

მ. გომიურშია, შ. სპირაშვილი, შ. ნაღვანოშვილი,
ა. ნაგაშვილი, ბ. პენაშვილი

ეგნე-საგრიანსკორო
განქანები

განათლება

შესავალი

ადამიანის შრომის გასაადვილებლად და მისი ნაყოფიერების გაზრდისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს შრომის პროცესების მექანიზაციას. ამ საკითხს კაცობრიობა თავიდანვე განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევდა და ცდილობდა შეექმნა ესა თუ ის ხელსაწყო, რომელიც ცოტად თუ ბევრად შეუმსუბუქებდა ძნელი და შრომატევადი სამუშაოების შესრულებას. მაშინდელ „მექანიზებულ“ ობიექტად შეიძლება დავასახელოთ ჭიდან წყლის ამოღება ბერკეტისა (ბერკეტი, რომელსაც ერთ ბოლოზე მიმაგრებული ჰქონდა ტვირთი და მეორეზე კი კასრი, ჩამოკიდებული იყო ჭასთან ახლო მდგარ ხის ტოტზე) და ჯალამბრის საშუალებით (უძრავი ბერკეტი, რომელსაც ერთ ბოლოზე ჩამოკიდებული ჰქონდა ტვირთი, ხოლო მეორეზე წამოკმული იყო ხის დოლი; სახელურის საშუალებით ადამიანი ატრიალებდა დოლს, რომელზედაც ეხვეოდა თოკი და ზღებოდა კასრის აწევა — ამოღება ჭიდან). ეს „მექანიზებული“ ხელსაწყოები ნაჩვენებია ერთ-ერთ ჩინურ ხელნაწერში, რომელსაც ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 2200 წელზე მეტი ხნის ისტორია აქვს.

უფრო მეტად მექანიზებული იყო ისეთი სამუშაო ობიექტები, როგორიცაა ზემოთქონის ტვირთების ერთი ადგილიდან მეორეზე გადატანა და გარკვეულ სიმაღლეზე მათი აწევა-ატანა. აქ შეიძლება დავასახელოთ ველიოპოლისის ტაძრის სვეტები, რომელთა წონა შეადგენდა 360-მდე ტონას; არტემიდის ტაძრის მარმარილოს კოჭები, რომელთა სიგრძე 90 მ აღწევს; ძველი ეგვიპტის 50 მ-იანი ობელისკები; პირამიდის ქვები, რომლებიც (თითოეული) იწონიდა 90-მდე ტონას; რამზეს მეორის ქანდაკება, რომლის წონა შეადგენდა 700 ტონას; ჩინური და იაპონური (პეკინში და კიოტოში) ზარები, რომლებიც, შესაბამისად, 55 და 63 ტონას იწონიან; კრემლის პირველი მეფე-ზარი, რომლის წონაა 130 ტონა; გრანიტის მასა, ჩამოტანილი პეტერბურგში პეტრე პირველის ძეგლისათვის, რომელიც იწონიდა 1000-მდე ტონას; ისააკის ტაძრის 46 სვეტი, თითოეული 100 ტონა წონის, და ალექსანდრეს სვეტი, რომელიც 600 ტონას იწონიდა.

ჩამოთვლილი სამუშაოები ძირითადად სრულდებოდა სოლებით, დახრილი სიბრტყეებით, ბერკეტებით, საგორავებით, ბაგირებით, ჭაღებით, პოლისპასტებით, მარტივი ჯალამბრებითა და სხვა პრიმიტიული ხელსაწყო-იარაღებით.

მარტივი კონსტრუქციის ტვირთამწევი მანქანების (ამწეების) შექმნა-გამოყენება მიეკუთვნება XIV—XV საუკუნეებს, როდესაც ევროპის ქვეყნებში, კერძოდ იტალიაში, გერმანიაში და ჩეხიაში აგებულ იქნა საბრუნო ამწეები ხის ჩონჩხით, რომლებიც შეიძლება ჩაითვალოს თანამედროვე ამწეების პროტოტიპად. ეს ამწეები ხელითაშქრავიანი იყო.

მანქანითაშქრავიანი ამწეების მშენებლობის განვითარება დაკავშირებულია პოლზუნოვისა და უატის გამოგონებებთან და მიეკუთვნება XVIII საუკუნის ბოლოსა და XIX საუკუნის დასაწყისს. გასული საუკუნის 80-იან წლებში აგებულ იქნა პირველი სარკინიგზო ამწე, სადაც ამძრავად გამოყენებული იყო ორთქლის ენერგია. დაახლოე-

ეზით ამ პერიოდს შეიძლება მივაკუთვნოთ ხიდური და პორტალური ამწეების შექმნაც (რა თქმა უნდა, უფრო პრიმიტიული კონსტრუქციის, ვიდრე თანამედროვე კონსტრუქციის ამწეებია).

უფრო სრულყოფილი კონსტრუქციის ტვირთამწევი მანქანების მშენებლობის ფართო განვითარება დაიწყო რუსეთში ელექტროამძრავის გამოგონების შემდეგ, როცა შეიქმნა მუდმივი (ბ. იაკობი, 1834 წ.) და ცვლადი დენის (მ. დოლივო-დობროვოლსკი, 1896 წ.) ძრავები. ელექტროამძრავიანი ჯალამბრები და ელექტროხიდური ამწეები აიგო გერმანიაში 1880 წელს. 1905 წ. გერმანიაში პირველად იქნა აგებული თავისუფლად მდგარი სტაციონარული საბრუნო ამწე და 1908 წ.—თვითმავალი კოშკური ამწე ასაწევი ისრით.

თანამედროვე პირობებში მომუშავე ამწევი მანქანები, რა თქმა უნდა, დიდად განსხვავდება ადრინდელი ამწევი მანქანებისაგან. მათ გაცილებით უფრო მეტი ტვირთამწეობა, მწარმოებლობა და ექსპლოატაცია—მომსახურების უზიშროება ახასიათებთ. თანამედროვე მანქანების ტვირთამწეობა დადგენილია სტანდარტით, რომელიც აღწევს 1000 ტონას. მოძრაობის სიჩქარე (მაგალითად, ხიდური ამწის გადასაადგილებელი მექანიზმისათვის) დასაშვებია 120 მ/წთ.

ი ამწეების შექმ-
ნამედროვე კონს-

ის მშენებლობის
ების შემდეგ, რო-
ივო-დობროვოლ-
რობილური ამწე-
ნა აგებული თა-
მავალი კოშკური

ნდა, ღიდად გან-
ო მეტი ტვირთ-
ება ახსიათებთ.
ტით, რომელიც
გადასაადვილე-

თ ა ზ ი პ ი რ გ ე ლ ი

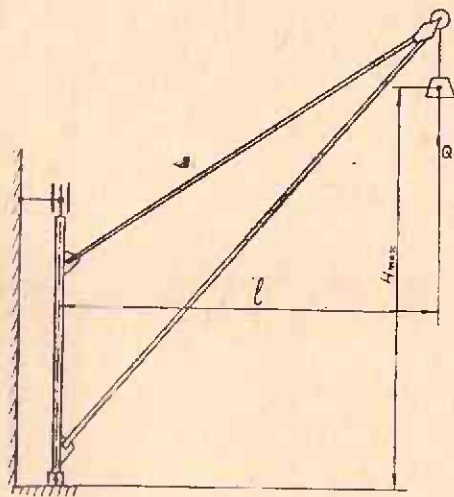
ზოგადი ცნობები და მონაცემები

1. ტვირთამწევი მანქანების ძირითადი ტიპები და ლითონკონსტრუქციის სქემატური გამოსახვა

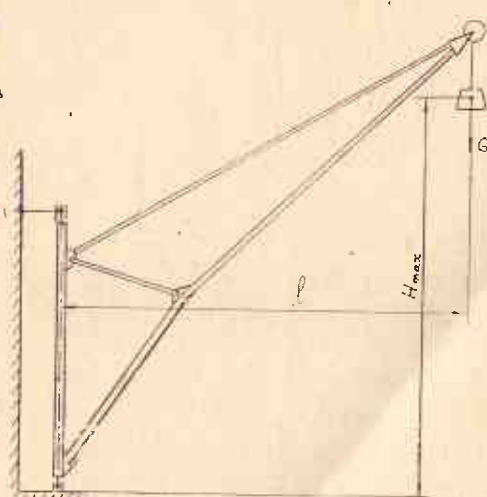
ტვირთამწევი მანქანების უმარტივესი ტიპია წვევარა, რომელიც შეიძლება იყოს ხრახნული, ლარტყული და ჰიდრავლიკური. უმარტივესი ტიპია აგრეთვე ჯალამბარი და ტელფერი. მათი კონსტრუქციული და სქემატური სახეები მოცემულია სათანადო ლიტერატურაში.

უფრო რთული კონსტრუქციის ამწევი მანქანების სქემატური გამოსახვა და მათი ლითონკონსტრუქციების გაანგარიშება ძირითადად მოცემულია არსებულ სახელმძღვა-
ნელოებსა და ალბომებში. აქ მოგვყავს ძირითადი ტიპის ამწევი მანქანების სქემები და მათი ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშების ძირითადი მეთოდები.

1.1 და 1.2 ნახაზებზე ნაჩვენებია მარტივი კონსტრუქციის, მბრუნავსვეტიანი (დგარიანი), მუდმივგადაწვდომიანი ($l = const$) ამწე, სადაც დოლი მბრუნავ სვეტზეა დამაგრებული და ჭადი კი — ამწის წვეროზე.

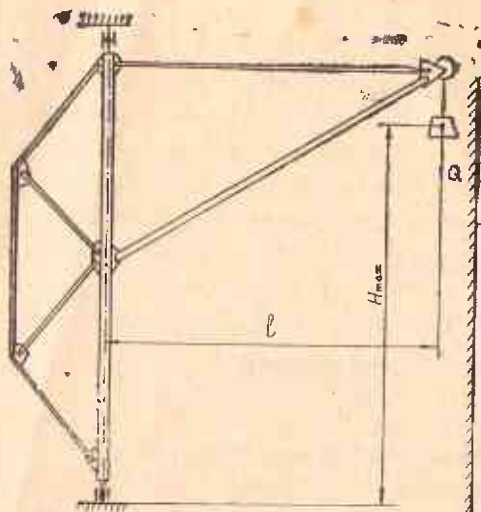


ნახ. 1.1.

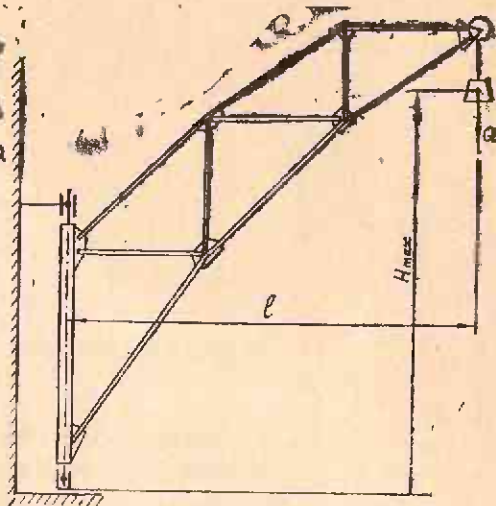


ნახ. 1.2.

1.3 და 1.4 ნახაზებზე მოცემულია რთულფერმიანი, მბრუნავსვეტიანი ამწეები აგრეთვე მუდმივი გადაწვდომით.

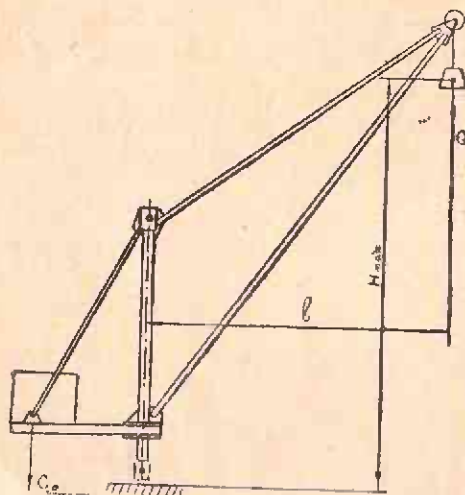


ნახ. 1.3.

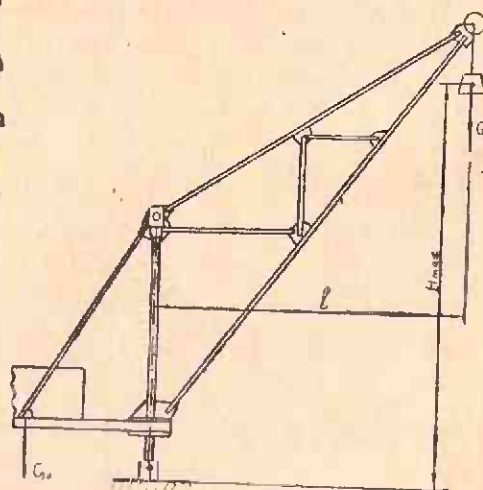


ნახ. 1.4.

1.5 და 1.6 ნახაზებზე მოცემულია უძრავსვეტიანი, რთულფერმიანი, მუდმივგადაწვდომიანი ამწეები, რომელთაც გასაწონასწოებლად აქვთ საპირწონე.



ნახ. 1.5.

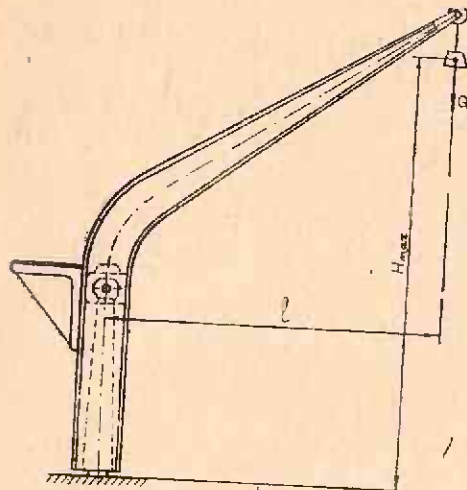


ნახ. 1.6.

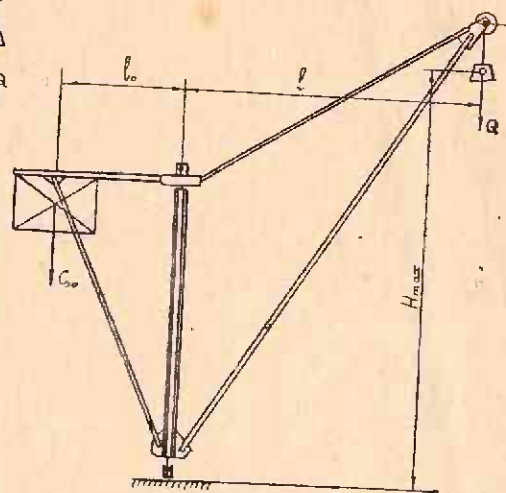
1.7 ნახაზზე ნაჩვენებია უძრავსვეტიანი, მუდმივი გადაწვდომის ამწე, რომელსაც მთლიანი დგარი აქვს, 1.8 ნახაზზე კი — ზედასაპირწონიანი, უძრავსვეტიანი ამწე.

1.9 ნახაზზე ნაჩვენებია ეგრეთ წოდებული „სიმიანი“ (კედლის) საბრუნე ამწე, რომელიც შედგება ჰორიზონტალური კოჭისა და ვერტიკალური მბრუნავი დგარისაგან. კოჭი და დგარი შეკრულია სიმიით. ტვირთი პატარა ურიკის საშუალებით მოძრაობს ჰორიზონტალური კოჭის ქვედა (ნახ. 1.9 ა) ან ზედა (ნახ. 1.9 ბ) თაროზე. აქ გადაწვდომა ცვლილია.

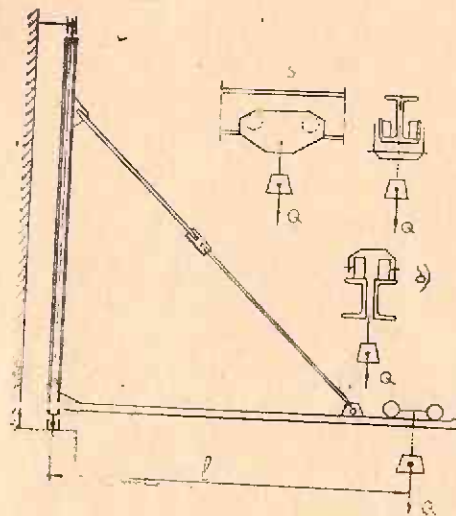
1.10 ნახაზზე ისეთივე ამწეა ნაჩვენები, მხოლოდ სიმის მაგივრად აქ აღებულია ცხრილური ფერმა. ურიკა შეიძლება მოძრაობდეს როგორც ქვედა, ისე ზედა თაროზე.



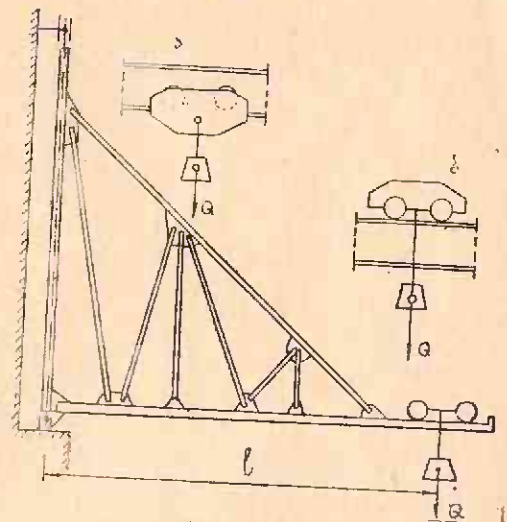
Боб. 1.7.



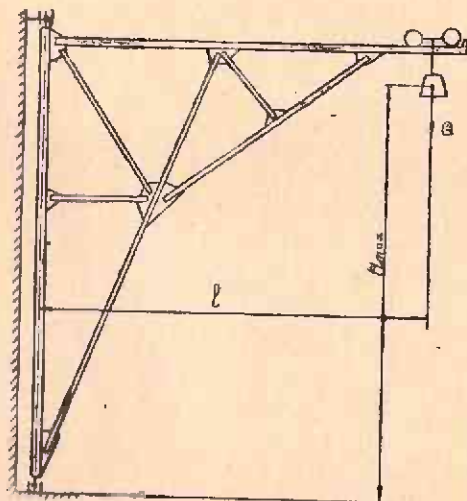
Боб. 1.8.



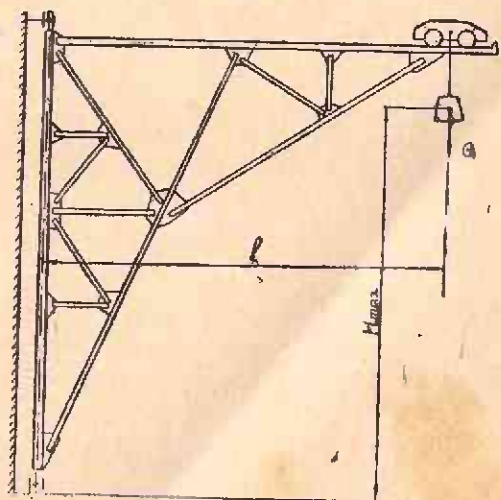
Боб. 1.9.



Боб. 1.10.



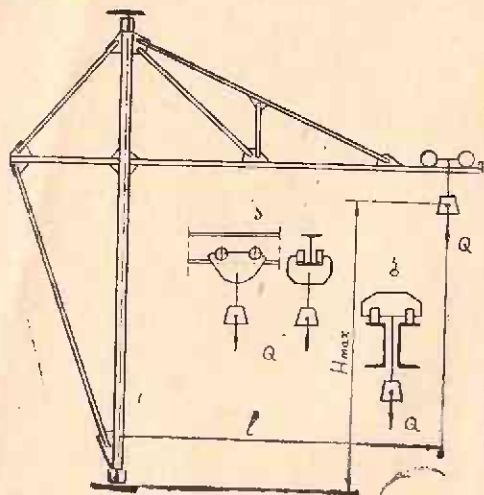
Боб. 1.11.



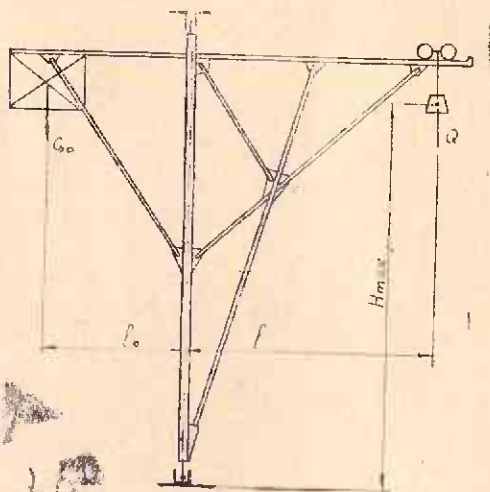
Боб. 1.12.

1.11, 1.12, 1.13 და 1.14 ნახაზებზე ნაჩვენებია უფრო მძლავრი და უფრო რთულ-ფერმიანი, ცვლადგადაწვდომიანი ამწეები. აქ, პირველ კონსტრუქციაში, ურიკის მოძრაობა წარმოებს მბრუნავ სვეტზე მიმაგრებული ან ჰორიზონტალურ კოჭზე დადგმული უძრავი მექანიზმით და მეორეში კი ურიკის გადასადგილებელი (აგრეთვე ტვირთამწევი) მექანიზმი თავით ურიკაზეა მოწყობილი და მოძრაობს მასთან ერთად. თუ 1.12 ნახაზზე მოცემულ კონსტრუქციაში ურიკის მაგივრად ტელფერი იქნება გამოყენებული, მაშინ მისი გადაადგილება ქვედა თაროზე დამოუკიდებლად მოხდება.

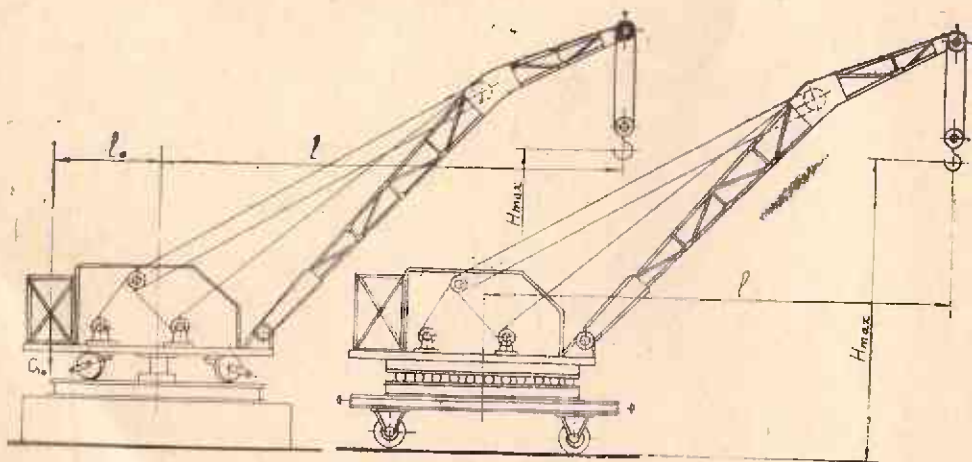
1.15, 1.16, 1.17 და 1.18 ნახაზებზე მოცემულია თვითმავალი ისრისანი ამწეების სქემები.



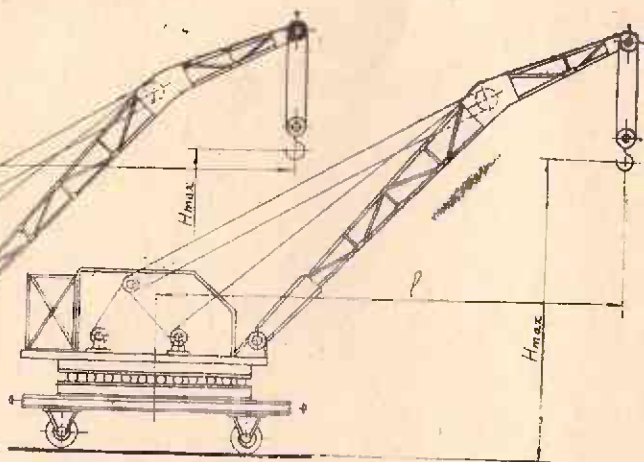
ნახ. 1.13.



ნახ. 1.14.

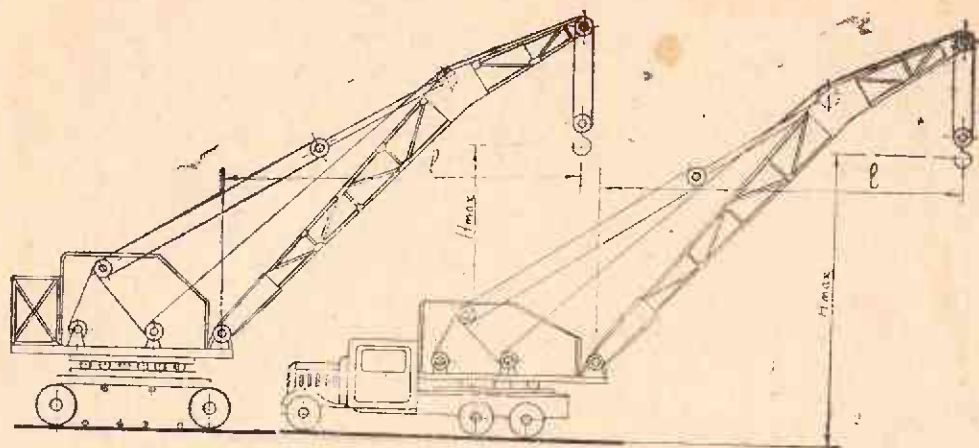


ნახ. 1.15.



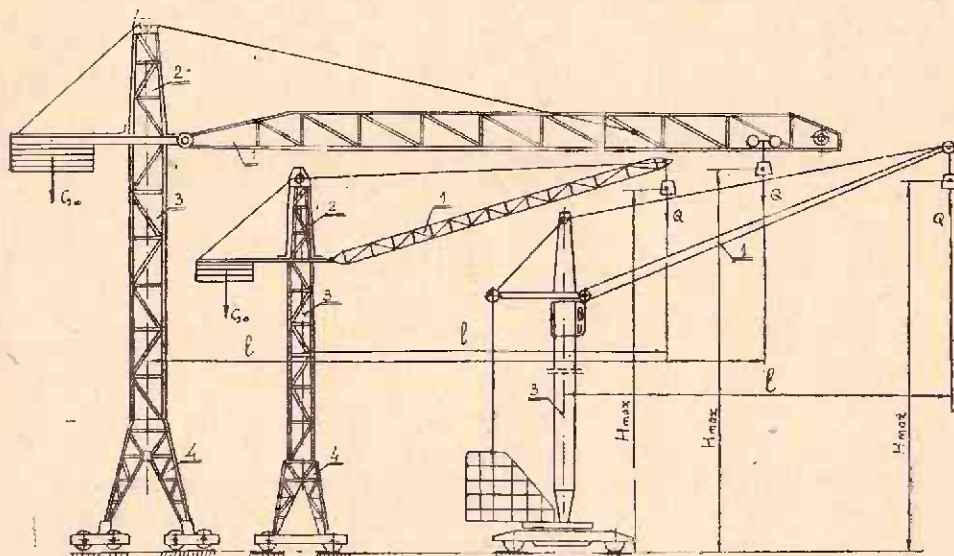
ნახ. 1.16.

1.19, 1.20 და 1.21 ნახაზებზე კოშკური ამწეების სქემებია ნაჩვენები. ამათგან, მესამე და მეორე — მუდმივგადაწვდომიანია, პირველი კი — ცვლადგადაწვდომიანი (აქ ქვედა თაროზე ურიკა მოძრაობს). ამ ამწეებში ისრის აწევ-დაწევა (ე. ი. გადაწვდომის შეცვლა) ხდება (ურიკის ამწის შემთხვევაში ისრის აწევის დროს ურიკა უნდა დამაგრდეს ისარზე უძრავად):



6об. 1.17.

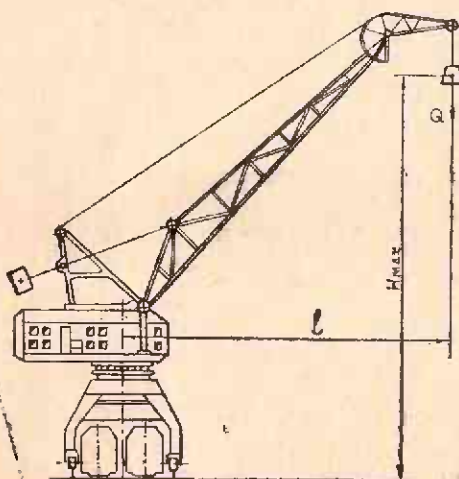
6об. 1.18.



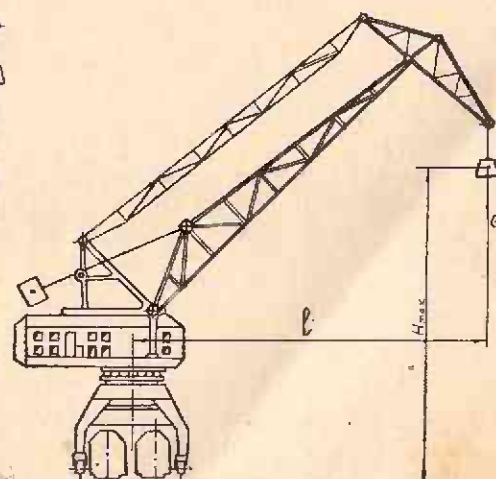
6об. 1.19.

6об. 1.20.

6об. 1.21.



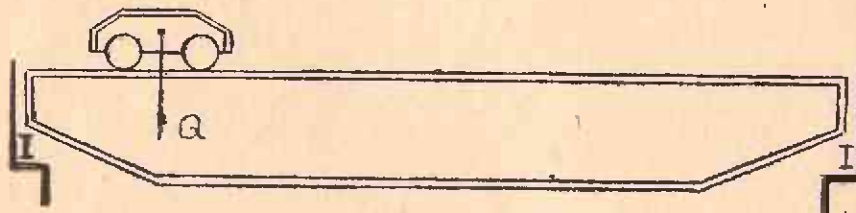
6об. 1.22.



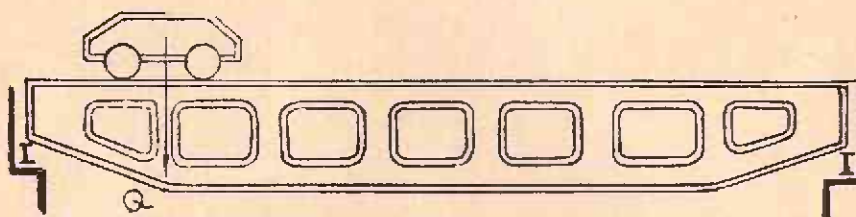
6об. 1.23.

1.22 და 1.23 ნახაზებზე მოცემულია პორტალური ამწეების სქემები, სათანადოდ, შოქნილდამჭიმის მრუდხაზოვანხორთუმის და ხისტდამჭიმის სწორხაზოვანხორთუმის.

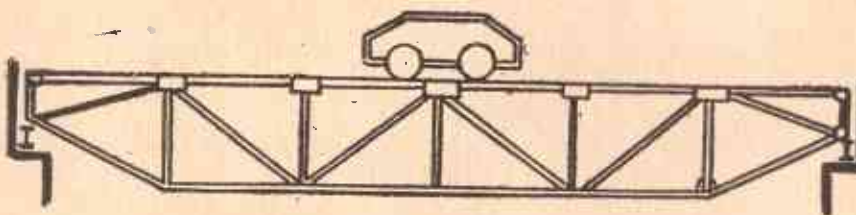
1.24, 1.25, 1.26 და 1.27 ნახაზებზე ნაჩვენებია ხიდური ამწეების კონსტრუქციული სქემები (მთლიანი, კოლოფა კვეთის, სამკუთხავისოსური ირიბნებიანი და უირიბნო).



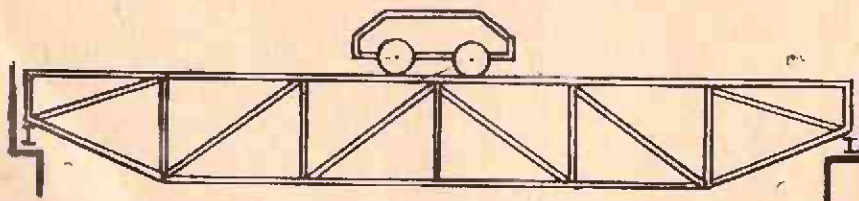
ნახ. 1.24.



ნახ. 1.25.



ნახ. 1.26.



ნახ. 1.27.

1.28 ნახაზზე მოცემულია უკონსოლო ხარიხული ამწის სქემა, 1.29 ნახაზზე კი — ორკონსოლიანი ხარიხული ამწის სქემა.

1.30 ნახაზზე ნახევრადხარიხული ამწის ნაჩვენებია.

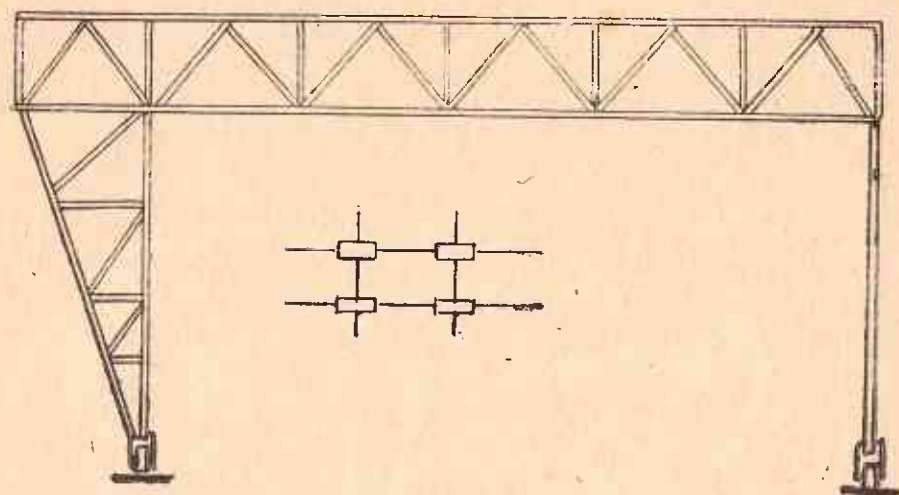


Рис. 1.28.

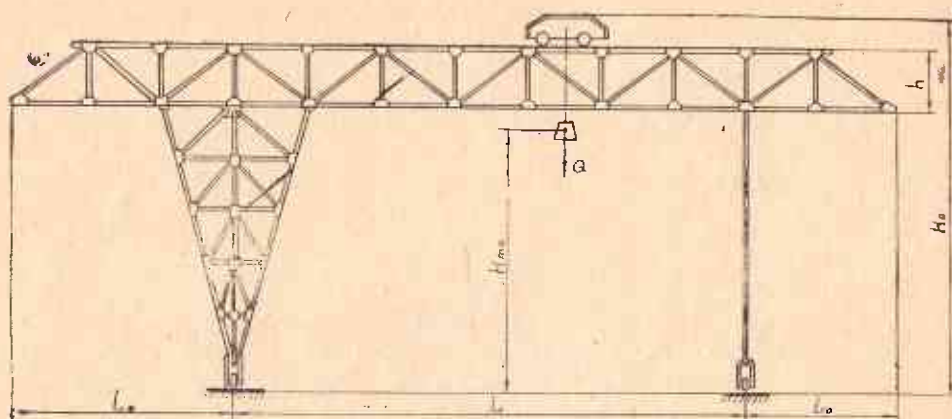


Рис. 1.29.

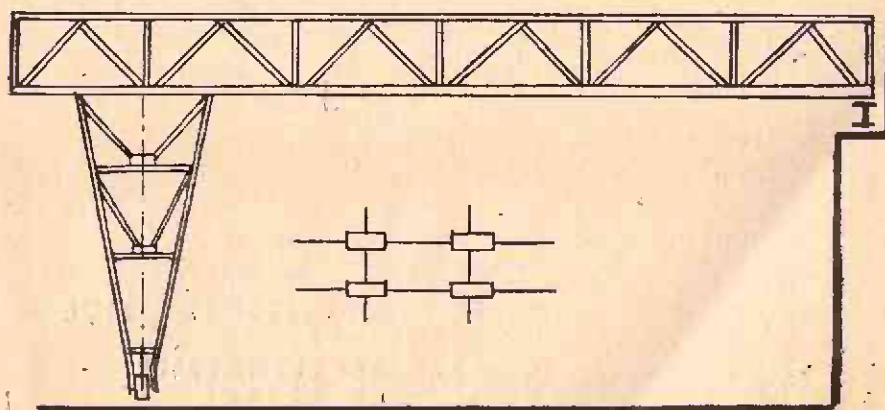
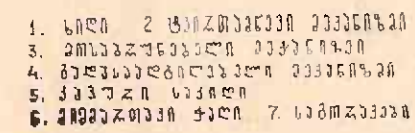
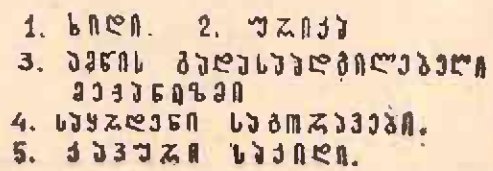


Рис. 1.30.

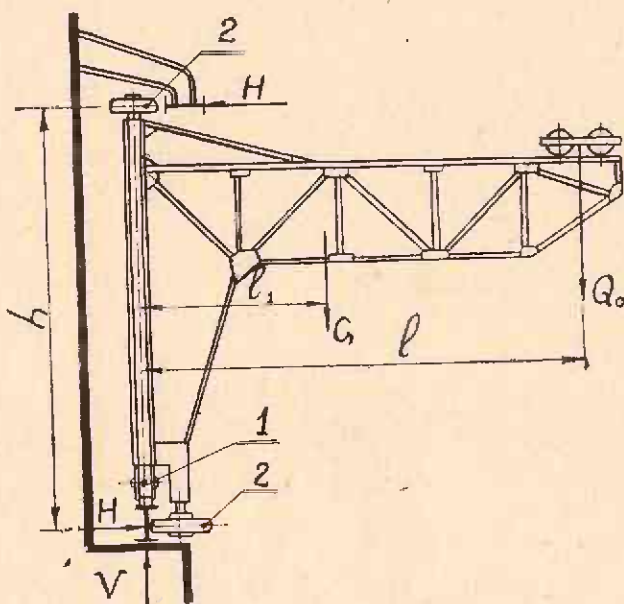


606. 1.31.



606, 1.32,

1.31, 1.32 და 1.33 ნახაზებზე ზიდკონსოლური ამწეების სქემები ნაჩვენებია ამათგან პირველი — მუდმივგადაწვდომიანია და დანარჩენი კი ცვლადი (გადაწვდომა იცვლება ურეკის გადაადგილებით).



ნახ. 1.33.

2. ლითონკონსტრუქციებში გამოყენებული მასალები

ტვირთამწევი მანქანების ლითონკონსტრუქციის ელემენტების დასამზადებლად ძირითადად სხვადასხვა მარკის ფოლადები (ნახშირბადოვანი, მცირენახშირბადოვანი, მარტენის, დაბალლეგირებული და სხვ.) გამოიყენება. ხმარებაშია აგრეთვე ალუმინის შენადნობებიც.

ძირითადად ხმარებაშია შემდეგი მარკის ფოლადები:

ფლ. 0, მ ფლ. 0 და ბ ფლ. 0 — კაბინების, სხვადასხვა გარსაცმების, მოაჯირების და სხვა არაძალოვანი ელემენტების დასამზადებლად 3 მმ-მდე სისქის ფურცლებისათვის.

ფლ. 2 და მ ფლ. 2 — ისეთი ელემენტებისათვის, რომელთა დამზადება ხდება ცივად ტვიტრვით, მოკეცვით ან მოღუნვით;

ფლ. 3, ბ ფლ. 3, ფლ ხიდ, 10 ქკენს დლ-2 და სხვა — მოქლონვილი და შედუღებული კონსტრუქციების ელემენტების მისაღებად.

ალუმინის შენადნობებიდან შეიძლება დავასახელოთ ამ. ნ — შედუღებული კონსტრუქციებისათვის და ს 16-ტ — მოქლონვილი კონსტრუქციებისათვის.

