

გიორგი მეძმარიაშვილი

48 მეტრი მაღლის მქონე,
გასაშლელი საიერიშო ხიდი, მისი ტრანსპორტირების და
მონტაჟის ხიდგამდებები

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი - პროფესორი აგული სოხაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
ივნისი, 2012

საავტორო უფლება © მეძმარიაშვილი გიორგი, 2012 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით გიორგი მეძმარიაშვილის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: “48 მეტრი მაღის მქონე, გასაშლელი საიერიშო ხიდი, მისი ტრანსპორტირების და მონტაჟის ხიდგამდებები” და რეკომენდაციას ვაძლევთ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი

ხელმძღვანელი: სრ. პროფ. ა. სოხაძე

რეცენზენტი: სრ. პროფ. თ. ჭურაძე

რეცენზენტი: ტ.მ.კ. ს. ბლიაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2012 წელი

ავტორი: გიორგი მექმარიაშვილი
დასახელება: “48 მეტრი მაღლის მქონე, გასაშლელი საიერიშო ხიდი,
მისი ტრანსპორტირების და მონტაჟის ხიდგამდებები”
ფაკულტეტი: სამშენებლო
ხარისხი: დოქტორი
სხდომა ჩატარდა:

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემოთმოყვანილი 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 იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

საინჟინრო უზრუნველყოფის მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს გადასალახ წინააღმდეგობებზე სამხედრო ხიდების აგება, რომლებიც, თავისი ფუნქციებიდან გამომდინარე, არის სამი სახის: დროებითი ხიდები, რომლებიც იგებიან საკომუნიკაციო ზონაში; საჯარისო ნაწილების მოძრაობის მარშრუტებზე შექმნილი, სწრაფადასაგები, ერთ წოდებული გამყოლი თუ გამცილებელი ხიდები; და, უშუალოდ საბრძოლო ვითარებებში გამოსაყენებელი, სწრაფადასაგები, გასაშლელი მექანიზებული ხიდები, რომლებიც დიდი წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას სამოქალაქო მიზნებისათვის ექსტრემალურ სიტუაციებში და საგანგებო ვითარებებში.

წარმოდგენილი სამუშაო შეეხება მეტად აქტუალურ პრობლემას. არსებულ საიერიშო ხიდებთან და მათ ხიდგამდებებთან შედარებით, რომლებიც თანამედროვე ეტაპზე იძლევიან საშუალებას ერთ სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალებაზე – ხიდგამდებზე განთავსებული, მაქსიმუმ 12÷16 მეტრის სიგრძის მქონე დაკეცილი პაკეტი, დაჯავშნული ტანკიდან ეკიპაჟის გადმოუსვლელად 3–7 წუთში გადონ ხიდი დაბრკოლებაზე, რომელთა სიგანე შეადგენს 22÷30 მეტრს, შეიქმნას უფრო დიდი 32÷48 მეტრი მალის მქონე გასაშლელი მექანიზებული ხიდები და მათი ხიდგამდები.

აღნიშნული ამოცანა, წარმოდგენილ ნაშრომში, მიიღწევა ეტაპობრივად, ტრანსფორმირებადი სისტემების თეორიის გამოყენებით, რომელსაც საფუძვლად უდევს გაშლა-დაკეცვით ფორმათწარმოქმნის ორმაგი და სამმაგი ტიპის ტრანსფორმაციები, ნაცვლად არსებულ საიერიშო ხიდებში რელიზებული ერთი ტიპის ტრანსფორმაციებისა, მიუხედავად იმისა თუ რომელი – “წამოცმის” თუ “გადაბრუნების” მეთოდით ხდება მათი გადება დაბრკოლებაზე.

ასეთი ლოგიკით პირველ ეტაპზე განხილულია საიერიშო ხიდები, რომელიც ორი ტიპის ტრანსფორმაცია უდევს საფუძვლად.

გასაშლელი ხიდი, რომლის კონსტრუქცია აგებულია ტრანსფორმირებადი სისტემების “დაკეცვის პრინციპს”+“ტელეკოპის პრინციპით” ფორმათწარმოქმნის პრინციპებით, ხასიათდება ტრანსფორმაციის მაღალი ხარისხით. იგი საშუალებას იძლევა დაკეცილ სატრანსპორტო პაკეტიდან, რომლის გაბარიტები შეესაბამება არსებული სამხედრო ხიდების დაკეცილ გაბარიტებს და წონას, გაშლის საფუძველზე მიღებულ იქნა 48 მეტრი სიგრძის ხიდი.

ამასთან, აღნიშნულ ხიდებს გააჩნია მრავალი ცილინდრული კვანძები, რაც საბრძოლო ვითარებებში გარკვეული ნაკლოვანებების მატარებელია, და ამასთან მისი სიხისტე ღუნვისადმი ხიდის გრძივი მიმართულებით არის შედარებით დაბალი, რაც მის მნიშვნელოვან ნაკლს წარმოადგენს.

ამდენად, შემდგომ ეტაპზე დაისვა ამოცანა, შექმნილიყო გასაშლელი ხიდი, რომლის ძირითადი მზიდი ელემენტები, რომლებიც მაღალი სიხისტის არიან, გაშლის ეტაპზე ასრულებენ სისტემის ტრანსფორმაციის ძირითადი მექანიზმების ფუნქციას, ხოლო ხიდის ტრანსფორმაციის ბოლო ეტაპზე, როდესაც ხდება ტრანსფორმირებადი სისტემის ფიქსირებული საექსპლუატაციო ფორმის მიღება, აღნიშნული

ელემენტები უკვე გვევლინებიან ხიდის ზედა სავალი ნაწილის და სარტყელის მიხედვით ელემენტებად.

ამ მოთხოვნებით შეიქმნა გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია, აგებული ტრანსფორმირებადი სისტემის ფორმათწარმოქმნის დაკეცვის პრინციპს + “დახვევის პრინციპით”. სამუშაოში განხილულია ხიდის კონსტრუქციის ძირითადი სქემები, მისი გაანგარიშება და შექმნილი 4,8 მეტრი სიგრძის მოდელის ექსპერიმენტული კვლევა.

შესრულებულმა კომპლექსურმა კვლევებმა წარმოაჩინა ხიდის დადებითი თვისებები, რაც აღნიშნული ხიდის შექმნის მეცნიერებატევადობით და ტექნოლოგიურობით არის განპირობებული. ამასთან, გაზრდილი მალის შემთხვევაში, დაახლოებით 38მ÷48მ დიაპაზონში, იზრდება ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის სიმაღლე, რაც გარკვეულ ფარგლებში ზღუდავს ხიდგამდების მობილურობას. ხიდგამდების კონსტრუქცია, რომელიც ტანკის ბაზაზეა შექმნილი, ხასიათდება სამინტაუო ისრის დიდი სიმაღლით, რაც ხიდის შენიღბვას უშლის ხელს და ბოლოს გართულდა აწყობის სქემა ხიდის ქვედა, დასახვევი, მაღალი სიმტკიცის ბაგირებისაგან შექმნილი სარტყელის.

ხიდის მოდიფიკაციაში, რომელიც აგებულია “დაკეცვის პრინციპს” + “დაკეცვის პრინციპით”, ბევრი უარყოფითი თვისება აღმოიფხვრა, მაგრამ გასაშლელი ხიდის დაკეცილი პაკეტის სიმაღლე კვლავ მაღალი დარჩა.

აღნიშნული, სარეკორდო სიგრძის მალის ხიდები, რომლებიც სისტემურად, თანმიმდევრული ლოგიკით შეიქმნა თავისი ყველა პარამეტრებით მთლიანად აკმაყოფილებენ მათი სამოქალაქო გამოყენების მოთხოვნებს. სამუშაოში საკითხი შეეხება მხოლოდ და მხოლოდ ფორსირების ოპერაციებში ხიდების და ხიდგამდების გამოყენებას, რაც თავისთავად სამხედრო ხელოვნებაში ურთულეს პროცედურად არის მიჩნეული და იგი თვით ხიდგამდებისაგან და ხიდისაგან განსკუთრებული პარამეტრების დაკმაყოფილებას მოითხოვს. ამ მიზნით, ორმაგი ტრანსფორმაციის პრინციპებიდან, გასაშლელი ხიდების ფორმათწარმოქმნისათვის სამმაგი ტრანსფორმაციის პრინციპზე გადასვლა გახდა საჭირო, ამასთან ახალი ხიდგამდების შექმნის მიზნით გამოყენებულ იქნა სამმაგი ტრანსფორმაციის პრინციპზე შექმნილი გასაშლელი ხიდის გადასალახ წინააღმდეგობაზე ხიდგამდების მიერ კომპლექსური მეთოდი – “წამოცმის მეთოდს” + “გადაბრუნების მეთოდით” გადება.

აღნიშნული ტრანსფორმაციის პრინციპების და ხიდგამდების მიერ ხიდის დაბრკოლებაზე გადების კომპლექსური მეთოდის კლასიფიცირებით და სისტემატიზაციით დამუშავდა საბაზო ვარიანტი საიერიშო, გასაშლელი, მექანიზებული ხიდგამდების და ხიდისა მალით 32÷48 მ. ხიდის სრულიად განსხვავებული კონემატიკური სქემა, მისი რეალიზაციისათვის მოითხოვს ასევე ორი ტიპის საკვანძო კომპლექსის გამოყენებას, რაც არსებულ თანამედროვე ხიდების კონსტრუქციებში უკვე გადაწყვეტილია და გამოყენებული, რაც ხიდის სქემის კინეტიკის დადებითი თვისებაა, რადგანაც ამით კიდევ უფრო აზრდება საბაზო ხიდის დამზადების ტექნოლოგიურობა.

შექმნილი ხიდი დამზადებულია მაღალი სიმტკიცის ალუმინის შენადნობისაგან. მისი დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის გაბარიტებია:

სიგანე 4,1 მ; სიგრძე 12 მ.; ხოლო სიმაღლე შეადგენს 2,6 მეტრს, რაც მეტად მნიშვნელოვანია. ხიდის მალი ჯერ იყოფა შუაში და ურთიერთშემობრუნებით იკეცება. დაკეცვის დროს ხდება ხიდის ორი ნაწილის ერთმანეთში შესვლა, შემდეგ კი, მალის განაპირა ნაწილების გადაადგილებით ხიდის სატრანსპორტო პაკეტი აღწევს თავის მინიმალურ ზომებს. განსხვავებულია და ოპტიმალური ხიდგამდების სქემა, რომელიც შექმნილია ტანკ “ლეოპარდ-2”-ის ბაზაზე. ტანკიდან ხიდის მონტაჟი ხორციელდება ხიდის წინ წამწევით, შემდეგ ხიდგამდების ბაქნის გრუნტზე დაყრდნობით და ხიდის კონსოლურად მონტაჟით. პროცესი ითვალისწინებს ყველა შესაძლო დატვირთვებს და ხიდგამდების ფიქსაციას, ამოყირავების საწინააღმდეგოდ. ხიდის წონა შეადგენს 19,5 ტონას.

შემოთავაზებული ხიდის ტრანსპორტირება და მონტაჟი ასევე შესაძლებელია ავტომობილიდან და ვერტმფრენიდან, რაც მეტად მნიშვნელოვანია საბაზო ხიდის სამოქალაქო მიზნებით გამოყენებისათვის და ამასთან ვერტმფრენით საიურიშო ხიდების მონტაჟი, სრულიად შეესაბამება სამხედრო ხელოვნების თანამედროვე მოთხოვნებს.

Abstract

Important factor of engineering provision is building military bridges over obstacles, the bridges being of three types according to their functions: temporary bridges being built in communication zones; rapidly layable, the so called escort bridges implemented on troops displacement routs; and rapidly layable deployable mechanical bridges directly usable in military situations that can very successfully be used in civil conditions, extreme situations and in emergency circumstances alike.

The present work touches upon a topical problem – to develop deployable mechanized bridges of a bigger span of 32÷48 meters and their bridgelayers in comparison with conventional assault bridges and their bridgelayers which enable to lay a bridge over an obstacle of 22÷30 meters in width in 3-7 minutes by means of a stowed package of 12÷16 meters in length that is placed on a single vehicular means – bridgelayers, without the crew having to exit the armored tank

The mentioned task can be fulfilled with staged approach, with the application of transformable systems theory based on double and triple type transformations of shaping by deployment-folding, instead of a single type transformations realized in conventional assault bridges, no matter what method is used for laying them over an obstacle - whether it is “putting on” or “inverting”.

At the first stage, assault bridges based on two types of transformation are considered at the initial stage.

The deployable bridge construction based on the “folding principle”+”telescope principle” of shaping is characterized by high quality. It enables to assume a 48 meters bridge by deploying the folded transport package of which sizes correspond to the sizes of existing folded military bridges.

Besides, the mentioned bridges have multiple cylindrical units, that is disadvantageous in battle situations, and their stiffness against bending is relatively low in longitudinal direction, which can be regarded as serious drawback as well.

Thus at the further stage, a task of developing a deployable bridge that would have high stiffness load-bearing elements playing a role of main mechanisms of the system transformation at the deployment stage was set, where the elements would have to be load-bearing ones of the upper running part and chord of the bridge at the final stage of transformation when a fixed operation shape of the transformable system is assumed.

Based on these requirements, a deployable bridge construction by application of “folding”+”rolling” approach of shaping has been developed. The work overviews general designs of the bridge, its calculation and experimental study of the developed model of 4.8 meters in length.

The conducted complex studies revealed advantages of the bridge, conditioned by high-end technology of the bridge development. It should be noted that in case of enlarged span, approximately within the range of 38m÷48m, the height of the stowed transport package of the bridge increases, which leads to limiting the bridgelayers transportability. The bridgelayers construction that is developed on the tank basis is characterized by considerable height of mounting, which hampers the bridge to be blanked off, and the assembling of the lower rollable chord made of high stiffness cables became difficult.

In the modification of the bridge which is built on the base of “folding principle”+”folding principle”, many disadvantages were eliminated but the stowed transport package of the bridge still remained high.

The mentioned record-breaking length span bridges developed by systematic, step by step approach, completely fulfill the requirements of civil application by all their parameters. The work deals with the use of bridges and bridgelayers in forced operations only, which is regarded as an extremely difficult procedure in the military art and requires from a bridge and bridgelayer fulfilling special parameters. To this end, it was necessary to use the triple transformation approach for shaping instead of the double transformation approach, and a complex method - “putting on method” + “inverting method” of laying a deployable bridge developed by triple transformation approach over an obstacle was used for the purposes of developing the new bridgelayer.

By application of the mentioned transformation approaches and by classifying and systematizing the complex method of laying the bridge over an obstacle by a bridgelayer, basic modifications of a deployable mechanized assault bridgelayer and a 32÷48 m. span bridge were developed. The completely different kinematical design of the bridge requires use of two types of key complexes that are already used in modern bridge constructions, which is the advantage of the bridge kinetics due to the fact that manufacturability of the basic bridge is improved even more.

The developed bridge is manufactured by high stiffness aluminum alloy. The sizes of its stowed transport package are: width 4.1 m; length 12 m; and height is 2.6 which is very important. The bridge span is divided in the middle initially and then it is folded by mutually turning. When it is folded, the two parts of the bridge enter each other, and then, by displacement of the span edge parts, the bridge transport package attains its least sizes. The bridgelayer design which has been developed on the basis of the tank LEOPARD-2 is unusual and optimal. The bridge is mounted from a tank by displacing it ahead and then by resting the bridgelayer platform upon the ground and mounting the bridge in cantilever fashion. The process envisages all possible loads and fixing the bridge against overturning. The bridge weight is 19,5 tonnes.

The bridge can be transported and mounted also by a motorcar and helicopter which is very important in terms of use the basic bridge for civil purposes, and the mounting of assault bridges by a helicopter completely corresponds to the modern requirements of the military art.

შინაარსი

შესავალი	16
I. გასაშლელი ხიდების ფორმათწარმოქმნის ახალი სისტემატიზაცია და ორმაგი ტრანსფორმაციის სქემებზე გადასვლა.	
I.1. ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის ძირითადი სქემები	21
I.2. ტრანსფორმირებადი სისტემების პრინციპული სქემების განხილვა “წამოცმის” მეთოდით ასაგებ ხიდებში	24
I.3. ტრანსფორმირებადი სისტემების პრინციპული სქემების განხილვა “გადმოზრუნების” მეთოდით ასაგებ ხიდებში	34
I.4. ტრანსფორმაციის მარტივი სქემებიდან ხიდის სისტემების რთულ, ორი ტიპის შეწყვილებულ ფორმათწარმოქმნის სქემებზე გადასვლა	43
II. გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია აგებული ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის პრინციპით – “დაკეცვის პრინციპი” + “ტელესკოპის პრინციპი”.	
II.1. ხიდის კონსტრუქციული სქემის აღწერა	47
II.2. ხიდის კონსტრუქციის ტრანსფორმაციის პროცესი ხიდგამდების ბაზაზე	51
II.3. “დაკეცვის პრინციპს” + “ტელესკოპის პრინციპის” მიხედვით შექმნილი გასაშლელი ხიდის, მზიდი პანტოგრაფული სისტემას სტრუქტურული და კინემატიკური ანალიზი	58
II.4. შეწყვილებული სისტემის კინემატიკური ანალიზი	60
III. გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია აგებული ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის პრინციპით – “დაკეცვის პრინციპი” + დახვევის პრინციპი”.	
III.1. ხიდის კონსტრუქციული სქემის აღწერა	68

III.2. ხიდის მონტაჟისა და დემონტაჟის სქემები	
სატანკო ხიდგამდების გამოყენებით -----	75
III.3. გასაშლელი ხიდის გაანგარიშება -----	80
IV. გასაშლელი, “დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით” შექმნილი ხიდის, 4,8 მეტრი მალის მქონე მოდელის ექსპერიმენტული კვლევა.	
IV.1. ხიდის მოდელის კონსტრუირება -----	86
IV.2. ხიდის მოდელის კონსტრუქციული სტრუქტურის დაძაბულ-დეფორმაციული სურათი სტატიკური დატვირთვის პირობებში -----	100
IV.2.1. გასაშლელი ხიდის, ზედა სარტყელის განზოგადოებული გეომეტრიული პარამეტრები -----	100
IV.2.2. ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესების ექსპერიმენტული კვლევა მუდმივი დატვირთვის ზემოქმედებისას -----	105
V. ტრანსფორმაციის ორმაგი პრინციპით აგებული გასაშლელი ხიდების კონსტრუქციული სრულყოფა და ტრანსფორმაციის სამმაგ პრინციპზე გადასვლის აუცილებლობა.	
V.1. “დაკეცვის პრინციპს”+”დახვევის პრინციპით” შექმნილი ხიდის შეცვლა “დაკეცვის პრინციპს” + “დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი ტრანსფორმირებადი ხიდით -----	122
V.2. “დაკეცვის პრინციპს” + ”დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი, 48 მეტრი მალის მქონე გასაშლელი ხიდის გაანგარიშება და კონსტრუირება -----	126
V.3. გასაშლელი ხიდის ორმაგი ტრანსფორმაციის – “დაკეცვის პრინციპს” + “ტელესკოპის პრინციპით” შექმნილი სქემა -----	131
VI. სამმაგი ტიპის ტრანსფორმაციის და ორმაგი შეთავსებული ტიპის გადების ახალი გასაშლელი, საიერიშო, ერთმალაიანი მექანიზებული ხიდი მალით 32÷48 მეტრი.	

VI.1. ახალი გასაშლელი ხიდის ტექნოლოგიური და კონსრუქციული თვისებები -----	
137	
VI.2. ტრანსფორმირებადი ხიდის და ხიდგამდების პროექტირების საკვანძო საკითხები -----	147
ძირითადი დასკვნები -----	
162	
გამოყენებული ლიტერატურა -----	163

ფიგურების განმარტებების ნუსხა

- ფიგ. I. 1. – “დახვევის პრინციპი”
- ფიგ. I. 2. – “დაკეცვის პრინციპი”
- ფიგ. I. 3. – “ტელესკოპის პრინციპი”
- ფიგ. I. 4. და ფიგ. I. 5. – ხიდის გადების პროცედურა გადასალახ დაბრკოლებაზე შესრულებული ხიდგამდების მიერ “წამოცმის” მეთოდით.
- ფიგ. I. 6. – ხიდის მალის დანაწევრებული ბლოკებით და ტელესკოპური ისრით, ხიდის მალის ნაშენის მოწყობა გადასალახ წინააღმდეგობაზე.
- ფიგ. I. 7. – გერმანული ხიდის MLC70 LEGUAN მონტაჟი.
- ფიგ. I. 8. – სამონტაჟო ელემენტები და მათზე აგებული ხიდის მალი.
- ფიგ. I. 9 – შვედური, 48 მეტრი მალის, “გამყოლი” ასაწყობ-დასაშლელი ხიდი.
- ფიგ. I. 10 – გერმანული, 48 მეტრი მალის, “გამყოლი” ასაწყობი – ტრანსფორმირებადი ხიდი.
- ფიგ. I. 11. – ხიდის მალეების დანაწევრებული ბლოკებისაგან მთლიანი მალის ნაშენის მოწყობა და მისი გადება გადასალახ წინააღმდეგობაზე.
- ფიგ. I. 12 – LEGUAN სისტემის ხიდგამდები, გასაშლელი ხიდით.
- ფიგ. I. 13 – LEGUAN-ის სისტემის გასაშლელი ხიდი განთავსებული ავტომისაბმელიან საავტომობილო სატრანსპორტო საშუალებაზე.
- ფიგ. I. 14 – LEGUAN-1-ის სისტემის ხიდის გაშლის პროცესი.
- ფიგ. I. 15 – ხიდგამდები ხიდის PSB2 სამი ბლოკით დატვირთული.
- ფიგ. I. 16 – ხიდის კონსტრუქციის “გადაბრუნების” მეთოდით გადება გადასალახ წინააღმდეგობაზე.
- ფიგ. I. 17 – “Titan”-ის კლასის ერთმალისანი და ერთბლოკიანი ხიდის მონტაჟი, ხიდგამდებიდან მისი ”გადაბრუნებით”.
- ფიგ. I. 18 – ხიდის მალის “მაკრატლისებრი” კონსტრუქცია.
- ფიგ. I. 19 – გასაშლელი ხიდის “მაკრატლისებრი” კონსტრუქცია.
- ფიგ. I. 20 – ხიდის მალის ორსახსრიანი დასაკეც-გასაშლელი კონსტრუქცია “ორმაგი მაკრატელი”.
- ფიგ. I. 21 – ხიდგამდები “ორმაგი მაკრატელიანი” ხიდით.
- ფიგ. I. 22 – ხიდის მალეები ორმხრივი გადაშლით.
- ფიგ. I. 23 – ინგლისური ხიდგამდები, რომელსაც აქვს ორმხრივად გადასახსნელი მალეები.
- ფიგ. I. 24 – მალეების ორმხრივი გადაშლის სამხედრო ხიდის პროექტი.
- ფიგ. I. 25 – ხიდის მალის “მაკრატლისებრი” კონსტრუქცია სატრანსპორტო საშუალებაზე მიმაგრებით.
- ფიგ. I. 26 – ხიდის მალის დახვეულ-გასაშლელი კონსტრუქცია.

- ფიგ. II 1 – გასაშლელი, “დაკეცივის პრინციპს + ტელესკოპის პრინციპი”, ხიდის კონსტრუქციის ხედები.
- ფიგ. II. 2 – გასაშლელი ხიდის დაკეცილი პაკეტის გრძივი ჭრილი.
- ფიგ. II. 3 – ხიდის გაშლის კონსტრუქციის კინემატიკური სქემა
- ფიგ. II. 4 – ხიდის სავალი ნაწილის თაღოვანი კონსოლური ფილების ბოლოებში განთავსებული გამონაშვერების ბუდეში ჩამაგრების კონსტრუქციული სქემა
- ფიგ. II.5 – ხიდის კონსტრუქციის ხიდგამდებზე განთავსების და მისი გამოსაწევი – ამწე მექანიზმების სქემები.
- ფიგ. II. 6 – ხიდგამდების სრული ციკლის სქემები.
- ფიგ. II. 7 – ხიდის ტრანსპორტირება და მონტაჟი დაბრკოლებაზე ვერტმფრენის გამოყენებით.
- ფიგ. II. 8 – შეწყვილებული სისტემის კინემატიკური სქემის მქონე გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია დაკეცილ (ა) და გაშლილ (ბ) მდგომარეობაში.
- ფიგ. II. 9 – თაღოვანი სისტემის საანგარიშო სქემა.
- ფიგ. II. 10 – სისტემის კინემატიკური სქემა (ფრაგმენტი).
- ფიგ. II. 11 – შეწყვილებული სისტემის ამძრავი კონტური კინემატიკური პარამეტრების განსაზღვრისათვის.
- ფიგ. III. 1 – ხიდის კონსტრუქციის გაშლის სქემები.
- ფიგ. III. 2. – ხიდის კონსტრუქციის გაშლისა და ფიქსაციის სქემები.
- ფიგ. III. 3 – ხიდის კონსტრუქციაზე განთავსებული ქვედა მოქნილი სარტყელის დამცავი ფირფიტები და ირიბნებზე მოწყობილი დამატებითი კავშირების სქემა.
- ფიგ. III. 4 – პანტოგრაფების ზედა და ქვედა განივი ღეროების მაკავშირებელი ჩამკეტები.
- ფიგ. III. 5 – ხიდგამდებისა და ხიდის ურთიერთშეთავსებული პროცესები.
- ფიგ. III. 6 – ხიდის ტრანსფორმაციის სქემები გადასალახ დაბრკოლებაზე.
- ფიგ. III. 7 – ხიდის გადასალახ დაბრკოლებაზე გადების პროცესები.
- ფიგ. III. 8 – ხიდის გვერდხედის სქემა და ზედა კომბინირებული სარტყელის ჭრილი 1-1.
- ფიგ. III. 9 – ზედა სარტყელის სტრუქტურის სქემა.
- ფიგ. IV. 1 – ხიდგამდების მოდელის კონსტრუქციული სქემა.
- ფიგ. IV. 2 – ხიდგამდების მოდელის საერთო ხედი.
- ფიგ. IV. 3 – ხიდის მოდელის კონსტრუქცია.
- ფიგ. IV. 4 – ხიდის მოდელის ზედა კომბინირებული სარტყელის ჭრილები ფიგ. IV. 3-ის მიხედვით.
- ფიგ. IV. 5 – ხიდის გამშლელ-დამკეცავი ერთიანი ელექტრო ამძრავიანი მექანიზმი რედუქტორებით.

- ფიგ. IV. 6 – ხიდის მოდელის ფრაგმენტი ზედა კომბინირებული სარტყელის ურთიერთკავშირების, ირიბების, ქვედა სარტყელის განვიღვრობის და მოქნილი ქვედა სარტყელის ჩვენებით.
- ფიგ. IV. 7 – ხიდის მოდელის საერთო ხედი და საყრდენის ფრაგმენტები.
- ფიგ. IV. 8 – მოდელის სხვადასხვა კვანძები.
- ფიგ. IV. 9 – ხიდის მოდელის ჭრილის აქსიონომეტრიული ფრაგმენტი.
- ფიგ. IV. 10 – ხიდის მოდელის ქვედა სარტყელის განთავსების სქემები, შემდგარი ხუთ-ხუთი მაღალი სიმტკიცის ფოლადის ბაგირებისაგან.
- ფიგ. IV. 11 – ქვედა სარტყელის ხუთბაგირიანი ჩამაგრების საანგარიშო სქემა.
- ფიგ. IV. 12 – ქვედა სარტყელის ორბაგირიანი ჩამაგრების სქემა.
- ფიგ. IV. 13 – საწყისი საანგარიშო პარამეტრების გეომეტრიული სქემა.
- ფიგ. IV. 14 – წრეხაზზე განთავსებული პანტოგრაფების ცენტრალური კვანძების და პანტოგრაფების ბერკეტების შეერთების კვანძების მდებარეობა სიბრტყეებზე, განსაზღვრული წრის რადიუსით.
- ფიგ. IV. 15 – ხიდის მოდელის სქემა და მისი ძირითადი და წარმოებული გეომეტრიული პარამეტრები.
- ფიგ. IV. 16 – ხიდგამდები საწყის პოზიციაზე
- ფიგ. IV. 17 – ხიდგამდები გაშლილი ჩარჩოთი
- ფიგ. IV. 18 – ტელესკოპური მზიდი ისარი იწყებს წამოდგომას
- ფიგ. IV. 19 – ტელესკოპური მზიდი ისარი ვერტიკალურ მდგომარეობაში
- ფიგ. IV. 20 – დაკეცილი ხიდის პაკეტის გადაადგილება წინააღმდეგობის ცენტრისკენ
- ფიგ. IV. 21 – დაკეცილი ხიდის მოდელის პაკეტი წინააღმდეგობის ცენტრში
- ფიგ. IV. 22 – ხიდის მოდელის გაშლის პროცესი
- ფიგ. IV. 23 – ხიდის მოდელის გაშლის პროცესი
- ფიგ. IV. 24 – ხიდის მოდელის ბოლოები ეხება ნაპირებს
- ფიგ. IV. 25 – სახსრების ჩაკეტვა და ქვედა სარტყელის მოჭიმვა
- ფიგ. IV. 26 – გაშლილი ხიდის მოდელი
- ფიგ. IV. 27 – ხიდის მოდელის კინემატიკური სქემის ტრანსფორმაციები დამჭერი ბაგირის სხვადასხვა წერტილში ჩაბმისას
- ფიგ. IV. 28 – ხიდის მოდელის კინემატიკური სქემის ტრანსფორმაციები
- ფიგ. IV. 29 – ხიდის მოდელზე ხიდგამდების გადასვლა.
- ფიგ. V. 1 – “დაკეცვის პრინციპს” + “დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციული სქემები.
- ფიგ. V. 2 – ხიდის კონსტრუქციის განივი, ვერტიკალური ჭრილი გამავალ დგარზე.
- ფიგ. V. 3 – გასაშლელი ხიდის საბჯენები

- ფიგ. V.4 – “დაკეცვის პრინციპს”+“დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი ხიდის ტრანსფორმაციის ეტაპები, გასაშლელი ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტიდან ხიდის სრულ გაშლამდე.
- ფიგ. V.5 – გასაშლელი ხიდის საერთო საანგარიშო ხედი
- ფიგ. V.6 – გასაშლელი ხიდის, “დაკეცვის პრინციპს”+“ტელესკოპის პრინციპით”, შექმნილი კონსტრუქცია
- ფიგ. V.7 – ხიდის დაბრკოლებაზე გადაების ტრანსფორმაციის სქემები.
- ფიგ. VI. 1 – ტანკ “ლეოპარდ 2”-ის ხედები საცეცხლე კოშკოს ზარბაზნის და საბრძოლო ჭურვების გარეშე.
- ფიგ. VI. 2 – ხიდის დაკეცილი პაკეტი განთავსებული ხიდგამდებზე
- ფიგ. VI. 3 – სამმაგი ტიპის ტრანსფორმაციის და ორმაგი ტიპის გადაების საიერიშო, მექანიზებული ხიდის სქემები
- ფიგ. VI. 4 – ხიდის დაკეცილი პაკეტი განთავსებული ხიდგამდებზე და მისი წინ გამოწვევით დაყრდნობა გრუნტზე
- ფიგ. VI. 5 – ხიდის გაშლის სასტარტო პოზიცია და ხიდის გაშლის პირველი ეტაპი.
- ფიგ. VI. 6 – ხიდის გაშლის მეორე ეტაპი
- ფიგ. VI. 7 – ხიდი გადასალახ დაბრკოლებაზე
- ფიგ. VI. 8 – ცენტრალური კვანძის მიმართ ლიანდების ურთიერთშემობრუნებით განხორციელებული ტრანსფორმაციის პროცესი გაზრდილ-მალიან ხიდში და რეალურად არსებული კონსტრუქციული სისტემა ცენტრალური კვანძის მიმართ მბრუნავი ლიანდებისა.
- ფიგ. VI. 9 – ლიანდების ურთიერთგასრიალებით განხორციელებული ტრანსფორმაციის პროცესი გაზრდილმალიან ხიდში და რეალურად არსებული კონსტრუქციული სისტემა ხიდგამდებიდან გამოსრიალებული ლიანდებისა, რომელსაც ხიდგამდები კონსოლურად აფიქსირებს.
- ფიგ. VI. 10 – ხიდგამდების და ხიდის “Volverine”
- ფიგ. VI. 11 – ხიდგამდები ხიდით – “Titani” აგებული ტანკ “ჩელენჯერ-2”-ის შასზე.
- ფიგ. VI. 12 – მანჭვალებიანი კვანძის სქემა
- ფიგ. VI. 13 – ძაბვების კონცენტრაცია მანჭვალის განიკვეთში.
- ფიგ. VI. 14 – დეფორმაციების შესაძლო სახეები კვანძის ელემენტებში
- ფიგ. VI. 15 – წრიული ნახვრეტის ოვალურად გადაქცევა მანჭვალიანი შეერთების ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პირობებში.
- ფიგ. VI. 16 – მანჭვალიანი შეერთების საანგარიშო სქემა.

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი IV. 1 – მოდელის კვანძების კოორდინატები -----	108
ცხრილი V. 1 – ხიდის დატვირთვის სქემები პოზიციების მიხედვით -----	128
ცხრილი V. 2 – ხიდის კონსტრუქციის ჩაღუნვების და ელემენტებში ძაღვების და ძაბვების მნიშვნელობები -----	129
ცხრილი V. 3 – ტაქტიკურ-ტექნიკური პარამეტრების შედარება -----	131

შესავალი

სამხედრო-საინჟინრო დარგი ფართოდ მოიცავს სახელმწიფოს საინჟინრო მომზადებას თავდაცვისათვის და ბრძოლებისა და ოპერაციების საინჟინრო უზრუნველყოფას [1].

სამხედრო-საინჟინრო დარგი ძირითადად განიხილავს შემდეგ მიმართულებებს:

- საკუთარი ძალებისათვის და მოსახლეობისათვის მობილურობის შექმნის საინჟინრო უზრუნველყოფა;
- მოწინააღმდეგის ძალების მაქსიმალური შეფერხების და დაბრკოლებების საინჟინრო უზრუნველყოფა;
- საკუთარი ძალების, ტექნიკისა და ობიექტებისათვის სიცოცხლის-უნარიანობოს შენარჩუნებისათვის საინჟინრო ღონისძიებების უზრუნველყოფა;
- ზოგადი ინჟინერია;
- ტოპოგრაფიული ინჟინერია.

აღნიშნული პროცედურების კვლევა და მათი გამოყენების მეთოდების და ხელოვნების დადგენა ხორციელდება სამხედრო-საინჟინრო მეცნიერების ფარგლებში.

სამხედრო-საინჟინრო ხელოვნების თეორიული საფუძვლების პრაქტიკული გამოყენება წყდება ოპერატიულ-სტრატეგიული, ოპერატიულ და ტაქტიკურ დონეებზე.

ოპერატიულ-სტრატეგიულ დონეზე, ხორციელდება საომარი მოქმედებების თეატრის და სახელმწიფოს სამხედრო-საინჟინრო მომზადება თავდაცვისათვის – ომისათვის. ოპერატიულ და ტაქტიკურ დონეებზე ხორციელდება ბრძოლების, ოპერაციების და საბრძოლო მოქმედებების საინჟინრო უზრუნველყოფა.

მშვიდობიანობის, ომის სამზადისის და განსაკუთრებით ბრძოლებისა და ოპერაციების საინჟინრო უზრუნველყოფის დროს, განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია საინჟინრო ვითარების შესწავლა.

საინჟინრო ვითარება, იმ ფაქტორებისა და პირობების ერთობლიობაა, რომლებიც ახასიათებენ ადგილმდებარეობას და მის საინჟინრო მოწყობას, მოწინააღმდეგისა და საკუთარი საინჟინრო

ჯარების მდგომარეობას და შესაძლებლობებს, სხვა ჯარების, ძალებისა და საშუალებების შესაძლებლობებს და მოქმედებებს საინჟინრო უზრუნველყოფის ამოცანების შესასრულებლად.

ტერიტორიის საინჟინრო შესწავლის შემდეგ, რაც გამოავლენს საინჟინრო ვითარებას, იწყება საინჟინრო უზრუნველყოფა.

საინჟინრო უზრუნველყოფა არის ოპერატიული უზრუნველყოფის სახეობა და იმ საინჟინრო დონისძიებებისა და ამოცანების კომპლექსი, რომელიც სრულდება ჯარებისათვის ხელშემწყობი პირობების შესაქმნელად, მათი დროული და ფარული წინ წაწევის, გაშლის მანევრისა და საბრძოლო ამოცანების შესრულების, დაზიანების სხვადასხვა საშუალებებისაგან დაცვის ამადლებისათვის, აგრეთვე, მოწინააღმდეგისათვის დანაკარგის მიყენებისა და მისი მოქმედებების გაძნელებისათვის.

საინჟინრო უზრუნველყოფის ერთ-ერთი უმთავრესი პროცედურაა ადგილმდებარეობის სწორი მოწყობა, რომელშიც განსაკუთრებული ადგილი უკავია სამხედრო ინფრასტრუქტურის მოწესრიგებას და შექმნას. იგი არის ქვეყნის საომარი მოქმედებების თეატრის სტაციონარული და არასტაციონარული ობიექტების სისტემა ჯარების განლაგების, სწავლების, გაშლის უზრუნველყოფის და ოპერაციების, საბრძოლო მოქმედებების წარმოებისათვის.

სტაციონარული და არასტაციონარული ობიექტების უდიდეს ნაწილს წარმოადგენს საინჟინრო ნაგებობები, რომლის აქტუალური კომპონენტია სამხედრო ხიდები, რომლებიც იქმნება დაბრკოლებების გადასაღასად.

ტაქტიკური დანიშნულებისა ან საბრძოლო გამოყენების პირობებიდან გამომდინარე განასხვავებენ სამხედრო ხიდების შემდეგ სახეობებს:

- უშუალოდ ბრძოლის ველზე ასაგები, ეგრეთ წოდებული - “საიერიშო” ხიდები, რომელთაც გააჩნიათ მკაცრად შეზღუდული დრო დაბრკოლებაზე გადაებისა და იგი თანამედროვე ტაქტიკური და ოპერატიული მოთხოვნებით შეადგენს 3 – მაქსიმუმ 10 წუთს [2].
- საჯარისო შენაერთების მარშრუტზე ასაგები, ეგრეთ წოდებული – “გამცილებელი” ან “გამყოლი” ხიდები, რომელთა აგების დრო,

მაგალითად 48-მეტრიანი სიგრძის ხიდისათვის – 30÷90 წუთს შეადგენს.

— საკომუნიკაციო ზონაში განთავსებული, ეგრეთ წოდებული – “ზურგის” ხიდები, რომელთა დაჩქარებული აგების დრო შეზღუდული თითქმის არ არის.

ამასთან, “საიერიშო” ხიდები, რომლებიც როგორც შეტვის, ასევე უკანდახვევის დროს ფორსირების ოპერაციებში დებულობენ მონაწილეობას, როდესაც ხიდზე ხორციელდება საცეცხლე ზემოქმედება, გადასალახ დაბრკოლებაზე აიგებიან ერთი სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალებით – ტანკით და ხიდგამდების ეკიპაჟის ჯავშანტექნიკიდან გამოსვლის გარეშე. თანამედროვე სამხედრო “საიერიშო” მექანიზებული ხიდები, როგორც წესი, არიან ერთმალისანი და მათი სიგრძე გაშლილ მდგომარეობაში შეადგენს 24 – მაქსიმუმ 32 მეტრს, ხოლო დაკეცილ მდგომარეობაში იგი განთავსებულია სატანკო ხიდგამდებზე და მისი სიგრძე შეადგენს 12–13,5 – მაქსიმუმ 16 მეტრს.

ამდენად, განსაკუთრებული ტაქტიკური და ოპერატიული მნიშვნელობა აქვს “საიერიშო” ხიდების მალის გაზრდას 32÷48 მეტრის ფარგლებში, რაც სამხედრო ხიდმშენებლობაში აქტუალური პრობლემაა.

მნიშვნელოვანია და ბოლო პერიოდში განსაკუთრებით აქტუალურია გასაშლელი დიდი სიგრძის მალის მქონე “საიერიშო”, მექანიზებული ხიდების გამოყენება სამოქალაქო მიზნებისათვის ექსტრემალურ სიტუაციებში და საგანგებო ვითარებებში.

საქართველოსათვის გასაშლელი გაზრდილმალისანი “საიერიშო” ხიდების შექმნა, რომელთაც ანალოგი არ გააჩნიათ, მნიშვნელოვანია არა მარტო საკუთარი სამხედრო და სამოქალაქო მიზნების მისაღწევად, არამედ მისი კომერციალიზაციის პირობებში საქართველო ხდება კონკურენტუნარიანი, მეცნიერებატევადი და მაღალტექნოლოგიური სამხედრო-საინჟინრო ტექნიკის რეალიზატორი სამხედრო ტექნიკის საერთაშორისო ბაზარზე.

ამდენად, მიზნად იქნა დასახული 32÷48 მეტრი მალის მქონე “საიერიშო” ხიდის და მისი ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის

დაჯავშნული მანქანის – სატანკო ხიდგამდების შექმნა, რომელიც შემდეგ მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს:

- გასაშლელი, მექანიზებული ხიდი უნდა იყოს ერთმალიანი;
- გასაშლელი ხიდის დაკეცილი პაკეტი, რომელიც განთავსებულია ხიდგამდებზე, უნდა აკმაყოფილებდეს პაკეტის ზღვრულ, ტრანსპორტირებისათვის დასაშვებ მოთხოვნებს და ასევე სატანკო ხიდგამდების მზიდუნარიანობის შესაბამისი წონაც უნდა გააჩნდეს;
- ხიდგადების პროცესი უნდა განხორციელდეს უმოკლესი დროის ინტერვალში 3÷10 წუთში, ამასთან იგი უნდა იყოს ტექნოლოგიური, სტაბილური, კონტროლირებადი და მართვადი;
- ხიდგადების და, ასევე, ხიდის დაბრკოლებიდან აღების პროცესი უნდა განხორციელდეს გადასალახი დაბრკოლების ორივე ნაპირიდან მხოლოდ ხიდგამდებით და მისი ეკიპაჟის ტანკიდან გადმოუსვლელად;
- ხიდს უნდა გააჩნდეს სათანადო საექსპლოატაციო პირობები და პარამეტრები;
- ხიდი უნდა იყოს დაცული სასარგებლო ტვირთის უარყოფითი ზემოქმედებისაგან და ნაკლებად დაზიანებადი საცეცხლე ზემოქმედებით;
- საცეცხლე ზემოქმედების შედეგად, ხიდის დაზიანების შემთხვევაში, იგი უმეტეს წილად უნდა იძლეოდეს საშუალებას ხიდგამდებით მისი გარკვეული ფორმით აკეცვისა და სატანკო ხიდგამდებით ბრძოლის ველიდან გატანისა;
- გასაშლელი ხიდი უნდა იყოს მრავალჯერადი გამოყენების.

ასეთი კომპლექსური მიზნის მიღწევა შესაძლებელი გახდა დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის მეცნიერული სიახლეების დამუშავებით, რაც შემდეგში მდგომარეობს:

- ნაშრომში შემოთავაზებულია განსხვავებული სისტემა გასაშლელი ხიდების მიერ ფორმის მიღწევისა, რომელიც ეფუძნება საინჟინრო ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის თეორიას;
- ნაშრომში შემოთავაზებულია კლასი ახალი გასაშლელი ხიდებისა, რომელთა ფორმათწარმოქმნა განპირობებულია შეთავსებული,

ორმაგი და სამმაგი ტრანსფორმაციის პრინციპით, მაშინ როდესაც შემოთავაზებული მეთოდით დგინდება, რომ არსებული გასაშლელი ხიდები ეფუძნება ტრანსფორმაციის ერთ რომელიმე პრინციპს;

- ტრანსფორმაციის რთული – შეთავსებადი პრინციპით შექმნილი გასაშლელი ხიდების სქემების მიხედვით, კონსტრუირების ლოგიკის საფუძველზე დამუშავდა ხიდებისა და ხიდგამდებების კონკრეტული გადაწყვეტები;
- შეიქმნა გასაშლელი ხიდის საბაზო სტრუქტურა სამმაგი ტრანსფორმაციის პრინციპით და ხიდგადების ორმაგი პრინციპის შეთავსებით და სინთეზური სტრუქტურის ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტით, რამაც მთლიანად უზრუნველყო ხიდისა და ხიდგამდებისათვის დასახული პარამეტრების სრულად დაკმაყოფილება.
- ჩატარდა ექსპერიმენტული კვლევები, სადაც, ასევე თეორიული და ექსპერიმენტების შედეგების მონაცვლეობით, ხიდის მოდელის სტრუქტურის ფორმათწარმოქმნის და განსაკუთრებით ფორმის ფიქსაციის სისტემა დამუშავდა;
- შექმნილი გასაშლელი ხიდებისათვის მიღწეულია საანგარიშო სქემების მოდელების შექმნა, რომელიც შეესაბამება სისტემის დაძაბულ–დეფორმირებულ სურათს ტრანსფორმაციის ფორმათწარმოქმნის ყველა ეტაპზე – დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტიდან დაწყებული, სისტემის გაშლის პროცესის და ფორმის საბოლოო ფიქსაციის ეტაპის ჩათვლით.

შემოთავაზებული მეცნიერული სიახლეები დაფუძნებულია ტრანსფორმირებადი საინჟინრო სისტემების თეორიაზე, კონსტრუირების ლოგიკაზე, გაანგარიშების თანამედროვე პროგრამულ უზრუნველყოფაზე, რომელშიც მათემატიკური მოდელი საანგარიშო სისტემისა სასრულ ელემენტთა პრინციპით არის შესრულებული და თეორიული შედეგების ექსპერიმენტული კვლევებით დასაბუთებაზე.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება შესაძლებელია ხიდმშენებლობაში – სწრაფადასაგები, გასაშლელი ხიდების სახით, რომლებიც არიან ტრანსპორტირებადი და მრავალჯერადი გამოყენების.

**I. გასაშლელი ხიდების ფორმათწარმოქმნის ახალი
სისტემატიზაცია და ორმაგი ტრანსფორმაციის
სქემებზე გადასვლა.**

**I. 1. ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის
ძირითადი სქემები.**

მექანიზებული ხიდების აგების ძირითადი პროცესის გაშლად-დაკეცვის ანალიზი მრავალმხრივად ჩატარებული და ასევე ლიტერატურაში სათანადოდ შეფასებულია. მაგრამ, თუ დავისახავთ მიზნად გაზრდილი მალის მქონე, ახალი საიერიშო ხიდის შექმნას, მაშინ კომპლექსური ამოცანის გადაწყვეტა აუცილებელი ხდება.

პირველ რიგში, საჭიროა ძიება ახალი კონსტრუქციული მასალებისა, რომელთა ექნებათ დიდი სააინგარიშო წინაღობა და ასევე მაღალი დრეკადობის მოდელი.

ასეთ მასალებად დღეს განიხილება მინაპლასტი, ნახშირპლასტი და სხვა კომპოზიციური და პოლიმერული მასალები. ამ მხრივ, მრავალი კვლევებია ჩატარებული, რომელთა ნაწილობრივ ასახვა ჰპოვა გასაშლელი ხიდების ცალკეულ ელემენტებში და მთლიანად კონსტრუქციებში [3] [4] [5].

ახალი მასალების ერთ-ერთ დამახასიათებელი ნიშნით უნდა იყოს მისთვის ფორმის მინიჭების მაღალი ტექნოლოგიურობა და მათი გამოყენებით მიღწეული ეკონომიური ეფექტი.

მეორე რიგში აუცილებელია თვით სტრუქტურული ანალიზის საფუძველზე, გასაშლელი ხიდების მზიდი და სავალი ნაწილების შესრულების კონსტრუქციული სახეცვლილება ან მათი გაუმჯობესება.

ეს ღონისძიებაც მიზნად უნდა ისახავდეს ხიდის კონსტრუქციის საკუთარი წონის შემცირებას და მისი დამზადებისას ელემენტების ფრაგმენტების და ცალკეული კონსტრუქციული კვანძების დამზადების ტექნოლოგიური პრიცესების გამარტივებას [6] [7].

მაგრამ, კომპლექსური ამოცანის გადაწყვეტაში, ხიდის მალის გაზრდის და მისი დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტისათვის დასაშვები

გაბარიტების შენარჩუნების მხრივ წინა პლანზე გადმოდის ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესით ფორმატწარმოქმნის ახალი სქემების შექმნის აუცილებლობა – ხიდის გაშლა–დაკეცვის ახალი სპექტრით წარმოჩენა.

ასეთი ლოგიკით განხილვა გასაშლელი ხიდებისა – როგორც ტრანსფორმირებადი სისტემებისა, იძლევა მათი სატრანსპორტო დაკეცილი პაკეტიდან გაცილებით მეტი გაბარიტების ხიდების შექმნის შესაძლებლობებს.

სწორედ გასაშლელი ხიდის ანალიზი, ტრანსფორმაციის მიხედვით, ფორმატწარმოქმნის თეორიით და სათანადო დასკვნების გაკეთებით, წარმოადგენს კვლევის ერთ-ერთ ძირითად მიზანს, რომელიც ამ თავშია მოცემული [8].

თუ მექანიზებულ ხიდს წარმოვიდგენთ ტრანსფორმირებად სისტემად, მაშინ იგი შედგება ორი ძირითადი ბლოკისაგან:

- ხიდგამდების ბლოკი, რომელიც წარმოადგენს სათანადო მექანიზმებით აღჭურვილ სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალებას;
- ხიდის ბლოკებისაგან, რომელიც ერთი ან რამოდენიმე ელემენტებისაგან შედგება.

მათი მთლიანობაში, ტრანსფორმირებად სისტემებად განხილვისას შეიძლება ორივე ბლოკი იყოს ფორმატწარმოქმნის მონაწილე, ან შესაძლებელია მხოლოდ ხიდის ბლოკე ასრულებდეს ტრანსფორმაციის პროცესებს.

მექანიზირებული ხიდები, განაპირობებენ სახიდე კონსტრუქციისა და საბაზო მანქანის განსაზღვრულ დამოუკიდებლობას. ეს ყოველივე, უზრუნველყოფს მისი დამზადების ტექნოლოგიისა და მთლიანი კონსტრუქციის შედარებით სიმარტივეს და ქმნის საბაზო მანქანების სახით, მექანიზირებული ხიდების მანქანათა, სერიულად წარმოების შესაძლებლობას, რაც განსაზღვრავს ასეთი გაერთმთლიანების ეკონომიკურ მიზანშეწონილობას.

საბაზო მანქანის სპეციალურ ხიდგამდებ მანქანად გადაქცევა, იძლევა მისი გაუნივერსალურების საშუალებას. ერთიდაიგივე ხიდგამდები, მიმდევრობით შეიძლება გამოყენებულ იქნას, რამოდენიმე

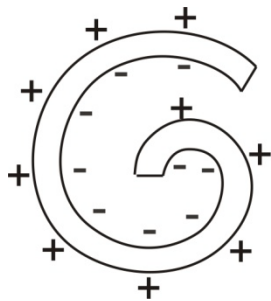
ზღუდეზე ხიდის გადებისათვის, როგორც საკუთარი ხიდგამდებით გადასატანი, ასევე სათადარიგო, ჩვეულებრივი ტრანსპორტით გადამტანი სახიდე კონსტრუქციებისათვის. ეს ფაქტი ზრდის შესაძლო ეკონომიკურ ეფექტს, ვინაიდან მექანიზირებული ხიდების საკმაოდ ძვირადღირებულ ნაწილს წარმოადგენს ხიდგამდები.

მექანიზირებულ ხიდებში, ხიდგამდების მეშვეობით, არსებობს ხიდის გადების რამოდენიმე მეთოდი: წამოცმით ან გადაბრუნებით, როგორც მთელი, ასევე დაკეცვადი მალიანი ნაგებობების და ან სახიდე ბლოკებისა.

მიუხედავად ამისა, გასაშლელი ხიდების, როგორც ტრანსფორმირებადი სისტემების, ფორმატწარმოქმნის თეორია, მათ ერთიანობაში განიხილავს. ამის საფუძველს წარმოადგენს ტრანსფორმირებადი სისტემების თეორია [9].

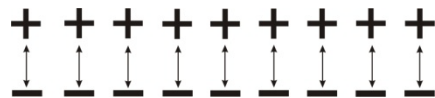
გასაშლელი ხიდების კონსტრუირების ლოგიკის მიხედვით, მნიშვნელოვანია ტრანსფორმირებადი სისტემების თეორია, რომელშიც განხილულია ფორმატწარმოქმნის სამი ძირითადი პრინციპი:

1. დახვევის პრინციპი. (ფიგ. I. 1)

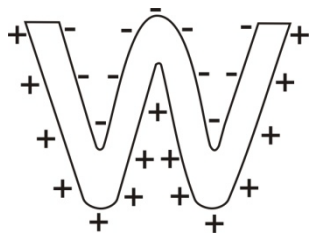


ფიგ. I.1

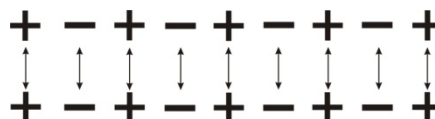
ასეთ მოდელში სისტემის დახვევის ან გაშლის დროს, შესაბამისად ადგილი აქვს მისი საპირისპირო მხარეების (+ -) ურთიერთ-დაახლოებას ან დაშორებას, რაც სიმბოლოების მიხედვით შემდეგნაირად დაიწერება:



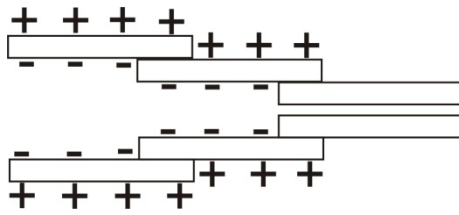
2. დაკეცვის პრინციპი. (ფიგ. I. 2)



ასეთ მოდელში სისტემის დაკეცვის ან გახსნის დროს შესაბამისად ადგილი აქვს მისი ერთდაიგივე მხარეების (+ ; +) და (- ; -) ერთმანეთთან დაახლოებას ან დაშორებას, რაც სიმბოლოების მიხედვით შემდეგნაირად დაიწერება:

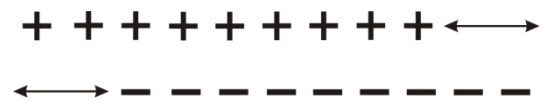


3. ტელესკოპი ფიგ. I.2 ნციპი. (ფიგ. I.3)



ფიგ. I.3

ასეთ მოდელში სისტემის დაკეცვისა და გახსნის დროს, ადგილი აქვს სხვადასხვა ელემენტების, სხვადასხვა სიმბოლოების (+ -) მქონე ზედაპირების ურთიერთ გრძივად გადაადგილებას. ეს იწვევს დაკეცვასა და გახსნას, რაც სიმბოლოებით შემდეგნაირად დაიწერება:



განხილული პრინციპების მიხედვით, თუ გავაკეთებთ სისტემატიზაციას, მაშინ გასაშლელი ერთმალისანი ხიდების გაშლა-დაკეცვა და გადასალახ წინააღმდეგობებზე გადების შემდეგ ლოგიკურ სქემებს მივიღებთ, რომლებიც მთლიანობაში ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა.

ტრანსფორმაციის პროცესების ორ ძირითად ჯგუფად დაყოფა, გამოწვეულია იმით, რომ სისტემების ანალიზისათვის მოხდეს განცალკევება პროცესებისა, რაც დაკავშირებულია ხიდის, როგორც ერთიანი ტრანსფორმირებადი სისტემის დამოუკიდებლად განხილვისა, იმისდა მიხედვით იგი წინააღმდეგობაზე გაიდება “წამოცმის” თუ “გადაბრუნების” მეთოდით.

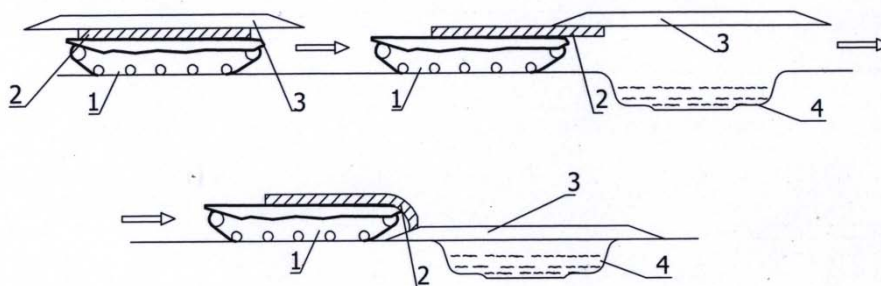
I. 2. ტრანსფორმირებადი სისტემების პრინციპული სქემების განხილვა “წამოცმის” მეთოდით ასაგებ ხიდებში.

