

ნინო ნიკოლაშვილი

ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების ბადისებურ
კონსტრუქციების გაანგარიშება, ქარის დატვირთვების
ნორმების ახალი რედაქციის გათვალისწინებით

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
თებერვალი, 2011 წელი

საავტორო უფლება © 2011, ნიკოლაშვილი ნინო

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ნიკოლაშვილი ნინოს მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების ბადისებურ კონსტრუქციების გაანგარიშება, ქარის დატვირთვების ნორმების ახალი რედაქციის გათვალისწინებით და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი

ხელმძღვანელი: პროფესორი მალხაზ წიქარიშვილი

რეცენზენტი: პროფესორი გელა ყიფიანი

რეცენზენტი: პროფესორი გური შარაშენიძე

რეცენზენტი:

ავტორი: ნიკოლაშვილი ნინო

დასახელება: ვენახების სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვების
ბადისებურ კონსტრუქციების გაანგარიშება, ქარის
დატვირთვების ნორმების ახალი რედაქციის
გათვალისწინებით

ფაკულტეტი : სამშენებლო

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა:

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

ავტორის ხელმოწერა

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

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო
უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა
ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ
მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია

სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზუმე

ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების ბადისებურ კონსტრუქციების გაანგარისება, ქარის დატვირთვების ნორმების ახალი რედაქციის გათვალისწინებით

ჩვენს ქვეყანაში დღეისათვის დიდი ყურადღება ექცევა მევენახეობის დარგის განვითარებას. პრობლემის აქტუალობიდან გამომდინარე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ვენახების დაცვას სხვადასხვა ტიპის ბუნებრივი ხასიათის ზემოქმედებისაგან. როგორც ცნობილია, ძლიერი სექცვის ზემოქმედება მნიშვნელოვნად აზიანებს ვაზის ყველა ორგანოს, ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს მის ზრდაზე და ყურძნის ხარისხზე.

ჩატარებული გამოკვლევები აჩვენებენ, რომ ეკონომიკური თვალსაზრისით ვაზის დაცვის ყველაზე ეფექტურ მეთოდს წარმოადგენს ბადური გადახურვა.

მეცნიერების და გამომგონებლების მიერ დამუშავებული იყო ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების სხვადასხვა ტიპის მექანიზირებული მოწყობილობები, როგორც ყოფილ საბჭოთა კავშირში, ასევე ევროპისა და აზიის სხვადასხვა ქვეყნებში. რომელთა აზრით სექცვისგან დაცვის ეფექტურობა დამოკიდებული იყო არამუშა მდგომარეობიდან მუშა მდგომარეობაში გადასვლის ხარისხზე.

ჩვენს მიერ დამუშავებული სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების რამოდენიმე მოწყობილობიდან გთავაზობთ ერთ –ერთი საუკეთესო ვარიანტს, რომელიც უარყოფითად არ მოქმედებს ვაზის საერთო

განვითარებასა და ყურძნის ხარისხზე და აგრეთვე ვენახის სექციისგან დაცვის ავტომატური სისტემის მოწყობა მეტად აქტუალურია.

სისტემის მუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად მილებისა და სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით მუშა სითხეს ჭირხნიან საყრდენი ბოძების სიღრუეში. დგუში და ჭოკი მუშა სითხის წნევით გადაადგილდებიან ზემოთ, რომელსაც მოსდევს დამჭერების გამოსვლა სიღრუიდან და შეუღლების ელემენტების, მასზე დამაგრებული გორგოლაჭებიანი დამჭერების და მიმართველების ამოძრავება. ამოძრავდება აგრეთვე მოქნილი ფერსოს ბლოკზე უძრვად დამაგრებული სექცვასაწინააღმდეგო ბადის ბოლოები. დგუშის საჭერმექანიზაციო რგოლთან შეხებისას მომენტალურად წყდება მუშა სითხის მიწოდება და დგუშის სიღრუეში წარმოქმნილი წნევის ხარჯზე ხდება სისტემის ფიქსაცია. სისტემის არამუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად მუშა სითხეს გამოქაჩავენ მოწყობილობის სიღრუიდან. დგუში და ჭოკი გადაადგილდებიან ზემოდან ქვემოთ. ამასთან სახსრული კვანძების ირგვლივ ხდება დამჭერების მობრუნება, მათი ჩაღრმავება სიღრუეში. გორგოლაჭებიანი ბლოკები გადაადგილდება დამჭერების მიმართველებში შეუღლების ელემენტებთან ერთად. გორგოლაჭებიანი ბლოკები ჩასვლას სიღრუეში ეწინააღმდეგება დგარის თავი. ამ პროცესს თან ახლავს მოქნილი ფერსოს მოძრაობა. რგოლები სრიალებენ მოქნილ ფერსოზე და სექცვასაწინააღმდეგო ბადე იკეცება.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე ვენახის სექციისგან დაცვის ავტომატური სისტემის მოწყობა მეტად აქტუალურია.

სადოქტორო ნაშრომის მიზანია ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების ბადისებური კონსტრუქციების ოპტიმალური სქემის დამუშავება, გაანგარიშება ქარის დატვირთვაზე და ავტომატური მართვა, არამუშა მდგომარეობიდან მუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად.

სადოქტორო ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:

- ა. დამუშავებულია სექციისგან დაცვის გადახურვების სხვადასხვა კონსტრუქციული სქემები და შერჩეულია ოპტიმალური.
- ბ. შერჩეული ოპტიმალური კონსტრუქცია გაანგარიშებულია მოსალოდნელ დატვირთვებზე და შერჩეულია კონსტრუქციის კვთები, ზომები, სორტამენტი და კონფიგურაცია.
- ც. დამუშავებულია გადახურვის კონსტრუქციის ავტომატური მართვის სისტემა და გაანგარიშებულია ჰიდრავლიკური სისტემა, რომელიც აუცილებელია მისი გახსნისა და დაკეტვისათვის.
- დ. ჩატარებულია სისტემის ტექნიკურ–ეკონომიური გაანგარიშება და დამტკიცებულია მისი უპირატესობა როგორც კონსტრუქციულად ისე ეკონომიურად.

Abstract

Analysis of vineyards hail protection mesh covering structures, with taking into account the norms the new edition of wind loads

In our country nowadays the great importance is given on the development of the viticulture sector. Proceeding from the urgency of the problem great importance is given on the vineyards protection from the different character natural exposures. As it is known that the strong hail significantly impact damages the grapevines all body, its negative influences on growth and quality of grapes.

Conducted studies show that the from the economic point of view the most effective method of grapevine's protection represents the mesh covering.

By the scientists and inventors were developed different types of vineyards hail protection covering of mechanized equipment in the former Soviet Union, as well as in various European and Asian countries. Due their opinion the effectiveness of hail protection depends on the quality of transition from non-operational state to working condition.

From developed by us several hail protection covering devices we offer from one of the best version, which does not affect negatively on the total development of the grapevine and grape quality and vineyard as well as on the hail protection automatic system is more topical.

From the system transferring in working condition by the pipe and special devices the operational liquid would be pressurized in the

supporting columns hollows. The piston and rod due the working fluid pressure moves upward that is followed by supporter's removal from hollows movement of conjunction elements with attached on its rollers supporters and guides. Starts to move also fixed attached on the flexible hubs fixed attached hail protection grid ends. During the touching with sealing ring immediately terminated the working fluid supply and due the piston's hollow pressure occurs the system fixing. For the system's transfers in the non-operational state the working liquid would be pressurized from the device's hollow. The piston and rod would move from upward to. Simultaneously around the hinges nodes occurs the supporter's rotation, their deeping in hollow. The blocks with rollers moved in ther supporter's guides together with conjunction elements. The blocks with rollers and arrival in the hollow resist the column's head. This process is accompanied by a flexible hub's movement. The rollers are sliding on the flexible hub and hail protection mesh would be folded.

All of the above the mentioned theb vineyards hail protection automatic system is very problematic.

PhD thesis aims is to development of optimal scheme of vineyards hail protection mesh covering construction, calculated on the wind load, and automatic control, for the non-operational state transfers in working condition.

Scientific Novelty of the doctor's thesis consists in the following:

- Are developed the standard hail protection covering various structural schemes and is selected the optimal.
- The selected optimal structure is calculated on the expected loads and are selected the structures cross-sectiuons, dimensions, and configuration.

- Is developed the covering's structures automated control system and is calculated the hydraulic system that is necessary for opening and unfolding.
- Are conducted the system's technical-economic calculation and is approved its structural advantages as well as economical.

შინაარსი

შესავალი;

1. საქართველოში ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო;
 - 1.1. ვენახების სექცვისგან დაცვის აქტიური მეთოდები;
 - 1.2. ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების სხვადასხვა კონსტრუქციული სქემების შედარებითი ანალიზი;
 - 1.3. ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების განვითარების პერსპექტივები საქართველოში საბაზო ეკონომიკის თანამედროვე ეტაპზე;
2. სექცვასაწინააღმდეგო ბადისებური ახალი კონსტრუქციების სქემები;
3. ოპტიმალური გადახურვების გაანგარიშება და კვებების შერჩევა;
 - 3.1. რიცხვითი გაანგარიშებები პროგრამული კომპლექს LIRA 9.4-ის გამოყენებით;
 - 3.2. ქარის სტატისტიკური დატვირთვა;
 - 3.2.1. ბადისებრი ვანტური გადახურვის ზედაპირზე აეროდინამიკური კოეფიციენტების ექსპერიმენტული განსაზღვრა;
 - 3.2.2. კაპრონის ბადის ქარგამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრა;
 - 3.3. ქარის დინამიკური ზემოქმედება;
 - 3.3.1. ქარის ზემოქმედების სტატისტიკური მოდელი;
 - 3.4. სექცვის დატვირთვა;
 - 3.5. ბადისებრი გადახურვების აეროდინამიკური მდგრადობა;
4. სექცვასაწინააღმდეგო კონსტრუქციების ავტომატური მართვის სისტემის დამუშავება;
 - 4.1. ავტომატური მართვის სისტემის ფუნქციონალური სქემა;
 - 4.2. ჰიდრავლიკური სისტემის ძირითადი პარამეტრების გამოკვლევა;
 - 4.2.1. ჰიდრავლიკური ცილინდრები;
 - 4.2.2. დგუშის სიჩქარის განსაზღვრა ცილინდრის კვებისას ტუმბოს საშუალებით;

- 4.2.3. შემსრულებელი მექანიზმის ჰიდრავლიკური ამბრავის დგუშის გადაადგილების სიჩქარის რეგულირების ამოცანა;
 - 4.2.4. ჰიდრავლიკური ამბრავის დგუშის მოძრაობის სიჩქარის სტაბილირება;
 - 4.2.5. ჰიდროსისტემის მილგაყვანილობის გაანგარიშება;
 5. ვენახების სეტყვისაგან დამცავი გადახურვების მშენებლობის ტექნიკურ–ეკონომიკური ეფექტურობა;
 6. დასკვნა;
- გამოყენებული ლიტერატურა.

შესავალი

ჩვენს ქვეყანაში დღეისათვის დიდი ყურადღება ექცევა მევენახეობის დარგის განვითარებას. პრობლემის აქტუალობიდან გამომდინარე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ვენახების დაცვას სხვადასხვა ტიპის ბუნებრივი ხასიათის ზემოქმედებისაგან. როგორც ცნობილია, ძლიერი სეტყვის ზემოქმედება მნიშვნელოვნად აზიანებს ვაზის ყველა ორგანოს, ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს მის ზრდაზე და ყურძნის ხარისხზე.

ატმოსფერული ნალექი – სეტყვა – არის მყარი კრისტალური ნალექი არაუმეტეს 0,5 სმ დიამეტრის.

სოფლის მეურნეობისათვის სეტყვას მნიშვნელოვანი ზიანი მოაქვს. ვ.მ. გიგინეიშვილის, ვ.კ. პასტუხის და რ.ფ. სოხრინის მონაცემებით იგი ხშირად მოდის ამიერკავკასიაში, კერძოდ აზერბაიჯანის, სომხეთის და საქართველოს ტერიტორიაზე. სოფლის მეურნეობის კულტურებს ძირითადად 1-2 სმ-ის ზომის სეტყვა აყენებს ზიანს.

ზაფხულის თვეში სეტყვის პროცესი უფრო ინტენსიურია, ვიდრე გაზაფხულზე და შემოდგომაზე. ამიტომ წელიწადის ცხელი პერიოდისათვის სეტყვის პატარა ნაწილაკები ვერ აღწევენ დედამიწამდე. სეტყვა არის – კონუსისებური, სფერული და ელიფსური. მსხვილი სეტყვის ზომა თითქმის 5 სმ-ს აღწევს და შეიძლება შეგვხვდეს მასზე უფრო დიდც. ხშირად ვარდება უფორმო სახით, როგორც ყინულის ნატეხი.

სეტყვა ღრუბლებში წარმოქმნის სეტყვის ბილიკს, რომლის სიგრძეც დამოკიდებულია სეტყვის ინტენსიურ ჩამოცვენაზე და ადგილის ორთოგრაფიაზე. ზოგიერთ შემთხვევაში სეტყვის ხალიჩა (ბილიკი) წყდება მდინარის ჭალებში და ძლიერდება ქედებზე.

სეტყვა წარმოიშობა სქელ კონვენციურ ღრუბლებში, რომელიც 6 კმ-ზე უფრო მაღლა ადის დედამიწიდან. დედამიწის ჰაერის სქელი ფენა გათბობისას ფართოვდება და მისი სიმკვრივე ხდება ნაკლები გარშემორტყმულ ატმოსფეროზე. თბილი, უფრო მსუბუქი ჰაერი იწყებს “ამოტივტივებას” გარშემორტყმული ცივი ჰაერით, რასაც მიჰყავს კონვენციური ღრუბლის წარმოქმნა. ასეთ ღრუბლებს ემახიან შიგამასობრივს, რამდენადაც მათი წარმოშობა ჰაერის მასით ხდება.

კონვენციური ღრუბლები უფრო ხშირად ჩნდება, როცა თბილ ჰაერში იღვენთება ცივი ჰაერის მასა. ამ პროცესს ფრონტული ეწოდება. ისინი მოიცავენ დიდ ტერიტორიას.

სეტყვა ინტენსიურად მოდის იმ შემთხვევაში, როცა ატმოსფეროს ძლიერი გათბობა დროულად ემთხვევა ცივი ჰაერის მასის შემოჭრას. ამიტომაცაა, რომ სეტყვა ხშირად დღის მეორე ნახევარში მოდის – 13⁰⁰–19⁰⁰ სთ-მდე.

ჩატარებული გამოკვლევები აჩვენებენ, რომ ეკონომიკური თვალსაზრისით ვაზის დაცვის ყველაზე ეფექტურ მეთოდს წარმოადგენს ბადური გადახურვა. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ რკინა – ბეტონის დგარებზე სიბრტყით იჭიმება კაპრონის ბადე. ამ მეთოდით ვაზის სეტყვისგან დაცვისას ვაწყდებით მთელ რიგ პრობლემებს. კერძოდ: რკინა – ბეტონის გრძელი დგარების დამზადება მათი ნაკლები ხანმედეგობა ჩვეულებრივთან შედარებით, ბადური ტილოს მიერ ნარგავებზე თბომედეგობის შემცირება, დაჩრდილვა და სხვა. ასეთი სიბრტყული გადახურვის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ბადე მუშა მდგომარეობაშია, როგორც ვაზის ზრდა – განვითარების, ასევე ზამთრის პერიოდშიც. ქარისა და თოვლის სახით მოსული ატმოსფერული მოვლენები მნიშვნელოვნად აზიანებს ბადეს და გამოჰყავს მწყობრიდან. აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად დაიწყეს ბადის მუშა მდგომარეობიდან არამუშა მდგომარეობაში გადაყვანა. ეს

უკანასკნელი ძალზე შრომატევადი პროცესია, რომელიც მუშახელის მეშვეობით მექანიკურად ხორციელდება.

სისტემის მუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად მილებისა და სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით მუშა სითხეს ჭირხნიან საყრდენი ბოძების სიღრუეში. დგუში და ჭოკი მუშა სითხის წნევით გადაადგილდებიან ზემოთ, რომელსაც მოსდევს დამჭერების გამოსვლა სიღრუიდან და შეუღლების ელემენტების, მასზე დამაგრებული გორგოლაჭებიანი დამჭერების და მიმართველების ამოძრავება. ამოძრავდება აგრეთვე მოქნილი ფერსოს ბლოკზე უძრვად დამაგრებული სეტყვასაწინააღმდეგო ბადის ბოლოები. დგუშის საჭერმექანიზაციო რგოლთან შეხებისას მომენტალურად წყდება მუშა სითხის მიწოდება და დგუშის სიღრუეში წარმოქმნილი წნევის ხარჯზე ხდება სისტემის ფიქსაცია. სისტემის არამუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად მუშა სითხეს გამოქაჩავენ მოწყობილობის სიღრუიდან. დგუში და ჭოკი გადაადგილდებიან ზემოდან ქვემოთ. ამასთან სახსრული კვანძების ირგვლივ ხდება დამჭერების მობრუნება, მათი ჩაღრმავება სიღრუეში. გორგოლაჭებიანი ბლოკები გადაადგილდება დამჭერების მიმართველებში შეუღლების ელემენტებთან ერთად. გორგოლაჭებიანი ბლოკები ჩასვლას სიღრუეში ეწინააღმდეგება დგარის თავი. ამ პროცესს თან ახლავს მოქნილი ფერსოს მოძრაობა. რგოლები სრიალებენ მოქნილ ფერსოზე და სეტყვასაწინააღმდეგო ბადე იკეცება.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე ვენახის სეტყვისგან დაცვის ავტომატური სისტემის მოწყობა მეტად აქტუალურია.

ნაშრომის მიზანია ვენახების სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვების ბადისებური კონსტრუქციების ოპტიმალური სქემის დამუშავება, გაანგარიშება ქარის დატვირთვაზე და ავტომატური მართვა, არამუშა მდგომარეობიდან მუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:

- ე. დამუშავებულია სეტყვისგან დაცვის გადახურვების სხვადასხვა კონსტრუქციული სქემები და შერჩეულია ოპტიმალური.
- ფ. შერჩეული ოპტიმალური კონსტრუქცია გაანგარიშებულია მოსალოდნელ დატვირთვებზე და შერჩეულია კონსტრუქციის კვეთები, ზომები, სორტამენტი და კონფიგურაცია.
- გ. დამუშავებულია გადახურვის კონსტრუქციის ავტომატური მართვის სისტემა და გაანგარიშებულია ჰიდრავლიკური სისტემა, რომელიც აუცილებელია მისი გახსნისა და დაკეტვისათვის.
- ჰ. ჩატარებულია სისტემის ტექნიკურ–ეკონომიური გაანგარიშება და დამტკიცებულია მისი უპირატესობა როგორც კონსტრუქციულად ისე ეკონომიურად.

1. საქართველოში ვენახების სეტყვასაწინააღმდეგო ღონისძიებების განვითარების ძირითადი ეტაპები

1.1. ვენახების სეტყვისგან დაცვის აქტიური მეთოდები

ვენახების სეტყვისგან დაცვის აქტიური მეთოდების გამოყენება ჯერ კიდევ გასულ საუკუნეებში დაიწყო. 1899 – 1902 წლებში ჩატარდა რამოდენიმე საერთაშორისო სამეცნიერო საბჭო, რომელიც ეძღვნებოდა სეტყვასთან ბრძოლას. ხელმძღვანელობამ გაითვალისწინა სეტყვასთან ბრძოლის ფაქტორები და გამოყო გარკვეული თანხის ნაწილი ექსპერიმენტის ჩასატარებლად. ექსპერიმენტი შემდეგნაირად ტარდებოდა – სეტყვის ღრუბელზე უშენდენ ზარბაზნებს, რამაც დიდ წარმატებას ვერ მიაღწია.

გავიდა დრო. მარცხის მიუხედავად ამინდის ხელოვნური მართვის იდეა ისევ განახლდა. 1910 წელს ბრიტანეთის საზოგადოებამ ახალი იდეა წამოაყენა. ელექტროენერჯის ზემოქმედება ამინდზე. გამოჩენილმა

მეცნიერმა ტომსონმა გამოთვლებით მიიღო ელექტრონერგის ზომიერი რაოდენობა, რათა შეეცვალა ამინდი გარკვეულ ფართზე. რამაც გამოიწვია უფრო პოლიტიკური გართულება, ვიდრე როგორც მეცნიერულმა სიახლემ.

1931 წელს მეცნიერმა ფ. ფერატმა (ნიდერლანდია) პირველმა შეძლო ხელოვნური წვიმის წარმოშობა. იმ დროისთვის მისი ცდები ღირსეულად იყო შეფასებული [1].

გასული საუკუნის 30-იან წლებში ვ.ნ. ობოლენსკის (ყოფილი საბჭოთა კავშირი) და ლ.კ. კრისტანოვის (ბულგარეთი) ერთობლივი მუშაობით შესრულებული იყო პირველი გამოთვლები ატმოსფეროს კონდენსაციის პროცესის მისაღწევად [2]. ამ ცდამაც უმედეგოდ ჩაიარა.

ატმოსფერული პროცესების მართვა მეორე მსოფლიო ომის პერიოდში ყველა ქვეყანაში შეჩერდა.

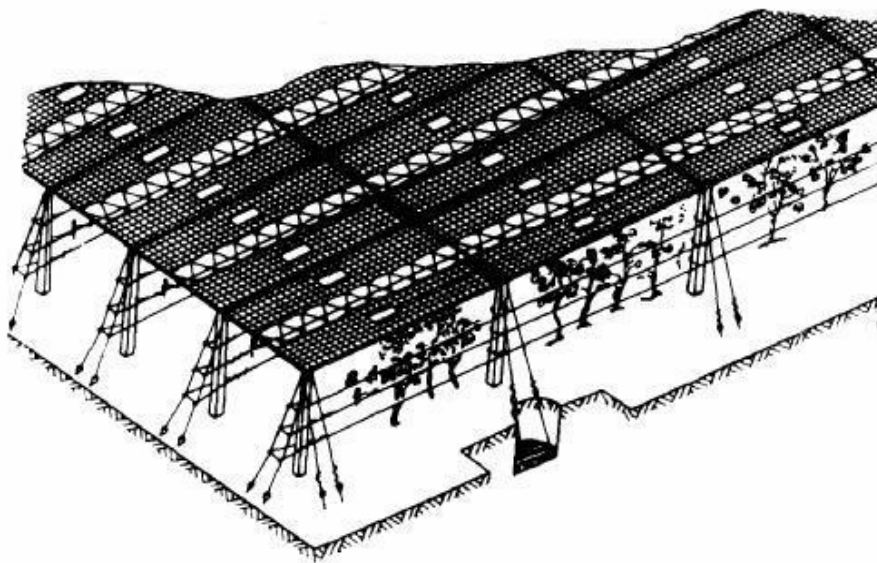
მე-20 საუკუნის 60-70 – იან წლებში ყურადღება ეთმობა ღრუბლების რადიოლოკაციურ არეკვლას, რომლის დროსაც გამოიყენებდნენ სეტყვასაწინააღმდეგო ჭურვს “АЛНРУС-2”-ს [3].

2.2. ვენახების სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვების სხვადასხვა კონსტრუქციული სქემების შედარებითი ანალიზი

ვენახების სეტყვასაწინააღმდეგო კონსტრუქციების დამუშავება საქართველოში მიეკუთვნება გასული საუკუნის 70-იანი წლების მიწურულს.

1976 წელს საქართველოში, კერძოდ კახეთის რამოდენიმე რაიონში ჩატარდა სხვადასხვა ტიპის სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვების გამოცდა. ეს სამუშაოები ჩატარებული იქნა ნ.ს. ჩხარტიშვილის და ა.ა. ორჯონიკიძის მონაწილეობით [4,5,6,7].

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში ე.ა. სეხნიაშვილის, დ.ი. თაქთაქიშვილის და ე.დ. შაფაქიძის სელმძღვანელობით [8] იყო დამუშავებული მოწყობილობა ვენახების დასაცავად (სიბრტყული კაპრონის ბადით, რომელიც დაჭიმულია რკინაბეტონის დგარებზე) (ნახ.1.1). მოცემული კონსტრუქციების საველე მოსინჯვა, დამუშავებული ვ. ყურაშვილის, შ. კანაშვილის და ნ. ბოჭორიშვილის მიერ 2,5 ჰა-ის საერთო ფართზე, ჩატარებული იყო თელავის, გურჯაანის და ყვარლის რაიონებში.



ნახ.1.1 ვენახის დამცავი სიბრტყული კაპრონის ბადე გადაჭიმული რკინაბეტონის დგარებზე.

ცდის ჩატარების მიზანი იყო კონსტრუქციების შემოწმება მთლიანად და პირველ რიგში ბადისებრი ტილოს გამძლეობა, გარდა ამისა აუცილებელი იყო შეფასებულიყო კონსტრუქციის ეკონომიკური ეფექტი.

საქართველოს მეზღვრობის, მევენახეობის და მეღვინეობის კვლევით ინსტიტუტებში იყო დამუშავებული რამდენიმე ექსპერიმენტული მუშატექნიკური პროექტი სეტყვისგან დამცავი მოწყობილობა ვენახებისათვის. ყველა ამ პროექტების ძირითადი განსხვავებაა ბადისებრი ტილოს მდებარეობა დახრილობით.

1984 წელს მთავრობის გადაწყვეტილებით ახმეტაში სპეციალური სამშენებლო – “საქვენახდამცავი” სამონტაჟო სამართველო შეიქმნა, სადაც თავმოყრილი იყო კახეთის რაიონებისა ყველა სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების მშენებლობის და ექსპლუატაციის სამუშაოები.

1982–1986 წლებში ახმეტის, გურჯაანის და ყვარლის რაიონებში გადახურული იყო 300 ჰექტარზე მეტი ვენახი.

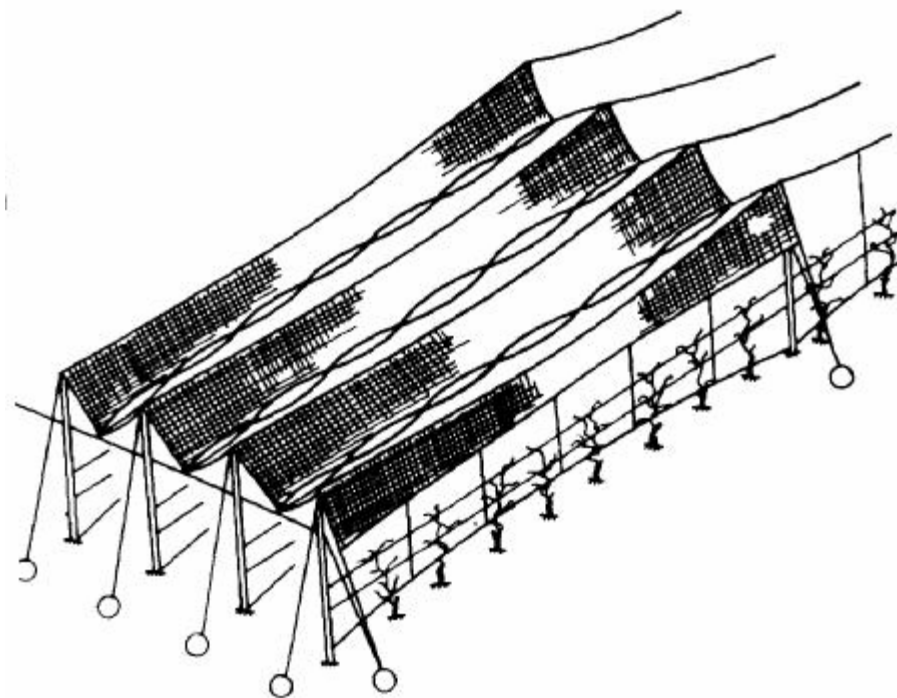
ბადური ტილოს სინათლის თბომდეგობის გაზრდა მთელ რიგ სირთულეებთანაა დაკავშირებული, რადგან ნედლეული – მონობოჰკოს ძაფი, სხვა ქვეყნიდან შემოდიოდა. ახლა ეს საკითხი უფრო ადვილად გადაიჭრება, ვინაიდან საზღვრები გაისხნა. ეკონომიკური ურთიერთობები დამყარდა მთელ მსოფლიოსთან.

ინჟინრების: გ.ნ. და გ.გ. მაჩაიძეების [9] მიერ დამუშავებული იყო ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვის მოწყობილობის გვარლბლოკური მექანიზირებული სისტემა ტვირთით. ავტორის აზრით, ეფექტურობა იზრდება (სექცვისგან დაცვისას) ქსელზე გადაცემის დაჩქარების პროცესის ხარჯზე არამუშა მდგომარეობიდან მუშა მდგომარეობაში გადასვლისას. ანალოგიური ამოცანაა ვ.ა. ბუჩუკურის და დ.გ. თავბერიძის სამუშაოებში [10]. უფრო რთული გადამყვანი მოწყობილობის მექანიზმი სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქციისა მოგვცეს ავტორებმა: გ.გ. ჩხუბიანიშვილმა, ო.მ. კანდელაკმა, ტ.ა. მგელაძემ და სხვა [11]. ამ შემთხვევაში სექცვასაწინააღმდეგო ბადე ეხვევა ბარაბანზე, რომელიც დაკავშირებულია კარდანის ლილვზე, რისთვისაც შერჩეულია სათანადო სიმძლავრის ლილვი.

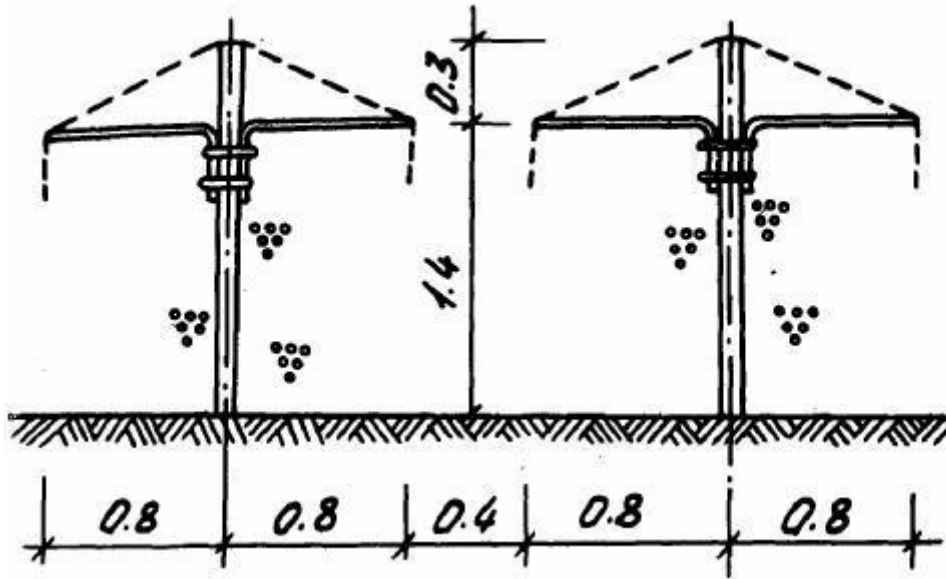
ამ პერიოდში გამოვლინდა სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვის მრავალფუნქციონალური კონსტრუქციების დამუშავების პერსპექტიული ტენდენცია. მაგ: “ვაზი-1”-ის ავტორები: ო.გ. სულაბერიძე და ი.კ. მელაშვილი [12], სადაც ორსართულიანი ვანტური ვერტიკალურად

ჩამოკიდებული ფერმა შეთავსებულია შპალერული სისტემის ფუნქციას, ვაზის საყრდენზე და სეტყვადამცავ ბადურ ტილოზე.

სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქციამ “ვაზი-1”-მა (ნახ.1.2) მრავალმხრივი გამოცდა გაიარა სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომდეგობის ინსტიტუტის სპეციალურ პოლიგონზე ლილოში.



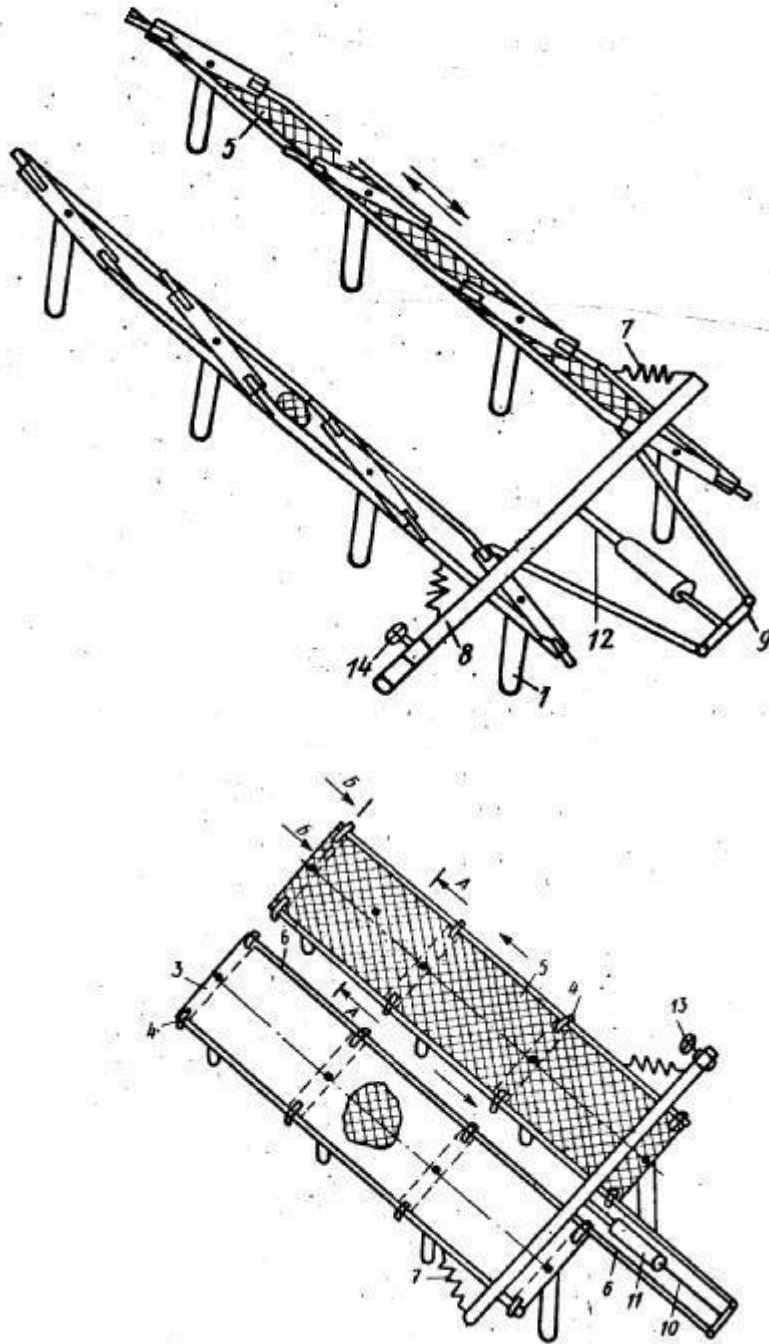
ნახ. 1.2 “ვაზი-1”-ის კონსტრუქციული სქემა



ნახ 12-ის განივი ჭრილი

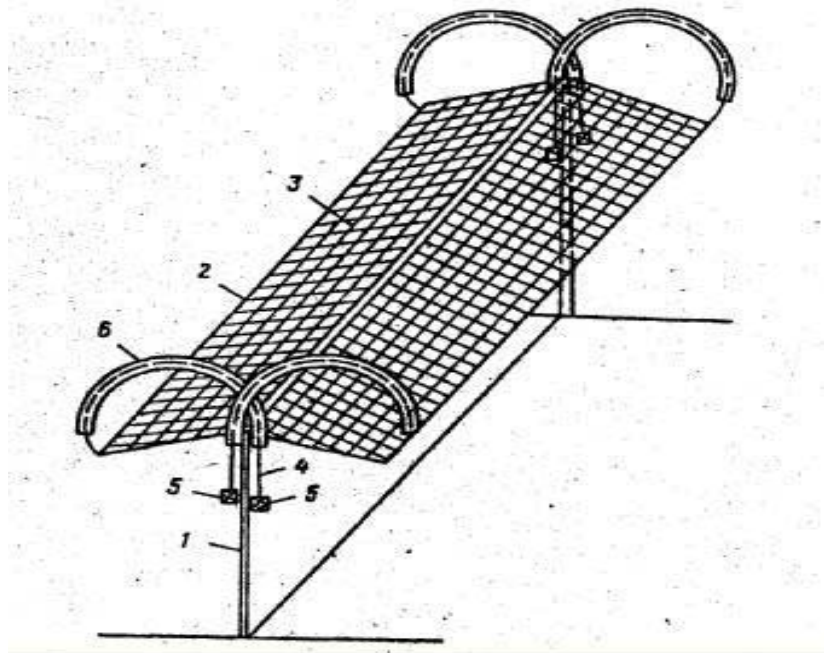
უფრო მეტ სირთულეებთან იყო დაკავშირებული სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქციის მუშა მდგომარეობიდან არამუშა მდგომარეობაში გადაყვანის შრომატევადობის პროცესი და პირიქით. ასეთი სიბრტყული გადახურვის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ბადე სულ მუშა მდგომარეობაშია, როგორც ვაზის ზრდა – განვითარების, ასევე ზამთრის პერიოდშიც. ქარისა და თოვლის სახით მოსული ატმოსფერული მოვლენები მნიშვნელოვნად აზიანებს ბადეს და გამოჰყავს მწყობრიდან. აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად დაიწყეს ბადის მუშა მდგომარეობიდან არამუშა მდგომარეობაში გადაყვანა. ეს უკანასკნელი მოითხოვდა ბევრი მუშახელის დასაქმებას, რაც დიდ დანახარჯებთან იყო დაკავშირებული. ამიტომაც მიმდინარეობდა ამ მიმართულებით სამუშაოს ძიება.

მეცნიერების და გამომგონებლების მიერ დამუშავებული იყო ვენახების სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვების სხვადასხვა ტიპის მექანიზირებული მოწყობილობები. რომელთა აზრით სეტყვისგან დაცვის ეფექტურობა დამოკიდებული იყო არამუშა მდგომარეობიდან მუშა მდგომარეობაში გადასვლის ხარისხზე.



ნახ.1.3 სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქცია

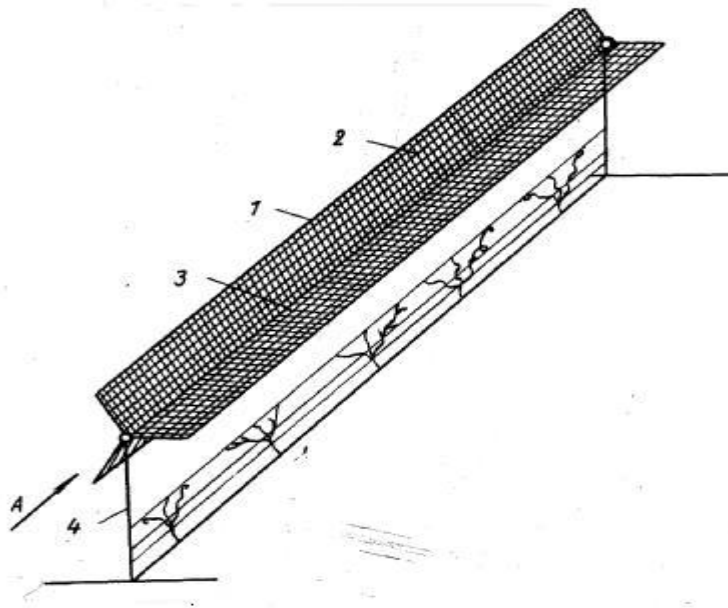
გამომგონებლების ი.ვ. კოხაშვილის და გ.ვ. ირემაშვილის მიერ წარმოდგენილი კონსტრუქცია (ნახ.1.3) არაპრაქტიკულია მექანიზმის სირთულის გამო და არაეკონომიურია [13].



ნახ.14 სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქცია

გამომგონებელ ლ. ოკუჯავას მიერ დამუშავებულია სასოფლო-სამეურნეო ნარგავების სეტყვისაგან დამცავი მოწყობილობა რომელიც შედგება საყრდენებზე დამაგრებული ვერტიკალურ სიბრტყეში მბრუნავი ჩარჩოსაგან, რომელზეც დამაგრებულია სეტყვისაგან დამცავი ბადე (ნახ.14). იგი სულ მუშა მდგომარეობაშია და გაწონასწორებულია ტვირთებით, რომლებიც დამაგრებულია ჩარჩოს ნაპირთან ნახევარწრიულ მილში გატარებული წვრილ გვარლზე და კონსტრუქცია ინარჩუნებს წონასწორობას. დატვირთვების გაზრდის შემთხვევაში (თოვლი, სეტყვა) ბრტყელი ჩარჩო ბრუნდება, ხდება ტვირთის ჩამოყრა და კონსტრუქცია უბრუნდება საწყის მდგომარეობას.

კონსტრუქციის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ იგი სულ მუშა მდგომარეობაშია (გაშლილი). უარყოფითად მოქმედებს ნარგავის ზრდაზე და განვითარებაზე. იწვევს დაჩრდილვას. გარდა ამისა სეტყვას ყოველთვის ახლავს ძლიერი ქარი და ჩარჩოს ახლეჩვის ალბათობა და მისი წონასწორობის შენარჩუნება ძალიან ნაკლებია [14].

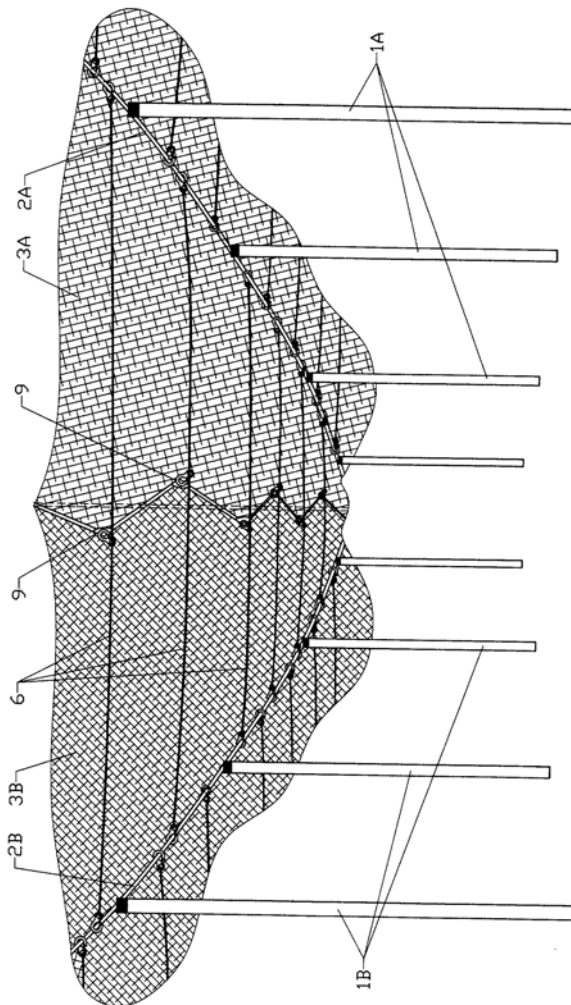


ნახ.1.5 სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქცია

ასევე ლ. ოკუჯავას მიერ დამუშავებულია კიდევ ერთი მოწყობილობა სასოფლო სამეურნეო ნარგავების სეტყვისაგან დასაცავად (ნახ.1.5). იგი შედგება საყრდენებზე დამაგრებული ერთმანეთისაგან 120 გრადუსიანი კუთხით ღერძზე მბრუნავი ჩარჩოებისაგან, რომელზეც გადაჭიმულია დამცავი ბადეები. დატვირთვების შემთხვევაში ჩარჩო იწყებს ღერძის გარშემო შემობრუნებას. ერთი ჩარჩო იცლება ნალექებისაგან (სეტყვა, თოვლი) და მომდევნო ჩარჩო იკავებს საწყის მუშა მდგომარეობას.

ამ შემთხვევაშიც კონსტრუქციის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ იგი სულ მუშა მდგომარეობაშია (გაშლილი). უარყოფითად მოქმედებს ნარგავის ზრდაზე და განვითარებაზე. იწვევს დაჩრდილვას. გარდა ამისა, სეტყვას ყოველთვის ახლავს ძლიერი ქარი და ჩარჩოს კონსტრუქციული მდგრადობის ალბათობა ნაკლებია. ჩარჩოს სიგანეც არ არის საკმარისი და საჭიროებს ახლო-ახლოს მოწყობას რაც დიდ დანახარჯებთან იქნება დაკავშირებული და არაეკონომიურია [15].