დაბალლეგირებულ ფოლადებს გაცილებით უფრო მეტი (~1,5-ჯერ) დენადობის ზღვარი აქვს, ვიდრე ფლ. 3 მარკის ფოლადს და ახასიათებს უფრო მაღალი კოროზიამედეგობა, მაგრამ ეს ფოლადები შედარებით ცუდად იტანს ძაბვების კონცენტრაციას და ამასთან უფრო ძვირიც ჯდება. სამაგიეროდ ასეთი მარკის ფოლადისაგან დამზადე-

ბული კონსტრუქცია უფრო ნაკლები წონისაა, რასაც აგრეთვე დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ალუმინის შენადნობისაგან დამზადებული ლითონკონსტრუქცია მნიშვნელოვნად უფრო ნაკლები წონისაა (~ 3-ჯერ), მაგრამ უფრო ნაკლები მდგრადობაც ახასიათებს (ალუმინის შენადნობებს ფოლადზე უფრო ნაკლები დრეკადობის მოდული და ხაზოვანი გაფართოების უფრო მაღალი კოეფიციენტი აქვს, რაც ადიდებს ტემპერატურით გამოწვეულ დეფორმაციებს). გარდა ამისა, ალუმინის შენადნობი 10—20-ჯერ უფრო მეტი ღირებულებისაა, ვიდრე ფლ. 3, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მის გამოყენებას.

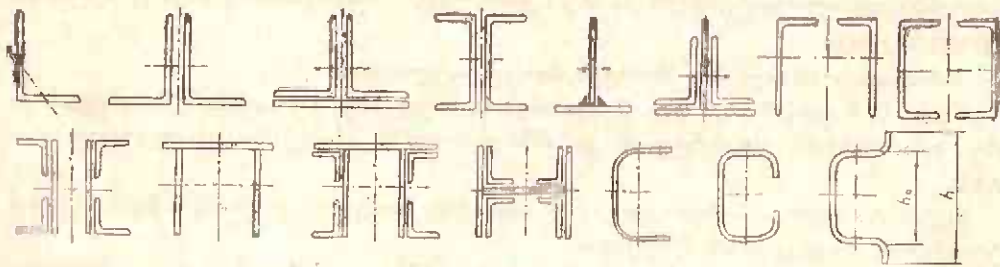
ლითონკონსტრუქციის დასამზადებლად გამოიყენება: ფოლადის ნაგლინი ფურცლები, ფოლადის ნაგლინი პროფილები (ტოლგვერდა და არატოლგვერდა კუთხოვანები, შველერები და იშვიათად — ორტესებრი), ფოლადის უნაკერო და შედუღებული მილები.

ყველა ზემოაღნიშნული მარკა სტანდარტითაა გათვალისწინებული (სტანდარტების ნომრები არ მოგვყავს). მათ აღნიშვნებში შემავალი ასოები გამოსახავენ: ფლ — ფოლადს, მ — მარტენის (ე. ი. მ ფლ აღნიშნავს მარტენის ფოლადს), ბ — ბესემერის (ე. ი. ბ ფლ — ბესემერის ფოლადები), ხიდ — სახილი ფოლადს, დლ — დაბალლევირებულს, ამ — ალუმინს, ს — სპილენძს და ტ — ტიტანს. რიცხვითი აღნიშვნები გამოსახავს ამა თუ იმ ელემენტის პროცენტულ შემადგენლობას მთელ ერთეულში.

8. ლითონკონსტრუქციის ელემენტების კვეთის სახეები

ლითონკონსტრუქციის ელემენტებში განივი კვეთი შეიძლება შერჩეულ იქნეს ღია და შეკრული ტიპის. უკანასკნელ შემთხვევაში ელემენტს უფრო მეტი სიხისტე და ინერციის რადიუსი ექნება და ამიტომ ის ხშირად გამოიყენება დიდი მკუმშავი ძალის დროს.

განივი კვეთების კონსტრუქციული შესრულება (ზოგიერთი ტიპი) ნაჩვენებია 1.34 (გაჭიმული ლეროებისათვის) და 1.35 (შეკუმშული, ლეროებისათვის) ნახაზებზე. ამათგან ყველაზე მარტივია ერთკუთხოვნიანი კვეთი, რომელიც უმთავრესად სუსტად დატვირთულ ელემენტებში გამოიყენება. ასეთ კვეთს ნაკლები სიხისტე ახასიათებს. დიდი ძალების შემთხვევაში გამოიყენება რამდენიმე კუთხოვანებისაგან, შველერებისა და ფურცლებისაგან შედგენილი კვეთები.



ნახ. 1.34.

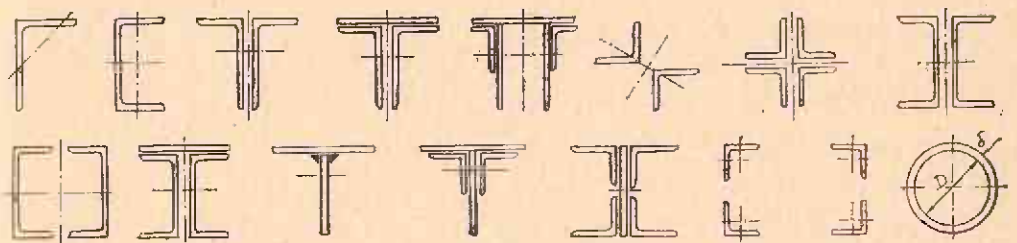
წონის შემცირების მიზნით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე თხელკედლიანი მოღუნული ან დატვირთული პროფილის კვეთებიც (1.34 ნახაზზე უკანასკნელი სამი სქემა). ასეთი კვეთი 30%-მდე ამცირებს საერთო წონას.

დიდი მკუმშავი ძალების შემთხვევაში სასურველია მილების გამოყენება, რადგანაც მათ ყველა მიმართულებით ერთნაირი სიხისტე ახასიათებს და სხვა პროფილებთან

შედარებით ქარის წინააღმდეგობის ნაკლები კოეფიციენტი აქვთ. მიღებისაგან შედგენილი კვეთი საერთო წონას $25 \div 30\%$ -მდე ამცირებს. მილის კედლის სისქე გამოიანგარიშება ფორმულიდან:

$$\delta = 0,864 \sqrt[3]{D},$$

სადაც δ არის კედლის სისქე და D —მილის დიამეტრი (ჩაისმება მმ-ობით). მოსალოდნელი კოროზიის გამო კედლის სისქე 3 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა ავიდეთ.



ნახ. 1.35.

4. ლითონკონსტრუქციაზე მოქმედი დატვირთვები

ლითონკონსტრუქციაზე მოქმედი დატვირთვებია:

ა) მუდმივი დატვირთვა, რომელშიაც შედის ლითონკონსტრუქციის საკუთარი წონა და იმ ნაწილების წონა, რომლებიც ლითონკონსტრუქციასთანაა დაკავშირებული (მექანიზმები, სამართი აპარატურა და სხვა);

ბ) მოძრავი დატვირთვა, რომელიც წარმოიქმნება მუშაობის პროცესში ლითონკონსტრუქციაზე მოძრავი ურეკის საგორავების დაწოლის ძალის სახით. ამ დატვირთვას იწვევს ასაწევი ტვირთისა და ურეკის საკუთარი წონა;

გ) ინერციული ჰორიზონტალური დატვირთვა, რომელიც წარმოიქმნება გამვებისა და დამუხრუჭების დროს (საბრუნო ამწის შემთხვევაში მხედველობაში მიიღება აგრეთვე ტვირთის ინერციის ძალის ჰორიზონტალური მდგენელი);

დ) ქარით გამოწვეული დატვირთვა ამწის ცალკეულ კვანძზე ქარის დაწოლის ძალის სახით.

ჩამოთვლილი დატვირთვებიდან პირველი (მუდმივი დატვირთვა) გაიგება შესრულებული კონსტრუქციების მიხედვით ან კიდევ სხვა გზით (იხ. ქვემოთ), მეორე ცნობილია ურეკის გადასადგილებელი მექანიზმის გაანგარიშებიდან და მესამე კი აიღება ლითონკონსტრუქციაზე მოქმედი ვერტიკალური ძალების 0,1-ის ტოლი.

რაც შეეხება ქარის დაწოლის ძალას, ის გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$P_{\text{ქ}} = k q_0 F,$$

სადაც $P_{\text{ქ}}$ არის ქარის საანგარიშო დაწოლა, $k \approx 1,1 \div 1,4$ —აეროდინამიკური კოეფიციენტი, $q_0 = 40$ კგ/მ² (პორტალური და მცურავი ამწეებისათვის) და $q_0 = 25$ კგ/მ² (ყველა დანარჩენი ამწისათვის) — საქარე ზედაპირის ერთეულ ფართობზე მოსული ქარის დაწოლა და F —საქარე ზედაპირის ფართობი.

ტვირთის საქარე ზედაპირის ფართობი ტვირთამწეობის მიხედვით ცხრილიდან აიღება ან გაიგება ფორმულით:

$$F = k \cdot F_0,$$

სადაც F არის საქარე ზედაპირის ფართობი, F_0 — ზედაპირის კონტურის ფართობი და $k=1$ — ფართობის სისრულის კოეფიციენტი.

იმავე ფორმულით გავიგებთ ურეკის, ამწისა და ცაკლეული მექანიზმის საქარე ზედაპირის ფართობსაც, მხოლოდ k კოეფიციენტის მნიშვნელობა იქნება

$k=1$ — მთლიანკედლიანი კოჭებისათვის;

$k=0,8 \div 1$ — მექანიზმებისათვის;

$k=0,3 \div 0,4$ — ფერმებისათვის.

ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშების დროს განიხილება ორგვარი დატვირთვა: ძირითადი, რომელიც ვულისხმობს მუდმივი და მოძრავი დატვირთვების მოქმედებას, და დამატებითი, რომელიც ითვალისწინებს პორიზონტალურ, ინერციულ და ქარის დაწოლით გამოწვეულ დატვირთვებს.

5. დასაშვები ძაბვები

ამ მეთოდით გაანგარიშების დროს (არსებობს აგრეთვე ძაბვის ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით განსაზღვრის მეთოდიც) გაიგება დასაშვები ძაბვა

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{ფინ}}}{n},$$

სადაც $\sigma_{\text{ფინ}}$ არის მასალის დენადობის ზღვარი (შერჩეული მასალის მარკის მიხედვით ცხრილიდან აიღება) და $n=1,33-1,7$ — მარაგის კოეფიციენტი.

დასაშვები ძაბვის მნიშვნელობა შეიძლება ავიღოთ აგრეთვე ცხრილიდანაც (იხ. მაგალითად, [3], ცხრილი 56), რომელიც ითვალისწინებს ამწის მუშაობის ამა თუ იმ რეჟიმს.

იმ შემთხვევაში, თუ რომელიმე ელემენტის გაანგარიშება საჭირო იქნება ჭრის დეფორმაციაზე, დასაშვებ ძაბვებს ავიღებთ ზემოაღნიშნულ ცხრილში მოყვანილი ძაბვების მიხედვით:

$$[\tau] = 0,6 [\sigma].$$

შედუღებული ნაკერებისათვის დასაშვები ძაბვა შედუღების მეთოდების გათვალისწინებით ცხრილიდან აიღება, აგრეთვე ზემოაღნიშნული ცხრილის მონაცემების მიხედვითაც (იხ. მაგალითად, [3], ცხრილი 57). მოქლონვილი ნაკერების შემთხვევაში მოქლონებისათვის შეიძლება ავიღოთ:

$$[\tau] = 0,88 [\sigma] \text{ — ჭრაზე;}$$

$$[\sigma]_{\text{თელ}} = 2,0 [\sigma] \text{ — თელვაზე;}$$

$$[\sigma]_{\text{გაჭ}} = 0,6 [\sigma] \text{ — გაჭიმვაზე (თავის ახლეჩა),}$$

სადაც $[\sigma]$ -ს მნიშვნელობა აღებული იქნება აგრეთვე ზემოაღნიშნული ცხრილ დან.

ალუმინის შენადნობებისათვის დასაშვები ძაბვის მნიშვნელობა შეიძლება ავიღოთ: ამ, მ-სათვის:

$$[\sigma] = 1000 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ და } [\tau] = 600 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ — მსუბუქი და საშუალო რეჟიმისათვის;}$$

$$[\sigma] = 900 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ და } [\tau] = 550 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ — მძიმე რეჟიმისათვის. ს. 16-ტ-სა ავის;}$$

$$[\sigma] = 1900 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ და } [\tau] = 1100 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ — მსუბუქი და საშუალო რეჟიმისათვის;}$$

$$[\sigma] = 1800 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ და } [\tau] = 1100 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ — მძიმე რეჟიმისათვის.}$$

ძახეების მოყვანილი მნიშვნელობები შეესაბამება ძირითად დატვირთვებს.

ამჟამად მანქანების ლითონკონსტრუქციების ელემენტების შესაერთებლად გამოიყენება მოქლონებითა და შედუღებით შეერთება. ამჟამად უფრო ხშირად შენადული კონსტრუქციები გამოიყენება. განვიხილოთ ამ შეერთებების გაანგარიშების ძირითადი საკითხები.

მოქლონებით შეერთების გაანგარიშება

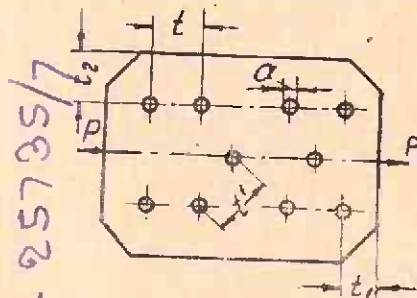
მოქლონებით შეერთება შეიძლება შესრულდეს:

1. ნაკერის კონსტრუქციის მიხედვით: ა) ნადებითი ნაკერებით და ბ) პირაპირი, ერთი და ორნაფენიანი ნაკერებით.
2. ჭრის კვეთების რაოდენობის მიხედვით: ა) ერთი ჭრისკვეთიანი ნაკერით და ბ) ორი ჭრისკვეთიანი ნაკერით.
3. მოქლონების რიგის რაოდენობის მიხედვით: ა) ერთრიგის და ბ) ორრიგის და ა. შ., ნაკერებით.
4. რიგებში მოქლონების განლაგების მიხედვით: ა) პარალელურად განლაგებული მოქლონებიანი ნაკერებით (ბიჯი $t \geq 3d$) და ბ) ჭარბაქულად განლაგებული მოქლონებიანი ნაკერებით (ბიჯი $t' \geq 2,5d$);

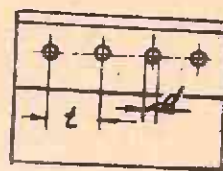
მოქლონის ცენტრიდან ფურცლის ნაპირამდე მანძილი აიღება:

$t_1 \geq 1,5d$ და $t_2 \geq 1,2d$ — ჩამოჭრილი წიბოების შემთხვევაში (ნახ. 1.36);

$t_1 \geq 2d$ და $t_2 \geq 1,5d$ — ჩამოუჭრილი — — — — — (ნახ. 1.38);



ნახ. 1.36.



ნახ. 1.37.

თუ ფურცელი შემორტყმულია კუთხოვანებით, მაშინ ბიჯის მნიშვნელობაა $t \leq 12d$ ან $t \leq 16d$ — კუშვის დეფორმაციის დროს (ნახ. 1.37) და $t \leq 16d$ ან $t \leq 24d$ — გაჭიმვის დეფორმაციის დროს. კუთხოვანების გარე უბანში მოთავსებული მოქლონების შემთხვევაში (ნახ. 1.38) ბიჯი უნდა ავიდეთ (როგორც გაჭიმვის, ისე კუშვის დეფორმაციებისათვის)

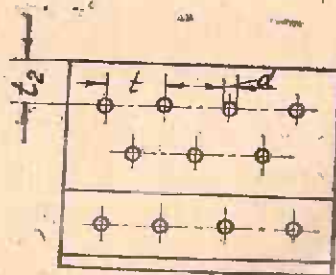
$t \leq 8d$ ან $t \leq 12d$.

ნაკერის გაანგარიშება წარმოებს მოქმედი ძალებისა და აგრეთვე განივკვეთის ფართობის მიხედვით. პირველ შემთხვევაში ჯერ გაიგება მოქლონების საჭირო რაოდენობა:

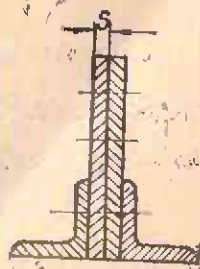
$$n = \frac{P}{P_0}$$

სადაც P არის ნაკერზე მოღებული ძალა და P_0 — ერთ მოქლონზე

2. ამჟამად-სატრანსპორტო მანქანები



ნახ. 1.38.



მოსული ძალა, რომელიც გამოიანგარიშება ჭრის ან თელვის სიმტკიცის პირობიდან

$$P_0 = F \cdot m [\tau]_{\text{ჭრ}}$$

და

$$P_0 = d \cdot \Sigma \delta [\sigma]_{\text{თელ}}$$

აქ m არის ჭრის კვეთების რაოდენობა, F — მოქლონის განივკვეთის ფართობი, d — მოქლონის დიამეტრი და $\Sigma \delta$ — შესაერთებელი ელემენტების სისქეების ჯამი.

თუ მოქლონების რაოდენობა წინასწარ იქნება შერჩეული, მაშინ საჭიროა ძაბვებზე შემოწმება:

$$\tau_{\text{ჭრ}} = \frac{P}{mnF} \leq [\tau]_{\text{ჭრ}}$$

და

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{P}{n \cdot d \cdot \Sigma \delta} \leq [\sigma]_{\text{თელ}}$$

მეორე შემთხვევაში გავიგებთ მოქლონების საჭირო რაოდენობას:

$$n = k \cdot F_{\text{საან}}$$

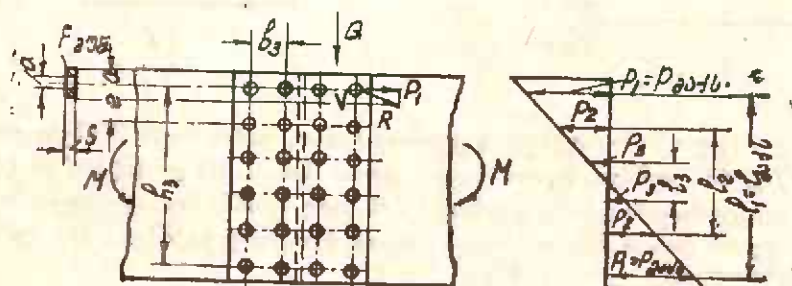
სადაც k არის კოეფიციენტი, რომელიც ჭრისა და თელვის დეფორმაციებისათვის მოქლონის დიამეტრის მიხედვით სათანადო ცხრილებიდან აიღება, და $F_{\text{საან}}$ — განივკვეთის საანგარიშო ფართობი, რომელიც აიღება:

$$F_{\text{საან}} = F_{\text{ნაგ}} - \text{გაჭიმული ღეროების შემთხვევაში}$$

და

$$F_{\text{საან}} = \varphi F_{\text{ნაგ}} - \text{შეკუმშული ღეროების შემთხვევაში.}$$

ამ გამოსახულებებში $F_{\text{ნაგ}}$ არის მოქლონისათვის ხერხეტიტ შესუსტებული განივკვეთის ფართობი, $F_{\text{ნაგ}}$ — განივკვეთის ფართობი შესუსტების გარეშე (მთლიანი კვეთი) და φ — გრძივი ღუნვით გამოწვეული ძაბვის შემცირების კოეფიციენტი (ამ კოეფიციენტის შერჩევა იხ. ქვემოთ).



ნახ. 1.39.

მოქლონით ნაყრი შეიძლება ბუშაობდეს ღუნვაზე. ასეთ შემთხვევაში, თუ წაგრძელებული ნაყრი გვაქვს, ე. ი. $\frac{h_3}{b_3} > 3$ (ნახ. 1.39), განაპირა მოქლონზე მოსული ნორმალური დატვირთვა

$$P_1 = M \frac{l_{\text{max}}}{n \cdot \Sigma l_i^2}$$

სადაც l_{max} არის პორიზონტალურ რიგში განაპირა მოქლონებს შორის მანძილი, l_i — პორიზონტალურ რიგებს შორის მანძილი, M — ვერტიკალურ სიბრტყეში მოქ-

მედი მომენტი და n — პორიზონტალურ რიგებში განლაგებული განაპირა მოქლონების რიცხვი.

ერთ მოქლონზე მოსული განივი ძალა

$$V = \frac{Q}{m}$$

სადაც m არის ნაფენზე (ნახევარზე) განლაგებული მოქლონების რაოდენობა. განაპირა მოქლონზე მოსული ჭრის ჯამური ძალა

$$R = \sqrt{P_1^2 + V^2}$$

გაგანიერებული ნაკერისათვის $\left(\frac{h_3}{b_3} < 3\right)$ გვექნება:

$$P_1 = P_{\max} = M \frac{l_{\max}}{\sum l_i^2}$$

სადაც $l_{\max}$ არის ნაკერის სიმძიმის ცენტრიდან განაპირა მოქლონის ცენტრამდე მანძილი, l_i — სიმძიმის ცენტრიდან შუალედურ ზონაში მდებარე მოქლონის ცენტრამდე მანძილი (ღერძიდან ნაფენის ერთ მხარეს).

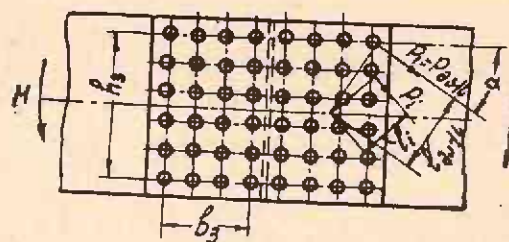
მოქლონზე მოქმედი პორიზონტალური და ვერტიკალური მდგენელებია:

$$P_H = P_1 \cos \alpha \quad \text{და} \quad P_V = P_1 \sin \alpha$$

განაპირა მოქლონზე მოღებულ ტოლქმედი ძალა

$$R = \sqrt{P_H^2 + (P_V + V)^2}$$

სადაც V არის ნაკერზე მოქმედი განივი ძალა.

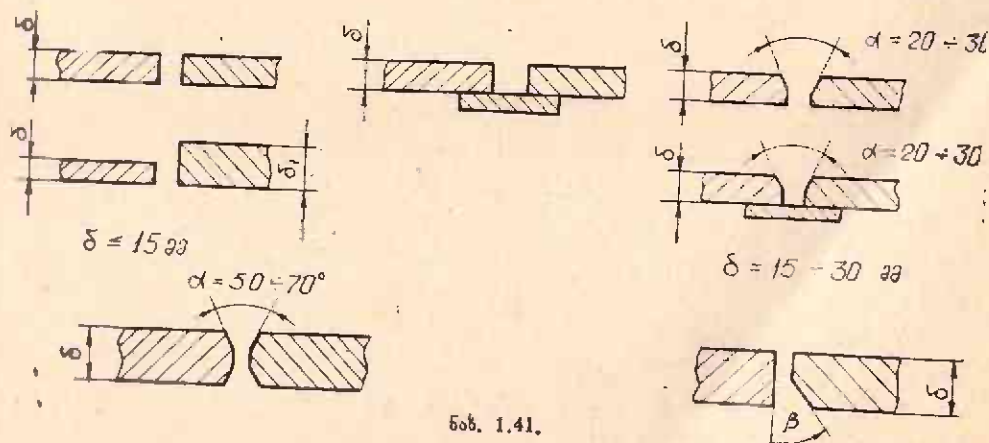


ნახ. 1.40.

შედულებით შეერთება

შედულებით შეერთება შეიძლება შესრულდეს პირაპირული და ნადებითი ნაკერებით. პირაპირული ნაკერების სახეები (შესადულებელი ფურცლების სისქის მიხედვით) ნაჩვენებია 1.41 ნახაზზე. გაჭიმვის (ან კუმშვის) სიმტკიცის პირობაა

$$P = l \cdot \delta [\sigma]$$



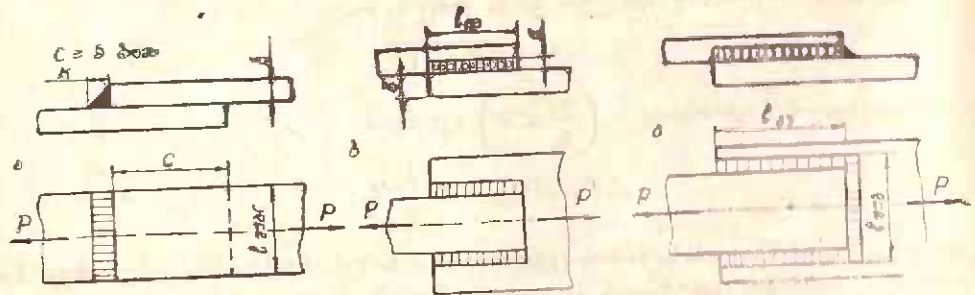
ნახ. 1.41.

სადაც l არის ნაკერის სიგრძე, δ — შესაერთებელი ფურცლის (უმცირესი) სისქე და $[\sigma]$ — გაჭიმვის ან კუმშვის დასაშვები ძაბვა.

ნაღებითი ნაკერის შემთხვევაში სიმტკიცის პირობას შემდეგი სახე აქვს:

ა) ერთმაგი შუბლური ნაკერისათვის (ნახ. 1.42 ა)

$$P \leq 0,7 l_1 \delta [\sigma]_{\text{აგ}};$$



ნახ. 1. 42.

ბ) ორმაგი შუბლური ნაკერისათვის

$$P \leq 1,4 l_1 \delta [\tau]_{\text{აგ}};$$

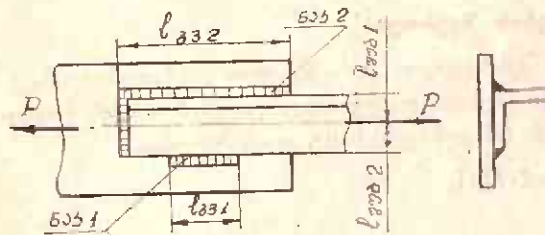
გ) ორმაგი გვერდითი ნაკერისათვის (ნახ. 1.42 ბ)

$$P = 1,4 l_2 \delta [\tau]_{\text{აგ}};$$

დ) კომბინირებული ნაკერისათვის (ნახ. 1.42 გ)

$$P = 0,7 l_1 \delta [\tau]_{\text{აგ}} + 1,4 l_2 \delta [\tau]_{\text{აგ}}.$$

არასიმეტრიული კვეთის ელემენტების (მაგალითად, კუთხოვანების) შემთხვევაში (ნახ. 1.43) ნაკერებზე მოქმედ ძალებს შემდეგნაირად გავიგებთ:



ნახ. 1.43.

ა) შუბლური ნაკერისათვის

$$P_{\text{ა}} = 0,7 l_2 \delta;$$

ბ) გვერდითი ნაკერისათვის

$$P_{\text{ბ}} = P - P_{\text{ა}}.$$

მაშინ ქვედა გვერდით ნაკერზე მოსული ძალა

$$P_1 = P_{\text{ა}} \frac{l_1}{l_2}$$

და ზედა გვერდით ნაკერზე მოსული ძალა კი

$$P_2 = P_{\text{ა}} \frac{l_2}{l_1}.$$

ტოლგვერდა კუთხოვანების შეერთების შემთხვევაში გვექნება:

$$P_1 = 0,3 P_{\text{ა}} \text{ და } P_2 = 0,7 P_{\text{ა}}.$$

ძაბვის სიდიდე იქნება

$$\tau_1 = \frac{P_1}{0,7 \delta l_1} \text{ და } \tau_2 = \frac{P_2}{0,7 \delta l_2}.$$

ღუნვასა და გაქიმვაზე (ან კუმშვაზე) მომუშავე ნაკერებისათვის პირაპირული შეერთების შემთხვევაში ტოლქმედი ძაბვა (ნახ. 1.44 ა)

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{P}{F} \leq [\sigma],$$

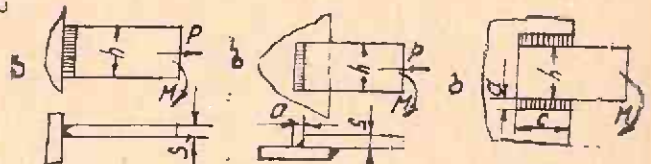
სადაც

$$W = \frac{sh^3}{6} \quad \text{და} \quad F = s \cdot h.$$

ნაღებიითი შუბლა ნაკერის შემთხვევაში (ნახ. 1.44 ბ)

$$\tau = \frac{M}{W} + \frac{P}{F} \leq [\tau]_{\text{პრ}},$$

ნაღებიითი გვერდითი ნაკერის შემთხვევაში (ნახ. 1.44 გ)

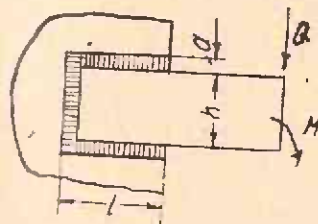


ნახ. 1.44.

$$\tau = \frac{M}{0,7 sl(h-\delta)} \leq [\tau]_{\text{პრ}}.$$

თუ ნაკერზე მღუნავი მომენტი და განივი ძალა მოქმედებს (ნახ. 1.45), მაშინ პირობით მიღებულია, რომ განივი ძალა მხოლოდ ვერტიკალურ ნაკერს გადაეცემა და ამიტომ ძაბვა

$$\tau_Q = \frac{Q}{0,7 s \cdot h}.$$



ნახ. 1.45.

ამ დაშვებით, ნაკერზე მოქმედი მღუნავი მომენტი მიიღება პორიზონტალურ და ვერტიკალურ სიბრტყეებში მდებარე ნაკერებში წარმოქმნილი მომენტების შეჯამებით:

$$M = M_{\text{პრ}} + M_{\text{გვრ}},$$

სადაც

$$M_{\text{პრ}} \leq 0,7 sl(h+s) [\tau]_{\text{პრ}},$$

და

$$M_{\text{გვრ}} = \frac{0,7 s \cdot h^2}{6} [\tau]_{\text{გვრ}}.$$

ძაბვა იქნება:

$$\tau_M = \frac{M}{0,7 s \cdot l(h+s) + \frac{0,7 sh^2}{6}}.$$

ტოლქმედი ძაბვა მიიღება გამოსახულებიდან:

$$\tau = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2} \leq [\tau]_{\text{პრ}};$$

საანგარიშო ქალებისა და მომენტების განსაზღვრა

გაანგარიშების მეთოდები

ამწეების ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშება წარმოებს მასალათა გამძლეობისა და საშუალებლო მექანიკის ცნობილი მეთოდებით. ცალკეული ელემენტებისა და კვანძების გაანგარიშება შეიძლება ორი ხერხით:

1) განივკვეთის ფორმისა და ზომების წინასწარ დაშვებით (შერჩევით) და შემდეგ ცნობილი ძალებისა და მომენტების მიხედვით სათანადო ძაბვებზე შემოწმებით (მიღებული ძაბვები დასაშვებზე ნაკლები ან მისი ტოლი უნდა იყოს).

2) მოცემული დასაშვები ძაბვებისა და ძალების ან მომენტების მიხედვით ელემენტების განივკვეთის ფართობის ან წინაღობის მომენტის მნიშვნელობის დადგენით (დადგენილი მნიშვნელობებით ცხრილებიდან შეირჩევა სათანადო კვეთის ზომები).

ლითონკონსტრუქციის ცალკეულ ელემენტებში მოქმედი ძალებისა და მომენტების მისაღებად საჭიროა ლითონკონსტრუქცია განვიხილოთ, როგორც სივრცითი სისტემა. მაგრამ ლითონკონსტრუქციის ასეთი სახით წარმოდგენა გაანგარიშების დროს დიდ სიძნელეებთანაა დაკავშირებული და ამიტომ უმჯობესია ის განვიხილოთ, როგორც განცალკევებული, ერთიმეორისაგან დამოუკიდებელი ბრტყელი სისტემა და გამოვიყენოთ მის მიმართ ძალთა მოქმედების დამოუკიდებლობის პრინციპი. ასეთნაირად განცალკევებულ ბრტყელ სისტემებზე, ვიგულისხმებთ, რომ ძალები და მომენტები მათ სიბრტყეებში მოქმედებს (ეს იმ შემთხვევაშიც, თუ ლითონკონსტრუქცია განივკვეთში სამკუთხედს წარმოადგენს, ე. ი. როცა ძალები სისტემის სიბრტყის მიმართ დახრილია); ასეთნაირად მიღებული სიდიდეები, რა თქმა უნდა, ზუსტი არ იქნება, მაგრამ, როგორც გამოთვლებმა გვიჩვენა, განსხვავებას ცალკეული ელემენტების სიმტკიცეზე თუ სიხისტეზე მნიშვნელოვანი გავლენა არა აქვს.

რაც შეეხება ცალკეულ ელემენტებში მოქმედ ძალების განსაზღვრას, ის შეიძლება ვაწარმოოთ ანალიზური, გრაფიკული და გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით. ანალიზური მეთოდებიდან შეიძლება გამოვიყენოთ ძალების ჩვეულებრივი დაშლისა და ცალკეული კვანძის წონასწორობის ცნობილი დამოკიდებულებები. გრაფიკული მეთოდებიდან უპირატესობა ეძლევა კრემონის დიაგრამისა და გავლენის ხაზების აგების მეთოდებს. ამათგან პირველი გამოიყენება მუდმივი დატვირთვის (ასაწვეი ტვირთისა და ამწის საკუთარი წონები) შემთხვევაში და მეორე კი მოძრავი დატვირთვის (ტვირთისა და ურიკის წონა გადაადგილების დროს) შემთხვევაში, უკანასკნელ შემთხვევაში გამოიყენება აგრეთვე გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდიც.

აღნიშნული მეთოდებით გაანგარიშების დროს იგულისხმება, რომ ლითონკონსტრუქციის ცალკეული ელემენტები (ლეროები) შეერთებულია ერთიმეორესთან სახსრულად და ლითონკონსტრუქციის გეომეტრიული ფორმა არ იცვლება (სინამდვილეში ცალკე ლეროების ძალების ზეგავლენით დრეკადი დეფორმაციის შედეგად გეომეტრიული ფორმა ნაწილობრივ იცვლება).

განვიხილოთ ეს მეთოდები რამდენიმე კერძო მაგალითზე.

1. ძალის დაშლის მეთოდი

მოცემულია ბრტყელი სისტემა, რომელიც შედგება სამი AB , BC და AC ლეროსაგან. ეს ლეროები A , B და C -ში სახსრულადაა შეერთებული (ნახ. 2.1). B სახსარში მოდებულია Q ძალა.

ღეროების ზომები და, მაშასადამე, მათ შორის მდებარე კუთხეები ცნობილია; ამიტომ, თუ დავშლით მოცემულ Q ძალას მდგენელებად, ადვილად მივიღებთ მათ სიდიდეებს. ამისათვის საჭირო იქნება გაიზომოს თითოეული მდგენელი და გამრავლდეს სათანადო მასშტაბზე ან დაიწეროს სინუსების თეორემა:

$$\frac{Q_1}{\sin \alpha} = \frac{Q_2}{\sin \beta} = \frac{Q}{\sin [180 - (\alpha + \beta)]} = \frac{Q}{\sin (\alpha + \beta)},$$

საიდანაც მივიღებთ:

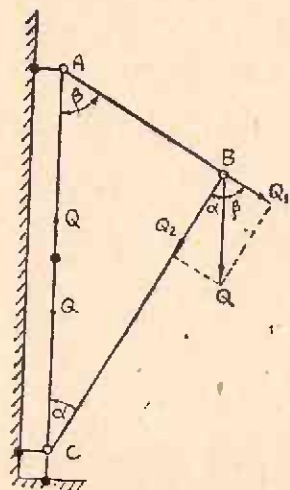
$$Q_1 = \frac{Q \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)} \quad \text{და} \quad Q_2 = \frac{Q \sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)}.$$

ამათგან Q_1 არის AB ღეროს გამჭიმავი ძალა და Q_2 კი BC ღეროს მკუმშავი ძალა. AC ღეროში მოქმედ ძალას მივიღებთ, თუ Q ძალას გადავიტანთ ამ ღეროს რომელიმე წერტილში, მაგალითად, D -ში. მაშინ D -დან ქვევით მიმართული Q ძალა ამ ღეროს მკუმშავი ძალა იქნება.

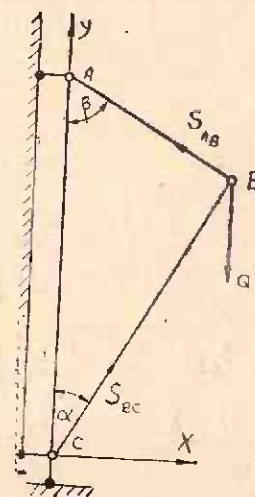
ეს მეთოდი გამოდგება მხოლოდ მაშინ, როდესაც ერთ წერტილში ორი ღერო იყრის თავს.

2. დაგეგმილების მეთოდი

ავიღებთ კოორდინატთა სისტემას (ნახ. 2.2) და წინასწარ შევიჩიქვთ AB და BC ღეროებში მოქმედი უცნობი ძალების მიმართულებას. ეს მიმართულება შეიძლება ნებისმიერად ავიღოთ, ვინაიდან შეცდომით აღებული მიმართულების შემთხვევაში ნიშანი უარყოფითი გამოვა და ის უნდა შეიცვალოს მოწინააღმდეგე მიმართულებით.



ნახ. 2.1.



ნახ. 2.2.

კოორდინატთა ღერებზე დაგეგმილება მოგვცემს:

$$1) -S_{AB} \sin \beta + S_{BC} (\sin \alpha) = 0; \quad \text{---} \quad \sum x = 0;$$

$$2) S_{AB} \cos \beta + S_{BC} (\cos \alpha) - Q = 0; \quad \text{---} \quad \sum y = 0.$$

პირველიდან მივიღებთ

$$S_{AB} = \frac{S_{BC} \sin \alpha}{\sin \beta}$$

და მაშინ, მეორედან გვექნება

$$S_{BC} = \frac{\sin \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \beta} + S_{BC} \cdot \cos \alpha - Q = 0,$$

საიდანაც

$$S_{BC} = \frac{Q \sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)},$$

ამ სიდიდის S_{AB} -ს მნიშვნელობაში შევტანით მივიღებთ

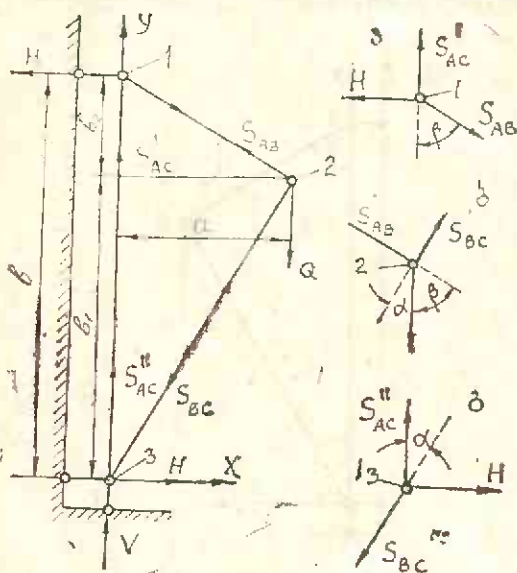
$$S_{AB} = \frac{Q \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)}.$$

ეს მეთოდიც გამოდგება მხოლოდ ორი ღეროს შემთხვევაში, ვინაიდან საშუალება გვაქვს დავეწეროთ წონასწორობის მხოლოდ ორი პირობა.

3. კვანძების ამოჭრის მეთოდი

ასეთი მეთოდის გამოყენების დროს ცალკე კვანძები (1, 2 და 3) ამოჭრილად უნდა წარმოვიდგინოთ (ნახ. 2.3) და განვიხილოთ მათი წონასწორობა ერთიმეორის დამოუკიდებლად. ამისათვის უნდა გამოვიანგარიშებთ რეაქციის ძალებს

$$H = \frac{Q \cdot a}{b} \text{ და } V = Q$$



ნახ. 2.3.

და მოვდეთ მათ A და C სახსრებში (V რეაქცია უნდა წარმოვიდგინოთ A და C წერტილებზე განაწილებულად). ავიღებთ კოორდინატთა სისტემას და შევარჩევთ ღეროებში მოქმედ ძალების მიმართულებებს, რაც საშუალებას მოგვცემს დავეწეროთ წონასწორობის პირობები ცალკეული კვანძისათვის.