ზღუდეზე ხიდის გადება, როგორც ერთიანი კონსტრუქციული სისტემისა, რიგ შემთხვევაში, ხორციელდება “წამოცმის” მეთოდის გამოყენებით.

ასეთ შემთხვევაში ხიდის ერთიანი მალის ნაშენი ხიდგამდების საშუალებით გადაადგილდება გადასალახი დაბრკოლების

მიმართულებით. მთლიანი, გახსნილი კონსტრუქცია ეყრდნობა დაბრკოლების მოპირდაპირე ნაპირს და მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება მისი მოცილება ხიდგამდებიდან, დაბრკოლების უახლოეს ნაპირზე დაშვებით. მანამდე ხიდი, როგორც ერთიანი კონსტრუქციული სისტემა ომყოფება კონსოლურ მდგომარეობაში, რომელიც ჩამაგრებულია ხიდგამდების სპეციალურ მოწყობილობაში.

ქიდი სკონსტრუქცია დაეკვა-გასი სგარეში თანება და გაიდება გადასალახი წინააღმდეგობა (ფიგ. I.4)

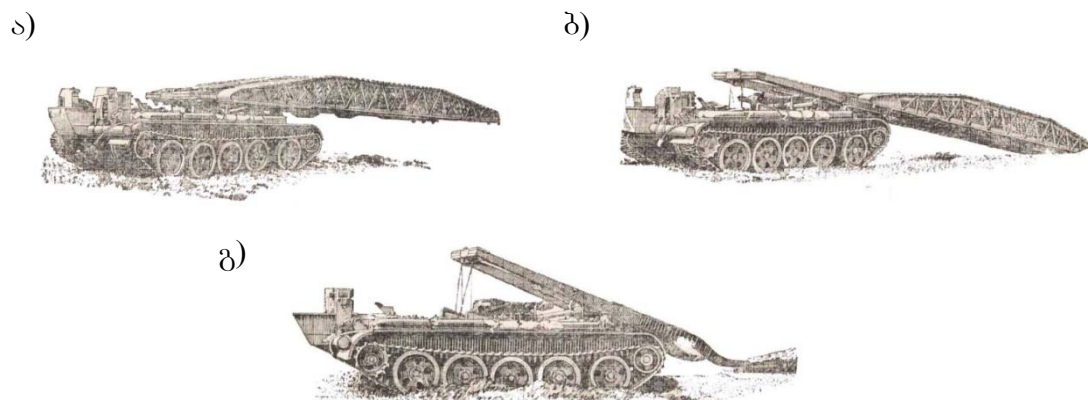


ფიგ. I.4

- 1. - სატრანსპორტო საშუალება; 2. - სამონტაჟო საშუალება; 3. - ხიდის კონსტრუქცია; 4. - გადასალახი წინააღმდეგობა.

აღნიშნული სქემა საიერიშო ხიდებისა ფართოდ იყო გამოყენებული ადრინდელ გადასალახებში. ამის მაგალითად შეიძლება განვიხილოთ მოდიფიკაციები რუსული ხიდგამდებისა - MTY (ფიგ. I.5).

ასეთი ხიდების სიგრძე, გამომდინარე მისი სატრანსპორტო პაკეტის ზღვრული გაბარიტებიდან, არ შეიძლება ყოფილიყო 12 მეტრზე მეტი [10].



ფიგ. I.5 ხიდის გადების პროცედურა გადასალახ დაბრკოლებაზე შესრულებული ხიდგამდების მიერ “წამოცმის” მეთოდით.

- ა) ხიდი კონსოლურად არის გამოწეული ხიდგამდებიდან;
- ბ) ხიდი დაეყრდნო გადასალახი წინააღმდეგობის შორეულ ნაპირს;
- გ) ხიდგამდებმა დაუშვა ხიდი ახლო ნაპირზე.

ხიდის კონსტრუქციის გადების პროცესი გადასალახ წინააღმდეგობაზე, როდესაც ის ხორციელდება ხიდგამდებზე “წამოცმის” მეთოდით, აუმჯობესებს ხიდგამდების მომსახურე პერსონალის ხედვის არეალს. სამუშაო ზონის ხედვა საკმაოდიაპაზონშია როგორც ხიდის გადების. ასევე მისი დაბრკოლებიდან ახსნის პროცესში. და ეს პროცედურა, როგორც წესი, ხორციელდება ხიდგამდების ეკიპაჟის – მომსახურე პერსონალის ჯავშანმანქანიდან გადმოსვლის გარეშე.

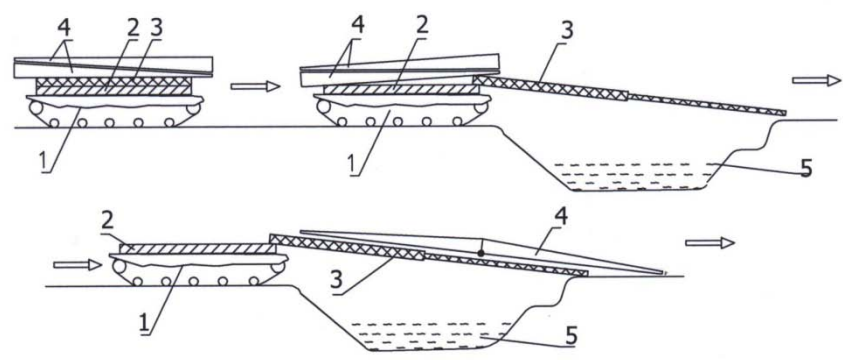
განსაკუთრებული უპირატესობა ხიდის გადებისა “წამოცმის” მეთოდით არის მისი გაშლა და აღების პროცესში, ხიდის მუდმივი მდებარეობა დაბალ დონეზე და ამასთან ერთად ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში, რაც მაქსიმალურად უზრუნველყოფს მასზე საცეცხლე ზემოქმედების წარმოებას.

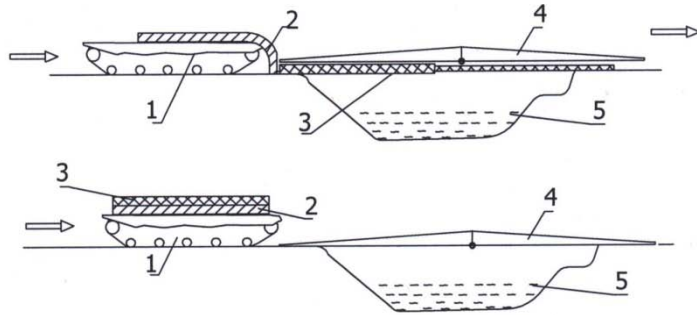
მთლიანობაში, ხიდის დაკეცილი კონსტრუქციის სატრანსპორტო პაკეტი, რომელიც განთავსებულია ხიდგამდებზე უნდა აკმაყოფილებდეს დაშვებულ სატრანსპორტო გაბარიტებს. ეს შეზღუდვა შეეხება მის სიგრძეს, რომელიც შეადგენს 12–13 ან უკეთეს შემთხვევაში 15–16 მეტრს, და მის სიმაღლეს, რაც მყარად არის განსაზღვრული სხვადასხვა ქვეყნების მიხედვით და მისი მინიმალური მნიშვნელობა აღწევს 4მ-ს.

რაც შეეხება ხიდის სიგანეს, იგი ტაქტიკური და ოპერატიული მოთხოვნებიდან გამომდინარე აიღება მაქსიმუმ 4,2 მეტრის ტოლი.

ამდენად, გარკვეული წინაპირობის შემდეგ, დაბრკოლებაზე ხიდის გადების “წამოცმის” მეთოდით შესაძლებელია ტრანსფორმაციის შემდეგი მარტივი პროცესების განხილვა.

I. xi di s mal i s danawevr ebul i bl o kebi T da t el esko pur i i sr i T, xi di s mal i s naSeni s mo wyo ba gadasal ax wi naaRmd ego baz e (ფიგ. I.6).





ფიგ. 1.6

1. სატრანსპორტო საშუალება; 2. სამონტაჟო საშუალება; 3. ტელესკოპური ისარი; 4. ხიდის მალის დანაწევრებული ბლოკები; 5. გადასალახი წინააღმდეგობა.

აღნიშნული მეთოდი გარკვეულწილად გულისხმობს ტრანსფორმირებადი სისტემების, ჩვენს მიერ ზემოთ განხილული, “ტელესკოპის პრინციპს”. ამასთან, მასში განსაკუთრებით ხიდის ორი ბლოკის გაერთიანება მალის ნაშენად შეიძლება შევადაროთ ასაწყობი ელემენტებისაგან კონსტრუქციის მონტაჟს. ყველა შემთხვევაში წარმოდგენილი სქემა პირველ ეტაპზე წარმოადგენს ასაწყობი ხიდის მალის ნაშენისათვის ტელესკოპური ბაზის შექმნას და შემდგომ მასსზე, მალის ბლოკების მიმდევრობითი “დაცურებით” და გაერთიანებით, გადასალახ წინააღმდეგობაზე ხიდის აგება [11].

ანალოგიური სქემით ხორციელდება, ერთ სატრანსპორტო საშუალებაზე განთავსებული გერმანული ხიდის MLC70 LEGUAN მონტაჟი. იგი ტანკ “ლეოპარდის” ბაზაზეა შექმნილი. მისი საშუალებით 26 მეტრიანი წინააღმდეგობის დაძლევა შეიძლება (ფიგ. 1.7).

ა)



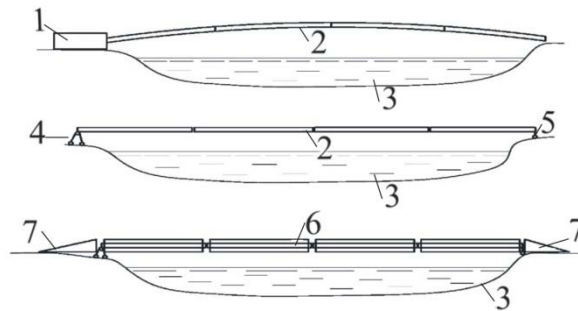
ბ)



ფიგ. 1.7 – ა) ხიდგამდები, რომელიც ხიდს გადასალახ წინააღმდეგობაზე დებს “წამოცმის” მეთოდით სატრანსპორტო მდგომარეობაში; ბ) ხიდგამდები, ტელესკოპის ისრის გამოყენებით ამონტაჟებს “ტელესკოპის პრინციპით” ტრანსფორმირებად ხიდს.

ასეთი პრინციპი, შედარებით შრომატევადი და რთულია “საიერიშო” ხიდებისათვის. ამასთან, იგი ძალიან ეფექტურად გამოიყენება ეგრეთწოდებული “გამყოლი” ხიდების შექმნისას.

გამყოლი ხიდების აგებისას, რომელთა სიგრძე 48-60 მეტრსაც კი აღწევს, გამოიყენება სპეციალური სამონტაჟო ტექნიკა და მრავალ სატრანსპორტო საშუალებებზე განთავსებული ხიდის მალის ცალკეული ბლოკები. ამასთან, მონტაჟის დრო 30- 45 - 120 წუთამდეც კი იზრდება (ფიგ. I.8).



ფიგ. I.8 – სამონტაჟო ელემენტები და მათზე აგებული ხიდის მალი

1. -ხიდის მონტაჟის მექანიზმი; 2. ისარი, რომელიც იგება ტელესკოპურად ან თანმიმდევრობითი მონტაჟით; 3. გადასალახი წინააღმდეგობა; 4-5. ხიდის საყრდენები ნაპირზე; 6. მალის ცალკეული ბლოკები; 7. ხიდზე შესასვლელიები.

ყველაფერი ეს, მონტაჟის დროს სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობისა და მომსახურე პერსონალის მანქანიდან გადმოსვლის გამო, მიუღებელია “საიერიშო” ხიდებისათვის.

უნდა აღინიშნოს, რომ ხიდის აგება სამონტაჟო ისრის გამოყენებით ფართო გავრცელებას პოულობს ეგრეთ წოდებულ “გამყოლ” ხიდებში.

შექმნილია მრავალი ერთმალისანი გამყოლი ხიდები. მათ შორის არის შეედური FAST BRIDGE 48 (FB 48) და გერმანული DoFB (ფიგ. I.9; ფიგ. I.10).





გ)

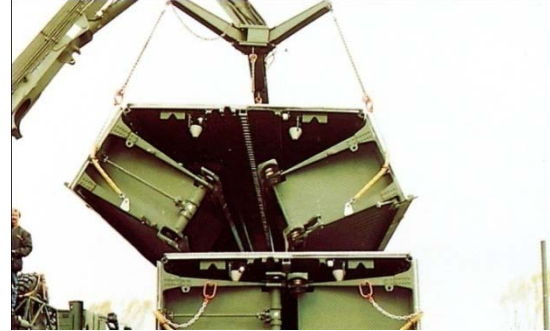
დ)

ფიგ. I.9 – შვედური, 48 მეტრი მალის, “გამყოლი” ასაწყო-დასაშლელი ხიდი.

ა) ხიდის “ისრის” აგება; ბ) სანაპირო ბლოკის მოწყობა; გ) ხიდის მზიდი კონსტრუქციის ასაწობი ბლოკების მონტაჟი; დ) ხიდი საექსპლოატაციო მდგომარეობაში.

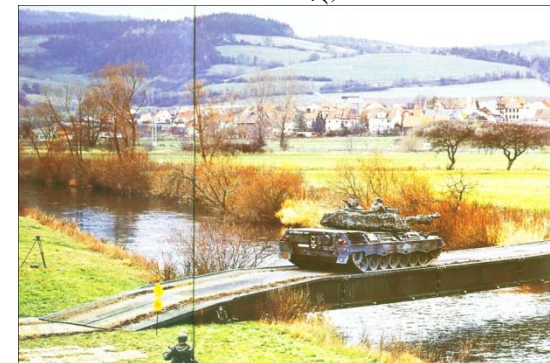
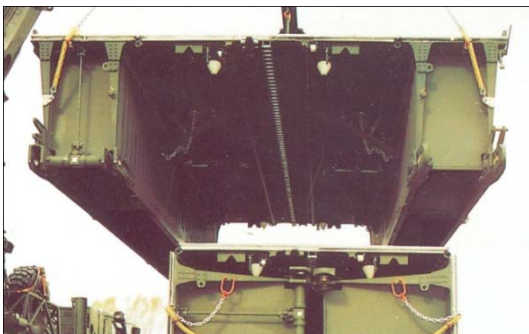
ა)

ბ)



გ)

დ)



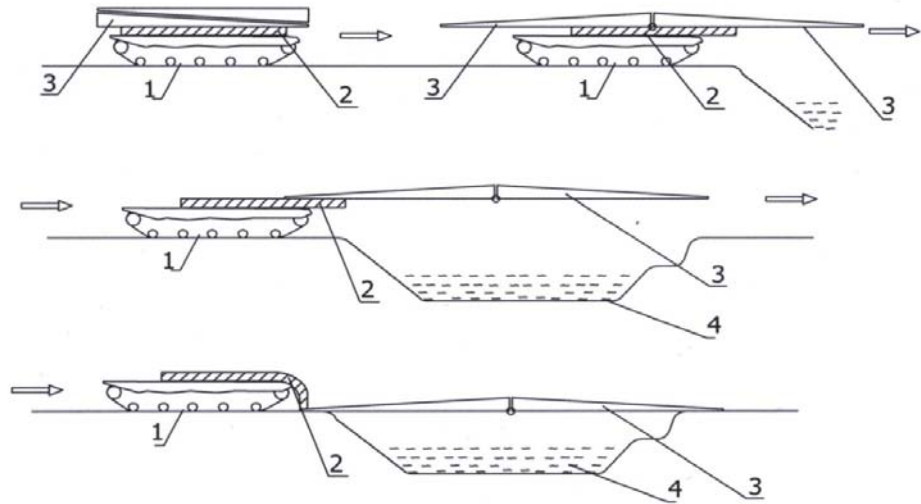
ფიგ. I.10 – გერმანული, 48 მეტრი მალის, “გამყოლი” ასაწობი – ტრანსფორმირებადი ხიდი.

ა) ხიდის საყრდენი “ისრის” მონტაჟი; ბ) ხიდის მზიდი ტრანსფორმირებადი ბლოკის ფირმათწარმოქმნის პროცესის განხორციელება; გ) გასხნილი ტრანსფორმირებადი ხიდის ბლოკის მონტაჟი; დ) ხიდი საექსპლოატაციო მდგომარეობაში.

შემოთავაზებული დიდი ზომის ერთმალისანი ხიდები ზომით 48÷60 მეტრი, რომლებიც მზიდი კარკასის ისრის გამოყენებით ხორციელდება, არ შეიძლება გამოყენებული იქნას ეგრეთ წოდებულ “საიერიშო” ხიდებში. დამატებით ორი პირობის გამოც.

ჯერ ერთი, ისინი საჭიროებენ დიდ დროს მზიდი კარკასისა და შემდგომ მასზე მალის ნაწილების მოსაწობად და, მეორეც ის, რომ მათი განთავსება ხდება მრავალ სატრანსპორტო საშუალებაზე.

II. ხიდის მალეის დანაწევრებული ბლოკებისგან მშენიანი მალის
 ნაშენის მოწყობა და მისი გადართვა აქვინა რეგობაზე
 (ფიგ. I.11).



ფიგ. I.11

1. სატრანსპორტო საშუალება; 2. სამონტაჟო საშუალება; 3. ხიდის მალის
 კონსტრუქციის დანაწევრებული ბლოკები; 4. გადასალახი წინააღმდეგობა.

განსხვავებით წინა შემთხვევისგან, ხიდის მონტაჟი აღნიშნული
 სქემით წარმოადგენს ტიპურ შემთხვევას ტრანსფორმაციით ფორმის
 შექმნის მესამე პრინციპისა. აქ ხდება ურთიერთგასრიალება ხიდის
 კონსტრუქციის ბლოკებისა და, ბოლო ეტაპზე, მათი გაერთიანება [12].

ფიგურაზე (ფიგ. 12) წარმოდგენილია კონკრეტული მაგალითები
 მოცემული მეთოდით ხიდების აგებისა, სათანადო კომპანიების და
 ხიდგამდებების ტექნიკური და ტექნიკური პარამეტრების ჩვენებით.

ა)



ბ)



ფიგ. I.12 - LEGUAN სისტემის ხიდგამდები, გასაშლელი ხიდი.

ა) ხიდგამდები და მასზე განთავსებული 26 მეტრი სიგრძის ხიდის ორი ნაწილისაგან შემდგარი პაკეტი; ბ) გათლიანებული ხიდი, რომელიც კონსოლურ მდგომარეობაში ემაგრება ხიდგამდებს.

LEGUAN-1 სისტემის ხიდგამდების და ხიდის ძირითადი პარამეტრებია:

საერთო წონა – 50,00 ტ; ხიდის სავალი ნაწილის სიგანე – 3,850; ხიდგამდების მაქსიმალური სიმაღლე დაკეცილ პაკეტთან ერთად – 4,01 მ; ხიდის დაკეცილი პაკეტის სიგრძე – 13, 37 მ; ხიდის სრული სიგრძე – 26 მ; სამხედრო ტვირთის კლასი – MLC-70; კონსტრუქციული მასალა – ალუმინის შენადნობები; ხიდის წონა – 10,8 ტ.

LEGUAN-ის სისტემა ასევე განხორციელებულია პნევმო-საგორავებიან ტრანსპორტზე განთავსებით (ფიგ. I.13) და (ფიგ. I.14).



ფიგ. I.13 - LEGUAN-ის სისტემის გასაშლელი ხიდი განთავსებული ავტომისაბმელიან საავტომობილო სატრანსპორტო საშუალებაზე.



ფიგ. I.14 – LEGUAN-1-ის სისტემის ხიდის გაშლის პროცესი.

აღსანიშნავია, რომ საავტომობილო ხიდგამდებები ფართოდ გამოიყენება როგორც სამხედრო მიზნებისათვის “გამყოლ” ხიდებადაც და ასევე სამოქალაქო მიზნებისათვისაც ექსტრემალურ სიტუაციებში და საგანგებო ვითარებებში.

ხიდგამდების მიერ ხიდის აგების “წამოცმის” მეთოდი საკმაოდ ართულებს ხიდგამდებზე მოწყობილ მექანიკურ სისტემებს. ისინი ფაქტიურად წარმოადგენენ მრავალფუნქციურ აგრეგატებს, რომლებიც ხიდ ემაგრებიან სატრანსპორტო მდგომარეობაში, სმთლისნებს მას მონტაჟის წინ, რისთვისაც ხიდის ცალკეული ბლოკის გამაერთიანებელი კვანძების მონტაჟიც ხიდგამდების მოწყობილობამ უნდა უზრუნველყოს, და რაც მთავარია, კონსოლურად “უკავიათ” მთლიანი, გაშლილი ხიდის კონსტრუქცია, რომლის შემდეგ ასევე ხიდგამდების მექანიკამ უნდა უზრუნველყოს მისი დაშვება გადასალახი დაბრკოლების ნაპირებზე.

მიუხედავად ასეთი სირთულეებისა, ხიდშენებლობაში გამოიყენება არა ორი ბლოკისაგან შედგენილი ხიდები, რომლებიც ურთიერთის მიმართ “გასრიალების პრინციპით” აიგებიან, არამედ სამი ბლოკისაგანაც ხდება ხიდების შექმნა (ფიგ. I.15) [13].

ა)



ბ)



ფიგ. I.15 – ხიდგამდები ხიდის PSB2 სამი ბლოკით დატვირთული

- ა) ხიდგამდები სატრანსპორტო მდგომარეობაში;
- ბ) ხიდი საექსპლოატაციო მდგომარეობაში.

ხიდგამდები, სწრაფადასაგები მოდულებიანი ხიდისა PSB2 წარმოადგენს ხიდმშენებლობის ახალი თაობის შესაძლებლობებს: მოდულური, მაქსიმალური მობილურობით ბრძოლის ველზე და მინიმალური დანახარჯებით გადასასვლელზე. ეს ინოვაციური პროდუქტი გამოირჩევა ტექნიკური შესრულების სრულყოფით. PSB2 იმართება ორკაციანი რაზმით და მიეკუთვნება MLC-70 კლასს მუხლუხა საშუალებებისა და MLC100 თვლიანი სატრანსპორტო საშუალებებისათვის. LEOPARD 2 chassis შასი უზრუნველყოფს მობილურობას და საიმედოობას, აგრეთვე საერთაშორისო სტანდარტიზაციას და სისტემის თავსებადობას.

სამი სახიდე მოდული, თითოეულის სიგრძე 9,7 მ, შესაძლებელს ხდის დაბრკოლების სიგანის შესაბამისად მოახდინოს კომბინაცია და შესაბამისად ვლებულობთ – 9,7, 18,7 და 27,7 მეტრის ხიდს.

PSB2 ძირითადი მახასიათებლებია:

- სამხედრო ტვირთის კლასი MLC 70/100 ხიდისათვის;
- ხიდების მოდულირი სისტემა, რომელიც შედგება სამი მოდულისაგან, თითოეული 9,7 მ.
- ერთი მოდულის წონა 5,040 კგ.
- მოდულების სამი კომბინაცია: 9,7, 18,7 და 27,7 მ. ხიდის თითო კომბინაციის შესაბამისი წონა: 5,040 კგ, 10080 კგ, 15120 კგ.
- ჰორიზონტალური გაშლა.
- გაშლის დრო – 5 წ. (მოკლემალისანი ხიდისათვის), 10 წ. (გრძელმალისანი ხიდისათვის).
- ცვეთა – 30 წელი (1000 გადალახვა 3000 გაშლა).

გაშლის (გასაშლელი) მოწყობილობა, ხიდის საჭიროსიგრძის შესაბამისად, უზრუნველყოფს “სახიდე მოდულების გამოწევას “სახიდე საწყობიდან”.

მიუხედავად ჩამოთვლილი მრავალი დადებითი თვისებებისა, “საიერიშო” ხიდებში, რომლებიც ტელესკოპის პრინციპით გულისხმობს ფორმატწარმოქმნას, წარმოიშობა მაღის შეზღუდვა – 24, მაქსიმუმ 32 მეტრის ფარგლებში. ამის შემდეგ შეუძლებელი ხდება მისი ზრდა, რაც პირველ რიგში ხიდის ბლოკებით დატვირთული ხიდგამდების გაბარიტების, უპირატესად კი სიმაღლის პირობით არის შეზღუდული.

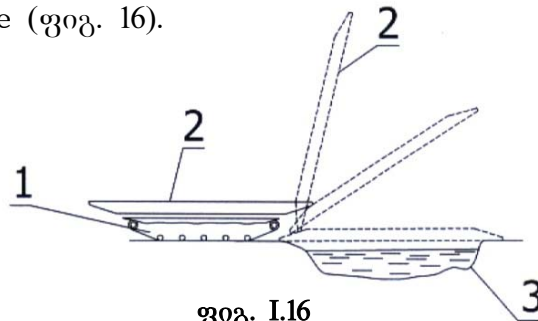
ამიტომ, რიგ შემთხვევაში, მალის გაზრდისათვის შემოთავაზებულია ორ ხიდგამდებზე განთავსებული ხიდები [14] [15].

I. 3. ტრანსფორმირებადი სისტემების პრინციპული სქემების განხილვა “გადამბრუნების” მეთოდით ასაგებ ხიდებში

სამხედრო გასაშლელ მექანიზებულ ხიდებში ფართოდ გამოიყენება ხიდგამდების მიერ ხიდის გადასალახ დაბრკოლებაზე “გადაბრუნებით” აგების მეთოდი [16] [17].

როდესაც ხიდგამდების მიერ ხიდის აგების მეთოდს განვიხილავთ, კვლავ ავლნიშნავთ, რომ აღნიშნული მეთოდი არ გულისხმობს თვით ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესებს. აქ ხიდის კონსტრუქციის ფორმათწარმოქმნა კი არ განიხილება, არამედ საკითხი შეეხება ხიდს, როგორც ერთიანი კონსტრუქციის გადასალახ წინააღმდეგობაზე ხიდგამდების მიერ აგების მეთოდს. სქემატურად ეს მეთოდი წარმოდგენილია ფიგ. I.16-ზე.

ქი დის კონსტრუქციის “gadabrunebi s” მეთოდი გადასალახ წინააღმდეგობაზე (ფიგ. 16).



ფიგ. I.16

- 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – ხიდის მალის კონსტრუქცია;
- 3 – გადასალახი წინააღმდეგობა.

აღნიშნული მეთოდის მიხედვით შექმნილია მრავალი ხიდგამდები. მათ შორის დიდი ბრიტანეთის შეიარაღებაში არსებული “Titan” – Armoured Vehicle Launcher Bridge (AVLB). ხიდგამდებები აგებულია ძირითადად მძიმე ტანკების Chie Ftain და Chellebger-2-ის ბაზაზე (ფიგ.I.17).

ხიდის აგება “გადაბრუნების” მეთოდით აიოლებს დასაყენებელი მექანიზმების მართვას, ვინაიდან მძლავრ-მექანიკოსისთვის უმჯობესდება ხიდის აგებისათვის საჭირო არიალის ხედვა, მაგრამ მოწყობილობების

სისტემა და სხვა მექანიზმები, რომელთა მეშვეობითაც ხორციელდება ხიდის გადაბრუნება, გარკვეულწილად უზღუდავს მძლავრ-მექანიკოსს ხედვის არიალის გარჩევადობას.



ფიგ. I. 17 – “Titan”-ის კლასის ერთმალისანი და ერთბლოკიანი ხიდის მონტაჟი, ხიდგამდებიდან მისი ”გადაბრუნებით”.

მექანიზირებულ ხიდებში, სახიდე კონსტრუქცია, სპეციალური მექანიზმები და საბაზო მანქანა, როგორც სავსე სვლისას, ასევე ხიდის გადებისას, კონსტრუქციულად მუდმივად დაკავშირებულნი არიან ერთმანეთთან. თავად საბაზო მანქანა წარმოადგენს ხიდის საბჯენს. ამგვარი მეთოდის გამოყენებით, უკეთაა შესაძლებელი, რომ ხიდის დაბრკოლებაზე გადების ყველა ამოცანა გადაწყვეტილ იქნას, ეკიპაჟის მანქანიდან გადმოუსვლელად. ამასთან, შესაძლებელია მიღწეულ იქნას, ხიდის ზღუდეზე გამოყენების მზადყოფნის მაღალი ხარისხი და აგების სწრაფი ტემპი.

“გადაბრუნების” მეთოდით შემოთავაზებული ხიდების დიდ ნაწილში გამშლელი ენერგეტიკული მექანიზმები თბით გასაშლელ ხიდშია განთავსებული [18].

ასევე გასათვალისწინებელია ის გარემოება, რომ “გადაბრუნების” მეთოდით ხიდის აგების, მისი რადიოაქტიურ ადგილას ექსპლუატაციის, ან მისი ტალახით ძლიერი დაბინძურების შემდეგ ხიდის ხიდგამდებზე განთავსებამდე აუცილებელია სავალი ნაწილის გულმოდგინე გასუფთავება და მხოლოდ უკვე ამის შემდეგ, მისი აკეცვა და ხიდგამდებზე დატვირთვა. ეს აისხნება იმით, რომ მთელი მაღიანი

ნაგებობა ხიდგამდებზე, იდება სავალი ნაწილით ქვემოთ და შესაბამისად მთელი მოწამლული გრუნტი ხვდება საბაზო მანქანის ტრანსმისიასა და ხიდის დასაყენებელ მექანიზმებში. ეს პროცედურები არ არის იოლად შესასრულებელი და ისინი გარკვეულ დროს მოითხოვენ.

ასევე გასათვალისწინებელია ხიდის “გადაბრუნების” მეთოდით გამოყენებისას, ხიდის ვერტიკალურ პოზიციაში ყოფნისას მისი განივი მდგრადობის შემცირება.

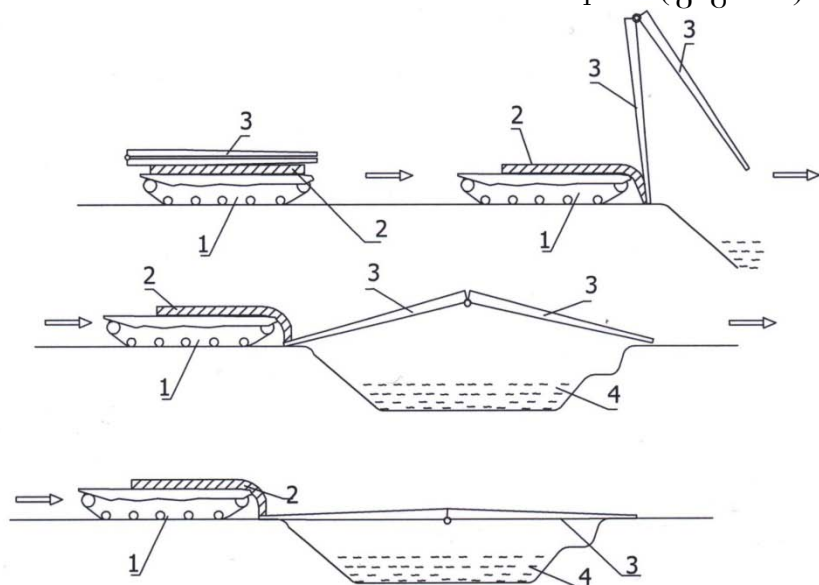
როგორც აღინიშნა “საიერიშო” ხიდები შეიძლება ხიდგამდებზე განთავსდეს, როგორც ერთიანი კონსტრუქცია მისი დანაწევრების და დანაწევრებულ ნაწილებს შორის კავშირების მოწყობის გარეშე, ასევე ტრანსფორმირებადი სისტემის სახით [19].

სწორედ “გადაბრუნების” მეთოდით ხიდის აგებისას, ტრანსფორმირებადი ხიდების შემთხვევაში ფართოდ გამოიყენება ხიდის ფორმათწარმოქმნა “მაკრატელის” და “ორმაგი მაკრატელის” სქემების მიხედვით.

ეს პრინციპი იძლევა საშუალებას ხიდის სატრანსპორტო გაბარიტის – სიგრძის შემცირებისა იმის სანაცვლოდ, რომ იგი შედგება სახსრულად დაკავშირებული ორი ან სამი ბლოკისაგან.

პირველ რიგში განვიხილოთ ხიდის ფორმათწარმოქმნა “მაკრატელისებრი” კონსტრუქციისაგან.

I. xi di s ო l i s ო a k r a t l i s e b r i ო k n s t r u c i a (ფიგ. I.18).

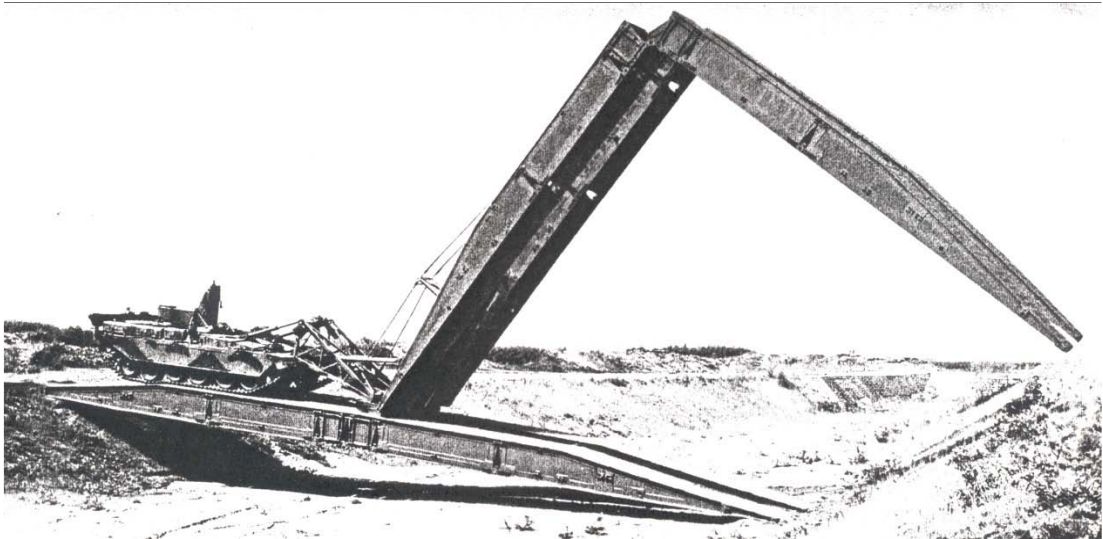


ფიგ. I.18

1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – სამონტაჟო საშუალება; 3 – ორი ნაწილისაგან შემდგარი, მაკრატელას პრინციპით გაერთიანებული მალის კონსტრუქცია; 4 – გადასალახი წინააღმდეგობა.

ხიდის მალის სიდიდე, სატრანსპორტო პაკეტში მისი დანაწევრებული დაკეცვის გარეშე, როგორც წესი, არ შეიძლება იყოს 12 მეტრზე მეტი, თუმცა არსებობს 16 მეტრი სიგრძის სატრანსპორტო პაკეტებიც, რაც ზოგადად ტრანსპორტირების პირობით არის შეზღუდული. ამიტომ გასაშლელი ხიდები და, მით უმეტეს, სამხედრო ხიდები, ძირითადად “მაკრატელის” პრინციპის მიხედვით ხორციელდება.

ამ მხრივ, რეალურად განხორციელებულია მრავალი ხიდის კონსტრუქცია და მათი მოდიფიკაციები (ფიგ. I.19).

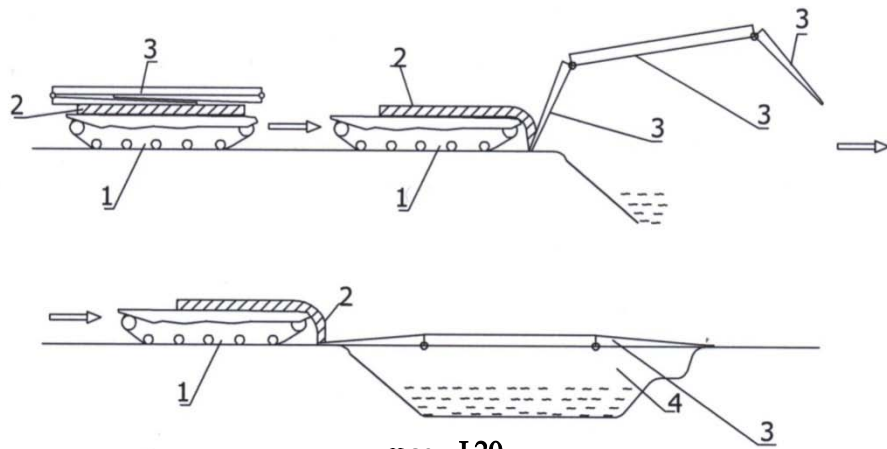


ფიგ. I.19 – გასაშლელი ხიდის “მაკრატლისებრი” კონსტრუქცია.

განხილული ხიდგამდები და “მაკრატლისებრი” ხიდის კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა გადაილახოს დაბრკოლება მალით 24,5 მეტრი. მოლიანად განხილული ხიდის ზომა სიგრძეში შეადგენს 26 მეტრს.

გარდა ფიგ. I.15-ზე წარმოდგენილ საიერიშო ხიდის და ხიდგამდების სქემისა, რომელიც ყველაზე მეტად იყო და არის გავრცელებული, საიერიშო ხიდებში ასევე შესაძლებელია სამი ნაწილისაგან შედგენილი, სახსრულად დაკავშირებული, ხიდის მალის კონსტრუქციის გამოყენებაც.

II. xidis malis orsaxsriani dasakec-gasaSi eli konstruqcia
 “ormagi makrateli” (ფიგ. I.20).



ფიგ. I.20

1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – სამონტაჟო საშუალება; 3 – სამი
 ბლოკისაგან შემდგარი, ერთმანეთთან სახსრულად დაკავშირებული ხიდის
 მალის კონსტრუქცია; 4 – გადასალახი წინააღმდეგობა.

ხიდის დაკეცილი პაკეტის ასეთი კონფიგურაცია გააჩნია რუსულ
 გასაშლელ ერთმალის ხიდს – MTY-90, რომელიც ხიდგამდებზე
 განთავსებული (ფიგ. I. 21).



ფიგ. I. 21 – ხიდგამდები “ორმაგი მაკრატელიანი” ხიდით.

ა) ხიდგამდები სამ ნაწილად დაკეცილი ხიდით; ბ) “ორმაგი მაკრატელიანი”
 ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესი.

აღსანიშნავია, რომ MTY-90-ში ხიდის გაღება და აღება
 შესაძლებელია გადასალახი წინააღმდეგობის ორივე მხრიდან.

ამდენად, ერთმალისანი გასაშლელი ხიდის შექმნა შესაძლებელია ტრანსპორტირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის დახვევის პრინციპით და დაკეცვის პრინციპით.

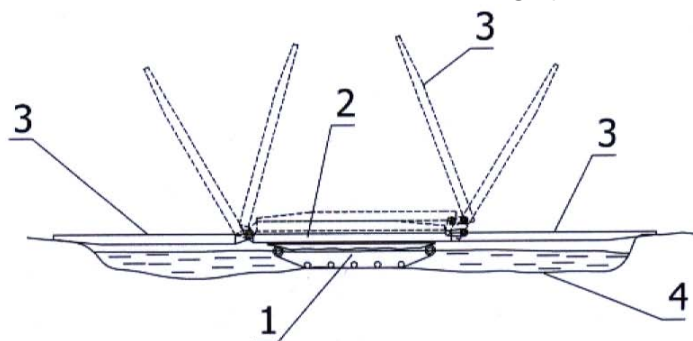
სატანკო ხიდგამდები MTY-90 გათვალისწინებულია ერთმალისანი, ლითონის 24 მეტრიანი ხიდის გასაღებად, რომლის ტვირთამწეობა 50 ტონას შეადგენს. ხიდის კონსტრუქცია შედგება ერთმანეთთან სახსრულად დაკავშირებულ სამი ნაწილისაგან. მათგან ერთი – შუა ნაწილი ორქანობიანია და მას ორივე მხრიდან ემაგრება ცალქანობიანი, სამკუთხა ფორმის ნაწილები.

“გადაბრუნების” მეთოდით ხიდების აგების მაგალითია ხიდსაბჯენიანი მანქანები, რომლებმაც სხვადასხვა კონფიგურაციებით ჰპოვეს გავრცელება.

ხიდებში საბაზო მანქანები გამოიყენება შუალედური საბჯენების სახით. ხიდის ასაგებად, მანქანას უწევს ზღუდეში შესვლა და თავის სამ იარუსად დაკეცილ მალისანი ნაგებობის გაშლა.

მექანიზირებული ხიდების ძირითად ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს, მათი გაზრდილი დამოკიდებულება ზღუდეების ხასიათის მიმართ. მანქანის ზღუდეში შესასვლელად, საჭიროა საკმაოდ მყარი გრუნტი, ხოლო წყლის სიღრმე არ უნდა აღემატებოდეს 1.5÷1.8 მ-ს. ეს უკანასკნელი, ხსნის საბაზო მანქანების ჰერმეტიზაციის საკითხს, განსაკუთრებით იმ ზედა ნაწილისას, სადაც განლაგებულია მალისანი ნაგებობის გახსნის მექანიზმები.

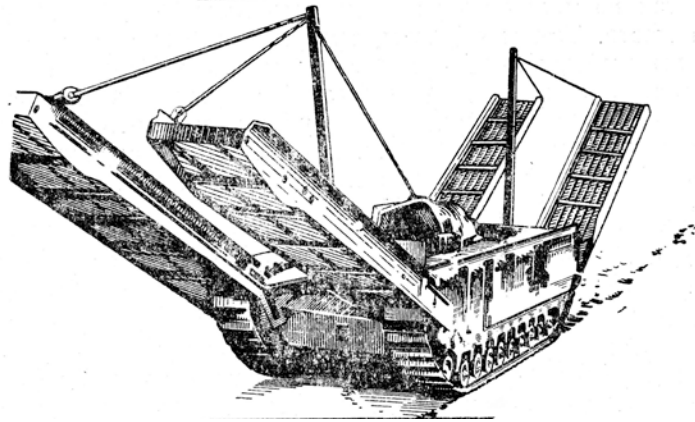
III. ხიდის მალისანი ნაგებობის დასაშლელი (ფიგ. I. 22).



ფიგ. I. 22

- 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – ხიდის უძრავი მალი;
- 3 – გადასაშლელი მალეები; 4 – დაბრკოლება.

მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ინგლისური ვარიანტი ხიდგამდებისა, რომელსაც ორივე მხარეს აქვს სახსრულად მიერთებული მალეები (ფიგ. I. 23).



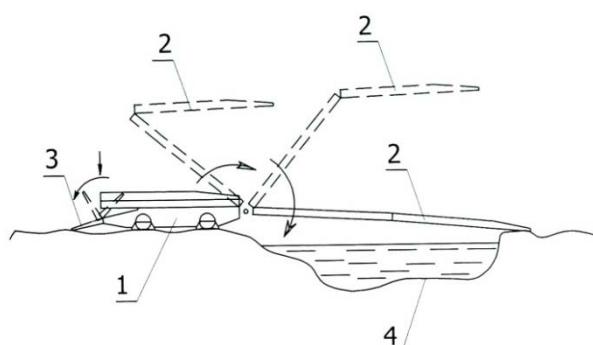
ფიგ. I. 23 – ინგლისური ხიდგამდები, რომელსაც აქვს ორმხრივად გადასახსნელი მალეები.

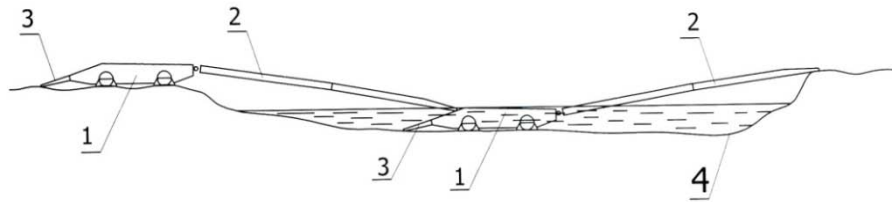
ანალოგიური ვარიანტი დამუშავდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნეგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტში (ფიგ. I. 24).



ფიგ. I. 24 – მალეების ორმხრივი გადაშლის სამხედრო ხიდის პროექტი.

IV. ხიდის მალის “მაკრატლისებრი” კონსტრუქცია სატრანსპორტო საშუალებაზე მიმაგრებით (ფიგ. I. 25).





ფიგ. I. 25

- 1 – სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალება; 2 – “მაკრატლისებრი” მალი; 3 – ხიდზე შესასვლელი; 4 – დაბრკოლება.

აღნიშნული ტიპის ხიდების კონკრეტული განხორციელების ვარიანტია ფრანგული “ჟილუა“-ს ტიპის ხიდგამდები.

ბორბლებიან საბაზო მანქანას, გააჩნია სპეციალური ჰერმეტიული კორპუსი სიგრძით 11.65 მ და სიგანით 3.05 მ. მანქანის ბაქანის ზედა ნაწილი, წარმოადგენს ხიდის სავალ ნაწილს. საველე მდგომარეობაში, საბაზო მანქანის კორპუსის ზემოდან, მთლიან სიგრძეზე, თავსდება კორპუსთან სახსრულად შეერთებული და “მაკრატელას“ სქემის მიხედვით დაკეცილი მალიანი ნაგებობა. კორპუსის უკანა ნაწილში, მდებარეობს გადამაყირავებელი აპარელი.

მანქანის საერთო სიმაღლე, შეადგენს – 3.9 მ-ს. ხიდის აგებისა და ექსპლუატაციისას, სავალი ნაწილის თვლები შედიან კორპუსის შიგნით. “ჟილუას“ მანქანები იძლევიან საშუალებას ერთმალიანი და ორმალიანი ხიდების აგებისა.

ერთმალიანი ხიდის, სიგრძით 22 მ, წარმოსაქმნელად, მანქანა დგება ნაპირის კიდესთან ახლოს, ან ნაპირიდან ცოტაოდენი გადაკიდებითაც. მანქანა ეშვება კორპუსის ძირით გრუნტზე და მექანიზირებული ხიდის გაშლისას, მისი გადაბრუნების თავიდან ასაცილებლად, სხვა მანქანის წონის დაწოლის შედეგად, სიმყარისათვის, ანხორციელებს ჯდომას გრუნტში. მალიანი ნაგებობა იშლება “მაკრატელას“ სქემის მიხედვით და ეყრდნობა კიდით საპირისპირო ნაპირს.

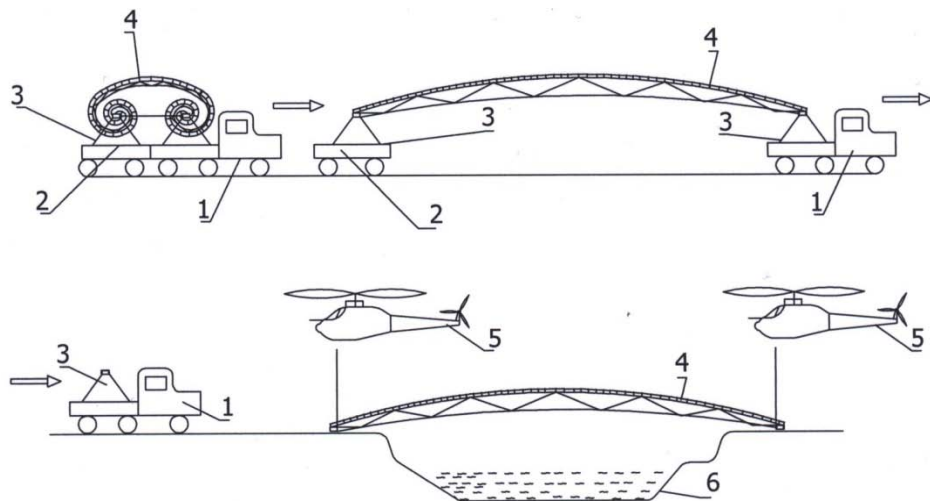
აღნიშნული ტიპის ხიდების ყველაზე მნიშვნელოვან ნაკლს წარმოადგენს საპირისპირო ნაპირზე ხიდის აშლის შეუძლებლობა. “ჟილუას“ ხიდის უკანასკნელ ნიმუშებში, აუცილებლობის შემთხვევაში, შესაძლებელია მალიანი ნაგებობის კორპუსიდან გამოცალკეება.

გარდა “წამოცმის” ან “გადაბრუნების” მეთოდებით ხიდების აგებისა, პრაქტიკაში ასევე გვხვდება ხიდის გადება გადასალახ დაბრკოლებაზე განსხვავებული მეთოდებით. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია გიდის გადება გადასალახ წინააღმდეგობაზე ამწის ისრიდან ან კიდევ, თუნდაც ვერტმფრენის განთავსებული ჯალაბრის საშუალებით.

ასეთ შემთხვევაში ერთიანი ხიდი, რომელიც შეიძლება იყოს ასევე ტრანსფორმირებადი, სრულყოფილი, გაშლილი სახით, დაბრკოლების ნაპირებს პარალელურად უახლოვდება, ხოლო შემდგომ გაიდება გადასალახ წინააღმდეგობაზე.

ამ მეთოდს პირობითად ვუწოდებთ ხიდის “პარალელური” გადაადგილებით აგების მეთოდი.

I. xi di s mal i s daxveul -gasaSl el i ko nst ruqci a (ფიგ. I. 26).



ფიგ. I. 26

- 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – მიმყოლი სატრანსპორტო საშუალება;
- 3 – სამონტაჟო ელემენტები; 4 – დასახვევი ხიდის კონსტრუქცია;
- 5 – ვერტმფრენი; 6 – გადასალახი წინააღმდეგობა.

მოცემულ შემთხვევაში დასახვევი “საიერიშო” ხიდის კონსტრუქცია მეტად დანაწევრებულია. ამასთან, კონსტრუქციული თავისებურებებიდან გამომდინარე რთულდება მისი დაჭერა სხვა მდგომარეობაში, გარდა

საექსპლოატაციო მდგომარეობისა. სწორედ ამიტომ იქნა მონტაჟის სქემებში გამოყენებული ორი ვერტმფრენი, რაც ასევე ართულებს მისი გადების სამუშაოებს გადასალახ წინააღმდეგობაზე.

მიუხედავად ასეთი სირთულეებისა, შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული “დახვევის სქემით” მიღწეულია კონსტრუქციული გადაწყვეტა ხიდისა, რომლის მაღლი არის 32–48 მეტრი, ხოლო წონა 17–20 ტონას შეადგენს.

აღნიშნული ტიპის – “დახვევის სქემით” რეალური კონსტრუქციების შექმნა და ისიც საიერიშო ხიდებისათვის კვლავ მოითხოვს ახალი ვარიანტების შექმნას და შესწავლას, რაც ხორციელდება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტში.

I. 4. ტრანსფორმაციის მარტივი სქემებიდან ხიდის სისტემების რთულ, ორი ტიპის შეწყვილებულ ფორმათწარმოქმნის სქემებზე გადასვლა.

თუ შევაფასებთ წარმოდგენილი სისტემატიზაციით ერთმადიანი ხიდის გადასალახ წინააღმდეგობაზე გაშლა-დაკეცვის ლოგიკურ სქემებს, სხვადასხვა დროს სხვადასხვა ვარიანტებს ეძლეოდათ უპირატესობა.

მიუხედავად ამისა, სქემები პრაქტიკულად არ შეესაბამება მოცემულ ეტაპზე გასაშლელი ხიდების კონსტრუირების ლოგიკას. ეს არის მცდელობა არსებული ერთმადიანი ხიდების კლასიკური სქემების დაჭრის, სახსრების დაყენების და კომპაქტურად დაკეცვის, რომლის შემდეგ ხდება მათი გამოყენების ადგილას გაშლა და წინააღმდეგობაზე გადაება.

სქემების მიხედვით მათი კლასიფიკაცია შემდეგი სახისაა:

A. გასაშლელი ხიდები აგება “წამოცმის” მეთოდით:

I სქემა – ტელესკოპის პრინციპი – გასაშლელ ისარზე გასრიალებით;

II სქემა – ტელესკოპის პრინციპი – ხიდის კონსოლურად ჩამაგრებით.

B. გასაშლელი ხიდის აგება “გადაბრუნების” მეთოდით:

- I სქემა – დაკეცვის პრინციპი;
- II სქემა – დახვევის პრინციპი;
- III სქემა – დაკეცვის პრინციპი;
- IV სქემა – დაკეცვის პრინციპი.

C. გასაშლელი ხიდის აგება “გადაადგილების” მეთოდით:

- I სქემა – დახვევის პრინციპი.

როგორც განხილული კლასიფიკაციიდან ჩანს, არც ერთი სქემა ხიდის გაშლა-დაკეცვისა არ შეიცავს რთული გაშლის პრინციპებს, რომელშიც გაერთიანებული იქნება ორი ან სამი პრინციპი ფორმათწარმოქმნისა. სწორედ წარმოდგენილ კვლევაში ეს მიდგომა დაედება საფუძვლად ახალი, უფრო დიდი მალის მქონე ხიდების სქემების შექმნას.

ამასთან, უნდა იქნეს დაცული ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის ზღვრული გაბარიტები, განსაკუთრებით კი სიგრძე, რომელიც 12 მეტრს უახლოვდება. ასევე, მისი ზღვრული წონა, რაც სატრანსპორტო პირობებით არის განსაზღვრული.

ამდენად, შეიძლება ითქვას, რომ ერთმალის ხიდები, რომლებიც განკუთვნილია საიერიშო სისტემად:

- ვერ აკმაყოფილებენ მოთხოვნებს მალის გაზრდისა 32–48 მეტრამდე;
- აღნიშნული მალეების შემთხვევაში ვეღარ ხერხდება მათი სწრაფად აგება;
- ამასთან, რიგ შემთხვევაში, მოთხოვნებს ემატება სამუშაოების ჩატარება მეორე ნაპირზეც;
- და გაზრდილი მალის შემთხვევაში იზრდება სამონტაჟო და სატრანსპორტო საშუალებათა რიცხვი, რაც მიუღებელია საიერიშო სისტემებისათვის.

აქედან გამომდინარე, ძირითადი მიზანია:

- შეიქმნას ერთმალის, დიდი ზომის – 48 მეტრამდე მალის მქონე, გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია, რომლის სატრანსპორტო პაკეტის სიგრძე იქნება 12 მეტრზე ნაკლები და იგი განთავსდება ერთ სამონტაჟო-სატრანსპორტო საშუალებაზე;

- ხიდის მონტაჟი და დემონტაჟი განხორციელდება დროის უმცირეს შუალედში – მაქსიმუმ 10 წუთის ინტერვალში;
- ხიდის მონტაჟი და დემონტაჟი განხორციელდება მომსახურე პერსონალის სამონტაჟო-სატრანსპორტო საშუალებიდან გადმოსვლის გარეშე;
- ხიდის ტრანსპორტირება და გადასალახ წინააღმდეგობაზე გადება, გარდა სატანკო ხიდგამდებისა, შესაძლებელი იქნება ავტომანქანიდან და ვერტმფრენიდანაც.

აღნიშნული მოთხოვნების მიხედვით დამუშავდა მრავალი სქემა საიერიშო, 48 მეტრი მაღლის მქონე ხიდებისა. მათ საფუძველს წარმოადგენს ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციები, რომელშიც გადმოცემულია გასაშლელი სისტემების ფორმატწარმოქმნის ლოგიკა. მის საფუძველზე შეიქმნა გასაშლელი ხიდების ახალი, სრულიად განსხვავებული კონსტრუქციული სქემები.

ტრანსფორმაციის მიხედვით განისაზღვრა რთული სახის ფორმატწარმოქმნის სქემები. თითოეული მათგანი შედგება ორი მარტივი ფორმატწარმოქმნის სქემისაგან:

I – დაკეცვის პრინციპი + ტელესკოპის პრინციპი;

II – დაკეცვის პრინციპი + დახვევის პრინციპი;

I პრინციპის – დაკეცვის პრინციპი + ტელესკოპის პრინციპი – განსხვავებული კონსტრუქციული სქემების მიხედვით განისაზღვრა მესამე შემთხვევა:

III – დაკეცვის პრინციპი + ტელესკოპის პრინციპი.