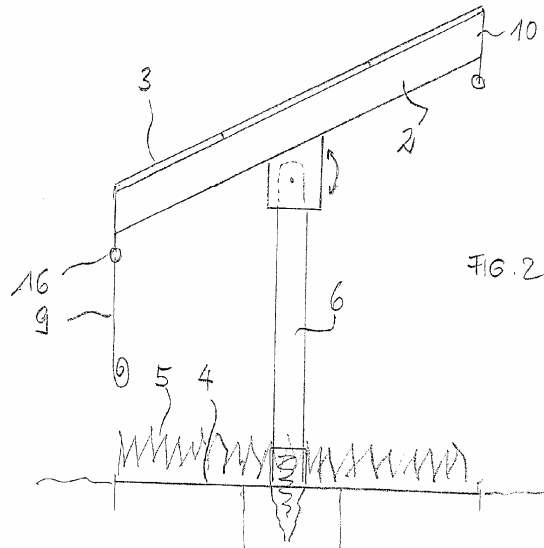
საზღვარგარეთის მეცნიერების მიერ არა ერთი გამოგონებაა ცნობილი. გთავაზობთ რამდენიმე მათგანს



ნახ.1.6 **FR 2873890**

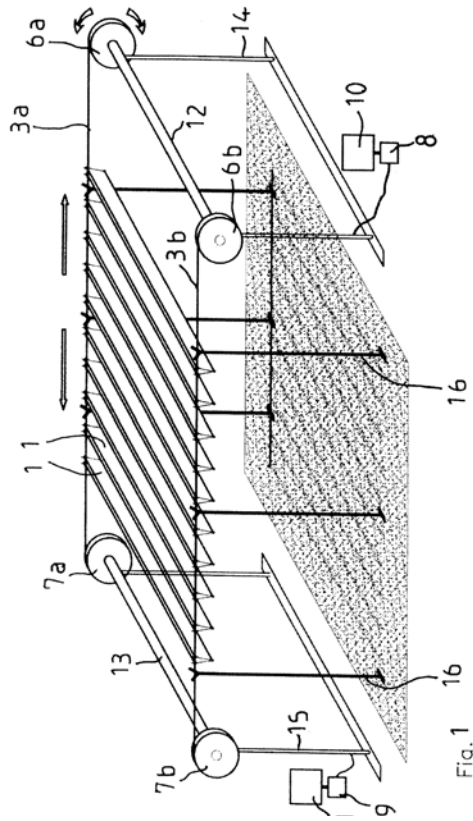
საფრანგეთში გამოგონებული გადახურვის მოწყობილობა [16] შეიცავს ელასტიურ დამცავ ბადეს 7,8, რომელიც დამონტაჟებულია ფიქსატორების საშუალებით შეწყვილებულ საყრდენებზე 1 A და 1 B მოძრავი რგოლებით 2A და 2B . დამატებითი ფიქსატორის 9 საშუალებით ელასტიური ბადე რიგთა შორის ერთმანეთს უკავშირდება 3A და 3B დამხმარე ბადის საშუალებით. ბადე სულ მუდამ გაშლილ

მდგომარეობაშია. მისი მონტაჟი და დემონტაჟი მრავალ მუშახელის გამოყენებას საჭიროებს.



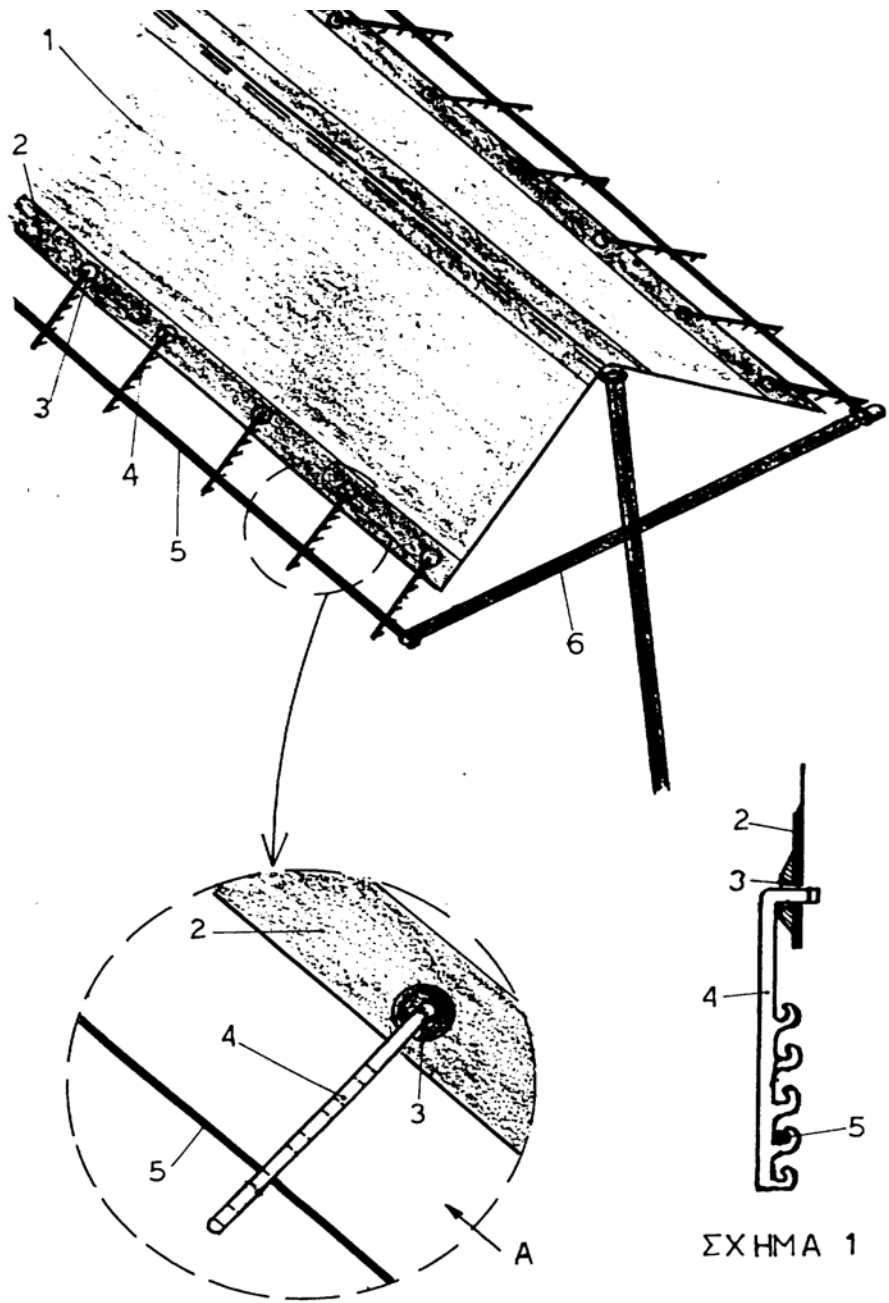
ნახ.1.7 FR 2889788

ნახ. 1. 7 გამოსახული გადხურვის მოწყობილობას [17], რომელიც შედგება დამცავი ბადისგან 3. საყრდენებზე 6, მოძრავადაა დამონტაჟებული კარკასი, რომელზეც გადაჭიმულია დამცავი ბადე 3, სახსრის 13 საშუალებით. გარდა მცენარეთა დაცვისა იგი ახდენს მზის ენერჯის კონვერტირებას და ამარაგებს ელექტრო სისტემას.



ნახ. 1.8 **FR 2861780**

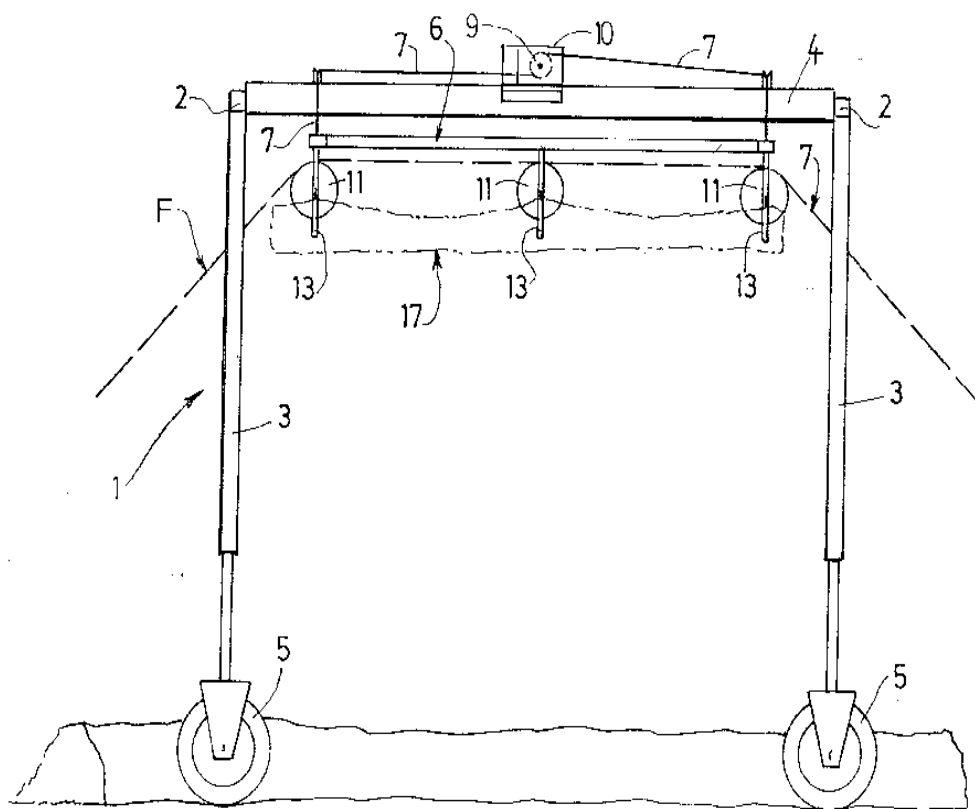
ნახ. 1.8 გამოსახული ფრანგული წარმოების დამცავი მოწყობილობა შეიცავს ორ წყვილ საყრდენს 14; 15, რომელზეც დამონტაჟებულია მახრული გორგოლაკები 6A; 7A და 6B; 7 B. დამცავი მოწყობილობა 3A და 3B ბაგირების მეშვეობით გადაადგილდება. მისი ერთი ბოლო ხისტადაა დამაგრებული ბაგირზე ცოცავს მასზე 11 ელექტრო ამძრავის მეშვეობით და მოდის მუშა მდგომარეობაში. ელასტიური საფარი 1 დაკეცვის დროს ეხვევა ბარაბანზე 13 [18].



ნახ. 1.9 GR 1002871

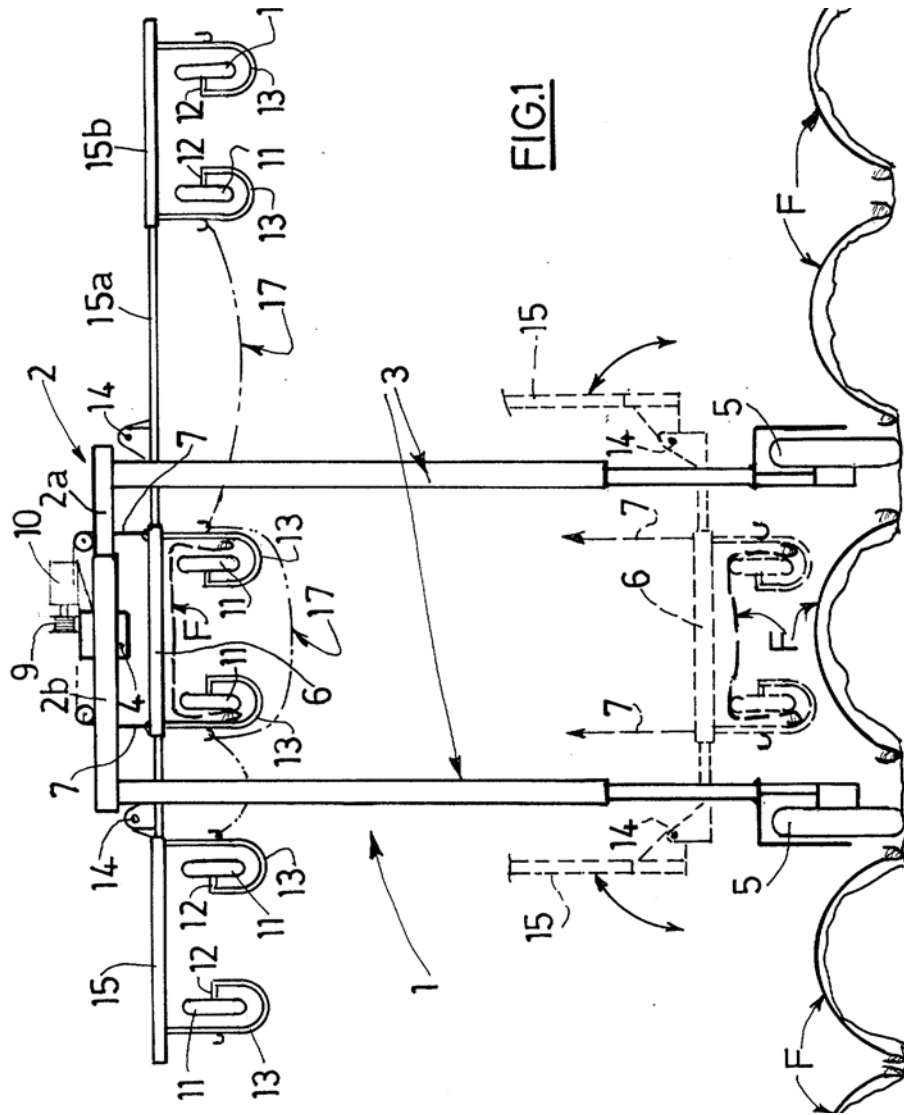
ნახ. 19-ზე გამოსახული გერმანული წარმოების გამოგონება [19] ეხება ვაზის დაცვას ცუდი ამინდის პირობებში, კერძოდ სეტყვისგან. შემოთავაზებული მექანიზმი შედგება სამკუთხა ფორმის გადახურვის ნაწილისაგან, რომელზეც გადაჭიმულია ბადე და საყრდენი ბოძებისგან, რომლებიც განლაგებულია სწორხაზობრივად. ბადე გადაჭიმულია სამკუთხა ფორმის ჩარჩოზე სამაგრების 3; 4 მეშვეობით.

მისი დაშლა აწყობა შრომატევადი პროცესია და მოითხოვს ბევრ მუშახელს.



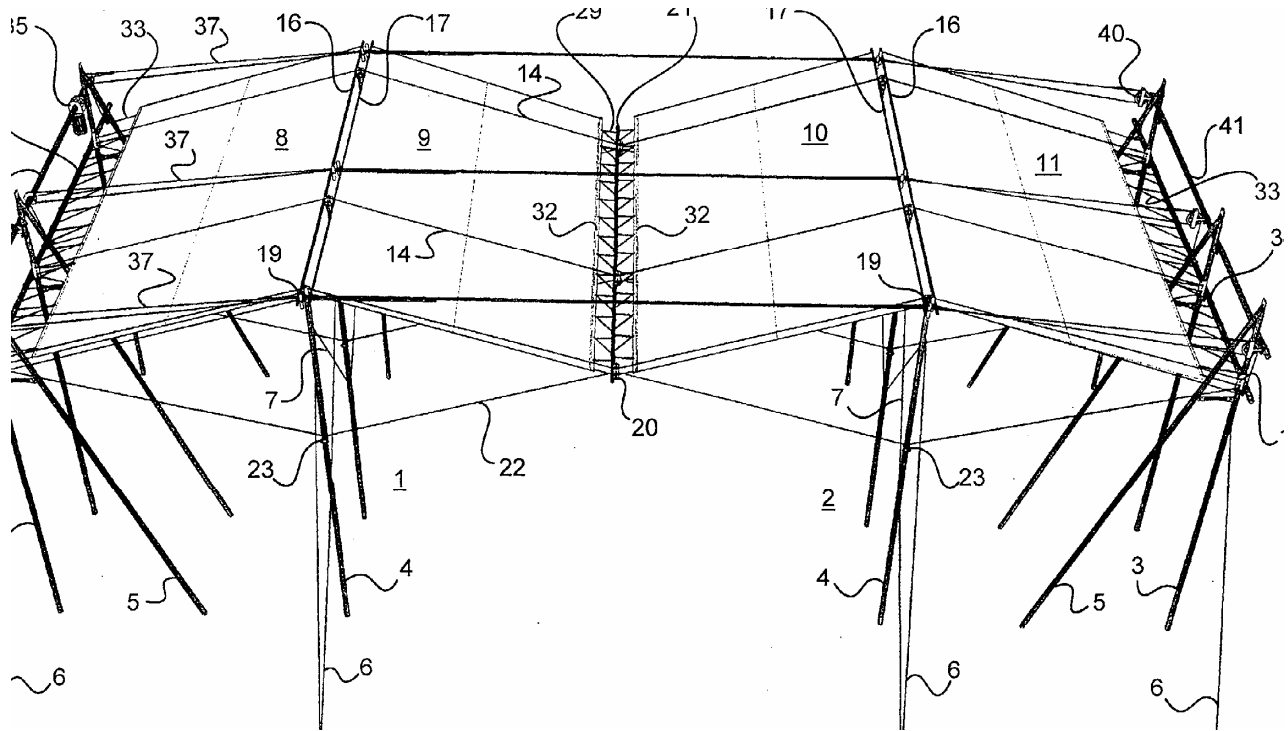
ა)

ბ)

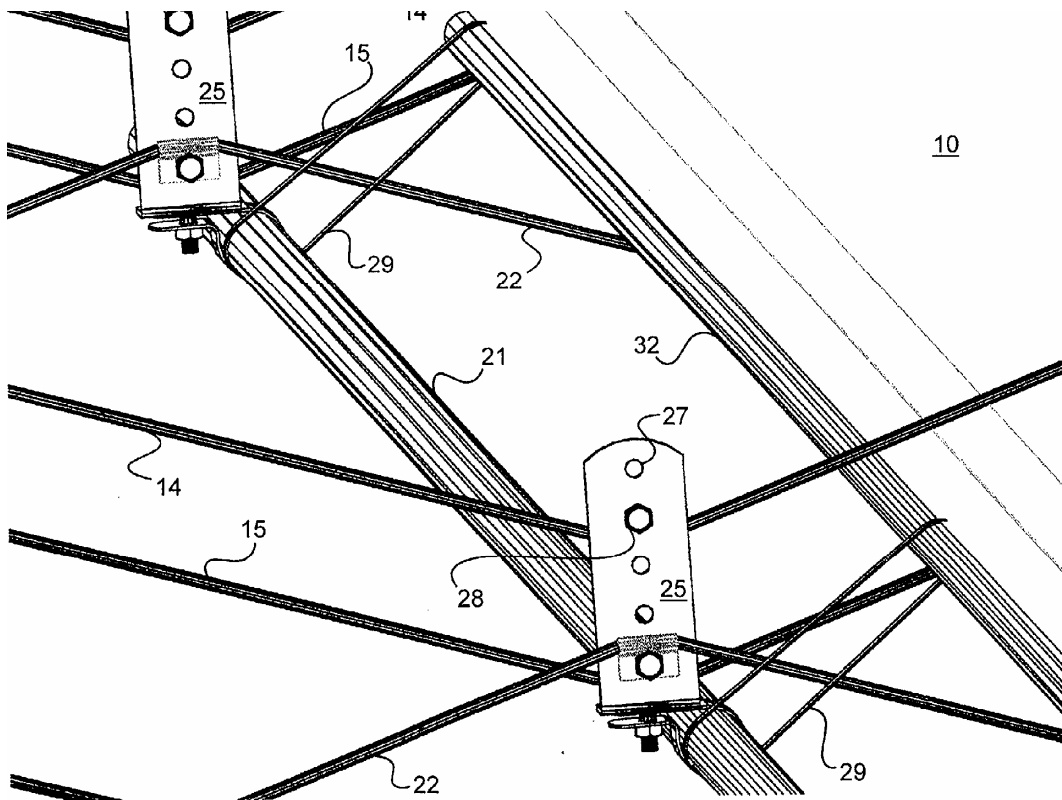


ნახ.1.10 ა და ბ FR 2842071

ნახ.1.10-ზე გამოსახული ფრანგული წარმოების გადახურვის მოწყობილობა [20], რომელიც მართკუთხედის ფორმის ჩარჩოს წარმოადგენს მოძრავადაა დამაგრებული ბორბლებზე 5, მისი გადაადგილება ხდება სპეციალურად მოწყობილ ლიანდაგზე. ჩარჩოს სიმაღლის სიმაღლის რეგულირება შესაძლებელია მექანიზმის 14 საშუალებით. ელასტიური ბადე 4 ეხვევა ბარაბანზე 7 ამძრავის 9 საშუალებით. მისი რთული მექანიზირებული სისტემიდან გამომდინარე მათი გამოყენება დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული.



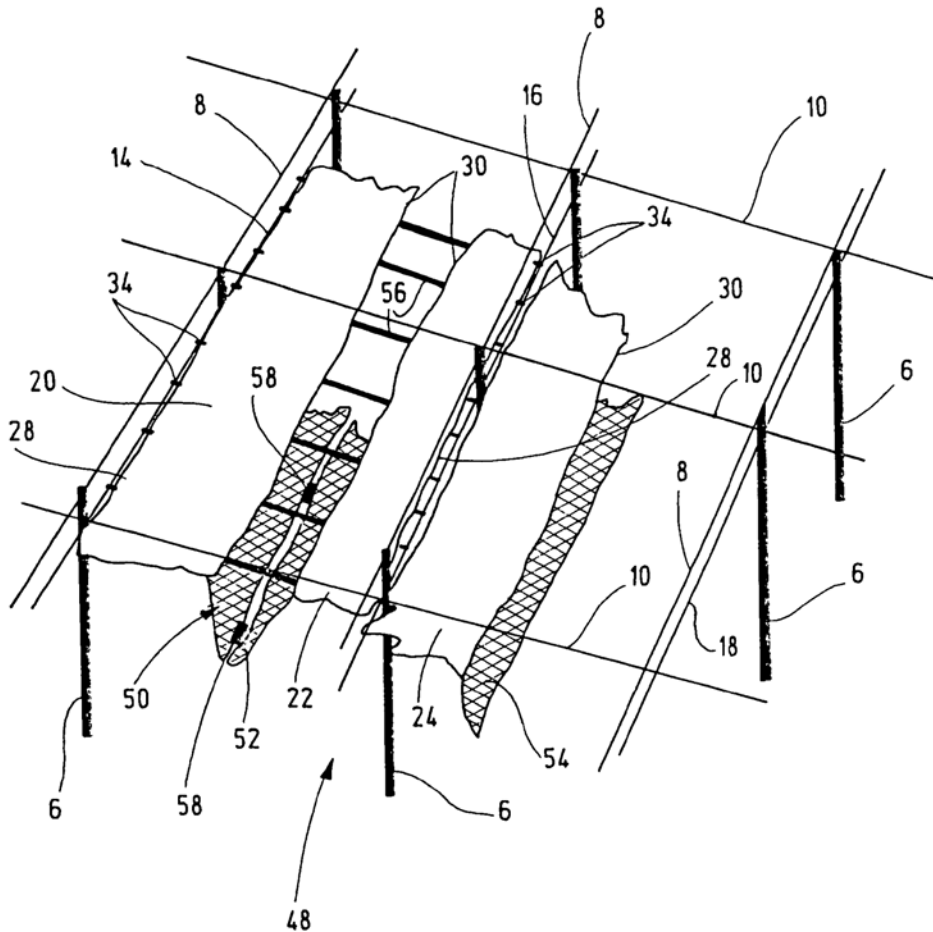
a)



b)

ნახ.1.11 FR 2883320

ნახ. 1.11-ზე გამოსახული ფრანგული წარმოების გადახურვის კონსტრუქცია [21], რომელიც გადაჭიმულია მოქნილი ბადე 8-11 შეწყვილებული ბაგირების 14; 15;...37-ის საშუალებით საყრდენ ბოძებზე 4 ინარჩუნებს თაღოვან ფორმას დამაგრებული დამჭერების 25 მეშვეობით გრძივად და განივად განლაგებულ მოქნილ ძელებზე. ბაგირები იჭიმება თანმიმდევრობით და იღებს საბოლოო ფორმას. იგი დიდ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული.



ა)

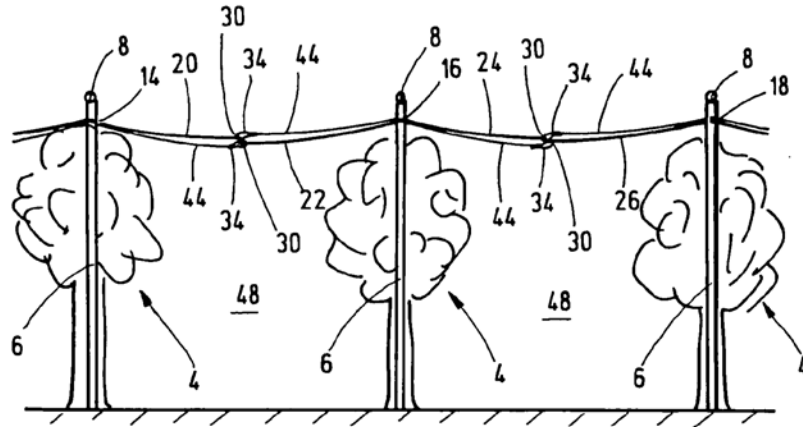


Fig.4

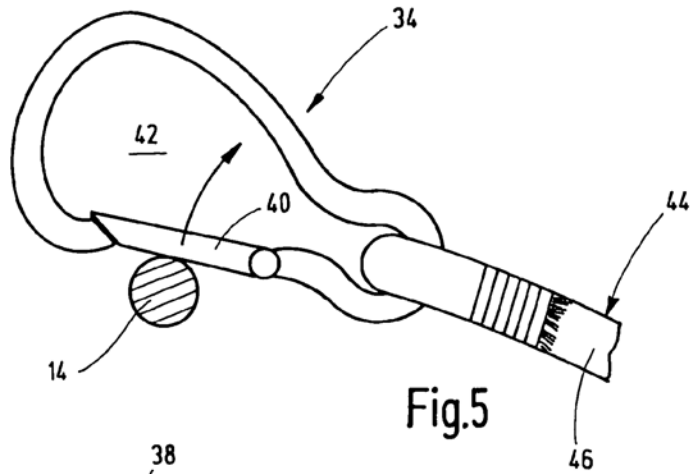
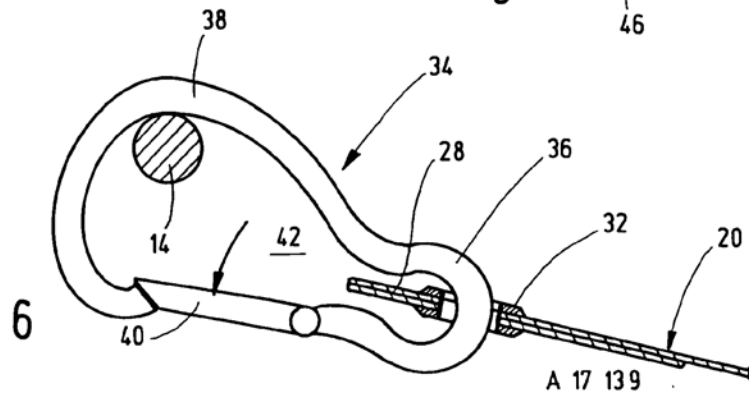


Fig.5



A 17 139

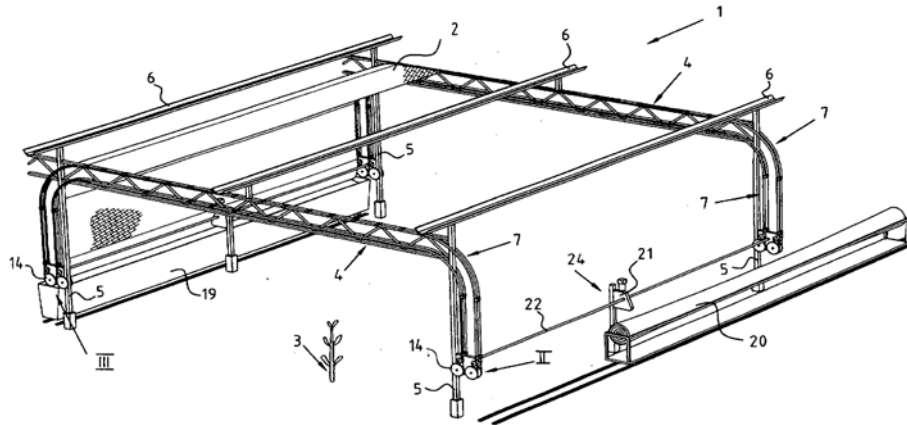
ბ)

ნახ.1.12 ა და ბ. DE 102005053425

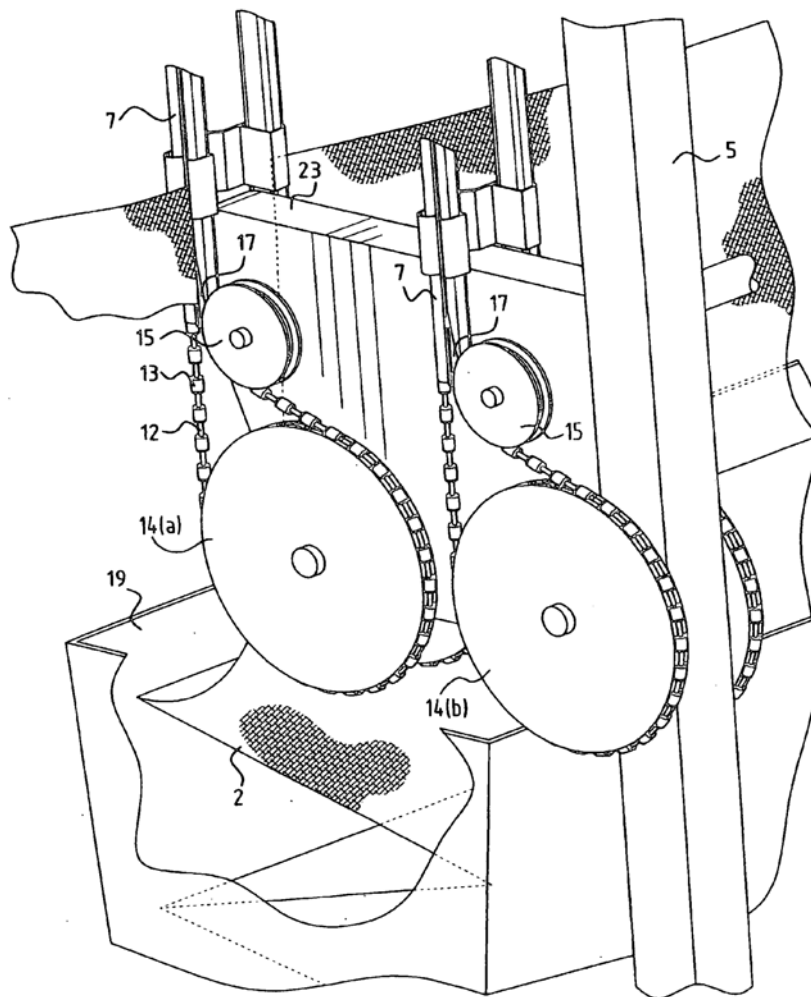
ნახ.1.12-ზე გამოსახული გერმანული წარმოების [22] სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქცია, რომელიც შედგება

ბადისგან 20; 22, დამზადებულია მოქნილი მასალით, მაგრდება 14: 16 ბაგირებით საყრდენ ბოძებზე 34 მოქნილი წერტილოვანი სამაგრებით (კავშირებით) ბადე რგოლების მეშვეობით სრიალებს ბაგირზე 8.

ა)



ბ)



ნახ. 1.13 გამოსახული გამოგონება-სხვადასხვა ტიპის კულტურების-ნარგავების დასაცავად, შესდგება ვერტიკალური ⁷ და ჰორიზონტალური განივი მიმართულებით ⁴ მდებარე შეწყვილებულ მზიდი ელემენტებისაგან, რაზეც მოძრაობს ბადის დამხვევი მოწყობილობა ¹⁴ ამძრავის საშუალებით. ბადე ², რომლის ერთი ბოლო ხისტადაა დამაგრებული სრიალებს განივი მიმართულების ⁴ კონსტრუქციაზე კაბელების მეშვეობით. მისი რთული მექანიზმიდან გამომდინარე ეკონომიური დანახარჯები ძალიან დიდია [23].

1.3. ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვების განვითარების პერსპექტივები საქართველოში საბაზო ეკონომიკის თანამედროვე ეტაპზე.

მევენახეობის განვითარების დღევანდელი დონე და საქართველოს სამომავლო ინტერესები დიდ მოთხოვნებს უყენებს მეცნიერულ ტექნიკურ პროგრესს, რომლის საფუძველზეც ინტენსიური გზით უნდა წარიმართოს ამ სტრადეგიული მნიშვნელობის დარგის განვითარება.

მევენახეობის განვითარება და დარგის ყოველმხრივი ინტენსიფიკაცია საშუალებას მოგვცემს, მკვეთრად გავადიდოთ არა მარტო ყურძნის, არამედ რესპუბლიკისათვის სპეციფიკური და არანაკლებ მნიშვნელოვანი კულტურების: მარცვლეულის, ხილის ბოსტნეულისა და აგრეთვე მეცხოველეობის პროდუქციის წარმოება. თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკურმა პროგრესმა უნდა გააღრმავოს სპეციალიზაცია და კონცენტრაციის მნიშვნელობა. აქედან გამომდინარე, როდესაც ვმსჯელობთ მევენახეობის განვითარების საკითხზე, ყოველმხრივ უნდა გავითვალისწინოთ მისი განვითარების

შესაძლებლობები სხვადასხვა ბუნებრივ-სამეურნეო ზონების მიხედვით. ამასთან, ყოველმხრივ უნდა უზრუნველყოთ მევენახეობის განვითარების ხელშემწყობი, ჯერ კიდევ გამოუყენებელი რეზერვებისა და მეთოდების გამოვლინება-ამოქმედება.

მევენახეობაში მეცნიერების, ტექნიკისა და ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა გულისხმობს გავაძლიეროთ მეცნიერების და წარმოების ინტეგრაცია, გავაუმჯობესოთ ტექნიკური სიახლეების, მეცნიერული აღმოჩენებისა და გამოგონებების გამოყენება. ყოველივე ამის საფუძველზე კი საჭიროა უზრუნველყოთ ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების შექმნა, რაც შესაძლებლობას მოგვცემს მრავალგზის გავადიდოთ შრომის ნაყოფიერება, გავაუმჯობესოთ სამუშაო პირობები და არსებითად შევამციროთ მატერიალური დანახარჯები, სისტემურად უზრუნველყოთ მაღალხარისხოვანი და სტაბილური მოსავლის მიღება.

მევენახეობის ინტენსიური გზა ასევე დაკავშირებულია მიწის სპეციფიკური თავისებურებების გონივრულ გამოყენებასთან. მიწის თავისებურება არის ის, რომ რაციონალური გამოყენებისას არა თუ კარგავს თავის ძალას, თავის ნაყოფიერებას, არამედ ამრავლებს კიდევ მას. სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაცია ეს არის პროდუქციის წარმოების გადიდება მიწის იგივე ფართზე იმ გზით, რომ უფრო პროდუქტიულად გამოვიყენოთ მიწა, მეცნიერებისა და ტექნიკის უახლოესი მიღწევების, მოწინავე ტექნოლოგიის დანერგვის, წარმოების უფრო სრულყოფილი ორგანიზაციისა და მთელი არსებული რესურსების უკეთ მოხმარების საფუძველზე. ამის უზრუნველყოფა კი შესაძლებელია მხოლოდ დარგის ინტენსიფიკაციით, რაც ნიშნავს წარმოების მაშტაბების გადიდებას, ერთი და იგივე მიწის ფართობზე მატერიალური საშუალებებისა და შრომის დამატებით დაბანდებას. შრომისა და კაპიტალის დაბანდება გულისხმობს წარმოების შეცვლას, ტექნიკის გარდაქმნას, რათა მნიშვნელოვანი ოდენობით გავადიდოთ მიწაზე დაბანდება კაპიტალის რაოდენობა, ახალი მანქანები,

ტექნოლოგიები, მეთოდები და საერთოდ გამოგონებები მიმართული უნდა იყოს მოსავლიანობის გაზრდისკენ და გაწეული ხარჯების შემცირებისკენ, რათა ყოველი ჰექტარი სავარგულიდან მივიღოთ პროდუქციის მაქსიმალური რაოდენობა. ეს პირობა მეტად მნიშვნელოვანია ქვეყნის აგროსამრეწველო კომპლექსის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, რადგან მცირემიწიანი ქვეყნის სოფლის მეურნეობის წარმოებას მეტად მოეთხოვება მიწის სავარგულების რაციონალურად და მაღალეფექტურად გამოყენებისათვის რეალური პირობების შექმნა.

პრაქტიკული შედეგების მაგალითზე, მსოფლიოს მაღალგანვითარებადი ქვეყნები უკვე დიდი ხანია დარწმუნდნენ, რომ მეცნიერულ–ტექნიკური პროგრესის მიღწევების დანერგვა ნებისმიერი დარგის წარმოების ეფექტიანობის გადიდების ძირითადი გზაა. დღესაც კი, უმაღლეს ტექნოლოგიურ მიღწევებსა და ინტელექტუალურ შესაძლებლობაზე ამყარებს იმედს არა მარტო თუნდაც რესურსებით საკმაოდ ღარიბი იაპონია და ისრაელი, არამედ ჭარბი რესურსების მქონე ამერიკის შეერთებული შტატებიც. თუ ეს საკითხები ასე აქტუალურია დღეს იაპონია–ამერიკისათვის, მითუმეტეს ვერ გავეცევით მას ჩვენ, როცა განვიცდით არსებული ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისა და მეცნიერულ–ტექნიკური პროგრესის მიღწევების ფართო მასშტაბით დანერგვის დეფიციტს.

მეცნიერულ–ტექნიკური პროგრესის ეკონომიკური ეფექტიანობა ვლინდება არა თვით გამოგონებებში (აღმოჩენებში) და მათი მატერიალური ფორმით გამოსახვაში, არამედ ამა თუ იმ მიღწევის პრაქტიკაში დანერგვით, რომელიც საბოლოო ანგარიშში უზრუნველყოფს შრომის ნაყოფიერების ამაღლებას, რაც თავის მხრივ განვითარებული და ცოცხალი შრომის ეკონომიას განაპირობებს. შრომის ნაყოფიერებაში, როგორც ფოკუსში, კონცენტრირდება ამა თუ იმ იდეის

რეალიზაციისა და სრულყოფის მასშტაბები, მეცნიერულ–ტექნიკური პროგრესის დონე.

წარმოების ეფექტიანობის საკითხებს დიდმნიშვნელოვანი ადგილი უკავია თანამედროვე ეტაპზე კომერციული საქმიანობის დროს. სასოფლოსამეურნეო წარმოების ეფექტიანობის ზრდის უზრუნველყოფა კომერციული საქმიანობის უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა. იგი შეიძლება წარმატებით გადაწყდეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სრულად ინერგება წარმოებაში თანამედროვე მეცნიერული მიღწევები და მოწინავე გამოცდილება.

წარმოების ეფექტიანობის ამაღლება ნიშნავს იმას, რომ დანახარჯებისა და მთელი რესურსების (შრომითი მატერიალური და ფინანსური) ყოველ ერთეულზე მეურნეობა იღებს მეტ პროდუქციას. ამის მეოხებით მეურნეობაში წარმოების ეფექტიანი გაძლიერებას საშუალებას გვაძლევს სრულად გამოვიყენოთ წარმოების საშუალებები და მივაღწიოთ პროდუქციის წარმოების სისტემურ გადიდებას.

მიზანდასახულად, რომ ვამაღლებდეთ წარმოების ეფექტიანობას მეურნეობაში, უნდა ვიცოდეთ მისი ძირითადი დამახასიათებელი მაჩვენებლები, განვიხილოთ ისინი:

ეფექტიანობის მაჩვენებელთა სისტემაში დიდმნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მთლიან და სასაქონლო პროდუქციას. მთლიანი პროდუქცია გამოხატავს მთელი მეურნეობის ან მისი მცალკეული საწარმოო უბნების მიერ წარმოებული პროდუქციის იმ ნაწილს, რომელიც სარეალიზაციოდ არის განკუთვნილი. მაგრამ მთლიანი და სასაქონლო პროდუქციის მოცულობანი სრულიად როდი გამოხატავენ წარმოების ეფექტიანობას. მეურნეობის წარმოების დონეზე უფრო სწორ წარმოდგენას გვაძლევს მთლიანი და სასაქონლო პროდუქციის გამოსავლიანობა დამუშავებაში მყოფ მიწის ერთ ჰექტარზე გაანგარიშებით.

მიწის გამოყენების ეფექტიანობაზე გარკვეულ წარმოდგენას გვაძლევს მოსავლიანობის მაჩვენებელიც, რომელიც იანგარიშება ერთ ჰექტარ ფართობზე წარმოებული რომელიმე სახის პროდუქციის მოცულობით.

წარმოების ეფექტიანობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მაჩვენებელია შრომის ნაყოფიერება; იგი ასახავს პროდუქციის გამოსავლიანობას მუშაკზე ან დახარჯული შრომის ერთეულზე გაანგარიშებით. ამით შრომის ნაყოფიერება ახასიათებს შრომითი რესურსების გამოყენების ეფექტიანობას.

სოფლის მეურნეობაში შრომის ნაყოფიერების ზრდა პროდუქციის წარმოების გადიდების ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია.

მეურნეობაში წარმოების ეფექტიანობის მაჩვენებელთა სისტემაში დიდმნიშვნელოვანი ადგილი უკავია პროდუქციის თვითღირებულებას, მოგებას და რენტაბელობას. ისინი გვაძლევენ ზოგად წარმოდგენას სოფლის მეურნეობის პროდუქციაზე გაწეული დანახარჯების ანაზღაურების შესახებ. განვიხილოთ ეს მაჩვენებლები ცალკე-ცალკე.

შრომის ნაყოფიერება პროდუქციის წარმოებაზე გაწერულ ყველა დანახარჯებს როდი მოიცავს. იგი ასახავს მხოლოდ და მხოლოდ მეურნეობის მუშაკთა შრომის დანახარჯებს. მაგრამ, გარდა ამისა, ყოველგვარი პროდუქტის წარმოებას ხმარდება მატერიალური საშუალებებიც, თესლი, საკვები, საწვავი, ნერგი და სხვა. მთელი ეს დანახარჯები რომ გააერთიანონ, ისინი გადაჰყავთ ფულად გამოხატულებაში. სწორედ პროდუქციის წარმოებასა და რეალიზაციაზე გაწეული მთელი დანახარჯები, გამოხატული ფულადი ფორმით, წარმოადგენს პროდუქციის თვითღირებულებას. თვითღირებულება გვიჩვენებს, თუ რა დაუჯდა მეურნეობას პროდუქცია. რა უღირს მისი წარმოება მეურნეობას.

როგორც ვხედავთ, თვითღირებულება ასახავს პროდუქციის წარმოებაზე გაწერილ ყველა დანახარჯს. ამიტომ არის იგი პროდუქციის ეფექტიანობის უმნიშვნელოვანესი განმაზოგადებელი მაჩვენებელი, მასში

საკმაოდ არის გამოხატული მეურნეობაში სასაოფლო სამეურნეო პროდუქტების წარმოების დონე.

პროდუქციის თვითღირებულებას ყველა დარგში წარმოადგენს ცოცხალი შრომის (უშუალოდ პროდუქციის წარმოების დროს დახარჯული ადამიანის შრომა) და წარსული ანუ განივთებული შრომის (წინანდელი, მანქანების, თესლის, საკვების, მასალების წარმოებაზე დახარჯული შრომის, ანუ კონკრეტული პროდუქტის წარმოების დაწყებამდე გაწეული შრომის) დანახარჯები. რაც უფრო ნაკლებ ნაწილს შეადგენს ცოცხალი შრომის დანახარჯები, მით უფრო მეტია წარსული შრომის დანახარჯების ხვედრითი წილი.

პრაქტიკულ მუშაობაში ისიც უნდა ვიცოდეთ, თუ რა ელემენტებისაგან შედგება ცოცხალი და წარსული შრომის დანახარჯები, ანუ თვითღირებულების დაწვრილებითი სტრუქტურა.