პირველი კვანძისათვის გვექნება:

$$1) \sum x = 0; S_{AB} \cdot \sin \beta - H = 0;$$

$$2) \sum y = 0; S_{AC} - S_{AB} \cdot \cos \beta = 0;$$

საიდანაც

$$S_{AB} = \frac{H}{\sin \beta} = \frac{Q \cdot a}{b \cdot \sin \beta}$$

და

$$S'_{AC} = S_{AB} \cdot \cos \beta = \frac{Q \cdot a \cdot \cos \beta}{b \sin \beta}.$$

თუ შევიტანთ აქ b -ს მნიშვნელობას

$$b = b_1 + b_2 = a \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right),$$

მივიღებთ

$$S_{AB} = \frac{Q \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)} \text{ და } S'_{AC} = \frac{Q \tan \alpha}{\tan \alpha + \tan \beta}.$$

მეორე კვანძისათვის წონასწორობის პირობას იგივე სახე ექნება, რაც 2.2 ნახაზის შემთხვევაში და მივიღებთ S_{AB} და S_{BC} -ს ზემოთ მოყვანილ გამოსახულებებს.

მესამე კვანძისათვის კი წონასწორობის პირობებია:

$$1) \sum x=0; \quad -S_{BC} \cdot \sin \alpha + H=0;$$

$$2) \sum y=0; \quad S_{AC}'' - S_{BC} \cdot \cos \alpha = 0,$$

საიდანაც

$$S_{BC} = \frac{Q \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad \text{და} \quad S_{AC}'' = \frac{Q \cdot \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}.$$

აღვილი გასაგებია, რომ AC ღეროში მოქმედი ძალა უნდა იყოს S_{AC}' და S_{AC}'' ძალების ჯამი, რომელიც ვერტიკალური რეაქციის $V=Q$ -ს ტოლია. მართლაც, თუ შევკრებთ მიღებულ მნიშვნელობებს, გვექნება:

$$V = S_{AC}' + S_{AC}'' = \frac{Q \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} + \frac{Q \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} = Q.$$

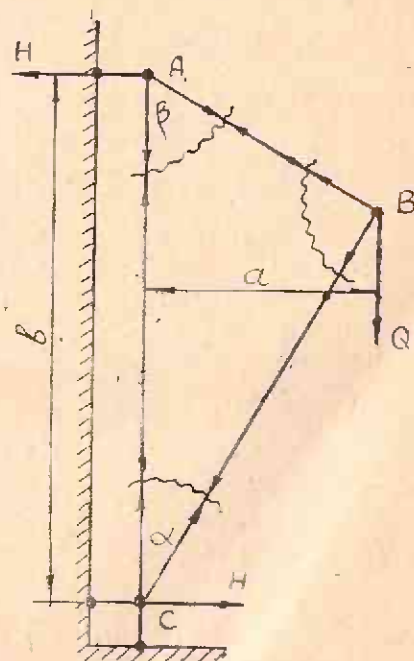
ეს მეთოდი გამოდგება ორი დამეტი ღეროს შემთხვევაში, მხოლოდ გამოანგარიშება უნდა დაეიწყოთ იმ წერტილიდან, სადაც თავს იყრის ორი ღერო, ამის შემდეგ უნდა განვიხილოთ შემდეგი (მომდევნო) წერტილი (სახსარი, კვანძი), რომელიც სამი ღეროსაგან შედგება, მხოლოდ ამ სამი ღეროდან ერთ-ერთი წინა კვანძის ღერო უნდა იყოს, რომლისთვისაც ძალის სიდიდე უკვე გაგებულია, და ა. შ.

გამოანგარიშებების გამარტივების მიზნით ქვევით მოცემულია სხვადასხვა კვანძების წონასწორობის პირობებიდან მიღებული, ღეროებში მოქმედი ძალების მნიშვნელობები. ამ გამოსახულებებში Q გარე ძალაა, რომელიც ამა თუ იმ კვანძში მოქმედებს, S_1 , S_2 და S_3 — ღეროებში მოქმედი რეაქციები და H და V კი — საყრდენი რეაქციები.

4. კვეთების მეთოდი

ეს მეთოდი (მას რიტერის მეთოდსაც უწოდებენ) საშუალებას გვაძლევს გავიგოთ ძალა ნებისმიერ ღეროში, წინამდებარე ღეროს ძალის გაგების გარეშე. ის გამოდგება 2 და მეტი ღეროს შემთხვევაში.

ღეროებში ძალების გასაგებად მოცემული სისტემა უნდა გავჭრათ ამ ღეროებზე და მოვდოთ სისტემის მოჭრილი ნაწილებისაკენ მიმართული გამჭიმავი ძალები, როგორც ეს ნაჩვენებია 2.4 ნახაზზე (თუ სისტემა მარტივია და შეიძლება ძალის მიმართულების წინასწარ დადგენა, მაშინ შეიძლება გაჭრილ ღეროებზე ნამდვილი მიმართულების ძალები მოვდოთ). აღვილი გასაგებია, რომ აღებული მაგალითისათვის, სადაც თითოეული სახსარი ორ-ორ ღეროს აერთებს, ამ მეთოდით მიღებული შედეგი ზუსტად იგივე იქნება, რაც კვანძების ამოჭრის მეთოდით მიიღება (ნახ. 2.3), რადგან



ნახ. 2.4.

აქაც უნდა დაიწეროს წონასწორობის პირობები (X და Y ღერძებზე ძალების გეგმი-
ლების ჯამი) ცალკე კვანძისათვის.

№№	კვანძის სქემა	ძალების მნიშ- ვნელობა	№№	კვანძის სქემა	ძალების მნიშ- ვნელობა
1		$S_1 = Q$	6		$S_1 = -(H + S_2 \cos \alpha)$ $S_2 = -\frac{Y}{\sin \alpha}$
2		$S_1 = 0;$ $S_2 = -Q$	7		$S_1 = S_3$ $S_2 = 0$
3		$S_1 = -S_2 \cos \alpha$ $S_2 = \frac{Q}{\sin \alpha}$	8		$S_1 = S_2$ $S_3 = 0$
4		$S_1 = 0;$ $S_2 = 0$	9		$S_1 = S_3$ $S_2 = -Q$
5		$S_1 = -S_2 \cos \alpha$ $S_2 = \frac{Q}{\sin \alpha}$	10		$S_1 = (S_2 - S_3) \cos \alpha$ $S_2 = S_3$

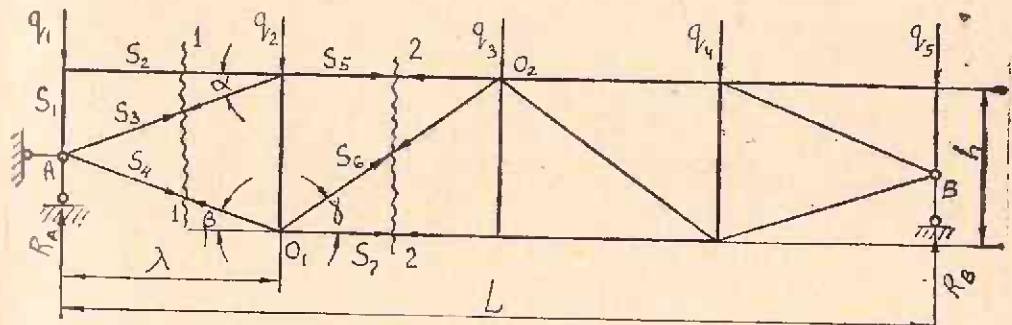
განვიხილოთ უფრო რთული მაგალითი, სადაც ღეროების რაოდენობა უფრო
მეტია, და გარდა ამისა, თითოეულ კვანძში ორი და მეტი ღერო იყრის თავს (ნახ. 2.5).

$$R_A = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 - \frac{\lambda}{L} (q_2 + 2q_3 + 3q_4)$$

$$R_B = \Sigma q - R_A$$

გავჭრაოთ მოცემული ბრტყელი სისტემა პირველ მალზე (1—1 კვეთი) და აღვნიშნოთ ღეროებში მოქმედი ძალები (წინასწარ ისინი გამჭიმავ ძალებად ჩავთვალოთ) S_1 , S_2 , S_3 და S_4 -ით. ზედა სარტყლის პირველ კვანძში მოქმედებს q_1 ძალა, რომელიც პირველ (ვერტიკალურ) ღეროს ემთხვევა, და ამიტომ ამ ღეროში მოქმედი ძალა q_1 ძალის ტოლი იქნება და მიმართული მის საწინააღმდეგოდ, ე. ი. $S_1 = -q_1$. მეორე (პორიზონტალური) ღეროში მოქმედი ძალა კი ნულის ტოლია, ვინაიდან ძალისა და პირველი ღეროს მიმართ მეორე ღერო ერთეულ ღეროს წარმოადგენს. მე-3 და მე-4 დახრილი ღეროებისათვის წონასწორობის პირობებია (ამ ღეროებზე მოქმედი ძალებია R_A , S_3 და S_4):

$$\begin{aligned}\sum x &= 0; S_3 \cos \alpha + S_4 \cos \beta = 0; \\ \sum y &= 0; R_A + S_3 \sin \alpha - S_4 \sin \beta = 0,\end{aligned}$$



ნახ. 2.5.

საიდანაც

$$S_4 = \frac{R_A \cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \text{ და } S_3 = -\frac{R_A \cdot \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

S_3 -ის მიღებული ნიშანი (უარყოფითი) გვიჩვენებს, რომ მე-3 ღერო სინამდვილეში იკუმშება და ნახაზზე წინასწარ აღებული მიმართულება (გამჭიმვა) უნდა შეიცვალოს საწინააღმდეგოთი.

გავჭრაოთ მოცემული სისტემა მომდევნო მალზე და განვიხილოთ მარცხენა ნაწილის წონასწორობა O_1 წერტილის (მას რიტერის წერტილს უწოდებენ) მიმართ, რომელიც წარმოადგენს ორი — S_6 და S_7 — ღეროს გადაკვეთას. ამ წერტილის მიმართ მარცხენა ნაწილზე მოქმედი ძალების მომენტების ჯამი

$$R_A \cdot \lambda + S_5 \cdot h - q_1 \lambda = 0,$$

საიდანაც

$$S_5 = -\frac{\lambda(R_A - q_1)}{h}.$$

მიღებული უარყოფითი ნიშანი გვიჩვენებს, რომ სინამდვილეში ეს ღერო შეკუმშულ ღეროს წარმოადგენს.

ვინაიდან S_6 და S_7 ღეროები არ იკვეთება, მათ რიტერის წერტილი არ ექნება და ამიტომ მომენტების ჯამის მაგივრად S_6 ღეროსათვის წონასწორობის პირობა გვემძილებს ჯამის სახით უნდა დაიწეროს:

$$\sum Y = 0; S_6 \cdot \sin \gamma - q_1 - q_2 + R_A = 0,$$

საიდანაც

$$S_6 = \frac{q_1 + q_2 - R_A}{\sin \gamma}.$$

S_7 -ს გასაგებად რიტერის წერტილად აღებული უნდა იქნეს S_5 და S_6 ღეროების გადაკვეთის O_2 წერტილი და განვიხილოთ მარცხენა ნაწილის წონასწორობა ამ წერტილის მიმართ. მომენტების ჯამი:

$$R_A \cdot 2\lambda - q_1 \cdot 2\lambda - q_2 \lambda - S_7 \cdot h = 0,$$

საიდანაც

$$S_7 = \frac{2\lambda(R_A - q_1 - 0,5q_2)}{h}.$$

ანალოგიურად გაიგება დანარჩენ ღეროებში მოქმედი ძალებიც.

№№	კვანძის სქემა	ძალების მნიშვნელობა	№№	კვანძის სქემა	ძალების მნიშვნელობა
1		$S_1 = -\frac{R_A \cdot \lambda}{h}$	5		$S_1 = \frac{H}{\sin \alpha}$ $S_2 = -\frac{V}{\sin \alpha}$ $S_3 = -H + \frac{V\lambda}{2h}$
2		$S_2 = S_1$ $S_3 = \frac{R_A \cdot \lambda}{h_0}$ $S_4 = Q$	6		$S_4 = \frac{V}{\sin \alpha}$ $S_5 = H - \frac{V\lambda}{h}$
3		$S_5 = -\frac{R_A - Q}{\sin \alpha}$ $S_6 = \frac{\lambda(2R_A - Q)}{h}$	7		$S_6 = \frac{V}{\sin \alpha}$ $S_7 = \frac{Q\lambda}{2h}$
4		$S_7 = 0$ $S_8 = S_9$	8		$Q \cdot 2\lambda - S_8 \cdot h = 0$ $S_8 = \frac{2Q\lambda}{h_0} = \frac{Q}{\sin \alpha}$

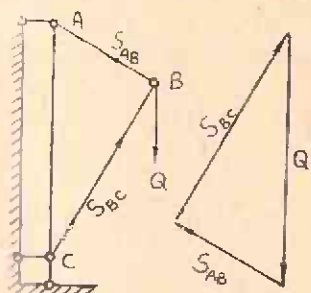
რაც შეეხება ვერტიკალურ დგარებს, მათში მოქმედი ძალები გაიგება y ღერძზე ყოველი ძალის (მარცხენა ნაწილზე მოქმედი) გეგმილების ჯამით. ასე, მაგალითად, O_1 -ზე გამავალ დგარში მოქმედი ძალა იქნება $R_A - q_1 - q_2$; O_2 -ზე გამავალ დგარში კი $R_A - q_1 - q_2 - q_3$ და ა. შ.

ზემოთ მოცემულია ბრტყელი სისტემის სხვადასხვა (დამახასიათებელი) კვანძის ღეროებში მოქმედი ძალების მნიშვნელობები.

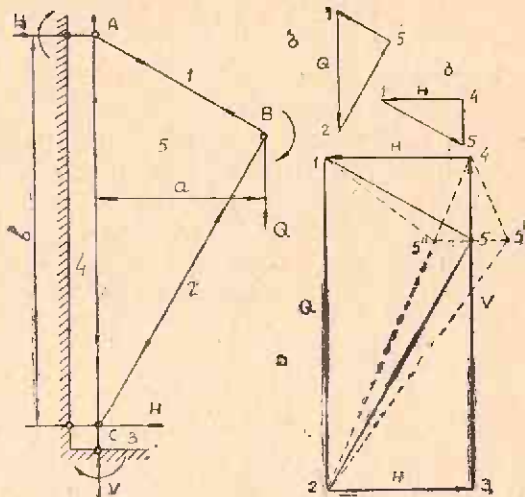
5. გრაფიკული მეთოდი

1. კ რ ე მ ო ნ ი ს დ ი ა გ რ ა მ ა. ყველაზე მარტივად ძალთა გრაფიკი აიგება ორი ლეროსაგან შემდგარი კვანძისათვის (ნახ. 2.6). ასეთ შემთხვევაში გარკვეულ მასშტაბში გადავზომავთ კვანძში მოღებულ (მოცემულ) ძალას და მის საწყის და ბოლო წერტილებიდან გავატარებთ მოცემული ღეროების პარალელურ ხაზებს. მათი გადაკვეთის წერტილი განსაზღვრავს საძიებელ S_{AB} და S_{BC} ძალების სიდიდეს, მიმართულებას კი გაიგება კონტურის შემოვლის მეთოდით (Q ძალის ცნობილი მიმართულების მიხედვით). ამგვარად, მივიღებთ, რომ S_{AB} იქნება ღეროს გამჭიმავი (ის მიმართულია კვანძიდან) და S_{BC} კი მკუმშავი ძალა (ის კვანძისაკენაა მიმართული).

უფრო რთული შედგენილობის სისტემების (ფერმების) ღეროებში ძალების გაგება (მუდმივი დატვირთვისათვის) უმჯობესია ვაწარმოოთ კრემონის დიაგრამით, რომლის აგების



ნახ. 2.6.



ნახ. 2.7.

არსი შემდეგში მდგომარეობს: ჯერ გავიგებთ რეაქციის ძალებს (ნახ. 2.7):

$$H = \frac{Q \cdot a}{b} \quad \text{და} \quad V = Q.$$

დავნომრავთ მოცემულ სისტემას ისე, რომ ადვილად იკითხებოდეს ყოველი ძალა და ღერო. ასე, მაგალითად, Q ძალის აღნიშვნა იქნება 1—2 (იხ. მიმართულება, რომელიც ნახაზზე ისრებითაა ნაჩვენები), ქვედა ჰორიზონტალური H რეაქციის აღნიშვნაა 2—3; ვერტიკალური V რეაქციის აღნიშვნაა 3—4 და ზედა H რეაქციისა კი 4—1. სათანადოდ, ზედა დახრილი ღერო აღნიშნულია 1—5-ით, ქვედა დახრილი ღერო 2—5-ით და ვერტიკალური ღერო კი 4—5-ით. ამის შემდეგ გადავზომავთ (გარკვეულ მასშტაბში) Q ძალას, რომელიც 1—2 მონაკვეთის ტოლია, მე-2 წერტილიდან გავატარებთ ჰორიზონტალურ H რეაქციას ($H=2-3$), მე-3 წერტილიდან $V=3-4=Q$ რეაქციას და მე-4 წერტილიდან კი $H=4-1$ მონაკვეთს. უკანასკნელმა ძალამ უნდა გაიაროს პირველ წერტილში, ე. ი. ძალთა მრავალგვერდი უნდა შეიკრას (ჩაიკეტოს). თუ ეს ასე არ მოხდა, ეს იმის მაჩვენებელი იქნება, რომ ან ძალები არაა გადაზომილი სწორად, ან რეაქციის ძალების გამოთვლაშია შეცდომა. ძალთა მრავალგვერდის (ჩაიკეთილი) აგების შემდეგ მის სათანადო წერტილებიდან უნდა გავატაროთ სისტემის ღეროების პარალელური ხაზები. ასე, მაგალითად, 2—5 ღეროს პარალელური ხაზი ძალთა მრავალგვერდის მე-2 წერტილიდან უნდა გავატაროთ; 1—5 ღეროს

პარალელური ხაზი კი მრავალგვერდის 1-ლი წერტილიდან. მათი გადაკვეთა უნდა მოხდეს (აღებულ შემთხვევაში) მე-5 წერტილში, რომელიც მდებარეობს 3—4 ვერტიკალზე. ამგვარად, თუ გავზომავთ მიღებულ 1—5, 2—5 მონაკვეთებს, მას-შტაბზე ვადაშვავლებით მივიღებთ აღნიშნულ ღეროებში მოქმედ ძალებს.

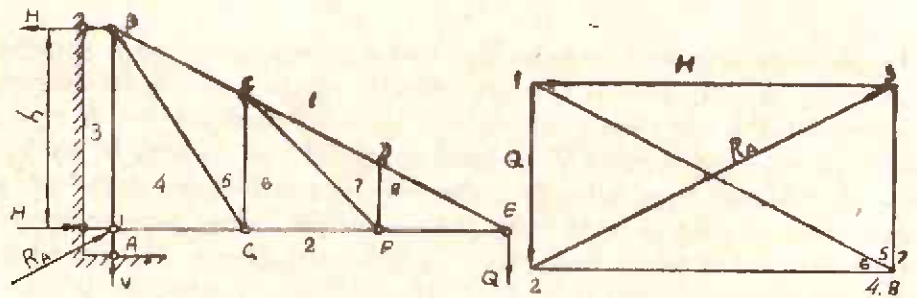
თუ აღნიშნული გადაკვეთა მოხდა 5' ან 5'' წერტილში (რაც თქმა უნდა მხოლოდ აღებულ შემთხვევაში), მაშინ 4—5' ან 4—5'' არ იქნება ვერტიკალურ 4—5 ღერო-ში მოქმედი ძალის გამომსახველი (ძალა ღეროს უნდა ემთხვეოდეს) და ესეც, საერთოდ, დიაგრამის აგების შეცდომაზე (ან ცდომილებაზე) მიგვითითებს.

მიღებული ძალების მიმართულება შემდეგნაირად უნდა დადგინდეს. თუ განვიხილავთ სამკუთხედს, სადაც მოცემული Q ძალა და ნაპოვნი 1—5 და 2—5 ძალები შედის (ე. ი. ვიხილავთ B კვანძს), მიმართულებებს შემოვლის წესით მივიღებთ (ნახ. 2.7 ბ) და, მაშასადამე, 1—5 გამჭიმავი ძალა იქნება (ის B კვანძიდანაა მიმართული) და 2—5 კი მკუმშავი (ის B კვანძისაკენაა მიმართული). თუ განვიხილავთ სამკუთხედს, სადაც ჰორიზონტალური H რეაქცია და ნაპოვნი 1—5 და 4—5 ძალებია მოქმე-ული (ე. ი. ვიხილავთ A კვანძს), მივიღებთ, რომ 1—5 ძალა გამჭიმავია (როგორც წინა-თ), ვინაიდან ის A კვანძიდანაა მიმართული და 4—5 ძალა კი — მკუმშავი (ის A კვანძისაკენაა მიმართული). C კვანძში 2—5 და 4—5 ღეროების ძალების მიმართულებ-ა მიღებული მიმართულებების საწინააღმდეგო იქნება.

ანალოგიურად აიგება კრემონის დიაგრამა 2.8 ნახაზზე ნაჩვენები თერმისათვის, აქ ჯერ გავიგებთ რეაქციის ძალებს:

$$H = \frac{Ql}{h} \text{ და } V = Q;$$

დავნომრავთ სათანადო უბნებს და ავაგებთ ძალთა მრავალგვერდს, რომელსაც 1—2, 2—3 და 3—1 სამკუთხედის სახე აქვს. აქ $2-3=R_A$ წარმოადგენს ქვედა საყრდენში მოქმედ ჰორიზონტალური და ვერტიკალური რეაქციების ტოლქმედს (შეიძლება და გადაგვეზომა ჰორიზონტალური და ვერტიკალური რეაქციები ცალ-ცალკე და მაშინ სამკუთხედის ნაცვლად ოთხკუთხედს მივიღებდით). აგებას დავიწყებთ A ან E კვანძიდან: ვინაიდან აქ ორი ღეროა, მაშასადამე, ორი ძალა იქნება უცნობი. თუ განვიხილავთ A კვანძს, მაშინ 2—4 და 3—4 ღეროების მიმართულებების გადაკვეთა ძალთა მრავალკუთხედზე მოგვცემს ამ ღეროებში მოქმედ 2—5 და 3—4 ძალებს.



ნახ. 2.8.

ამის შემდეგ განვიხილავთ B კვანძს, სადაც სამიდან ერთი ძალა უკვე ცნობილია და საძიებელი იქნება მხოლოდ ორი 1—5 და 4—5 ძალა. მათ მისაღებად დიაგრამის 1-ლი წერტილიდან უნდა გავატაროთ 1—5 ღეროს პარალელური ხაზი, რომელიც უნდა გადაიკვეთოს მე-4 წერტილიდან 4—5 ღეროს პარალელურად გატარებულ ხაზ-თან, ვინაიდან მე-4 წერტილი უკვე ნაპოვნი ძალა და ის მდებარეობს ჰორიზონტალურ

ხაზზე, ცხადია, მე-5 წერტილიც ამავე ხაზზე იქნება, რაც იმას ნიშნავს, რომ 4—5 ლეროში მოქმედი ძალა ნულის ტოლია. ახლა შეიძლება განვიხილოთ G კვანძი, სადაც 2—6 და 5—6 ლეროები იყრის თავს. ამ ლეროების მიმართულებების გადაკვეთა დიაგრამაზე მოგვცემს მე-6 წერტილს, რომელიც წინათ ნაპოვნ წერტილს ემთხვევა. ასევე მივიღებთ მე-7 და მე-8 წერტილებსაც და ამგვარად გამოდის, რომ 4—5, 5—6, 6—7 და 7—8 ლეროები ნულოვანია, 2—4, 2—6, 2—8 და სათანადოდ: 1—5, 1—7 და 1—8 ლეროებში მოქმედი ძალები ტოლია. ამ ძალების მიმართულებებს კონტურის შემოვლის წესით დავადგენთ, რაც მოგვცემს დადებითს ნიშნებს (გაჭიმვა) ზედა სარტყლის ლეროებისათვის და უარყოფითს ქვედა სარტყლის ლეროებისათვის. ვერტიკალური 3—4 ლეროც უარყოფითი ნიშნის ძალითაა დატვირთული, ე. ი. ის იკუმშება.

აქ უნდა აღვნიშნოთ, რომ მიღებული მე-4, 5, 6, 7 და მე-8 წერტილები აუცილებლად უნდა მდებარეობდეს ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზების გადაკვეთაში. თუ გადაკვეთა მივიღეთ შიგნით ან გარეთ, ეს შეცდომაზე მიგვითითებს.

6. გავლენის ხაზების მეთოდი

აღნიშნული გვეჩვენა, რომ, თუ ბრტყელ სისტემაზე მოძრავი დატვირთვა მოქმედებს, მაშინ ძალების გასაგებად გამოიყენება გავლენის ხაზების აგების მეთოდი.

გავლენის ხაზი ეწოდება გარე დატვირთვის, რეაქციის ძალის ან მომენტის გრაფიკულ გამოსახვას დატვირთვის საყრდენებს შორის ნებისმიერ მანძილზე მდებარეობის დროს. განვიხილოთ გავლენის ხაზების აგების მეთოდი განივი (გადამჭრელი) ძალებისა და მღუნავი მომენტებისათვის.

1) განვიხილოთ ძალების გავლენის ხაზის აგება. მოცემულია ორ საყრდენზე მდებარე კოჭი, რომელზედაც მოქმედებს მოძრავი დატვირთვა Q ნახ. 2.9). საყრდენებზე რეაქციის ძალები იქნება

$$R_A = Q \frac{l-x}{l} \text{ და } R_B = Q - R_A = Q \frac{x}{l}.$$

როგორც ჩანს, რეაქციის ძალის ცვლილება სწორი ხაზის კანონით წარმოებს და ამიტომ მის ეპიურას სამკუთხედის სახე ექნება (ნახ. 2.9 ა და 2.9 ბ).

თუ მოძრავი ძალა $Q=1$ იმყოფება განსახილველ-1-1 კვეთის მარცხნივ, მაშინ განივი (გადამჭრელი) ძალა, რომელიც ამ კვეთში მოქმედებს,

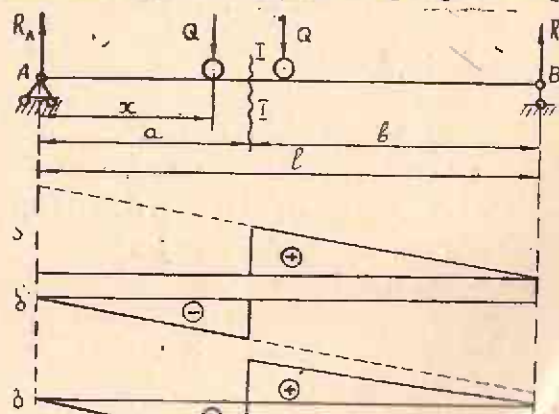
$$Q_{1-1} = -R_B = -1 \frac{x}{l},$$

სადაც $\frac{l-x}{l}$ არის მარჯვენა საყრდენი რეაქციის გავლენის ხაზის ორდინატა.

როცა მოძრავი ტვირთი $Q=1$ განსახილველ კვეთის მარჯვნივ იმყოფება, ამ კვეთში განივი ძალა

$$Q_{1-1} = 1 \frac{l-x}{l},$$

სადაც $\frac{l-x}{l}$ იქნება მარცხენა საყრდენი რეაქციის გავლენის ხაზის ორდინატა.



ნახ. 2.9.

გადამჭრელი ძალის გავლენის ხაზის ასაგებად მიღებული უბნები უნდა შეეათავსოთ. მთლიანი გავლენის ხაზს ნახ. 2.9 გ-ზე ნაჩვენები სახე ექნება.

2.10 ა ნახაზზე ნაჩვენებია ორკონსოლიანი კოჭის გადამჭრელი ძალის გავლენის ხაზის აგება.

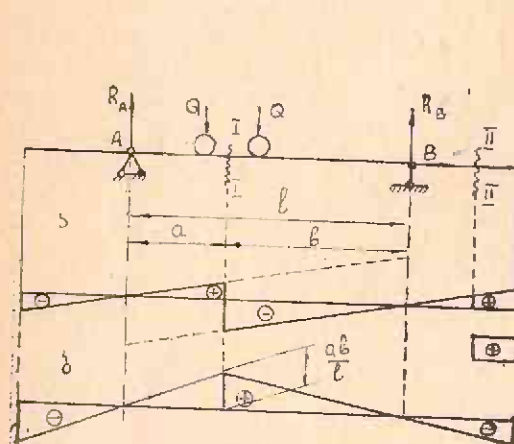
2) მ ღ უ ნ ა ვ ი მ ო მ ე ნ ტ ე ბ ი ს გ ა ვ ლ ე ნ ი ს ხ ა ზ ი ს ა გ ე ბ ა. მოცემულია ორ საყრდენზე მდებარე კოჭი, რომელზედაც მოქმედებს მოძრავი დატვირთვა (ნახ. 2.11). გავიგებთ რეაქციის ძალებს

$$R_A = Q \frac{l-x}{l} \quad \text{და} \quad R_B = Q \frac{x}{l}.$$

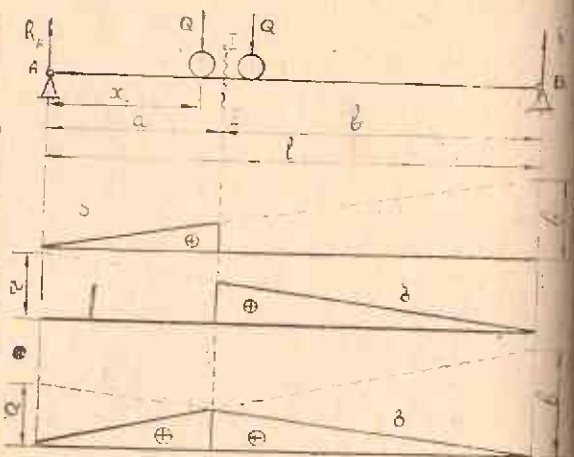
თუ მოძრავი ტვირთი $Q=1$ აღებული I—I კვეთის მარცხნივაა მოთავსებული, მაშინ ამ კვეთში მღუნავი მომენტი

$$M_{I-I} = R_B \cdot b = Q \frac{x}{l} \cdot b = 1 \frac{x}{l} b,$$

სადაც $\frac{x \cdot b}{l}$ არის I—I კვეთში მღუნავი მომენტის გავლენის ხაზის ორდინატა.



ნახ. 2.10.



ნახ. 2.11.

ამგვარად, სანამ $Q=1$ ტვირთი მოძრაობს მარცხენა უბნის ფარგლებში, მღუნავი მომენტის ცვლილების კანონი გამოისახება x -ჯერ გადიდებული მარჯვენა საყრდენის რეაქციის გავლენის ხაზით (ნახ. 2.11 ა).

როცა მოძრავი ტვირთი $Q=1$ აღებული კვეთის მარჯვნივაა მოთავსებული, მაშინ მღუნავი მომენტი

$$M_{I-I} = R_A \cdot a = Q \frac{l-x}{l} \cdot a = 1 \frac{(l-x)a}{l},$$

სადაც $a \frac{(l-x)}{l}$ არის ამ კვეთში მღუნავი მომენტის გავლენის ხაზის ორდინატა.

ამგვარად, სანამ $Q=1$ ტვირთი მოძრაობს მარჯვენა უბნის ფარგლებში, მღუნავი მომენტის ცვლილების კანონი გამოისახება a -ჯერ გადიდებული მარცხენა საყრდენის რეაქციის ძალის გავლენის ხაზით (ნახ. 2.11 ბ).

სრული საანგარიშო გავლენის ხაზის ასაგებად მიღებული უბნები უნდა შეეთავსოს, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 2.11 გ-ზე, მივიღებთ სამკუთხედს, რომლის უდიდესი ორდინატა აღებულ $I—I$ კვეთში იქნება $\frac{ab}{l}$ (რადგან ამ კვეთისათვის $x=a$).

თუ გვინდა მივიღოთ აღებულ კვეთში მოქმედი მღუნავი მომენტის მნიშვნელობა, გავლენის ხაზის ორდინატა უნდა გადავამრავლოთ მოძრავი ტვირთის წონაზე.

ორკონსოლიანი კოჭისათვის მღუნავი მომენტის გავლენის ხაზის აგება 2.10 ბ ნახაზზეა ნაჩვენები.

მოძრავი დატვირთვით ფერმის ცალკეული ღეროებში გამოწვეული ძალებისა და მომენტების გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით გაგება განხილული იქნება ქვემოთ, ხიდური ამწის ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშების დროს.

I. საბრუნე ავზების ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშება

განვიხილოთ 1.1 ნახაზზე ნაჩვენები საბრუნე ამწის ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშების ზოგიერთი საკითხი. მისთვის მხოლოდ კრემონის დიაგრამა ავაგოთ.

ქერ გამოვიანგარიშებთ რეაქციის ძალებს (ნახ. 2.12 ა):

$$H = \frac{Ql}{h} \text{ და } V = Q.$$

გავიგებთ A , B და C კვანძებში მოქმედ ძალებს:

$$R = \sqrt{Q^2 + S_{\max}^2} + 2QS_{\max} \cdot \cos \alpha \quad A \text{ კვანძში,}$$

$$S_1 = \frac{S_{\max} \cdot l_2}{l_1 + l_2} \quad B \text{ ,,}$$

$$H' = \frac{Ql}{h'} \quad B \text{ და } C \text{ ,,}$$

$$S_2 = S_{\max} - S_1 \quad C \text{ ,,}$$

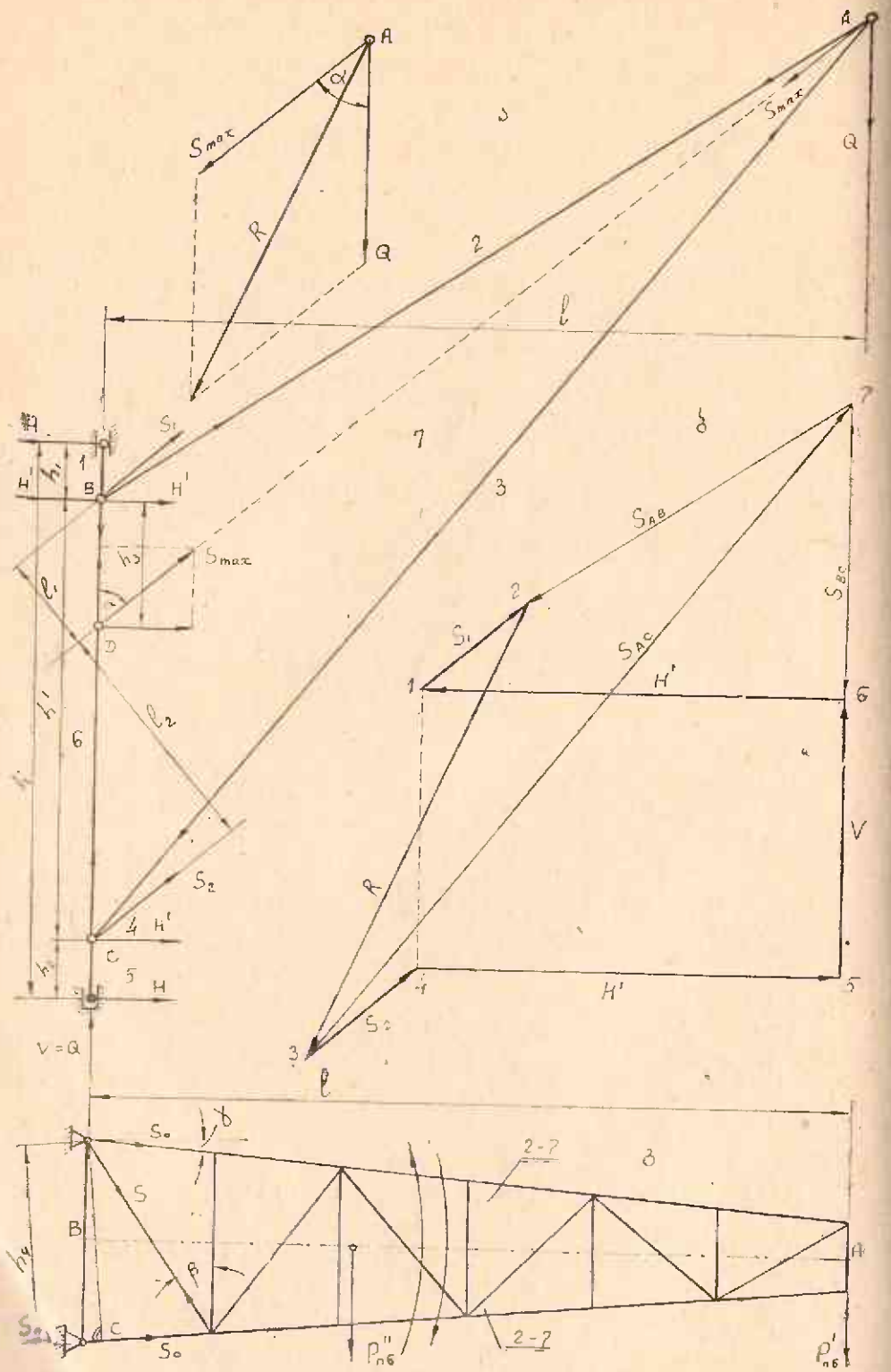
და მოვახდენთ უბნების დანომრვას, როგორც ეს ნახაზზეა ნაჩვენები.

კრემონის დიაგრამას შემდეგნაირად ავაგებთ: გადავზომავთ S_1 ძალას, რომელიც 1—2 მონაკვეთის ტოლია (ნახ. 2.12 ბ). მის ბოლო წერტილიდან გავატარებთ R მიმართულების ხაზს და გადავზომავთ მასზე $R=2—3$ სიდიდეს. აქედან გავატარებთ $S_2=3—4$ ხაზს და მის ბოლოდან კი პორიზონტალურ რეაქციას $H'=4—5$. მიღებულ მე-5 წერტილიდან ვერტიკალურად $V=5—6$ ძალას გადავზომავთ და შემდეგ $H=6—1$ -ის პორიზონტალურად გატარებით ჩავკეტავთ ძალთა მრავალგვერდს (თუ ჩაკეტვა არ მოხდა, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ მრავალგვერდი შეცდომითაა აგებული).

ამის შემდეგ ძალთა მრავალგვერდის სათანადო წერტილებიდან ვაწარმოებთ მოცემული ღეროების პარალელური ხაზების გავლებას. ასე, მაგალითად: მე-2 წერტილიდან გავატარებთ 2—7 ღეროს პარალელურ ხაზს, მე-3-დან კი 7—3 ღეროს პარალელურ ხაზს. მათი გადაკვეთა უნდა მოხდეს მე-7 წერტილში, რომელიც 6—7 ვერტიკალზე გავლებულ ხაზს უნდა კვეთდეს. ამგვარად, სათანადო მასშტაბზე გადამრავლებით მივიღებთ ღეროებში მოქმედ ძალებს:

$$S_{AB}=2-7; \quad S_{AC}=3-7 \text{ და } S_{BC}=6-7.$$

მ. იმწე-სატრანსპორტო მანქანები



Боб. 2.12 а, б, в.

მიმართულებებს დავადგენთ ასე: განვიხილავთ სამკუთხედს, სადაც შედის A კვანძზე მოდებული ტოლქმედი R ძალა. კონტურის შემოვლის წესით მივიღებთ, რომ $S_{AC} = 3-7$ მკუმშავი ძალა (მიმართულია A კვანძისაკენ) და $S_{AB} = 7-2$ კი — გამჭიმავი (ის A კვანძიდანაა მიმართული). ვერტიკალურ ღეროში მოქმედი $S_{AC} = 7-6$ ძალა გამჭიმავი ძალაა.

ზოგჯერ ღეროების გასაანგარიშებლად მხედველობაში იღებენ აგრეთვე საკუთარ წონასაც, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს შესრულებული (არსებული) მსგავსი კონსტრუქციების ცნობილი წონებით ან კიდევ წინასწარ შედგენილი სქემის მიხედვით ცალკეული ღეროების წონების დადგენით (თუ დაუშვებთ ღეროების ზომებს და ერთეულის წონას გადავამრავლებთ სიგრძეზე). მაგრამ არსებული მსგავსი კონსტრუქციების შერჩევა ან ცალკეული ღეროების კვეთების დანიშვნა მნიშვნელოვან სიძნელეებთანაა დაკავშირებული და ამიტომ ხშირად დიდ ცდომილებასაც გვაძლევს. ამის გამო უმჯობესია ღეროების კვეთების გაანგარიშება ვაწარმოოთ საკუთარი წონების გაუთვალისწინებლად, მხოლოდ დასაშვები ძაბვების $15-20\%$ -მდე შემცირებით.