როდესაც ხდება გაშლის პრინციპების განხილვა, უნდა შევთანხმდეთ, რომ ერთი და იგივე ტრანსფორმაციის პრინციპით შეიძლება შეირჩეს სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციული სქემები.

- არსებულ “საიერიშო” მექანიზებულ ხიდებში, რომლებიც გადასალახ დაბრკოლებაზე აიგებიან “წამოცმის” ან “გადაბრუნების” მეთოდით, ვერ აკმაყოფილებენ მოთხოვნას 24÷32 მეტრის ზემოთ მაღლის ზრდისა, რაც პირველ რიგში შეზღუდულია ხიდის დაკეცილი პაკეტის სატრანსპორტო გაბარიტებით.

- არსებული “საიერიშო” მექანიზებული ხიდების, გადასალახ დაბრკოლებაზე ხიდის დასრულებული, გაშლილი ფორმის

წარმოქმნას, როგორც ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმატწარმოქმნის თეორიიდან გაირკვა, ახორციელებენ ტრანსფორმაციის სახეობებიდა ერთი რომელიმე პრინციპით.

- დისერტაციაში დასახული მიზნის მისაღწევად, რაც წარმოადგენს მექანიზებული, ერთ სატრანსპორტო საშუალებაზე განთავსებული, საიერიშო გასაშლელი ხიდების მალის, შემდგომ 24–32 მეტრზე მეტი სიდიდით შექმნას, აუცილებელია ხიდების ტრანსფორმაციის არა ერთმაგი, არამედ პირველ რიგში ორმაგი ტრანსფორმაციის პრინციპზე გადასვლა.

II. გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია აგებული ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმატწარმოქმნის ორმაგი პრინციპით – “დაკეცვის პრიბციპი” + “ტელესკოპის პრინციპი”.

II.1. ხიდის კონსტრუქციული სქემის აღწერა.

გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია (ფიგ. II.1) შედგება ორი ლიანდისაგან 1. ლიანდები ხიდის გრძივი მიმართულებით ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან განივი ცენტრალური ლილვებით 2. აღნიშნულ ღეროებზე, ლიანდების მიხედვით, წყვილ-წყვილად, ცენტრალური ცილინდრული კვანძებით 3, მიმაგრებულია პანტოგრაფების ღეროები 4.

პანტოგრაფების ღეროები გრძივად ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან ცილინდრული ზედა კვანძებით 5 და ცილინდრული ქვედა კვანძებით 6, რომლებიც განივად ასევე ურთიერთდაკავშირებულია განივი ლილვებით 7.

პანტოგრაფული ღეროები, ცენტრალური ცილინდრული კვანძების ზემოთ უფრო მეტი სიგრძისაა ვიდრე ცენტრალური ცილინდრული კვანძის ქვემოთ. ასეთი სხვაობა მათ სიგრძეებში იძლევა საშუალებას,

პანტოგრაფების სისტემა გრძივად განლაგდეს წრიული მოხაზულობის თაღზე.

ხიდის ქვედა ნაწილში, განაპირა ლილვებზე 8 ემაგრება ხიდის მოქნილი ბაგირებისაგან დამზადებული ქვედა სარტყელები 9, რომლებზეც მიმაგრებულია დრეკადი ღეროები 10. ამ ღეროების მეორე ბოლო (ფიგ. II.2) მიმაგრებულია პანტოგრაფების ბერკეტებში ჩამაგრებულ ზამბარებთან 11, რათა ხიდის გაშლის ან დაკეცვის მომენტში, ბაგირიანი სისტემა მუდმივად იყოს წინასწარ დაძაბულ მდგომარეობაში, რაც გამორიცხავს მათ არაკანონზომიერ დაკეცვას და ერთმანეთში გადახლართვის შესაძლებლობას.

აღნიშნული ბაგირიანი სისტემის დაძაბული სტადია თანმხვედრია სისტემის საბოლოო, ფიქსირებული ფორმისა [21].

ხიდის (იხ. ფიგ. II.1. და ფიგ. II.2) სავალი ნაწილი შეიცავს ფილებით 12 ორ რიგად შედგენილ სავალ ლიანდებს. ფილების ერთი ბოლო დაკავშირებულია პანტოგრაფული მექანიზმების ზედა სახსრებთან, სდაც ხიდის ცენტრისკენ მიმართებით, ამავე სახსრებზე შემობრუნების შესაძლებლობით (ფიგ. II.3), ფილებს აქვს დრეკად-მოქნილი უბნები 13 სავალი ზედაპირის სისწორის უზრუნველსაყოფად.

თაღოვანი ფორმის ფილებს მეორე მხარეს აქვს გამონაშვერები 14, ამ ფილების პანტოგრაფულ მექანიზმზე შესრულებულ ბუდეებში 15 დასაფიქსირებლად (ფიგ. II.4).

აღსანიშნავია, რომ კონსოლური წაგრძელებების ბოლო ნაწილის ჩამაგრება ბუდეებში ხორციელდება წარმოდგენილი ხიდის გაშლის ბოლო ეტაპებზე. წარმოდგენილ ეტაპზე ხიდის ზედა სარტყელი მოღუნული და გაჭიმულია, გამონაშვერები ადვილად განთავსდება ბუდეში, ხოლო შემდეგ, ხიდის საყრდენებზე დაშვების ეტაპზე გამონაშვერები მჭიდროდ მიეყრდნობა ბუდის კედეს იმის გამო, რომ ზედა სარტყელი დებულობს საპროექტო მდგომარეობას და იგი უკვე იკუმშება.

პანტოგრაფული მექანიზმების (იხ. ფიგ. II.3) განაპირა სახსრებზე 16 მიერთებულია სწორი ზედაპირის მქონე სავალი უბნები 17.

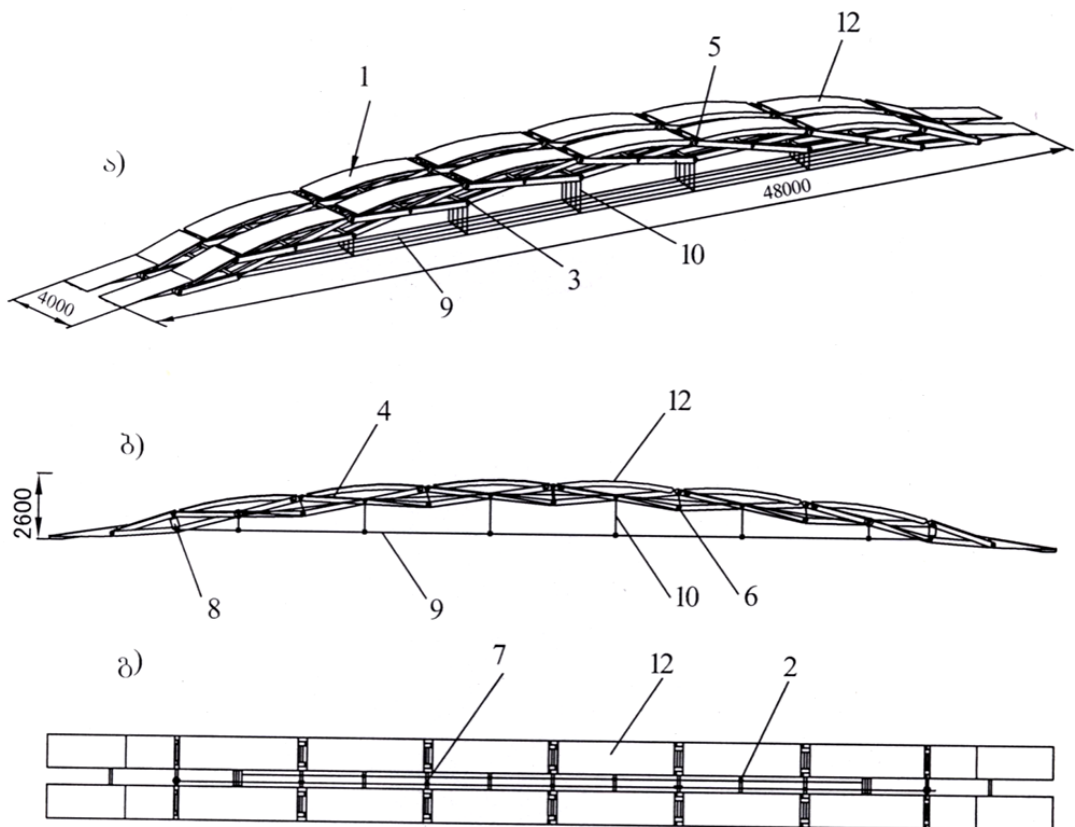
ხიდის საყრდენს აქვს გრუნტზე დასადგმელი ქუსლი 18 და მასზე გრძივი მიმართულებით სრიალის შესაძლებლობით დაყენებული ზედნადები ფილა 19.

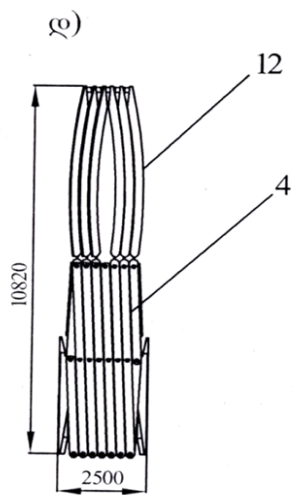
აღნიშნული პრინციპის მიხედვით შესაძლებელი გახდა გასაშლელი ხიდის დაპროექტება, რომლის სრული სიგრძე გაშლილ მდგომარეობაში აღწევს 2,66 მეტრს (იხ. ფიგ. II.1 და ფიგ. II.2).

რაც შეეხება ხიდის დაკეცილ სატრანსპორტო პაკეტს, მისი სიგრძე შედგენს 10,820 მეტრს, ხოლო სიმაღლე აღწევს 2,5 მეტრს.

ასეთი გასაშლელი ხიდის საერთო წონა წინასწარი გაანგარიშებებით აღწევს 20 ტონას.

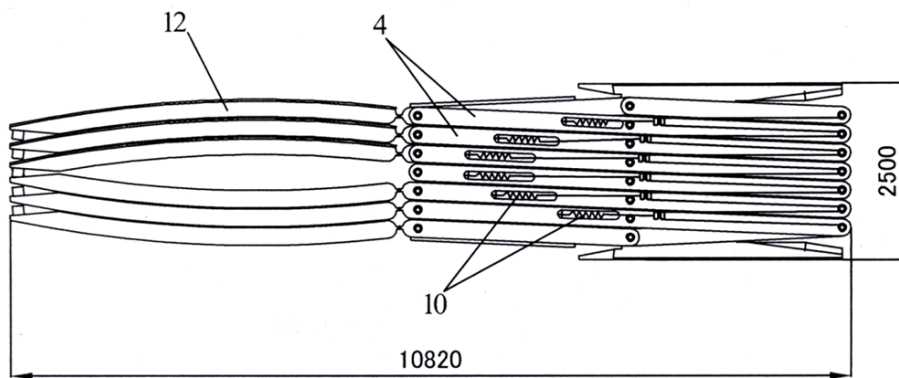
ხიდის პანტოგარფული მექანიზმის გაშლა-დაკეცვისათვის გამოყენებულია ელექტროჟალამბრების სისტემა 20, 21 და იგი აღჭურვილია ბაგირების 22, 23 დამხვევი დოლებით 24 (იხ. ფიგ. II.3).



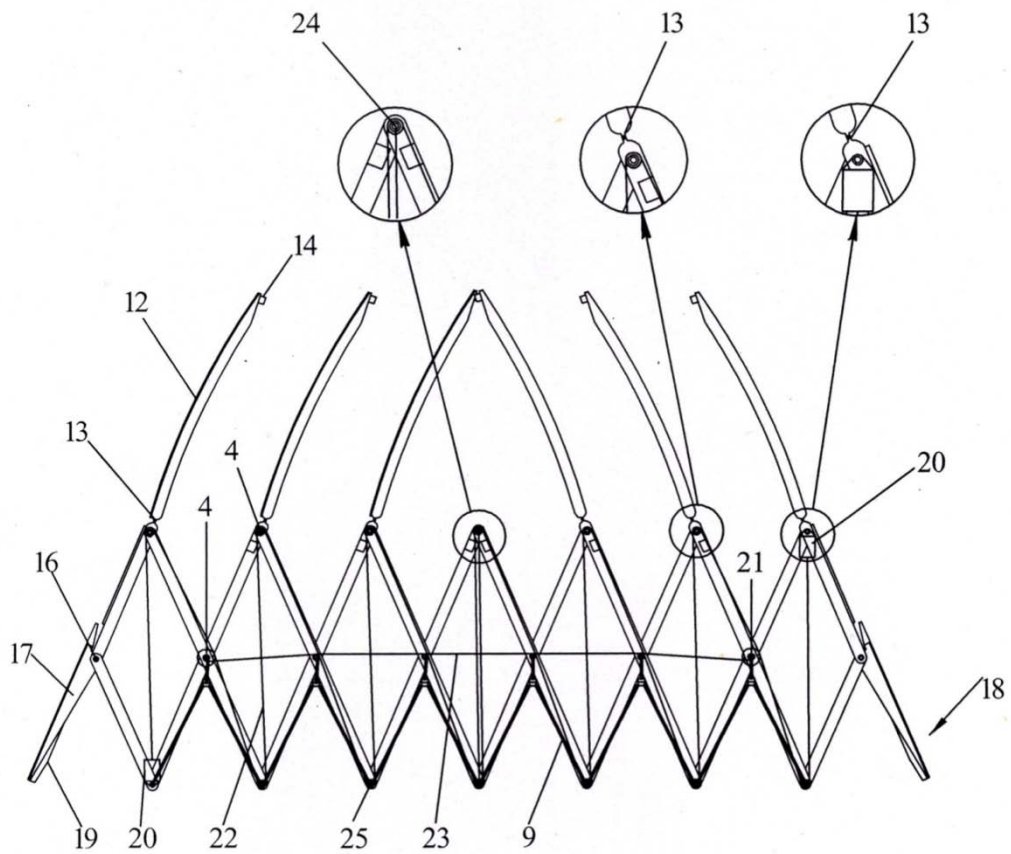


ფიგ. II 1. – გასაშლელი, “დაკეცვის პრინციპს + ტელესკოპის პრინციპი”,
ხიდის კონსტრუქციის ხედები

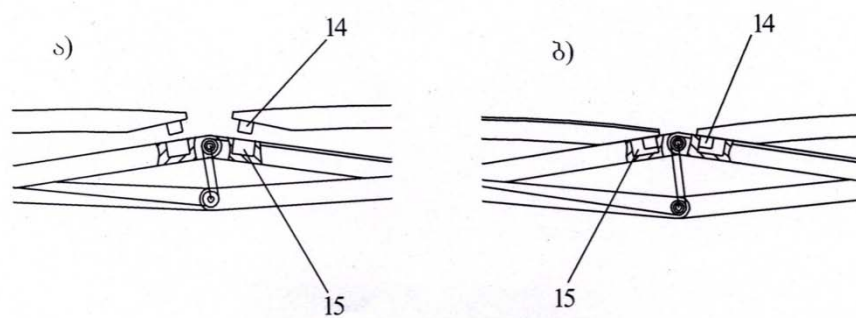
- ა) გასაშლელი ხიდის აქსიონომეტრია; ბ) გასაშლელი ხიდის გვერდხედი;
- გ) გასაშლელი ხიდის ზედახედი; დ) გასაშლელი ხიდის, დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტი.



ფიგ. II.2. – გასაშლელი ხიდის დაკეცილი პაკეტის გრძივი ჭრილი



ფიგ. II.3. - ხიდის გაშლის კონსტრუქციის კინემატიკური სქემა



ფიგ. II. 4. - ხიდის საგალი ნაწილის თაღოვანი კონსოლური ფილების ბოლოებში განთავსებული გამონაშვებების ბუდეში ჩამაგრების კონსტრუქციული სქემა

ა) ხიდი გაშლილ მდგომარეობაში, ოღონდ დაყრდნობის გარეშე უზრუნველყოფს ზედა სარტყელის წაგრძელებას, რის გამოც კონსოლური

ფილების ბოლოებში განთავსებული გამონაშვებები თავისთავად ჩადის ბუდეებში; ბ) ხიდის დაყრდნობის შემდეგ, ხიდის ზედა სარტყელის სიგრძე იკლებს, რის გამოც კონსოლური ფილის გამონაშვებები, ბუდეებში ჩაიკეტება და აღარ აქვთ უკან ამოწევის საშუალება.

ბაგირები გადაკიდებულია პანტოგრაფის ბერკეტების ბოლოებზე არსებულ გორგოლაჭებზე, რომლის ბოლოები მიმაგრებულია შუა პანტოგრაფის ბერკეტების კვანძებზე 25. ხიდის გაშლა ხდება ბაგირების ელექტროჯალამბრის დოლებზე დახვევით. გაშლის პროცესთან ერთად ხდება ქვედა სარტყელის ბაგირების 9 და დრეკადი დეროების 10 დაჭიმვაც.

ხიდის დაკეცვა ხდება ელექტროჯალამბრების 21 დოლებზე ბაგირის 23 დახვევის შედეგად.

II. 2. ხიდის კონსტრუქციის ტრანსფორმაციის პროცესი ხიდგამდების ბაზაზე.

განხილული ხიდისდა ხიდგამდების ურთიერთშეთავსების მრავალი სქემა იქნა განხილული, რომელთაგანაც მოხდა ოპტიმალური ვარიანტის დაზუსტება [22] [23] [24].

ხიდგამდები წარმოადგენს მუხლოვან სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალებას, რომელიც შესრულებულია ტანკის ბაზაზე.

ტანკზე სათანადოდ მოწყობილი გამოსაწევი და ასევე ამწე მოწყობილობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ხიდის ტრანსფორმაციას (ფიგ.II.5) და შემდგომ მის გადებას გადასალახ წინააღმდეგობაზე.

ხიდგამდების ბაქანზე 1 განთავსებულია ხიდის 2 დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტი. ხიდგამდებს გააჩნია კომპლექსი ძალოვანი დანადგარებისა, რომლებიც უზრუნველყოფენ ხიდის ტრანსფორმაციის მთელ პროცესს, ხიდის გადასალახ წინააღმდეგობაზე გადების ჩათვლით.

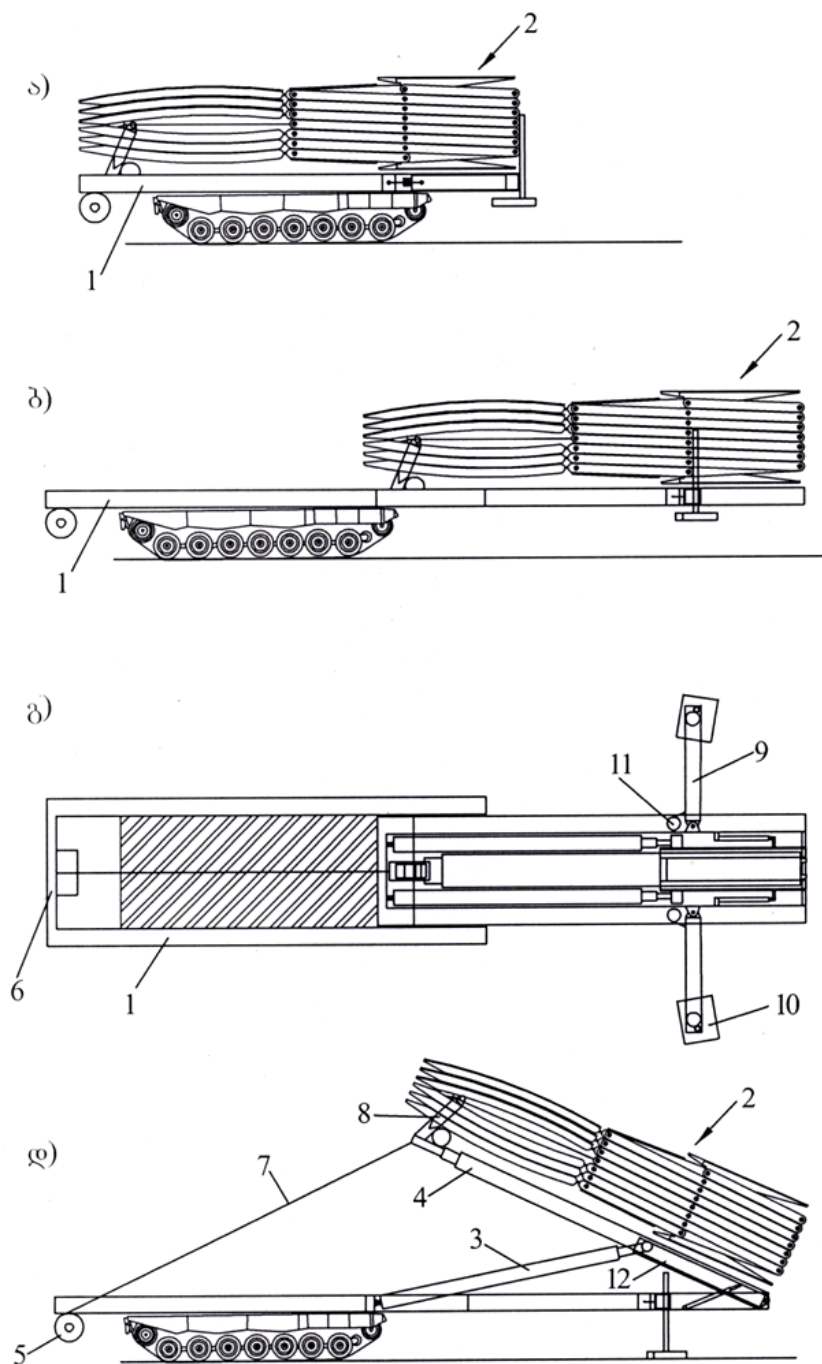
ორი ჰიდროცილინდრი 3, რომელიც ასრულებს ხიდის აწევის მოვალეობას, განლაგებულია ხიდგამდების მოძრავი ბაქნის 1 ნიშაში, ხოლო მათ შორის კი მოთავსებულია ამწე ისარი აღჭურვილი ტელესკოპური ტიპის ჰიდროცილინდრით 4. ტვირთის აწევა და დაშვება ხორციელდება სატვირთო ჯალამბრით, შედგენილი ჰიდროამძრავით 5,

ბაგირის დამხვევი დოლით და აღჭურვილია ჩამკეტი მუხრუჭით. სატვირთო ჯალამბარი მოთავსებულია უძრავი პლატფორმის 6 კიდზე და ბაგირით 7 დაკავშირებულია ტელესკოპური ისრის ბოლოში მოთავსებულ ხიდის ჩამოსაკიდ მოწყობილობასთან 8.

ხიდის გაშლის დროს წარმოქმნილი გადამბრუნის მომენტის გასანეიტრალებლად საჭირო გახდა მოძრავი ბაქანის გამოყენება, რომელსაც შეუძლია ტანკის შასზე უძრავი ბაქანის 6 მიმართ გადაადგილება.

ბაქანი აღჭურვილია მექანიკური საყრდენებით 9, რომლის ბოლოებზე მიმაგრებულია გრუნტზე დასაყრდენი ფილები 10. საყრდენის მობრუნება საექსპლოატაციო მდგომარეობაში ხდება ამძრავების 11 საშუალებით.

დაკეცილი ტრანსფორმირებადი ხიდის აწევა და გაშლა ხდება შემდეგნაირად: მბრუნავ ჩარჩოზე 12, რომლის ერთი ბოლო სახსრულად მიმაგრებულია მოძრავი ბაქანის ბოლოზე 13, ხოლო ჩარჩოს მეორე ბოლო კვანძების საშუალებით მიმაგრებულია ჩარჩოზე მიმაგრებულ მიმწოდ ჰიდროცილინდრებთან 3. ამავე ჩარჩოზე ჩამაგრებულია ტელესკოპური ისრის 4 ჰიდროცილინდრის ბოლო და ამდენად ჰიდროცილინდრების 3 მოწოდით ჩარჩოზე, ერთდროულად ხდება ჩარჩოსა და ჰიდროცილინდრის მობრუნება ცილინდრული სახსრის გარშემო.



ფიგ. II.5. – ხიდის კონსტრუქციის ხიდგამდებზე განთავსების და მისი გამოსაწევი – ამწე მექანიზმების სქემები.

- ა) ხიდგამდები და მასზე განთავსებული ხიდის დაკეცილი პაკეტი სატრანსპორტო მდგომარეობაში; ბ) და გ) ხიდგამდების გამოსაწევი ბაქნის გვერდხედი და ზედხედი;
 დ) ხიდგამდების ამწე მოწყობილობის სქემა.

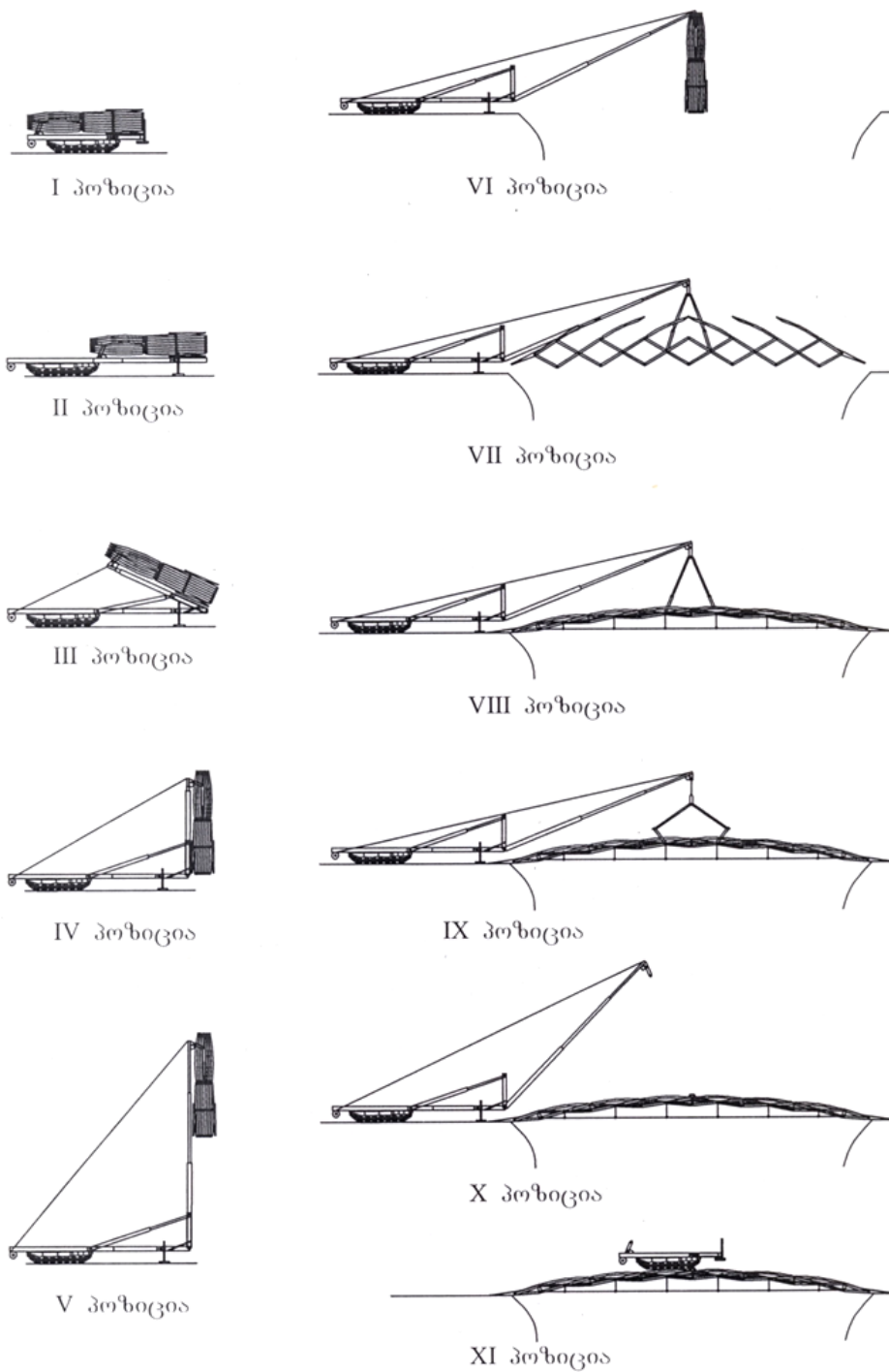
მბრუნავ ჩარჩოზე და ჩამოსაკიდ მოწყობილობაზე სპეციალური სამაგრის საშუალებით მიმაგრებულია ტრანსფორმირებადი ხიდი.

ხიდის აწვევის მოცემულ კინემატიკურ სქემაში გამოყენებულია ორი მცირე ზომის ტელესკოპური ჰიდროცილინდრები, რომელთა დანიშნულებაა ხიდის საწყისი წამოწევა, რატა შეუქმნას მხარი ამწევ ჰიდროცილინდრებს და ამგვარად გაზარდოს მიწოლის ძალა ჩარჩოზე. ამწეს ისრის დახრის კუთხის შეცვლა ხდება ჰიდროცილინდრებით, ხოლო ხიდის აწევა და დაშვება ხორციელდება სატვირთო ჯალამბრით.

აღნიშნული სისტემას ბაზაზე ხდება ხიდგამდებიდან ხიდის მომზადება გასაშლელად, მისი ტრანსფორმაცია და გადასალახ დაბრკოლებაზე გადაება (ფიგ. II.6).

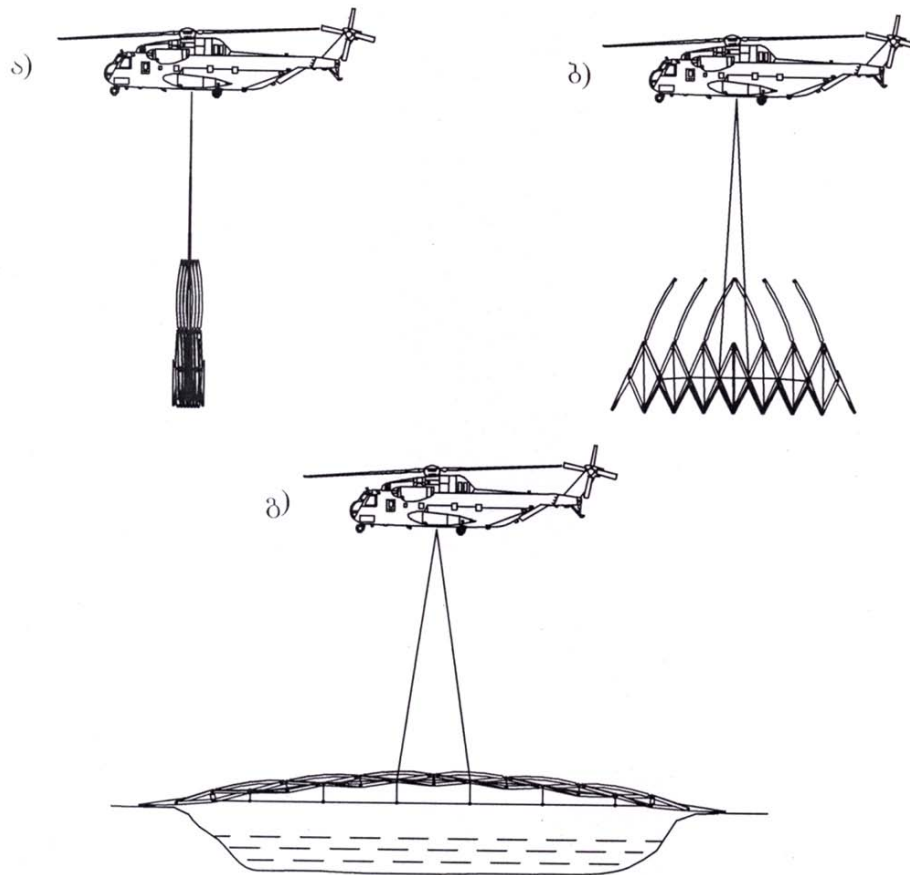
სქემებზე ეტაპობრივადაა წარმოდგენილი სრული ციკლი ხიდგამდებისა, რომელიც მოიცავს I-XI პოზიციებს:

- I პოზიცია – გადასავლელის მოწყობის ადგილის შერჩევა.
- II პოზიცია – მოძრავი ბაქნის გადაადგილება და საყრდენების გამოშვება.
- III და IV პოზიცია – მიმწოლი ჰიდროცილინდრებით ხიდის აწევა ვერტიკალურ მდგომარეობამდე.
- V პოზიცია – ტელესკოპური ისრით ხიდის აწევა მაქსიმალურ სიმაღლეზე.
- VI პოზიცია – ტელესკოპური ისრის ხიდის დაკეცილ პაკეტთან ერთად დაშვება ხიდის პირველად გასაშლელ მდგომარეობამდე.
- VII პოზიცია – ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესი “დაკეცვის პრინციპი” + “ტელესკოპის პრინციპის” მიხედვით.
- VIII პოზიცია – გახსნილი ხიდის დაშვება საყრდენებზე.
- IX პოზიცია – ხიდის ამწესთან ჩაბმის კონსტრუქციის ჩაკეტვა.
- X პოზიცია – ხიდის ამწის კაუჭის ახსნა.
- XI პოზიცია – ხიდი გადაებულია დაბრკოლებაზე სრულ საექსპლოატაციო პირობებში.



ფიგ. II. 6. – ხიდგამდგების სრული ციკლის სქემები.

რაც შეეხება გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციის ტრანსპორტირებას, მონტაჟს და დემონტაჟს ვერტმფრენის 61 გამოყენებით, ის იდენტურია გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციის სახმელეთო სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალებებით გასხნისა და დაკეცვის (ფიგ. II.7) [25].

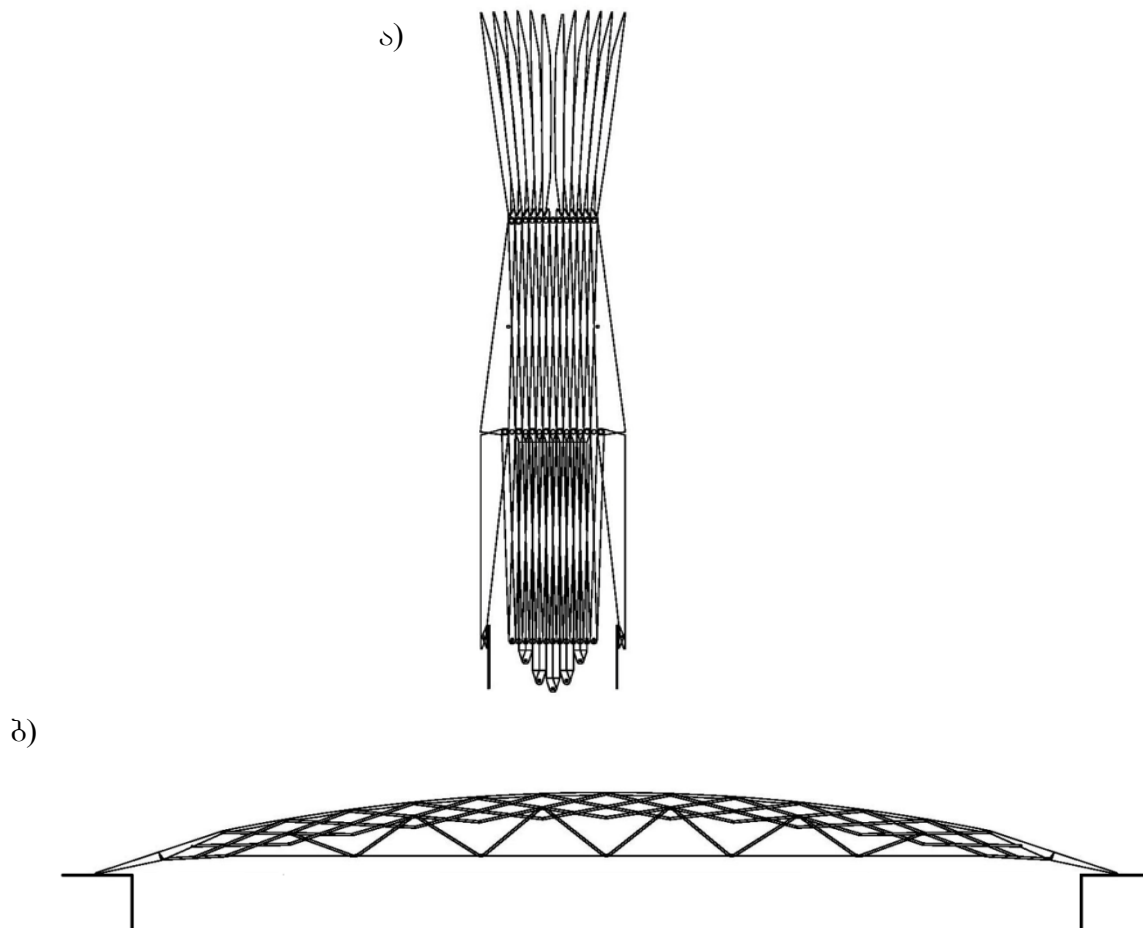


ფიგ. II. 7. – ხიდის ტრანსპორტირება და მონტაჟი დაბრკოლებაზე ვერტმფრენის გამოყენებით.

ა) ვერტმფრენი ხიდით; ბ) დაბრკოლების თავზე ვერტმფრენზე შეკიდული ხიდის ტრანსფორმაცია; გ) ვერტმფრენით გაშლილი ხიდის გაღება გადასალახ დაბრკოლებაზე.

აქვე წარმოდგენილია შეწყვილებული სისტემის კინემატიკური სქემის მქონე გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციის II ვარიანტი დაკეცილ და გაშლილ მდგომარეობაში (ფიგ. II.8), სადაც, ერთის მხრივ, პანტოგრაფები გაორმაგებულია და, მეორეს მხრივ, ხიდს გააჩნია ირიბნები. ამდენად, თაღოვანი ხიდის კონსტრუქცია გადაიქცა სეგმენტურ, ირიბნებიან ფერმად, რომლის ზედა სარტყელი კომბინირებულია [26].

ასეთმა გადაწყვეტამ შეცვალა ხიდის მუშაობის სურათი. სტატიკურად ურკვევი სისტემიდან იგი გადაიქცა სტატიკურად რკვევად სისტემად. საექსპლოატაციო მდგომარეობაში ზედა სარტყელის ღუნვა-კუმშვაზე მუშაობის უნარით იგი უშუალოდ ითვისებს ხიდზე მოძრავი ტექნიკის მიერ გამოწვეულ მღუნავ მომენტს და ასევე ხიდის ზედა სარტყელში აღძრულ მკუმშავ ძალებს.



**ფიგ. II. 8. შეწყვილებული სისტემის კინემატიკური სქემის მქონე
გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია დაკეცილ (ა)
და გაშლილ (ბ) მდგომარეობაში.**

მიუხედავად ამისა, კვლავ დარჩა უარყოფითი თვისებები, მაგალითად სავალი ნაწილის და მისი ჩაბმის კვანძების შედარებით მცირე ზომები, რაც ქმნის საშიშროებას 50-60 ტონა სატრანსპორტო საშუალების მიერ, ხიდზე გადაადგილებისას სხვადასხვა ძალოვანი ფაქტორებით მათი დაზიანებისა. ამას გარდა, კონსტრუქციის დამზადება უკვე ითხოვდა მისი პანტოგრაფების ურთიერთჩამაგრების პრეცეზიულობას, რაც ართულებდა ხიდის კონსტრუქციას თავისი შესრულების მომენტში. ამდენად, წარმოდგენილი ხიდის კონსტრუქცია ისევ სვამდა საკითხს მისი შემდგომი დახვეწისა.

**II. 3. “დაკეცვის პრინციპს” + “ტელესკოპის პრინციპის” მიხედვით
შექმნილი გასაშლელი ხიდის, მზიდი პანტოგრაფული სისტემის
სტრუქტურული და კინემატიკური ანალიზი.**

განხილული გასაშლელ-დასაკეცი ხიდის ტრანსფორმაციის მექანიზმი, რომელიც კონსტრუქციული გადაწყვეტით ლაკონური და მარტივი არის, სტრუქტურული ანალიზის მხრივ, რაც მის კინემატიკას შეეხება, მეტად რთულია.

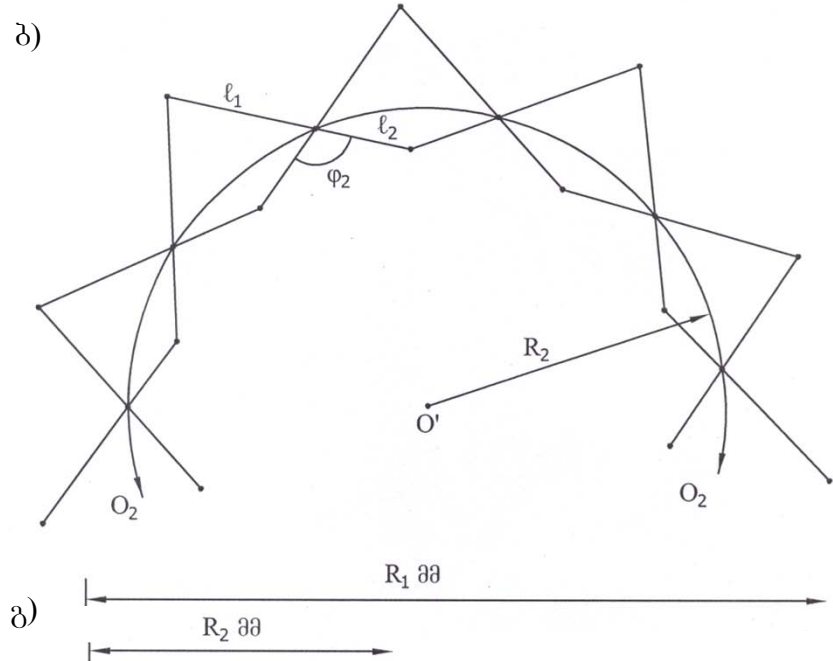
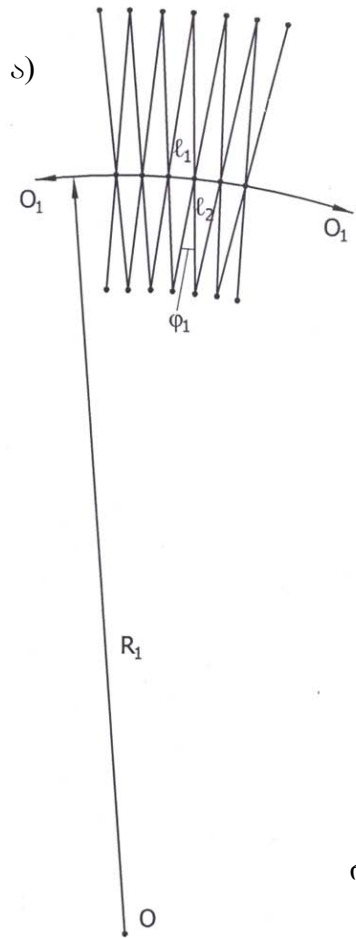
ერთი შეხედვით l_1 და l_2 ბერკეტებისაგან შემდგარი პანტოგრაფები, რომლებიც $l_1 > l_2$ პრინციპის გამო წრიულ მოხაზულობას აღწევენ პანტოგრაფების მიერ ჯაჭვური სქემით გაერთიანების შემთხვევაში, თითქოს ყოველთვის ინარჩუნებენ ტრაექტორიის სიმრუდის ერთ და იგივე მნიშვნელობას R -ს პანტოგრაფებს შორის ნებისმიერი კუთხის φ შემთხვევაში. მაგრამ ეს ასე არ არის.

გაშლის საწყის პერიოდში, როდესაც პანტოგრაფების ბერკეტებს შორის კუთხე φ აღწევს თავის მინიმალურ მნიშვნელობას φ_1 -ს პანტოგრაფებისაგან შედგენილი ჯაჭვის სიმეტრიის დერძი განთავსებულია წრეხაზზე, რომლის რადიუსია R_1 (ფიგ. II.9.ა).

ამის შემდეგ იწყება პანტოგრაფების შორის არსებული კუთხის φ -ის მატება და იგი აღწევს φ_2 -ს. სწორედ ამ მომენტში პანტოგრაფების ჯაჭვის სიმეტრიის დერძი უკვე განთავსდება წრეხაზზე, რომლის რადიუსია R_2 (ფიგ. II.9.ბ).

ეს თვისება, პანტოგრაფული ჯაჭვებისა, რომელიც ვლინდება რეგულარული კონტურის შემთხვევაში, რომლის თითოეული ბლოკი წარმოადგენს არასიმეტრიულ ბერკეტულ მექანიზმს იწვევს მრავალ კანონზომიერებას სისტემის ტრანსფორმაციით ფორმათწარმოქმნის შემთხვევაში.

ეს კანონზომიერება მდგომარეობს იმაში, რომ გაშლის პირველ ეტაპზე სიმრუდის რადიუსი – R შედარებით დიდი სიდიდისაა და მისი მნიშვნელობა კლებულობს გაცილებით ნაკლებად ვიდრე სისტემის გაშლის ბოლო ეტაპებზე.



II.9 - თაღოვანი სისტემის საანგარიშო სქემა -

ა) არასიმეტრიული პანტოგრაფული ბლოკებისაგან შედგენილი რეგულარული სისტემა დაკეცილ მდგომარეობაში; ბ) არასიმეტრიული პანტოგრაფული ბლოკებისაგან შედგენილი რეგულარული სისტემა გაშლილ მდგომარეობაში; გ) სისტემის სიმრუდის რადიუსები დაკეცილ და გაშლილ მდგომარეობაში.

ამის გამო, ხიდის ფორმათწარმოქმნის პროცესში, გაშლის საწყის ეტაპებზე, ხიდის აწევის ისარი არის ძალიან მცირე და ბოლო ეტაპებზე ხდება მისი სწრაფი ზრდა.

ეს თვისება განაპირობებს ასევე ამწის გამოყენების სირთულეებს ხიდის გაშლის შემთხვევაში, როცა ამწის ბაგირი ხიდის ცენტრალურ კვანძშია ჩაბმული. ასეთ ვითარებაში ამწის ისარი მოითხოვს დიდ სიგრძეს და დიდ დახრას, რაც იწვევს კონსტრუქციული გადაწყვეტის სირთულეებს.

რაც შეეხება გაშლილი ხიდის გეომეტრიული პარამეტრების გაანგარიშების მეთოდს, იგი შემოთავაზებულია შემდგომ თავში.

II. 4. შეწყვილებული სისტემის კინემატიკური ანალიზი

კინემატიკური ანალიზი განხილულია კონკრეტული მაღის ხიდის სქემის მიხედვით, სადაც დაზუსტებულია ყველა საწყისი პარამეტრიც: მაღი – L ; ხიდის აწევის ისარი, საყრდენების დონიდან ღერძის მაქსიმალური სიმაღლე – f ; პანტოგრაფის ბერკეტის ზომები – l_1 და l_2 ; თაღის განივკვეთის სიმაღლე, ზედა და ქვედა სახსრებს შორის მანძილი – h .

შესაბამისად, აღნიშნული ძირითადი პარამეტრების მიხედვით უნდა განისაზღვროს ხიდის ტრანსფორმირებადი სქემის კვანძების კოორდინატები ფორმათწარმოქმნის ნებისმიერ ეტაპზე და ასევე ამ ეტაპის შესაბამისი ნეიტრალური ღერძების რადიუსის სიდიდე.

მიუხედავად იმისა, რომ ძირითადი ამოცანა არის ჯაჭვური სქემით განლაგებული პანტოგრაფული სქემის რეგულარული სისტემის განხილვა, რომელსაც გააჩნია შეწყვილებული ბერკეტები, პირველ ეტაპზე ანალიზურად დგინდება ნეიტრალის ღერძის რადიუსი, მარტივი პანტოგრაფული სისტემით აგებული რეგულარული ჯაჭვისა.

ამ მიზნით განვიხილოთ ხიდის პანტოგრაფული სისტემის საანგარიშო კინემატიკური სქემის გამარტივებული, არა შეწყვილებული ფრაგმენტი (ფიგ. II.10.ა).

ფრაგმენტზე ნაჩვენებია სამი სექცია კინემატიკური, რეგულარული სისტემის ჯაჭვისა. იგი შედგება არათანაბარი სიგრძის ბერკეტებისაგან. ნეიტრალური ღერძის ზემოთ – ცენტრალური სახსრების ზემოთ განთავსებულია ბერკეტის ნაწილი, რომლის სიგრძე არის l_1 , ხოლო ნეიტრალური ღერძის – ცენტრალური სახსრების ქვემოთ განთავსებული ბერკეტის ნაწილის სიგრძე – l_2 .

აღნიშნული ბერკეტები გადაჯვარედინებულია ცენტრალურ კვანძში, რომელიც ნეიტრალურ სიმეტრიის ღერძზე მდებარეობს, ხოლო ბერკეტის ბოლოები ცილინდრული სახსრებით უკავშირდება მეზობელი სექციის ბერკეტის შესაბამის ბოლოებს, რომლებიც იმავე ცილინდრულ კვანძშია ჩამაგრებული.

ნეიტრალური, სიმეტრიის ღერძის სიმრუდე განისაზღვრება სიმრუდის რადიუსით - R -ით, რომელიც ბერკეტების ურთიერთის მიმართ φ კუთხის ცვალებადობით შემოტრიალების შემთხვევაში სხვადასხვა სიდიდესღებულობს.

ამასთან, კინემატიკურ საანგარიშო სქემაში ცენტრალურ კვანძებზე გამავალი სიმეტრიული ღერძი და პანტოგრაფების ჯაჭვის ზედა და ქვედა კვანძებზე გამავალი მრუდე ხაზები შეცვლილია კვანძებს შორის გატარებული სწორი მონაკვეთებით.

ზედა და ქვედა კვანძის შემაერთებელი ხაზები იკვეთება ერთ – “ O ” წერტილში, რომელიც წარმოადგენს სიმრუდის რადიუსის საწყის წერტილს, რომლიდანაც კონცენტრული წრეხაზებია გატარებული ზედა კვანძებზე, ქვედა კვანძებზე და ცენტრალურ კვანძებზე.

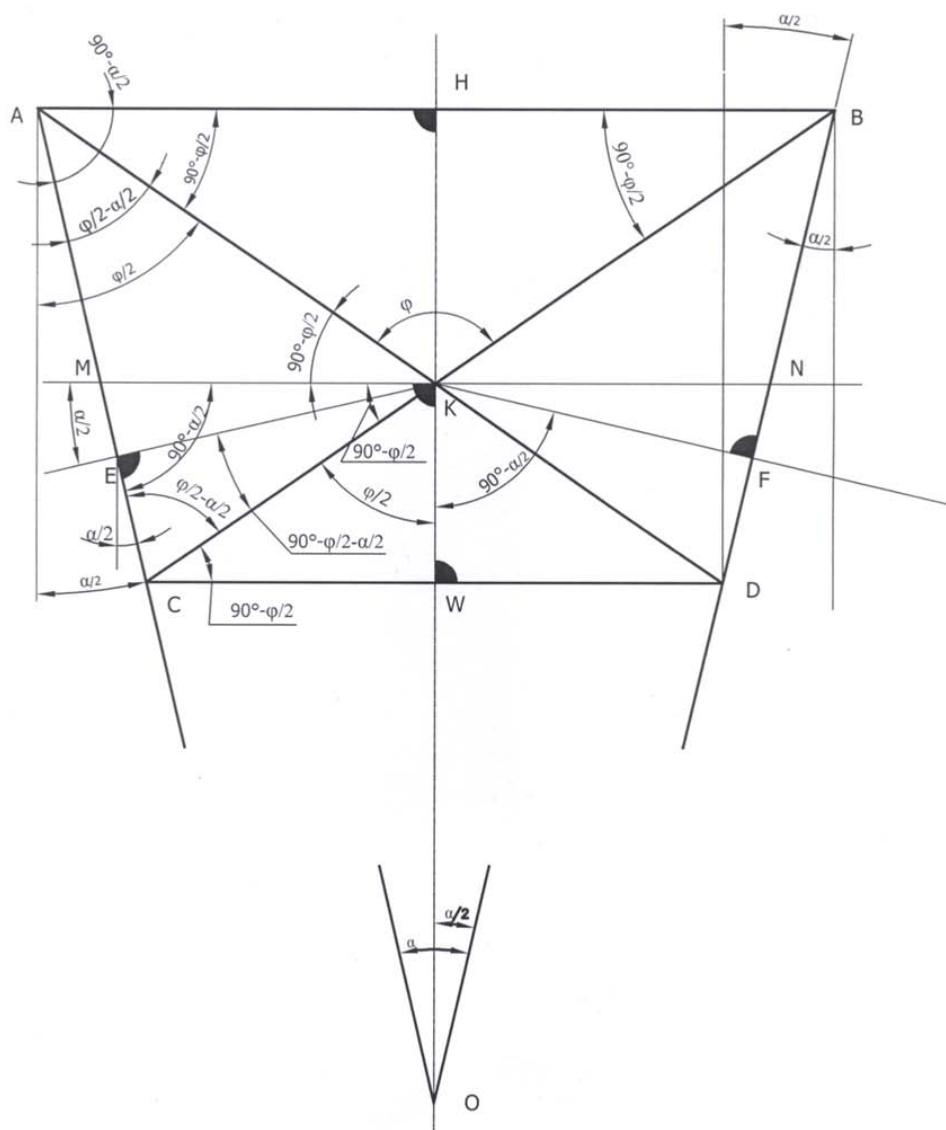
აღნიშნულ სქემაზე (იხ. ფიგ. II.10.ა) დატანილია ყველა სახასიათო ღეროების განზოგადოებული სიგრძეები და კვანძებში ღეროების ურთიერთგადაკვეთით შექმნილი განზოგადოებული კუთხის სიდიდეების აღმნიშვნელები.

შესაბამისად წარმოდგენილია (ნახ. II.10.ბ) აღნიშნული შეწყვილებული სისტემის კინემატიკური სქემის გამარტივებული არაშეწყვილებული პანტოგრაფების გადაკვეთის ერთი სექციის სქემა.

აღნიშნული სქემების გრაფიკული გამოსახულება დაედო საფუძვლად გაანგარიშების პროცესს, რომლის მიზანია დადგენა

პანტოგრაფული ჯაჭვის რეგულარული სქემის სიმეტრიის ღერძის სიმრუდის რადიუსის სიდიდის – R -ის დამოკიდებულებისა პანტოგრაფის ბერკეტის ცენტრალური კვანძის მიმართ ზემოთ და ქვემოთ სიგრძეებისა – l_1 და l_2 და მათ შორის განთავსებულ, ასევე ცვალებად კუთხეს φ -ს შორის.

ამასთან φ -ს ნებისმიერი მნიშვნელობა შეესაბამება მეზობელ ცენტრალურ კვანძებზე, გატარებული ღერძის სიმრუდის რადიუსებს შორის ცენტრალური კუთხის α -სიდიდე, რომელიც φ -ს მიმართ ასევე ცვლადი დამოკიდებულებისაა.



II.10.ბ. – სისტემის კინემატიკური სქემა – გამარტივებული, არაშეწყვილებული სქემის ერთი სექცია

წარმოდგენილი სქემის მიხედვით (იხ. ნახ. II.10)

$$\Delta KON \text{ სადაც } \angle KON=90^\circ; R = KN \cdot \sin \frac{\alpha}{2}.$$

ΔKNB -დან სინუსების თეორემით

$$\frac{KN}{\sin\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{\ell_1}{\sin\left(90^\circ + \frac{\alpha}{2}\right)}$$

საიდანაც

$$KN = \frac{\ell_1 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right)}{\sin\left(90^\circ + \frac{\alpha}{2}\right)}$$

შესაბამისად სათანადო გარდაქმნით

$$KN = \frac{\ell_1 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

ამდენად

$$R = \ell_1 \sin\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad \text{ან} \quad R = \ell_1 \sin\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

ანალოგიური მსვლელობით შეიძლება R -ის სიდიდის განსაზღვრა სხვა გზით.

$$\Delta OKF \text{ სადაც } \angle KFO=90^\circ; R = KF \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{ანუ} \quad R = KF \cdot \sin \frac{\alpha}{2}.$$

$$\text{ასევე } \Delta KFD\text{-დან } \angle KFD=90^\circ; KF = \ell_2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\text{ამდენად } R = \ell_2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

აღნიშნული ორი გზით განსაზღვრული ერთი და იგივე სიდიდის R -ის მნიშვნელობა ქმნის იმის პირობას, რომ დაიწეროს ტოლობა:

$$\ell_1 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \ell_2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

სათანადო გარდაქმნების შემდეგ მიიღება, რომ

$$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{\sin \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\varphi}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} - \cos \frac{\varphi}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

აღნიშნული გამოსახულება ამყარებს ფუნქციონალურ დამოკიდებულებას კუთხე φ და კუთხე α შორის. იმდენად, რამდენადაც აღნიშნულ გამოსახულებაში გარდა α -სი ყველა სხვა სიდიდე

ცნობილია როგორც საწყისი პირობა – l_1 ; l_2 და φ . გამოსახულება იძლევა საშუალებას კონკრეტული მნიშვნელობის ჩასმის შედეგად, ტრანსფორმაციის ფორმის ნებისმიერ მომენტისათვის დავადგინოთ α -ს მნიშვნელობა. ეს, თავის მხრივ, იძლევა საშუალებას α -ს დადგენის შემდეგ განისაზღვროს სიმეტრიის ღერძის სიმრუდის – R -ის მნიშვნელობა ტრანსფორმაციის შედეგად ფორმათწარმოქმნის სათანადო მომენტში, რადგანაც გამოსახულებაში $R = l_1 \sin\left[\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right)\right] \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ ყველა სიდიდე, გარდა R -ისა უკვე განსაზღვრული იქნება.