თვითღირებულების დიდმნიშვნელოვანი ელემენტია წარსული ანუ განივთებულ შრომაზე გაწეული დანახარჯები. ამ შემთხვევაში ყურძნის წარმოების თვითღირებულებაში დიდმნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ვაზის ნერგსა, სასუქზე და ასევე, საწვავ და საცხებ მასალებზე გაწეულ ხარჯებს. ყველა დარგის (ოროდუქციის) მიხედვით თვითღირებულების სტრუქტურაში შედის ძირითად საშუალებათა ამორტიზაცია (შენობების, მანქანების და სხვა). ამორტიზაციის ნორმა მევენახეობაში მთელი დანახარჯების 2,5% შეადგენს. ამორტიზაციის ნორმებს აწესებენ სხვადასხვაგვარ ძირითად საშუალებათა სამსახურის კონკრეტული ვადების კვალობაზე, თუ, ვთქვათ, ვაზის მომსახურების ვადა 40 წელია, მაშინ მიღებული პროდუქციის თვითღირებულებაში შედის მისი ღირებულების 2,5%. პროდუქციის თვითღირებულებაში შედის აგრეთვე საერთო საწარმოო და საერთო სამეურნეო ხარჯები.

თუმცა თვითღირებულება პროდუქციის წარმოებაზე გაწეულ ყველა დანახარჯს ასახავს, მაგრამ მაინც ვერ გვაძლევს სრულ წარმოდგენას მის ეფექტიანობაზე. წარმოების ეფექტიანობაზე რომ ვიმსჯელოთ, უნდა

ვიცოდეთ არა მარტო დანახარჯები, არამედ შემოსავალიც, მხოლოდ შემოსავალთან დანახარჯების (თვითღირებულების) შედარება გაგვაკეთებინებს განზოგადებულ დასკვნებს წარმოების ეფექტიანობაზე.

მეურნეობის წარმოების ეფექტიანობაზე ყველა სწორ წარმოდგენას გავაძლევს მთლიანი შემოსავალი. მთლიანი შემოსავალი ეს არის სხვაობა მეურნეობის მთელი პროდუქციის ღირებულებასა და პროდუქციის წარმოებაზე გაწეულ მატერიალურ დანახარჯებს შორის. იგი ასახავს მეურნეობის მუშაკთა მოთხოვნილების დაკმაყოფილებისა და წარმოების სემდგომი შემდგომი განვითარების შესაძლებლობებს. ჩვენი ქვეყნის მაშტაბით მთლიან შემოსავალს ეწოდება ეროვნული შემოსავალი. იგი არის მთელი შექმნილი პროდუქციის ღირებულება მატერიალური დანახარჯების გამოკლებით.

მაგრამ ვერც მთლიანი შემოსავალი გვაძლევს სრულ წარმოდგენას წარმოების ეფექტიანობაზე. მასში შედის შრომის ანაზღაურებაზე გაწეული დანახარჯები და ამიტომ იგი ვერ იქნება შემოსავალი ამ სიტყვის სრული მნიშვნელობით.

მეურნეობაში წარმოების ეფექტიანობის დიდმნიშვნელოვანი მაჩვენებელია მოგება და რენტაბელობა. რენტაბელობა გვიჩვენებს, თუ როგორ ნაზღაურდება მეურნეობის მიერ პროდუქციის წარმოებაზე გაწეული მთელი დანახარჯები, თუ პროდუქციის გაყიდვის ამონაგები მისი წარმოების დანახარჯებს აღემატება (სხვა მხრივ კომერციული საქმიანობა არ იქნება), მაშინ იქნება მიღწეული რენტაბელობა და მიიღება მოგება. მოგება არის სხვაობა პროდუქციის თვითღირებულებასა და დანახარჯებს შორის.

თუ თვითღირებულება აღემატება იმ ფასს, როგორც მეურნეობა, ან მწარმოებელი ჰყიდის პროდუქციას, მაშინ იგი ვერ აანაზღაურებს თავის დანახარჯებს და წამგებიანი, არარენტაბელური იქნება.

რენტაბელობის დონე დამოკიდებულია, ერთის მხრივ, პროდუქციის თვითღირებულებაზე, ხოლო მეორეს მხრივ იმ ფასზე, როგორ ჰყიდიან ამ პროდუქციას მეურნეობანი.

სასოფო-სამეურნეო წარმოების ეფექტიანობა მოიცავს არა მარტო რენტაბელობას, არამედ წარმოების მოცულობის, შრომის ნაყოფიერებისა და შრომის ანაზღაურების საკითხებსაც. ამიტომ წარმოების ეფექტიანობა უფრო ფართო ცნებაა, ვიდრე შემოსავლიანობა და რენტაბელობა.

წარმოების რენტაბელობა საწარმოს სამეურნეო საქმიანობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია. სასაქონლო ფულადი ურთიერთობის და სამეურნეო ანგარიშის პირობებში ამ მაჩვენებელს მეტად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, მაგრამ იგი ვერ ასახავს წარმოების რაოდენობრივ მხარეს. საერთო პროდუქციის წარმოების ერთი და იგივე დონის პირობებში მექანიზაციის დანერგვით შეიძლება რენტაბელობის დონე გაიზარდოს მართალია ეს თავისთავად დადებითი მოვლენაა მაგრამ საზოგადოების ინტერესები მოითხოვს, აგრეთვე, პროდუქციის წარმოების მოცულობის გადიდებას.

სოფლის მეურნეობა სახალხო მეურნეობის სხვა დარგებისაგან მრავალი სპეციფიკური ნიშან-თვისებებით განსხვავდება. ერთ-ერთი უმთავრესია ის, რომ აქ მიწა წარმოების მთავარი საშუალებაა. ამიტომ, მაჩვენებელი, რომლებიც არ ითვალისწინებს მიწის გამოყენებას და არ ასახავს მიწის გამოყენების დონეს, ვერ მოგვცემს სოფლის მეურნეობის წარმოების ეფექტიანობის სრულ სურათს. ამასთან, წარმოებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კლიმატური პირობები. (იგივე ითქმის ყურძნის წარმოებაზეც), კლიმატური პირობების დადებითი ან უარყოფითი გავლენის გამისარიცხავად წარმოების ეფექტიანობის მაჩვენებლები უნდა შედარდეს მრავალწლიურ საშუალო მონაცემებთან.

გამოყენებული მიწის ხარისხისა და სხვა ბუნებრივი ფაქტორების გარდა, სოფლის მეურნეობაში წარმოებაზე გავლენას ახდენს მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი, წარმოების კონცენტრაციის,

სპეციალიზაციისა და ინტენსიფიკაციის, ფონდუზრუნველყოფის, ფონდშიარაღების, ელექტროშიარაღების, სასუქებით უზრუნველყოფის, შხამ ქიმიკატებით მომარაგების და შრომითი რესურსებით უზრუნველყოფის დონე, მუშაკთა მატერიალური სტიმულირების მეთოდების სრულყოფა და სხვა.

ამრიგად, ჩვენს წინაშე მდგომი ობიექტური ეკონომიკური კანონების მოქმედების მოთხოვნებიდან და სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაზე მოქმედი ფაქტორებიდან გამომდინარე, წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობის დონისა და დინამიკის დასადგენად გამოვიყენეთ ისეთ მაჩვენებელთა სისტემები, რომლებშიც გათვალისწინებული არის როგორც წარმოების ეფექტიანობაზე მოქმედი ფაქტორები, ისე საშედეგო მაჩვენებლები. ამან კი საშუალება მოგვცა უფრო სრულ და სწორად დაგვედგინა რეკომენდებული მეთოდებით ყურძნის წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობა და იგი შეგვედარებინა არსებული მეთოდებით ყურძნის წარმოება-მოყვანის სისტემებს.

ეხლა საჭიროდ ვთვლი, განვიხილო ყურძნის წარმოების არსებული და ვენახის გაძლოლის რეკომენდებული სისტემები.

არსებული წესით მოვლა – მოყვანის ეკონომიური ეფექტიანობა 1 ჰა-ზე გაანგარიშებით

| | ჩასატარებელი ღონისძიებების და ხარჯების დასახელება | ზომის ერთეული | არსებული სისტემით |
|-------------------------------|---|---------------|-------------------|
| I | ვენახის გაშენება 2X1,5 მ. | ძირი | 3350 |
| | ა) საჭირო ორმოს დამზადება: ერთი ორმოს დამზადების ღირებულება 3 თეთრი | ლარი | 100,5 |
| | ბ) საჭირო ნერგის დამზადება: ერთი ნერგის ღირებულება საფერავი 40 თეთრი, რქაწითელი 80 თეთრი. | ლარი | 2680,0 |
| 1 | შპალერის მოწყობისათვის ხარჯები | | |
| | ა) ხის ბოძები 2X1,5 მ. | ცალი | 850 |
| | გ) ავტო-სატრაქტორო დანახარჯები | ლარი | 765 |
| | დ) სასუქები და შხამქიმიკატები | ლარი | 934 |
| | ესაჰექტარო ვაზის მოვლისთვის გათვალისწინებული ხარჯები | ლარი | 1042 |
| | ვ) ყურძნის კრეფაზე გაწეული ხარჯები | ლარი | 86 |
| | ზ) სხვა ხარჯები | ლარი | 224 |
| | თ) საერთო ხარჯები | ლარი | 260 |
| | | | |
| 2. | წარმოებული ყურძენი 1 ჰა-ზე | ტონა | 15 |
| | ა) დანახარჯები ერთი ჰექტარი ვენახის მოყვანისთვის | ლარი | 5700,0 |
| | ბ) ერთი კილოგრამი ყურძნის სარეალიზაციო ფასი | ლარი | 0,50 |
| გ) მოგება 1 ჰექტარი ვენახიდან | ლარი | 1800,0 | |

ძლიერი სეტყვა იწვევს არსებული ვაზის ყველა ორგანოს დაზიანებას, ნეგატიურ ზემოქმედებას ზრდაზე და მოსავლიანობაზე.

ამ აზრით სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის შექმრა პრაქტიკაში და როგორც მიემა, უზრუნველყოფს გარანტიას ყურძნის მოსავალზე, ეს კი დიდი სოციალური მნიშვნელობის ფაქტორია კახეთის რაიონებისათვის.

სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვების მოწყობა შესაძლებელია, როგორც მევენახეობაში, ასევე მებაღეობა-მევენახეობაშიც. რის საფუძველზეც შესაძლებელია ყოველწლიურად მოსავლის მიღება თითქმის უდანაკარგოდ.

პატარა უჯრედების მქონე, ბადური ტილოთი გადახურვა, რომელიც მიწის ზედაპირიდან 2,5–3,2მ-ის სიმაღლეზეა დამაგრებული, იწვევს განსაზღვრულ ზემოქმედებას რადიაციულ ბალანსზე, მიკროკლიმატზე, მცენარის ზრდაზე და განვითარებაზე.

მრავალი წლების განმავლობაში სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის ზემოქმედების პრობლემას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ზრდაზე შესაბამისად სწავლობენ საზღვარგარეთელი მეცნიერების ჯგუფი, კერძოდ: გენსლერი, ჟულივერი გერსბახი და კრესბსკი. ცნობილია აგრეთვე ტუნისკის უნივერსიტეტის მეცნიერთა სამუშაოები ამ მიმართულებით.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სეტყვისგან დაცვის მიზნით საქართველოს მებაღეობის, მევენახეობის და მეღვინეობის სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში ორგანიზებულად იყო ჩატარებული მსხვილმამტაბური ნატულარული ექსპერიმენტი. ექსპერიმენტი ორ მეზობელ, თანაბარი ზომის ნაკვეთზე მიმდინარეობდა, რომელთაგან ერთ-ერთი იყო გადახურული. სინქრონულად იზომებოდა ტემპერატურა და ჰაერის ტენიანობა, ასევე ქარის სიჩქარე 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 და 1,5მ-ის სიმაღლეზე მიწის ზედაპირიდან. გარდა ამისა იზომებოდა ნიადაგის ტემპერატურა ზედაპირზე და 60სმ-ის სიღრმეზე.

ასევე მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის ინტენსივობა, რადიაციული ბალანსი და ალბედო.

დაკვირვებებმა გვიჩვენეს, რომ მზის ინტენსიური რადიაციისას მთლიანი ჯამური ბალანსი გადახურვისას არა მარტო კლებულობს, არამედ მატულობს კიდეც.

ნიადაგის ტემპერატურა მზიან ამინდში გადახურვის ქვეშ საშუალოდ 2-3°C-ით ნაკლებია ვიდრე საკონტროლო (ღია) ნაკვეთზე. ამით გვალვისას ბევრი მნიშვნელოვანი ეფექტი შევიძინეთ, რომელიც მეტად დამახასიათებელია კახეთის რაიონებისათვის, გადახურვა ინახავს ნიადაგის აქტიური ფენის ტენს გარკვეული დროის განმავლობაში, ხდება მეტი წყლის რაციონალური მოხმარება ვაზის მიერ.

გარდა ამისა მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ გადხურვები ქარის სიჩქარეზე. ექსპერიმენტიდან ჩანს, რომ ქარის სიჩქარე კლებულობს 4-50%-ით თვით ქარის სიჩქარის სიდიდესთან დამოკიდებულებით. ამ ეფექტით იხსნება დამოკიდებულება პატარა მამტაბური გრიგალის ჩაქრობა. შექმნილი ჰაერის გამწოლი ნაკადის გავლით ბადის ზღუდის სიგნით. გარდა ამისა ბადური ტილო “ჭრის” ქარის ცალკეული დაბერვის პიკს და სწორედ ამით ინარჩუნებს მწვანე ორგანოებს, პირველ რიგში ფოთლებს, ფიზიკური დაზიანებისაგან.

ყოველივე ამისა ვაზის განვითარება გადახურვის ქვეშ მიმდინარეობს უფრო ხელსაყრელად, ფოტოსინთეზის აპარატი უფრო მძლავრია, ამაღლებს მცენარის შესაძლებლობებს.

ჩატარებული გამოკვლევები აჩვენებენ, რომ ეკონომიკური თვალსაზრისით ვაზის დაცვის ყველაზე ეფექტურ მეთოდს წარმოადგენს ბადური გადახურვა. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ რკინა – ბეტონის დგარებზე სიბრტყით იჭიმება კაპრონის ბადე. ამ მეთოდით ვაზის სექციისგან დაცვისას ვაწყდებით მთელ რიგ პრობლემებს. კერძოდ: რკინა – ბეტონის გრძელი დგარების დამზადება მათი ნაკლები ხანმედეგობა ჩვეულებრივთან შედარებით, ბადური

ტილოს მიერ ნარგავებზე თბომდეგობის შემცირება, დაჩრდილვა და სხვა. ასეთი სიბრტყული გადახურვის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ბადე მუშა მდგომარეობაშია, როგორც ვაზის ზრდა – განვითარების, ასევე ზამთრის პერიოდშიც. ქარისა და თოვლის სახით მოსული ატმოსფერული მოვლენები მნიშვნელოვნად აზიანებს ბადეს და გამოჰყავს მწყობრიდან. აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად დაიწყეს ბადის მუშა მდგომარეობიდან არამუშა მდგომარეობაში გადაყვანა. ეს უკანასკნელი ძალზე შრომატევადი პროცესია, რომელიც მუშახელის მეშვეობით მექანიკურად ხორციელდება.

3 მეტრის სიმაღლის, № 152 მმ-ის მილის დგარი, რომლის კედლის სისქე 1სმ-ია მოწყობილია ბეტონის წერტილოვანი საძირკვლზე ზომით 60X60 სმ, სიღრმით 30 სმ-ი განლაგებულია ყოველ 5 მ-ში.

ყოველ ორ რიგს შორის 50,0 მ. სიგრძის და № 100 მმ-იანი პლასტმასას წყლის მილი, რომელიც მიწაში ჩაღრმავებულია 0,5 მ-ის სიღრმეზე, რომლის საშუალებითაც წყლით მარაგდება ზემოაღნიშნული კონსტრუქცია. იგი შესაძლებელია გამოვიყენოთ ვენახების მოსარწყავათ.

**ვენახების სეტყვისგან დაცვის და საირიგაციო სისტემის მოწყობა
1 ჰექტარ ფართზე
ხარჯთაღრიცხვა**

| № | სამუშაოების დასახელება | განზ. ერთ. | რაოდენ. განზ.ერთ. | საპრო. რაოდ. | ერთ. ფასი | ჯამი |
|---|--------------------------|----------------|-------------------|--------------|-----------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | გრუნტის დამუშავება ხელით | მ ³ | | 2,2 | 1210 | 2662 |
| 2 | ლითონის მილები №152მმ | ტ | | 12 | 1600 | 19200 |
| | ბეტონი | მ ³ | | 105 | 130 | 13650 |
| | პლასტმასის მილი №100მმ | გ.მ. | | 1000 | 7,5 | 7500 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------|------|------------------------|-------------------|-------------------------|
| 3 | პლასტმასის მილი №50მმ ფასონური ნაწილები სხვა მასალები | გ.მ. ც ლარი | 20,8 | 2539 1500 736,32 | 1,7 4,5 3,2 | 4316.30 6750 2356 |
| 4 | გრუნტის უკუჩაყრა | მ ³ | | 2,2 | 1442 | 1065 |
| 5 | ალუმინის კუთხოვანების მონტაჟი | გ.მ. | | 926 | 9,2 | 8519.2 |
| 6 | გაუთვალისწინებელი ხარჯები | % | 3 | | | 1980.50 |
| 7 | სულ ჯამი | | | | | 69979.5 |

ზემომოყვანილიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამ სფეროში ორი მიმართულებით მუშაობდნენ, რაც გამოიხატებოდა ერთის მხრივ, რადიოლოკაციური არეკვლითი გზითა და სეტყვასაწინააღმდეგო ჭურვის გამოყენებით სეტყვის წარმომქმნელი ღრუბლების დაშლაში, ხოლო მეორეს მხრივ, სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქციების მოწყობაში. ორივე მიდგომას ჰქონდა როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მხარეები. კერძოდ, პირველ შემთხვევაში ღრუბლების დაშლა პრაქტიკულად მიიღწეოდა მაგრამ ადამიანის ჯამრთელობაზე უარყოფით გავლენას ახდენდნენ რადიოლოკაციური ტალღები, კერძოდ, ეს დანადგარები იწვევდნენ ონკოლოგიურ დაავადებებს. რაც შეეხება მეორე შემთხვევას, პრაქტიკაში განხორციელებული სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქციები მუდმივად მუშა – გაშლილ მდგომარეობაში იმყოფებოდა, რაც ზიანს აყენებდა ვაზს, უარყოფითად მოქმედებდა ყურძნის ხარისხზე და ძლიერი ქარის შემთხვევებში მისი მდგრადობა არ იყო უზრუნველყოფილი.

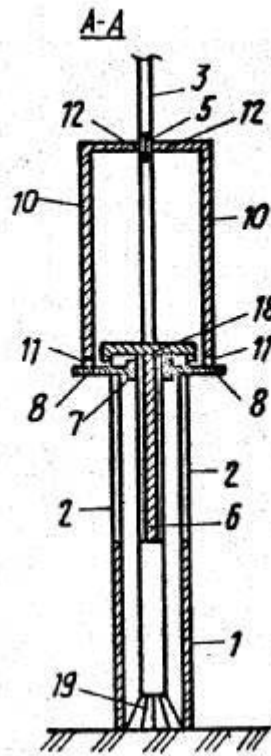
ჩატარებული გამოკვლევები აჩვენებენ, რომ ეკონომიკური თვალსაზრისით ვაზის დაცვის ყველაზე ეფექტურ მეთოდს

წარმოადგენს ბადური გადახურვა. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ რკინა – ბეტონის დგარებზე სიბრტყით იჭიმება კაპრონის ბადე. ამ მეთოდით ვაზის სეტყვისგან დაცვისას ვაწყდებით მთელ რიგ პრობლემებს. კერძოდ: რკინა – ბეტონის გრძელი დგარების დამზადება მათი ნაკლები ხანმედეგობა ჩვეულებრივთან შედარებით, ბადური ტილოს მიერ ნარგავებზე თბომედეგობის შემცირება, დაჩრდილვა და სხვა. ასეთი სიბრტყული გადახურვის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ბადე მუშა მდგომარეობაშია, როგორც ვაზის ზრდა – განვითარების, ასევე ზამთრის პერიოდშიც. ქარისა და თოვლის სახით მოსული ატმოსფერული მოვლენები მნიშვნელოვნად აზიანებს ბადეს და გამოჰყავს მწყობრიდან. აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად დაიწყეს ბადის მუშა მდგომარეობიდან არამუშა მდგომარეობაში გადაყვანა. ეს უკანასკნელი ძალზე შრომატევადი პროცესია, რომელიც მუშახელის მეშვეობით მექანიკურად ხორციელდება.

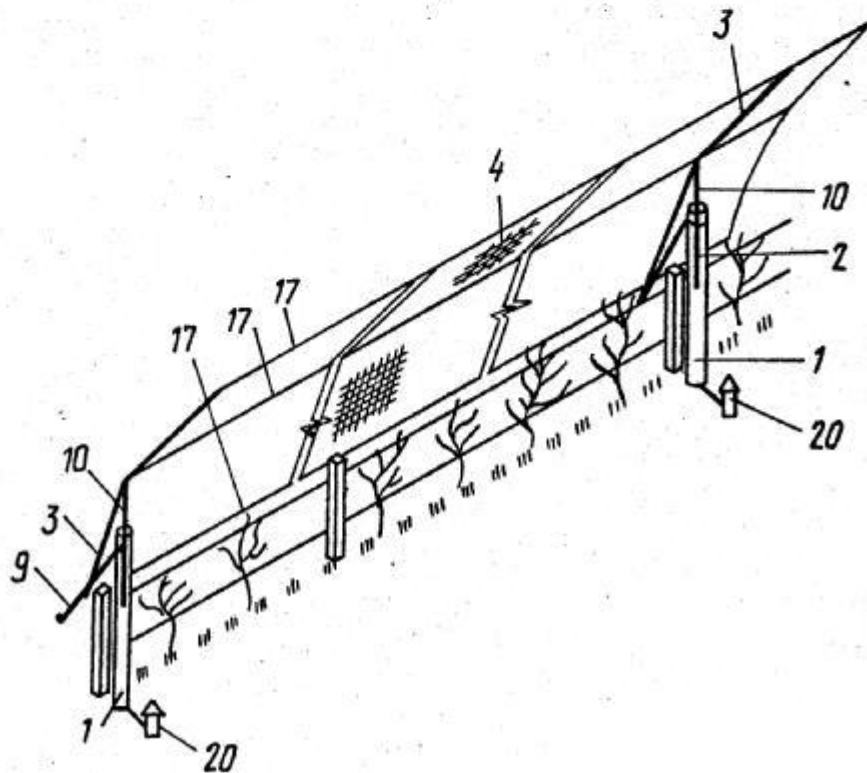
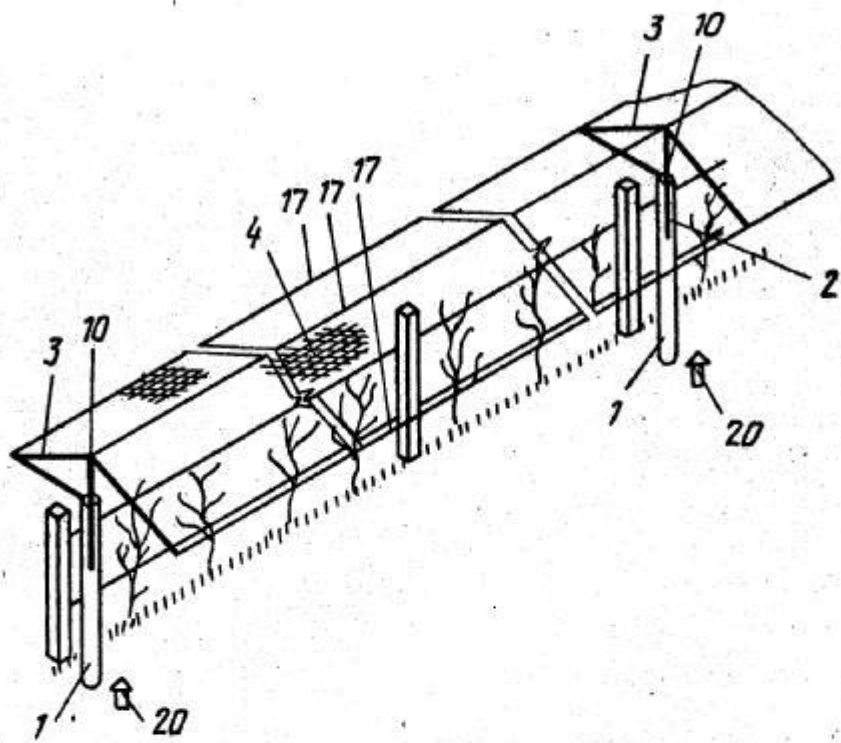
2. სეტყვასაწინააღმდეგო ბადისებური ახალი კონსტრუქციების სქემები

ჩვენს მიერ გამოგონებული და დამუშავებულია სეტყვასაწინააღმდეგო ბადის რამოდენიმე მოდელი. განვიხილოთ თითოეული მათგანი.

ა) გრძივი ჭრილი

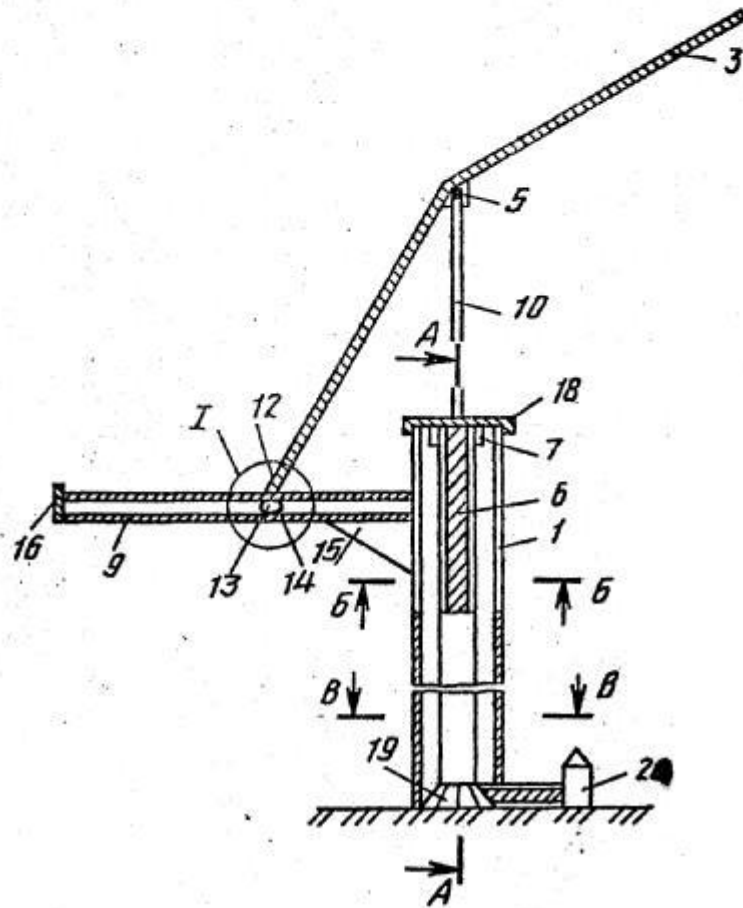
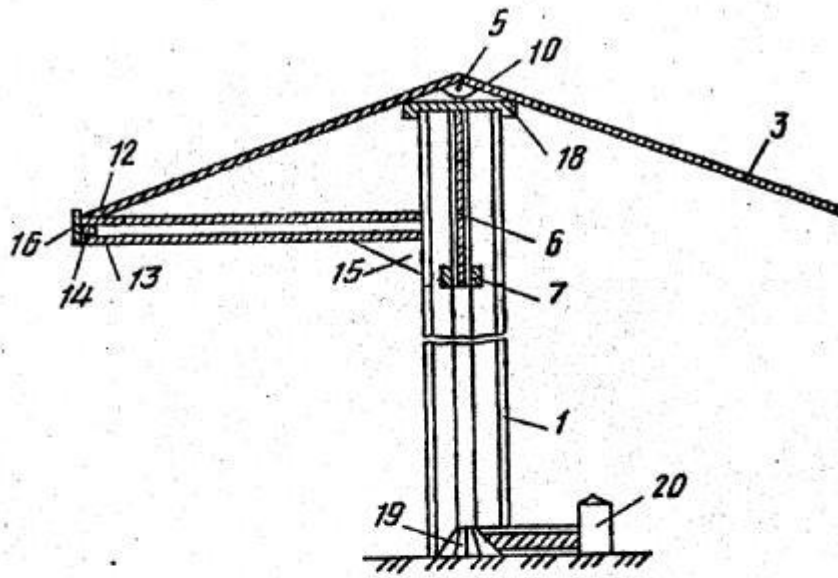


ბ) მუშა მდგომარეობაში



გ) არამუშა მდგომარეობაში

დ) ჭრილები

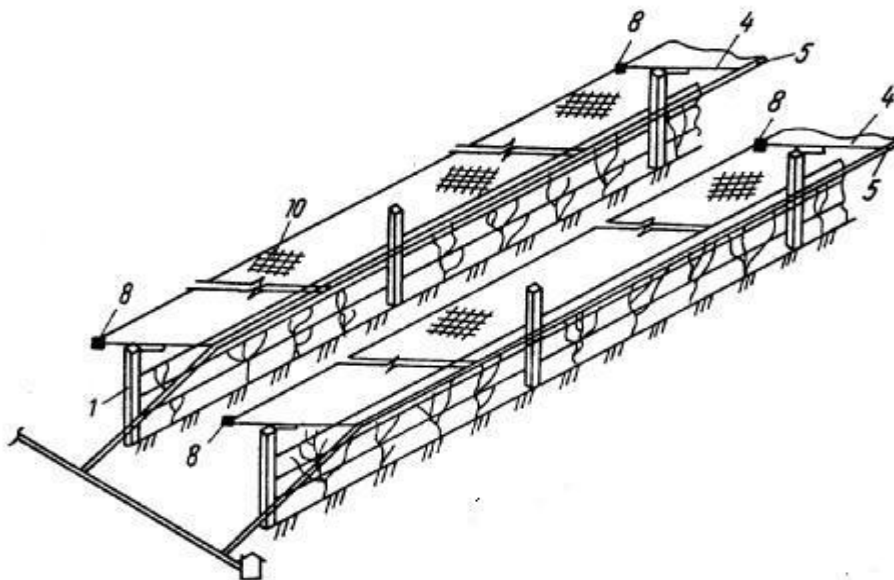
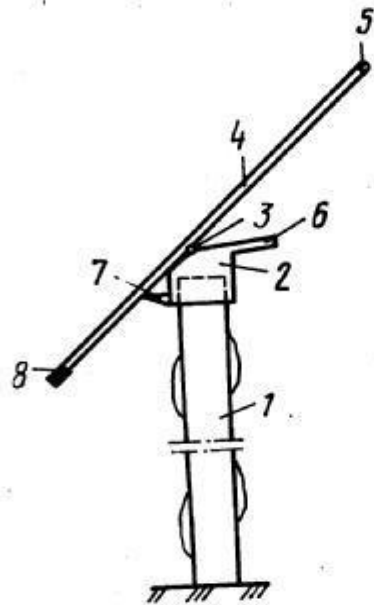


ნახ. 2.1 ა; ბ; გ; დ; სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის კონსტრუქციების სქემები.

ნახ.2.1-ზე გამოსახული სეტყვასაწინააღმდეგო მოწყობილობა [24] შედგება ზედაპირული დაწნევის საყრდენი მილის 1, გრძივი გამჭოლი ჭრილი 2, რომელიც შევსებულია ნახევრად და ქანჩზე 7 მიმაგრებული ბუნიკებით 8. კუთხოვანას ფორმის დამჭერი ელემენტები 3 სახსარზე 5 ბუნიკებით 8 და ქანჩით 7 მიმაგრებულია პესებრი ფორმის კრონშტეინი 10. ერთი ბოლო დამაგრებულია 3 ელემენტით და მიმართველით 9 განლაგებულია საყრდენი მილის თავზე 1. გრძივ გამჭოლ ჭრილში მთელს სიმაღლეზე მექანიზმი 6 გადაადგილდება ქანჩით 7 მეორე ბოლოთი მიმაგრებული ბუნიკით 8, ამასთან დამჭერი ელემენტი 3, რომელსაც გააჩნია კუთხოვანას ფორმა, სახსრის საშუალებით 5 დამონტაჟებულია პესებრი ფორმის კრონშტეინზე 10,სამაგრი 11 ხისტადაა მიმაგრებული ბუნიკებუ 8 და ქანცი7. 13 ელემენტი სახსრის 14 საშუალებით გადაადგილდება მიმმარტველზე 9. 9 მიმმართველი ხისტადაა მიმაგრებული 15 ელემენტზე და იღებს მოწყობილობის ფიქსირებულ მუშა მდგომარეობას 16. სეტყვასაწინააღმდეგო ბადე 4 დამაგრებულია ტროსით 17. გადასაადგილებელი მექანიზმი 6 დამონტაჟებულია საყრდენ მილზე 1, რომელზეც ძირითადად დაფუძნებულია მექანზმი 19 და მთელს სიმაღლეზე, ქვევიდან ზევით გადაადგილდება ბრუნვით, მექანიზმით 20.

სეტყვასაწინააღმდეგო მოწყობილება მუშა მდგომარეობაში იმართება პულტით. მექანიზმი ორთქლის საშუალებით მოძრაობს საყრდენ მილში.

с)

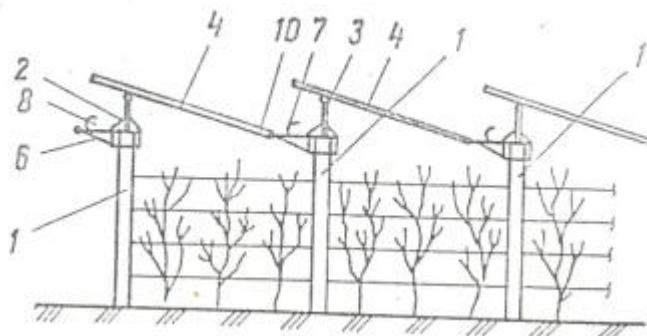


д)

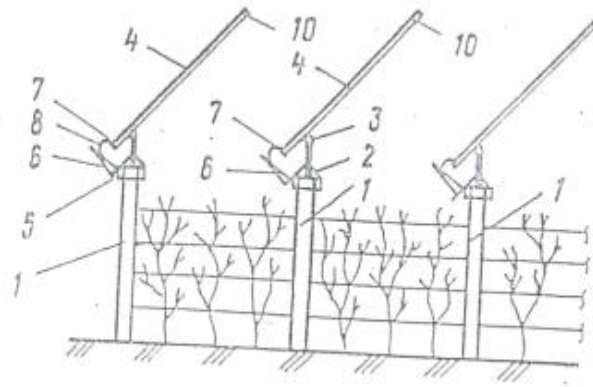
ნახ.2.2 სეტყვასაწინააღმდეგო მოწყობილობის კონსტრუქციების სქემები.

1. მუშა მდგომარეობა
2. არამუშა მდგომარეობა

ნახ.2.2-ზე გამოსახული სეტყვასაწინააღმდეგო მოწყობილობის [25] მექანიზმი შემდეგი პრინციპით მუშაობს. ბოძების ყველა ზედა ნაწილზე, რომელზეც დამაგრებულია დამჭერები 2, სახსრულად შეერთებულია სეტყვასაწინააღმდეგო ბადის ზოლზე. ამასთან ყოველ საყრდენ კრონშტეინზე დამჭერები ერთი მხრივ დამაგრებულია საპირწონე 8, რომელიც სახსრის 3 საშუალებით ბრუნავს კრონშტეინის დამჭერზე 6. საპირწონე მილისებურია და ივსება წყლით. მილი 5 შესაძლებელია იყოს ნაჭრია ან რეზინის. როდესაც მექანიზმი არამუშა მდგომარეობაშია საპირწონე ცარიელია. მუშა მდგომარეობის დროს, მექანიზმის გახსნისას მთელ სიგრძეზე თავისუფალი ბოლო ყოველი ზოლი ივსება წყლით და ფიქსატორების 7 საშუალებით იღებს საბოლოო მდგომარეობას. კონსტრუქციაზე გადაჭიმულია სეტყვადამცავი ბადე 10.

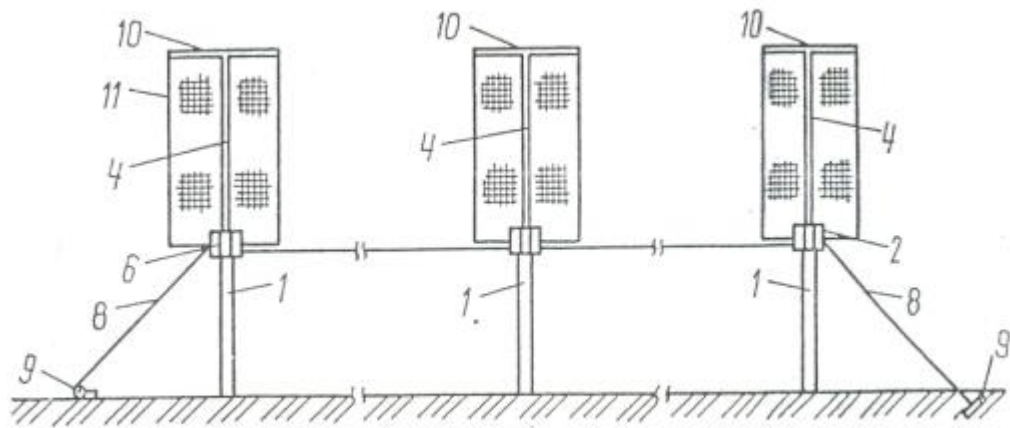


ა)



ბ)

გ)



ნახ.2.3 ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვის სქემა

ა) მუშა მდგომარეობა

1. არამუშა მდგომარეობა გრძივ ჭრილში

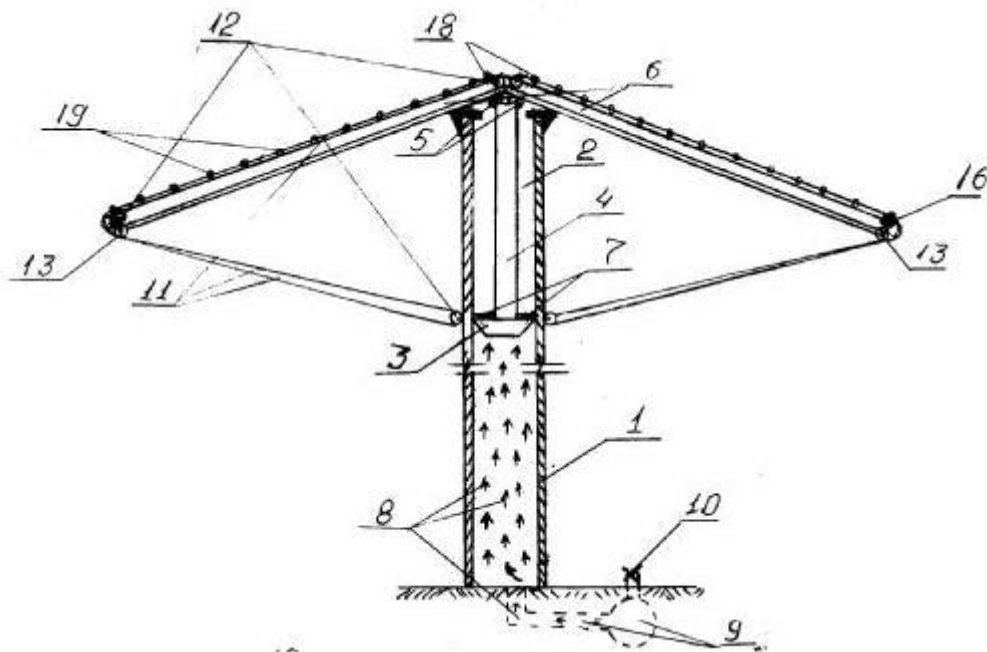
1. არამუშა მდგომარეობა განივ ჭრილში

ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო გადახურვის მოწყობილობა[26], რომელიც დამონტაჟებულია ვენახის არსებული საყრდენი ბოძების 1 ზედა ნაწიზე. ყოველ მათგანზე განლაგებულია დამჭერები 2, ბოლო შუალედური სახსრის 3 სამუალებით შეერთებულია სექცვასაწინააღმდეგო ბადის ზოლს 4 და სახსრით 5 შეერთებულია საყრდენ კრონშტეინზე 6. საყრდენ კრონშტეინზე დამონტაჟებულია კაკვი 7. პირველი რიგი ერთმანეთთან დაკავშირებულია გვარლით 8.

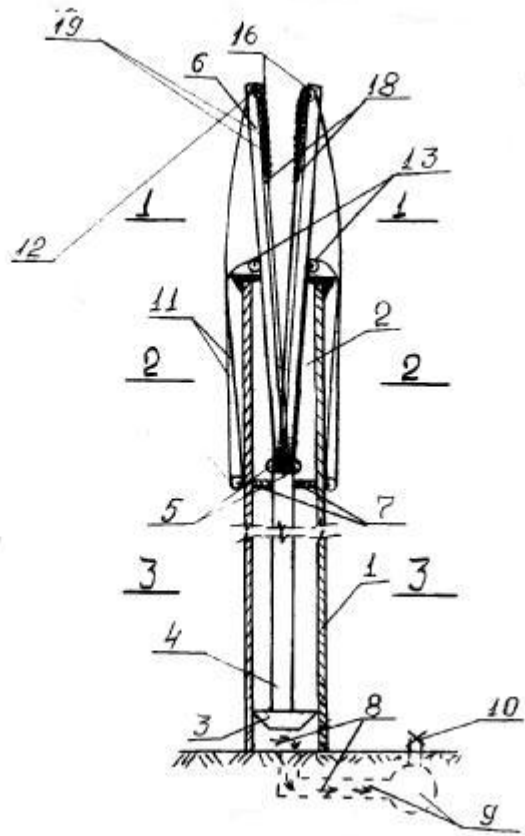
გავარლის ერთი ბოლო შეერთებულია ჯალამბართ 9. ყოველი სეტყვასაწინააღმდეგო ბადის ზოლს 4 მარაგდება საპირწონით 10 და მაგრდება მავთულით 11.

მისი მუშაობის პრინციპი ასეთია: ტროსის 8 გაწევის საშუალებით ჯალამბართ 9 ხდება მობრუნება მოპირდაპირე საყრდენ კრონშტეინზე 6 პირველი რიგის სახსარის 5 გარშემო. ამის შემდეგ კაკვი 7 თავისუფლდება ბადისგან 4, რომელიც საპირწონის ზემოქმედებით წონის საშუალებით ტრიალდება სახსარის 3 გარშემო მომდევნო რიგის კრონშტეინის 6 მიახლოებამდე. კრონშტეინზე 6 მობრუნება ხორციელდება სეტყვასაწინააღმდეგო ბადის ზოლის 4 მუშა მდგომარეობის დაფიქსირებამდე. ამის შემდეგ იგი სრულად ეხება დამჭერზე 2.

