseba

aRniSnuli sistemebis maxasiaTebeli ZiriTadi konstruqciuli sqema warmodgenili iyo fig. I.2.b–ze. ganxiluli sqemidan Cans, rom aseTi sistemebi ori ZiriTadi nawilisagan Sedgeba _ transformirebadi, gaWimuli konstruqciuli struqturisagan, romelic mibmulia stacionalur mudmiv an ucvleli formis mqone sistemasTan.

aRniSnuli sistemis analizis mixedviT, gaWimul konstruqciul struqturas gaaCnia unari, masalis originalobiT ganicados transformacia _ gaiSalos an daikecos da saproeqto formas miaRwios gaWimvis Sedegad.

konstruqciis struqturis es Tviseba ganapirobebs, misi, kompaqturad daxveva-dakecvis saSualebas. aseTi minimaluri gabaritebis satransporto paketis saxiT xdeba maTi transportireba daniSnulebis adgilamde. montaJis dros daxveuli konstruqciuli struqtura iSleba da bolo etapze xdeba misi saproeqto gaWimva. am saxiT transformaciis Sedegad struqtura Rebulobs saeqspluatacio formas [34].

konstruqciuli struqturis dakecva-daxvevis unari da elementebis gaWimul mdgomareobaSi muSaobis gamo miRweuli minimaluri wona ganapirobebs aRniSnuli konstruqciuli struqturis

dadebiT Tvisebas. amasTan, mas gaaCnia naklovanebebic, rac struqturis did deformaciulobasTan aris dakavSirebuli. ufro metic, erTSrian struqturebs kinematikuri gadaadgilebac ki gaaCnia. swored struqturebis deformaciulobis Semcirebis da rig SemTxvevebSi xisti konstruqciis deformaciebTan miaxloebis mizniT, xdeba sxvadasxva konstruqciuli sqemebis, maT Soris “gaWimuli fermebis”, Seqmna da sxva.

pirvel rigSi ganvixiloT ra saxis da ra formis aris is sistema, romelzec xdeba transformirebadi gaWimuli konstruqciuli struqturis mibma, romelic sayrdeni karkasis rolSi gvevlineba.

am mxriv ganvixiloT gaWimuli erTSriani transformirebadi konstruqciuli struqturis paralelurverdebiani sayrdenebi (fig. I.12).

rogorc warmodgenili sqemidan Cans, moqnili Zafebi erT SemTxvevaSi SeiZleba Caeban koWs – CD, romelic iTvisebs Zafebis daWimvisagan S , warmoqmnil mRunav moments M . aseT SemTxvevaSi didia mRunavi momentis maqsimaluri mniSvneloba. garda amisa, CD koWi, romelic xistad aris dayrdnobili dgarze, masSic ganapirobebs ara marto kumSvas, aramed Runvasac. dgaris Runvis faqtori ganpirobebulia, dgaris Tavze gadacemuli horizontaluri reaciiT, romelic koWSi warmoiqmneba masSi Camagrebuli gaWimuli Zafebisagan.

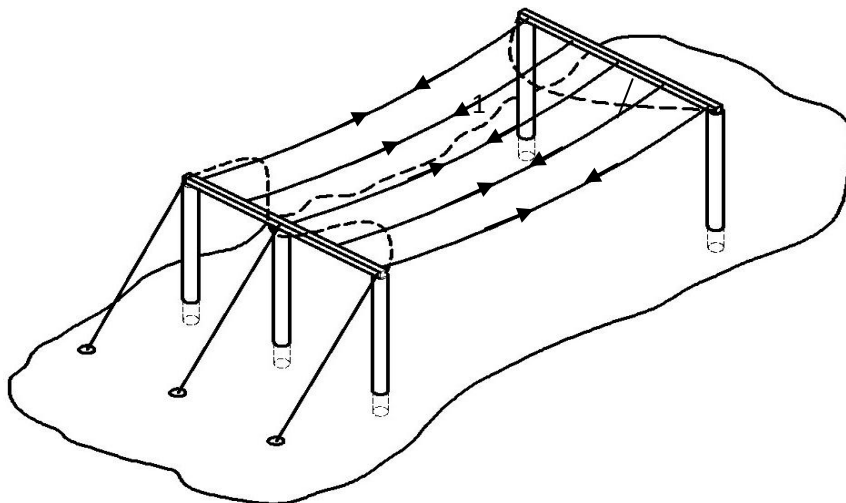


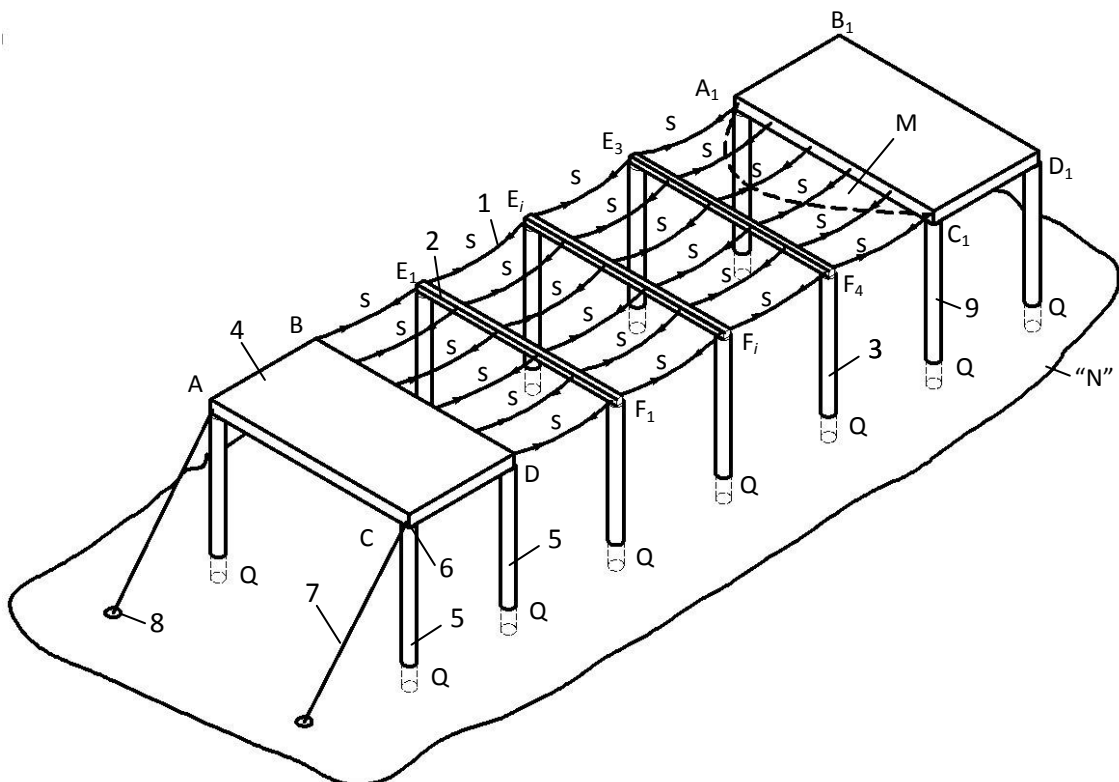
fig. I.12 _ paralelurverdebiani sayrdenebi, gaWimuli erTSriani – moqnili Zafebisagan Semdgari transformirebadi konstruqciuli struqtura

- 1 _ moqnili Zafi; 2 _ moqnili Zafebis sayrdeni koWi; 3 _ koWis dgarze dayrdnobis xisti kvanZi; 4 _ Runva-kumSvaze momuSave dgari; 5 _ dgaris fuZe-saZirkveli;
- 6 _ moqnili Zafebis sayrdeni uWri koWi; 7 _ uWri koWis dayrdnobis Sualeduri, xisti kvanZi; 8 _ kumSvaze momuSave dgari; 9 _ kumSvaze momuSave dgaris fuZe-saZirkveli;
- 10 _ dgarisa da mWimis SeerTebis kvanZi; 11 _ mWimi-gaWimuli bagiri; 12 _ mWimis boloSi, gruntSi ganTavsebuli ankeri.

SeiZleba gvqondes sayrdeni koWis gansxvavebuli, ufro Semsuqebuli muSaobis suraTic. magaliTad, uWri koWi AB, romelic aseve ganicdis masSi Camagrebuli bagirisagan Runvas, gacilebiT ukeTes daZabul-deformirebul mdgomareobaSia vidre es iyo CD koWis SemTxvevaSi. es Sedegia imisa, rom dgarebs, koWis dayrdnobis adgilebSi Caebmeba mWimebi _ gaWimuli bagirebi, romlebic ZiriTadad iTviseben im horizontalur datvirTvebs, rasac ganapirobebs gaWimuli Zafebi. amis Sedegad koWSi warmoiqmneba mRunavi momenti – M_1 _ romlis maqsimaluri sidide gacilebiT naklebia mRunavi momentis _ M _ sididesTan SedarebiT.

Tu warmodgenili sqemis ganxilvas gavagrZelebT, erT SemTxvevaSi, naxazis mixedviT “N” sibrtyeze ganlagebuli“Q” donis qvemoT ganTavsebuli fuZe-saZirkveli 5, romelsac uwevs Runva-kumSvaze momuSave dgaris daWera, gacilebiT rTul daZabul mdgomareobaSia, vidre dgari 8 – is damWeri fuZe-saZirkveli, romelic ZiriTadad muSaobs mxolod SekumSuli dgaris dasafiqsireblad.

gegmaSi oTxkuTxa, gansakuTrebiT ki, wagrZelebuli formis, kidul sistemebSi garTulebulia ganmbrjenebis aTviseba, romelic kiduli sistemis yoveli moqnili Zafis Camagrebis adgilebSi warmoiqmneba. aseT SemTxvevebSi gacilebiT garTulebulia ganmbrjenebis aTviseba wagrZelebuli nagebobebis boloebSi vidre, Sualedur kolonebs Soris ganTavsebul sayrden koWebze (fig. I.13)



**მოდული სისტემისაგან განხორციელებული დახულია. საპირისპირო და დიდი მასის
დახურვა განხორციელებულია ფილების სახით, რაც “კედელ-კოვის” პრინციპით**

**aris didi sixistis horizontalur sibrtysSi da uzrunvelyofs kiduli
sistemis ganmbrjenis aTvisibas.**

- 1 _ moqnili Zafebi; 2 _ moqnili Zafebis Camagrebis Sualeduri koWebi;
3 _ Sualeduri gverdiTi dgarebi, romlebzec Sualeduri koWebia ganTavsebuli;
4 _ ganapira fila, romelSic moqnili Zafebia Camagrebuli. aRniSnuli fila moqnili Zafebis ganmbrjenebs iTvisebs
“kvleli KkoWis” principze muSaobiT;
5 _ ganapira filis dasayrdnobi dgarebi; ^6 _ moqnili mWimis, filisa da dgaris SeerTebis adgilas Camagrebis kvanZi; 7
_ moqnili mWimi; 8 _ moqnili mWimis saankero mowyobiloba; 9 _ mWimebis gareSe filis dasayrdeni dgari.

aseve, Tu ganvixilavT warmodgenili daxurvis sqemis daZabul-deformirebul suraTs naTeli gaxdeba is, rom Sualedur sayrden koWebze - $E_i F_i$, mosazRvre Zalebis arasimetriuli datvirTvis Sedegad warmoqmnili $S_2 \neq S_1$ damZabavi Zalebis SemTxvevaSic Sualeduri koWebi da gverdiTi dgarebi sakmaod daZabul mdgomareobaSia.

ganapira malebis filiT daxurvis SemTxvevaSi, fila, rogorc “koWi-kedeli” gacilebiT iolad aitans bagirebis Cabmebis Sedegad maTSi warmoqmnil mRunav momentebis - M.

amasTan, mniSvnelovania is, rom aseT SemTxvevaSic ki dgarebis mier aTviseba kidul sistemisagan ganapirebSi gadacemuli horizontaluri Zalebis ucveleli sididis rCeba. es aTviseba rogorc wina SemTxvevaSi (ix. fig. I.12). aqac wydeba ori xerxiT. pirveli gulixmobs bagirovani mWimebis mowyobas dgarebis bolos, xolo meore TviT filis sayrdeni dgarebis gaZlierebul Runva_kumSvaze muSaobas [18].

SedarebiT icvleba viTareba, rodesac gegmaSi nageboba aris oTxkuTxa formis, oRond misi sigrZis da siganis Sefardeba 1:1 an 1:2-mde icvleba, da rac mTavaria moqnili Zafebi kvlav erTmaneTis marTobulad arian ganlagebulni (fig. I.14). rogorc sqemidan Cans, warmodgenil sistemaSi ufro optimalurad nawildeba Zalvebi sayrden konturSi vidre es iyo wina or SemTxvevaSi (ix. fig. I.12 da fig. I.13).

mocemul SemTxvevaSi ABCD oTxkuTxa CarCo, masze orTogonalurad ganlagebuli bagirebis Camagrebisagan, CarCos kvanZSi da malSi gadanawilebiT iTvisebs mRunav moments _ M _s. aRsanisnavia, rom swored mRunavi momentis gadanawileba malSi da kvanZebSi ufro optimalurs xdis mTlianad CarCosebri sayrdenis muSaobas. amasTan, mocemul SemTxvevaSic ar gamoiricxeba nagebobaSi daankerebuli bagirovani mWimebis gamoyeneba [25].

sayrdeni konturis daZabul-deformirebuli suraTis muSaobis kidev ufro gaumjobesebul SemTxvevas warmoadgens mrudxazovani konturebi. maTi gamoyeneba SesaZlebelia, rogorc erT rigad ganlagebuli, aseve urTierTgadankveTi, moqnili Zafebis SemTxvevaSi. amasTanave, aucilebelia Seiqmnas rogorc konstruqciuli, aseve arqiteqturuli pirobebi (fig. I.15).

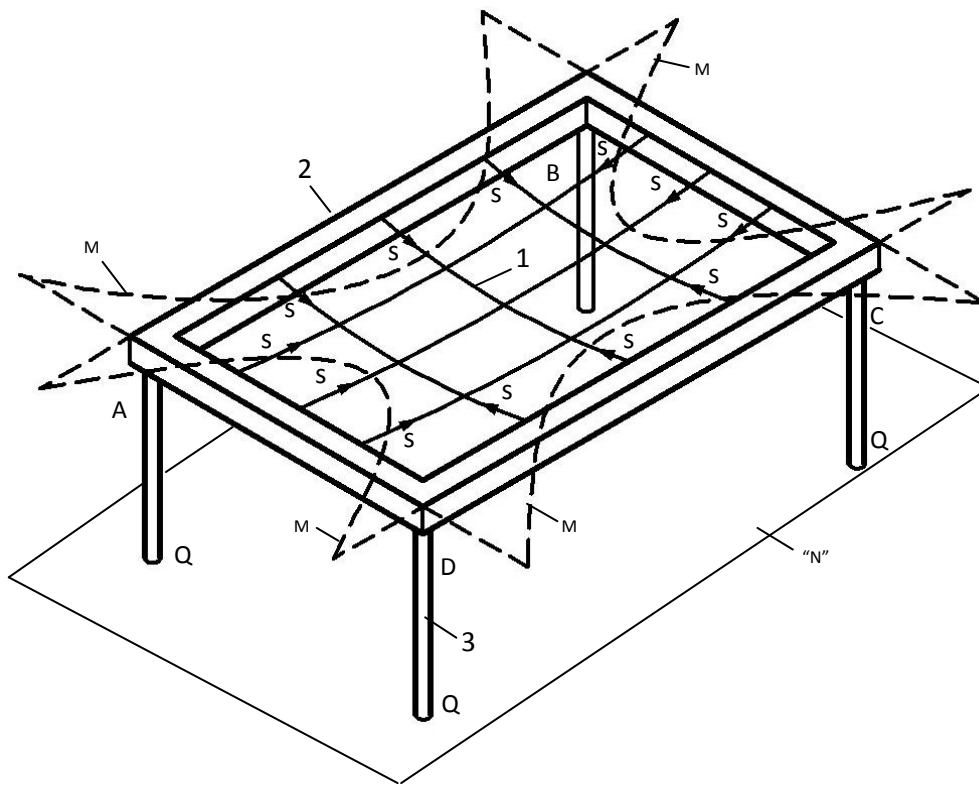
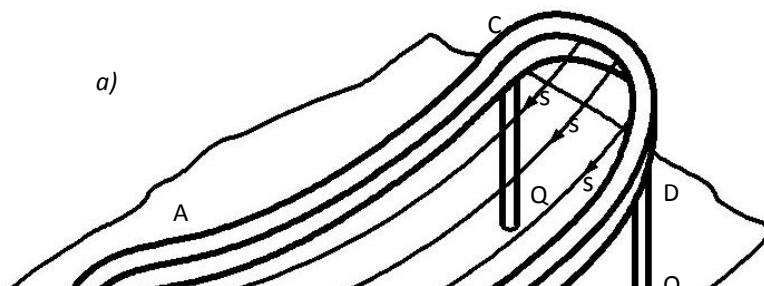


fig. IV.14 _ orTogonalurad ganTavsebuli moqnili Zafebis Camagreba oTxkuTxa konturis mqone CarCos tipis sayrdenTan

1 _ orTogonalurad ganlagebuli urTierTgadankveTi moqnili Zafebi;
 2 _ sayrdeni xisti, CarCosebri konturi; 3 – daxurvis konstruqciisagan – gaWimuli sistemisagan da CarCosebri konturisagan gadmocemul Zalebze, RerZul kumSvaze momuSave kolonebi.

warmodgenil sqemebze, pirvel SemTxvevaSi daWimuli Zafebis paralelurad ganTavsebuli xisti monakveTebi AC da BD sayrdenisa warmoadgens erTgvar makavSirebels gaWimuli Zafebis boloebze ganTavsebuli sayrdenis mowyobilobebisa AD da BC, romelTac TaRis formebi aqvs. aseTi sqema ganapirobebs wagrZelebuli formis kiduli daxurvebis mowyobisaTvis optimalur gadawyvetas. sayrdenebis TaRur monakveTebSi ZiriTadad warmoiSveba mkumSavi Zalvebi, romlebic Semdeggadaecema sayrdenis wagrZelebul monakveTebis, sadac xdeba maTi aTviseba. amasTan sagulisxmoa, rom C, D, B da A wertilebSi adgili aqvs CD da AB gaswvriw moqmedi Zalebis warmoqmnas, rac TaRis ganmbrjenebis reacqiebia. maTi aTviseba xdeba rogorc sayrdenebis grZeli elementebis kveTis gaZlierebiT, aseve sxva mravali konstruqciuli sqemebis ganxorcielebiT [32].



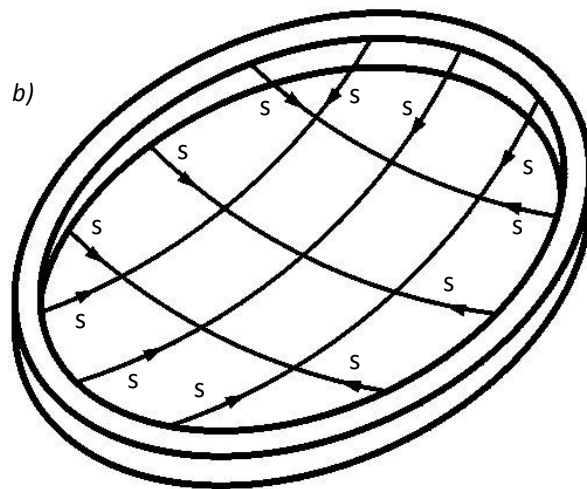


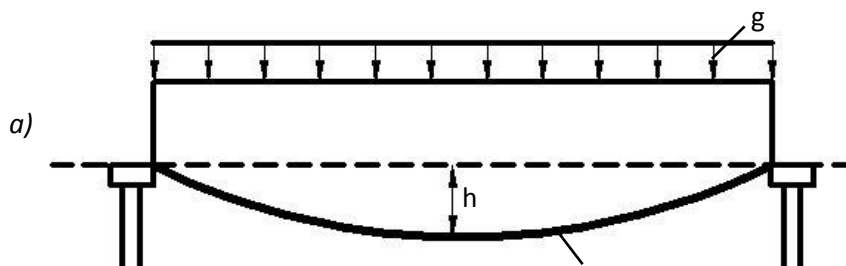
fig. I.15 _ ovalur, sayrdn konturze damagrebuli kiduli sistemebi.

a _ sivrciT_i ovaluri formis sayrdeni konturi, paralelurad ganTavsebuli daWimuli ZafebisaTvis;

b _ wriuli formis sayrdeni konturi, orTogonalurad ganTavsebuli daWimuli ZafebisaTvis.

xisti sayrdenis muSaobis optimaluri forma miiRweva warmodgenili sqemebis b _ SemTxvevaSi. mocemul sayrdenSi, gaWimuli, orTogonalurad ganlagebuli urTierTgadankveTi Zafebisagan-bagirebisagan warmoiqmneba minimaluri sididis mRunavi momentebi. konstruqcia ZiriTadad muSaobs kumSvaze.

sayrdeni konturebis ganxilvasTan erTad, aseve analizia Casatarebeli TviT gaWimul moqnili ReroebiT Seqmnili sistemis mimarT. sakiTxi Seexeba erTSrian gaWimul, kidul sistemas, umetes wilad ki paralelurad ganTavsebul gaWimul moqnil Zafebis. miuxedavad mravali dadebiTi Tvisebisa isini, rogorc aRiniSna xasiaTdebian didi deformaciebiT, rac gamowveulia maTi kinematikuri gadaadgilebis saSualebiT da amasTan Zalian mcire woniT, rac arasimetriuli datvirTvebis, an qariz zemoqmedebisas iwvevs maT did farglebSi deformaciulobas (fig. I.16).



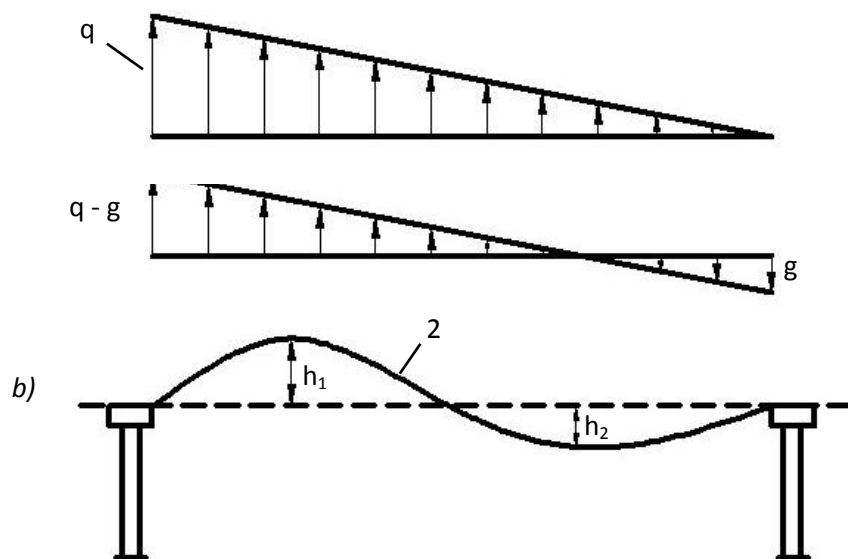


fig. 1.10 or sayruenze Camagrebun moqni Zafis uerformaciedi sxvadasxva formis datvirTebisas

a _ moqnili Zafis deformacia mudmivi datvirTvisas; b _ moqnili Zafis deformacia mudmivi da arasimetriuli, sapirspirod moqmedi datvirTvisas;

1 _ Zafis RerZis forma mudmivi datvirTvisas; 2 _ Zafis RerZis Fforma mudmivi da arasimetriuli, sapirspirod moqmedi datvirTvisas.

warmodgenili sqemebis mixedviT irkveva, rom Tu zemodan qvemoT moqmedi mudmivi intensivobis datvirTva iwvevs bagiris, moqnili Zafis, simetriul mrude Cakidulobas, arasimetriuli da gansakuTrebiT ki, qvemodan zemoT momqmedi maqsimaluri sididis q intensivobis datvirTva iwvevs Zafis “talRis” formis deformacias [36].

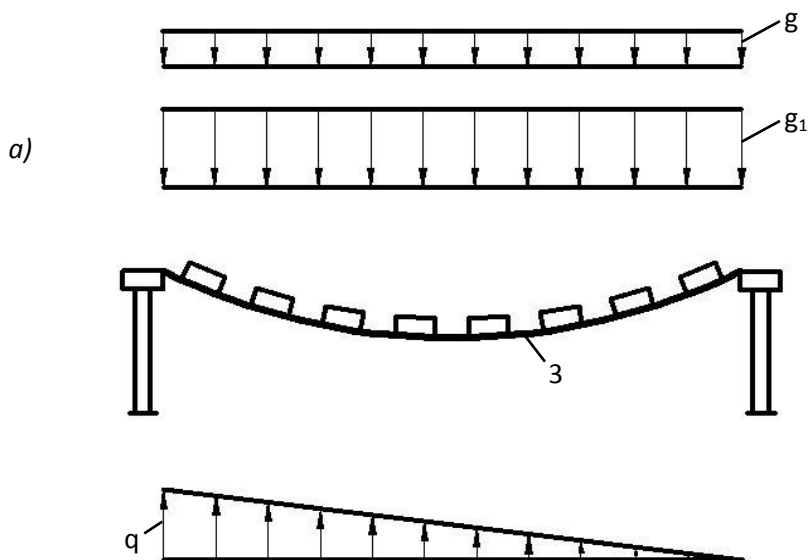


fig. I.17 erTSrian kidul daxurvebSi, mzidi moqnili Zafis-bagiris stabilizacia SedarebiT didi wonis, Tanabarganawilebuli mudmivi datvirTviT

a _ sakuTari wonisagan da filebis wonisagan gamowveuli moqnili Zafis _ bagiris deformacia; b _ sakuTari wonisagan, filebis wonisagan da amasTan sapirispiro mimarTulebiT momqmedi arasimetriuli datvirTebisagan gamowveuli moqnili Zafis bagiris deformacia

aseTi didi sididis, kinematikuri deformaciebis SezRudvisaTvis, gansakuTrebiT stacionalur daxurvebSi gamoiyeneba SedarebiT didi wonis, rkinabetonis Cveulebrivi filebi, romlebic Tavisi SemomzRudavi, Semomfargvleli funqciis garda, sakuTari didi wonis faqtoriT, aseve iwvevs bagiris deformaciebis dastabilizebas (fig. I.17).

amdenad fig. I.16-ze da fig. I.17-ze warmodgenili sqemebis _ bagirebis deformaciebis SedegebiT mkafiod Cans, rom moqnili Zafebis didi kinematikuri deformaciebis Semcirebisa da stabilizaciisas metad mosaxerxebelia, erTSrian kidul sistemebSi daxurvis SedarebiT didi wonis filebis gamoyeneba (fig. I.18).

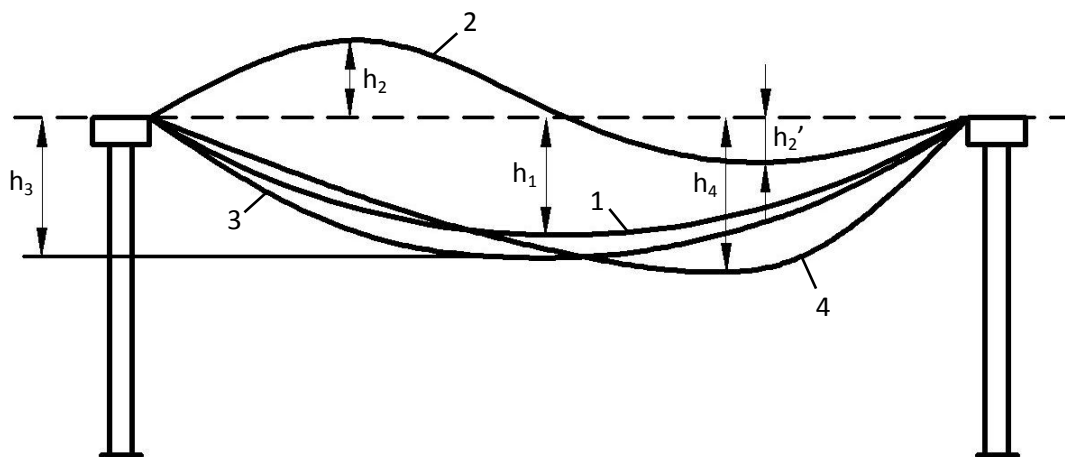


fig. I.18 _ moqnili Zafis deformaciebi sxvadasxva datvirTvebze

- 1 _ moqnili Zafi datvirTulia mcire intensivobis sakuTari woniT da am dros misi maqsimaluri CaRunvis isaria h_1 ;
- 2 _ Zafi datvirTulia mcire intensivobis sakuTari woniT da qvemodan zemoT momqmedi asimetriuli datvirTviT. am dros misi maqsimaluri aweva aris h_2 , xolo Cazneqva h_2^1 ;
- 3 _ moqnili Zafi datvirTulia sakuTari woniT da SemomzRudavi filebis woniT da am dros misi maqsimaluri Cazneqva aris h_3 ;
- 4 _ Cazneqili Zafi datvirTulia sakuTari woniT daxurvisfilis woniT da arasimetriuli, sapirispiro mxares momqmedi datvirTviT. am dros Zafis maqsimaluri Caweva aris h_4 da mTlianad bagiri, mcire gadaxrebiT talRuri formisaa.

rogorc warmodgenili sqemidan irkveva, arasimetriuli sapirispiro datvirTvisagan da mcire intensivobis mudmiv datvirTvasTan SedarebiT, gacilebiT naklebi deformaciebia didi intensivobis mudmivi datvirTvis SemTxvevaSi, rodesac bagirze aseve moqmedebs sapirispiro niSnis arasimetriuli datvirTva.

erTSriani kiduli sistemebis didi deformaciebis Semcirebis SemTxvevaSi literaturul wyarobSi aseve mocemulia moqnili Zafebi – bagirebi, romlebic damatebiT momWimebiT aris aRWurvili (fig. I.19).

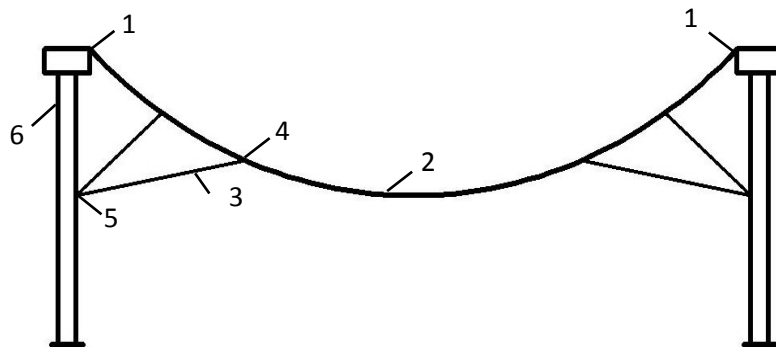


fig. I.19 _ or sayrdenze Camagrebuli moqnili Zafis deformaciulobis Semcireba mWimebis saSualebiT, romelic erTi boloTi ukavSirdeba moqnil Zafis, xolo meore boloTi Camagrebulia dgarebze.

- 1 _ moqnili Zafis Camagrebis kvanZi; 2 _ moqnili Zafi; 3 _ vanturi mWimebi;
- 4 _ vantis da moqnili Zafis SeerTebis kvanZi; 5 _ vantebis Camagrebis kvanZi dgarze; 6 _ dgari;

aRsaniSnavia, rom aRniSnuli sistema ufro miekuTvneba orSrian-orsartyelian kidul sistemas, romelic Semdgom aris ganxiluli, vidre erTSrian kidul sistemas. amis sademonstraciოდ warmodgenil sqemaze SeiZleba gavagrZeloT mWimebis mowyoba, vidre kvanZ 4-Si ara erTi vanti, aramed ukve ori vanti iqna mimagrebuli moqnil Zafze – bagirze (fig.I.20).

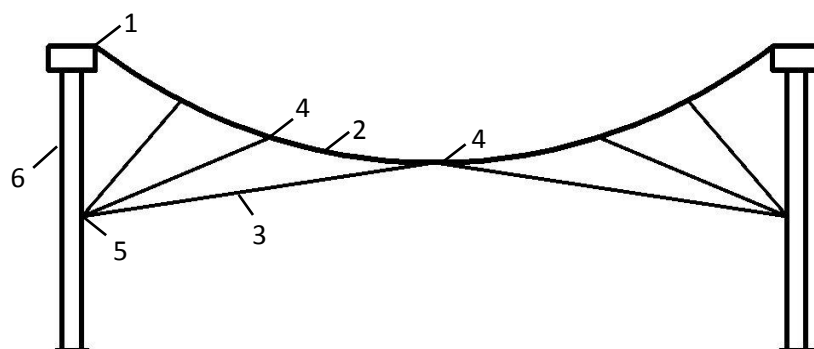


fig.I.20 _ mWimebiT gamagrebuli erTSriani moqnili Zafis sqema, romelic aseve SeiZleba ganxilul iqnas, rogorc orSriani-orsartyeliani kiduli-bagirovani sistema

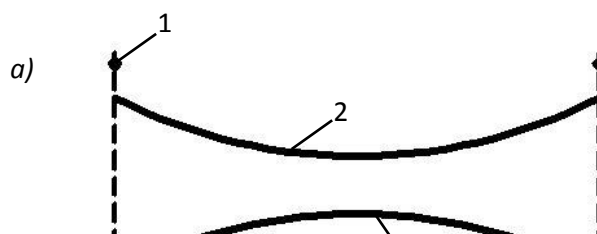
Tu fig. I.20-ze warmodgenili sqemis Semadgenel elementebs igive numeraciiT avRniSnavT rogorc fig. IV.19-zea igi warmodgenili, maSin iolad warmovidgenT, rom ori bagiris da moqnili Zafis urTierTdamakavSirebeli kvanZis 4 arseboiT sistema gadaiqceva orsartyelian bagirovan sistemad. masSi bagri 2 aris mzidi bagiri, xolo bagirebi 3, romelTagan ori ikribeba kvanZ 4-Si warmoadgens orSriani kiduli sistemis tipiur mastabilizebel ukana bagirovan sartyels [38].

transformirebadi struqturabis Seswavlis mxriv gansakuTrebul interess imsaxureben erTSriani kiduli sistemebi, romlebic SeiZleba ganxorcieldes moqnili Zafebisagan_bagirebisagan, daxveuli furclebisagan, romlebisganac SeiZleba membranebis miReba da moqnili elastiuri masalebisagan, romliTac karkasebis ageba xdeba. aRniSnuli transformirebadi konstruqciuli struqturabi erTobliobaSi muSaoben xist sayrdenebTan da aseve Sualedur xist da zogierT SemTxvevaSi, aseve vantur bagirovan sayrdenebTan. maTi urTierTSeTanxmebiT da sxvadasxva saxiT urTierTganlagebiT iqmneba sxvadasxva konfiguraciis, arqiteqturulad gamomxatveli figurebi, romlebic farTod gamoiyeneba mcire da didmalian nagebobebSi. maT Sesaxeb qvemoT iqneba ganmartebebi warmodgenili, radganac maTi geometriuli formebi metwilad miekuTvneba ormagi simrudis zedapirs [40].

rogorc kiduli sistemebis mxriv, aseve maTi transformirebadi konstruqciuli struqturabis Seqmnis mxriv Zalian mravalferovania orSriani-orsartyeliani bagirovani sistemebi.

orsartyeliani bagirovani sistema xasiaTdeba ramodenime aucilebeli elementis simravliT (fig. I.21). aRniSnuli sistemebi SeiZleba aseve ganvixiloT transformirebad konstruqciul struqturabad, romlebic stacionalur, xist da formaucvlel sayrdenebzea Casamagrebeli. amasTan, formaTwarmoqmna maTi transformaciiT sxvadasxva dakecva-gaSlis sqemebiT aris SesaZlebeli (fig. I.22). axla ganvixiloT orsartyeliani bagirovani sistemebis saproeqto formebi da maTi Cabma stacionalur formaucvlel sayrdenebTan.

amozneqili, orsartyeliani bagirovani sistemebi, romlebic mzid Cazneqil bagirsa da mastabilizirebel amozneqil bagirebs Soris xisti kavSirebiT miiRweva, ZiriTadad ori principuli sqemis mixedviT xorcieldeba (fig. I.23).



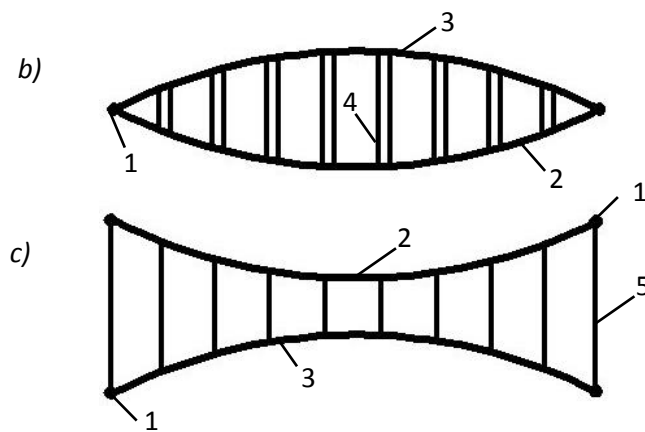
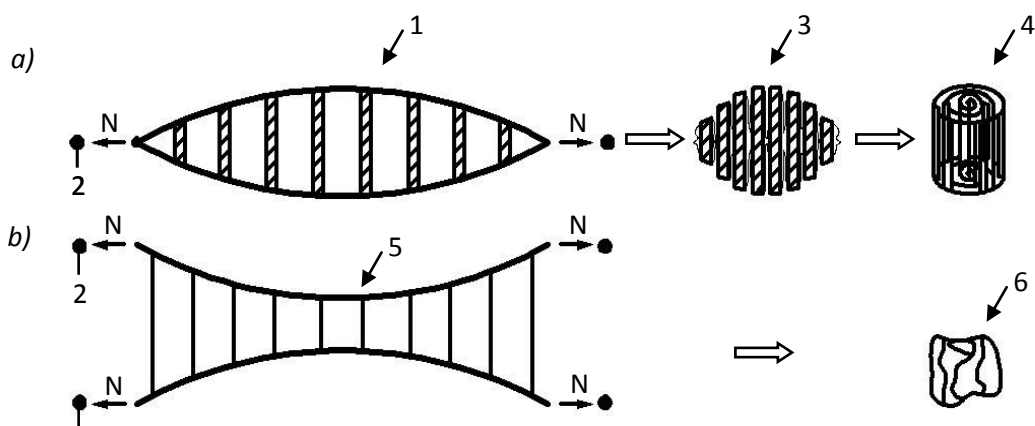


fig. I. 21 _ orsartyeliani bagirovani sistemis Semadgeneli aucilebeli elementebi da maTi gaerTianebris Sedegad miRebuli orsartyeliani bagirovani sistemis ZiriTadi sqemebi

a _ ZiriTadi elementebis krebuli; b _ amozneqili, xisti RerovankavSirebiani, orsartyeliani bagirovani sistema; c _ Cazneqili, moqnilReroebiani _ vantebiani kavSirebiT ganxorcielebuli orsartyeliani bagirovani sistema.

ganxiluli sqemebidan ufro gavrclebulia b poziciaze gamosaxuli sistema, romlis mzidi da mastabilizebeli bagirebi erTiandebian sayrden kvanZSi. amasTan, misi ganivkveTis simaRle malis SuaSi $-H = f^1 + f_1$ naklebia, vidre a _ poziciaze warmodgenili sitemisa, romlis ganivkveTis simaRle malis SuaSi Seadgens $HH = f^1 + f_1 + h$.



**fig. I.22 _ orsartyeliani bagirovani, transformirebadi
konstruqciulstruqturis formacvalebadoba, dakecva-gaSlas
sxvadasxva sqemebiT**

- a _ orsartyeliani, xistkavSirebiani bagirovani struqturis transformaciebi;
 b _ orsartyeliani, moqnilkavSirebiani bagirovani struqturis transformacia;
 1 _ orsartyeliani, xistkavSirebiani bagirovani struqtura N ZaliT gaWimvis
 Sedegad saeqspluatacio formas iRebs; 2 _ stacionaluri sayrdenebi, romelSic
 CamagrebiT daWimuli bagirovani struqtura saeqspluatacio formas inarCunebs;
 3 _ struqturis transformacia dakecvis meTodiT; 4 _ struqturis transformacia
 daxvevis meTodiT; 5 – orsartyeliani, moqnilkavSirebiani bagirovani struqtura, daWimuli N ZalebiT iZens
 saeqspluatacio formas; 6 _ struqturis transformacia nebismieri dakecva-daxvevis meTodiT.

ZiriTadi mizani erTSriani kiduli sistemidan orSrian – orsartyelian sistemaze gadasvlisa aris misi deformaciebis Semcireba, rac mocemul SemTxvevaSi miiRweva mastabilizebeli bagiris winaswardaZabviT. swored ukve arsebuli gaWimvis Zabvebi mastabilizebel bagirSi iZleva saSualebas, isic CaerTos sistemis muSaobaSi manam, sanam aRZruli mkumSavi Zalvebi ar gadaaWarbeben arsebuli winaswari gaWimvis Zalvebs. am saxiT sistema gacilebiT naklebdeformaciulia vidre erTSriani kiduli sistema, Tumca mocemul sqemebsi naklebi sididiT, magram mainc, kvlav SenarCunebulia kinematikuri gadaadgilebebi. mocemul kiduli sistemisaTvis erT-erTi ZiriTadi dadebiTi Tvisesaa is, rom maTi daxurvebSi gamoyenebis SemTxvevaSi gaiolebulia amozneqili zedapiridan wylis gadayvanis problema da aseve faqtiurad gamoricxulia „Tovlis tomrebis“ dagroveba daxurvis zedapirze [45].

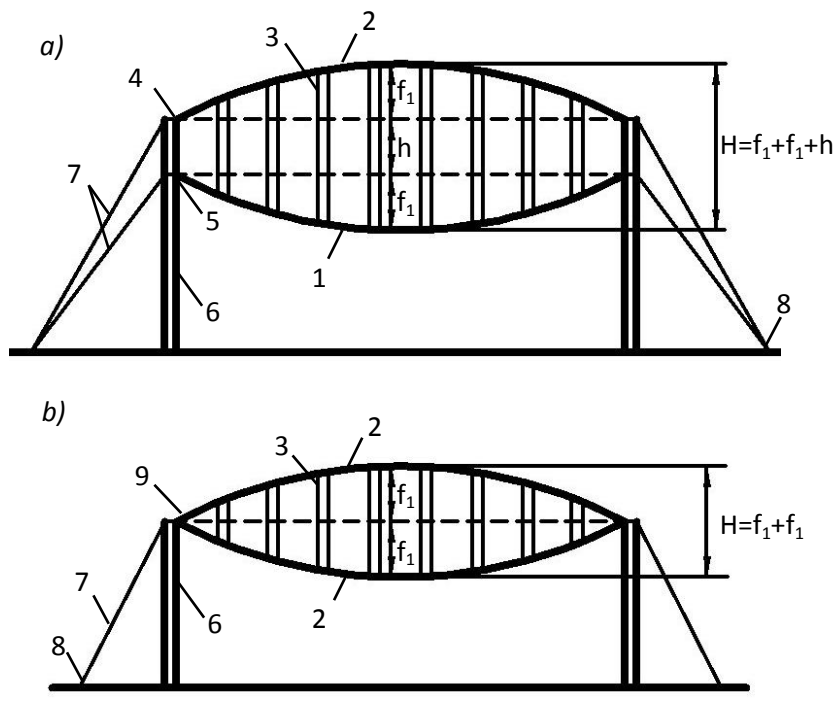


fig. I.23 _ orsartyeliani bagirovani sistemebis principuli sqemebi

a _ bagirovani sistemis sqema gancalkevebuli – mzidi da mastabilizebeli bagirebis daSorebuli CamagrebiT sayrdenebze.

b _ bagirovani sistemis sqema mzidi da mastabilizebeli bagirebis sayrdenebze, erTmaneTTan SeerTebiT da sayrdenebSi CamagrebiT.

1 _ mzidi bagiri; 2 _ mastabilizebeli bagiri; 3 _ xisti, Rerovani kavSirebi dgarebis saxiT; 4 _ mastabilizebeli bagirebis sayrdeni kvanZi dgarze; 5 _ mzidi bagiris sayrdeni kvanZi dgarze; 6 _ dgari; 7 _ mWimebi; 8 _ ankeri; 9 _ mzidi da mastabilizebeli bagirebis gamaerTianebeli sayrdeni kvanZi.

rac Seexeba orsartyelian kidul sistemas, mzidi da mastabilizebeli bagirebis vantebiT dakavSirebiT, aq ori sqema aris dominanturi (fig. I.24).

pirvel rigSi unda aRiniSnos, rom warmodgenili orsartyeliani bagirovani struqtura vanturi urTierTkavSiriT moqnil sartyelebs Soris warmoadgens „gaWimuli struqturis“ tipiur gansaxierebas. igi garda sayrdeni dgarebisa Sedgeba mxolod gaWimuli elementebisagan, rac Tavis mxriv ganapirobebs konstruqciuli masalebis ekonomieur gamoyenebas maTi gaWimvis gamo.

Tu aRniSnuli struqturebi gamoyenebuli iqneba daxurvebSi, maSin TviT Senobis Siga moculobis aTvisebis mxriv iqmneba optimaluri piroba imis gamo, rom mastabilizebeli bagiri amozneqil mdgomareobaSia. rac Seexeba mzid, Cazneqil, gare bagirs, igi qmnis or naklovan mxares. erTis mxriv es aris daxurvidan wylis gadayvanis sakiTxi da meore, ki Cazneqil daxurvaSi „Tovlis tomrebis“ warmoqmnis SesaZlebloba.

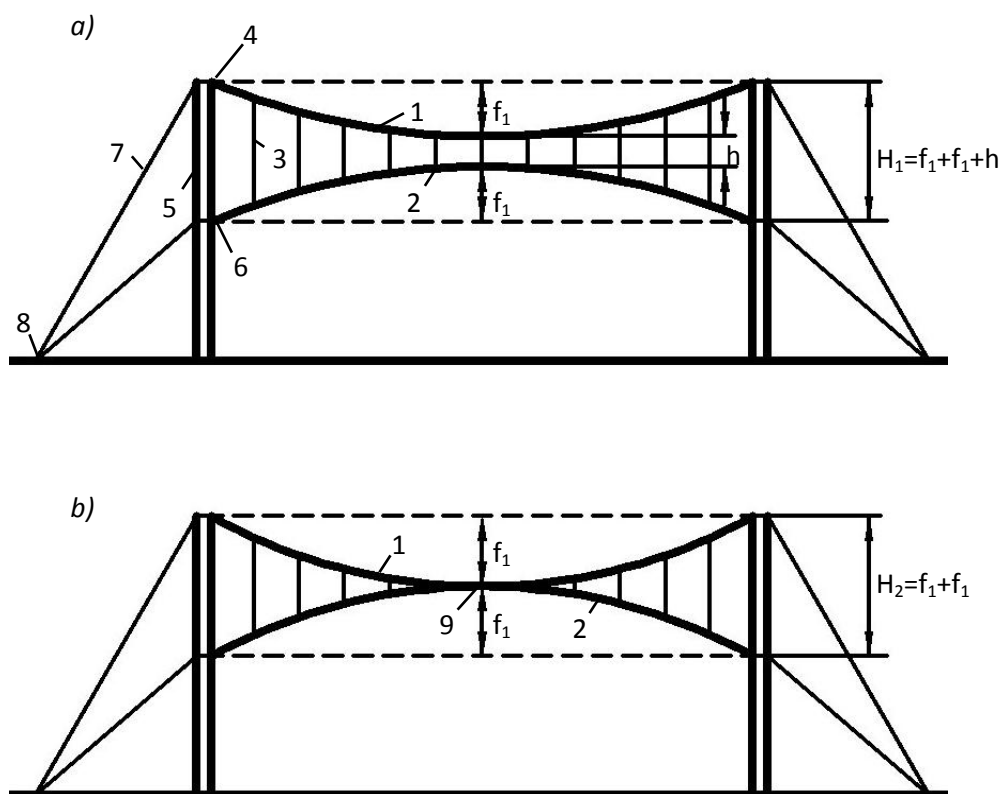


fig. I.24 _ orsartyeliani bagirovani struqturis moqnilkavSirebiani sqemebi

- a _ erTmaneTisagan h manZiliT dacilebuli mzidi da mastabilizebeli bagirebi;
- b _ erT Sua wertilSi gadamkveTi mzidi da mastabilizebeli bagirebi;
- 1 _ mzidi bagiri; 2 _ winaswardaWimuli mastabilizebeli qveda amozneqili bagiri;
- 3 _ moqnili Rerovani _ vanturi kavSirebi mzid da mastabilizebel bagirebs Soris; 4 _ mzidi bagiris dgarTan mierTebis kvanZi; 5 _ dgari; ^6 _ mastabilizebeli bagiris dgarTan mierTebis kvanZi; 7 _ mWimi; 8 _ ankeri; 9 _ zeda da qveda mzidi da damastabilizebeli bagirebis urTierTgadakveTis kvanZi.

rac Seexeba deformaciebs, orsartyeliani bagirovani struqtura moqnili kavSirebiT TiTqmis iseTivea, rogorc wina SemTxvevaSi – orsartyeliani, xisti ReroebiT dakavSirebuli bagirovani sartyelebis struqtura. Tumca, fig. I.24-ze warmodgenili b – poziciis sqema ufro mdgradia deformaciebis mimarT, radganac zeda da qveda bagirebi, malis SuaSi erT wertilSi ikveTeba da amiT warmoiqmneba samkuTxedis Sekrul konturTan miaxloebuli formis sistema, rac meti sixistiT gamoirCeva.

simaRlis mxriv Cazneqil da amozneqil bagirebs Soris urTierTdacilebis maqsimaluri simaRle Seadgens $HH_1=f^1+f_1+h$, xolo maTi erT wertilSi gadakveTis SemTxvevaSi maqsimaluri simaRle Seadgens $HH_2=f^1+f_1$, rac h-iT naklebia pirvel SemTxvevasTan SedarebiT.

daxurvis ganivkveTsi sakuTari simaRlis da deformaciulobis Semcirebis mxriv optimaluria zeda da qveda bagirebis, urTierTgadakveTi kombinirebuli sqemis Seqmna, sadac erT sistemaSia SeTavsebulia sartyelebs Soris xisti da moqnili kavSirebi (fig. I.25).