ღეროების გასაანგარიშებლად ჯერ მათი კვეთის ფორმა უნდა შევარჩიოთ. ასე, მაგალითად, $2-7$ ღეროსათვის მრგვალი, სწორკუთხა ან კუთხოვანა, $3-7$ ღეროსათვის კი კოლოფა კვეთი. კვეთის ზომის შერჩევა შეიძლება შემდეგნაირად: წინასწარ დაუშვებთ მოქნილობის სიდიდეს და გამოვიანგარიშებთ კვეთის ინერციის უმცირეს რადიუსს (ნავლინი პროფილებისათვის)

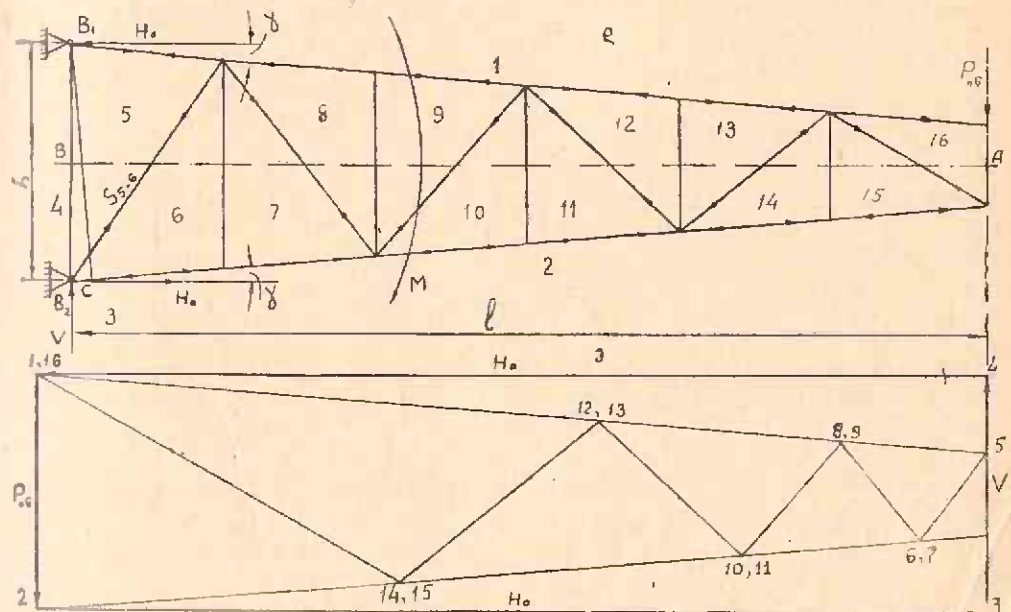
$$i = \frac{l}{\lambda_{\max}}$$

სადაც l არის ღეროს საანგარიშო სიგრძე (აიღება სქემიდან).

უდიდესი მოქნილობა შეიძლება ავიღოთ

$\lambda_{\max} = 150$ — გაჭიმული ღეროებისათვის;

$\lambda_{\max} = 120$ — შეკუმშული ღეროებისათვის.



ნახ. 2.12 დ, ე.

ინერციის რადიუსის მიღებული მნიშვნელობით ცხრილებიდან შევირჩევთ ნაგ-
ლის პროფილის სათანადო ნომერს (კუთხოვანა ან შევლერი) და მოვახდენთ დაბ-
ვების შემოწმებას.

თუ ღეროსათვის მრგვალი ან სწორკუთხა კვეთი იქნება შერჩეული, მაშინ, გა-
მოვიანგარიშებთ ღეროს მოქნილობას $\lambda = l \sqrt{\frac{F}{J}}$, სადაც l არის საანგარიშო სიგ-
რძე, F — განივკვეთის ფართობი და J — ინერციის მომენტი, რომელიც შემდეგი ფორ-
მულებით გაიგება

$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad \text{და} \quad J = \frac{bh^3}{12}.$$

მოქნილობის მიღებული მნიშვნელობით ცხრილებიდან შევირჩევთ ვრძელ ღერ-
ვაზე დაბვის შემცირების φ კოეფიციენტს და მოვახდენთ ღეროების შემოწმებას (2—7
ლერო გაჭიმვაზე შემოწმდება და 3—7 კი — კუმშვაზე):

$$\sigma = \frac{S_{2-7}}{2F} \leq [\sigma]_{\text{აბ}} \quad \text{და} \quad \sigma = \frac{S_{3-7}}{2\varphi F} \leq [\sigma]_{\text{კმ}}.$$

თუ საჭირო იქნება მხედველობაში მივიღოთ აგრეთვე დამატებითი ძალა, რომელიც
ამწის ბრუნვის დროს წარმოიქმნება ინერციის ძალის სახით, მაშინ ვისარგებლებთ
ამწის ბრუნვის ღერძზე დაყვანილი ფრიქციონის ზღვრული მომენტის მნიშვნელობით
(იხ. მოსაბრუნებელი მექანიზმის გაანგარიშება) და ჰორიზონტალური ფერმის წო-
ნასწორობის პირობიდან (C წერტილის მიმართ მომენტების ჯამიდან) მივიღებთ (ნახ.
2.12 გ):

$$S_0 = \frac{M}{h_4} = \frac{M_2' \cdot i \cdot \eta}{h_4},$$

სადაც M_2' არის მოსაბრუნებელი მექანიზმის ჰიაგადაცემის ფრიქციონის ლილეზე
მოღებული მომენტი, i და η — ფრიქციონის ლილეა და ამწის ბრუნვის ღერძს
შორის მოთავსებული გადაცემის საერთო გადაცემის რიცხვი და მ. ქ. h_4 — ძალის
შხარი.

თუ ვიგულისხმებთ, რომ ეს დამატებითი ძალა მთლიანად გადაეცემა ზედა 2—3
ლეროს, შემოწმებამ უნდა მოგვცეს

$$\sigma_{\max} = \frac{S_{2-7} + S_0}{2F} \leq [\sigma]_{\text{აბ}}.$$

ვერტიკალურ 6—7 ღეროში მოქმედი დაბევების შესამოწმებლად გავიგებთ B , C და
 D კვეთებში (ნახ. 2.12 ა) მოღებულ მომენტებს:

$$M_B = H \cdot h_1; \quad M_C = H \cdot h_2; \quad M_D = H(h_1 + h_3) - H' \cdot h_3 + S_1 \frac{h_3}{h'}(h' - h_3),$$

სადაც $S_1 = S_{\max} \cdot \sin \alpha$ არის ბაგირის დაჭიმულობის მდგენელი.

დაბევების სიდიდეს გავიგებთ გამოსახულებებიდან:

$$\sigma_B = \sigma_{\text{აბ}} + \sigma_{\text{კ}} = \frac{S_{6-7}}{2F} + \frac{M_B}{2W_x} \leq [\sigma];$$

$$\sigma_C = \sigma_{\text{აბ}} + \sigma_{\text{კ}} = \frac{S_{6-7}}{2F} + \frac{M_C}{2W_x} \leq [\sigma];$$

$$\sigma_D = \sigma_{\text{აბ}} + \sigma_{\text{კ}} = \frac{S_{6-7}}{2F} + \frac{M_D}{2W_x} \leq [\sigma].$$

ჰორიზონტალური ფერმის ირიბანში ძაბვის შესამოწმებლად მხედველობაში იღებენ ინერციის ძალას (ამწის მობრუნების შენელების დროს):

$$P_{\text{ი6}}' + P_{\text{ი6}}'' = \frac{Q l}{g} \varepsilon + \frac{G l_0}{g} \varepsilon,$$

სადაც ε არის კუთხური შენელება და გაიგება ფორმულიდან:

$$\varepsilon = \frac{\pi n_{\text{აფ}}}{30 t}.$$

როგორც ვიცი, ბრუნვითი მოძრაობის დროს ინერციის ძალის მომენტი

$$M_{\text{ი6}} = \frac{GD^2 \cdot n_{\text{აფ}}}{375 t},$$

სადაც GD^2 არის ამწის სამქნევარო მომენტი (ცნობილია მოსაბრუნებელი მექანიზმის გაანგარიშებიდან), $n_{\text{აფ}}$ — ამწის ბრუნთა რიცხვი და t — დამუხრუჭების დრო.

თუ ერთიმეორეს გავუტოლებთ ინერციის ძალისა და ფრიქციონის დაყვანილ მომენტებს, მივიღებთ ამწის გაჩერების დროს

$$t = \frac{GD^2 \cdot n_{\text{აფ}}}{375 M}.$$

კუთხური შენელება იქნება

$$\varepsilon = \frac{375 \pi M}{30 GD^2} = \frac{375 \pi M_2' \eta i}{30 GD^2}.$$

მაშინ, თუ დავაგვიგებთ ყველა ძალას ვერტიკალურ ღერძზე, მივიღებთ (ნახ. 2.12 გ)

$$S \cdot \cos \beta - P_{\text{ი6}}' - P_{\text{ი6}}'' - S_0 \cdot \sin \gamma = 0,$$

საიდანაც ირიბანაზე მოქმედი ძალა

$$S = \frac{P_{\text{ი6}}' + P_{\text{ი6}}''}{\cos \beta}.$$

უნდა აღინიშნოს, რომ თუმცა ეს მეთოდი მიღებულია ლიტერატურაში, მაგრამ ის სრულ სურათს არ იძლევა (ძალა მხოლოდ ერთ ირიბანში მიიღება) და, გარდა ამისა, შედეგიც ძალზე მიახლოებითი და არაზუსტია. კრემონის დიაგრამის აგებით მიიღება ყველა ღეროში მოქმედი ძალა. ამ დიაგრამის ასაგებად გავივებთ ფერმის წვეროზე მოდებული ინერციის ძალას. ჩავთვლით, რომ ამწის დამუხრუჭების დროს ფრიქციონის M მომენტს აწონასწორებს საყრდენებში წარმოქმნილი რეაქციის $H_0 - H_0$ ძალა (ნახ. 2.12 დ), სადაც

$$H_0 = \frac{M}{h} = \frac{M_2' \cdot i \eta}{h}.$$

მთლიანი ძალა, რომელიც ფერმის თავში შეგვიძლია ვიგულისხმოთ მოდებულიად, გაიგება გამოსახულებიდან:

$$P_{\text{ი6}} \cdot l \approx H_0 \cdot h,$$

საიდანაც

$$P_{\text{ი6}} \approx \frac{H_0 \cdot h}{l}.$$

ამ ძალებით აღვილად აიგება ძალთა მრავალგვერდი 1—2—3—4—1 (ნახ. 2.12 ე) და სათანადო წერტილებიდან ფერმის ღეროების პარალელური ხაზების გავლებით მივიღებთ ღეროებში მოქმედ ძალებს. ამ დიაგრამით მიღებული 1—5 და 2—5 ღეროებში მოქმედი ძალები თითქმის იგივეა, რაც ლიტერატურაში მიღებული მეთოდით გაანგარიშებული (იხ. ზემოთ) S_0 ძალა; 5—6 ირიბანაში მოქმედი ძალა უფრო მეტად განსხვავდება ზემოთ მიღებული S ძალისაგან (ნახ. 2. 12 გ), დანარჩენი ღეროების ძალების ზემომოყვანილი მეთოდით გაგება კი შეუძლებელია. გარდა ამისა, კრემონის დიაგრამით უდიდესი ძალა მიიღება არა 5—6 ღეროში, არამედ 15—16 ღეროში.

რაც შეეხება კვანძების გაანგარიშებას, შედუღებული ნაკერებისათვის ის შეიძლება ასე ჩავატაროთ: შევიმუშავებთ ნაკერის კონსტრუქციის, შევირჩევთ შედუღების ხერხს და ელექტროდის მარკას, ამის შემდეგ B და C კვანძებისათვის, სადაც გრძივი ძალა და მომენტი მოდებული, ნაკერებში მოქმედი ძაბვების შემოწმებას მოვახდენთ ჭრის დეფორმაციაზე შემდეგი ფორმულებით:

$$\sigma = \frac{S_{AB}}{\delta l} + \frac{6M_B}{\delta l^2} \leq [\sigma]_{\text{კ}};$$

$$\tau_B = \frac{S_{BC}}{\delta l} + \frac{6M_B}{\delta l^2} \leq [\tau]_{\text{კ}};$$

$$\tau_C = \frac{S_{BC}}{\delta l} + \frac{6M_C}{\delta l^2} \leq [\tau]_{\text{კ}};$$

$$\tau_C = \frac{S_{AC}}{\delta l} + \frac{6M_C}{\delta l^2} \leq [\tau]_{\text{კ}}.$$

A კვანძი მღუნავი მომენტისაგან თავისუფალია და ამიტომ აქ მხოლოდ ჭრაზე შემოწმება მოხდება

$$\tau_A = \frac{S_{AB}}{\delta l} \leq [\tau]_{\text{კ}} \quad \text{და} \quad \tau_A = \frac{S_{AC}}{\delta l} \leq [\tau]_{\text{კ}}.$$

მოყვანილ გამოსახულებებში l არის ლილვაკური ნაკერის საერთო სიგრძე (გვერდითი და შუბლა ნაკერებისათვის) და δ —ნაკერის კათეტის ზომა, რომელიც შესაძლებელი ელემენტის უმცირესი სისქის ტოლია.

მოქლონითი ნაკერების გაანგარიშება მოცემულია მე-5 მავალითში (ნახ. 2.17).

მეორე მავალითად განვიხილოთ 1.3 ნ ა ბ ა ზ ზ ე ნ ა ჩ ვ ე ნ ბ ი ა მ წ ი ს ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშება. აქაც ჯერ გავიგებთ რეაქციის ძალებსა (ნახ. 2.13 ა) და კვანძურ დატვირთვებს:

$$H = \frac{Ql}{h}; \quad V = Q; \quad H' = \frac{Ql}{h'};$$

$$S_1 = \frac{S_{\max} \cdot l_2}{l_1 + l_2}; \quad S_2 = S_{\max} - S_1;$$

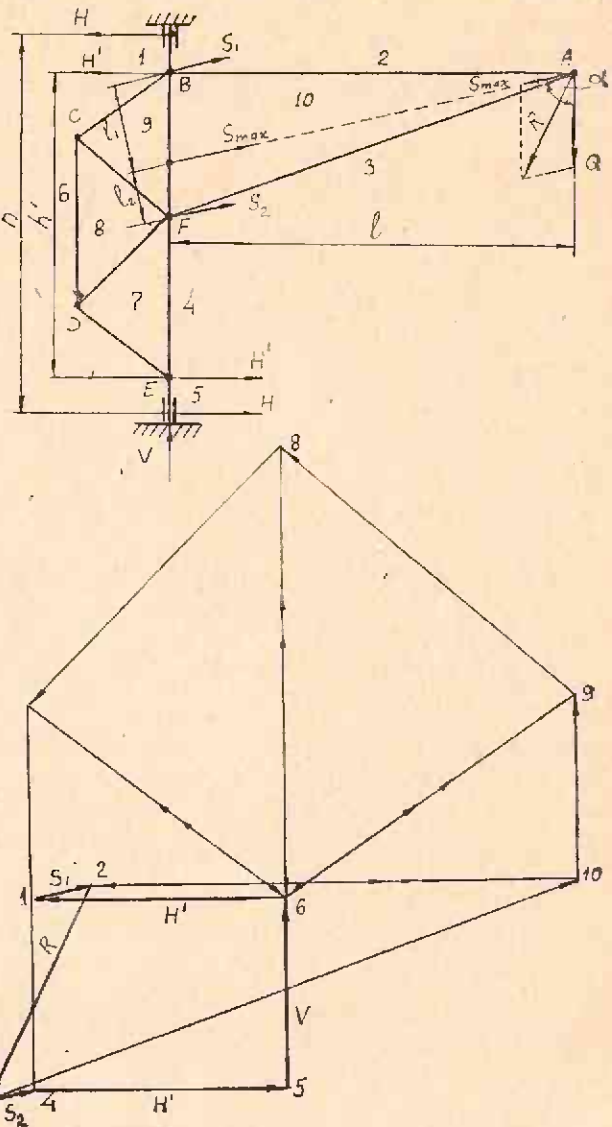
$$R = \sqrt{Q^2 + S_{\max}^2 + 2Q \cdot S_{\max} \cdot \cos \alpha}.$$

ამ დატვირთვებს სათანადო კვანძებში მოვდებთ და მოვახდენთ უბნების დანომრებას. შემდეგ ძალების სათანადოდ გადაზომვით ავაგებთ ძალთა მრავალგვერდს და თანამიმდევრობით გავატარებთ მოცემული ღეროების პარალელურ ხაზებს (ავებას ვიწყებთ იმ კვანძიდან, სადაც ორი ღერო იყრის თავს, ე. ი. A -დან ან C -დან). ჩაკეტვა უნ-

მოხდეს მე-7 წერტილში (თუ A -დან ვიწყებთ აგებას) ისე, რომ 4—7 ხაზი დიაგრამაზე პარალელური იყოს ფერმის ვერტიკალური ღეროსი. წინააღმდეგ შემთხვევაში აგების დროს შეცდომა (ცდომილება) გვექნება დაშვებული.

დიაგრამაზე ძალების მიმართულებას დავადგენთ წინა მაგალითის მსგავსად, რისთვისაც განვიხილავთ ცალკეული კვანძების წონასწორობას. დავიწყით ისევ A კვანძიდან, სადაც მოდებულია მოცემული R ძალა (ცნობილი როგორც სიდიდით, ისე მიმართულებით) და მიმართულებით უცნობი ორი 2—10 და 3—10 ძალა. თუ გავყვებით დიაგრამაზე R ძალის მიმართულებას

(კონტურის შემოვლის მეთოდის საფუძველზე) 10-კენ აქედან კი 2-კენ, მივიღებთ, რომ 3—10 ღეროში მოქმედი ძალა a მკუმშავი იქნება (ის A კვანძისკენაა მიმართული) და 2—10 ღეროში კი — გამჭიმავი (ის A კვანძიდანაა მიმართული). გადავალთ B კვანძზე, სადაც მოქმედებს ნაპოვნი მიმართულების საწინააღმდეგოდ 2—10 ძალა (ე. ი. B კვანძიდან) და უცნობი მიმართულების ორი 6—9 და 9—10 ძალა. თუ გავყვებით დიაგრამაზე ცნობილ 2—10 მიმართულებას 10-კენ (ის ორი ისრითაა ნაჩვენები) და შემდეგ კი 9-კენ და 6-კენ, დავადგენთ, რომ 10—9 მკუმშავი ძალაა (B კვანძისკენაა მიმართული) და 9—6 კი — გამჭიმავი (B კვანძიდანაა მიმართული). C კვანძში მოდებულია ერთი ცნობილი მიმართულების 6—9 ძალა (ის წინა კვანძის განხილვის დროსაა ნაპოვნი) და უცნობი მიმართულების ორი 6—8 და 8—9 ძალა. თუ დიაგრამას შემოვუვლით 6—9 ძალის მიმართულებით (ის ორი ისრითაა აღნიშნული) 8-კენ და შემდეგ 6-კენ, დავადგენთ, რომ 9—8 ძალა მკუმშავი იქნება და 8—6 კი — გამჭიმავი. D კვანძში მოქმედებს ცნობილი მიმართულების 8—6 ძალა (წინა მიმართულება შევებრუნეთ) და უცნობი მიმართულების ორი 6—7 და 7—8 ძალა. თუ აქაც შემოვუვლით 6—8, 8—7 და 7—5 ცნობილი მიმართულებებით, მივიღებთ საძიებელ მიმართულებებს

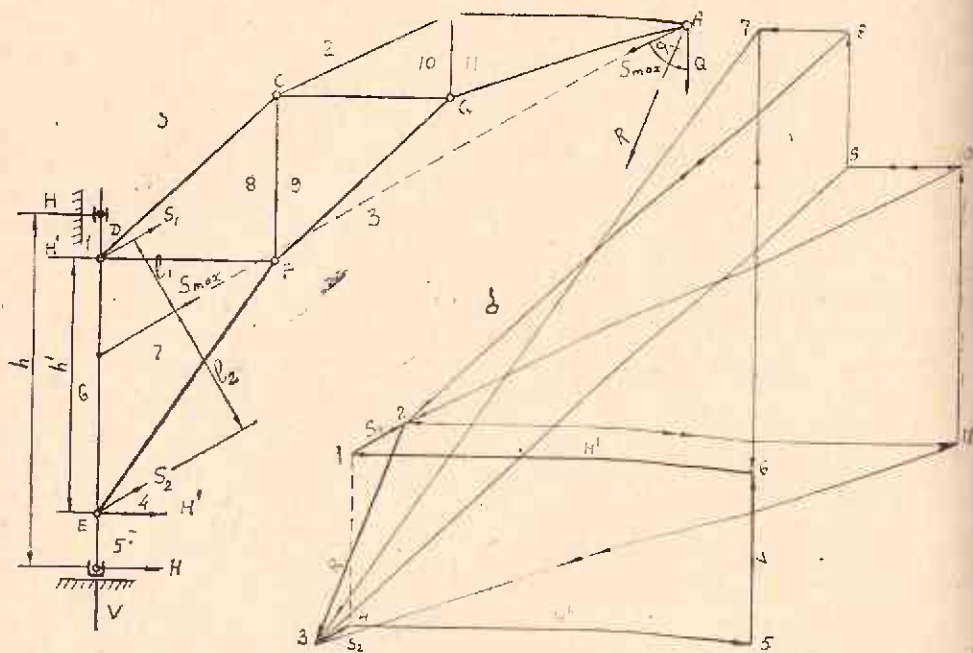


ნახ. 2.13.

(8—7 მკუშავი ძალაა და 7—6 კი გამჭიმავი). E კვანძში გვაქვს 6—7 ცნობილი მიმართულება, რომელიც D კვანძზე მოღებული ძალის საწინააღმდეგოა, და ერთი უცნობი მიმართულების 7—4 ძალა. 6-დან შემოვლით დავადგენთ, რომ 7—4 ძალა მკუშავია, ვინაიდან ის კვანძისკენაა მიმართული.

ადვილი გასაგებია, რომ აღნიშნული წესით F კვანძში მიმართულებებს ვერ დავადგენთ, რადგანაც აქ 3-ზე მეტი ძალა იყრის თავს, ამიტომ ეს მიმართულებები წინა კვანძების განხილვის დროს მიღებული მიმართულებების საწინააღმდეგოდ უნდა ავიღოთ.

ამის შემდეგ წინა მაგალითში მოყვანილი წესით შევირჩევთ ცალკეული ღეროების კვეთის ფორმას და შევამოწმებთ ძაბვებს. საბოლოოდ ვიანგარიშებთ ცალკეულ კვანძებს (იხ. ზემოთ).



ნახ. 2.14.

1.4 ნახაზზე ნაჩვენებია ამ წესითვის, წინა მაგალითის მსგავსად, გავიგებთ რეაქციის ძალებს და კვანძურ დატვირთვებს (ნახ. 2.14 ა):

$$H = \frac{Ql}{h}; \quad V = Q; \quad H' = \frac{Ql}{h'};$$

$$S_1 = \frac{S_{\max} \cdot l_2}{l_1 + l_2}; \quad S_2 = S_{\max} - S_1;$$

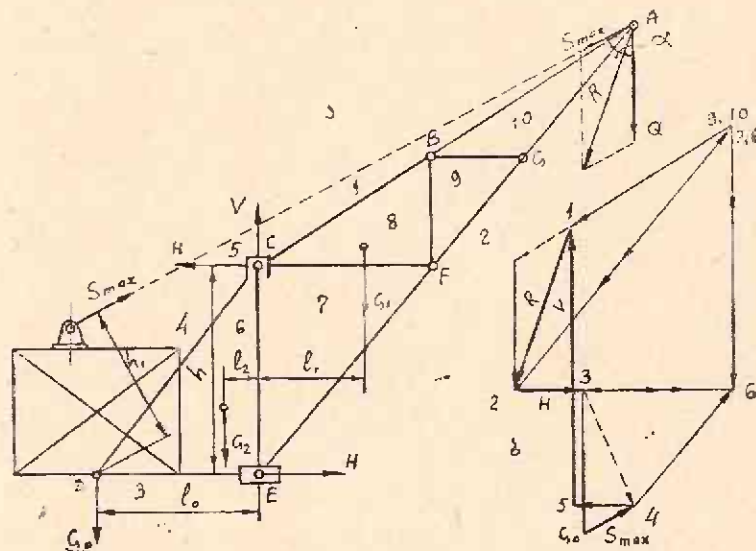
$$R = \sqrt{Q^2 + S_{\max}^2 + 2QS_{\max} \cdot \cos \alpha}$$

ავაგებთ ძალთა მრავალგვერდს (ნახ. 2.14 ბ), რომლის სათანადო წერტილებიდან გავატარებთ მოცემული ღეროების პარალელურ ხაზებს (ავგებას ვიწყებთ A კვანძიდან, სადაც ორი ღერო იყრის თავს). ნიშნებს დავადგენთ კონტურის შემოვლის მეთოდით, რისთვისაც განვიხილავთ ცალკეულ კვანძებს თანამიმდევრობით. ასე, მაგალითად, A კვან-

მზე მოდებულია მოცემული R დატვირთვა, რომელიც სიდიდითაც ცნობილია და მიმართულებითაც, და მიმართულებით უცნობი ორი 3—11 და 2—11 ძალა. თუ გავყვებით R -ის მიმართულებას 3-დან 11-კენ და აქედან კი 2-კენ, დავადგენთ, რომ 3—11 მკუმშავი ძალაა (მიმართულია A -კენ) და 11—2—გამჭიმავი (მიმართულია A -დან). ამ მიმართულებებს გადავიტანთ ფერმის ღეროებზე.

B კვანძში მოდებულია მარჯვნივ მიმართული (ნაპოვნი წინა მიმართულების საწინააღმდეგოდ) გამჭიმავი 2—11 ძალა და უცნობი მიმართულების ორი 2—10 და 10—11 ძალა. დიაგრამაზე 2—11-ის მიმართულება ვუჩვენოთ ორი ისრით (2-დან 11-კენ). მაშინ, თუ გავყვებით ამ მიმართულებას 10-კენ და აქედან კი 2-კენ, მივიღებთ, რომ 10—11 იქნება მკუმშავი ძალა (მიმართულია B -კენ) და 10—2 კი გამჭიმავი, ვინაიდან ის B -დანაა მიმართული. მათაც გადავიტანთ ფერმის ღეროებზე.

ამის შემდეგ განვიხილოთ G კვანძის წონასწორობა. აქ მოდებულია ორი, მიმართულებით და სიდიდით ცნობილი, 3—11 და 10—11 ძალა (აიღება წინა კვანძებში ნაპოვნი მიმართულებების საწინააღმდეგოდ) და ორი, უცნობი მიმართულების, 3—9 და 9—10 ძალა. თუ მოვნახავთ დიაგრამაზე 11—3 მიმართულებას (ის აღნიშნულია ორი ისრით) და გავყვებით მას 3-კენ, აქედან 9-კენ და შემდეგ კი 10-კენ, გვექნება, რომ 3—9 და 9—10 ორივე მკუმშავი ძალაა (მიმართული კვანძისაკენ). გადავიტანოთ ეს მიმართულებები ფერმის ღეროებზე და განვიხილოთ C კვანძი. მივიღებთ, რომ 8—6 მკუმშავი ძალაა და 8—2 კი — გამჭიმავი. ანალოგიურად დავადგენთ დანარჩენი ღეროების ძალების ნიშნებსაც (ნახ. 2.14 ბ).



ნახ. 2.15.

1.6 ნახაზზე ნაჩვენებია უძრავსვეტიანი ამწისათვის დიაგრამის ასაგებად გამოვიანგარიშებთ კვანძურ დატვირთვებს (ნახ. 2.15 ა):

$$H = \frac{Ql - G_0 l_0}{h};$$

$$V = Q + G_0;$$

$$R = \sqrt{Q^2 + S_{\max}^2 + 2QS_{\max} \cdot \cos \alpha}$$

და ავადგებთ ძალთა მრავალგვერდს, როგორც ეს ნაჩვენებია 2.15 ბ ნახაზზე. ღეროებში მოქმედ ძალებს მივიღებთ ძალთა მრავალგვერდის სათანადო წერტილებიდან ფერმის ღეროების პარალელური ხაზების გავლებით.

მიღებული დიაგრამიდან ჩანს, რომ ფერმის 7—8, 8—9 და 9—10 ღეროები ნულოვანი ღეროებია და ამიტომ ამწის ფერმაში მათი ჩართვა, სიმტკიცის თვალსაზრისით, საჭიროებას არ მოითხოვს. მათი აღება მხოლოდ სიხისტისათვისაა საჭირო.

ამ ამწის სხვა გაანგარიშებები იგივეა, რაც წინათ და ამიტომ მათ აქ არ გავიმეორებთ (იხ. ზემოთ).

განვიხილოთ ცვლადგადაწვდომიანი ამწეების ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშების ზოგიერთი საკითხი.

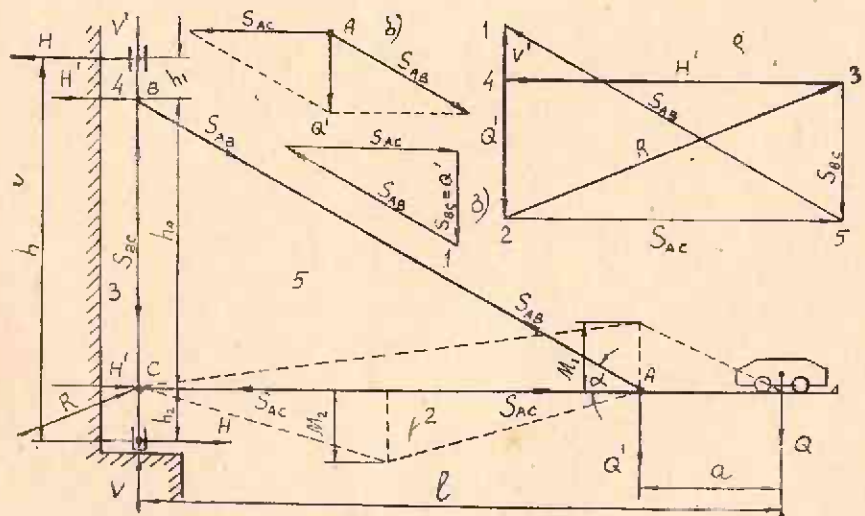
ყველაზე მარტივი კონსტრუქციის ცვლადგადაწვდომიანი ამწე ნაჩვენებია 1—9 ნახაზზე. აქ გადაწვდომის შეცვლა ხდება ამწის პორიზონტალურ კოჭზე მოძრავი ურეკის საშუალებით. მისი ღეროების გასაანგარიშებლად მოცემული Q ძალისა და მანძილების მიხედვით უნდა გავიგოთ A კვანძში (ნახ. 2.16 ა) მოქმედი Q' ძალა, რომელიც მომენტების ტოლობიდან იქნება

$$Q' = \frac{Ql}{l-a}.$$

აქ a არის ტვირთის (ურეკის) ბოლო მდებარეობიდან კვანძამდე მანძილი, რომლის რაციონალური მნიშვნელობა მიიღება ტვირთის A მდგომარეობაში და AC ძალის შუაში ყოფნის დროს წარმოქმნილი მომენტების ტოლობის პირობიდან:

$$Q \cdot a = \frac{Q(l-a)}{4},$$

საიდანაც $a=0,2l$.



ნახ. 2.16.

მაშინ, თუ განვიხილავთ ABC ღეროვან სისტემას, მისთვის ერთ-ერთი ზემომოყვანილი მეთოდით გავიგებთ ღეროებში მოქმედ S_{AB} , S_{AC} და S_{BC} ძალებს. ასე, მაგალითად, თუ გამოვიყენებთ ძალების რაშლის მეთოდს, მივიღებთ S_{AB} ძალას, რომელიც AB ღეროს გამჭიმავი ძალაა (ნახ. 2.16 ბ), და S_{AC} ძალას, რომელიც AC ღეროს მკუმ-

შეიქმნა. იმავე შედეგს მივიღებთ, თუ კვანძში მოღებულ Q' ძალას გადავზო-
მათ (გარკვეულ მასშტაბში) ცალკე პოლუსიდან (ნახ. 2.16 გ) და მის საწყის და ბო-
ლო წერტილებიდან გავატარებთ ღეროების პარალელურ ხაზებს. მათი გადაკვეთით მი-
იღება საძიებელი ძალები.

აქ შეიძლება აგრეთვე კრემონის დიაგრამის აგებაც. ამისათვის ჯერ საყრდენი რე-
აქციები უნდა განვსაზღვროთ (ნახ. 2.16 ა):

$$H = \frac{Ql}{h} \quad \text{და} \quad V = Q$$

გავიგოთ B და C კვანძებში მოღებული კვანძური დატვირთვები: ეს დატვირთვებია:

$$V' = Q' - Q \text{ — } B \text{ კვანძში (ის } Q \text{ ძალის } A \text{ კვანძში გადატანის შედეგად წარმოიქმნება),}$$

$$V = Q \text{ — } C \text{ კვანძში;}$$

$$H' = \frac{Ql}{h'} \text{ — } B \text{ და } C \text{ კვანძებში;}$$

$$R = \sqrt{(H')^2 + V^2} \text{ — ტოლქმედი დატვირთვა } C \text{ კვანძში.}$$

ამის შემდეგ სისტემა უნდა დაინოზოროს ცალკეული უბნების მიხედვით და გადაიზომოს
თანამიმდევრობით $1-2=Q'$, $2-3=R$, $3-4=H'$ და $4-1=V'$ ძალები (ნახ. 2.
12 დ). ძალთა მრავალგვერდის (ის აუცილებლად ჩაკეტილი უნდა გამოვიდეს) პირ-
ველი წერტილიდან $1-5$ ღეროს პარალელურ ხაზს გავატარებთ, რომელმაც $2-5$
მიმართულება უნდა გადაკვეთოს. გაზომვით მივიღებთ საძიებელი ძალების სიდი-
დეებს:

$$S_{AC}=2-5; \quad S_{AB}=1-5 \text{ და } S_{BC}=3-5.$$

ამ ძალების მიმართულებებს კონტურის შემოვლის მეთოდით დავადგენთ, ასე,
მაგალითად: თუ განვიხილავთ სამკუთხედს, სადაც მოცემული $1-2=Q'$ ძალა შედის
(ე. ი. ვიხილავთ A კვანძს), და შემოვუვლით მის კონტურს, მივიღებთ, რომ S_{AC} მკუ-
შშავი ძალაა (ის კვანძისკენაა მიმართული) და S_{AB} კი — გამჭიმავი (ის კვანძიდანაა მი-
მართული).

S_{AC} -ს მიმართულების დასადგენად განვიხილავთ სამკუთხედს, სადაც შედის R
რეაქცია (ე. ი. ვიხილავთ C კვანძს). მაშინ კონტურის შემოვლით დავადგენთ, რომ
 S_{AC} მკუშშავი ძალაა. იმავე შედეგს მივიღებთ, თუ განვიხილავთ B კვანძს (აქ H' და
 V' ძალები გვექნება).

ღეროების კვეთებისათვის შევირჩევთ ფორმასა (შველერები) და ზომას (ნაგლი-
ნის ნომერს), რისთვისაც წინა მაგალითის ანალოგიურად დავუშვებთ (წინასწარ) მოქ-
ნილობებს და გამოვიანგარიშებთ კვეთის ინერციის უმცირეს რადიუსს. ამის შემდეგ
გამოვიანგარიშებთ A , B და C კვანძების მიმართ მღუნავ მომენტებს:

$$M_A = Q \cdot a; \quad M_B = H \cdot h_1 \quad \text{და} \quad M_C = H \cdot h_2$$

და გავიგებთ სათანადო ძაბვებს:

$$\sigma_A = \sigma_{\text{მუშ}} + \sigma_{\text{უ}} = \frac{S_{AC}}{2F_{\varphi}} + \frac{M_A}{2W_x} \leq [\sigma] \text{ — } 2-5 \text{ ღეროში;}$$

$$\sigma_B = \sigma_{\text{მუშ}} + \sigma_{\text{უ}} = \frac{S_{BC}}{2F_{\varphi}} + \frac{M_B}{2W_x} \leq [\sigma] \text{ — } 3-5 \quad "$$

$$\sigma_C = \sigma_{\text{მუშ}} + \sigma_{\text{უ}} = \frac{S_{BC}}{2F_{\varphi}} + \frac{M_C}{2W_x} \leq [\sigma] \quad " \quad "$$

დახრილ 1—5 ღეროში მოქმედი ძაბვა იქნება

$$\sigma_{\text{აპ}} = \frac{S_{AB}}{2F} \leq [\sigma].$$

კვეთის ზომების საბოლოოდ დადგენის შემდეგ ვიანგარიშებთ ცალკეულ კვანძებს, სადაც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მოქლონებით შეერთება, (იშვიათად) ან შედუღებით (უფრო ხშირად) შეერთება. პირველ შემთხვევაში დავადგენთ ღეროების ურთიერთმიერთების კონსტრუქციას, და დავნიშნავთ მოქლონების რიცხვსა და მათ განრიგებას. შესაერთებელი ელემენტების სისქის მიხედვით შევირჩევთ მოქლონის დიამეტრს და მოვახდენთ მის შემოწმებას ჭრასა და თელვაზე. ჩვენ შემთხვევაში ყველა კვანძი გაჭიმვაზე (ან კუმშვა) და ღუნვაზე მუშაობს (ნახ. 2.17) და ამიტომ თითოეულ მოქლონზე მოქმედი ძალა

$$Q = \sqrt{Q_S^2 + Q_M^2},$$

სადაც $Q_S = \frac{S}{Z}$ არის ცალკეულ ღე-

როს გამჭიმავი ან მკუმშავი S_{AB} , S_{AC} და S_{BC} ძალებიდან ერთ მოქლონზე მოსული ძალა (იგულისხმება, რომ გრძივი ძალა რიგის ყველა მოქლონზე თანაბრად ნაწილ-

დება), $Q_M = \frac{M}{l(Z-1)}$ — ღეროზე

მოქმედი, M_A , M_B და M_C მომენტებით გამოწვეული, უდიდესად დატვირთული მოქლონის (ერთ რიგში განაპირა მოქლონი) გადამტარელი ძალა.

მოქლონების შემოწმებამ უნდა მოგვცეს:

$$\tau = \frac{4Q}{k\pi d^2} \leq [\tau]_{\text{კრ}} \quad \text{და} \quad \sigma = \frac{Q}{d\delta} \leq [\sigma]_{\text{თელ}}.$$

მოყვანილ გამოსახულებებში z არის მოქლონების რიცხვი, t —ბიჯი, k —ჭრის კვეთების რაოდენობა და δ —მისაერთებელი ელემენტის (უმცირესი) სისქე.

მეორე შემთხვევაში ავირჩევთ შედუღების ხერხს და ელექტროდის მარკას. ამ მონაცემების მიხედვით ცხრილიდან ავიღებთ დასაშვებ ძაბვის მნიშვნელობას და შევამოწმებთ სიმტკიცეს:

$$\tau = \frac{S}{\delta l} + \frac{6M}{\delta l^2} \leq [\tau],$$

სადაც l არის ლილვაკური ნაკერის საერთო სიგრძე (გვერდითი და შუბლა) და δ —ნაკერის კათეტის ზომა, რომელიც შესაძლებელი ელემენტების უმცირესი სისქის ტოლია (ნახ. 2.18).

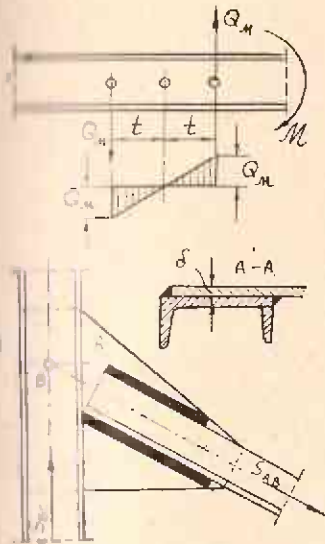
მეორე მაგალითად განვიხილოთ 1—10 ნახაზზე ნაჩვენები ფერმიანი საბრუნო ამწის ლითონკონსტრუქციის ვიანგარიშება. ისე, როგორც წინა მაგალითში, აქაც გავიგებთ A კვანძში მოქმედ Q' ძა-

დას, რომელიც ტვირთის ბოლო მდებარეობიდან $a=0,2$ l მანძილზეა მოდებული (ნახ. 2.19 ა):

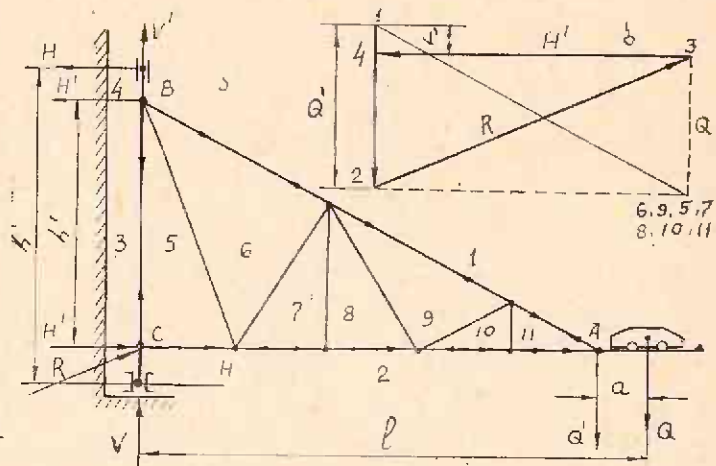
$$Q' = \frac{Ql}{l-a}$$

აქ მიზანშეწონილია კრემონის დიაგრამის აგება, რისთვისაც ჯერ გავივებთ საყრდენ რეაქციებს:

$$H = \frac{Ql}{h} \text{ და } V = Q$$



ნახ. 2.18.