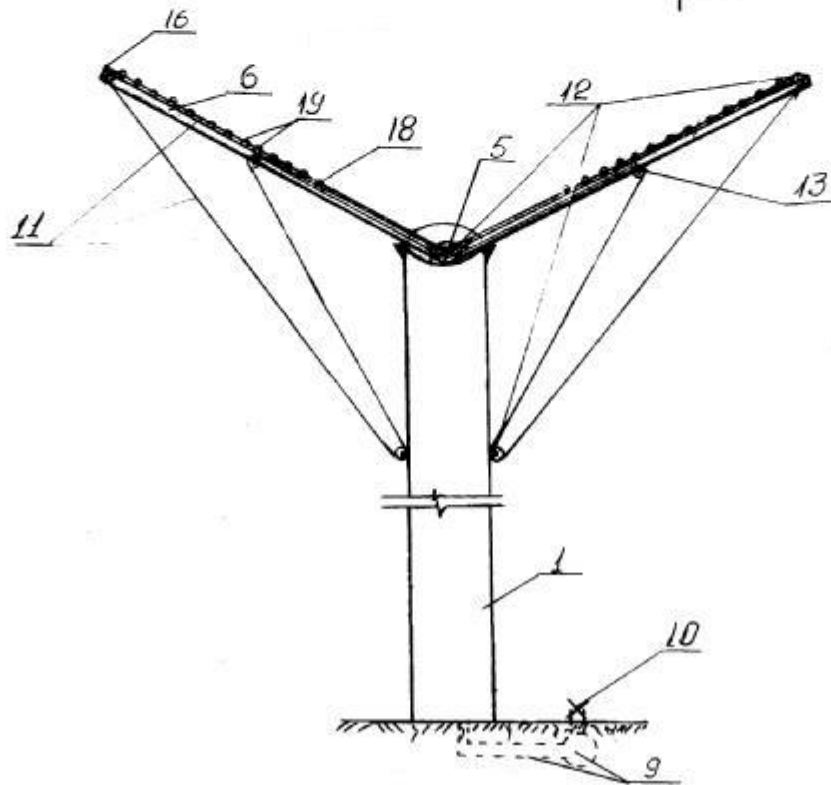
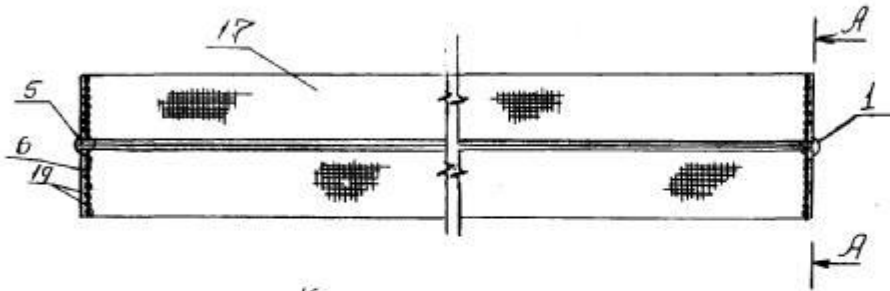
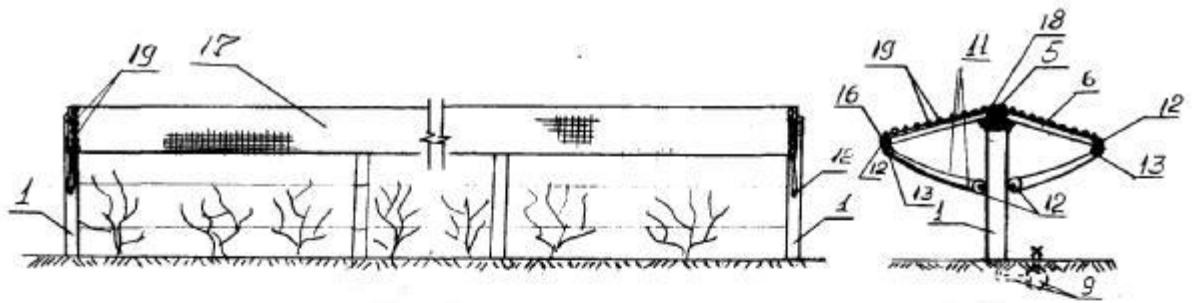
ა)

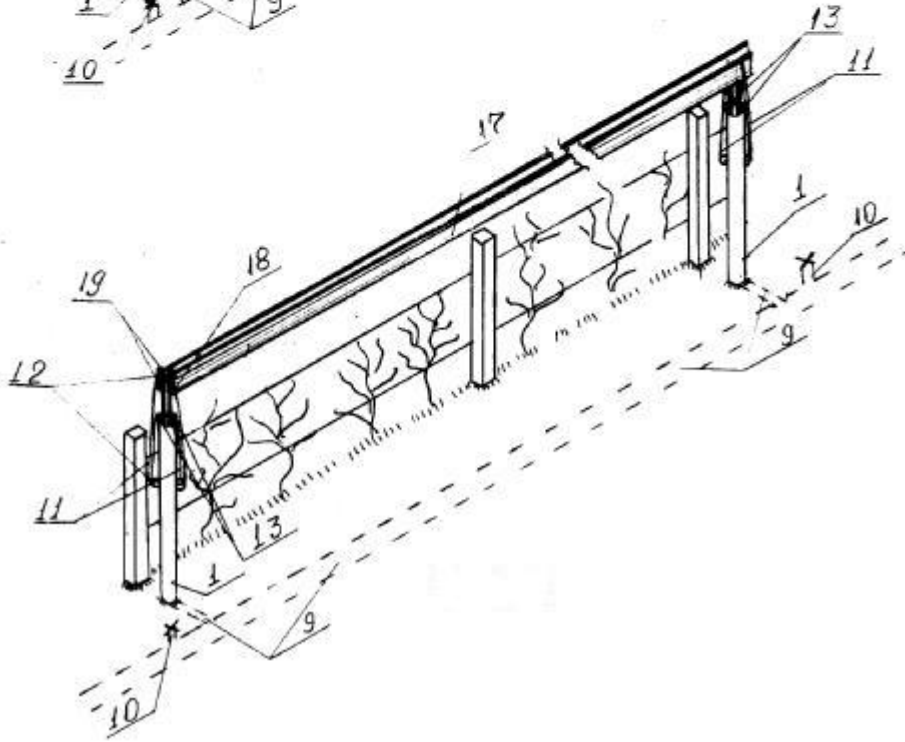
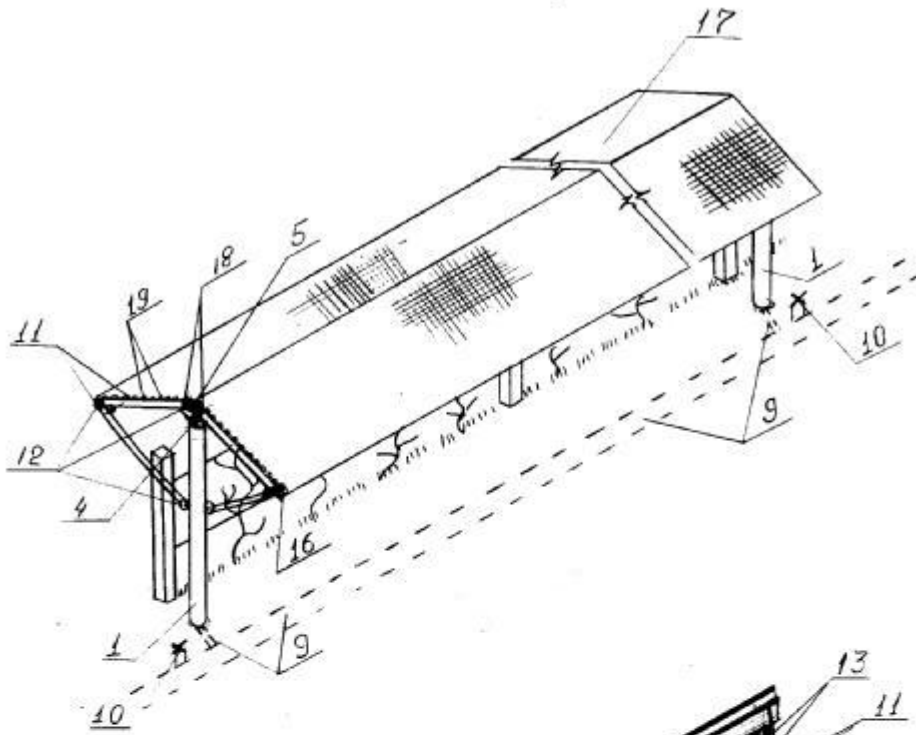


ბ)



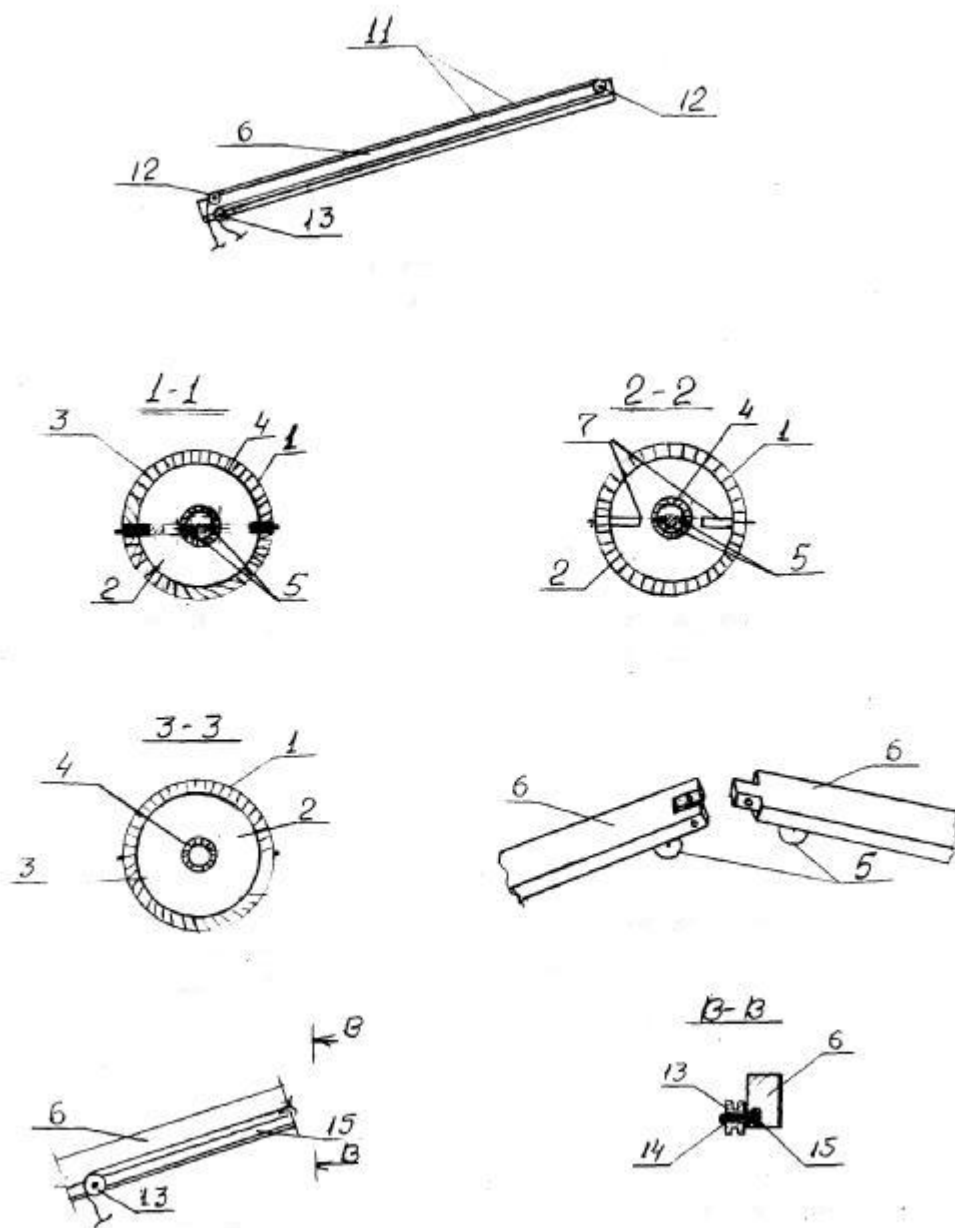
8)





a)

б)



ნახ. 2.4 ა;ბ;გ;დ;ე;ვ სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის მექანიზმის სქემა

ნახ.2.4–ზე წარმოდგენილი სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის მექანიზმი[27], რომელიც არამუშა მდგომარეობიდან (ბ) მუშა მდგომარეობიში (ა) გადადის ავტომატურად. ვაზის სეტყვისგან დასაცავი მოწყობილობა შეიცავს ცილინდრული სიღრუის მქონე საყრდენ ბოძს (1), რომლის ცილინდრულ სიღრმეში (2) მოთავსებულია

ჰიდრო დეგუმი (3) ჭოკით (4). მასთან სახსრულად (5) შეერთებულია დამჭერები (6). საყრდენი ბოძის ღრუში (2) მოთავსებულია შემამჭიდროვებელი ჰერმეტიკული რგოლი (7). მუშა სითხე (8) მილით (9) და სადაწნეო მოწყობილობით (10) შეიჭირხნება ცილინდრული საყრდენი ბოძების სიღრუეში (2), თითოეული დამჭერი (6) საყრდენ ბოძებს უკავშირდება მოქნილი ფერსოთი (11), რომელიც საყრდენ ბოძებზე დამაგრებულია გორგოლაჭებიანი ბლოკით (12). დამჭერებზე ხისტად (16) დამაგრებულია სეტყვადამცავი ბადის (17) ქვედა ბოლოები, ხოლო ბადის ზედა ბოლოები ფერსოსთან (11) დაკავშირებულია უძრავად (18). ბადის განივი მხრები (17) მოძრავი რგოლებით (19) მიერთებულია ფერსოსთან.

მოწყობილობის არასამუშაო მდგომარეობაში ყოფნისას სიღრუიდან გამოშვებულია მუშა სითხე და დეგუმი (3) იმყოფება სიღრუის ქვედა ნაწილში. ჭოკი (4) ჩამოშვებულია, ხოლო მასთან დაკავშირებული დამჭერები (6) ნაწილობრივ ჩაშვებულია სიღრუეში. სეტყვასაწინააღმდეგო ბადე (17) და რგოლები (19) შეგროვებულია დამჭერების თავისუფალ ბოლოებზე, ამასთან გორგოლაჭებიანი რგოლები ეყრდნობიან საყრდენი ბლოკების თავებს.

სისტემის მუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად მილებისა (9) და სპეციალური მოწყობილობის (10) საშუალებით მუშა სითხეს (8) ჭირხნიან საყრდენი ბოძების სიღრუეში. დეგუმი (3) და ჭოკი (4) მუშა სითხის წნევით გადაადგილდებიან ზემოთ, რომელსაც მოსდევს დამჭერების (6) გამოსვლა სიღრუიდან (2) და შეუღლების ელემენტების (14), მასზე დამაგრებული გორგოლაჭებიანი (13) დამჭერების (6) და მიმართველების (15) ამოძრავება. ამოძრავდება აგრეთვე მოქნილი ფერსოს (11) ბლოკზე უძრავად დამაგრებული სეტყვასაწინააღმდეგო ბადის ბოლოები. დეგუმის (3) საჰერმეტიზაციო რგოლთან შეხებისას მომენტალურად წყდება მუშა სითხის მიწოდება და დეგუმის სიღრუეში წარმოქმნილი წნევის ხარჯზე ხდება სისტემის ფიქსაცია.

სისტემის არამუშა მდგომარეობაში გადასაყვანად მუშა სითხეს გამოქაჩავენ მოწყობილობის სიღრუიდან. დგუში (3) და ჭოკი (4) გადაადგილდებიან ზემოდან ქვემოთ. ამასთან სახსრული კვანძების (5) ირგვლივ ხდება დამჭერების (6) მობრუნება, მათი ჩაღრმავება სიღრუეში (2). გორგოლაჭებიანი ბლოკები (13) გადაადგილდება დამჭერების (6) მიმართველებში (15) შეუღლების ელემენტებთან (14) ერთად. გორგოლაჭებიანი ბლოკები 13 ჩასვლას სიღრუეში ეწინააღმდეგება დგარის თავი. ამ პროცესს თან ახლავს მოქნილი ფერსოს (11) მოძრაობა. რგოლები (19) სრიალებენ მოქნილი ფერსოზე (11) და სეტყვასაწინააღმდეგო ბადე (17) იკეცება.

საეტყვასაწინააღმდეგო ბადე მოწყობილია ყოველ 5 მ-ში დამონტაჟებულ 3 მ. სიმაღლის ზემოაღწერილი ძირითად კონსტრუქციაზე.

ზემოაღწერილი ჩვენს მიერ დამუშავებული სეტყვისაგან დამცავი მოწყობილობის კონსტრუქციულობიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ იგი უარყოფითად არ იმოქმედებს ვაზის საერთო განვითარებასა და ყურძნის ხარისხზე.

ჩვენს მიერ დამუშავებული სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვების რამოდენიმე მოწყობილობიდან გთავაზობთ ერთ –ერთი საუკეთესო ვარიანტს.

3. ოპტიმალური გადახურვების გაანგარიშება და კვეთების შერჩევა

3.1. რიცხვითი გაანგარიშებები პროგრამული კომპლექს LIRA 9.4-ის გამოყენებით

ჩვენს მიერ შერჩეული ოპტიმალური კონსტრუქციული სქემის (ნახ. 2.4) მიხედვით შექმნილი იქნა სივრცითი მოდელი რომელის მიხედვით რიცხვითი გაანგარიშებები ჩატარდა პროგრამული კომპლექს LIRA 9.4-ის გამოყენებით. გაანგარიშებები შესრულდა სტატიკურ და დინამიურ დატვირთვებზე სამშენებლო ნორმების ახალი რედაქციის გათვალისწინებით.

გაანგარიშება მოხდა კონსტრუქციაზე მოსულ დატვირთვებზე: საკუთარი წონა; ქარის სტატიკური დატვირთვა; სეისმიკა X ღერძის გასწვრივ და სეისმიკა Y ღერძის გასწვრივ. ქარის სტატიკური მდგენელის ნორმატიული მნიშვნელობა გამოთვლილი იქნა ფორმულით:

$$W_m = W_0 \cdot K \cdot C \cdot \gamma$$

სადაც, W_0 - ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობა. კახეთის რეგიონისათვის მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა შეადგენს 60 კგ/მ². K- სიმალლესთან მიმართებაში ქარის დატვირთვის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი. C-აეროდინამიურობის კოეფიციენტია, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის ბადის ზედაპირის ფორმაზე და ითვალისწინებს ბადის ზედაპირის ორივე მხარეს ქარის დატვირთვისგან წარმოქმნილ აქტიურ და პასიურ წნევებს და 1,4-ის ტოლია. γ -საიმედობის კოეფიციენტი და 1,4-ის ტოლია.

$$W_m = 60 \cdot 0,75 \cdot 1,4 \cdot 1,4 = 88 \text{ კგ/მ}^2$$

მოცემული მიმართულებით k -ურ წერტილში მოქმედი, ზემოაღწერილ კონსტრუქციაზე საკუთარი i -ური რხევის ტონის შესაბამისი სეისმური დატვირთვა S_{ik} განისაზღვრება ფორმულით:

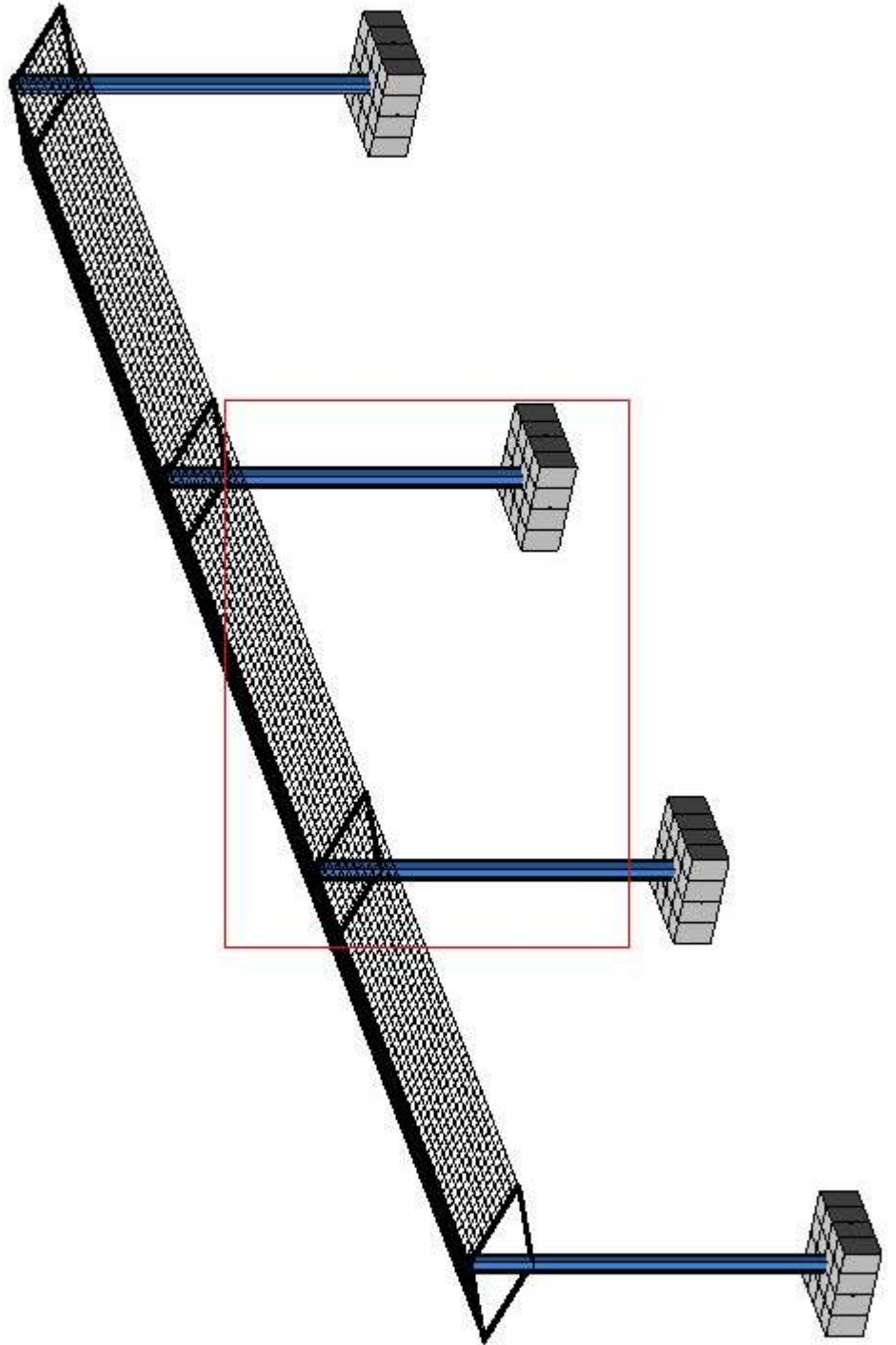
$$S_{ik} = K_1 K_2 K_3 S_{oik} \quad (1)$$

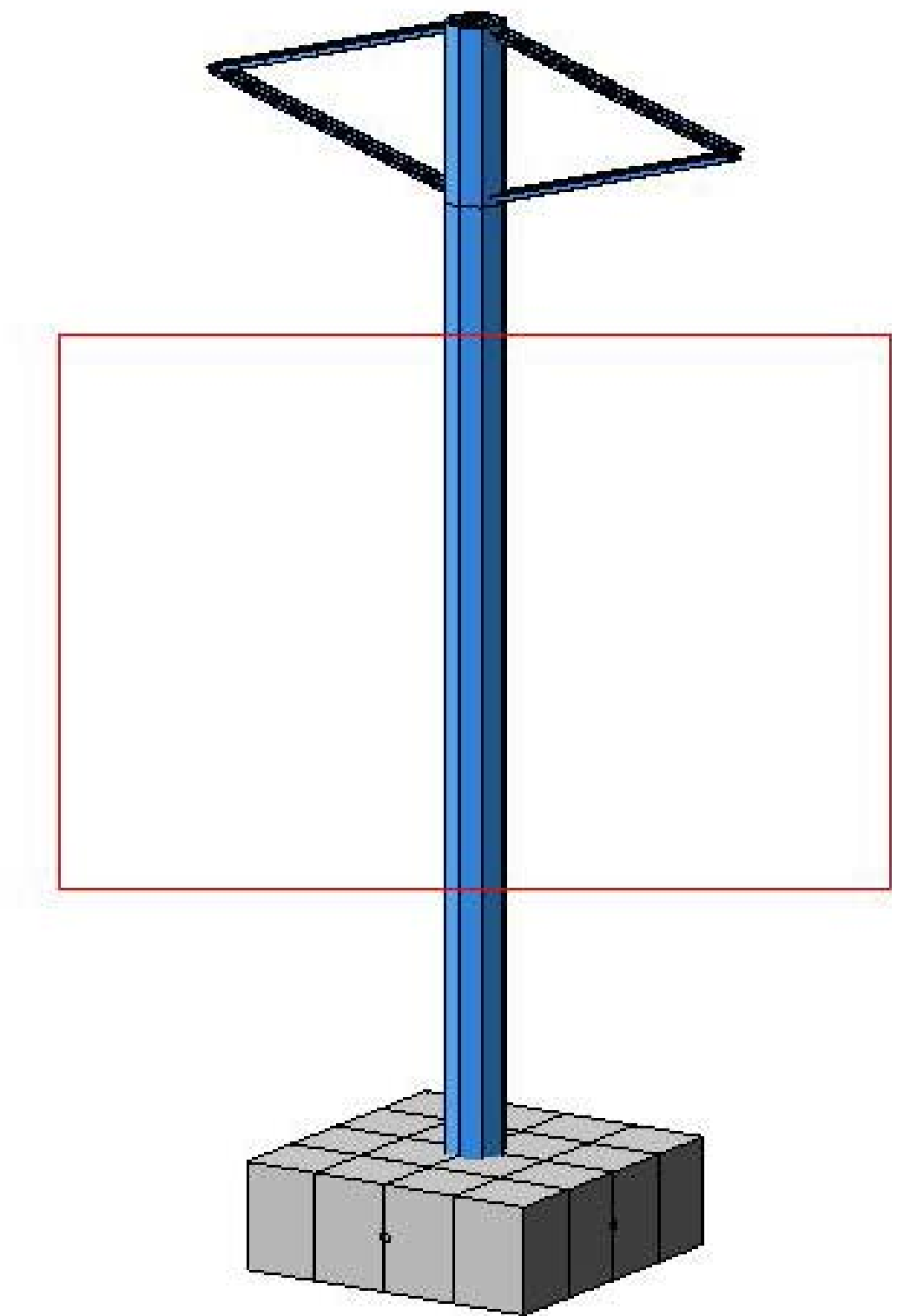
სადაც, K_1 -კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შენობაში დასაშვებ დაზიანებებს, კონსტრუქციის უნარს განავითაროს არადრეკადი დეფორმაციები, აგრეთვე სეისმომედეგობის სხვა რეზერვებს. K_2 – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შენობა-ნაგებობების კონსტრუქციულ გადაწყვეტას. K_3 – შენობა-ნაგებობების მნიშვნელობის კოეფიციენტი. S_{oik} -შენობა-ნაგებობების, როგორც დრეკად – დეფორმირებადი სისტემის საკუთარი რხევის i -ური ტონის შესაბამისი სეისმური დატვირთვა, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

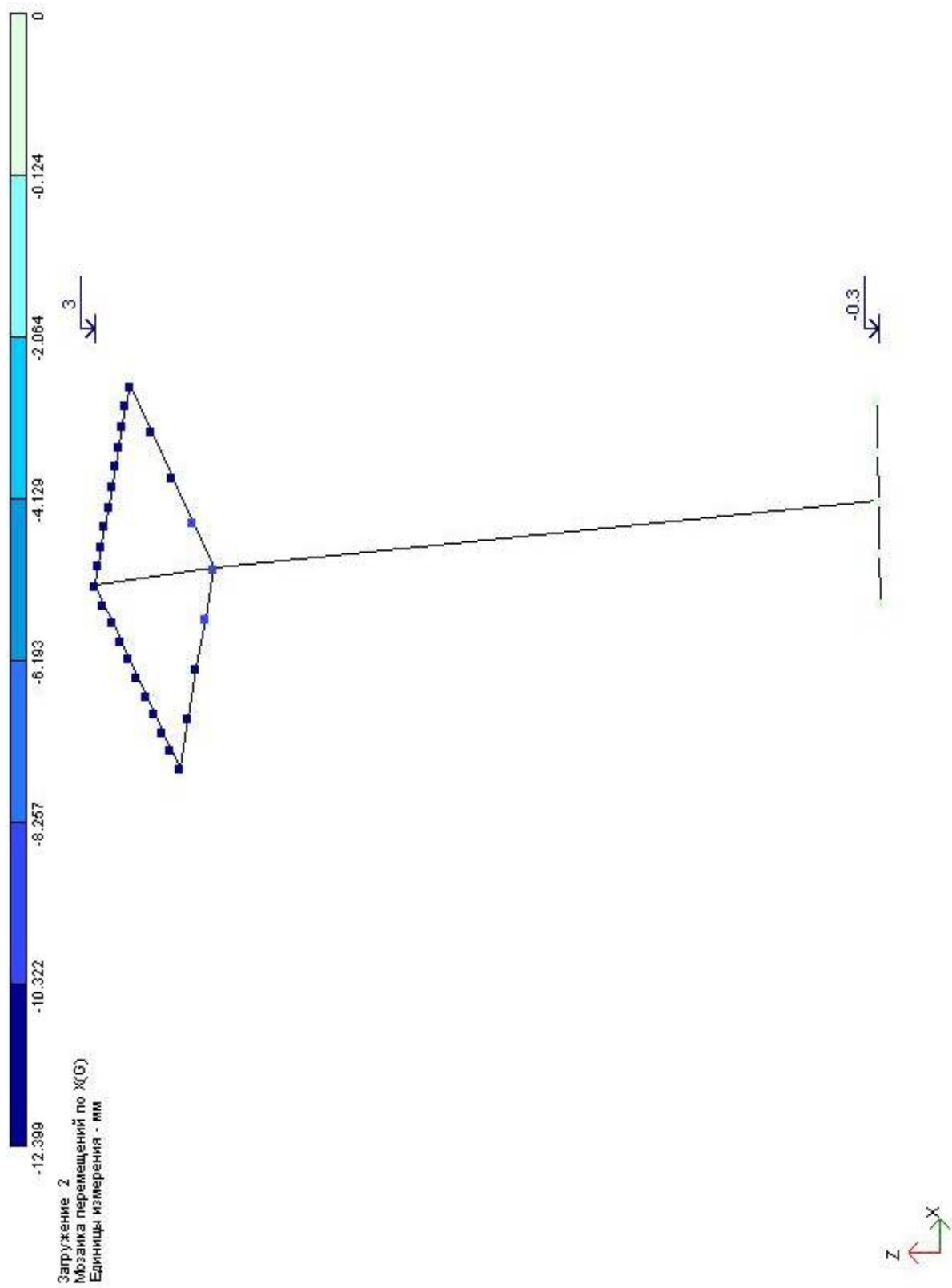
$$S_{oik} = Q_k A \beta_i K_\psi K_0 \eta_{ik} \quad (2)$$

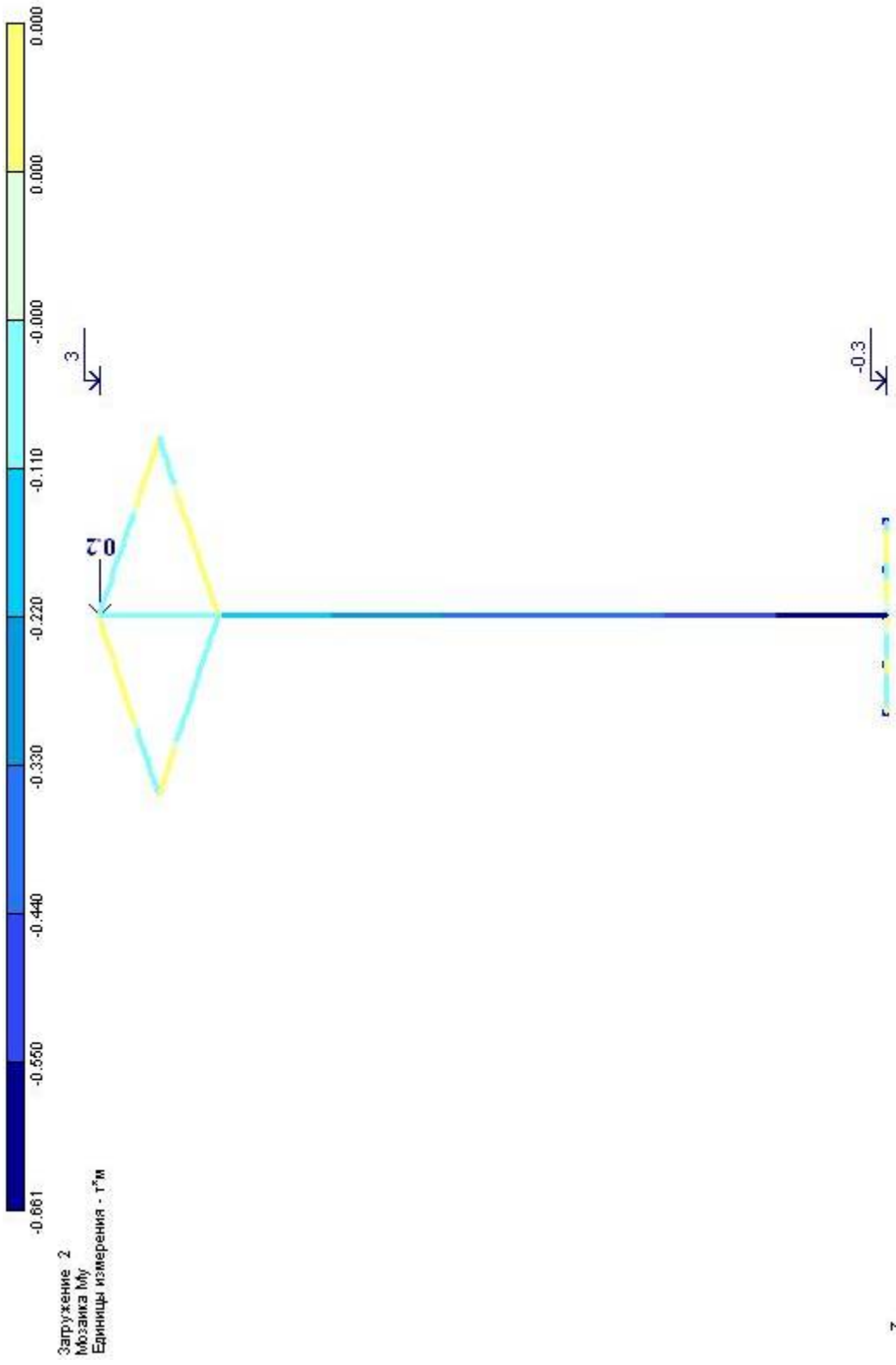
სადაც, Q_k არის შენობა-ნაგებობების K -ურ წერტილზე მოსული წონა. A -სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი. გრუნტის საანგარიშო აჩქარების შეფარდებას თავისუფალი ვარდნის აჩქარებასთან. β_i - შენობა-ნაგებობების საკუთარი რხევის i -ური ტონის შესაბამისი დინამიკურობის კოეფიციენტი. K_ψ - კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ცხრილით. K_0 - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გრუნტის არაწრფივ დეფორმირებას; გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც გრუნტის კატეგორიის კოეფიციენტი განისაზღვრება ცხრილის საფუძველზე, სეისმური მიკროდარაიონების შესრულების გარეშე; η_{ik} - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია შენობა-ნაგებობების საკუთარი რხევის დროს i -ური ტონის შესაბამისი დეფორმაციის სახეზე და განსაზღვრული დატვირთვის ადგილმდებარეობაზე[44].

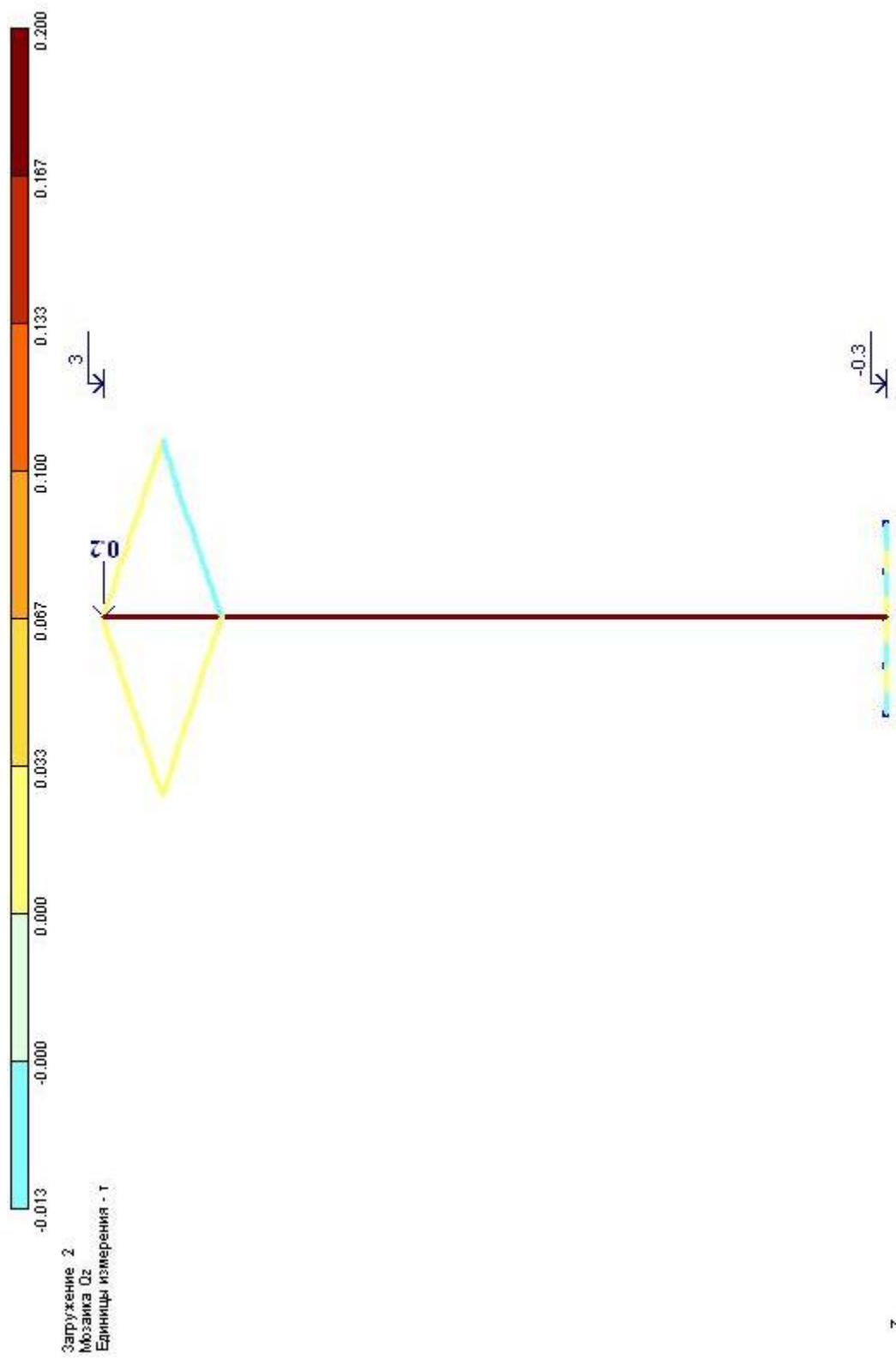
საანგარიშო ბალიანობად მიღებული იქნა 8 და 9 ბალი.

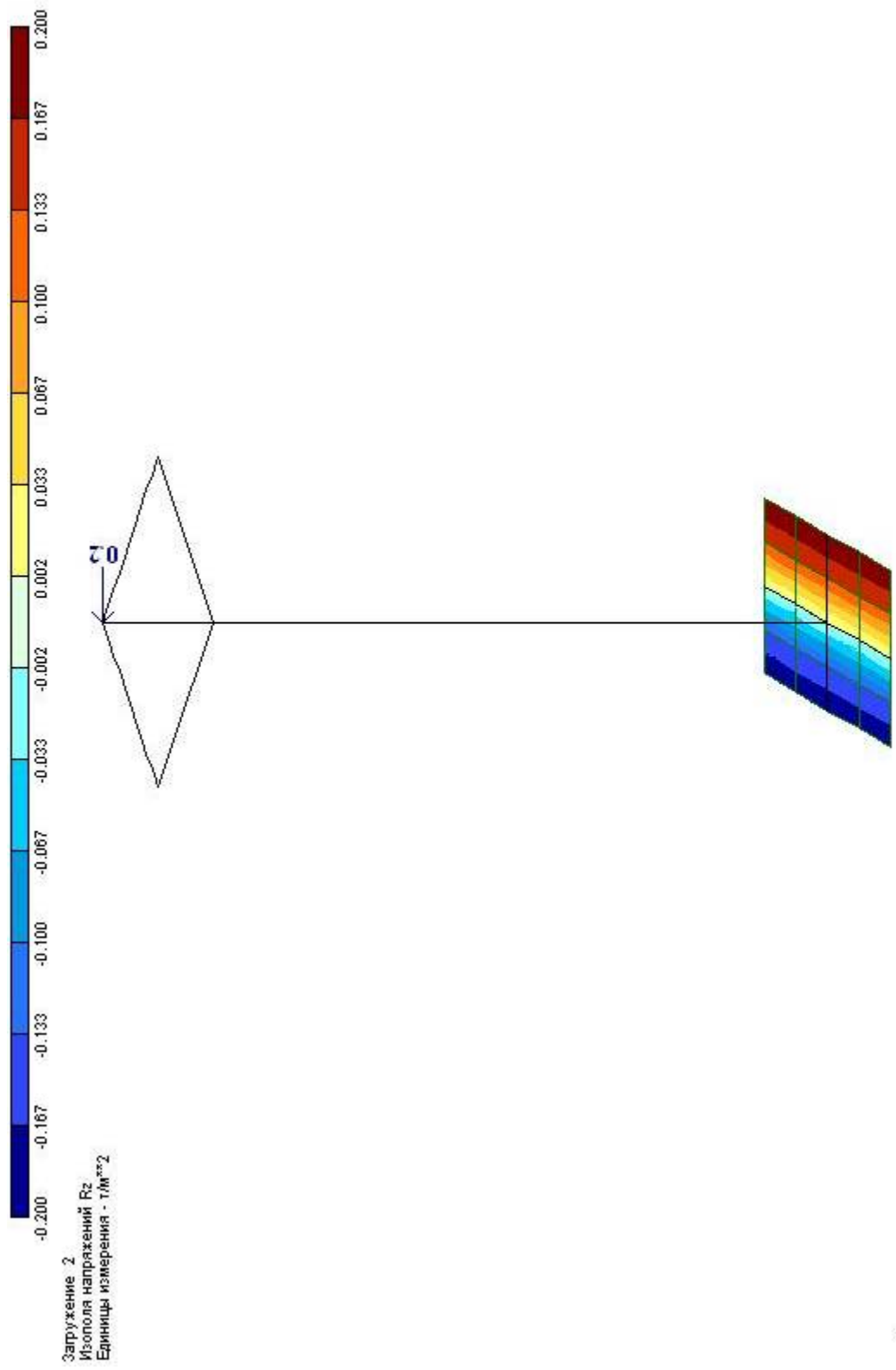


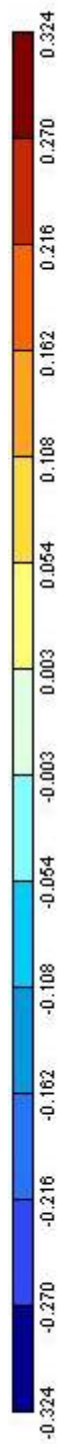




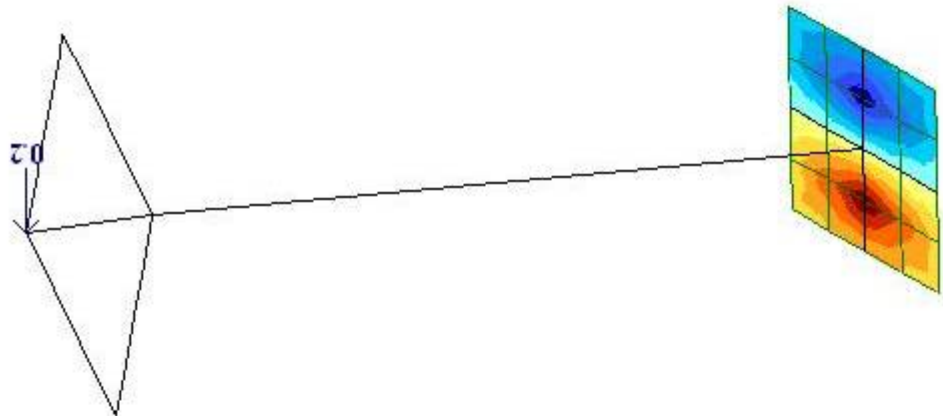


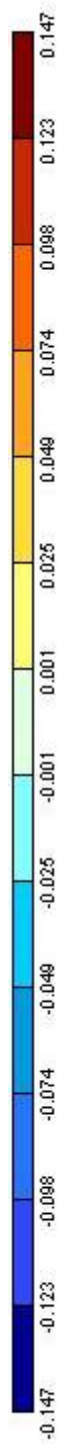




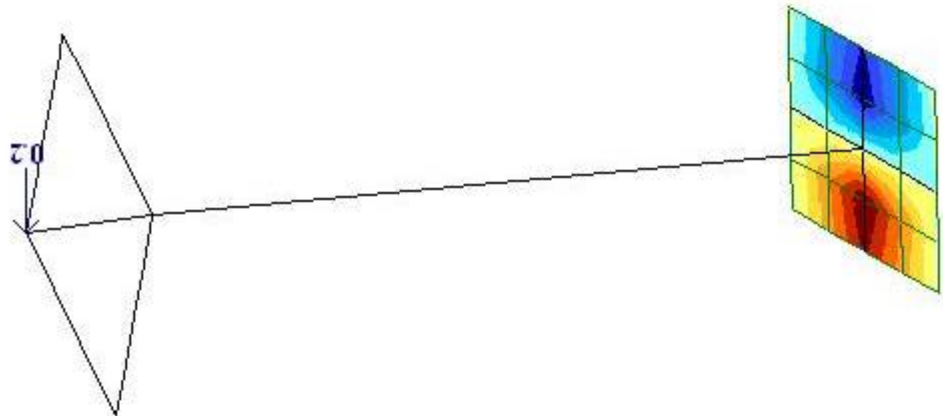


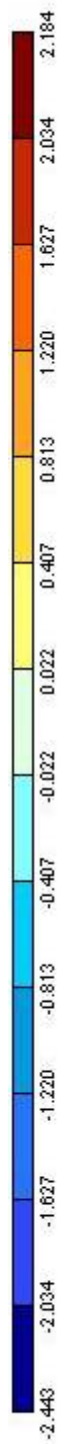
Заружение 2
 Изопола напряжений по Mx
 Единицы измерения - ГПа/мм