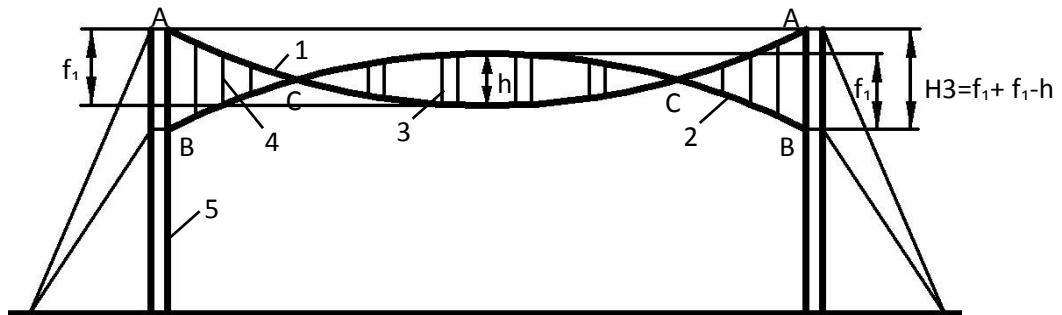


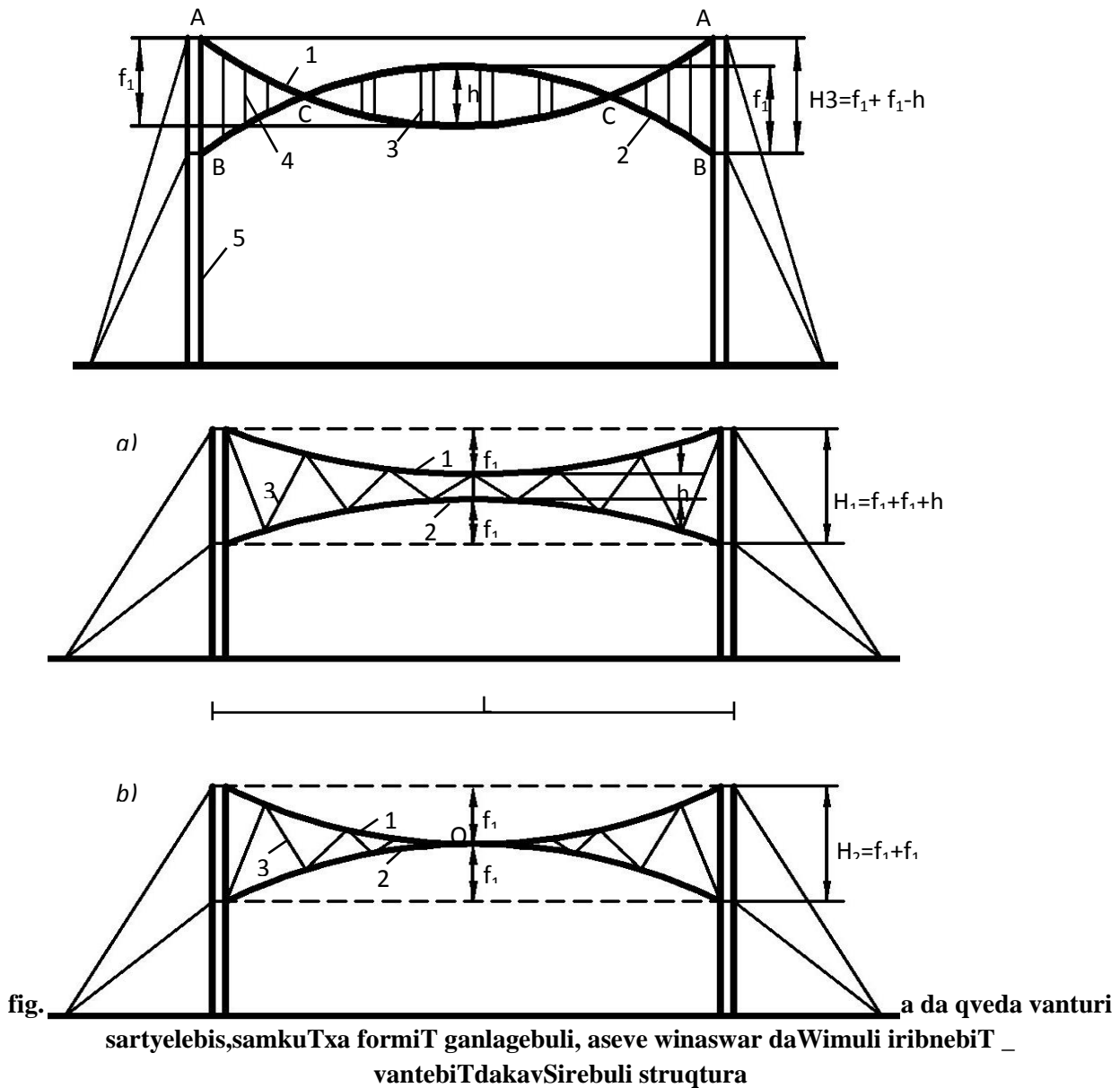
fig. I.25 _ kombinirebuli sqema mzidi da mastabilizebeli bagirebis urTierTgadakveTisa da maT Soris xisti da moqnili kavSiris gamoyenebisa

- 1 _ mzidi bagiri; 2 _ mastabilizebeli bagiri;
- 3 _ xisti, Reroiani kavSiri; 4 _ moqnilReroiani kavSirebi;
- C _ mzidi da mastabilizebeli bagirebis urTierTgadakveTis wertili;
- A _ mzidi bagiris dgarTan Camagrebis kvanZi; B _ mastabilizebeli, rogorc dgarTan Camagrebis kvanZi; 5 _ dgari.

warmodgenil sqemaSi orsartyeliani sistemis ganivkveTis simaRle, malis SuaSi aris minimaluri, igi tolia $HH_3=f^1+f_1-h$. amasTan ori samkuTxa sqema ACB, romelic ganTavsebulia daxurvis boloebSi, dgarebis CaTvliT da sartyelebis urTierTgadakveTis wertilebs Soris ganTavsebuli xistkavSirebiani orsartyeliani struqtura, qmnis sistemis deformaciulobis kidev ufro

Semcirebis optimalur pirobebs. miuxedavad amisa, sistemisaTvis kvlav damaxasaiaTebelia garkveuli sididis – kinematikuri gadaadgilebebi [58].

“gaWimul arqiteqturaSi” minimaluri deformaciuloba, anu mxolod gaWimvaze momuSave Reros drekadi wagrZelebemis Sedegad ganpirobepuli “drekadi deformaciebi”, miiRweva orsartyelian sistemaSi _ vantur fermebSi, rodesac mzidi da mastabilizirebeli bagirebi samkuTxa formis gaWimuli bagirebisagan, vantebisagan aris urTierTdakavSirebuli (fig. I.26).



- a _ vanturi winaswardaZabuli fema erTmaneTis mimarT dacilebuli zeda da qveda bagirebiT – sartyelebiT;
- b _ vanturi winaswardaZabuli fema zeda da qveda sartyelebis urTierTSexebiT;
- c _ zeda da qveda sartyelebis urTierTSexebis kvanZi;
- 1 _ zeda sartyeli; 2 _ qveda sartyeli; 3 _ moqnili iribnebi;

warmodgenili sistema principulad gansxvavdeba ganxiluli, kiduli sistemisagan fig. I.25. masSi, rogorc fermaSi, nebismier dros warmoSobili Zalvebi, Tu isini Sesabamis kveTebSi ar aRemateba Sesabamis elementebSi winaswar daZabulobiT warmoqmnil gamWimav Zalvebs, xdeba iseTi deformaciebi, rogorc analogiuri formis xisti elementebisagan Sedgenil fermebSi. amdenad, bagirovani, winaswardaZabuli fermis deformaciebi mxolod drekadi mdgenelebisagan Sedgeba, rac gamoricxavs kinematikur gadaadgilebas.

rogorc wesi, zeda Cazneqili sartyelis Cawevis isris Sefardeba malTan L miiReba $f^1/L = \frac{1}{20} - \frac{1}{15}$ - mde, xolo qveda sartyelis awevis isars f_1 Sefardeba malTan L miiReba $f_1/L = 1/20 - 1/30$;

amasTan daxurvebSi rekomendirebulia, rom zeda sartyelisTvis $f^1/L = 1/17$, xolo qveda sartyelisTvis $f_1/L = 1/25$. amasTan, im pirobiT, rom zeda sartyeli, iseve, rogorc qveda sartyeli da iribnebi warmoadgenen vantebS – anu moqnil Reroebs, romlebic muSaoben mxolod gaWimvaze, zeda sartyelSi iribnebis mierTebis kvanZebSi moqmedebs gare datvirTvebi.

bagirovani fermebiT SesaZlebelia sakmaod didi _ 100 metramde da meti sigrZis malebis daxurva. amasTan sistema warmoadgens transformirebad konstruqciul struqturas. misi transportireba damzadebis adgilidan gamoyenebis adgilamde SesaZlebelia dakecil mdgomareobaSi. amas emateba „gaWimuli arqiteqturisTvis“ damaxasiaTebeli minimaluri wona, romelic gaaCnia bagirovan fermebs.

rac Seexeba kidul sistemebS da maT Soris orsartyelian bagirovan sistemebS, isini didi upiratesobiT gamoiyenebian rodesac gaaCniaT mrgvali sayrdeni konturi, romelSic xdeba maTi sxvadasxva sqemiT ganTavseba (fig. I.27).

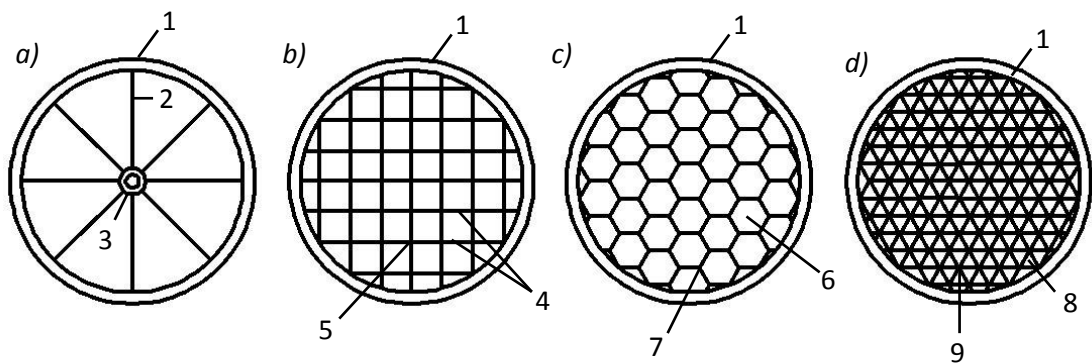


fig. I.27 _ wriul konturSi ganTavsebuli orsartyeliani sistemebi

a _ radianuli ganTavseba; b _ orTogonaluri ganTavseba;
c _ eqvskuTxa formiT ganTavseba; d _ samkuTxa formiT ganTavseba.

1 _ sayrdeni konturi, romelic bagirovani sistemisagan ZiriTadad muSaobs kumSvaze da aseve Runvazec; 2 _ radianulad ganTavsebuli bagirovani sistema; 3 _ wriuli doli, sadac uerTdeba da ikveTeba radialurad ganTavsebuli orsartyeliani bagirovani fermebi; 4 _ orTogonalurad ganTavsebuli orsartyeliani bagirovani fermebi; 5 _ orTogonalurad ganTavsebuli bagirovani sistemebis urTierTgadakveTis kvanZebi; 6 _ eqvskuTxa formiT

dakavSirebuli bagirovani orsartyeliani sistemebi; 7 _ eqvskuTxa formiT ganTavsebuli bagirovani sistemebis urTierTgadakveTis kvanZebi; 8 _ samkuTxa formiT dakavSirebili bagirovani orsartyeliani sistemebi; 9 _ samkuTxa formiT ganTavsebuli bagirovani sistemebis sartyelebis urTierTgadakveTis kvanZebi.

wriul konturze Camagrebuli bagirovani orsartyeliani sistemebi, gamoyenebulia mSeneblobaSi gadaxurvis konstruqciad. isini aseve gamoyenebulia sxva nagebobebSi, gansakuTrebiT ki kosmosur did gasaSlel refleqtorebSi. amdenad, maT Sesaxeb ufro detaluri garCeva SemoTavazebuli iqneba sxva TavebSi.

transformirebadi struqturebis mxriv, da aseve stacionalur nagebobebSi didi upiratesobiT gamoiyeneba bagirovani badeebi, romlebic umetes konstruqciul gadawyvetebSi qmnian unagirisebr, urTierTgadankveT, winaswardaZabul badisebr sistemebs.

aRniSnuli sistemis daproeqtobis pirvelsave etapebze metad mniSvnelovania zedapiris formis geometriis gansazRvra da misi daZabvis sidideebis dadgena. SerCeuli forma optimaluri unda iyos im mxriv, rom datvirTvebis Sedegad badeSi aRZruli Zalvebis Sedegad gamowveuli deformaciebi iyos minimaluri. am pirobebis dacva xSir SemTxvevebSi gacilebiT ukeTesad xdeba maSin, rodesac winaswardaZabuli bagirovani bade aRwevs hiperboluri paraboloidis formis zedapirs, romlis gantoleba Semdegi saxisaa:

$$Z = f x^2/a^2 - f_s y^2/b^2$$

formulidan gamomdinare avagoT da ganvixiloT hiperboluri paraboloidis mqone zedapiri (fig. I.28).

warmodgenili sqemis mixedviT Tu vimsjelebT mTavari mzidi parabolis da mTavari mastabilizirebeli parabolis RerZi erTi da igivea, isini emTxveva erTmaneTs da mdebareobs OZ RerZze gamaval wrfeze. rac Seexeba mTavari hiperbolis namdvil RerZs is mdebareobs $X_1 - X_1$ wraxazze; romelic O_1 wertilze aris gadatarebuli, xolo mTavari hiperbolis warmosaxviTi (MHUMU) RerZi mdebareobs $Y_1 - Y_1$ wrfeze, romelic aseve aris gadatarebuli O_1 wertilze.

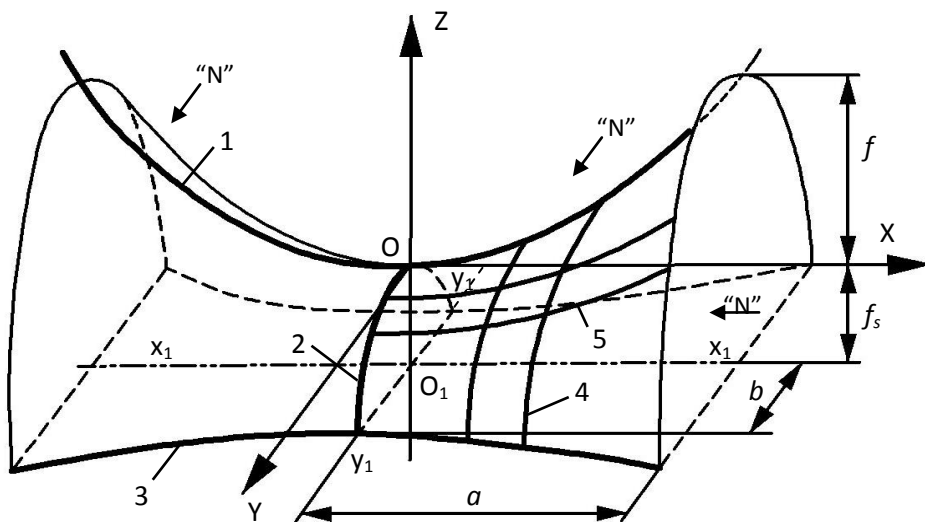


fig. I.28 _ hiperpoloiduri paraboloidis sqema da misi geometriis
ZiriTadi parametrebi

OX, OY, OZ _ sivrciT, orTogonaluri, kordinatuli sistema; "N" _ hiperboluri paraboloidis zedapiri; f _ mzidi bagiris Cakidebis isari;

f₃ _ mastabilizebeli bagiris awevis isari; a da b _ naxevarmalebi X da Y

RerZebis mimarTulebiT; „M“ _ OX da OY urTierTgadamkveTi RerZebis paralelurad, O wertilidan f₃ manZilze gadatarebuli hiperboluri paraboloidis gadamkveTi sibrtye.

1 _ mTavari mzidi parabola; 2 _ mTavari mastabilizebeli parabola;

3 _ mTavari hiperbola; 4 _ mTavari mastabilizebeli parabolis paraleluri paraboloidebi, romlebic badisebr sisitemaSi, SeiZleba warmoadgendnen bagirebis moxazulobas; 5 _ mTavari mzidi parabolis paraleluri parabola, romelic badisebr sistemebSi SeiZleba warmoadgendnen bagiris moxazulobas.

rac Seexeba hiperboluri paraboloidis RerZs misi mdebareoba emTxveva OZ wrfes.

konstrukciis Seqmnis dros, gaTvaliswinebuli unda iyos is, rom hiperboluri paraboloidi ar warmoadgens mbrunav zedapirs. igi SeiZleba agebuli iqnas romelime mTavari parabolis paraleluri gadaadgilebiT.

konstrukciuli TvalsazrisiT aseve mniSvnelovania da sxvadasxva pirobebSi sagulisxmoa is, rom hiperboluri paraboloidi sabolood SeiZleba agebul iqnas urTierTgadamkveTi swori Reroebisagan Sedgenili badiT (fig. I.29).

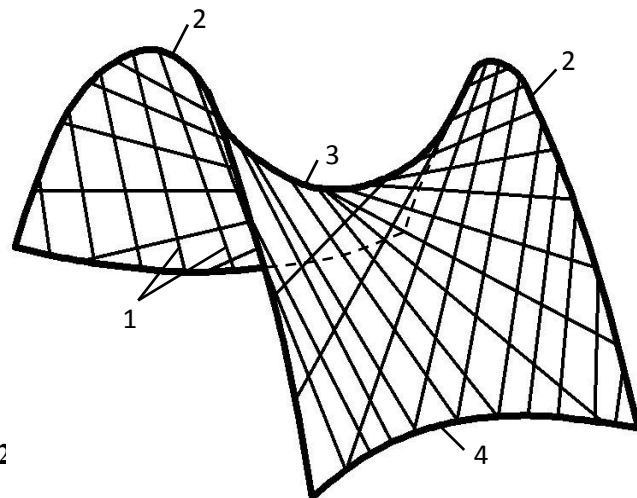


fig. I.2

paraboloidi

1 _ urTierTgadamkveTi zedapiris warmosaxviTi mzidi parabolis konturi; 2 _ mTavari ganapira konturi; 3 _ zedapiris warmosaxviTi mastabilizebeli parabolis konturi; 4 _ sibrtyeze, swori xazebis gdakveTis SemaerTebeli hiperboluri konturi.

amdenad, literaturaSi farTod gavrclebuli termini an fraza bagirebis _ Zafebis ganTavsebisa hiperboloiduri parabolis zedapiris mTavari RerZebis mimarT sxvadasxva kuTxiT garkveul gaugebrobas Seicavs da is dasazustebulia. unda miviCnioT, rom avtorebs mxedvelobaSi hqondaT zedapiris mTavari mzidi da mastabilizebeli paraboloidebi da maT mimarT gadatarebuli badis wrfeebis daxris kuTxeebi (fig. I.30).

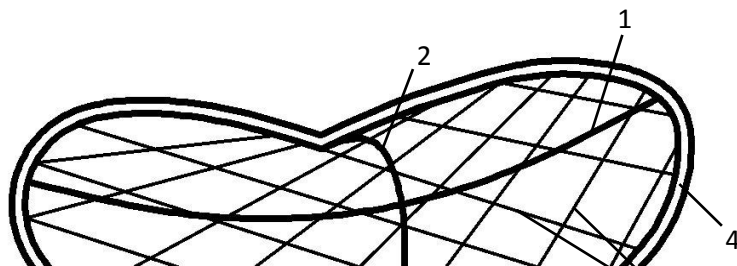


fig. I.30 _ orsimrudiani zedapiris mqone bade, romlis Semadgeneli wrfivad ganlagebuli bagirebi garkveuli kuTxiT aris ganlagebuli zedapiris mTavari paraboloidis mimarT

1 _ mTavari mzidi parabola; 2 _ mTavari mastabilizebeli parabola;

3 _ badis urTierTgadankveTi wrfivi Reroebi; 4 _ orsimrudiani zedapiris xistikonturi.

warmodgenil sqemaze aseve sayuradReboa is faqti, rom badis Semadgeneli Zafebi ar aris ganlagebuli zedapiris mTavari paraboloidis paralelurad da isini, rogorc aRiniSna, mas garkveuli kuTxiT kveTen. aseT SemTxvevaSi izrdeba maTi sigrZeebi, _ mcirdeba da mocemul SemTxvevaSi nulamde dadis maTi simrude, saTanadod izrdeba maTSi warmoqmnil Zalvebi, rac saboloo jamSi ganapirobebs badis muSaobis uaryofiT daZabul-deformirebul suraTs.

wrfivi, ganlagebuli bagirebiT Sedgenili badis SemTxvevaSi, yvelaze mniSvnelovania is, rom daxurvis konstruqciaSi faqtiurad qreba stabilizaciis efeqti. sworxazovani Reroebi, romlebic warmoqmnian zedapirs, ganiv datvirTvas iTviseben mxolod da mxolod Tavisi drekadi deformaciebiT, rac ganapirobebs maTSi Zalian didi Zalvebis warmoqmnas. amdenad konstruqciis optimaluri gadawyvetisaTvis ufro mizanSewonilia da umetes SemTxvevebSi aucilebelicaa badis Semadgeneli swori bagirovani elementebi, yoveli ujredis Semdeg, adgendes ufro did kuTxes mosazRvre ujredis swor elementTan. es niSnavs imas, rom badis TiToeuli bagiri sayrdenebs Soris iyos sagrZnoblad Cazneqili an amozneqili (fig. I.31)

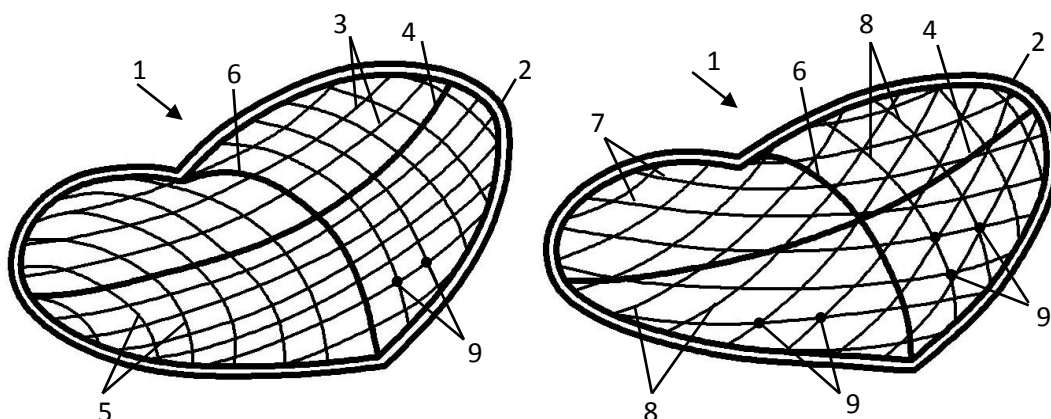


fig. I.31 _ hiperboluri paraboloidis zedapiris mqone winaswardaZabuli kiduli konstruqcia, romlis sayrden konturebs Soris ganTavsebul bagirebs gaaCniaT sagrZnobi Cazneqva da amozneqva

a _ orTogonalurad ganlagebuli bagirebi; b _ erTmaneTis mimarT paraboloidurad ganlagebuli bagirebi.

1 _ hiperboluri paraboloidis zedapiri, Seqmnili bagirovani badisagan;

2 _ sayrdeni konturi; 3 _ mTavari mzidi, Cazneqili parabolis paralelurad ganTavsebuli bagirebi; 4 _ mTavari Cazneqvis parabola; 5 _ mTavari mastabilizebeli, amozneqili parabolis paralelurad ganTavsebuli bagirebi; 6 _

mTavari mastabilizebeli amozneqili parabola; 7;8 _ gaorebuli, erTmaneTis mimarT kuTxiT ganTavsebuli da mTavari mzidi da mastabilizebeli parabolebis mimarT simetriulad daxrili badis Semadgeneli bagirebi; 9 _ badeSi bagirebis gadaadgilebis SezRudvisaTvis, maT gadakveTaze mowyobili Semkravi kvanZebi.

warmodgenil sistemebSi mTavari parabolebis awevis an Cakidvis isris Sefardeba Sesabamis malebTan f/L cvalebadobs $1/10$ – dan $1/40$ -mde.

hiperboluri paraboloidების zedapirebi, romlebic mocemul SemTxvevebSi miiRweva Cazneqili da amozneqili bagirebisagan Sedgenili badiT, daZabul-deformirebuli suraTiT analogiuria orSriani, orsartyeliani bagirovani sistemis muSaobisa.

sayrden, praqtikulad uZrav, konturze Camagrebuli Cazneqili bagirebi warmoadgenen mzid elementeb da saeqspluatacio datvirTvis pirobebSi isini ZiriTadad iWimeba. rac Seexeba amozneqil mastabilizebel bagirebs, romlebic aseve Semadgeneli elementia badisa, maTi winaswari daWimvis SemTxvevaSi, rogorc orSrian kidul sistemebSi, aqac mastabilizebel funqcias asruleben. amasTan winaswari daWimvisagan warmoSobili gamWimavi Zalvebi unda aWarbebdes im mkumSav Zalvebs, romlebic datvirTvebisagan warmoiSveba mastabilizebel bagirebSi.

ori sxvadasxva simrudis mqone zedapirSi oTxkuTxa ujredabis mqone badeebi, orsartyeliani bagirovani sistemebis analogiurad gamoirCevian met naklebi deformaciulobiT da maT Soris kinematikuri gadaadgilebis unariT. amasTan maTi deformaciulobis parametrebi gacilebiT naklebia erTSrian kidul sistemebTan SedarebiT.

gansxvavebul suraTs iZleva iseTi hiperboluri paraboloiduri zedapirebi, romlebic agebulia ara oTxkuTxa ujredabis formis mqone badeebisagan, aramed samkuTxa formis ujredabis mqone badeebisagan. maTi ganxorcielebis forma warmodgenilia fig. IV.31-ze.

mniSvnelovania is, rom samkuTxa ujredebi, gansakuTrebiT xelsayrel pirobebs qmnis Semomfargvleli, sxvadasxva saxis, maT Soris minis filebis gamoyenebisaTvis. es aixsneba imiT rom yovel samkuTxedze SeiZleba sibrtvis ageba da masTan mxolod erTis.

aseTi midgomebiT SeiZleba aseve sxvadasxva arqiteqturuli da konstruqciuli formebs miReba (fig. I.32).

fig. I.32-ze warmodgenili sqemebi garda urTierTgadankveTi bagirovani badeebisa, aseve SeiZleba ganxorcieldes sxvadasxva sinTetikuri metalizebuli da organuli masalebisagan damzadebuli qsovelebisa da apkebisagan. amis Sedegad miiReba karkasis konstruqciuli sistemebi, romlebic Tavisi arqiteqturuli formis mixedviT aseve mravalferovania.

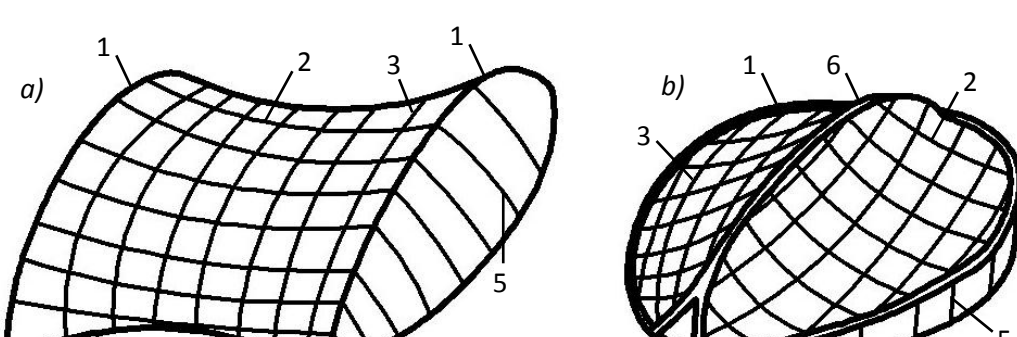


fig. I.32 _ ormagi, sxvadasxva niSniani simrudis radiusis mqone winaswardaZabuli bagirovani badeebisagan da maTi sayrdenebisagan Seqmnili formebi

a _ kiduli badisebri konstruqcia ganTavsebul or paralelur TaRs Soris; b _ kiduli bagirovani konstruqcia Sualeduri TaRovani sayrdeniT da ganapira „vardnili“ TaRebis sayrdenebiT; c _ ori urTierTgadankveTi xisti TaRebis da maT Soris ganTavsebuli amozneqili bagirebis sayrdenebze Cabmul, kiduli badisebri konstruqcia; d _ ormagi sxvadasxva niSniani radiusis mqone winaswardaZabuli bagirovani badisagan agebuli zedapiri moqnili konturebiT da pilonebiT.

- 1 _ TaRovani sayrdeni; 2 _ Cazneqili bagirebi; 3 _ amozneqili bagirebi;
4 _ hiperboluri bagirovani konturi, Camagrebili nagebobebis ankerebiT; 5 _ mWimebi ankerebiT; 6 _ Sualeduri TaRovani sayrdeni; 7 _ wibovani sayrdeni;
8 _ amozneqili bagirovani sayrdeni; 9 _ Cazneqili bagirovani sayrdeni;
10 _ piloni; 11 _ mWimis Cabmis kvanZi, sadac aseve Camagrebulia bagirovani badis wertilovani sayrdeni;
12 _ mWimi; 13 _ ankeri; 14 _ bagirovani konturis sayrdeni; 15 _ wertilovani ankeri, sadac emagreba konturis bagirovani sayrdenebi.

rac Seexeba maT transformaciis unars, amisaTvis maTi konstruqciuli masala mzad aris, raTa konstruqciuli formis warmoqmna ganxorcieldes dakecili an daxveuli mcire zomis paketidan da misi montaJis-daWimvis Semdeg warmocndes sruli saproeqto konstruqciuli sistemis saxiT.

formis transformaciebi, gansakuTrebiT karvis tipis konstruqciul sistemaSi, ukve misi gamoyenebis adgilze transformaciis-montaJis Semdeg, roca konstruqcias miRebuli aqvs dasrulebuli saxe, SeiZleba kvlavac gagrZeldes. aseT viTarebaSi montaJis Semdgomi transformaciebi, rac konstruqciis arqiteqturuli da funqcionaluri moTxovniT aris gansazRvruli, warmoadgenen dasrulebuli formis meorad transformaciebs. meoradi transformaciebi, magaliTad karvis tipis nagebobebSi SeiZleba gansazRvruli iyos misi mravaljeradi akecviTa da gaSliT. amis saWoroebas gansazRvravs Tundac wvimis pirobebSi mTliani nagebobis moqceva daxurvis qveS (fig. I.33).

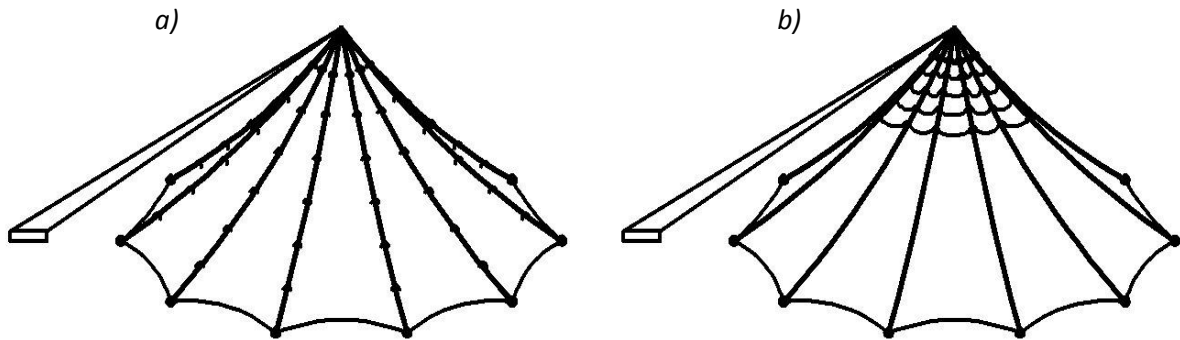


fig. I.35 _ karkasis I vis saproeqto formis mimiwebis Semdeg, misi meoradi transtormaciebis ganxorcieleba – da kecvva da gaSla

- a _ karkasi gaSlil mdkomareobaSi;
- b _ karkasi meoradi transformaciis dros.

kidul sistemebSi, konstruqciuli formis miReba SesaZlebelia ara marto bagirebisagan da karavis masalisagan, aramed liTonis an sxva masalisagan damzadebuli, daxurvis saSualebis mqone furclebisagan. aseT konstruqciebs “gaWimul arqiteqturaSi” membranebs uwodeben. maT SeiZleba gaaCndes sruliad gansxvavebuli formebi da maT Soris fig. I.35–ze warmodgenili sqemis formac.

rodesac ganixileba sistemebi, romelTa forma miiRweva gaWimuli, konstruqciuli transformirebadi struqturis mibmiT stacionalur, mudmiv da ucvleli formis mqone konstruqciul sistemebTan, romelTac SeuZliaT upiratesad mkumSavi da mRunavi Zalvebis aTviseba, aucileblad unda iqnes aseve ganxiluli pnevmosayrdeniani _ haersayrdeniani konstruqciuli struqturebi. Cven rbili garsebidan ukve _ pnevmokonstruqciebidan ganvixileT, maTi erTi nawili, romelTa forma miiRweoda mxolod gaWimuli konstruqciuli struqturiT _ pnevmomzidi konstruqciebiT _ haermzidi konstruqciebi, magram maTi ganmasxvavebeli niSani pnevmosayrdenian konstruqciul struqturebTan aris is, rom isini saWiro formis misaRebad ar saWiroeben mibmas ucvleli formis konstruqciul sistemasTan.

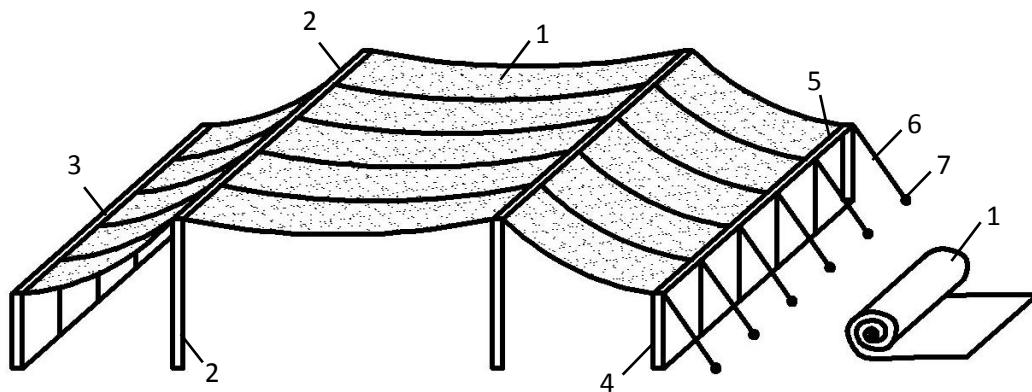


fig. I.34 _ daxurvis membranuli konstruqcia ganxorcielebuli liTonis furclebisagan

1 _ liTonis furceli saproeqto mdgomareobaSi, rodesac is warmodgenilia membranis saxiT da igive liTonis furceli daxveul mdgomareobaSi; 2 _ Sualeduri sayrdeni konturi; 3 _ ganapira sayrdeni konturi _ Runvaze momuSave kedlis saxiT; 4 - dgarebi; 5 - ganapira sayrdeni uWri koWi; 6 _ uWri koWisa da dgaris SeerTebis adgilas Casabmeli mWimebi; 7 _ ankerebi.

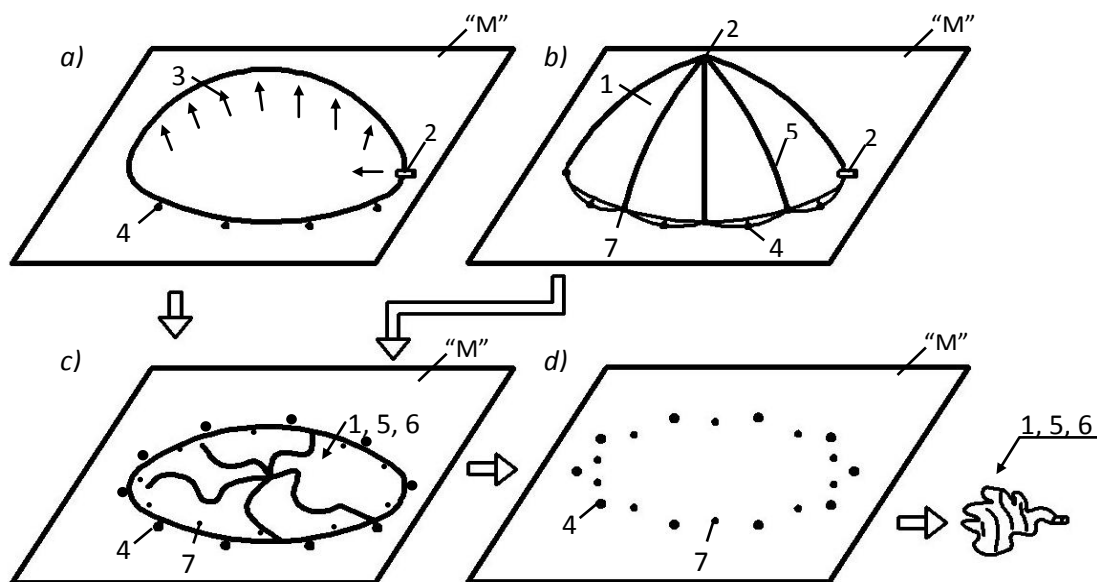
zogadad rbili garsebis _ pnevmokonstruqciebSi umTavresia misi zedapiris _ garsis Semqmneli masalebi. maT maravali moTxovnebi waeyenebaT – xangamZlemedegoba, uwwadoba, rig SemTxvevebSi yinvagamZleoba, Suqgaumtaroba an gamWvirvaloba, sxvadasxva Seferiloba, SedarebiT mcire Rirebuleba, teqnologiuroba da sxva.

amasTan, rbili garsebis konstruqciuli masalebi aucileblad unda iyvnen haergaumtarebi, rom Seqmnan da SeinarCunon garemosagan gansxvavebuli Sida atmosferuli wnevebi, isini ar unda atarebdnen wyals da aseve unda SeinarCunon saeqspluatacio pirobebi mzis speqtris ultraisferi gamosxivebis pirobebSi. kosmosis pirobebSi masalis mimarT wayenebuli pirobebi kidev ufro didia da igi sxva mraval moTxovnasTan erTad moicavs kosmosur radiacias, temperaturaTa sxvaobis didi diapazonis da vakuumis pirobebSi xangrZlivi medegobis SenarCunebas.

rac Seexeba pnevmosayrdenian rbil garsebs, isini upiratesad mzaddebian organuli da sinTetikuri masalebisagan damzadebuli sqeli Zafebis qsoviT da maTi dafarviT aseve bunebrivi da xelovnuri masalebisagan.

masebis saangariSo winaRoba rulonis marTobulad Seadgens 10_25kn/m, xolo mis gaswvriw igi 15-20% - iT naklebia. masala, rogorc wesi, mzaddeba 1_2 metri siganis rulonebis saxiT. maTi eqspluataciis vada sxvadasxvaa da cvalebadobs 5 –dan 35 wlamde vadebSi. amasTan maTi wona Seadgens 500_100 gr/m²-ze.

formebis da garsis zedapiris danawevrebis mxriv pnevmosayrdeniani struqturebi SedarebiT nakleb mravalferovania vidre pnevmomzidi struqturebi, magram isini mainc mravalferovan speqtrs qmnian. fig. I.35-ze warmodgenilia tipiuri konstruqciis sqema pnevmosayrdeniani rbili garsisa-gumbaTisa, romelic danaoWebulia, gaZlierebulia, radianul-wibovani, gaWimuli bagirovani struqturiT.



**fig. I.35 _ pnevmosayrdeniani, transformirebadi konstruqciuli struqtura
rbili garsis, romelic gaZlierebulia gumbaTis zedapirze ganTavsebuli radianuli sistemis,
gaWimuli bagirebisagan Semdgari, wibovani
transformirebadi konstruqciuli struqturiT**

a _ pnevmosayrdeniani gumbaTi gaberil mdgomareobaSi; b _ gumbaTis gare xedi bagirebTan erTad; c _ gumbaTi da bagirovani sistema, rodesac gumbaTis Siga areSi aRar aris Warbi wneva da mTlianad konstruqciuli sistema CafuSulia;

d _ gumbaTis, moqnili masalisagan damzadebuli konstruqcia bagirebTan erTad dakecilia da mas aqvs gacilebiT mcire gabaritebis mqone paketis zoma.

1 _ rbili konstruqciis gumbaTi; 2 _ Warbi wnevis momwodebeli danadgari;

3 _ Siga wnevis intensivoba momqmedi gumbaTis da iatakis zedapirebze; 4 _ gumbaTis mibma stacionalur sistemaze; 5 _ radianulad ganTavsebuli bagirebi; 6 _ bagirebis SeerTebis kvanZi; 7 _ stacionalur sistemaze gumbaTis kvanZebis Casamagrebeli fiqsatorebi.

rogorc ganxiluli struqturabis analizidan Cans, gaWimuli konstruqciis mimagreba xist stacionalur an formaucvlel sistemasTan ukve niSnavs imas, rom mTliani konstruqciuli sistema nagebobisa aris kombinirebuli – anu igi Sedgeba elementebisagan, romlebic muSaoben mxolod da mxolod gaWimvaze da aseve im elementebisagan, romlebic arian xisti da muSaoben rogorc kumSvaze, aseve Runvaze. miuxedavad aseTi klasikuri ganmartebisa „gaWimul arqiteqturaSi“ zogierT avtors mainc calke jgufad moyavT e.w. gaWimuli struqturabis kombinirebuli sistemebi. aseTi sistemis erTerTi tipiuri warmomadgenelia fig. I.36–ze warmodgenili xisti kiduli xidis sqema.

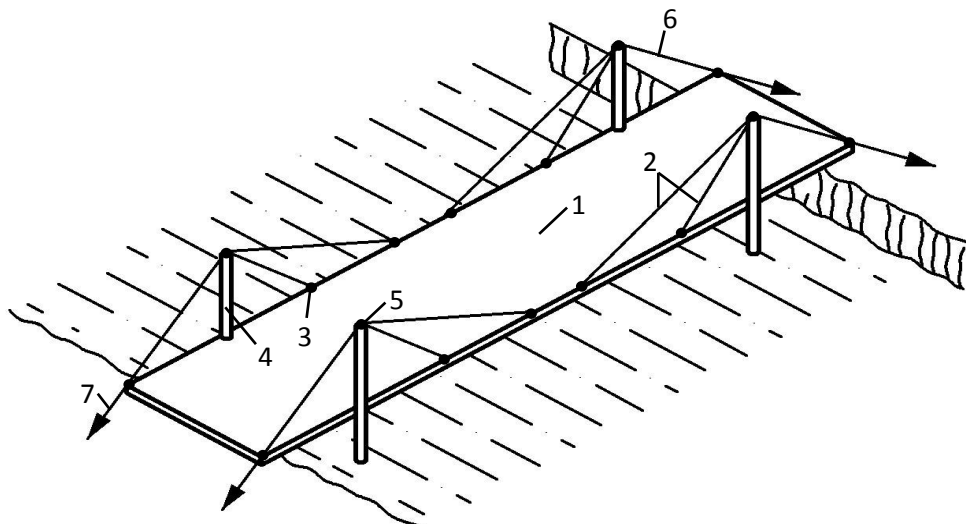


fig. I.36 _ kiduli xidis kombinirebuli konstruqcia

1 _ xidis mTavari funqciuri elementi _ xisti konstruqciisagan Sedgenili sistema, romelzec savali nawilia ganlagebuli; 2 _ bagirovani mWimebi; 3 _ bagirovani mWimebis Cabmis kvanZebi xist kumSva-Runvaze momuSave savali nawilis ganTavsebis sistemasTan;

4 _ pilonebi; 5 _ pilonis Tavakze ganTavsebuli kvanZi, sadac emagreba mWimebi.

Tu ganvixilavT warmodgenil sqemebs da SevadarebT maT kidul sistemebis, ukve ganxilul sxva sqemebs, davinaxavT erT principul gansxvavebas. Tu kiduli sistemebis ganxilul sqemebSi ZiriTadi saeqspluatacio funqciis matarebeli TviT kiduli struqturaa, romelic mibmuli iyo xist sayrdenebTan, mocemul SemTxvevaSi ZiriTadi saeqspluatacio funqciis matarebelia xisti, savali nawilis momcveli sistema, romelic gaZlierebulia bagirebiT-mWimebiT. amdenad e.w. zogierTi avtoris mier klasificirebuli kiduli kombinirebuli sistemebi ufro warmoadgenen xist sistemebis, romelTa muSaobis Semsuqebas an dayrdnobis gansxvavebul formas emsaxureba gaWimuli bagirebi.

aseT kombinirebul sistemas aseve miekuTvneba is konstruqciebi, sadac unda moxdes bagirebis ara TviTdaZabva konstruqciuli sqemidan gamomdinare, aramed maTi winaswari daZabva mometebuli ZaliT _ daWimva. aRniSnuli konstruqciis daZabul-deformirebuli suraTi ganvixiloT anZis konstruqciis magaliTze (fig. I.37).

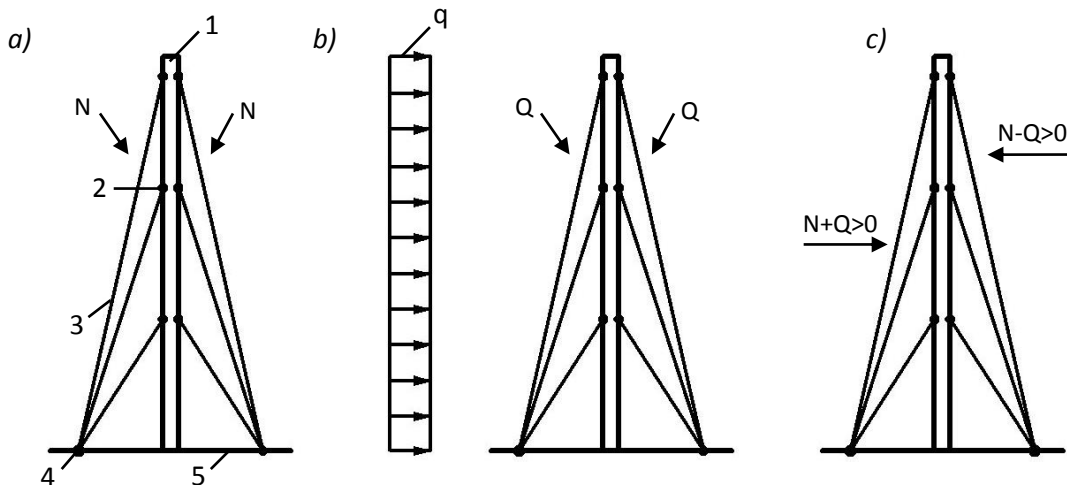


fig. I.37 _ anZis mWimebis daZabuli stadiebi misi winaswardaWimvis da Semdgom qarib zemoqmedebis dros

a _ anZis mWimebi winaswar iZabeba N Zalis sididiT; b _ anZaze momqmedi qarib datvirTva, romelic anZis mWimebSi damatebiT warmoqmnis Q Zalvas; c _ anZa, romelic inarCunebs mWimebis gaWimulobas winaswardaZabvis da masSi qarib datvirTviT gamowveuli kumSvis Zalvebis erTdrouli zemoqmedebis Semdeg.

1 _ anZis xisti dgari; 2 _ anZasTan bagiris mierTebis kvanZi; 3 _ bagirovani mWimebi-vantebi; 4 _ vantebis saZirkvelSi Camagrebis kvanZi; 5 _ saZirkvelis kvanZebis done.

aRniSnuli sqema warmoadgens imis tipiur magaliTs, Tu rogor SeiZleba imuSaos bagirma mkumSavi Zalvebis aTvisebaze.

warmodgenil figuraze _ a vantebi winaswar iWimeba-iZabeba N ZaliT, amis Semdeg – b sqemaze xdeba masze qarib q intensivobis datvirTis Cvneba, romelic N Zalis

gauTvaliswineblad vantebSi warmomnis Q Zalvebs. qariz zemoqmedebis mxares Q Zalva gamWimavia xolo meore mxares adgili aqvs vantSi mkumSav Zalvas – “Q” warmomnas.

imisaTvis, rom anZam SeinarCunos sruli sqemiT daZabul-deformirebuli suraTi, aucilebeli piroba gaWimuli vantis kumSvaze muSaobisa aris is, rom qarisagan kumSva iyos naklebi vidre vantis winaswardaZabvis Zala anu $N_Q > 0$, sqema c;

aseTi principiT mravali konfiguraciis konstruqciebi iqmneba da maT Soris sxvadasxva sqemis anZebic (fig. I.38).

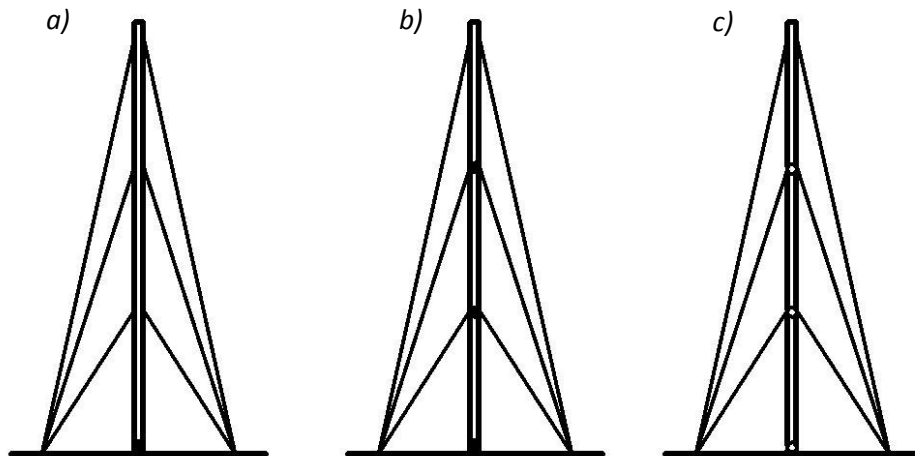


fig. I.38 _ dgarebis, maTi urTierTSeerTebis kvanZebis da mWimebis-vantebis sxvadasxva TanwyobiT da kombinaciiT gansaxorcilebeli anZis sqemebi

- a _ xistad Camagrebuli anZis Rerovani dgari, paralelurad daxrili mWimebiT;
- b _ anZasTan grZivad saxsrulad dakavSirebuli dgarebi da saxsrul kvanZebSi Cabmuli, paralelurad daxrili mWimebi;
- c _ erTmaneTTan grZivad saxsrulad dakavSirebuli dgarebi da saxsrul kvanZebSi Cabmuli vantebi, romlebic jguf-jgufad erT xist kvanZSi ikribebian.

amdenad, Cven davamTavreT kiduli, transformirebadi konstruqciuli struqturebis mokle ganxilva, romlebic miekuTvnebian xist stacionalur an formaucvlel sistemebis. rogorc ganxilvam aCvena nebismieri kiduli sistema, TavisTavad konstruqciuli masalis organuli Tvisebidan gamomdinare, aris transformirebadi konstruqciuli struqtura, romelic formis misaRebad, misi gaWimvisa da gaWimul mdgomareobaSi formebs SenarCunebis mxriv, mocemul SemTxvevaSi emagreboda-Caebmeboda xist kumSva-Runvaze momuSave stacionalur an formaucvlel sistemebis.

I.5. erTiani formis miRweva gaWimuli transformirebadi konstruqciuli struqturis mibmiT xist transformirebad konstruqciul struqturasTan

erTiani, didi gabaritebis mqone formis miRwevisaTvis minimaluri zomis paketidan, kiduli transformirebadi struqturis SemTxvevaSi, aucilebelia aseve TviT misi misamagrebeli xisti sistema Tavdac warmoadgendes transformirebad konstruqciul sistemas. swored aseT SemTxvevaSi miiRweva konstruqciis damzadebis winaSe wayenebuli mkacri moTxovnebi. miuxedavad imisa, rom aseTi erTiani, srulad transformirebadi formis Seqmna moiTxovs garTulebul teqnologias, Semadgeneli kvanZebis da elementebis simravles, rac aseve zrdis mis TviTRirebulebas, Sedegi mainc orientirebulia konstruqciuli formis ganxorcielebis optimalur mimarTulebaze. miT umetes, maT Seqmnas eqstremalur situaciebSi da garemoSi, aseve nagebobebis mravaljeradi da sxvadasxva adgilebSi gamoyenebis SemTxvevaSi.

aRniSnuli faqtorebi ganpirobegulia imiT, rom aris moTxovna iseTi konstruqciuli struqturebis Seqmnaze, romelTac dakecil mdgomareobaSi gaaCniaT satransporto paketis minimaluri zomebi, isini iolad transportirdebian, aqvT sruli saqarxno mzadyofna da gaSlil saeqspluatacio mdgomareobaSi, romelic gamoyenebis adgilas drois umcires intervalSi miiReba warmoadgenen didi gabaritebis mqone nagebobebis.

aRniSnuli, srulad transformirebadi konstruqciuli struqturis gamoyenebis magaliTia didi gasaSleli kosmosuri refleqtorebi.