ნახ. 2.19.

და კვანძურ დატვირთვებს

$$V' = Q' - Q \text{ — } B \text{ კვანძში;}$$

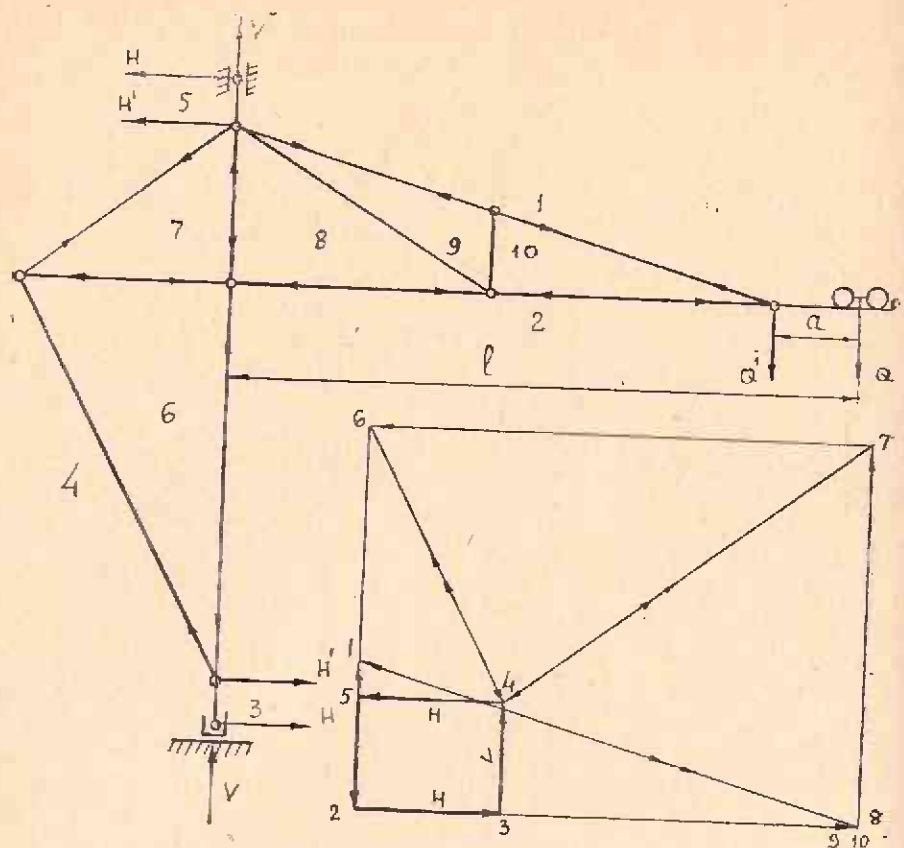
$$V = Q \text{ — } C$$

$$H' = \frac{Ql}{h'} \text{ — } B \text{ და } C$$

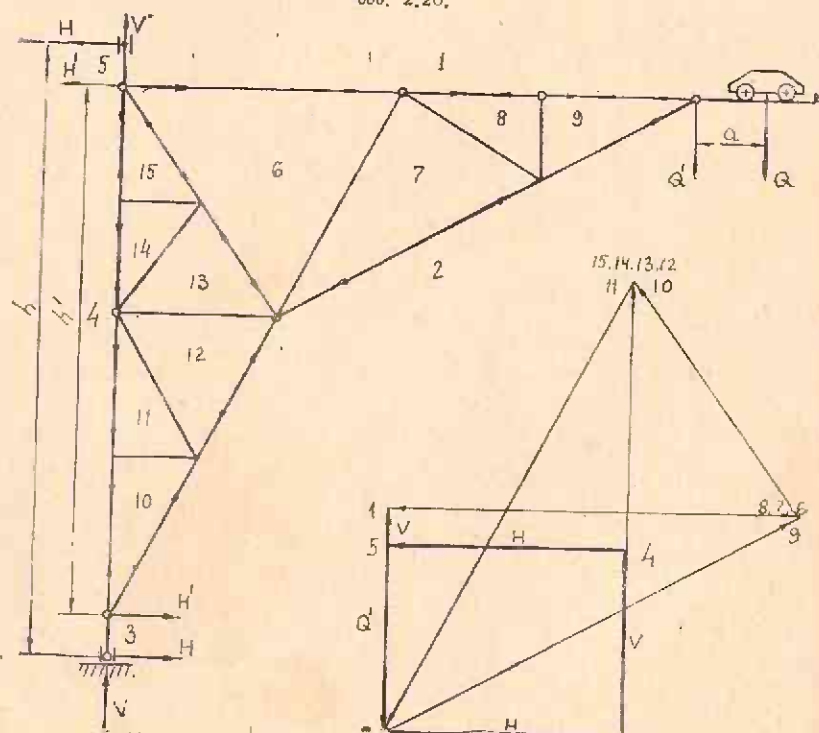
$$R = \sqrt{(H')^2 + V^2} \text{ — } C$$

ამის შემდეგ დაენოვრათ ცალკეულ ღეროებსა და ძალებს და ავაგებთ ძალთა მრავალგვერდს, როგორც ეს 2.19 ბ ნახაზზეა ნაჩვენები. თუ მრავალგვერდის პირველი წერტილიდან გავავლებთ AB ღეროს პარალელურ 1—11 ხაზს (ვიხილავთ იმ კვანძს, სადაც ორი ღერო იყრის თავს) და 2-დან კი 2—11-ის პარალელურს, გადაკვეთაში მივიღებთ მე-5 წერტილს. ამ წერტილს შეუთავსდება დანარჩენი წერტილი და ამგვარად მივიღებთ, რომ ქვედა პორიზონტალური სარტყლის მალეებში და ზედა სარტყლის მალეებში მოქმედი ძალები სათანადოდ ტოლებია. ვერტიკალურ 3—5 ღეროში მოქმედი ძალა Q-ს ტოლია და ყველა დანარჩენ ღეროში კი — ნულის ტოლი. ზედა მალეების ძალები გამჭიმავია და ქვედა მალეებისა კი — მკუმშავი. 1.12 და 1.13 ნახაზებზე ნაჩვენები ცვლად გადაწვდომიანი ამწეების ფერმებისათვის დიაგრამები აგებულია 2.20 და 2.21 ნახაზებზე.

1.2, 1.5, 1.8, 1.11, 1.14, 1.15, 1.16, 1.17 და 1.18 ნახაზებზე ნაჩვენები კონსტრუქციის ამწეებისათვის დიაგრამების აგება განხილული გვექნა.



Боб. 2.20.



Боб. 2.21.

II. საავტომობილო და სარკინიგზო აფეთქების
ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშება

ისროვან ამწეებში, როგორც არის საავტომობილო, სარკინიგზო, პნევმატურ-თვლებიანი ან მუხლუხასვლიანი ამწეები, ძირითად ლითონკონსტრუქციას ისარი წარმოადგენს. ის შეერთებულია სავალ ნაწილთან, რაზედაც განრიგებულია ტვირთამწევი, ისრის ასაწევი, ამწის გადასადგილებელი და მოსაბრუნებელი მექანიზმები, განვიხილოთ ამ ამწეების ისრების გაანგარიშების მეთოდი.

ისარი შეიძლება იყოს მოღუნული და აგრეთვე სწორი; მთლიანი კვეთის, გისოსური (ფერმა) და აგრეთვე ფანჯრებიანი. 2.22 ნახაზზე მოცემულია ისრის კონსტრუქციები. ამათგან, 2.22 ა ნახაზზე ნაჩვენებია ისარი მოღუნულ-მთლიანია; 2.22 ბ-ზე ნაჩვენებია ისარი მოღუნულ-გისოსური; 2.22 გ-ზე ნაჩვენებია ისარი მოღუნულ-ფანჯრებიანი; 2.22 დ-ზე და 2.22 ე-ზე ნაჩვენებია სწორი, გისოსური ისრები. 2.22 ვ-ზე ნაჩვენებია უირიბნო, შენადული სწორი ისარი, რომელიც ძალიან ადვილი დასამზადებელია. 2.23 ნახაზზე ნაჩვენებია სატვირთო და საისრე პოლისპასტების ბაგირის შეერთება კვანძებთან.

ისრის კონსტრუქციის შერჩევის შემდეგ დავადგენთ ზომებს:

$$h = \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30} \right) l \text{ და } b = \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{20} \right) l.$$

კვანძებს შორის მანძილი უნდა ავიღოთ ისეთი, რომ ცალკეული ღეროების მოქნილობა არ აღემატებოდეს

$\lambda = 20$ —სარტყლისათვის;

$\lambda = 150 + 180$ —ირიბანასა და დგარებისათვის;

$\lambda = 100 + 150$ —მთლიანად ისრისათვის.

სავალ ან უძრავ ნაწილთან ისრის შეერთების A სახსარში მოქმედი რეაქციის ძალების გასაგებად დავწეროთ წონასწორობის პირობები

$$H - S \cdot \cos \alpha - S_0 \cdot \sin \beta = 0;$$

$$V - S \cdot \sin \alpha - S_0 \cdot \cos \beta - (Q_0 + G) - C_{\text{ფ}} = 0,$$

საიდანაც

$$H = S \cdot \cos \alpha + S_0 \cdot \sin \beta;$$

$$V = S \cdot \sin \alpha + S_0 \cdot \cos \beta + Q_0 + G + C_{\text{ფ}}.$$

მათი ტოლქმედი იქნება

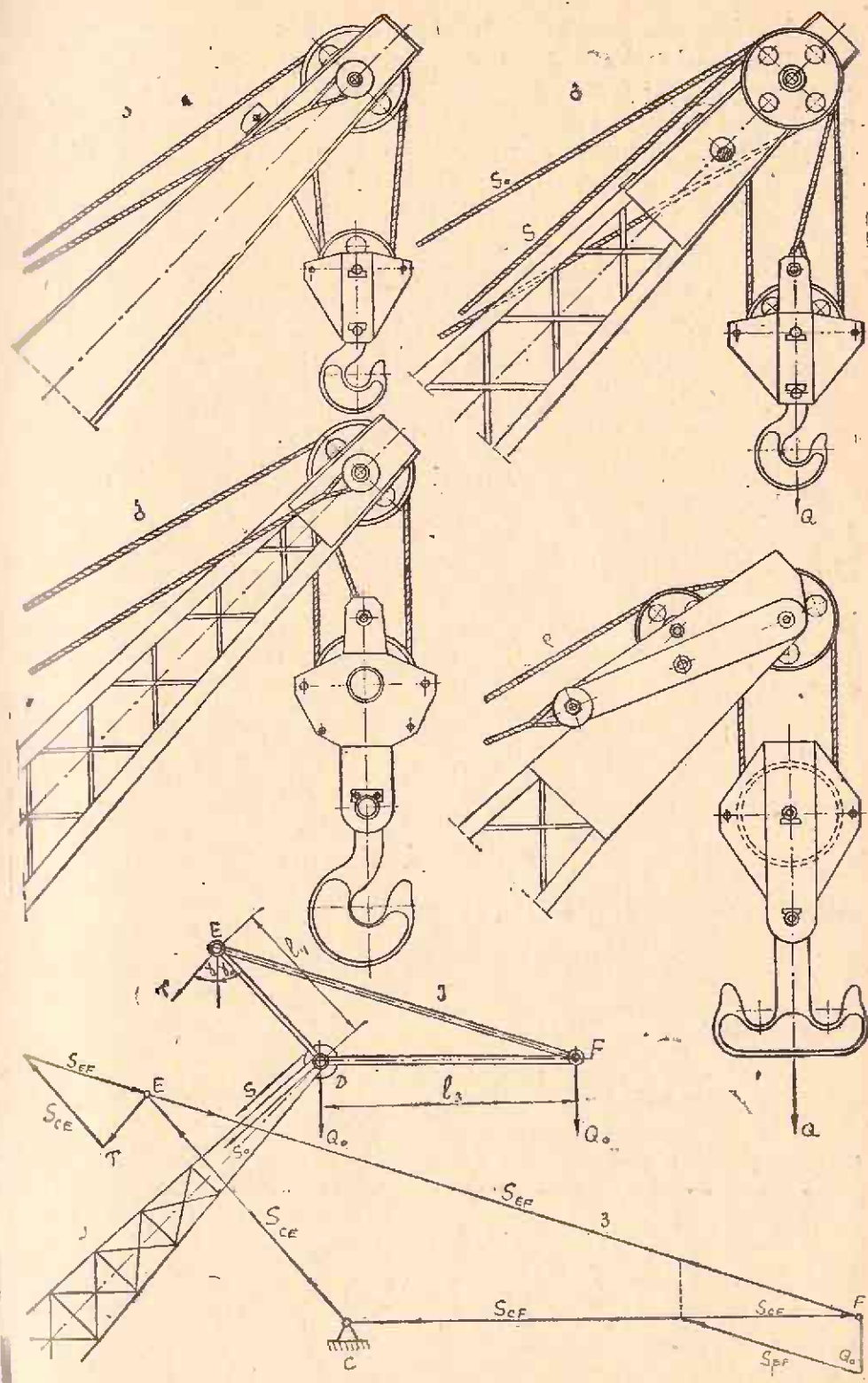
$$R = \sqrt{H^2 + V^2}.$$

მიღებულ გამოსახულებებში S და S_0 , სათანადოდ, სატვირთო და საისრე პოლისპასტების დაჭიმულობებია (აიღება მექანიზმების გაანგარიშებიდან) და α და β კი მათი მიმართულებებით შექმნილი კუთხეები (აიღება მექანიზმის საშეთანმწეობო ნახაზიდან): G —ისრის წონა (აიღება წინასწარ შესრულებული კონსტრუქციების მიხედვით ან კიდევ მიახლოებით, შერჩეული კვეთების წონებისა და ზომების მიხედვით); Q_0 —ისრის თავზე მოდებული ძალა, რომელიც შედგება ტვირთისა და კავური საკიდის წონისაგან; $C_{\text{ფ}}$ —ტვირთის (კავური საკიდის წონის ჩათვლით) ინერციის ძალა, რომელიც ტვირთის აწევის ან დაშვების დროს წარმოიქმნება.

ზემოთ ჩამოთვლილი წონებიდან ტვირთის წონა, ე. ი. ტვირთამწეობა, Q მოცემულია. კავური საკიდის წონა $G_{\text{საკ}}$ ცნობილია (საკიდის გაანგარიშებიდან) და ინერციის ძალა კი გაიგება ცნობილი გამოსახულებიდან:

$$C_{\text{ფ}} = \frac{m \cdot a}{g} = \frac{(Q + G_{\text{საკ}}) V_{\text{ფ1}}}{gt};$$

სადაც $V_{\text{ფ1}}$ არის ტვირთის აწევის მოცემული სიჩქარე, მ/წთ, $g = 9,81$ მ/წმ²—სიმძიმის ძალის აჩქარება და t —ამოძრავების (გაქანების ან შენელების) დრო წამებში (მოცემულია).



ნახ. 2.23.

4. ამწე-სატრანსპორტო მექანიზმები

ამწის მუშაობის დროს ზოგ შემთხვევაში საჭიროა ისრის აწევისა და მობრუნების შეთავსება. მაშინ სასრე პოლისპასტის უდიდესი დაქიმულობის მნიშვნელობაში შევა ავრეთვე ინერციის $C_{\text{ივ}}'$, $C_{\text{ივ}}''$ და $C_{\text{ივ}}'''$ ძალები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ტვირთისა და ისრისაგან სასრე მექანიზმის ამოძრავების ან დამუხრუჭებისა და მობრუნების დროს. ეს ძალები შემდეგნაირად გაიგება:

$$C_{\text{ივ}}' = (Q + G_{\text{საბ}} + 0,5 G) \frac{a^2}{g},$$

სადაც a არის ისრის თავის აჩქარების მხები მდგენელი და გაიგება გრაფიკულად (სრული აჩქარება მიმართულია სასრე პოლისპასტის ბავირის გასწვრივ და მხები მდგენელი კი ისრის ღერძის პერპენდიკულარულად. ნახ. 2.22 ზ).

სრული აჩქარების მნიშვნელობაა

$$a = \frac{v R_{\text{ვ}}}{i z_{\text{ვ}}} = \frac{\pi n R_{\text{ვ}}}{30 i z_{\text{ვ}}},$$

სადაც n არის ისრის ასაწევი მექანიზმის ძრავას ბრუნთა რიცხვი, i —მექანიზმის გადაცემის რიცხვი; $z_{\text{ვ}}$ —პოლისპასტში ბავირის წვეროების რიცხვი და $R_{\text{ვ}}$ —დოლის რადიუსი (ეს სიდიდეები ცნობილია).

ცენტრიდანული ძალის გავლენით ტვირთი ვერტიკალურ ღერძს x მანძილით დაშორდება (ნახ. 2.22 თ) და მაშინ ამ ძალის მნიშვნელობა

$$C_{\text{ივ}}'' = m \omega^2 (a + l \cos \alpha_0 + x).$$

ნახაზიდან ჩანს, რომ

$$\frac{C_{\text{ივ}}''}{Q + G_{\text{საბ}}} = \frac{x}{y} = \operatorname{tg} \beta_0,$$

საიდანაც

$$x = y \operatorname{tg} \beta_0 = y \frac{C_{\text{ივ}}''}{Q + G_{\text{საბ}}}.$$

შევიტანოთ ეს მნიშვნელობა $C_{\text{ივ}}''$ -ში, მივიღებთ

$$C_{\text{ივ}}'' = \frac{Q + G_{\text{საბ}}}{g} \frac{\pi^2 n^2}{30^2} \left(a + l \cos \alpha_0 + y \frac{C_{\text{ივ}}''}{Q + G_{\text{საბ}}} \right),$$

აქედან გვექნება

$$C_{\text{ივ}}'' = \frac{(Q + G_{\text{საბ}}) (a + l \cos \alpha_0) n^2}{900 - y n^2}.$$

ადვილი გასაგებია, რომ უდიდეს ინერციის ძალას მივიღებთ მაშინ, როცა ტვირთი ქვედა კიდურ მდგომარეობაშია. ამ მდგომარეობას ტვირთის აწევის უდიდესი მნიშვნელობა შეესაბამება და, მაშასადამე, ცენტრიდანული ძალის მნიშვნელობაა

$$C_{\text{ივ}}'' = \frac{(Q + G_{\text{საბ}}) (a + l \cos \alpha_0) n^2}{900 - H n^2}.$$

ისრის ცენტრიდანული ძალა

$$C_{\text{ივ}}''' = m \omega^2 (a + 0,5 l \cos \alpha_0) = \frac{G n^2 (a + 0,5 l \cos \alpha_0)}{900}.$$

ინერციის ძალების გათვალისწინებით საისრე პოლისპასტის ბაგირის დაჭიმულობა

$$S_0' = S_0 + \frac{C_{\text{ბ}} \cdot l \cos \alpha_0 + C_{\text{ბ}}' \cdot l + C_{\text{ბ}}'' l \cos \alpha_0 + C_{\text{ბ}}''' \cdot 0,5 l \cos \alpha_0}{h_0}$$

ზღუდვით (და მოცემული) ძალებითა და სათანადო მხრებით (მხრები წინასწარ დაინიშნება კონსტრუქციული მოსაზრებებით) გამოვიანგარიშებთ ცალკეულ კვებებში მოქმედ მღუნავ მომენტებს:

ზღუდვით ისრისათვის

$$M_H = Q_0 l_1 \cos \alpha_0 - S \cdot r - S l_1 \sin \beta_0 \quad \text{და} \quad M_C = 0,5 V l_2 \cos \gamma - 0,5 H l_2 \sin \gamma_0;$$

სწრაფი ისრისათვის

$$M_C = 0,5 V l \cos \gamma - 0,5 H l \sin \gamma.$$

ამას შემდეგ შევირჩევთ წინასწარ ღეროების კვებებს (უფრო ხშირად აქ კუთხოვანების აიღება) და მოვახდენთ დაბევის შემოწმებას. ასე, მაგალითად, C კვებისათვის

$$\sigma = \frac{R}{\varphi F} + \frac{M_C}{W} \leq [\sigma]_{\text{აზ}},$$

სადაც W არის ისრის განივკვეთის წინაღობის მომენტი, რომელიც კუთხოვანებისაგან შედგენილი ისრისათვის გაიგება ინერციის მომენტის საშუალებით (ნახ. 2.22 კ):

$$W = \frac{2(4 I_0 + F \cdot h_0^2)}{h_0}.$$

აქ I_0 და F კუთხოვანის კვების ინერციის მომენტი და ფართობია (აიღება ცხრილიდან) და h_0 კი — კუთხოვანების სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილი.

ფ მნიშვნელობის დასადგენად გავიგებთ ისრის დაყვანილ მოქნილობას

$$\lambda_0 = \sqrt{\lambda^2 + 54 F \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right)},$$

სადაც F_1 და F_2 — ირიბების განივკვეთის ფართობია ორივე სიბრტყეში და λ — ისრის მოქნილობა, რომელიც ცნობილი ფორმულით გამოიანგარიშება

$$\lambda = \frac{l_2}{\sqrt{\frac{I_x}{4F}}}.$$

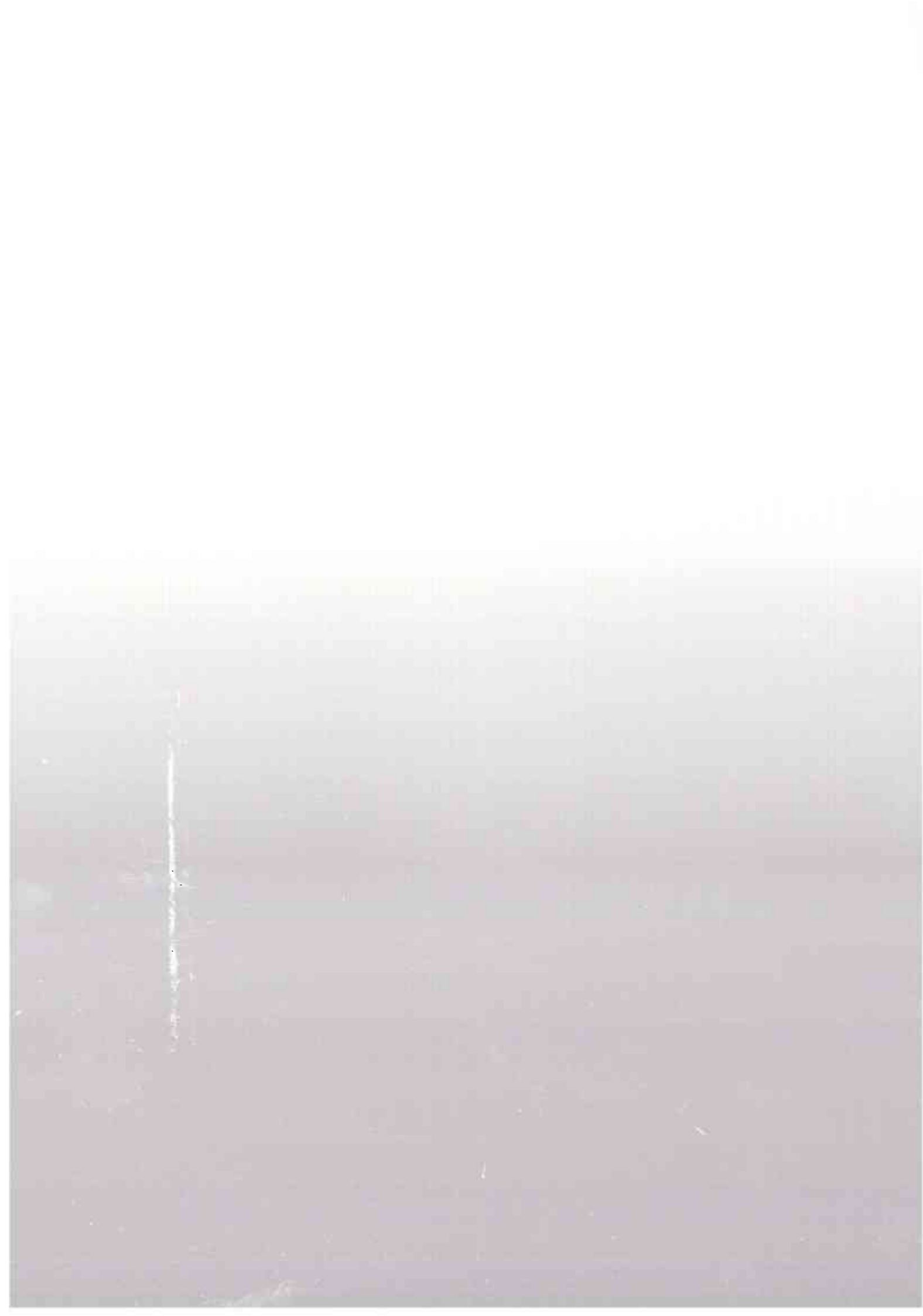
დაყვანილი მოქნილობის მიღებული მნიშვნელობით სათანადო ცხრილიდან შეიჩევა დაბვის შემცირების ფ კოეფიციენტის მნიშვნელობა.

კოლოფა კვების ფანჯრებიანი ისრის განივკვეთისათვის (ნახ. 2.22 ლ) საანგარიშო ფორმულები იგივე იქნება, მხოლოდ კვების წინაღობის მომენტი

$$W = \frac{4 \left(I_0 - \frac{b h_1^2}{12} \right)}{h},$$

სადაც I_0 არის მთლიანი კვების ინერციის მომენტი, b — კვების კედლის სისქე და h_1 — ფანჯრის სიმაღლე.

ჰორიზონტალური ღერძის ღეროებში დაბევის შესამოწმებლად გამოვიანგარიშებთ ისრისა და ტვირთის ჰორიზონტალური ინერციის ძალას, რომელიც წარმოიქმნება მისი ვერტიკალური ღერძის მიმართ ისრის მობრუნების დროს. თუ ვიგულისხმებთ,



რომ ისრის ნახევარი წონა შეყურსულია მის მობრუნების სახსარში და ნახევარი ისრის თავში, მივიღებთ (ნახ. 2.22 ა):

$$C_{\alpha} = \frac{G V_{\alpha\Phi}}{2gt} + \frac{Q V_{\alpha\Phi}}{gt},$$

სადაც $V_{\alpha\Phi}$ არის ამწის ბრუნვის სიჩქარე და მოცემული ბრუნთა რიცხვის მიხედვით გაიგება გამოსახულებიდან

$$V_{\alpha\Phi} = \frac{\pi(a+l \cos \alpha) n_{\alpha\Phi}}{30} \text{ მ/წმ.}$$

აქ $a+l \cos \alpha$ არის ამწის გაწვდომა (მოცემულია) და α კი — ისრის დახრის უმცირესი კუთხე.

თუ ავიღებთ ამოძრავების ან შენელების დროს $t \approx 3 \div 8$ წმ-ის ფარგლებში, ამ გამოვიანგარიშებთ მას ფრიქციონის უდიდესი მომენტის მიხედვით (იხ. ზემოთ), აღვიღებთ ვაიგებთ C_{α} მნიშვნელობას. ამ მნიშვნელობით კი გაიგება რეაქციის ძალები (კვანძური დატვირთვა):

$$H_0 = \frac{P_{\alpha} \cdot l}{h} \quad \text{და} \quad V = P_{\alpha}.$$

ამის შემდეგ ავაგებთ კრემონის დიაგრამას ისე, როგორც ეს გვექონდა 2.12 ნახაზზე და მიღებული ძალებით შევამოწმებთ უდიდესად დატვირთული ირიბნის კვეთს. ასევე ვიანგარიშებთ აგრეთვე ნისკარტიან ისარსაც, თუ ნისკარტზე მოდებული Q_0 ძალის (ნახ. 2.23 ე) გადავიტანთ ისრის თავში. საანგარიშო ფორმულებს ისეთივე სახე ექნება, როგორც სწორ ისრებში, მხოლოდ D სახსარში მოქმედი ძალა იქნება $Q_0 + T \cos \gamma$ და S . აქ T გაიგება წონასწორობის პირობიდან

$$Q_0 l_3 = T l_4 \sin(\gamma + \gamma_0),$$

საიდანაც

$$T = \frac{Q_0 l_3}{l_4 \sin(\gamma + \gamma_0)}.$$

ისრის კვეთის ზომების შერჩევისა და შემოწმების შემდეგ შეიძლება ვიანგარიშოთ თვითონ ნისკარტის ღეროების ზომებიც. მის ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად შეიძლება ვიხელმძღვანელოთ ერთ-ერთი ზემოთ მოყვანილი მეთოდით. თუ, მაგალითად, გამოვიყენებთ გრაფიკულ მეთოდს (ნახ. 2.23 ე), Q_0 ძალის ბოლოდან გავავლებთ EF ღეროს პარალელურ ხაზს და T ძალის ბოლოდან CE ღეროს პარალელურ ხაზს EF ღეროს გაგრძელების გადაკვეთამდე, მივიღებთ ღეროებში მოქმედ ძალებს: (S_{CE} , S_{CF} და S_{EF}). ამ ძალებიდან S_{CE} და S_{CF} მკუმშავი ძალებია (მიმართულია კვანძებისაკენ) და S_{EF} კი — გამჭიმავი (მიმართულია კვანძებიდან).

თუ შევირჩევთ ამ ღეროების კვეთებს, ადვილად შევამოწმებთ ძაბვებს.

III. კოშკური აფხაზის ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშება

ასეთი ამწის ლითონკონსტრუქციის ძირითადი შემაღლენელი ნაწილებია (ნახ. 1.19, 1.20 და 1.21): 1) ისარი, 2) თავურა, 3) კოშკი და 4) პორტალი. მათი გაანგარიშება (კონსტრუქციის მიხედვით) შეიძლება ჩავატაროთ ქვემოთ მოყვანილი წესით.

ა) ისრის გაანგარიშება. 1.19 და 1.20 ნახაზებზე ნაჩვენებია ამწეების ისარზე მოქმედი ძალებია:

Q — ასაწევი ტვირთის წონა (მოცემულია);

შევალი

მიხედვით

ცირის

ში, ან

თ), აღ

ს ძალე

ნახაზე

ვეთს.

შეზღუდ

სივრცე

იქნება

მოთ

ებად

ქალი-

ობთ

ნახს

ებს:

ლია

ნახ.

ბე-

ით.

არ-

$Q_{\text{სა}}$ — საკიდის წონა (ცნობილია ამ კვანძის გაანგარიშებიდან);

$Q_{\text{ის}}$ — ისრის წონა (შეიძლება ავიღოთ ქვემოთ მოყვანილი ცხრილიდან, რომელიც შედგენილია ისრის კონსტრუქციის მიხედვით);

S_0 — საისრე პოლისპასტის დაჭიმულობა (ცნობილია ისრის ასაწევი მექანიზმის გაანგარიშებიდან);

P_1 — ტვირთსა და ისარზე ქარის დაწოლის ძალა (გაიგება ტვირთისა და ისრის ზედაპირის ფართობის მიხედვით);

$P_{\text{ა}}$ — ტვირთის გადახრით გამოწვეული ინერციის ძალა (გაიგება ზემოთ მოყვანილი ფორმულებით. ზიხ. საავტომობილო და სხვა ამწის ისრის გაანგარიშება);

Q_1 — სატვირთე პოლისპასტის წონა (ცნობილია მისი გაანგარიშებიდან);

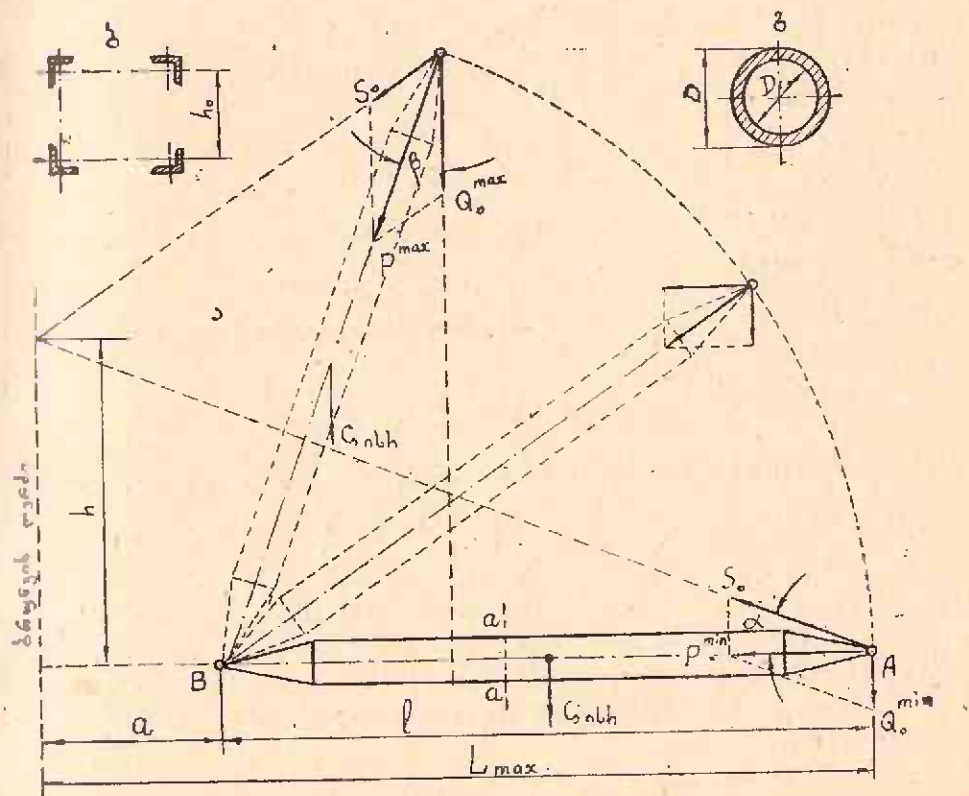
$Q_{\text{თა}}$ — თავურას წონა (წინასწარ შეირჩევა შესრულებული კონსტრუქციების მიხედვით).

ჩამოთვლილი ძალებიდან ისრის სიმტკიცეზე მნიშვნელოვან გავლენას მხოლოდ მაჩველი ოთხი ძალა ახდენს ($G_{\text{სა}}$ ზოგჯერ მცირეა და შეიძლება ის მხედველობაში მოვიღოთ), ამიტომ დანარჩენი ძალები წინასწარ გაანგარიშებების დროს შეიძლება უგულისწინოთ დინამიკურობის კოეფიციენტით, რომელიც ამწის მუშაობის რეჟიმის მიხედვით არის:

$k=1,1$ — მსუბუქი რეჟიმისათვის;

$k=1,3$ — საშუალო "

$k=1,5$ — მძიმე "



ნახ. 2.24.

ამრიგად, საანგარიშო ძალა

$$Q_0 = k Q + G_{\text{საქ}} + 0,5 G_{\text{სტრ.}}$$

გაანგარიშება ჩატარდება ორი ზღვრული მდგომარეობისათვის. ერთი, როცა ისარი პერიზონტალურადაა დაყენებული (ეს უდიდეს გადაწვდომას შეესაბამება) და მასზე უმცირესი წონის ტვირთია დაკიდებული. მეორე, როცა ისარი უმცირეს გადაწველზეა დაყენებული და დაკიდებულია მაქსიმალური წონის ტვირთი (ისარი აწვეულია ამ მდგომარეობაში საანგარიშო დატვირთვა, რომელიც მოქმედებს A სახსარში (ნახ. 2.24)

$$Q_{0\min} = k Q_{\min} + G_{\text{საქ}} + 0,5 G_{\text{სტრ.}}$$

და

$$Q_{0\max} = k Q_{\max} + G_{\text{საქ}} + 0,5 G_{\text{სტრ.}}$$

სათანადო კუთხეებია

$$\alpha = \arctg \frac{h}{L}$$

და

$$\beta = \arcsin \frac{L_{\min} - a}{l}$$

(ამ კუთხეების მნიშვნელობა შეიძლება გავიგოთ გრაფიკულადაც, თუ გამოვხატავთ ისრის აღნიშნულ მდგომარეობებს გარკვეულ მასშტაბში და მიღებულ კუთხეებს გავზომავთ).