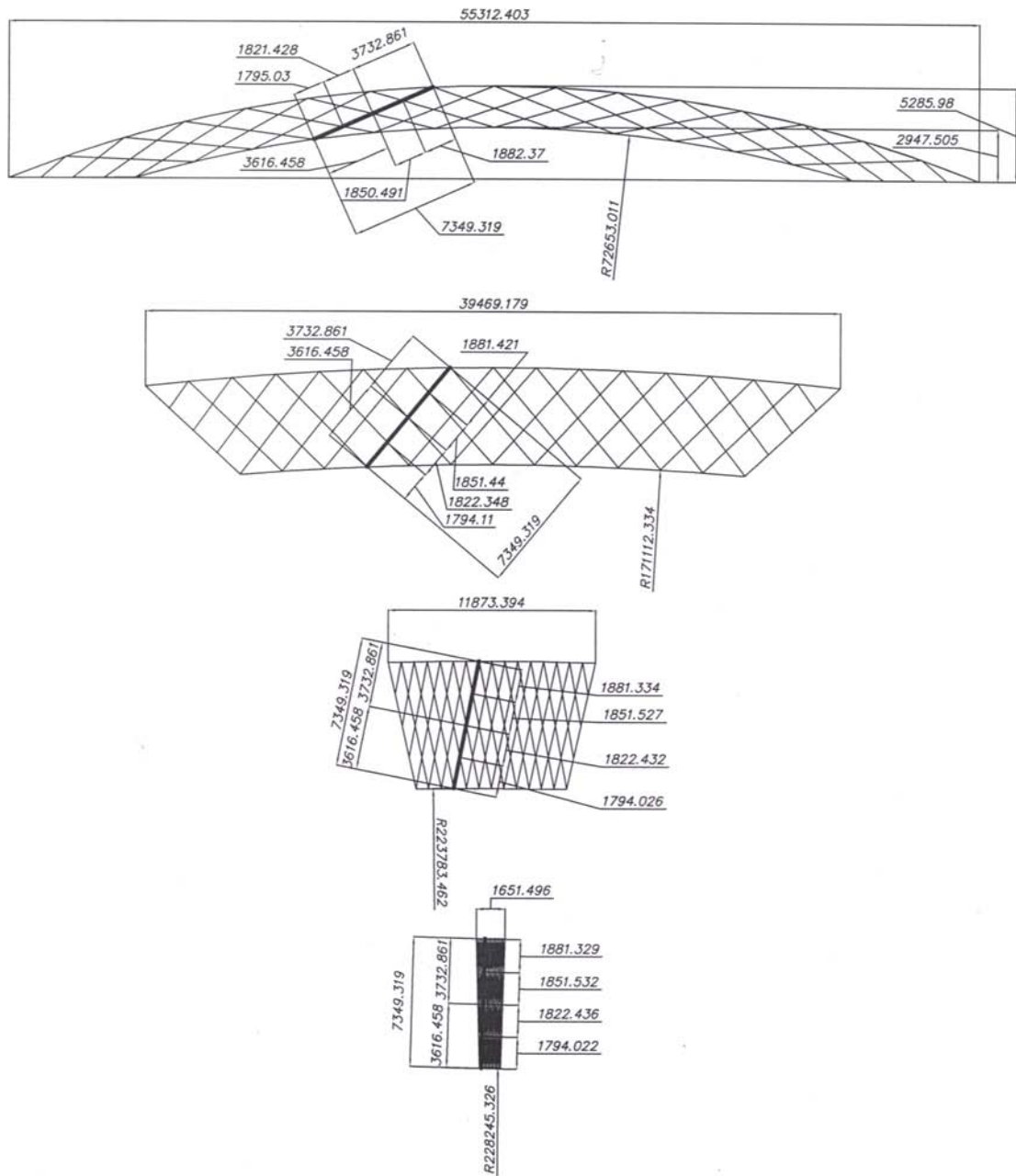
ახლა გადავიდეთ რეალური შეწყვილებული ბერკეტული სისტემის ამძრავი კონტურის კინემატიკური პარამეტრების განსაზღვრის კონკრეტულ მაგალითზე (ფიგ. II.11), რომელიც განხორციელდა გრაფიკულად კომპიუტერული პროგრამის – “ავტოკადის” ბაზაზე.

გრაფიკულმა ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ კინემატიკურმა სქემებმა კონსტრუქციის გაშლის სხვადასხვა ეტაპებზე შეცვალა არა მარტო სიმეტრიის ღერძის სიმრუდის რადიუსი R , არამედ პანტოგრაფების სისტემით აგების დროს ასევე იცვლება ზომები თვით სახსრებს შორის.

$l = 7349$ მმ; $l_1 = 1882$; $l_2 = 1850$; $l_3 = 1821$; $l_4 = 1795$;	$R_1 = 72653$
$l = 7349$ მმ; $l_1 = 1881$; $l_2 = 1851$; $l_3 = 1822$; $l_4 = 1794$;	$R_1 = 171112$
$l = 7349$ მმ; $l_1 = 1881$; $l_2 = 1851$; $l_3 = 1822$; $l_4 = 1794$;	$R_1 = 223783$
$l = 7349$ მმ; $l_1 = 1881$; $l_2 = 1851$; $l_3 = 1822$; $l_4 = 1794$	$R_1 = 228245$

სახსრებს შორის მანძილის ცვლილებები, კონსტრუქციულად შეიძლება გამოსწორდეს სახსრებში, ღეროს გრძივი მიმართულებით გარკვეული სიდიდის ლუფტების მომატების გზით, რაც კონკრეტულ შემთხვევაში სულ რამოდენიმე მილიმეტრით განისაზღვრება.

აღნიშნული სირთულეები, კიდევ ერთი დამატებითი პირობაა იმ მოსაზრებებთან ერთად, რაც გამოითქვა შეწყვილებული პანტოგრაფული სისტემების მიმართ, რომ უარი ვთქვათ მის გამოყენებაზე დიდი ტვირთამწეობის მქონე გასაშლელ ხიდებში.



ფიგ. II.11 – სისტემის ამჟრავი კონტური კინემატიკური პარამეტრების განსაზღვრისათვის – სისტემის დაკეცვის ეტაპები გაშლილი მდგომარეობიდან ხიდის დაკეცილ პაკეტამდე

გასაშლელ ხიდს გააჩნია დადებითი თვისებები:

- ხიდის კონსტრუქციული სქემა საშუალებას იძლევა გადაიღახოს 48 მეტრი სიგანის წინააღმდეგობა;
- ხიდი იშლება დროის მცირე მონაკვეთში;
- ხიდის გაშლა წარმოებს მისი ტრანსფორმაციის პროცესში ადამიანის ჩარევის გარეშე;
- ხიდის სატრანსპორტო პაკეტის ზომებია 11.2x4.1x2.85 მეტრი;
- ხიდის წონა 17 ტ;
- ხიდი გაშლის შემდეგ არ საჭიროებს დამატებით ჩამკეტებს;
- ხიდის სავალი ნაწილი ერთეულ ხიდის თაღის საერთო მუშაობაში და ამით მიიღწევა მასალის ეკონომია.

გასაშლელი ხიდის უარყოფითი თვისებებია:

- ხიდის კონსტრუქციაში მრავალი ცილინდრული სახსრების არსებობა, რომლებიც თავისი განლაგებით იწვევენ ხიდის განივი მიმართულებით გადაადგილების ხარისხის ზრდას;
- ხიდის მონტაჟი შესაძლებელია მისი შეკიდებით შუა ნაწილში, რაც იწვევს დამატებითი მასალის ხარჯს ხიდგამდების სათანადო აღჭურვისათვის, განსაკუთრებით კი 28–30 მეტრი სიგრძის ტელესკოპური ისრის მოწყობისათვის;
- ხიდს მონტაჟის დროს აქვს ძალიან დაბალი სიხისტე გრძივი მიმართულებით ღუნვაზე, რადგანაც გაშლის დროს მუშაობაში არის ჩართული ხიდის მხოლოდ და მხოლოდ ურთიერთგადაჯვარედინებული ელემენტები. მათ გააჩნიათ კრიტიკული წერტილები, სადაც მისი სიხისტე მინიმალურია.

III. გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია აგებული ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის პრინციპით – “დაკევის პრინციპი + დახვევის პრინციპი”

III.1. ხიდის კონსტრუქციული სქემის აღწერა

“დაკევის პრინციპს” + ”დახვევის პრინციპი”, როგორც ტრანსფორმირებადი სისტემის ფორმათწარმოქმნის კინემატიკური სქემა, გამოყენებულ იქნა ავტორის მიერ კოსმოსური რეფლექტორის დამუშავებისას [28].

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით შემუშავდა გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციის ახალი ვარიანტი (ფიგ.III.1, ფიგ.III.2).

ხიდის კონსტრუქცია გამოირჩევა იმით, რომ პანტოგრაფული სქემით ურთიერთდაკავშირებული ხისტი ელემენტები, რომლებიც ერთმანეთს გადაჯვარედინებულად უკავშირდებიან ცენტრალური ცილინდრული სახსრებით და განაპირა ცილინდრული სახსრებით, გაშლის ეტაპზე ემსახურებიან და წარმოადგენენ მხოლოდ და მხოლოდ გაშლის ელემენტებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტრანსფორმაციით ფორმათწარმოქმნის პროცესს, მაგრამ ხიდის გაშლის ბოლო ეტაპზე ისინი განლაგდებიან თაღის მოხაზულობით და უკვე წარმოადგენენ ხიდის ზედა სავალი ნაწილის სარტყელს.

ტრანსფორმირებადი სისტემის ასეთი გადაწყვეტა იმ მიზნით მოხდა, რომ გასაშლელი ხიდის ყველაზე უფრო მასიური და ღუნვაზე დიდი სიხისტის მქონე, სავალი ნაწილის მზიდი სისტემები, ხიდის გაშლამდე ასრულებს ძირითადი ელემენტების როლს, რომლითაც ფორმათწარმოქმნის პროცესი ხორციელდება.

ხიდი შედგება აღმავალი პანტოგრაფებისაგან 1 (იხ. ფიგ. III.1 და ფიგ. III.2) და დაღმავალი პანტოგრაფებისაგან 2. პანტოგრაფები ურთიერთიკვეთებიან, სადაც მოწყობილია მთავარი ცილინდრული სახსრები, რომლებიც განთავსდება განივად განლაგებულ ცენტრალურ ლილვებზე 3. აღსანიშნავია, რომ პანტოგრაფების ორი სახეობიდან ან აღმავალი ან დაღმავალი პანტოგრაფები ცენტრალურ ლილვთან

ხისტად არიან ჩამაგრებული. ანალოგიური სქემით არის მოწყობილი ხიდის განაპირა სექციები, სადაც ლიანდების 4 მიხედვით, ცენტრალური ლილვი ორ ნაწილად არის გაყოფილი.

ლიანდების მიხედვით გადაჯვარედინებული პანტიგრაფების ცალკეული სექციები, გრძივად დაკავშირებულია მეზობელ სექციებთან. ეს კავშირი ხორციელდება აღმაველ და დაღმაველ პანტოგრაფებს შორის მოწყობილი სახსრებით, რომლებშიც გაყრილია ზედა ლილვები 5 და ქვედა ლილვები 6.

აღსანიშნავია, რომ აღმაველი და დაღმაველი პანტოგრაფების მაკავშირებელი ზედა ლილვები და ქვედა ლილვები განთავსებულია მთავარ ცენტრალურ ლილვზე გამაველი ლიანდების უკიდურესად დაცილებულ წერტილებში.

სწორედ მათი დაცილების მანძილებს შორის სხვაობა ანიჭებს პანტოგრაფებს, ხიდის გაშლის მომენტში, პოლიგონალურ ან წრიულ მოხაზულობას.

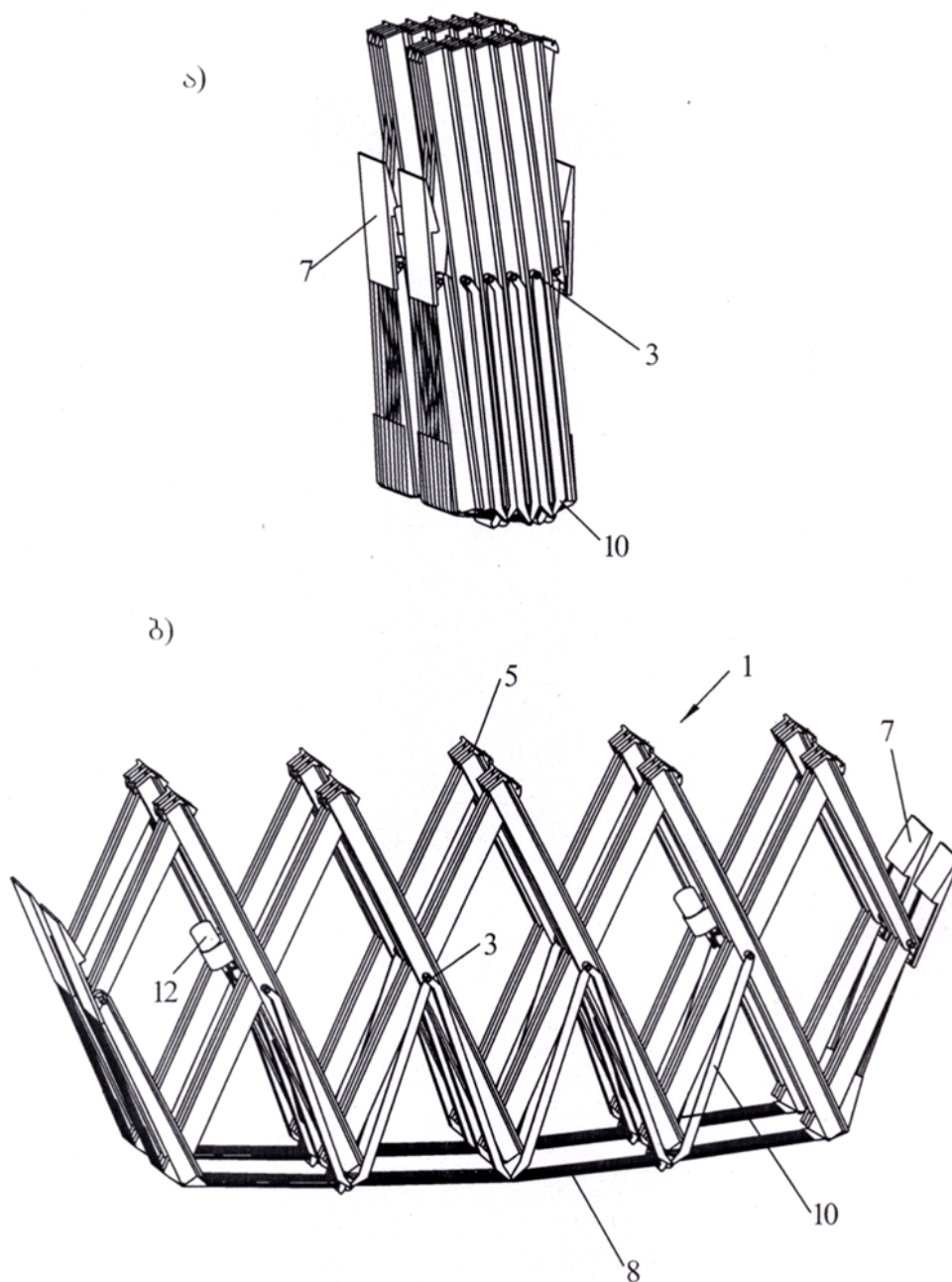
ასეთი მოხაზულობის მიღება, სათანადო გეომეტრიული გათვლების გარეშე შეუძლებელს ხდის სისტემის გაშლა-დაკეცვას, ამიტომ ამის შესახებ ცალკე ანალიზი იქნება განხილული.

ხიდის განაპირა განცალკევებულ ლილვებზე, ასევე, ჩამაგრებულია ხიდის საყრდენები 7, რომლებსაც გაანჩიათ თვით საყრდენების მიმართ ხიდის გარკვეული გასრიალების უნარყ, რაც აუცილებელია ხიდის ქვედა მოქნილი სარტყელების 8 დასაჭიმად.

მოქნილი სარტყელები, რომლებიც მაღალი სიმტკიცის მასალისაგან არიან დამაზადებული, ჩამაგრებულია ქვედა სარტყელის კვანძებში 9. ბოლოები კი ემაგრება ქვედა ლილვებზე მოწყობილ კვანძებში.

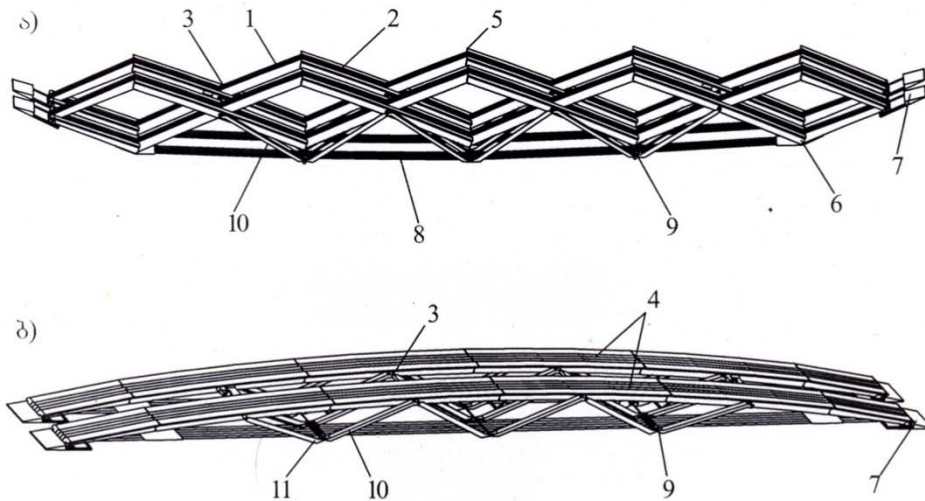
ქვედა სარტყელის კვანძებში, ასევე, ჩამაგრდება ხიდის ირიბნები 10. ეს კავშირი ხორციელდება ქვედა სარტყელის განივი ღეროების 11 საშუალებით. განივ ღეროებს აქვთ უნარი, ხიდის დაკეცვის დროს, დაიხვიონ ქვედა მოქნილი სარტყელი თავის თავზე.

მეორე ბოლოთი ირიბნები ცილინდრული კვანძებით ემაგრება ცენტრალურ ლილვებზე.



ფიგ. III. 1. – ხიდის კონსტრუქციის გაშლის სქემები.

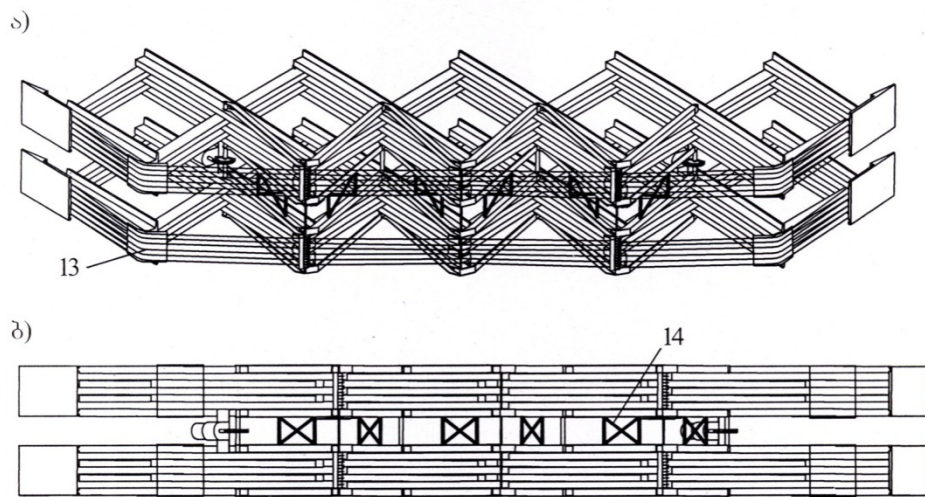
- ა) ხიდი დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის გაბარიტებით;
 ბ) ხიდის ტრანსფორმაციის პირველადი ეტაპი.



ფიგ. III. 2. – ხიდის კონსტრუქციის გაშლისა და ფიქსაციის სქემები.

ა) ხიდის ტრანსფორმაციის მეორე ეტაპი;

ბ) ხიდის კონსტრუქციის გაშლილ, ფიქსირებულ მდგომარეობაში.



ფიგ. III. 3. – ხიდის კონსტრუქციაზე განთავსებული ქვედა მოქნილი სარტყელის დამცავი ფირფიტები და ირიბნებზე მოწყობილი დამატებითი კავშირების სქემა.

ა) ხიდის სივრცითი სქემა; ბ) ხიდის ზედხედი.

ხიდის გაშლის მექანიზმები, მოცემულ შემთხვევაში წარმოდგენილია ელექტროამპრავის 12 სახით. იგი ემაგრება აღმავალ ირიბნებს, ხოლო თავის ბრუნვით ცენტრალური ლილვის ირგვლივ ატრიალებს დაღმავალ ირიბნებს, რაც უზრუნველყოფს სისტემის გაშლა-დაკეცვას.

ხიდს ქვედა სარტყელის განაპირა სიბრტყეებზე, განთავსებული აქვს მოქნილი ფირფიტები 13 დაკავშირებული ქვედა სარტყელის

მოქნილ ღეროებთან (ფიგ. III.3). ასეთი გადაწყვეტა აუცილებელია იმისათვის, რომ ხიდის დაკეცვის მომენტში, პანტოგრაფების ქვედა მაკავშირებელ კვანძებში არ მოხდეს მოქნილი ქვედა სარტყელების არაკონტროლირებადი ჩაკეცვა.

ხიდის ორ რიგად განლაგებული ლიანდები ერთმანეთში დამატებით ერთიანდებიან კავშირებით 14, რომლებიც ხიდის ირიბნებზეა მოწყობილი.

განხილვას მოითხოვს ზედა და ქვედა პანტოგრაფების, ხიდის სრული გახსნის დროს, მაკავშირებელი ჩამკეტები. ისინი ორ ვარიანტად არის წარმოდგენილი (ფიგ. III. 4; ა და ბ).

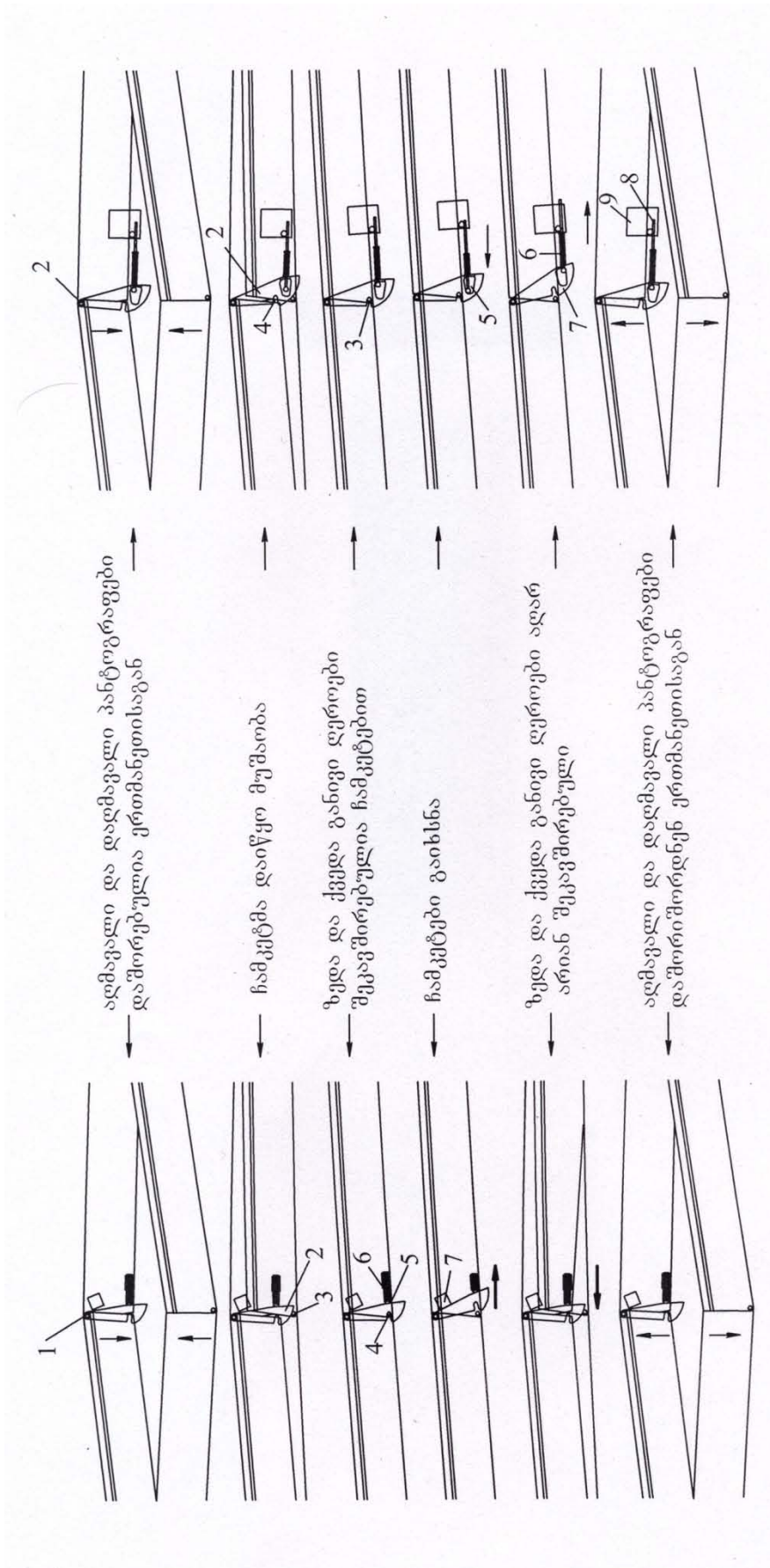
პირველი ვარიანტი (იხ. ფიგ. II. 4. ა) შემდეგ პრინციპზეა აგებული. პანტოგრაფების შემაერთებელ ზედა განივ ლილვზე 1, ცილინდრული სახსრით დამაგრებულია სატაცი 2, რომელსაც აქვს ქვედა განივი ღეროების 3 ჩასასმელი ბუდე 4. სატაცი ყოველთვის დაძაბულ მდგომარეობაშია. მას ებჯინება საბჯენი 5, რომელსაც აწვება ზამბარა 6 განთავსებული ზამბარის ბუდეში.

ხიდის სრული გაშლის შემდეგ ხდება, ქვედა განივი ღეროების გასრიალება სატაცზე და მისი შესვლა დამჭერ ბუდეში. ხიდის გახსნის დროს სატაცი მიიზიდება ელექტრომაგნიტით 7 და ხდება ქვედა განივი ლილვის გათავისუფლება სატაციდან.

მეორე ვარიანტი (იხ. ფიგ. II. 4. ბ) შემდეგ პრინციპზეა აგებული. პანტოგრაფების შემაერთებელი ზედა განივ ღეროებზე 1, ცილინდრული სახსრით დამაგრებულია სატაცი 2, რომელსაც აქვს ქვედა განივი ღეროების 3 ჩასასმელი ბუდე 4.

სატაცს აქვს ფიგურული ამონაჭერი 5, რომელშიც მოძრაობს დამჭერის 6 თითი 7. დამჭერის მეორე ბოლო 8 კი გადაადგილდება ელექტრო. ამძრავით 9, რითაც ხდება ბუდეში ქვედა განივი ღეროს განთავსება ან მისგან გათავისუფლება.

განხილულ ხიდს, რომელსაც მრავალი დადებითი თვისება გააჩნია, გაშლის ბოლო ეტაპზე, პანტოგრაფების მაკავშირებელი ზედა განივი ღეროების და ქვედა განივი ღეროების ურთიერთმაკავშირებელი ჩამკეტების მხრივ გარკვეული პრობლემები ახასიათებს.



ფიგ. III. 4. – პანტოგრაფების ზედა და ქვედა განივი დეროების მაკავშირებელი ჩამკეტები.

ა) ზამბარებიანი ჩამკეტი; ბ) ელექტროამბრაჯიანი ჩამკეტი.

გართულებულია ხიდის გაშლის ბოლო ეტაპებზე ყველა ჩამკეტის ერთობლივი ჩაკეტვა, რამაც შეიძლება შექმნას არასაშტატო ვითარება. ამასთან, ხიდის გეომეტრიული თავისებურებებიდან გამომდინარე, თითოეულ პანტოგრაფის სიმაღლის 50 სანტიმეტრამდე გაზრდის შემთხვევაში, პანტოგრაფების მაკავშირებელი ზედა და ქვედა ცილინდრული სახსრები და, მით უმეტეს, განივი ღეროები შედარებით მცირე სიდიდის დიამეტრის არის. ეს კი, გარდა მუშაობის სტატიკური და დინამიკური სურათის სირთულისა, ასევე, ხიდის ექსპლუატაციის პირობებიდანაც ქმნის ბევრ სიძნელეს, რადგან მასზე მუხლუხებიანი მძიმე ტანკი გადაადგილდება, რაც იწვევს ხიდის სავალი ნაწილის, მცირე ფართობით ურთიერთშემხები ზედაპირების თელვას.

აღნიშნული ნაკლოვანებების აღმოფხვრა შესაძლებელია, მაგრამ 48 მეტრი მაღლის შემთხვევაში, სავალი ნაწილის თითოეული ბლოკის, პანტოგრაფების განივკვეთის სიმაღლის კიდევ უფრო მეტი მომატება იწვევს ხიდის დაკეცილი პაკეტის საერთო სიმაღლის ზრდას, რაც ართულებს ხიდის ტრანსპორტირებას. ხიდის სხვა ყველა კომპონენტი, შეესაბამება გაზრდილმალიანი გასაშლელი ხიდის მოთხოვნებს, როდესაც მისი სრული სიგრძე 48 მეტრამდე აღწევს.

ახლა კვლავ დაუბრუნდეთ ხიდის კონსტრუქციული სტრუქტურის ტრანსფორმაციის პროცესებს.

როგორც აღინიშნა ხიდი გაშლილ მდგომარეობაში წარმოადგენს სეგმენტურ კომბინირებულ ფერმას, რომელსაც გააჩნია ზედა ღუნვა-კუმშვაზე მომუშავე ხისტი სარტყელი, ხისტი, ცენტრალურ კვანძებში სახსრულად ჩამაგრებული ირიბნები, რომელთაც სამკუთხა ფორმის განლაგების სქემა აქვთ და ქვედა მოქნილი სარტყელი, რომელიც ხიდის დაკეცვის დროს ირიბნების შეერთების ქვედა სახსრულ კვანძებში ეხვევიან ირიბნებს შემაერთებელ განივ ღერძებზე.

ხიდი შედგება ორი ლიანდისაგან, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდებიან ცენტრალურ სახსრულ კვანძებს მიერთებული მთავარი ლილვებით. ასეთი სქემა ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტიდან, ვიდრე გაშლის შედეგად არ მიიღწევა ფორმა დასრულებული ხიდისა, რომელიც უზრუნველყოფს მის სრულ ექსპლუატაციას, გამოირჩევა დიდი მზიდუნარიანობით და, ამასთან ერთად, საკუთარო წონის შემსუბუქებით. რაც მიიღწევა კონსტრუქციულ მასალებში მაღალი

სიმტკიცის აღუმინის შენადნობების გარდა, ასევე მაღალი სიმტკიცის ფოლადის ბაგირების გამოყენებით და სავალი ნაწილის ფილის ხიდის კონსტრუქციის საერთო მუშაობაში ჩართვით.

გასაშლელი ხიდი (იხ. ფიგ. III.1 და ფიგ. III.2) პირველ ეტაპზე წარმოადგენს სატრანსპორტო პაკეტის სახით დაკეცილ კონსტრუქციას (იხ. ფიგ. III.1.ა).

შემდეგ ეტაპზე იწყება ხიდის ტრანსფორმაცია (იხ. ფიგ. III.1.ბ. და III.2.ა), ხოლო ბოლო ეტაპზე ტრანსფორმაციის პროცესი მთავრდება და მიიღება ხიდის გაშლილი კონსტრუქცია (იხ. ფიგ. III.2.ბ).

როგორც ვხედავთ, ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის მაგალითზე, ხიდს გააჩნია პირველად ფიქსირებული ფორმა, დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის სახით; ფუნქციონალური ფორმები, რიმლებიც ტრანსფორმაციის პროცესში წარმოიქმნება; და საექსპლოატაციო ფუნქციონალური ფორმა გაშლილი ხიდის სახით.

ამრიგად, შექმნილი ხიდი სრულ შესაბამისობაშია ტრანსფორმირებადი სისტემების თეორიით განსაზღვრულ განმარტებასთან, რომლის მიხედვით – *ტრანსფორმირებადი სისტემა არის ერთმანეთთან გარკვეული წესით დაკავშირებული ელემენტების ერთობლიობა, რომლებიც წარმოშობენ მთლიანობას, რომელსაც ახასიათებს მრავალი ფიქსირებული, მათ შორის ფუნქციონალური ფორმა, რომელთა დროს ელემენტების ურთიერთგანლაგება ინარჩუნებს რა ურთიერთკავშირის მთლიანობას, იცვლება დროსა და სივრცეში.*

წარმოდგენილი ხიდი, ასევე წარმოადგენს მექანიზმებისა და ნაგებობის შერწყმით მიღებულ ერთობლიობას, რომელსაც საფუძვლად უდევს კონკრეტული კონსტრუქციული გადაწყვეტა.

III. 2. ხიდის მონტაჟისა და დემონტაჟის სქემები სატანკო ხიდგამდების გამოყენებით.

ხიდის ტრანსპორტირებისა, გასაშლელად მომზადებისა, ტრანსფორმაციისა და გადასალახ დაბრკოლებაზე მოწყობოსათვის შეიქმნა განსაკუთრებული კონფიგურაციის ხიდგამდების პროექტი (ფიგ. III. 5. და ფიგ. III. 6).

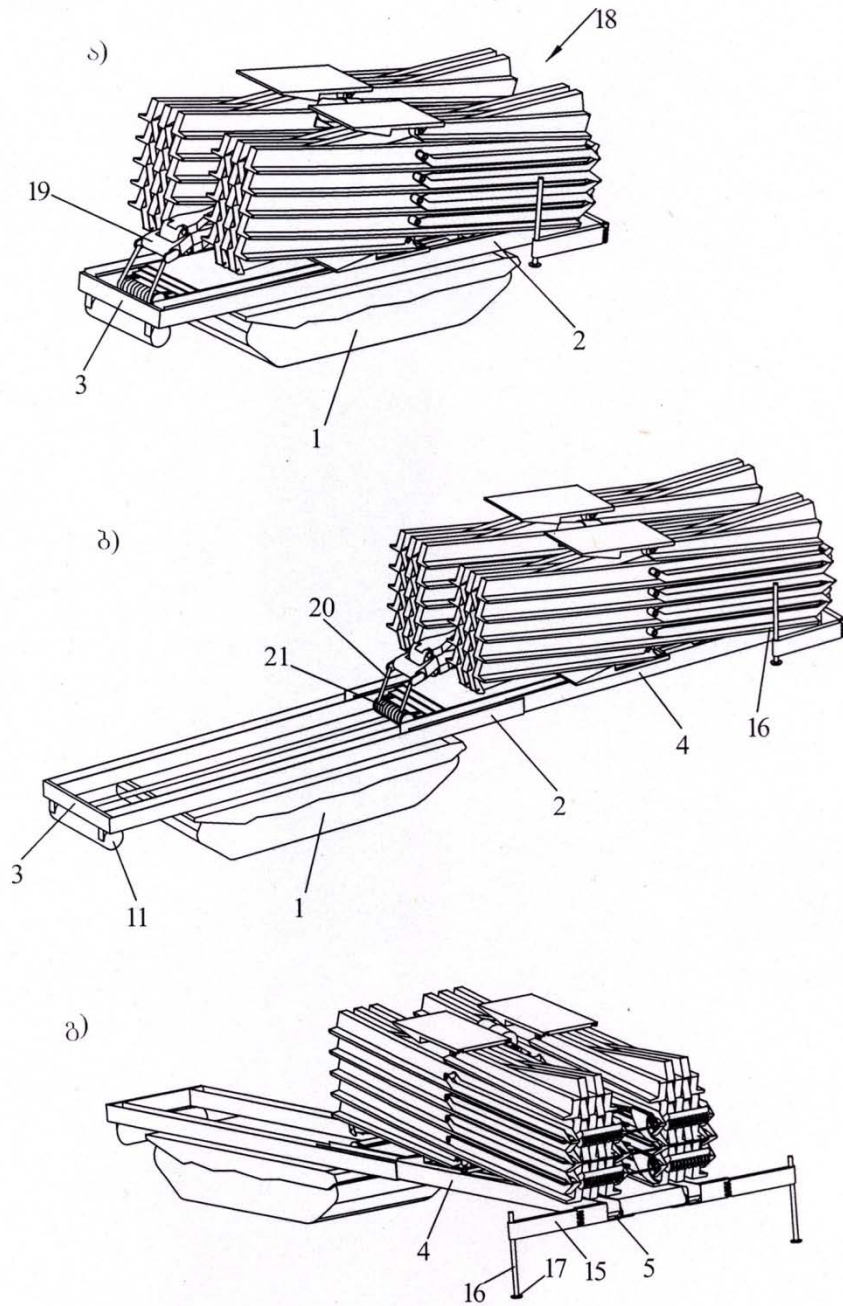
ხიდის დანიშნულების ადგილამდე მისატანად შეიძლება გამოყენებულ იქნას მუხლუხა სატრანსპორტო საშუალება, რომელსაც

შასიზე 1 დაყენებული აქვს გრძივი მიმართულებები 2. მიმართულებები კინოს მხარეს გაერთიანებულია ერთმანეთთან განივას 3 მეშვეობით. მიმართულებებში სრიალა სახსრებით ჩასმულია გამოსაწვევი კოჭები 4. გამოსაწვევი კოჭების მასის წონა მხარის ბოლოებს აქვს დამაკავშირებელი ღერძი 5. ღერძზე დაყენებულია 90° შემობრუნების შესაძლებლობის მქონე ამწვევ-დამწვევი საყრდენები 6 ამწვე ისრის 7 აწვევა-დაწვევისათვის.

ამწვევ-დამწვევი საყრდენები აღჭურვილია ჰიდროცილინდრებით 8, რომლებიც სახსრულად მიერთებულია გამოსაწვევ კოჭებსა და ამწვევ-დამწვევ საყრდენებზე. კოჭების დამაკავშირებელ ღერძზე შემობრუნების შესაძლებლობით მიერთებულია ამწვე ტელესკოპური ისარი. ამწვე ისრის თავზე 9 დამაგრებულია ბაგირის 10 ერთ-ერთი ბოლო. ბაგირის მეორე ბოლო დამაგრებულია განივაზე დაყენებულ ამძრავიან დოლზე 11. ამწვე ისრის თავზე დაყენებულია დამატებითი ამძრავიანი დოლი 12 მასზე დახვევის შესაძლებლობით დამაგრებული სატაცის 13 საწვევი ბაგირით 14. ხოლო გამოსაწვევ კოჭებთან სახსრულად გვერდებზე გაწვევის შესაძლებლობით დაკავშირებულია ძელები 15. ძელების ბოლოებზე მიერთებულია ამწვევ-დამწვევი ღეროები 16 მათზე სახსრულად მიერთებული საყრდენი ფილებით 17.

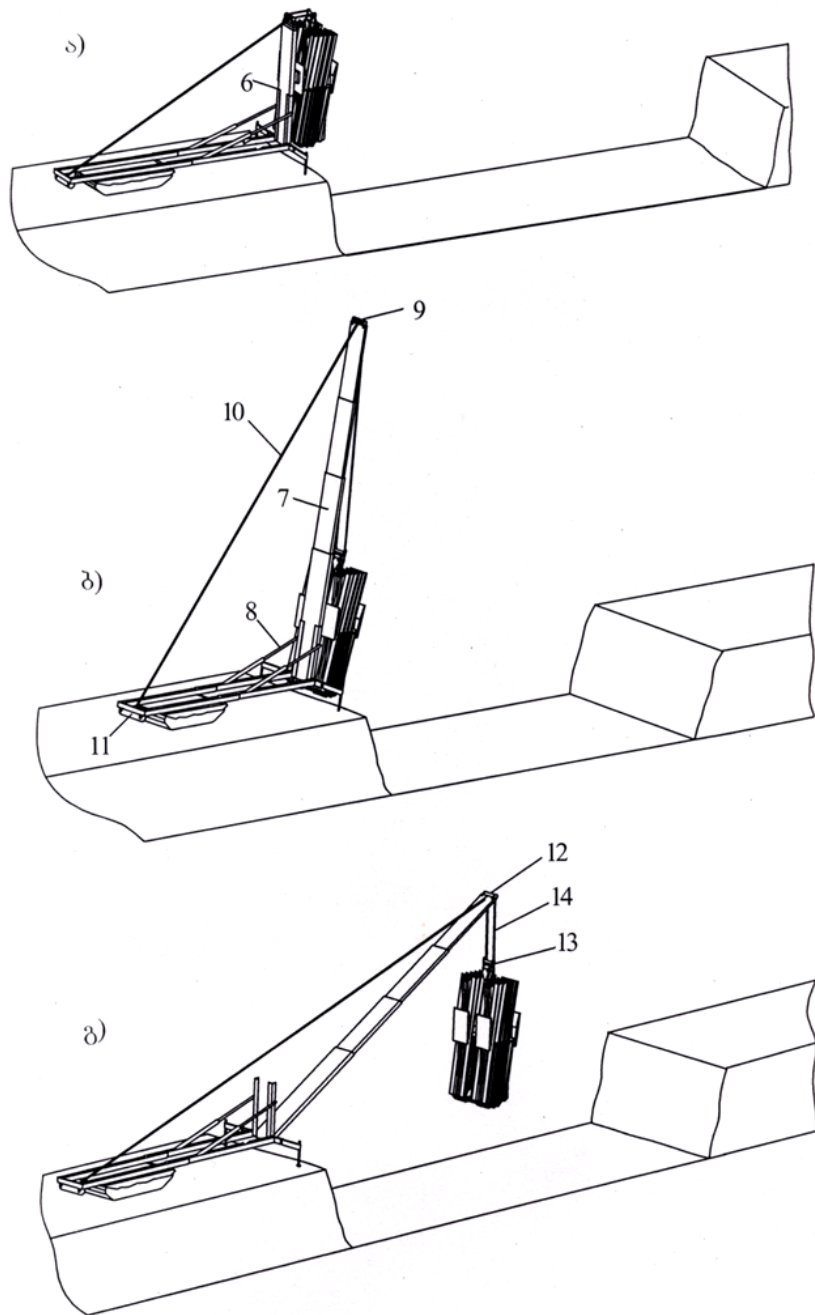
მუხლუხა ხიდგამდებზე ხიდი 18 დაკეცილ მდგომარეობაში 18 გვერდით დაყრდნობილია მის გამოსაწვევ კოჭებზე და დამაგრებულია სატაცზე 19 სამაგრი ელემენტის მარყუჟის მეშვეობით. სატაცის საწვევი ბაგირი 20 დახვეულია დოლზე 21. ამწვე ისარი და მისი ამწვევ-დამწვევი საყრდენები დაკეცილია.

ხიდის წინააღმდეგობაზე გაშლისათვის ხიდგამდებს მიაყენებენ მის ნაპირთან. მართვის პულტით მოქმედებაში მოდიან გრძივი მიმართულებებში დაყენებული კოჭები, რომლებიც გასრიალდება მიმართულებებზე და გაიწვევს წინააღმდეგობისკენ. ამძრავის ამუშავებით წარმოებს კოჭებთან სახსრულად მიერთებული ძელების გვერდებისკენ გაწვევა. შემდეგ ხორციელდება ძელების ბოლოებზე მიერთებული ამწვევ-დამწვევი საყრდენების სიგრძის რეგულირება მანამ, სანამ საყრდენი ფილები მიეხვინება გრუნტს.



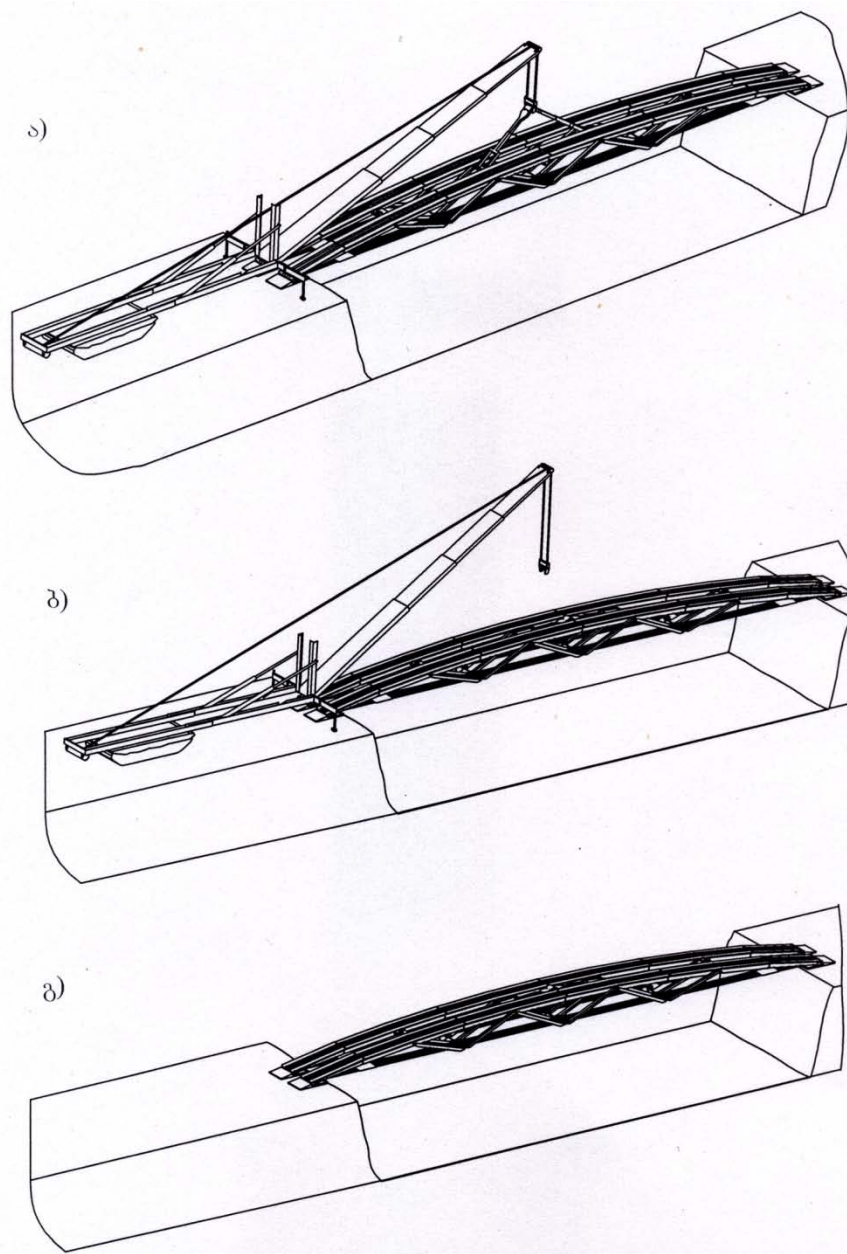
ფიგ. III. 5. – ხიდგამდებისა და ხიდის ურთიერთშეთავსებელი პროცესები.

- ა) ხიდგამდები და მასზე განთავსებული ხიდი სატრანსპორტო მდგომარეობაში; ბ) ხიდგამდების მიერ ხიდის კონსოლური გამოწევა; გ) ხიდგამდების სრული მომზადება ხიდის მონტაჟისათვის.



ფიგ. III. 6. – ხიდის ტრანსფორმაციის სქემები გადასალახ დაბრკოლებაზე.

- ა) ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესის სასტარტო მდგომარეობა;
- ბ) ხიდგამდების ტელესკოპური ისრის ვერტიკალურად გაშლა;
- გ) ტელესკოპური ისარი დახრილ მდგომარეობაში.



ფიგ. III. 7. – ხიდის გადასაღას დაბრკოლებაზე გადების პროცესები.

- ა) ხიდგამდების ისარი დაკავშირებულია ხიდის ჩასაბმელ მოწყობილობასთან;
- ბ) ხიდგამდებმა დაასრულა ხიდის დაბრკოლებაზე გადების პროცესი;
- გ) ხიდი საექსპლოატაციო მდგომარეობაში.

შემდეგ ეტაპზე მართვის პულტიდან ჰიდროცილინდრების ამოქმედებით სორციელდება ამწე ტელესკოპური ისრის ქვეშ მოწყობილი ამწევ-დამწვევი საყრდენების 90°-ით აწევა, რომელსაც თან ახლავს ამწე ისრის აღმართვა. ამის შემდეგ ხდება ტელესკოპური ამწე ისრის გაშლა და წინააღმდეგობისკენ გადახრა იქამდე, სანამ მოხდება

დაკეცილი ხიდის წინააღმდეგობაზე გაშლისათვის ხელსაყრელი მდგომარეობის დაკავება და წარმოებს ხიდის გაშლა. ხიდის საყრდენების ნაპირებზე მიბჯენისას სატაცი თავისუფლდება ხიდის მისაბმელი მოწყობილობის 22 მარყუიდან (ფიგ. III.7).

ამის შემდეგ ხდება ხიდგამდების დაკეცვა. შემდგომ, ხიდგამდები გადაივლის ხიდს და მისი მეორე ბოლოს მხრიდან აწარმოებს მისაბმელი ელემენტის მარყუიზე სატაცის კაუჭის მოჭიდებას, ხიდის აწევას, დაკეცვას და ხიდგამდებზე დაყრდნობას ახალი დანიშნულების ადგილზე გადასატანად. გასაშლელი ხიდის დემონტაჟი ხორციელდება რევერსით მონტაჟის პროცესისა.

ხიდის დანიშნულების ადგილამდე მისატანად ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ვერტმფრენი. ამ შემთხვევაში დაკეცილი ხიდის ჩასაბმელ მარყუიში გაყვრება სატაცის კაუჭი ბაგირით. ვერტმფრენის ჯალამბარზე ბაგირის დახვევით წარმოებს მისი აწევა და წინააღმდეგობასთან გადატანა. ჯალამბარის ამოქმედებით ხდება ბაგირის ზღუდისკენ ჩაშვება, დისტანციური მართვის პულტის გამოყენებით ამოქმედებიან ხიდის საკეტების მადებლოკირებელი ელექტრომაგნიტები, რასაც მოყვება ხიდის გაშლა. წინააღმდეგობის ნაპირებზე საყრდენების დაყრდნობის შემდეგ გრძელდება ბაგირის ჩაშვებას იქამდე, სანამ დაიკეცება ხიდის ჩასაბმელი მოწყობილობის ტელესკოპური ღეროები და ჩასაბმელი მარყუი ჩაიწევა სავალი ნაწილის კოჭებს შორის. ხელით ან დისტანციური მართვის პულტით ხიდის ჩასაბმელ მარყუის ათავისუფლებენ სატაცებისაგან, რის შემდეგ ხიდი დებულობს საექსპლუატაციო მდგომარეობას.

III. 3. გასაშლელი ხიდის გაანგარიშება

“დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით” შექმნილი “48 მეტრი მაღის მქონე, საიერიშო გასაშლელი ხიდი და ხიდგამდები” წარმოდგენილი 92 გვერდზე შესრულებული სამუშაოს და მისი დაცვით 2008 წელს გიორგი მეძმარიაშვილს მიენიჭა მაგისტრის აკადემიური ხარისხი.

ნაშრომში, სხვა საკითხებთან ერთად განხილულია ხიდის კონსტრუქციის გაანგარიშება. ამდენად, აქ წარმოდგენილია ხიდის გაანგარიშების და კონსტრუირების ძირითადი შედეგები, რომელიც მთლიანი სახით განხილულია აღნიშნულ ნაშრომში.

გასაშლელი სამხედრო ხიდის კლასია – MBC70, რაც ხიდის ტვირთამწეობის მიხედვით მიანიშნებს 70 ტონა სასარგებლო დატვირთვას.

ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის სიგრძე შეადგენს 11,2 მ; სიგანე – 4,1 მ; სიმაღლე კი – 3 მ.

გასაშლელი ხიდის საერთო სიგრძე 48 მეტრია. ხიდის გაშლის სანგარიშო დრო 7 წუთია.

ხიდის მალის ნაშენის წინასწარ შერჩეული მასალა ალუმინის შენადნობია, მარკით 1915T. მისი საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე, კუმშვაზე და ღუნვისას შეადგენს $R_i = 2000$ კგ/სმ². მასალის დრეკადობის მოდულია $E = 710000$ კგ/სმ². ძვრის მოდულია $G = 270\ 000$ კგ/სმ². პუასონის კოეფიციენტი $\mu = 0,3$. ტემპერატურისაგან ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტი შეადგენს $K = 0,23 \cdot 10^{-4}$. სიმკვრივის საშუალო მნიშვნელობაა $\rho = 2,7$ ტ/მ³.

ხიდის კონსტრუქციებში, ასევე, გამოყენებულია ფოლადის შენადნობები, რომლის საანგარიშო წინაღობაა $R = 2100$ კგ/სმ², ხოლო დრეკადობის მოდულია $E = 2\ 100\ 000$ კგ/სმ².

ხიდის კონსტრუქციაში ქვედა მოქნილი სარტყელები შესრულებულია მაღალი სიმტკიცის ბაგირებისაგან, რომელთა ნორმატიული წინაღობა $R_\sigma = 14\ 000$ კგ/სმ².

ხიდზე მოძრავი დატვირთვა შეესაბამება სტანდარტს – HF – 60-ს.

ხიდის კონსტრუქციის გაანგარიშება ხდება სამ ეტაპად:

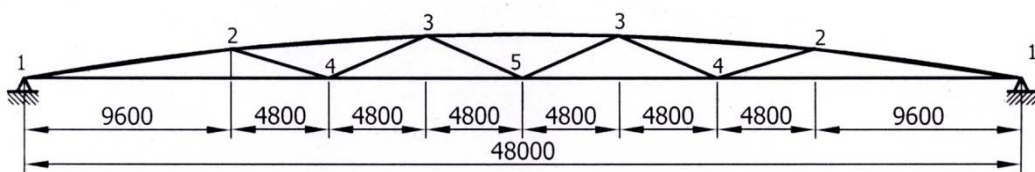
I ეტაპი. ხიდის მიახლოებითი საინჟინრო გაანგარიშება. ამ ეტაპზე ლიტერატურაში არსებული მიახლოებითი ფორმულებით და მეთოდებით ხდება ხიდის კონსტრუქციის მიახლოებითი ანგარიში.

II ეტაპი. ხიდის წინასწარი კონსტრუირება, საკუთარი კვეთებით, წონით და დროებითი ტვირთით გაანგარიშდება ყველა შესაძლო დატვირთვებზე. ეს ეტაპი შუალედურ ანგარიშს მოიცავს, რომლის

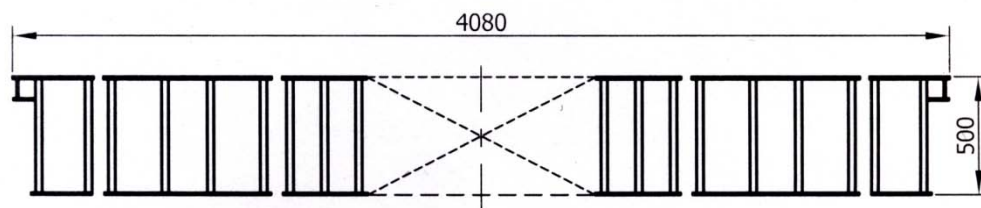
შედგის მიხედვით, უკვე ხდება საბოლოო კვეთების ზუსტად განსაზღვრა და საბოლოო ანგარიშის ჩატარება.