თავი II

2.1. zensubuqi, gasaSleli didi zomis kosmosuri refleqtorebis konstruirebis logika

Tanamedrove etapze kosmosur teqnikaSi zensubuqi didi gasaSleli refleqtorebis Seqmna da maTi kvleva ZiriTadad mimdinareobs rgolur, wibovan, modularul da pnevmo sistemebSi.

pnevmo sistemebiT didi gasaSleli-gasaberi kosmosuri refleqtorebis Seqmna, miuxedavad teqnologiuri da teqnikuri siaxleebisa, mainc dakavSirebulia bevr, jer kidev problematur sakiTxebTan. maTgan gansakuTrebiT aqtualuria gasaber did refleqtorebSi hermetizaciis dacva, sakuTari masis Sencireba da rbili garsebis - pnevmosayrdeniani gumbaTebis zedapiris, gamyarebis mcdelobebi kosmosis pirobebSi, rac ganapirobebs refleqtoris formis miRwevas da misi gamyarebis Semdeg gamoricxavs hermetulobis pirobis dacvis aucileblobas. arsebobs sxva sakiTxebic, romlebic moiTxoven optimalur gadawyvetas. ase, rom mocemul etapze pnevmostruqturebiT didi zomis da zensubuqi, kosmosuri refleqtorebis Seqmna da maT gamoyenebaze moTxovna garkveuli pirobebis daukmayofilobis gamo naklebad mosalodnelia.

aseve mniSvnelovania is, rom hermetizaciis darRvevis SemTxvevaSi, kosmosur aparatze iwyebs zemoqmedebas damatebiTi, reaqtuili, Zalebi warmoqmnili gazebis Wavlisagan, romelic hermetizacia darRveuli pnevmosistemidan warmoiqmneba da qmnis kosmosuri kompleqsis muSaobis arasaStato viTarebas [66],[67],[68].

rac Seexeba modularul-regularul sistemებს, romlebic TeoriaSi, aseve cnobilia struqturuli sistemebis saxiT, isini namdvilad warmoadgenen iseT mimarTulebas, romlebic akmayofileben industrializaciis moTxovnebs. amas ganapirobebs sistemis Semadgeneli elementebis tipiuroba, maTi regularulad mraValjeradi gamoyeneba nagebobaSi da elementebis da maTi makavSirebeli kvanZebis unifikacia[72].

amasTan, modularul sistemebSi gacilebiT metia wili xisti elementebisa, vidre sxva aq dasaxelebuli refleqtorebis saxeobebSi, rac iwvevs misi xvedriTi wonis da saboloo Sedegad refleqtoris mTeli masis momatebas[37].

erTi SexedviT, xisti elementebis simravle unda ganapirobebdes konstruqciis did sixistes, magram imis gaTvaliswinebiT rom sistemaSi, aseve didi raodenobiT aris xisti elementebis urTierTsaxsrulad makavSirebeli meqanikuri kvanZebi es ase aris. sistemaTa Teoriuli analizi ar miuTiTebis erTiani sistemis sixisteze. saxezea konstruqciis didi damyoloba (податливость), rac gansakuTrebiT iCens Tavs maT eqsperimentalur kvlevebSi. saboloo jamSi es efeqti ganapirobebs eqsploataciis pirobebSi konstruqciis rxevis dabal sixSireebis da misi zedapiris saproeqto sizustidan gadaxrebs, rac kidev ufro SesamCnevi xdeba modularuli konstruqciis periferiuli nawiliT kosmosur aparatze mimagrebis SemTxvevaSi.

kvlav kvlevebis da realuri konstruqciebis Seqmnis fazaSia wibovani refleqtorebi, romlebic wiboebis Soris Sevsebulia orSriani vanturi sistemebiT. isini, sxva dadebiT da uaryofiT TvisebebTan erTad, xasiaTdebian konstruqciuli sistemebis sirTuliT da danawevrebiT. es ki bevri mwarmoeblisTvis gaxda mizezi sxva sistemebze gadasvlisa.

aRniSnuli sistemebidan mocemul etapze prioritetulia rgoluri, sayrden karkasuli sistemebi bagirovani gaWimuli centriT. misi upiratesi, dadebiTi Tvisebebi da aseve, arsebuli da dasaZlevi naklovanebebis garkveva asaxulia zemsubuqi, gasaSleli, didi gabaritebis mqone, kosmosuri refleqtorebis logikaSi.

TavisTavad karkasul-rgoluri transformirebadi sistemebi, rogorc avRniSneT, Sedgeba sayrdeni karkasisagan _ gamSleli rgolisagan; Zalovani rgolis mimarT damyoli centrisagan; masze dakruli amrekli ekranisagan da sakontaqto zonisagan, romliTac xdeba urTierTkavSirebi rgolsa da mis mimarT damyol centrS Soris.

amdenad, axali Taobis didi zomis gasaSleli kosmosuri refleqtoris Seqmnis konstruirebis logika, Seexeba rgoluri sistemis _ karkasul sayrdeniani transformirebadi sistemis, Semadgenel samive komponents da mis sakontaqto zonas, aseve, misi gaSlis energetikas [46].

konstruirebis logikis mizani aris didi zomis gasaSleli refleqtoris Seqmna, romlis wona iqneba minimumamde dayvanili da amasTan konstruqcia SeinarCunebs yvela im Tvisebebs, rac aucilebelia kosmosuri refleqtorebisaTvis _ sizuste, sixiste, naklebi deformaciuloba transformaciis procesis stabiluroba da saimedoba, dakecili refleqtoris paketis minimaluri zoma da sxva.

Y2.2.Zalovani gamSleli rgolis mqone refleqtorebis daWimuli, moqnili centris konstruirebis logika

logikis mizans warmoadgens karkasul – sayrdeniani, rgoluri sistemebis refleqtorebSi moqnili winaswardaZabuli centris struqturis sistemuri ganviTarebis Seswavla da cvlilebebis gansazRvra, romlis Sedegad moqnili centri gaxdeba ufro xisti, geometriulad zusti da mas eqneba minimaluri masa.

Gganxiluli didi zomis avtonomiuri kompleqsis sabazo refleqtori, romlis diametric 30 metria, Sedgeba wriuli, xisti Zalovani gasaSleli rgolisagan da rgolis SigniT ganTavsebuli winaswardaZabuli moqnili centrisgan. moqnili centri TavisTavad warmoadgens radianuli sqemiT, vertikalurad ganTavsebul furclebs-lentebs, romelTac aqvT unari yovelgvari meqanikuri kvanZebis mowyobis gareSe, gaiSalon da daikecon-daexvion ise, rogorc es aris “gaWimuli arqiteqturis” moqnil, kidul sistemebSi.

refleqtors, funqcionirebis mxares, gaaCnia amoWrili zusti parabolis profili, romelic radianuli sistemiT ganTavsebuli winaswardaZabuli furclebis saSualebiT qmnis diskretul zedapirs, romelsac paraboloidis forma aqvs.

aRniSnul struqturas, vertikalur sibrtyeSi gaaCnia Zalian didi sixiste, radganadac winaswardaZabuli furclebi muSaoben rogorc “kedeli-koWi”. aseTi midgoma didi kosmosuri gasaSleli, avtonomiuri Tanamgzavruli kompleqsebisatvis, romlebic didgabaritiani gasaSleli refleqtoris bazaze iqmneboda, iyo gamarTlebuli, radganac TviT refleqtori, rogorc didi sixistis da mZidunarianobis gamo, warmoadgens sabazo konstruqcias, romelzec igeba mTeli Tanamgzavruli avtonomiuri kompleqsi mZis batareebis, kriogenikis, fokaluri konteineris, radioaparaturis, reaqtuli Zravebis da sxva mravalis saxiT (fig. 11.1)



Fig. 11.1 – avtonomiuri, Tanamgzavruli, radioteqnikurikompleqsis saerTo xedi

analogiuri principiT da garkveuli koreqtirebiT, ramac Seamsubuqa refleqtoris konstruqcia, aigo pirveli qarTuli kosmosuri obieqti – 6,42 metri gabaritis mqone gasaSleli kosmosuri refleqtori.

amdenad, centris struqturis Semadgenel ZiriTad elements warmoadgens winaswardaZabuli lenti – furclovani firfita (fig. 11.2), romelic minimaluri sisqiT mzaddeba metalisagan an kompoziciuri masalisagan.

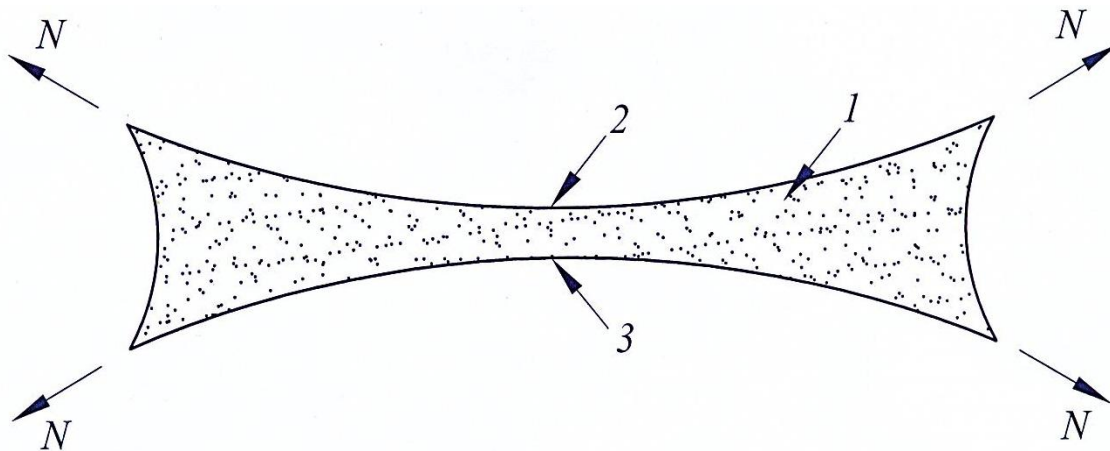


fig. 11.2 - winaswardaZabuli gaWimuli lenti paraboluri profilis zeda da qveda amonaWrebiT

- 1 – winaswardaZabuli furceli-lenti; 2 – zeda paraboluri profili;
- 3 – qveda paraboluri profili.

centris struqturis elementis Semdgomi Semsubuqeba SesaZlebelia, Tu mas gavukeTebT amonaWrebs (fig. 11.3).

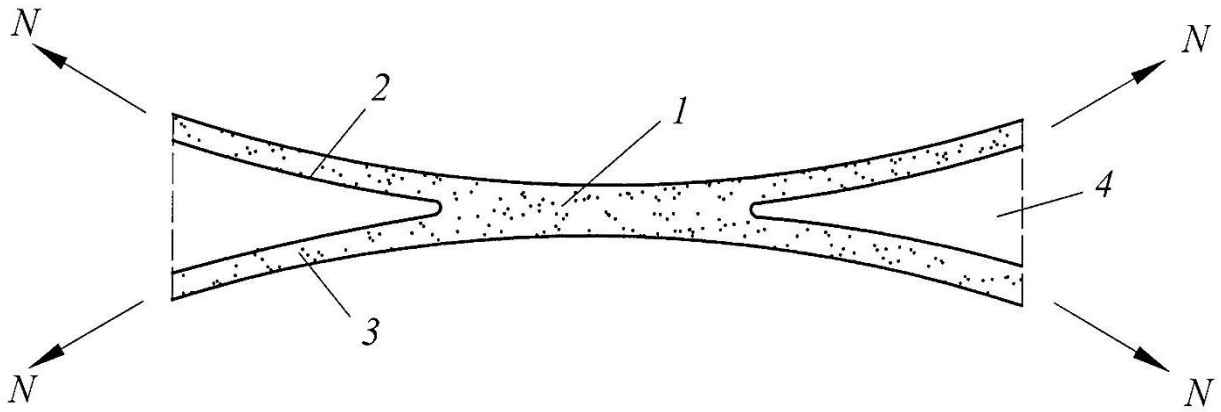


fig. II.3 - amonaWrebianigaWimulifurceli

1 – amonaWrebiani gaWimuli furceli; 2 – amonaWrebiani gaWimuli furclis zeda ganStoeba; 3 – amonaWrebiani gaWimuli furclis qveda ganStoeba; 4 – gaWimuli furclis amonaWeri are.

aseTi saxiT amonaWrebiani furceli, ufro naklebi parametrebiT, magram mainc inarCunebs sagrZnob vertikalur sixistes [77].

Semdgom Semsuqeba SesaZlebelia Tu furclis Sua mTliankedlian nawiliTan erTad kidev ufro SevamcirebT zeda da qveda ganStoebebis ganakveTis simaRles da, maT Soris, aseve movawyobT moqnil Reroebs-vantebs (fig. II.4).

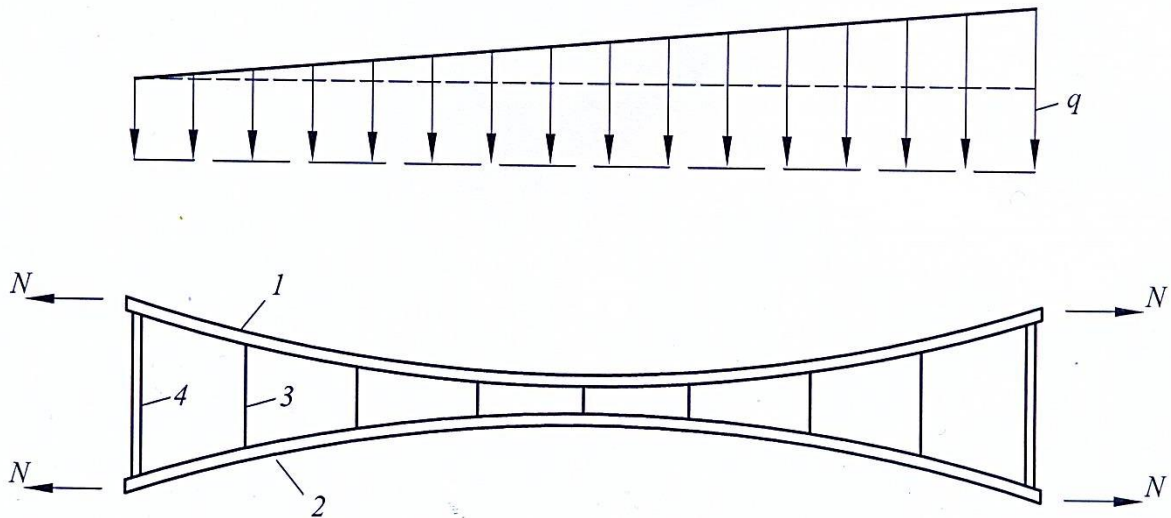


fig. II. 4 – gaWimuli furclovani sartyelebi SeerTebuli moqnili-vanturi dgarebiT da ganapira xisti dgarebiT

1 – zeda moqnili gaWimuli sartyeli; 2 – qveda moqnili gaWimuli sartyeli; 3 – dgarebi Sesrulebuli vantebiT; 4 – gaWimuli orsartyeliani struqturis ganapira xisti ReroebiT.

warmodgenili struqtura, romelic N ZalebiT aris gaWimuli, rogorc kombinirebuli konstruqcia, nawilobriv mainc ganicdis arasimetriul, q maqsimaluri intensivobiT datvirTvis SemTxvevaSi, vertikalur sibrtyeSi kinematikur gadaadgilebas.

aseTi sqemiT ganxiluli konstruqcia erTi mxriv amJRavnebs orsartyeliani, moqnil dgarebiani kiduli sistemis Tvisebas da bunebrivia, mas gansakuTrebiT arasimetriuli datvirTvis

pirobebSi, eqneba kinematikuri gadaadgileba. aseT deformaciulobas amcirebs zeda da qveda sartyelebad ara moqnili Zafebis saxiT, aramed gaWimuli furclebiT, damzadebuli kombinirebuli sartyelebis arseboba. swored imis gamo, rom dgarebs SeuZliaT mxolod RerZuli gamWimavi Zalebis aTviseba da sartyelebs ki RerZuli Zalebis garda, aseve aqvT unari aiTvison RunviTi faqtorebi, sistema aris kombinirebuli. Aamdenad miuxedavad, wonis sagrZnobi Semcirebisa, gaWimuli konstruqciis warmodgenili konstruqciuli sqema moiTxovs misi deformaciulobis Semcirebas, rac SesaZlebelia paralelurad ganTavsebuli dgarebis nacvlad, zeda da qveda sartyelebis makavSirebeli vantebi ganlagdes samkuTxedis formis iribnebisagan. rogorc cnobilia samkuTxa sistemiT Sedgenili Rerovani sistemebi miekuTvneba geometriulad ucvlel konstruqciebs. maT ar gaaCniaT kinematikuri gadaadgilebebi da maTi deformaciebi mxolod Reros drekadobis saSualebiT aris SesaZlebeli. (fig. 11.5)

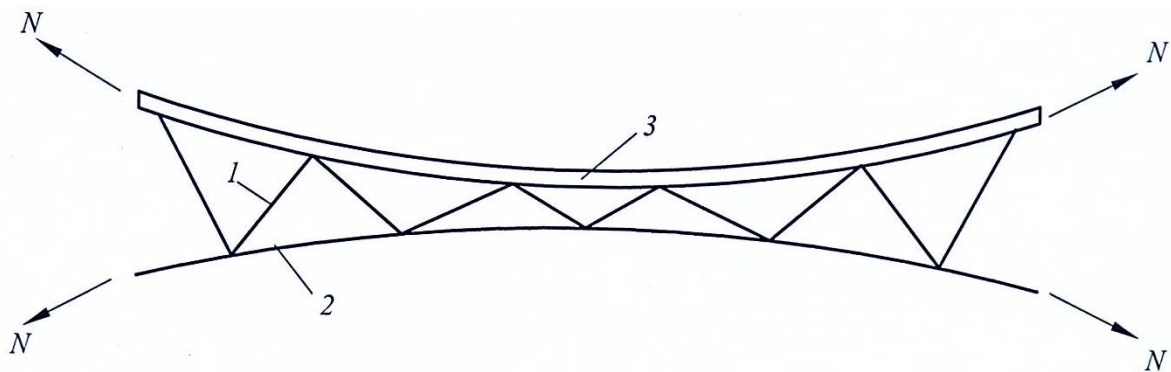


fig. 11.5 _ winaswardaZabuli vanturi ferma gaWimva-Runvaze momuSave zeda sartyeliT

1 – vanturi iribnebi; 2 – qveda vanturi sartyeli; 3 – zeda, gaWimva-Runvaze momuSave, gaWimuli moqnili furclis sartyeli.

gaWimvaze da Runvaze momuSave zeda sartyelis arseboba mianiSnebs imaze, rom zeda sartyelis mosazRvre kvanZebs Soris, adgilobrivi datvirTviT aRZruli mRunavi momenti aTvisebuli iqnas fermis kombinirebuli zeda sartyeliT [78].

amasTan unda aRiniSnos is, rom zeda sartyelSi, romelic warmoadgens reflektoris mTliani zedapiris aproqsimaciis ZiriTad elements, masze ekranis badis ganTavsebis SemTxvevaSi, umjobesia, rom kvanZidan kvanZamde iyos swori monakveTebi. es saWiroa aproqsimirebuli ekranis zedapirze “baliSis efeqtis” Sesamcireblad, rac iwvevs ekranis sizustidan iseT gadaxrebs, romlebic uaryofiTad moqmedebs reflektoruli antenis erT-erTi mniSvnelovani radioteqnikuri parametris “mimarTulebis diagramis” xarisxze. amdenad, SesaZlebelia winaswardaZabul, gaWimul elements mivaniWoT sworxazovani forma, rom mas SeeZlos mxolod RerZuli Zalebis aTviseba (fig. 11.6).

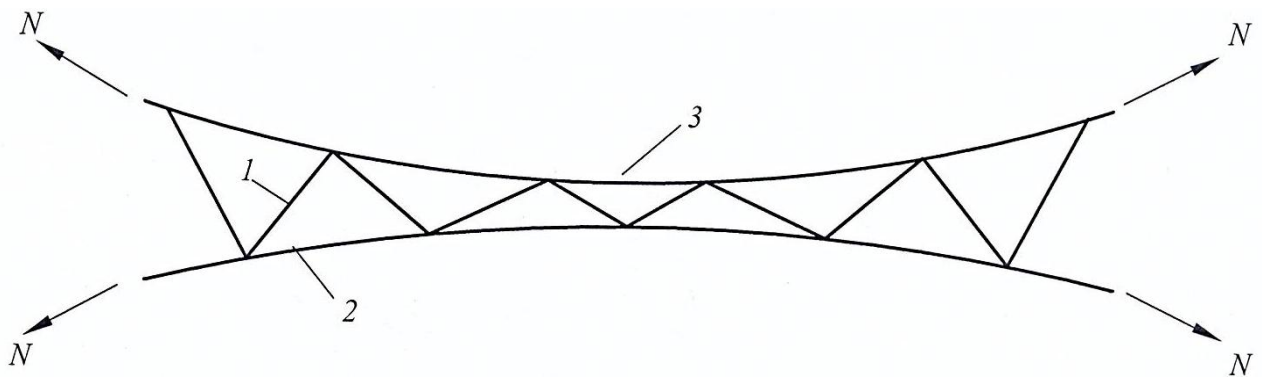


fig. II.6 – vanturi winaswardaZabuli ferma, romelic samSeneblo literaturaSi cnobilia iavertis fermis saxelwodebiT

aRniSnuli struqtura cnobilia, rogorc vanturi ferma, romlis yvela elementSi, winaswardamZabavi Zalis N-is gamo, miRweulia mxolod da mxolod gaWimva, datvirTvebis yvela SesaZlo kombinaciebis dros. amdenad, winaswardaZabuli vanturi ferma, realurad muSaobs, rogorc Cveulebrivi, xisti, grZivi elementebisagan damzadebuli ferma, romelsac gaaCnia mxolod drekadi gadaadgilebebi [78].

manZili zeda sartyelis an qveda sartyelis mezobel kvanZebs Soris SeiZleba iyos nebismieri, magram mizidulobis pirobebSi, dedamiwaze misi zRvruli sigrZe ar unda aRematebodes 6 metrs, radgan Semdeg ukve sartyelis monakveTebis sigrZis mateba iwvevs dayvanili drekadobis modulus Semicirebas, misi CaRunvebis gamo, rac zrdis fermis gadaadgilebebs. rac Seexeba zeda da qveda sartyelebis awevis isars, isini SeiZleba cvalebadobdes malis $1/10_{-1/25}$ Soris.

aRniSnuli fermebi sakmaodaa Seswavlili literaturaSi. Teoriuli Sedegebi ganmtkicebulia eqsperimentaluradac. amasTan, konkretulad maTi gamoyenebisaTvis did gasaSlel kosmosur refleqtorebSi, saqarTvelos kosmosur nagebobaTa institutSi Catarda kvlevebi da eqsperimentebi. maTi mizani iyo vanturi winaswardaZabuli fermebis, romlebsac sakmarisi vertikaluri sixiste gaaCniaT, gasaSlel refleqtorebSi gamoyenebis SesaZleblobis dadgena [81].

warmodgenili sqemebi Seesabameba rgolur-karkasuli gasaSleli refleqtorebis iseT centralur gaWimul nawils, rodesac gaWimuli elementi – wibo, radianuli sqemiT aris ganTavsebuli sistemaSi (fig. II.7).

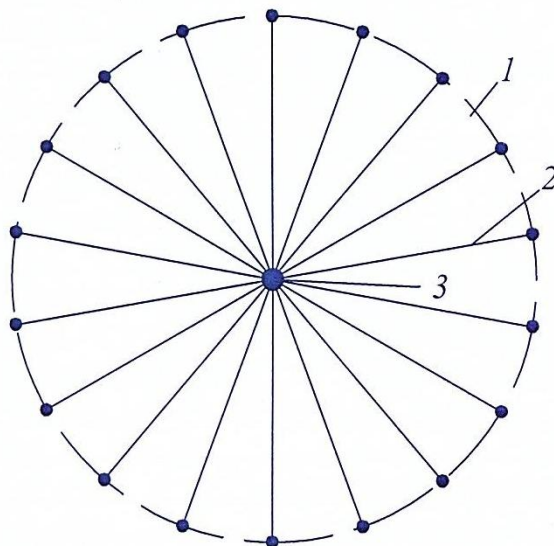


fig. 11.7 – gamSleli rgolSi radianuli sqemiT ganTavsebuli moqnili, gaWimuli wiboebi

1 – gamSleli Zalovani rgoli; 2 - radianulad ganTavsebuli gaWimuli, moqnili wibo; 3 - radianulad wiboebis gamaerTianebebi kvanZi_polusi.

ganxilul figuraze warmodgenili sqemis erT-erTi naklovani mxarea is, rom polusidan rgolamde, vertikalur sibrtYeSi didi sixistis mqone gaWimuli, bagirovani ferma, Tavisi ganivkveTis ganivad aris Zalian mcire sixistis mqone. es faqtori aseve, ganpirobebulia imiTac, rom naxevarfermis mTel sigrZeze ar arsebobs kavSirebi fermebs Soris, rac sagrZnoblad gazrdida maT ganiv sixistes. am faqtoris garda, mTlianad radianulad ganTavsebuli fermebis, erTian sivrciT konstruqciad gadaqcevisaTvis xdeba mosazRvre fermebis zeda da qveda kvanZebis urTierTdakavSireba vantebiT (fig. 11.8).

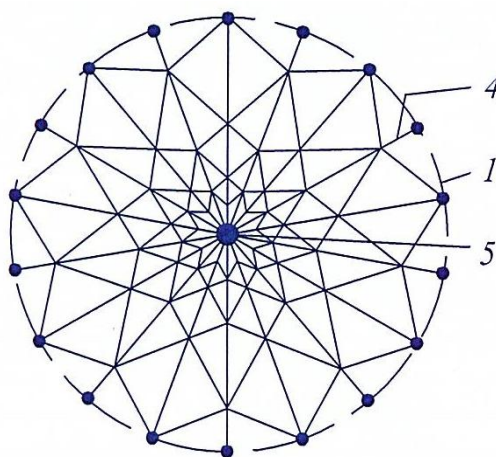


fig. 11.8 _ sivrciTis sistema vanturi winaswardaZabuli fermebisa maTi radianuli sqemiT ganlagebis SemTxvevaSi

1 – გამსლელი Zalovani rgoli; 2 – vanturi fermis zeda sartyeli; 3 – vanturi fermis qveda sartyeli; 4 – სივრცითი ბაგროვანი გაWიმული სტრუქტურაSi, ვანტური ფერმების zeda და qveda მოსაზრვრე კვანZების სემაერთებელი, განივად განTავსებული ვანტები; 5 – რადიანულად განTავსებული ვანტური ფერმების გამაერთიანებული ცენტრული კვანZი

ვანტური ფერმების და მათი განივად მაკავსირებელი ვანტების ერთობლივი სტრუქტურა, კონსტრუირების ლოგიკის მხრივ, სეიZლება ცაიTვალის “გაWიმული არქიტექტურის” ერთ-ერთი ოპტიმალური გადაწყვეტად. ამის პირველი ნიშანია ის, რომ რგოლური კარკასის სიგნიტი განTავსებული ელემენტები უარმოდგენენ გაWიმული ბაგირებს-ვანტებს და მეორე ის, რომ ვანტური სისტემის გამბრუნების გადაცემა საყრდენ-კარკას, რომელსაც გეგმაSi აკვს ვრეული ფორმა [82].

მიუხედავად ამისა ფიგ. 11.8 უარმოდგენილი სტრუქტურის გააჩნია უონის სემცირების რეზერვი და მისი პარაბოლოიდური, დისკრეტული zედაპირის გეომეტრიული ფორმების ოპტიმიზაციის და სიზუსტის მომატებისა.

ამ მხრივ პირველი რიგSi, უარყოფითი Tვისებად უნდა ცაიTვალის ის, რომ რადიანულად განTავსებული ვანტური ფერმების დროს, ცენტრული კვანZი და მასთან მიახლებების დროს, zედაპირის ფართის ერთეულზე გაცილებით მეტი ელემენტია Tავმოყრული, ვიდრე სივრცითი ვანტური სისტემის zედაპირის სუალედურ და მით უმეტეს, განაპირა zონების. ასეტი გადაწყვეტა არაოპტიმალურია, როგორც სისტემის უონის სემსუბუყების მხრივ, ასევე მას გააჩნია ნაკლოვანებები იმ სემTხვევაSi ტუ დისკრეტული ფორმით აგებული პარაბოლოიდური zედაპირი, მასზე ამრეკლი ეკრანის მიუყობიტი, გამოყენებული იყნება რადიალური რეკლისაTვის.

გარდა არნიშნული ნაკლოვანებებისა, მეტად მნიშვნელოვანია ის, რომ ცენტრული კვანZი სეკრებილი მრავალი ვანტური ფერმების სემTხვევაSi, არ არის გამოიკვლილი ალბათობა იმისა, რომ ცალკეული ვანტური ფერმის zოგიერთ ელემენტების, სხვადასხვა მიზეზით, არ იყნას მირეული გაWიმვა. მუშაობის ასეტი სურათი ვანტური ფერმების ერთიან სისტემაSi მოგვცემს მათი zოგიერთი ელემენტის გამოთისვას მუშაობიდან, რაც გამოიწვევს სისტემაSi გაუტვალისწინებელ დეფორმაციებს და მათი განTავსების საპროექტო გეომეტრიული პარამეტრების ცვლილებებს.

ამასთან, კვლავ უნდა არინიშნოს ის, რომ ფიგ. 11.8-ზე უარმოდგენილი კონსტრუქციული სქემა სივრცითი მდგრადობით რადიანულად განსხვავებული ვანტური სისტემებისაTვის ოპტიმალური გადაწყვეტაა.

ასეტი მიდგომით გაWიმული ცენტრის სემდგომი სემსუბუყება და მისი დამზადების ტექნოლოგიების მირევა მოითხოვს სხვა მეტოდის გამოყენებას.

ამ მიზნით, გაWიმული ვანტური, გეომეტრიულად უცვლელი სტრუქტურა ნაცვლად ვერტიკალურ სიბრტყეების განTავსებისა განვალაგოთ ორსართულიანი ბაგროვანი სივრცითი სისტემის სართელების განTავსების zედაპირზე.

ასეტი ლოგიკით ვანტური ფერმული სტრუქტურა ნაცვლად რადიანული და ვერტიკალურ სიბრტყეების განლაგებისა გამოვიკიდოთ ოვალური კონტურზე (ფიგ. 11.9).

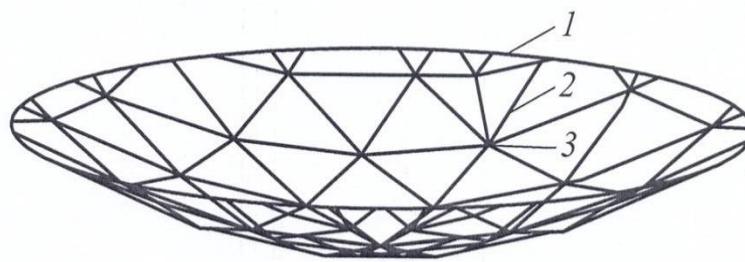


fig. II.9 _ ovalur konturze Sekiduli, paraboloiduri formis vanturi sivrciTi ferma

1 – ovaluri konturi – sayrdeni karkasi; 2 – vanturi sivrciTi fermis, samkuTxa ujredebis mqone formis mixedviT ganTavsebuli vantebi; 3 – vanturi sivrciTi fermis, calkeuli Semadgeneli Reroebis SeerTebis kvanZi;

Tu fig. II.9 –ze warmodgenil sqemas amotrialebudad ganvixilavT da masze movdebT vertikalurad zemodan qvemoT moqmed Seyursul Zalebs, romlebic kvanZebSi iqneba modebuli (fig. II.10), maSin didi albaTobiT, konkretuli sqemis mixedviT, sivrciTi fermis yvela elementi SeikumSeba da sistemis ovaluri konturi gaiWimeba. es badiseburi gumbaTebis tradiciuli da specialistebisaTvis cnobili daZabul-deformirebuli suraTia.

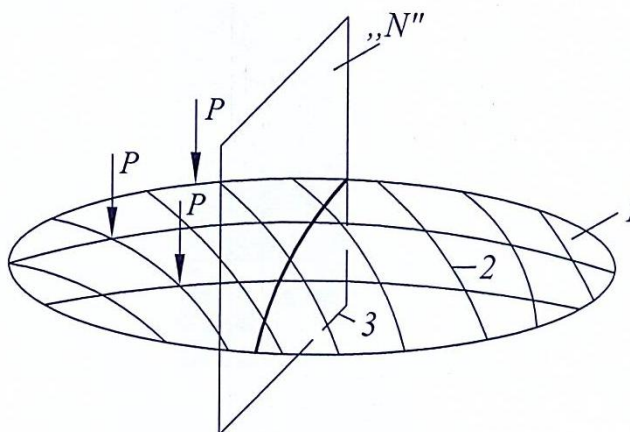


fig. II.10 badisebri gumbaTi datvirTuli vertikaluri Seyursuli ZalebiT

1 – badisebri gumbaTis sayrdeni konturi – ovaluri SemkoWi, romelic datvirTvis mocemul SemTxvevaSi iTvisebs gamWimav Zalebs; 2 – badisebri gumbaTis calkeuli Reroebi, romlebic datvirTvis mocemul SemTxvevaSi iTviseben mkumSav Zalebs; 3 – sivrciTi fermis kvanZebi, romelzec Seyursulad, zemodan qvemoT moqmedebs P Zala.

savsebiT bunebrivia, rom badisebri gumbaTis warmomqmneli yvela Rero ikumSeba. amis sailustraciოდ Tu gumbaTis badis romelime erT Reroze, gavatarebT vertikalur “M” sibrtyes, maSin aRniSnul sibrtyeze, aseve, aRmoCndeba badis sxva, grZivad ganlagebuli Reroebi da Sesabamisi kvanZebi, romlebic warmomqmnian TaRs. aRniSnuli TaRi boloebiT emagreba sayrden konturs, romelic iTvisebs TaRis gambrjens. rac Seexeba TaRs, mis kvanZebze, zemodan qvemoT vertikalurad moqmedi Seyursuli P Zalebisagan, mis nebismier ganivkveTSi aRiZvreba mkumSavi Zalebi [87].

amasTan, gansakuTrebuli mniSvneloba eniWeba imas, rom badisebri gumbaTi, romlis yoveli ujredi Sedgeba samkuTxedis formiT erTmaneTTan dakavSirebuli Reroebisgan, warmoadgens geometriulad ucvlad da Sinaganad statikurad rkvevad sistemas. badisebr gumbaTs gaaCnia ara kinematikuri deformaciebi, aramed mxolod drekadi deformaciebi, romlebsac iwvevs kvanZebSi moqmedi datvirTvebi.

swored aRniSnuli principi, oRond geometriuli da daZabuli deformirebuli suraTi, sapirispiro niSniT udevs safuZvlad ovalur konturze Sekidebul, am SemTxvevaSi Cazneqil vantur sivrciT fermas. (fig. II.9).

axla ganvixiloT ovalur xist konturze Sekiduli, Cazneqili vanturi fermis, gisosis, romelime Reroze gamavali, vertikalur sibrtyeze ganTavsebuli struqtura. (fig. II.11).

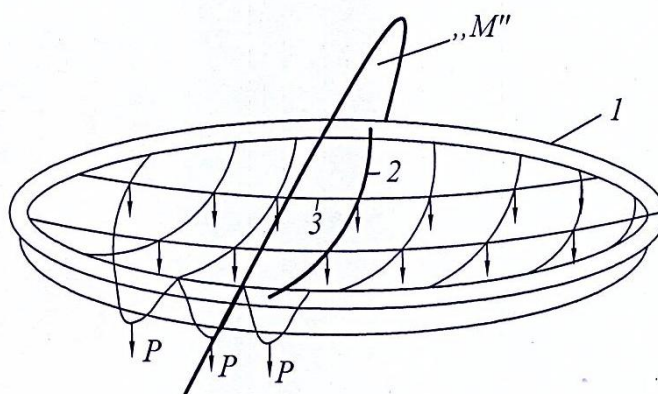


fig. II.11 – xist ovalur konturze Sekidebuli, Cazneqili vanturi sivrciT gumbaTis ferma, romelic datvirTulia mis kvanZebze zemodan qvemoT moqmedi, vertikaluri Seyursuli ZalebiT

1 – ovaluri xisti konturi – sayrdeni karkasi; 2 – vanturi sivrciTis fermis samkuTxa ujredis formis mixedviT ganTavsebuli vantebi, romlebsic P Zalis moqmedebiT aRiZvrebam gamWimavi Zala; 3 – vanturi sivrciTis fermis, calkeuli Semadgeneli vanturi Reroebis SeerTebis kvanZebis, romelzec vertikalurad zemodan qvemoT moqmedebs gare Zalebi – P.

Tu ganxilul logikas mivyvebiT, maSin fig. II.11 –ze gamosaxul konstrukciul sqemaSi vanturi sivrciTis badis Reroebi iWimeba, xolo xisti ovaluri konturi ki ikumSeba.

amis sailustraciოდ sivrciTis vanturi fermis romelime Reroze gavataroT vertikaluri sibrtye “M”. masze ganTavsebuli grZivad ganlagebuli sxva vanturi Reroebi da maTi SemaerTebeli kvanZebi, sayrdeni konturis elementebTan erTad sqematurad mocemulia fig. II.12–ze.

Cazneqili vanturi sistemis warmodgenil sqemas Tu O–O simetriis RerZis mimarT, sarkisebri arekvliT, davamateba ukve azneqili vanturi sistema da Sesabamisad mas movdebT vertikalurad zemoT mimarTul P Zalebs da Semdeg P Zalis moqmedebas SevcvliT Cazneqili da azneqili vanturi fermis Sesabamisi kvanZebis SemaerTebeli mWimebiT da mWimebze PZalis eqivalenturad moqmedi zambarebiT miviRebT orsartyelian vantur sistemas [93].

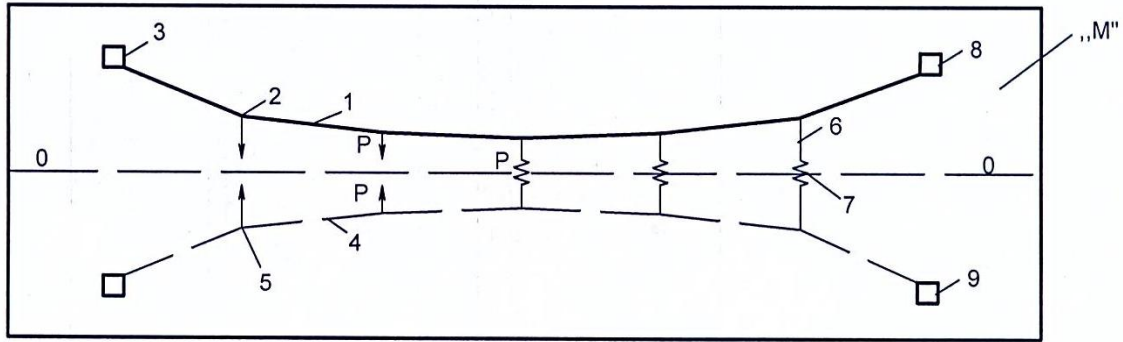


fig. II.12 _ Cazneqili da azneqili sivrciTi fermebis gaWimuli vanturi Reroebi da maTi damZabavi mWimebi, romlebzec P Zalis eqivalenturi momWimavi zambarebia ganTavsebuli

“M” _ vanturi sivrciTi fermis grZivad ganTavsebul vantur Reroze gamyoli vertikaluri sibrtye; 1 – Cazneqili vanturi sivrciTi fermis vanturi Reroebi; 2 – vanturi sivrciTi fermis SemaerTebeli kvanZebi; 3 – Cazneqili vanturi fermis sayrdeni, xisti konturebis ganivkveTi; 4 – azneqili vanturi sivrciTi fermis vanturi Reroebi, romelic aseve, ganTavsdeba “M” sibrtyeze; 5 – azneqili vanturi sivrciTi gumbaTisebri fermis kvanZebi; 6 – Cazneqili da azneqili vanturi kvanZebis SemaerTebeli moqnili, vanturi mWimebi; 7 – P Zalebis eqivalenturi zambarebi, romlebic mowyobilia mWimebze; 8 – azneqili vanturi sivrciTi fermis xisti, ovaluri sayrdeni konturis ganivkveTi.

miRebuli vanturi sistema Sedgeba Cazneqili da azneqili vanturi badeebisagan, romlebic iWimeba mWimebis saSualebiT da am gamWimav Zalebs mTlian sistemaSi iTvisebs zeda da qveda ovaluri konturebis mqone SekumSuli sayrdenebi.

aseTi midgomiT ukve ganxorcielebulia mravali vanturi struqtura miwiszeda nagebobebSi.

aseve, mocemul etapze, didgabaritian kosmosur gasaSlel refleqtorebSi optimalurad unda CaiTvalos moqnili centris gaWimuli struqtura. maTSi aRniSnuli struqturis mixedviT ZiriTadad realizebulia Semdegi sqema (fig. II.13).

aseT sqemebSi struqturis geometriulad ucvelobis pirobas warmoadgens ara misi radianuli an sxva formiT ganlagebuli elementebi, romelTac gaaCniaT didi vertikaluri sixiste, aramed gamSleli rgolis mopirdapire mxareze ganTavsebuli, moqnili vantebisgan Sedgenili, samkuTxa formis ujredabis mqone badeebi, romlebic erTmaneTis mimarT arian Cazneqilebi, rasac afiqsireben zeda da qveda calkeuli vanturi Reroebis SemaerTebel kvanZebis Soris ganTavsebuli, aseve, bagirovani mWimebi.

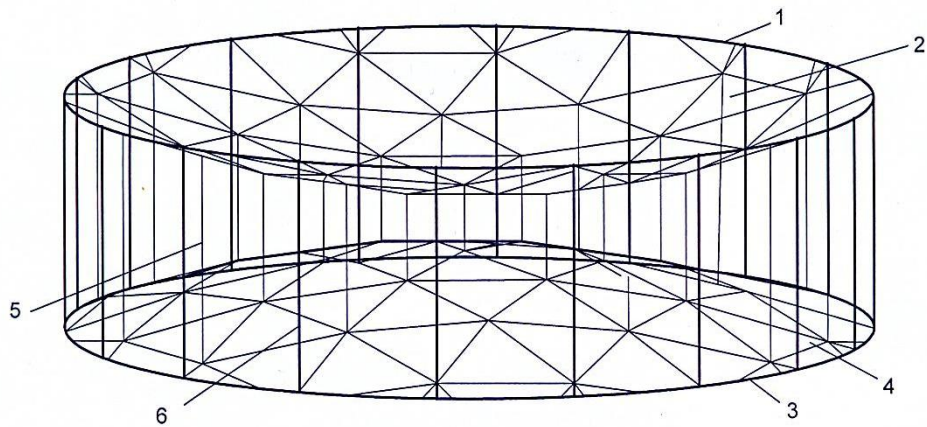


fig. II.13 _ winaswardaZabuli vanturi struqturis ZiriTadi sqema realizebuli gasaSllel kosmosur refleqtorebSi

1 – zeda xisti, kumSva-Runvaze momuSave sayrdeni konturi; 2 – Cazneqili bade; 3 – qveda xisti sayrdeni konturi; 4 – azneqili vanturi bade; 5 – Cazneqili da azneqili vanturi badis Sesabamisi kvanZebis SemaerTebeli drekadi mWimebi; 6 – zeda da qveda xist konturebs Soris ganTavsebuli kumSva-Runvaze momuSave dgarebi.

warmodgenil konstruqciaSi swored bagirovani mWimebis moWimvaa is Zalovani faqtori, romelic Zabavs, fiqsirebuli formis da zomis gamSllel rgolSi Cabmul badeebis. maTi yvela Reros gaWimviT miiRweva struqturis mdgradi formis SenarCuneba.

aRniSnul struqturaSi sxvadasxva saproeqto mocemulobisas, gansakuTrebiT aqtualuria badeebis sqemebis SerCeva. swored amazea damokidebuli badis Semadgeneli yvela vanturi Reroebis gaWimva, gamWimavi Zalvebis sidide da badis aproqsimirebuli diskretuli zedapiris sasurveli parametrebis miRweva. Cazneqili da azneqili badeebi SeiZleba daproeqtdes ZiriTadad sami proeqciuli da geodeziuri xazebis meTodiT.

nebismieri Cazneqili an azneqili ormagi simrudis zedapirze - gumbaTebze, rom avagoT badis qseli proeqciuli meTodiT, amisaTvis gumbaTis sayrdeni konturis sibrtyeSi xdeba samkuTxa ujredebiani badis gamoxazva, ris Semdeg, safokuse wertilidan, brtyeli badis kvanZebis gavliT, ormagi sibrtiyis zedapirisken xdeba sxivebis gavleba. ormagi simrudis zedapiris da sxivebis gadakveTis wertilebi moiniSneba gumbaTze, ris Semdeg maTi SeerTebiT xdeba Cazneqili da azneqili badis konturis miReba. amasTan, badeze datanil kvanZebis Soris SemaerTebeli xazebi – gumbaTis Reroebi, aigeba brtyeli badis Reroebis ganlagebis Sesabamisi sqemiT (fig. II.14).

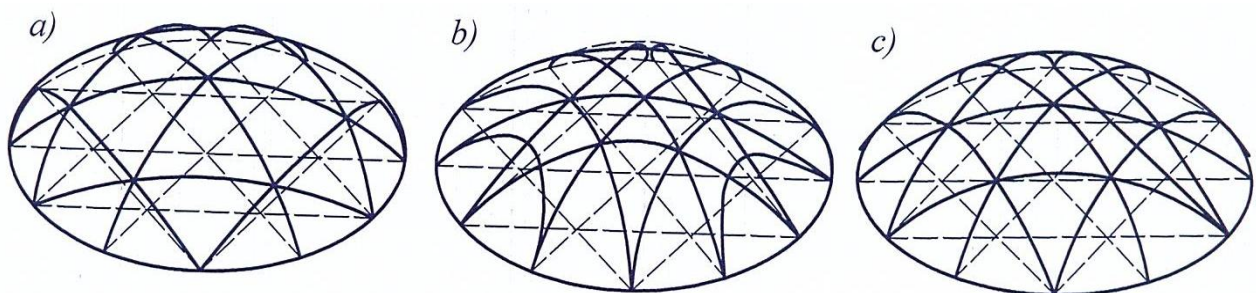


fig. II.14. badisebri gumbaTis geometriis agebis saproeqcio meTodi

a – proeqcia ganxorcielebuli idealizebuli brtyeli badis mxares ganTavsebuli saproeqcio wertilidan; b - proeqcia ganxorcielebuli amozneqili gumbaTis mxares ganTavsebuli saproeqcio wertilidan; c – gumbaTis proeqcia ganxorcielebuli brtyeli idealizebuli badidan gavlebuli paraleluri xazebis gadakveTis moniSvniT ormagi simrudis zedapirze.

rac Seexeba SemTxveva c-s, igi ganxorcielebulia saproeqcio wertilis usasrulo dacilebiT gumbaTis sayrden konturze gamavali sibrtiyis mimarT.

aRsaniSnavia, rom proeqciis meTodi gacilebiT axloa badisebri gumbaTis optimalur gadawyvetasTan, rodesac gumbaTi aris damreci, anu $f < \frac{D}{6}$ – sadac f - aris awevis isari, D - misi sayrdeni konturis diametri.

vanturi, ormagi simrudis badeebis, iseve rogorc zogadad badisebri gumbaTebis proeqtirebisas, gansakuTrebiT efeqturia geodeziuri Rerovani gumbaTebis Seqmna. igi moicavs sferuli da saerTod ormagi simrudis amozneqili da Cazneqili zedapirebis Seqmnas badisagan, romelic Sedgeba kvanZebiT dakavSirebuli geodeziuri xazebis monakveTebisagan. zogadad geodeziuri xazi ewodeba zedapirze ganTavsebul wertilebs Soris umoklesi manZiliT gavlebul wrfes, rkals da xraxnul xazebis, Sesabamisad ganixileba sibrtye, sfero an sxva ormagi simrudis amozneqili an Cazneqili zedapirebi, Tu cilindruli zedapiri.

mocemul SemTxvevaSi ganxilulia geodeziuri xazebi, romliTacagebulia badeebi sferul zedapirebze (fig. II.15).

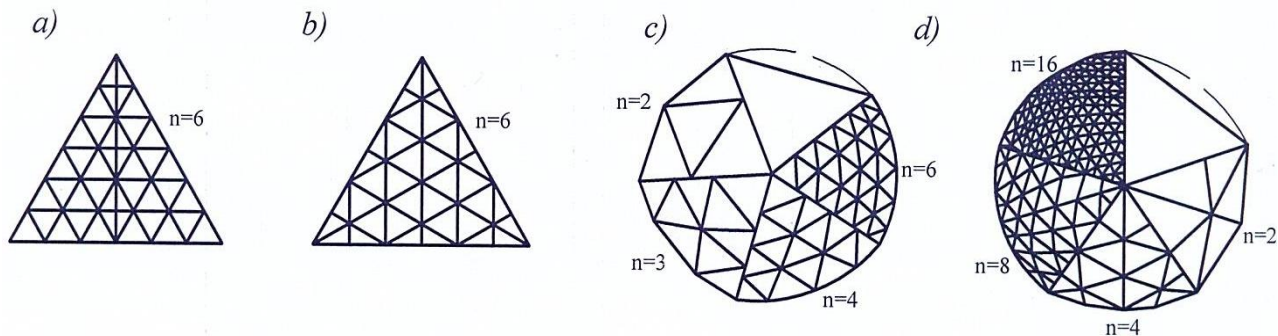


fig. II.15 geodeziurixazebiikosaedriswaxnagbeze

adab – badisdayofaikosaedrisbrtyelwaxnagze; cdad – badisdayofaikosaedris“Seafrul” waxnagze; n - ujredisdayofisraodenobaikosaedriswiboze.

zogadad badis dayofa SeiZleba ganxorcieldes ara marto sferos zedapirze, aramed nebismieri sxva tipis zedapirebze, magaliTad elipsurze (fig. II.16).

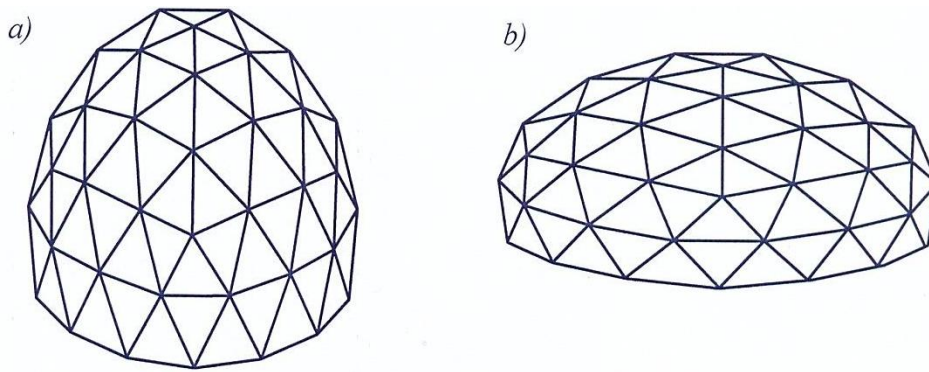


fig. II.16 – eliptikur gumbaTze datanili bade Sedgenili geodeziuri xazebiT

- a _ eliptikuri wagrZelebuli geodeziuri gumbaTi;
- b _ eliptikuri dabrtyelebuli gumbaTi.

yvela SemTxvevaSi, badisebri gumbaTebis sqemebis Seqmnis erTerTi tendenciaa minimaluri raodenobis tipozomebis RerebiT saproeqto ormagi simrudis – azneqili an Cazneqili, zedapiris mqone badeebisa miRweva.

II.3gamSleli Zalovani rgolis Seqmnis ZiriTadi mimarTulebebi

sayrdeni karkasebi, romlebic xorcieldeba gamSleli Zalovani rgoliT, gaSlis kinetikis mxriv SeiZleba iyos dasrulebuli transformaciis an dausrulebeli transformaciis tipis (fig. II.17).

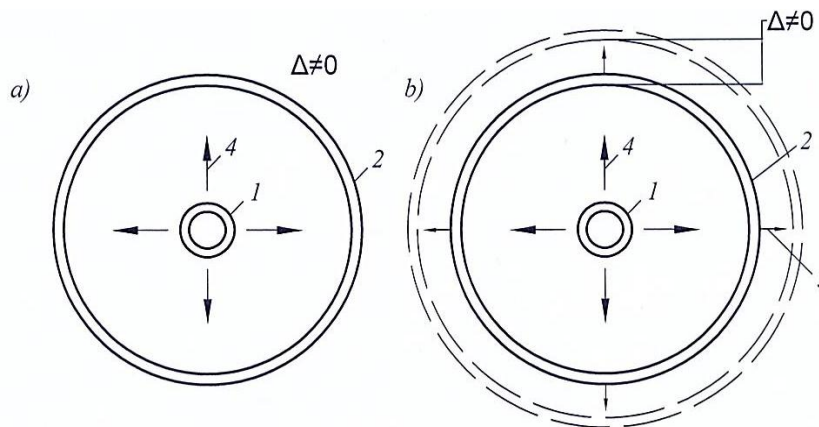


fig. II.17 – dasrulebuli transformaciis da dausrulebeli transformaciis gamSleli Zalovani rgolebi sqematurad gamoxazuli zedxedSi

a – dasrulebuli transformaciis rgoli; b - dausrulebeli transformaciis rgoli; 1 – rgoli dakecil mdgomareobaSi; 2 – rgoli gaSlil mdgomareobaSi; 3 – rgols gaSlili mdgomareobis Semdeg kvlav gaaCnia unari Semdgomi gaSlis Δ sididiT; 4 – transformaciis – rgolis gaSlis mimarTuleba dakecilidan gaSlamde; 5 – gaSlili rgolis Semdgomi SesaZlo transformaciis mimarTuleba.

ismeba kiTxva, ra da ra SemTxvevebSi gamoiyeneba fig. 11.17-ze ganxiluli dasrulebuli transformaciis an dausrulebeli transformaciis rgolebi da rogoria maTi konstruqciuli agebuleba.