ცალკეული მდგომარეობებისათვის გავიგებთ ისრის მკუთხედ $p_{\min}$ და $p_{\max}$ ძალებს (გრაფიკულად ან ანალიზურად) და გამოვიანგარიშებთ ისრის შუაში მოქმედებულ მონაკვეთს

$$M_{\text{შ}}' = \frac{G_{\text{სტრ.}} \cdot l}{4} \quad \text{და} \quad M_{\text{შ}}'' = \frac{G_{\text{სტრ.}} (L_{\min} - a)}{4}.$$

ამის შემდეგ შევირჩევთ ისრის განივკვეთის ფორმასა და ზომებს, გავიგებთ კვეთის წინაღობის მომენტს (ნახ. 2.24 ბ და გ):

$$W = \frac{2(4 I_x + F h_0^2)}{h_0} \text{—თუ კვეთი კუთხოვანებისაგანაა შედგენილი;}$$

$$W = 0,1 \frac{D^4 - D_1^4}{D} \text{—თუ კვეთი წრიულია.}$$

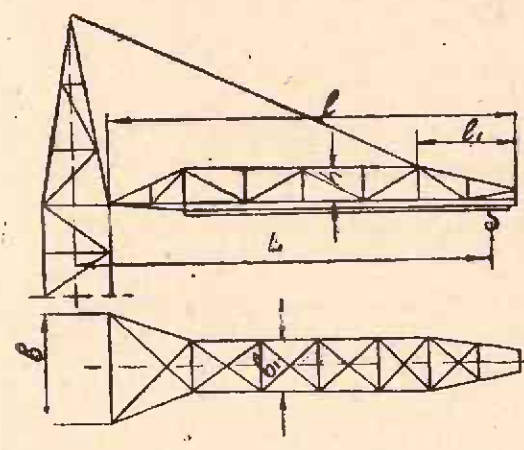
გამოვიანგარიშებთ ისრის დაყვანილ მოქნილობას (თუ ისარი ვისოსისებურია)

$$\lambda = \sqrt{\lambda^2 + 54 F \left(\frac{1}{F'} + \frac{1}{F^2} \right)},$$

სადაც F , F_1 და F_2 არის სარტყლისა და ირიბნების განივკვეთის ფართობი ორივე სიბრტყეში, J_0 —კვეთის ინერციის მომენტი (აიღება ცხრილიდან), h_0 —კუთხოვანების სიმაღლის ცენტრებს შორის მანძილი (დაინიშნება კონსტრუქციულად) და λ —ისრის მოქნილობა, რომელიც გამოვიანგარიშებთ ცნობილი ფორმულით

$$\lambda = \frac{l}{\sqrt{\frac{I_x}{4F}}}.$$

ისარი
 მასზე
 დაწვდო-
 ელია).
 ისარიში

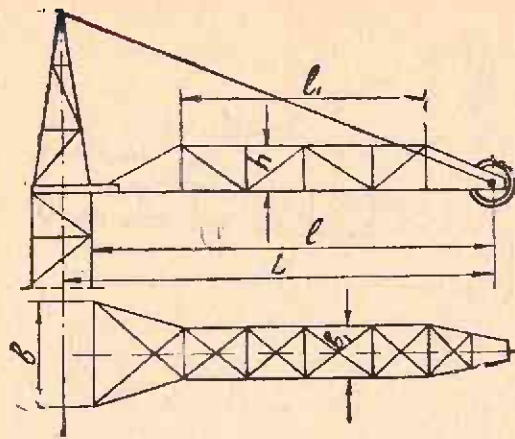


თხევანა კვეთის ისრების საორიენტაციო
 ზომები და წონები

ტვირთვა- რბა Q ტ-ბით	თივს გრძელბა L მ-ბით	ძირითადი ზომები, მ-ბით					ღეროს პროფილი		ისრის წო- ნა, ტ-ბით
		<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>b</i> ₁	სარტყლის	ირიბნის	
0,5	10	9	6	0,3	0,4	0,4	L 40	L 30	0,25
	14	13	11	0,4	0,5	0,5	L 40	L 30	0,35
	16	15	12	0,5	0,6	0,6	L 50	L 35	0,50
1	16	15	12	0,6	0,7	0,7	L 60	L 35	0,75
	18	16	12	0,6	0,7	0,7	L 60	L 35	0,75
	20	19	13	0,6	0,7	0,7	L 65	L 35	0,80
	25	24	15	0,6	0,7	0,7	L 65	L 35	0,80
	30	28	16	0,8	0,7	0,7	L 65	L 35	1,00
1,5	18	16	12	0,5	0,8	0,7	L 65	L 40	1,20
	20	18	12	0,6	1,2	0,8	L 65	L 40	1,50
	22	21	15	0,5	1,2	0,8	L 65	L 40	1,60
3	20	19	14	0,8	3,0	0,8	L 90	L 50	3,50
	20	19	15	0,6	1,2	0,6	L 65	L 45	2,00
5	16	14	12	0,8	3,0	0,8	L 90	L 75	2,50
	20	19	12	0,6	1,2	0,8	L 75	L 40	2,00
	22	22	15	0,8	1,2	1,2	L 90	L 45	2,20
	25	24	10	0,8	1,4	1,2	L 90	L 50	2,50
	30	28	15	1,0	2,0	1,2	L 90	L 50	3,00
15	36	33	28	1,0	2,5	1,0	L 120	L 75	6,50
18	30	28	27	0,9	3,5	1,5	L 120	L 75	6,00
	40	38	25	1,2	3,8	2,0	L 120	L 80	6,50
20	25	23	20	1,5	4,0	2,5	L 120	L 80	7,00

შავთ
 ხეებს
 μ_{max}
 ქმედ
 კოის

W₁-
 მ-
 ქ-



იხრების სართიენტაციო ზომები და წონები

Q ტ-ბით	L მ-ბით	კვეთის ფორმა	ზომები მ-ბით					სავალი კოეფი	სარტყელი	იზიანი	წონა ტ-ბით
			l	l_1	h	b	b_1				
0,25	7	სამკუთხა	7	—	1,4	0,5	—	—	მილი 33X3	მილი 22X2	0,2
1	20	ოთხკუთხა	19,5	6,5	0,5	0,95	0,6	I 16	L 65	L 40	1,2
1,6	22	ოთხკუთხა	21,5	6,5	0,7	1,85	0,8	I 16	L 75	L 45	2,7
1,6	20	სამკუთხა	20	—	2,9	1,00	—	—	მილი 83X4	მილი 57X3	1,5
3,2	30	სამკუთხა	30	—	4,1	1,50	—	—	მილი 140X6	მილი 73X4	6,3
3,2	22	ოთხკუთხა	21,5	8,0	1,0	1,40	1,0	I 20	L 80	L 50	2,3
3,2	22	ოთხკუთხა	21,5	13,0	2,3	1,85	1,0	I 24	L 120	L 90	5,7
5,0	27	ოთხკუთხა	26,5	21,0	3,0	2,55	1,0	I 24	L 150	L 90	6,5
5,0	37	ოთხკუთხა	36,5	22	3,0	1,40	1,0	I 24	L 130	L 90	8,0
5,0	30	სამკუთხა	30	—	4,5	2,2	—	I 24	მილი 140X7	მილი 83X5	8,0
8,0	37	ოთხკუთხა	36,2	26,7	3,5	3,5	1,0	I 45	L 150	L 75	14
10	26	ოთხკუთხა	25,5	11,5	3,0	3,5	2,0	I 45	L 150	L 100	8,5
10	40	ოთხკუთხა	39,3	18,0	3,0	4,4	4,4	I 45	L 200	L 130	16,5
15	26	ოთხკუთხა	25,5	11,5	3	3,5	2,0	I 45	L 150	L 100	8,5
20	37	ოთხკუთხა	36,2	26,7	3,5	3,5	1,0	I 45	L 150	L 100	9,0
20	40	ოთხკუთხა	39,3	18,0	3,0	4,4	4,4	I 45	L 200	L 120	15,5

ისრის მიღებული მნიშვნელობით ცხრილიდან შევირჩევთ გრძივ ლუნვაზე ძაბვის შესაბამის ფ კოეფიციენტს და გამოვიანგარიშებთ ისრის განივკვეთში მოქმედ ძაბვას:

$$\sigma = \frac{P}{\phi F} + \frac{M_x}{W} \leq [\sigma]_{\text{შპ}}.$$

ამ დამოსახულებაში P და M_x -ს უდიდესი მნიშვნელობა უნდა ჩავსვათ.

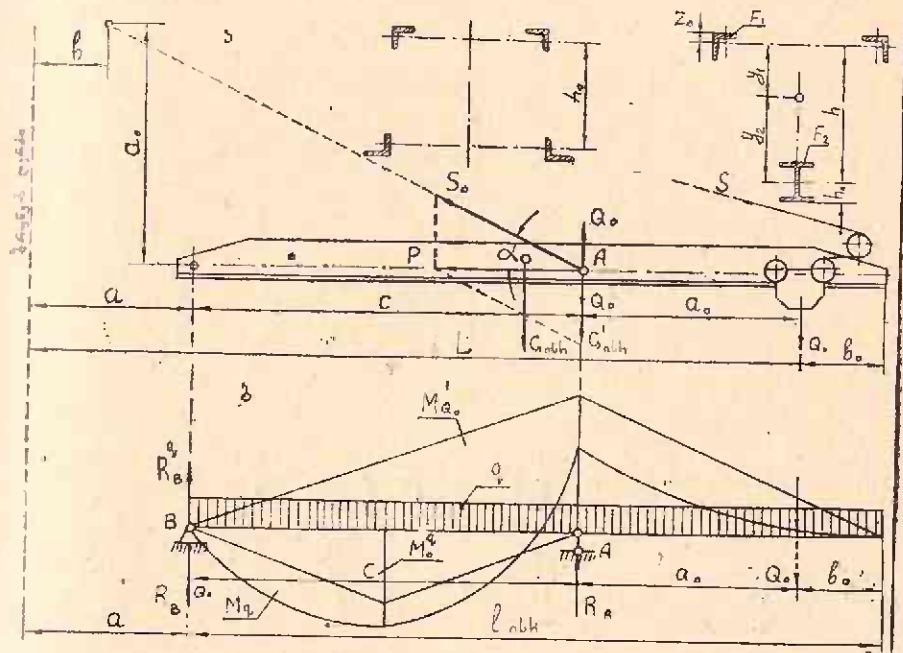
თუ ისრის განივკვეთი წრიულია, მაშინ დაყვანილი მოქნილობის ნაცვლად ავიღებთ ჩვეულებრივ მოქნილობას, რომელიც ზემომოყვანილი ფორმულით გაიგება.

1.21 ნახაზზე ნაჩვენებია ამწის ისრის გასაანგარიშებლად დავადგენთ სათანადო ზომებს და ისრის თავში მოქმედ Q_0 ძალის მნიშვნელობას. გავიგებთ α კუთხეს

$$\alpha = \arctg \frac{a_0}{a-b+c},$$

რის მიხედვითაც გამოვიანგარიშებთ ისრის მკუმშავ ძალას (საისრე პოლისპასტის S_0 მოქნილობა ცნობილია საისრე პოლისპასტის გაანგარიშებიდან. იხ. ისრის ასაწევო შექმნიზმის გაანგარიშება [2], გვ. 42):

$$P = S_0 \cdot \cos \alpha.$$



ნახ. 2.25.

გამოვიანგარიშებთ მღუნავ მომენტებს, რისთვისაც ისარს განვიხილავთ, როგორც ორ საყრდენზე მდებარე კონსოლიან კოჭს (ნახ. 2.25 ბ).

ისრის საკუთარი წონაა $G_{\text{ისრ}}$ და გრძივი წონა კი

$$q = \frac{G_{\text{ისრ}}}{a_0 + b_0 + c} = \frac{G_{\text{ისრ}}}{l_{\text{ისრ}}}.$$

მაშინ, ამ ძალით გამოწვეული საყრდენი რეაქციები იქნება

$$R_A^q = \frac{q(c^2 + l_{\text{სრ}}^2)}{2c} \text{ და } R_B^q = G_{\text{სრ}} - R_A^q$$

და სათანადო მლუნავი მომენტები

$$M_A^q = q \frac{(a_0 + b_0)^2}{2} - A \text{ კვეთში}$$

და

$$M_0^q = R_B^q \frac{c}{2} - q \frac{c^2}{2} - \text{საყრდენების შუა კვეთში.}$$

Q_0 მოძრავ დატვირთვის შეადგენს ასაწევი ტვირთის, კაუკური საკიდის და ურიკის წონები. ამ დატვირთვით გამოწვეული მლუნავი მომენტებია:

$$M_A^{Q_0} = k Q_0 \cdot a_0 - \text{როცა } Q_0 \text{ ისრის თავშია}$$

და

$$M_0^{Q_0} = k \frac{Q_0 \cdot c}{4} - \text{როცა } Q_0 \text{ ისრის საყრდენებს შორისაა.}$$

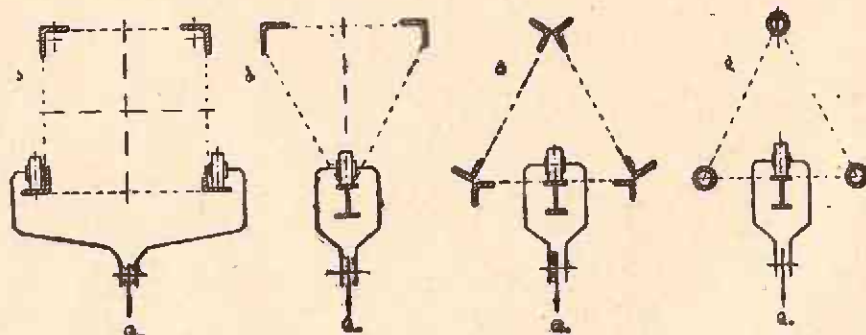
უდიდესი მომენტები გაიგება შეჯამებით:

$$M_A = M_A^q + M_A^{Q_0} - A \text{ კვეთში}$$

და

$$M_0 = M_0^q + M_0^{Q_0} - \text{საყრდენებს შუა კვეთში.}$$

ისრის განივკვეთის ფორმა შეიძლება ავიღოთ ოთხკუთხა (ნახ. 2.26 ა) და ავრეთვე სამკუთხა (ნახ. 2.26 ბ, გ, დ), ამათგან პირველი გამოიყენება შედარებით მცირე ტვირთამწეობის (1,5 ტ-მდე) და ისრის მცირე სიგრძის დროს. დიდი ტვირთამწეობისა და გრძელი ისრებისათვის კი უმჯობესია ავიღოთ სამკუთხა (სამსიბრტყიანი) კვეთი. ურიკის გადაადგილება შეიძლება მოხდეს სარტყლის ერთ ან ორ კოჭზე, როგორც ეს ნაჩვენებია მოყვანილ ნახაზებზე.



ნახ. 2.26.

თუ შევიჩივრეთ ისრის განივკვეთის ფორმას და წინასწარ დავნიშნავთ ღეროების სახეს (ნაგლინი, თუ წრიული კვეთის) და ზომებს, მოვახდენთ ცალკეულ კვეთებში ძაბვების სიმტკიცეზე შემოწმებას.

ასე, მაგალითად, თუ ისრის განივკვეთად აღებულია ოთხსიბრტყიანი კუთხოვან-ბისაგან შემდგარი კვეთი (ნახ. 2.25 გ), რომლის ქვედა თაროებზე მოძრაობს ურიკა, ძაბვებს შემდეგი წესით შევამოწმებთ:

A კვეთი. გამოვიანგარიშებთ ღეროს მოქნილობას

$$\lambda = \frac{l_e}{r_{\min}} = l_e \sqrt{\frac{F}{I_{\min}}}$$

სადაც l_e ღეროს „თავისუფალი“ სიგრძეა (წინასწარ შერჩეული), F —ღეროს განივკვეთის ფართობი (ცხრილშია მოცემული) და $I_{\min}$ —ღეროს კვეთის უმცირესი ინერციის მომენტი (აგრეთვე ცხრილიდან აიღება).

მოქნილობის მიღებული მნიშვნელობის მიხედვით სათანადო ცხრილიდან შევირჩევთ ძაბვის შემცირების ფ კოეფიციენტს და გავიგებთ ტოლქმედ ძაბვას:

$$\sigma = \frac{P}{4 \varphi F} + \frac{M_A}{W} \leq [\sigma]$$

და

$$\sigma = \frac{P}{4 \varphi F} + \frac{M_0}{W} \leq [\sigma].$$

თუ ისრის განივკვეთი სამკუთხაა (ნახ. 2.25 დ), მაშინ ჯერ უნდა მოინახოს კვეთის სიმძიმის ცენტრი, რომლის კოორდინატებია y_1 და y_2 , სადაც

$$y_1 = \frac{2F_1 \cdot z_0 + F_2(z_0 + h_0)}{2F_1 + F_2} \quad \text{და} \quad y_2 = h - y_1.$$

კვეთის ინერციის მომენტი იქნება

$$I = I_x'' + F_2 \cdot y_2^2 + 2(I_x'' + F_1 y_1^2)$$

და, სათანადოდ, წინალობის მომენტები:

$$W_1 = \frac{I}{y_1} \quad \text{და} \quad W_2 = \frac{I}{y_2}.$$

გამოვიანგარიშებთ მოქნილობებს (ზედა და ქვედა სარტყლებისათვის):

$$\lambda_1 = \frac{l_e}{r'_{\min}} \quad \text{და} \quad \lambda_2 = \frac{l_e}{r''_{\min}},$$

სადაც $r'_{\min}$ და $r''_{\min}$, სათანადოდ, ზედა და ქვედა სარტყლის ინერციის რადიუსია. მიღებული სიდიდით ცხრილებიდან შევირჩევთ φ_1 და φ_2 კოეფიციენტებს. ღეროებში ძაბვების მნიშვნელობა იქნება

$$\sigma = \frac{P}{\varphi_1 (2F_1 + F_2)} + \frac{M_A}{W_1} \leq [\sigma] - \text{ზედა სარტყელში}$$

და

$$\sigma = \frac{P}{\varphi_2 (2F_1 + F_2)} + \frac{M_A}{W_2} \leq [\sigma] - \text{ქვედა სარტყელში.}$$

იმავე წესით შემოწმდება ძაბვა საყრდენების შუა კვეთშიც.

საბოლოოდ, ისარი შემოწმდება მდგრადობაზე, რისთვისაც ის უნდა განვიხილოთ, როგორც ერთი ბოლოთი ჩამაგრებული და მეორეთი თავისუფალი ძელი. ასეთ შემთხვევაში საანგარიშო სიგრძე

$$l_{\text{ანგ}} = \mu l_{\text{ისრ}} \cdot \xi,$$

სადაც $\mu=2$ დაყვანის კოეფიციენტი, $l_{\text{ისრ}}$ —ისრის სიგრძე და ξ —კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ისრის მოხაზულობაზე. მისი მნიშვნელობა ცხრილებიდან აიღება.

ისრის მოქნილობა

$$\lambda = \frac{l_{\text{საანა}}}{i} = l_{\text{საანა}} \sqrt{\frac{F}{I_x}}$$

და მისი დაყვანილი მოქნილობა

$$\lambda_{\text{დავ}} = \sqrt{\lambda_2 + 54 F \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \right)}.$$

სადაც F არის სარტყლის განივკვეთის ფართობი და F_1 და F_2 კი ირიბნების განივკვეთის ფართობი. ამ მნიშვნელობის მიხედვით ცხრილდან შევირჩევთ ძაბვის შემცირების კოეფიციენტს და შევამოწმებთ აღებულ კვეთში მოქმედ ძაბვას ისე, როგორც ეს ზემოთ გვქონდა აღნიშნული.

ბ კ ე თ ი. ამ კვეთში მლუნავი მომენტი ნულია (ისრის ფასადის სიბრტყეში) და მოქმედებს მხოლოდ მკუშშავი ძალა, რომელიც მიმართულია ისრის ღერძის გასწვრივ (ნახ. 2.25 ა), და აგრეთვე ვერტიკალური რეაქცია (ნახ. 2.25 ა):

$$R_B = V = R_B^Q - R_B^q.$$

თუ ტვირთაშწობა დიდია და საჭიროა უფრო ზუსტი გაანგარიშება, მაშინ მხედველობაში მიიღება აგრეთვე ისრის განივად მოქმედი მომენტებიც, რომელთაც წარმოქმნის ქარის დაწოლა და ინერციის ძალები. ამ მომენტებს შემდეგნაირად გავიგებთ: გამოვიანგარიშებთ ტვირთზე და ურიკაზე მოქმედ ქარის დაწოლას

$$P'_{\text{ქარ}} = p \cdot F_{\text{ფაზ}},$$

სადაც $F_{\text{ფაზ}}$ არის ტვირთისა და ურიკის ზედაპირის ფართობი, რომელზედაც ქარი მოქმედებს და p —ქარის დაწოლის ძალა ფართობის ერთეულზე (ეს სიდიდეები ორივე ცნობილია).

ამ ძალის მომენტი B სახსრის მიმართ არის

$$M_{\text{ქარ}} = P'_{\text{ქარ}} \cdot l_{\text{ისრ}}$$

ისრის ზედაპირზე მოქმედი ქარის დაწოლა

$$P''_{\text{ქარ}} = p \cdot F_{\text{ისრ}}$$

სადაც $F_{\text{ისრ}}$ არის ისრის ფასადის ზედაპირის ფართობი, რომელიც გაიგება ფასადის კონტურის ფართობისა და სისრულის კოეფიციენტის ნამრავლი.

ამ ძალით გამოწვეული ერთეული (გრძივი) დატვირთვა და მის მიერ გამოწვეული მომენტი სათანადოდ არის:

$$q = \frac{P''_{\text{ქარ}}}{l_{\text{ისრ}}} \quad \text{და} \quad M_{\text{ქარისარ}} = \frac{q l_{\text{ისრ}}^2}{8}.$$

ამგვარად, ქარის დაწოლით გამოწვეული სრული მომენტი

$$M_{\text{ქარ}} = P_{\text{ქარ}} \cdot l_{\text{ისრ}} + \frac{q l_{\text{ისრ}}^2}{8}.$$

ინერციის ძალა, რომელსაც ქმნის ტვირთის, საკიდისა და ურიკის წონა ისრის მობრუნების დროს,

$$P_{\text{ინ}} = \frac{k(Q + G_{\text{საგ}} + G_{\text{ურ}}) \omega \cdot L}{g t},$$

სადაც L არის ურეის განაპირა მდგომარეობიდან ამწის ბრუნვის ღერძამდე მანძილი, ω — ამწის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე (მოკმეულია) და t ამუშავების დრო. ამ ძალის მომენტი იქნება

$$M_{\text{მ}}' = P_{\text{მ}}' (L - a).$$

ისრის მასის ინერციის მომენტი (ამწის მობრუნების დროს) ნებისმიერ კვეთში გამოისახება ფორმულით

$$M_{\text{მ}} = \frac{m\omega}{t} \int_0^L x(x-r) dx = \frac{m\omega}{t} \left(\frac{L^3}{3} - \frac{rL^3}{2} + \frac{r^3}{6} \right).$$

გამოსახილველი B კვეთისათვის r მანძილი გამოისახავს ისრის ჩამავრების სახსრიდან ბრუნვის ღერძამდე a მანძილს (ნახ. 2.25) და, მაშასადამე, ამ კვეთში მოქმედი მომენტია

$$M_{\text{მ}}'' = \frac{q_{\text{მ}} \cdot \omega}{gt} \left(\frac{L^3}{3} - \frac{aL^3}{2} + \frac{a^3}{6} \right),$$

სადაც $q_{\text{მ}}$ არის ისრის გრძივი მეტრის წონა (იხ. ზემოთ).

ტვირთის, კავური საკიდისა და ისრის წონებით გამოწვეული ინერციის მომენტები ამწის გადაადგილების დროს იქნება

$$M_{\text{მ}}''' = \frac{k(Q + G_{\text{საკ}} + G_{\text{გრ}})(L - a)V_{\text{მფ}}}{gt}$$

და

$$M_{\text{მ}}^{\text{IV}} = \frac{q_{\text{მ}} \cdot V_{\text{მფ}}(L - a)^2}{2gt}.$$

მთლიანი მომენტი, რომელიც მოქმედებს B კვეთში (ისრის განივ სიბრტყეში),

$$M_B = M_{\text{გარ}} + M_{\text{მ}}' + M_{\text{მ}}'' + M_{\text{მ}}''' + M_{\text{მ}}^{\text{IV}}.$$

ამის შემდეგ გამოვსახავთ კვანძის სქემას და დავადგენთ მის საანგარიშო ზომებს (კონსტრუქციული მოსაზრებებით). კვანძის კონსტრუქცია შეიძლება შესრულდეს ისე, როგორც ეს 2.27 ნახაზზეა ნაჩვენები.

ღერძაკის დიამეტრის გასაგებად ვიგულისხმობთ, რომ რეაქციის ტოლქმედი R_B ძალა ნაწილდება ორ საყრდენზე თანაბრად. მაშინ ღუნვის სიმტკიცის პირობა იქნება

$$0,25 R_B \cdot 0,5l_0 = 0,1d^3[\sigma]_{\text{ტ}},$$

საიდანაც ღერძაკის დიამეტრი

$$d = \sqrt[3]{\frac{1,25 R_B l_0}{[\sigma]_{\text{ტ}}}}.$$

თელვაზე შემოწმებამ უნდა მოგვცეს

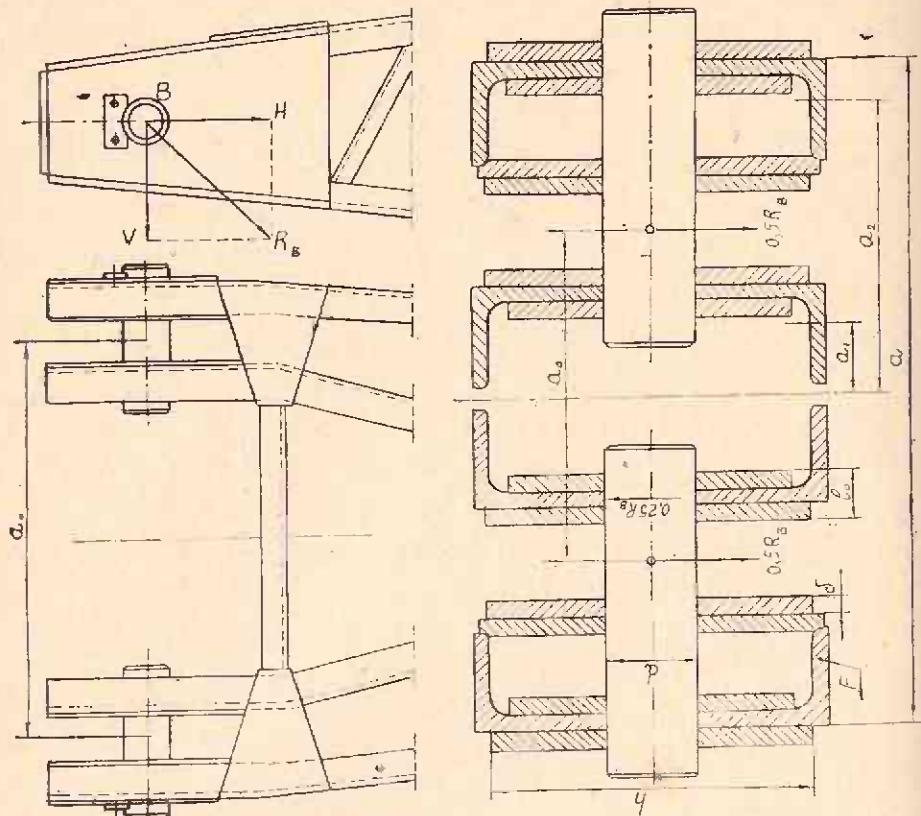
$$q = \frac{0,5 R_B}{2d\delta} \leq [q].$$

გამოვიანგარიშებთ კვეთის ფართობს და ინერციის მომენტს. დანიშნული ზომების მიხედვით გვექნება

$$F_0 = 8F + 12h \cdot \delta - 6d\delta;$$

$$I_y \leq 8I + 4Fa_1^2 + 4Fa_2^2,$$

სადაც F და I , სათანადოდ, კუთხოვანას განივკვეთის ფართობი და სიმძიმის ცენტრზე გამავალი ღერძის მიმართ ინერციის მომენტია (ინერციის მომენტ a აღებულია მხოლოდ კუთხოვანებისათვის გასაძლიერებელი ფინების ჩათვლელად).



ნახ. 2.27.

კვეთის წინაღობის მომენტს მივიღებთ, თუ ინერციის მომენტის მნიშვნელობას გაგყოფთ უდიდესად დაშორებულ ბოჭკოს მანძილზე,
ე. ი.

$$W_y = \frac{2 I_y}{a}.$$

კვეთში მოქმედი ძაბვა იქნება

$$\sigma = \frac{P}{\Phi F_0} + \frac{M_B}{W_y} \leq [\sigma].$$

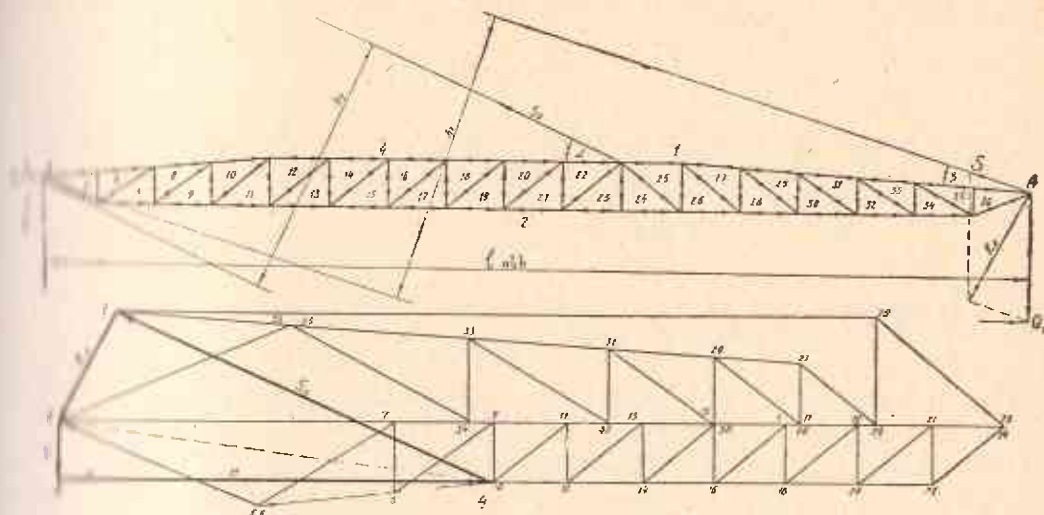
ისრის ღეროებში მოქმედი ძალების გაგება შეიძლება აგრეთვე კრემონის დიაგრამის აგებითაც. ამისათვის ვიანგარიშებთ ისრის თავში (A სახსარში) მოქმედ ტოლქმედ R_A ძალას, რომელიც წარმოადგენს ტვირთისა (კავური საკიდისა და ურიკის წონის ჩათვლით) და სატვირთო პოლისპასტის ბაგირის დაჭიმულობის ძალების ჯამს (ნახ. 2.28).

თუ S_0 არის საისრე პოლისპასტის ბაგირის დაჭიმულობა (პოლისპასტების ბაგირის დაჭიმულობის ძალა ცნობილია ამ მექანიზმების გაანგარიშებებიდან (იხ. [3] გვ. 23 და 42), მაშინ ცნობილი კუთხეების საშუალებით გავიგებთ B საყრდენის პორიზონტალურ და ვერტიკალურ რეაქციებს:

$$H = S_0 \cos \alpha + S \cos \beta$$

და

$$V = S_0 \sin \alpha + S \sin \beta - Q_0.$$



ნახ. 2.28.

თუ დავწოდებთ ცალკეულ უბნებს და ავაგებთ ძალთა მრავალგვერდს 1—2—3—4—1, სადაც 1—2= R_A , 2—3= V , 3—4= H და 4—1= S_0 , გავავლებთ ფერმის ცალკეულ ღეროების პარალელურ ხაზებს. ეს მოგვცემს ღეროებში მოქმედ ძალების მიმართულებებს. ამ ძალების მიმართულებები ნაჩვენებია ნახაზზე სათანადო ისრებით.

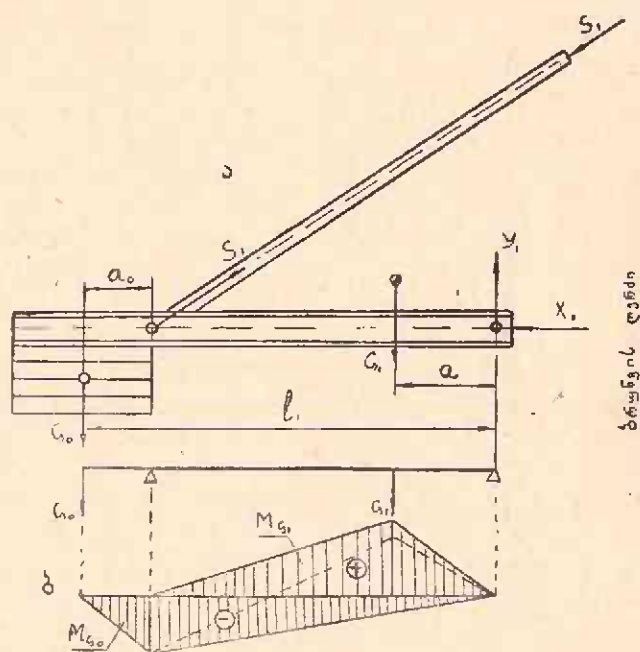
მიღებული ძალებით ვაწარმოებთ გაჭიმული და შეკუმშული ღეროების ძაბვების მიმოწმებას ისე, როგორც ეს ზემოთ იყო ჩატარებული (ნახ. 2.28-ზე h_1 და h_2 მხრები ნაჩვენებია ძალების სიდიდეების სისწორის შესამოწმებლად, რისთვისაც უნდა დაიწეროს წონასწორობის პირობა მომენტების ჯამის (სახით).

ბ) ის რის გამა-
წონასწო რებელი
ქვეანძის გაანგა-
რი შება. ამ კვანძზე
მოქმედი ძალებია საპირ-
წონის წვევის დაჭიმულო-
ბის ძალა S_1 და სახსარში
მოღებულები X_1 და Y_1 რე-
აქტიები (ნახ. 2.29). მათი
მიმართულებებია (იხ. კოშ-
კური ამწის მოსაბრუნებელ
მექანიზმის გაანგარი-
შები, [3] გვ. 73):

$$S_1 = \frac{G_0(l_1 + a_0) + G_1 a}{l_1 \sin \beta},$$

$$X_1 = S_1 \cos \beta \text{ და}$$

$$Y_1 = S_1 \sin \beta - G_0.$$



ნახ. 2.29.

S_1 ძალა წვევაში გაჭიმვას იწვევს და ამიტომ უნდა გვქონდეს:

$$\sigma = \frac{S_1}{2F} \leq [\sigma]_{\text{ავ.}}$$

თუ გამოვიანგარიშებთ ჰორიზონტალური ღეროების უდიდეს მღუნავ მომენტს (ნახ. 2.29 ბ) და გავითვალისწინებთ X_1 მკუმშავ ძალას, მივიღებთ

$$\sigma = \frac{X_1}{2\phi F} + \frac{M_{\max}}{2W} \leq [\sigma],$$

სადაც ϕ კოეფიციენტი $\lambda = l_1 \sqrt{\frac{F}{I_{\min}}}$ სიდიდის მიხედვით ცხრილიდან შეირჩევა.

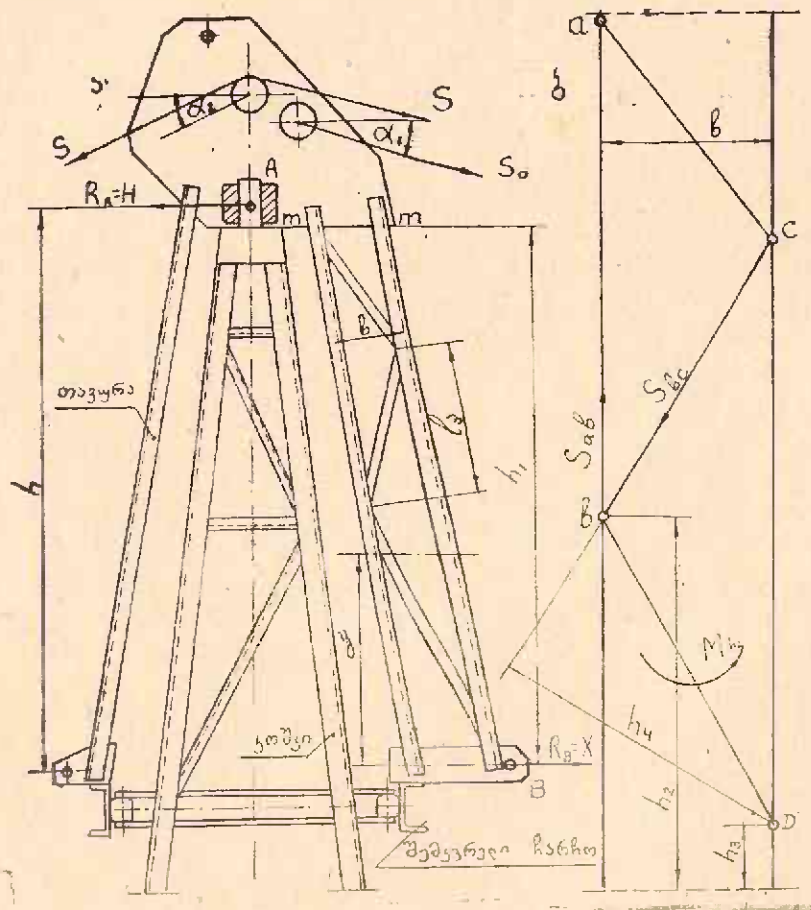
გ) თ ა ვ უ რ ა ს გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა. თავურას ერთ-ერთი კონსტრუქციის სქემა მოცემულია 2.30 ა ნახაზზე. ზედა და ქვედა საყრდენებში მოქმედი ძალებია (იხ. მოსაბრუნებელი მექანიზმის გაანგარიშება [3] გვ. 73):

$$R_A = H \text{ და } R_B = X.$$

თუ ჩავთვლით, რომ თავურა ჩამაგრებულია A საყრდენში (ე. ი. წარმოვიდგენთ, რომ ის კონსოლური ძელია), მაშინ მარჯვენა საყრდენ ფერმას გადაეცემა მღუნავი მომენტი

$$M_D = R_B \cdot y,$$

სადაც y არის ფერმის ნებისმიერ კვეთამდე მანძილი.



ნახ. 2.30

უდიდესი ძალა (ღეროს გასწვრივ), რომელიც ფერმის სარტყლებში წარმოიქმნება (მომენტისაგან), მიიღება ფარდობიდან ($y=h_1$):

$$N_{m-m} = \frac{R_B \cdot h_1}{b}$$

სადაც b არის ფერმის სარტყლების სიმაღლის ცენტრებს შორის მანძილი (ფერმის კონტური, მისი სარტყლებისა და ირიბების ზომები წინასწარაა შერჩეული).

თუ გამოვიანგარიშებთ ფერმის პანელის მოქნილობას

$$\lambda = l_3 \sqrt{\frac{F}{I}}$$

ცხრილიდან შევირჩევთ ძაბვის შემცირების კოეფიციენტს და შევამოწმებთ შეკუმშული ღეროს ძაბვას

$$\sigma_{m-m} = \frac{N_{m-m}}{4\varphi F} \leq [\sigma]_{\text{შპ}};$$

უდიდესად დატვირთული ირიბანია bc (ნახ. 2.30 ბ). მის შესამოწმებლად გავიგოთ ab ღეროში მოქმედი S_{ab} ძალა, რომელიც შეესაბამება $y_2=h_2$ მანძილზე მოქმედ მომენტს. თუ განვიხილავთ c წერტილის წონასწორობას, მივიღებთ:

$$M_{h_2} - S_{ab} \cdot b = 0,$$

საიდანაც

$$S_{ab} = \frac{M_{h_2}}{b} = \frac{R_B \cdot h_2}{b};$$

D წერტილის მიმართ წონასწორობის პირობიდან მივიღებთ bc ირიბის მკუმშავ ძალას

$$S_{bc} = \frac{S_{ab} \cdot b - R_B \cdot h_3}{h_4}.$$

თუ ირიბის სიგრძე l_4 გვეცოდინება, გავიგებთ მის მოქნილობას და შევამოწმებთ ძაბვას

$$\sigma = \frac{S_{bc}}{2\varphi F} \leq [\sigma]_{\text{შპ}}.$$

დ) თ ა ვ უ რ ა ს შ ე მ კ ე რ ე ლ ი ჩ ა რ ჩ ო ს გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა. ჩარჩოზე მოქმედი ძალებია (ნახ. 2.31): H , რომელიც გადაეცემა მას ისრის მხრიდან, და H_1 , რომელიც გადაეცემა საპირწონის მხრიდან. ეს ძალები გამოანგარიშებული იქნა მოსაბრუნებელი მექანიზმის გაანგარიშების დროს ($H=X$, $H_1=X_1$, $Y=Y$ და $V_1=Y_1$).

აქ უნდა განვიხილოთ ორი შემთხვევა: 1) როცა ისარი დაყენებულია უდიდეს გადაწვდომაზე და 2) როცა ისარი უმცირეს გადაწვდომაზეა დაყენებული. პირველ შემთხვევაში ვერტიკალური რეაქცია უმცირესი იქნება (თუ ისარი პორიზონტალურ მდგომარეობაზე დაიწევა, მაშინ ვერტიკალური დაწოლა ნულის ტოლი გახდება) და პორიზონტალური კი უდიდესი. მეორე შემთხვევაში, პირიქით, ვერტიკალური დაწოლა უდიდესი იქნება და პორიზონტალური კი — უმცირესი.

საანგარიშო მომენტი და ძალებია:

$$M = V \cdot a$$

$A-A$ კვეთში;

$$P_1 = H$$

კონსოლში;

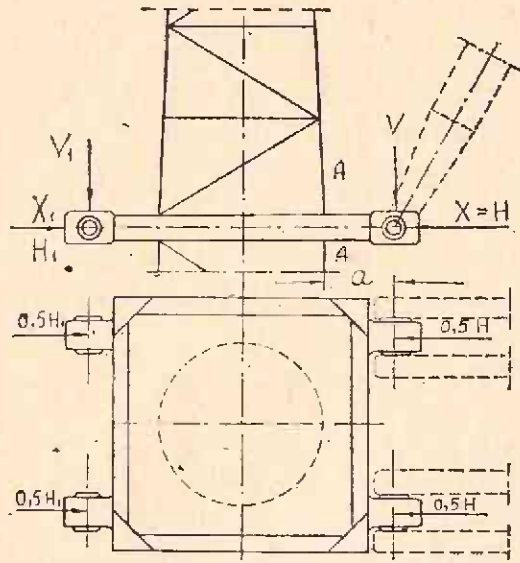
$$P_2 = H - H_1$$

ჩარჩოს მალში.

5. ამწე-ატრანსპორტის მანქანები

თუ გავითვალისწინებთ ისრის ზემონახსენებ მდგომარეობებს, ადვილად შევამოწმებთ ძაბვებს (კვეთები წინასწარ გვექნება შერჩეული):

$$\sigma = \frac{P_{max}}{F} + \frac{M_{max}}{W} \leq [\sigma]$$



ნახ. 2.31.

შემკვრელი ჩარჩოს გაანგარიშების აქ მოყვანილი მეთოდი მიახლოებითია, მაგრამ მიღებული შედეგები საკმაოდ დამაკმაყოფილებელია სიმტკიცისათვის. უფრო ზუსტი გაანგარიშების საჭიროების შემთხვევაში ჩარჩოს გაანგარიშება უნდა მოხდეს უფრო ზუსტი, მაგრამ გაცილებით უფრო რთული მეთოდით, რომელიც სპეციალურ ლიტერატურაშია მოყვანილი.