III ეტაპი. ხიდის კონსტრუქციის საბოლოო ანგარიში საექსპლოატაციო და ტექნოლოგიურ დატვირთვაზე, იძლევა შედეგებს, რომლის მიხედვითაც კონტროლდება ყველა კვეთში ძაღვები. ამასთან, ამ ეტაპზეც მოსალოდნელია რიგი ცვლილების შეტანა კონსტრუქციის ელემენტების კვეთებში.

გაშლილ მდგომარეობაში ხიდის ბრტყელი პრინციპული სქემა წარმოდგენილია ფიგ. III.8-ზე.

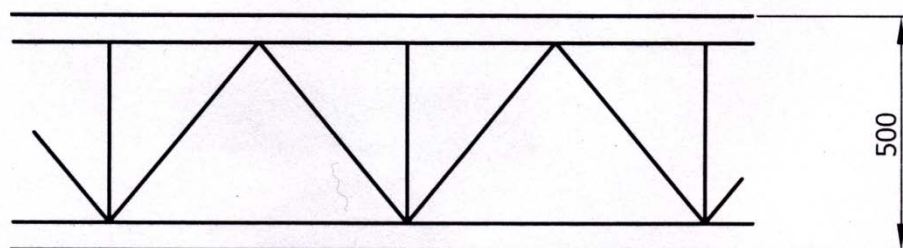


ჭრილი 1-1



ფიგ. III.8. – ხიდის გვერდხედის სქემა და ზედა კომბინირებული სარტყელის ჭრილი 1-1.

ზედა კომბინირებული სარტყელი სტრუქტურაში წარმოადგენს ფერმებს, გასივრცოებულს ფერმების ზედა და ქვედა სარტყლების მუშაობაში ჩართული ფილების სახით. (ფიგ. III. 9).



ფიგ. III. 9. ზედა სარტყელის სტრუქტურის სქემა.

კონსტრუქციის ანგარიში, სათანადო საანგარიშო სკემის და საანგარიშო მოდელის შექმნის შემდეგ მოხდა პროგრამული უზრუნველყოფით "Lira 2008".

ანგარიშის ანალიზის შედეგად, შესაძლო კრიტიკულ დატვირთვებიდან შეიქმნა მაქსიმალური ძალოვანი ფაქტორები:

$$M_{\text{მუდმივი}} = 40,6759 \cdot 0,08855 = 3,6 \text{ ტ.მ.}$$

$$M_{\text{დროებითი}} = 3,58428 \cdot 7 = 25,08996 \text{ ტ.მ.}$$

$$\Sigma M = 3,6 + 25,1 = 28,7 \text{ ტ.მ.}$$

$$N_{\text{მუდმივი}} = 224,165 \cdot 0,08855 = -19,85 \text{ ტ.}$$

$$N_{\text{დროებითი}} = -24,165 \cdot 7 = 173,06 \text{ ტ.}$$

$$\Sigma N = -19,9 - 173,1 = -193,0 \text{ ტ.}$$

$$N_{\text{ქვედა მუდმივი}} = 281 \cdot 0,08855 = 24,883 \text{ ტ.}$$

$$N_{\text{ქვედა დროებითი}} = 26,3012 \cdot 7 = 184,11 \text{ ტ.}$$

$$\Sigma N_{\text{ქვედა}} = 24,9 + 184,2 = 219,1 \text{ ტ.}$$

$$N_{\text{გაჭიმული ირიბ. მუდმივი}} = 30,9 \cdot 0,08855 : 2 : 2 = 1,4125 \text{ ტ.}$$

$$N_{\text{გაჭიმული ირიბ. დროებითი}} = 7 \cdot 7 : 2 : 2 \approx 25 \text{ ტ.}$$

$$\Sigma N_{\text{გაჭიმული ირიბანი}} = 1,4125 + 25 = 27 \text{ ტ.}$$

$$N_{\text{შეკუმშული ირიბ. მუდმივი}} = -20 \cdot 0,08855 : 2 : 2 = -0,9 \text{ ტ.}$$

$$N_{\text{შეკუმშული ირიბ. დროებითი}} = -4 \cdot 7 : 2 = -14 \text{ ტ.}$$

$$\Sigma N_{\text{შეკუმშული ირიბანი}} = -0,9 - 14 \approx -15 \text{ ტ.}$$

ასევე დასადგენია გადაადგილებები, რომლებიც არის x და z ღერძების მიმართ.

$\left. \begin{array}{l} \Delta_x \text{ მუდმივი} = 137 \cdot 0,08855 = 12,1\text{მმ} = 1,21\text{სმ} \\ \Delta_x \text{ დროებითი} = 9,62 \cdot 7 = 67,34\text{მმ} = 6,7\text{სმ} \end{array} \right\}$ ზედა კომბინირებულ სარტყელში ადგილობრივი მღუნავი მომენტისაგან გამოწვეული

$$\Sigma \Delta_x^{\text{max}} = 1,2 + 6,7 \approx 8 \text{ სმ}$$

$\left. \begin{array}{l} \Delta_z \text{ მუდმივი} = 716 \cdot 0,08855 = 65,4\text{მმ} = 6,54\text{სმ} \\ \Delta_z \text{ დროებითი} = 58 \cdot 7 = 406\text{მმ} = 40,6\text{სმ} \end{array} \right\}$ ფერმის ქვედა სარტყელში

$$\Sigma \Delta_z^{\text{max}} = 6,54 + 41 \approx 47,5 \text{ სმ}$$

მოცემული ძალოვანი ფაქტორების მიხედვით შეირჩა კონსტრუქციის ელემენტების განივკვეთები.

უნდა აღინიშნოს, რომ ხიდის ელემენტების წონების განსაზღვრაში მოცემულ ეტაპზე არ შესულა ხიდისათვის აუცილებელი დამატებითი ელემენტების წონები, რომლებიც აუცილებელია რეალურ პირობებში ხიდის აგებისა და ექსპლოატაციისათვის.

ხიდის წონის სპეციფიკაცია

1. ზედა საგალი ნაწილის ლიანდად განლაგებული ფილები – 1 ცალის წონა 1087 კგ.

G_1 – მთლიანი წონა 10870 კგ

მასალა ალუმინის მაღალი სიმტკიცის შენადნობი 1931.

2. ქვედა მოქნილი ტროსებისაგან (ბაგირებისაგან) შემდგარი, ორ ნაწილად გაყოფილი სარტყელი – მასალა ფოლადის შენადნობები.

ტროსი (ბაგირი) $\varnothing 11$ მმ.

$R_{ტროსი}=10.000$ კგ/სმ²

$n=84$ ცალი $n_1=42$ ცალი

G_2 – საერთო წონა 3100 კგ

3. ალუმინის შენადნობების ირიბანების საერთო წონა

G_3 – შეადგენს 2460 კგ.

4. ლითონის ლილვები დიამეტრით $\varnothing 11$ მმ. ფილის სიგანე $\delta=5$ მმ და $\varnothing 40$ მმ. კედლის სიგანე $\delta=10$ მმ მათი წონა

G_4 – შეადგენს 612 კგ.

5. ალუმინის შენადნობების საყრდენები – 4 ცალი მათი საერთო წონა

G_5 – შეადგენს 714 კგ.

6. ლითონის გახსნა-დაკეცვის ორი ძრავა და ამძრავი. მათი საერთო წონა

G_6 – შეადგენს 200 კგ.

$\Sigma G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6$

$\Sigma G = 17896$ კგ.

“დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით” შექმნილ გასაშლელ ხიდს, რომლის მალი 48 მ-ს აღწევს, გააჩნია შემდეგი დადებითი თვისებები:

— გასაშლელი ხიდის ზედა კომბინირებული სარტყელი, რომელიც სავალი ნაწილის მუშა ელემენტია, შედგება დიდი სიხისტის მქონე, ღუნვაზე კარგად მომუშავე, ჯვარედინი სქემით შედგენილ და ურთიერთდაკავშირებულ პანტოგრაფებისაგან.

პანტოგრაფები, ხიდის ტრანსფორმაციის, გაშლა-დაკეცვის პროცესში, ასრულებენ ძირითადი მზიდი ელემენტების როლს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ფორმატწარმოქმნას. ხოლო უკვე გაშლილი, საექსპლოატაციო მდგომარეობაში მყოფი ხიდისათვის, აღნიშნული პანტოგრაფები წარმოადგენენ ხიდის სავალი ნაწილის, ღუნვა-კუმშვაზე მომუშავე, კომბინირებულ სარტყელს ფერმისა.

ამასთან, ხიდს გააჩნია ნაკლოვანებები:

— ხიდის სატრანსპორტო პაკეტის შედარებით დიდი სიმაღლე, რაც როგორც არსებულ მექანიზებულ ხიდებშია, ჩვენს შემთხვევაშიც, ასევე, უარყოფითად მოქმედებს შასზე აგებული ხიდგამდების მანევრულობაზე.

— ხიდის კონსტრუქციის ზედა სარტყელში, მისი შეზღუდული სიმაღლიდან გამომდინარე, ადგილი აქვს მრავალი, შედარებით მცირე დიამეტრის ლილვების და ღერძების გამოყენებას, რაც მექანიზებული ხიდებისათვის, რომელზეც მძიმე და უხეში დატვირთვა – ტანკები გადატარდება, გარკვეულ ნაკლად უნდა ჩაითვალოს.

**IV. გასაშლელი, “დაკეცვის პრინციპს” +
“დახვევის პრინციპით” შექმნილი ხიდის,
4,8 მეტრი მალის მქონე მოდელის ექსპერიმენტული კვლევა.**

IV. 1. ხიდის მოდელის კონსტრუირება

გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციის ფუნქციონალური, განსაკუთრებით კინემატიკური მახასიათებლების შესასწავლად, რომლის საბოლოო მიზანი, ასევე იყო მისი შედარება თეორიული გათვლების შედეგებთან, დაპროექტდა და დამზადდა 4,8 მეტრი სიგრძის ხიდის მოდელი, ხიდგამდებთან ერთად.

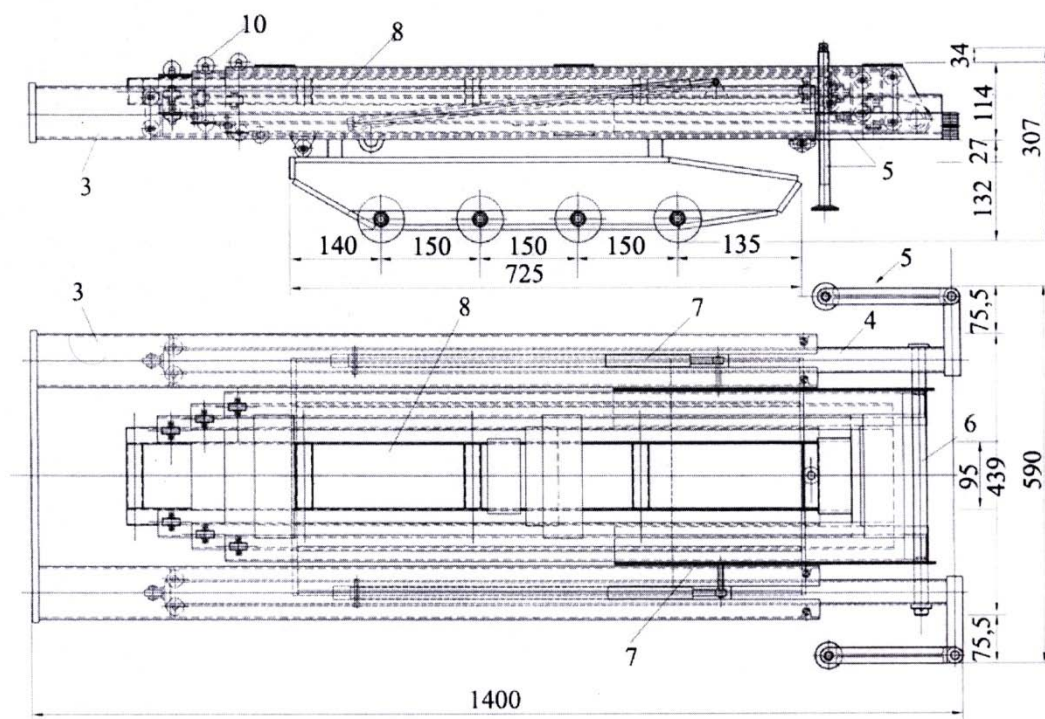
რეალურ კონსტრუქციასთან შედარებით მოდელის მასშტაბმა შეადგინა 1 : 10-თან. ხიდის გამოსაცდელი მოდელი შეიქმნა რეალური, 48-მეტრიანი გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციების ზომების მაქსიმალური თანაფარდობის დაცვით. ასევე, მოდელში ძირითადად შენარჩუნებულია ცალკეული კვანძების, დეტალებისა და კონსტრუქციის მთლიანი ფრაგმენტების შესაბამისობა რეალურ კონსტრუქციასთან.

კონსტრუქციის ზედა კომბინირებული სარტყელის და საყრდენის დასამზადებლად გამოყენებულ იქნა ალუმინის მაღალი სიმტკიცის შენადნობები, ირიბნები დამზადდა ფოლადისაგან, ხოლო ქვედა მოქნილი სარტყელები შესრულებულია მაღალი სიმტკიცის ბაგირების გამოყენებით.

ასეთივე წესით და იმავე მასშტაბში დამზადდა ხიდის სატრანსპორტო-გამშლელი მოწყობილობის – ხიდგამდების მოდელიც, რომლის მასალად გამოყენებულ იქნა ფოლადი. ხიდის მოდელის გამშლელი მოწყობილობის დაპროექტება–დამზადების დროს გათვალისწინებული იქნა ის პირობები, რომელშიც მუშაობს რეალური გამშლელი მოწყობილობა (ფიგ. IV. 1).

მოდელის ეგრეთ წოდებული ხიდგამდების კონსტრუქცია წარმოადგენს ოთხი წვეილი ბორბალის 1 საშუალებით გადაადგილებად შასს 2, რომელზეც განთავსებულია ხიდის სატრანსპორტო პირობებში

ტარებისა და გადასალახ დაბრკოლებაზე გაშლის სამონტაჟო მოწყობილობები.



ფიგ. IV. 1. – ხიდგამდების მოდელის კონსტრუქციული სქემა

ა) გვერდხელი; ბ) ზედხელი

მოძრავ შასზე მიმაგრებულია უძრავი ბაქანი 3, რომელშიც განთავსებულია გამოსაწევ-შესაწევი ბაქანი 4. მისი გამოწვევის შემდეგ, გრუნტთან მეარი ფიქსაციისათვის, მოძრავი ბაქნის ბოლოს განთავსებულია გამოსაწევი, ასაწევ-დასაწევი საბჯენები 5.

მოძრავ ბაქანზე განთავსებულია, მასთან ცილინდრული კვანძებით ჩამაგრებული ძირითადი ღერძი 6, რომელზეც დამაგრებულია ასაწევ-დასაწევი ჩარჩო 7 და მასთან ერთად გასაშლელი ტელესკოპური ისარი 8.

ბაქანზე, ჩარჩოს წამოსაწევად ვერტიკალურ მდგომარეობამდე, ერთი ბოლოთი ჩამაგრებულია ჰიდროცილინდრის მექანიკური იმიტატორები 9, რომლებიც მეორე ბოლოთი ემაგრებიან ასაწევ ჩარჩოს.

ტელესკოპური ისარი გაშლა-დაკეცვას ახორციელებს ბაგროვანი სისტემით, რომლებიც ასევე გორგოლაჭებზეა 10 გადატარებული.

ფიგ. IV. 2-ზე წარმოდგენილია ზომების მიხედვით დამზადებული ხიდგამდები.



ფიგ. IV. 2. – ხიდგამდების მოდელის საერთო ხედი

ექსპერიმენტული კვლევების დაგეგმვის დროს განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო გასაშლელი ხიდის მოდელის ფუნქციონალურ და განსაკუთრებით კინემატიკურ შესაბამისობას რეალურ 48-მეტრიან კონსტრუქციასთან.

მოდელში ხიდის მთლიანი სიგრძე შეადგენს 4873,05 მმ-ს (ფიგ. IV.3).

მოდელი შედგება აღმაგალი 1 და დაღმაგალი 2 პანტოგრაფებისაგან (ფიგ. IV.4).

პანტოგრაფებისაგან შედგენილია ორი ლიანდა 3. თითოეული პანტოგრაფის განივკვეთია 50 მმ. x 18 მმ. ისინი დამზადებულია მაღალი სიმტკიცის ალუმინის შენაღობისაგან. თითო ლიანდაში გრძივად გაერთიანებულია ხუთი პანტოგრაფი. ცენტრალური კვანძი 4 განთავსებულია ცენტრალურ ლილვზე 5, რომელიც ფოლადისაა და მისი დიამეტრი შეადგენს $D=12$ მმ-ს. აღმაგალი და დაღმაგალი პანტოგრაფები, ერთმანეთის მიმართ ჯვარედინი განლაგებით ცენტრალური კვანძებით და ცენტრალური ლილვებით, არიან ურთიერთდაკავშირებული. პანტოგრაფების ბოლოები ურთიერთმონაცვლეობით, გრძივი მიმართულებით ერთმანეთს უკავშირდებიან პანტოგრაფების განაპირა კვანძებში გაყრილი ზედა

განივი ღეროებით 6 და ქვედა განივი ღეროებით 7. აღნიშნული ღეროები დამზადებულია ფოლადისაგან და მათი დიამეტრია $d=6$ მმ. მანძილი ზედა განივი ლილვისა და ქვედა განივი ლილვის ცენტრებს შორის არის 36 მმ.

ყოველი ლიანდის ორი პანტოგრაფი ხისტად არის ჩამაგრებული 8 ცენტრალურ ლილვში. ლიანდის დანარჩენი სამი პანტოგრაფი კი მოძრავად უკავშირდება ლილვს. აღსანიშნავია, რომ ლიანდის განაპირა პანტოგრაფებს გააჩნიათ 24,25 მმ თაროები ხიდის სავალი ნაწილის სრული სიგანის 158,5 მმ-ს მისაღწევად [29].

პანტოგრაფები დამზადებულია მაღალი სიმტკიცის ალუმინის შენადნობისაგან. განივკვეთში თითოეული მათგანის ინერციის მომენტია $J=7,5$ სმ³, ხოლო ერთდროულად ათივე პანტოგრაფის ინერციის მომენტო შეადგენს $\Sigma J=75$ სმ³-ს. ალუმინის შენადნობის საერთო წონაა $\rho=2,700$ ტ/მ³, ხოლო მასალის პუასონის კოეფიციენტის $\mu=0,3$. რაც შეეხება ფართს, პანტოგრაფის განივკვეთის ფართი ერთი პანტოგრაფისათვის შეადგენს $F=9$ სმ², ხოლო მთლიანი ფართი ზედა სარტყელის განივკვეთისა არის $\Sigma F = 90$ სმ².

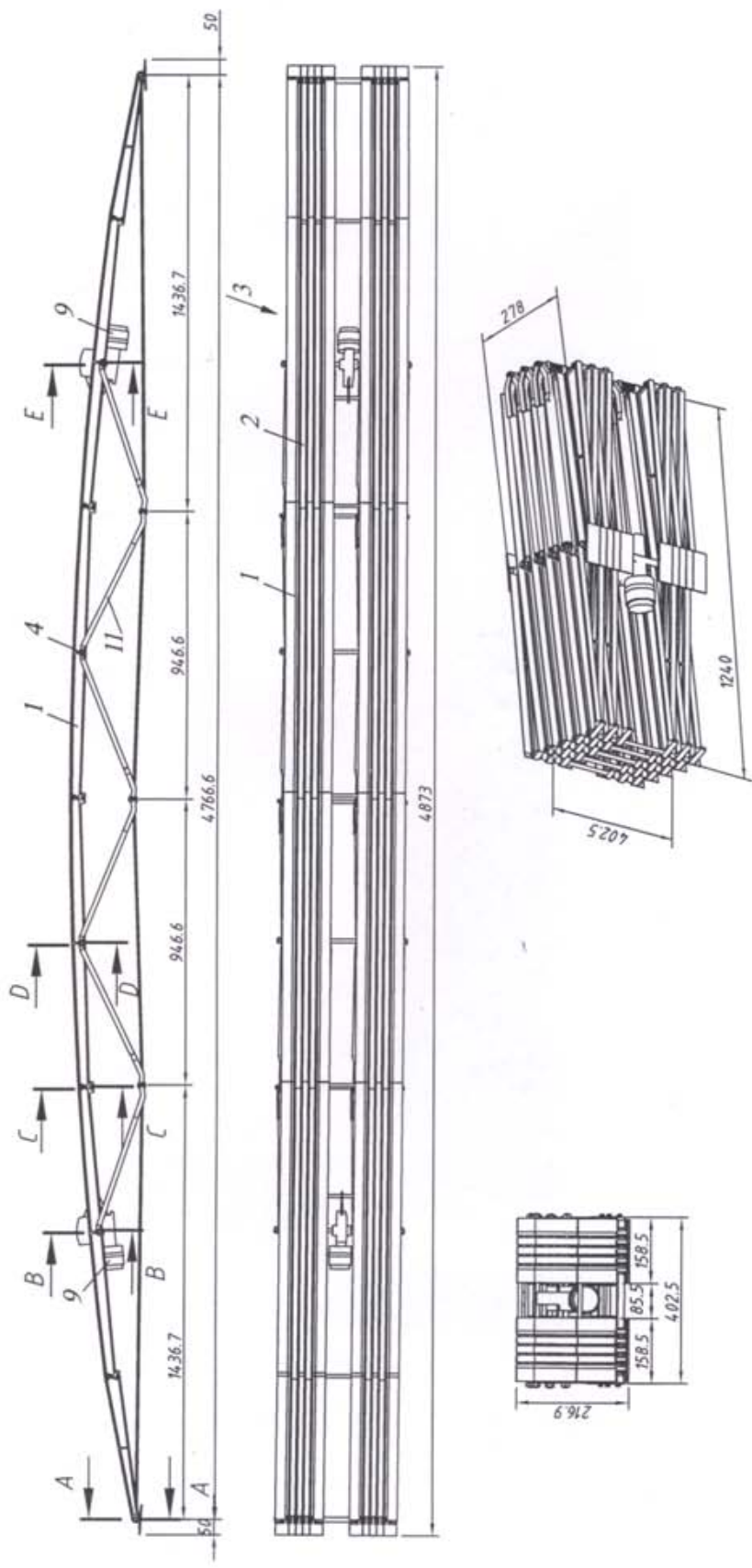
ლიანდებს შორის განთავსებული ხიდის მოდელის გამშლელ-დამკეცი მექანიზმი წარმოადგენს ელექტრო ამძრავს DP-09, პლანეტარული რედუქტორით, რომელზეც მორგებულია ჭიახრახნული რედუქტორი, რაც ქმნის პანტოგრაფების ურთიერთის მიმართ მობრუნების ერთიან მექანიზმს 9 (იხ. ფიგ. IV.4) და (ფიგ. IV.5).

ჭიახრახნული რედუქტორის ჭიაკბილანის ღერძი, ტორსიული გადაცემით დაკავშირებულია ცენტრალურ ლილვზე მოძრავად დამაგრებულ პანტოგრაფთან, ხოლო რედუქტორის კორპუსი, განმბრჯენით დამაგრებულია ბერკეტის მეორე მწკრივზე – უძრავ პანტოგრაფთან.

ყოველი მონაცვლე პანტოგრაფი, მაკრატლის პრინციპით, ერთმანეთის მიმართ ქმნიან წყვილ ძალას, რომელიც ბრუნვის ღერძზე წარმოქმნის მბრუნავ მომენტს.

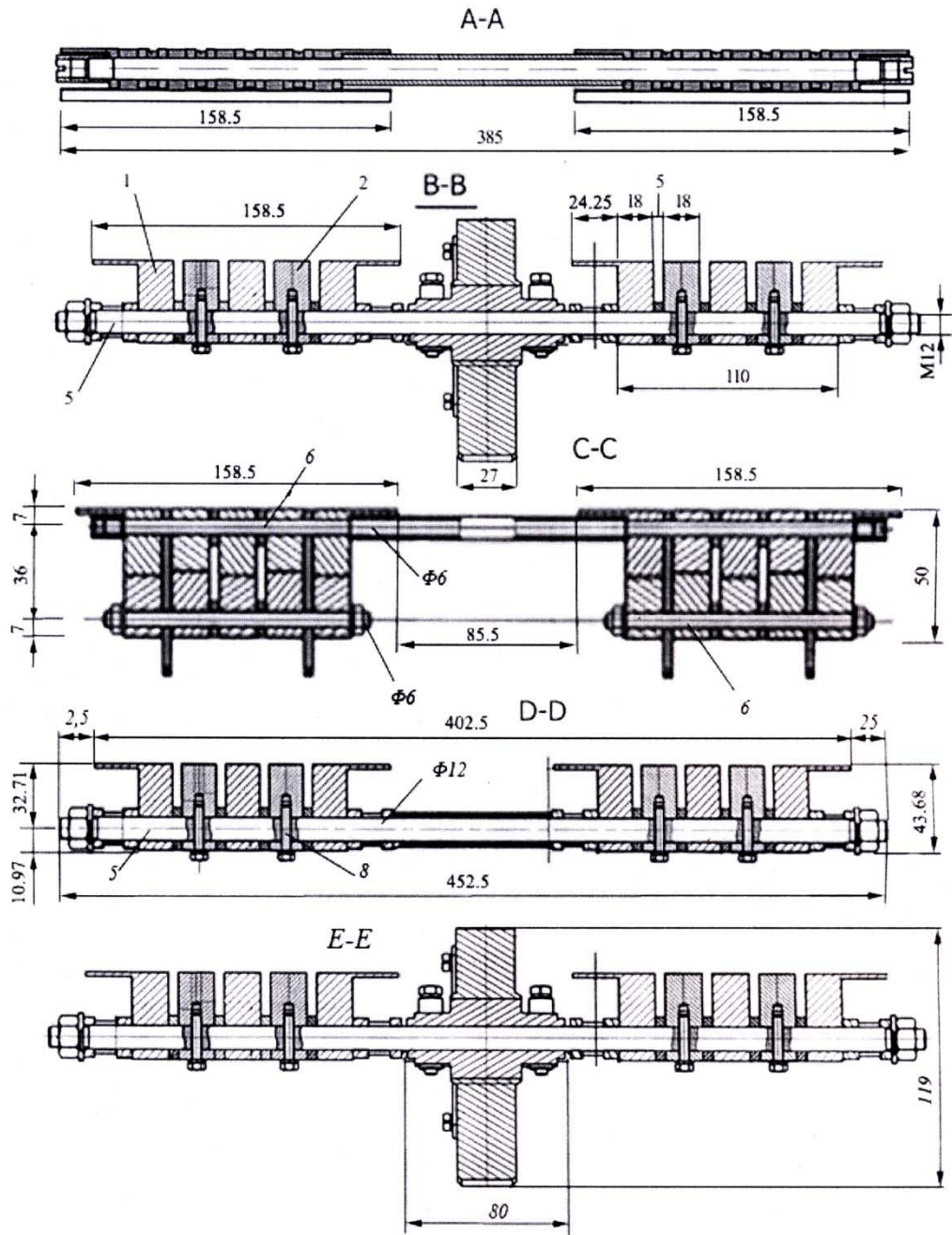
აღსანიშნავია, რომ ხიდი აღჭურვილია ორი გამშლელი მექანიზმით, რომლებიც, როგორც ორი მუშა სისტემა, გაერთიანებული

ერთ ძალოვან მექანიზმში მუშაობს იძულებითი სინქრონულობის რეჟიმში.



ფიგ. IV. 3. – ხიდის მოდელის კონსტრუქცია:

- ა) მოდელის გეგმადხედი; ბ) მოდელის ზედახედი და ხიდის მოდელის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტი;
- გ) მოდელის წინხედი.



ფიგ. IV. 4. – ხიდის მოდელის ზედა კომბინირებული სარტყელის
ჭრილები

ფიგ. IV. 3-ის მიხედვით.



ფიგ. IV.5. - ხიდის გამშლელ-დამკეცავი ერთიანი ელექტრო ამბრავიანი მექანიზმი რედუქტორებით

მოდელში ასევე არის მოწყობილი პანტოგრაფების საპროექტო მდგომარეობაში ყოფნის დროს ზედა და ქვედა ღერძების ჩამკეტები 10 (იხ. ფიგ. IV.4), რომლებიც ხიდის ფიქსირებული საპროექტო მდგომარეობის დროს აერთიანებს – კეტავს ზედა და ქვედა განივ ლილვებს.

გარდა ზედა კომბინირებული სარტყელისა, მოდელში, რეალური კონსტრუქციის პროექტის პრინციპებთან მაქსიმალური მსგავსებით (ფიგ. IV.6) დაპროექტდა ირიბნები 11, რომლებიც ზედა სარტყელის ცენტრალურ ლილვზეა ერთი ბოლოთი დამაგრებული, ხოლო მეორე ბოლოთი კი ემაგრება ქვედა სარტყელის კვანძების განივ ღერძს 12 (იხ. ფიგ. IV.3).

ირიბნები დამზადებულია ფოლადის შენადნობისაგან.

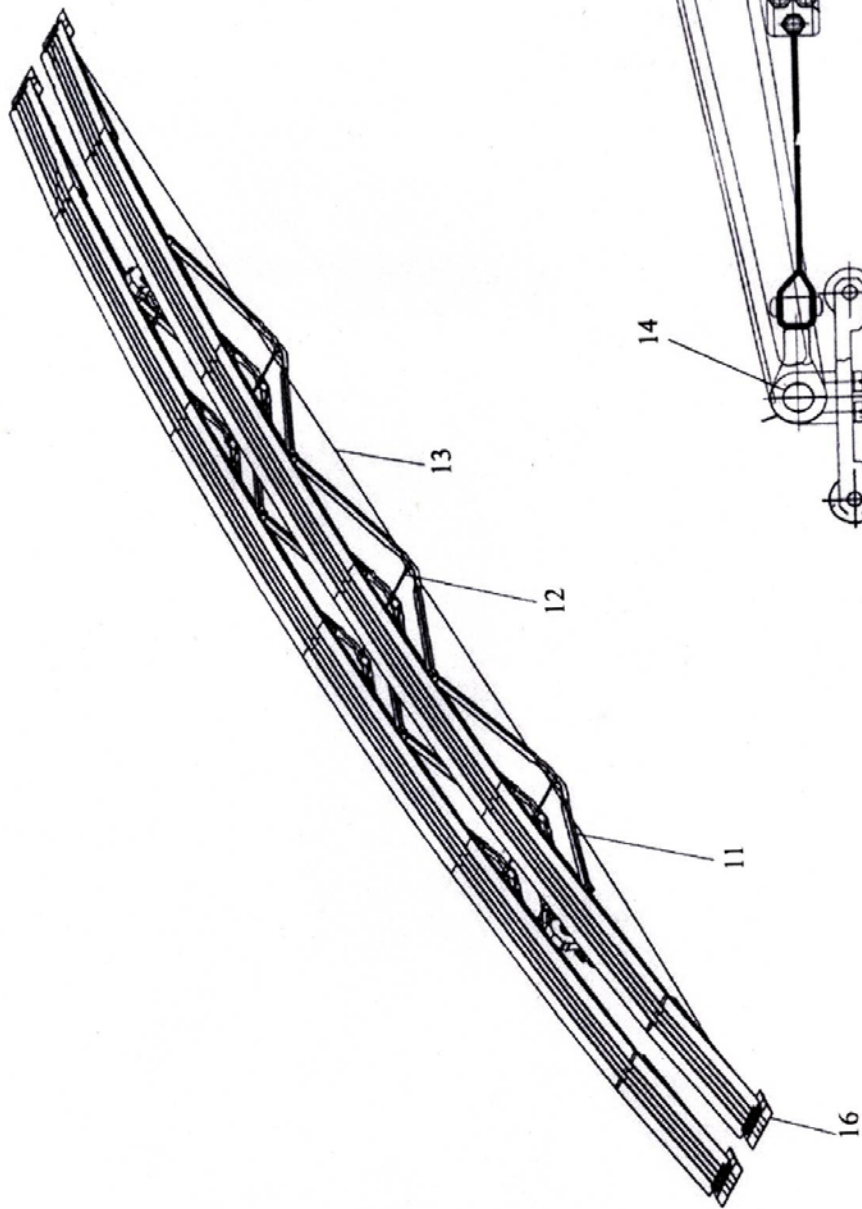
რაც შეეხება ქვედა დაძაბულ, მოქნილ სარტყელებს 13, ისინი განაპირებზე ემაგრებიან განაპირა ცენტრალურ ლილვებზე განთავსებულ წამოსაცმელებს 14, ხოლო შუალედურ კვანძებში უძრავად ფიქსირდებიან ქვედა სარტყელის განივ ღეროებთან. ქვედა სარტყელებს გააჩნიათ სიგრძის მარეგულირებელი მოწყობილობა 15 (ფიგ. IV.7).



ფიგ. IV.6. - ხიდის მოდელის ფრაგმენტი ზედა კომბინირებული სარტყელის ურთიერთკავშირების, ირიბნების, ქვედა სარტყელის განვი ღეროების და მოქნილი ქვედა სარტყელის ჩვენებით.

ქვედა მოქნილი სარტყელები დამზადებულია მაღალი სინტეზის ბაგირებისაგან, რომელთა გაწვევების ძაბვა შეადგენს 14000 კგ/სმ².

სისტემა აღჭურვილია განაპირა ცენტრალურ ლილვებზე მოწყობილ, მობრუნების საშუალების მქონე ხიდის საყრდენი საბჯენებით 16, რომელთაგან ერთი უძრავად ეყრდნობა დაბრკოლებას ნაპირზე, მეორე კი გადაადგილდება დასაყრდნობი ზედაპირის მიმართ. ამის აუცილებლობა განპირობებულია იმისათვის, რომ, ხიდის მოდელის ორივე ნაპირზე დაყრდნობის შემდეგ, მას გააჩნდეს საშუალება ქვედა სარტყელის გაჭიმვისა და ზედა სარტყელის სრულად ჩაკეტვისა, რაც, როგორც წესი, ქვედა საყრდენის გადაადგილებით მიიღწევა (ფიგ. IV.8). აქვეა ნაჩვენები მოდელის ზედა სარტყელის ცენტრალური კვანძის, პანტოგრაფების განაპირა კვანძების და ქვედა სარტყელის კვანძის რეალური, მოდელში არსებული გადაწყვეტები.

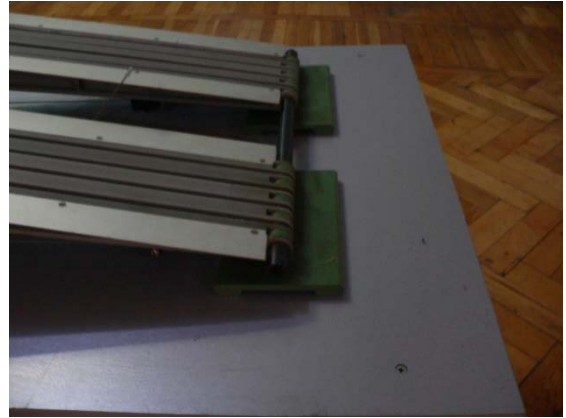


а)

б)



ა)



ბ)

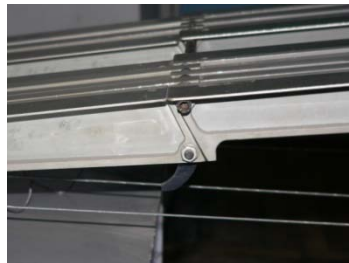


გ)



დ)

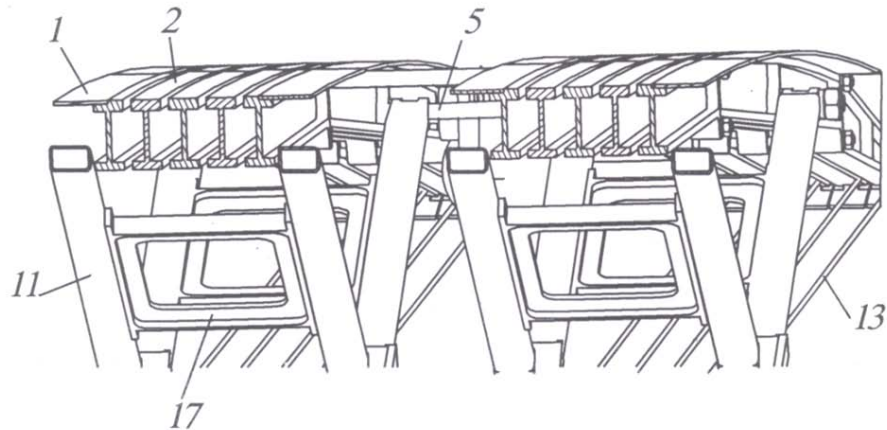
ე)



ფიგ. IV. 8. – მოდელის სხვადასხვა კვანძები

ა) საყრდენი მოძრავი კვანძი; ბ) საყრდენი უძრავი კვანძი; გ) ცენტრალურ ლილვზე ირიბნების ჩამაგრების კვანძი; დ) ცენტრალურ ლილვზე განაპირა ირიბნების ჩამაგრების კვანძი; ე) პანტოგრაფების ბოლოების ურთიერთდაკავშირების კვანძი; ვ) პანტოგრაფების ბოლოების ურთიერთდაკავშირების განაპირა კვანძი; ზ) ქვედა სარტყელის კვანძი.

რაც შეეხება ზედა სარტყელში განთავსებულ პანტოგრაფებს, კვანძიდან კვანძამდე მათ აქვთ ორტესებრი ფორმის განივკვეთი. ამასთან, ირიბნები ერთიანდებიან ჩარჩოსებრი კავშირებით 17 (ფიგ.IV.9).



ფიგ. IV. 9. – ხიდის მოდელის ჭრილის აქსიონომეტრიული ფრაგმენტი

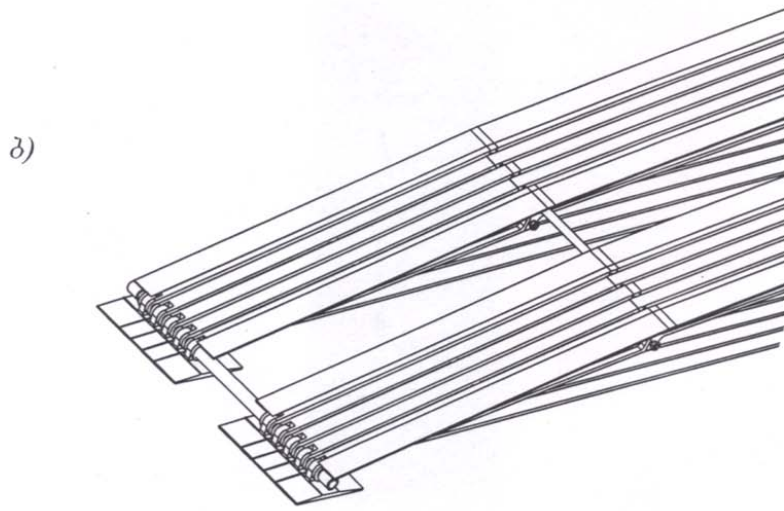
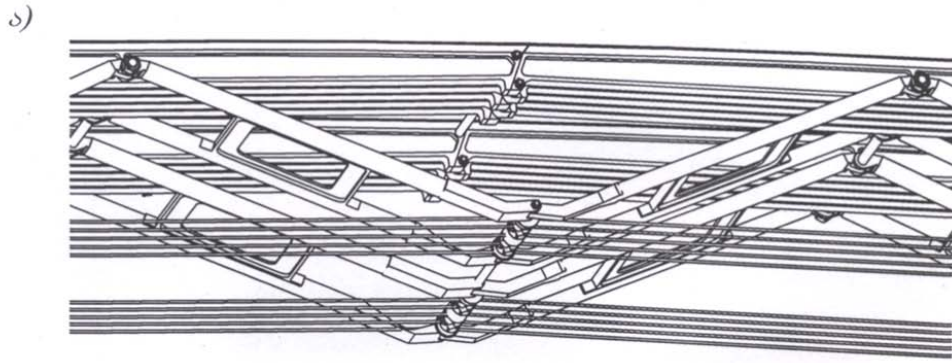
მიუხედავად ასეთი საწყისი პირობებისა მოდელის კონსტრუირების მხრივ, სტატიკურ დატვირთვებზე, მაგრამ არა კონსტრუქციის რღვევის სტდიაში, ჩატარდა კვლევები, რომელმაც შემდეგი შედეგები აჩვენა:

1. ძალები კონსტრუქციის ზედა და ქვედა ლილვებში, დატვირთვების პირველ ეტაპზე, სანამ მოხდება კვანძებში არსებული უზუსტობების და ტექნოლოგიური “ლუფების” შევსება, ნაწილობრივ განსხვავდება თეორიული შედეგებისაგან.

თეორიული შედეგები, შესაბამის დატვირთვაზე, მიღებული იყო კონსტრუქციის მოდელის სივრცითი სქემის გაანგარიშებით პროგრამა “Lira-2000”-ით.

დატვირთვის შემდეგ ეტაპზე სარტყელებში აღძრული ძალების მნიშვნელობები თეორიულ შედეგებთან 7%÷3%-ით განსხვავდება, რაც სრულიად მისაღებია.

2. განსხვავებული შედეგები მიღებულია და გაანგარიშებულ იქნა ხიდის მოდელის ქვედა მოქნილი დერძებიანი სარტყელის მუშაობის შესწავლისას (ფიგ. IV.10).



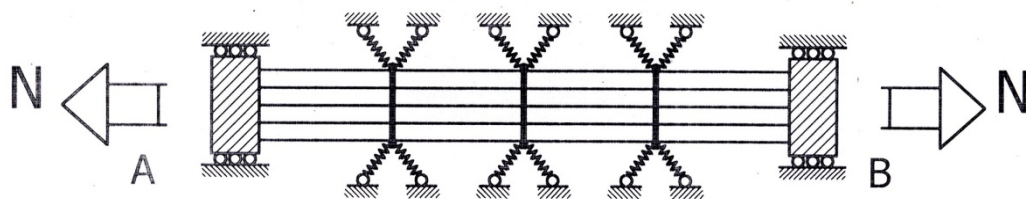
ფიგ. IV. 10. – ხიდის მოდელის ქვედა სარტყელის განთავსების სქემები, შემდგარი ხუთ-ხუთი მაღალი სიმტკიცის ფოლადის ბაგირებისაგან.

ა) ქვედა სარტყელის ხედი შუალედურ საყრდენებს შორის; ბ) ქვედა სარტყელის ჩამაგრება განაპირა კვანძებში.

ხიდის მოდელის ერთი ლიანდის ქვედა სარტყელი წარმოადგენდა გრძივად განთავსებულ ხუთ მაღალი სიმტკიცის ბაგირს. თითოეული ბაგირის დიამეტრია $D = 3$ მმ. როგორც ითქვა, ბაგირები განაპირებზე ჩაბმულია განაპირა განივ ლილვებთან, ხოლო შუალედებში, ქვედა კვანძის განივ ღეროებთან (ფიგ. IV.11).

ეს ღეროები სივრცეში ფიქსირდება შუალედური განივი საყრდენებით, რომლის ბოლოები ჩამაგრებულია ირიბნების ბოლოებთან. თავისთავად ირიბნები, რომლებიც სხვადასხვა სიგრძისაა, სხვადასხვა ძაღვებს ითვისებენ და ასევე ისინი განიცდიან ხიდის სავალი ნაწილიდან გადმოცემულ სხვადასხვა გადაადგილებებს. განივი ღეროები სივრცეში, მაღალი სიმტკიცის ბაგირებთან შედარებით, უფრო

დეფორმირებადია, ამიტომ აღნიშნული ბაგირები შეიძლება, სხვა ელემენტებთან შედარებით, უფრო დამყოლ საყრდენებზე ჩამაგრებულად განვიხილოთ.



ფიგ. IV. 11 – ქვედა სარტყელის ხუთბაგირიანი ჩამაგრების საანგარიშო სქემა

რაც შეეხება ქვედა სარტყელის ფიქსაციას ბოლოებში, იგი მაღალი სიხისტის საყრდენებად შეიძლება განვიხილოთ. ქვედა სარტყელის მოქნილი ღეროები ჩამაგრებულია ლილვზე, სადაც, ასევე მასიური, ღუნვა-კუმშვაზე მომუშავე, პანტოგრაფების ბოლოებია ჩამაგრებული. აღნიშნულმა საყრდენებმა A – A, შეიძლება განიცადოს გადატანითი მოძრაობა ხიდის ღიანდების გრძივად, რაც გამოწვეულია ზედა სარტყელის გრძივი დეფორმაციებით.

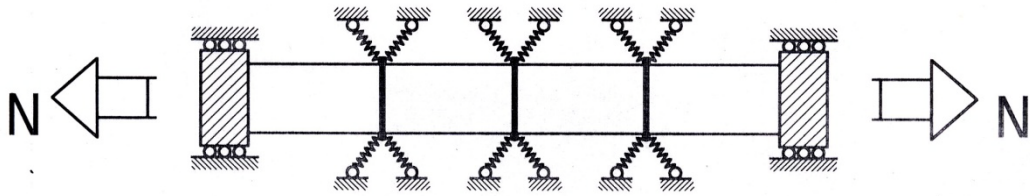
ასეთ ვითარებაში გვაქვს სქემა ქვედა სარტყელის შემადგენელი ბაგირების ჩამაგრებისა ხისტ ბლოკებში A და B.

როგორც ექსპერიმენტმა აჩვენა, გართულებულია ბაგირების სრული სიგრძეების ისე შერჩევა ქვედა სარტყელებში, რომ ყველა მათგანში ერთნაირი სიდიდის ძალები წარმოიქმნას და თითოეულში შეადგინოს $\frac{N}{5}$.

მიუხედავად საპროექტო სიგრძეების მრავალეტაპიანი შერჩევისა, ექსპერიმენტით ქვედა სარტყელის ბაგირებში ძალების ცვალებადობა 35%-მდე სხვაობით დაფიქსირდა. ეს გამოიწვია იმან, რომ ერთ ხისტ A ან B დისკში მრავალი, ჩვენს შემთხვევაში 5, ბაგირი მაგრდება, რომელთა საწყისი სიგრძეების დიდი სიზუსტით ერთმანეთის მიმართ ტოლობა ძნელად მისაღწევი აღმოჩნდა [30] [31].

მეორე მხრივ, შუალედური საყრდენების სხვადასხვა სიდიდეებით დეფორმაციები, ასევე განაპირობებენ ძალების არათანაბარი გადანაწილებას ბაგირებში.

მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება და ექსპერიმენტის პროცესშივე მოხდა ქვედა სარტყელის სქემის ცვლილება (ფიგ. IV. 12).



ფიგ. IV. 12. – ქვედა სარტყელის ორბაგირიანი ჩამაგრების სქემა.

ბაგირების რაოდენობის შეცვლამ, 5-დან 2-მდე, განაპირობა სტაბილური სურათი ქვედა სარტყელის მიერ ათვისებული ძალების თანაფარდობისა.

ამ პრინციპით მოხდა საბოლოო სახით ცალკეული ლიანდის ქვედა სარტყელში ორი ბაგირის მოწყობა (იხ. ფიგ. IV.6).

ხიდის მოდელის მთლიანმა წონამ, დამატებით მოწყობილობებით, მექანიკური კვანძებით და სხვა დამატებითი ელემენტებით, შეადგინა 58,725 კგ. აღნიშნული წონა თანაბარი ტვირთის სახით $q = 12,23$ კგ/მ გადანაწილდება ხიდის გრძივად.

ექსპერიმენტისათვის დადგინდა, მისი დამზადებისათვის გამოყენებული ცალკეული კონსტრუქციული მასალის დრეკადობის მოდული, რამაც შეადგინა: ალუმინის შენადნობისაგან დამზადებული ზედა სარტყელისათვის - $E = 710000$ კგ/სმ²; ირიბნების, ცენტრალური ლილვების, განივი ლილვების და განივი ღეროებისათვის, რომლებიც დამზადებულია ფოლადის შენადნობებისაგან - $E = 2\ 100\ 000$ კგ/სმ²; მაღალი სიმტკიცის ფოლადის ტროსები - $E = 1\ 800\ 000$ კგ/სმ². მოქნილღეროებიანი, ბაგიროვანი ქვედა სარტყელის განივკვეთის ჯამურმა ფართმა შეადგინა $\Sigma F = 70,69$ სმ².

განისაზღვრა საანგარიშო წონადობები: ალუმინის შენადნობებისათვის $R_{საანგარიშო} = 1750$ კგ/სმ²; ფოლადის შენადნობებისათვის $R_{საანგარიშო} = 2100$ კგ/სმ² და მაღალი სიმტკიცის ფოლადისათვის $R_{საანგარიშო} = 10000$ კგ/სმ².

განაპირა პანტოგრაფების თაროები, არც ექსპერიმენტში და არც თეორიულ გათვლებში არ იქნა გათვალისწინებული.

**IV. 2. ხიდის მოდელის კონსტრუქციული სტრუქტურის
დაძაბულ-დეფორმაციული სურათი სტატიკური
დატვირთვის პირობებში.**

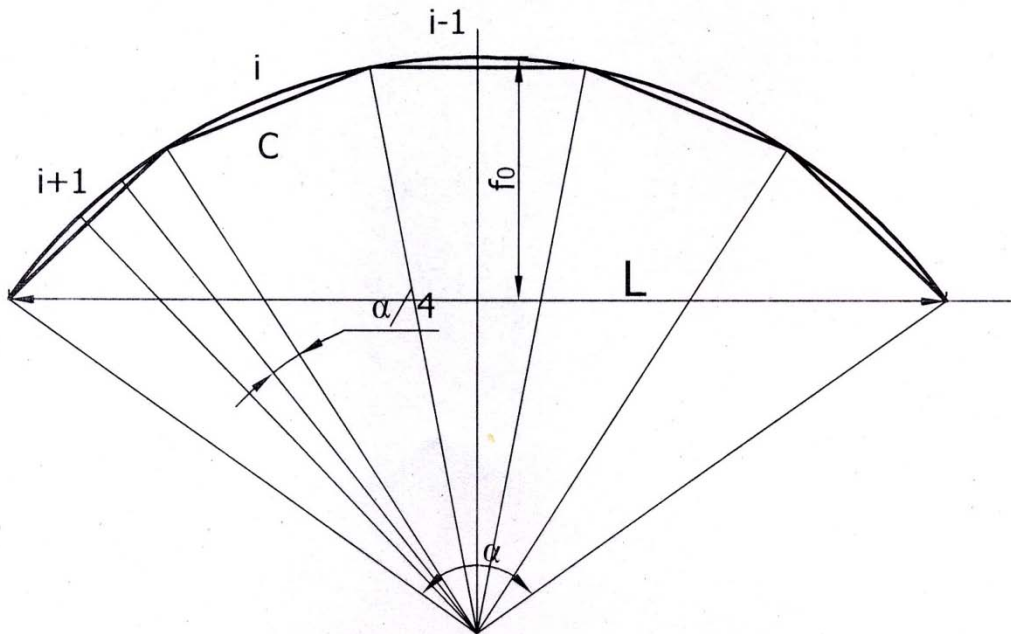
კონსტრუქციული მოდელის აგება მოხდა, ელემენტების განივკვეთების და სიგრძეების პროპორციული შემცირებით, რეალურ, 48-მეტრიან ხიდის კონსტრუქციასთან შედარებით. ეს იმიტომ გაკეთდა, რომ რეალურად შეფასებულიყო კონსტრუქციის საექსპლოატაციო თვისებების შენარჩუნებისათვის აუცილებელი კვანძების საერთო მუშაობის სურათი და სისტემის კინემატიკა. ამდენად, კონსტრუქციის მოდელში დაცული არ არის გეომეტრიული მსგავსება რეალურ კონსტრუქციასთან. ამის გამო მოდელის კონსტრუქციის ელემენტების მზიდუნარიანობის ურთიერთფარდობა, რომელიც 48-მეტრიან კონსტრუქციაში თითქმის 1,2-ს უახლოვდება, მოცემულ გადაწყვეტაში 7÷12-ის ტოლია.

გარდა ამისა, მოცემულ ექსპერიმენტში უპირველესი და გადამწყვეტი მნიშვნელობა ქონდა ზედა სარტყელის კინეტიკურ ანალიზს, რაც საბოლოო ჯამში მისი სრული გაშლის და ჩამკეტების ამოქმედებით ტრანსფორმაციის საექსპლოატაციო ფორმის ფიქსაციით უნდა დამთავრებულიყო. გამომდინარე ამ მოთხოვნებიდან აქცენტი გაკეთდა მოდელსა და რეალურ კონსტრუქციას შორის პროპორციების დაცვის მხრივ.

**IV. 2. 1. გასაშლელი ხიდის, ზედა სარტყელის განზოგადოებული
გეომეტრიული პარამეტრები.**

გასაშლელი საიერიშო ხიდის ზედა სარტყელის წრიული, ან წრეზე განთავსებული ტეხილი მოხაზულობა, უნდა განისაზღვროს ზედა სარტყელის ცენტრალური კვანძების ცენტრზე გამავალი წრეხაზით, რომლის რადიუსი არის R . რაც შეეხება ხიდის საანგარიშო მალს L -ს, იგი აიღება ტოლი განაპირა ცენტრალური კვანძების ცენტრებს შორის მანძილისა. რაც შეეხება ზედა სარტყელის აწვევის ისარს – f_0 , იგი წარმოადგენს მაქსიმალური მანძილის განაპირა

ცენტრალურ კვანძებს - შემაერთებელი ხაზიდან ზედა სარტყელის სიმეტრიის ღერძის წრესაზის მოხაზულობამდე (ფიგ. IV.13).



ფიგ. IV. 13. - საწყისი საანგარიშო პარამეტრების გეომეტრიული სქემა.

$$\text{წრის რადიუსი } R = 0,5 f_0 + 0,125 \frac{L^2}{f_0} \quad (\text{IV.1})$$

L და f_0 განსაზღვრული წრესაზის სიგრძე დავეოთ n ტოლ ნაწილად და შევაერთოდ წრესაზის ცენტრთან - O -სთან, n ნაწილად დაეოფილი წრესაზის მონაკვეთები შესაბამისად ავლნიშნოდ c -თი. ასეთი გეომეტრიის პირობიდან -

$$\sin \frac{n\alpha}{2} = \frac{0,5L}{R} \quad (\text{IV.2})$$

$$\frac{n}{2} \alpha = \text{arc sin} \frac{n\alpha}{2} \quad (\text{IV.3})$$

$$c = 2R \cdot \sin 0,5\alpha \quad (\text{IV.4})$$

ახლა განვიხილოთ ფიგ. IV.14.