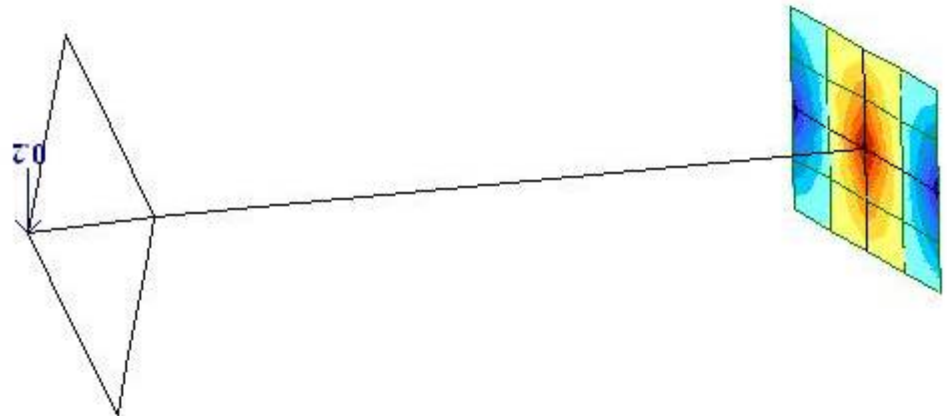


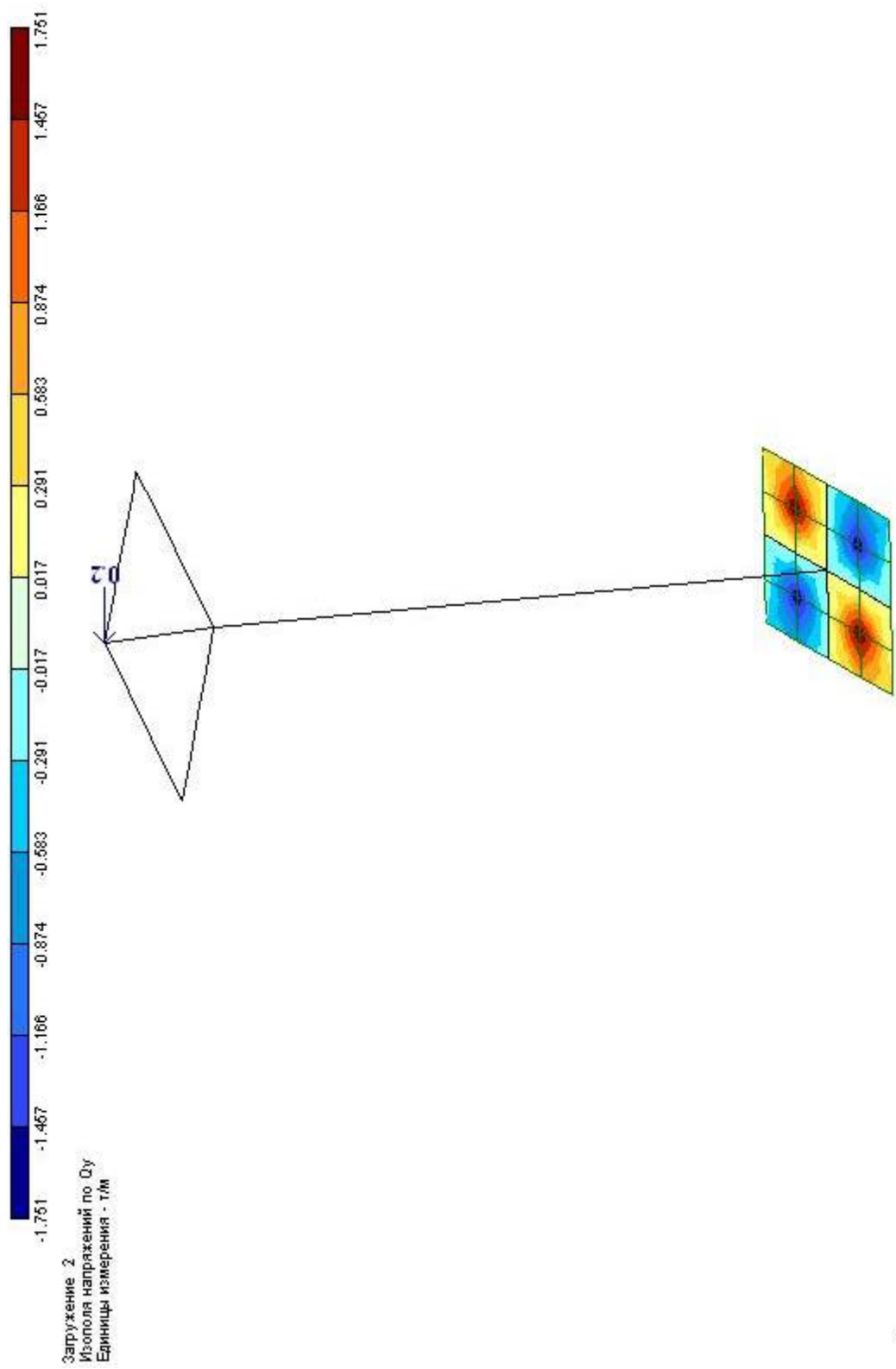
Загружение 2
 Изопола напряжений по M_y
 Единицы измерения - $\Gamma^2/\text{м}^2$

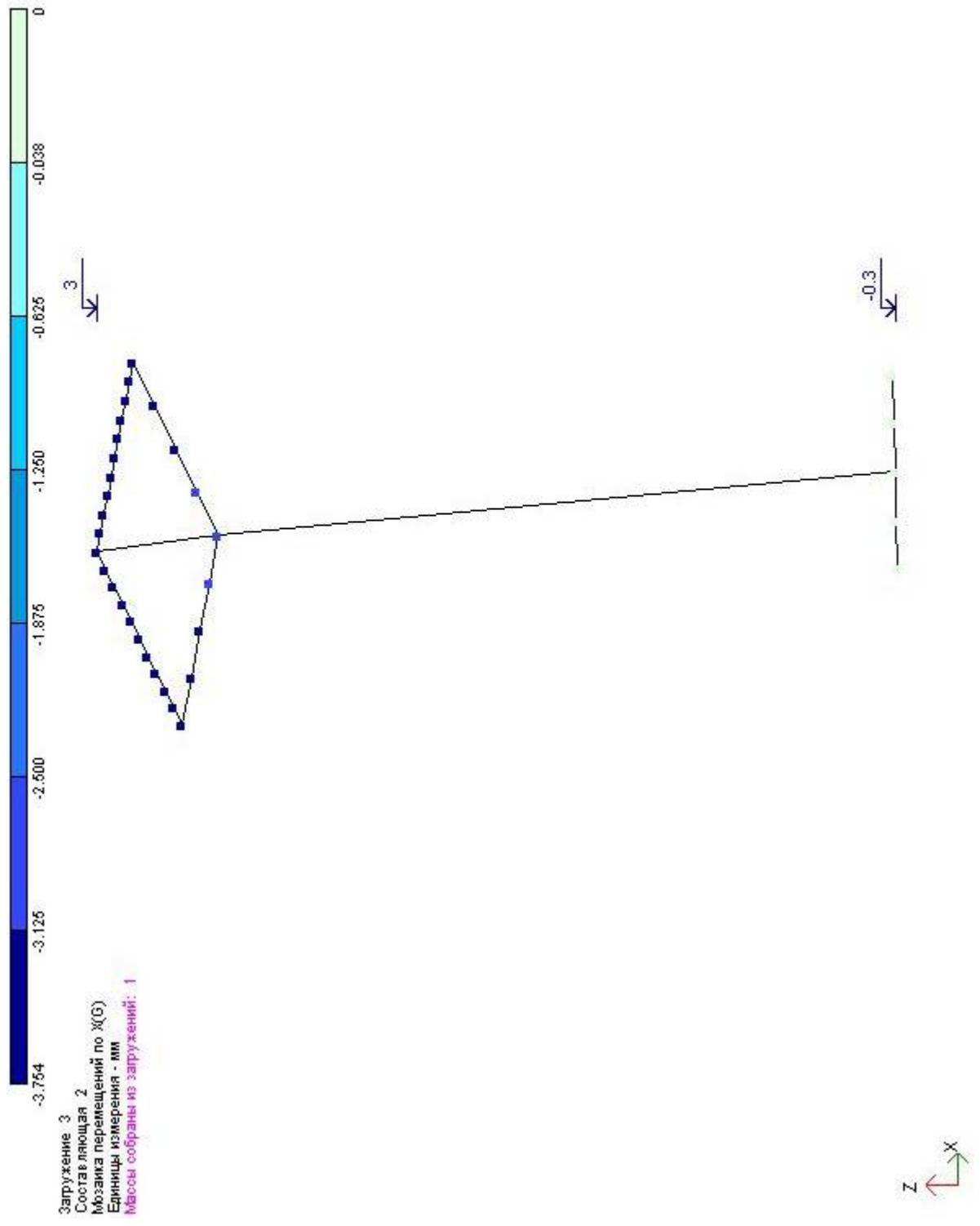


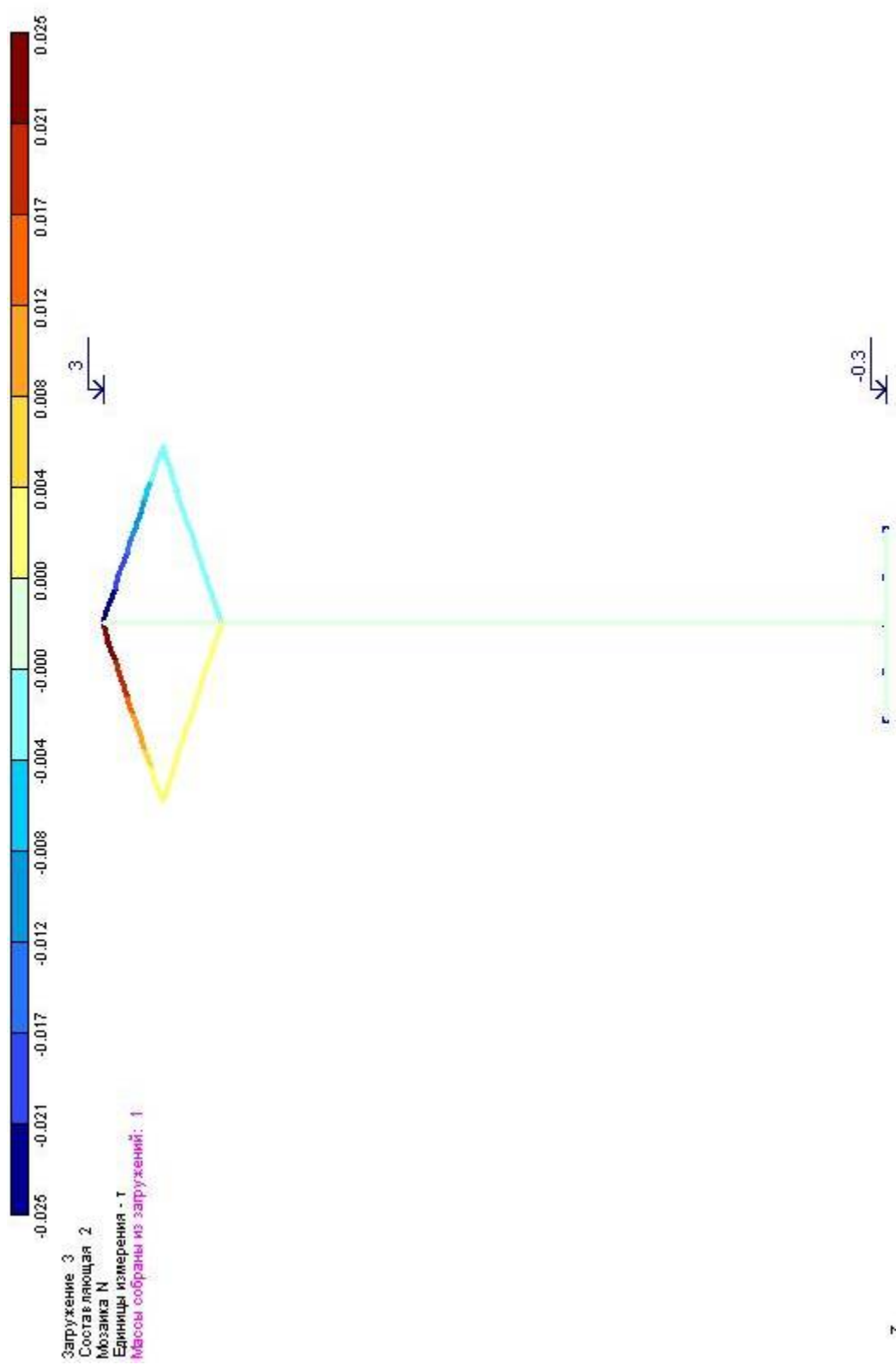


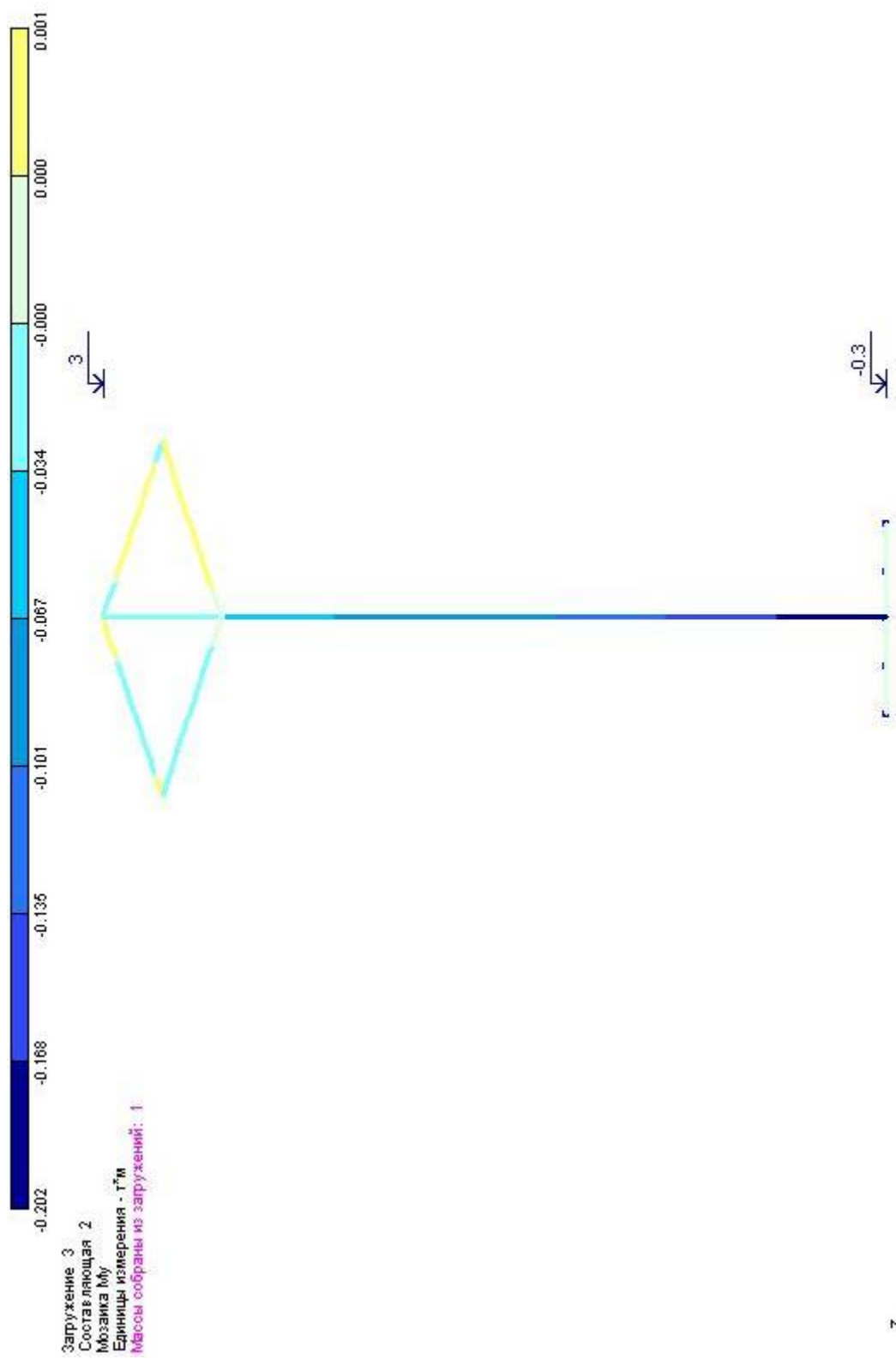
Загружение 2
 Изопола напряжений по σ_x
 Единицы измерения - т/м

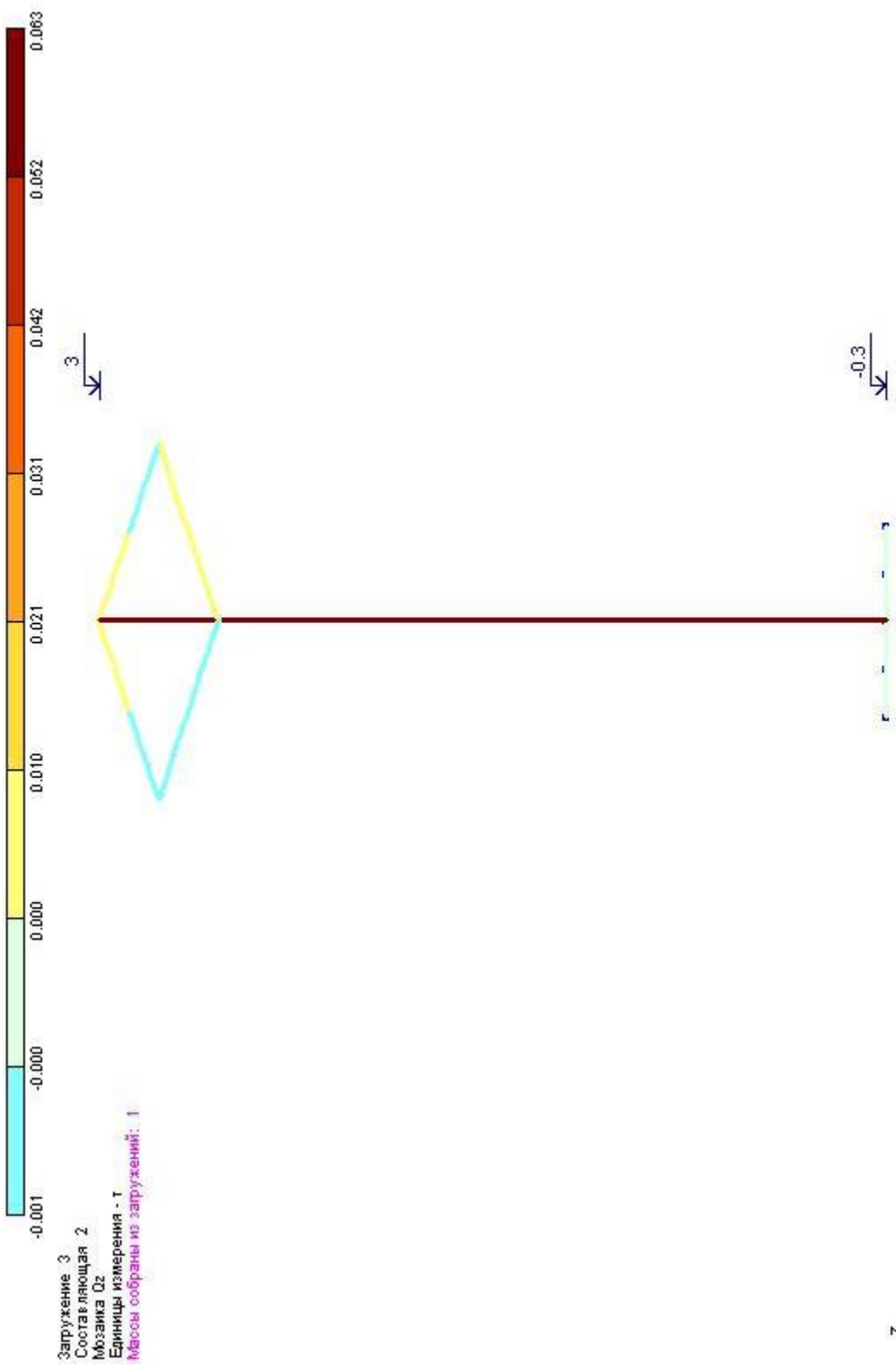


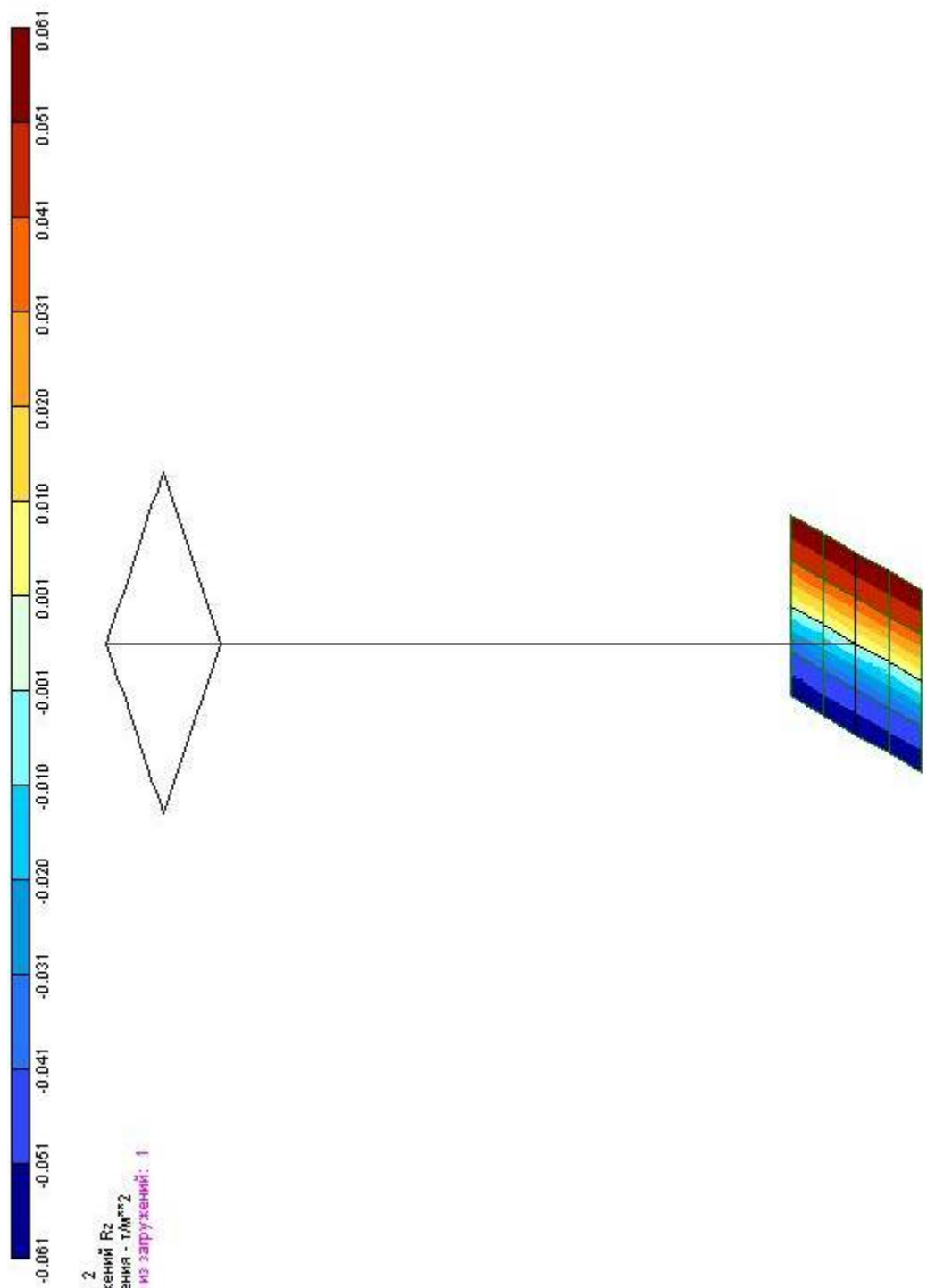




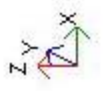


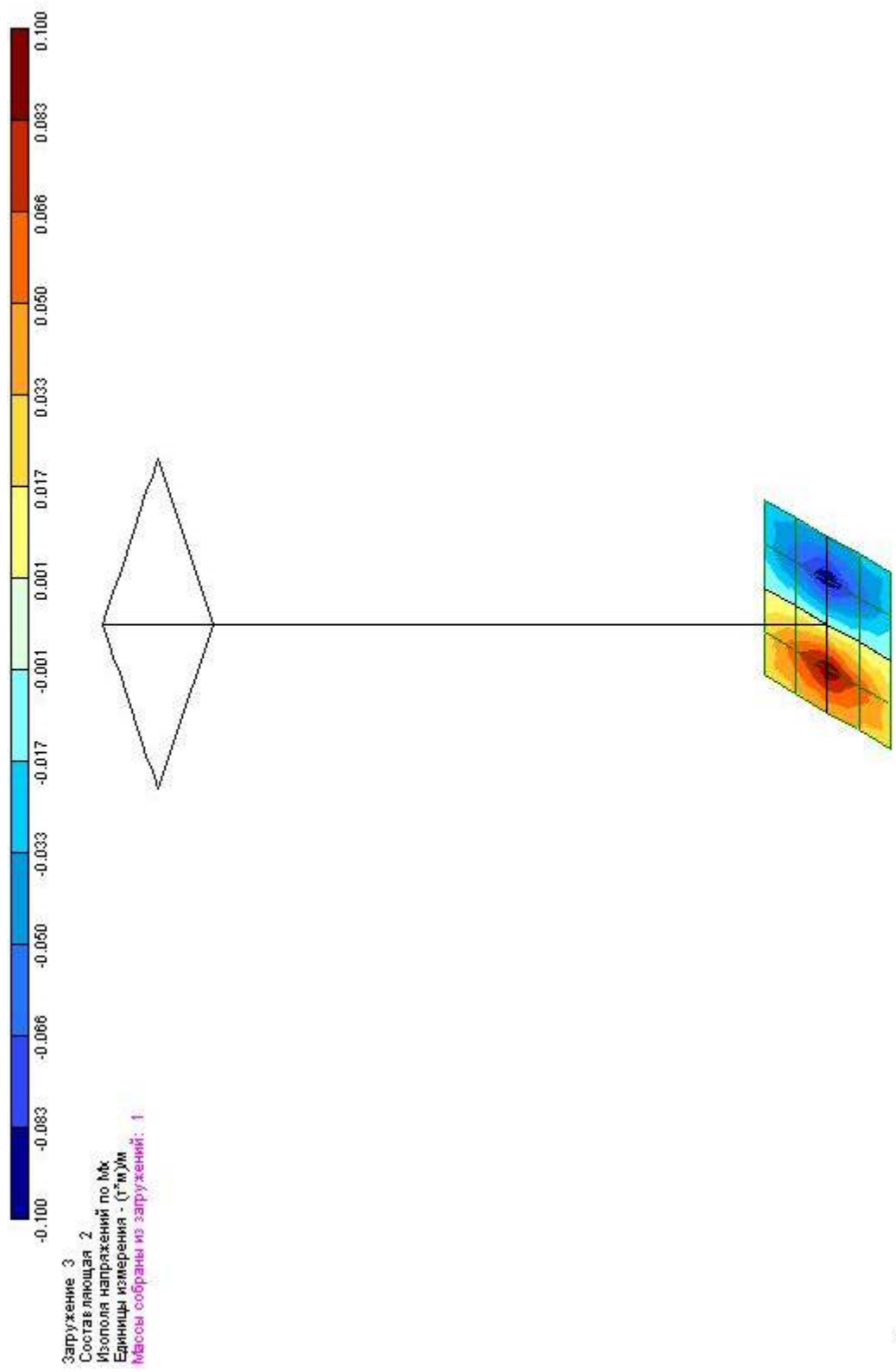


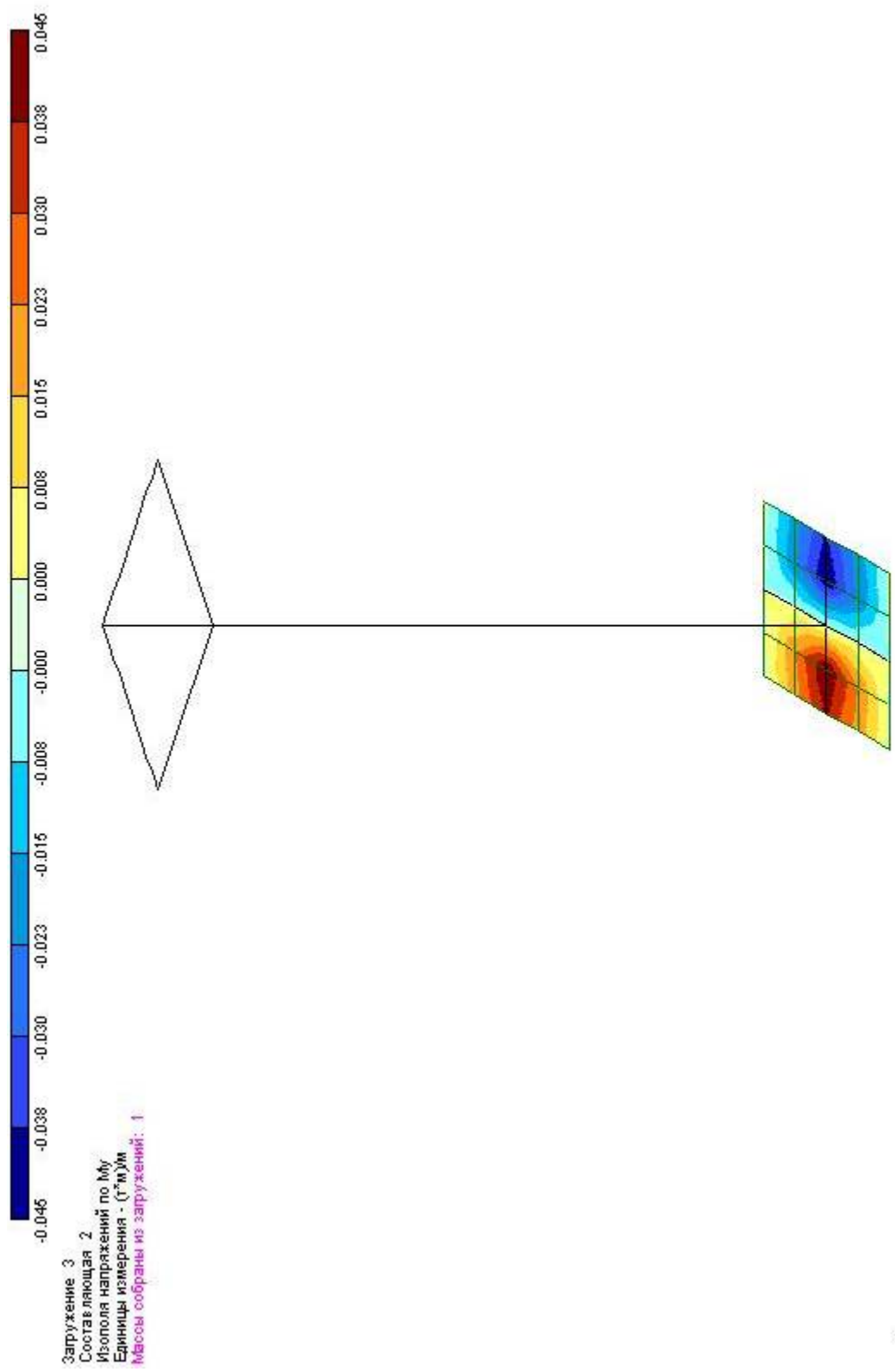


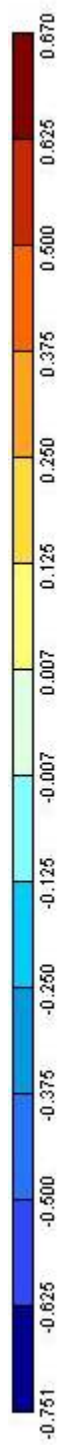


Загружение 3
 Составляющая 2
 Изопола напряжений Rz
 Единицы измерения - т/м**2
 Массы собраны из загрузений: 1

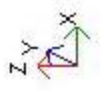


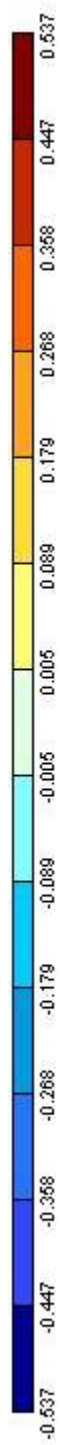




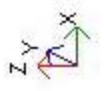


Загружение 3
 Составляющая 2
 Изопола напряжений по Ox
 Единицы измерения - т/м
 Массы собраны из загрузений: 1





Загружение 3
 Составляющая 2
 Изополя напряжений по Q_y
 Единицы измерения - т/м
 Массы собраны из загрузений: 1



ანგარიშით მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი №1

| დასახელება | დატვირთვის სახე | |
|--|----------------------|------------------------|
| | ქარისგან | სეისმური ზემოქმედება |
| გადაადგილება | 12,4 მმ. | 3,8 მმ. |
| მაქსიმალური მღუნავი მომენტი “M” ღეროვან ელემენტში | 0,7ტ.მ. | 0,21 ტ.მ., |
| მაქსიმალური მღუნავი მომენტი “M” საძირკველში | 0,33 ტ.მ. | 0,1 ტ.მ. |
| მაქსიმალური განივი ძალა “Q” ღეროვან ელემენტში | 0,2 ტ. | 0,063 ტ. |
| მაქსიმალური განივი ძალა “N” ღეროვან ელემენტში | – | 0,026 ტ. |
| ძაბვა “R” ფუძეში | 0,2 ტ/მ ² | 0,061 ტ/მ ² |

3.2 ქარის სტატიკური დატვირთვა

3.2.1 ბადისებრი ვანტური გადახურვის ზედაპირზე აეროდინამიკური კოეფიციენტების ექსპერიმენტული განსაზღვრა

გადახურვაზე ქარის დატვირთვის საშუალო (სტატიკური) მდგენელის ნორმატიული მნიშვნელობა W_m კგ/სმ² განისაზღვრება გამოსახულებით

$$W_m = W_0 k \cdot C(x, y),$$

სადაც W_0 - ქარის დაწნევის ნორმატიული მნიშვნელობა - აიღება ნორმებიდან რაიონების მიხედვით. k - კოეფიციენტი ითვალისწინებს სიჩქარის დაწნევის ცვლილებას სიმაღლის მიხედვით ტერიტორიის ტიპების მიხედვით. სეტყვისაგან დამცავი გადახურვებისათვის, რომელთა სიმაღლე მიწის ზედაპირიდან არ აღემატება 5 მეტრს, მიღებული უნდა იქნეს $k = 0.75$ (ტერიტორიის ტიპი A, სამშენებლო ნორმები და წესები, პუნქტი 6.5).

აეროდინამიკური კოეფიციენტის მნიშვნელობა $C(x, y)$ დამოკიდებულია გადახურვის ზედაპირის ფორმაზე და სივრცეში მის განლაგებაზე. აეროდინამიკური კოეფიციენტი არის წნევის კოეფიციენტი გადახურვის ფართობის ერთეულზე მისი ზედაპირისადმი ნორმალური მიმართულებით. ამასთან, სეტყვისაგან დამცავი გადახურვისათვის C კოეფიციენტის დადებით მნიშვნელობას შეესაბამება მიმართულება მიწის ზედაპირისაკენ, აქტიური დაწნევა; უარყოფითს - მიმართულება მიწის ზედაპირიდან, პასიური დაწნევა ანუ გაწოვა.

ნორმებში მოცემულია ცალკემდგომი ნაკვეციანი მთლიანი გადახურვების აეროდინამიკური კოეფიციენტები. სეტყვისაგან დამცავი

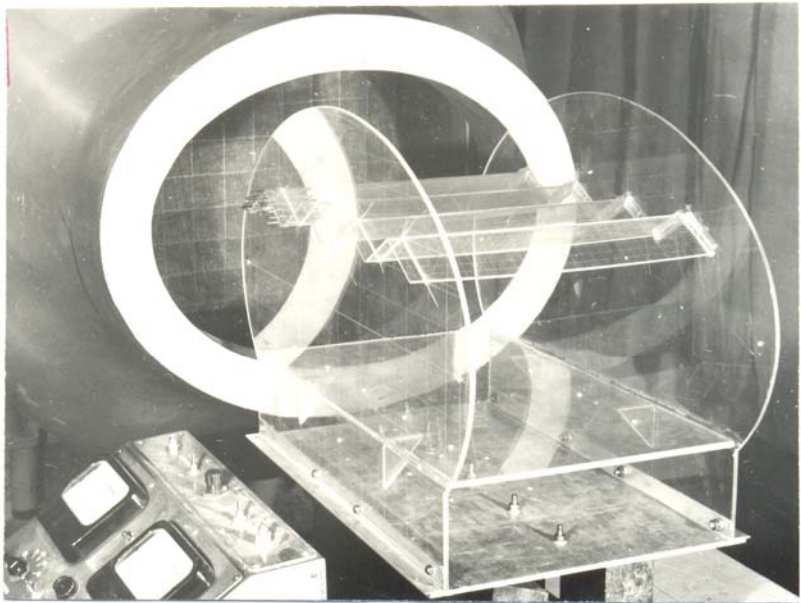
გადახურვების გაანგარიშებისათვის აუცილებელია ინფორმაციის ქონა $C(x,y)$ კოეფიციენტების განაწილების შესახებ მრავალტალღოვან ნაკეცებიან არამთლიან გადახურვაზე, რომლის ქვეშ განლაგებულია ვენახის რიგები.

ამ ამოცანის გადასაწყვეტად დაპროექტდა, დამზადდა და აეროდინამიკურ მილში გამოიცადა განსახილავი სექციისაგან დამცავი გადახურვის ხისტი სექციური მოდელი.

მოდელის გეომეტრიული მასშტაბი შეადგენდა 1:20, მოდელირებული იყო გადახურვის ერთი უჯრედი, რომელიც ოთხ ნაკეცს მოიცავდა. ამრიგად, მოდელის გაბარიტული ზომები შეადგენდა 300X400X200 მმ-ს. იმის გათვალისწინებით, რომ განიხილებოდა ბრტყელი ამოცანა, მოდელის ტორსებზე დამაგრებული იქნა ელიფსური საყელურები, რომელთა მთავარი ღერძების ზომები იყო 600X400 მმ. მოდელის გამოცდა მიმდინარეობდა ჰაერის ნაკადის უცვლელი მიმართულებით, რომელიც საყელურების სიბრტყის პარალელური იყო. 0,5 მმ დიამეტრის 12 სადრენაჟო ნახვრეტი განლაგებული იყო ერთერთი ნაკეცის ზედა და ქვედა ზედაპირებზე სიმეტრიის ღერძის გასწვრივ. ეს ნაკეცი ექსპერიმენტის პროცესში გადაადგილდებოდა საჭირო პოზიციაზე. ექსპერიმენტულად გამოიცადა როგორც მთლიან ნაკეცებიანი, ასევე პერფორირებულ ნაკეცებიანი მოდელები. უკანასკნელ შემთხვევაში 5 მმ დიამეტრის მქონე 300 ცალის ოდენობის ნახვრეტის ფართობი ერთ ნაკეცზე შეადგენდა მთელი ზედაპირის 16,3 %-ს. ვენახის რიგის გავლენა იმიტირებული იყო 4 მოსახსნელი ტიხარით, რომლებიც ეწყობოდა შესაბამისი ნაკეცის ქედის ქვეშ.

გაქრევა მოდელზე ხორციელდებოდა საავიაციო ინსტიტუტის აეროდინამიკურ მილში. მილი იყო ჩაკეტილი ტიპის, ღია სამუშაო ნაწილით, გაბარიტული ზომებით 600X400X1000 მმ. სურ. 3.2.1-ზე

წარმოდგენილია აეროდინამიკური მილის სამუშაო სივრცეში
მოთავსებული მოდელის ფოტოსურათი.



სურ.3.2.1

მოდელის გაქრევა ხორციელდებოდა ნაკადის საშუალო სიჩქარით $V_{\text{საშ}} = 24,6$ მ/წმ, რაც განისაზღვრებოდა ფორმულით:

$$V_{\text{საშ}} = \sqrt{\frac{2}{\rho} (\alpha - \alpha_0) \sin \varphi \kappa_T \psi},$$

სადაც $(\alpha - \alpha_c) \gamma$ - ჭარბი წნევაა, განსაზღვრული პიტოს მილით, ნაცმის კოეფიციენტით $\psi = 1$. სპირტიანი ბატარეის მქონე მანომეტრის ტარირების კოეფიციენტი $\kappa_T = 1,04$; ρ - ЦАГИ-ს ტიპის მიკრომანომეტრის მილის დახრის კუთხეა, ჩვენს შემთხვევაში $\sin \varphi = 0,5$. ნაკადის ამ სიჩქარეს შეესაბამებოდა საშუალო სიჩქარის ნაკადი

$$Q_{\text{საშ}} = \frac{\rho \cdot V_{\text{საშ}}^2}{2} = 37,8 \text{ კგ/მ}^2$$

ამგვარად, რეინოლდსის რიცხვი ჩვენს ექსპერიმენტში შეადგენდა

$$Re_{\text{eff}} = -\frac{L_{\text{ფა}} \cdot V_{\text{საშ}}}{\eta} = 6,56 \cdot 10^5$$

სადაც $L_{\text{ფა}}$ მოდელის უდიდესი ხაზოვანი ზომაა;

$$\eta = \nu P^{-1} = 0.15 \text{ cm}^2;$$

ν - ჰაერის სიბლანტა.

როგორც ცნობილია, წნევის კოეფიციენტების განსაზღვრის მიზნით ორი გეომეტრიულად მსგავსი სხეულის გაქრევა მათემატიკურად მსგავს შედეგებს იძლევა, როდესაც მსგავსების კრიტერიუმები გარემოს სიბლანტის ეფექტის მიხედვით ერთმანეთის ტოლია, ანუ, როდესაც

$$Re_a = Re_b$$

ამავე დროს, შესრულებული უნდა იყოს პირობები

$$\varepsilon = idem \quad \tau = idem,$$

სადაც ε და τ ტურბულენტურობის ხარისხი და ხორკლიანობის კოეფიციენტია შესაბამისად. უნდა აღინიშნოს, რომ მახვილნაპირებიანი სხეულებისათვის სასაზღვრო ფენის მორღვევის წერტილები ფიქსირებულია და ტრაექტორიის გაიშვიათების სიდიდე თითქმის მუდმივი რჩება გარსდენის ნებისმიერი რეჟიმის დროს, ხოლო ხახუნის

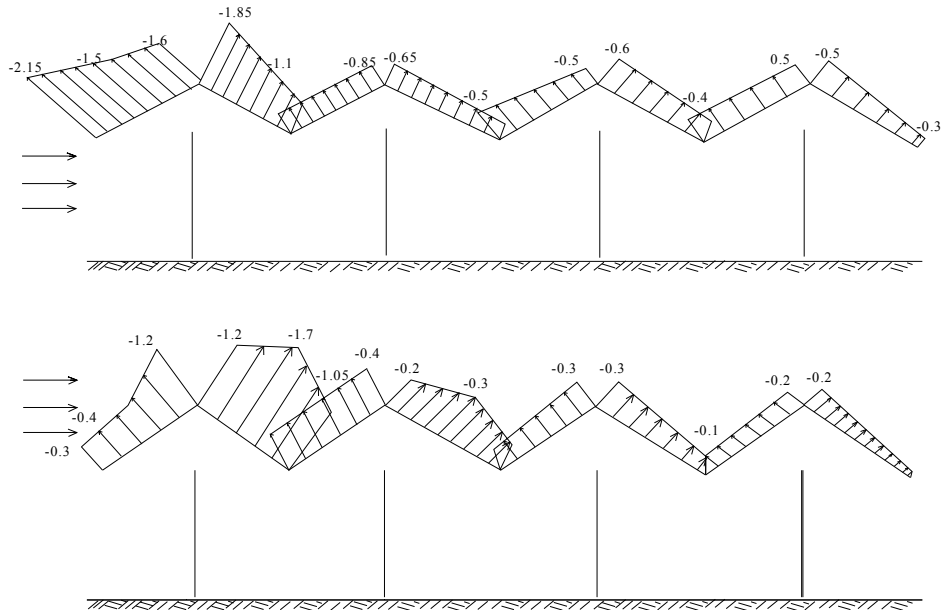
წინააღმდეგობის ძალა, რომელიც ზედაპირის ხორკლიანობის ზრდასთან ერთად მატულობს, წინააღმდეგობის საერთო ძალის უმნიშვნელო ნაწილს შეადგენს [29,30]. როგორც ექსპერიმენტებმა აჩვენა, Re_a -ის მნიშვნელობებისათვის, რომლებიც მოთავსებულია $10^3 - 10^8$ დიაპაზონში, ასეთი სხეულების გაქრევის დროს გარსდენის კრიზისი არ წარმოიქმნება და უზრუნველყოფილია პრაქტიკული მიზნებისათვის საკმარისი მსგავსების ხარისხი. შესასწავლი სეტყვისაგან დამცავი გადახურვები სწორედ ასეთი სხეულების კატეგორიას მიეკუთვნება, ხოლო Re_a -ის ექსპერიმენტში განხორციელებული მნიშვნელობა იმის მტკიცების საშუალებას იძლევა, რომ მისი შედეგები სამართლიანად შეიძლება გავრცელდეს ნატურულ კონსტრუქციაზე წნევისა და გაწოვის ზონების გავრცელების ხასიათისა და აეროდინამიკური კოეფიციენტების სიდიდეების თვალსაზრისით.