ე) კოშკის გაანგარიშება. კოშკზე მოქმედებს (ნახ. 2.32 ა) მკუშშავი ძალა V , რომელიც შედგება ტვირთის, ისრის, საპირწონის, თავურას, კოშკისა და აგრეთვე გამაწონასწორებელ ნაწილზე მოთავსებული მექანიზმების

წონებისაგან, მღუნავი მომენტი, რომელსაც ქმნის ტვირთის, ისრისა და საპირწონის წონა და მგრები მომენტი, რომელიც წარმოიქმნება ამწის მობრუნების დროს ინერციის ძალებისა და ქარის დაწოლისაგან. მკუშშავი ძალის მნიშვნელობა მიიღება ჩამოთვლილი (ცნობილი სათანადო მექანიზმებისა და კვანძების გაანგარიშებიდან) წონების შეჯამებით.

მღუნავი მომენტი კოშკის ნებისმიერ კვეთში

$$M_{\Sigma} = (kQ_0 + G_{\text{სპრ}})L - G_0 I_0,$$

სადაც L არის გადაწვდომა, G_0 —საპირწონის წონა და I_0 —საპირწონის ცენტრიდან ამწის ბრუნვის ღერძამდე მანძილი (ნახ. 2.29).

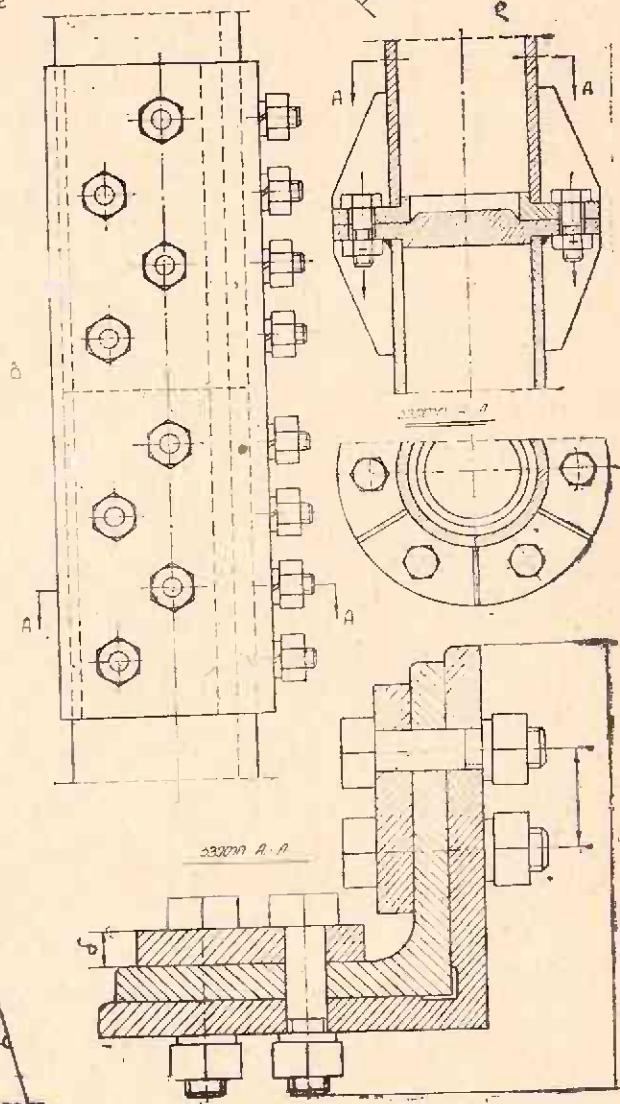
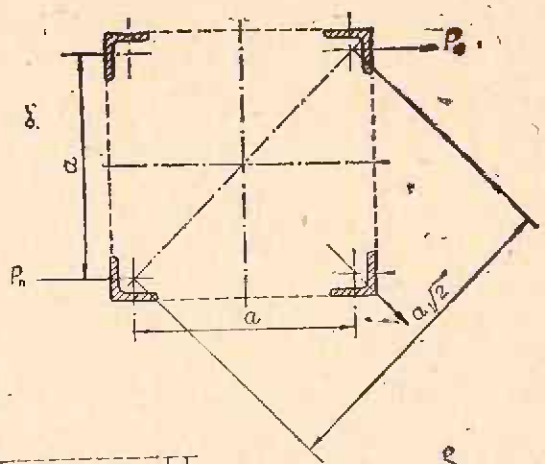
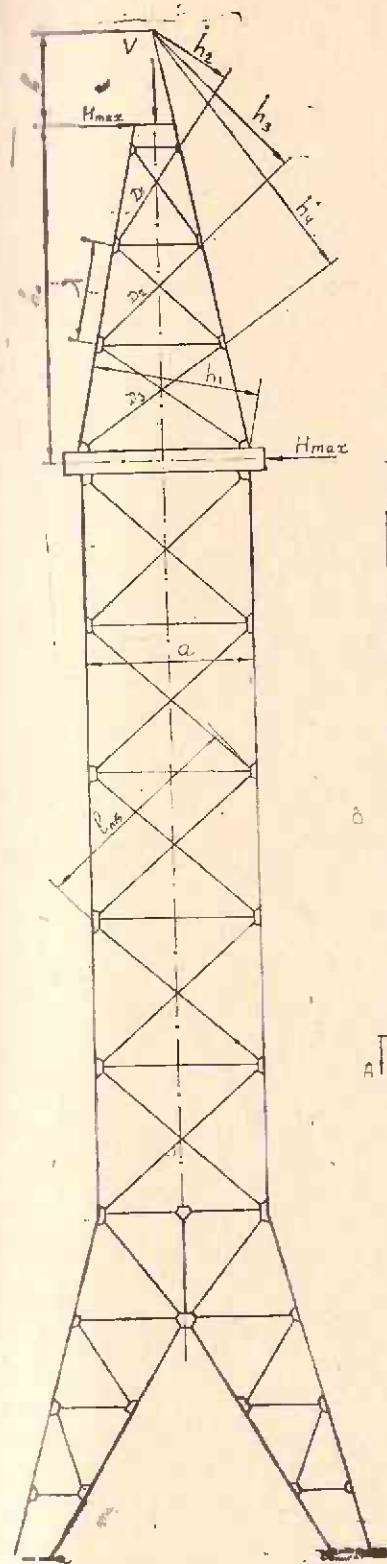
მგრები მომენტის მნიშვნელობა გაიგება გამოსახულებიდან:

$$M_{\text{გრ}} = P'_{\text{ის}} L + P''_{\text{ის}} I_0 + M_{\text{ქარ}},$$

სადაც $P'_{\text{ის}}$ არის ისრის თავში მოდებული ინერციის პორიზონტალური ძალა, $P''_{\text{ის}}$ — საპირწონის ინერციის (პორიზონტალური) ძალა და $M_{\text{ქარ}}$ — ქარის დაწოლით გამოწვეული მგრები მომენტი. უკანასკნელი მომენტი მიიღება ცალკე ელემენტებზე მოქმედი (ქარის დაწოლით გამოწვეული) მომენტების შეჯამებით;

$$M_{\text{ქარ}} = W_{\text{ტვ}} \cdot L + W_{\text{ისრ}} (0,5 I_{\text{ისრ}} + a) - W_{\text{სპრ}} \cdot I_0;$$

ჩამოთვლილი მომენტების გამოანგარიშება უნდა გაწარმოთ ორი ზღვრული მდგომარეობისათვის; როცა ისარი უდიდეს გადაწვდომაზეა და ეწევა მინიმალურ ტვირთს და როცა ისარი მინიმალურ გადაწვდომაზეა და ეწევა მაქსიმალურ ტვირთს (მგრები მომენტი მეორე მდგომარეობაში უფრო ნაკლებია, მაგრამ ისარსა და ტვირთზე ქარის დაწოლის ძალის მხარი მნიშვნელოვნად მეტია, ვინაიდან ისარი აწეულია).



Еоб. 2.32.

კოშკის სარტყლებში უდიდესი საანგარიშო ძალა მაშინ გამოვა, როცა ისარი ამყოფება კოშკის დიაგონალურ სიბრტყეში (ნახ. 2.32 ბ). ამ მდგომარეობისათვის საანგარიშო ძალა

$$S_1 = \frac{G_{\text{კოშკი}}}{4} + \frac{M_{\text{გ}}}{a \sqrt{2}},$$

სადაც $G_{\text{კოშკი}}$ არის კოშკის საკუთარი წონა, რომელიც წინასწარ უნდა იქნეს აღებული შესრულებული კონსტრუქციების მიხედვით ან კიდეც მიახლოებით, კვეთების ზომებისა და მათი გრძივი მეტრის წონების მიხედვით.

მგრესი მომენტით გამოწვეული ძალა გაიგება ფორმულიდან:

$$S_2 = \frac{2M_{\text{გრ}}}{a}.$$

ამის შემდეგ გავიგებთ ზემოაღნიშნული ზღვრული მდგომარეობების შესაბამის მომენტებსა და კოშკის წვეროზე მოღებულ V დატვირთვის ($M'_{\text{გ}}$ იქნება მომენტი პირველი ზღვრული მდგომარეობისათვის და $M''_{\text{გ}}$ — მეორისათვის. სათანადოდ, V_1 — ვერტიკალური დატვირთვა პირველი მდგომარეობისათვის და V_2 — მეორისათვის), რის მიხედვითაც მიიღება კოშკის ზედა ნაწილის სარტყლებში მოქმედი ძალები:

$$S'_{\text{სარ}} = \frac{V_1}{4} + \frac{M'_{\text{გ}}}{h_1 \sqrt{2}}$$

და

$$S''_{\text{სარ}} = \frac{V_2}{4} + \frac{M''_{\text{გ}}}{h_1 \sqrt{2}}.$$

ირიბნებში მოქმედი ძალების გასაგებად ჯერ გამოვიანგარიშებთ პორიზონტალურ რეაქციის ძალებს

$$H_1 = \frac{M'_{\text{გ}}}{h_0} \quad \text{და} \quad H_2 = \frac{M''_{\text{გ}}}{h_0}$$

და ავიღებთ მათ შორის უდიდესს. მაშინ ამ ძალისა და ირიბნებში მოქმედი მკუშმაგი ძალების O წერტილის მიმართ მომენტების ტოლობიდან მივიღებთ ირიბნებში მოქმედ ძალებს:

$$D_1 = \frac{H_{\text{max}} \cdot b}{2h_2}; \quad D_2 = \frac{H_{\text{max}} \cdot b}{2 \cdot h_3} \quad \text{და} \quad D_3 = \frac{H_{\text{max}} \cdot b}{2h_4}.$$

თუ შევირჩევთ სარტყლისა და ირიბნის კვეთებს (კუთხოვანისაგან), შევამოწმებთ მათში მოქმედ ძაბვებს. ასე, მაგალითად, მარჯვენა სარტყელი კუმშვას განიცდის და ამიტომ მისი ერთი პანელის λ სიგრძის მიხედვით გავიგებთ მოქნილობას, შევირჩევთ ძაბვის შემცირების კოეფიციენტს და გამოვიანგარიშებთ ძაბვას

$$\sigma = \frac{S_{\text{სარ}}^{\text{max}}}{\varphi F} \leq [\sigma]_{\text{შვმ}}.$$

მარცხენა სარტყელი გაჭიმვაზე მუშაობს და ამიტომ მისი შემოწმება არაა საჭირო. უდიდესად დატვირთული ირიბნის შემოწმებამ უნდა მოგვცეს

$$\sigma = \frac{D_1}{F} \leq [\sigma]_{\text{გაჭ.}}$$

კოშკის ქვედა ნაწილის სარტყელში მოქმედი ძალა

$$S'_{\text{საგ}} = \frac{V_1}{4} + \frac{M_{\text{გ}}'}{a\sqrt{2}}$$

და

$$S''_{\text{საგ}} = \frac{V_2}{4} + \frac{M_{\text{გ}}''}{a\sqrt{2}}$$

სათანადო ძაბვა

$$\sigma = \frac{S_{\text{საგ}}^{\text{max}}}{\varphi F} \leq [\sigma]_{\text{კშ}}.$$

ირიბნეებში მოქმედ ძალას გავიგებთ ერთ სიბრტყეში მოქმედი განივი ძალის მიხედვით (რომელსაც ქმნის მგრეხი მომენტი). ეს ძალა გაიგება ფორმულით

$$P_n = \frac{M_{\text{გრ}}}{2a}$$

მაშინ, ირიბანაში მოქმედი საანგარიშო ძალა

$$S_{\text{გრ}} = \frac{P_n \cdot L_{\text{გრ}}}{a}$$

ამ ძალით მოვახდენთ ირიბნის კვეთის შემოწმებას კუმშვაზე.

საბოლოოდ, კოშკი შემოწმდება მღვრადობაზე

$$\sigma = \frac{V_{\text{max}}}{\varphi F} + \frac{M_{\text{გ}}}{W} \leq [\sigma],$$

სადაც φ არის ძაბვის შემცირების კოეფიციენტი და გაიგება კოშკის დაყვანილი სიგრძის (სიმაღლის) მიხედვით, რომელიც უნდა ავიღოთ $2h$ -ს ტოლი (h იგულისხმება კოშკის წვეროდან პორტალთან შეერთების ადგილამდე).

ვ) კოშკის სექციების შეერთების განგარიშება. კოშკი რამდენიმე ცალკე სექციებისაგან შედგება, რომლებიც ერთიმეორესთან ჭანჭიკებითაა შეერთებული. მისი გაანგარიშება ხდება სარტყლის უდიდეს გამჭიმავ ძალაზე (კოშკის პორტალთან შეერთების ადგილას), რომელიც გაიგება გამოსახულებიდან:

$$S = S_{\text{სარტალ}} - \frac{V'}{4} + \frac{M_{\text{გრ}}}{a\sqrt{2}}.$$

შევიმუშავეთ კვანძის კონსტრუქციას და დავნიშნავთ შემაერთებული ჭანჭიკების რაოდენობასა და დიამეტრს (ნახ. 2.32 გ) და შევამოწმებთ ძაბვებს:

$$\tau = \frac{4 \cdot S}{k z \pi d^2} \leq [\tau]_{\text{კშ}}$$

და

$$\sigma = \frac{S}{2z d \delta} \leq [\sigma]_{\text{თაღ}}.$$

თუ კოშკის მაგივრად აღებული გვექნება ღრუსვეტი (ნახ. 1.20), მაშინ მის საანგარიშოდ უნდა განვიხილოთ უდიდეს გადაწვდობაზე მოქმედი მომენტების გავლენა ჩამგრების ადგილის შიშართ. მღუწავი მომენტი

$$M_{\text{გ}} = kQL + G_{\text{გრ}} (0,5 L_{\text{გრ}} + a),$$

სადაც a არის ისრის ჩამაგრების ადგილიდან ამწის ბრუნვის ღერძამდე მანძილი.

კვეთის ფართობი და წინალობის მომენტი გაიგება ცნობილი ზომების მიხედვით

$$F = \frac{\pi(D^2 - D_1^2)}{4} \quad \text{და} \quad W = \frac{\pi(D^4 - D_1^4)}{32D}.$$

მაშინ, თუ სვეტს ჩავთვლით ერთი ბოლოთი ჩამაგრებულ და მეორეთი თავისუფალ ძელად, გავიგებთ მის დაყვანილ სიგრძეს (სიმაღლეს), რომელიც იქნება $l_0 = 2h$. სათანადო მოქნილობა

$$\lambda = \frac{l_0}{r} = l_0 \sqrt{\frac{F}{I_{min}}} = l_0 \sqrt{\frac{8}{D^2 + D_1^2}},$$

რის მიხედვითაც ცხრილიდან შევირჩევთ ძაბვის შემცირების კოეფიციენტს.

ტოლქმედი ძაბვა იქნება

$$\sigma = \frac{V}{\Phi F} + \frac{M_0}{W},$$

სადაც V არის სვეტის მკუშშავი ძალა (იხ. ზემოთ).

ამის შემდეგ გამოვიანგარიშებთ მოსაბრუნებელი მექანიზმის ძრავას ამუშავების მომენტს

$$M_{გავ} = \psi M_{ნაგ} = 97500 \psi \frac{N_{აგ}}{n_{აგ}},$$

ამ მომენტით გავიგებთ ამწის სვეტზე მოქმედ მბრუნავ მომენტს

$$M_0 = M_{გავ} \cdot i \cdot \eta,$$

სადაც i არის მექანიზმის გადაცემის რიცხვი და η — η . ქ. კ. (აიღება მექანიზმის გაანგარიშებიდან. იხ. [3] გვ. 66).

ამ მომენტით გამოწვეული გრების ძაბვა იქნება

$$\tau = \frac{M_0}{W} = \frac{16 M_0}{\pi(D^4 - D_1^4)}$$

და, სათანადოდ, ტოლქმედი ძაბვა

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma].$$

ასეთი სვეტიც (კოშკი) მზადდება ცალკე სექციებისაგან, რომლებიც ერთიმეორესთან მილტუჩებითაა შეერთებული, შეერთება მოხდება ჭანჭიკების საშუალებით, როგორც ეს ნაჩვენებია 2.32 დ ნახაზზე.

ჭანჭიკების შემოწმება უნდა მოხდეს გაჭიმვაზე, რომელსაც სვეტზე მოქმედი მლუნავი მომენტი იწვევს, და ჭრაზე, რომელსაც სვეტის მგრები მომენტი იწვევს.

ზ) პორტალის გაანგარიშება. პორტალი კოშკის დასაყრდენს წარმოადგენს, რომელიც კონსტრუქციულად ოთხი საყრდენი ფეხისგანაა შედგენილი (ნახ. 2.33). თითოეული ფეხი, თავის მხრივ, წარმოადგენს სამი სიბრტყისგან შედგენილ სიერციტის ფერმას.

უნდა აღინიშნოს, რომ პორტალის გაანგარიშება ძალზე რთული და შრომატევადია. აქ მოგვყავს გაანგარიშების გამარტივებული მეთოდი.

პორტალის საანგარიშო ძალაა კოშკის წონას V (რომელიც აღებულია კოშკის გაანგარიშებიდან) მიმატებული პორტალის წონა, საანგარიშო მომენტი კი — ამწის მუშა მდგომარეობაში ზემოთ მიღებული მლუნავი მომენტი.

საყრდენზე უდიდესი დატვირთვა გვექნება მაშინ, როცა მუშა მდგომარეობაში ისარი დაყენებულია კოშკის დიაგონალურად. ამ დატვირთვის მნიშვნელობაა (იხ. [3] გვ. 60):

ფორმულა

$$P_{\max} = \frac{V + V_{\text{კოშკი}}}{4} + \frac{M_c}{2} \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{ab} = \frac{V_0}{4} + \frac{M_c}{a \sqrt{2}}$$

(იღებულ კონსტრუქციაში $a=b$).

თუ ისრის მდებარეობა ისეთია, რომ ის მიმართულია C საყრდენის გასწვრივ და საპირწონე კი A საყრდენის გასწვრივ (ნახ. 2.34 ბ), მაშინ თითოეულ საყრდენ ფეხზე მოსული დატვირთვა იქნება:

$$R_A = \frac{V_0}{4} - \frac{M_c}{b\sqrt{2}} \quad A \text{ წერტილში};$$

$$R_B = R_D = \frac{V_0}{4} \quad B \text{ და } D \text{ წერტილებში};$$

$$R_C = \frac{V_0}{4} + \frac{M_c}{b\sqrt{2}} \quad C \text{ წერტილში}.$$

როგორც ჩანს, ყველაზე მეტად C საყრდენია დატვირთული და ამიტომ მისი ღეროები უნდა გავიანგარიშოთ. ამისათვის დავადგენთ საყრდენი ფეხის ფორმასა და ზომებს (ნახ. 2.34 ა) და გამოვიანგარიშებთ დამახასიათებელი კვეთების სიმძიმის ცენტრის დაშორებას დიაგონალურ სიბრტყეში. ეს დაშორება გაიგება ცნობილი (კუთხოვანები წინასწარ უნდა შევირჩიოთ) F (ფართობი) და Z_0 (სიმძიმის ცენტრის დაშორება) მნიშვნელობებით (ისინი კუთხოვანების შესარჩევ ცხრილშია მოცემული):

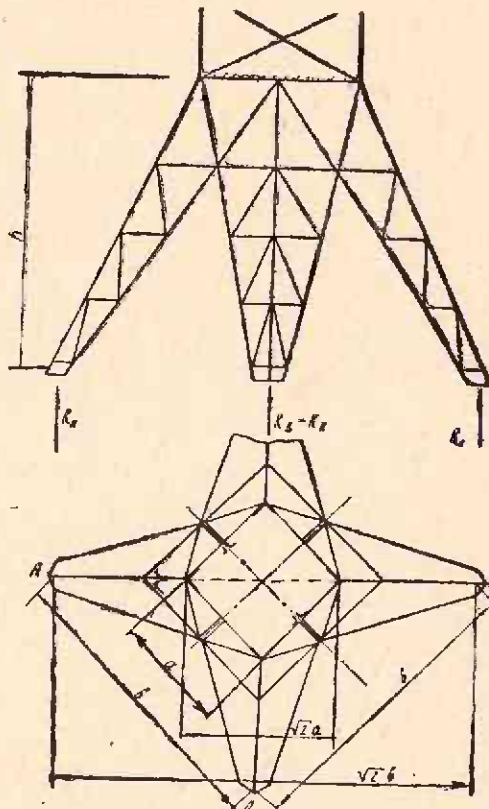
$$y_1 = \frac{F_1 \cdot Z_0' \sqrt{2} + 2F_2 \frac{a_1}{\sqrt{2}}}{F_1 + 2F_2} \quad \text{I—I სიბრტყეში (ნახ. 2.34 გ)}$$

და

$$y_2 = \frac{F_1 \cdot Z_0' \sqrt{2} + 2F_2 \frac{a_2}{\sqrt{2}}}{F_1 + 2F_2} \quad \text{II—II სიბრტყეში (ნახ. 2.34 დ)}.$$

თუ მიღებულ ცენტრებს შევაერთებთ, მივიღებთ საყრდენი ფეხის ღერძს, რომლის დახრის კუთხე ვერტიკალთან არის (ნახ. 2.34 ა)

$$\alpha \approx \arctg \frac{(b_1 - a_1) \left(\sqrt{2} \frac{h_1}{h} - y_1 + y_2 \right)}{h_1}.$$



ნახ. 2.33.

კვებების ფართობების პროპორციულად ნაწილდება, სარტყლების დახრის გაუთვალისწინებლად მივიღებთ (დახრა დიდ გავლენას არ ახდენს):

$$\frac{F_1}{N_1} = \frac{F_2}{N_2} = \frac{F_2}{P_C - N_1}$$

საიდანაც

$$N_1 = \frac{P_C F_1}{F_1 + F_2} \quad (\text{ძირითადი სიბრტყეები})$$

და

$$N_2 = P_C - N_1 \quad (\text{დამხმარე სიბრტყეები}).$$

ამის შემდეგ მოცემული λ -ს მიხედვით გავიგებთ ინერციის მინიმალურ რადიუსს და განვსაზღვრავთ მოქნილობას, რის მიხედვითაც ცხრილებიდან შევირჩევთ გრძივ ღუნვაზე დაბვის შემცირების კოეფიციენტს და შევამოწმებთ დაბევებს:

$$\sigma = \frac{N_1}{\Phi_1 F_1} \quad \text{და} \quad \sigma = \frac{N_2}{\Phi_2 F_2}.$$

ეს დაბევები დასაშვებზე ნაკლები ან ტოლი უნდა გამოვიდეს.

კოშკური ამწის საერთო ხედი და ცალკეული კვანძის (ისრის, თავურას, კოშკის, პორტალისა და სხვა) კონსტრუქციული ნახაზები მოყვანილია სათანადო ლიტერატურაში; კერძოდ [4]-ის 90—100 ნახაზებზე.

IV. პორტალური ამწეების ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშვა

პორტალური ამწის ლითონკონსტრუქცია შედგება საისრე მოწყობილობისა, პორტალისა და სხვა დამხმარე კვანძისაგან.

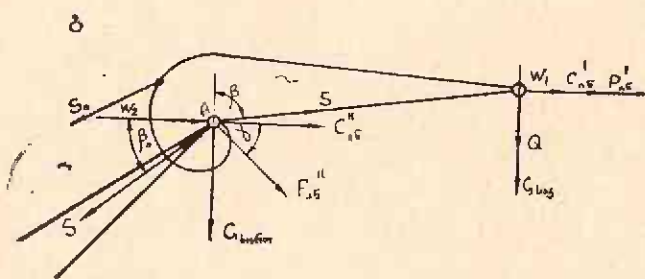
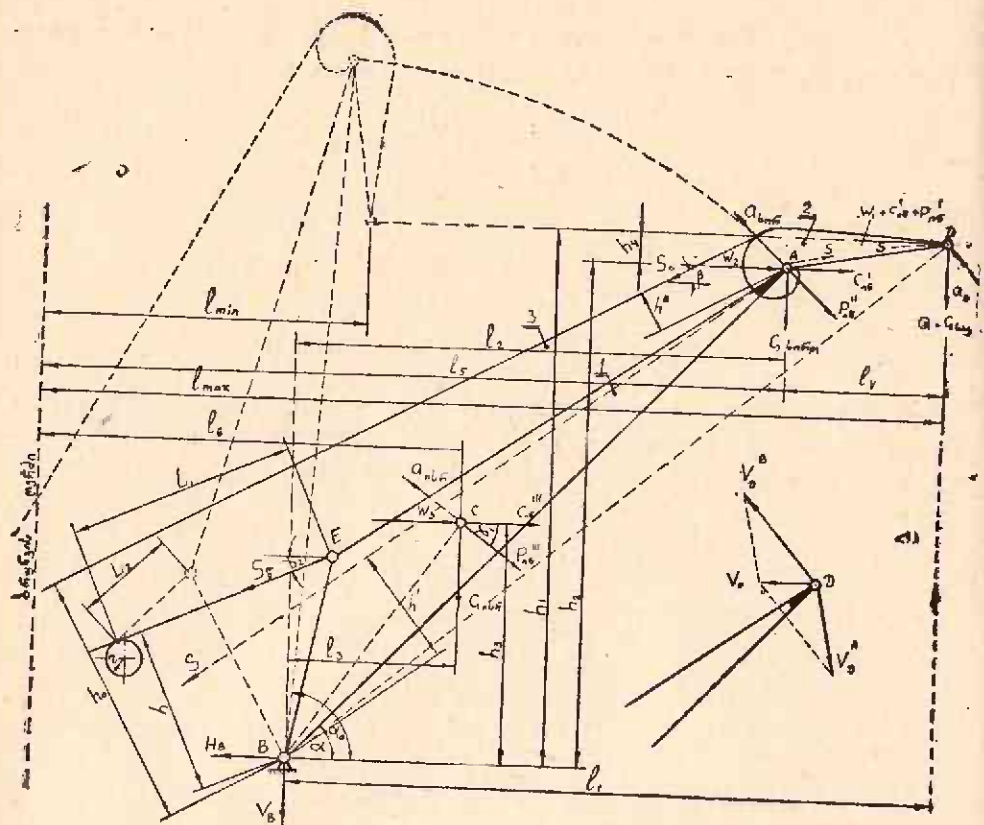
1.22 ნახაზზე ნაჩვენებია პორტალური ამწის საისრე მოწყობილობა წარმოდგენს ისრის 1, მრუდხაზოვანი ხორთუმისა 2 და ბაგირის მოქნილი დამჭიმის 3 ერთობლიობას (ნახ. 2.35 ა). 1.23 ნახაზზე ნაჩვენებია კონსტრუქციის ამწის საისრე მოწყობილობის შემადგენელი ნაწილებია: ისარი 1, სწორხაზოვანი ხორთუმი 2 და დამჭიმი 3 (ნახ. 2.40), რომელიც შეიძლება იყოს ხისტი და აგრეთვე მოქნილიც.

განვიხილოთ ამ ამწეების ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშების ზოგიერთი საკითხი.

1. მოქნილდამჭიმიანი, მრუდხაზოვანხორთუმიანი ამწე

ა) ისრის გაანგარიშება. ისრის ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად საჭიროა ისრის რამდენიმე (ხუთი-ექვსი) ცალკე მდგომარეობის განხილვა. ამათგან ერთი მდგომარეობა იქნება, როცა ისარი პორიზონტთან მინიმალურ α კუთხეს აღგენს (ნახ. 2.35 ა), და უკანასკნელი კი, როცა ისარი აწეულია ბოლო მდგომარეობამდე (α_0 კუთხით), ეს მდგომარეობები ისრის განაპირა (კიდური) ზღვრული მდგომარეობებია.

აღებული მდგომარეობისათვის გავიგებთ საისრე წვევაში მოქმედ S_Φ ძალას, რომელსაც ქმნის S_1 სტატიკური დატვირთვა (ასაწვეი ტვირთის, კავური საკიდისა და ისრის წონა, სატვირთე პოლისპასტის ბაგირის S დაჭიმულობა, ხორთუმის წონა $G_{ხო}$ და ხორთუმის დამჭიმში სტატიკური დატვირთვებისაგან წარმოქმნილი ძალა), S_2 ძალა, გამოწვეული ქარის დაწოლით (ტვირთზე, ხორთუმზე და ისარზე), ცენტრიდანუ-



ნახ. 2.35.

ლი ინერციის ძალა (ტვირთის, საკიდის, ხორთუმის და ისრის) და ამწის გადაწვდომის შესაძლებელი მექანიზმის გაქანების ან დამუხრუჭების დროს წარმოქმნილი ინერციის ძალა:

$$S_{\text{წ}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4.$$

ჩამოთვლილი ძალების მნიშვნელობებია (სათანადო კვანძის მიმართ წონასწორობის პირობიდან):

$$S_1 = \frac{(Q + G_{\text{საკ}}) l_1 + G_{\text{ხორ}} \cdot l_2 + G_{\text{ისრ}} \cdot l_3 - S_0' h_0 - S \cdot h'}{h}.$$

ამ გამოსახულებაში შემაველი S_0' მნიშვნელობა გაიგება ტოლობიდან:

$$S_0' \cdot h'' = (Q + G_{\text{საკ}}) l_4.$$

ქარის დაწოლით გამოწვეული ძალა

$$S_2 = \frac{W_1(h_2 + h_4) + W_2 h_2 + W_3 \cdot h_3 + S_0'' h_0}{h},$$

სადაც $W_1 = F_1 \cdot p$; $W_2 = F_2 \cdot p$; $W_3 = F_3 \cdot p \cdot \sin \alpha$, სათანადოდ, ტვირთზე, ხორთუმსა და ისარზე ქარის დაწოლა (გაიგება ქარის საანგარიშო კუთრი დაწოლისა და ზედაპირის ფართობის ცნობილი მნიშვნელობით) და S_0'' კი ტვირთზე ქარის დაწოლით დამქმნველი შექმნილი ძალა, რომელიც $S_0'' \cdot h'' = \omega_1 l_1$ ტოლობიდან გაიგება.

ცენტრიდანული ძალებით გამოწვეული დატვირთვა

$$S_3 = \frac{C_{\text{ფ}}' h_1 + C_{\text{ფ}}'' h_2 + C_{\text{ფ}}''' h_3 + S_0''' \cdot h_0}{h},$$

სადაც ცენტრიდანული ძალებია (მათი გაანგარიშება იხ. ზემოთ — საავტომობილო და სხვა ამწეების ისრის გაანგარიშებაში):

$$C_{\text{ფ}}' = \frac{(Q + G_{\text{საა}}) t n^2}{900 - H n^2} \text{ ტვირთისა და კაეური საკიდისათვის;}$$

$$C_{\text{ფ}}'' = \frac{G_{\text{ხორ}} l_5 n^2}{900} \text{ ხორთუმისათვის;}$$

$$C_{\text{ფ}}''' = \frac{G_{\text{ისრ}} l_6 n^2}{900} \text{ ისრისათვის.}$$

საორიენტაციო წონები

ტვირთამწეობა ტ-ბით	2	2,5	3,2	5	8	10	16	20	25	50
ისრის წონა ტ-ბით	2	2	3	6	8	11	15	18	22	32
ხორთუმის წონა ტ-ბით	0,8	1	1,5	2	3	3,5	5	8	10	15
ისრის დამჭიმის წონა ტ-ბით	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,5	2	2,5	3

ინერციის ძალებით (დამჭიმში) გამოწვეული ძალა

$$S_0''' = \frac{C_{\text{ფ}}' \cdot h_4}{h''}.$$

ამწის გადაწვდომის საცელელ მექანიზმში ვაქანების ან დამუხრუჭების დროს წარმოქმნილი ინერციის ძალებით გამოწვეული დატვირთვა

$$S_4 = \frac{P_{\text{ფ}}' \cdot h_1 + P_{\text{ფ}}'' \cdot AB + P_{\text{ფ}}''' \cdot BC + S_0^{IV} \cdot h_0}{h},$$

სადაც სათანადო ინერციის ძალებია:

ტვირთისა და საკიდისათვის

$$P_{\text{ფ}}' = \frac{Q + G_{\text{საა}}}{g} a_{\text{ტა}},$$

ხორთუმისათვის

$$P_{\text{ფ}}'' = \frac{G_{\text{ხ.ზ.}}}{g} \cdot a_{\text{ხ.ზ.}}$$

ისრისათვის

$$P_{\text{ფ}}''' = \frac{G_{\text{ისრ.}}}{g} a_{\text{ისრ.}}$$

აქ $a_{\text{ხ.ზ.}}$, $a_{\text{ხ.ზ.}}$ და $a_{\text{ისრ.}}$ — სათანადოდ, ტვირთისა და საკიდის, ხორთუმისა და ისრის სიმძიმის ცენტრის აჩქარებაა.

დამჭიმში ინერციის ძალებით გამოწვეული ძალა

$$S_{0\text{IV}} = \frac{P_{\text{ფ}}' \cdot h_4}{h''}.$$

ზემომოყვანილი $a_{\text{ხ.ზ.}}$, $a_{\text{ხ.ზ.}}$ და $a_{\text{ისრ.}}$ აჩქარებები შემდეგნაირად გაიგება:

ხორთუმის D წერტილი ისრის მობრუნების დროს B სახსრის მიმართ მობრუნდება და მისი წრიული სიჩქარე V_D^B (ნახ. 2.35 ბ) მიმართული იქნება BD -ს პერპენდიკულარულად (BD იქნება ბრუნვის რადიუსი), მისი სიდიდე გაიგება ცნობილი მოსახტულებიდან

$$V_D^B = \omega_{\text{ისრ.}} \cdot BD = \frac{\pi n}{30 i_1} \cdot BD = \frac{\pi r n}{30 h} \cdot BD,$$

სადაც n და r , სათანადოდ, ლარტყული გადაცემის კბილანის ბრუნთა რიცხვი და რადიუსია და $i_1 = \frac{h}{r}$ კი ისრის ბრუნვის ლერძსა და კბილანის ლერძს შორის გადაცემის რიცხვი.

ხორთუმის D წერტილი ამავე დროს A წერტილის მიმართაც მობრუნდება და მისი V_A სიჩქარე მიმართული იქნება AD რადიუსის პერპენდიკულარულად. ცნობილი V_D^B -ს მიხედვით ავაგებთ პარალელოგრამს (V_D^B -ს ბოლოდან გავატარებთ V_A -ს ცნობილი მიმართულების პარალელურ ხაზს ხორთუმის წვეროს, ე. ი. ტვირთის მოძრაობის ჰორიზონტალური მიმართულების გადაკვეთამდე). მივიღებთ ტვირთის ჰორიზონტალური გადაადგილების V_0 სიჩქარეს (ამ სიჩქარის მაგივრად შეიძლება ავიღოთ აგრეთვე ხორთუმის D წვეროს, ე. ი. ტვირთის, ჰორიზონტალური გადაადგილების საშუალო სიჩქარე $V_{\text{საშ.}}$, რომელიც გამოანგარიშებული იქნება ისრის ასაწევი მექანიზმის გაანგარიშების დროს. ეს სიჩქარე

$$V_{\text{საშ.}} = \frac{l_{\text{max}} - l_{\text{min}}}{t},$$

სადაც l_{max} და l_{min} ამწის ბრუნვის ლერძიდან უდიდესი და უმცირესი დაშორებაა და t — დრო, რომლის განმავლობაშიც ხდება ისრის ერთი ზღვრული მდგომარეობიდან მეორემდე აწევა).

ამის შემდეგ განვსაზღვრავთ გაქანების ან დამუხრუჭების დროს ძრავას (ან მუხრუჭის) ლილვზე წარმოქმნილ უდიდეს კუთხურ აჩქარებას

$$\varepsilon = \frac{M_{\text{max}} - M_0}{I_0},$$

სადაც M_{max} არის ძრავას (ან მუხრუჭის) მომენტი, M_0 — ძრავას (ან მუხრუჭის) ლილვზე დაყვანილი (ინერციული დატვირთვის გარეშე) სტატიკური მომენტი და I_0 —

საისრე მოწყობილობის (ტვირთის წონის ჩათვლით) ძრავას ლილვზე დაყვანილი ინერციის მომენტი. ამათგან M_{max} და M_0 აიღება ისრის ასაწევი მექანიზმის გაანგარიშებიდან და ინერციის ჯამური მომენტი კი შეიძლება გავიგოთ ფორმულით:

$$I_0 \approx (1,2 \div 1,25) (I_1 + I_2) = (1,2 \div 1,25) \left[\frac{(GD_{\alpha}^2 + GD_1^2) k}{4g} + \frac{375 (Q + G_{\alpha}) V_{\alpha}^2}{4g n_{\alpha}^2 \cdot \eta_{\alpha}} \right],$$

სადაც GD_{α}^2 არის ძრავას სამქნევარო მომენტი, GD_1^2 — მექანიზმის პირველ ლილვზე მოთავსებული მბრუნავი მასების სამქნევარო მომენტი, V_{α} — ტვირთის აწევის სიჩქარე, n_{α} — ძრავას ბრუნთა რიცხვი, η_{α} — პოლისპასტის მ. ქ. კ., $g = 9,81$ მ/წმ² — სიმძიმის ძალის აჩქარება და $k = 1,15$ — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მექანიზმის სხვა ლილვებზე მოთავსებული მბრუნავი მასების სამქნევარო მომენტების გავლენას.

ამ ფორმულაში არა გვაქვს შეტანილი ისრის, ხორთუმისა და სხვა მოწყობილობის ინერციის მომენტები. როგორც გამოთვლებმა გვიჩვენა, თითოეული მათგანი I_1 და I_2 ჯამთან შედარებით მცირე სიდიდისაა და მათი გავლენა $20 \div 25\%$ -ით შეიძლება გავითვალისწინოთ.

უდიდეს კუთხურ აჩქარებას მივიღებთ, თუ ძრავას ლილვის კუთხურ აჩქარებას გავყოფთ $i_1 \cdot i_2$ ნამრაველზე (i_2 — ძრავასა და ლარტყულ გადაცემას შორის გადაცემის რიცხვია)

$$\varepsilon_{ისრ} = \frac{\varepsilon}{i_1 \cdot i_2}.$$

მაშინ ტვირთის (ხორთუმის D წერტილის) პორიზონტალური აჩქარება

$$a_{\alpha} = a_D^B \frac{V_0}{V_D^B} = \varepsilon_{ისრ} \cdot AD \frac{V_0}{V_D^B};$$

ხორთუმის აჩქარება (თუ ჩავთვლით, რომ ხორთუმი არ ბრუნავს A -ს გარშემო)

$$a_{ისრ} \approx \varepsilon_{ისრ} \cdot AB$$

და ისრის აჩქარება

$$a_{ისრ} = \varepsilon_{ისრ} \cdot BC.$$

საბოლოოდ, გამოვიანგარიშებთ დამჭიმში მოქმედ ჯამურ ძალას

$$S_0 = S_0' + S_0'' + S_0''' + S_0^{IV}.$$

ამის შემდეგ გავიგებთ დამჭიმში მოქმედ ძალას ისრის უდიდესი გადაწვდომისათვის, როცა ისრის აწევის ოპერაცია შეთავსებულია ტვირთის აწევისათან. ასეთ შემთხვევაში ტოლქმედი ძალა, რომელიც დამჭიმში მოქმედებს,

$$S_0 = S_0' + S_0'' + S_0^{IV} + S_0^V,$$

სადაც S_0^V არის ტვირთის ინერციის ძალით დამჭიმში გამოწვეული ძალა (ტვირთამწევი მექანიზმის დამუხრუჭების დროს):

$$S_0^V = C_{\alpha} \frac{l_1}{h''},$$

დამჭიმის გაანგარიშებას ვაწარმოებთ უდიდეს ძალაზე. მისი დიამეტრი (ბაგირის) შეიარჩევა მრღვევი ძალის მიხედვით ისე, როგორც ეს გვქონდა კავური საკიდის გაანგარიშების დროს.