რადიუსის მართობსა და პანტოგრაფის ბერკეტის ქვედა დაბოლოებას შორის მდებარე კუთხე - γ , წინასწარი პირობით არ შეიძლება იყოს უარყოფითი მნიშვნელობის.

$$\gamma \geq 0 \quad (\text{IV.5})$$

მისი სიდიდე კონსტრუქციული პირობით შეირჩევა. რაც უფრო მეტია γ -ს დადებითი მნიშვნელობა, მით უფრო მაღალია განიგკვეთის სიმაღლე ზედა კომბინირებული სარტყელისა. თავისთავად ასეთი პირობა აუმჯობესებს კონსტრუქციის საერთო მუშაობას, მაგრამ ხიდის

დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის მაქსიმალური სიმაღლიდან გამომდინარე γ ცვალებადობს $0,6^{\circ}-1,2^{\circ}$ შორის. ყველა შემთხვევაში γ -ს სიდიდე განსაზღვრულია და იგი წინასწარ ცნობილ პარამეტრების ჯგუფს მიეკუთვნება.

$$\Delta O_1KN - \text{დან} \quad < O_1NK = 90^{\circ} - \gamma; \quad \text{ასევე}$$

$$\Delta OO_1K - \text{დან} \quad < O_1KN = 90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}; \quad \text{რაც შეეხება } \Delta O_1KN - \text{ში}$$

$$< KO_1N \quad \text{იგი ტოლია } 180^{\circ} - (90^{\circ} - \gamma) - \left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}\right); \quad \text{ბ. ი. } < K_1ON = \frac{\alpha}{2} + \gamma$$

სინუსების თეორემით ΔO_1KN -ში შეიძლება დაიწეროს:

$$\begin{aligned} \frac{O_1K}{\sin(90^{\circ} - \gamma)} &= \frac{O_1N}{\sin\left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}\right)} \quad \text{ეს იგივეა, რაც} \quad \frac{C}{2 \sin(90^{\circ} - \gamma)} \\ &= \frac{\ell_2}{\sin\left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}\right)} \end{aligned}$$

ამ ტოლობაში უცნობია ℓ_2 .

$$\ell_2 = \frac{c \cdot \sin\left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}\right)}{2 \cdot \sin(90^{\circ} - \gamma)} \quad (IV. 6)$$

აქვე დავწეროთ მეორე ტოლობა სინუსების თეორემით:

$$\begin{aligned} \frac{O_1N}{\sin\left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}\right)} &= \frac{KN}{\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \gamma\right)} \quad \text{ეს იგივეა, რაც} \quad \frac{\ell_2}{\sin\left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}\right)} \\ &= \frac{h_2}{\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \gamma\right)} \end{aligned}$$

სადაც უცნობია h_2 .

$$h_2 = \frac{\ell_2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2} + \gamma\right)}{\sin\left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2}\right)} \quad (IV. 7)$$

განვიხილოთ ΔO_1MK და სინუსებით თეორიის მიხედვით ჩავწეროთ:

$$\begin{aligned} \frac{O_1M}{\sin\left(90^{\circ} + \frac{\alpha}{2}\right)} &= \frac{0,5c}{\sin(90^{\circ} - \alpha - \gamma)} \quad \text{ეს იგივეა, რაც} \quad \frac{\ell_1}{\sin\left(90^{\circ} + \frac{\alpha}{2}\right)} \\ &= \frac{0,5c}{\sin(90^{\circ} - \alpha - \gamma)} \end{aligned}$$

$$\ell_1 = \frac{c \cdot \sin\left(90^\circ + \frac{\alpha}{2}\right)}{2 \cdot \sin(90^\circ - \alpha - \gamma)} \quad (IV.8)$$

ასევე ΔO_1MK -დან სინუსების თეორემის მიხედვით ჩაიწერება:

$$\frac{MK}{\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \gamma\right)} = \frac{O, M}{\sin\left(90^\circ + \frac{\alpha}{2}\right)} \quad \frac{h_1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \gamma\right)} = \frac{\ell_1}{\sin\left(90^\circ + \frac{\alpha}{2}\right)}$$

აქ უცნობია h_1 .

$$h_1 = \frac{\ell \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2} + \gamma\right)}{\sin\left(90^\circ + \frac{\alpha}{2}\right)} \quad (IV.9)$$

შესაბამისად –

$$h = h_1 + h_2 \quad (IV.10) \quad \text{და} \quad \ell = \ell_1 + \ell_2 \quad (IV.11)$$

მოცემული სქემის მიხედვით, ასევე შეიძლება განისაზღვროს O^1O_1 , ამისათვის განვიხილოთ $\angle FOO_1$ და $\angle O^1EO_1$ - ისინი ტოლებია, რადგან ერთმანეთის შესაბამისი გვერდები, ურთიერთის მიმართ მართკუთხა განლაგებისაა, ამიტომ:

$$\angle FOO_1 = \angle O^1EO_1 = \frac{\alpha}{4}$$

ამდენად

$$O^1O_1 = \frac{c}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} \quad (IV.12)$$

რაც შეეხება $O_1; M; N$ და K განზოგადოებულ მდებარეობას სიბრტყეზე, სექციების მიხედვით იგი კოორდინატთა სისტემაში OX და OY ღერძების მიმართ შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$X_{Mi} = R_M \sin\left[\frac{\alpha}{2}(i-1)\right] \quad (IV.13)$$

$$Y_{Mi} = R_M \cos\left[\frac{\alpha}{2}(i-1)\right]$$

$$\text{სადაც } R_M = R + KM \quad (IV.14)$$

$$X_{ki} = R \sin\left[\frac{\alpha}{2}(i-1)\right]$$

$$Y_{ki} = R \cos\left[\frac{\alpha}{2}(i-1)\right] \quad (IV.15)$$

$$X_{Ni} = R_N \sin\left[\frac{\alpha}{2}(i-1)\right]$$

$$Y_{Ni} = R_N \cos\left[\frac{\alpha}{2}(i-1)\right] \quad (IV.16)$$

$$\text{სადაც } R_N = R - KN \quad (IV.17)$$

$$X_{O_1i} = R_{O_1} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} i \quad (IV.18)$$

$$Y_{O_1i} = R_{O_1} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} i$$

$$\text{სადაც } R_{O_1} = R - O^1O_1 \quad (IV.19)$$

წარმოდგენილი გაანგარიშების მიხედვით შეიძლება

განისაზღვროს განზოგადოებული პარამეტრების მქონე გასაშლელი, “დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით” აგებული ხიდის გეომეტრიული პარამეტრები. აღნიშნული მეთოდით გაანგარიშდა ხიდის მოდელის კონსტრუქციის გეომეტრიული პარამეტრები.

IV. 2. 2. ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესების ექსპერიმენტული კვლევა მუდმივი დატვირთვის ზემოქმედებისას.

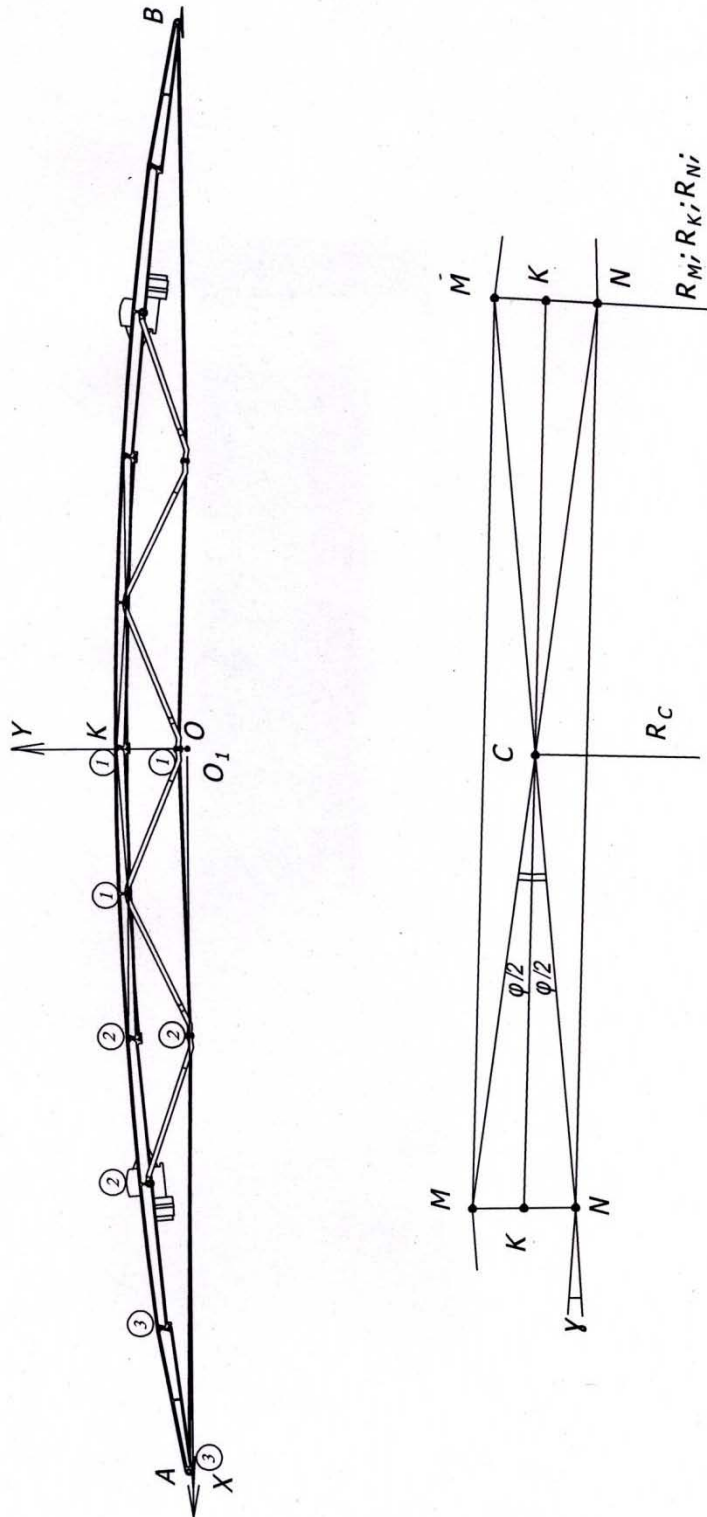
ტრანსფორმაციის პროცესების შესწავლისათვის, დასადგენია საცდელი მოდელისათვის იმ ძირითადი პარამეტრების შერჩევა, რომლებითაც ხიდის კონსტრუქცია ფორმათწარმოქმნის პროცესს ახორციელებს. ამდენად, ძირითადი პარამეტრები, ნაწილობრივ განსხვავდება საცდელი ხიდის იმ ძირითადი პარამეტრებისაგან, რომელიც მოდელის აღწერის დროს იქნა გამოყენებული. ამის მაგალითია ხიდის ზედა სარტყელი. მისი განიგვეთის სიმაღლე ზედა და ქვედა განივი ლილვების დონეზე შეადგენს 50 მმ., მაგრამ, როცა ვირჩევთ იმ გეომეტრიულ პარამეტრებს, რომლებიც ფორმათწარმოქმნის მახასიათებლებია, იგივე ზედა და ქვედა განივი ლილვების დონეზე არა პანტოგრაფების მიერ მიღწეული განიგვეთის სრული სიმაღლე, არამედ ზედა და ქვედა ლილვების სიმეტრიის დერძებს შორის მანძილი – 35,95მმ მიიღება.

ასეთი მიდგომით გასაშლელი ხიდის, გაშლილი მდგომარეობის, საბჯენებზე დაყრდნობილი ხიდის შემდეგი ძირითადი და ძირითადიდან წარმოებული პარამეტრებია (ფიგ. IV.15) –

ძირითადი პარამეტრები:

- ხიდის მალი $AB = L = 4766,64$ მმ;
- ხიდის ზედა სარტყელის აწევის საანგარიშო ისარი $OK = f_o = 182,73$ მმ;
- ხიდის ზედა სარტყელის აწევის ისარი ხიდის საყრდენების შემაერთებელი AB ხაზის დონიდან $O_1K = f = 198,96$ მმ;

- ხიდის ზედა და ქვედა განივკვეთების ცენტრებს შორის მანძილი $MN = h = 35,95$ მმ;
- ხიდის ზედა სარტყელის თითოეული ბლოკის სუგრძე $MM = 959,84$ მმ;
- ხიდის ქვედა სარტყელის თითოეული ბლოკის ქვედა დონის სიგრძე $NM = 957,53$ მმ;
- ხიდის თითოეულ ბლოკში, ტრაპეციაში დიაგონალების ურთიერთგადაკვეთის წერტილებში – C გადაერთებული ზედა ან ქვედა ხაზის MM -ის ან NN -ის პარალელური ხაზის KK მიერ შედგენილი კუთხე თითოეულ დიაგონალთან $\angle NCK$ და $\angle MCK$ ტოლია $0,5\varphi = 2,15^\circ$.
- MN მონაკვეთის მიმართ, N წერტილში, MN ხაზის მართობულად გავლებულ წირსა და ტრაპეციის დიაგონალს MC შორის კუთხე $\gamma = +0,63^\circ$.
- მონაკვეთის სიგრძე $MK = h_1 = 18,01$ მმ;
- მონაკვეთის სიგრძე $KM = h_2 = 17,94$ მმ;
- მონაკვეთის სიგრძე $MC = \ell_1 = 480,34$ მმ;
- მონაკვეთის სიგრძე $CN = \ell_2 = 479,18$ მმ;
- მონაკვეთის სიგრძე, რომელიც C წერტილზე გაივლის $MCN = \ell = 599,52$ მმ.



ფიგ. IV. 15. – ხიდის მოდელის სქემა და მისი ძირითადი და წარმოებული გეომეტრიული პარამეტრები

წარმოებული პარამეტრები:

- წრიული ზედა სარტყელის M წერტილზე გამავალი წრესაზის რადიუსი $R_M = 14992,9804$ მმ;
- წრიული ზედა სარტყელის K წერტილზე გამავალი წრესაზის რადიუსი $R_K = 14974,7499$ მმ;
- წრიული ზედა სარტყელის N წერტილზე გამავალი წრესაზის რადიუსი $R_N = 14956,9999$ მმ;
- წრიული ზედა სარტყელის C წერტილზე გამავალი წრესაზის რადიუსი $R_C = 14967,3020$ მმ;

რაც შეეხება მოდელის სხვადასხვა კვანძების კოორდინატებს, ისინი მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი IV.1 - მოდელის კვანძების კოორდინატები

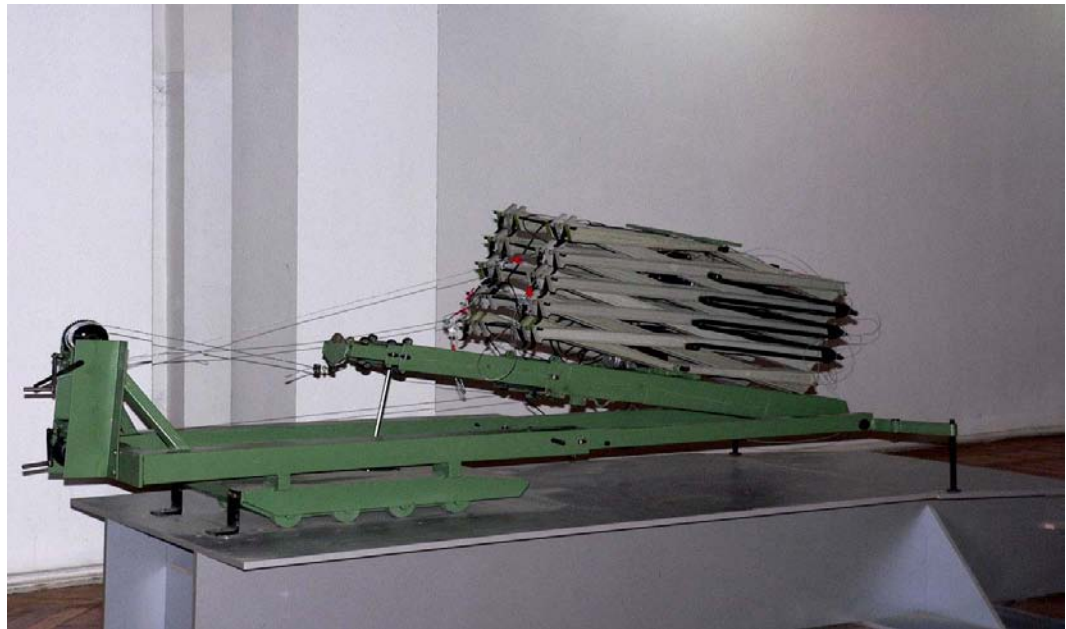
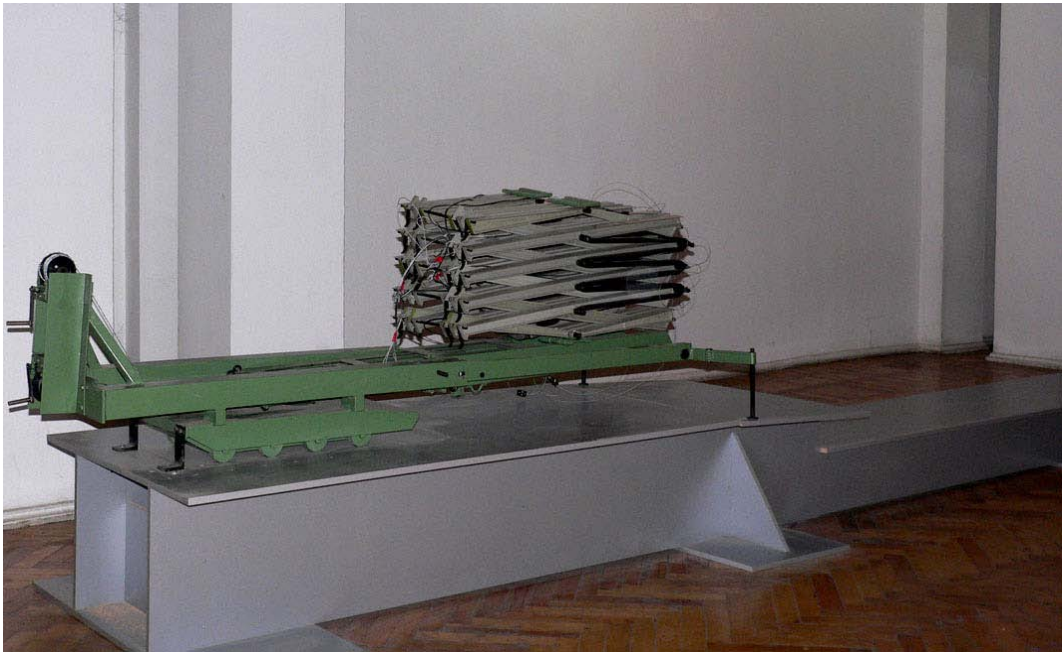
საკონტროლო წერტილები	X (მმ)	Y (მმ)
M ₁	2,78	200,88
N ₁	2,78	182,88
O ₁	0,00	0,00
C ₁	476,39	167,59
M ₂	956,73	170,31
N ₂	955,53	152,35
O ₂	946,65	30,34
C ₂	1432,80	106,42
M ₃	1912,32	78,39
N ₃	1907,73	42,69
A ₃	2383,32	15,83

აღნიშნულ პარამეტრებიანი გასაშლელი ხიდის მოდელი დაიკეცა სატრანსპორტო პაკეტის სახით და განთავსდა ხიდგამდებზე (ფიგ. IV.16). ასეთ მდგომარეობაში, ხიდგამდები ხიდით იკავებს საწყის პოზიციას გადასალახი წინააღმდეგობია ნაპირთან, მისი კიდესაგან წინასწარ განსაზღვრულ მანძილზე.



ფიგ. IV.16. - ხიდგამდები საწყის პოზიციაზე

ხიდგამდების ჩარჩოდან დაბრკოლების მიმართულებით გამოდის შიდა ჩარჩო მასზე დამაგრებული მზიდი ისრით და ხიდის კონსტრუქციით. გამოსაწევი შიდა ჩარჩო წინა მხრიდან აღჭურვილია საყრდენებით, რომლებიც ჩამოიწევიან და ხდება ხიდგამდების მზიდი ჩარჩოს დაყრდნობა გრუნტზე საყრდენებით (ფიგ. IV.17). ხიდგამდების ტელესკოპური მზიდი ისარი მასზე დამაგრებული დაკეცილი ხიდის კონსტრუქციით იწეებს ბრუნვას საყრდენი ღერძის გარშემო და წამოდგომას ვერტიკალურ მდგომარეობამდე. ვერტიკალური მდგომარეობაში მყოფი ჩაკეცილი ოთხსაფეხურიანი ტელესკოპური მზიდი ისარი ბოლომდე იშლება და აგრძელებს ბრუნვას საყრდენი ღერძის გარშემო. ამ მომენტიდან ხიდის დაკეცილი კონსტრუქცია თავისუფლად დაკიდებული ისარზე (ფიგ. IV.18.) და (ფიგ. IV.19).



ფიგ. IV. 18. - ტელესკოპური მზიდი ისარი იწყებს წამოდგომას

ვერტიკალური მდგომარეობის გავლის მომენტიდან მუშაობაში ერთვება შემაკავებელი – დამზღვევეი ბაგირები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ისრის უსაფრთხო გაშლას და დახრას (ფიგ. IV.19). ტელესკოპური მზიდი ისრის ბოლო აღწევს გადასალახი წინააღმდეგობის შუა წერტილს და ფიქსირდება ამ მდგომარეობაში. ამ მომენტიდან დაკეცილი ხიდის პაკეტი მზადაა გასაშლელად (ფიგ. IV.20. და ფიგ. IV.21). ირთვება ელექტრო ძრავები და ხიდის კონსტრუქცია

იწყებს გაშლას. ბაგირის ჩაბმის წერტილის გარშემო კონსტრუქციის რხევების და ჰორიზონტალურ სიბრტყეში მობრუნების თავიდან ასაცილებლად კონსტრუქციის მეორე და მეოთხე სახსრებში ჩაბმულია დამატებითი მასინქრონიზებელი ბაგირები, რომელთა მეშვეობით ხდება გაშლის პროცესის კონტროლირება და კორექტირება (ფიგ. IV.22) და (ფიგ. IV.23). გაშლილი ხიდის კონსტრუქცია თავისი ბოლოებით ეხება ნაპირებს, მაგრამ მისი წონის ძირითად ნაწილს ჯერ კიდევ მზიდი ისარი აღიქვამს (ფიგ. IV.24). ხდება ნაპირებზე ნაწილობრივ დაყრდნობილ ხიდის სახსრების ჩაკეცვა და ხიდის ქვედა სარტყელის ბაგირების მოჭიმვა (ფიგ. IV.25). ხდება ხიდის მზიდი ბაგირის მოშვება და ჩახსნა. ხიდი მთლიანად აღიქვამს საკუთარ წონას, მოყვანილია საექსპლოატაციო – მუშა მდგომარეობაში (ფიგ. IV.26) და შესაძლებელია მოდელის გამოცდა შესაბამის დატვირთვებზე, რისთვისაც თვით ხიდგამდები გამოიყენება.



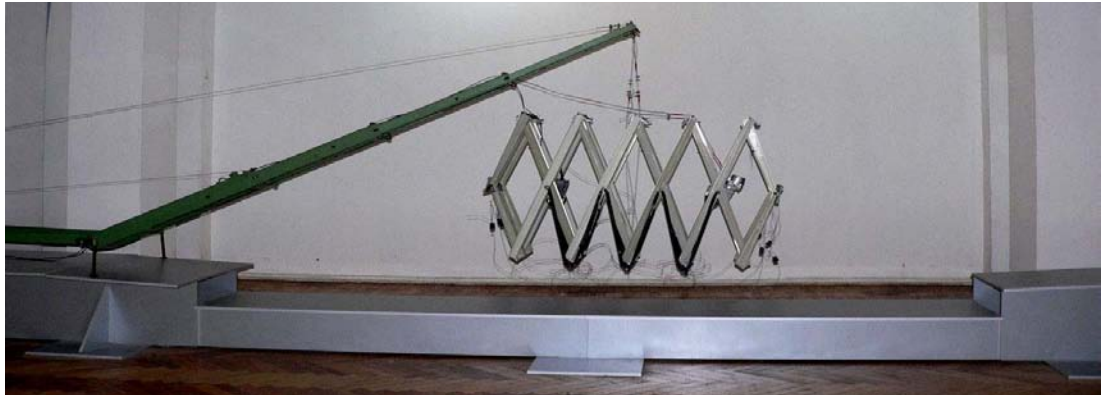
ფიგ. IV.19. - ტელესკოპური მზიდი ისარი ვერტიკალურ მდგომარეობაში



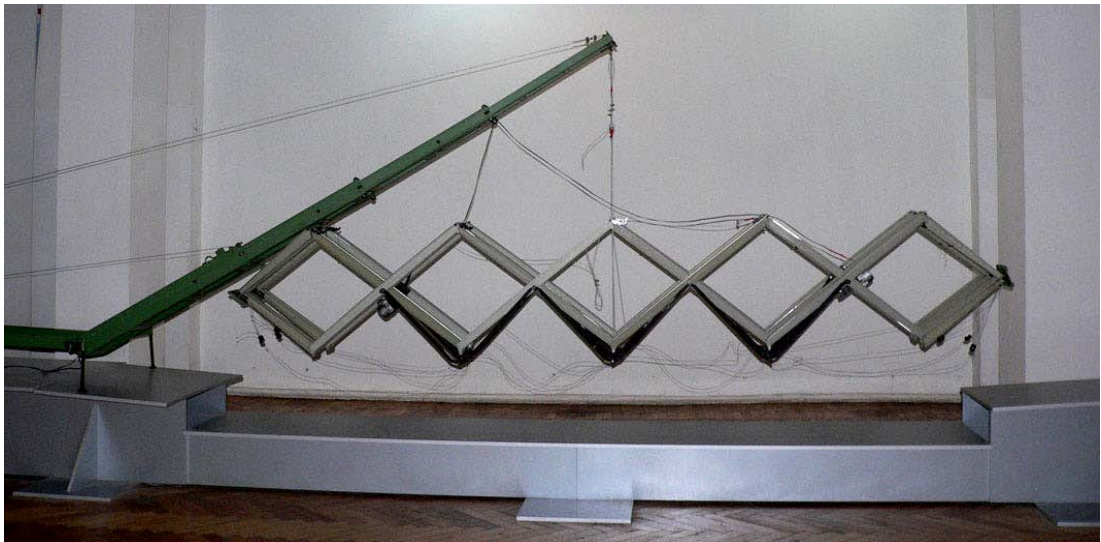
ფიგ. IV.20 - დაკეცილი ხიდის პაკეტის გადაადგილება წინააღმდეგობის ცენტრისკენ



ფიგ. IV.21. - დაკეცილი ხიდის მოდელის პაკეტი წინააღმდეგობის ცენტრში



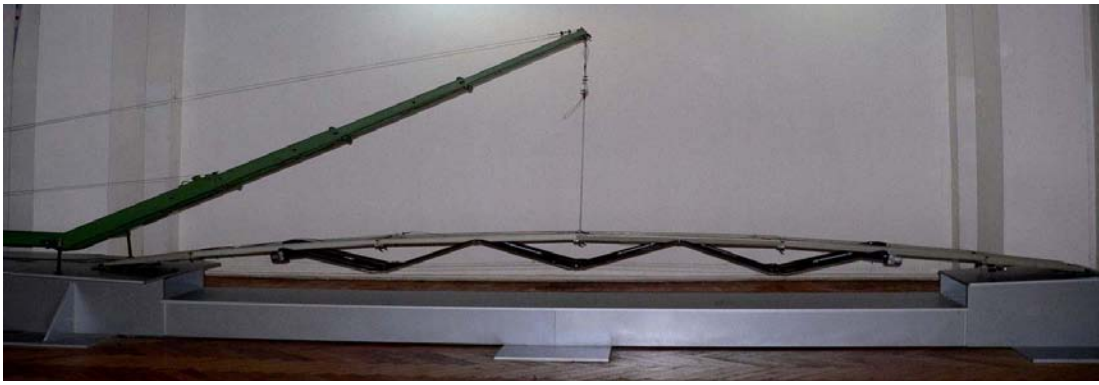
ფიგ. IV.22. - ხიდის მოდელის გაშლის პროცესი



ფიგ. IV.24. - ხიდის მოდელის ბოლოები ეხება ნაპირებს



ფიგ. IV.25. - სახსრების ჩაკეტვა და ქვედა სარტყელის მოჭიმვა

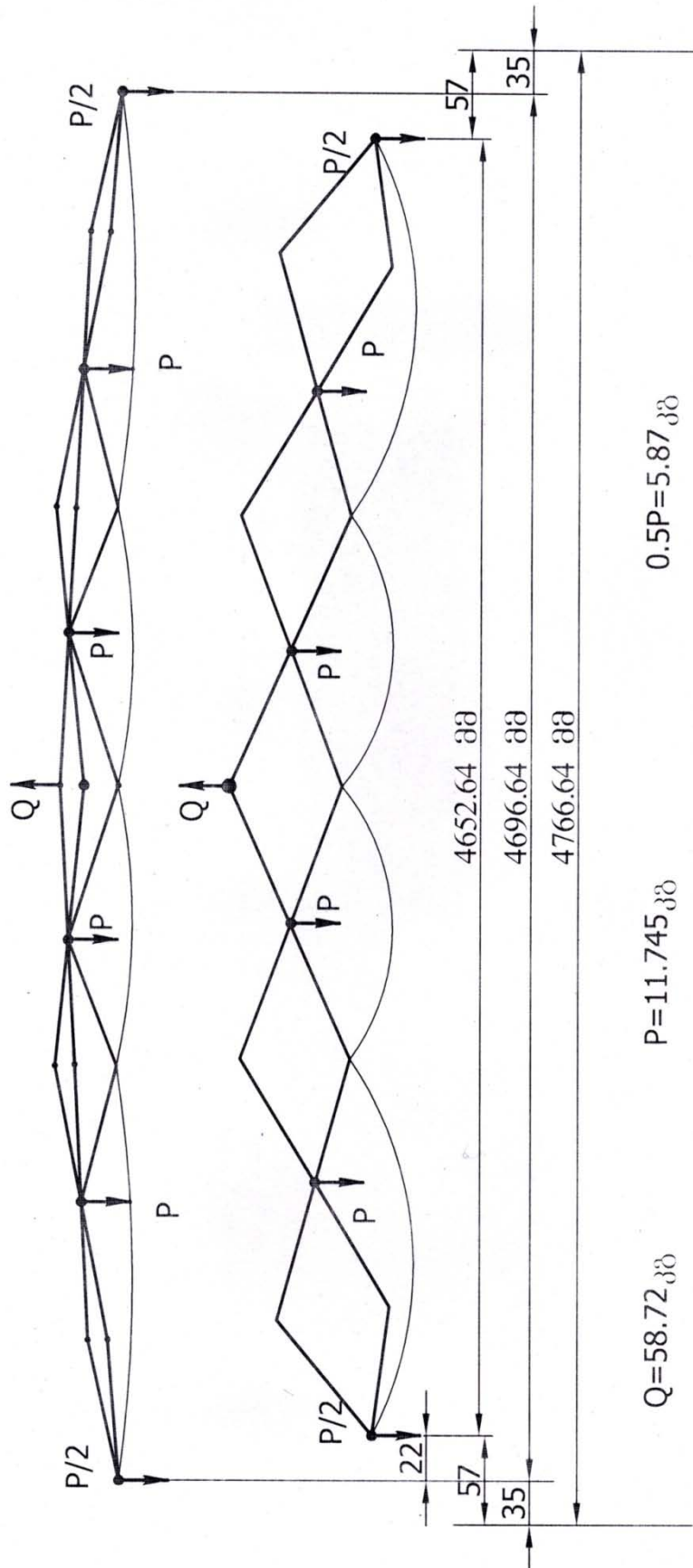


ფიგ. IV.26. - გაშლილი ხიდის მოდელი

ექსპერიმენტის დროს ხიდის მოდელის გაშლა ხდებოდა, ხიდის სამონტაჟო მდგომარეობაში დამჭერი ბაგირის ჩაბმა, ცენტრალურ ნაწილში, პანტოგრაფების ურთიერთკავშირის ზედა განივ ლილვებზე ან პანტოგრაფების ურთიერთკავშირის ქვედა განივ ლილვებზე.

პირველ შემთხვევაში, როდესაც გასაშლელი ხიდის ბაგირებზე შეკიდება ხდებოდა ზედა განივ ლილვაზე, ხიდის გამშლელი ელექტროამძრავი ხიდის გაშლის მომენტიდან იწყებდა დიდი დატვირთვით მუშაობას – იგი მოითხოვდა გაზრდილი ენერგორესურსის დახარჯვას ხიდის გაშლისათვის(ფიგ. IV.27).

რაც შეეხება იმ შემთხვევას, როდესაც დამჭერი ბაგირი ჩაბმული იყო ქვედა განივ ლილვზე, ხიდი იწყებდა გაშლას ელექტროამძრავის გარეშე. უფრო მეტიც, ამ მომენტში ხიდის გაშლა საჭიროებს ტრანსფორმაციის დიდი სიჩქარის შენელებას, გაშლის პროცესის დემპფირებას, რასაც მოდელში ასრულებდა ის ელექტროამძრავი, რომლის ძირითადი ფუნქცია სისტემის გახსნის უზრუნველყოფაა.



ფიგ. IV. 27. – ხიდის მოდელის კინემატიკური სქემის ტრანსფორმაციები დამტკერი ბაგირის სვდასხვა წერტილში ჩაბმისას

ა) ბაგირი ჩაბმულია ხიდის მოდელის ქვედა განივ ლილვზე; ბ) ბაგირი ჩაბმულია ხიდის მოდელის ზედა განივ ლილვზე.

გასათვალისწინებელია ის, რომ ხიდის გაშლის ბოლო ეტაპზე, განსაკუთრებით კი დამჭერი ბაგირის ზედა ლილვზე ჩამაგრებისას, საჭირო ხდება ელექტროამძრავის მიერ ხიდის ტრანსფორმაციის აქტიური უზრუნველყოფა.

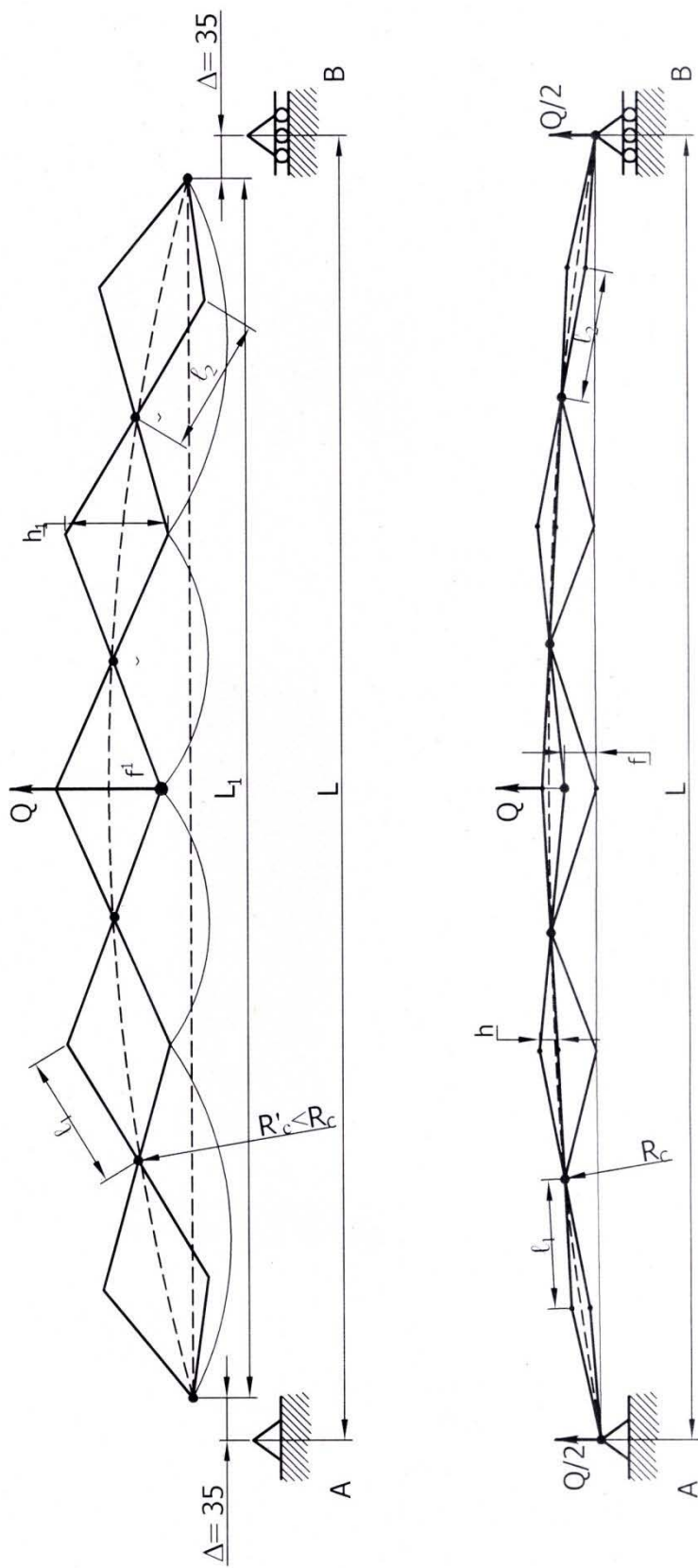
აღნიშნული დაძაბულ-დეფორმაციული სურათი ხიდის მოდელის გაშლისა ბოლო ეტაპზე, სათანადო ენერგოუზრუნველყოფით, ექსპერიმენტულ კვლევაში შესწავლილი იქნა როგორც თეორიულად, ასევე პრაქტიკულად მოდელის გამოცდების პირობებში.

როგორც გაირკვა, აღნიშნულ “საფინიშო” სიტუაციაში ორი ძირითადი ფაქტორი მოქმედება – დამჭერი ბაგირის ჩაბმის წერტილის შერჩევა და ზედა სარტყელის წრიული მოხაზულობის სიმრუდის რადიუსის შეცვლა.

რაც შეეხება დამჭერი ბაგირის ჩაბმის წერტილის შერჩევას, მოდელის მრავალჯერადი გახსნა-დაკეცვის შემდეგ, გადაწყდა, რომ იგი უნდა ჩაებას პანტოგრაფების მაკავშირებელი შუა, ქვედა ლილვში. ასეთი გადაწყვეტილება გაცილებით მოსახერხებელია ორი ფაქტორის გამო – გახსნის პირველ ეტაპზე კონსტრუქცია იხსნება საკუთარი წონის ΣP ზემოქმედების შედეგად და ამძრავი, პასიურ რეჟიმში ასრულებს დემპფერის როლს, ხოლო ბოლო ეტაპზე კონსტრუქციის გახსნისა ამძრავი გაცილებით ნაკლები ენერგოსახსრებით უზრუნველყოფს ტრანსფორმაციის შედეგად ხიდის მოდელის ფუნქციონალური ფორმის წარმოქმნას.

ხიდის მოდელში გაცილებით რთული გამოდგა ტრანსფორმაციის ბოლო ეტაპის სტაბილური ფორმატწარმოქმნის პროცესის უზრუნველყოფა ზედა სარტყელის წრიული მოხაზულობის სიმრუდის რადიუსის ცვლილების გამო, რასაც ადგილი აქვს ხიდის მონტაჟის დროს, მისი საკუთარი წონის ზემოქმედების გამო (ფიგ. IV.28).

ექსპერიმენტის შედეგად დადგინდა, რომ ხიდის სრული გაშლა, სანამ ის ამწის ბაგირზეა ჩამოკიდებული და საბჯენებით არ ეყრდნობა, იმის გამო, რომ იგი დამატებით იღუნება, არ მოხერხდა.



ფიგ. IV. 28. – ხიდის მოდელის კინემატიკური სქემის ტრანსფორმაციები
 ა) საყრდენებზე დაყრდნობამდე; ბ) საყრდენებზე დაყრდნობის შემდეგ.

ამის ძირითადი მიზეზი არის ის, რომ ხიდის მოდელის პანტოგრაფების შემაერთებელი ზედა განივი ლილვის ცენტრსა და ქვედა განივი ლილვის ცენტრს შორის მანძილი h^1 არის უფრო მეტი, ვიდრე ამ მანძილის საპროექტო მნიშვნელობა – h .

გარდა ამისა, როდესაც აღნიშნული მანძილი h^1 აღემატება $h=32$ მმ, არ ხერხდება ზედა განივი ლილვის და ქვედა განივი ლილვის ჩაკეტვა, რადგანაც ჩამკეტის კონსტრუქციის მხარი, სწორედ 36 მმ-ის დროს კეტავს სისტემას.

ამის პირობა ასე ჩაიწერა $R_C^1 < R_C$;

$h = 36\text{მმ} < h_1; f = 198,96 < f^1$;

$\Delta = 35\text{მმ} - s; \ell_1 = \text{const}; \ell_2 = \text{const}; \ell = \text{const}$.

ამასთან, R_C^1 ზედა სარტყელის გაყოლებაზე ცვლადი სიდიდეა.

ამის შემდეგ, როცა ხიდის მოდელი დაეშვება საყრდენებზე, მოიხსნება მასზე მოდებული რეაქცია, ბაგირის ჩაბმის წერტილიდან, წარმოიქმნება რეაქციები საყრდენებზე – $\frac{Q}{2} = 29,3625$ კგ., გასრიალდება ხიდის განაპირა ცენტრალური ლილვები საყრდენებზე 35 მმ + 35 მმ, ზედა სარტყელის რადიუსი R მიაღწევს ასევე საპროექტო სიდიდეებს $R_C = 14967,302$ მმ, ხოლო აწვევის ისარი ზედა სარტყელისა f შეადგენს 198,96 მმ-ს, მხოლოდ მაშინ ზედა განივი და ქვედა განივი ლილვების ცენტრებს შორის მანძილი h უტოლდება საპროექტო სიდიდეს – 36 მმ და ამ მდგომარეობაში საკეტები ჩაიკეტა.

მიუხედავად იმისა, რომ მოდელის მრავალჯერადი გამოცდის შედეგად, გაშლა-დაკეცვის 25 ციკლის შემთხვევაში, საკეტების სრულად ჩაკეტვამ მიაღწია 85%-ს. უნდა აღინიშნოს, რომ არსებული კვანძი მოითხოვს ისეთ ცვლილებას, რომელიც მას მისცემდა საშუალებას ზედა და ქვედა განივი ლილვების ცენტრებს შორის საპროექტო მანძილის – 36 მმ-ის შემთხვევაში, ჩაკეტვაზე მუშაობა დაეწყო 45 მმ-დან და “ძალდატანებით” მიეყვანა კვანძები საპროექტო მდგომარეობამდე.

ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევების შედეგად, რეალური კონსტრუქციის პროექტში, სწორედ სათანადო რეკომენდაციებით მოხდა ჩამკეტის კონსტრუქციაში ცვლილების შეტანა.

ექსპერიმენტის ბოლოს მოხდა ხიდგამდების მოდელის გადატარება ხიდზე (ფიგ. IV.29) და ხიდის ახსნა მეორე მხრიდან.



ფიგ. IV.29. - ხიდის მოდელზე ხიდგამდების გადასვლა

ხიდის მოდელის ექსპერიმენტული კვლევა მიზნად ისახავდა:

- ხიდის მოდელის სტატიკური დატვირთვების და კონსტრუქციაში წარმოქმნილი ძალების შედარებას თეორიულ გათვლებთან;
 - ხიდის გაშლა-დაკეცვის შესაძლო სქემების დადგენას;
 - ხიდის გაშლა-დაკეცვის შერჩეული სქემების საიმედოობის დადგენას;
 - ხიდის მოდელის ტრანსფორმაციის უზრუნველყოფას ორი ელექტროამპრაჰით, რომელთა პარამეტრების მიხედვით ხიდის გაშლის დრომ შეადგინა 3 წუთი და 25 წამი;
 - ხიდის ტრანსფორმაციის კინემატიკური სქემის კვლევას და მის შედარებას თეორიულ პარამეტრებთან;
 - ხიდის ქვედა, მოქნილი, მრავალი ბაგირისაგან შედგენილი სარტყელის მუშაობის პირობების შესწავლას;
 - ხიდის კონსტრუქციული ელემენტების და კვანძების შესაბამისობის დადგენას რეალური კონსტრუქციის შექმნის მოთხოვნებთან.
- დადგინდა:
- ხიდის მოდელის სტატიკური დატვირთვებისაგან წარმოქმნილი ძალები ხიდის კონსტრუქციის ელემენტებში დატვირთვების

ეტაპების შესაბამისად 7%±3% განსხვავდება ხიდის მოდელის თეორიულ გათვლებთან შედარებით. ამავე დროს, მაქსიმალური განსხვავება მოდის მოდელის სტატიკური ძალებით დატვირთვის პირველ ეტაპზე, სანამ მოხდება ხიდის კონსტრუქციის კვანძებში არსებული “ლუფტების” და ასევე კონსტრუქციის დამზადების ტექნოლოგიური უზუსტობების “ამოყრას” მოდელის კონსტრუქციის დაძაბვის შედეგად.

- ხიდის მოდელის გაშლის ოპტიმალური სქემა, როდესაც ხიდის დამჭერი ბაგირი ებმება ქვედა განივ კიკვზე, რიწვევს პირველ ეტაპზე ხიდის თვითგაშლას და აქ ხიდის გამშლელი ელექტროამძრავები და რედუქტორი გვევლინება ხიდის ელემენტების სივრცეში სწრაფი გადაადგილების დემონსტრაციად, ხოლო ბოლო ეტაპებზე ხდება ხიდის გაშლა მცირე ენერგეტიკული რესურსით.
- ხიდის გაშლა-დაკეცვის – მისი ტრანსფორმაციის პროცესი, თუ არ ჩავთვლით ბოლო ეტაპზე ჩამკეტების სრულ ჩაკეტვას, რამაც გაშლების რაოდენობის 85% მიაღწია, გამოირჩევა მაქსიმალური საიმედოობით და იგი ჩატარებული 25 ციკლის შემდეგ ხიდის მოდელის გაშლა-დაკეცვის ციკლისა შეადგენს 100%.
- ხიდის მოდელის კონსტრუქციის ფორმათწარმოქმნის პროცესი, ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტიდან მისი საექსპლოატაციო ფორმის მიღწევამდე, შეადგენს მინიმუმ 3 წუთს და 57 წამს – მაქსიმუმ 4 წუთსა და 9 წამს. ამ მხრივ საშუალო სტატიკური გადახრა 25-ციკლიანი გაშლა-დაკეცვის დროს შეესაბამება 10%–15%, რაც სტაბილური შედეგია. რაც შეეხება ხიდის მოდელის გაშლის დროის გაზრდას ელექტროამძრავების და რედუქტორის თეორიული გაანგარიშებებიდან გამომდინარე, აქ ორი პირობაა გასათვალისწინებელი – პირველი ის, რომ თეორიაში არ იყო შეყვანილი ხახუნის ძალები და, მეორე, თვით ორი ძრავის მახასიათებლების რეალური სხვაობა.
- ხიდის მოდელის კონსტრუქციის ტრანსფორმაციის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევების დროს განსხვავებული ადგილი

დაეთმო ფორმათწარმოქმნის კინემატიკის შესწავლას და შედეგების შედარებას თეორიულ გათვლებთან.

აღსანიშნავია ის, რომ მოხდა მაქსიმალური თანხვედრა ფორმათწარმოქმნის ექსპერიმენტული შედეგების თეორიულ გათვლებთან, რისთვისაც სისტემის ტრანსფორმაციის გეომეტრიის მხრივ მნიშვნელოვანი თეორიული კვლევები იქნა ჩატარებული დისერტაციის სამუშაოს ფარგლებში.

- ხიდის მოდელში, ექსპერიმენტულმა კვლევებმა მოითხოვა ცვლილებების შეტანა ქვედა სარტყელის კონსტრუქციაში, სადაც განაპირა ხისტ ბლოკებში, ჩამაგრებული იყო მრავალი მოქნილი ბაგირი. აღნიშნულმა გადაწყვეტილებამ არ გაამართლა, რადგანაც მაღალი ტექნოლოგიების გამოყენებითაც კი არ იქნა მიღწეული ყველა ბაგირის თანაბარი საწყისი სიგრძეები, რაც განაპირობებდა მათ შორის ძალების უთანაბრობას საშუალოდ 35%-ის ფარგლებში.

მიღებული იქნა გადაწყვეტილება, თითოეული ლიანდის ქვედა 5-ბაგირიანი სარტყელი შეცვლილიყო უფრო დიდი დიამეტრის 2-ბაგირიან სისტემად, რამაც შედარებით ნაკლები სხვაობა 10% – 12% გამოიწვია ძალებს შორის ქვედა სარტყელში.

- მიუხედავად იმისა, რომ ხიდის მოდელის ექსპერიმენტულმა კვლევამ წარმოაჩინა კონსტრუქციის ზოგადი ნაკლოვანებები, კვანძების შესაძლო საპროექტო ზომების სიმცირის მხრივ, განსაკუთრებით აღსანიშნავია ჩამკეტი კვანძების მოდერნიზაციის აუცილებლობა. კვანძი, მიღებული საპროექტო ზომებთან შედარებით პანტოგრაფების შემაერთებელი ზედა და ქვედა ლილვების ცენტრებს შორის მანძილისა, ჩაკეტვის ძალოვან პროცედურას უნდა იწყებდეს აღნიშნულ ზომებთან შედარებით 12% – 15% მეტი ზომის დიაპაზონში.

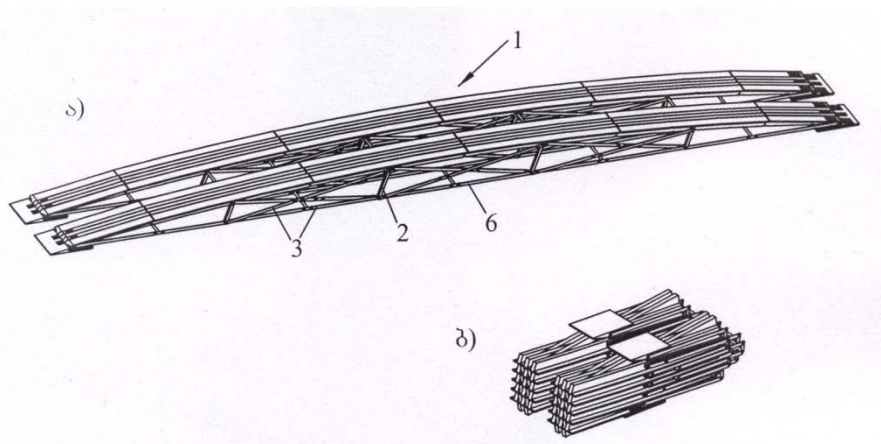
ამ რეკომენდაციით შევარჩიეთ ჩამკეტი კვანძები ხიდის სისტემებში, რომლებიც სადისერტაციო სამუშაოშია განხილული.

V. ტრანსფორმაციის ორმაგი პრინციპით აგებული გასაშლელი ხიდების კონსტრუქციული სრულყოფა და ტრანსფორმაციის სამმაგ პრინციპზე გადასვლის აუცილებლობა

V. 1. “დაკეცვის პრინციპს”+“დახვევის პრინციპით” შექმნილი ხიდის შეცვლა “დაკეცვის პრინციპს” + “დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი ტრანსფორმირებადი ხიდით.

ჩატარებულმა თეორიულმა და ექსპერიმენტულმა კვლევებმა და განსაკუთრებით “დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით” შექმნილი ხიდის სქემის კონსტრუირების ლოგიკამ, წინა პლანზე წამოწია ის მიმართულებები ცვლილებებისა, რომლებიც გაამარტივებენ კონსტრუქციას და შეამცირებენ მისი დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის სიმაღლეს, რაც ესოდენ მნიშვნელოვანია [32] [33] [34].

ამ მხრივ, “დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით” შექმნილი ტრანსფორმირებადი ხიდის სქემაში (იხ. ფიგ. III.1 და ფიგ. III.2) მოხდა ძირეული ცვლილებები ხიდის გისოსის და ქვედა სარტყელების სქემებში. ამასთან, შენარჩუნებული იქნა ზედა კომბინირებული სარტყელი, რომელიც გასაშლელი ხიდის ფორმათწარმოქმნისას ძირითად ფუნქციას ასრულებს ხიდის ტრანსფორმაციის პროცესში, ხოლო ხიდის გაშლის ბოლო ეტაპზე გადაიქცევა სავალი ნაწილის მზიდ კონსტრუქციად (ფიგ. V .1).



ფიგ. V.1. - “დაკეცვის პრინციპს” + “დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი გასაშლელი ხიდის კონსტრუქციული სქემები.

ა) გასაშლელი ხიდის აქსიონომეტრიული ხედი;

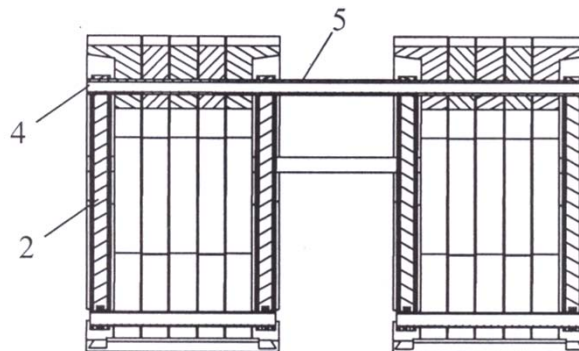
ბ) ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის ხედი.

როგორც აღინიშნა, გასაშლელი ხიდის ზედა სარტყელები 1, რომლებიც გაშლილი ხიდის მდგომარეობაში სავალ ნაწილს წარმოადგენენ, სისტემაში უცვლელი სახით დარჩა.

რაც შეეხება ირიბნებს, ისინი შეიცვალა დგარებით 2 და ჯვარედინად განლაგებული ირიბნებით 3.

დგარები, რომლებიც ძირითადად ითვისებენ მკუმშავ ძალებს ხისტი ელემენტებისაგან, პროფილებისაგან არის დამზადებული. რაც შეეხება ჯვარედინად განთავსებულ ირიბნებს, ისინი მოცემულ შემთხვევაში გამჭიმავი ძალების ათვისებაზეა გათვალისწინებული ისე, როგორც ეს იყო გაუ-ჟურავსკის ხელითონის ფერმებში.

ირიბნები ზედა სარტყელზე ემაგრება დგარების ჩამაგრების კვანძებში 4, რომლებიც განთავსებულია ზედა სარტყელის ცენტრალურ ლილვებზე 5, რომელთა ირგვლივ ბრუნავს ზედა სარტყელის პანტოგრაფული ელემენტები, რომლებიც, როგორც ითქვა, გაშლილი ხიდის მდგომარეობაში ზედა სარტყელს წარმოადგენს (ფიგ. V.2)

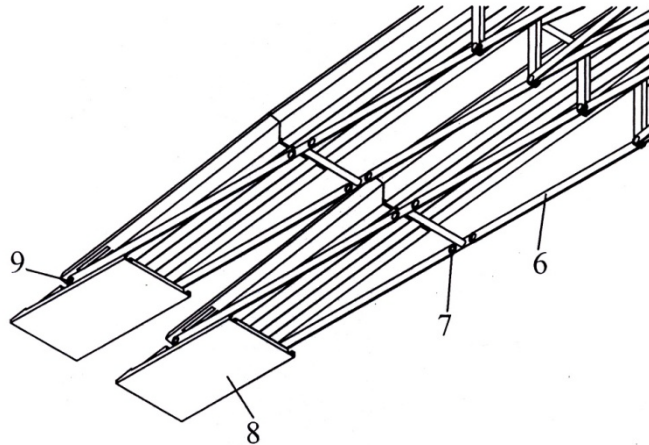


ფიგ. V.2. – ხიდის კონსტრუქციის განივი, ვერტიკალური ჭრილი გამაველ დგარზე.

ქვედა სარტყელთან 6, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში დამზადებულია ლითონის გაჭიმული ღეროებისაგან, ირიბნები ასევე დგარებთან ერთად არის ჩამაგრებული კვანძის 7 საშუალებით.

იმის გამო, რომ სისტემაში ირიბნები და ქვედა სარტყელები ითვისებენ მხოლოდ გამჭიმავ ძალებს, მათი კვეთის შერჩევის დროს აღარ არის საჭირო კვეთის გაზრდა გრძივი ღუნვის გათვალისწინებით.

ხიდის ქვედა სარტყელები ბოლოებით, ცილინდრული სახსრებით ჩამაგრებულია ხიდის საბჯენი ფილების 8 თავზე განთავსებულ ლილვზე 9, სადაც ასევე ცილინდრული სახსრებით ემაგრება სარტყელის ბოლოები (ფიგ. V.3)



ფიგ. V.3 – გასაშლელი ხიდის საბჯენები

წარმოდგენილი ცვლილებები მოცემულ სქემაში ასევე ძირითადათ განხორციელდა იმისათვის, რომ, ჯერ ერთი, მრავალბაგირიანი ქვედა სარტყელი შეცვლილიყო, რაც იწვევდა ქვედა სარტყელის ბაგირების არათანაბარ დაჭიმულობას და, მეორე მხრივ, იმ მოტივით, რომ გაადვილებულიყო სისტემის დაკეცვა.

ამისათვის ირიბნები და ქვედა სარტყელები წარმოდგენილია ღვედის ტიპის ცილინდრული სახსრებით 10 და მათ შორის მოწყობილი ჩანამატებით 11 (ფიგ. V.4).

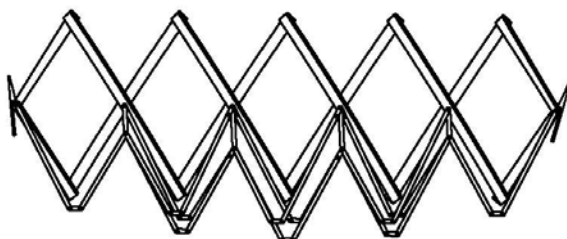
ამას გარდა, დაკეცვის სქემის რეალიზაციისათვის, ირიბნები და ქვედა სარტყელები განთავსებულია პარალელურ, ერთმანეთის მიმართ აცილებულ სიბრტყეებზე.