$C(x,y)$ კოეფიციენტები მოდელის ცალკეულ წერტილებში განისაზღვრებოდა შემდეგი ფარდობით:

$$C(x,y) = \frac{H_i}{Q_{საშ}} \xi$$

სადაც H_i - ბატარიანი მანომეტრის შესაბამისი ჩვენებებია x და y კოორდინატების მქონე i წერტილში. სულ ჩატარდა ექსპერიმენტების 6 სერია, მათ შორის:

- 1 ცალკეული უეკრანო ნაკეცის გაქრევა, რომელიც ნორმებში მოყვანილსქემას შეესაბამება.
- 2 ერთიანი ოთხტალღოვანი უეკრანო მოდელის გაქრევა.
- 3 ეკრანებით აღჭურვილი ოთხტალღოვანი მოდელის გაქრევა.
- 4 ცალკეული პერფორირებული ოთხნაკეციანი უეკრანო ნაკეცის გაქრევა
- 5 პერფორირებული ოთხტალღოვანი უეკრანო მოდელის გაქრევა.
- 6 ეკრანებით აღჭურვილი პერფორირებული ოთხტალღოვანი მოდელის გაქრევა.



ნახ.3.2.1.-ის 1 ვენახის სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვა

შედეგები გრაფიკული სახით მოცემულია ნახ.3.2.1.-ზე.

როგორც ანალიზი გვიჩვენებს, მრავალტალღოვანი სქემა ცალკეული ნაკეცისაგან განსხვავებით ხარისხობრივად ცვლის გარსდენის სურათს - გადახურვა მთლიანად ექცევა გაწოვის ძალების ზემოქმედების ქვეშ. ამავე დროს, ტიხრების (ეკრანების) არსებობა, რომელიც ვენახის რიგების იმიტირებას წარმოადგენს, იწვევს ამ ძალების მნიშვნელოვან ზრდას.

აეროდინამიკური კოეფიციენტების საანგარიშო მნიშვნელობებად ექსპერიმენტის მონაცემების მიხედვით მიღებული იქნა: ქარის მიმართ პირველი ნაკეცისათვის $C(x,y)_{საშ.} = - 1,5$, ხოლო შემდგომი ნაკეცებისათვის $C(x,y)_{საშ.} = - 0,6$.

ამავე დროს, ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ ნაკეცების დრენაჟი მნიშვნელოვანწილად ამცირებს გაწოვის სიდიდეს. მოდელირების მასშტაბმა საშუალება არ მოგვცა გავვესაზღვრა ქარგამტარობის კოეფიციენტი ξ , რის გამოც ჩატარდა დამატებითი სპეციალური გამოკვლევები.

3.2.2 კაპრონის ბადის ქარგამტარობის

კოეფიციენტის განსაზღვრა

კაპრონის ბადის ქარგამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის შესრულდა ბადის ნიმუშის გაქრევა საავიაციო ინსტიტუტის აეროდინამიკურ მილში. მილს ჰქონდა ელიფსური საქშენი ძირითადი ღერძების ზომებით 360X520 მმ; საქშენის ფართობი $S = 0,147 \text{ მ}^2$, ნაკადის სიჩქარე მილიდან გამოსვლისას $V_{\text{საშ}} = 14 \text{ მ/წმ}$; მჩქარობლური დაწნევა - $12,25 \text{ კგ/მ}^2$. ქარგამტარობის კოეფიციენტის ექსპერიმენტული მნიშვნელობის $\xi_{\text{ჟ}}$ განსაზღვრა ხდებოდა ორკომპონენტური ინდუქტიური გადამცემებით აღჭურვილი აეროდინამიკური სასწორების გამოყენებით. ბადე 550X910 მმ ზომების ხის ჩარჩოზე იყო გადაჭიმული. იგი თავსდებოდა საქშენის სიბრტყიდან 150 მმ დაშორებით და მის პარალელურად. ამ დროს გამორიცხული იყო სასაზღვრო ეფექტის გავლენა ექსპერიმენტის შედეგებზე.

$\xi_{\text{ჟ}}$ -ს მნიშვნელობა განისაზღვრებოდა სხეულის ზედაპირზე ქარის დატვირთვის საანგარიშო ფორმულიდან მიღებული გამოსახულების მიხედვით:

$$Q = \xi_{\text{ჟ}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{საშ}}^2}{2} \cdot S ,$$

$$\xi_{\text{ჟ}} = \frac{2Q}{\rho \cdot V_{\text{საშ}} \cdot S} ,$$

სადაც Q – არის დატვირთვა, გამოწვეული ქარის მოქმედებისაგან კგძ-ებში, მოცემულ შემთხვევაში ეს სიდიდე იზომება აეროდინამიკური სასწორებით; ρ - ჰაერის სიმკვრივეა; $V_{\text{საშ}}$ - ნაკადის საშუალო სიჩქარე, გაზომილი პიტოს მილით; S - ჰაერის ნაკადის განივკვეთის ფართობი ბადის სიბრტყეში, განისაზღვრებოდა ფაქტობრივად და შეადგინა

0,19მ². აეროდინამიკური სასწორების ტარირების კოეფიციენტი უდრიდა $K_{\phi} = 0,125$.

ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული ქარგამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობამ შეადგინა $\xi_{\phi} = 0,447$.

ჩატარდა ქარგამტარობის კოეფიციენტის ξ_{ϕ} ექსპერიმენტალურად მიღებული მნიშვნელობის ანალიზური შეფასება[31]. ანგარიშში განხილულია ბადის კვადრატული მონაკვეთი. განხილული ბადის სტრუქტურა ახლოსაა აბრემუმის ძაფის ბადეების სტრუქტურასთან., ამიტომ გამოიყენება ფორმულა

$$\xi_a = 1.6 \xi_{np}$$

სადაც ξ_{np} განისაზღვრება როგორც მრგვალი ფოლადის მავთულის ბადისათვის, თუ $Re \geq 400$ მაშინ,

$$\xi_{np} = 1.3(1 - f) + \left(\frac{1}{f} - 1\right)^2,$$

სადაც $f = \frac{F_0}{F_1}$; F_0 - ბადის მუშა კვეთია მ²-ში; F_1 - განივკვეთის

ფართობი, რომელიც წინააღმდეგობას ხვდება, ჩვენს შემთხვევაში $F_1 = A^2$.

ექსპერიმენტში რეინოლდის რიცხვის მნიშვნელობა უდრიდა $Re = 699$. ქარგამტარობის კოეფიციენტის ანალიზურად მიღებული სიდიდემ სულ 2%-ით გადააჭარბა ექსპერიმენტულად მიღებულ სიდიდეს და შეადგინა $\xi_a = 0,459$.

სექციისაგან დამცავ გადახურვაზე ქარის დატვირთვის საანგარიშო სიდიდის განმსაზღვრელ საბოლოო გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$W = W_0 \cdot K \cdot C(x, y) \cdot \xi \cdot \gamma_f,$$

სადაც γ_f საიმედოობის კოეფიციენტი, რომელიც ნორმების მიხედვით უდრის 1,4.

ქარის დატვირთვის სიდიდეთა რიცხოზრივი მნიშვნელობები (გაწოვისა კახეთის რაიონებისათვის), რომელზედაც აუცილებულია

ზაფხულის რეჟიმში ვენახების სეტყვისაგან დამცავი გადახურვების განგარიშება განაპირა ნაკეცებისათვის:

$$W_{\text{ან.}} = 39,5 \times 0,75 \times (-1,5) \times 0,45 \times 1,4 = -27,6 \text{ კგ/მ}^2,$$

გადახურვის დანარჩენი შიდა ნაწილისათვის

$$W_{\text{შიდა}} = 39,5 \times 0,75 \times (-0,6) \times 0,45 \times 1,4 = -11,2 \text{ კგ/მ}^2.$$

3.3 ქარის დინამიკური ზემოქმედება

ქარის ზემოქმედება ვენახების სეტყვისაგან დამცავ გადახურვაზე განისაზღვრება, როგორც სტატიკურ და დინამიკურ მდგენელთა ჯამი. თუ მხეველობაში მიღებით, რომ დინამიკურ მდგენელს განსაზღვრავს ქარის პულსაციის ამპიტუდა-სიხშირის სპექტრი. მაშინ იგი გარკვეულ დონეზე დამოკიდებულია თვით კონსტრუქციის რეაქციაზე და აუცილებელია განსახილავი კონსტრუქციების შემოწმება აეროდინამიკურ მდგრადობაზე.

მოქმედი ნორმებისა და წესების [28] თანახმად, ქარის დატვირთვის პულსაციური მდგენელი W_3 ისეთი ნაგებობებისათვის, რომელთა საკუთარი რხევის პირველი სიხშირე f ჰერცებში აღემატება საკუთარი სიხშირის ზღვრულ მნიშვნელობას $f_{\text{ზღვ.}}$, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$W_3 = W_6 \cdot \xi \cdot \nu,$$

სადაც W_6 არის ქარის დატვირთვის საშუალო (სტატიკური) მდგენელის ნორმატიული მნიშვნელობა; ξ - პულსაციის კოეფიციენტი, რომელიც მიიღება ნორმების შესაბამისი ცხრილების მიხედვით, - სერყვის საწინააღმდეგო გადახურვებისათვის მისი მნიშვნელობა იცვლება 0,85-დან 1,78-მდე ტერიტორიის ტიპის მიხედვით და საშუალოდ შეიძლება რეკომენდებული იქნეს $\xi = 1,22$. ν - ქარის წნევის პულსაციის სივრცული კორელაციის კოეფიციენტი, რომელიც

განსახილავი გადახურვებისათვის (მათი გეგმაში ზომების გათვალისწინებით), $\nu = 0,5$. $f_{\text{ზღვ.}}$ – საკუთარი რხევის სიხშირეთა ზღვრული სიდიდე, რომლის დროსაც დასაშვებია შესაბამისი საკუთარი ფორმით რხევისას წარმოშობილი ინერციის ძალა შეიძლება არ იქნეს გათვალისწინებული. იგი დამოკიდებულია ქარის სიჩქარის მიხედვით დარაიონებასა და რხევის ლოგარითმულ დეკრემენტზე δ . კახეთის რაიონებისათვის $\delta = 0,15$ (რადგანაც ექსპერიმენტული მონაცემები არა გვაქვს) $f_{\text{ზღვ.}}$ პირობითად მიღებულია იყოს 4,3 ჰც.

იმ კონსტრუქციებისათვის, რომელთა მეორე ფორმის რხევის სიხშირე ნაკლებია $f_{\text{ზღვ.}}$ -ზე, ანუ $f_2 < f_{\text{ზღვ.}}$, აუცილებელია დინამიკური გაანგარიშება საკუთარი რხევის პირველი N რიცხვის, ფორმების გათვალისწინებით. ამ დროს N რიცხვი განისაზღვრება პირობიდან

$$f_s < f_{\text{ზღვ.}} < f_{s+1}.$$

ვენახების სეტყვისაგან დამცავი გადახურვების ზედაპირის გეომეტრიის გათვალისწინებით იმ პირობებში, როდესაც $f_1 < f_{\text{ზღვ.}}$, აუცილებელია შემოწმდეს ქარის რეზონანსზე[42].

ი. ქარის ზემოქმედების სტატისტიკური მოდელი

ქარის სიჩქარის შემთხვევითი ცვლილებები დროში მოდელირდება ფართოზოლიანი შემთხვევითი პრიცესით, რომლის პარამეტრები გეოგრაფიული განედის და ზღვის დონიდან სიმაღლის ფუნქციებია.

ქარის სიჩქარის პულსაციის სტატისტიკური მონაცემების ექსპერიმენტულად დიდი სიზუსტით მიღება ექსპლოატაციის მნიშვნელოვანი პერიოდებისათვის გარკვეულ სიძნელეებთანაა

დაკავშირებული. ძალიან დაბალი სიხშირეების დონეზე ქარის სიჩქარეთა შემთხვევითი ველის სტატისტიკური პარამეტრების შესახებ სარწმუნო მონაცემების არ არსებობა არსებითად ართულებს მათემატიკურ მოდელირებას და, აქედან გამომდინარე, ნებისმიერ საინჟინრო ნაგებობაზე ქარის ზემოქმედების პროგნოზირებას. ამიტომ, ამგვარი პროგნოზირება ემყარება ადგილობრივი ქართა ველის მიახლოებითი საანგარიშო მოდელების გამოყენებას, რომლებიც შექმნილია კონკრეტული რაიონებისათვის საჭირო სტატისტიკური ინფორმაციის ექსპერიმენტული გზით მიღების რეალური შესაძლებლობებზე დაყრდნობით. კერძოდ, ნაგებობაზე ქარის ზემოქმედება აღიწერება მათემატიკურ მოდელთა კომპლექტებით, რომელთაგან თითოეული მოიცავს ქარის სიჩქარის შემთხვევითი პულსაციის სიხშირეთა შედარებით ვიწრო დიაპაზონებს. ეს მოდელები ერთმანეთისაგან განსხვავდება როგორც სტრუქტურებით, ასევე პროცესების აღწერის სიზუსტით.

ასეთ მოდელთა შედგენა ეფუძნება არა მარტო ქართა ველის სტატისტიკურ მონაცემებს, არამედ ზოგიერთი კონსტრუქციის რეაქციას ქარის ზემოქმედებაზე. ასეთი მოდგომა უზრუნველყოფს თითქმის ყველა ტიპის კონსტრუქციის სიმტკიცის ამოცანის ამოხსნას მისაღები სიზუსტით. ნაგებობის კონსტრუქციის ქარის დატვირთვაზე რეაქციის ხასიათიდან გამომდინარე, იქმნება ნაგებობის კონსტრუქციის კვაზისტატისტიკური და დინამიკურ მოდელებად.

შესაბამისად, ქარის სიჩქარის მნიშვნელობა წარმოგვიდგება კვაზისტატისტიკური მდგენელის (ქარის გასაშუალოებული სიჩქარე). რეგულარული სიჩქარისა და დინამიკური მდგენელი (ატმოსფერული ტურბულენტურობის) - პულსაციური მდგენელის ჯამის სახით:

$$W(t) = W_0 + W^{(r)}(t).$$

გარე აეროდინამიკური დატვირთვა ნაგებობაზე ძირითადად, განისაზღვრება ქარის სიჩქარის კვაზისტატიკური მდგენელის ჰორიზონტალური გეგმილით.

მიწის ზედაპირზე განლაგებული საკმაოდ ხისტი ნაგებობებისათვის სანგარიშო დატვირთვა ძირითადად დაკავშირებულია რეგულარულ მდგენელთან. ამასთან, წნევა ნაგებობის ზედაპირზე პირველი მიახლოებით გამოდის ქარის საშუალო სიჩქარის კვადრატის პროპორციული.

თუ ნაგებობის საკუთარ რხევათა სიხშირეები თანხვდება ატმოსფეროში ტურბულენტური პულსაციის მახასიათებელ სიხშირეებს, მაშინ გაანგარიშება უნდა შესრულდეს როგორც რეგულარული, ასევე პულსაციური მდგენელის გათვალისწინებით.

კონსტრუქციის ატმოსფერულ ტურბულენტურობაზე გაანგარიშებისას გამოიყენება სპექტრის ზოგიერთი სტანდარტული წარმოდგენა.

მიწის ზედაპირზე არსებული ნაგებობების გაანგარიშებისას აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ჰაერის მასის ამ ნაგებობების ზედაპირებთან ურთიერთქმედება.

თუ ნაგებობა წარმოადგენს ცუდი გარსდენის სხეულს, მაშინ ამ ურთიერთქმედებას შესაძლოა მოჰყვეს განაპირა შრის მოგლეჯა და შენობაზე ქარის ძაბრულად მბრუნავი ნაკადის გაჩენა. ამასთან, ამგვარ ნაკადში ჩნდება ძლიერი პულსაციები, რომლის სიხშირე დამოკიდებულია ქარის სიჩქარესა და ნაგებობის მახასიათებელ b ზომაზე ნაკადის განივად.

პულსაციის მახასიათებელი სიხშირე ამგვარ ნაკადში განისაზღვრება პირობიდან:

$$Sh = \frac{\omega b}{W} = const.$$

მარჯვენა ნაწილში არსებული მუდმივა იცვლება 0,1 – 0,3 საზღვრებში და დამოკიდებულია რეინოლდსის რიცხვსა და სხეულის

ფორმაზე. თუ ამგვარ ნაკადში სხვა ნაგებობა ხვდება, მაშინ ამ უკანასკნელის გაანგარიშებაში აუცილებელია პულსაციის სპექტრული შემადგენლობის გათვალისწინება. ბაფტინგის ცნობილი მოვლენა გამოწვეულია სწორედ ამგვარი ნაკადებით.

მბრუნავი ნაკადების კონსტრუქციის ზედაპირის გასწვრივ გადაადგილების მექანიზმის განხილვას მიყვავართ მოძრავი დატვირთვის მოდელის შექმნამდე.

დღეისათვის არსებობს ქარის სიჩქარის გრძივი და განივი კომპონენტების სპექტრული პულსაციის გაზომვები მრავალი სახით. საკმაოდ ნათელია ამ სპექტრების ქცევა მაღალი სიხშირეებისას.

n სიხშირეებისათვის, რომლებიც აღემატება $0,2 \frac{W}{Z}$ -ს,

კოლმოგოროვის სპექტრი დამაკმაყოფილებლად უთავსდება გაზომილ სპექტრებს. განურჩეველი სტრატეფიკაციისას კოლმოგოროვის სპექტრს სიჩქარის ვექტორის ყველა კომპონენტის პულსაციისათვის აქვს შემდეგი სახე:

$$S(n) = a(\varepsilon n)^{\frac{2}{3}} \cdot n^{-\frac{5}{3}},$$

სადაც a უნივერსალური მუდმივაა, რომელიც ჰორიზონტალური კომპონენტისათვის უდრის 0,147, ვერტიკალურისათვის – 0,196; n - სიხშირეა ჰერცებში; ε - ენერჯის დისსიპაციის სიჩქარე.

სამშენებლო ნორმებსა და წესებში გამოყენებულია დავენპორტის ემპირიული სპექტრი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$S_{W'}(n) = \frac{2 \cdot K_0 \cdot W_0^2 \cdot u^2}{n(1+u^2)^{\frac{4}{3}}}.$$

სადაც W_0 ქარის საშუალო სიჩქარეა, სთ-ში ($Z = 10$ მ); k_0 - შემხვედრი ზედაპირის ნებისმიერი წინააღმდეგობის კოეფიციენტი; $u = \frac{nL}{W}$ – დაყვანილი სიხშირე.

3.4 სეტყვის დატვირთვა.

განსხვავებით ყველა სხვა მეტეოროლოგიური დატვირთვისაგან, რომლებიც მეტნაკლებად შესწავლილი და ნორმირებულია, სეტყვის დატვირთვა სამშენებლო კონსტრუქციებზე არ ფიგურირებს არცერთ ცნობარში, არცერთ სპეციალურ ლიტერატურაში. ბადისებურ კიდულ გადახურვებზე სეტყვის ზემოქმედების ხასიათისა და სიდიდის შესახებ ამოცანის გადაწყვეტისადმი მიდგომის პირველი მცდელობა იყო 1985 წელს. ი. მელაშვილმა, ა. ორჯონიკიძემ და პ. დულაშვილმა ჩაატარეს ექსპერიმენტი [32]. ქვემოთ მოცემულია სამუშაოს ეს ნაწილი ზოგიერთი დაზუსტებებით.

სეტყვა ეს არის ატმოსფერული ნალექი სფეროსებრი ან უსწორმასწორო ფორმის ყინულის ნაწილაკების სახით, სიმკვრივით $\delta = 0,65 - 0,92$ გ/სმ², D დიამეტრით 2-დან 50 მმ-მდე. დიამეტრების მიხედვით სეტყვის მარცვლების განაწილების მრუდი გვიჩვენებს, რომ ყველაზე უფრო გავრცელებულია $D = 10\text{mm}$. სეტყვის მარცვლის სიჩქარე სუფთა ატმოსფეროში W დამოკიდებულია მის მასაზე და შუბლა წინააღმდეგობაზე. სეტყვის მარცვალი საკმაოდ ჩქარა კრეფს ამ სიჩქარეს, შემდეგ კი მუდმივი სიჩქარით მოძრაობს [33]

$$W = \left(\frac{V \cdot R \cdot g \cdot \delta}{S \cdot C \cdot \rho} \right)^{\frac{1}{2}},$$

სადაც V არის სეტყვის მარცვლის მოცულობა; S - მისი მიდელის კვეთი; ρ - ჰაერის სიმკვრივე; C - აეროდინემიკური კოეფიციენტი; g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

$$\text{ცნობილია, რომ } \frac{V}{S} = 2/3D; C = 0,4-0,5; \rho = 1,23 \cdot 10^{-3}; D = 2R.$$

სეტყვის მარცვლის საბოლოო სიჩქარე ჰაერში დაჯახებათა და კოაგულაციის გათვალისწინებით რ. ჟენევის მიერ [34] შემოთავაზებულია შემდეგი სახით:

$$W_k = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot \delta}{3 \cdot C \cdot \rho}}$$

როგორც წესი, სეტყვას თან ახლავს ქარი, რომლის სიჩქარე შეიძლება აღწევდეს 20 მ/წმ-ს. ამ დროს სეტყვის მარცვლის სიჩქარე და კინეტიკური ენერგია შესაძლოა მნიშვნელოვნად გაიზარდოს. სეტყვის ინტენსიურობა აღწევს 100 მარცვალს 1 მ³ -ში. საშუალოდ, მიღებულია, რომ 1 წამში ზედაპირის 1 მ² ფართობზე ცვივა 500-დან 1000-მდე სეტყვის მარცვალი.

რომ უფრო გარკვეული იყოს მსჯელობა სეტყვის ინტენსიურობაზე და მის მიერ გამოწვეულ დაზიანებაზე, ლ.კ. კაჩურინმა[5] შემოიღო მიწის ზედაპირის ერთეულ ფართობზე მოსულ სეტყვის მარცვალთა ნაკადის მყისი მასის მოძრაობის რაოდენობის ცნება:

$$K = n \int_R^{\infty} \eta(P_c) \cdot m(R) \cdot W_k^2 d \cdot R,$$

სადაც n - მიწაზე ჩამოსული სეტყვის მარცვლების საერთო რაოდენობაა ჰაერის მოცულობის ერთეულში. $\eta(R)$ - R ზომის, m მასის და W_k ვარდნის სიჩქარის მქონე სეტყვის მარცვლების ფარდობითი რიცხვია. R^* - მინიმალური ზომა იმ სეტყვის მარცვლისა, რომელსაც შეუძლია დედამიწის ზედაპირზე ჩამოღწევა, ან მინიმალური ზომა სეტყვის მარცვლისა, რომელსაც შეუძლია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაზიანება.

საერთოდ, სეტყვის მარცვალი ეცემა ვერტიკალისადმი გარკვეული კუთხით და k -ს აქვს ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მდგენელები. თუმცა პირველი მიახლოებისათვის სავსებით დასაშვებია შემოვიფარგლოთ სეტყვის მარცვლების მოძრაობის რაოდენობის ვექტორის მხოლოდ ვერტიკალური მდგენელით. k -ს კრიტიკული მნიშვნელობა მოთავსებულია საზღვრებში $10^{-1} - 1$ გ.სმ⁻³ . წმ⁻² .

0,5 -ის ტოლი მამრავლის სიზუსტით k -ს სიდიდე უდრის კინეტიკურ ენერგიას, რომელსაც ატარებენ მარცვლები მოცულობის

ერთეულში, ანუ ენერჯის სიმკვრივეს. k - ს განზომილების ერთეული იქნება

$$\text{გ} \cdot \text{სმ}^{-3} \cdot \text{წმ}^{-2} = \text{ერგი} \cdot \text{სმ}^{-3} = \text{ჯ} \cdot \text{მ}^{-3} \quad ;$$

მოდრაობის რაოდენობის ნაცვლად შეიძლება კინეტიკური ენერჯის გამოყენება, რომლის კრიტიკულ მნიშვნელობად შეიძლება მიღებული იქნეს 10 - 100 ჯ. მ⁻², და იგი სეტყვის მარცვლის მახასიათებელი დიამეტრის 1 სმ-ს შემთხვევაში ($R=0,5$ სმ) მოძრაობის რაოდენობის ექვივალენტურია, რომელიც უდრის

$$k=0,1 - 1 \text{ ერგი} \cdot \text{სმ}^{-3} .$$

ლიტერატურაში არსებობს მონაცემები მიწაზე დაცემული სეტყვის მარცვლის კინეტიკური ენერჯის პირდაპირი გაზომვის შედეგების შესახებ, რაც ჩატარდა 162 სეტყვის გამზომის გამოყენებით ექსპერიმენტულ მეტეოროლოგიურ პოლიგონზე, ფართობით 932 კმ², კანადაში 1976 წლის 15 აგვისტოს[35].

როდესაც უკვე ვიცით სეტყვის, როგორც მეტეოროლოგიური მოვლენის ძირითადი პარამეტრები, შეიძლება გადავიდეთ მის შეფასებაზე, როგორც დატვირთვის ფაქტორისა. ანალოგად შეგვიძლია მივიღოთ ფხვიერი მასალები, რომელთათვისაც მოძებნილია შეფასების კანონზომიერებები.

ფხვიერი მასალის ნაკადისაგან შექმნილი დატვირთვა შეადგენს მისი ცალკეული ნაწილაკების ურთიერთშეჯახების შედეგად წარმოქმნილი იმპულსების ზედდების შედეგს, ჩვენს შემთხვევაში ხდება სეტყვის მარცვლების შეჯახება კონსტრუქციასთან. ამიტომ მისი პარამეტრები შეიძლება განიაზღვროს შემთხვევითი პროცესების თეორიის ცნობილი მეთოდებით. სეტყვის ნაკადი შეიძლება აპროქსიმირებული იქნეს შედარებით მსხვილმარცვლოვანი ფხვიერი მასალით, რომლისთვისაც ინტერვალები მეზობელი ნაწილაკების ვარდნის მომენტებს შორის შეიძლება ჩაითვალოს დამოუკიდებლად და განაწილებულად პუასონის კანონით. ეს ნაკადი შეიძლება

სტაციონარულად ჩაითვალოს, იმდენად რამდენადაც სეტყვისაგან დამცავი კონსტრუქციის იმპულსური გარდამავალი ფუნქციის ჩაქრობის დროის განმავლობაში, რომელიც წამის ნაწილების რიგისაა, ნაკადის ინტენსიურობა, სეტყვის მარცვლების ვარდნის სიჩქარე და კონსტრუქციასთან შეჯახების პირობები არ იცვლება.

მარცვლების ზომები, და შესაბამისად მეზობელი იმპულსების ამპლიტუდები ასევე შეიძლება ჩაითვალოს დამოუკიდებლად, ხოლო იმპულსის სიდიდე, რომელიც სეტყვის მარცვლიდან კონსტრუქციას გადაეცემა, მარცვლების მასის პროპორციულია.

დატვირთვის მყისი მნიშვნელობა დროის ნებისმიერ მომენტში უდრის ერთდროულად მოქმედი იმპულსების შემთხვევითი რიცხვის მყისი მნიშვნელობების ჯამს. ზემოთ ჩამოთვლილი პირობების შესრულების შემთხვევაში დატვირთვის მყისი მნიშვნელობა განაწილებულია პუასონის განზოგადოებული კანონით ალბათობის სიმკვრივით $P(R)$:

$$P(R) = K \cdot e^{-\lambda} \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\lambda^j}{j!} q^j(m),$$

სადაც k არის გარკვეული მუდმივა; λ - ერთდროულად მოქმედი იმპულსების საშუალო რიცხვი; $q(m)$ - სეტყვის მარცვლების მასათა განაწილების სიმკვრივის ჯერადი რიცხვი.

სეტყვის ნაკადის დატვირთვა შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ქარის დატვირთვის ანალოგიურად, სტატიკური და დინამიკური მდგენელების ჯამის სახით, რომელთაგან უკანასკნელი წარმოადგენს ფართოპოლუსიან შემთხვევით პროცესს

$$P_{\text{სეტყვა}} = P_{\text{სტატ}} + P_{\text{დინ}}$$

სეტყვის დატვირთვის სტატიკური მდგენელი განისაზღვრება დროის ერთეულში დაცემული სეტყვის მასით, ვარდნის სიჩქარით და შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$P_{\text{სტატ}} = Q \cdot W_k \cdot (1 + \tau_\gamma),$$

სადაც Q არის ნაკადის ინტენსიურობა კგ.ძ/მ-ში; W_k - სიჩქარე მ/წმ; τ_y - დარტყმისას აღდგენის კოეფიციენტი.

შემთხვევითი დატვირთვის სპექტრი დამოკიდებულია ვარდნის სიჩქარეზე, ნაკადის ინტენსიურობაზე, სეტყვის მარცვლების მასის განაწილებაზე და ბადის ზედაპირთან შეჯახების პირობებზე. დატვირთვის ამ მდგენელის სპექტრალური სიმკვრივე დაბალი სიხშირეების დროს შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$P_{\text{დინ}} = Q \cdot W_k^2 \cdot (1 + \tau_y) \cdot m,$$

სადაც m - ერთი მარცვლის საშუალო მასაა.

ამ დატვირთვის სპექტრის სიგანე განისაზღვრება იმპულსების ხანგრძლივობით, რომლებიც დამოკიდებულია სეტყვის მარცვლების ბადესთან შეჯახების პირობებზე და სეტყვის მარცვლის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებზე.

3.5 ბადისებრ გადახურვების

აეროდინამიკური მდგრადობა

დიდმალიანი გადახურვების მოქნილი კონსტრუქციებისათვის, განსაკუთრებით მსუბუქი შემომფარგვლელი ელემენტებით, ტურბულენტური ქარი შეიძლება ინტენსიური რხევების მიზეზი გახდეს.

ამ რხევათა ინტენსიურობაზეა დამოკიდებული დინამიკური ძაბვები და მასთან დაკავშირებული დაღლილობითი მოვლენები კონსტრუქციის ელემენტებში, რაც რიგ შემთხვევებში განსაზღვრავს ნაგებობის საექსპლოატაციო ხარისხს.

განასხვავებენ კონსტრუქციაში ქარის ნაკადის მიერ აღძრულ რხევათა მთელ რიგ სახასიათო სახეებს. პირველ რიგში ეს არის

რხევები, რომლებიც შეიძლება სქემატიზირებული იქნეს ბენარ-კარმანის ნაკადის სახით, და რომლებიც ახლოსაა ჩვეულებრივ იძულებით რხევებთან. ნაკადის სიჩქარეთა გარკვეულ დიაპაზონზე ხდება ბენარ-კარმანის ნაკადის წარმოშობის სიხშირის სინქრონიზაცია კონსტრუქციის რხევის საკუთარ სიხშირესთან, რხევის ამპლიტუდები მკვეთრად იზრდება და იწყება “ქარის რეზონანსი” . ქარის რეზონანსი ავტორხევითი პროცესია. ავტორხევების მაპროგოცირებელი ენერჯის წყაროა ჰაერის ნაკადი, ანუ ნაკადთა სისტემა, რომელიც წარმოიქმნება რხევის პროცესში მყოფი შენობების გარსდენის დროს. ქარით გამოწვეული რხევის შემდეგ სახეს შეიძლება დაერქვას “ოთხით ჭენება”, ანუ გალოპირება.

ისევე, როგორც ქარის რეზონანსის დროს, გალოპირების დროსაც რხევის სიხშირე ემთხვევა კონსტრუქციის საკუთარ სიხშირეს. აღნიშნული ორი შემთხვევა ძნელად გასარჩევია ერთმანეთისაგან. მათ შორის განსხვავება მხოლოდ ის არის, რომ კონსტრუქციის რხევის ამპლიტუდა გალოპირების დროს უწყვეტად იზრდება ნაკადის სიჩქარის ზრდასთან ერთად, ხოლო ქარის რეზონანსის დროს, ამპლიტუდის ცვლილება ხდება ქარის სიჩქარის ზევიდან და ქვევიდან შემოსაზღვრულ დიაპაზონში.

აგლეჯის ფლატერი - გალოპირების მონათესავე მოვლენაა. მათ შორის ის განსხვავებაა, რომ გალოპირება არის ღუნვის ფორმის ავტორხევა, ხოლო აგლეჯის ფლატერი გრეხის ფორმის ავტორხევაა.

ნაკადში რხევის ყველაზე მეტად გავრცელებულ სახეს წარმოადგენს მღუნავ-მგრეხავი ფლატერი, რომელსაც კლასიკურ ფლატერსაც უწოდებენ. მისთვის დამახასიათებელია ენერჯის მონაცვლეობითი გადაქაჩვა გრეხვით და ღუნვით რხევებს შორის, ამპლიტუდების სწრაფი ზრდით, რაც კონსტრუქციის ნგრევის საფუძველი ხდება.

ბრტყელი და მრუდხაზოვანი პანელების ავტორხევას ნაკადში უწოდებენ პანელურ ფლატერს.

პანელური ფლატერისათვის დამახასიათებელია ნაკადის გასწვრივ დრეკადი ტალღის გავრცელება. პანელის ამობურცვის ამპლიტუდა, რომელიც შეესაბამება ავტორხევის ზღვრული ციკლის ჩამოყალიბებას, დამოკიდებულია ნაკადის სიჩქარეზე, რომელიც პანელური ფლატერის კრიტიკულ სიჩქარეს აღემატება.

აეროდრეკადი არამდგრადობის კიდევ ერთ მოვლენას წარმოადგენს პარამეტრული რხევები ქარის ნაკადში.

კონსტრუქციის დრეკადი თვისებების განმსაზღვრელი პარამეტრების პერიოდული ცვლილება, ან გრძივი პერიოდული ძალების გაჩენა ნაკადის ზემოქმედების შედეგად აღძრავს ჩაუხშობად პარამეტრულ რხევებს. ეს მოვლენა გარკვეულწილად იმეორებს, ან მოგვაგონებს ბაფტინგს. პარამეტრული კავშირები კონსტრუქციებს შორის, ცალკეულ ელემენტთა ნაკადით გამოწვეული რხევითი პროცესების ურთიერთგავლენა, წარმოადგენს პარამეტრული რხევის წარმომშობ მიზეზებს.

დივერგენცია იწყება აეროდინამიკური მომენტის მოქმედების შედეგად, რაც იწვევს კონსტრუქციის გრეხას, ხოლო ბაფტინგი ხდება, თუკი კონსტრუქცია ხვდება ბენარ-კარმანის ნაკადის კვალში სხვა სხეულის ან კონსტრუქციის უკან.

აღწერილი აეროდრეკადი მოვლენები, რომლებიც არ არის ერთნაირ დონეზე შესწავლილი, სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს კიდული კონსტრუქციის სიმტკიცისა და საიმედოობისათვის.

ნაკადში მოხვედრილი სხეულების ზედაპირები შეიძლება მნიშვნელოვნად შეიცვალოს პირველსაწყის ფორმასთან შედარებით, ხოლო სხეულის ღერძული ხაზის ფორმაზე დიდად არის დამოკიდებული აეროდინამიკული ძალები.

აეროდინამიკური ძალების ზოგადი ანალიზური გამოსახულებების მიღება, რომელიც გაითვალისწინებს სხეულის ღერძსა და ნაკადს შორის კუთხის უწყვეტ ცვლას – შესაძლებელია მხოლოდ ექსპერიმენტულ-თეორიული მეთოდით, სხეულების ნაკადით გარსდენის კერძო შემთხვევების ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადების გზით.

სხეულების ნაკადთან ურთიერთობის ამიკანების ძირითადი სირთულე იმაშია, რომ არ არსებობს ინფორმაცია აეროდინამიკური ძალების შესახებ, რომლებიც დამოკიდებულია სხეულების გარსდენის პროფილზე (როგორც წესი, ცუდი გარსდენის პროფილზე) და სხეულის ღერძული ხაზის ნაკადის მიმართ ორიენტაციაზე.

ნაკადის დიდი სიჩქარეებისას მცირე სიხისტის სხეულების ფორმის წონასწორობა შესაძლოა ძალიან განსხვავდებოდეს ბუნებრივი ფორმებისაგან, რასაც მივყავართ ნაკადში დრეკადი სხეულების სტატიკის არაწრფივ ამოცანებთან.

ჩვეულებრივ, ნაკადში დრეკადი ტანის სტატიკის განხილვისას იგულისხმება, რომ სხეულის ნაკადით გარსდენა სტაციონარულია (ადგილი არა აქვს წყვეტებს), რაც სამართლიანია ნაკადის სიჩქარეთა მხოლოდ გარკვეული დიაპაზონისათვის მრგვალი კვეთის სხეულებისა და გარსდენის პროფილის მქონე სხეულებისათვის.

მართკუთხა, სამკუთხა, და მითუმეტეს ნაკეცებიანი კვეთის სხეულების კვეთის მობრუნებამ ღერძული ხაზის მიმართ შესაძლოა აეროდინამიკური ძალების მკვეთრი ცვლილება გამოიწვიოს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცუდი გარსდენის სხეულების ნაკადთან ურთიერთქმედების ამოცანის დაყოფა სტატიკისა და დინამიკის ამოცანებად (ნაკადის სიჩქარეთა დიდი დიაპაზონისათვის) პირობითია, იმდენად, რამდენადაც რეინოლდსის რიცხვის დიდი მნიშვნელობებისათვის ადგილი აქვს მომგლეჯ გარსდენას და სუფთა სტატიკაზე არ შეიძლება ლაპარაკი, მაგრამ დრეკადი ტანის ფორმა, რომლის მიმართც იგი ირხევა კარმანის ძალის მოქმედების შედეგად,

შეიძლება განისაზღვროს წონასწორობის განტოლებიდან, თუ ნაკადის მოცემული სიჩქარისათვის აეროდინამიკურ ძალას ჩავთვლით სტატიკურ ძალად.

დრეკადი ტანის სტატიკური დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა გავლენას ახდენს მის სიხშირის მახასიათებლებზე. სიხშირის სპექტრის ცოდნა აუცილებელია მშენებლობის დროს რეზონანსული რეჟიმების თავიდან ასაცილებლად.

ნაკადში დრეკადი ტანის აეროდინამიკური მდგრადობის კვლევის ძირითადი ამოცანაა ნაკადის კრიტიკული სიჩქარეების განსაზღვრა. სიჩქარის ზრდასთან ერთად შეიძლება წარმოიქმნას როგორც სტატიკური არამდგრადობა – დივერგენცია, ასევე დინამიკური არამდგრადობის ფლატერის, გალოპირების, ქარის რეზონანსის და სხვა ტიპები. ამ დროს გადახურვის ზედაპირის ცალკეული ზონები, განსაკუთრებით მცირე სიხისტის შემთხვევაში, თითქოს “ლივლივს” იწყებენ ნაკადში. ეს პროცესი შემდეგ ვრცელდება ახალ ზონებზე და მთავრდება აეროდინამიკური მდგრადობის საერთო დაკარგვით.

რიცხოვრივი შეფასების თვალსაზრისით არაწრფივი არასტაციონარული აეროდრეკადობის ამოცანის აღწერა, დასმა და ამოხსნა დიდ მათემატიკურ სირთულეს წარმოადგენს.

ქვემოთ მოგვყავს ნაკადის კრიტიკული სიჩქარის განსაზღვრის ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნის მეთოდი.

როგორც ზემოთ უკვე აღინიშნა, ერთერთ მიზეზი, რომელიც იწვევს აეროდინამიკურ არამდგრადობას მომგლჯი გარსდენისას, არის პერიოდული ძალები, ანუ კარმანის ძალები.

აღსანიშნავია კარმანის ძალების ერთი ფიზიკური თავისებურება, რომელიც თავს იჩენს მოძრავი სხეულების გარსდენის დროს. ნაკადში უძრავი სხეულებისათვის ნაკადების მოწყვეტის სიხშირე დამოკიდებულების სტრუხალის რიცხვზე, და ნაკადის სიჩქარის მიხედვით ეს დამოკიდებულება წრფივია.

ნაკადის პერპენდიკულარულად დრეკადად ჩამაგრებული ტანებისათვის კავშირი ნაკადის მოწყვეტის სიხშირესა და ნაკადის სიჩქარეს შორის ცოტა სხვაგვარია.

რელიემ, დაამუშავა რა სტრუხალის შედეგები, შემოგვთავაზა ემპირიული ფორმულა

$$Sh = 0,195(1 - \frac{20,1}{Re}),$$

რომელიც სამართლიანი, როდესაც $40 < Re < 5 \cdot 10^3$, რეინოლდსის რიცხვის ფართო დიაპაზონში $60 < Re < 5 \cdot 10^5$ სტრუხალის რიცხვები მუდმივია ცილინდრებისათვის ჰაერის ნაკადში და განლაგებულია დიაპაზონში $Sh = 0,185 - 0,22$.

რეინოლდსის რიცხვის გარკვეული მნიშვნელობებისას იწყება ნაკადების მოწყვეტის სინქრონიზირება უწყვეტი ტანის რხევის საკუთარი სიხშირით.

ბენარ-კარმან-რუბახის ნაკადების მოძრაობის მდგრადობის პირობიდან გამოყვანილია დამოკიდებულება სხეულის შუბლა შეჯახებასა და სტრუხალის რიცხვს შორის.

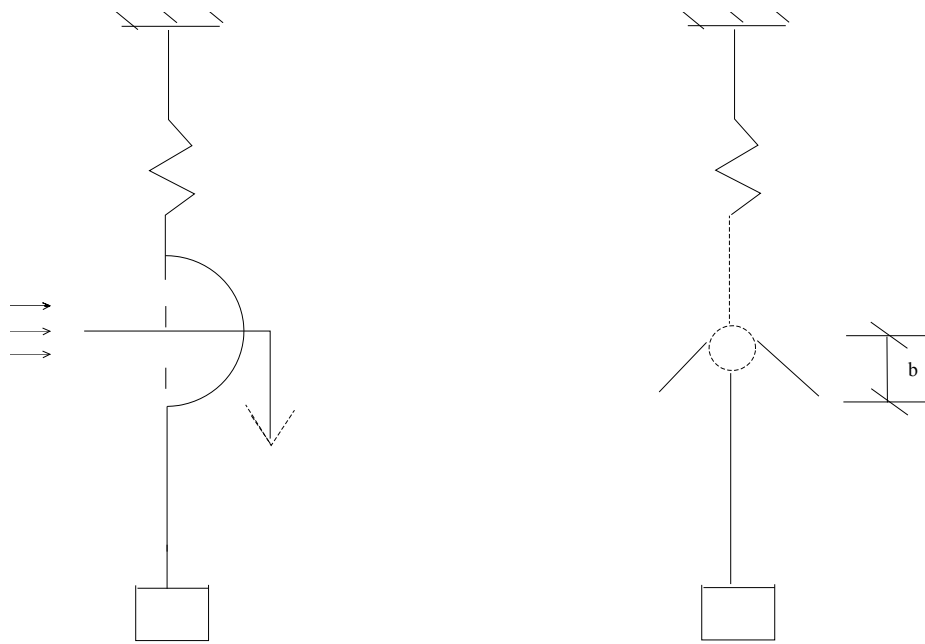
$$Sh = 0,18051 \frac{\rho V^2}{2 Q_x} \cdot d = 0,190255 \frac{\rho \cdot V^2 \cdot d}{Q_x},$$

სადაც, d არის ტანის მახასიათებელი ზომა ფირფიტისათვის

$$d = b \sin \alpha + t \cos \alpha,$$

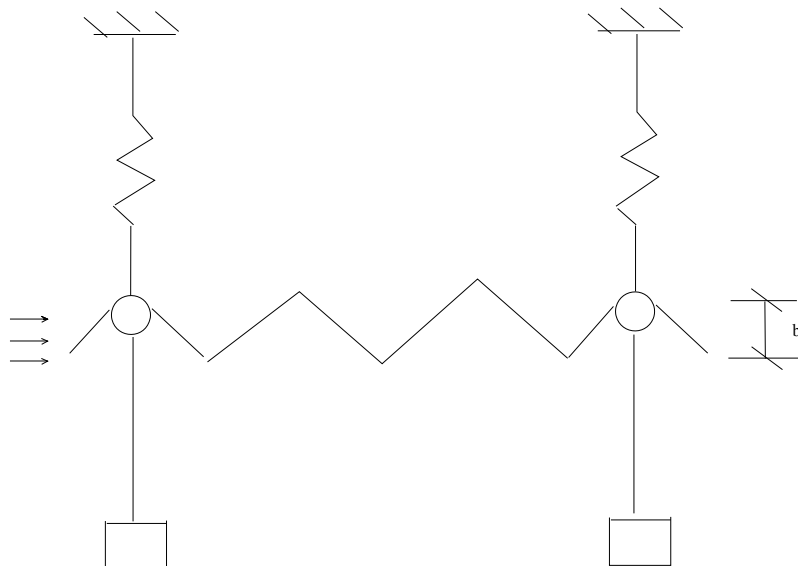
სადაც b არის ფირფიტის სიგანე, t - ფირფიტის სისქე, α - ფირფიტასა და ნაკადს შორის დახრის კუთხე. სფეროსა და ცილინდრისათვის მახასიათებელ ზომას წარმოადგენს დიამეტრი (იხ ნახ. 3.4.1. ა და ბ).