Sesabamisad ganvixiloT gamSleli rgoli moqnil, gaWimul centrTan erTad.

pirveli SemTxveva, rodesac Zalovani gamSleli rgoli M dasrulebuli transformaciisaa. mas gaSlis Semdeg aRar gaaCnia unari Semdgomi transformaciisa. bunebrivia, rom aseTi rgolis gamoyenebis SemTxveva gulisxmobs imas, rom moqnil centri moiTxovs mkacrad fiqsirebul sayrden karkas-rgols. misi daZabvaki xorcieldeba TviT moqnil struqturis SigniT arsebuli daWimvis potenciuri resursiT (fig. 11.12).

am mxriv avtoris mier damuSavebulia da realurad gamocdilia dasrulebuli transformaciis mqone rgolebis sxvadasxva konstruqciebi (fig. 11.18).

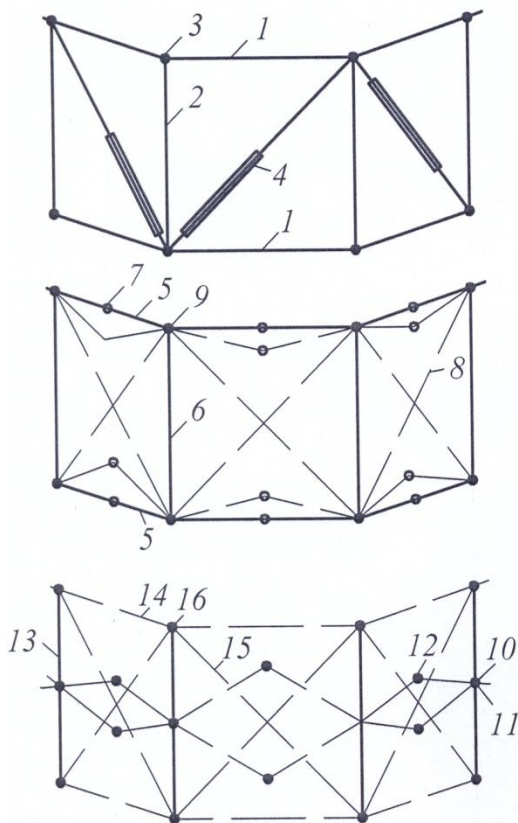


fig. 11.18 – dasrulebuli transformaciis gamSleli rgolis konstruqciuli sqemebi

- a - fermuli struqturis gamSleli rgolis fragmenti;
- b - vantur-Rerovani, CasatexReroebiani gamSleli rgolis fragmenti;
- c - erTriga pantografiani vantur-Rerovani gamSleli rgolis fragmenti;
- 1 – transformirebadi fermis zeda da qveda sartyelebi; 2 – fermis dgarebi; 3 – fermis dgarebis SeerTebis saxsruli kvanZebi; 4 – kvanZebSi Camagrebuli teleskopuri iribnebi; 5 – Casatexi Reroebi gaSlil-gamTlianebul mdgomareobaSi; 6 – Casatexi Rero gaSlamde _ gamTlianebamde; 6 – dgari; 7 – Casatexi Reros, “Catexvis adgilas” ganTavsebuli gamaerTianeбели kvanZi; 8 – vanturi iribnebi; 9 – dgari, mosazRvre “Casatexi Reroebis” da vanturi iribnebis Camagrebuli kvanZi; 10 – wris rkalis formis mqone pantografis Rero; 11 – pantografis Reroebis urTierTgadakveTis cilindruli saxsruli kvanZi; 12 – mosazRvre pantografis Reroebis boloebis Camagrebuli cilindruli saxsruli kvanZi; 13 – dgarebi, romelzec Camagrebulia pantografis ReroebisurTierTgadakveTis cilindruli saxsruli kvanZi; 14 – dgarebs Soris ganTavsebuli zeda da qveda sartyelebis vanturi monakveTebi; 15 – vanturi iribnebi; 16 – dgari boloebzeganTavsebuli kvanZi,romelSic Camagrebulia vanturi iribnebi da vanturi sartyelebis monakveTebi.

warmodgenili sqemidan Cans, rom dasrulebuli transformaciis Zalovani rgolis konstruqciebs, umeteswilad, Tavisi sasruli sigrZis-perimetris zomis fiqsaciisaTvis gaaCniaT sartyelebi, romlebic SeiZleba iyos xisti Reroebi, aseve, vantebi.

am mxriv gansxvavebulia dausrulebeli transformaciis unaris mqone gamSleli Zalovani rgoli, romelTa konstruqciebi, umetes SemTxvevaSi, ganxorciebulia zeda da qveda sartyelebis gareSe (fig. II.19).

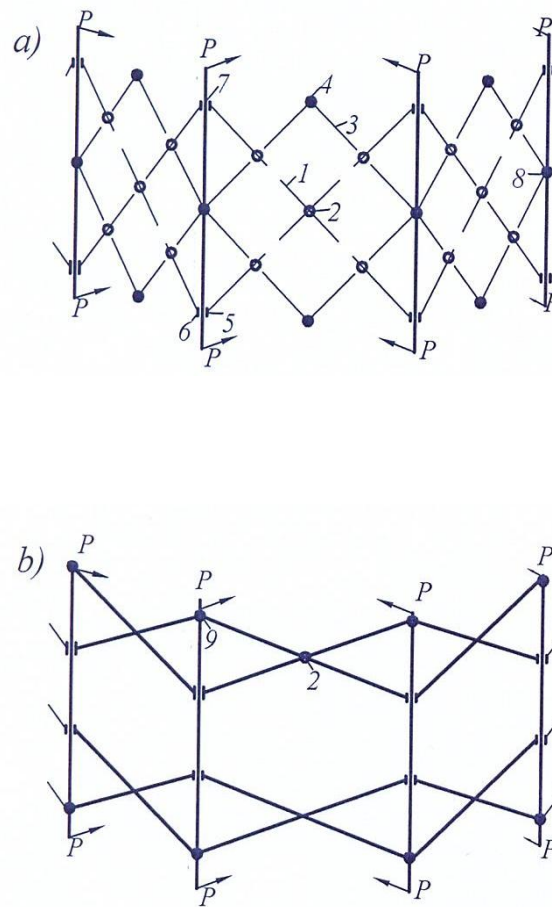


fig. II.19 – dausrulebeli transformaciis gamSleli rgolebis konstruqciuli sqemebi

a - erTriga pantografiuli rgoli gaZlierebuli rombis formis pantografebze saxsrulad Camagrebuli urTierTdakavSirebuli ReroebiT; b - orriga pantografebiani rgoli. 1 – pantografis berketis Rero; 2 – pantografis berketis Reroebis urTierTgadankveTi cilindri saxsari da berketisa da rombis formiT ganTavsebuli Reros, urTierTgadakveTis cilindri saxsari; 3 – rombis formis mixedviT ganTavsebuli Rero; 4 – Reroebis boloebis gamaerTianebeli cilindri saxsari; 5 – berketis bolos cilindri saxsriT srialasTan mierTebis kvanZi; 6 – sriali; 7 – dgari; 8 – ori Reros bolos gamaerTianebeli cilindri saxsri kvanZi mimagrebuli dgarze; 9 – berketis bolos cilindri saxsriT dgarze mierTebis fiqsirebuli kvanZi.

dausrulebeli transformaciis gamSleli Zalovani rgoli, miuxedavad saproeqto sqemis miRwevisa, mainc inarCunebs perimetris zomis momatebis unars. aseT viTarebaSi rgoli agrZebs ra transformaciis process, moqnil centr kvlavac Wimavs masze P Zalis moqmedebiT.

unda aRiniSnos is, rom mocemul SemTxvevaSi sqemebze ar aris datanili maTi gaSlis energouzrunvelyofis konstruqciuli sistemebi – zambarebis, eleqtroamZravebis da Zalovani,

gamSleli bagirebis saxiT, romelTa Sesaxeb informacia da sqemebi adrec iyo ganxiluli da SemdgomSic iqneba ganxiluli.

aqve unda ganimartos isic, rom konstruqciuli RonisZiebebiT SesaZlebelia dasrulebuli transformaciis tipis gamSleli rgolis gadakeTeba dausrulebeli transformaciis rgolad da piriqiT.

dausrulebeli transformaciis unaris mqone rgolis konstruqciis funqciis cvlileba da misi gadakeTeba dasrulebuli transformaciis rgolad SesaZlebelia rgolSi garkveuli konstruqciuli cvlilebebis _ damatebis Sedegad (fig. 11.20).

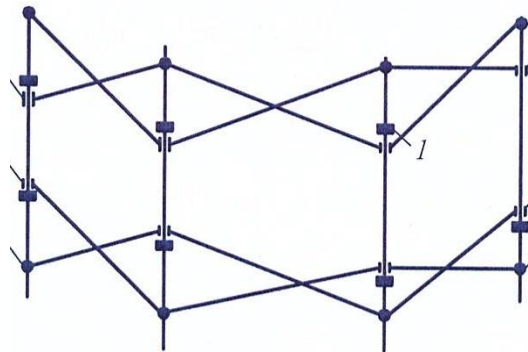


fig. 11.20 _ dausrulebeli transformaciis unaris mqone rgoli gadakeTebuli dasrulebuli transformaciis rgolad

warmodgenil sqemaze funqciuri cvlileba SesaZlebeli gaxda dgarze srialas dgaris boloebisaken Semdgomi gadaadgilebisaTvis SemzRudavi fiqsatorebis 1 mowyobiT. rgolis gaSlis dros sakmarisia pantografis berketis boloSi ganTavsebulma srialam miaRwios fiqsaciis 1 ganTavsebis adgils, rom rgolSi Sewydeba transformaciis procesi.

rac Seexeba dasrulebuli transformaciis gamSleli rgolebis sayrdeni konturebis gardaqmnas dausrulebeli transformaciis unaris mqone rgolebad SesaZlebelia rgolze damatebiTi, egreT wodebuli, sakontaqto zonis zambarebis damatebiT (fig. 11.21).

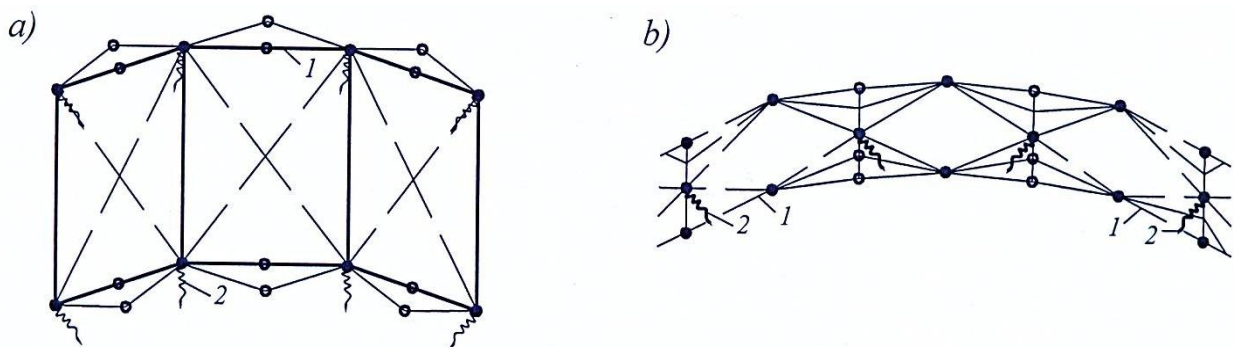


fig. 11.21 _ dausrulebeli transformaciis unaris mqone gamSleli Zalovani rgolis sqemebi miRebuli dasrulebuli transformaciis rgolebze sakontaqto zonis zambarebis damatebiT

a - "Casatex" sartyelebiani vantur-Rerovani struqtura; b - "Casatex" sartyelebiani pantografuli struqtura; 1 - "Casatex" Reroebiani sartyelebis monakveTebi; 2 - sakontaqto zonis zambarebi.

warmodgenil sqemaze dasrulebuli transformaciis rgolebi, romelTac mkacrad fiqsirebuli perimetris zoma aqvT, moqnil centrS Caebmeba ara xisti kvanZiT, aramed drekadi, sigrZe cvalebadi zambarebis saSualebiT. swored zambaris sigrZis drekadi cvalebado bis are warmoadgens im Zalovani faqtoris warmoqmnas, romelic gadaadgilebiT Wimavs moqnil centrS.

dasrulebuli transformaciis rgolis zeda da qveda sartyelebis mocilebiTac, mravali konstruqcia gadaiqceva dausrulebeli transformaciis unaris mqone rgolad (fig. Y₂.22).

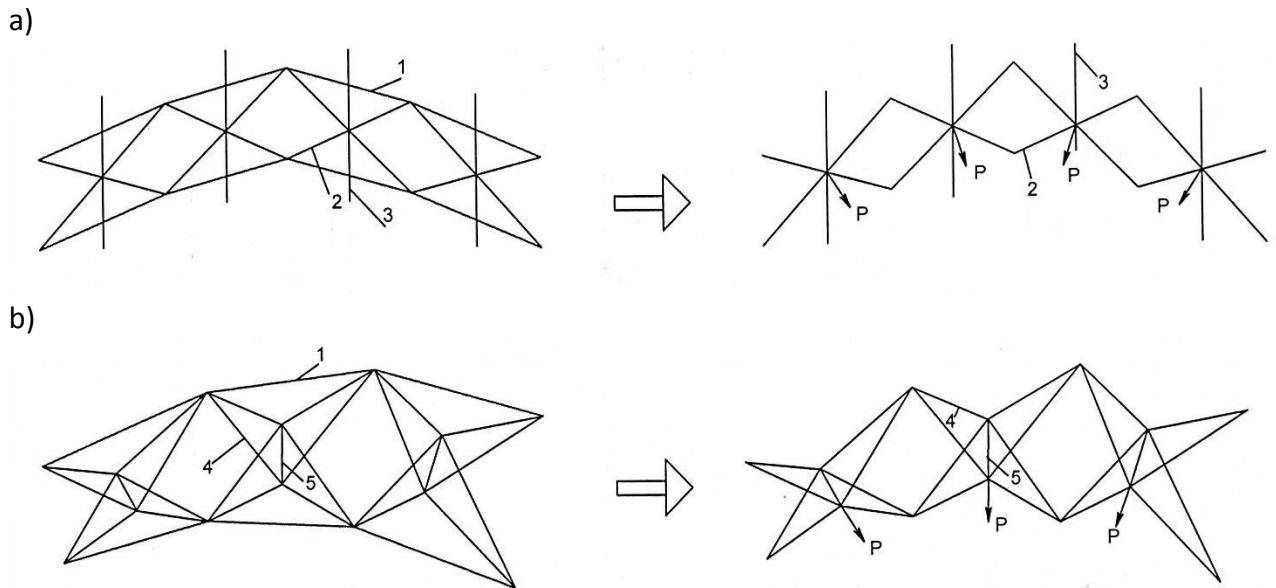


fig. 11.22 – dasrulebuli transformaciis rgolis gardaqmna dausrulebuli transformaciis unaris mqone rgolad zeda da qveda sartyelis mocilebiT

a - pantografuli struqtura; b - sivrciT pantografuli struqtura;
 1 – vanturi srtyelebi; 2 – pantogramebi; 3 – dgarebi; 4 – sivrciT pantografebi; 5 - sivrciT pantografebisurTierTkveTis RerZi.

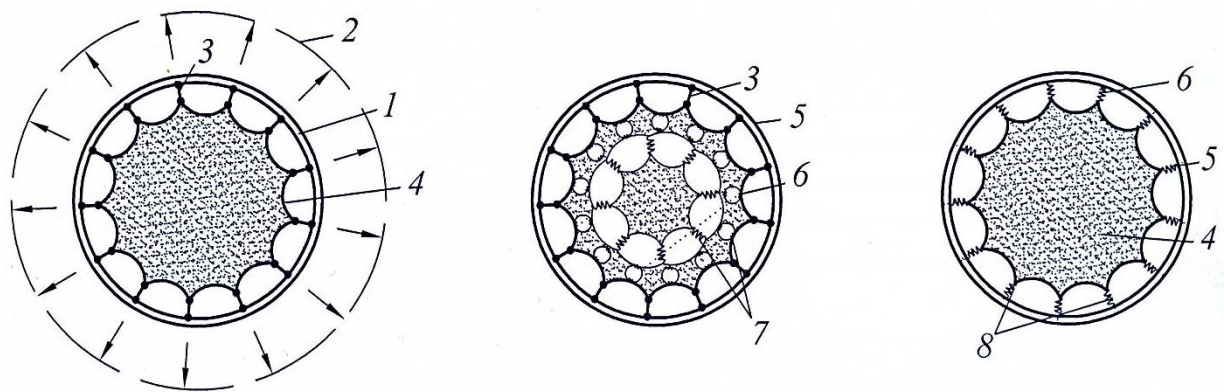
warmodgenili sqemebi mianiSnebs imaze, rom maTze sartyelebis moxsnis Semdeg rgolis konstruqciebi iZenen unars dasrulebuli transformaciidan gardaiqmnan dausrulebeli transformaciis unaris mqone rgolebad. aseT SemTxvevaSi maT SeswevT unari gaagrZelon gaSlis procesi da reaqqiis saxiT warmoqmnan P Zalebi, romlebic Wimavs moqnil centrS.

konceptualurad, gamSleli rgolis da moqnili, gaWimuli, centrS urTierTmoqmedebis SesaZlo sqemebi ganxilulia fig. 11.23–ze.

a)

b)

c)



**fig. II.23 _ konceptualuri sqemebi gamSleli rgolis da moqnili centris
SesaZlo urTierTmoqmedebisa**

a - dausrulebuli transformaciis unaris mqone gamSleli rgolis da uWimvadi moqnili centris urTierTqmedeba xisti sakontaqto zoniT; b - dausrulebuli transformaciis rgolisa da Wimvadi moqnili centris urTierTqmedeba xisti sakontaqto zoniT; c - dausrulebuli transformaciis rgolisa da uWimvadi moqnili centris urTierTqmedeba zambarebiani sakontaqto zoniT.

1 – gamSleli xisti, kumSva-Runvaze momuSave rgoli, Semdgomi transformaciis unariT; 2 – rgolis dausrulebeli transformaciis SesaZlo gadaadgilebis are; 3 – sakontaqto zonis uWimvadi Reroebi-bmebi; 4 – uWimvadi, moqnili centraluri nawili; 5 – Semdgomi transformaciis unaris armqone gamSleli xisti, kumSva-Runvaze momuSave rgoli; 6 – Wimvadi moqnili centri; 7 – Wimvadi centris struqturis Semadgeneli didi deformaciebis mqone elementebi, romlebic uWimvadi centris elementebTan 4 erTad ganapirobeben centris damyolobas; 8 – sakontaqto zona Sedgenili deformirebadi elementebiT-zambarebiT.

ganvixiloT warmodgenili uWimvadi – aradeformirebadi moqnili centris sqema a da mas CavabaT gamSleli rgoli. aseTi centris gaWimva SesaZlebelia mxolod im SemTxvevaSi Tu gamSleli rgoli aris dausrulebeli transformaciis mqone. magaliTad, Tu centri Sedgeba radianuli sqemiT ganlagebuli vertikaluri moqnili furclebisagan. misi gaWimvisaTvis aucilebelia mis boloebSi modebuli iqnas Zala, romelic aRiZvreba rgolis unariT, rom mudmivad gaiSalos.

rac Seexeba sqema b-s aq dausrulebuli transformaciis rgoli, romelic xist sakontaqto zonasTan erTad ganapirobebs centris periferiis ucvlel zomas, warmoadgens fiqsirebuli zomis sayrden karkass. rac Seexeba centris gaWimvas, igi xorcieldeba moqnili centris Sinagani struqturiT iseve, rogorc amas adgili aqvs vanturi sivrciTi fermis sartyelebian, gaWimul sqemaSi, sadac centris moWimvis Zalebis warmomqmnelia mWimebze ganTavsebuli zambarebiT.

mesame sqema - c warmoadgens im SemTxvevas, rodesac rgolis konstruqcia aris dausrulebuli transformaciis da centric aris uWimvadi moqnili struqturis. aseT SemTxvevaSi centris daZabvis mTeli funqcia rgolis gaSlis ReroebTan erTad gadadis zambarebisgan Sedgenil sakontaqto zonaze.

fig. II.23 warmodgenili yvela sqemisaTvis daculia piroba imisa, rom centris periferiis zoma iyos ucvleli. es erT-erTi umTavresi pirobaa zusti geometriis refleqtorebis Seqmnisas. misi struqtura, swored rom, centris zust geometrias ukavSirdeba. gamomdinare aqedan miuRebelia

iseTi rgolur-sayrdeniani transformirebadi konstruqciuli sqemebis Seqmna, rodesac gamSleli rgoli da periferiuli zonac aris dausrulebeli transformaciis da zomatevadi da maTze Cabmulicentric TavisTavad Sedgeba Wimvadi struqturisagan (fig. 11.24).

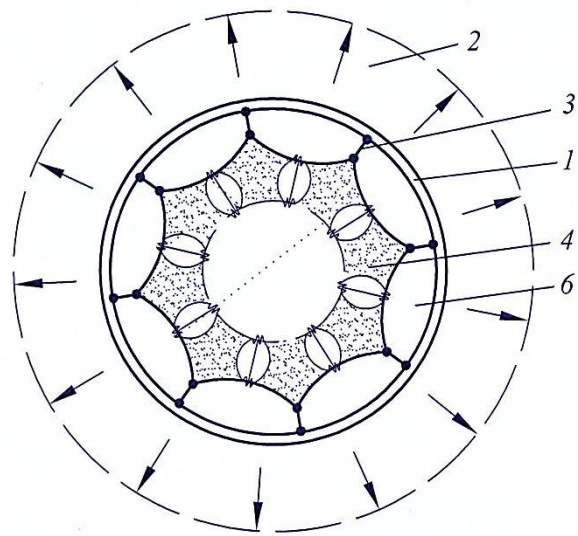


fig. 11.24 – dausrulebeli transformaciis gamSleli Zalovani rgolis da Wimvadi centris urTierTqmedebis sqema

analogiur Sedegs iZleva transformacia dasrulebuli gamSleli rgolis da Wimvadi moqnili centris urTierTqmedebisa, deformirebadi sakontaqto zonis – zambarebis gamoyenebiT (fig. 11.25). aRsaniSnavia, rom fig. 11.24 –ze da fig. 11.25 –ze poziciebi imave mimdevrobiT aris aRniSnuli, rogorc fig. 11.23 –ze.

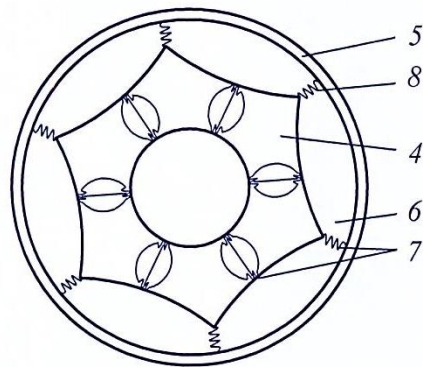


fig. 11.25 – dasrulebuli transformaciis gamSleli Zalovani rgolis da Wimvadi centris urTierTqmedebis sqema deformirebadi sakontaqto zoniT.

sqemebis Seqmnis mizans warmoadgens gamSleli Zalovani rgolis iseTi struqturis Seqmna, romelic uzrunvelyofs rgolis, rogorc cilindrul, aseve wakveTil konusur formas. amasTan, rgoli SeiZleba iyos wriuli an ovalur-elifsuri.

ganvixiloT rgolis struqtura, roca is aris gegmaSi elifsuri moxazulobis (fig. 11.26).

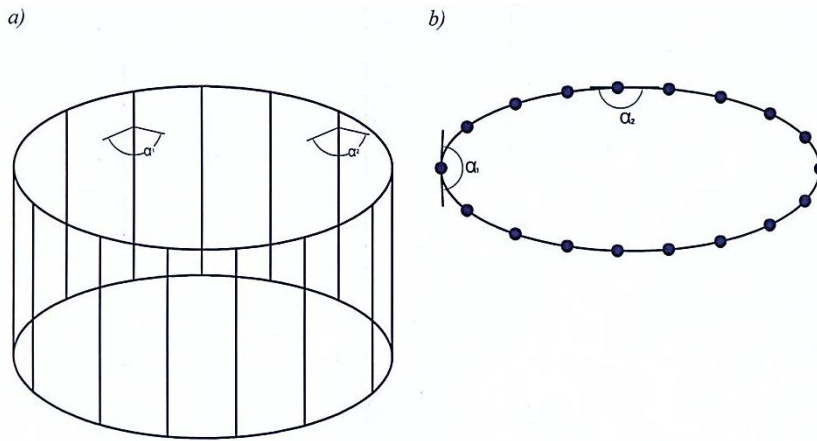


fig. 11.26 – ovaluri rgolis struqtura

a -sivrciT xedi; b- zedxedi.

rogorc naxazze Cans da es martivi warmosadgenia, gamSleli rgolis calkeuli seqcia erTmaneTis mimarT, rgolis sigrZis gayolebaze mierTebulia sxvadasxva kuTxiT $\alpha_1 \neq \alpha_2$. es realoba arTulebs rgolis geometrias. aq gamosavali aris:

- calkeul seqciaSi kvanZebi daproeqt des seqciebis SeerTebis sxvadasxva kuTxiT;
- seqciebi iyos yvela erTi da igive geometriuli parametrebis, oRond seqciebis SemaerTebeli kuTxe iyos cvladi, anu erTmaneTis mimarT SeeZlos seqciebis mobruneba mcire kuTxiT;

aRniSnuli ori pirobidan saboloo variantis SerCeva xdeba teqniki da teqnologiuri gadawyvetebis simartivis pirobis dacviT.

gamSleli rgolis struqturis proeqtirebisas, misi brtyeli elementebiT agebasTan erTad, aseve, unda ganvixiloT struqturis sivrciT elementebis Seqmnis modeli, rac TavisTavad, Tu konstruqciaSi ar moxda garTulebebi, metad did efeqts iZleva.

amisaTvis, ganvixiloT gamSleli rgoli, romelic agebuli iqneba ara brtyeli Sinagani struqturiT, aramed sivrciT Sinagani struqturiT da moxazuloba gegmaSi eqneba elifsuri. aq or SemTxvevasTan gvaqvs saqme:

1. Sinagani sivrciT struqturis sigane ucvelia mTeli rgolis sigrZeze (fig. 11.27).

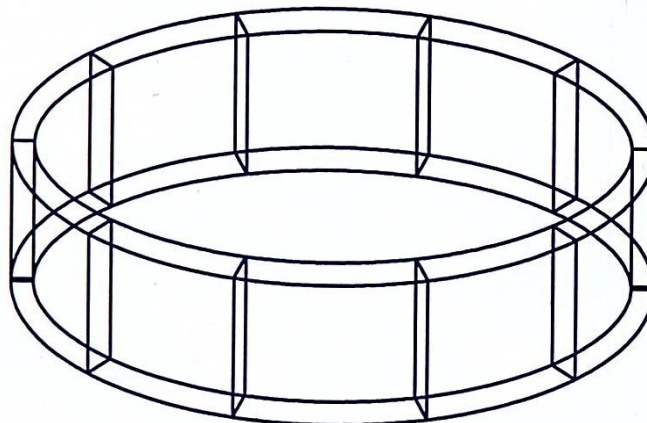


fig. 11.27 – Tanabari siganis elifsuri gamSleli rgolis sivrciT struqtura

2. Sinagani sivrciTi struqturis sigane cvalebadi mTeli rgolis sigrZeze (fig. II.28).

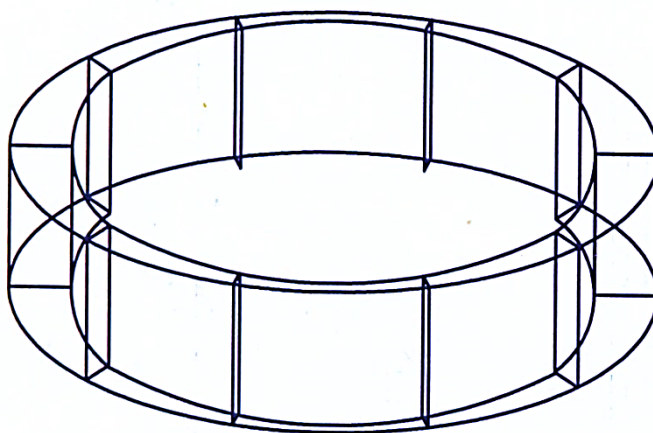


fig. II.28 – cvalebadi siganis elifsuri gamSleli rgolis sivrciTi struqtura

elifsuri rgolebis orive SemTxvevaSi zogadad garTulebulia rgolis Siga struqturis geometria, rac sivrciTi struqturis yoveli elementisaTvis gansxvavebul zomebs da maTi urTierTkavSirebis gansxvavebul kuTxebs moiTxovs. amasTan, transformaciis procesSi SesarCevia is SemTxvevebi, rodesac gamSleli Reroebi urTierTmimarT Tanazomierad iSleba, rac saerTo struqturis gaSlis aucilebeli pirobaa.

rac Seexeba gamSlel rgols, romelsac wakveTili konusis forma aqvs, aq CamoTvliil sirTuleebs emateba kidev erTi sirTulis parametric – rgolis transformaciis procesSi, misi wriuli moxazulobis SemTxvevaSic, seqciebs Soris kvanZebis erTmaneTis mimarT kuTxiT Semobruneba, romelic mTeli transformaciis dros icvleba. ganvixiloT es procesi brtyeli momijnave seqciebisaTvis transformaciis dros (fig. II.29).

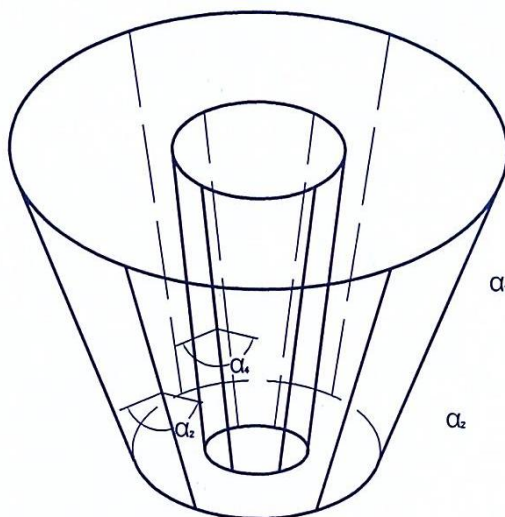


fig. II.29 – seqciebs Soris kuTxis cvalebadoa wakveTili konusis formis gamSleli wriuli rgolis transformaciis SemTxvevaSi

amasTan, konusis rgolis aRniSnuli Tviseba seqciebis gadaSlisas kuTxebs Soris garkveuli TanafardobiT damokidebulebis dacvis arsebobisa, SemdgomSi gamoyenebuli iqna struqturis gaSlis sinqronizaciis damatebiT pirobad.

gamSleli rgolis zogadi Sinagani struqturis geometriuli Tvisebebis gaTvaliswinebiT gadavideT rgolis konkretuli konstruqciuli sqemebis SerCevaze, risi wina pirobebic CamoTvlilia qvemoT.

samive sqemis Sejerebul analizs mivyavarT Semdeg daskvnamde:

- rgolis gaSlis dros misi yoveli seqciis inerciis momenti seqciis sibrtyeSi, unda iyos mzardi da maqsimaluri _ gansakuTrebiT transformaciis bolo etapebisaken;
- gamSlelirgolis Sinagani stuqtura Semadgeneli Reroebisa da kvanZebis mixedviT, unda akmayofilebdes transformaciis procesSi Tavisuflebis erTi saxsrus qonas da fiqsaciis momentidan geometriuli ucvladobis da statikuri cvalebadohis pirobas;
- struqturas ar unda gaaCndes damatebiT bagirebi, romlebic SeiZleba darCes dauWimavi;
- struqtura dakecvus dros ar unda matulobdes satransporto paketis sigrZeSi;
- struqtura unda iyos universaluri, cilindriuli gamSleli rgolisaTvis da wakveTili konusuri rgolisaTvis;
- struqturis kvanZebi unda iZleodnen urTierTmimarT Semobrunebis saSualebas, Tu aseTi pirobis moTxovna aucilebelia.

II.4 transformacia dasrulebuli, gamSlel-rgoliani da daWimuli moqnili centris struqturis mqone, gasaSleli kosmosuri refleqtorebis ZiriTadi funqcionalur-meqanikuri moTxovnebi

ganxiluli moTxovnebi Seexeba 4-25 metri gabaritis mqone kosmosuri gasaSleli refleqtorebis konkretuli gamoyenebis SesaZleblobebis, saTanado gabaritebiT, woniT, geometriuli sizustiT, mis mdgrad da gansazRvruli orientaciiT mierTebas kosmosur aparatTan. aseve simtkicis, mdgradobis, rxevebis sixSiris diapazonis da sxva parametrebis dacvis pirobebs statikuri, dinamikuri datvirTvebisgan da temperaturuli zemoqmedebidan.

umTavresi moTxovna, romelic waeyena ganxilul ofsetur gasaSlel kosmosur refleqtors aris is, rom refleqtoris aperturis garkveul gabaritebSi misi saeqsploatacio Tvisebebi unda akmayofilebdes refleqtoris muSaobas Ka diapazonis eleqtromagnitur talRaze.

es moTxovna gansakuTrebuli pirobebis dakmayofilebas moiTxovs TviT ekranis mxriv da ekranis geometriuli parametrebis sizustis mxriv.

ganxiluli da sxva faqtorebis dakmayofilebisaTvis, gasaSlil kosmosur refleqtors unda gaaCndes sxvadasxva funqcionalur-meqanikuri moTxovnebis dakmayofilebisaTvis Semdegi ZiriTadi Tvisebebi:

1. gasaSleli, ofseturi kosmosuri refleqtoris masa unda iyos minimizirebuli.

Cvens mier Catarebuli kvlevebis Sedegad Seqmnili refleqtoris masis maxasiaTeblesi Seadgens:

- konsoluri, CasatexReroebiani refleqtorisTvis – 4 m-dan 25 metramde aperturis gabaritebiT dayvanili masa 1 m^2 daaxloebiT, Sesabamisad Seadgens $0,557\text{ kg/m}^2 \div 0,224\text{ kg/m}^2$.

- ormagi pantografebiani refleqtorisTvis – 2 m-dan 25 m-mde aperturis gabaritebiT dayvanili masa 1 m^2 daaxloebiT, Sesabamisad, Seadgens $0,51\text{ kg/m}^2 \div 0,366\text{ kg/m}^2$.

rogorc araerTgzis aRiniSna, swrafva refleqtoris masis Semcirebisa umniSvnelovanesi amocanaa, rac kidev ufro Zlierdeba ofseturi refleqtorebis SemTxvevaSi, romlebic kosmosur aparatTan gverdidan arian mimagrebulni. aseT viTarebaSi refleqtoris masis mcire zrda iwvevs mastabilizebeli momentis zrdis aucileblobas kosmosur aparatze. sxva mraval faqtorTan erTad, gazrdili masis mqone refleqtorebis gatana orbitaze kosmosuri aparatiT, aseve, gazrdil finansur saxsrebTan aris dakavSirebuli, rac mTlianad kosmosuri programis xarjebis zrdas iwvevs.

2. refleqtoris dakecili satransporto paketis geometriuli formis da gabaritebis pirobebis sruli dakmayofileba.

moTxovnis mixedviT, miRweulia satransporto paketis cilindruli formis Semdegi zRvruli gabaritebi:

- konusur, CatexilReroebiani refleqtorebisaTvis, romelTa gaSlil mdgomareobaSi maqsimaluri gabaritebi icvleba 4m-dan 25m-mde, paketis simaRle Sesabamisad Seadgens $1,0 \div 4\text{ m-s.}$, cilindris diametri ki Sesabamisad icvleba $50 \div 80\text{ sm-is}$ diapazonSi.

- ormag pantografiani refleqtorebisaTvis, romelTa gaSlili mdgomareobis maqsimaluri gabaritebi icvleba 4m-dan 25m-mde, paketis simaRle Sesabamisad Seadgens $0,9 \div 3,8\text{ m-s.}$ cilindris diametriki Sesabamisad icvleba $40 \div 80\text{ sm-is}$ diapazonSi.

3. refleqtoris amrekli zedapiris – ekranis formis maRali geometriuli sizuste.

sizustis parametrebis maqsimaluri moTxovna, gansakuTrebiT 4-8-12 metri aperturis gabaritebis refleqtorebisaTvis unda Seesabamebodes eleqtromagnituri talRebis Ka diapazonis moTxovnas, romelic ekranis maqsimalur gadaxras uSvebs $M0,1\text{ mm} \div 0,25\text{ mm}$ -is farglebSi.

amasTan, ekranis aproqsimirebuli zedapiri dayofilia brtyeli samkuTxedebiT Semofargluli sibrtyeebiT. samkuTxedis gverdis maqsimaluri zoma ganisazRvrebis formulit $\alpha = \sqrt{\lambda \cdot F}$, sadac:

α – aris samkuTxedis gverdis sidide; λ – aris eleqtromagnituri talRis sigrZe, xolo F - amrekli ekranis fokusuri manZili.

aseTi moTxovniT Tu ganvixilavT kvlevebis Sedegad miRebul refleqtorebs, maSin eleqtromagnituri talRebis Ka diapazonisaTvisM4÷8÷ 12 metris gabaritebis mqone refleqtorebSi aproqsimirebuli ekranis TiToeuli brtyeli elementis gverdis maqsimaluri zoma a daaxloebiT, Sesabamisad icvleba 14-20-27 sm-s farglebSi.

ufro didi zomis refleqtorebSi, romelTa aperturis maqsimaluri zomebia 15-20-25 metri, sadac aris moTxovna, rom maT imuSaon eleqtromagnituri talRebis $K; K_U; X$ diapazonSi, maproqsimirebeli sibrtyeebiT, samkuTxedebis gverdis maqsimaluri zoma a daaxloebiT, Sesabamisad icvleba 32-49-61 sm-s farglebSi.

4. amrekli zedapiris – ekranis arekvlis maRali xarisxi.

es parametric sxvadasxva kombinirebul – qimiur da fizikur parametrebze aris damokidebuli, romlebic TviT ekrans unda axasiaTebdes. amasTan, mniSvnelovania, rom Tu ekrani aris metalis ZafiT naqsovi, trikotaJis qsovilis simWidrove unda iyos minimaluri sididis, romlis dasaSvebi sidide damokidebulia badis mier areklili eleqtromagnituri talRis sigrZeze da kontakti qsovilis Zafebs Soris maqsimaluri saimedobis, rac nawilobriv miiRweva badis Tanabari, xarisxiani da saTanado gaWimviTac.

badis gaWimvis Zalis intensiobam grZiv metrze unda Seadginos minimum 75-150 gr/m. badis Tvisebebidan gamomdinare gaWimulobam SeiZleba, aseve, Seadginos 150-250 gr/metrze. amasTan, badis zedapiris calkeul Semadgenel sibrtyeze minimumamde unda iyos Semcirebuli “leibis” efeqti.

bades mTlianad unda axasiaTebdes intermodulaciis uaRresad dabali done.

5. konstruqciis calkeuli elementebis, fragmentebisa da mTlianad refleqtoris sakuTari rxevis sixSire unda iyos dawesebuli zRvruli sixSiris toli.

6. refleqtoris konstruqciam unda uzrunvelyos, garkveuli dawesebuli periodis ganmavlobaSi dakecili paketis saxiT Senaxvisa da transportirebis dros, gaSlis etapze, formis fiqsaciisas da gaSlil-funqcionalur mdgomareobaSi, saimedo parametrebis SenarCuneba da saproeqto saeqsploatacio monacemebis dasaSveb zRvrebSi dakmayofileba.

7. refleqtoris sruli Rirebuleba unda iyos minimizebuli.

aRniSnuli ZiriTadi moTxovnebis dakmayofileba damokidebulia refleqtoris mimarT wayenebul damatebiT moTxovnebze, romlebic aseve, nawilobriv Semdegi sakiTxebiT ganisazRvrebis:

reflektoris konstrukcia, misi calkeuli fragmentebi, detalebi, kvanZebi da elementebi maqsimalurad unda akmayofilebdes teqnologiur moTxovnebs, romlebic mdgomareobs maT unifikaciaSi, tipizaciaSi, universalizaciaSi, damzadebisa da montaJis siadvileSi.

konstrukciis Sesaqmnelad gamoyenebuli masalebi unda iyos industriuli da maTi uzrunvelyofa maqsimalurad unda xdebodes teqnologiuri namzadis, naxevarfabrikatebis da standartuli nakeTobebis saxiT.

mTlianobaSi konstrukcia unda akmayofilebdes teqnologiurobis pirobebs, rac zemoT CamoTvilitan erTad, aseve, gulisxmobs konstrukciis Seqmnis yvela etapze da eqspluataciis pirobebSi misi makompleqtebeli elementebis Secvlis SesaZleblobebs.

8. kosmosuri reflektorebisaTvis gansakuTrebiT mniSvnelovania misi Semadgeneli elementebis mcire deformaciuloba didi da cvladi temperaturis pirobebSi.

aseTi Tviseba reflektoris elementebisa ganapirobebs misi geometriuli parametrebis SenarCunebas kosmosur garemoSi, mocemul SemTxvevaSi $-180^{\circ}\text{C} \div +180^{\circ}\text{C}$ Soris.

amasTan, ar gamoiricxeba Tburi deformaciebis Semcireba konstrukciuli gadawyvetebiT, specialuri dempferebis da grZiv elementebSi sigrZis cvalebadobis zambaruli an sxva tipis kompensatorebis gamoyenebiT.

9. gansakuTrebiT sapasuxismgebloa kosmosur aparatTan reflektoris mimagrebis konstrukcia.

interfeisis konstrukciam unda uzrunvelyos, saTanado simtkiciT da mdgomareobiT, reflektoris myari da zusti kavSiri kosmosur aparatTan – gansakuTrebiT misi gaSlis da, rac umTavresia, eqspluataciis pirobebSi.

interfeisis konstrukcia, sxva sistemebTan erTad, aris aseveumTavresi garantori konstrukcia, kosmosur aparate kosmosuri reflektoris zusti orientaciisa sivrceSi – kosmosur aparate an mis gareT ganTavsebuli fokaluri konteineris mimarT, sadac Camagrebulia mimReb-gadamcemi mowyobiloba – damsxivebeli da sadac iwyeba talRuri traqtis (волновойтракт) konstrukcia, romelTa erTianoba kosmosur reflektorTan warmoadgens kosmosur, maxvilmimarTuli reflektoruli antenis ZiriTad elementebs.

10. didi zomis kosmosuri reflektorebi aris gasaSleli sistema.

aRniSnuli konstrukciebis satransporto paketi dakecil mdgomareobaSia, romlis gaSlis – formis transformaciis, Sedegad miiRweva didi zomis gasaSleli kosmosuri reflektoris saeqspluatacio gabaritebi.

amdenad, metad mniSvnelovania da sapasuxismgebloa gaSlisa da formis fiqsaciis procesi, romelic aseve, gulisxmobs mTeli transformaciis procesis ganuwyvetliv marTvas da kontrols.

gaSlis procesis saimedooba didad aris dakavSirebuli konstruqciaSi “zacepkebis” Tavidan acilebaSi, romelTa Sansi izrdeba maSin, rodesac gaSlis procesSi erTdroulad gverdigverd xdeba xisti Reroebis da maTTan dakavSirebuli moqnili Zafebis an vantebis mier gaxsnis procesis uzrunvelyofa.

amdenad, gasaSllel refleqtorebSi aucilebelia damatebiTi konstruqciuli RonisZiebebis Catareba xisti Reroebisa da moqnili Zafebis da vantebis mier “zacepkebis” garantirebuli warmouqmnelobis misaRwevad.

11. refleqtoris zedapiris sizustis saboloo koreqciis teqniki da teqnologiuri saSualebebis da dedamiwaze gamocdebis sruli ciklis Catarebis SesaZleblobis arseboba.

12. kosmosur sivrceSi kosmosur aparatTan eleqtrostatikuri ganmuxtvis sruli gamoricxva miuxedavad imisa, rom konstruqcia ZiriTadad naxSirplastikatebiT mzaddeba.

13. refleqtoris gaSlis drois SerCeva da realizeba iseT farglebSi, romelic gamoricxavs kosmosuri kompleqsis destabilizacias, gansakuTrebiT konstruqciis gaxsnis saboloo etapze dinamikuri, dartyimiTi Zalebis warmoSobiT.

14. refleqtoris dedamiwis pirobebSi testirebisas, ekranis sizustis geometriuli parametrebis saboloo koreqciis teqniki da teqnologiuri saSualebebis arseboba.

15. refleqtoris Tanmxlebi meqanizebis mcire energotevadoba.

16. refleqtoris konstruqciuli masalebisa da konstruqciis xangamZleoba, gansakuTrebiT meqanizmebis mosriale zedapirebis gaTvaliswinebiT.

17. refleqtoris gaSlis procesSi, mTlianad sistemaSi da dempferul meqanizmebSi aRZruli reaqsiebis tolqmedi unda iyos nulis toli – Zalebis moqmedebis da reaqsiebis aRZvris mxriv, sruli wonasworoba unda iqmnebodes.

18. refleqtoris konstruqcia, aperturis maqsimaluri gabaritis mixedviT 4 m-dan 25 m-mde unda akmayofilebdes masStaburobis da aseve, misi calkeuli elementebis da fragmentebis modulirebis prinsips.

19. refleqtoris konstruqciis daZabul-deformirebuli suraTi unda akmayofilebdes:

- simtkicis pirobas;
- sixistis pirobas;
- adgilobrivi da saerTo mdgomareobis pirobas;
- rxevebis zRvruli sixSireebis dacvas.

rac mTlianobaSi uzrunvelyofs refleqtoris konstruqciis mzidunarianobas.

20. reflektoris konstrukcia calkeuli elementebis, fragmentebis da mTlianad konstrukciis sakuTari rxevis sixSire unda gamoricxavdes rezonansul momentebis.

rogorc aRiniSna, Catarebuli samuSaoebis mixedviT, gamoikveTa reflektoruli konstrukciebi gansakuTrebuli, wriuli sayrdeni konturiT da moqnili centraluri nawiliT.

amasTan, niSandoblivia is, rom SemoTavazebul variantebSi SerCeuli sayrdeni struqtura, gansakuTreb iT ki CasatexReroebiani konusuri rgolis SemTxvevaSi, ZiriTadad muSaobs gaWimva-kumSvaze, rac misi optimaluri proeqtirebis erT-erTi winapirobaa.

aseve, dazustda teqniki moTxovnebi reflektoris Semadgeneli calkeuli blokis mimarT:

1. upirvelesi moTxovna ovaluri formis sayrdeni konturisaTvis aris is, rom dakecili paketidan srul gaSlamde ar icvlebodes centris moqnili winaswardaWimuli nawilis konturis ganapira zeda da qveda kvanZebs Soris manZili.

2. ovaluri sayrdeni konturis zeda da qveda Camagrebis kvanZebi, romlebic magrdebian centris moqnili nawilis periferiul kvanZebSi, ganlagebuli unda iyvnen, reflektoris moqnili centris mimarT ganTavsebul vertikalur sibrtyeSi.

3. ovaluri – wriuli an elifsuri moxazulobis sayrdeni konturis Zalovani struqtura, gaSlis mTel etapze, sawyisi poziciidan transformaciis bolomde, uzrunvelyofs sayrdeni konturis – rgolis calkeuli blokebis ganivkveTis inerciis momentis zrdas.

4. sayrden rgols, gaSlis bolo etapze, unda gaaCndes gaSlili formis fiqsaciis saSualeba. misi gadaadgileba, rgolis diametris Semdgomi matebiT an klebiT, ar unda iyos SesaZlebeli.

5. sayrden rgolSi maqsimaluri mcdeloba unda iyos imisaTvis, rom minimumamde iqnas dayvanili mosriale zedapirebi, xolo iq, sadac maTi arseboba aucilebelia, srialis xaxuni unda Seicvalos gorvis xaxuniT.

6. sayrdeni rgolis mezobel zeda da aseve, qveda kvanZebs Soris manZili unda Seesabamebodes centraluri moqnili sistemis 2 an 3, maqsimum 4 periferiuli kvanZebis urTierTganlagebis jamur sigrZes. es aucilebelia sayrdeni rgolis da centris iseTi urTierTkavSiris – sakontaqto zonis Sesaqmnelad, romelic centralur nawilSi gamoricxavs ReroebSi kumSvis warmoSobas.

7. sayrdeni rgolis simarLe unda SeirCes im pirobebiT, rom igi ar aRematebodes centris zeda da qveda badeebis awevis isrebis jams. damatebuli maT Soris arsebuli teqnologiuri manZili 20-35 sm.

8. sayrdeni rgolis gaSla unda ganxorcieldes eleqtroZravebiT da bagirebiT an zambarebiT.

9. sayrdeni rgolis gaSla unda xorcieldebodes sinqronulad, xolo gaSlis procesi da dro unda regulirdebodes, Tundac dampferebis gamoyenebiT.

10. sayrdeni rgolis xisti elementebis SerCeva unda ganxorcieldes maTi grZivi Runvis koeficientis – an Sesabamisad λ gaTvaliswinebiT ise, rom λ unda iyos 250 maqsimum 300-is toli.

11. gamSleli Zalovani rgolis zeda da qveda kvanZebis, romlebSic aseve, magrdeba gaWimuli moqnili centris periferiuli nawilis kvanZebi, unda gaaCndeT Camagrebis simaRlis maregulirebeli mowyobiloba.

12. gamSleli Zalovani rgolis zeda da qveda kvanZebi, rogorc orpantografian sistemaSi, aseve, da gansakuTrebiT ki konusur sistemaSi, unda akmayofilebdnen maTSi Semavali Reroebis urTierTsemobrunebis SesaZleblobas, rogorc vertikalur, aseve horizontalur sibrtyeSi.

aseTi gadawyveta, orpantografian sistemaSi, nakarnaxevia misi elifsuri formis dros, kvanZis gadawyvetis unifikaciiT, xolo konusur sistemaSi unifikaciis moTxovnas emateba arsobrivi moTxovna kvanZSi Semavali Reroebis mimarT vertikalur da horizontalur sibrtyeSi brunvisa.

qseluri bade.

refleqtoris centraluri nawili, rogorc adre aRiniSna, Sedgeba qseluri badeebisagan da maTi kvanZebis, damWimavi, SemaerTebeli mWimebisagan. rogorc badeebi, aseve, mWimebi moqnili Reroebisagan – vantebisagan aris Sesrulebuli.

rogorc aRiniSna, refleqtorsSi gamoiyeneba ori, sapirispiro niSniT Cazneqili da azneqili qseluri badeebi, romlebic warmoadgenen samkuTxa formis ujrebad dayofil, kvanZebSi gaerTianebul, moqnili vantebis erTobliobas. es badeebi, Tavisi periferiuli nawiliT, magrdebian gamSleli rgolis zeda da qveda kvanZebSi.

Sesabamisad, zeda kvanZebSi magrdeba zeda qseluri badis periferiuli boloebi, xolo gamSleli Zalovani rgolis qveda kvanZebSi magrdeba qveda qseluri badis periferiuli boloebi.

aseTi saxiT, zeda da qveda badeebi, erTmaneTis mxares arian Cazneqilebi, rac miiRweva maTi Sesabamisi kvanZebis mWimebis SeerTebiT da maTi winaswari moWimviT.

1. zeda da Sesabamisad qveda badis samkuTxa formis struqtura SeiZleba miRweul iqnas badis agebis mravali meTodiT.

Cvens SemTxvevaSi, ZiriTadad gamoiyenebT badeebis samkuTxa struqturis Seqmnis or meTods – a) samkuTxa formis ujredebis sibrtyeze proeqcias da Semdgom, vertikalurad kvanZis gadatanas ormagi simrudis zedapirze; b) ormagi simrudis zedapirze kvazi geodeziuri meTodiT badis samkuTxa struqturis agebis meTods.

im SemTxvevaSi Tu rgolis kvanZebis ganlageba da, aseve, badis periferiuli kvanZebis ganlageba daaxloebiT erTidaigive suraTs qmnis, SesaZlebelia pirveli meTodis – badis paralelur sibrtyeze proeqtirebis da Semdgom maTi ormagi simrudis zedapirze gadatanis meTodis gamoyeneba.

am meTodiS gamoyeneba winaswari, miaxloebuli monacemebiT, aseve, umjobesi Cans im SemTxvevaSi, rodesac gasaSleli Zalovani rgolis konusurobis gamo, badis kvanZebis makavSirebeli mWimebi ara urTierTparalelurad, aramed erTmaneTis mimarT daxrilad arian ganlagebuli ise, rom maTi gagrZeleba daaxloebiT erT wertilSi qveda badis miRma iyris Tavs.

yvela sxva SemTxvevaSi umjobesia badis samkuTxa struqturis proeqtireba meore meTodiS gamoyenebiT – ormagi simrudis kvazi geodeziuri meTodiT badis samkuTxa struqturis ageba.