დაკეცილი ხიდი ხიდგამდებზე განთავსდება “დაკეცვის პრინციპს”+ + “დახვევის პრინციპით” განხორციელებული ხიდის ანალოგიურად.

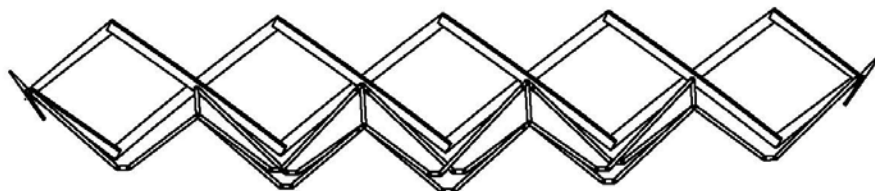
ანალოგიურია მისი გადასახლას წინააღმდეგობაზე გადების მთელი პროცესი და ხიდგამდებიდან მოხსნის და ხიდგამდებზე ხელახალი გადების სქემები.



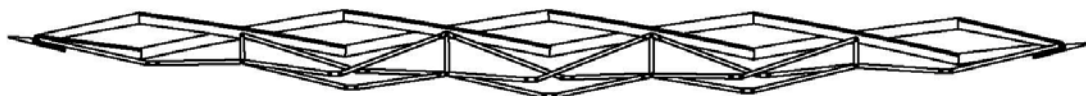
I ეტაპი – ხიდი დაკეცილ მდგომარეობაში



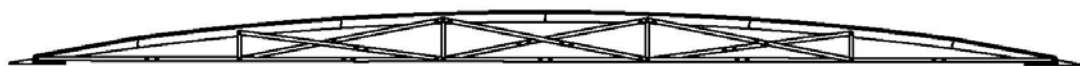
II ეტაპი – ხიდის გახსნის საწყისი ფაზა



III ეტაპი – ხიდის გახსნის შუალედური ფაზა



IV ეტაპი – ხიდის გახსნის საბოლოო ფაზა



V ეტაპი – ხიდი გაშლილ მდგომარეობაში

ფიგ. V.4 – “დაკეცვის პრინციპს”+”დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი ხიდის ტრანსფორმაციის ეტაპები, გასაშლელი ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტიდან ხიდის სრულ გაშლამდე.

V. 2. “დაკეცვის პრინციპს” + ”დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი, 48 მეტრი მაღის მქონე გასაშლელი ხიდის გაანგარიშება და კონსტრუირება

გასაშლელი ხიდის სიგრძე შეადგენს 48 მეტრს, აწევის ისარი საბრჯენების დონიდან 1,981 მეტრია, ხიდის სიგანეა 4,1 მეტრი. ამასთან, ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის სიმაღლეა 3 მეტრი. დაკეცილი ხიდის პაკეტის გაბარიტი სიგრძეში 11,2 მეტრია. გასაშლელი ხიდის კლასი ტვირთამწეობის მხრივ არის MLC 70, რაც სამხედრო ხიდებისათვის შეადგენს 70 ტონას დროებითი სასარგებლო ტვირთის სახით [35] [36] [37].

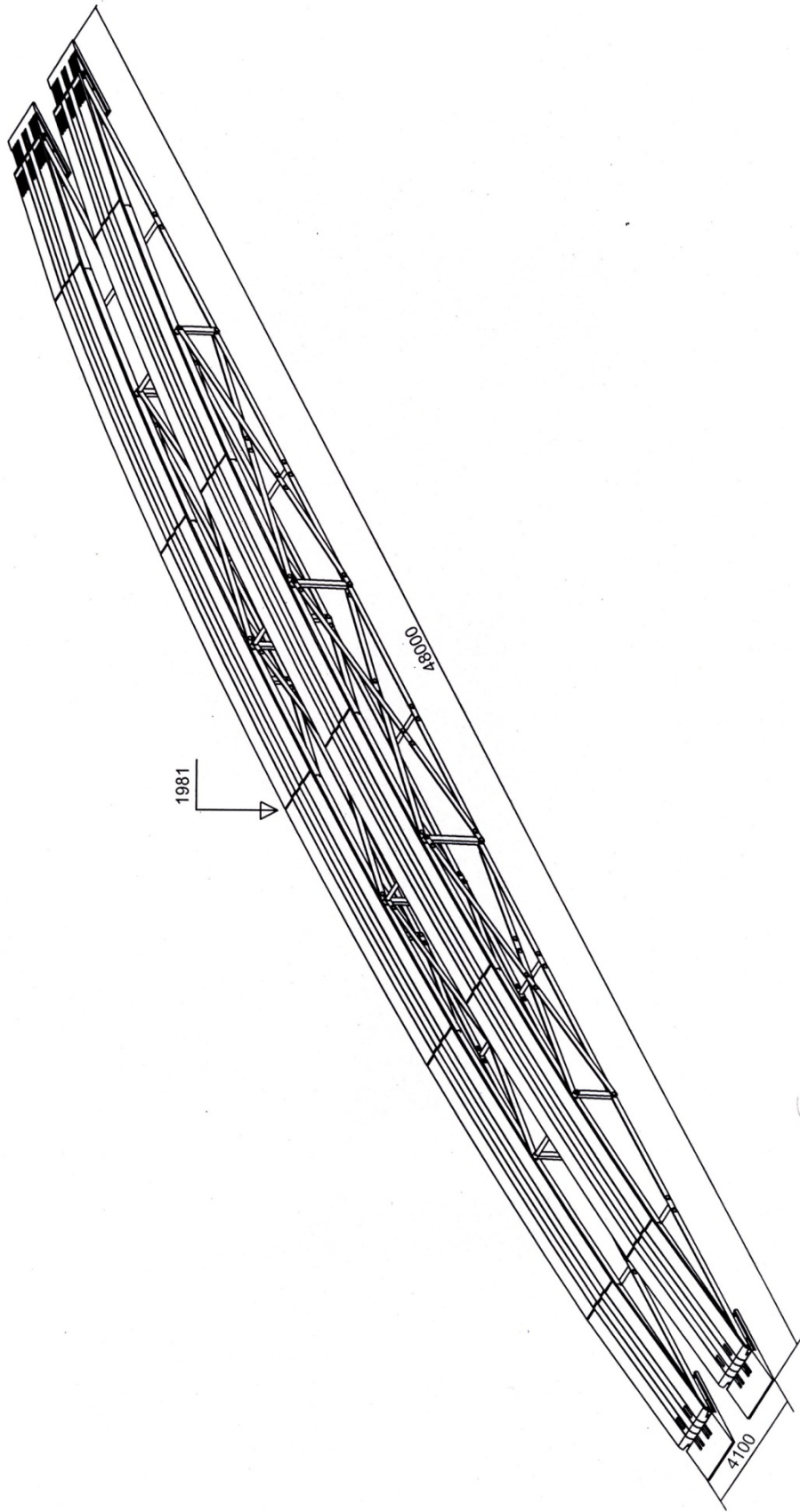
ხიდი მთლიანად მზადდება ალუმინის შენადნობისაგან, კონკრეტულად კი შენადნობით, რომლის მარკაა 1917T. მისი საანგარიშო წინაღობა შეადგენს $R_f=2000$ კგ/სმ². ამასთან, დრეკადობის მოდელია $E=710000$ კგ/სმ², ხოლო ძვრის მოდელი $G=270000$ კგ/სმ². პუასონის კოეფიციენტია $\mu=0,3$. ხიდის კონსტრუქციული მასალის სიმკვრივე $\rho=2,7$ ტ/მ³. ტემპერატურისაგან ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტია $K=0,23 \cdot 10^{-4}$.

ხიდის გაშლის ხანგრძლივობა შეადგენს 7 წუთს. ხიდზე მოძრავი დატვირთვა შეესაბამება სტანდარტს – HF-60-ს. ხიდის საკუთარი წონა წინასწარი მიახლოებითი ანგარიშით შეადგენს 20ტ-ს. ხიდის საანგარიშო სქემა მოცემულია ფიგ. V. 5-ზე.

ხიდის დატვირთვების სქემები პოზიციების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 1, ხოლო შესაბამისი დატვირთვის პოზიციისათვის ხიდის კონსტრუქციის ჩაღუნვის და ელემენტებში ძაღვების და ძაბვების მნიშვნელობები, შერჩეული დატვირთვების კრიტიკული კომბინაციებისათვის, მოცემულია ცხრილში V.2.

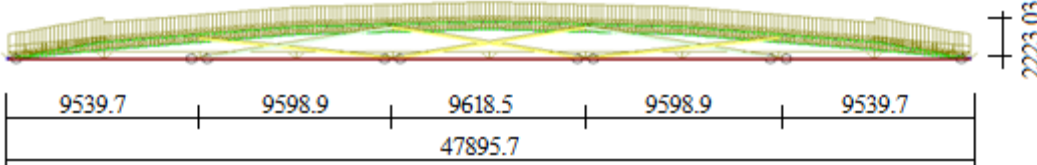
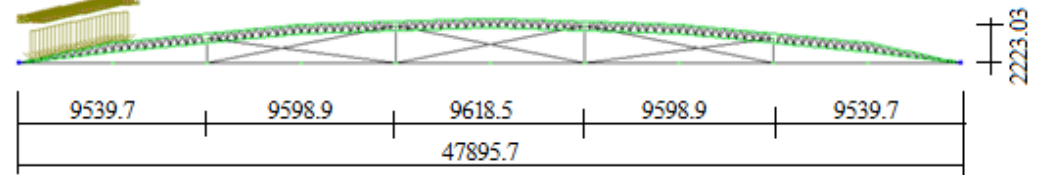
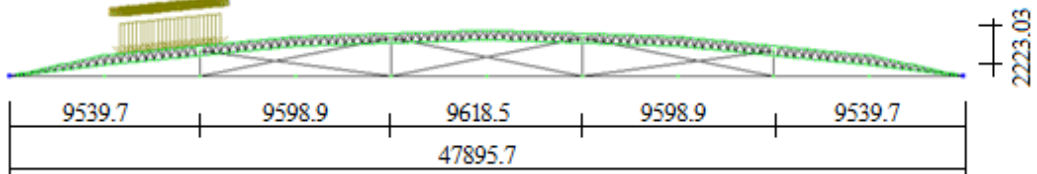
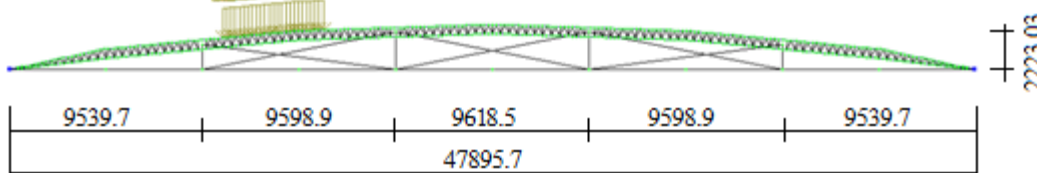
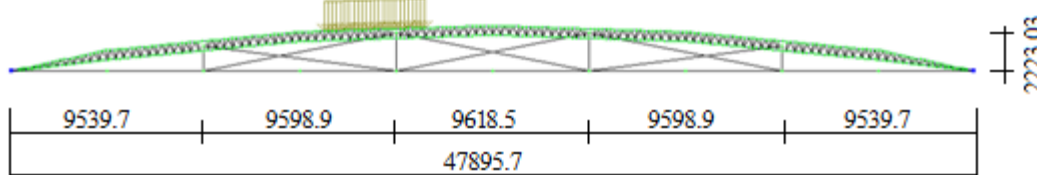
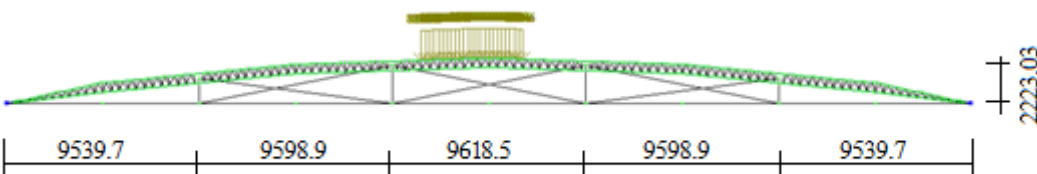
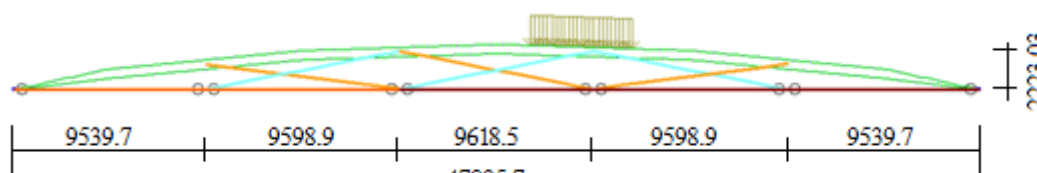
ხიდის გაანგარიშება განხორციელდა პროგრამული უზრუნველყოფით “Lira-2008”. სათანადო ანგარიშის შემდეგ შეირჩა

კვებები და ჯამური სპეციფიკაცია წონებისა, რის შედეგადაც გასაშლელი ხიდის საერთო წომან მიაღწია 19ტ-ს. წონაში გათვალისწინებული არ არის ხიდის დამატებითი კონსტრუქციული ელემენტების წონები, რომლებიც აუცილებელია მისი ნორმალური ექსპლუატაციისათვის.



ფიგ. V.5. გასაშლელი ხიდის საერთო
საანგარიშო ხედი

ცხრილი V.1 – ხიდის დატვირთვის სქემები პოზიციების მიხედვით

№	<p style="text-align: center;">ღიანდის დატვირთვის სქემები. დატვირთვის კლასი – HG-60</p>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

ცხრილი V.2 – ხიდის კონსტრუქციის ჩაღუნვების და ელემენტებში ძაღვების და ძაბვების მნიშვნელობები

№	მაქსიმალური დეფორმაციების, ძაღვების და ძაბვების მნიშვნელობები	დატვირთვის სქემები						
		1	2	3	4	5	6	7
1	ჩაღუნვები (სმ)	11.4	16.6	21.5	34.6	35.6	41.2	-
2	გრძივი ძაღვები ქვედა სართყელებში (ტ)	13.27	34.0	66.6	76.6	65.0	71.5	64.25
3	გრძივი ძაღვები ძირითადი ფერმის გისოსში (ტ)	4.449	22.64	33.3	25.5	32.5	35.7	32.1
4	გრძივი ძაღვები ზედა სარტყელის ფერმის გისოსში (ტ)	0.344	3.52	2.851	3.745	2.894	3.588	2.315
		- 0.337	-3.296	-3.157	-3.773	-3.2	-3.624	-2.648
გაანგარიშება კონსტრუქციის მუშაობით დრეკად-პლასტიკურ სტადიაში								
5	გრძივი ძაბვები ქვედა ფილაში (ტ/მ ²)	1481.2	20215.3	10974.9	10869.1	7771.0	8543.3	8623.6
6	გრძივი ძაბვები ზედა ფილაში (ტ/მ ²)	1578.8	18046.5	11272.4	14546.8	11044.3	14181.0	10147.7

მიუხედავად გარკვეული ცვლილებებისა ხიდის კონსტრუქციაში კვლავ შენარჩუნებული იქნა შემდეგი დადებითი და უარყოფითი თვისებები.

ხიდის დადებითი თვისებები:

- ხიდის კონსტრუქციული სქემა საშუალებას იძლევა გადაილახოს 48 მეტრი სიგანის წინააღმდეგობა;
- ხიდი იშლება დროის მცირე მონაკვეთში;
- ხიდის გაშლა წარმოებს მისი ტრანსფორმაციის პროცესში ადამიანის ჩაუსვლელად;
- ხიდის წონა 19 ტ.

ამას დაემატა -

- ხიდის მონტაჟის დროს გაიზარდა ხიდის გრძივი სიხისტე ვერტიკალურ მდგომარეობაში;
- ხიდის გაშლის მექანიზმი გაშლის ბოლო ეტაპზე გადაიქცევა ხიდის სავალ ნაწილად - ფერმის ზედა კომბინირებულ სარტყელებად;
- ხიდის დიდი განივი სიხისტე;
- ხიდის გაშლისა და დაკეცვისათვის შესაძლებელია არ იყოს გამოყენებული ხიდის ენერგეტიკული მექანიზმები.

ხიდის უარყოფითი თვისებები:

- ხიდის გაშლა და დაკეცვა შესაძლებელია მხოლოდ და მხოლოდ მისი შუა წერტილიდან, რაც ასევე იწვევს ხიდგამდებების სამონტაჟო ელემენტების წონის ზრდას;
- გართულებულია ბოლო ეტაპზე ხიდის კვანძების ჩაკეტვის პროცესი, რაც არ ექვემდებარება პროგნოზირებად კონტროლს;
- ხიდის სავალ ნაწილში გამოყენებული შემაერთებელი კვანძების ზომები შეზღუდულია, რაც არასაიმედოს ხდის მათ მუშაობას დიდი დინამიკური ძალებისა და დარტყმის დროს;
- ვერ იქნა მიღწეული სასურველი სურათი ქვედა სარტყელის ელემენტების დახვევისა და შემდგომი მოდერნიზება დაკეცვის ვარიანტისა;
- გაიზარდა ხიდის სატრანსპორტო პაკეტის ზომები 11.4x4.0x3.4 მ.

ცხრილი V.3 – ტაქტიკურ-ტექნიკური პარამეტრების შედარება

პარამეტრები	FV4205 დიდი ბრიტანე თი	REMB USA	მძიმე სატანკო ხიდგამღები. საფრანგეთი	AVLB USA	HAB USA	“ბიბერი” გერმანია	ქართული პროექტი
ეკიპაჟი	3	2	3	2	2	2	2
ტვირთამწეობის კლასი	60 ტ	70 ტ	50 ტ	60 ტ	70 ტ	60 ტ	70 ტ
გაბარიტები							
სიგრძე	13.7 მ	16 მ	11.4 მ	11.8მ	16 მ	11.4 მ	11.2 მ
სიგანე	4.16 მ	4 მ	3.8 მ	4 მ	4 მ	4 მ	4.1 მ
სიმაღლე	3.9 მ	4.3 მ			4 მ		4.3 მ
სახიდე ფერმის საერთო სიგრძე		31 მ	22 მ	19 მ	31 მ	22 მ	50 მ
გადასალახი წინააღმდეგობის სიგანე.	22.9 მ		20 მ	18 მ		20 მ	48 მ
საერთო მასა	52.5 ტ	37.6 ტ	40 ტ	50 ტ	52 ტ	45 ტ	53 ტ
სახიდე ფერმის წონა	–	16 ტ	8 ტ	15 ტ	16 ტ	–	17 ტ
ხიდის წინააღ- მდეგობაზე გადების დრო	3 წთ	5 წთ	8 წთ	3 წთ	5 წთ	3-5 წთ	7 წთ
საბაზო ტანკი	ჩიფტენი	M1 აბრამსი	AMX-30	M60A1	M60A1	ლეოპარდი	M1 “აბრამსი” “ლეოპარდი” T-84
ვერტმფრენი	X	X	X	X	X	X	MH-26TM CH-53E

მსოფლიოში არსებული “საიერიშო” მექანიზებულ ხიდებთან, სადისერტაციო ნაშრომში განხილული “დაკეცვის პრინციპს” + “დაკეცვის პრინციპით” შექმნილი გასაშლელი ხიდის ტაქტიკურ-ტექნიკური პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 3.

აღიშნული ნაკლოვანებების აღმოფხვრის მიზნით დამუშავდა ახალი სქემა ხიდისა.

**V.3. გასაშლელი ხიდის ორმაგი ტრანსფორმაციის –
“დაკეცვის პრინციპს” + “ტელესკოპის პრინციპით”
შექმნილი სქემა**

მიუხედავად სხვადასხვა ვარიანტების შექმნისა, რომლებიც იძლევიან საშუალებას 32÷48 მეტრი მაღის მქონე გასაშლელი, საიერიშო მექანიზებული ხიდების შექმნისა, ფორმათწარმოქმნის

ორმაგი ტრანსფორმაციის პრინციპით სხვადასხვა კომბინაციებისა, ვერ იქნა მიღწეული დაკეცილი პაკეტის სიმაღლის საგრძნობი შემცირება.

ამდენად, დაიწყო ძიება, გასაშლელ ხიდებში სუფთა ტელესკოპის პრინციპით შექმნილი ხიდების ანალოგიებისა, რაც შემდგომში გახდებოდა საფუძველი “დაკეცვის პრინციპს” + “ტელესკოპის პრინციპით” ხიდის კონსტრუქციული სქემის შექმნისა [38] [39] [40] [41].

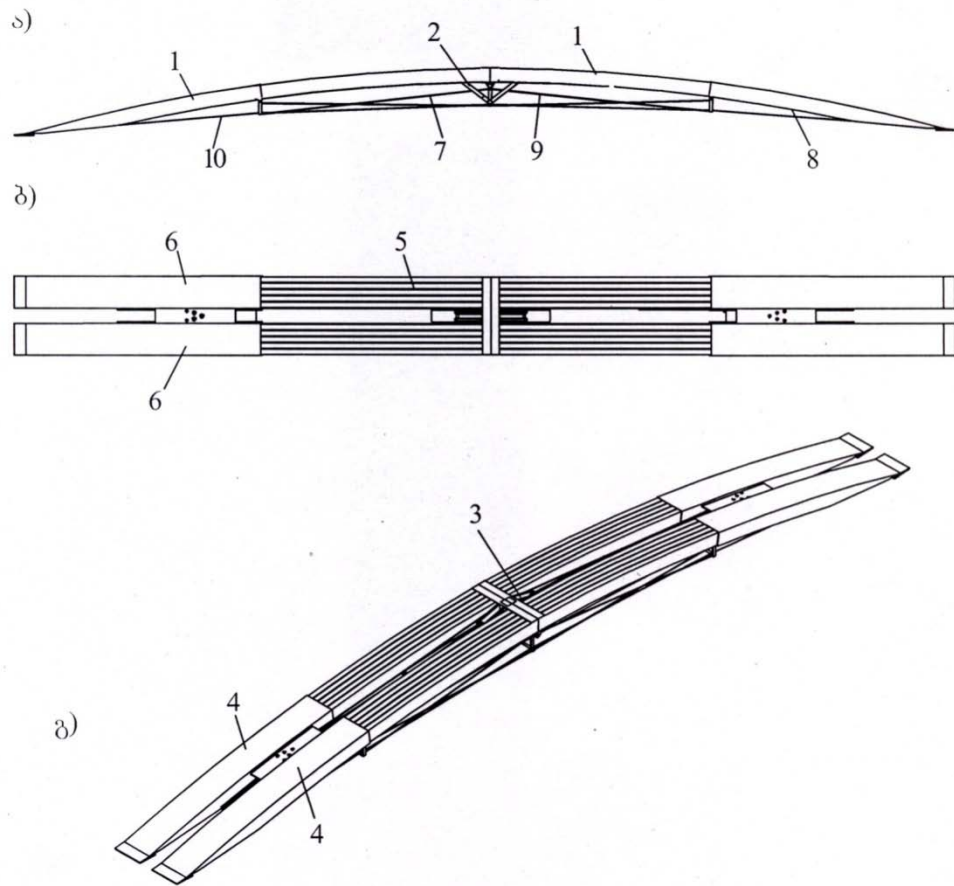
აღნიშნული სქემის მიხედვით შემუშავდა ხიდის კონსტრუქცია, რომელიც წარმოდგენილია ფიგ. V.6-ზე.

კონსტრუქცია შედგება ორ ცენტრალურ სავალი ნაწილისაგან 1, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდება ცილინდრული სახსარით 2, და რომელშიც განთავსებულია კეხი 3. თითოეული სავალი ნაწილი 1 შედგება ორი ლიანდისაგან 4, ხოლო თითოეული ლიანდი წარმოადგენს დამოუკიდებელი კოჭების 5 გრძივად განლაგებულ რიგებს. კოჭები ურთიერთდაკავშირებულია მხოლოდ კეხის ნაწილის 3 სიახლოვეს. აღნიშნული კოჭები 5, თითოეული ცალ-ცალკე, ტელესკოპური ჩასმით, მოთავსებულია განაპირა სავალი ნაწილის ბლოკებში 6. ასეთი განაპირა ბლოკები არის სულ ოთხი ცალი. განაპირა ორ-ორი ბლოკი ხიდის კეხის მხარეს გაერთიანებულია, ხოლო მეორე ბლოკები მათ თავისუფალი აქვთ.

ხიდის კონსტრუქცია ქვემოდან აღჭურვილია მოქნილი ირიბნებით 7, ხისტი დგარებით 8, გამშლელი მოწყობილობებით 9 და მოქნილი ქვედა სარტყელებით 10. ხიდის დაკეცვის დროს ყველა მათგანი განთავსდება ასევე დაკეცილ მდგომარეობაში მყოფ ცენტრალურ ნაწილებსა და განაპირა ბლოკებს შორის.

ხიდის კონსტრუქცია განთავსდება სატანკო ხიდგამდებზე. იგი დამაგრებულია ხიდგამდებთან ერთ-ერთ განაპირა ბლოკის საშუალებით. ხიდის გაშლა გადასალახ წინააღმდეგობაზე ხდება წარმოდგენილი სქემის მიხედვით (ფიგ. V.7).

ხიდგამდებზე 1 მოწყობილ უძრავ ბაქანს 2 გააჩნია გამოსაწევი და გრუნტზე დასაყრდნობი მოძრავი ბაქანი 3, რომელზეც ჩამაგრებულია ჰიდროცილინდრები 4.



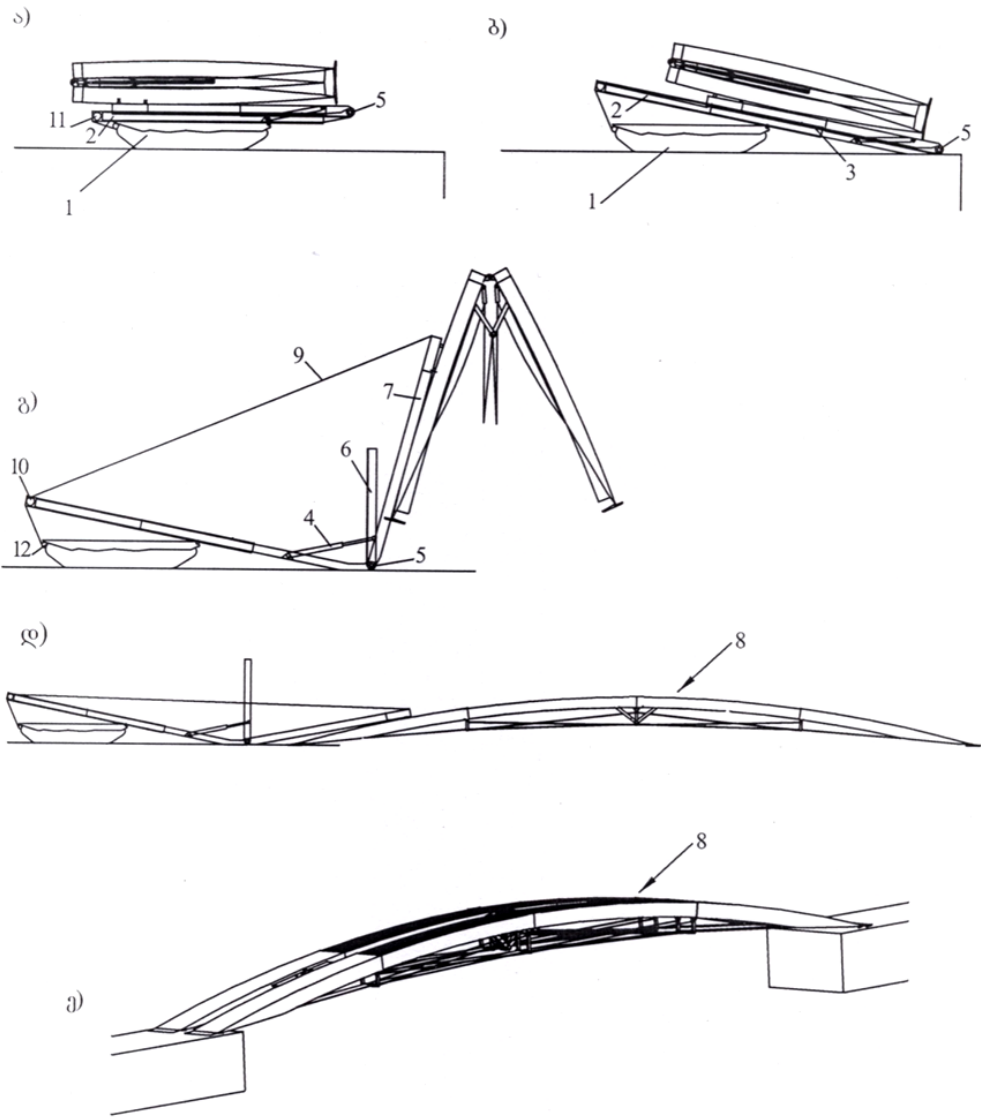
**ფიგ. V.6. გასაშლელი ხიდის, “დაკეცვის პრინციპს”+“ტელესკოპის პრინციპით”,
შექმნილი კონსტრუქცია**

ა) ხიდის წინხედი; ბ) ხიდის ზედახედი; გ) გაშლილი ხიდის კონსტრუქცია

ჰიდროცილინდრების საშუალებით ვერტიკალურ მდგომარეობაში წამოიწევა მოძრავი ბაქნის ბოლოში მოწყობილ დერძულ ცილინდრულ სახსარში 5 ჩამაგრებული ჩარჩო 6.

ჩარჩოსთან ერთად ვერტიკალურ მდგომარეობაში მოდის დერძულ ცილინდრულ სახსარში ჩამაგრებული მოძრავი ისარი 7, რომელზეც მიმაგრებულია გასაშლელი ხიდის 8 განაპირა ღიანდა.

მოძრავი ისარს მეორე ბოლოში ჩაბმული აქვს ბაგირი 9, რომელიც გადატარდება უძრავი ბაქნის ბოლოში მოწყობილ გორგოლაჭზე 10 და ეხვევა ჯალამბარს 11 დოლზე 12, რომელიც ხიდგამდებზე – ტანკზეა მოწყობილი.



ფიგ. V.7 – ხიდის დაბრკოლებაზე გადების ტრანსფორმაციის სქემები.

- ა) ხიდგამდები გასაშლელი ხიდის სატრანსპორტო პაკეტთან ერთად;
 ბ) ხიდგამდები მოყვანილია მზადყოფნაში ხიდის გადასალახ
 წინააღმდეგობაზე გასაშლელად; გ) ხიდგამდები ხიდის გაშლის საწყის
 მომენტში; დ) ხიდის გაშლის პროცესი; ე) გასაშლელი ხიდი საექსპლოატაციო
 მდგომარეობაში.

ხიდის კონსტრუქციის დაკეცილი პაკეტის სიმაღლემ, სხვა გადაწყვეტებთან ერთად, იკლო 23–27% და 48 მეტრი მალის მქონე ხიდისათვის შეადგინა 1,9÷2,1 მეტრი. ხიდის წონა დასაშვების ფარგლებშია და იგი 32÷48 მეტრი მალეების შემთხვევაში იცვლება 17÷24 ტონას შორის.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ხიდგამდების სქემა – მისი მოძრავი ბაქანი, რომელიც, ერთი მხრივ, ზრდის მანძილს ხიდის საყრდენიდან ტანკის საბჯენის ცენტრამდე, რაც აუცილებელია ხიდის მდგომარეობის შესანარჩუნებლად მის ამოყირავების საწინააღმდეგოდ და, მეორე მხრივ, ხიდგამდების მთლიანი კონსტრუქციული სქემა გამარტივებულია, რასაც ასევე განაპირობებს მოძრავი ბაქნის ბოლო ნაწილის დაყრდნობა გრუნტზე.

— ხიდის კონსტრუქციული სქემა უზრუნველყოფს, ზემოთ განხილული ხიდების დადებით თვისებებთან ერთად, ასევე, სატრანსპორტო პაკეტის სიმაღლის შემცირებას და იგი მოცემულ 45÷48 მეტრი მაღის შემთხვევაში შეადგენს 2 მეტრს.

— განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის, რომ ხიდში აღარ არის გამოყენებული მცირე ზომის და დიდი რაოდენობის ცილინდრული სახსრები, ხოლო მისი გაშლა შესაძლებელია ხიდგამდების მოკლე სამონტაჟო ნაწილის განაპირა ბლოკში ჩაბმით, რაც ამსუბუქებს ხიდგამდების კონსტრუქციის წონას.

— ხიდის გაშლა და დაკეცვა ხორციელდება მექანიზმებით, რომელთა ენერგეტიკული უზრუნველყოფა ხორციელდება ხიდგამდებიდან.

— აღნიშნული ხიდები შესწავლილი იქნა გაშლის და გაშლილი პროცესების დაძაბული მდგომარეობის მხრივ, რამაც დაადასტურა ხიდების შექმნის რეალობა.

ამდენად, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ შემდგომში სწრაფადასაგები ხიდების მაღის ზრდა შესაძლებელია მხოლოდ და მხოლოდ ტრანსფორმირებადი საინჟინრო სისტემების ფორმათწარმოქმნის მარტივი პრინციპებიდან რთული, ორი ან ორზე მეტი ფორმათწარმოქმნის პრინციპების შეთავსებით ერთ კონსტრუქციულ სქემაში.

— ამასთან, ხიდის კონსტრუქციაში გართულებულია ტელესკოპური ლიანდების ერთმანეთში ჩასმა, რომელიც ტექნიკურად და ტექნოლოგიურად მოითხოვს ადგილობრივად კვათების საგრძნობ მომატებას. ასევე ხიდის უარყოფით თვისებად უნდა ჩაითვალოს ლიანდის დამოუკიდებელი კოჭებისაგან შედგენა, რაც მოითხოვს

კოჭებს შორის გარკვეული სიდიდის 7–70 სანტიმეტრის ღიობის დატოვებას.

- რაც შეეხება ტრანსფორმაციის შედეგად ფორმათწარმოქმნის რთულ – შედგენილ პრინციპებზე დაფუძნებული კონკრეტული კონსტრუქციული სქემის ოპტიმალურ ვარიანტის შერჩევას, ეს უკვე შემდგომ ამოცანას წარმოადგენს.

VI. სამმაგი ტიპის ტრასფორმაციის და ორმაგი შეთავსებული ტიპის გადების ახალი გასაშლელი, საიერიშო, ერთმალიანი მექანიზებული ხიდი მალით 32÷48 მეტრი

VI.1. ახალი გასაშლელი ხიდის ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული თვისებები

როგორც განხილული მასალიდან ჩანს, ორმაგი ტრანსფორმაციით მიიღწევა დიდი მალეების მქონე გასაშლელი ხიდების შექმნა, მაგრამ მათ ამავე დროს ახასიათებს ზოგიერთი ის ნაკლოვანებები, რაც გააჩნიათ არსებულ სამხედრო მექანიზებულ ხიდებს [42].

ეს ნაკლოვანებებია, პირველ რიგში მათი სატრანსპორტო პაკეტის დიდი სიმაღლე, რაც, სხვა უარყოფით თვისებებთან ერთად, დიდი გაბარიტების გამი იწვევს სატრანსპორტო საშუალებების მობილურობის შემცირებას.

ასევე გასათვალისწინებელია ხიდგამდების – ტანკის მაღალი ტვირთიამწეობის უნარი, რაც აუცილებელია დიდმალიანი ხიდების ტარებისა და მონტაჟისათვის.

ამასთან, სრულიად განსხვავებულ გადაწყვეტას მოითხოვს ხიდგადების მექანიზმები და კონსტრუქცია, რომელიც შესაბამისი უნდა იყოს ხიდის გადებისას ხიდგამდების სტაბილურობის შენარჩუნების

მხრივ და ასევე უნდა განახორციელოს ხიდის სწრაფი გადაბა და ახსნა გადასალახი დაბრკოლებიდან.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ხიდის პრინციპული კვანძების კონსტრუირება, რომელმაც არ უნდა გამოიწვიოს გართულებები ახალი სქემით ხიდის შექმნაში.

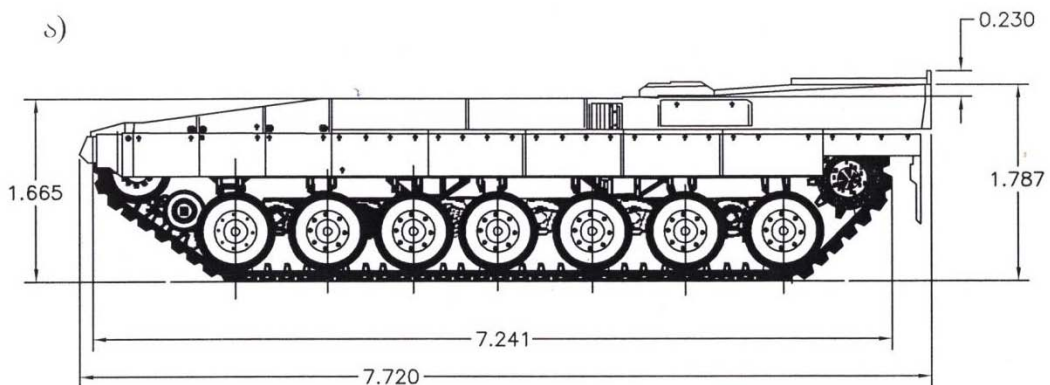
აღნიშნული მიზნებისათვის შესარჩევია თანამედროვე ტანკების ტიპები, რომლებიც შესაძლოა გამოყენებულ იქნას ახალი ხიდის ტრანსპორტირებისა და მონტაჟისათვის [43] [44].

საბაზო ტანკად შეიძლება განვიხილოთ იქნას: „ჩელენჯერ-2“; „ვიკერს“ Mk7; “მერკავა 2 A5”; C-1 „არიეტე“; T-80B; MIA2 „აბრამსი“; „ლეკლერი-2“; NKP და „ლეოპარდ“-2.

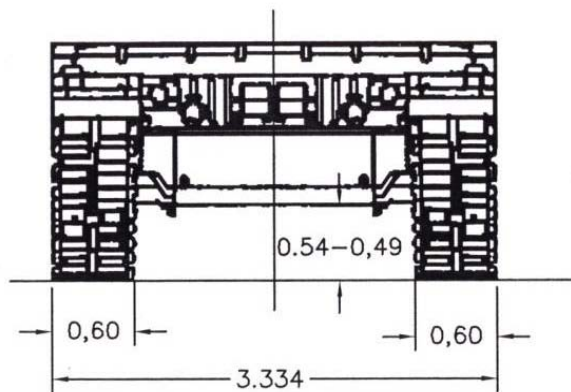
აღნიშნულ ტანკებს გააჩნიათ ძრავის დიდი სიმძლავრე 1000-1500ცხ.ძ, სათანადო სიგრძე და სხვა პარამეტრები, რომლებიც აუცილებელია დიდი გასაშლელი ხიდების ტრანსპორტირებისა და მონტაჟისათვის.

ჩვენს შემთხვევაში ტექნიკური, ტექნოლოგიური და კომერციული მიზნებით მოცემულ ეტაპზე უპირატესობა ენიჭება “ლეოპარდ 2”-ის გამოყენებას.

საბაზო ტანკი “ლეოპარდ 2” (ფიგ. VI.1) წარმოადგენს დაჯავშნულ მანქანას 12 ცილინდრიანი დიზელის ძრავით, რომლის სიმძლავრეა 1500ცხ.ძ, ბრუნვით 2600ბრ/წთ. ტანკის წონა კოშკის, ზარბაზნის და საბრძოლო ჭურვების გარეშე შეადგენს 40 ტონას.



ბ)



ფიგ. VI. 1. – ტანკ “ლეოპარდ 2”-ის ხედები საცეცხლე კოშკოს ზარბაზნის და საბრძოლო ჭურვების გარეშე.

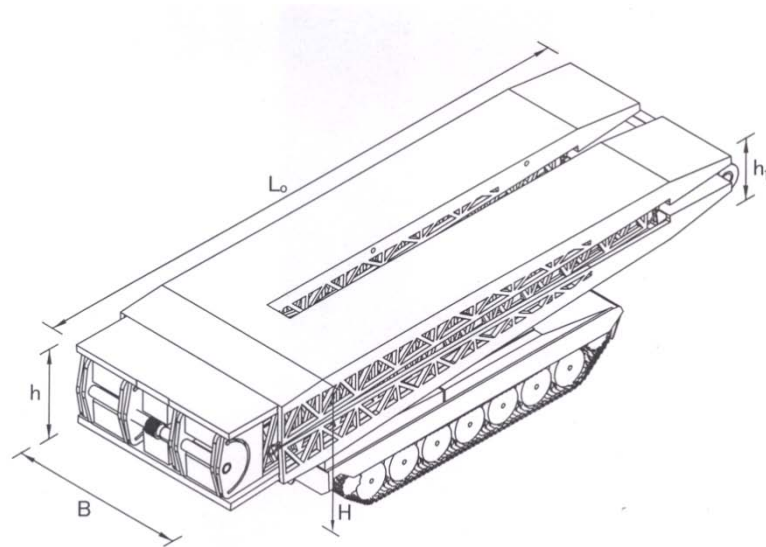
ა) გვერდხედი; ბ) წინხედი.

იგი ანვითარებს 73 კმ/სთ სიჩქარეს გზატკეცილზე. საშუალო სვლის მარაგი შეადგენს 550კმ-ს. წინაღობის დახრილობის გადალახვის კუთხე ტოლია $60^{\circ}(32^{\circ})$ -ის. გრუნტზე ხვედრითი დაწოლა უტოლდება 0.88კმ/სმ^2 . ტანკის კლინერსია 0,52 და 0,49 მეტრი.

აღნიშნულ ტანკზე, როგორც ხიდგამდებზე მოეწყო ხიდის გადმოსნის, გახსნის და გადასალახ წინააღმდეგობაზე გადების მექანიზმების კონსტრუქცია, რომელიც დაპროექტდა ძირითადი ორი პარამეტრის მიხედვით: – ხიდის სატრანსპორტო, დაკეცილი პაკეტის გაბარიტების, მისი წონის და სატანკო ხიდგამდების გაბარიტებისა და წონის შესაბამისად.

ხიდის დაკეცილი პაკეტის სქემა მოცემულია (ფიგ.VI.2) მისი გაბარიტებია: სიგრძე – $L_0 = 12,3$ მ.; სიგანე – $B = 4,01$ მ.; სიმაღლე – $h = 2,235$ მ., ხოლო წონა – G , შეადგენს 19200 კილოგრამს, რაც შეეხება ხიდის მალს L იგი შეადგენს 39 მეტრს.

შესაბამისად, პირველ რიგში, ხიდის დაბრკოლებაზე გადაბრუნების მომენტიდან გამომდინარე, მოხდა ხიდგამდების გეომეტრიული პარამეტრების შერჩევა.



ფიგ. VI. 2. – ხიდის დაკეცილი პაკეტი განთავსებული ხიდგამდგზე

ხიდი შედგება გაწყვილებული ორი ტიპის ლიანდებისაგან 1, 2. ყოველი ლიანდა წარმოადგენს კომპლექსურ სისტემას. ცენტრალურ მბრუნავ კვანძში 3 ურთიერთდაკავშირებულია სისტემის შიდა ლიანდები 1. მბრუნავი კვანძის ირგვლივ ბრუნვით მიიღწევა ხიდის გახსნა ან დაკეცვა. დაკეცვის დროს ლიანდის წიბოები 4, რომლებიც გრძივი დერძების სხვადასხვა მხარეს არიან განლაგებული, ერთმანეთში ჯდება. ასეთი ფორმით მიიღწევა დაკეცილი პაკეტის მინიმალური ზომები. რაც შეეხება ლიანდის ფილებს 5, 6 – სავალ ნაწილებს დაკეცილ მდგომარეობაში, ისინი პაკეტის სხვადასხვა მხარეს განთავსდებიან (ფიგ. VI.3).

ყოველ შიდა ლიანდის, სავალი ნაწილის ზემოთ, განთავსებული აქვს “Π”-მაგვარი ფორმის გარე ლიანდა, შიდა და გარე ლიანდების კავშირი მიიღწევა გარე ლიანდის წიბოების 7 სრიალით შიდა ლიანდის სავალ ნაწილზე მოსრიალე კვანძების 8 საშუალებით.

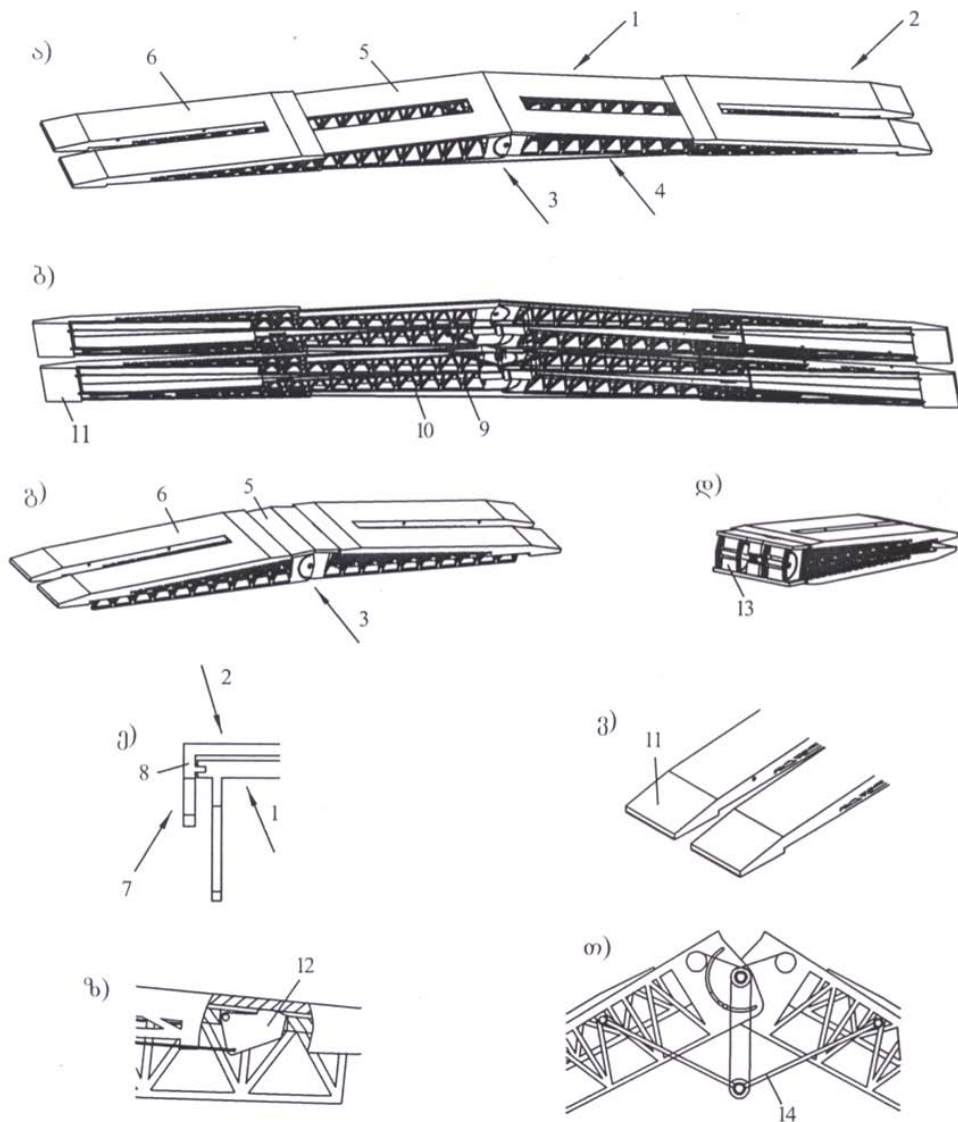
პაკეტის გახსნის პროცესში ჯერ ურთიერთშემობრუნებით იხსნება შიდა ლიანდები, შემდეგ კი ურთიერთგასრიალებით გაშლას იწყებენ გარე ლიანდები.

გარე ლიანდა ასევე შედგება სავალი ნაწილის ფილისაგან და წიბოებისაგან.

ლიანდების ურთიერთგადანაცვლების ბოლო მომენტში მუშაობაში ერთვება ლიანდების ქვედა სარტყელები, რომლებიც ასევე რთულ,

შედგენილ კონსტრუქციას წარმოადგენს 9, 10. ისინი განცალკევებულად ორი ნაწილისაგან შედგება. პირველი, ეს არის ხისტი, ფერმის ან ფურცლოვანი წიბოს ქვემოთ განთავსებული სარტყელის ნაწილი და, მეორე, მაღალი სიმტკიცის ვანტი, რომელიც ლიანდის ქვედა ხისტი სარტყელებშია განთავსებული. ხიდის გასხნის პროცესში ვანტები გამოდიან ბუდეებიდან და ხისტი ქვედა სარტყელის გაგრძელებით ქმნიან ხიდის მთლიან ქვედა სარტყელებს.

ვანტური ღეროები 10, შიდა ლიანდისთვის, მეორე ბოლოთი ემაგრება ხიდის საბჯენებს 11. ხოლო მოსრიალე გარე ლიანდებისათვის, რომლის ბოლოებზე საბრჯენია განთავსებული, ქვედა მოქნილი ბაგიროვანი სარტყელი აერთიანებს საპირისპირო მხარეს განთავსებულ მოსრიალე ლიანდების ქვედა ხისტ სარტყელებს.



ფიგ. VI. 3. – სამმაგი ტიპის ტრანსფორმაციის და ორმაგი ტიპის გადების

საიერიშო, მექანიზებული ხიდის სქემები

ა) ხიდი გაშლილ მდგომარეობაში; ბ) გაშლილი ხიდის ხედი ქვემოდან; გ) ნახევრად გაშლილი ხიდი, როდესაც განაპირა ლიანდების გასრიალებით, მოხდა ხიდის ტრანსფორმაცია; დ) ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტი, მიღებული ნახევრადგაშლილი ხიდის ცენტრალური კვანძების, შემობრუნებით და ერთმანეთში ჩაკეცილი; ე) ხიდის წიბოების სრიალის კვანძის სქემა; ვ) ხიდის საბჯენების სქემა; ზ) ხიდის ლიანდების ბლოკირების სქემა მისაბჯენის გამოყენებით; თ) ლიანდების ურთიერთობის პრინციპი საბჯენების გამოყენებით. საპროექტო მდგომარეობაში ხდება შიდა და გარე მოსრიალე ლიანდების სავალ ნაწილებს შორის დროებითი მისაბჯენების 12 გამოწვევა.

რაც შეეხება თვით ამძრავ მექანიზმებს 13, ისინი განთავსებულია ხიდის შუა ნაწილში. ბაგირებით და პოლისპასტური სისტემებით ხდება როგორც ლიანდების ურთიერთგადაადგილება, ასევე შიდა ლიანდების ურთიერთმობრუნება, რისთვისაც დამატებითი საბჯენებია 14 გამოყენებული.

ხიდი გაერთიანებულია ხიდგამდებთან, რომელიც სქემატურად და კონსტრუქციულად არის გადაწყვეტილი (ფიგ. VI.4.ა).

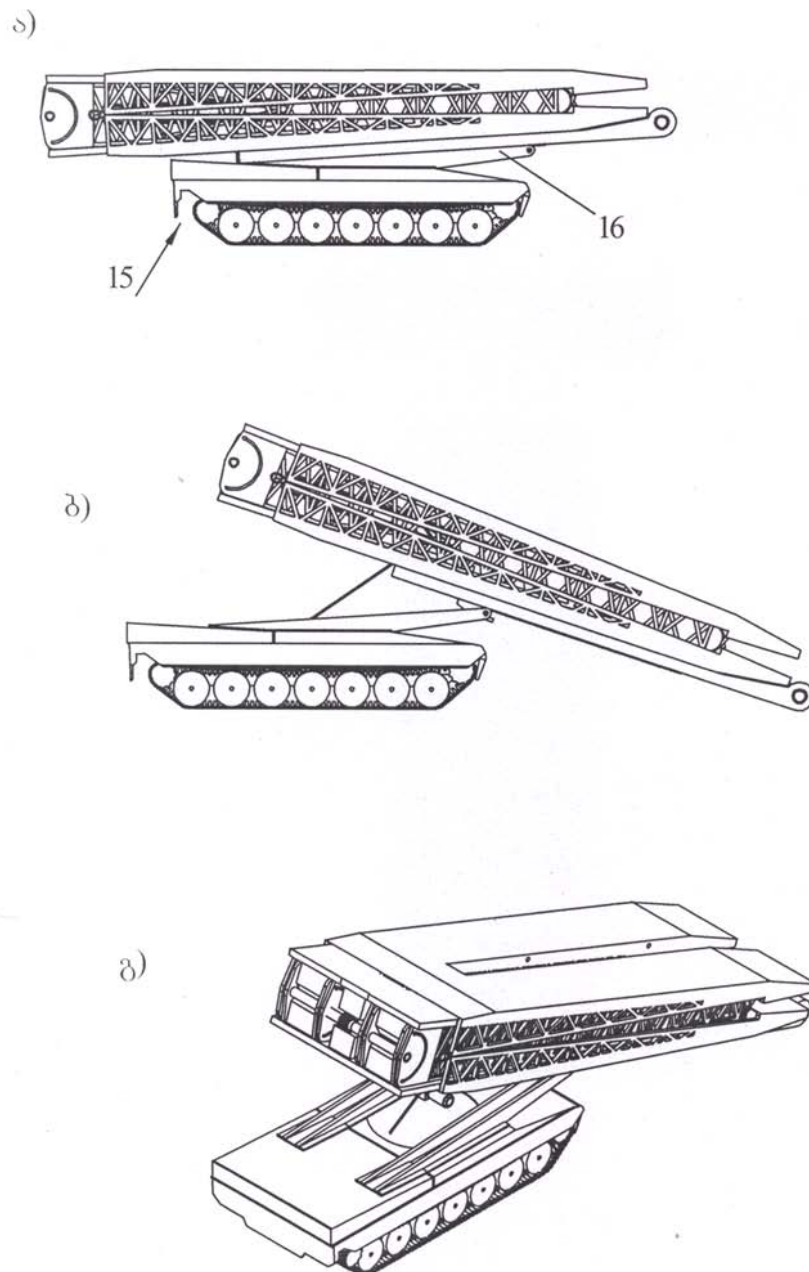
ხიდი განთავსდება სატანკო ხიდგამდების 15 კონსოლურ გამონაშვებზე 16, რომლებზეც სპეციალური ამძრავით ხდება ხიდის წინ გამოწვევა. კრიტიკულ წერტილში ხიდის დაკეცილი პაკეტი იწეებს ამოტრიალებას. ეს პროცესი კონტროლირდება პაკეტის ფიქსატორებით და ჯალამბრებით (ფიგ. VI.4.ბ და VI.4.გ).

ხიდის კონსტრუქცია განთავსებული უძრავ ისარზე 17, რომელიც, ხიდის მონტაჟის დროს, მეორე ბოლოთი ეყრდნობა გრუნტს, იკავებს სასტარტო პოზიციას (ფიგ. VI.5.ა). ამ მდგომარეობაში უძრავი ისრიდან ხდება დგარებისა 18 და მოძრავი ისრის 19 ერთდროული გადაყვანა ვერტიკალურ მდგომარეობაში ჰიდროცილინდრებით 20. ეს პროცესი კონტროლირდება ბაგიროვანი სისტემისა 21 და ჯალამბრების საშუალებით.