აეროდინამიკურ მილში ოთხი ნაკეცის გამოცდამ მოგვცა მნიშვნელობა $Q_x = 0,3$, რაც იძლევა სტრუხალის რიცხვის მნიშვნელობას მიღებული ფორმულის მიხედვით $Sh = 0,11$, ერთი ნაკეცისათვის კი $Sh = 0,17$.



ა)

ბ)



ნახ. 3.4.1. ა და ბ სფეროსა და ცილინდრის მახასიათებელი

ზამთრის რეჟიმში სექციისაგან დამცავი გადახურვა წარმოადგენს ორსართულიან სისტემას, გაერთიანებულს ორფენოვანი გამჭოლი ბადით, რომელიც დაფარულია ყინულით.

ბადისებრ-ვანტური გადახურვის მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებას აქვს სახე:

$$\ddot{T} + \bar{k}\dot{T} + \omega_{mn}^2 T + \beta_{mn} \cdot T^2 + \gamma_{mn} \cdot T^3 = B(t).$$

განტოლებაში შემავალი \bar{k} , ω_{mn}^2 , β_{mn} და γ_{mn} კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოცემულია შრომებში [41], [42] განტოლების მარჯვენა ნაწილის გარკვეული ცვლილებით, რომელიც გარე გამდიზიანებელი ძალის სხვადასხვა სახით წარმოდგენისას სხვადასვა სახეს იღებს.

როგორც ცნობილია, სუპერპოზიციის პრინციპი მიუღებელია როგორც სტატიკური ლინეარიზებული სისტემებისადმი, ასევე ნებისმიერი ლინეარიზებული სისტემისათვის.

დიფერენციალური განტოლების მარჯვენა მხარეს შეიძლება ჰქონდეს შემდეგი ვარიანტები: მონო- ამ პოლი- ჰარმონიული ზემოქმედება რამდენიმე სინუსოიდალურ ცვლადზე, მონო- ან პოლისტოხასტურ ცვლადზე, და ბოლოს, შეიძლება შედგებოდეს როგორც პოლისტოხასტური, ასევე სტოხასტური ცვლადებისაგან.

ქარის ზემოქმედებისას ყველაზე უფრო მოსალოდნელია მესამე შემთხვევა, რომლისათვისაც გამოსადეგია ი.ე. კაზაკოვის მიერ შემოთავაზებული კომბინირებული ჰარმონიული და სტატიკური ლინეარიზაციის მეთოდი. რ. შრიდხერმა, ჩათვალა რა ჰარმონიული მდგენელი მუდმივ სიდიდედ ხმაურის დაბალი სიხშირეების ზღვარზე, რომლებიც ერთი თანრიგით აღემატებოდა სიხშირეს $\omega_{mn}/2\pi$, შეცვალა იგი მათემატიკური ლოდინით და ამით მიიღო ლინეარიზაციის მიახლოებითი კოეფიციენტი სტატიკური ლინეარიზაციის ფორმულების გამოყენებით.

ქარის შემთხვევითი ზემოქმედების გავლენა ბადის რხევაზე ფასდება დადგენილი რეჟიმიდან საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდით.

თუ ავლნიშნავთ ბადის i -ური მონაკვეთის საშუალო კვადრატულ გადახრას σ_{zi}^2 -თ, მივიღებთ:

$$\sigma_{zi}^2 = \int \sum_{k=1}^{+\infty} S_{\sigma k}(\Omega) |\theta_{ik}(j\Omega)|^2 d\Omega ,$$

სადაც, $S_{\sigma k}(\Omega)$ არის ქარის სიჩქარეთა მდგენელების სპექტრული სიმკვრივე (ანუ შემავალი ზემოქმედების სპექტრული სიმკვრივე). $|\theta_{ik}(\Omega)|$ - სისტემის ამპლიტუდურ-ფაზური სიხშირის მახასიათებელია.

თუ ბადისებრ-ვანტური გადახურვის აეროდრეკად რხევებს ზაფხულის და ზამთრის რეჟიმებში განვიხილავთ დენ-გარტორგის მიხედვით, ძალოვანი ზემოქმედება შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგი სახით:

$$B(t) = C_k \cdot \xi \cdot \rho \frac{V^2}{2} \cdot d \sin B\Omega = \frac{1}{2} \cdot \xi \cdot \rho \cdot V^2 \cdot d \cdot C_k \sin \frac{VSh}{d} t.$$

ან ამავე ძალის ჩაწერა შეიძლება ი.ც. ფინის მიხედვით შემდეგი სახით

$$B(t) = \frac{1}{2} \cdot \xi \cdot \rho \cdot V^2 \cdot d \cdot C_{L_0} e^{i\Omega t} ,$$

სადაც $C_k = C_{L_0}$ არის აეროდინამიკური კოეფიციენტი (უგანზომილებო), რომელიც ცილინდრული სხეულებისათვის უდრის ერთს რეინოლდსის რიცხვით 10^2 –დან 10^7 -მდე; ρ - ჰარის მასის სიმკვრივე; Ω - ბენარ კარმანის ნაკადის მოწყვეტის წრიული სიხშირე; ν - ნაკადის სიჩქარე; d - რანის მახასიათებელი ზომა; Sh - სტრუხალის რიცხვი; ξ - შეღწევის (ქარგამტარობის) კოეფიციენტი.

ქარის დიდი სიჩქარეებისას, თუ მივიღებთ, რომ $F_H C_k$ არ იცვლება ქარის სიჩქარის შედეგად, მაშინ შეიძლება ჩავწეროთ

$$B_i(t) = \frac{1}{2} \rho \cdot F_H C_k (V_i^2 - 2 \frac{dz_i}{dz} V_i) ,$$

სადაც $F_H C_k$ ბადის i -ური მონაკვეთის ფართობია ქარის მხარეს აეროდინამიკური წინააღმდეგობის გათვალისწინებით; v_i - ქარის სიჩქარის ნორმალური მდგენელია ბადის i -ურ მონაკვეთზე; $B_i(t)$ - ქარის დატვირთვა, მოქმედი ბადისადმი ნორმალურად i -ურ კვანძში.

ბანერ-კარმანის ნაკადების ფაზებად განაწილება ბადისებრ-ვანტური გადახურვის გასწვრივ ზუსტად არ არის ცნობილი.

ი. როკარმა ამ საკითხთან დაკავშირებით გამოთქვა შემდეგი მოსაზრება “ ჩვენი დაშვება, რომ ნაკადების ფაზა მთელი გადახურვის სიგრძესა და სიგანეზე ერთი და იგივეა, მეტისმატად ოპტიმისტურია”.

თუ დავუშვებთ, რომ ძალის გადახურვაზე ზემოქმედებას შემთხვევითი ხასიათი აქვს, მაშინ

$$B(t) = B \sin \Omega t + u(t),$$

რაც მოიცავს ჰარმონიულ და შენთხვევით ცვლადებს.

შეიძლება, ასევე, დაშვებული იქნეს, რომ ბადისებრ-ვანტური გადახურვის წინა ბორტზე უწყვეტი გარსდენა ხორციელდება, უკანა და გვერდით ბორტებზე კი ძაბრული ნაკადები წარმოიქმნება. ასეთ შემთხვევაში ამოცანა იხსნება დისკრეტული ნაკადების მეთოდით.

ნატურალური დაკვირვებებით ბადისებრ-ვანტურ გადახურვებზე, რომლებიც განხორციელებულია ბადის ზოლების არათანაბარი დაჭიმვით სიგრძესა და სიგანეში, დაფიქსირებული იქნა მდგრადობის ადგილობრივი დაკარგვის (ლივლივის) ზონები ბადის ზოლებში ქარის ზომიერი სიჩქარეებისას, რაც, როგორც წესი, საანგარიშო მოდელში გათვალისწინებული არ არის.

ამ ადგილებში ამწევი ძალა ზოგან მცირდება, ზოგან იცვლის ნიშანს საწინააღმდეგოთი, რის შედეგადაც ბადის ზედაპირის ცალკეული ზონები თითქოს ნაკადში “ლივლივს” იწყებს. ეს პროცესი ვრცელდება ზედაპირის ახალ და ახალ ზონებზე და შეიძლება საერთო აეროდინამიკური მდგრადობის დაკარგვით დასრულდეს.

ბადისებრ-ვანტური გადახურვის ჩვეულებრივ არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებას დეტერმინებული ზემოქმედებისას შემდეგი სახე აქვს:

$$\ddot{T} + \bar{k}\dot{T} + \omega_{mn}^2 T + \beta_{mn} \cdot T^2 + \gamma_{mn} \cdot T^3 = B(t) \quad (3.4.1)$$

სადაც ω_{mn}^2 არის ბადისებრ-ვანტური გადახურვის წრიული სიხშირე, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით [36]; \bar{k} - დამპფირების განზოგადოებული კოეფიციენტი; β_{mn} და γ_{mn} - არაწრფივი სისტემის კოეფიციენტები; $B(t)$ - გარე ზემოქმედების ჰარმონიული მდგენელი, რომელიც უდრის $B \cos \Omega t$.

თუ გამოვიყენებთ ჩასმას $T = V_1 - \frac{\beta}{3\gamma}$ ტ. ხაიასის მიდგომით, მაშინ განტოლება (1) დაიყვანება სიმეტრიული მახასიათებლების მქონე დიფერენციალურ განტოლებაზე:

$$\frac{d^2 V_1}{dt^2} + \bar{K} \frac{dV_1}{dt} + \left(\omega_{mn}^2 - \frac{1}{3} \frac{\beta_{mn}^2}{\gamma_{mn}} \right) V_1 - \gamma_{mn} V_1^3 = B \cos \Omega t + B_0. \quad (3.4.2)$$

სადაც $B_0 = \omega_{mn}^2 \frac{\beta_{mn}}{3\gamma_{mn}} - \frac{2\beta_{mn}^3}{27\gamma_{mn}^2}$ მუდმივი რიცხვია.

(3.4.2) განტოლების ამოხსნით ვეძებთ ჰარმონიული ბალანსის მეთოდით შემდეგი სახით [37]:

$$V_1 = f_0 + x \sin \Omega t + y \cos \Omega t \quad (3.4.3)$$

სადაც არასტაციონარულობის შემთხვევაში x და y - დროის ნელა ცვლადი ფუნქციებია; f_0 - სისტემის საწყისი გადაადგილება.

(3.4.3)-ის (3.4.2)-ში ჩასმის შემდეგ გამოვყოთ მუდმივი წევრები და პირველ ჰარმონიკები. განტოლებიდან x და y -ის გამორიცხვის შემდეგ მივიღებთ:

$$(A^2 + \bar{K}^2 \Omega^2) \cdot r^2 = B^2 \quad (3.4.4)$$

$$\text{სადაც } A = \frac{3}{4} \gamma_{mn} r^2 + 3 \gamma_{mn} f_0^2 - \frac{1}{3} \frac{\beta_{mn}^2}{\gamma_{mn}} + \omega_{mn}^2 - 1,$$

$$r^2 = x^2 + y^2.$$

ვღებულობთ ორი არაწრფივი ალგებრული გამოსახულების სისტემას:

$$\left(\omega_{mn}^2 - \frac{1}{3} \frac{\beta_{mn}^2}{\gamma_{mn}} + \frac{3}{2} \gamma_{mn} r^2 \right) f_0 + \gamma_{mn} f_0^3 = B_0 \quad (3.4.5)$$

$$(A^2 + \overline{K^2 \Omega^2}) \cdot r^2 = \overline{B^2}$$

(3.4.5) განტოლებები ამპლიტუდური სიხშირის მახასიათებლების სისტემის აგების საშუალებას იძლევა, რაც სტანდარტული პროგრამებით იხსნება.

კერძო შემთხვევაში, როდესაც $k=0$ და $b_{mn}=0$, მივიღებთ დუფინგის განტოლებას:

$T + \omega_{mn}^2 \ddot{T} + \gamma_{mn} T^3 = \overline{B}(t)$, სადაც, $\overline{B}(t) = \overline{B} \cos \Omega t$ რომლის საბოლოო მნიშვნელობას აქვს შემდეგი სახე:

$$(\Omega^2 - \omega_{mn}^2) A \frac{3}{4} \gamma_{mn} A^3 + \frac{B}{m} = 0.$$

როდესაც $B(t)$ ნულის ტოლია, ვღებულობთ თავისუფალი არაწრფივი რხევის განტოლებას

$$\ddot{\varphi}_{mn}^2 = \omega_{mn}^2 + \frac{3}{4} \gamma_{mn} A^2.$$

არაწრფივი საკუთარი რხევის სიხშირის გატოლებით ბენარ-კარმანის ნაკადის მოწყვეტის სიხშირესთან, მივიღებთ სისტემის ამპლიტუდურ-სიხშირიან დახასიათებას, რაც დამოკიდებულია ნაკადის სიჩქარეზე.

$$\Omega^2 = \omega_{mn}^2 + \frac{3}{4} \gamma_{mn} A^2$$

ნაკადის კრიტიკული სიჩქარე შეიძლება განისაზღვროს დაშვებით, რომ $A^2=0$ და $\Omega^2 = \omega_{mn}^2$.

საკუთარი რხევების სიხშირე ბრტყელი ბადეებისათვის არათანაბარი დაჭიმვებით განისაზღვრება ფორმულით:

$$\omega_{mn} = \pi \left[\frac{H_x}{m^*} \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}};$$

$$\gamma = \frac{H_y}{H_x}.$$

ხოლო ორსართულიანი სისტემის საკუთარი რხევის სიხშირე განისაზღვრება ფორმულით:

$$\omega_{mn} = \frac{n\pi}{l} \left[\frac{(H_b + H_H)}{m} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

თუ დავუშვებთ, რომ სტრუხალის რიცხვი ფირფიტისათვის ტოლია $Sh=0,16$, მივიღებთ გარე გამდიზიანებლის სიხშირეს $\Omega^2 = 0,0263V^2$.

ნაკადის კრიტიკულ სიჩქარედ ვღებულობთ რხევითი პროცესის არარსებობას, ე.ი. $A^2=0$, და ვსაზღვრავთ ნაკადის კრიტიკულ სიჩქარეს რხევის ირიბადსიმეტრიული ფორმებისათვის როდესაც $n=2$; $w^2_2=193,23$ რად/წმ:

$$V_{კრ} = \left(\frac{193,23}{0,0263} \right)^{\frac{1}{2}} = 85,7 \text{ მ/წმ}.$$

ზოგიერთ შრომაში ცუდი გარსდენის სხეულებისათვის მოცემულია ფორმულა

$$V_{კრ} = 0,68 \frac{\omega_0 b}{sh} = \frac{k_v \omega_n b}{sh},$$

სადაც ω_n საკუთარი რხევის წრიული სიხშირეა, რად/წმ-ში; b - ქარის მიმართულების პერპენდიკულარული ზოლის სიგანე, ფუტებში:

$$V_{კრ} = 54,05 \text{ მ/წმ}$$

ამრიგად, უნდა დავუშვათ, რომ ქარის კრიტიკული სიჩქარე სეტყვისაგან დამცავი გადახურვისათვის ზამთრის რეჟიმში იმყოფება ინტერვალში

$$54,05 < V_{კრ} < 85,72 \text{ მ/წმ},$$

რაც გაცილებით მეტია მშენებლობის რაიონში ქარის მაქსიმალურ სიჩქარეზე.

სეტყვისაგან დამცავი გადახურვის მუშაობას საკუთარი რხევის სიხშირეს ერთნაკეციანი სისტემისათვის ვსაზღვრავთ ფორმულით [37], როდესაც $n=m=2$ (რხევის ირიბსიმეტრიული ფორმა):

$$\omega_{22}^2 = 4\pi^2 \frac{H_{0x}}{m^* l_x^2} + 4\pi^2 \frac{H_{0y}}{m^* l_y^2}.$$

თუ მივიღებთ სტრუხალის რიცხვს ერთი ნაკეცისათვის ავიღებთ ცხრილიდან $Sh=0,17$, მივიღებთ

$$V_{კრ} = 29,52 \text{ მ/წმ},$$

რაც, ასევე, მეტია მშენებლობის რაიონში ქარის მაქსიმალურ სიჩქარეზე. აეროდინამიკური მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტები სეტყვისაგან დამცავი გადახურვის მუშაობის ზაფხულის და ზამთრის რეჟიმებში შესაბამისად ტოლია:

$$\alpha_{ay} = \frac{V_{კრ}}{V_{ს.ბ.წ}} = \frac{54,05 \div 85,72}{24,97} = 2,16 \div 3,43 > 1$$

$$\alpha_{ay} = \frac{29,52}{24,97} = 1,18 > 1.$$

ბადის რხევის დამპფირება ან ჩაქრობა მოხდება როგორც ბადის კვანძების მასალის შინაგანი წინააღმდეგობის, ასევე მისი ჰაერთან შუბლა შეჯახების შედეგად.

ბადის შუბლა წინააღმდეგობით გამოწვეული დამპფირება მით მეტი იქნება, რაც მეტია მისი ქარისკენ მიმართული ფართობი და მოძრაობის ფარდობითი სიჩქარე.

აეროდინამიკური დემპფირების კოეფიციენტი

$$\mu = \rho \frac{V_i \xi \cdot C_k g}{2 \omega_{mn} q},$$

სადაც ω_{mn} არის საკუთარი დემპფირებული რხევის სიხშირე; r - ჰაერის სიმკვრივე; V_i - ქარის სიჩქარის ნორმალური მდგენელი; C_k -

აეროდინამიკური კოეფიციენტი; q - ბადის ფართობის ერთეულის წონა; ξ - ბადის გამჭოლობის (ქარგამტარობის) კოეფიციენტი; g - სიმძიმის ძალის აჩქარება;

$$m^* = \frac{q}{g} - \text{ბადის ფართობის ერთეულის მასა.}$$

დიდი ხვედრითი წონის ბადეების რხევები, ყველა დანარჩენი პირობის იგივეობის შემთხვევაში ჩაქრება უფრო ნელა, ვიდრე მსუბუქი ბადეების რხევები.

ადვილად მოძრავი ბადისებრი გადახურვის ზედაპირის გეომეტრიის ცვლილებამ ქარის ზემოქმედების შედეგად შეიძლება გამოიწვიოს ნაკადის მიმართულებასთან კუთხის სიდიდის ცვლილება, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს ახლად მიღებული ზედაპირის გარსდენის ხასიათს.

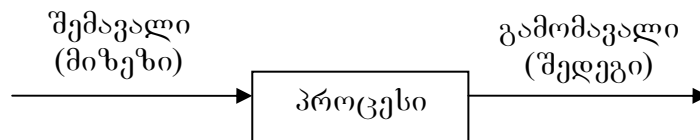
ასეთი დამოკიდებულება ბადისებრ გადახურვის ზედაპირის გეომეტრიასა და აეროდინამიკურ ძალებს შორის წარმოადგენს უკუკავშირის სისტემას, რომლის ამოცანის ამოხსნა მნიშვნელოვან სირთულეებს აწყდება.

4. სეტყვასაწინააღმდეგო კონსტრუქციების ავტომატური მართვის სისტემის დამუშავება

4.1 ავტომატური მართვის სისტემის ფუნქციონალური სქემა

მართვის სისტემა არის მოწყობილობათა ერთიანობა, რომელიც არეგულირებს ენერჯის დინებას, ნივთიერების რაოდენობრივ და ხარისხობრივ ცვლილებას, მოძრაობას და სხვა. ზოგადად, რომ ვთქვათ მართვა არის ურთიერთ დაკავშირებული კომპონენტების ისეთი მოწყობილობა, რომელიც პროცესს წარმართავს სასურველი შედეგების მისაღწევად.

მართვის სისტემების ანალიზი მოიცავს დინამიკური სისტემების ყოფაქცევის შესწავლას და მის ბაზისად მიღებულია შემადგენელი კომპონენტების (ელემენტების) მიზეზ–შედეგობრივ კავშირზე დამყარებული განტოლებანი (ნახ. 4.1).



ნახ. 4.1

ნებისმიერი მიზეზ–შედეგობრივი პროცესი, რომლითაც ხასიათდება ყველა კონსტრუქციული სისტემა, მანქანა–მოწყობილობა, წარმოება ეკონომიკა, რაციონალური მდგომარეობა და სხვა, წარმოადგენს

მართვის ობიექტს. მართვის სისტემას უწოდებენ ობიექტისა და მმართველ მოწყობილობათა ერთობლიობას. სისტემას, რომელშიც ყველა ოპერაციას ახორციელებს ავტომატური მოწყობილობა, უწოდებენ ავტომატური მართვის სისტემას. სისტემას, რომელშიც ავტომატიზირებულია ოპერაციათა მხოლოდ ნაწილი, ხოლო სხვა ნაწილის მართვას ახორციელებს ადამიანი უწოდებენ მართვის ავტომატიზირებულ სისტემას.

ნებისმიერი ტექნოლოგიური პროცესი ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომელსაც პოცესის მაჩვენებლებს ვუწოდებთ. პროცესის მაჩვენებლად შეიძლება ჩაითვალოს მიმართულება, სიჩქარე, აჩქარება, ტემპერატურა, წნევა, ნივთიერებათა კონცენტრაცია, ძაბვა, დენი და სხვა. მართვის სისტემის ფიზიკური რეალიზაციისათვის გვესაჭიროება, ჯერ ერთი, მოცემული ტექნოლოგიური პროცესის სრული დახასიათება და მეორეც მართვის პრინციპები და მეთოდები. როდესაც ჭეშმარიტად შემეცნებული გვაქვს რომელიმე პროცესი, მართვის მოწყობილობით იგი შეგვიძლია წარვმართოთ სასურველი შედეგის მისაღწევად. ამ ამოცანის პირველი ნაწილი გადაწყვეტილია ტექნოლოგიების მერე, ხოლო ჩვენი ამოცანაა მეორე ნაწილის განხორციელება ანუ პროცესების დამახასიათებელი სამართავი სიდიდეების გარკვეულ საზღვრებში შენარჩუნება ან მათი ცვლილება განსაზღვრული კანონით.

სამართავი ანუ გამომავალი სიდიდეების მართვის აუცილებლობა გამოწვეულია ობიექტზე მოქმედი სხვადასხვა სახის შემფოთებათა გამო (დატვირთვის ცვლილება, შინაგანი შემფოთება, გარემოს ცვლილება).

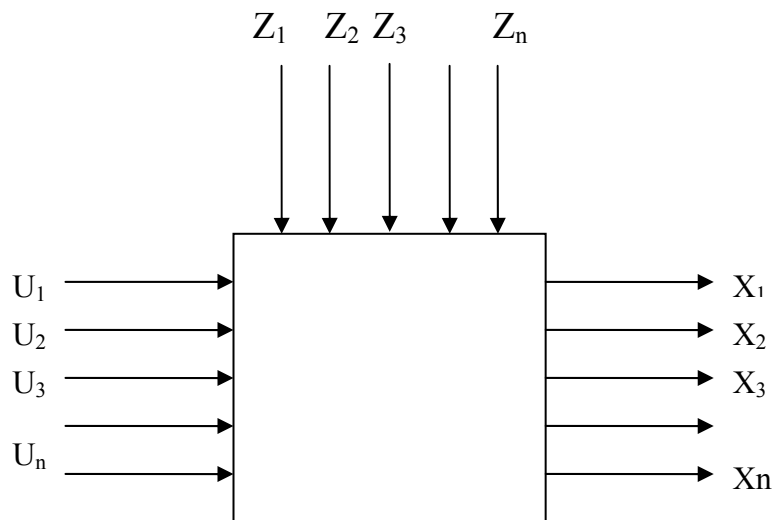
ნახ. 4.2–ზე მოცემულია ობიექტის გრაფიკული გამოსახულება, სადაც $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ წარმოადგენს პროცესის სამართავ სიდიდეს (გამომავალი სიდიდე), $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}$ არის შემფოთი ზემოქმედება, ხოლო $u = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ - მმართველი ზემოქმედება, რომელიც მოქმედებს x გამომავალ სიდიდეზე (ყველა ეს სიდიდე შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ვექტორულად ან სკალარულად).

ყველა ზემოაღნიშნული სიდიდე X , U და Z ერთმანეთთან დამოკიდებულნი არიან შემდეგი გამოსახულებით

$$X=G(Z,U), \quad (4.1)$$

სადაც G წარმოადგენს ოპერატორს, რომელიც გამოხატავს ცვლადებს შორის კავშირს. თუ ეს კავშირი მარტივია და ცვლადებს შორის ჩვეულებრივი ფუნქციონალური დამოკიდებულებაა, მაშინ

$$X=F(Z,U)$$



ნახ. 4.2

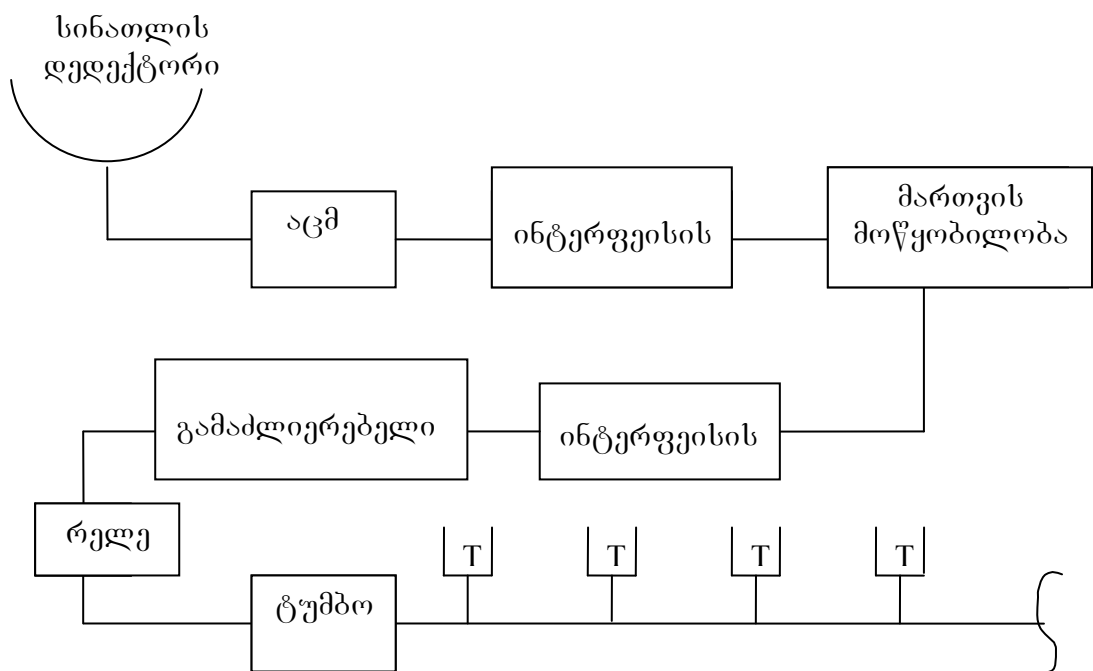
როგორც ცნობილია მართვის სისტემის სტატიკური და დინამიკური თვისებები, შეგვიძლია ავაგოთ სისტემის მათემატიკური მოდელი, შევადგინოთ მართვის ისეთი ალგორითმი, რომელიც უზრუნველყოფს მოცემული ფუნქციონირების ალგორითმის შესრულებას (ცნობილი შემშფოთი ზემოქმედების დროს). ბუნებრივად მიგვაჩნია, რომ ნებისმიერი ტექნოლოგიური პროცესის მათემატიკური მოდელის შესაქმნელად საჭიროა კარგი მათემატიკური აპარატი და დინამიკური სისტემების თეორიის ცოდნა. მიუხედავად ამისა, როგორც არ უნდა ზუსტად შევადგინოთ მათემატიკური მოდელი, ის ყოველთვის განსხვავდება რეალური სისტემისაგან. ამ სეზულდვას ემატება კიდევ ის, რომ შემშფოთი ზემოქმედების ცვლილების კანონი ხშირად წინასწარ

ცნობილი არ არის. სწორედ ამ მიზეზების გამო სისტემის ფაქტიური ყოფაქცევა–განსაზღვრული მართვის ალგორითმით. განსხვავდება სისტემის სასურველი ყოფაქცევისგან განსაზღვრული ფუნქციონირების ალგორითმით. ე.ი. სასურველი შედეგის მისაღწევად მართვის ალგორითმში უნდა აისახოს არა მარტო სისტემის თვისება და ფუნქციონირების ალგორითმი, არამედ რეალური სისტემის ყოფაქცევაც.

ავტომატური მართვის სისტემების დაგეგმარების ძირითადი პრინციპები შემდეგია: გახსნილი სისტემის მართვა, მართვა შეკრული სისტემით, მართვა შემშფოთი ზემოქმედების მიმართ[45].

ჩვენ შემთხვევაში გვაქვს მართვა შემშფოთი ზემოქმედების მიმართ.

ნახ. 4.3-ზე მოცემულია ვენახის სეტყვისგან დამცავი კონსტრუქციის ავტომატური მართვის სისტემის ფუნქციონალური სქემა.



ნახ.4.3 ავტომატური მართვის ფუნქციონალური სქემა.

სინათლის დეტექტორი აფიქსირებს ღრუბლიდან ამინდს, რომელიც გარდაიქმნება ციფრულ კოდში, იგი ინტერფეისის საშუალებით

მიეწოდება მართველ მოწყობილობას, სადაც მოხდება მისი შედარება პროგრამირებულ სასურველ სინათლის სიკაშკაშესთან, დამთხვევის შემთხვევაში მმართველი მოწყობილობა გაგზავნის მართვის სიგნალს ტუმბოსაკენ ინტერფეისის, გამაძლერებლის და რელეს გავლით[43].

სინათლის სიკაშკაშის მომატების შემთხვევაში მართვის ბლოკისგან გადაეცემა სიგნალი ტუმბოს, რომელიც გამორთავს მას და გადახურვის კონსტრუქცია დაიკეცება ანუ მიიღებს არამუშა მდგომარეობას.

4.2 ჰიდრაულიკური სისტემების ძირითადი პარამეტრების გამოკვლევა

4.2.1 ჰიდრაულიკური ცილინდრები

შემსრულებელი ორგანოს მოძრაობაში მოყვანის მიზნით დღეისათვის გამოიყენებულია ორი სახის ჰიდრაულიკური ცილინდრი: 1) უძრავი ცილინდრი, რომელშიც სითხის წნევის ზემოქმედების შედეგად დგუში თავისივე ჭოკით გადაადგილდება და გადასცემს მოძრაობას მასთან დაკავშირებულ ამძრავ ორგანოს; 2) მოძრავი ცილინდრი, რომელიც მასში მოთავსებული დგუშის მიმართ გადაადგილდება სითხის წნევის ზემოქმედების შემდეგ, ამასთან შეუძლია გადაადგილება ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური მიმართულებით ან შემობრუნება მის საყრდენ წერტილში მოთავსებული უძრავი ბრუნვით სახსრის მიმართ.

არსებობს უძრავი ცილინდრები დგუშის ჭოკების ცალმხრივი ან ორმხრივი განლაგებით. ამ შემთხვევაში ცილინდრი აღჭურვილია სითხის შემშვები სარქველებით დგუშის ორივე მხარეს.

მოძრავი ცილინდრები უძრავი დგუშებით გამოყენებულია იმ შემთხვევაში, როცა უძრავი ცილინდრის კონსტრუქცია იწვევს მოწყობილობის ტექნოლოგიური პროცესის გართულებას. ამ ტიპის ცილინდრებში სითხის მიწოდება საჭირო წნევის ქვეშ სრულდება დგუშის ჭოკის გრძივი ნახვრეტის გავლით, რომელიც ბოლოვდება რადიალური ნახვრეტებით დგუშის ორთავე მხარეს.

მუშა წნევის დიდი მნიშვნელობების დროს სითხის ჟონვადობის შემცირების ან შეწყვეტის მიზნით, დგუშის გვერდით ზედაპირსა და ცილინდრს შორის, გამოყენებულია ყვინთიანი წინსვლითი მექანიზმები, რომელთაც ცილინდრში გააჩნიათ მხოლოდ ერთი კამერა. სითხე ამ კამერებში იჭირხნება დგუშის მუშა სვლის დროს ან გაიტყორცნება გამოსასვლელ სითხის მილში ყვინთას დაწოლის შედეგად, შესაძლებელია სითხის გამოდევნა დგუშის უკუსვლისას განვითარებული დაწოლის ძალის ან ტვირთის წონის საშუალებით.

ჩვენს შემთხვევაში გამოყენებულია უძრავი ცილინდრი მოძრავი დგუშითა და ჭოკით. ასეთი კონსტრუქცია მისაღებია ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისათვის და დაკავშირებული არ არის კონსტრუქციის დამატებით გართულებებთან.

2.2.1 დგუშის სიჩქარის განსაზღვრა ცილინდრის კვებისას ტუმბოს საშუალებით

ცილინდრის გეომეტრიული ზომები დამოკიდებულია იმ წინააღმდეგობათა ჯამზე, რომლებიც მოდებულია დგუშზე, დგუშის ჭოკზე და ცილინდრის შიგა ზედაპირზე. დგუშის კამერისათვის საჭირო წნევა, რომელიც აუცილებელია დგუშის გადაადგილებისა და შესაბამისი წინაღობის დასაძლევად, შეიძლება გაანგარიშებული იქნას შემდეგი ფორმულის საშუალებით:

$$P = (P_1 - P_2) \frac{\pi d^2}{4} + P_2 \frac{\pi d_1^2}{4}, \quad (1)$$

სადაც P_1 არის სითხის წნევა მილგაყვანილობაში, ე.ი. მისაწოდებელი სითხის არსებული წნევა; P_2 - დგუშისა და ჭოკის წნევა მოქმედი შემსრულებელი მექანიზმის აწევის პროცესში; d - ცილინდრის შიგა დიამეტრი; d_1 - ჭოკის დიამეტრი;

დგუშის უკუსვლისას მუშა კამერის წნევა

$$P = (P_1 - P_2) \frac{\pi d^2}{4} - P_1 \frac{\pi d_1^2}{4}, \quad (2)$$

P_2 დაწნევა განისაზღვრება ჰიდრავლიკური წინაღობისა და შემსრულებელი მექანიზმის დაწნევის ძალის ჯამით. ჰიდრავლიკური წინაღობა შეიძლება წარმოდგენილი იქნას მილგაყვანილობის სწორი და მრუდე უბნების წინაღობების, მარეგულირებელი მოწყობილობების წინაღობებისა და მართვის აპარატის წინაღობათა ჯამის სახით, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია სითხის მოძრაობის სიჩქარეზე.

როცა ცილინდრის კვება განხორციელებულია ინდივიდუალური ტუმბოს საშუალებით, მაშინ დაჭირხნის წნევა დამოკიდებულია შემსრულებელ მექანიზმზე მოდებულ საერთო წინაღობაზე და P_2 დაწნევაზე.

შემსრულებელი მექანიზმის მოქმედების უზრუნველსაყოფად მუშა კამერაში მისაწოდებელი სითხის რაოდენობა განისაზღვრება ტოლობით

$$Q_1 = \frac{60 \cdot 10 V_1 \pi d^2}{4 \cdot 100} = 1,5 \pi V_1 d^2 \text{ ლ/წთ}, \quad (3)$$

სადაც d არის ცილინდრის შიგა დიამეტრი; V_1 - დგუშის სვლის სიჩქარე.

სითხის მუდმივი თანაბარი მიწოდების პირობებში (3) ფორმულიდან განისაზღვრება დგუშის სვლის სიჩქარე

$$V_1 = \frac{Q_1}{1,5 \pi d^2} \text{ მ/წმ}. \quad (4)$$

ჭოკიანი დგუმის შემთხვევაში მუშა კამერაში მისაწოდებელი სითხის რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q_2 = 1.5\pi(d^2 - d_1^2)V_2, \quad (5)$$

სადაც V_2 არის დგუმის გადაადგილების სიჩქარე.

(5) ფორმულიდან სითხის თანაბარი მიწოდებისას

$$V_2 = \frac{Q_2}{1.5\pi(d^2 - d_1^2)} \text{ მ/წმ.} \quad (6)$$

თუ ჰიდროსისტემის კვება წარმოებს ერთი ტუმბოს საშუალებით და მისი წარმადობა $Q_1 = Q_2 = Q$, მაშინ დგუმის სვლის სიჩქარეები V_1 და V_2 დგუმის წინსვლითი და უკუსვლითი გადაადგილებების დროს საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამ სიჩქარეთა დახასიათებისათვის საჭიროა განისაზღვროს დგუმის უკუსვლის სიჩქარის ზრდის K კოეფიციენტი შემდეგი ტოლობის მიხედვით

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{d^2}{d^2 - d_1^2} = \frac{1}{1 - \delta^2} = K, \quad (7)$$

სადაც
$$\delta = \frac{d_1}{d}.$$

ჰიდრავლიკური ცილინდრის მუშა კამერა ჭოკის გარეშე სითხით ივსება მუშა პროცესის შესრულების მიზნით, ხოლო კამერა ჭოკით კი დგუმის უკუსვლის განხორციელებისათვის გაზრდილი გადაადგილების სიჩქარით, როცა ინდივიდუალური ტუმბოს წარმატება მუდმივია. ამ დროს ჭოკის d_1 დიამეტრი ჰიდრავლიკური ცილინდრის d დიამეტრისა და უკუსვლის სიჩქარის ზრდის K კოეფიციენტის მიხედვით გამოითვლება ფორმულით:

$$d_1 = d \sqrt{\frac{K-1}{K}}. \quad (8)$$

თუ სითხის თანაბარი ხარჯვისას, ე.ი. ტუმბოს საშუალებით სითხის თანაბარი მიწოდებისას აუცილებელია დგუმის ერთნაირი სიჩქარით წინსვლითი და უკუსვლითი გადაადგილება, მაშინ უმჯობესია გამოვიყენოთ დგუმი ორმხრივი ჭოკით. ჩვენი

ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელებისათვის ეს არ წარმოადგენს რთულ ამოცანას.

2.2.2 შემსრულებელი მექანიზმის ჰიდრავლიკური ამძრავის დგუშის გადაადგილების სიჩქარის რეგულირების ამოცანა

ჰიდრავლიკური ამძრავის დგუშის სიჩქარე დამოკიდებულია ტუმბოს მწარმოებლურობაზე, ცილინდრის გეომეტრიულ ზომებზე, დგუშის კამერის მაქსიმალურ დაწნევაზე, ასევე ჰიდრავლიკური სისტემების მექანიკურ და ჰიდრავლიკურ წინააღმდეგობებზე. შემსრულებელი მექანიზმის ჰიდრავლიკური ამძრავის დგუშის გადაადგილების სიჩქარის ცვლილება შეიძლება დარეგულირდეს ტუმბოს მწარმოებლურობის ცვლილებით. თუ ტუმბოს მწარმოებლურობა მუდმივია, მაშინ დგუშის სიჩქარის ცვალებადობა ყოველთვის შეიძლება მოხდეს სითხის გაჟონვისა და სისტემის ჰიდრო და მექანიკური წინააღმდეგობის ცვალებადობის ხარჯზე. მილში წარმადობის მქონე ტუმბოს გამოყენებისას დგუშის ცვლის სიჩქარის ნორმალიზებისათვის (მუშა კამერაში მუდმივი წნევის სენარჩუნებისათვის) აუცილებელია, რომ ასეთი ტუმბოს წარმადობა აჭარბებს ჰიდრავლიკურ მიმწოდებელ ხაზის სითხის ხარჯის დონეს. ამ შემთხვევაში ჭარბი სითხე გადაედინება რეზერვუარში დამცავი სარქველის საშუალებით, რომელიც დარეგულირებულია საჭირო დაწნევის დონეზე. რადგან ჩვენი შემთხვევისათვის დგუშის გადაადგილების ცვალებადობა დასაშვებია მცირე ზღვრებში, ამიტომ სიჩქარის ცვალებადობა, გამოწვეული შემსრულებელი მექანიზმის რგოლების რხევით არ წარმოადგენს სისტემის ხელისშემშლელ ფაქტორს დინამიკის თვალსაზრისით და

აუცილებელი არ არის დამატებითი მოწყობილობების (სიჩქარის რეგულატორების) დამონტაჟება დგუშის მუდმივი სვლის სიჩქარის შენარჩუნებისათვის.

დგუშის სვლის სიჩქარის რხევების მნიშვნელობათა განსაზღვრის მიზნით განვიხილავთ საერთო შემთხვევას, როცა დგუშის კამერის შევსება ხდება ჩვეულებრივი მილგაყვანილობის საშუალებით. ამის საფუძველზე შეიძლება განხილულ იქნას რამდენიმე კერძო შემთხვევა.

ჰიდრავლიკურ ცილინდრში დაწნევის მნიშვნელობა სითხის დაჭირხვნის შეიძლება განისაზღვროს განტოლების მიხედვით

$$P_{\text{ღ.ვ}} = P_0 - (\Delta P_1 - \Delta P_2 + \Delta P_{\text{ღ.ა}}), \quad (9)$$

სადაც $P_{\text{ღ.ვ}}$ არის სითხის დაწნევა ცილინდრში; ΔP_1 – მილგაყვანილობაში წნევის დაცემის მნიშვნელობა, რომლის საშუალებითაც დადგინდება (მყარდება) დგუშის ცვლის სიჩქარე;

$$\Delta P_1 = \frac{Q_{\text{ღ}}^2 K \gamma}{2g \alpha_1^2 F_1^2}, \quad (10)$$

სადაც $Q_{\text{ღ}}$ არის სითხოს რაოდენობა დაწნევისას; γ – სითხის მოცულობითი წონა (ხვ.წონა); F_1 – ცილინდრის კვების ფართობი; α_1 – სითხის ხარჯვის კოეფიციენტები, დამოკიდებული სითხის სიმტკიცეზე, ნაკადის ფართზე და ა.შ. ცილინდრული მილგაყვანილობისათვის $\alpha_1 = 0,5 \div 0,55$. ΔP_2 – დაწნევის ვარდნა მილგაყვანილობაში, რომლის საშუალებითაც მყარდება დამოკიდებულება სითხის $Q_{\text{ღ}}$ მოცულობასთან.

$$\Delta P_2 = \frac{Q_{\text{ღ}}^2 \gamma}{2g \alpha_{\text{ღ}}}, \quad (11)$$

სადაც $\alpha_{\text{ღ}}$ არის სითხის ხარჯვის კოეფიციენტი, დამოკიდებული სითხის დაწნევაზე. $\Delta P_{\text{ღ.ა}}$ – მილგაყვანილობაში სითხის დაწნევის ვარდნა;

$$\Delta P_{\text{გ.ა}} = Q_{\text{გ}} R_{\text{გ}}, \quad (12)$$

სადაც $R_{\text{გ}}$ არის მილგაყვანილობის დაწნევის წინაღობა.

დგუშზე მოქმედი უკუწნევა, შემსრულებელი მექანიზმის ზემოქმედებით გამოითვლება დგუშის წონასწორობის პირობიდან:

$$P_{\text{გ.გ}} F_{\text{გ}} = P_{\text{გ.ა}} F_{\text{ა}} + P, \quad (13)$$

სადაც $F_{\text{გ}}$ არის დგუშის დაწნევის ფართობი; $P_{\text{გ.ა}}$ – მილგაყვანილობის დაწნევა; $F_{\text{ა}}$ – მილგაყვანილობის კვეთის ფართობი; P – დგუშზე მოსული გადაცემების წინაღობა.