2. rig SemTxvevaSi, badis periferiul kvanZebSa da gamSleli Zalovani rgolis kvanZebS Soris, ewyoba “sakontaqto zona”, romelic warmoadgens rgolis kvanZebis da badis periferiuli kvanZebis makavSirebel vanturi Reroebis sxvadasxva sqemiT Sesrulebul konstruqcias ise, rom maqsimalurad iqnes miRweuli vantebSi gaWimva.

3. aseve, rig SemTxvevaSi, sayrdeni rgolis simaRlis Semcirebis mizniT, Tu zeda badis Cawevis isari aris f_1 da igi Seesabameba reflektoris ekranis arekvlis Sesabamis fokusur manZils, qveda badis Cawevis isari aiReba orjer naklebi, anu $f_2 = \frac{f_1}{2}$.

4. yvela SemTxvevaSi, badeebis ageba samkuTxa formiT ganTavsebuli vantebiT da kvanZebSi urTierTdakavSirebuli vanturi ReroebiT, Tu miRweuli iqna maTi sruli daWimva, iZleva imis garantias, rom Seiqmneba Rerovani gumbaTi, romelsac aqvs uc vleli da fiqsirebuli geometriuli forma.

5. qseluri zeda da qveda badis SemaerTebel mWimad, aseve, aiReba moqnili Reroebi – vantebi. maTi muSaoba gaTvaliswinebulia mxolod da mxolod gaWimvaze. aRniSnuli mWimebi warmoadgenen zeda da qveda qseluri badis damWimav elementebS. es xorcieldeba mWimebis daWimvis xarjze.

imisda mixedviT cilindruli gamSleli Zalovani rgoli gvaqvs Tu konusuri, analizurad dgindeba, rogori Tanafardoba unda iyos mWimebSi aRZrul gamWimav Zalebs Soris.

mWimebSi sasurveli Zalis sidide miiRweva maTSi specialuri tarirebuli zambarebis CadgmiT, romlebic, aseve, asruleben sigrZis kompensatorebis rols, raTa ar moxdes daWimul moqnil sistemaSi calkeuli mWimebis moSveba.

6. mWimebSi unda SeirCes iseTi sididis damWimavi Zalebi, rom amreklis mxares ganTavsebul qseluri badis moqnil elementebSi gamWimavi Zalebi meti iyos, vidre maTi kumSvis faqtori.

7. qseluri badis moqnili Reroebis urTierTgadakveTis kvanZebi unda dakonstruirdes ise, rom ar qondes adgili kvanZebis sisqis momatebas, rac iwvevs ekranis geometriuli parametrebis uzustobas.

8. metad mniSvnelovania qseluri badis agebis teqnologia. aq wina planze, ganixileba ori meTodi:

a) sruli sivrciTⁱ stapeluri awyobis meTodi, romelic gulisxmob^s qseluri badis saboloo sivrciTⁱ koordinatebis mixedviT, stapelis agebis Semdeg badis Seqmnas.

b) sivrciTⁱ qseluri badeebis brtyel stapelze awyobis meTodi.

am ori meTodidan, sivrciTⁱ qseluri badeebis meTodi, erTi SexedviT, gacilebiT Seesabameba agebuli qseluri badis daZabul-deformirebul suraTs (fig. 11.30).

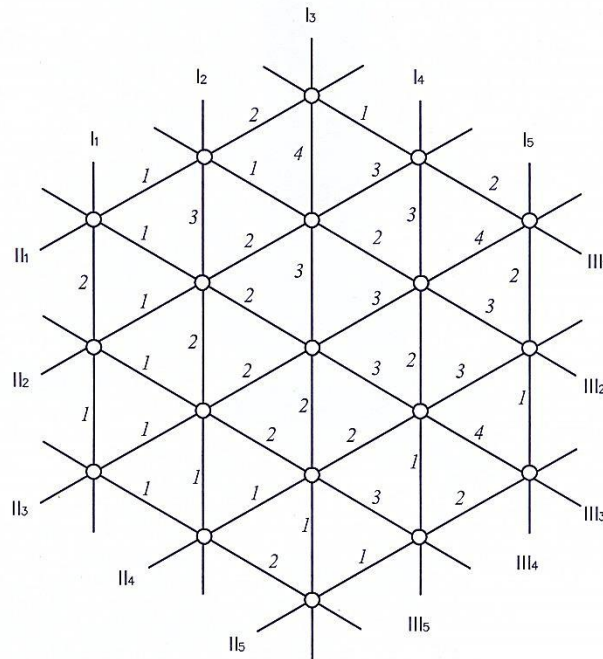


fig. 11.30 – samkuTxa ujredbiani formis qseluri bade, romelsac gegmaSi aqvs naxazze warmodgenili saxe

misi agebis ori xerxia ganxiluli Cvens mier (fig. 11.31).

a)

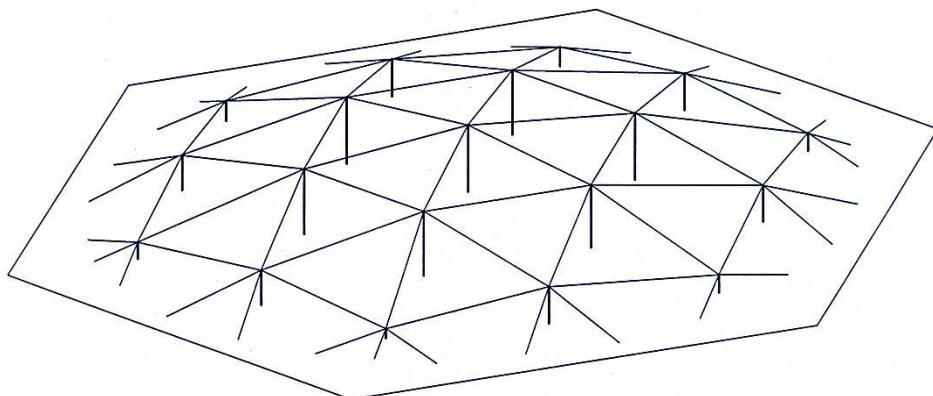


fig. II.31 – sivrcti stapeluri meTodi

b) brtyel stapelze awyobis meTodi (fig. V₂.32)

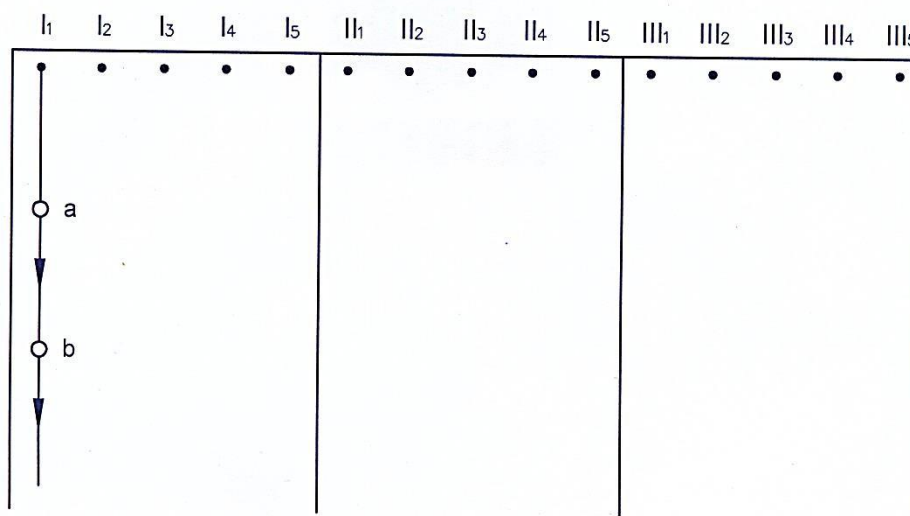


fig. II.32 – sqematuri ganmarteba bagiris daZabvisa

vantebis Sesabamisi ZalebiT daWimvisa da kvanZebis moniSvnis Semdeg, stapelis gareSe xdeba Sesabamis kvanZebSi vantebis gaerTianeba, rac saboloo jamSi iZleva qseluri badis suraTs, romlis geometriuli parametrebi SerCeulia daZabul-deformirebuli suraTiT.

9. qseluri badebis SemaerTebel mWimebSi, moWimvam unda uzrunvelyos qseluri badis iseTi ZalviT gaWimva, rom Sesabamisma Rerom garantirebulad, aseve, gaWimos amrekli bade, saTanado farTis mixedviT.

$$\text{anu } F_{\text{winaswari daWimva}} = F_{\text{Zalis gaWimva}} + F_{\text{narCeni daWimuloba}}$$

aseTi pirobiT aucilebelia mWimebSi Zalvebis SerCevisas, saTanado qselur badeSi, warmoSobili Zalvebi gadamowmdes.

winaswari monacemebiT refleqtorebSi, romelTa aperturis gabaritebi aris 4-8-12 m, mWimebis daWimva xdeba Sesabamisad, daaxloebiT 200-150-120 gramebiT. xolo ufro didi gabaritebis SemTxvevaSi, 12-25 m., mWimebSi gamWimavi Zala, Sesabamisad Seadgens 120-75 da SeiZleba 35 gramsac.

aseTi Tanafardoba mWimebSi daWimvis cvalebadobisa aixsneba imiT, rom erTis mxriv, periferiul kvanZebSi warmoqmnilma Zalam ar gamoiwvios Zalovan rgolSi didi Zalebi da, meores mxriv, rac ufro mniSvnelovania, miviRoT amrekli badis xarisxovani daWimva. aqve gasaTvaliswinebelia sistemis sakuTari rxevis sixSirec, rac yovel konkretul SemTxvevaSi unda Semowmdes.

ekranis bade.

1. liTonis Zafisagan damzadebul bades unda qondes trikotaJis qsovilis unari – didi drekadi deformaciis unari grZivi da ganivi mimarTulebiT.

2. aseve, ganivi da grZivi mimarTulebiT metad sasurvelia maTi fardobiT deformaciebis sidideebi iyos erTmaneTis toli an erTmaneTTan miaxloebuli.

3. bade unda akmayofilebdes eleqtromagnituri talRebis maRali xarisxiT arekvlis unars.

4. bade unda iyos sakmarisi sigrZisa da siganis ise, rom SeerTebebi ekranze an ar iyos, an iyos minimaluri raodenobiT.

5. bade periferiebSi magrdeba gamSleli Zalovani rgolis kvanZebSi, xolo kvanZebs Soris mis konturs warmoadgens moqnili Zafebi, romlebic kvanZidan kvanZamde garkveuli rkalis formiT ewyoba gamSlel rgolze.

6. badis diskretuli, ormagi simrudis forma miiRweva imiT, rom gaWimul bades, damsxiveblis mxridan, zemodan edeba qseluri, sakuTxa ujredbiani formis, aseve moqnili bade, romlis kvanZebSi Camagrebuli mWimebi gaivlis, aseve, amrekl bades da uerTdeba qveda qselur bades.

7. badis saboloo daZabulobam unda Seadginos 70-150 maqsimum 250 kilogrami grZiv metrze.

თავი III

zemsubuqi, didi zomis, gasaSleli kosmosuri refleqtorebi

warmodgenili logikis safuZvelze Seiqmna axali Taobis kosmosuri gasaSleli refleqtoris sqemebi, damuSavda maTi konstruirebis principebi, daproeqtda, damzadda da gamoicada maTi sademonstracio da funqcionaluri modelebi.

am mimarTebiT ganxiluli iqna dasrulebuli transformaciis gamSleli rgolis ori ZiriTadi sqemis mixedviT agebuli refleqtorebi:

— or rigad ganTavsebuli pantografული struqtura gamSleli Zalovani rgoli Wimvadi, moqnili centriT;

— “CasatexReroebiani” gamSleli Zalovani rgoli Wimvadi, moqnili centriT.

kvlevebis procesSi, ZiriTadi sqemebis mixedviT, Seswavlili iqna wakveTili piramidის da prizმის formis refleqtorebi, romelTac gegmaSi gaaCniaT wriuli an elifsuri moxazuloba.

eqsperimentul kvlevebSi yuradReba daeTmo Zalovani rgolis _ refleqtoris gaWimuli centris sayrdeniani karkasis gamSlel eleqtroamZravian da aseve zambarebian meqanizmebs da maTi moqmedebiT gamowveul gaSlis procesebs.

III.1. or rigad ganTavsebulი pantografული struqtურის rgoliani gasaSleli refleqtორი Wimvadi, moqnili centriT

rogorc aRiniSna, Seiqmna or rigad ganTavsebuli pantografuli struqturisagan Sedgenili gamSleli Zalovani rgoli, romelic aseve Seicavs Sesabamis zeda da qveda pantograful struqturabs Soris ganTavsebul dgarebs (fig. III.1).

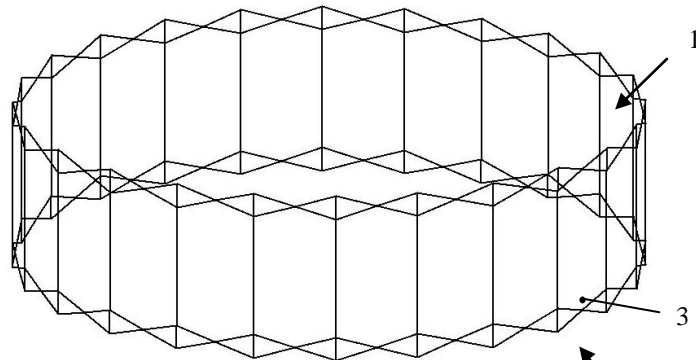
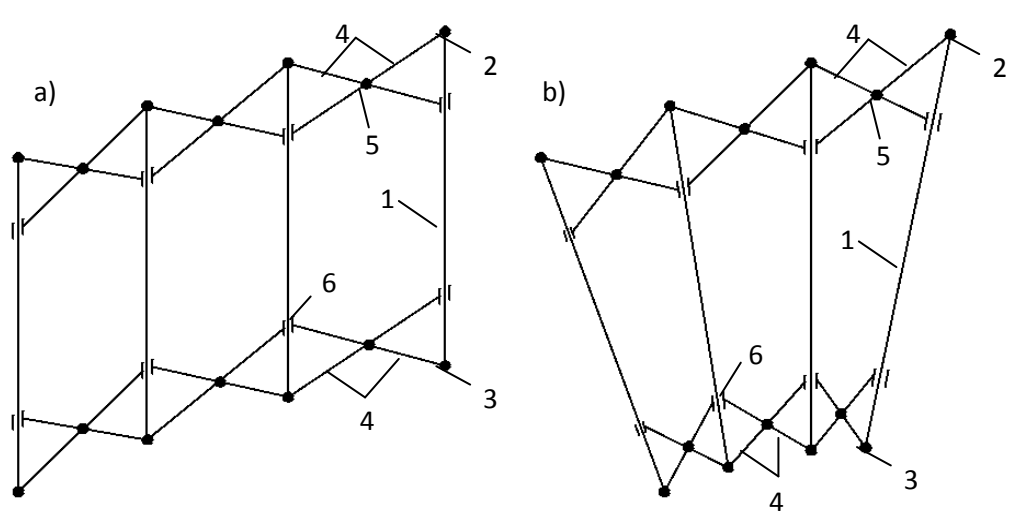


fig. III.1_ ori pantografuli struqturisagan Sedgenili, prizmulis formis gamSleli transformirebadi rgoli

- 1 _ gamSleli rgolis zeda pantografuli struqtura;
- 2 _ gamSleli rgolis qveda pantografuli struqtura;
- 3 _ rgolis dgarebi.

ganvixiloT orpantografiani struqturis mqone, warmodgenili rgolis sqematuro agebuleba, romelic gansazRvavs rgolis kinematikas (fig. III.2).



a) prizmulis rgolis fragmenti;

b) wakveTili piramidis formis rgolis fragmenti.

- 1 _ dgarebi; 2 _ sgaris zeda boloSi ganTavsebuli cilindruli saxsruli zeda uZravi kvanZi, romelSic mosazRvre pantografebis berketebis Camagrebuli; 3 _ dgaris qveda boloSi ganTavsebuli cilindruli saxsruli qveda uZravi kvanZi, romelSic mosazRvre pantografis, romelSic mosazRvre pantografebis berketebia Camagrebuli; 4 _ zeda da qveda pantografuli struqturis berketebi; 5 _ pantografuli struqturis berketebis urTierTgadakveTis cilindruli saxsari; 6 _ pantografuli berketebis boloebis Camagrebis dgarze mosriale kvanZebi.

aRsaniSnavia, rom analogiuri wakveTili piramidis formis gamSleli Zalovani transformacia daumTavrebeli rgolisa adre ganxiluli iqna iseTi centris SemTxvevaSi, romelsac moqnili daWimuli radianuli sqemiT ganlagebuli wiboebi gaaCnia.

axla ganvixiloT prizmulu rgoli, romlis kinematika _ formacvalebadoba ganisazRvreba pantografuli struqturabis gaSla_dakecviT, rac gamoixateba urTierTgadankveT pantografis berketebS Soris kuTxis cvalebadobiT (fig. III.3).

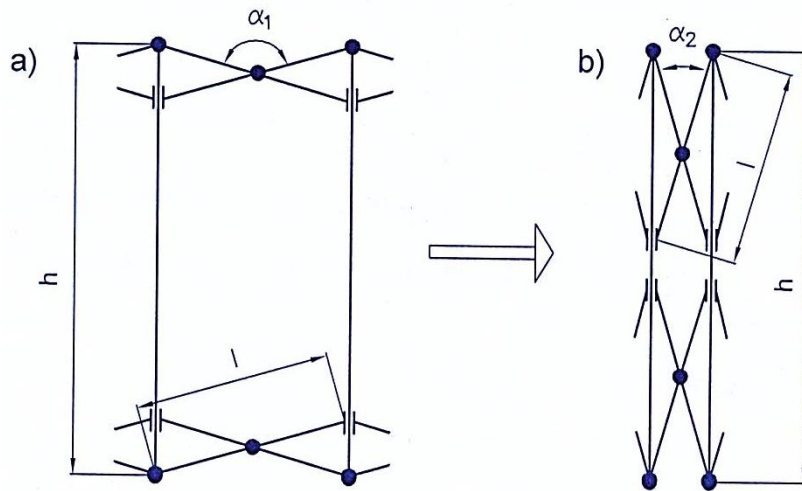


fig. III.3 _ or rigad ganTavsebuli pantografuli sistemis gasaSleli rgolis konematikuri sqemis fragmenti

a) rgolis fragmenti; b) rgolis fragmenti dakecil mdgomareobaSi.

pantografuli struqturis berketenis urTierTgadankveTis cilindruli saxsrS mimarT, pantografis berketebS Soris kuTxis cvalebadoba $\alpha \leq \alpha_{ise}$, rom ucvleli rCeba dgarebis sigrZe _ h , da Titoeuli berketis sigrZe l , xdeba rgolis gaSla_dakecva.

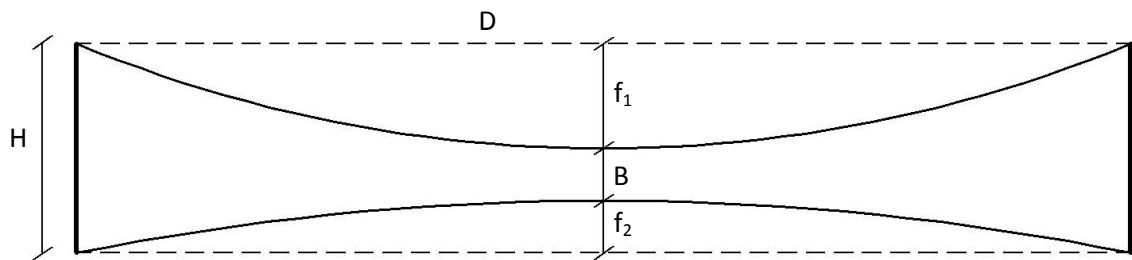
orpantografiani struqturis mqone gasaSleli rgolis simaRle _ h , yvela SemTxvevaSi, gaSla_dakecvis nebismier poziciaSi ucvleli rCeba. rgolis simaRlis ucveloba metad mniSvnelovania, rogorc satransporto paketis sigrZis ucvelad SenarCunebisaTvis, aseve konstruqciuli TvalsazrisiTac, rac iZleva saSualebas SerCeuli iqnas sxvadasxva konstruqciuli sqemis gaWimuli centri, romelic, rogorc cnobilia, uSualod damokidebulia rgolis geometriul da kinematikur parametrebze da Tvisbebeze.. da piriqiT, TviT rgolis geometriul parametrebs, aseve gansazTvravs gaWimuli centris geometriuli da konstruqciuli maxasiaTeblebi (fig. III.4).

ufro konkretulad, rgolis geometriuli parametrebi pirdapir kavSirSia, refleqtoris centrSi ganTavsebul zeda, funqcionaluri qseluri badis Cawevis isarTan _ f_1 ; qveda teqnologiuri qseluri badis awevis isarTan _ f_2 ; zeda da qveda qselur badeebS Soris umokles manZilTan _ B da refleqtoris maqsimalur gabaritTan _ D .

mocemul parametrebSi empiruli daSveba Seexeba mxolod da mxolod B parametrs, romelic teqnologiuri moTxovnebiT pirobiTad aiReba 20÷30 santimetris diapazonSi. yvela sxva parametric ki, D gabaritis mixedviT, urTierTdamikidebulni arian da ganisazRvrebian cxrildan (cxrili 1).

cxrili 1.

$D(\text{sm})$	$f_1(\text{sm})$	$f_2(\text{sm})$	$B(\text{sm})$	$H(\text{sm})$	$S(\text{sm})$	$\lambda(\text{sm})$	$a(\text{sm})$	$A_1(\text{sm})$	$A(\text{sm})$
ovaluri rgolis maqsimaluri gabaritebi	ekranis mxares ganTavsebuli qseluri badiss Cawevis isari	teqno- logi- uri qseluri badis awevis isari	umoklesi empiri- uli manZili qselur badeebs Soriss	rgolis dgaris Teori- uli simaRle	rgolis perimet- ris miaxlo- ebiTi sidide	eleqtro- magnituri talRis sigrZe	badis zedapiris samkuTxa formis aproqsi- maciis gverdis sidide	Teoriuli manZili dgarebs Soriss λ -s mixedviT	dgarebs Soriss manZili rgolis $n=36$ nawilad dayofisas
500	50	25	20+30	100	≈ 1500	$Ka > /_{0,78}$	14	42	≈ 42
700	70	35	20+30	125	≈ 2100	$Ka > /_{1,143}$	20	60	≈ 60
1000	100	50	20+30	170	≈ 3000	$K/_{1,4}$	27	81	≈ 83
1200	120	60	20+30	200	≈ 3600	$Ku/_{1,815}$	33	99	≈ 100
1500	150	75	20+30	255	≈ 4500	$Ku-x/_{2,35}$	42	126	≈ 125
2000	200	100	20+30	330	≈ 6000	$x/_{3,25}$	57	170	≈ 170
2500	250	125	20+30	400	≈ 7500	$c/_{3,92}$	70	210	≈ 210



**fig. III.4 _ orpantografiani gamSleli rgolis simaRlis damokidebuleba
refleqtoris saerTo geometriul parametrebtan**

H _ gamSleli rgolis simaRle; D _ refleqtoris aperturis
maqsimaluri gabariti; f_1 _ zeda funqionaluri samkuTxauredebiani formis qseluri badis Cawevis isari; f_2 _ qveda
teqnologiuri qseluri badis awevis isari;
 B _ umoklesi manZili qselur badeebs Soriss.

cxrili gaangariSebuli da Sedgenilia gasaSleli kosmosuri refleqtoruli antenebis da maTi
amrekli badis _ ekranis optimaluri konstruirebis pirobebiT.

aRniSnuli gaangariSeba cxrilisa miuTiTebis imaze, rom orpantografiani gamSleli Zalovani
rgolis simaRle da seqciebis sigane, anu dgarebs Soriss manZili, Semdeg damokidebulebaSia:

$$\underline{D = 500 \text{ sm.} \quad H \approx 100 \text{ sm.} \quad A \approx 42 \text{ sm.}}$$

$$\underline{D = 700 \text{ sm.} \quad H \approx 125 \text{ sm.} \quad A \approx 60 \text{ sm.}}$$

$D = 1000 \text{ sm.}$	$H \approx 170 \text{ sm.}$	$A \approx 83 \text{ sm.}$
$D = 1200 \text{ sm.}$	$H \approx 200 \text{ sm.}$	$A \approx 100 \text{ sm.}$
$D = 1500 \text{ sm.}$	$H \approx 255 \text{ sm.}$	$A \approx 126 \text{ sm.}$
$D = 2000 \text{ sm.}$	$H \approx 330 \text{ sm.}$	$A \approx 170 \text{ sm.}$
$D = 2500 \text{ sm.}$	$H \approx 400 \text{ sm.}$	$A \approx 210 \text{ sm.}$

aRniSnuli sidideebi Teoriuli da winaswar maTi realuri mniSvnelobebi uSualod konstruqciuli mosazrebebiT unda dazustdes. miuxedavad amisa, naTlad Cans, rom im SemTxvevaSi, rodesac perimetri iyofa 36 nawilad, an kidev dasaSveblad aris miCneuli rgolis boloebis mezobel kvanZebis Soris manZili moicavdes sam periferiul kvanZs qseluri badisa (fig. III.5), suraTi Teoriulad da konstruqciasTan miaxloebuli sidideebiT Seesabameba cxrilSi moyvanil parametrebs.

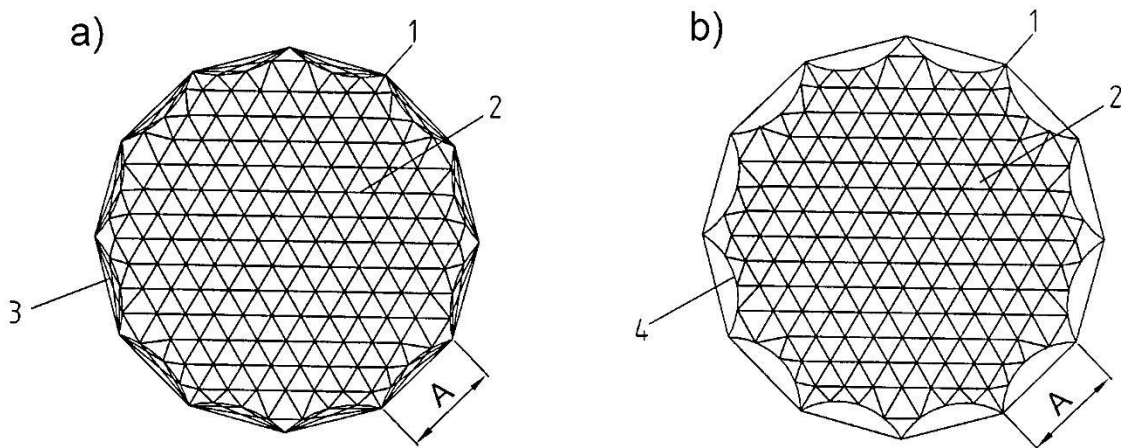


fig. III.5 _ rgolis dgarebis da daWimuli centris urTierTganlagebis zedxedi saTanado sakontaqto zonebiT

a _ sakontaqto zona Sedgenili vantebiT; **b** _ sakontaqto zona Sedgenili moqnili Zabvebis _ bagirebis saSualebiT.

1 _ dgarebis boloebis kvanZebi; 2 _ gaWimuli centris mier ekranis damagrevisaTvis Seqmnili karkasi; 3 _ sakontaqto zonis vantebi;

4 _ sakontaqto zonis moqnili Zabvebi _ bagirebi.

warmodgenil sqemaze Cans, rom dgarebs Soris manZili iZleva SesaZleblobas, rom maT Soris, gaWimuli, samkuTxa formis mixedviT, bagirebisagan Sedgenili badis, sami an oTxi samkuTxa ujredis ganTavsebisa. ujredobis ganTavseba dgarebs Soris arTulebs iseTi sakontaqto zonis mowyobas bagirebiT da gansakuTrebiT vantebiT, rodesac samkuTxa formis gaWimuli badis yvela bagirovani elementi iqneba gaWimuli da maTSi ar warmoiqmneba kumSva, rac konstruqciuli TvalsazrisiT miuRebelia.

aseTi logikiT rgois SedarebiT didi simaRle, pantografis calkeuli blokis sigrZeebTan SedarebiT daaxlovebiT 2 : 1 TviT refleqtoris saerTo konstruirebis principebidanac gamomdinareobs.

or rigad ganTavsebuli pantografuli struqturis rgoliani, gaWimuli moqnili centris mqone refleqtoris konstruirebis principebis da daZabul-deformirebadi mdgomareobebis Seswavliss daproeqtda (fig. III.6), Semdgom damzadda da gamoicada 4 metris diametris mqone gasaSleli refleqtoris funqcionaluri modeli.

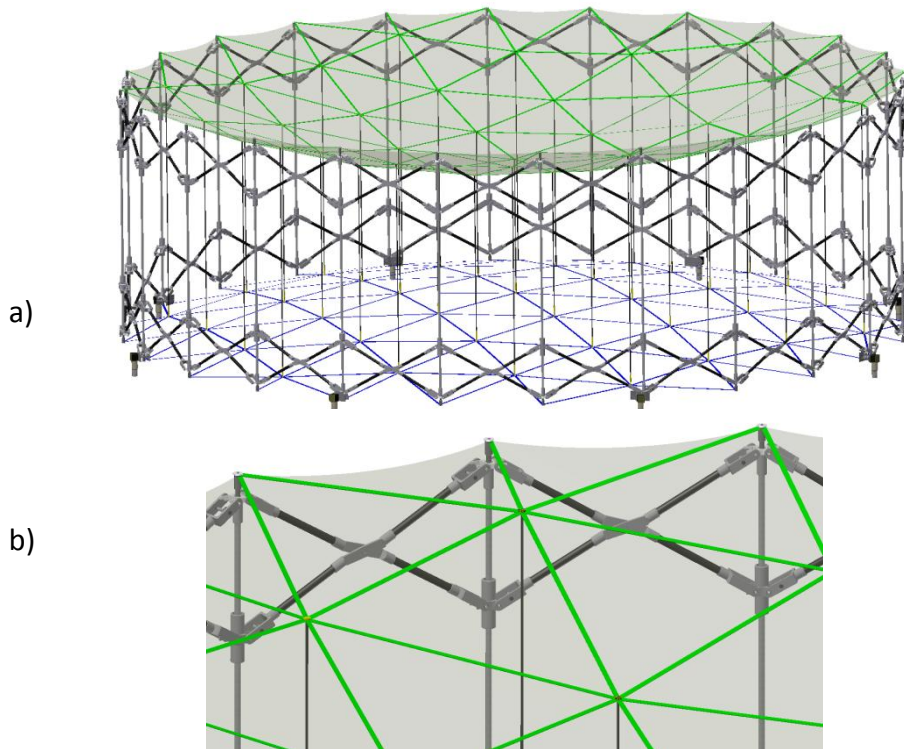


fig. III.6 _ or rigad ganTavsebuli pantografuli sistemebisagan Semdgari rgoli refleqtoris winaswardaZabul moqnil centrtTan erTad.

a) saerTo xedi; **b)** fragmenti.

ganvixiloT gasaSleli refleqtoris rgois konstruqcia, romlis TiToeuli seqciis, erTnairi sigrZis jvaredinad ganlagebuli Zalovani Reroebi-berketebi ikveTebian centralur cilindrul kvanZSi. amasTan berketebis boloebi Camagrebulia dgarebSi cilindruli kvanZebiT. ganapira cilindruli kvanZebi dgaris mimarT uZravia. Siga kvanZebi ki „srialiT~ gadaadgildeba dgaris mimarTulebiT, rac ganapirobebs rgois gaSlas da dakecvas (fig. III.7).

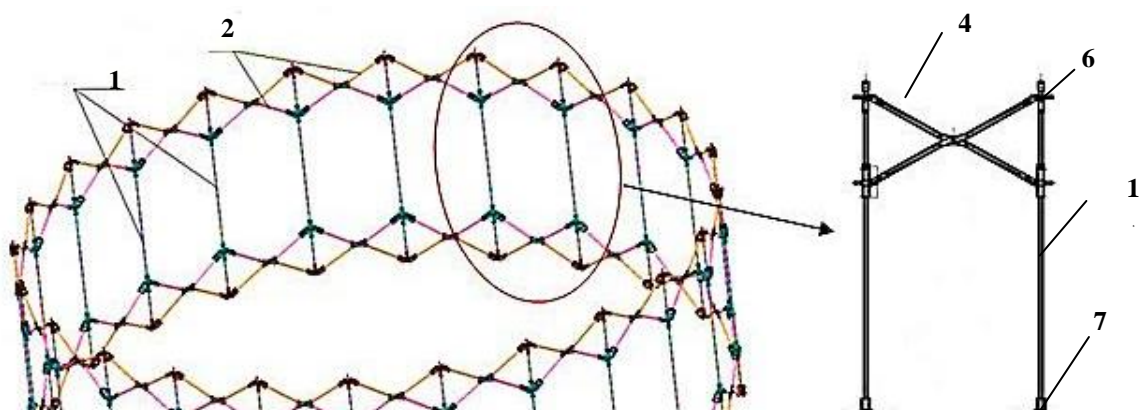
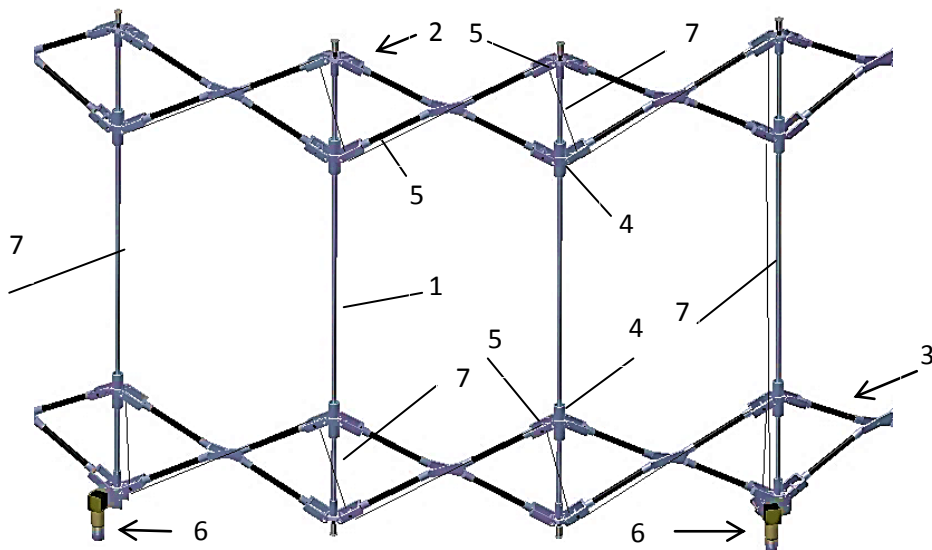


fig. III.7 _ oTxmetriani gamSleli rgolis modelis da erTi seqciis konstruqciuli sqema.

1 _ dgari; 2 _ zeda pantografuli struqtura; 3 _ qveda pantografuli struqtura;
 4 _ calkeuli pantografuli berketebi; 5 _ pantografuli berketebis urTierTgadakveTis centraluri cilindruli saxsari; 6 _
 dgaris boebze ganTavsebuli, mosazRvre pantografis berketebis boloebis Camagrebis kvanZebi Sesrulebuli cilindruli
 saxsrebiT; 7 _ dgarze ganTavsebuli, mosazRvre berketebis cilindruli saxsrebiT Camagrebis dgarze „mosriale“
 kvanZi.

proeqtis mixedviT dgarze „mosriale~ kvanZebi, dgaris mimarT gadaadgildebian maTze da
 uZrav kvanZebze Semotarebuli gamSleli bagiriT, romelic berketebis gaswvriვი ganlagebiT
 gatarebulia yovel momdevno dgarze ganTavsebul kvanZebze da bolos exveva electroamZravis
 mbrunav lilvze, meore bolo ki Camagrebulia ramodenime dgaris Semdeg uZrav cilindrul kvanZSi
 (fig. III.8).



**fig. III.8 _ gamSleli rgolis fragmenti gamSleli bagirovani
 sistemis da amZravis CvnebiT.**

1 _ dgari; 2 _ zeda pantografuli struqtura; 3 _ qveda pantografuli struqtura;
 4 _ dgarze „mosriale“ kvanZebi; 5 _ kvanZebTan, berketebis boloebTan ganlagebuli gorgolaWebi; 6 _
 electroamZravebi; 7 _ rgolis gamSleli Zalovani bagiri.

4 metri diametris rgolSi, dgaris zeda, simaRlis mixedviT regulirebad kvanZebSi, da dgaris qveda kvanZebSi proeqtis mixedviT Camagrebulia samkuTxa ujredabis formis mqone bagirovani badeebi.

maTi Sesabamisi kvanZebi erTmaneTs ukavSirdebian mWimebiT, romlebic sigrZis kompensaciis zambarebiT aris aRWurvili. dgaris ganTavsebisa da misi periferiuli kvanZebiT dgarebis boloebze mierTebis sqema warmodgenilia fig. III.9-ze.

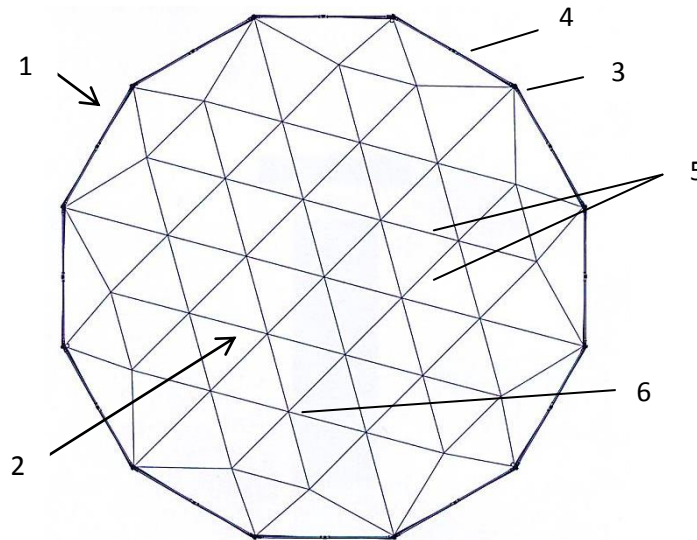


fig. III.9 _ gaWimuli badis da dgaris boloebze misi periferiuli kvanZebiT mimagrebis sqemis zedxedi.

- 1 _ rgoli; 2 _ gaWimuli bade; 3 _ dgaris Tavze ganTavsebuli kvanZebi, romelSic badis periferiuli boloebis Camagrebuli; 4 _ dgarebs Soris ganTavsebuli pantografebi; 5 _ badis moqnili Reroebi; 6 _ badis kvanZebi, romlebic mWimiT ukavSirdeba qveda badis Sesabamisi kvanZs.

konstruirebis warmodgenili principebi daedo safuZvlad 4 metri diametris gasaSleli kosmosuri refleqtoris proeqts, romlis gaSlili konstruqciis da misi dakecili satransporto paketis xedebi warmodgenilia fig. III.10-ze.

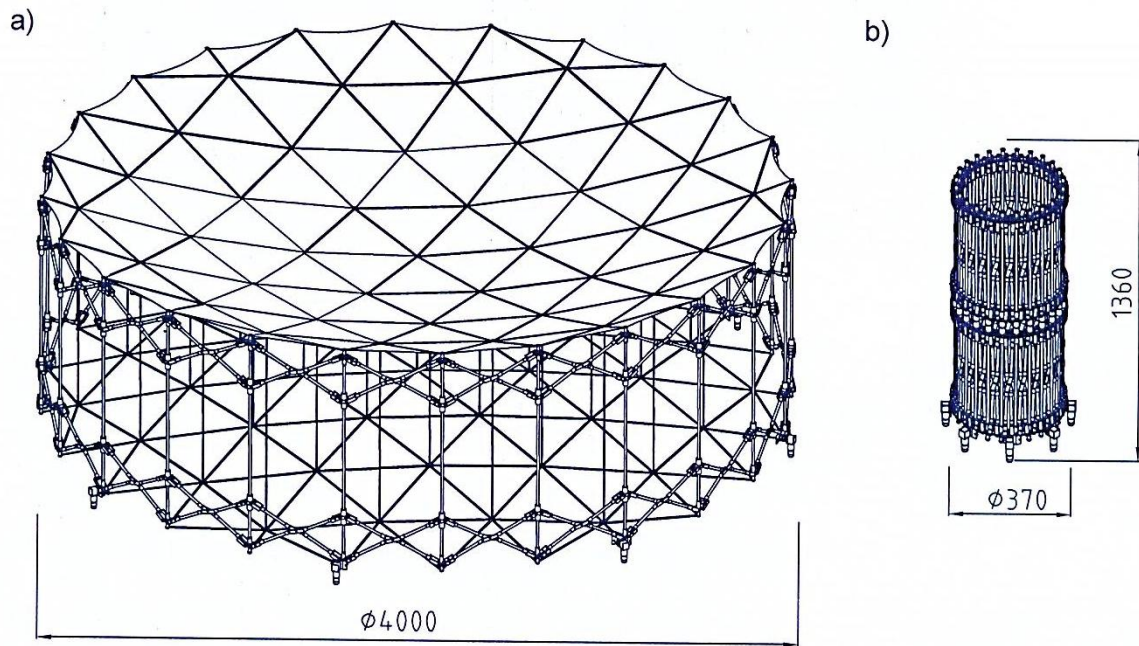


fig. III.10 _ or rigad ganTavsebuli pantografuli struqturis gamSleli rgoliani da moqnili, gaWimul centriani, 4 metris diametris gasaSleli kosmosuri refleqtoris sivrciTis sqemebi, refleqtoris gaxsnil da dakecil mdgomareobaSi.

a _ refleqtori gaSlil mdgomareobaSi; b _ refleqtori dakecil mdgomareobaSi.

pantografuli elementebi Sesrulebulia naxSirplastis milebisagan diametriT $d_1 = 14$ mm. da kedlis sisqit $\delta_1 = 1$ mm-s. naxSirplastis miRebis drekadobis moduli Seadgens $E = 1,3 \cdot 10^7$ t/m². zeda da qveda pantograful struqturabs Soris ganTavsebuli dgarebi aluminis Senadnobisagan aris damzadebuli da igi milovani profilisaa. misi diametria $d_2 = 12$ mm., xolo kedlis sisqe $\delta_2 = 1$ mm-s.

zeda da qveda badeebi damzadebulia sinTetikuri masalisagan _ lentebisagan. misi ganivkveTis zomebia $1,0$ mm x $0,03$ mm, xolo drekadobis moduli $E = 0,07 \cdot 10^7$ t/m².

badeebis Sesabamisi kvanZebis erTmaneTis mimarT momWimavi diametria $d_3 = 0,8$ mm., romelSic ganTavsebuli bagirebis makompensirebeli zambarebiT momWimavi Zala, zambaris drekadi gaWimviT cvalebadobs $0 \div 6$ niutonamde.

gamSleli Zalovani rgoli aRWurvilia 8 eleqtroamZraviT, romelic Zalovani gamSleli bagiris daxveviT, romlis diametria $d_4 = 0,8$ mm., pantografebis berketebis boloebis Soris manZilis SemcirebiT, axdens rgolis gaSlas.

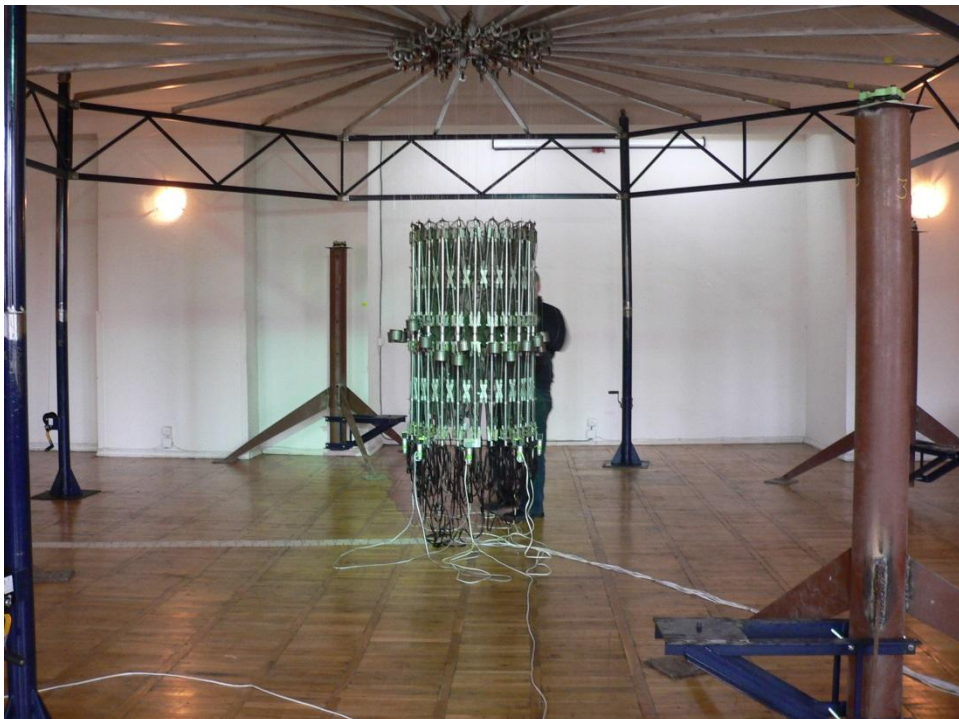
eqsperimentuli kvlevebis amocana iyo imis Sefaseba, Tu ramdenad Seesabameba warmodgenili dizainis refleqtoris faqtiuri funqcionaluri maxasiaTeblebi dasaxuls da, aseve, im konkretuli sakiTxebis gansazRvra, romlebzec unda mieqces gansakuTrebuli yuradReba konstruqciis Semdgomi daxvewisaTvis.

refleqtoris montaJi da misi gamocdebi Catarda stendze, romelzec nawilobriv miRweuli iyo gauwonadobis meqanikuri imitaciis pirobebi (fig. III.11).

a)



b)



c)



d)



e)



fig. III. 11 _ or rigad ganTavsebuli pantografuli struqturis gamSlelrgoliani da moqnili, gaWimulcentriani gasaSleli refleqtoris 4 metri diametris funqionaluri modelis transformaciebi dakecili mdgomareobidan misi gaSlis CaTvliT.

a – funqionaluri modelis dakecili satransporto paketi; b _ refleqtoris diametris momateba 20_25 santimetriT dakecili refleqtoris zambarisebri efeqtis, Zravebis CarTvis gareSe; c da d _ refleqtoris modelis gaSlis Sualeduri etapebi; e _ refleqtoris 4 metris diametris modeli gaSlil mdgomareobaSi.

eqsperimentis umTavresi amocana iyo gaSlis transformaciis procesebis Seswavla, refleqtoris ekranis aproqsimirebuli zedapiris zusti geometriis miRweva da misi, aseve didi sizustiT, ganmeorebadoba gaxsnis sxvadasxva etapebze. CamoTvliil amocanebTan erTad, eqsperimentuli kvleva miznad isaxavda Semdegi sakiTxebis kvlevas:

- refleqtoris gaxsnis kontroli, marTvva da saimedoooba;
- refleqtoris gaxsnis siCqare;
- gamxsnel bagirebSi Zalis cvlileba gaxsnis procesSi;
- Zravis mier moxmarebuli energia gaxsnis procesSi;
- mTlianad gaxsnili rgolis bagirebSi Zalebis gadanawileba;
- Zalebis gadanawileba amrekli badis mWimebSi;
- refleqtoris sayrden da ukubadeSi moqmedi Zalebi;
- amreklis qsovilSi moqmedi Zalebi;
- Zalvebi pantografebis elementebSi;
- amreklis geometria da ganmeorebadoba;
- sakuTari rxevis sixSireebi.

gaxsnis procesi grZeldeba 92÷97 wams. amasTan, transformaciis ZiriTadi struqturis, pantografebis gaSlis kinematikidan gamomdinare, refleqtoris gaxsnis siCqare, rgolis radiusis zrdasTan erTad klebulobs.

sawysis etapze, satransporto paketis garsartymis Semoxsnis Semdeg, paketis diametri, rogorc aRiniSna 18÷25 santimetriT matulobs, rac ZiriTadad ganpirobegulia mis SigniT ganTavsebuli, zambaris efeqtis mqone, aseve mWidrod dakecili, trikotaJis tipis metalis badiT. amis Sedegad xdeba ara marto refleqtoris dakecili paketis diametris mateba, aramed rgolis gamSleli Zalovani bagirebis Sesvebac.

amis Semdeg irTveba eleqtroamZravebi da 8 amZravi iwyebis Zalovani bagiris daxvevas _ daWimvas. sawysis etapze moSvebuli bagirebis daWimul mdgomareobamde miyvanisaTvis 3÷5 wamia saWiro, Semdeg ki iwyeba refleqtoris gaxsna saStato reJimiT.

gaxsnis procesis diagrama, refleqtoris radiusis zrdisa drosTan damokidebulebiT, naCvenebia fig. III.12–ze.

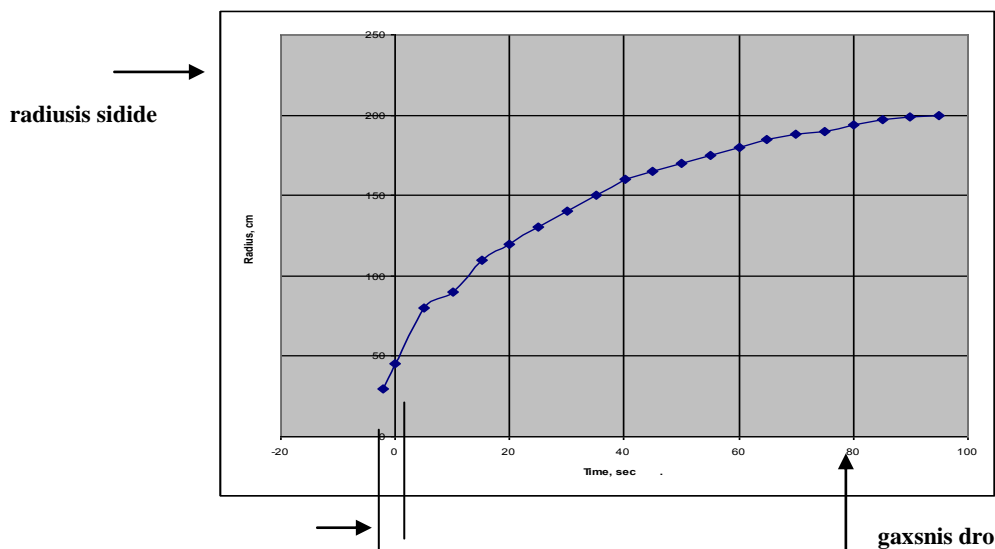


fig. III.12 – refleqtoris gaSlis diagrama refleqtoris radiusis zrdis damokidebu sTan.

refleqtoris gaxsnis drom Seadgina 95 wami. refleqtoris gaxsnis procesSi aseve Semowmda gamSlel bagirSi daWimulobis Zala, romelic gaSlis mTel procesSi icvleboda 11 niutonidan 19 niutonamde. gaxsnis bolo momentSi, rodesac moqnili centri iwyebis daWimvas da aRwevs saproeqto mdgomareobas, daWimuloba bagirSi Zalian swrafad imatebs da aRwevs 65 niutons (fig. III.13).