ვერტიკალურ მდგომარეობაში მოძრავი ისარი, რომელზეც ორივე მხრიდან, სპეციალური კვანძებით ემაგრება მოსრიალე, განაპირა ლიანდები, იწეებს დახრას ტანკის საწინააღმდეგო მიმართულებით. ეს

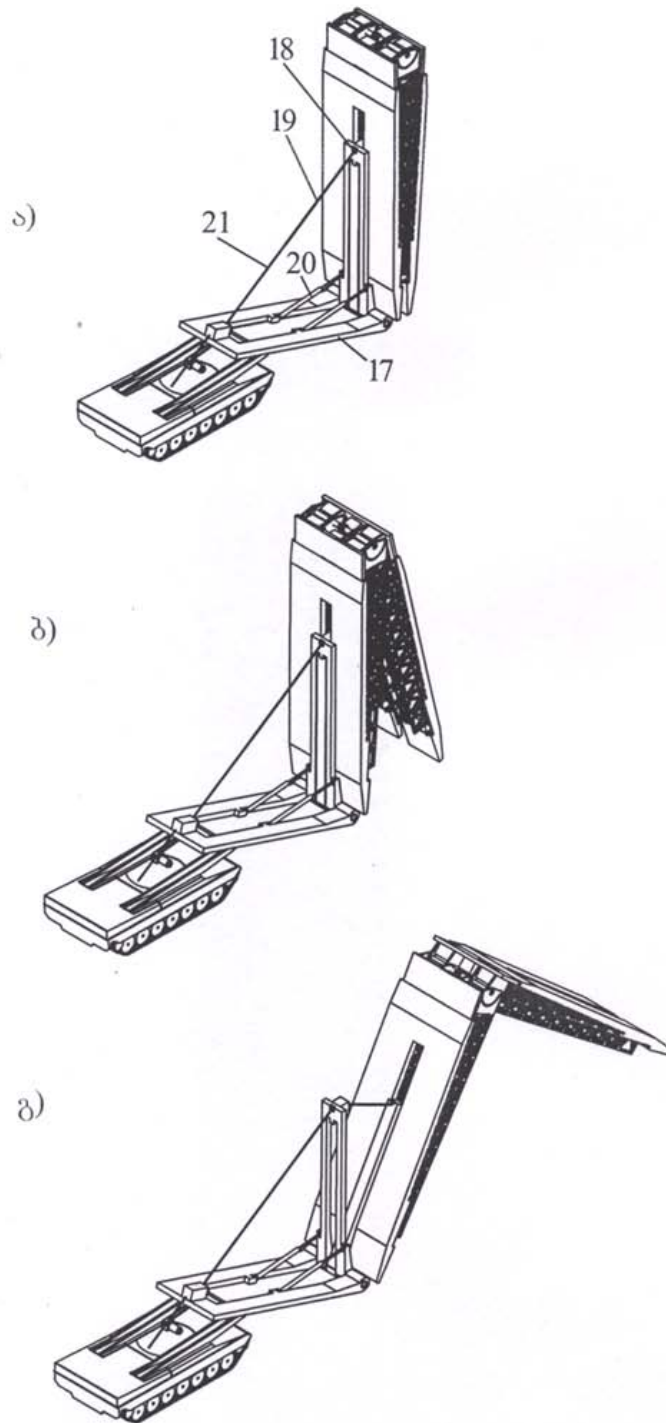
პროცესი, ასევე კონტროლირდება უკვე სხვა ჯალამბრებით და ბაგირების სისტემით (ფიგ. VI.5.ბ და VI.5.გ).

ასეთ მდგომარეობაში ხიდის პაკეტი იშლება. პირველ ეტაპზე ხდება მისი გაშლა შემობრუნებით. მეორე ეტაპზე კი შემობრუნების პროცესის შემდეგ იწყება გასრიალების პროცესი (ფიგ. VI.6.).



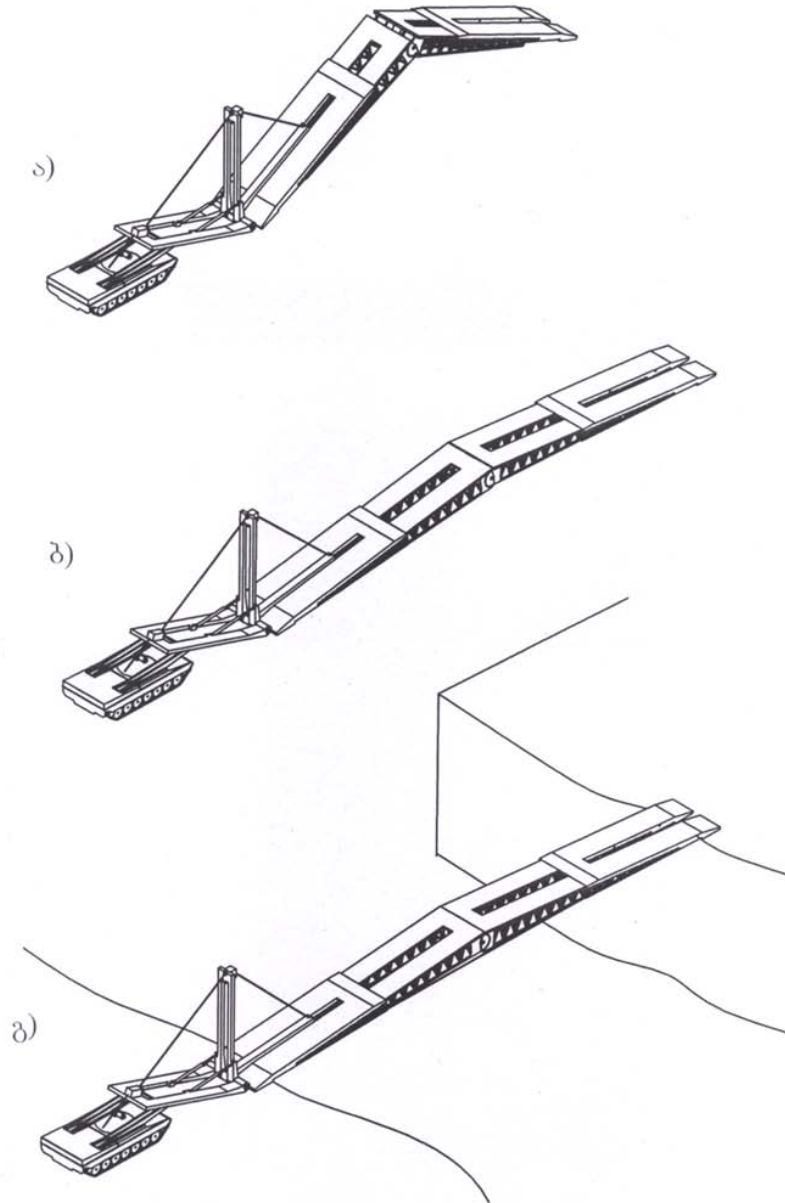
ფიგ. VI.4. – ხიდის დაკეცილი პაკეტი განთავსებული ხიდგამდებზე და მისი წინ გამოწევიით დაყრდნობა გრუნტზე

ა) ხიდი ხიდგამდებთან ერთად სატრანსპორტო მდგომარეობაში; ბ) ხიდგამდების და ხიდის ურთიერთგანთავსება ხიდის წინ გაწევისა და გრუნტზე დაყრდნობის ეტაპზე – გვერდხელი; გ) ხიდის წინ გაწევის და გრუნტზე დაყრდნობის სქემა – აქსიონომეტრია.



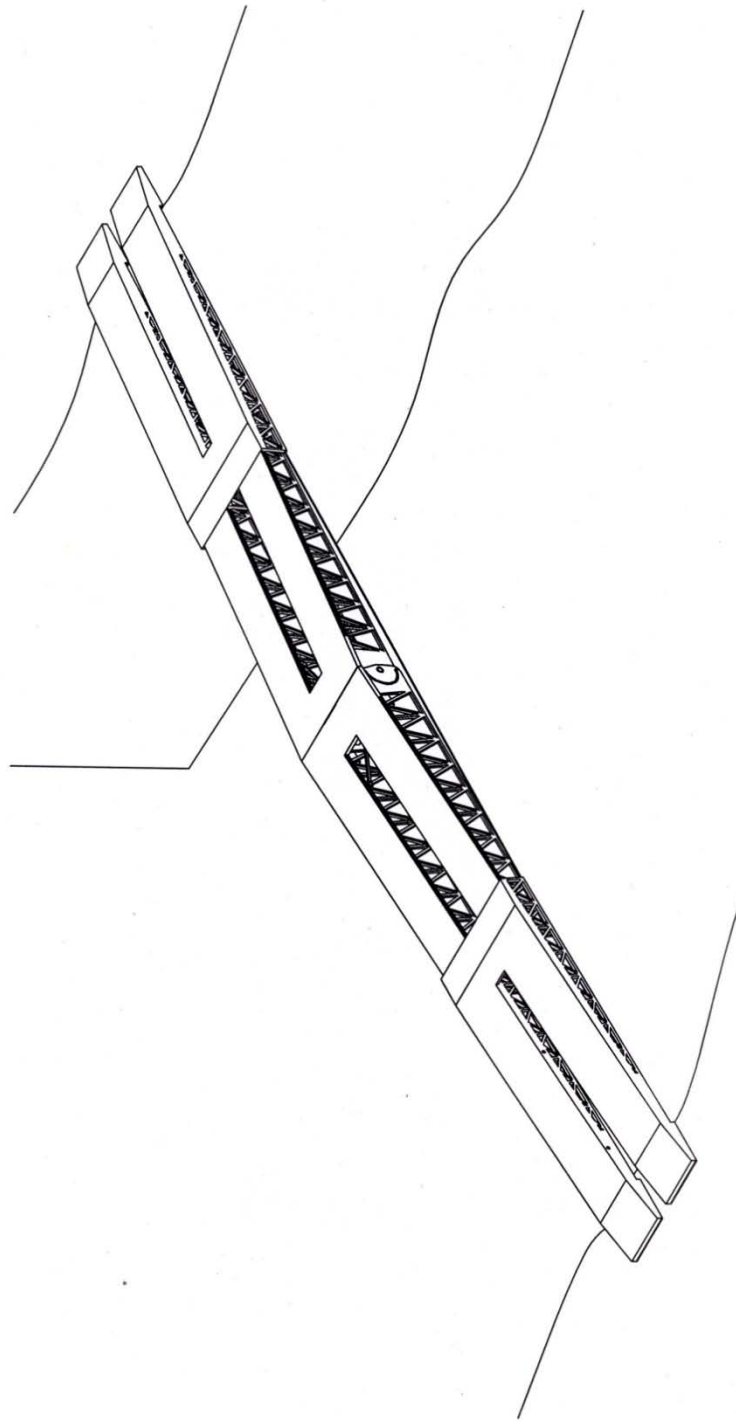
ფიგ. VI.5. – ხიდის გაშლის სასტარტო პოზიცია და ხიდის გაშლის პირველი ეტაპი.

- ა) ხიდგამდებთან დაკავშირებული ხიდი გახსნის წინა ეტაპზე; ბ) ხიდის გაშლის პირველი ეტაპი; გ) ხიდის გაშლის პირველი ეტაპის დასასრული, რომლის შემდეგ ტრანსფორმაციის პროცესში ერთგვება განაპირა ლიანდები.



ფიგ. VI.6. – ხიდის გაშლის მეორე ეტაპი

- ა) განაპირა ლიანდებმა დაიწვეს სრიალით გადაადგილებას შიგა ლიანდების მიმართ; ბ) კომპლექსური ტრანსფორმაციის პროცესი, როდესაც ფორმატწარმოქმნა ხორციელდება როგორც ცენტრალური კვანძის მიმართ ლიანდების ურთიერთშემობრუნებით, ასევე აღნიშნულ ლიანდებზე განაპირა ლიანდების სრიალით; გ) ხიდის გაშლის ფინიში.



ფიგ. VI.7. – ხიდი გადასაღები გადასაღას დაბრკოლებასზე

ამ სახით, სრულად გაშლილი ხიდი გაიღება გადასაღას წინააღმდეგობაზე (ფიგ. VI.7).

ხიდის ახსნა გადასალახ წინააღმდეგობიდან ხდება განხილული პროცესის რევერსით, რომელიც იძლევა საშუალებას ხიდის კვლავ განთავსებისა ტანკზე.

VI.2. ტრანსფორმირებადი ხიდის და ხიდგამდების პროექტირების საკვანძო საკითხები

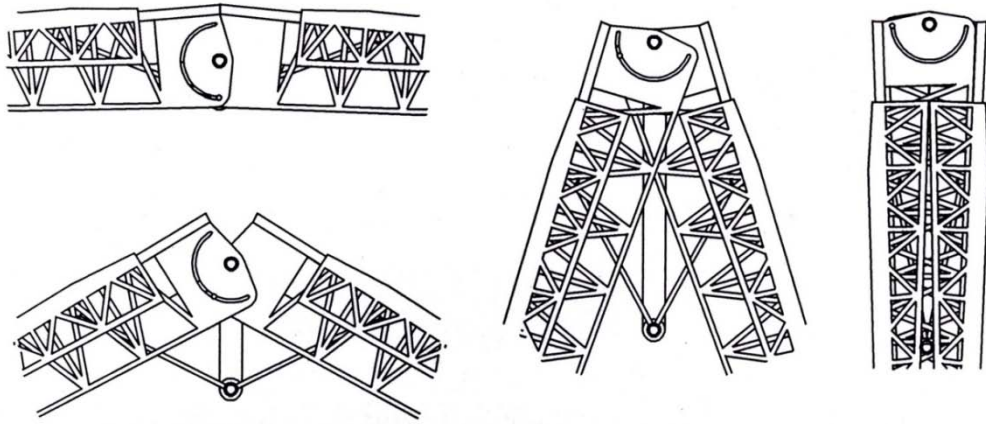
ხიდის შექმნის განსაკუთრებული პრინციპებია:

- ხიდის გადგება დაბრკოლებაზე წარმოებს კომპლექსური მეთოდით შემობრუნება + გასრიალება;
- ხიდის დაკეცილი პაკეტი, ზომების შემცირების მიზნით, ერთმანეთში ჯდება – “ტელესკოპის პრინციპი”;
- ხიდს გააჩნია ასევე ტრანსფორმაციის ორი პრინციპი – “დახვევის პრინციპი” + “ტელესკოპის პრინციპი”;
- ხიდის სამონტაჟო კონსტრუქციას აქვს გაზრდილი მხარი, რომელიც ზრდის მანძილს სამონტაჟო მოწყობილობის საბჯენიდან ტანკის სიმძიმის ცენტრამდე, რაც დიდი მასშტაბის მონტაჟის ათვისების საშუალებას იძლევა;
- ხიდს აქვს, ტექნიკური და ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, ორი ძირითადი კვანძი, რომელთა პრაქტიკული რეალიზაცია სრულიად შესაძლებელია უკვე არსებულ მექანიზებულ ხიდებში განხორციელებული კონსტრუქციული გადაწყვეტილების პრონციპების გამოყენებით (ფიგ. VI.8) და (ფიგ. VI.9).

გერმანული ხიდგამდები და ხიდი ლეგუანი – “LEGUAN” შექმნილია და წარმოებაშია გერმანიის ფედერაციულ რესპიბლიკაში. ლეგუანის ხიდგამდები ხიდით წარმოდგენილია ფიგ. VI.9-ზე მისი შასი აგებულია ტანკ “ლეოპარდ-2”-ის ბაზაზე. ხიდი გაშლილ მდგომარეობაში არის 26 მეტრის [45].

აღნიშნული კლასის და მოდიფიკაციის ხიდებში ერთ-ერთი გამორჩეულია “წამოცმის” პრინციპზე შექმნილი და წარმოებაში მყოფი ამერიკის შეერთებული შტატების ხიდი ხიდგამდებით, HAB – “Volverine” (ფიგ. VI.10) [46].

ა)



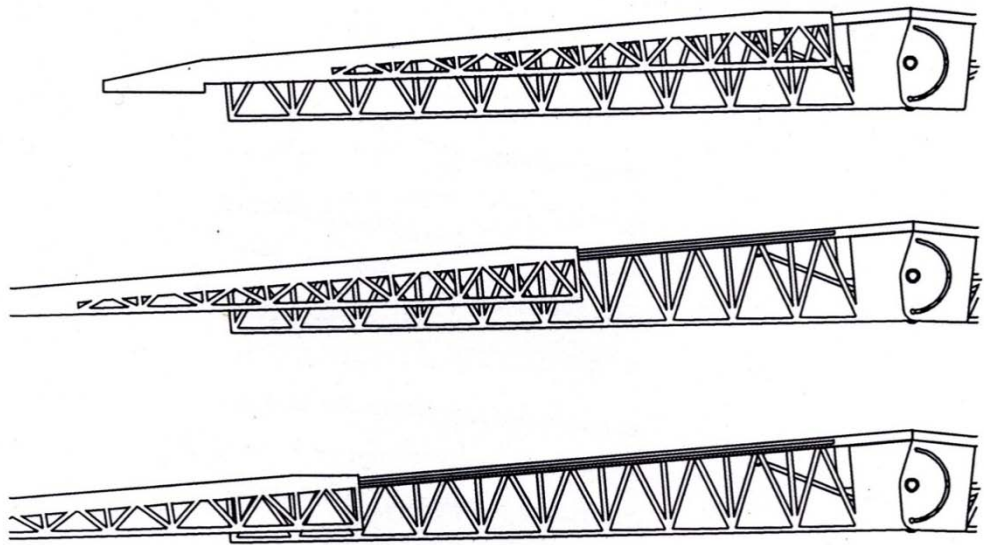
ბ)



ფიგ. VI.8. – ცენტრალური კვანძის მიმართ ლიანდების ურთიერთშემობრუნებით განხორციელებული ტრანსფორმაციის პროცესი გაზრდილმალიან ხიდში და რეალურად არსებული კონსტრუქციული სისტემა ცენტრალური კვანძის მიმართ მბრუნავი ლიანდებისა.

- ა) ახალი კონსტრუქციული სისტემა;
- ბ) რეალურად არსებული კონსტრუქციული სისტემა.

ა)



ბ)



ფიგ. VI.9. – ლიანდების ურთიერთგასრიალებით განხორციელებული ტრანსფორმაციის პროცესი გაზრდილმალიან ხიდში და რეალურად არსებული კონსტრუქციული სისტემა ხიდგამდებიდან გამოსრიალებული ლიანდებისა, რომელსაც ხიდგამდები კონსოლურად აფიქსირებს.

- ა) ახალი კონსტრუქციული სისტემა;
- ბ) რეალურად არსებული კონსტრუქციული სისტემა

ა)



ბ)



ფიგ. VI.10. – ხიდგამდგების და ხიდის “Volverine”

ა) სატრანსპორტო პოზიცია; ბ) ხიდგამდგების პოზიცია.

მიზანშეწონილი იქნება განვიხილოთ ბოლო მიღწევა “საიერიშო” გასაშლელი, მექანიზებული ხიდგამდგების და ხიდისა HAB – “Volverine”, რომელიც ამერიკის შეერთებულ შტატებშია დამზადებული. აღნიშნული უმაღლესი კლასის ხიდის სიგრძე, მიუხედავად ყველა მცდელობისა, შეადგენს 32 მეტრს, ხოლო დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის სიგრძეა 16 მეტრი, რაც ძალიან ართულებს ტანკის და ხიდის ერთდროულ გადაადგილებას.

HAB-ის ტაქტიკურ-ტექნიკური მახასიათებლებია:

საბაზო ტანკი – “აბრამსი” M1 A2.

ეკიპაჟი – 2 კაცი.

ტვირთამწეობის კლასი – 70 ტ.

გაბარიტები –

სიგრძე – 16 მ.

სიგანე – 4 მ.

სიმაღლე – 4 მ.

სახიდე ფერმის სიგრძე – 3 მ.

მასა –

საერთო – დაახლოებით 52 ტ.

სახიდე ფერმა – 16 ტ.

ხიდის წინააღმდეგობაზე გადების დრო – 5 წთ.

სვლის სიჩქარე – 701 კმ/სთ.

ძრავის სიმძლავრე – 1500 ცხ. ძ.

მძიმე სატანკო ხიდგამდები HAB (აშშ) შეიარაღებაში მიღებულია 1986 წელს. ხიდგამდები დამუშავებულია საბაზო ტანკის MI “აბრამსის” ბაზაზე. მას აქვს ლიანდისებრი სახიდე ფერმა, შემდგარი ორი ხიდის სექციისაგან სიგრძით თითოეული 7 მ, ორი შემაერთებული ელემენტით სიგრძით თითოეული 1 მ და ორი 7,5 მ აპარელები ფერმის გამოყენებისათვის გადასალახ წინააღმდეგობაზე გამოიყენება ავანბეკები.

მექანიზებული ხიდი REMB (აშშ) შეიარაღებაში მიღებულია 1986 წელს. გამოყენებულია ისეთივე ლიანდისებრი ფერმა, როგორც მძიმე სატანკო ხიდგამდებზე. ხიდის მაღის გაზრდისას 50 მეტრამდე გათვალისწინებულია ბაგირების გამაძლიერებელი კომპლექტის გამოყენება.

REMB-ის ტაქტიკურ-ტექნიკური მახასიათებლებია:

შასი – საავტომობილო.

ეკიპაჟი – 2 კაცი.

ტვირთამწეობის კლასი – 70 ტ.

გაბარიტები –

სიგრძე – 16 მ.

სიგანე – 4 მ.

სიმაღლე – 4,3 მ.

ხილური ფერმის სიგრძე – 31 მ.

მასა –

საერთო – 37,6 ტ.

სახიდე ფერმისა – 16 ტ.

ხიდის წინააღმდეგობაზე გადაების დრო – 5 წუთი.

სვლის სიჩქარე – 88 კმ/სთ-მდე.

ძრავის სიმძლავრე – 440 ცხ.ძ.

ასევე შეიქმნა არსებული, და მოცემულ ეტაპზე ერთ-ერთი ბოლო ვარიანტია, ინგლისური ხიდი ხიდგამდებით – “Titan”-ი. იგი აგებულია ტანკ “ჩელენჯერ-2”-ის ბაზაზე. ხიდის კლასია MLS-70. ხიდის სიგრძე გაშლილ მდგომარეობაში შეადგენს 26 მეტრს. მთლიანი წონა ტანკთან ერთად აღწევს 70 ტონას (ფიგ. VI.11) [47].



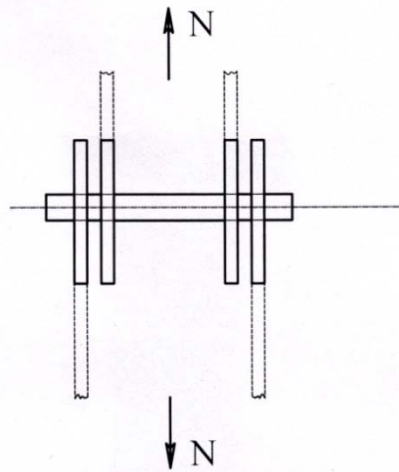
ფიგ. VI. 11. – ხიდგამდები ხიდით – “Titan” აგებული ტანკ “ჩელენჯერ-2”-ის შასზე.

ამასთან, სამმაგი ტიპის ტრანსფორმაციის და ორმაგი ტიპის გადაების ახალი გასაშლელი, საიერიშო, ერთმალისანი, მექანიზებული ხიდის შექმნისა და პროექტირებისათვის აუცილებელი განსაკუთრებული მოთხოვნები, რომლებიც ზოგადად “საიერიშო” ხიდებს წაეყენებათ, მნიშვნელოვანი საკითხია ხიდის კონკრეტული ვარიანტის დაპროექტების სტადიაზე.

პარაგრაფ VI.2-ში განხილული სიკითხები ნაშრომში წარმოდგენილია იმ მიზნით, რომ სრულყოფილი გახდეს ხიდის პროექტირების მეთოდოლოგია. ამასთან, ახალი საიერიშო, საბაზო გასაშლელი ხიდის შექმნის განსაკუთრებულ პრინციპებისგან განსხვავებით, კონსტრუქციის თავისებურებების გათვალისწინებით, განხილულია სხვა კონკრეტული საკითხები – შემობრუნების კვანძის დაპროექტებისა და გაანგარიშების თავისებურებები, რომელიც შედგენილია არსებული ლიტერატურული წყაროების მიხედვით [48] [49].

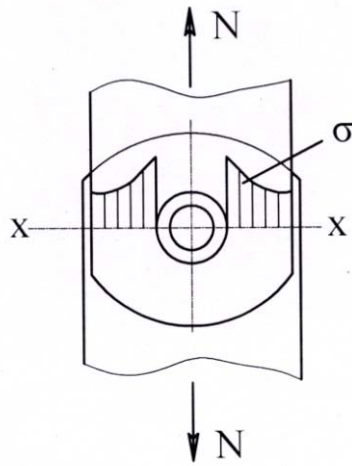
ხიდის კონსტრუქციების განხილვის დროს, ერთ-ერთი საპასუხისმგებლო კვანძია ლიანდების ურთიერთის მიმართ შემობრუნების მოწყობილობა (იხ. ფიგ. VI.8).

ცალკეული ლიანდების შემთხვევაში, ლიანდების ურთიერთშემობრუნებისა და მათი წერტილების ურთიერთში შესვლის გამო კვანძს შემდეგი სქემა აქვს (ფიგ. VI.12).



ფიგ. VI. 12. – მანჭვალებიანი კვანძის სქემა

ძალის ერთი ყუნწიდან მეორეზე გადაცემა, როგორც ლიტერატურული წყაროებიდან არის ცნობილი, ხორციელდება მანჭვალის საშუალებით, რომელიც ნახვრეტში ჩასმული ლილვით ხორციელდება, რომლის შედეგად ხდება ძაბვის არათანაბარი განაწილება ნახვრეტის გარშემო ყუნწის მასალის სიღრმეში და მანჭვალში (ფიგ. VI.13).



ფიგ. VI.13 – ძაბვების კონცენტრაცია მანჭვალის განიკვეთში.

დეფორმაციის შესაძლო ხასიათი და მანჭვალისანი შეერთების რღვევა (ფიგ.VI.14), დამოკიდებულია მანჭვალისა და ყუნწების ზომათა შესაბამისობაზე და ასევე, მათი შემადგენელი მასალის თვისებებზე.

არასაკმარისი განიკვეთების ფართების გამო, ასევე შესაძლებელია მრგვალი ნახვრეტის ოვალურად გადაქცევა, ან არასაკმარისი კვეთების პირობებში მანჭვალისანი შეერთების ხანგრძლივი ექსპლოატაცია დატვირთვის ქვეშ (ფიგ.VI.15).

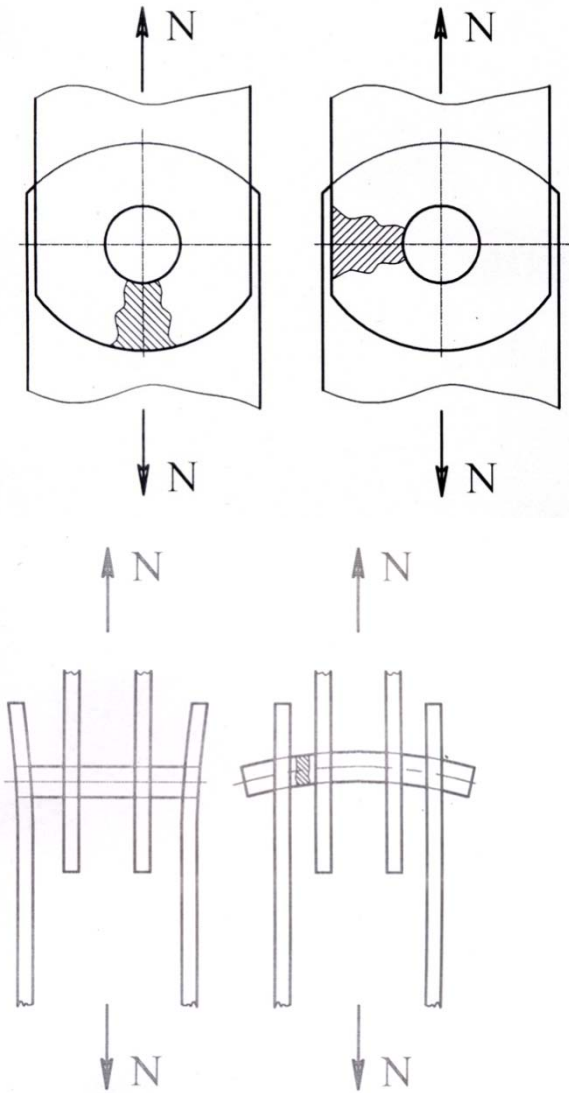
მანჭვალისანი შეერთებში წრიული ნახვრეტის ოვალურად გადაქცევის აღმოსაფხვრელად, აუცილებელია გაიზარდოს ყუნწის განიკვეთის ფართი და მანჭვალეები ისეთი ზომის დამზადდეს, როდესაც ძაბვათა კონცენტრაციის ადგილებში არ მოხდება ძაბვების მასალის დენადობის ზღვრამდე მიღწევა.

ა)

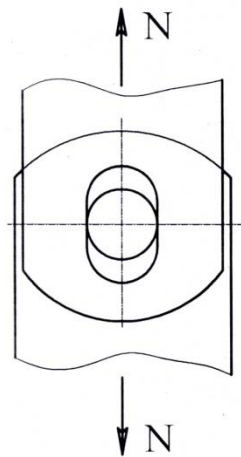
ბ)

გ)

დ)

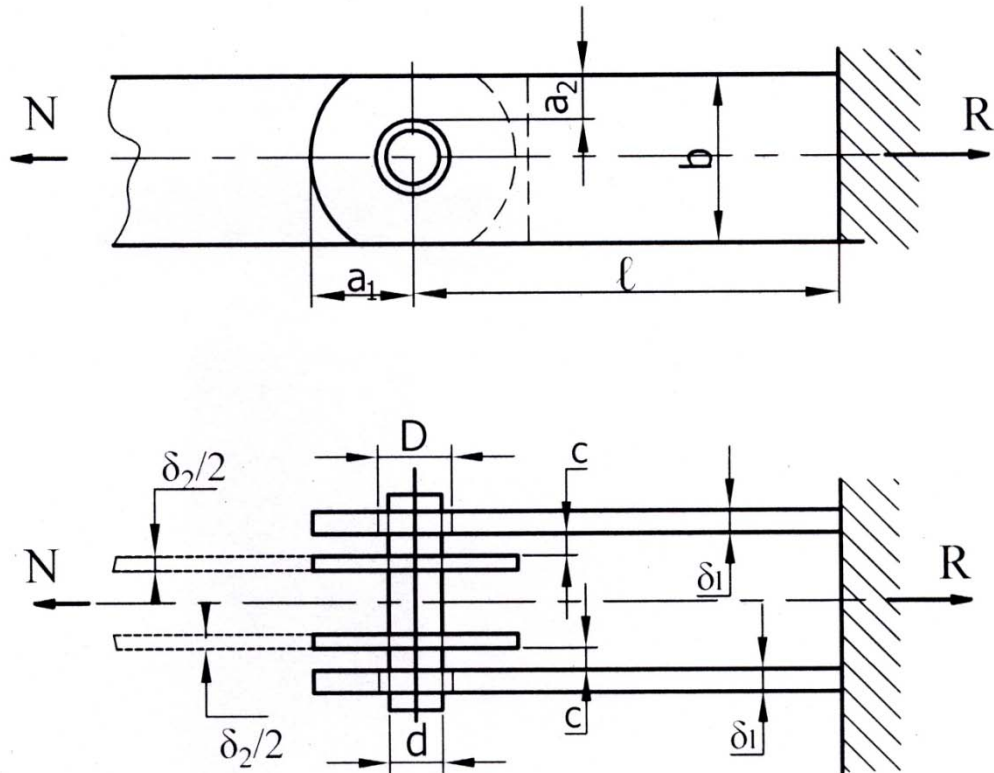


ფიგ. VI. 14 – დეფორმაციების შესაძლო სახეები კვანძის ელემენტებში
 ა) მასალის ამოტეხვა; ბ) ყუნწის მასალის ხლეჩვა; გ) კვანძის
 ელემენტების დიდი დეფორმაციები; დ) მანჭვალის გაკვეთა.



ფიგ. VI.15. – წრიული ნახვრეტის
 ოვალურად გადაქცევა მანჭვალიანი
 შეერთების ხანგრძლივი

ნორმატიული მასალების მიხედვით, აღნიშნული ეფექტის მისაღწევად, წინასწარ მოწმდება ყუნწი და მანჭვალი, რომელთა თანაბარსიმტკიცის პირობიდან აიღება ყუნწის ნახვრეტით დასუსტებული კვეთი F ტოლი – $2a_1\delta_2$ (ფიგ.VI.16)



ფიგ. VI.16. – მანჭვალიანი შეერთების საანგარიშო სქემა

ა) გვერდხედი; ბ) ზედხედი.

წარმოდგენილი სქემის მიხედვით ყუნწის ძირითადი ზომები უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას:

$$k = 0.56 + 0.46 \frac{a_2}{a_1} - 0.1 \frac{b}{d} \leq 1$$

სადაც K კოეფიციენტი ითვალისწინებს ყუნწის სიმტკიცეზე ყუნწის ძირითადი ზომების ზეგავლენას.

მანჭვალიანი შეერთების სიმტკიცე განისაზღვრება შემდეგი ოთხი პირობის მიხედვით:

1. ყუნწის გაჭიმვისას $F=2a_{1\delta_2}$, ფართობზე, სიმტკიცის პრობის თანახმად

$$\sigma = \frac{N}{2a_{1\delta_2k}} \leq mR_0,$$

სადაც R_0 – ძირითადი საანგარიშო წინაღობაა.

2. ყუნწის თელვისას, სიმტკიცის პირობის თანახმად

$$\sigma = \frac{N}{d\delta_2} \leq m R_{თელ}^g$$

სადაც,

$R_{თელ}^g$ – ყუნწის თელვის წინაღობაა, რომელიც ალუმინის

შენადნობებისათვის მიიღება $R_{თელ}^g = 1,2R_0$;

m – მუშაობის პირობის კოეფიციენტი, რომელიც უზრუნველყოფს ნარჩენი პლასტიკური დეფორმაციების შეზღუდვას. ნაკლებად დასაშვებია ნახვრეტის ოვალად გადაქცევა მანჭვალთან შეერთებებში, რომლებიც წარმოადგენენ სახრებს. ამ შემთხვევაში მიიღება $m=0.8$. მოსახსნელი შეერთებისათვის $m=1.0$.

3. ღუნვაზე მანჭვალის სიმტკიცის პირობიდან, მისი დრეკად-

$$\text{პლასტიკურ სტადიაში მუშაობისას } \sigma = \frac{M}{W_{\text{პლ}}} = \frac{V(2\delta_1+4c+\delta_2)}{8W_{\text{პლ}}} \leq R_{\text{ღ}}^{\text{მანჭ}}$$

სადაც $R_{\text{ღ}}^{\text{მანჭ}}$ – მანჭვალის ღუნვის საანგარიშო წინაღობაა;

$W_{\text{პლ}}$ – მანჭვალის წინაღობის პლასტიკური მომენტი $W_{\text{პლ}}=1.7 \cdot 0.1 \cdot d^3$

4. ორმაგი ჭრის მანჭვალის დროს სიმტკიცის პირობის თანახმად

$$\tau = \frac{N}{4\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{V}{\pi d^2} \leq R_{\text{ჭრ}}^{\text{მანჭ}},$$

სადაც $R_{\text{ჭრ}}^{\text{მანჭ}}$ – მანჭვალის ჭრის საანგარიშო წინაღობაა.

ყუნწის ყბებში ძაბვა მათ სისქეზე ნაწილდება არათაბრად. ამასთან შესაბამისად მანჭვალთან ფოლადის შეერთებებში ყუნწის სისქესთან შედარებით გათვალისწინებულია ორმაგი ყუნწის ყბების ჯამური სისქის გაზრდა 10%-ით, ხოლო მსუბუქი შენადნობებისას – 15%-ით.

სიმტკიცის პირობის მიხედვით ყუნწებს შორის დრეჩო რეკომენდირებულია შეადგენდეს $c = 0.1\delta_2$ ხოლო შეერთების აწყოებისა და დაშლის პირობიდან, საერთოდ იღებენ 2÷ 3მმ-ის ტოლს. მანჭვალსა და ნახვრეტს შორის დრეჩო, ზოგადად შეადგენს 1÷ 1.5მმ-ს.

სარტყლის მიმართ შესაპირაპირებელი შეერთების აცილებითი განლაგებისას გაითვალისწინება დამატებითი მღუნავი მომენტის მოქმედება, რომელიც ჩნდება სარტყლის ღერძის მიმართ მანჭკვალის ცენტრის გადანაცვლების გამო.

აღნიშნული საკითხი აქ მოყვანილია ხიდის კონკრეტული ვარიანტის კონსტრუქციული შეფასებისა და მისი შემობრუნების კვანძის დაპროექტებისათვის.

საიერიშო ხიდის კონსტრუქციის ერთ-ერთ თვისებას წარმოადგენს რთული – ტრანსფორმაციის სამპარამეტრიანი გაშლა-დაკეცვის მდგომარეობა.

ასეთი მიდგომით ზოგადად თუ განვიხილავთ ხიდის გაშლისა და დაკეცვის მროცესს მისი მდგრადობის გათვალისწინებით შეიძლება განვაცალკეოთ ორი შესაძლებელი შემთხვევა:

I ვარიანტი – ეტაპობრივი ვარიანტი ხიდის გაშლისა:

1. ხიდის გაშლის პირველი ეტაპი მოიცავს მის გაშლას, “შემობრუნებით”;
2. ხიდის გაშლის მეორე ეტაპზე ხიდის ელემენტები იწყებს “ტელესკოპის” პრინციპით ურთიერთის მიმართ წაგრძელებას.

II ვარიანტი – ხიდის კომპლექსური გაშლა:

1. ხიდის კომპლექსური გაშლა ხორციელდება ერთდროულია როგორც “შემობრუნებით”, ასევე “ტელესკოპის” პრინციპით ელემენტთა ურთიერთგადაადგილებითაც.

ამდენად, გაშლის პროცესში ხიდზე, ფორმათწარმოქმნის ეტაპების შესაბამისად, სხვადასხვა სიდიდით, მოქმედებს როგორც გარე ძალების მიერ წარმოდგენილი ჯამური მომენტი ΣM , ასევე ხიდის გასრიალებისას წარმოდგენილი ჯამური ძალები T . ძალვით აღნიშნული ფაქტორები ΣM და T , საბოლოო სახით გადაეცემა ხიდგამდებსაც. ამდენად, არის მნიშვნელოვანი მათი ურთიერთშეთავსების შეფასება გაშლის სხვადასხვა ეტაპებზე, რომ, ერთი მხრივ, შემოწმდეს ხიდის კონსტრუქციის მზიდუნარიანობა მისი გაშლის დროს წარმოქმნილ ძალებზე და, მეორე მხრივ, მოხდეს ხიდგამდების სამონტაჟო მოწყობილობის დაგეგმარება ისე, რომ არ

მოხდეს ხიდგამდების ამოყირავება როგორც მისი გრძივი ღერძის სიბრტყეში, ასევე მის მართობულად.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ნორმატიული მაჩვენებლების მიხედვით $\Sigma M = M_G + M_W + M_J + M_{b.s.}$, სადაც ჯამური მომენტი შედგება ხიდის კონსტრუქციის წონისა და მრუდხარას წონისაგან გამომწვეული წინაღობის ძალთა ჯამური მომენტის $- M_g$, ქარის წნევისაგან გამომწვეული წინაღობის ძალთა მომენტის $- M_w$, ინერციულ ძალთა ჯამური მომენტის $- M_j$ და ხახუნის ძალთა მომენტისაგან $- M_{b.s.}$.

ხიდის გასრიალებით გამომწვეული მთლიანი დატვირთვა, რომელიც გადაეცემა ხიდგამდების საანგარიშო დატვირთვის სიდიდეს $- T$ -ს.

$$T = P_G + P_j + P_w + P_{b.s.}$$

სადაც P_G - არის ხიდის კონსტრუქციის საკუთარი წონის მდგენელი;

P_j - ხიდის კონსტრუქციის მასის ინერციის ძალები, რომლებიც ტრანსფორმაციის პროცესში იცვლება;

P_w - ქარის წნევა; ხოლო $P_{b.s.}$ - ხახუნის წინააღობა.

საერთოდ, ხიდის მალის ნაწილების ურთიერთგასრიალების სიჩქარე შეადგენს 0,4–1,4 მ/წმ.

ხიდის და ხიდგამდების მდგრადობა როგორც გრძივი, ასევე განივი მიმართულებით მიიღება $k = 1,2 - 1,35$. k სამხედრო მექანიზებულ ხიდებში გაანგარიშდება $k = \frac{M_{მასტაბილიზებული}}{M_{გადამყირავებული}}$.

ამასთან, ხიდის და ხიდგამდების გრძივი მდგრადობა ხიდის კონსტრუქციის ტრანსფორმაციის და ფიქსაციის მომენტში, აიღება იმ შემთხვევისათვის, როდესაც გადასალახი დაბრკოლების ნაპირზე, ზღუდის მხარეს დახრა შეადგენს $10^\circ \div 12^\circ$, ხოლო განივი მდგრადობა ხიდის და ხიდგამდების ისეთ პროფილში დგომით, როცა მათი განივი გადახრა შეადგენს 7° -ს.

მნიშვნელოვანია ის, რომ ხიდი დაბრკოლების ორივე ნაპირზე უნდა ებჯინებოდეს ისეთი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მქონე და, ამასთან, ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებიდან გამომდინარე, ხიდის დაბჯენის ისეთი გეომეტრიული პარამეტრებით, რომ არ მოხდეს გრუნტის ჩამოშლა ან ჩამონგრევა. ეს პირობა უნდა იყოს დაცული

ხიდზე სასარგებლო დატვირთვის გადატარების, აუტრიგერის გრუნტზე დაწოლის და სხვა გათვალისწინებული თუ გაუთვალისწინებელი დატვირთვების დროს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ხიდის სრული სიგრძე და მის მიერ დაბრკოლების გადასალახი მალის სიდიდე ყოველთვის განსხვავდება ერთმანეთისაგან და ზოგჯერ საკმაოდ ნაკლებია დაბრკოლების გადასალახი მალი – $L_{ხიდი} > L_{დაბრკოლების\ მალი}$.

პროექტის მიზანია – შეიქმნას სამხედრო მექანიზებული, გასაშლელი ერთმალისანი საბაზო ხიდი გაზრდილი მალით 38-48 მეტრის ფარგლებში.

ამასთან, ხიდმა უნდა დააკმაყოფილოს სტრანსპორტო პაკეტის ზღვრული გაბარიტები – სიგრძე 12-13 მეტრი და ხიდგამდების სიმაღლე 3.8–3.9 მეტრი.

გარდა ამისა, დიდი მალის, ხიდგამდების ხიდის გადასალა წინააღმდეგობაზე მონტაჟის მოწყობილობამ უნდა უზრუნველყოს ხიდგამდების დიდი მასტაბილიზებული მაბრუნებელი მომენტის სიდიდე, გაშლილი ხიდის მაბრუნებელი – ამომყირავებელ მომენტთან შედარებით.

გარდა აღნიშნულისა, ხიდგამდებმა უნდა დააკმაყოფილოს შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები:

- ხიდის სატრანსპორტო – დაკეცილი ან დანაწევრებული ნაწილების სატრანსპორტო პაკეტის გაბარიტები იყოს სტანდარტული ან სტანდარტებთან მიახლოებული ისე, რომ არ უშლიდეს მის გადაადგილებას და მონტაჟს.
- ხიდის მთლიანი წონა იყოს სატრანსპორტო საშუალების მზიდუნარიანობის შესაბამისი.
- ხიდი იყოს ერთმალისანი.
- ხიდის სიგრძე – მალის სიგრძე იყოს რაც შეიძლება მეტი.
- ხიდის გადასალახ წინააღმდეგობაზე მონტაჟის და დემონტაჟის დრო განისაზღვროს რამოდენიმე – 2 – 5 – 7 მაქსიმუმ 10 წუთით.
- ხიდის მონტაჟის დროს არ იყოს საჭიროება მისი მომსახურებისა გადასალახი წინაარმდეგობის მეორე ნაპირზეც.

- ხიდის მომსახურე ეკიპაჟი იყოს განთავსებული სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალებაში.
- ხიდის სამონტაჟო-სატრანსპორტო საშუალება იყოს შეთავსებული და ერთი ერთეული.
- ხიდის სამონტაჟო-სატრანსპორტო საშუალება იყოს დაჯავშნული და სხვა მრავალი.
- ხიდის დაზიანების შემთხვევაში, მასზე ჭურვის ან ნაღმის მოხვედრის შედეგ, ხიდმა მეტნაკლებად უნდა შეინარჩუნოს მზიდუნარიანობა და საექსპლოატაციო თვისებები და ამის შემდეგ უნდა შესაძლებელი იყოს მისი ახსნა დაბრკოლებიდან, ხიდის სამონტაჟო ხიდგამდების საშუალებით, სხვა ტექნიკური საშუალების გამოყენებლად.
- ახალი ტიპის ხიდგამდების დანერგვა ჯარებში და შესაბამისი ტაქტიკური მონახაზების და პროცედურების ჩამოყალიბება კიდევ უფრო გაზრდის ქართული შეიარაღებული ძალების მოქნილობასა და სამანევრო შესაძლებლობებს, საშუალებას მისცემს მათ მაქსიმალური ეფექტურობით იქნას გამოყენებული სვლიდან ფორსირება და მოხერხდეს მოწინააღმდეგის დაჯაბნა ლოკალურ მობილურობასა და ბრძოლის ტემპების საკითხებში.
- საგანგებო მდგომარეობის შედეგების – მათ შორის ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების ლიკვიდაციის ოპერაციის საწყის ეტაპზე ყველაზე მიზანშეწონილია ქართული გრძელი მალის მქონე საიერიშო ხიდების გამოყენება.
- სახიდე ნაგებობის ძარად შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ტანკი, სატვირთო ავტომანქანა, სარკინიგზო ვაგონი, ასევე გადატანილი და დამონტაჟებული იქნას ვერტმფრენით – რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მის უნივერსალიზაციის ხარისხს.

ძირითადი დასკვნები

* დამუშავებული გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია, აგებული ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის ორმაგი “დაკეცვის პრინციპს” + “ტელესკოპის პრინციპი”. ახალი, 48 მეტრი მაღის მქონე, გასაშლელი, მრავალჯერადი ხიდი შეესაბამება სამოქალაქო პირობებში – ექსტრემალურ სიტუაციებში და საგანგებო ვითარებებში გამოყენების თანამედროვე მოთხოვნებს.

* დამუშავებულია გასაშლელი ხიდი და მისი გადასალახ წინააღმდეგობაზე გადების ხიდგამდები. ხიდი შექმნილია ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის “დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით”. გასაშლელი ხიდი, მაღლით 48 მეტრამდე, შეესაბამება საჯარისო ნაწილების და საკომუნიკაციო ზონის მომსახურების პირობებს. ასევე, მისი გამოყენება მეტად ეფექტურია სამოქალაქო პირობებში.

აღნიშნული ხიდის ბაზაზე, ასევე, დამუშავდა გაუმჯობესებული ვარიანტ კონსტრუქციისა, რომელიც ემყარება ტრანსფორმირებადი სისტემების “დაკეცვის პრინციპს” + “დაკეცვის პრინციპი”.

* ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა კვლევებმა, რომელიც განხორციელდა ტრანსფორმირებადი სისტემების “დაკეცვის პრინციპს” + “დახვევის პრინციპით” შექმნილი ხიდის 4,8 მეტრი სიგრძის და სათანადო ხიდგამდების მოდელზე, აჩვენა სრული შესაბამისობა გასაშლელი ხიდის თეორიული შედეგებსა და ექსპერიმენტულ შედეგებს შორის, როგორც სტატიკური დატვირთვების მიმართ, ასევე ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმათწარმოქმნის მხრივ, როგორც კინეტიკური სისტემისა. ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით მოხდა ცალკეული კვანძებისა და დეტალების ცვლილება და მოდერნიზება.

* ნაშრომში დამუშავებულია სამმაგი ტიპის ტრანსფორმაციის და ხიდის გადების ორმაგი ტიპის, შეთავსებული, ახალი, საბაზო, საიერიშო ერთმალისანი გასაშლელი მექანიზებული ხიდი მაღლით 32÷48 მეტრი და განსხვავებული სქემის ხიდგამდები, რომელიც ყველა თანამედროვე მოთხოვნებით შეესაბამება ბრძოლის ველზე გამოყენების პირობებს. მისი გამოყენება შესაძლებელია სამოქალაქო ვითარებაში.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] Field Manual 3-34 (FM 5-100) Engineering Operations. Washington DC, USA: Headquarters, Department of the Army 2004. 350 p.
- [2] Hephaestus Books. Articles on Military Engineering Vehicles, Including: Small Box Girder, M104 Wolverine, Amx-30 Bridge, M60a1 Armored Vehicle Launched Bridge (Avlb). Hephaestus Books. 2011. 166 p.
- [3] Hanus J. P. Investigation of a Deployable Military Bridge System with a Fiberglass Reinforced Concrete Deck. Madison: University of Wisconsin, 2007, 517 p;
- [4] Kosmatka J. B. Composite Bridging for Military and Emergency Applications. Alaska, USA, *Journal of Bridge. Engineering*, 2010, 13(4), pp 388-397;
- [5] Lamdher J. C. Dynamic Analysis of a FRP Deployable Box Beam. Kingston, Ontario, Canada: Queen's University, 2008, 113 p;
- [6] Zanolun H. AM 15 Design of Deployable Mobile Bridge. Singapore: National University, 2008, 60 p;
- [7] Yixiang Z. AM33 Analysis of Mobile Deployable Bridge. Singapore: National University of Singapore, 2008, 45 p;
- [8] Медзмариашვილი Э.В. Трансформируемые системы. Тбилиси. Академия наук СССР. 1990, 106с.
- [9] Медзмариашვილი Э.В. Трансформируемые конструкции в космосе и на земле. Германия-Грузия-Лихтенштейн. Valemar S&T Ltd. и Gregory & Co. 1995, 442с.
- [10] Машины инженерного вооружения. Москва. Военное издательство министерства обороны СССР. 1964. 455с.
- [11] Weideck H. N. Brückenlegeeinrichtung. Deutsches Patentamt. No. 4123092A1. 12.07.1991. Appl. No.: 4123092.2. Field: 12.7.91.
- [12] Juan Aparicio B. Véhicule lance-ponts. French patent. No. 2678297. Appl. No.: 9108053. Field: 28.06.1991.
- [13] Matzen U., Wintjen J. Brückenlegefahrzeug. Deutsches Patentamt. No. 1942229A2. 09.07.2008. Appl. No.: 07022546.1. Field: 21.11.2007.
- [14] Kahmann R., Wiedeck, H-N. Verlegbare Brücke. Europäische Patentanmeldung. No. 0523757A2. 20.01.93. Appl. No. 92116939.7. Field 07.08.1987.
- [15] Echtler T., Hunsinger W., Quinot M. Kraftfahrzeug zum transportieren und Verlegen einer festbrücke. Deutsches Patentamt. No 3217435A1. 21.00. Appl. No.: 3217435.7. Field: 8.5.1982.
- [16] <http://military-today.com/engineering/titan.htm> უკანასკნელად ოქნა
გადამოწმებული - 30.04.2012.

- [17] <http://www.armedforces.co.uk/army/listings/l0062.html> უკანასკნელად იქნა
გადამოწმებული - 30.04.2012.
- [18] Abushenko O., Kitkin V., Mishin V., Khinevich G., Shumakov I., Jakovlev V.
Bridge Launcher on Basic Tank Chassis. Rus. Pat. No. 2392369. 20.06.2010.
Appl. No.: 2009109491/03. Field: 16.03.2009.
- [19] Zlotnicki L. Bridge Launcher. USA Pat. No 4,510,637. 16.04.1985. Appl. No.:
475,371. Field 14.03.1983.
- [20] <http://www.youtube.com/watch?v=2oyLgTBZHe4> უკანასკნელად იქნა
გადამოწმებული - 30.04.2012.
- [21] Medzmariashvili E., Tsignadze N., Sokhadze A., Medzmariashvili V.,
Medzmariashvili G. The Perspectives of Suspension Systems' Application in
Deployable Space Reflector Antennas. Noordwijk, The Netherlands. *Proceedings
of 32nd ESA antenna Workshop on Antennas for Space Applications*, 2010,
- [22] Ario I., Makazawa M., Tanaka Y., Tanikura I. and Ono S. Development of a
Prototype deployable bridge based on Origami skill. Republic of Korea Published
by IAARC 2011, 981-986 p;
- [23] Medzmariashvili E., Gogilashvili V., Sanikidze M., Tsignadze N., Bedukadze G.,
Siradze N., Medzmariashvili G. Cinematic Analysis and Structure of 48 Meter
Deployable Bridge. *Scientific-technical Journal "Building"*. 2009, 1(12). pp. 6-
17.
- [24] მექმარიაშვილი ე, მექმარიაშვილი გ. გასაშლელი ხიდი და ხიდის
დამწყობი საქ. პატენტი. No: 2011 5297B. 22.11.2011. Appl. No.: 20079952
Field: 29.03.2007.
- [25] Барон Р.И., Макаров К.Н. Производство монтажных работ с помощью
вертолетов. Москва, Стройиздат, 1984. 122с.
- [26] Medzmariashvili E., Sanikidze M., Gogilashvili V., Tsignadze N., Filipenko L.,
Medzmariashvili G. A Single-Span Dual Transformation Deployable Bridge.
International Scientific Journal of IFToMM 'Problems of Mechanics'. 2010,
3(40). pp. 25-31.
- [27] Gogilashvili V., Medzmariashvili E., Sanikidze M., Tsignadze N.,
Medzmariashvili G. Schematic Structural Diagram of the Deployable Bridge and
Load-Bearing Conditions analysis. *International Scientific Journal of IFToMM
'Problems of Mechanics'*. 2010, 4(41), pp. 72-77;
- [28] მექმარიაშვილი ე, მექმარიაშვილი გ. "E&GM"-1. საქ. პატენტი No:
20115298B. 22.11.2011. Appl. No.: 20079952 Field: 29.03.2007.
- [29] Строительные нормы и правила. Аллюминиевые
конструкции. Москва. Госстрой СССР. СНиП 2.03.06-85.

- [30] Протасов К.Г. Фермы. Москва. Всесоюзное издательство-полиграфическое объединение министерства путей сообщения. 1963. 100с.
- [31] Воеводин А.А. Предварительно напряженные системы элементов конструкций. Москва. Стройиздат. 1989. 298с.
- [32] Medzmariashvili E., Sokhadze A., Medzmariashvili G., Odishvili K., Filipenko L. Transformable Large-Span Bridge. Georgia. *Proceedings of International Scientific Conference on Advanced Lightweight Structures and Reflector Antennas*. 2009, pp. 134-141.
- [33] Gogilashvili V., Medzmariashvili E., Sanikidze M., Medzmariashvili G. Transformation of Deployable Bridge Mechanisms. *International Scientific Journal of IFToMM 'Problems of Mechanics'*. 2011, 4(45). pp. 72-76.
- [34] Medzmariashvili G., Medzmariashvili V. Existing Assaulting Bridges and New Structural Schemes. *Proceedings of Open International Scientific Conference #78 of Georgian Technical University*.
- [35] Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия. СНиП 2.01.07-85.
- [36] Строительные нормы и правила. Мосты и трубы. СНиП 2.05.03-84.
- [37] Гибшман Е.Е., Аксельрод И.С., Гибшман М.Е. Мосты и сооружения на автомобильных дорогах. Москва»Транспорт». 1973. 412с.
- [38] Gantes Ch. J. Deployable Structures : Analysis and Design (High Performance Structures and Materials). WIT Press / Computational Mechanics, 2001, 384 p;
- [39] Nerdinger W., Meissner I., Möller E., Grdanjski M. Frei Otto: Complete Works: Lightweight Construction, Natural Design. Birkhauser Verlag AG, 2005, 391 p;
- [40] Riley T., Light Constructions. New York: The Museum of Modern Art, 1995, 163 p;
- [41] Hunt. K. H. Kinematic Geometry of Mechanisms. USA, Oxford University Press, 1990, 488 p;
- [42] <http://inside-auto.com/watch/2296119/FV4205-Chieftain-Armoured-Vehicle-Launched-Bridge-AVLB> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 30.04.2012.
- [43] Medzmariashvili E. Tusishvili O., Sanikidze M. Medzmariashvili G., Mobile Bridgelayar on the Bases of Tank “Leopard-2”. *International Scientific Journal of IFToMM 'Problems of Mechanics'*. 2011, 3(44), pp. 22-26.
- [44] Шунков В.Н. Танки. Минск. ООО»Попурри». 2000, 395с.
- [45] <http://www.armedforces-int.com/article/leguan-system.html> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 30.04.2012.
- [46] <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/wolverine.htm> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 30.04.2012.
- [47] <http://www.army.mod.uk/royalengineers/equipment/698.aspx> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 30.04.2012.

[48] Козлов М.Ф., Ключарев В.А., Кобиков Г.А., Муратов А.А., Нивин Н.А., Юдин Г.В. Военные мосты на жестких опорах. Москва. Издание ВИА. 1974. 527с.

[49] [http://en.wikipedia.org/wiki/M60A1_Armored_Vehicle_Launched_Bridge_\(AVLB\)](http://en.wikipedia.org/wiki/M60A1_Armored_Vehicle_Launched_Bridge_(AVLB))

ქვეანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 30.04.2012.