რიგი ალგებრული ჩასმებისა და გარდაქმნის შემდეგ წონასწორობის (13) განტოლებიდან მიიღება კვადრატული განტოლება დგუშის სიჩქარის მიმართ

$$V^2 + 2bV - C = 0, \quad (14)$$

$$\text{სადაც } 2b = \frac{(\varphi^2 R_{\text{გ}} + R_{\text{ა}}) F_{\text{ა}}}{\frac{\gamma F_{\text{ა}}^2}{g} \left[\varphi^3 \left(\frac{1}{\alpha_1^2 F_1^2} + \frac{1}{\alpha_{\text{ა}}} \right) + \frac{1}{\alpha_3^2 F_3^2} + \frac{1}{\alpha_{\text{გ}}} \right]}; \quad (15)$$

$$C = \frac{\varphi P_0 - P}{\frac{\gamma F_{\text{ა}}^2}{2g} \left[\varphi^3 \left(\frac{1}{\alpha_1^2 F_1^2} + \frac{1}{\alpha_{\text{ა}}} \right) + \frac{1}{\alpha_3^2 F_3^2} + \frac{1}{\alpha_{\text{გ}}} \right]}. \quad (16)$$

$$\varphi = \frac{F_{\text{გ}}}{F_{\text{ა}}};$$

კვადრატული განტოლების ამოხსნის შემდეგ დგუშის გადაცემების V სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით:

$$V = -b \pm \sqrt{b^2 + c}. \quad (17)$$

მოკლე მილგაყვანილობის შემთხვევაში, რითაც ხასიათდება წარმოდგენილი ჰიდრავლიკური სისტემა, სითხის ხახუნის მიღებში შეიძლება უგულვებელყოთ, ე.ი.

$$\varphi^2 R_{\text{გ}} + R_{\text{ა}} = 0. \quad (18)$$

მაშინ (14) განტოლებიდან

$$V = \sqrt{C} = \frac{\sqrt{\phi P_0 - p}}{F_a \sqrt{\frac{\gamma}{2g}} \sqrt{\phi^3 \left(\frac{1}{\alpha_1^2 F_1^2} + \frac{1}{\alpha_a} \right) + \frac{1}{\alpha_3^2 F_3^2} + \frac{1}{\alpha_a}}}, \quad (19)$$

სადაც R_a არის დაწნევის წინაღობა; α_a – სითხის ხარჯვის კოეფიციენტი მილგაყვანილობაში; α_e – სითხის ხარჯვის კოეფიციენტი ცილინდრში; F_3 – მილგაყვანილობის კვეთის ფართობი; α_3 – სითხის ხარჯვის კოეფიციენტი დროსელში; P_Δ – ცილინდრის მუშა მოცულობაში სითხის დაჭირხვნის შესაბამისი დაწნევა.

ამ განტოლებიდან ჩანს, რომ P_0 დაჭირხვნის შესაბამისი წნევისას მუშა კამერაში, დგუშის V სიჩქარე დამოკიდებულია მთელი რიგი პარამეტრებისაგან.

ჩვეულებრივ მილგაყვანილობაში ყენდება მხოლოდ ერთი დროსელი. ამის გამო სასურველია გადაიჭრას ამოცანა დროსელის დაყენების ადგილის ზემოქმედების შესახებ დგუშის მოძრაობის კანონზე, მით უმეტეს, რომ დგუშის წინსვლით და უკუსვლის მოძრაობის კანონები შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან.

ამ მიზნით გამოვრიცხოთ (19) ტოლობაში ყველა სახის წინაღობა დროსელის წინაღობის შემცველი წევრის გარდა. ϕ კოეფიციენტის მიხედვით, რომლის მნიშვნელობა უმეტეს შემთხვევაში ერთის ტოლია, დროსელის დაყენების ადგილს არა აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა. ამ შემთხვევაში $F_a = F_e = F$ და $\phi = 1$. შესაბამისი სიჩქარე დგუშისა გამოითვლება ფორმულით:

$$V = \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \frac{\alpha F \sqrt{P_0 - P}}{F_a}. \quad (20)$$

მოცემული ჰიდრაულიკური ამძრავის უქმი უკუსვლის სიჩქარის ზრდის k კოეფიციენტი ყოველთვის ერთზე მეტია

$$k = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{\frac{P_0}{P_0 - P}}. \quad (21)$$

პრაქტიკაში ხშირია შემთხვევა, როცა $\varphi \neq 0$. მაშინ დროსელის დაყენება შესაძლებელია როგორც მკვებავ, ასევე გამომავალ ხაზზე. პირველი შემთხვევისთვის (19) ტოლობიდან მივიღებთ

$$V = \alpha F \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \frac{\sqrt{\varphi P_0 - P}}{F_a^{3/2}} = \frac{\alpha F}{F_g} \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \sqrt{P_0 - P_g}, \quad (22)$$

სადაც
$$P_g = \frac{P}{F_g}$$

მეორე შემთხვევისათვის

$$V = \alpha F \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \frac{\sqrt{\varphi P_0 - P}}{F_a}. \quad (23)$$

(22) და (23) ტოლობების შედარებით ირკვევა, რომ ერთზე მეტი φ -სათვის, ე.ი. როცა $\varphi > 1$, ანუ როცა $F_g > F_a$, დროსელირების ეფექტი $\varphi^{3/2}$ -ჯერ მეტია, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როცა $\varphi = 0$.

რეგულირების აღწერილი სისტემის გამოყენება შესაძლებელია შემსრულებელი მექანიზმის მოქმედებისთვის, როცა საჭირო არ არის უდიდესი დაწნევა მილგაყვანილობაში, როცა მუშა დაწნევა არ აღემატება 10–20 კგ/სმ² დიაპაზონს [39].

2.2.3 ჰიდრაულიკური ამძრავის დგუშის მოძრაობის სიჩქარის სტაბილირება

წარმოდგენილი შემსხურებელი მექანიზმის გამომავალი პარამეტრების ცდომილებები შეიძლება გამოწვეული იქნეს მძიმე კლიმატური პირობებით, ატმოსფერული ნალექებით, სეისმური ზემოქმედებითა და ქარის ცვლადი დაწოლის ძალით. ამ ცდომილების აღმოფხვრისა და შემსრულებელი მექანიზმის დარეგულირების მიზნით აუცილებელია შენარჩუნებელი იქნას პნევმოცილინდრში დგუშის გადაადგილების იპტიმალური სიჩქარე (იგი იყოს სტაბილური) და შემსრულებელი მმექანიზმის გამომავალი პარამეტრების სიზუსტე მასზედ მოქმედი ნებისმიერი გარე დატვირთვისაგან დამოუკიდებლად. ერთი დროსელის გამოყენებით ამ მოცანის გადაწყვეტა შეუძლებელია, ამიტომ აუცილებელია მეორე დროსელის ჩართვა მოქმედ სისტემაში.

დავუშვათ, რომ პნევმოცილინდრის დგუშზე მოქმედებს ჰიდრავლიკური ხაზის მუდმივი P_0 დაწნევა. სითხის მუდმივი ხარჯი სეიდლება უზრუნველყოფილ იქნას მხოლოდ მიმდევრობით შეერთებული ორო დროსელის საშუალებით. ამათგან პირველი მორგებული უნდა იქნას დგუშის გადაადგილების მუდმივ სიჩქარეზე, ხოლო მეორე უნდა რეაგირებდეს ავტომატურად გარე ძალების ცვლადი ზემოქმედებისას ცვლადი წინაღობის პარამეტრებზე.

სითხის Q რაოდენობა, გამავალ პირველ და მეორე დროსელში, სითხის ნაკადის მთლიანობის პირობიდან გამომდინარე, უნდა იყოს ერთნაირი. ამიტომ შეგვიძლია დავწეროთ:

$$Q = \alpha_1 F_1 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (P_1 - P_2)} = \alpha_2 F_2 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} P_2}. \quad (24)$$

ამ ტოლობიდან

$$\Delta P = P_1 - P_2 = P_2 \left(\frac{\alpha_2 F_2}{\alpha_1 F_1} \right)^2. \quad (25)$$

ე.ი. შემსრულებელი მექანიზმის გაშლით გამოწვეული დაწნევა

$$P_1 = \Delta P + P_2. \quad (26)$$

დროსელების გამოყენებით შეიძლება დგუშის მოძრაობის სიჩქარის სტაბილურობა რეგულირების ეტაპების გავლით ორი ვარიანტის მიხედვით:

I. მეორე დროსელში მუდმივი დაწნევის სხვაობის შექმნა მისი მისი გამსვლელი კვეთისა და პირველ დროსელში დაწნევის სხვაობის ცვალებადობით.

II. პირველ დროსელში მუდმივი დაწნევის სხვაობის შექმნა მეორე დროსელის გამსვლელი კვეთის ცვალებადობით.

დგუშის რეგულირების ორთავე ვარიანტი გამოსადეგია წარმოდგენილი ჰიდრო-მექანიკური სისტემის ნორმალური მუშაობისათვის. ორთავე ვარიანტის გამოყენება იძლევა საშუალებას დაწნევის ცვალებადობის ფართო სპექტრისათვის შენარჩუნებული იქნას სითხის მუდმივი (თანაბარი) მოცულობითი ხარჯი, ე.ი. დგუშის გადაადგილების მუდმივი ხაზოვანი სიჩქარე [40].

2.2.4 ჰიდროსისტემის მილგაყვანილობის განგარიშება

ჰიდროსისტემის მეტად საჭირო ელემენტებს წარმოადგენს მილგაყვანილობები, რომლებიც შეიცავს არა მარტო სწორხაზოვან უბნებს, არამედ ყოველნაირ გადასვლებს, მომრგვალებებს, შევიწრივებულ მონაკვეთებს, გაფართოებებს და ა.შ., რაც თავისებურ გავლენას ახდენს სითხის დინებაზე და ჰიდროსისტემის ჰიდრავლიკურ წინაღობაზე. თეორიულ გათვლებზე დამყარებული წინაღობის ზუსტი განგარიშება მეტად რთულია, ამიტომ ჰიდროსისტემის დაგეგმარებისას ძირითადად გამოყენებულია ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები.

განვიხილოთ ჰიდრავლიკური ტრაქტის ზოგიერთი ელემენტი და დავადგინოთ წინააღმდეგობის შესაბამისი კოეფიციენტები, რომლებიც აუცილებელია გავითვალისწინოთ გაანგარიშებების დროს.

1. მილგაყვანილობის სწორი უბნები.

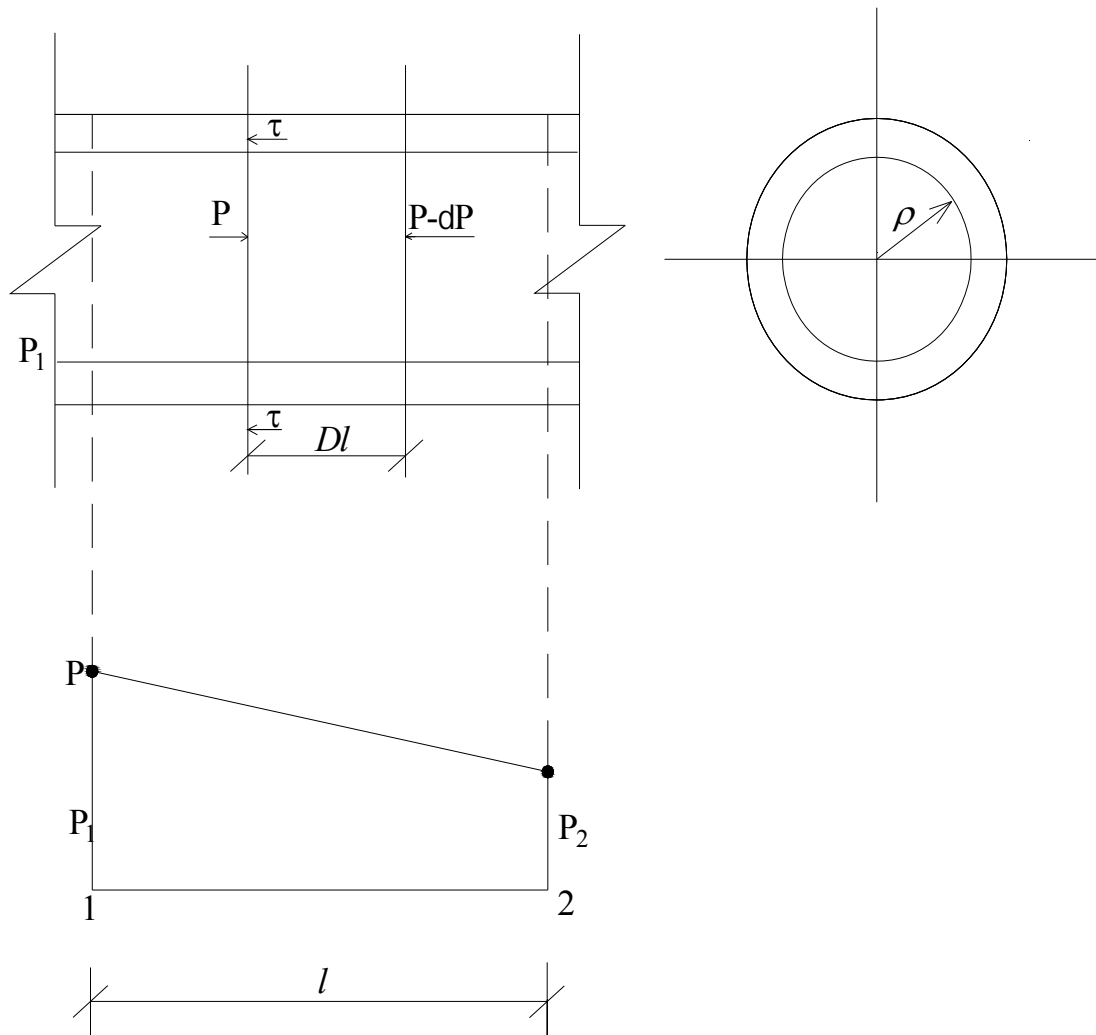
შეიძლება განვასხვავოთ სითხის დინების ორი შემთხვევა: საწყის უბნებზე, სადაც ხდება სითხის დინების სიჩქარის ფორმირება და მილში, სადაც სითხის დინების სიჩქარე მუდმივია. სითხის მოძრაობის ხასიათი საწყის უბნებზე დამოკიდებულია მილში შესასვლელის კონფიგურაციაზე, ე.ი. იმ “შეშფოთებაზე”, რომელიც განისაზღვრება მილის შესავალი ნაწილის მახასიათებლებით. თუ შესასვლელის კონფიგურაცია იცვლება მდორედ, მაშინ სითხის სიჩქარე ყველა კვეთში ერთნაირია.

შიგა ხახუნის ძალის ზემოქმედებით სითხის სიჩქარე მილის შიგა პერიმეტრზე ნაკლებია, ვიდრე მის ღერძულ ნაწილში, ხოლო მათი საშუალო სიჩქარე არის ერთნაირი.

სითხის დინების სიჩქარე საწყის უბნებზე დამოკიდებულია სითხის ხასიათზე და გააჩნია პარაბოლური ფორმა ლამინარული დინების დროს, ხოლო მიახლოებითი ხარისხოვანი (ან ლოგარითმული) ფორმა ტურბოლენტური (გრიგალური) დინებისას. უფრო მეტად სითხის მოძრაობა მილგაყვანილობებში ტურბოლენტურია.

მილგაყვანილობის სწორხაზოვანი უბნების გავლისას (ნახ.4.2.5.1) აღიძვრება მხოლოდ წინააღმდეგობა ჰიდროდინამიკური ხახუნის სახით. ფასონური უბნების გავლისას ძირითადად აღიძვრება ადგილობრივი წინააღმდეგობები ნაკადის შეფერხების შესაბამისად, გრიგალური წარმონაქმნები და სიჩქარეთა გადანაწილებანი.

განვსაზღვროთ ჰიდროდინამიკური წინააღმდეგობა სითხის ლამინირებული მოძრაობისას მილგაყვანილობაში. გამოვყოთ მილის ორი მეზობელი კვეთი dl ერთმანეთისაგან და ავიღოთ დინების ცენტრალური ნაკადი ρ რადიუსით.



ნახ.4.2.5.1 მილგაყვანილობის სწორხაზოვანი უბანი

ნაკადის შუბლა კედლისადმი წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე მოდებული უნდა იყოს ძალები $P\pi\rho^2$ და $(P-dP)\pi\rho^2$, რომელთა სხვაობა უნდა გაწონასწორდეს ხახუნის ძალით ცილინდრული მილის შიგა კონტურზე. ცილინდრის τ ერთეული ფართის ხახუნის ძალის შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს:

$$\pi\rho^2 dP = 2\pi\rho\tau dl, \quad (27)$$

სადაც

$$\tau = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{dP}{dl} \quad (28)$$

ნიუტონის კანონის ძალით ერთეულ ზედაპირზე მოსული ხახუნის ძალა

$$\tau = \mu \frac{du}{d\rho} \quad (29)$$

(27) და (29) ტოლობიდან ინტეგრების შემდეგ მივიღებთ

$$u - u_0 = \frac{dP}{dl} \frac{\rho^2}{4\mu} \quad (30)$$

სითხის მოძრაობის სიჩქარე მილის კედელთან ნულის ტოლია, ამიტომ თუ მივიღებთ, რომ $\rho = r$, გვექნება

$$u_0 = -\frac{dP}{dl} \frac{r^2}{4\mu} \quad (31)$$

მოცემულ კვეთში გავლილი სითხის მოცულობა

$$Q = \pi r^2 u_{\text{საშ}} = \int_0^r r \rho u \rho d\rho = -\frac{\pi r^4}{8\mu} \frac{dP}{dl}, \quad (32)$$

(32) ფორმულიდან დაწნევის გრადიენტი

$$\frac{dP}{dl} = -\frac{8\mu Q}{\pi r^4}. \quad (33)$$

Δl სიგრძეზე სითხის ცილინდრის წნევის დაცემა (დანაკარგი)

$$\Delta H = \frac{8\mu u_{\text{საშ}}}{r^2} \Delta l \quad (34)$$

თუ შევიტანთ ცვლილებებს: $d = 2r$, მივიღებთ

$$\Delta H = \lambda \frac{\Delta l}{d} \frac{\rho u_{\text{საშ}}^2}{2} \quad (35)$$

ე.ი. მოცემულია, რომ ლამინირებული მოძრაობისას სითხის დაწნევის დანაკარგი პირდაპირპროპორციულია ერთეული მოცულობის კინეტიკური ენერჯისა, მილის სიგრძისა, დიამეტრის ფარდობისა და წინაღობის λ კოეფიციენტისა.

ტურბოლენტური მოძრაობისას სითხის მოძრაობის წინაღობა დამოკიდებულია მილის შიგა ზედაპირის სიმქისეზე, რომელიც ხასიათდება უთანაბრობის Δ სიდიდითა და მილის D დიამეტრით.

მილის შევიწროვება იწვევს ადგილობრივ წინაღობას, რომელიც შეიძლება დავახასიათოთ წინაღობის კოეფიციენტით. მოულოდნელი შევიწროვებისას სითხის ნაკადის კვეთი მცირდება. გრიგალისებური დინების გამო აღიძვრება შედარებით დიდი წინაღობა.

ამ შემთხვევისათვის წინაღობის კოეფიციენტი განისაზღვება როგორც დაწნევის ფარდობა ნაკადის სიჩქარეზე, ე.ი.

$$\zeta = \frac{\Delta H}{\frac{\rho v^2}{2}} = 1 - \frac{F_1}{F_2}. \quad (36)$$

მნიშვნელოვანი წინაღობა აღიძვრება სითხის მოძრაობის მილგაყვანილობის მყისი გაფართოვებისას, გრიგალისებური ნაკადის წარმოქმნის გამო.

2. მილგაყვანილობის მრუდწირული უბნები.

მილგაყვანილობის, მრუდწირული შესრულებისას (მილის მუხლი, შემომღები მილი, დამრეცი მილი და ა.შ.) ნაკადის გამრუდების გამო აღიძვრება სითხის ინერციის ცენტრიდანული ძალები, რომლის ზემოქმედებით ყალიბდება გრიგალისებური ზონები, ე.ი. ადგილი აქვს სითხის ენერჯის დანაკარგებს.

წინაღობის კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია სითხის ნაკადის მოხვევის კუთხის ფარდობაზე მილის დიამეტრთან. მისი მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით:

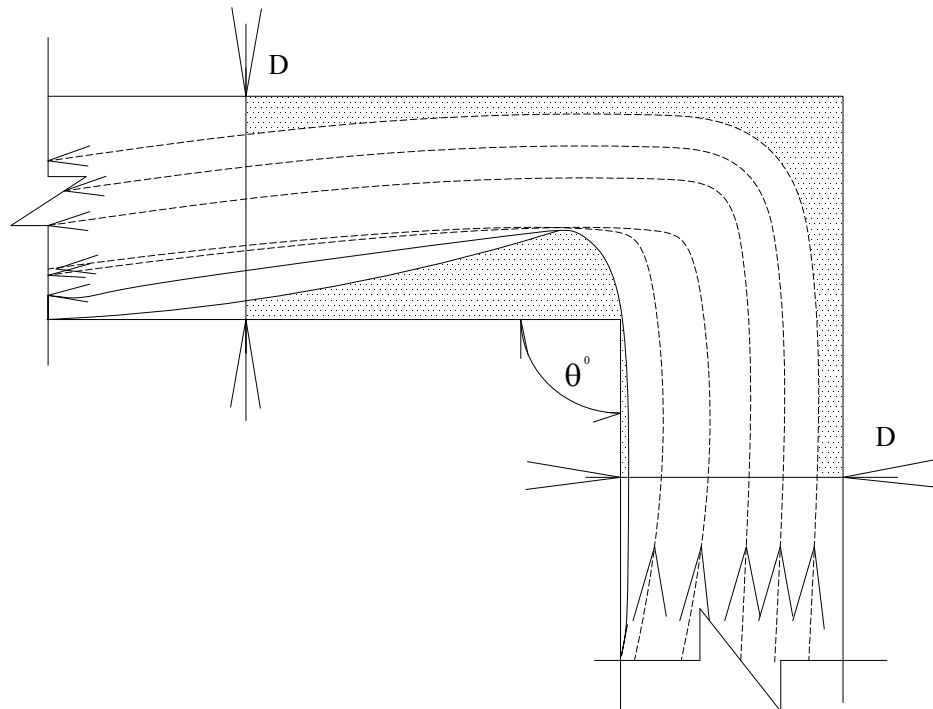
$$\zeta = \zeta' \frac{\theta}{90}, \quad (37)$$

სადაც ζ' არის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ფარდობაზე $\frac{D}{2r_{\text{ჩ}}}$; D – მილის დიამეტრი; $r_{\text{ჩ}}$ – მილის მოხვევის კუთხის რადიუსი;

$$\frac{D}{2r} = 0,1;0,2;0,3;.....;1,0;$$

$$\zeta' = 0,13;0,14;0,15;.....;1,98.$$

სითხის ტურბოლენტური მოძრაობა მოხრილ მილში შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემის მიხედვით (ნახ.4.2.5.2).



ნახ. 4.2.5.2 მილგაყვანილობის მრუდე უბანი

ჩატარებული გაანგარიშებების შედეგად, რაც დამუშავებულია ამჟამინდელი სისტემის კონსტრუქციულ შესრულებასთან, მიღებული იქნა საანგარიშო პარამეტრები როგორც დგუშის ცილინდრის გეომეტრიული ზომით, ასევე სითხის მოძრაობისა და დაწნევის მნიშვნელობის მიმართ.

წარმოდგენილი თეორიული გაანგარიშების მიხედვით ჩატარებულია შესაბამისი პრაქტიკული გამოთვლები ჰიდროსისტემის დაგეგმარების მიზნით [41].

ტუმბოს წარმადობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$Q = 1.5\pi(d^2 - d_1^2)V,$$

სადაც d არის ცილინდრის შიგა დიამეტრი; d_1 – ჭოკის დიამეტრი; V – დგუშის გადაადგილების სიჩქარე;

ტუმბოს წარმადობა $Q=10$ ლ/წმ-ია, $\Phi 100$ მმ მილში წყლის წნევა აღწევს 4 ატმ; $N=5$ კვტ; $n=2900$ ბრ/წთ; ამ მონაცემებით შევირჩიეთ ტუმბოს მარკა (საბჭოთა მონაცემებით), რომელსაც შეესაბამება 3K-9.

5. ვენახების სეტყვისაგან დამცავი კონსტრუქციის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობა

ინფორმაცია სოფლის მეურნეობის სამუშაოების მიმდინარეობის შესახებ საქართველოს მთელ რიგი რაიონებიდან ყოველ გაზაფხულზე და ზაფხულში ბრძოლის ველიდან მოსულ ინფორმაციას მოგვაგონებს. და მართლაც, ბრძოლა მიმდინარეობს კარგი მოსავლის ასაღებად. სტიქია - ქარი და სეტყვა, თავსხმა წვიმები და მოგვიანებით ყინვები ანადგურებს მოსავალს ათასეულ ჰექტრობით, ამასთან, მრავალწლიანი კულტურებისათვის, პირველ რიგში ვაზისათვის, დაზიანება თავს იჩენს მომდევნო 3 - 4 წლის განმავლობაში. აი რადენიმე მონაცემი: 2001 წელს თელავის რაიონის მეურნეობებში დაისეტყვა 1152 ჰა ვენახი, ზარალმა შეადგინა 1,83 მილიონი ლარი; 2004 წელს სეტყვამ - მაისისა და ივნისის თვეებში - ახმეტის რაიონში დააზიანა 2200 ჰა ვენახი, ზარალმა შეადგინა 1,7 მილიონი ლარი. საგარეჯოს, გურჯაანის, ყვარლის, ლაგოდეხის და სიღნაღის რაიონებში ძლიერმა სეტყვამ რომელიც მიმდინარე წელს აპრილსა და მაისს თვეში დაატყდა თავს ამ რაიონების ტერიტორიას გაანადგურა 30 ათას ჰექტარზე მეტი ვაზი. სამი დღის შემდეგ ამავე ტერიტორიებს სეტყვიანმა ქარიშხალმა გადაუარა. ამ სიის გაგრძელება კიდევ დიდხანს შეიძლება.

სეტყვისაგან დაზიანდა ასევე აზერბაიჯანის, მოლდავეთის, სომხეთის, თურქმენეთის და უკრაინის ქვეყნები, სასოფლო-სამეურნეო ფართობები და ადვილი წარმოსადგენია ამ სტიქიით გამოწვეული ზარალი. საკმარისია აღინიშნოს, რომ კ. უინოფის მონაცემებით, რომელიც ხელმძღვანელობს სეტყვის პროცესებზე მუშაობას აშშ-ში, იქ სეტყვისაგან მიყენებული ზარალი წელიწადში შეადგენს 300 მილიონ დოლარს[35].

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სახელმწიფო კომიტეტის მონაცემებით, ბოლო წლებში სტიქიური მოვლენების გამანადგურებელი მოქმედების (ძირითადად სეტყვისა და ქარის) შედეგად სოფლის მეურნეობა წელიწადში საშუალოდ 150 000 ტონა ყურძენს კარგავს.

ამის შედეგად სოფლის მეურნეობა განიცდის 70 მილიონ ლარამდე ზარალს წელიწადში, ხოლო რესპუბლიკის ღვინის წარმოებამ, მაგალითად, მარტო ბოლო ორ წელს დაკარგა 2 მილიარდ ლარამდე ღირებულების პროდუქციის გამოშვების საშუალება.

საქართველოს პირობებში უფრო ხშირი და ინტენსიური სეტყვა შეინიშნება კახეთის რაიონებში. მრავალწლიანი სტატისტიკური დაკვირვების შედეგები აჩვენებს, რომ რესპუბლიკის სხვადასხვა მიკრორაიონებში სეტყვა სხვადასხვა სიხშირით და ინტენსიურობით მეორდება. ზოგიერთ მათგანში სეტყვა ძალიან იშვიათია და მიყენებული ზარალიც უმნიშვნელოა.

ამ გარემოების გათვალისწინებით კახეთის საზოგადოებრივ მეურნეობებში შეიძლება გამოიყოს უფრო მეტად სეტყვასაშიში ტერიტორიები ვენახების საერთო ფართობით 30 ათასი ჰა, რომელთა გადახურვითაც შეიძლება ზარალის 80%-ით შემცირება.

მუდმივი დაკვირვებები აჩვენებს, რომ მითითებული 30 ათასი ჰა ვენახიდან სეტყვისა და ძლიერი ქარისაგან ყოველწლიურად ნადგურდება 40 ცენტნერზე მეტი ყურძენი.

როგორც უკვე აღინიშნა, საწარმოო გამოცდებმა აჩვენა, რომ სეტყვისაგან დამცავი გადახურვები ამავე დროს ძლიერი ქარებისაგანაც იცავს ვენახებს.

ამავე გამოცდებმა გამოავლინა, რომ სეტყვისაგან დამცავი გადახურვების გავლენით მოსავლიანობა საშუალოდ 15%-ით იზრდება და ყურძნის შაქრიანობა 1-1,5%-ით მატულობს.

ვენახის ნორმალური მოვლის პირობებში, როდესაც სეტყვას არა აქვს ადგილი, საშუალო მოსავალი კახეთის რიონებში ერთ ჰა-ზე 100 ცენტნერს შეადგენს[38].

ამგვარად, საშუალო წლიური ეფექტი ვენახის ერთ ჰა-ზე Θ , მიღწეული სეტყვისაგან დამცავი გადახურვების აგებით, გამოიხატება სეტყვითა და ქარით განადგურებისაგან გადარჩენილი 40 ცენტნერი ყურძნით; 15 %-ით გაზრდილი მოსავლიანობით და 1,5 %-ით გაზრდილი შაქრიანობით. ყველაფერი ეს ფულად გამოსახულებაში (2009 წლის ფასებით) შეიძლება შემდეგნაირად იქნეს წარმოდგენილი:

$$\Theta = (0,52 \times 4000) + (0,52 \times 1500) + (0,07 \times 6000) \times (3280) \text{ლარი}$$

მიღებულია, რომ 1 კგ ყურძნის ფასი ღია ფართობზე შეადგენს 0,45 ლარი, გადახურულ ფართობზე კი 0,52 ლარი, აქ გათვალისწინებულია ხარისხიანობის ამაღლება.

ამრიგად, მითითებული 30 ათასი ჰა ვენახის გადახურვის შედეგად ყურძნის საერთო მოსავალი წელიწადში იზრდება (5,5x30 000) ტ.=165 ათასი ტონით, ხოლო ჯამური ეკონომიკური ეფექტი შეადგენს

$$\Theta_{\text{ჯამური}} = (32\ 800 \times 30\ 000) \text{ლარი} = 98\ 400\ 000 \text{ლარი},$$

მოცემულ ეტაპზე ფაქტობრივი დანახარჯი 1 ჰა ვენახის გადახურვაზე საშუალოდ შეადგენს 12 500 ლარი., რომელთაგან:

ა) სეტყვისაგან დამცავი ბადეების ღირებულება (900 კგ) შეადგენს

$$(900 \times 5 \text{m}85) \text{ლარი} = 5\ 265 \text{ლარი}$$

(სეტყვისაგან დამცავი ბადის 1 კგ = 5,85 ლარი);

ბ) ბადეების მზა კონსტრუქციაზე გადაჭიმვის ხარჯები 1000 ლარს აღწევს;

გ) 1 ჰა გადახურვის შენახვის წლიური ხარჯი შეადგენს 200 ლარს.

ამგვარად, სექციისაგან დამცავი გადახურვის ამოგების პერიოდი

$$T = 12\,500 \text{ ლარი} / 3\,280 \text{ ლარი/წ} = 3,8 \text{ წელი}$$

გადახურვის მზიდი ნაწილის საექსპლოატაციო პერიოდის ხანგრძლივობა, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, 15 წელია, ხოლო კაპრონის მონოძაფის ბადეებისა - 5 წელი.

ამ მონაცემებიდან გამომდინარე, საშუალო წლიური ხარჯი დარჩენილი 11,2 წლის განმავლობაში ვენახის სექციისაგან დამცავი გადახურვის მოვლა-შენახვაზე (ბადეების შეცვლა 2-ჯერ, მიმდინარე რემონტი და ექსპლოატაცია) შეადგენს

$$P_2 = \frac{2 \cdot (5265 + 1000)}{11,2} + 200 = 1319 \text{ ლარი.}$$

მოყვანილი ანგარიშები აჩვენებს, რომ 1 ჰა ვენახის სექციისაგან დამცავი გადახურვის მოვლა-შენახვაზე და ექსპლოატაციაზე გაწეული ხარჯი 11,2 წლის განმავლობაში მთლიანად ანაზღაურდება გადახურვისაგან მიღებული მოგების ნაწილით, მისი დანარჩენი ნაწილი კი სუფთა წლიური მოგებაა, მიღწეული ამ ღონისძიების შედეგად:

$$(3280 - 1319) = 1961 \text{ ლარი}$$

საშუალო წლიური დანახარჯი 1 ჰა ვენახის დამუშავებაზე კახეთის საზოგადოებრივ მეურნეობებში შეადგენს 1500 ლარი

აქედან გამომდინარე, სექციისა და ძლიერი ქარისაგან გამოწვეული ზარალის გათვალისწინებით, 1 ცენტნერი ყურძნის თვითღირებულება შეადგენს

$$C_1 = \frac{1500}{100 - 40} = 25 \text{ ლარი/ც.}$$

1 ცენტნერი ყურძნის თვითღირებულება გადახურული ვენახებიდან, ბუნებრივია, მეტია და შეადგენს

$$C_2 = \frac{(1500 + 1868)\text{ლარი}}{(100 - 15)\%} = 29,3 \text{ ლარი/\%}$$

აქ საშუალო წლიური დამატებითი დანახარჯი, დაკავშირებული გადახურვის მოწყობასა და მოვლა-შენახვასთან, შეადგენს:

$$\frac{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3}{15} = \frac{12500 + 12530 + 3000}{15} = 1868 \text{ ლარი}$$

სადაც Π_1 გადახურვის მოწყობაზე გაწეული საწყისი ხარჯებია;

Π_2 - ბადის ორჯერ გამოცვლის ხარჯები;

Π_3 - ნაგებობის ექსპლოატაციის ხარჯები.

საერთო საშუალო წლიური ეკონომიური ეფექტურობა სეტყვისაგან დამცავი ბადეების დანერგვის შედეგად 1 ჰა ფართობზე ფუნქციონირების 15-წლიანი ციკლის განმავლობაში შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$\Xi = (\Pi_2 - C_2) A_2 - (\Pi_1 - C_1) A_1$$

სადაც Π_1 , C_1 1 კგ ყურძნის გასაყიდი ფასი და დამუშავების თვითღირებულებაა

ლარებში ღონისძიების დანერგვამდე;

Π_2 , C_2 - 1 კგ ყურძნის გასაყიდი ფასი და დამუშავების

თვითღირებულება ლარებში ღონისძიების დანერგვის

შემდეგ;

A_1 , A_2 - ყურძნის წარმოება (სასაქონლო პროდუქცია) 1 ჰა ფართობზე

ღონისძიების დანერგვამდე და მასშემდეგ კგ-ში.

$$\Xi = (0,52 - 0,293) \times 1150 - (0,45 - 0,25) \times 6000 = 1410 \text{ ლარი}$$

დასკვნების სახით აღვნიშნავთ:

- 1 ვენახების გადახურვის დანახარჯის ანაზღაურების ვადა შეადგენს 4 წელს;
- 2 ეკონომიური ეფექტურობა 1 ჰა ვენახის გადახურვიდან შეადგენს წელიწადში 1410 ლარი.

- 3 უნიკალური, მარალხარისხოვანი ჯიშების ვენახის 30 000 ჰა ფართობის გადახურვის ეკონომიკური ეფექტურობა შეადგენს წელიწადში 40 მილიონ ლარს.
- 4 ვენახების სექცისაგან დამცავი გადახურვის ეფექტურობა კიდევ უფრო მეტად საგრძნობი გახდება, თუ გავითვალისწინებთ ყურძნისაგან დამზადებული კვებისა და ღვინის წარმოების პროდუქციის ღირებულებას ღვინის, კონიაკის, წველების და ა.შ. სახით.

ამგვარად, მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში ვენახის სექცისაგან დამცავი გადახურვები იმყოფება ექსპერიმენტული მშენებლობის სტადიაში და მათი თვითღირებულება საკმაოდ მაღალია, მათი დანერგვისაგან მიღებული ეკონომიკური ეფექტი მნიშვნელოვანია.

ძალიან საყურადღებოა ის გარემოებაც, რომ სოფლის მეურნეობის კულტურების პასიური დაცვის მეთოდი, როგორც არის ბადისებრი გადახურვის გამოყენება, უზრუნველყოფს მოსავლის დაცვას მაღალი ეკოლოგიური სისუფთავით.

6. დასკვნები

- ვ) წარმოდგენილია საქართველოს და მსოფლიოს ვენახების სექცვასაწინააღმდეგო სისტემების მიმოხილვა, გაანალიზებულია განვითარების ძირითადი ეტაპები და კონსტრუქციული სქემების შედარებითი ანალიზი;
- დ) დამუშავებულია სექცვასაწინააღმდეგო ბადისებური ახალი კონსტრუქციების სქემები ავტომატური გასაშლელ–დასახური მართვის სისტემით;
- ე) შექმნილია გაანგარიშების მოდელი რომელიც ითვალისწინებს ყველა შესაძლო დატვირთვებს და შერჩეულია კონსტრუქციის ოპტიმალური ვარიანტი;
- ფ) გამოკვლეულია ჰიდრაულიკური სისტემების ძირითადი პარამეტრები, განსაზღვრულია დგუმის სიჩქარე ცილინდრის კვებისას ტუმბოს საშუალებით;
- გ) განხილულია შემსრულებელი მექანიზმის ჰიდრაულიკური ამძრავის დგუმის გადაადგილების სიჩქარის რეგულირების ამოცანა, დადგენილია დროსელების გამოყენებით დგუმის მოძრაობის სიჩქარის სტაბილირება რეგულირების ეტაპის გავლით ორ ვარიანტად: ა) მეორე დროსელში მუდმივი დაწნევის სხვაობის შექმნა მისი გამსვლელი კვეთისა და პირველ დროსელში დაწნევის სხვაობის ცვალებადობით, ბ) პირველ დროსელში მუდმივი დაწნევის სხვაობის შექმნა მეორე დროსელის გამსვლელი კვეთის ცვალებადობით;
- ჰ) გაანგარიშებულია ჰიდროსისტემის მილგაყვანილობა სწორი და მრუდწირული უბნების გათვალისწინებით;
- ი) დამტკიცებულია ვენახის სექცვასგან დამცავი გადახურვის დამუშავებული კონსტრუქციის განხორციელების ტექნიკურ–ეკონომიკური ეფექტურობა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Абшаев М. Т, Дадали Ю. А, Локализация градовых очагов в кучево-дождевых облаках , 1970, Миг, 9, 28-36.
2. Сулаквелидзе Я. Г, Ливневые осадки в горных странах на примере Закавказья, 1988.
3. Абшаев М. Т, Бибилфишвили Н. Ш и др, Радиолокционные методы определения микроструктуры и водности (ледности) облаков, Гидрометиздат, Л, 1967, 49-75.
4. Тактакишвили Д. И, Устройство защиты виноградников от града, Грузинский сельскохозяйственный институт, Тбилиси, 1976.
5. შანბიძე მ. ნ, ბაცაძე შ. იუ, ორჯონიკიძე ა. ა. და სხვ. ვენახების სეტყვასაწინააღმდეგო გადახურვის მოწყობილობა, Авт, с, №677725, БИ №29, 1979.
6. ჭეიშვილი ჰ. ვ, ცხადაძე ო. გ, ცულაბერიძე ნ. გ, Создание новых защитных трикотажных сетчатых полотен, 1979.
7. Мелашвили Ю. К, Сулаберидзе О. Г, Расчет и проектирование висячих покрытий, - Тбилиси, Месниереба, 1985.
8. Тактакишвили Д. И. Шапакидзе Э. Д, Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с, №520076, БИ №25, 1976.
9. Мачаидзе Г. Н, Мачаидзе Г. Г, Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с, №895357, БИ №7, 1982.
10. Бучукури В. А, Тавберидзе Д. Г, Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с, №703065, БИ №46, 1979.
11. Чхубианишвили Г В, Канделаки О М, Меладзе Т А и др, Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с, №68521, БИ №34, 1979.
12. Сулаберидзе О. Г, мелашвилми Ю К, Устройство для защиты от града расположенных на шпалерных проволоках сельскохозяйственных растений, Авт, с, №1130256, БИ №47, 1984.
13. Кохашвили И В, Имерлишвили Г. В, Черненко В. Д, Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с, №703065, А 01G 13/02, 1979.
14. Окуджава Л. Ш, Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с, №1644815, А 01G 13/02, 1988.
15. Окуджава Л. Ш, Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с, №1142053, А 01G 13/02, 1982.
16. FR 2 873 890 – А1, 06.08.04.
17. FR 2 889 788 – А3, 16.08.06.

- 18.FR 2 861 780 – A1, 05.11.03.
- 19.GR 970100006/1002871, 10.01.97.
- 20.FR 2 842 071 - A1, 09.07.02.
- 21.FR 2 883 320 - A1, 21.03.05.
- 22.DE 10 2005 053 425 A1, 2006.12.07.
- 23.US 20040134122 A1.
- 24.Николашвили Н. П , Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с,№1782455, А 01G 13/02, 1990.
- 25.Николашвили Н. П , Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с,№1789127, А 01G 13/02, 1990.
- 26.Николашвили Н. П , Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с,№1743471, А 01G 13/02, 1989.
- 27.Николашвили Н. П , Устройство для защиты от града виноградных насаждений, Авт, с,№1818008, А 01G 13/02, 1991.
- 28.Нагрузки и воздействия. СНиП 2. 01. 07 – 85, М , 1987.
29. Беспрозванная И М,Соколов А. Г, Фомин Г. М, Воздействие ветра на высокие сплошно-стенчатые сооружения, - М, стройиздат,1976.
- 30.Казакевич М. Н, Мелашвилми Ю. К, Сулаберидзе О. Г, Аэродинамика висячих покрытий - Киев Будивильник, 1983.
- 31.Идельчик В. Е, Справочник по гидравлическим сопротивлениям - М, Л, 1960.
- 32.Мелашвилми Ю. К, Сулаберидзе О. Г, Разработка и исследование новых типов висячих градозащитных сетчато-вантовых покрытий виноградников - Труды международного конгресса ИАСС-М, 1985.
- 33.Сулаквелидзе Т. К , Ливневые осадки и град – Л , Гидрометеоздат, 1967.
34. Женев Р, Град (перевод с франц), - л, Гидрометеоздат, 1966.
- 35.Качурин Л. К, Физические основы воздействия на атмосферные процессы - Л , Гидрометеоздат, 1978.
- 36.Фершинг Г, Основы аэроупругости , - М, Машиностроение, 1984,- 600с.
- 37.Fischer O., Kolousek V, Aeroelasticita stavebnich Konstrukci.-Praha. Academia, 1977. – 500p.
38. Турманидзе Т. Н. Климат и урожай винограда.- л, Гидрометеоздат, 1981.
- 39.Кожевников С. Н, Лещат В. Ф. Гидравлический и

- пневматические приводы машин. М., “Машиностроение”, 1973 – 360с.
40. Кожевников С. Н, Праздников А. В. Экспериментальное исследование системы гидроавтоматики. сб. “Гидропровод и гидропневмоавтоматика”. Киев, “Техника”, 1968, с. 179-185.
 41. Кожевников С. Н. Апаратура и механизмы гидромашин. М., 1961 -552с.
 42. ნიკოლაშვილი ნ., რეკვავა პ. – ქარის დინამიკური და სტატიკური ზემოქმედება ვენახის სექვისგან დამცავ ბადისებზე გადახურვაზე –”მეცნიერება და ტექნოლოგიები” 2010, 10–12, 105–108 გვ.
 43. Nikolashvili N., Tsikarishvili M. – Optimal sheme of vineyards hail protection meshy structure covering with autoamtic control- “PROBLEMS OF MECHANICS” 2010, № 4(41), 134-139.
 44. ნიკოლაშვილი ნ. – სექვისაწინააღმდეგო ბადის კონსტრუქციული სისტემის რეაქცია ქარსა და სეისმურ ზემოქმედებაზე –”მშენებლობა” 2010, 3(18), 101–104 გვ.
 45. მართვის თეორია. წიგნი პირველი, პროფ. ა. გუგუშაშვილის და პროფ. რ. ხუროძის რედაქციით – თბილისი 1999, 17 84 გვ.