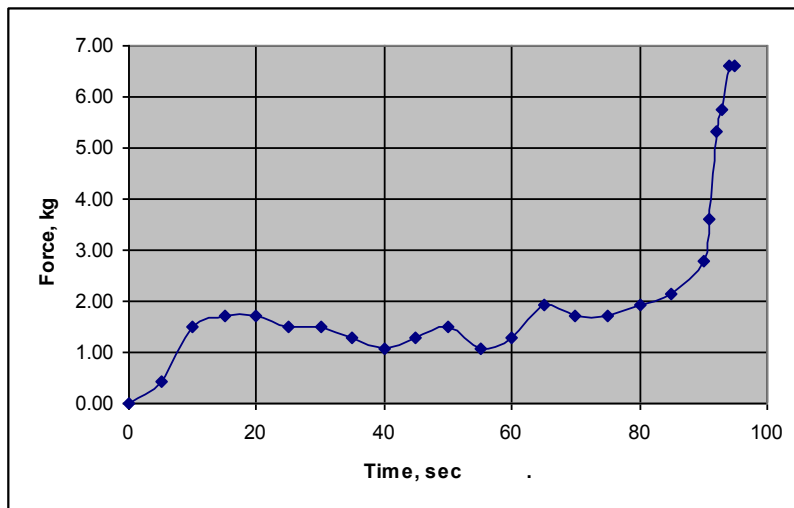


fig. III.13 _ reflektoris rgolis gamSlel, erT-erT bagirSi daWimulobis sididis cvalebado ba gaSlis drosTan damokidebulebiT.

aRsaniSnavia, rom warmodgenili bagiris daWimulobisa da gaSlis dros Soris damokidebulebis kanonzomierebisgan danarCen bagirebSi daWimulobis cvalebado ba meryeobs 5% ÷ 9% farglebSi.

rogorc aRiniSna, gasaSleli 4 metri diametris mqone reflektoris funqionaluri modeli aRWurvilia eleqtroamZravebiT, romlebic yoveli mesame seqciis bolos, qveda pantografuli struqturis gamaerTianeбели kvanZebis qvemoT aris ganTavsebuli. erTi eleqtroamZravi bolo jamSi emsaxureba zeda da qveda pantografuli struqturabis eqvs seqcias _ sam zeda pantigraful da sam qveda pantograful seqciebs.

eleqtroamZravebis ganTavsebis xedi mocemulia fig. III.14_ze warmodgenil fotoze.



fig. III.14 _ gasaSlelioTximetridiametrismqone, 24-seqcianreflektorzeg ganTavsebulirvaeleqtroamZravisfragmentisfoto.

eqsperimentulikvlebeisdrosaseveiqnaSeswavliligasaSualebulimaCveneblebiZravismierele qtroenergiismoxmarebisarefleqtorisgaxsnisdrosTandamokidebulebiT (fig. III.15).

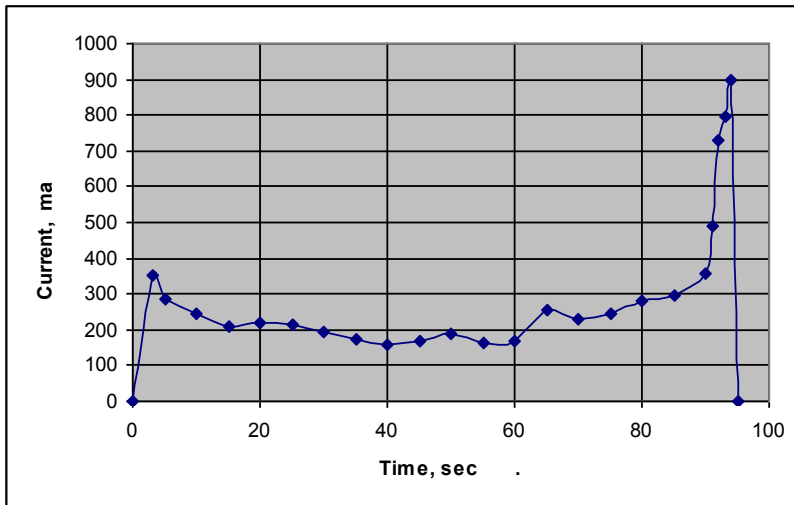


fig. III.15_ refleqtoris gaxsnis sxvadasxva etapebze misi gaSlisaTvis electroZravis mier electroenergiis moxmarebis maCveneblebi.

rogorc Catarebulma eqsperimentulma kvlebebma aCvena, refleqtoris gaSlis mTel procesSi, garda misi bolo etapisa, roca daWimvas iwyebs moqnili centri, pantografis boloebi umniSvnelo Zalis moqmedebiTac gadaadgildebian dgaris gaswvriv, rac iwvevs rgolis gaSlas. es efeqti modelSi miRweul iqna imiTac, rom pantografis boloebis cilindrul saxsarSi SemaerTebeli kvanZis gadaadgileba dgaris mimarT, rac „srialis“ STabeWdilebas tovebs, realurad xorcieldeba grZivi bagirebis gamoyenebiT, romelic saSualebas izleva „srialis xaxunis“ Secvlas „gorvis xaxuniT“, rac gacilebiT nakleb danaxarjebis iwvevs xaxunis mxriv (fig. III.16).



fig. III.16_ mosazRvre pantografis berketis cilindruli saxsrebiT SemaerTebeli kvanZis moZraoba dgaris gaswvriv xorcieldeba kvanZSi ganTavsebuli grZivi sakisriT, romelic Camocmulia dgarze.

gansakuTrebuli mdgomareobaa xaxunis danakargebze pantografuli berketebis gaSlaze Zalovani bagiris saSualebiT, ris gamoc pantografuli struqturis pirvel da mesame blokebSi Zalovani bagiris daWimul Zalas Soris sxvaoba 17,5%-s aRwevs.

aseTi didi sidide Zalis danakargebisa berketebis gareSe did wilad ganpirobebulia funqcionalur modelSi pantografis boloebis cilindrul saxsrebSi Camagrebis da Sualeduri, pantografis berketebis urTierTgadakveTis cilindruli kvanZebis Sesrulebisas dabali donis teqnikiuri da teqnologiuri gadawyvetebiT (fig. III.17), rac mocemul funqcionaluri molekis SemTxvevaSi metnaklebad dasaSvebia.

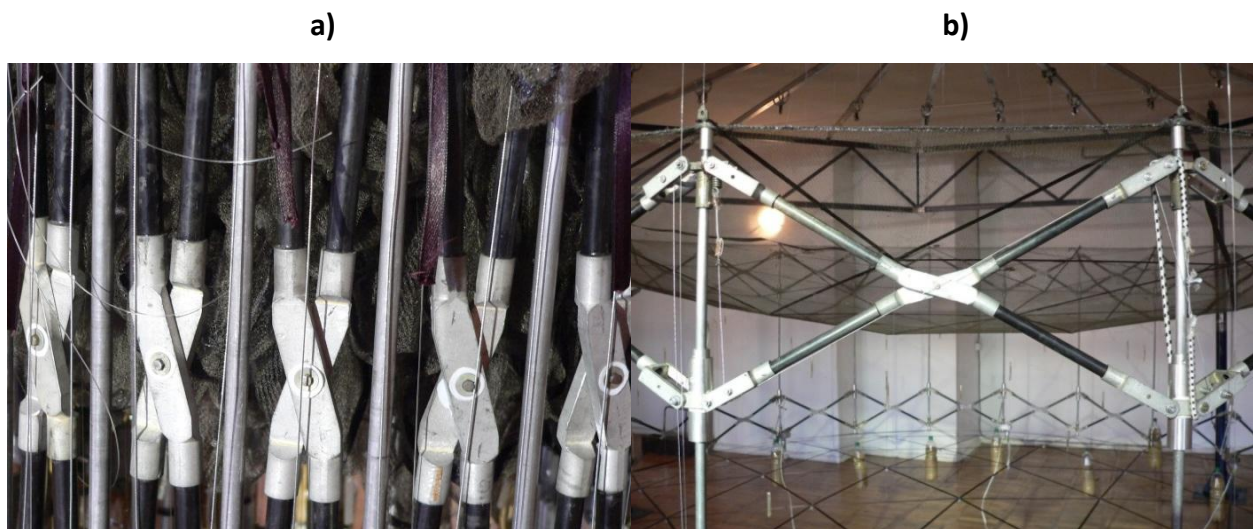


fig. III.17 _ pantografis berketebis urTierTgadakveTis centraluri cilindruli saxsrebi da mosazRvre berketebis boloebis dgarge uZravad da moZravad mimagrebis cilindruli saxsrebiani kvanZebi

a) pantografis berketebis urTierTgadakveTis centraluri kvanZebi refleqtoris dakecil mdgomareobaSi; b) pantografuli urTierTgadakveTi berketebis foto mosazRvre berketebis nawilobrivi CvenebiT, gaSlili refleqtoris SemTxvevaSi.

gamSleli rgolis eqsperimentulad Seswavlisas mniSvnelovani iyo misi gaSlisas dausrulebeli transformaciis procesebis dasrulebuli transformaciis procesad gadaqceva, rac konstruqciuli xerxebiT aris SesaZlebeli, aseve rgolis dgarebis gaRunvis efeqtis arseboba da rgolis CarCosebri struqturis Sefasebebi.

gamSleli rgolis gaSlis dausrulebeli transformaciis procesidan, rac pantografuli struqturis mqone rgolebis erT-erTi damaxasiaTebeli Tvisebaa, rgolis gadakeTeba dasrulebuli transformaciis mqone konstruqciad mocemul SemTxvevaSi auculebelia da igi mravali pirobebiT aris moTxovnili.

es faqtorebi, rogorc adre aRiniSna, ganpirobebulia gaWimuli damyoli centris arsebobiT da aseve rgolis gaSlisas pantografuli berketebis „mosriale“ da boloebis kvanZebis araTanabari gadaadgilebiT sxvadasxva seqciebSi, rac upiratesad gamowveulia gaSlis Zalovani bagiris mier pantografebis sxvadasxva seqciebSi ganviTarebuli sxvadasxva gamSleli ZalebiT.

ase rom, rgolis sixistis pirobidan da aseve formis fiqsaciis saimedoobidan gamomdinare miuRebelia gaSlili rgolis formis SenarCuneba mxolod gaSlis bagiris daWimviT.

amdenad pantografebis berketebis boloebze ganTavsebuli „mosriale~ kvanZebi saproeqto mdgomareobis miRwevis momentSi unda dafiqsirdes. aRniSnuli fiqsatorebi sakmaod mgrZnobiare konstruqciuli sistemaa da igi garkveuli raodenobiT masalas moiTxovs dasamzadeblad, rac zrdis rgolis wonas.

magram saqme kidec ufro rTuladaa, amisaTvis ganvixiloT gaSlis Zalovani sqema (fig. III.18).

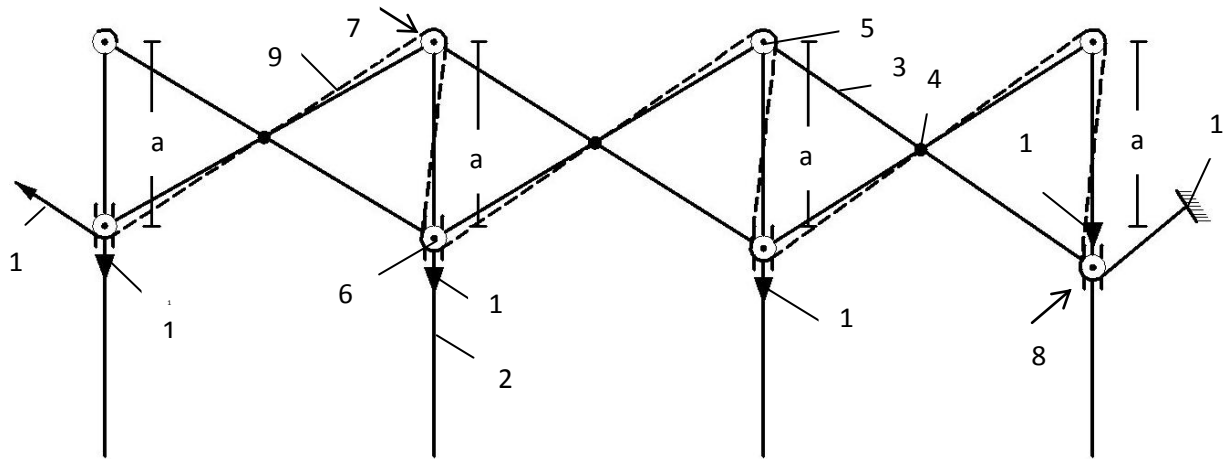


fig. III.18 _ rgolis fragmentis gaSlis Zalovani sqema erTi fiqsatoriT

- 1 _ calmxrivi fiqsatorebi, romlebic rgolis gaSlis dros erTi mimarTulebiT atarebs „mosriale“ kvanZs, xolo mis ukan dabrunebisas zRudavs kvanZis gadaadgilebas; 2 _ dgarebi;
- 3 _ pantografuli berketebi; 4 _ berketebis urTierTgadakveTis cilindruli saxsari;
- 5 _ dgaris boloebSi ganTavsebuli mosazRvre pantografebis cilindruli saxsrebiT Camagrebis uZravi kvanZi; 6 _ mosazRvre berketebis cilindruli saxsriT Camagrebis, dgaris gaswvriwad gadaadgilebis unaris mqone _ „mosriale“ kvanZi; 7 _ uZrav kvanZTan ganTavsebuli gorgolaWebi; 8 _ moZrav kvanZTan ganTavsebuli gorgolaWebi; 9 _ gorgolaWebze Semotarebuli gamSleli bagiri; 10 _ bagiris erTi bolos Camagrebis kvanZi, sadac aseve mowyobilia bagiris sigrZis zambariani kompensatori; 11 _ bagiris daxveva eleqtroamZravSi.

rgols yovel dgarze „mosriale~ kvanZebis dauyenebT TiTo-TiTo fiqsators, romlis gadalaxvis Semdeg, mosriale kvanZebi ukan veRar dabrundeba. gaSlili rgolis forma SenarCunebuli iqneba, miuxedavad imisa masSi imuSavebs Tu ara gamSleli bagiri rgolis gaSlis Semdeg.

aRniSnuli efeqtis realizaciisTvis funqcionaluri modelis gamSleli rgolis dgarebze moewyo „mosriale“ kvanZis ukusvlis SemzRudavi fiqsatorebi.

magram TiTo-TiTo fiqsatoris dayenebis SemTxvevaSi yovelTvis ar xdeba pantografebis boloebis erT sidideze gaxsna anu $a_1 < a_2$ da a. S.

aseT pirobebSi SeiZleba moxdes, rom a_1 -s sidide Zlier Semcirdes da a_3 -ma ver daZlios fiqsatoris barieri. es ki iwvevs rgolis gaSlis geometriis cvlilebas saproeqto moxazulobasTan SedarebiT da sxva anomaliebs, romlis acileba arc Tu ioli amocanaa.

aRniSnuli efeqtis moxsna SesaZlebelia mxolod konstruqciuli gziT, Tu damatebiT, yovel mosriale kvanZebis gadaadgileba SeizRudeba ara marto gadalaxvis mxridan, aramed meore mxridanac, sadac moewyoba misabjeni fiqsatorebi (fig. III.19).

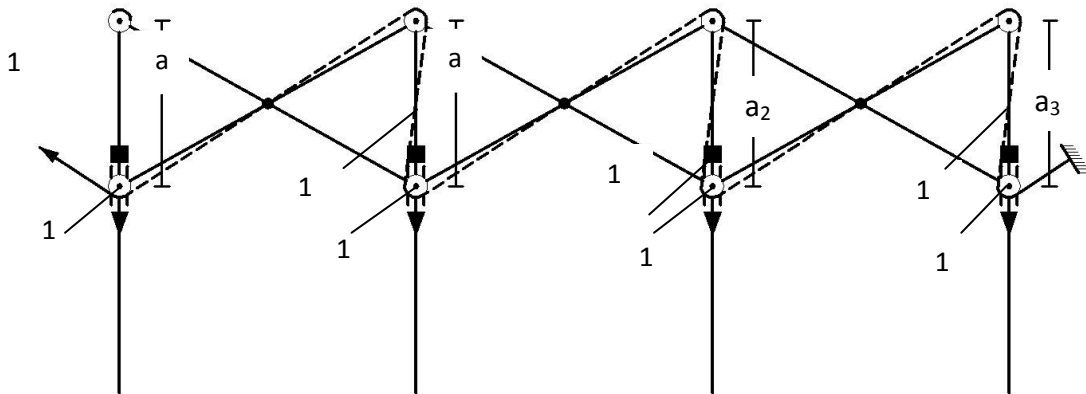


fig. III.19 _ rgolis fragmentis gaSlis Zalovani sqema ori fiqsatoriT

1 _ calmxrivi fiqsatori; 12 _ misabjeni fiqsatorebi.

figura III.19 gamosaxuli sxva elementebis aRniSvnebi ganmartebulia figuraze III.18.

aseT SemTxvevaSi mosriale kvanZebis gadaadgileba SezRudulia orive mxridan, rac iZleva imis garantias rom $a_1 = a_3$, amdenad SeCerdeba procesi „mosriale kvanZebis~ Semdgomi gadaadgilebisa da gamSleli bagiriT moxdeba mxolod meore kvanZis Semdgomi gadaadgileba $a_2 = a_1 = a_3$. aRniSnuli meTodiT amocana dadebiTad wydeba, magram kvlav matulobs rgolis wina ukve damatebiTi fiqsatoris mowyobis gamo.

eqsperimentma warmoaCina rgolis uaryofiTi Tviseba. rgolis dgarebi, marTalia drekadobis farglebSi, magram mainc iRuneba, rac gamowveulia centraluri gaWimuli nawilidan gadamcemeli Zalebisagan da TviT rgolis struqturidan (fig. III.20).

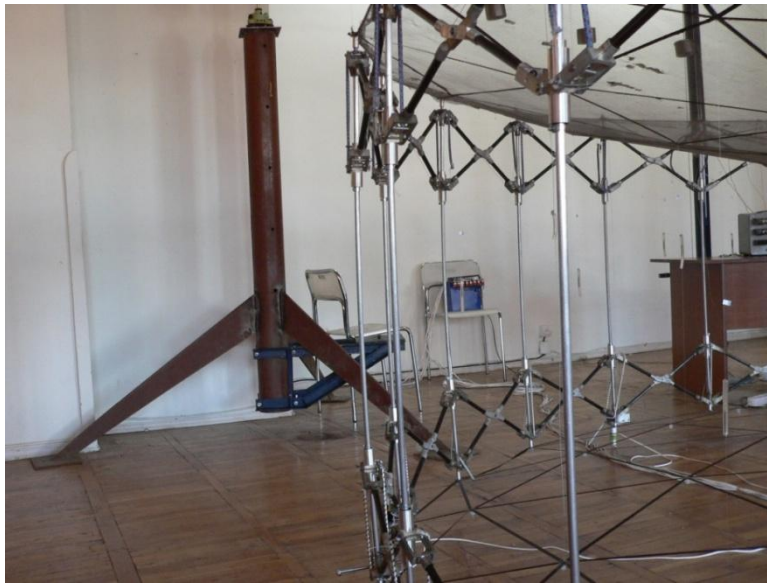


fig. III.20 _ gamSleli rgolis dgarebi, reflektoris gaSlil mdgomareobaSi, drekadobis farglebSi iRuneba

eqsperimentulad dadginda, rom dgarebi garda SekumSvisa aseve ganicdian mRunavi momentis $M=2,93Nm$ zemoqmedebas. aRniSnuli faqtorebisagan dgarebis maqsimaluri gadaxra_CaRunva rgolis dgarebis grZivi RerZidan Seadgens $\delta = 1,27 \text{ mm-s}$.

dgarebis gaRunva Sedegia imisa, rom masze, pirobiTad rom ganvixiloT, rogorc or sayrdenze dayrdnobil koWze, romelsac konsoluri gamonaSverebi aqvs, konsolis boloebze moqmedebS Zalebi, rac ganpirobebulia centris daWimviT (fig. III.21).

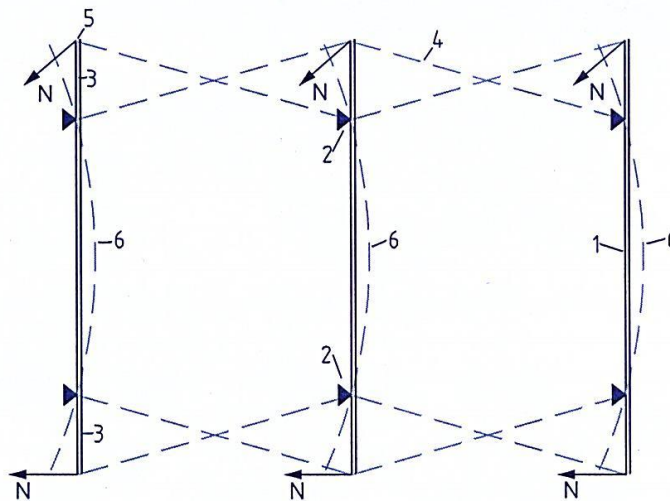


fig. III.21 _ gamSleli rgolis dgarebis gaRunvis sailustracio sqema

1 _ dgarebi; 2 _ pirobiTi sayrdenebi dgarebisaTvis; 3 _ dgaris konsoluri nawili pirobiTi sayrdenebis gareT; 4 _ pantografuli berketebi, romelTa dgarTan dakavSirebis „mosriale“ kbanZebi, mocemul SemTxvevaSi ganxilulia, rogorc dgaris sayrdenebi;

5 _ dgaris boloebze, mocemul SemTxvevaSi dgaris konsoluri nawilis ukidures wertilSi ganTavsebulia uZravi kvanZebi, romelSic cilindruli saxsrebiT Camagrebulia mosazRvre pantografuli berketebi da aseve miRebulia N Zala, romelic gaWimuli centris moqmedebis reaqciaa; 6 _ dgaris gaRunvis idealizebuli sqema.

dgarebis, Tundac drekadobis zRvrebSi gaRunva uaryofiTad moqmedebs gansakuTreb iT iseT pirobebSi, rodesac gamSleli rgois sqema ganixileba, rogorc transformacia damTavrebuli struqtura. aseT pirobebSi, gaRunuli dgarebis SemTxvevaSi ver xerxdeba gamSleli rgois, rogorc gaWimuli, danyoli centrisaTvis xisti da ucveli sididis konturis Seqmna. es ganpirobebulia im efeqtiT, rom gaRunuli Reroebi gamSleli rgoisa yovelTvis miiswrafvis gasworebisen, es ki iwvevs, Tundac mcire sidideebiT, refleqtoris amrekli ekranis geometriuli parametrebis araprognozirebas.

aseve, metad mniSvnelovania struqturuli analizi gamSleli rgoisa misi geometriuli ucvelobis mxriv (fig. III.22).

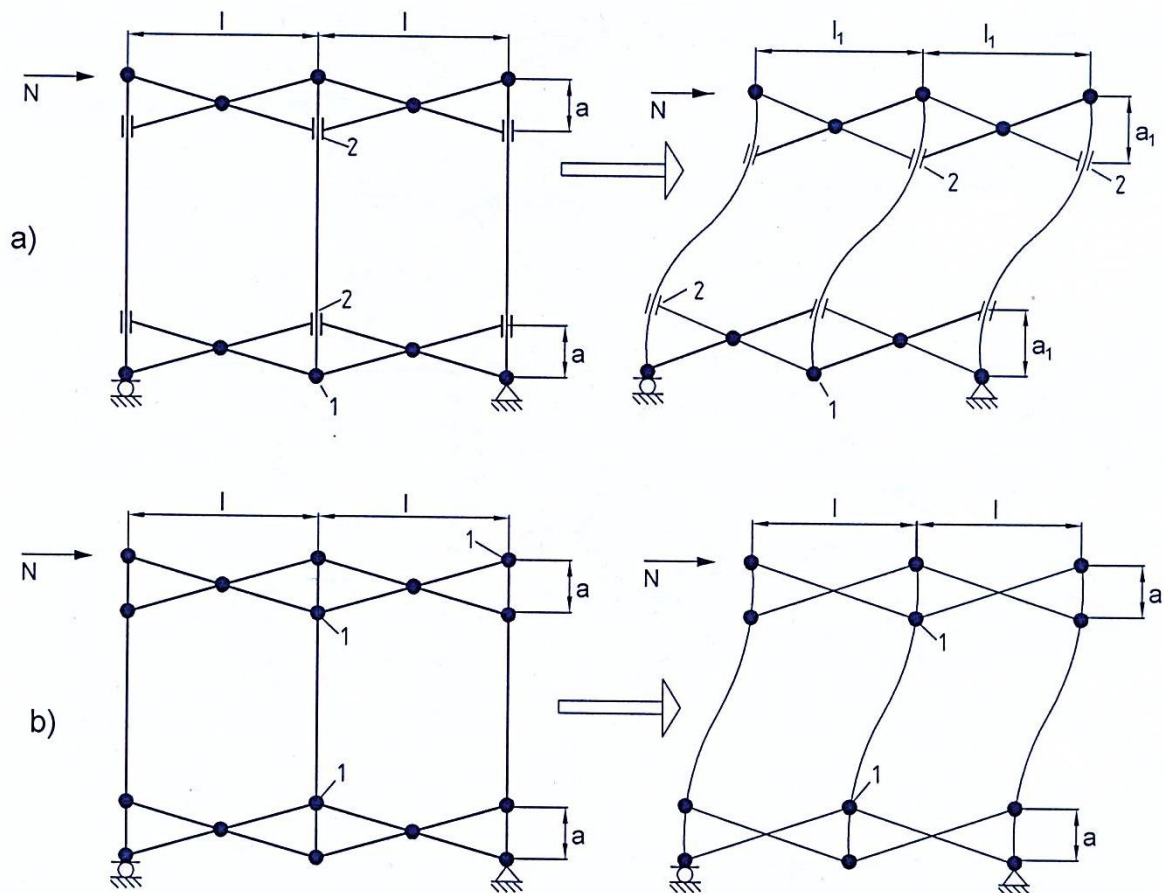


fig. III.22 _ rgois fragmentis geometriuli ucvelobis sademonstracio sqemebi

a _ rgois fragmenti „mosriale“ kvanZebiT;

b _ rgois fragmenti fiqsirebuli kvanZebiT.

1 _ fiqsirebuli kvanZebi; 2 _ dgarze „mosriale“ kvanZebi.

warmodgenil sqemaze ganxilulia ori SemTxveva.

pirvel SemTxvevaSi gamSleli rgois struqturas gaaCnia rogorc fiqsirebuli, aseve „mosriale“ kvanZebi. aseT pirobebSi, misi geometriuli ucveloba, miuxedavad struqturis CarCos magvari sqemisa, naklebad aris daculi. N Zalis moqmedebiT icvleba ara marto pantografis boloebis dacileba dgarze $a < a_1$, aramed dgarebs Soris dacilebac $l < l_1$. amasTan, nawilobriv

SenarCunebulia struqturaSi muSaobis „CarCos tipis“ efeqti _ gverdiTi gadaadgilebisas iRuneba dgarebi, Tumca dgarebs muSaobisas naklebad exmareba „rigeli“ _ pantografuli seqciebi.

meore SemTxveva, rodesac rgolis fragmentis struqtura Sedgeba mxolod fiqsirebuli kvanZebisagan, igi mTlianad „CarCos tipis“ konstruqcias warmoadgens. aseT pirobebSi „rigeli“ da dgarebi erToblivad da srulad iTviseben aRZrul Zalvebs da Sesabamisad deformaciebic naklebi sididis aris.

rogorc eqsperimentulma kvlevebma aCvena, gamSleli rgoli funqcionaluri modelisa orive SemTxvevaSi warmoadgens geometriulad ucvelel struqturas da igi ar saWiroebs damatebiT konstruqciul RonisZiebebs geometriuli ucvelobis misaRwevad, rac rgolis dadebiT Tvisebebs warmoadgens.

ganxilul funqcionalur modelze Catarda eqsperimentuli kvlevebi struqturis daZabul-deformirebuli suraTisa da aseve struqturis Teoriuli analizi da Sedegebis Sedareba.

zeda da qveda badeebs Soris ganTavsebul, makavSirebel, sigrZis kompensatorTan mWimebSi daWimulobis Zalebi SerCeuli iqna sam etapad. pirvel etapze daWimuloba Seadgenda 1N-s, meoreze _ 2,5N da mesameze _ 4,8N. amasTan, anaTvlebi Zalvebisa zeda da qveda badis ReroebSi gakeTda mWimebis daWimvis me-2 da me-3 etapebze.

zeda ujredebis samkuTxa formis mqone badeSi, romlis Cazneqis maqsimaluri sidide 0,4 m-s Seadgens, badis ReroebSi daWimulobis sididem Sesabamisad miaRwia 4,3N-s da 7,8N-s. qveda badeSi, romlis amozneqis isaria 0,2 metri, ReroebSi damWimavi Zalvebi aRwevs 8,19N-s da 13,1N-s.

aseve, Sesabamisad icvleboda daWimvis intensivoba, gravitaciis tipis, naqsov, metalis amrekl badeSi da sxvadasxva etapebze man Seadgina 0,25mpa-dan 0,5mpa-mde, man Seadgina 100 N/m da 250 N/m. winaswar damZabavi Zalebisagan, zeda badis kvanZebis gadaadgilebam miaRwia 0,5 mm-s, xolo qveda badisaTvis ki 1,48 mm-s.

funqcionaluri modelis eqsperimentuli kvlevisas gansakuTrebuli mniSvneloba hqonda amrekli badis kvanZebis mdebareobas geometriuli parametrebis ganmeorebadobas. refleqtoris erTjeradi gaSla_dakecvisa da gaSlis cvliskas geometriuli parametrebis cvalebadobam Seadgina 0,9mm. xolo gaSla-dakecvის samjeradi cvლის Semdeg geometriuli parametrebis maqsimalurma cvalebadobam Seadgina 0,94 mm.

refleqtoris sakuTari rxevebis eqsperimentuli gansazRvrisas, gamoyenebuli iqna misi Camagreba konsolurad, rac realurad gulixmobs refleqtoris mimagrebas kosmour aparatTan dgaris saSualebiT. am sqemis eqsperimentuli realizaciisTvis refleqtoris erT-erTi dgaris zeda da qveda boloebi xistad Camagrda stendis dgarze mowyobil konsolur mowyobilobaSi (fig. III.23).



**fig. III.23 _ sakuTari rxevebis sixSireebis gasazomad refleqtoris
 modeli misi dgaris saSualebiT konsolurad aris
 Camagrebuli xist sayrdenebSi**

refleqtoris sakuTari rxevebis sixSiris dasadgenad sawyisi impulsebi miecemoda saTanado wertilebSi Sekidebul tvirTebis sakidebis gadaWriT. aRniSnuli sqemiT miRebuli Sedgebis mixedviT da sapirwoneebis da gravitaciuli velis nawilobrivi gamoricxviT Catarda ramodenime cikli eqsperimentisa (fig. III.24)



**fig. III.24 _gravitaciuli efeqtis gamoricxvisaTvis, xist sayrdenebSi dgaris saSualebiT konsolurad
 Camagrebuli refleqtori, aseve
 gamoicada gadmobrunebul mdgomareobaSi, rodesac amrekli badis
 mxare ukve qvemoT ganTavsda.**

aseTi meTodebiT gazomvisas dadginda refleqtoris sakuTari rxevis sixSireebi, romlebmac Seadgina:

- rgolis sibrtidan sakuTari rxevis sixSire – $f = 0,75Hz$;
- rgolis sibrtyeSi sakuTari rxevis sixSire - $f = 3,75Hz$;
- grexvaze sakuTari rxevis sixSire - $f = 1,19Hz$.

or rigad ganTavsebuli pantografuli struqturis rgoliani gasaSleli refleqtoris gaWimuli, moqnili centris agebisaTvis umTavresi Semadgenelia zusti geometriis mixedviT damzadebuli, samkuTxa ujredebis formis mqone, moqnilRerovani sivrciT i ferma. misi proeqtis Seqmnis Semdeg mniSvnelovan etaps warmoadgens moqnilRerovani sivrciT i fermis damzadeba, romelSic zustad iqneba daculi geometriuli parametrebi. am mxriv, rogorc aRiniSna, ramodenime meTodi arsebobs. Cven SemTxvevaSi bade – moqnilRerovani sivrciT i ferma damzadda stapelis gamoyenebiT.

proeqtis mixedviT stapeli warmoadgens dgarebze ganTavsebul, saTanado zomis, zusti Tarazuli formis mqone magidas, romelzec koordinatebis mixedviT dasmulia dgarebi. isini sxvadasxva sigrZisaa. ise rom misi, egreT wodebuli, badis kvanZebis samontaJo wertilebi, magidis mimarT, sivrcesi zusti koordinatebis mixedviT aris ganTavsebuli stendze xdeba badis damzadeba (fig. III. 25).



fig. III. 25 _ stapelis foto moqnil, daWimul badesTan erTad

badis stapelidan axsnis win, xdeba damzadebuli badis kvanZebis sivrcesi ganTavsebis koordinatebis kontroli zusti optikuri xelsawyos gamoyenebiT (fig. III. 26).



fig. III. 26 _ stapelis preciziul zedapirze gadaWimuli, moqnili, samkuTxa formis mqone badis kvanZebis sivrceSi ganTavsebis koordinatebis Semowmeba zusti optikuri xelsawyoTi

Semdeg etapze gaSlis stendze ganTavsebul mimsvlelebze mowyobil gauwonadobis meqanikur sistemaze (fig. III. 27) xdeba moqnili, Wimvadi centris _ zeda da qveda moqnili bade dakavSirebuli mWimebiT da zeda moqnili badeebis qvemoT ganTavsebuli amrekli badiT, Sekideba (fig. III. 28).



fig. III. 27 _ gaSlis stendze radianulad ganTavsebuli mimmarTvelebi da maTze mowyobili gauwonadobis meqanikuri sistema

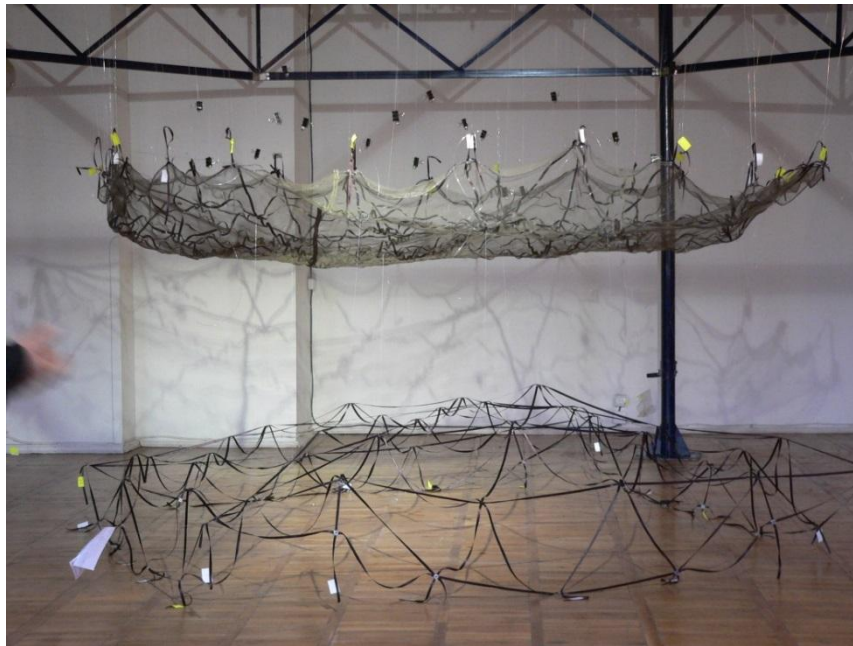


fig. III. 28 _ gauwonadobis meqanikur sistemaze Sekidebuli moqnili centris struqtura Sedgenili zeda da qveda badisagan, maT Soris ganTavsebuli sigrZis kompensatoriani paraleluri mWimebisagan da zeda badis qvemoT ganTavsebuli amrekli badisagan

Semdeg xdeba gaSlis stendzeSekidebuli, bolomde gauSleli rgolis saTanado kvanZebSi moqnili, gaWimuli centris periferiuli kvanZis Camagreba (fig. III. 29).

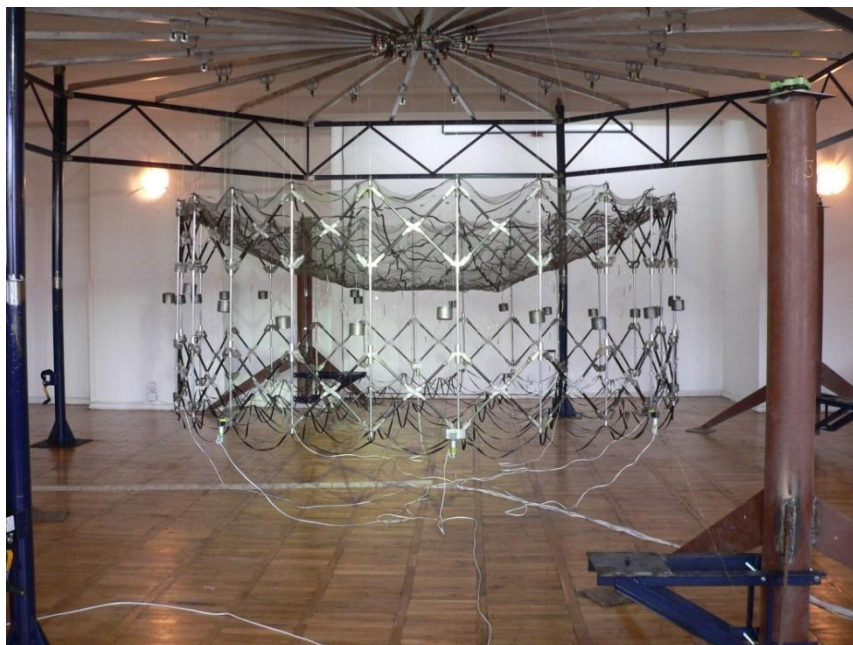


fig. III. 29 _ gaSlis stendze, bolomde gauSleli rgolis da moqnili centris gaerTianeba

gamSleli rgolis da moqnili centris urTierTdakavSirebis Semdeg, xdeba refleqtoris, rogorc erTiani struqturis, gaSla, ris Sedegadac warmoiqmneba samkuTxa formiT aproqsimirebuli, amreklis zusti paraboloiduri zedapiri (fig. III. 30).

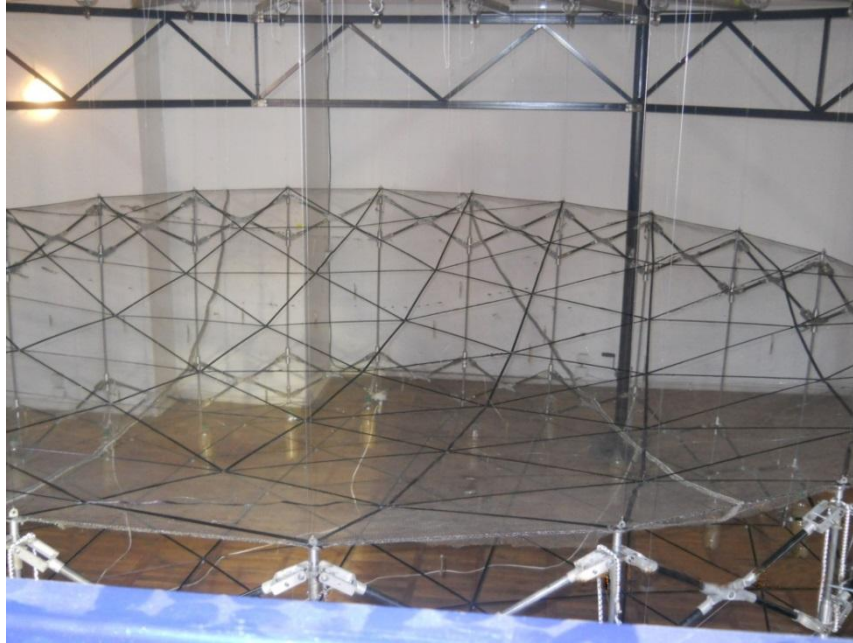


fig. III. 30 _ samkuTxa formiT aproqsimirebuli gasaSleli kosmosuri refleqtoris zusti paraboloiduri zedapiri, romelic moqnili, gaWimuli, geometriulad ucvleli da statikurad rkvevadi karkasiT da masTan dakavSirebuli gamSleli rgoliT aris sivrcesi fiqsirebuli.

saboolo jamSi oTxi metri diametris mqone, gasaSleli refleqtoris funqionaluri modelis wonam, imis gaTvaliswinebiT, rom rgolis kvanZebi da sxva elementebi Sesrulebuli iyo aluminis Senadnobebisagan, foladisagan da sxva masalebisagan, romelTa SerCevisas ar iyo wonis faqtorebi gaTvaliswinebuli, Seadgina 48, 720 kg.

Catarebuli Teoriuli da eqsperimentuli kvlevebis masalebis da Seqmnili funqionaluri maketis safuZvelze orpantografiani struqturis gamSlelrgoliani da moqnili, gaWimuli centris mqone refleqtoris safrenosno variantis wonasa da refleqtoris diametrs Soris damokidebulebebi, sadac aseve Cans, rom aRniSnuli refleqtoris wona „kosmosuri“ SesrulebiT ramodenimejer naklebia mocemuli funqionaluri modelis wonasTan (fig. III. 31).

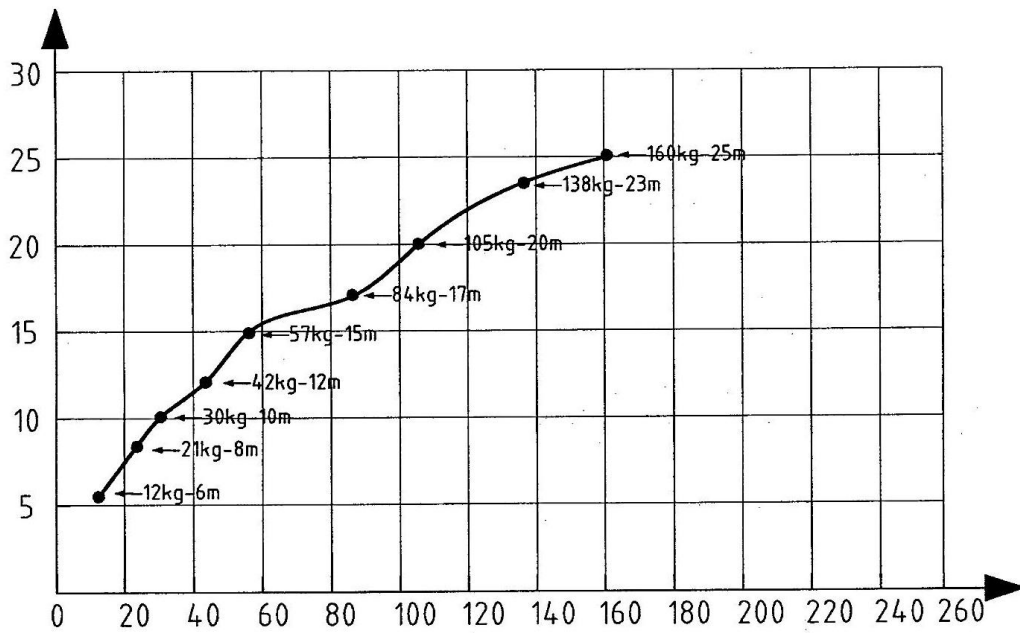


fig. III. 31 _ orpantografiani struqturis gamSlelrgoliani da moqnili, gaWimuli centris mqone gasaSleli kosmosuri refleqtoris wonebi diametrTan damokidebulebiT.

warmodgenili grafiki ar iZleva refleqtoris woniT i faqtorebis gaanalizebis srulyofil saSualebas Tu ar ganisazRvra refleqtoris diametris mixedviT ra procentuli Semadgeneli, rac refleqtoris Seqmnisas modis mis meqanikur kvanZebze.

mocemul SemTxvevaSi, aseTi analizi warmoadgens aucileblobas imitom, rom ganxiluli refleqtori Sedgeba momatebuli raodenobis kvanZebisagan, rogorc cilindruli saxsrebis da mosriale _ mgoravi kvanZebis, aseve electroamZravebisa da refleqtoris rgolis gamSleli elementebis fiqsatorebis mxriv.

aRniSnuli wilis gamosaTvlelad gaangariSda sxvadasxva diametris mqone orpantografiani struqturis gamSlel-rgoliani da moqnili gaWimul-centriani gasaSleli kosmosuri refleqtoris safrenosno variantebis meqanikuri kvanZebis wonebi da gaangariSda maTi procentuli raodenoba saTanado diametris refleqtoris wonasTan SedarebiT (fig.III.32).

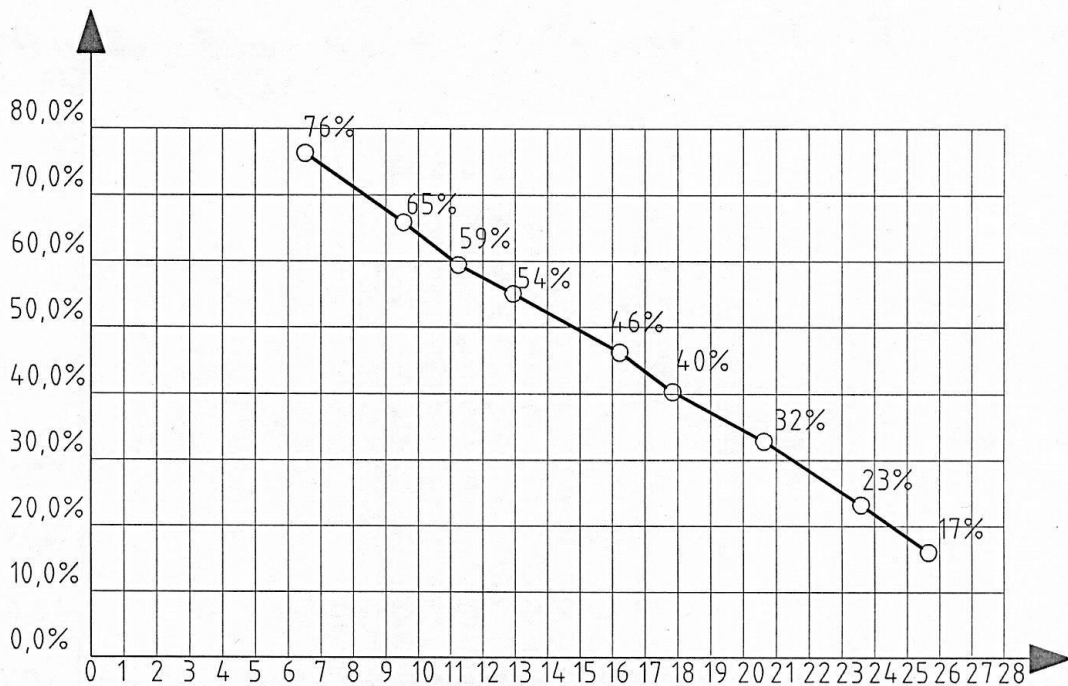


fig. III. 32 _ grafiki, romelzec asaxulia meqanikuri kvanZebis wonis wili gamosaxuli procentebSi orpantografiani struqturis gamSlel-rgoliani da moqnili gaWimul-centriani gasaSleli kosmosuri refleqtoris saerTo wonasTan SedarebiT

warmodgenili grafikis mixedviT naTlad Cans, rom aRniSnuli refleqtoris wonis didi wili swored mis meqanikur kvanZebze modis. es metad mniSvnelovan sidideebs aRwevs refleqtorebSi, romelTa diametri 5-dan 17 metramde cvalebado. aRniSnuli diametris refleqtorebi, romlebic metad gavrcelebulia kosmosur orbitebze, upiratesad mcire zomis da msubuq kosmosur aparatebze ganTavsdebian. aseT SemTxvevaSi ki maTi momatebuli wona da aseve didi wili TviT meqanikuri kvanZebisa uaryofiTad moqmedebs, rogorc kosmosuri kompleksis teqnukur parametrebze, aseve mis ekonomiur faqtorebze. amasTan, didi raodenoba meqanikuri kvanZebisa, romlebic uSualod aris CarTuli orbitaze misi transformaciis da formis fiqsaciis procesebSi amcirebs refleqtoris saboloo formis miRwevis saimedoo. rac esoden mniSvnelovania kosmosuri kompleksisaTvis.

miuxedavad ganxiluli yvela naklovanebisa orpantografiani struqturis gamSlel-rgolian da moqnili, gaWimul-centriani kosmosur gasaSleli refleqtorebs gaaCniaT dadebiTi Tvisebebi, rac arsebul gadawyvetebTan SedarebiT, sxvadasxva aspeqtSi da sxvadasxva mimarTulebiT maT aniWebs met upiratesobas. esenia:

- refleqtoris gamSlel rgols gaSla_dakecvis dros aqvs erTi da igive dgaris toli sidide da Sesabamisad dakecil mdgomareobaSi ar matulobs simaRleSi, rac, erTi mxriv, mosaxerxebelia mTlianad refleqtoris da misi centris dasakecad da, meore mxriv, xelsayrel pirobebs qmnis satransporto paketis sigrZis minimizaciis mxriv;

- reflektoris gamSlel rgols, rogorc dakecil, aseve transformaciis procesisas da formaTwarmaqmnis saboloo etapze gaaCnia rgolis simaRlis mimarT ganivkveTis didi inerciis momenti, rac qmnis reflektoris gaSlis da gaSlis procesis dasrulebis Semdeg optimalur daZabul_deformirebad suraTs, rogorc rgolSi, aseve mTlianad reflektorSi;
- reflektoris moqnili, gaWimuli centri, Camagrebuli gamSlel rgolTan, warmoadgens zusti geometriuli formis, geometriulad ucvelle da statikurad rkvevad sistemas;
- gamSleli rgoli, Tavisi struqturiT, aseve warmoadgens xist CarCovan sistemas, romelic Sedgenilia Reroebisagan;
- reflektori xasiaTdeba martivi, kontrolirebadi, usafrTxo da prognozirebadi gaSlis sqemiT da miRweuli saeqsploatacio formis saimedo fiqsaciiT.

III.2. wakveTili piramidis formis mqone, “Casatex” Reroebiani zambarebiT gasaxsnel rgoliani da moqnili, gaWimul centriani, gasaSleli kosmosuri reflektori

reflektoris Seqmnis ZiriTadi miznebi iyo mis bazaze, SemdgomSi modularuli didi gasaSleli reflektoris daproeqteba da reflektoris gaSlis energetikul bazad zambarebis gamoyeneba, Tumca gaSlis procesis marTvisa da kontrolisaTvis, da gaSlis Semdeg mastabilizebeli bagirovani sistemis daWimvisaTvis, riTac miiRweva rgolis struqturis geometriuli ucvelleba, aseve gamoyenebulia eleqtroamZravebi, rac ganapirobebs eleqtroenergiis moxmarebasac.

aRniSnuli logikis SenarCunebiT daproeqtda, damzadda da gamoicada wakveTili piramidis formis mqone, „Casatex“ Reroebiani, zambarebiT gasaxsneli rgoliani da moqnili, gaWimul centriani gasaSleli kosmosuri reflektori, romlis aperturis diametrma Seadgina 6 metri.

„CasatexReroebiani~, zambarebiani reflektoris saerTo xedebi gaSlil da satransporto mdgomareobaSi mocemulia fig. III. 33-ze.

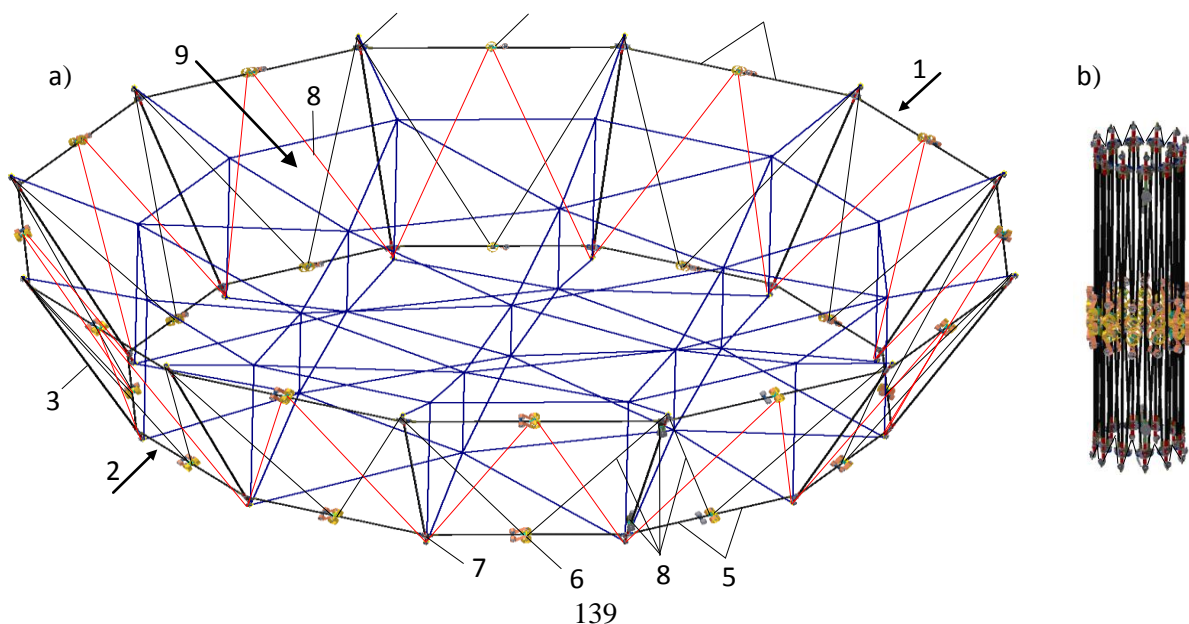
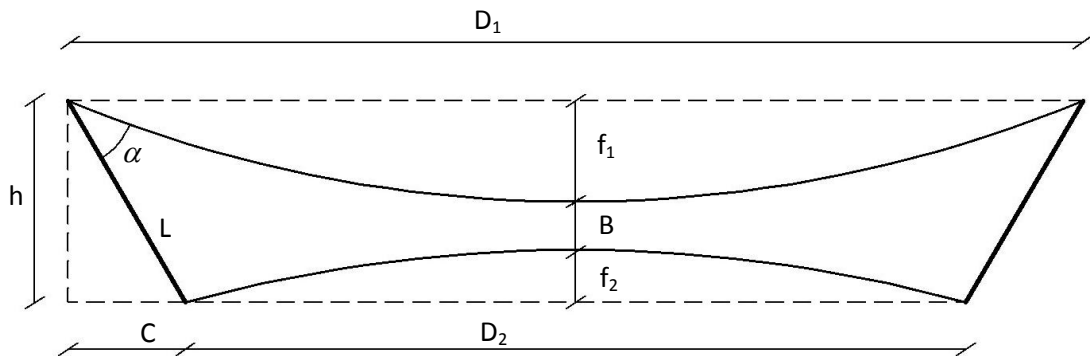


fig. III. 33 - konstrukciis saerTo xedi

a) – gaSlil da b) – dakecil mdgomareobebSi

1. zeda rgoli; 2. qveda rgoli; 3. dgari; 4. zeda rgolis Casatexi Reroebi; 5. qveda rgolis Casatexi Reroebi; 6. Casatexi Reroebis damakavSirebeli saxsari mudmivZaliani zambaruli gamSleli meqanizmiT; 7. seqciebis saxsrulad damakavSirebeli sinqronizaciis meqanizmi; 8. gaSlis mastabilizirebeli sistema; 9. centraluri nawili.

mocemul SemTxvevaSi geometriuli parametrebis dadgenisas gasaTvaliswinebelia is, rom dgariis sigrZis cvalebado, ar xdeba rgolis sxva parametrebis cvlilebis gareSe. am efeqts iolad SevamCnevT Tu ganvixilavT sqemas (fig. III. 34 da fig. III. 35) da SevadgenT geometriuli parametrebis urTierTdamokidebulebis gantolebbs.



- h _ konsoluri gamSleli rgolis vertikaluri dayvanili simaRle;
- L _ konusuri rgolis dgariis simaRle;
- D_1 _ refleqtoris aperturis maqsimaluri gabariti;
- D_2 _ gabaritis Sesabamisi sigrZe konusuri rgolis meore mxares;
- f_1 _ funqionaluri qseluri badis Cawevis isari;
- f_2 _ teqnologiuri qseluri badis awevis isari;
- B _ empiruli umoklesi manZili qselur badeebis Soris;
- α _ dgariis daxurvis kuTxe vertikalTan;
- C _ diametrebis sxvaobis naxevari. did gabarits D_1 -s da mis Sesabamis gabarit D_2 Soris.

fig. III. 34 – konsolurrgoliani refleqtoris geometriuli parametrebi

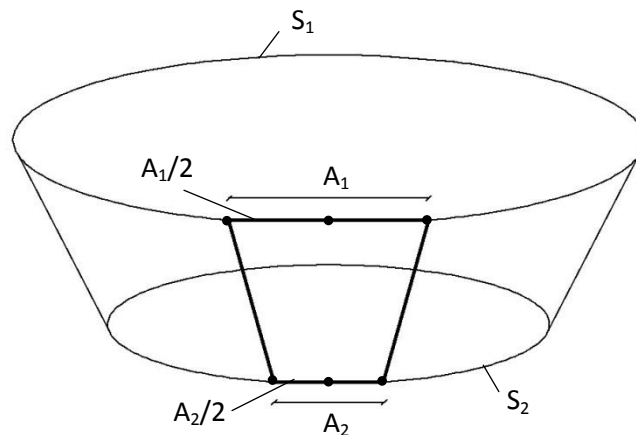


fig. Y₃. 35 – konusuri gamSleli Zalovani rgolis seqciis parametrebi

S₁-refleqtoris aperturis perimetri; A₁-refleqtoris aperturis perimetris 1/12 nawili;
A₂-konturis gverdiTi zedapiris geometriuli parametrebidan gamomdinare A₁-is Sesabamisi sigrZe.

$$h = f_1 + f_2 + B; \quad (1) \quad f_1 = 0,1D_1; \quad f_2 = 0,1D_2; \quad B \approx 20 \div 30\text{sm.}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$h = L \cdot \cos\alpha; \quad (2) \quad L \cdot \cos\alpha = 0,1D_1 + 0,1D_2 + B$$

$$D_2 = D_1 - 2c; \quad D_2 = D_1 - 2L \cdot \sin\alpha$$

$$L \cdot \cos\alpha = 0,1D_1 + 0,1D_1 - 0,1 \cdot 2 \cdot L \cdot \sin\alpha + B$$

$$L \cdot \cos\alpha = 0,1 \cdot 2 \cdot D_1 - 0,1 \cdot 2 \cdot L \cdot \sin\alpha + B$$

$$\cos\alpha = \cos 30^\circ = 0,866; \quad \sin\alpha = \sin 30^\circ = 0,5$$

$$L = 0,207D_1 + B$$

$$D_2 = D_1 - 2L \cdot \sin\alpha \quad (4)$$

$$D_2 = D_1 - L$$

gantolebaTa Sedgenili sistema efuzneba rgolis simarlis h -s tolobas f_1 ; f_2 ; da B jamTan.

axla SevadginoT dgaris sigrZis gaangariSebis gantoleba Casatexi Reroebis sigrZeebis mixedviT. aRniSnulis mixedviT dgaris sigZe ar SeiZleba iyos mocemuli formuliT gaangariSebul L -ze naklebi.

$$L = \frac{S_1}{2 \cdot n} + \frac{S_2}{2 \cdot n}$$

$$L = \frac{\pi D_1}{2n} + \frac{\pi D_2}{2n}$$

$$L = \frac{\pi D_1}{2n} + \frac{\pi D_1}{2n} - \frac{\pi L}{2n}$$

$$L + \frac{\pi L}{2n} = \frac{2\pi D_1}{2n}$$

$$\frac{2nL + \pi L}{2n} = \frac{2\pi D_1}{2n}$$

$$2nL + \pi L = 2\pi D_1$$

$$L \cdot (2n + \pi) = 2\pi D_1$$

$$L = \frac{2\pi D_1}{2n + \pi}$$

TuganvixilavTofseturrefleqtors, romlisaperturismaq̄simalurigabaritariis 600 sm., xologamSlelZalovanrgolsn=12 seq̄iebaddavyofT, maSinSeiZlebadaiweros:

$$L = 0,207D_1 + B \quad B = 20\text{sm.}$$

$$L = 124,2 + 20 = 144,2\text{sm.}$$

axla saWiroa SevamowmoT L mniSvneli meore pirobiT:

$$L_{min} = \frac{2\pi D_1}{2\pi + \pi} \quad (7)$$

$$L_{min} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 600}{2 \cdot 12 + 3,14} = \frac{3768}{27,14} = 138,8$$

$$144,2 > 138,8 \text{ anu } L > L_{min}$$

ganxiluli geometriuli parametrebis sidideTa cvalebadobis kanonzomierebaTa dacviT, rogorc aRiniSna, damzadda gasaSleli kosmosuri refleqtori, romlis maq̄simaluri diametri $D_1 = 600\text{sm}$, romelic moicavs:

- dgarebiT dakavSirebuli zeda da qveda rgolebs;
- Casatexi Reroebis damakavSirebel saxsrebs mudmivmomentiani zambaruli gamSleli meqanizmebiT;
- seq̄iebis damakavSirebelidgarebs da zeda da qveda rgolebis “Casatexi” Reroebis SeerTebiT, transformaciis procesSive sivrceSi orientacia cvlad cilindrul saxsrebs aRWuravs mosriale “Casatexi” Reroebis gaSlis sinqronizaciis meqanizmebiT;
- gaSlis mastabilizebel sistemas _ bagirebs, gorgolaWebs da eleqtroamZravebs.

centraluri moqnili nawili moicavs:

- funqcionalur da teqnologiur moqnil badeebis;
- maT damakavSirebel vertikalur an daxril mWimebs;
- funqcionaluri badis qvemoT ganTavsebul amrekl bades – refleqtoris ekrans.

kosmosuri refleqtoris Zalovani rgolis erTi seq̄iis konstruqciuli struqtura, gaSla-dakecvis kinematikuri sqema da misi geometriuli parametrebi mocemulia fig. III.36-ze.

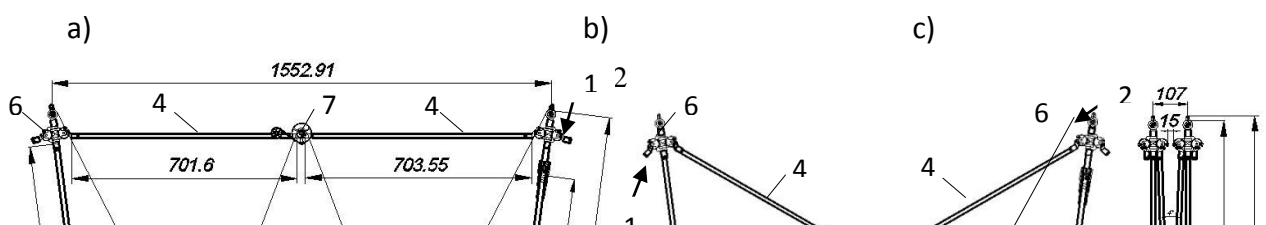


fig. Y₃. 36 - Zalovani rgolis erTi seqciis gaSla-dakecvis kinematikuri sqema.

a) – gaSlili mdgomareoba; b) – Sekecili mdgomareoba; c) – dakecili mdgomareoba;

1. dgarebTan „Casatexi“ Reroebis mierTebis, gaSlis procesSi sivrcesi orientaciis cvladi cilindruli saxsrebi; 2. zeda da qveda gorgolaWebi mastabilizebeli sistemis bagirebis Semosatareblad; 3. dgari; 4. zeda rgolis Casatexi Reroebi; 5. qveda rgolis Casatexi Reroebi; 6. sinqronizaciis meqanizmi; 7. saxsari mudmivZaliani zambaruli gamSleli meqanizmebiT; 8. gaSlis mastabilizirebeli sistema. b)

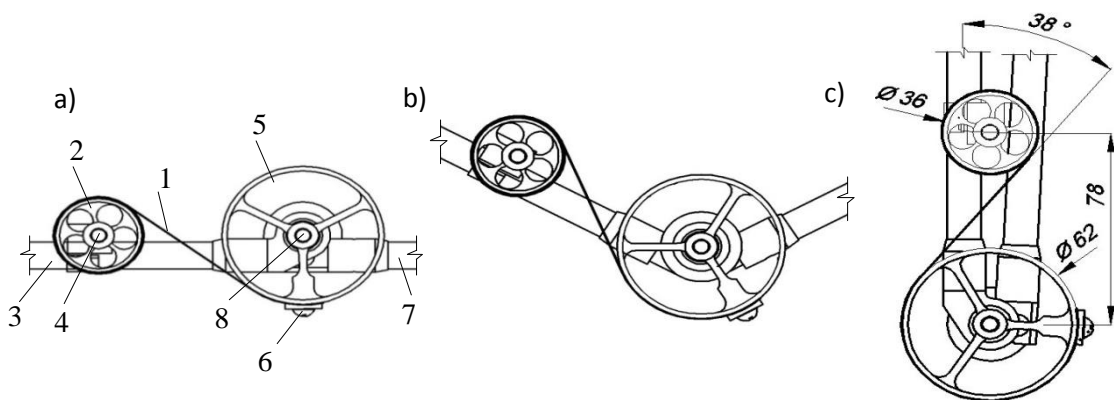


fig. III.37 _ mudmivmomentiani zambaruli gamSleli meqanizmi.

a) – gaSlili mdgomareoba; b) – Sekecili mdgomareoba; c) – dakecili mdgomareoba;

1. zambara; 2. mcire doli; 3. marcxena Casatexi Rero; 4. mbrunavi RerZi; 5. damxvevi doli; 6. WanWiki; 7. marjvena Casatexi Rero; 8. uZravi RerZi.

Zalovani rgolis gaSla xdeba mudmivi momentis mqone brtyeli zamabarebiT.

Zalebis simetriulad gadanawilebis gamo TiToeul wyvil Casatex Reroze gamoyenebulia dawyvilebuli mudmivmomentiani zambaruli meqanizmebi (fig. III.37).

horizontaluri Reroebi erTmaneTTan dakavSirebulia sinqronuli gadacemis meqanizmebiT (fig. III.38), romlis saSualebiTac xdeba zeda da qveda rgolebSi Semavali „Casatexi“ Reroebis berketebis erTdrouli gadaadgileba.

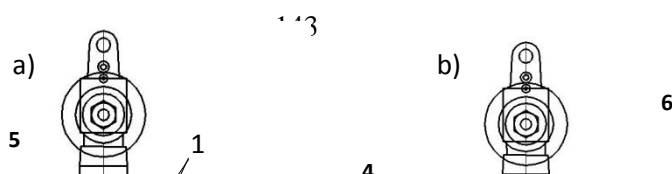


fig. III.38 _ sinqronizaciis meqanizmi.

a) – Sekecili mdgomareoba; b) – gaSlili mdgomareoba;

1. bagiri; 2. mimmarTveli gorgolaWi; 3. bagiris damWimi mowyobiloba;

4. „Casatexi“ Reroebi; 5. „Casatexi“ Reroebis dgartan mierTebis moZravi cilindruli saxsrebi; 6. gaSlis mastabilizebeli sistemis gorgolaWebi; 7. dgari.

gaSlis dros mosalodnelia berketebis swrafad Semobruneba sinqronizaciis meqanizmis irgvliv, rasac gamoiwvevs gaSlis zambarebis mier ganviTarebuli gamSleli Zalebi. amas mohyveba dartyms efeqti bolo momentSi, romlis Tavidan acilebis mizniT refleqtoris konstruqciaSi gamoyenebulia berketebis gaxsnis Semakavebeli bagirebis sistema, romelic gaxsnis sasurveli drois reJimis SerCeviT, mimyolad berketebis zambarebiT gaxsnisa, moqmedebaSi mohyavs Zrav-reduqtorebs (fig. III.39).

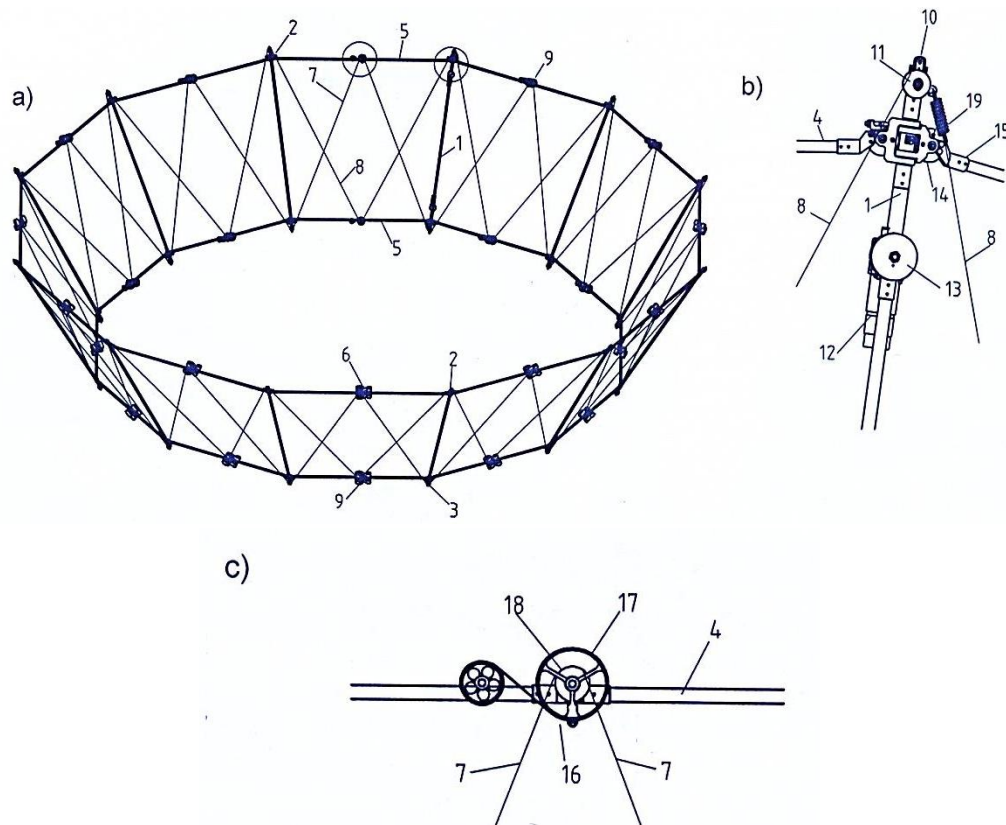


fig. III.39 _ gamSleli Zalovani rgolis mastabilizebeli sistema

- a _ rgolis mTliani xedi mastabilizebel sistemasTan erTad;
- b _ gamSleli rgolis kvanZebSi mastabilizebeli sistemis mowyobis xedi;
- c – dakecili mdgomareoba.

1 _ dgari; 2 da 3 _ dgaris „Casatex“ ReroebTan mierTebis transformaciis procesSi sivrceSi orientirebadi zeda da qveda kvanZebi; 4 da 5 _ zeda da qveda „Casatexi“ Reroebis berketebi; 6 _ zeda „Casatexi“ Reroebis gamamTlianebeli kvanZi, aRWurvili rgolis gamSleli zambarebiT da mastabilizebeli bagirebisTvis gankuTvnilil gorgolaWiT; 7 _ zeda „Casatexi“ Reroebis gaxsnis mastabilizebeli bagiri; 8 _ qveda „Casatexi“ Reros gaxsnis mastabilizebeli bagiri; 9 _ qveda „Casatexi“ Reroebis gamamTlianebeli kvanZi; 10 _ refleqtoris gauwonadobis stendze ganTavsebis sakidi; 11 – gotgolaWi mastabilizebeli bagiris SemotarebisaTvis gankuTvnilil; 12 – eleqtroamZravi; 13 – eleqtroamZravze damagrebuli dolo, romlidanac xdeba mastabilizebeli bagiris etapobrivi gaxsna („raskruCivanie“); 14 – „Casatexi“ Reros berketis dgarTan miereTebis kvanZi, mosazRvre berketebis gaSlis sinqronizaciis mowyobilobiT; 15 – „Casatexi“ Reros berketis Camagreba snqronizaciis mowyobilobaSi; 16 – „Casatexi“ Reros berketebis gamaerTianebeli kvanZis cilindruli saxsari; 17 – mudmivmaliani zambara; 18 _ „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianebeli kvanZi ganTavsebuli mastabilizebeli bagirebis Semotarebis gorgolaWze; 19 – mastabilizebeli bagiris kvanZSi Camagrebis, sigrZis mastabilizebeli zambara.

refleqtorsSi gamoyenebulia ori cali Zrav-reduqtori. erTi Zrava emsaxureba zeda rgolis Casatexi berketebis brunvis Sekavebas, xolo meore _ qveda berketebis Sekavebas. berketebis horizontalur mdgomareobaSi misvli Semdeg xdeba Zravebis gaTiSva. bagirSi warmoqmnilil gamWimavi Zalebis sakompensaciad konstruqciaSi gaTvaliswinebulia zambara.

aRniSnul „Casatex“ Reroebian, zambarebian gamSlel rgols gaaCnia mravali damatebiTi Tvisebebi, rac gamoixateba refleqtoris iseTi vanturi_Rerovani sistemis SeqmnaSi, sadac minimalurad da, amasTan geometriuli formis ucvelelobis misaRwevad, sakmarisad aris gamoyenebuli kumSvaze momuSave Reroebi. aseTi gadawyveta konstruqciisa iwvevs misi wonis Semcirebas. gamSlel rgolSi ZiriTad energetikul resursad gamoyenebulia winaswar akumulirebuli zambarebis drekadi Zalebi, rac udavod amcirebs konstruqciis gaSlis principul sqemas. garda amisa, gamSleli Zalovani rgolis wakveTili piramidis forma, erTis mxriv, sakmaod zrdis rgolis da mTlianad refleqtoris sixistes da, meores mxriv, igi iZleva saSualebas gasaSlil refleqtorsSi modulebis gamoyenebisa, rac aseve Seesabameba optimaluri proeqtirebis principebs.

amasTan, ganxilul struqturas gaaCnia uaryofiTi Tvisebebic:

- zambarebs, romlebic ganapiroeben rgolis gaSlis ZiriTad energetikas, gaaCniaT didi wona da es maSin, rodesac rgolis gaSlis mastabilizebel sistemaSi mainc aris gamoyenebuli eleqtroamZravebi saTanado eleqtroenergiis miwodebis sirTuliT, mastabilizebeli bagirebi, gorgolaWebi mastabilizebeli bagirebisaTvis da sxva, rac aseve moiTxovs wonas (fig. III.39).
- gaSlis mastabilizirebeli sistema, romelic ramodenime seqciaze uwyveti bagirebiT aris warmoqmnilil, gaSlis etape, bagirebSi, berketebze Semotarebis gamo, arasimetriuli ZalebiT arTulebs rgolis gaSlas, rac aseve warmoCinda refleqtoris modelis eqsperimentuli kvlevisas;
- gaSlis mastabilizebeli bagirovani sistema, gaSlil rgolSi, miuxedavad misi srulyofili Teoriuli geometriuli suraTisa, imis gamo, rom maTSi ar miiRweva sakmao Zala daWimulobisa,xSirad ar qmnis gamSleli rgolis geometriuli ucvelelobis pirobas;

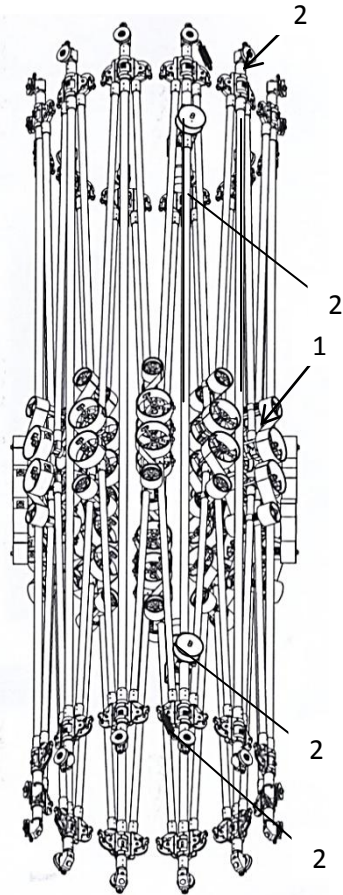


fig. III.40_ gasleli Zalovani rgoli, aRwurvili gaSlis zambarebiani sistemiT da mastabilizebelfi eleqtromeqanikuri sistemiT

1 _ zambarebisani sistema zambarebiT da saTanado mowyobilobiT;
2 _ eleqtromeqanikuri sistema gorgolaWebiT, eleqtroamZraviT, bagirebiT da sxva mowyobilobiT.

— rTuli daZabul-deformirebuli suraTi rgolis gaSlis etapebze. maT Soris safiniSo etapezec, ver gamoricxavs yvela „Catexili Reroebis gamTelebas~. Zalian xSirad rCeba erTi „Casatexi Rero Catexili~. amitom, rom swored masze modis gaSlis is didi Zala, romelmac rgolic unda gaSalos da mTlianad moqnili centraluri nawilis winaswar daZabva unda uzrunvelyos. am efeqtis moxsna SesaZlebelia, Tu rgolis gaSla moxdeba gaSlis “araZalovani principiT”, romelic adre iqna ganxiluli, magram igi damatebiT struqturul da konstruqciul cvlilebebs moiTxovs rgolis konstruqciaSi.

refleqtoris kvlevis etapebze moxda misi funqcionaluri modelis damzadeba. modelis maqsimaluri diametria 6000 mm., xolo misi masa aRwevda 16 kg-s.

gasaleli refleqtoris funqcionaluri modeli Seikida meqanikuri gauwonadobis imitaciis stendze. aRsaniSnavia, rom “Casatex” Reroebiani, zambarebiani refleqtoris konstruqciulma struqturam moiTxova “gauwonadobis” imitaciis mravali pirobebis dakmayofileba, rom gravitaciis pirobebSi misi gaSlis procesi srulyodilad uzrunvelyofiliyo. mastabilizebeli sistemis muSaobiT refleqtoris gaSlis dro saSualod $9 \div 11$ wuTis intervalSi xdeboda (fig. III.41).

a)

b)



c)

d)



e)



f)



g)



h)



fig. III.41 _ wakveTili piramidis formis mqone, „Casatex“ Reroebiani, zambarebiT gasaxsnel rgoliani da moqnili, gaWimul centriani gasaSleli kosmosuri refleqtoris gaSlis fotociklogramma

a _ reflektoris dakecili paketi; b, c, d, e, f, g _ gaxsnis etapebi;
h _ reflektori gaSlil mdgomareobaSi.

reflektoris funqionaluri modelis mravaljeradi gaSlis Semdeg SeiZleba aRniSnos, rom sxvadasxva gaxsnisas Sesabamisi etapebi mainc gansxvavdebian erTmaneTisagan reflektoris geometriuli formiT. amis mizezi ZiriTadad aris mastabilizebeli sistemis sxvadasxva seqciebSi ganviTarebuli sxvadasxva Zalvebi, rac ganapirobebs gamSleli rgolis formis cvalebadobas. amasTan, gaSlis bolo etapebze da saboloo fiqsaciisas rforma zustad Seesabameba mis saproeqto geometrias.aRniSnuli erTgvari naklovanebebi gaSlis gansakuTrebiT Sualedur etapebze, ZiriTadad ganpirobebulia imiT, rom reflektorSi erTdroulad funqcionirebs gaxsnis zambarebiani sistema, romelic „Casatexi“ Reroebis gamaerTianebel kvanZebSia moqyobili (fig. III.42-a) da gaSlis procesebis mastabilizebeli eleqtromeqanikuri sistema (fig. III.42-b).

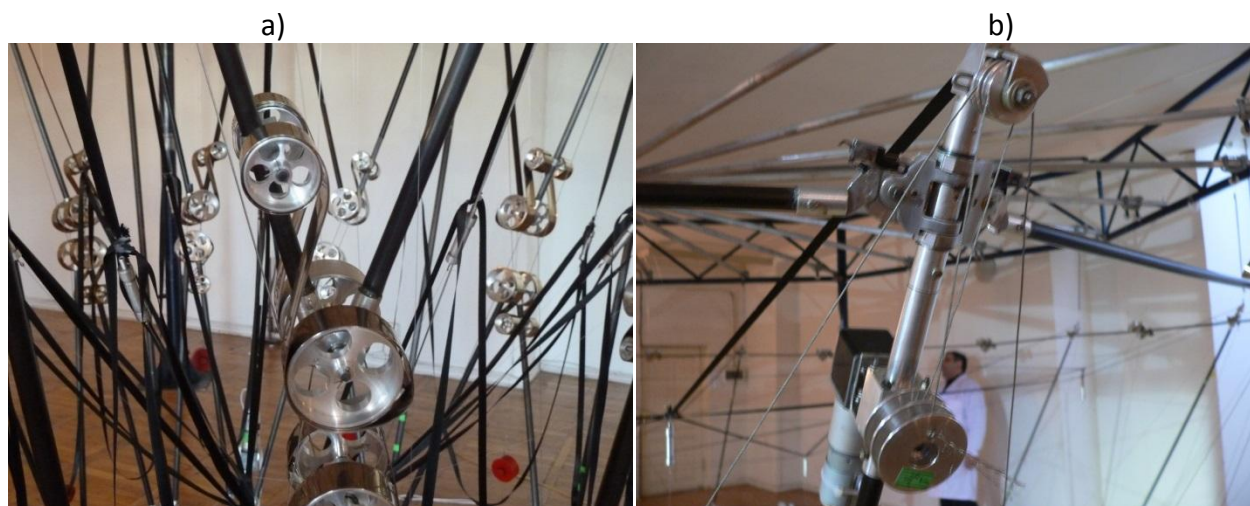


fig. III.42 _ „Casatex“ Reroebiani, zambarebiT gasaxsneli da eleqtromeqanikuri sistemiT da mastabilizebeli sistemiT aRWurvili reflektoris gasaSleli rgolis kvanZebi

a _ „Casatexi“ Reroebis blokebis gamaerTianebel kvanZSi mowiyobili mudmivi Zalis zambarebi dakecili reflektoris pirobebSi;
b _ mastabilizebeli eleqtromeqanikuri sistemis elektroamZravi, mastabilizebeli bagiris damxvevi doli, mastabilizebeli bagirebi da maTi kvanZSi Semotarebis gorgolaWis foto gaSlili reflektoris pirobebSi.

gansakuTrebuli kvlevis obieqts warmoadgenda dgarze ganTavsebuli „Casatexi“ Reroebis gaSlis sinqronizaciis kvanZebi. daskvnis saxiT SeiZleba iTqvas, rom aRniSnuli sinqronizaciis kvanZebi, maTi mravaljeradi gamoyenebis dros ar gamoirCeva stabiluri reJimiT. es ki ganapirobebs aRniSnul kvanZSi mierTebuli, mosazRvre „Casatexi“ Reroebis berketebis erTmaneTisagan gansxvavebuli kuTxeebiT gaSlas, anu procesebis asinqronizacias. kvanZebis konstrukcia SemdgomSi moiTxovs an mis gaumjobesebas, an sxva tipis sinqronizaciis kvanZebze gadasvlas. aRniSnuli sinqronizaciis kvanZebi reflektoris gamSleli rgolis dakecil da gaxsnil

mdgomareobaSi, dgaris boloebze ganTavsebuli mastabilizebeli bagirebi da maTi Semotarebis gorgolaWebi naCvenebia fig. III.43_ze.

AAAAAa)

b)



fig. III.43 _ “Casatex” Reroebiani, zambarebiT gasaxsneli refleqtoris gamSleli rgolis dgaris boloebSi ganTavsebuli, transformaciis procesSi sirceSi orientirebuli kvanZebis, “Casatexi” Reroebis gaxsnisas sinqronizaciis da gaSlis mastabilizebeli sistemis bagirebis da maTi Semotarebis gorgolaWebis fotoebi.

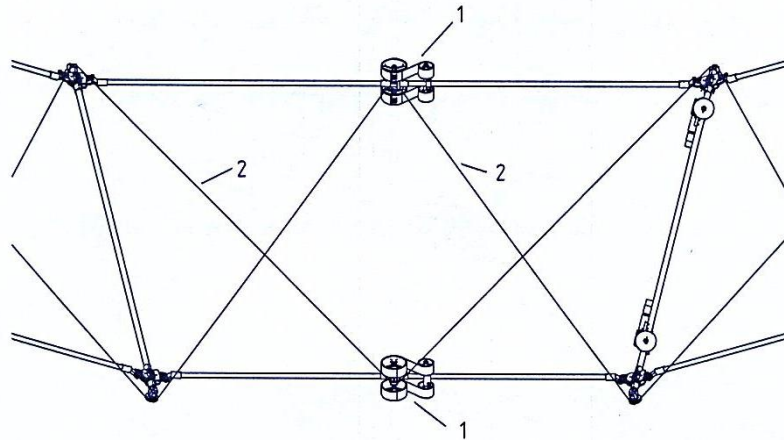
a_ kvanZi refleqtoris dakecil mdgomareobaSi;

b_ kvanZi refleqtoris gaSlil mdgomareobaSi.

wakveTili piramidis formis mqone „Casatex“ Reroebiani zambarebiT gasaxsneli da eleqtromeqanikuri sistemis mqone rgoliani da moqnili, gaWimul centriani gasaSleli refleqtoris funqcionaluri modelis eqsperimentuli kvlevis da Teoriuli analizis Sedegad ganxilul iqna funqcionaluri modelis modificirebuli varianti gansxvavebuli gaxsnis da mastabilizebeli sistemiT.

amisaTvis gamSleli Zalovani rgolidan aixsna „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianebel kvanZSi mowyobili mudmivi Zalis mqone gamSleli zambarebi, romelTac mTlianobaSi didi sakuTari wona gaaCndaT. rgolidan aseve aixsna gaSlis mastabilizebeli, gorgolaWebze Semotarebuli bagirebi (fig. III.44).

a)



b)

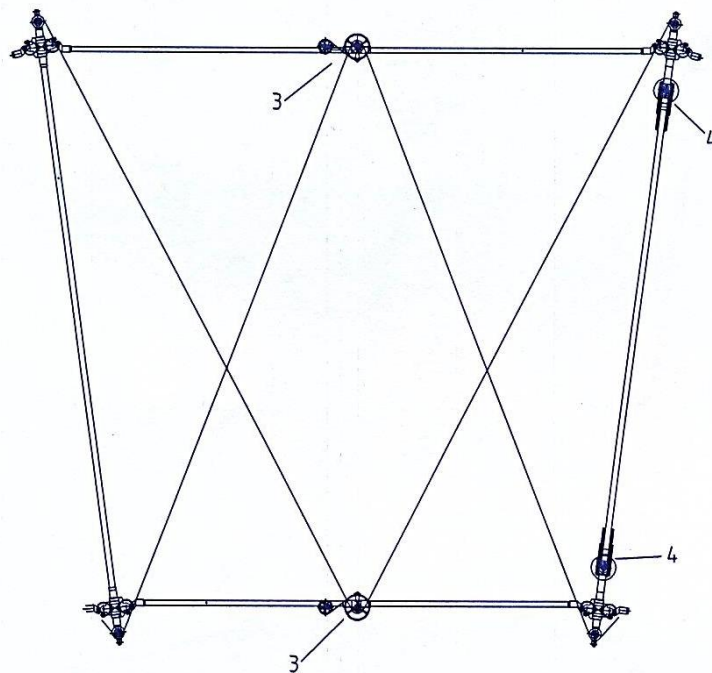


fig. III.44 _ gamSleli Zalovani rgoli, romlidanac aixsna gamSleli zambarebi, gaSlis mastabilizebeli sistemis bagirebi da rgolis SemadgenlobaSi darCa „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianeбели kvanZebi, dgaris „Casatex“ ReroebTan mierTebis kvanZebi da eleqtroamZravebi

a _ gamSleli rgolis fragmenti, aseve aRWurvili gaSlis zambarebiT da mastabilizebeli bagirebiT;

b _ gamSleli rgolis fragmenti Semdgeri mxolod dgarebisagan, „Casatexi“ Reroebis berketebisagan, maTi gamaerTianeбели kvanZebisagan, dgarebisagan da dgarebis boloebze ganTavsebuli gorgolaWebisagan.

1 _ gamSleli zambarebi; 2 – mastabilizebeli sistemis bagirebi; 3 – gamSlel dolze darCenili „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianeбели cilindruli saxsrebi bagiris Semotarebis gorgolaWiT; 4 – darCenili eleqtroamZravis.

amis Semdeg, gamSleli zambarebis da gaSlis mastabilizebeli sistemis gamSleli rgolis konstruqciaze ukve gansakuTrebuli sqemiT yendeba zeda da qveda gamxsneli bagirebi, romlebic exveva arsebuli eleqtroamZravis dolze da Semotardeba arsebul gorgolaWebze. garda amisa,

nacvlad axsnili rTuli sqemis mastabilizebeli sistemisa gamSlel rgolze dgarebis SuaSi da „Casatexi“ Reroebis gamaerTianebel kvanZTan, rombis formis sqemiT, magrdeba gamSleli rgolis geometriuli ucvllobis mimniWebeli bagirebi, romlebic aseve asruleben „Casatexi“ Reroebis gaSlil mdgomareobaSi fiqsirebis funqcias (fig. III.45).

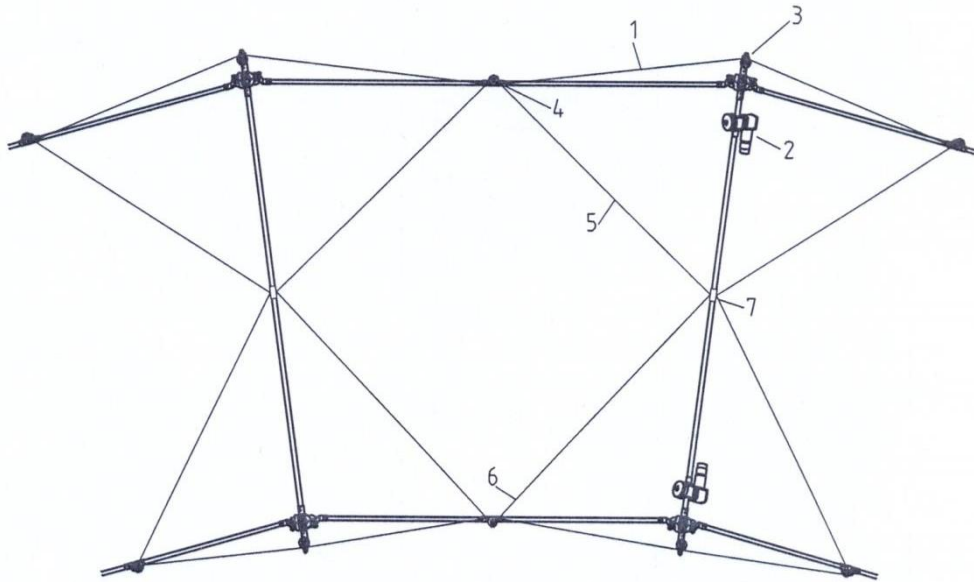


fig. III.45 _ „Casatex“ Reroebiani gamSleli Zalovani rgolis fragmentis modernizebuli, axali sqema, romelSic funqcionirebs gaSlis mxolod electromeqanikuri sistema, romelic aseve asrulebs gaSlis stabilizaciis funqciasac

- 1 _ gaSlis bagiri; 2 _ electroamZravis doli, romelzec gamSleli bagiri exveva;
 3 – dgaris Tavze ganTavsebuli gorgolaWi, romelzec Semotardeba gamSleli bagiri;
 4 _ „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianebel kvanZSi ganTavsebuli gorgolaWi, romelzec aseve Semotardeba gamSleli bagiri; 5 – rgolis geometriuli ucvllobis mimniWebeli, rombis formiT ganTavsebuli bagirebi; 6 – bagiris Camagreba „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianebel kvanZTan; 7 – bagiris Camagreba dgarebis da „Casatexi“ Reroebis mier Sedgenili trapeciis Sua xazis dgarebTan gadakveTis wertilebSi.

amdenad, gamSleli „Casatex“ Reroebiani, wakveTili piramidi formis mqone rgolis gaSlis da stabilizaciis sistemebis Secvlis Semdeg, kvanZebi funqcionirebas iwyeben axali sqemis mixedviT (fig. III.46).

a)

b)

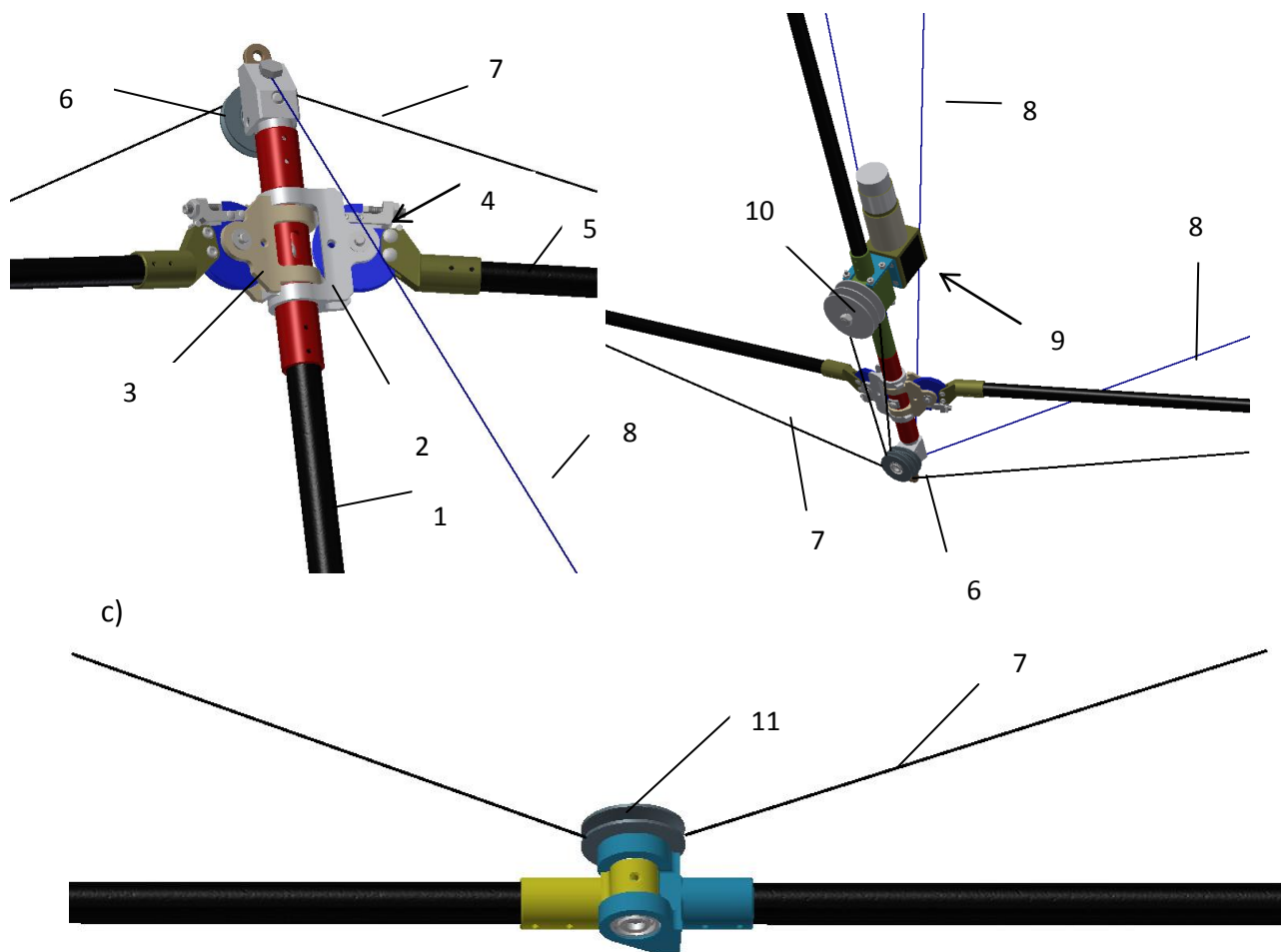


fig. III.46_ „Casatex“ Reroebiani, gaSlisa da stabilizaciis axali sqemis mixedviT modernizebuli gamSleli rgolis saxasiaTo kvanZebi

a _ zeda kvanZi; b _ qveda eleqtroamZraviani kvanZi; c _ „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianeбели kvanZi.

1 _ dgari; 2 _ „Casatexi“ Rerois berketis dgarTan mierTebis moZravi kvanZis gare milisi (vtulka); 3 _ „Casatexi“ Rerois berketis dgarTan mierTebis moZravi kvanZis Sida milisi (vtulka); 4 _ „Casatexi“ Reroebis dgaris mimaT motrialebis sinqronizaciis mowyobiloba; 5 - „Casatexi“ Rerois berketi; 6 _ dgaris zeda da qveda boloebze ganTavsebuli bagiris Semotrialebis gorgolaWi; 7 _ gamSleli da gaSlis mastabilizebeli bagiri; 8 _ daWimuli moqnili centris bagirebi; 9 _ eleqtroamZravi; 10 _ eleqtroamZravis doli, romelSic gaSlis da stabilizaciis bagiri exveva; 11 - „Casatexi“ Reroebis berketebis gamaerTianeбели cilindri saxsris RerZze mowyobili gotgolaWi, romelzec gamSleli da stabilizaciis bagiri Semotardeba.

rogorc warmodgenil fig. Y_{3.45} da fig. Y_{3.46} Cans konstrukcia gaxda lakonuri, misi energetika emyareba mxolod eleqtromeqanikur sistemas da misi kvanZebi da mTlianad gamSleli rgolis gadawyveta martivi gaxda (fig. III.47).

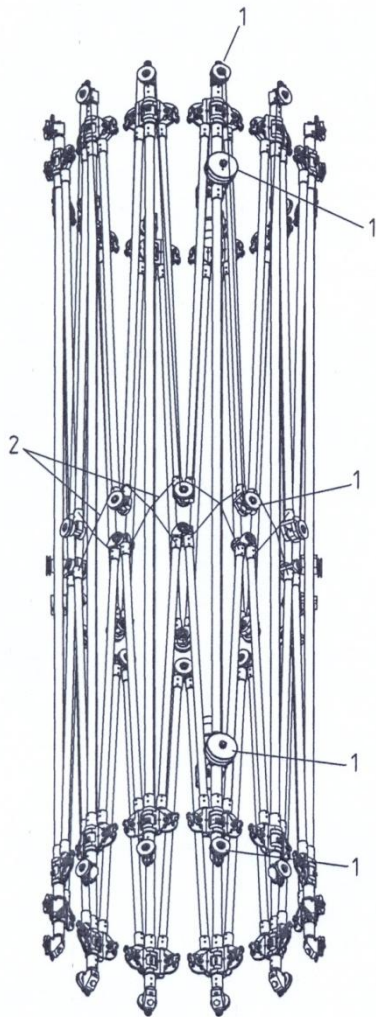


fig. III.47 _ gaSlisa da stabilizaciis gamartivebuli sqemis gamSleli rgoli dakecil mdgomareobaSi

- 1 _ „Casatex“ Reroebiani rgolis gaSlisa da stabilizaciis eleqtromeqanikuri sistema;
 2 _ gamSleli rgolisaTvis geometriuli ucvlelobis mimniWebeli bagirebi

Tu warmodgenil sqemas SevadarebT adre ganxilul gamSlel Zalovan rgols, aRWurvils gaSlis zambarebiani sistemiT da mastabilizebeli eleqtromeqanikuri sistemiT (ix.fig. III.40), gasagebi gaxdeba konstruqciis gamartiveba, rac aseve miznad isaxavs misi gaSlis da fiqsaciis procesebis saimedobis momatebas, procesebis marTvis da kontrolis Sesazleblobas da mTlianad refleqtoris wonis Semcirebas.

ganxiluli gaSlisa da stabilizaciis axali, mxolod eleqtromeqanikuri sistemiT aRWurvili gasaSleli refleqtoris sqema warmodgenilia fig. III.48-ze.

sworedaRniSnulisqemadaedosafuZvladaRniSnulimodernizaciisCatarebas 6000 mm., maqsimaluridiametrismqonegasaSlelrefleqtorge, romliseqsperimentulikvlevebiciqnaCatarebuli _

gansakuTrebiTmisigaSlisprocessisSeswavliT (fig. III.46)

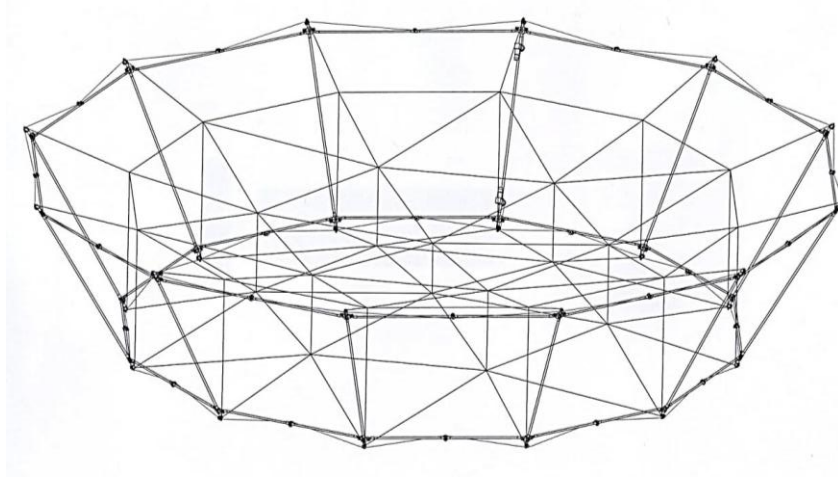


fig. III.48 _ wakveTilipiramidisformismqone, „Casatex“

ReroebianigaSlisdastabilizaciiseleqtromeqanikurisisitemiTaRWurviligamSlel

rgoliani da moqnili, gaWimul centriani gasaSleli

refleqtoris sivrciTi sqema

a)



b)



c)

d)



fig. Y_{3.49} _ wakveTili piramidis formis mqone, „Casatex“ Reroebiani, eleqtromeqanikuri sistemiT gaSladi, moqnili, gaWimul centriani refleqtoris gaSlis etapebis fotokadrebi

- a _ refleqtoris dakecili paketi;
- b da c _ refleqtoris formis transformaciebi;
- d _refleqtori gaSlil mdgomareobaSi.

erTniSnad unda aRiniSnos, rom modernizebuli, mxolod eleqtroamZraviT refleqtoris gaSlis da stabilizaciis procesebi gaxda kontrolirebadi, marTvadi da saimedo.

amasTan, Tu zambarebiani gasaSleli refleqtoris funqcionaluri modeli iwonida 16 kg-s, misi mxolod eleqtroamZraviT gaxsnis da stabilizaciis pirobebSi sakuTari wona Semcirda 2kg-iT da Seadgina 14kg.

da kidev erTi, magram mniSvnelovani Tviseba SeiZina refleqtoris modernizebulma funqcionalurma modelma _ igi gaxda gacilebiT xisti, vidre iyo wina variantis dros (fig. III.50).



**fig. III.50 _ rgolis geometriuli ucvelobis uzrunvelyofis bagirovani, rombis formis sistemiT, arsebuli stabilizaciis sistemis
 Secvlis Semdeg, funqionaluri modelis saerTo
 sixistem da rxevis sixSiremac moimata. es efeqti aseve realurad
 igrZnoboda misi sivrceSi xeliT orientaciis dros.**

wakveTili piramidis formis mqone „Casatex“ Reroebiani rgolis da masTan mierTebuli moqnili, gaWimuli centris modernizebuli refleqtoris funqionaluri modelis kvlevam gansazRvra refleqtoris axali, optimaluri variantis Seqmna.

vantur-Rerovan rgoliani da moqnili, gaWimul centriani gasaSleli kosmosuri refleqtori

vantur_erovan rgoliani da moqnili gaWimul centriani gasaSleli refleqtorebis winaswari sacedli sqema realizebuli iyo gasaSlel refleqtorebSi, "Casatex" Reroebiani gamSleli rgolis gamocdebis dros, rogorc konstruqciuli sistemis erT-erTi SesaZlo modifikacia. warmatebuli gamocdis Semdeg, axal „Casatex Reroebian~, electroamZravian, vantur-Rerovan rgolze, romelic prizmis an wakveTili piramidis formisaa da gegmaSi qmnis wriul an ovalur moxazulobas, evropuli kosmosuri saagentos mier wardgenili iqna evropatentze.

Catarebuli eqsperimentebis Sedegebma aCvena is, rom electroamZravebiT da gamSleli bagiriT aRWurvili gamSleli „Casatex Reroebiani~ rgoli aRmoCnda perspeqtuli.

swored am mizniT daproeqtda da Seiqmna 6 metri diametris prizmulis formis rgoliani refleqtorebi, romelTa srulmasStabianma gamocdebma da kvanZebis da Semadgeneli elementebis daxvewam ganapiroba axali, zemsu buqi da xisti gasaSleli kosmosuri refleqtorebis Seqmna.

4.1. vantur-Rerovan rgoliani da moqnili, gaWimul centriani gasaSleli kosmosuri refleqtoris eqsperimentuli varianti

prizmulis formis gasaSlel rgoliani refleqtoris 6 000 mm diametris mqone gasaSleli refleqtoris eqsperimentuli varianti Sedgeba ori ZiriTadi blokisgan _ gamSleli Zalovani rgolisa da moqnili-gaWimuli centrisagan, romlebic qmnian erTianobaSi gasaSleli refleqtoris konstruqciul struqturas. amasTan, eqsperimentuli variantis agebuli modelis mixedviT, kvanZebis ucveleli saxiT, SeiZleba damzaddes rogorcovaluri _ elifsis moxazulobis, aseve mTlianobaSi wakveTili piramidis formis gamSleli rgolebi.

aseve, mniSvnelovania ganmarteba imisa, rom mocemul SemTxvevaSi, rodesac rgolis gamSleli funqciis matarebeli "Casatexi" Reroebi ara maT gamaerTianebe kvanZSi ganTavsebuli zambarebiT (ix. fig. ???), aramed bagirovani sistemiT ixsneba, isini, gamSlel rgolSi warmoqmni axali kinematikuri da, gaxsnis dasrulebis Semdeg, statikuri suraTiT, ukve warmoadgenen vantur_Rerovan sistemas (fig. IV.1).

mTlianobaSi sqema warmoadgens vantur_Rerovan winaswar daZabul, geometriulad ucvelel struqturas _ transformirebad sivrciT fermas, romelic Seqmnilia vantur_Rerovani wriuli formis, sivrciT fermiT, rgolIT da masTan mierTebuli sivrciT vanturi fermiT.

zedა da qveda sartyelis berketebi, romelic gamSlel rgolSi dgarebis Soris aris ganTavsebuli, erTmaneTTan cilindrul saxsarSi, swored saxsris Reroze magrdeba gorgolaWi, romelzec, rogorc

aRiniSna, Semotarebulia gamSleli bagiri. amdenad, bagirSi aRZruli gamWimavi Zala, aRniSnul kvanZSi warmoqmnis tolqmed Zalas, romelic zeda sartyelebSi, zemoT aris mimarTuli, xolo qveda sartyelSi – qvemoT aris mimarTuli.

tolqmedi, cvladi sididiT, magram mudmivad moqmedebs mosazRvre berketebis gasworebamde – manam, sanam ar daiWimeba berketis gamaerTianebe kvanZTan siaxlives Camagrebuli da meore boloTi dgarze mimagrebuli vanturi Rero. amdenad, iqmneba SekumSul_gaWimuli Reroebisagan Sedgenili samkuTxedi, romlis warmoqmnas da formis fiqsacias ganapirobebs gamSleli bagiris daWimulobisagan kvanZSi warmoqmnili tolqmedi (fig.IV.2); (fig.IV.3); (fig.IV.4).

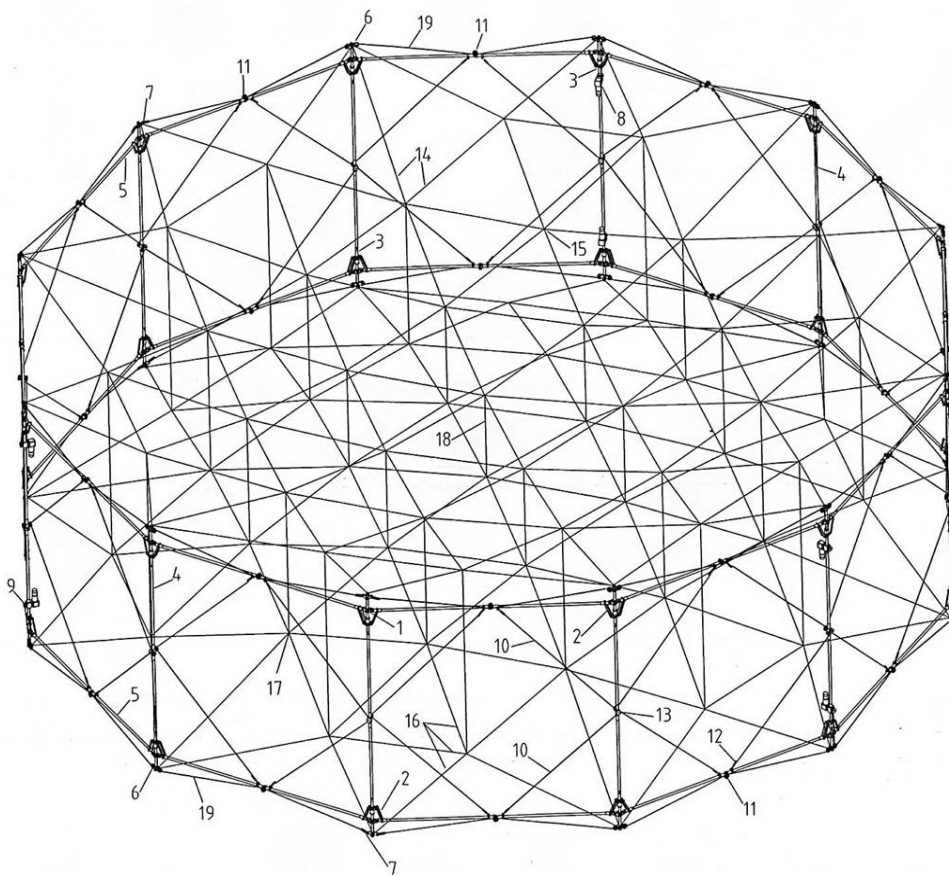


fig. IV.1 _ vantur-Rerovan rgoliani da moqnili, gaWimul centriani gasaSleli refleqtoris eqsperimentuli variantis xedi proeqtis mixedviT

- 1 _ refleqtoris zeda, sivrcesi orientaciis mqone cilindruli saxsari, romelic dgarTan akavSirebs zeda da qveda xisti sartyelis berketebis; 2 _ “qolgis” tipis sinqronizatorebis berketebi, romlebic mosazRvre xisti sartyelis berketebTan cilindruli saxsriT aris dakavSirebuli dgarze ganTavsebuli “srialis” kvanZTan mierTebiT uzrunvelyofen sartyelis berketebis gaSla_dakecvlis sinqronizacias;
- 3 _ “mosriale” kvanZi; 4 _ dgari; 5 _ zeda da qveda sartyelebis berketebi;
- 6 _ dgaris boloebze ganTavsebuli gorgolaWebi, romelzec gamSleli bagiria SemoTarebuli; 7 _ gamSleli bagiris dgaris boloebze, sigrZis maregulirebeli kompensatoruli zambarebiT mimagrebuli gamSleli bagiri; 8 _ eleqtroamZravi;
- 9 _ eleqtroamZravze ganTavsebuli mbrunavi doli, romelSic exveva gamSleli bagiri;

10 _ gamSleli rgolis geometriuli ucvladobisaTvis dgaris Sua wertilidan sartyelis berketebze, rombis gverdis formiT Cabmulu vanti; 11 _ sartyelis mosazRvre berketebis gamaerTianeбели cilindruli saxsari, romlis Reroebze aseve wamocmulia gorgolaWi, romelzec gamSleli bagiria Semotarebuli; 12 _ sartyelis mosazRvre berketebis gamaerTianeбели cilindruli saxsris siaxloves ganTavsebuli vantis daboloebis Camagrebis kvanZi tendebTan erTad; 13 _ vantebis erTiani damxvevi dolebi aRWurvili “xrutuna” meqanizmiT; 14 _ centris moqnili, samkuTxa formiT ganTavsebuli zeda badis gaWimuli Rero; 15 _ zeda badis moqnili, gaWimuli Reroebis kvanZi; 16 _ centris moqnili, samkuTxa formiT ganTavsebuli qveda badfis gaWimuli Reroebi; 17 – qveda badis kvanZi; 18 – zeda da qveda badeebis Sesabamisi kvanZebis urTierTis mimarT moWimvis vantebi _ mWimebi, romlebic aseve aRWurvili arian mWimebis saerTo sigrZis cvalebadohis zambaruli kompensatorebiT; 19 _ rgolis zeda da qveda gamSleli Zalovani bagirebi.



fig. IV.2 _ zeda sartyelis mosazRvre berketebi erTiandebian cilindrul saxsarSi, romlis Reroebzec wamocmulia gorgolaWi, romelzec Semotarebulia rgolis gamSleli Zalovani bagiri. saxsris siaxloves aseve tendebiT Camagrebulia rgolis geometriuli ucvlelobis mimniWebeli, rombis formiT ganTavsebuli vantebi, romlis meore boloebi dgaris Sua wertilzea mimagrebuli.

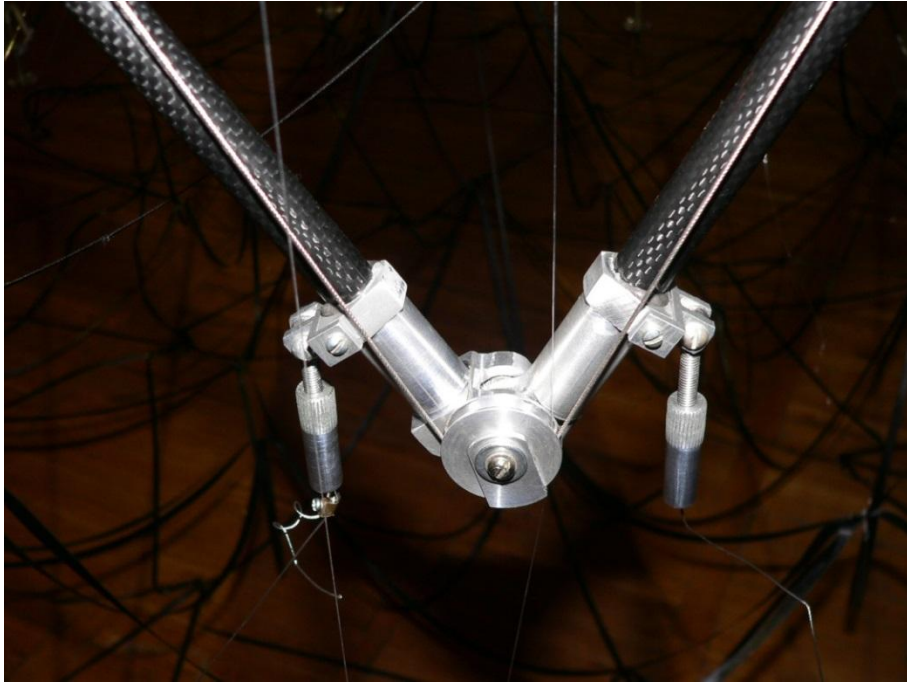


fig. IV.3 _ sartyelis mosazRvre berketebis SemaerTebeli kvanZis foto rgolis gaSlis momentSi



fig. IV.4 _ qveda sartyelis mosazRvre berketebis gamaerTianeбели kvanZis foto gaSlili rgolis SemTxvevaSi.

sartyelis mosazRvre berketebis SemaerTebel kvanZSi mowyobil gorgolaWebze amotarebuli gamSleli bagiri miemarTeBa dgaris boloebze ganTavsebul, erTmaneTis mimarT kuTxiT ganTavsebul gorgolaWebze, romelzec xdeba Zalovani gamSleli bagiris Semotareba dgarebis rogorc zeda, aseve qveda boloebze (fig. IV.5) da (fig.IV.2).



fig. IV.5 _ gamSleli rgolis zeda sartyelis dgarTan mierTebis, gamSleli Zalovani bagiris kvanZze gadatarebis, sartyelis berketebis gaSla_dakecvissinqronizaciis da rgolze refleqtoris moqnili centris mierTebis kvanZis foto, romelzec aseve naCvenebia dgaris vanturi Sprengelis mowyobis zeda kvanZi.



fig. IV.6 _ gamSleli rgolis zeda sartyelis dgarTan mierTebis, gamSleli Zalovani bagiris kvanZze gadatarebis, sartyelis berketebis gaSla_dakecvissinqronizaciis da rgolze refleqtoris moqnili centris mierTebis kvanZis foto, romelzec aseve naCvenebia dgaris vanturi Sprengelis mowyobis qveda kvanZi.

fotoze warmodgenili kvanZebi ZiriTadad proeqtis mixedviT aris (fig.IV.1) Sesrulebuli. gasaSleli rgolis sartyelebi damzadebuli 12 mm-is diametris mqone naxSirplastis milebisagan, xolo dgarebi 14 mm diametris mqone aseve naxSirplastis milebisagan. kvanZis areali Sesrulebulia aluminis Senadnobisagan. amisaTvis, rogorc sartyelis, aseve dgaris naxSirplastis Reroebze wamatebulia kvanZis daboloebis milisebi (vtulkebi).

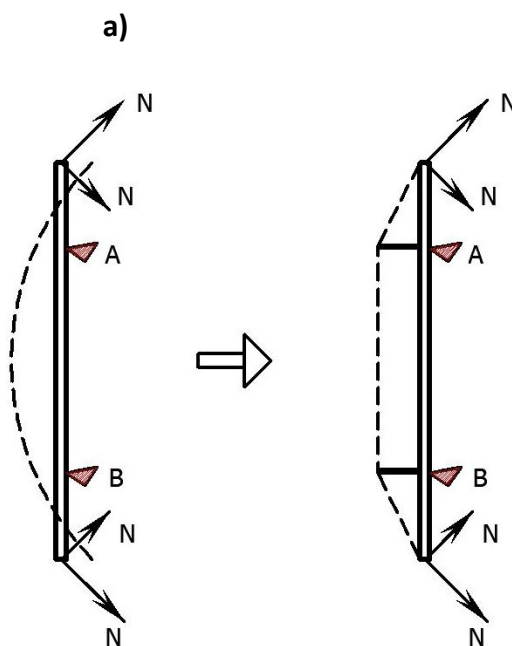
ganxilul kvanZebSi Sekrebulia sxvadasxva funqciis konstruqciuli elementebi. pirvel rigSi aRsaniSnavia sartyelis berketis dgarTan mierTebis, sivrceSi orientaciis unaris mqone, moZravi cilindruli saxsrebi konstruqcia, romelic saSualebas iZleva aRniSnuli kvanZis Seucvlelad gamSleli rgoli ganxorcieldes aseve wakveTili piramidis formiT, amasTan rgolis moxazuloba orive SemTxvevisaTvis gegmaSi SeiZleba iyos rogorc wriuli, aseve elifsuris.

sartyelis berketebis, rgolis dgarTan mierTebis cilindruli saxsruli konstruqciis siaxloves, mosazRvre berketebis daboloebze, aseve cilindruli saxsrebiT, ganTavsebulia mokle, ori wyvili verketi, romelic meore boloTi Camagrebulia mosriale kvanZTan. aRniSnuli konstruqcia emsaxureba mosazRvre berketebis erTdroul da erTi da igive kuTxiT gaxsna_dakecvas, rac iwvevs rgolis gaSlisas sartyelis berketebis gaxsnis sinqronizacias.

amasTan, aRniSnul konstruqciul gadawyvetaSi, mis „mosriale“ kvanZSi ganTavsebulia sworxazovnad moZravi sakisri, rac iwvevs srialis xaxunis Secvlas gorvis xaxuniT. es ki metad amcirebs kvanZis moZraobisas xaxunis ZalebiT ganpirobebul winaaRmdegobas.

dgaris ukidures zeda wertilebSi xdeba refleqtoris moqnili centris vanturi Reroebis mimagreba. aRsaniSnavia, rom badis Camagrebis wertilebi dgarze, saWiro sididiT regulirdeba.

mocemul kvanZebze da SemdgomSi warmodgenil fotoebzec, zeda da qveda kvanZebTan Cans Rerovani gamonaSveri, romelzec dgaris mTel sigrZeze gatarebulia daWimuli bagiri, romelic gamonaSveris Semdeg magrdeba dgaris ukidures wertilebSi. am Sprengeluri sistemis gamoyeneba ganapiroba dgaris gaRunvam, rac Sedegia dgaris daZabul_deformirebuli suraTisa (fig.IV.7).



**fig. IV.7 _ dgaris daZabul_deformirebuli suraTi Sprengelis gareSe
da SprengelTan erTad**

a _ dgaris boloebze moqmedi N ZalebiT da A da B sayrdenebze dayrdnobiT iRuneba;

b _ dgarze mowyobili Sprengeluri sistema, N Zalebis moqmedebisas ganapirobebs dgarSi ara Runvis Zalvebis warmoqmnas, aramed ukve Sprengelis da dgaris elementebSi gaWimvas „+“ da kumSvas „_“.

rgolis yovel mesame seqciaSi gamSleli bagiri, nacvlad gorgolaWebze Semotrialebisa, magrdeba gorgolaWis nacvlad mowyobil „vtulkaSi“. amasTan, misi Camagreba kvanZSi xdeba gaTvlili, sigrZis makompensirebeli zambaris saSualebiT, rogorc zeda, aseve qveda sibrtiyis kvanZebSi (fig. IV.8).

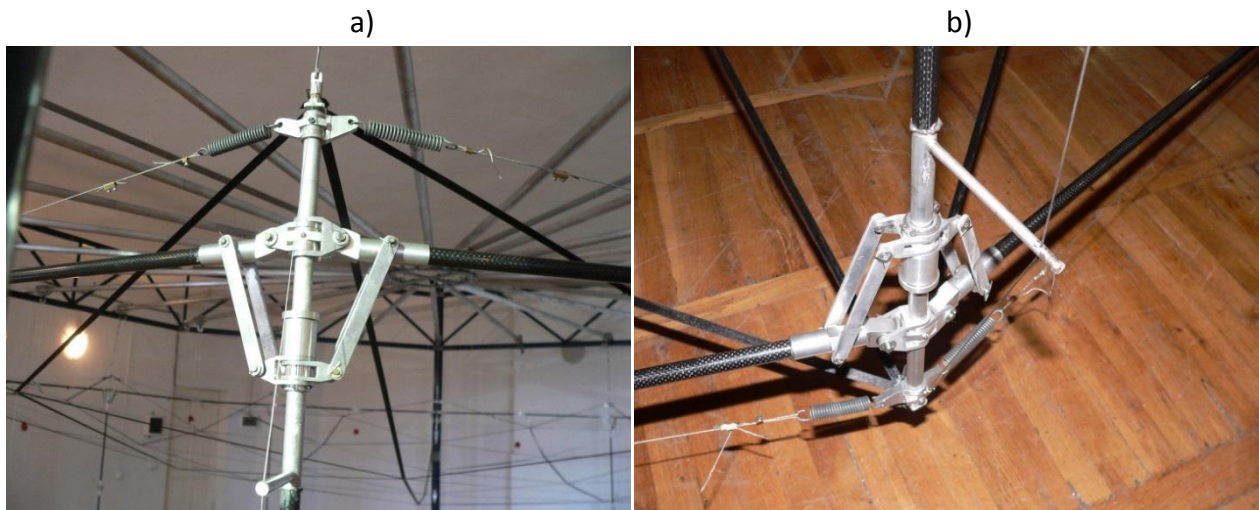


fig. IV.8 _ dgaris boloebze mowyobili, gamSleli bagiris Camagrebis, maTi sigrZis makompensirebeli zambarebiani kvanZebi

sigrZis makompensirebeli zambarebiT, rgolis gamSleli, Zalovani bagiris Cabma aucilebelia imisaTvis, rom eleqtroamZravis dolebze bagiris daxvevis SemTxvevaSi, Tundac umciresi sididiT bagiris sigrZeebs Soris moxdes maTi sigrZeebis SesabamisobaSi moyvana, rac gamoiwvevs rgolis sartyelebis zust da Tanabar gaxsnas da, amasTan, bagirebSi iqmneba daaxloebiT erTi da igive daWimulobebi.

amis aucilebloba mocemul konkretul gadawyvetaSi ganpirobebulia imiT, rom ukve yovel meoTxe dgarze, makompensirebeli zambarebis Semdeg, ori mxridan momavali gamSleli bagiri exveva eleqtroamZravis erTi RerZiT mbrunav or dolze (fig. IV.9).



fig. IV.9 _ dgarze ganTavsebuli eleqtroamZravis mbrunav dolze ganTavsebul or dolze rgolis gamSleli Zalovani bagiris daxveva

a) saerTo xedi; b) eleqtroamZravis dolze ori gamSleli bagiris daxvevis foto.

aRniSnuli kvanZebis proeqtirebisas aseve mniSvnelovania dgarze Camagrebuli kvanZis gabarituli zomebi, romlebic aluminis Senadnobisagan aris damzadebuli. maTi gabaritebis, upiratesad ki, sigrZis SezRudva gamowveulia imiT, rom reflektorze, Ria kosmosur sivrceSi, moqmedebs maRali da dabali, da amasTan, did diapazonSi cvalebadi temperaturebi. es ki iwvevs Sesabamis temperaturul deformaciebs _ gadaadgilebebs, rac iseTi zusti instrumentebisaTvis, rogoric reflektoruli antenebia metad uaryofiT Tvisebebs iwvevs. es gamowveulia imiT, rom Tu naxSirplastis milebSi moqmedi temperaturuli sxvaobisas miiRweva maTi praqtikulad nulovani deformaciebi, aluminis SenadnobSi isini sakmao sididis aris.

amdenad, aRniSnuli kvanZebis sigrZeebi garkveuli moTxovnebiT SezRudulia da misi maqsimaluri sidide aiReba swored konstruqciul moTxovnidan _ rac tolia sartyelis berketebis gadaadgilebis sinqronizaciisTvis mowyobili „mosriale“ kvanZis svlis sididis mixedviT (fig. IV.10-a), aseve gasaTvaliswinebulia aRniSnul kvanZebSi eleqtroamZravis damagreba, rac unda iwvevdes liTonis kvanZis minimalur sigrZes (fig.IV.10-b).



fig. IV.10 _ dgaris da sartyelis mosazRvre berketebis SeerTebis kvanZis aluminis elementebisagan damzadebuli nawilebis maqsimaluri sigrZis moTxovna

a _ eleqtroamZraviani kvanZebisaTvis;
b _ kvanZebisaTvis, romelSic ar aris eleqtroamZravi.

rogorc warmodgenili fotoebidan Cans, liTonis kvanZis sigrZe ganisazRvreba im mdgomareobiT, rodesac rgoli miiswrafis dakecili paketis Seqmnisken.

rogorc aRiniSna, dgaris SuaSi mdebareobs, erT mbrunav RerZze ganTavsebuli, „xrutuna“ meqnizmiT aRWurvili, oTxi doli, romelSic Caxveulia da romlidanac gadmoiSleba, refleqtoris gamSleli rgolis TiToeul seqciaSi, rombis formiT ganTavsebuli vantebi (fig. IV.10). maT ori funqcia akisriaT. pirveli is, rom gaWimvis Semdeg uzrunvelyon gamSleli, Zalovani rgolis geometriuli ucveloba (fig. IV.11) da aseve gaSlis procesSi, rogorc calmxrivma kavSirebma, imis gamo, rom erTdroulad xdeba maTi gadmoSla, ganapirobon damatebiT sinqronuloba yovel kvanZSi ganTavsebuli sartyelis mosazRvre berketebis.

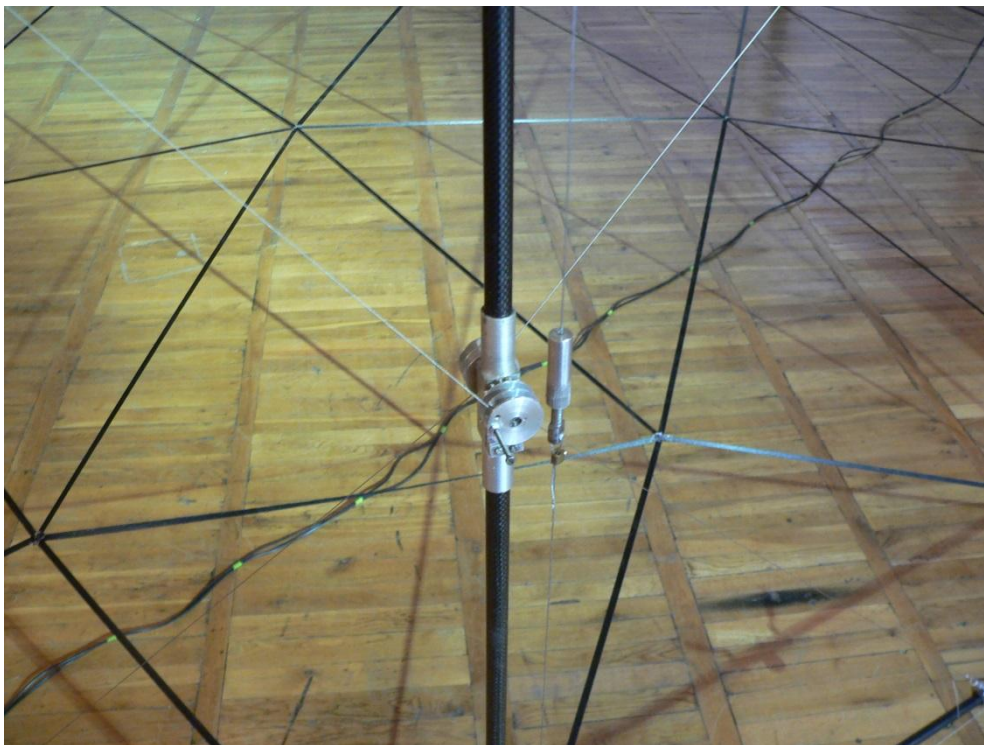


fig. IV.11 _ dgaris SuaSi ganlagebuli, erT mbrunav Reroze ganTavsebuli oTxi sxvadasxva mimarTulebis mqone vanturi Reroebis daxvevis kvanZi, aRWurvili gaSlis „xrutuna“ meqanizmiT.

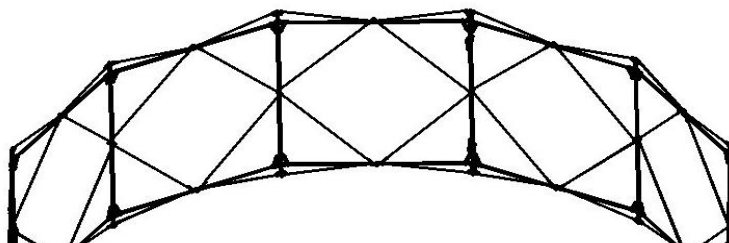


fig. V₄.12 _ gamSlel rgolSi uzrunvelyofilia yvela elementis muSaoba, rodesac dgarebis da zeda da qveda sartyelebi ikumSeba, xolo rombis formiT ganTavsebuli vantebi da gamSleli Zalovani bagiri iWimeba _ am dros gaSlili rgoli aris geometriulad ucvleli figura.

swored gamSlel rgolSi _ geometriulad ucvlel sayrden kvanZSi Camagrebuli moqnili da gaWimuli centri qmnis zusti geometriis da aseve geometriulad ucvlel struqturas, romelzec Semdgom Camagrdeba amrekli bade _ ekrani (fig.IV.13).



fig. IV.13 _ gamSleli Zalovani rgolis mier reflektoris moqnili centris xarisxiani daWimvis foto.

imisaTvis, rom daculi iqnas reflektoris struqturaSi yvela moqnili Zafis da vantis daWimuloba, ganvixiloT sivrciT magaliTi.

rgolSi Zalovani faqtorebis aRZvris mxriv, umTavresi funqciis matarebelia dgaris zeda da qveda boloebze ganTavsebul gorgolaWebze gadatarebuli da „Catexvis kvanZSi~ ganTavsebul gorgolaWebze Semotarebuli bagiri, romelic eleqtroamZravis dolze daxveviT iwvevs rgolis gaSlas. gaSlis mTel procesSi da gaSlis Semdeg e. w. funqcionalur mdgomareobaSi Zalovani daWimuli bagiri ar warmoadgens sistemis „muSa elements~, romelic mis muSaobaSi uSualod aris CarTuli. Zalovani bagiri mxolod da mxolod, ase vTqvaT, gare datvirTvebis saxiT, Seyursuli ZalebiT zemoqmedebs rgolis struqturaze (fig.IV.14), ganapirobebs mis gaSlas da iribanebis winaswar daZabvas.

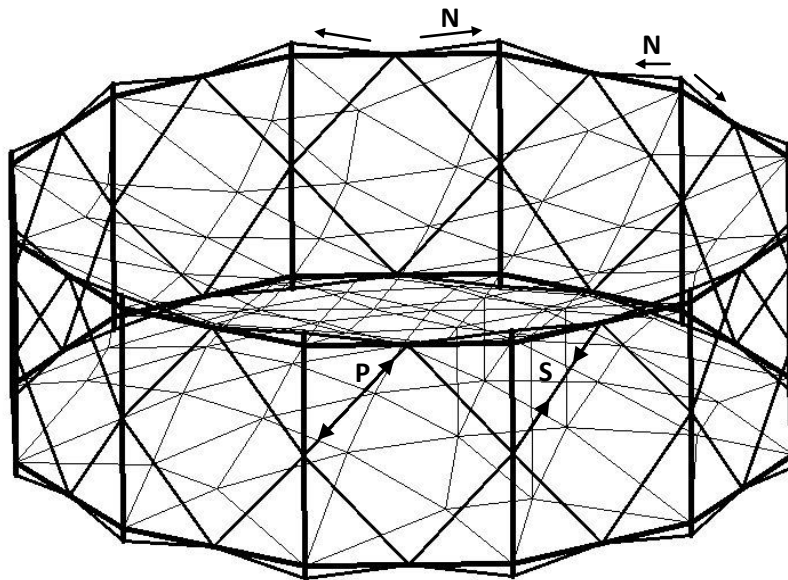


fig. IV.14 _ reflektoris struqturaze zemoqmedi Zalebis da warmoSobili

Zalvebis zogadi sqema.

N – Zala Zalovan bagirSi; S – gamWimavi Zalvebi bagirebSi;

P – mkumSavi Zalva bagirebSi.

N Zala iwveven rgolis struqturis geometriulad ucvlel da statikurad rkvevad sistemad gardaqmnas.

es xdeba imis gamo, rom maTi zemoqmedebiT S ZalviT iWimeba rombis formiT ganTavsebuli bagirebi da maTi amuSavebiT mTeli struqtura xdeba geometriulad ucvleli. amasTan dgarebSi da iribanebSi warmoiqmneba mkumSavi Zalvebi. aseTi saxiT gamSleli rgoli mzad aris Tavis Tavze aiRos reflektoris moqnili centris gaWimvisagan warmoqmnili reaciebi.

daisva kiTxva: rogoria gamSlel bagirSi gamWimi Zalis sidideebi da ra ZaliT Wimavs – Zabavs igi rombis formiT ganTavsebul bagirovan sistemas _ iribanebs. maTi daWimva iqneba ki

sakmarisi imisaTvis rom, maTSi sxva Zalovano faqtorebisagan gamowveulma mkuSavma Zalvebma ar gadaaWarbos maTi winaswar daWimulobiT warmoqnil gamWimav Zalvebs.

am mizniT moxda refleqtoris sivrciTi struqturis sruli gaangariSeba.

N Zala miCneuli iqna 10 kg-s toli. am dros iribanebSi aRZruli gamWimavma Zalam Seadgina $S=+1,47$ kg-i.

amis Semdeg, rgolis zeda da qveda kvanZebze midebuli iqna rgolis zeda da qveda sartyelis sibrtyeSi moqmedi mgrexavi Zalebi - , romlis sidide ganisazRvra 1 kg-is tolad (fig. IV.15).

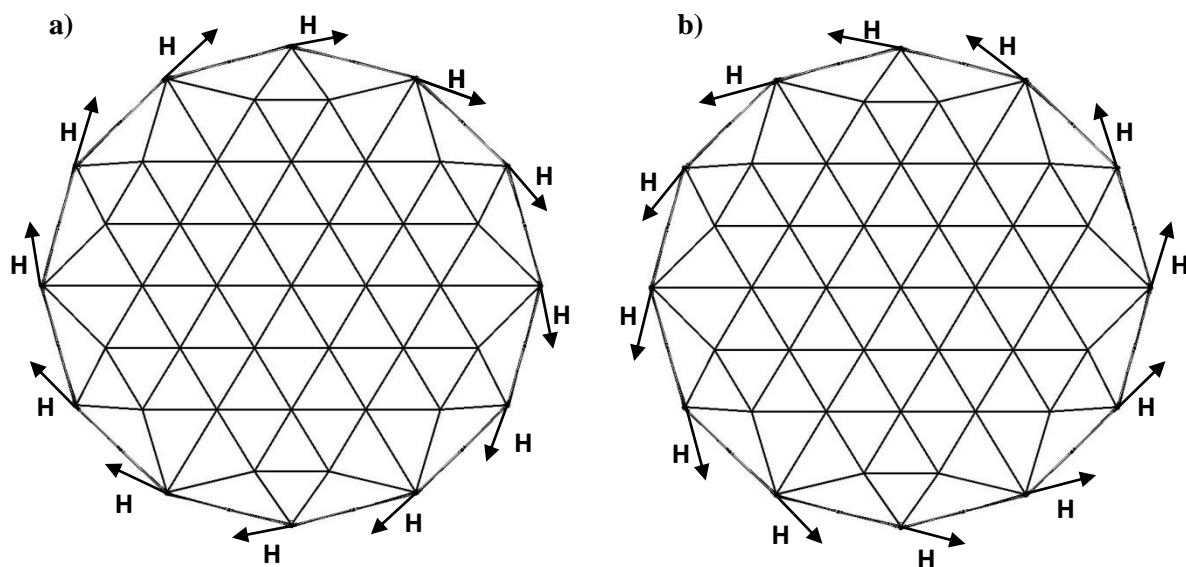


fig. IV.15 _rgolis zeda da qveda sartyelebis kvanZebSi rgolze mgrexavi

rogorc refleqtoris rgolis seqciaTa angariSma aCvena bagirovan ReroebSi mkuSavi Zalvis sididem miaRwia 0,825 kg-s. aseTi sididis mkuSavi Zalva ar iwvevs 1,47 kg-iT gaWimuli bagiris muSaobis Sewyvetas _ anu sidide rCeba winaswardaZabuli, struqturulad rkvevadi da geometriulad ucvleli.

mocemuli faqtorebis sruli gaTvaliswinebiT moxda vantur_Rerovani gasaSlel rgoliani da moqnil_gaWimul centriani gasaSleli kosmosuri refleqtoris 6 000 mm diametris mqone konstruqciis eqsperimentuli variantis gaSla „gauwonadobis“ meqanikur stendze (fig. IV.16).

1)



2)



3)



4)



5)



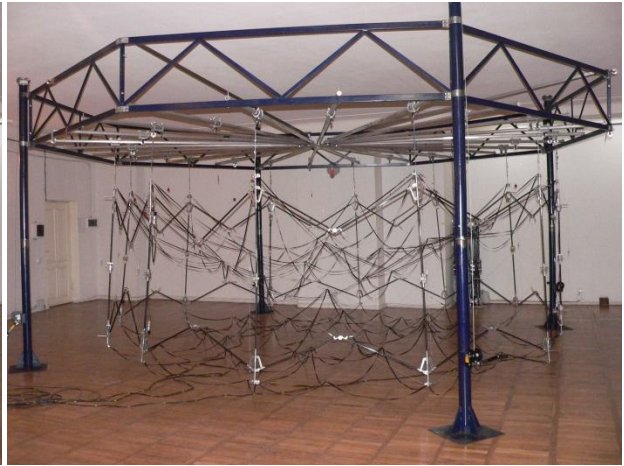
6)



7)



8)



9)



10)



11)



12)



fig. IV.16 _ vantur_Rerovani gasaSllel rgoliani, moqnili daWimul centriani gasaSleli kosmosuri refleqtoris eqsperimentuli variantis gaSlis 12-kadriani foto-ciklograma.

მრავალჯის კატარებულმა, რეფლექტორის გასლა_დაკევის ექსპერიმენტულმა კვლევამ
უარყოფინა ვანურ_რეოვანი რგოლიანი, ელექტრომექანიკური სისტემის გასახსნელი, მოქნილი, გაუმჯობესებული
ცენტრიანი, გასასვლელი რეფლექტორის გასლის პროცესის სტაბილიზაცია. გასლის ყველა პროცესი იყო
კონტროლირებული, მართვადი, უსაფრთხო და, რაც მთავარია, პროგნოზირებული.

გასლის დრო, იმისდა მიხედვით თუ როგორ იყო გამსვლელი ზალოვანი ბაგირის დახვევის სიცვლილება
ელექტროამპერის მზრუნველობა 2-დან 7 უტანდა.

ზრტიანი დასკვნები

1. Seiqmna zemsu buqi, "Casatex Reroebiani", eleqtroamZraviani gasa Sleli kosmosuri refleqtori, romelmac uzrunvelyo refleqtoris gaslis procesis da misi saeqsploatacio formis garantirebuli, kontrolirebadi, marTvadi, prognozirebadi, usafrTxo da stabiluri procesebi.
2. axali tipis, zemsu buqi refleqtoris Seqmna ganapiroba nagebobaSi karkasuli sayrdenis, gamSleli Zalovani rgolis optimalurma konstruqciulma gadawyvetam da misma logikurma SeTavsebam centralur gaWimul nawilTan.
3. gasa Sleli Zalovani rgolis optimaluri variantis SerCeva ganapiroba masSi fermuli tipis, geometriulad ucveleli da statikurad rkvevadi elementebis gamoyenebam, romlebic muSaoben mxolod kumSvaze da kaWimvaze.
4. amasTan, rgolSi Seqmnili daZabul_deformaciuli suraTi misi konstruqciisa ganapirobebs SekumSuli elementebis minimalur raodenobas da daWimuli, moqnili Reroebisagan, vantebisagan damzadebuli elementebis axali konstruqciuli sqemiT ganlagebas.
5. rgolSi gaWimuli elementebis raodenobac aris minimaluri, rac aucilebelia sistemis geometriuli ucvelelobisaTvis, xolo misi damWimavi Zala konstruqciul sistemaSi warmodgenilia vantur_Rerovani sistemis kvanZebze moqmedi gare, Seyursuli Zalis saxiT.
6. sistema aris zemsu buqi, xisti da zusti geometriuli parametrebis, rac aucilebeli pirobaa refleqtoris amrekli ekranis saeqsploatacio formis misaRwevad.
7. refleqtorul sistemas gaaCnia amrekli zedapiris sizustis regulirebis saSualeba.

aRsaniSnavia, rom ganxiluli vantur_Rerovani, eleqtroamZraviani rgolis da moqnili gaWimuli centris mqone gasa Sleli kosmosuri refleqtoris 6 000 mm diametriani eqsperimentuli variantis wonam Seadgina 12 kg. maSin, rodesac arsebobs Semdgomi xedvebi misi konstruqciis optimacizaciisa da miRweuli wonis kidev ufro Semsu buqebisa.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Айзенберг Г.З. и др. - Антенны УКВ.-М.:Связь, 1977,Т.1-384 С.
2. Авдудевский В.С., Гришин С.Д, ЖолобовИ.Н. и др. - Технологический Эксперимент на станции "Салют-5". Труды 12чтения К.Э. Циолковского. Калуга, 1977. Секция К.Е. Циолковский и проблемы ракетной техники, м.,1979, с 23-28.
3. А.С. 402970 (СССР).Каркас для отражателя зеркальной антенны.Н.Б. Бахареви др.- Оpubл.в Б.И,1973,№42.
4. А.С. 508291 (СССР). Вантовое двухпоясное покрытие для здания исооружения круглого в плане.Н.Б. Канчели.-Оpubл. в Б.И, 1977,№42.
5. А.С.429486(СССР).Каркас дляотражателязеркальной антенны.Н.Б.Бахареви др.Зависимое от авт. свид.402970 - Оpubл. вБ.И.,1974,№19.
6. Баге Кю, Вилсон Е. - Численные методы анализа и метод конечных элементов. М.: "Стройиздат", 1982.-446.

7. Бартеньев О.В. VisualFortran: новые возможности. Мл “ДИАЛОГ-МИФИ,” 1999,- 301с.
8. Бермант А.Ф. Краткий курс математического анализа, для втузов. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва 1963,-657с.
9. Богомолов А.Ф., Букарев Н.В., Важенцев Г.Н. - Космическая складная антенна. - В кн.: Антенны. Сборник научных статей. М.: Радио и связь, 1981, вин. 29, С. 10-20.
10. Богданов В.А. Устранение неоднозначности навигационных системах. - Зарубежная радио электроника, 1983, №9, с 18-22.
11. Большие космические антенны - обзор. Серия XII. М.: центр научно-технической информации "Поиск". 1980,- 438с.
12. Большие космические антенны - обзор. серия XII. М.: центр научно-технической информации "Поиск", 1980.
13. Буякас В.И, Гвамичева А.С. и др. Неограниченно наращиваемый космический радиотелескоп - космические исследования, 1978, Т. XVI, вып. 6, с.924-936.
14. Венскаускас К.К., Михайлова С.А. Тенденции развития и основные характеристики морских спутниковых систем поиска объектов, терпящих бедствия, и системы радиосвязи и радионавигации. Зарубежная радиоэлектроника, 1983, №10, С 3-21.
15. Воскресенский Д. И., Кременецкий С. Д., Гринев А. Ю., Котов Ю. В. Автоматизированное проектирование антенн и устройств СВЧ. Издательство "Радио-связь", 1988.-239с.
16. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: "Наука," 1975.-852с.
17. Герасимов И.Г. Структура научного исследования. – М., 2005.
18. Герасимович А.И. Кеда Н.П. Сугак М.Б. Математический анализ, справочное пособие, часть 2. Минск : "Вышэйшая школа." 1990,-265с.
19. Гвамичева А.С. Вопросы создания складных космических конструкции, В кн.: развитие конструктивных форм и методов расчета металлических конструкции инженерных сооружений типа антенных устройств и опор. Труды ЦНИИПСК М., 1981, с 29-36.
20. Гогилашвили В.Н. «Моделирование динамики механизмов с регулярными звеньями». Проблемы прикладной механики, №1. 2000
21. Гряник М.Б., Ломан В.Н. Развертываемые зеркальные антенны зонтичного типа - М.: радио и связь 1987- с 69.
22. Заболоцкий А.А. Производство и применение композиционных материалов В. кн.: Итоги науки и техники. Серия композиционные материалы. М: ВИНТИ, ГКНТ, АН СССР, 1979-105с.
23. Кардашов Н.С. Парийский Ю.Н., Умарбаев Н.Д. Возможность прямых измерений расстояний во вселенной радиометодами и "трехмерная" радиоастрономия - изд. САО АН СССР Астрофизические исследования, 1973, №5, с 16-29.
24. Кисилев В. А. строительная механика (Динамика и устойчивость сооружений) М., 1969, с 399-404.
25. Книжкин Р.Г., Кочубей А.Н. - Передача энергии пучком СВЧ радиоволн и солнечные космические электростанции - Зарубежная радиоэлектроника, 1983, №7, с 75-85.

26. Кисилев В.А. Строительная механика, (динамика и устойчивость сооружений).М.: “Наука.” 1969,- 430 с.
27. Ломан В.И, Гряник М.В. развертываемые антенны СВЧ диапазона.Зарубежная радиоэлектроника Совместное радио –1979№7 с 68-93.
28. Мантуров О. В. Курс высшей математики, численные методы. М.: “Высшая школа.” 1991,- 442с.
29. Медзмаришвили Э.В. Трансформируемые системы. Тбилиси -1982.
30. Научно-технический отчет о/нр. Исследование деформации вкосмических условиях при неравномерном нагреве антенны./Академия наук УССР институт технической механики СИТМ АН УССР/.
31. Попов М.П.Антенные системы межспутниковой связи и передача информации - Зарубежная радиоэлектроника, 1983,№2 с 63-71.
32. Постников М.М. Аналитическая геометрия. М.: “Наука,” главная редакция физико-математической литературы. 1979.-334с.
33. Решетов Л.Н. «Рациональные механизмы». Москва, 1990.
34. Русаков А.А. Экспериментальный искусственный спутник земли АТС-6- зарубежная радиоэлектроника, 1976,№8, с 3-22.
35. Г.Рюле (перевод с немецкого) – „ Пространственные покрытия (конструкции и методы возведения)“. «Стройиздат», Москва, 1974 г.
36. Сагдеев Р.З. Космические исследования. Достижения и перспективы, - кн.:Проблемы космических исследований, М.:Международный центр научно-технической информации, 1981,с3-13.
37. Соколов А.Г., Гвамичава А.С. Решение инженерных конструкции космических радиотелескопов, - В кн.:Антенны. Сб. Научных статей.М.:Радио и связь, 1981, вып. 29, с 3-10.
38. Справочник. Прочность. Устойчивость. Коллебания. Т.3. М.: Машиностроение 1968.
39. Томски В.С. Управление остронаправленными антеннами. Зарубежная радиоэлектроника, 1983.№1, с 41-50.
40. Светлицкий В.Л. Механика стержней. часть 1. М.: "Высшая школа." 1987,-319с.
41. Справочник.Прочность, устойчивость, колебания. Т.2.М.: “Машиностроение.” 1968. - 463 с.
42. Филатов В. Н. Упругие текстильные оболочки. Мл Легпромбытиздат, 1987.-245с.
43. Фаворин М.В. Моменты инерции тел. Справочник. М.: Машиностроение. 1977г.
44. Феоктистов К.П. Научный орбитальный комплекс. М.:Знание, 1980-64с.
45. Фролов К.В. и др. Теория механизмов и машин. М.:Высшаяшкола. 1987г.
46. Янг Дж. И., Хорта Г. Л. Эксперимент по управлению поворотом упругих конструкций. Аэрокосмическая техника. Мл 1987.-193с.
47. Angeletti P., et al, “New Technologies and System Approaches for Future Mobile Satellite Missions”, Proceedings of the 19th AIAA International Communications Satellite Systems Conference, 19th ICSSC’2001, April 2001

48. Angeletti P., R. Mizzoni, et al, "Antennas for broadband and mobile satellite communications", Proceedings of the IEEE Antenna and Propagation Society Symposium, APS 2002. June 2002
49. Aston P.S., "Satellite telephony for field and mobile applications", IEEE Aerospace Conference Proceeding. Vol.1. pp 179-190, 2000
50. Brown W. Solar power satellites, microwaves deliver the power. IEEE Spectrum. 1979. 16. №6. pp. 36-42.
51. Boundy R.A. advanced composites: future space application, adv. compos. Technol. Pap. Conf. El Segundo, Calif, 1978. pp. 197-215.
52. British Extending life Spans of Satellites, aviation Week Space Technology. V.№12. pp. 68-70.
53. Craig C. NASA Shifts large Structures planning, aviation week Space Technology, 1979, 9IV.VOL 110, №15, pp. 43-49.
54. Card Michael F., Boyer William .I. large Space Structures-Fantasies and Facts.- AIAA/ASME AHS 21 st. Structures Structural Dynamics and Material Conference, Seattle, Washington, May 1980. a collection of technical papers, pp. 101-115.
55. Card M.F., Kruszewski E.T., Guastaferrro A. Technology assessment outlook. Astronautics aeronautics, v. 16. №10. 1978, pp. 48-54.
56. Craig C. Shuttle mission control training starts. Aviation week Spa Technology, 1979, v. 110, № 18, pp. 125-135.
57. Glaser P.F. Power from the sun, It's future. Science, 1968, vol. 162, pp. 857-886.
58. Garibotti J.F. et al Composites for large space structures. Acta astronautica, 1978, 5, №. 10, pp. 899-916.
59. Gvamichava A.S., Saveliev V.A., Sokolov A.G. Possibilities of Developing & fabricating large Reflecting Surfaces for Cosmic Space applications. Report XXVIII Congress of International Astronautical Federation. Praha, Czechoslovakia, 1977, pap. 77-88.
60. Gvamichava A.S. et al. Collapsible Antenna Deployed Electrostatic Forces. - Report of the XXXI Congress IAF. Rome. Italy. Report 81-383. 1981, 14p.
61. M. Gottero, E. Sacchi, S.V. Reznik, D. Yu. Kalinin, L. Scialino "The Large Deployable Antenna (LDA) - A review of materials aspects" ICES2005, Roma.
62. Danolov Y. et alii, "The first space radiotelescope", Nauka i Zhizn, No 11, 1979, pp 2-6
63. D'Addario L.R., "Microwave technology innovations in orbiting VLBI", IEEE MTT-S Digest, 1992, pp 1375-1378
64. M. Domingo Oise, J. Vazquez, "Large Deployable Antenna Reflector Trimming Mechanism". 10th ESMATS. ESA SP-524
65. Dooling D. Specimen in the Wet. Space flight, 1978, 11, vol. 20, № 2, pp.71-72.
66. Inventor's Certificate of the USSR No. 1248498 "A Space Antenna System", 1986.
67. Hedgepeth J.M. Primary design requirements for large space structures. -AIAA Pap., 1981 №443., pp.11-16.
68. Heard W. et al. Structural Sizing Consideration for Large Space platforms. J.Spacecraft Rockets,

- 1981, 18.№. 6, pp. 556-564.
69. Hedgepeth J.M. Dynamics of large Spin-Stiffened Deployable paraboloidal Antenna J.Spacecraft, 1970, v.7, №9, pp. 1043-1049.
 70. Hedgepeth John M. Practical Design of low-Cost large Space Structures.-astronautics and Aeronautics, October 1978.pp.30-34.
 71. Eager J.A., Gariot R. Large-aperture expandable truss microwave antenna.-IEEE Trans, July 1969, ap-17, №4, pp. 452-458.
 72. Exehddable Space Antenna Developed. Aviation Week & space Technology. 1979. V. 111, №19, 57p.
 73. E. Gabellini. P. Pelligrino, L. Scialino et al, "Kinematic and Dynamic Simulation of the Deployment of Large Space Antenna System" 25th ESA Antenna Workshop 2002.
 74. Koelle D.E.. Klinan W. The Geo-SPAS platform, a third generation communication satellite concept.AIAA 8th. Commun. Sat. Syst.Conf. Orlando Fla. 1980, collect. Techn. Pap. S.I. s.a. pp. 185-191.
 75. Kline Richard I. Construction of Large structures in space, - J. astronautic Sci., 1979. 27, №.4, pp. 401-418.
 76. Kats E., Pankopf D.L. Making a Start on Shuttle-Erectable Structures. Astronautics Aeronautics, 1978, v.16, №10, pp.40-43.
 77. Lubrano V., D.Raboso et al, "*PIM Characteristics of the Large Deployable Reflector auterma mesh*", 4th International MULCOPIM Workshop, Noordwijk.
 78. S.J. MacMullan et alii, "Geosynchronous satellites for MOUS". MILCOM 1999. Vol.2.. pp 1119-1124. 1999.
 79. E . Medzmariashvili, Transformable Space and Ground Constructions. A monograph(in Russian), Georgia-Germany-Liechtenstein, 1995. 445 p.
 80. E. Medzmariashvili, A. Cherniavsky, et al, "Space Experiment 'Reflector' on Testing the Large-Scale Deployable High-Precisiion Offset Antenna Reflector of a new Generation at the Orbital Station 'MIR' ",Proceeding of the Millennium Conference on Antennas&Propagation. AP 2000, April 2000
 81. E. Medzmariashvili, O. Tusishvili, M. Sanikidze, N. Tsignadze, G. Gratiashvili. Experimental research reflecting mesh of reflector//"*Problems of Mechanics*", Tbilisi, 2011, № 4(45), pp. 58-64.
 82. Meirovitch I., Baruch H. et al. omparison of Control Techniques for Large Flexible Sustems. J.Gidance, Control Dynamics, 1983, pp. 303-310.
 83. A. Neukom, "ADB Executive Summary Report" Switzeland, 2005.
 84. E. Njoku et alii, "Large deployable-mesh antenna system for ocean salinity and soil moisture sensing", IEEE Aerospace Conference Proceedings, Vol.5, pp 141-150, 2000
 85. Nonsen R.H., Ramio H.D. Structures for Solar Power Satellites. Astronautics, 1978. v.16. №10, pp. 55-59.
 86. S. Oschker, "AF1D Executive Summary Report", MAGNA STEYR, Austria, 2004

87. Patent 4030102 (USA). Deployable Reflector Structure./ Kaplen, Jack L. Schultz.
88. Patent 3546706 (USA) Light Weight reflecting structures, utilising electrostatic in lation. J.H. Cover et ah 1970.
89. Patent 3397399 (USA). Collapsible dish reflector /R.R.German et., 1968.
90. Patent 3496687 (USA). Extensible Structure. /I.I.S. Greehberg. 1971.
91. Patent 3618111 (USA). Expendable Truss porabolic antenna./H.Vandhan Desmond, 1971
92. V. Petrov, Synopsis of Thesis, St.Peterburg Mining Academy, 1996.
93. J.S. Petit, A. D. Rawlins, S. D. Mitchell, ^U*PIM Characterization of ESTEC CPTR for ARTEMIS PIM Testing*”, Final Report. March 1996.
94. PE 168.184/Vol 2/5STO, “Interception Capabilities 2000”, Luxembourg, October 1999
95. Pend T.C. An oxidative erosion study of carbon composites With high speed photography AIAA Pap., 1979, №375, pp.1-9.
96. Y. Rahmat-Samili, A.I. Williams, “Large deployable antennas for satellite communications”. AP-S Digest. Vol.2. pp 528-529. 2000
97. <http://vsop.isas.ac.jp/>
98. <http://arise.ipl.nasa.gov/>
99. Scialino L. et.al, "Presentation of refleqtor dish development activities and achieved perfomances”, 28th ESA Antenna Workshop. 2005, ESTEC. Noordwijk.
100. Scialino L. Cherniavsky A., et al. "The Large Deployable Reflector Programme at S.p.A. EGS and Alenia Spazio”, Proceedings of 25th Antenna Workshop,ESA Estec Noordwijk September 2002.