ისრის ფერმის ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად ჯერ გამოვიანგარიშოთ კვანძურ დატვირთვებს, რისთვისაც საჭირო იქნება მიღებული ძალების დაგეგმილება პორობონტალურ და ვერტიკალურ ღერძებზე. დაგეგმილების შედეგად გვექნება (აღებული მდგომარეობაში):

A კვანძისათვის (ნახ. 2.35 გ)

$$H_A = W_1 + P_{\text{გ}}' + C_{\text{გ}}' + C_{\text{გ}}'' + P_{\text{გ}}'' \cos \gamma + S_1 \sin \beta - S \cdot \cos \beta_0 + W_2 - S_0 \cos \gamma_0.$$

და

$$V_A = Q + G_{\text{გ}} + P_{\text{გ}}'' \sin \gamma - S \cos \beta + G_{\text{გ}} + S \sin \beta_0 + S_0 \sin \gamma_0.$$

B კვანძისათვის (ნახ. 2.35 ა)

$$H_B = W_3 + C_{\text{გ}}''' + P_{\text{გ}}''' \cos \gamma_1 - S_{\text{ფ}} \cdot \cos \gamma_2 + H_A$$

და

$$V_B = G_{\text{გ}} + P_{\text{გ}}''' \sin \gamma_1 + S_{\text{ფ}} \cdot \sin \gamma_2 + V_A.$$

ტოლქმედი დატვირთვა

$$R_A = \sqrt{H_A^2 + V_A^2} \quad (\text{ნახ. 2.35 დ})$$

და

$$R_B = \sqrt{H_B^2 + V_B^2}. \quad (\text{ნახ. 2.35 ე})$$

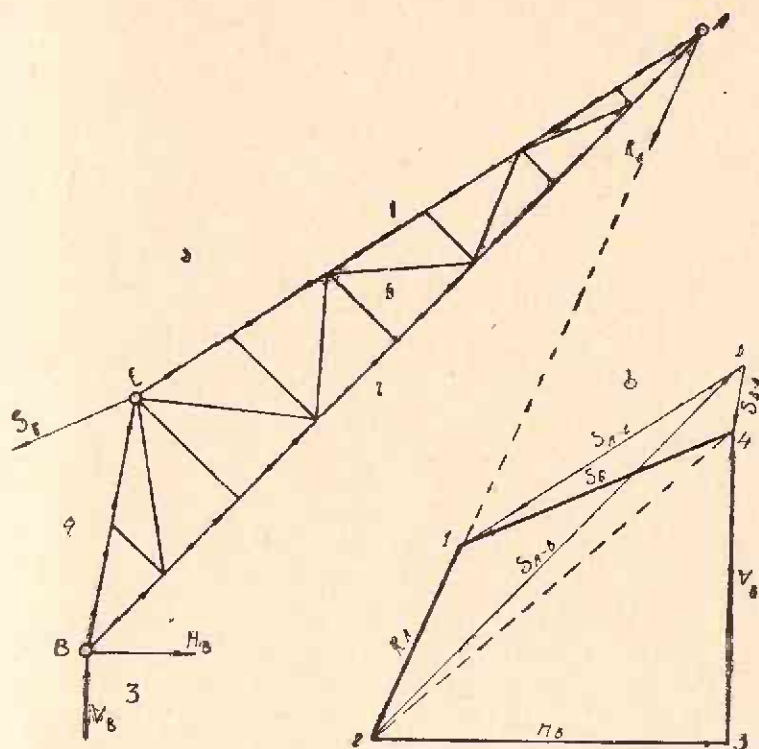
მიღებული R_A და R_B ძალებით გამოვიანგარიშებთ ამ კვანძების ღერძების დიამეტრებს.

ფერმის ცალკეულ ღეროებში მოქმედ ძალებს გავიგებთ, თუ ავაგებთ კრემონის დიაგრამას. დიაგრამის ასაგებად კვანძებში მოვდოთ ნაპოვნი R_A , R_B და $S_{\text{ფ}}$ ძალები და დაენომროთ ფერმა უბნებად (ნახ. 2.36 ა) ისე, როგორც ეს ზემოთ გვექონდა აღნიშნული. რომელიმე წერტილიდან გადავზომოთ 1—2= R_A მონაკვეთი (გარკვეულ მასშტაბში) და მე-2 წერტილიდან კი (პორობონტალურად) 2—3= H_B ხაზი გავატაროთ. მე-3 წერტილიდან 3—4= V_B გადავზომოთ და მისი ბოლო წერტილიდან კი 4—1= $S_{\text{ფ}}$ ძალა გადავზომოთ, მივიღებთ 1—2—3—4—1 ძალთა მრავალგვერდს (თუ მრავალგვერდი არ შეიკრა, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ რომელიმე ძალის სიდიდე ან მიმართულება სწორად არ არის აღებული). თუ ძალთა მრავალგვერდის სათანადო წერტილებიდან ვაწარმოებთ ფერმის ცალკეული ღეროების პარალელური ხაზების გავლებას (ეს პროცესი აუცილებლად იმ კვანძიდან უნდა დავიწყოთ, სადაც ორი ღერო იყრის თავს), მივიღებთ ღეროებში მოქმედ ძალებს (აღებულ მასშტაბზე გადამრავლებით); კვეთების შერჩევას და მიღებულ ძალებზე მათ შემოწმებას ვაწარმოებთ ისე, როგორც ეს ზემოთ გვექონდა მოყვანილი.

კონსტრუქციულად ისარი სივრცითი ღეროვან სისტემას წარმოადგენს და შეიძლება შევადგინოთ პროფილური ნაგლისისა (იშვიათად) და მილებისაგან (ამჟამად უკანასკნელი კონსტრუქცია ძალიან გავრცელებულია). განვიკვეთოთ ისარი სამკუთხა ან ოთხკუთხა მოხაზულობა აქვს, ისრების კონსტრუქციული შესრულება მოცემულია 2.37 ა (პროფილური ნაგლისისაგან დამზადებული) და 2.37 ბ (მილებისაგან დამზადებული) ნახაზებზე.

საორიენტაციოდ, მილების ზომები შეიძლება დავასახელოთ შემდეგი: ვარე დიამეტრი $d=194$ მმ და სისქე $\delta=12$ მმ — ზედა და ქვედა სარტყლებისათვის და, სათანადოდ, $d=89$ მმ და $\delta=10$ მმ — დანარჩენი ღეროებისათვის.

ბ) ხორთუმი ს გა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა. ხორთუმის ლითონკონსტრუქციის გასაანგარიშებლად ორი ზღვრული მდგომარეობა უნდა განვიხილოთ. ერთი, როცა



ნახ. 2.36.

ზედა სარტყელი პორიზონტალურ მდგომარეობაშია (ამ შემთხვევაში ხორთუმის ქვე-
და სარტყელში უდიდესი ძალები წარმოიქმნება), და მეორე, როცა ქვედა სარტყელია
პორიზონტალური (ამ შემთხვევაში უდიდესი ძალები ზედა სარტყელში გვექნება).
ლეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად მოვლით A , D და E წერტილებში R_D
(ტოლქმედი გარე ძალა), R_A (ტოლქმედი რეაქცია) და S_6 (დამჭიმში მოქმედი გარე
ძალა) ძალები, რომლებიც ზემოთ გვექონდა გამოანგარიშებული. დავნომროთ დამახა-
სათებელი უბნები (ნახ. 2.38 ა) და ავავოთ ძალთა მრავალგვერდი 1—2—3 (ნახ.
2.38 ბ). მაშინ, თუ მრავალგვერდის სათანადო წერტილებიდან გავატარებთ ხორთუმის
სათანადო ლეროების პარალელურ ხაზებს, მივიღებთ ლეროებში მოქმედი ძალების
მნიშვნელობებს.

როგორც ჩანს, ხორთუმის ზედა და ქვედა სწორ სარტყლებს შორის მოქცეულ
დგარებში და ირიბებში ძალები არ მოქმედებენ (ისინი ნულოვანი ლეროებია). ნულო-
ვანია აგრეთვე S_6 -სა და R_A -ს შორის მოქცეული ლეროებიც. ამ უკანასკნელში ძალებ-
ის გასაგებად საჭიროა განვიხილოთ ხორთუმის მდგომარეობა, რომელიც შეესაბამება
ისრის მინიმალურ გადაწვდომას. ასეთ შემთხვევაში (ნახ. 2.38 გ) დიაგრამის აგება
2.38 დ ნახაზზეა ნაჩვენები.

ამ ორი დიაგრამიდან ავიღებთ უდიდეს ძალას და მოვახდენთ ძაბვის შემოწმებას
ისე, როგორც ეს ზემოთ გვექონდა განხილული.

2.39. ა და ბ ნახაზზე ნაჩვენებია, სათანადოდ, ნაგლისისა და მილებისაგან დამ-
ზადებული ხორთუმის კონსტრუქციები.

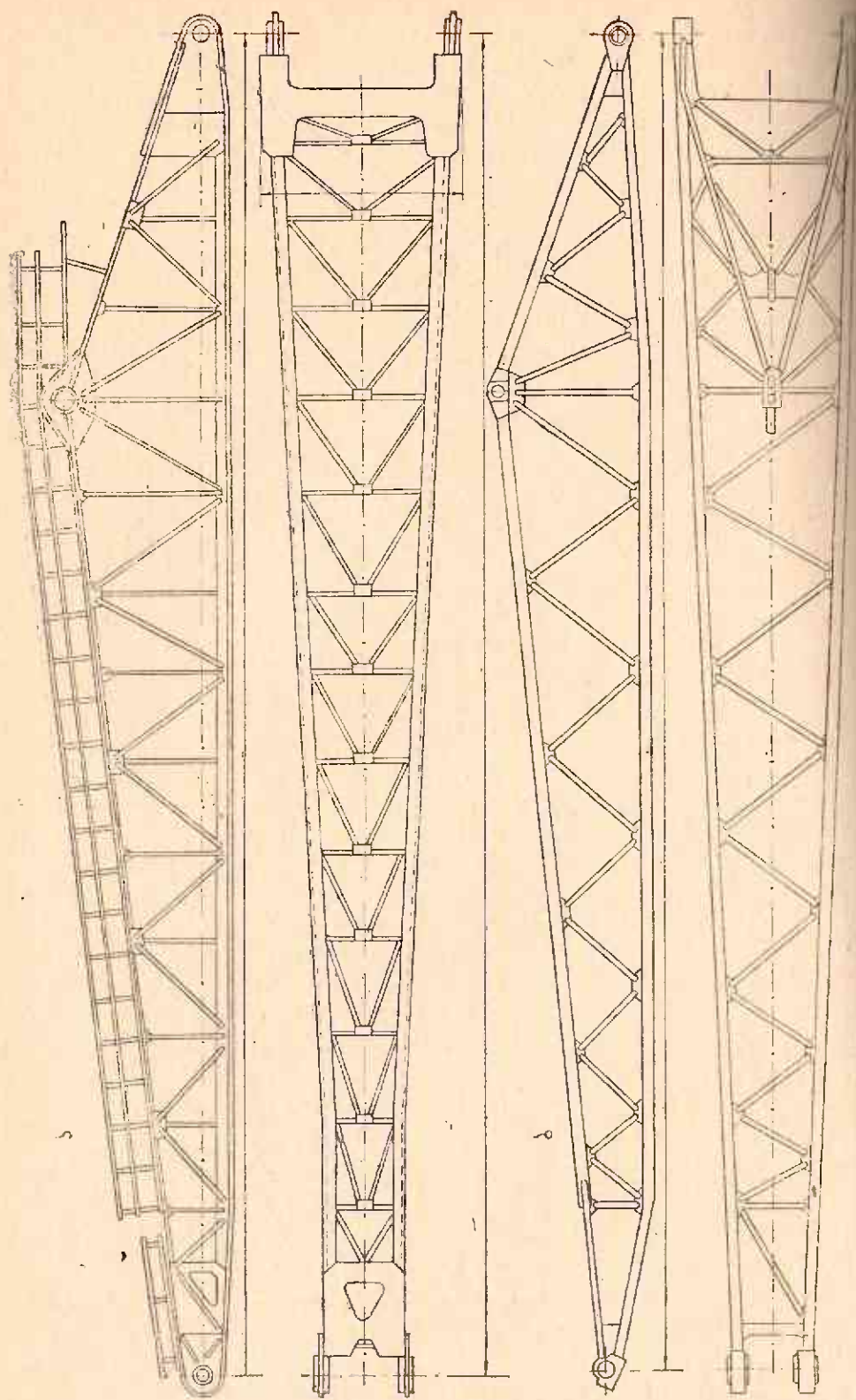
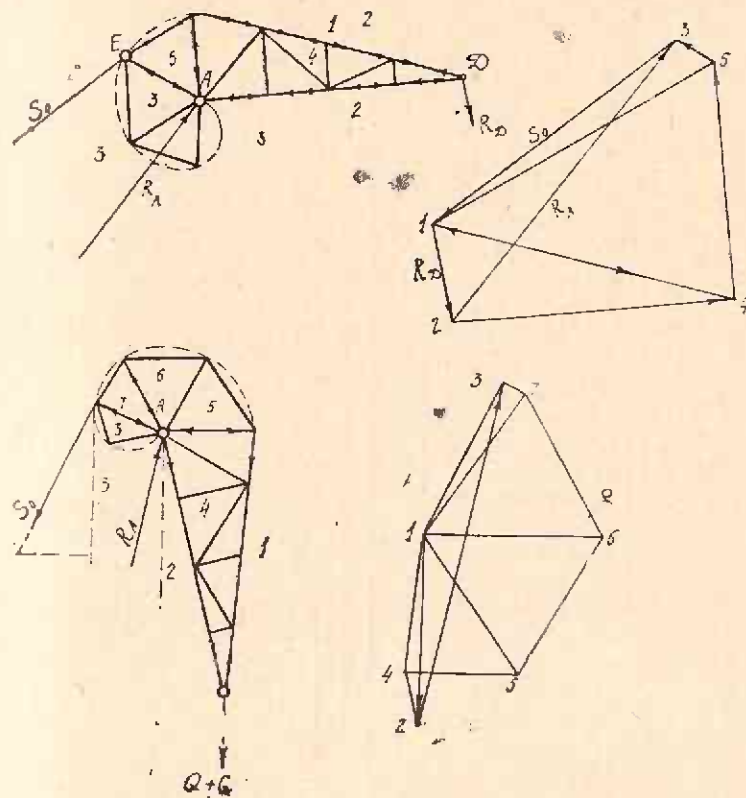


Fig. 232



ნახ. 2.38.

2. ხისტდამკვიშიანი, სწორხაზოვანხორთუმიანი პორტალური ამწე

ა) ისრის გაანგარიშება. აქ სატვირთო პოლისპასტის ბაგირი შეიძლება გატარდეს A სახსარში მოწყობილ ჭაბუხე და აგრეთვე E სახსარში მოწყობილ ჭაბუხე (ნახ. 2.40). ძალების გამოსაანგარიშებლად აქაც განვიხილავთ ორ განაპირობებულ მდგომარეობას (ზღვრული მდგომარეობები შეესაბამება ისრის უმცირეს და უდიდეს დახრას). ამ მდგომარეობებისათვის გამოვიანგარიშებთ საისრე წვევის ძალას

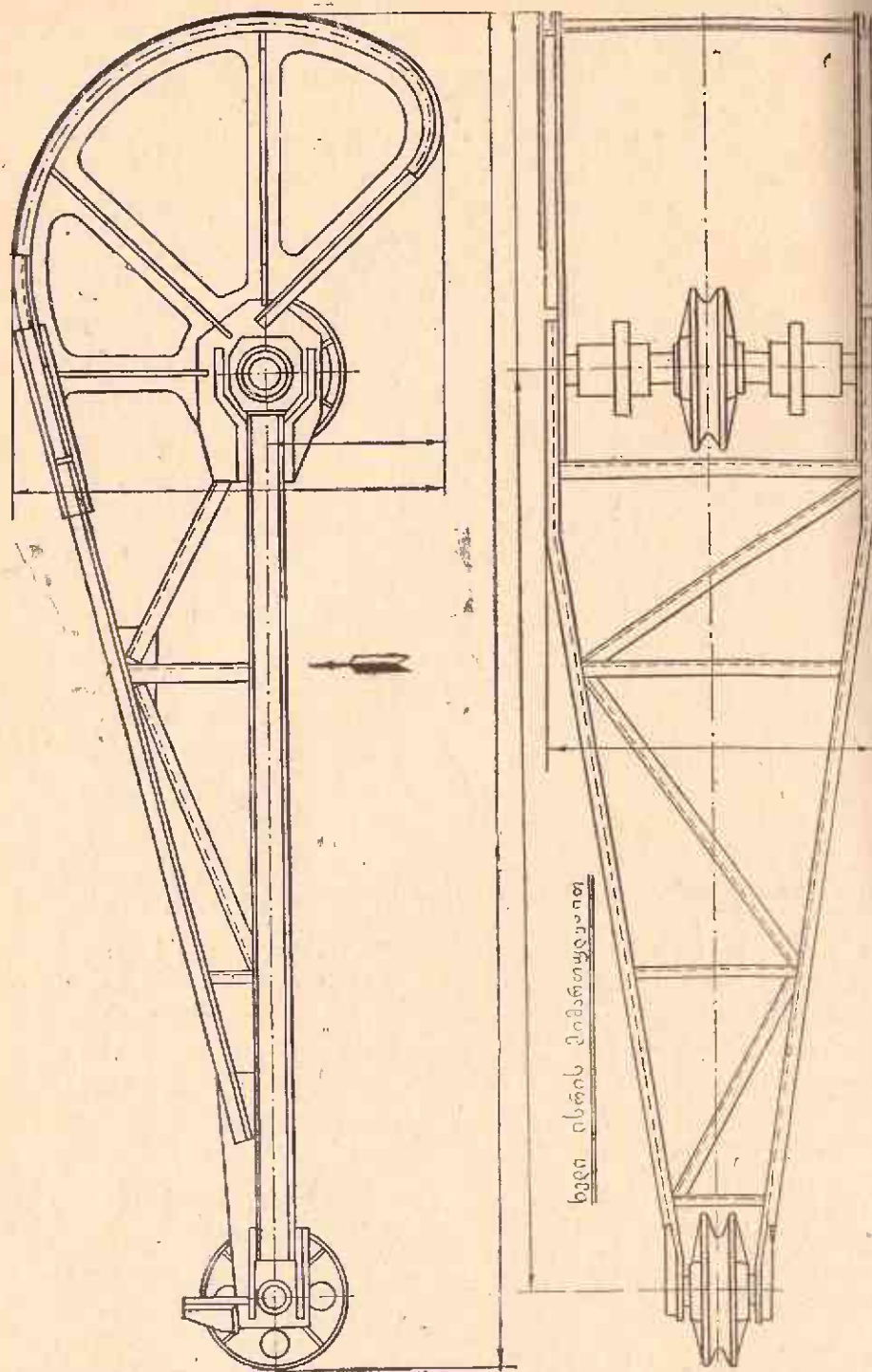
$$S_{\Sigma} = S_1 + S_2 + \sum C_{\Sigma} + \sum P_{\Sigma},$$

სადაც S_1 არის წვევაში სტატიკური დატვირთვით გამოწვეული ძალა, რომელიც გაიგება ფორმულით (B სახსრის მიმართ წონასწორობის პირობიდან):

$$S_1 = \frac{(Q + G_{\text{საბ}}) l_1 + G_{\text{საბ}} l_2 + G_0' l_3 + G_{\text{საბ}} l_4 - S_0' h_0 - S h'}{h}.$$

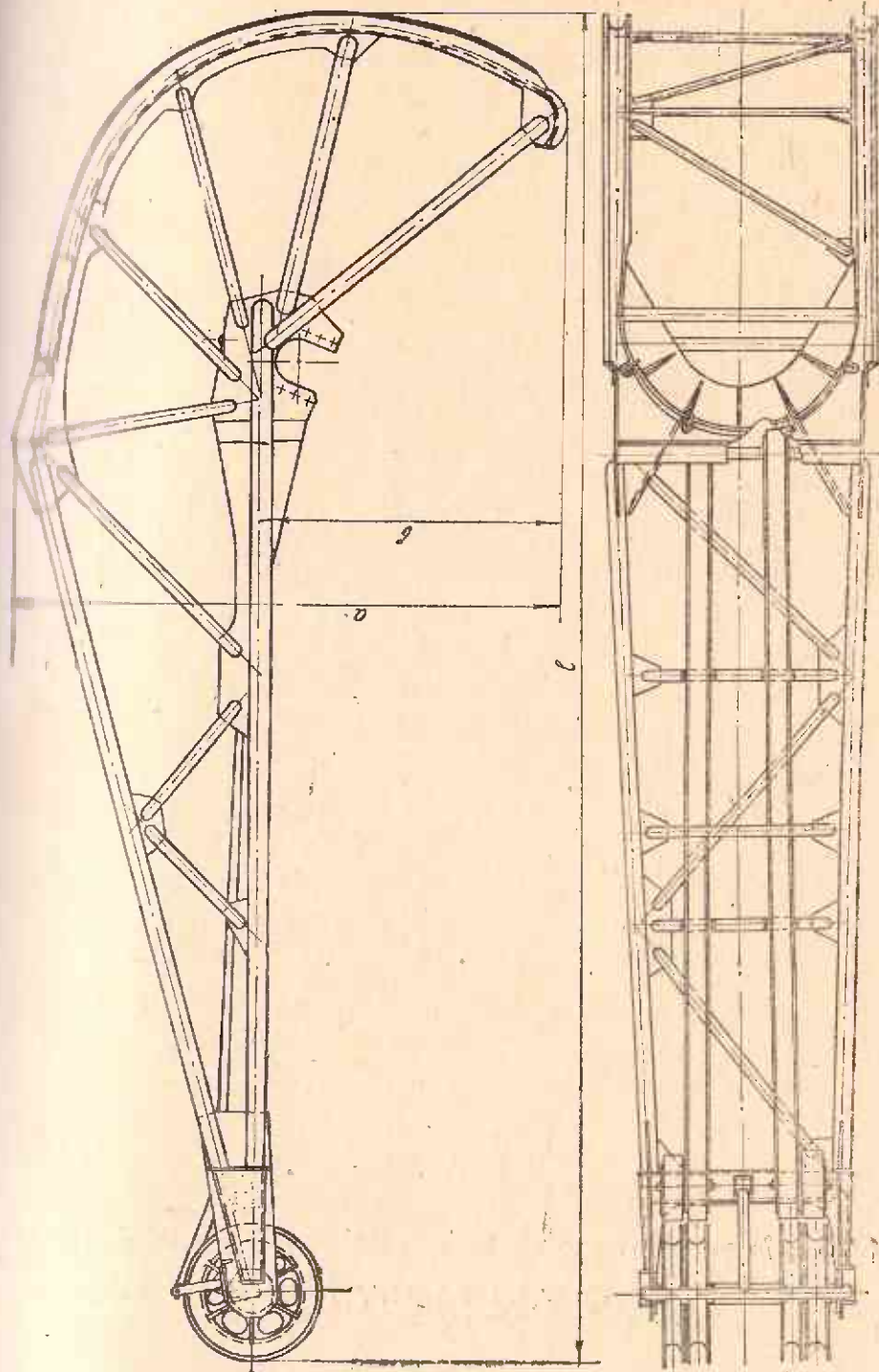
ამ გამოსახულებაში G_0' არის ხისტი დამკვიშის წონის E კვანძში მოსული ნაწილი, რომელიც გაიგება E წერტილის მიმართ მომენტების ტოლობიდან:

$$G_0' = \frac{G_0 l_5}{l_8},$$

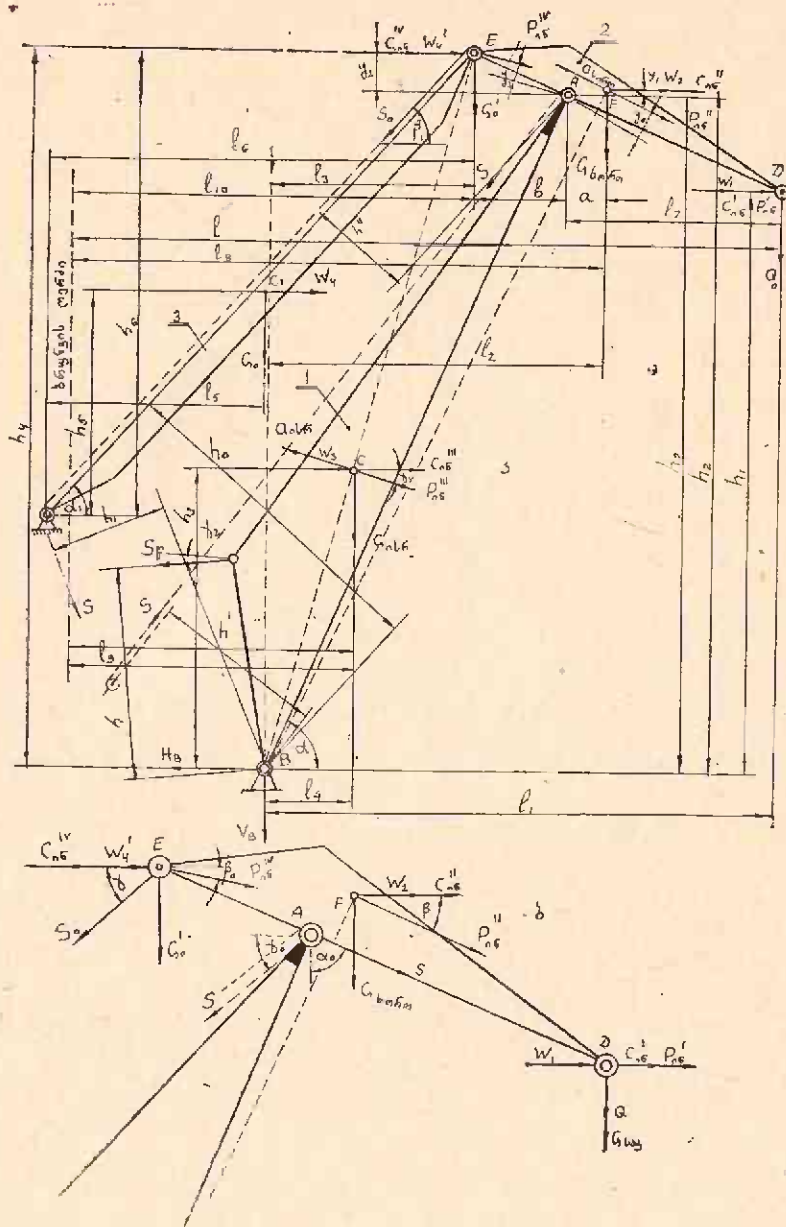


და S_0' კი — ხორთუმის დამკვირვებში სტატიკური დატვირთვით გამოწვეული ძალა, რომელიც მიიღება A სახსრის მიმართ მომენტების ტოლობიდან

$$S_0' = \frac{(Q + G_{\text{საა}}) l_1 + G_{\text{ხორ}} a - G_0' b}{h''}$$



Соб. 2,39 д.



ნახ. 2.40.

ქარის დაწოლით გამოწვეული რატვირთვა (მომენტების ჯამი B-ს მიმართ):

$$S_2 = \frac{W_1 h_1 + W_2 h_2 + W_3 h_3 + W_4' h_4 + S_0'' \cdot h_0}{h}$$

სადაც

$$W_4' = \frac{W_4 h_5}{h_6}$$

ქარის დამჭიმვზე მოქმედი ქარის დაწოლის ძალის ნაწილი, რომელიც მოდის E სახსარში, და

$$S_0'' = \frac{W_1(h_2 - h_1) \pm W_2 y - W_4' \cdot y_2}{h''}$$

ეს — დამჭიმვში ქარით გამოწვეული ძალა (A შერტილის მიმართ მომენტების ჯამიდან).

ქარის დაწოლის ძალები გაიგება ქარის მოქმედების ზედაპირის ფართობისა და ფართობის ერთეულზე ქარის დაწოლის ცნობილი სიღიდის მიხედვით:

$W_1 = pF_1$	დაწოლის ძალა ტვირთსა და საკიდის ზედაპირზე;
$W_2 = pF_2$	„ ხორთუმის ზედაპირზე;
$W_3 = p \cdot F_3 \sin \alpha$	„ ისრის „
$W_4 = pF_4 \sin \alpha_1$	„ დამჭიმვის „

ცენტრიდანული ძალებით გამოწვეული დატვირთვა

$$S_3 = \frac{C_{\text{გ}}' \cdot h_1 + C_{\text{გ}}'' \cdot h_2 + C_{\text{გ}}''' \cdot h_3 + C_{\text{გ}}^{\text{IV}} \cdot h_4 + S_0''' \cdot h_0}{h},$$

სადაც ტვირთისა და საკიდისათვის (იხ. ზემოთ)

$$C_{\text{გ}}' = \frac{(Q + G_{\text{საკ}}) l n^2}{900 - h_1 n^2};$$

ხორთუმისათვის

$$C_{\text{გ}}'' = \frac{G_{\text{ხორ}} \cdot l_2 n^2}{900};$$

ისრისათვის

$$C_{\text{გ}}''' = \frac{G_{\text{ისრ}} \cdot l_3 n^2}{900};$$

დამჭიმვისათვის (G_0' წინათ გამოწვეული)

$$C_{\text{გ}}^{\text{IV}} = \frac{G_0' \cdot l_4 \cdot n}{900}$$

ამ ძალებით დამჭიმვში აღძრული ძალა

$$S_0''' = \frac{C_{\text{გ}}'(h_1 - h_2) - C_{\text{გ}}'' \cdot y_1 - C_{\text{გ}}^{\text{IV}} \cdot y_2}{h''}.$$

თუ შევკრებთ მათ, მივიღებთ $\Sigma C_{\text{გ}}$ ჯამს.

ამჟის გადაწვდომის შესაცვლელ მექანიზმში გაქანების ან დამუხრუჭების დროს წარმოქმნილი ინერციის ძალებით გამოწვეული დატვირთვა

$$S_4 = \frac{P_{\text{გ}}' \cdot h_1 + P_{\text{გ}}'' \cdot BF + P_{\text{გ}}''' \cdot BC + P_{\text{გ}}^{\text{IV}} \cdot BE + S_0^{\text{IV}} \cdot h_0}{h},$$

სადაც ინერციის ძალებია:

ტვირთისა და საკიდისათვის

$$P_{\text{გ}}' = \frac{Q + G_{\text{საკ}}}{g} \cdot a_{\text{გ}}'$$

ხართუმისათვის

$$P_{\text{ფ}}'' = \frac{G_{\text{ფორ}}}{g} \cdot a_{\text{ფორ}};$$

მსრისათვის

$$P_{\text{ფ}}''' = \frac{G_{\text{ისრ}}}{g} \cdot a_{\text{ისრ}};$$

დამჭიმისათვის

$$P_{\text{ფ}}^{\text{IV}} = \frac{G_0''}{g} \cdot a_{\text{ფაშ}}.$$

აქ E სახსარში დაყვანილი დამჭიმის წონის ნაწილი

$$G_0'' = \frac{G_0 \cdot (BC_1)}{(BE^2)}.$$

დამჭიმში ინერციის ძალისაგან წარმოქმნილი ძალა

$$S_{\text{IV}} = \frac{P_{\text{ფ}}'(h_1 - h_1) + P_{\text{ფ}}'' \cdot y_0 - P_{\text{ფ}}^{\text{IV}} \cdot y_3}{h''}.$$

ზემოთ მოყვანილ გამოსახულებებში შემავალ აჩქარებებს განვსაზღვრავთ წინა მ. გალითში მოყვანილი წესით.

თუ ჩავსვამთ ყველა მიღებულ სიდიდეს $S_{\text{ფ}}$ -ს გამოსახულებაში, მივიღებთ მის საანგარიშო მნიშვნელობას.

საბოლოოდ, გამოვიანგარიშებთ დამჭიმში მოქმედ ჯამურ ძალას

$$S_0 = S_0' + S_0'' + S_0''' + S_0^{\text{IV}}.$$

ამის შემდეგ გავიგებთ დამჭიმში მოქმედ ძალას ისრის უდიდესი გადაწვდომისათვის, როცა ისრის აწევის ოპერაცია შეთავსებულია ტვირთის აწევასთან. ასეთ შემთხვევაში ტოლქმედი ძალა, რომელიც წარმოიქმნება დამჭიმის მიმართულებით,

$$S_0 = S_0' + S_0'' + S_0^{\text{IV}} + S_0^{\text{V}},$$

სადაც S_0^{V} არის დამჭიმში ტვირთის ინერციის ძალით გამოწვეული ძალა (ტვირთამწევი მექანიზმის დამუხრუჭების დოს). მისი სიდიდე გაიგება ფორმულიდან

$$S_0^{\text{V}} = C_{\text{ფფ}} \frac{I_1}{h''}.$$

აქ $C_{\text{ფფ}}$ არის ტვირთისა და საკიდის ინერციის ძალა (აიღება ტვირთამწევი მექანიზმის გაანგარიშებიდან). დამჭიმის გაანგარიშებას ვაწარმოებთ უდიდეს ძალაზე.

A და B სახსრებში რეაქციის ძალების გასაგებად დავაგებდით ყველა ძალა ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ ღერძებზე, მივიღებთ:

$$H_A = W_1 + C_{\text{ფ}}' + P_{\text{ფ}}' + W_2 + C_{\text{ფ}}'' + P_{\text{ფ}}'' \cos \beta + P_{\text{ფ}}^{\text{IV}} \cos \beta_0 + W_4' + C_{\text{ფ}}^{\text{IV}} - S_0 \cos \gamma + S \sin \alpha_0 - S \sin \gamma_0;$$

$$V_A = Q + G_{\text{ფაშ}} + P_{\text{ფ}}'' \sin \gamma + G_{\text{ფორ}} + P_{\text{ფ}}^{\text{IV}} \sin \beta_0 + G_0' + S_0 \sin \gamma + S \cos \alpha_0 + S \sin \gamma_0;$$

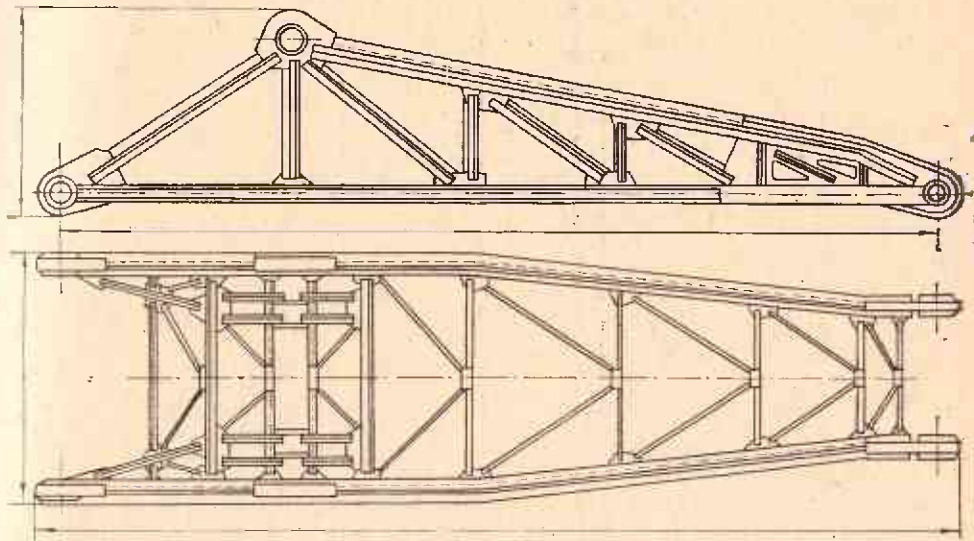
$$H_B = W_3 + C_{\text{ფ}}''' + P_{\text{ფ}}''' \cdot \cos \gamma_1 + H_A - S_{\text{ფ}} \cdot \cos \gamma_2;$$

სათანადოდ, ტოლქმედი ძალები იქნება

$$R_A = \sqrt{H_A^2 + V_A^2} \quad \text{და} \quad R_B = \sqrt{H_B^2 + V_B^2}.$$

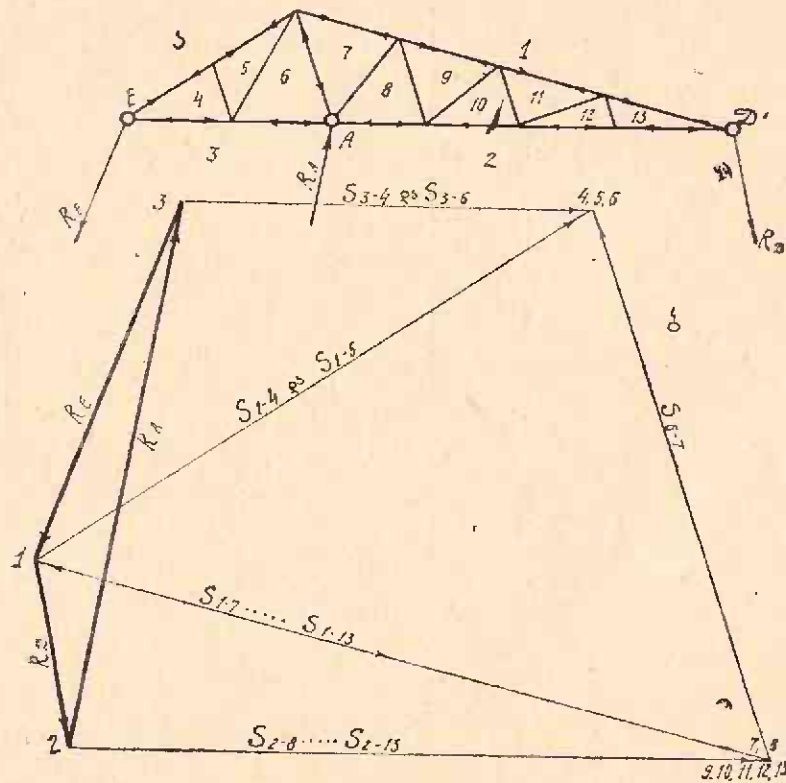
ამ ძალებზე ვიანგარიშებთ ღერძაკების დიამეტრებს

ისრის ფერმის ღეროებში ძალების გასაგებად ავაგებთ კრემონის დიაგრამას ისე, როგორც ეს წინა მავალითში ვქონდა. ისრის ერთ-ერთი კონსტრუქცია ნაჩვენებია 2.41 ნახაზზე.

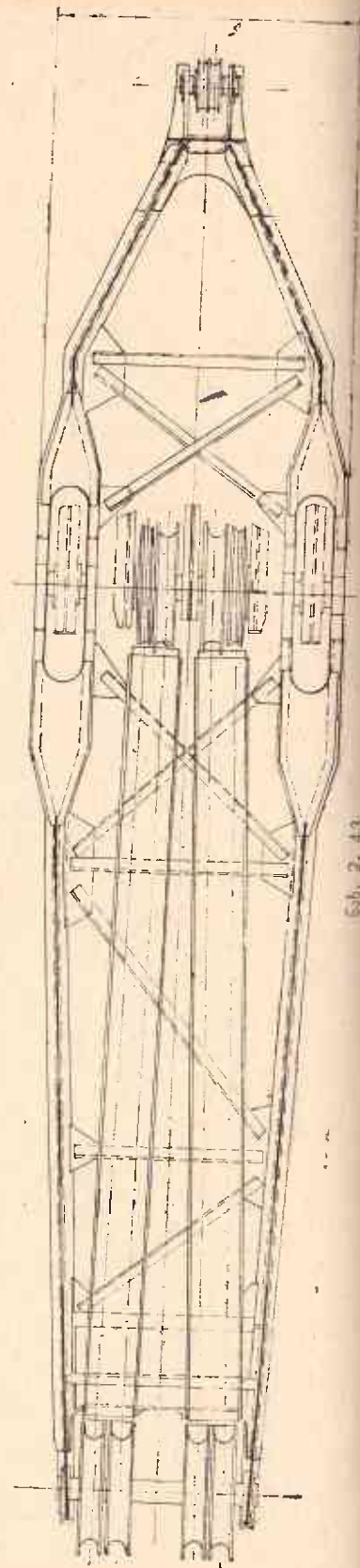
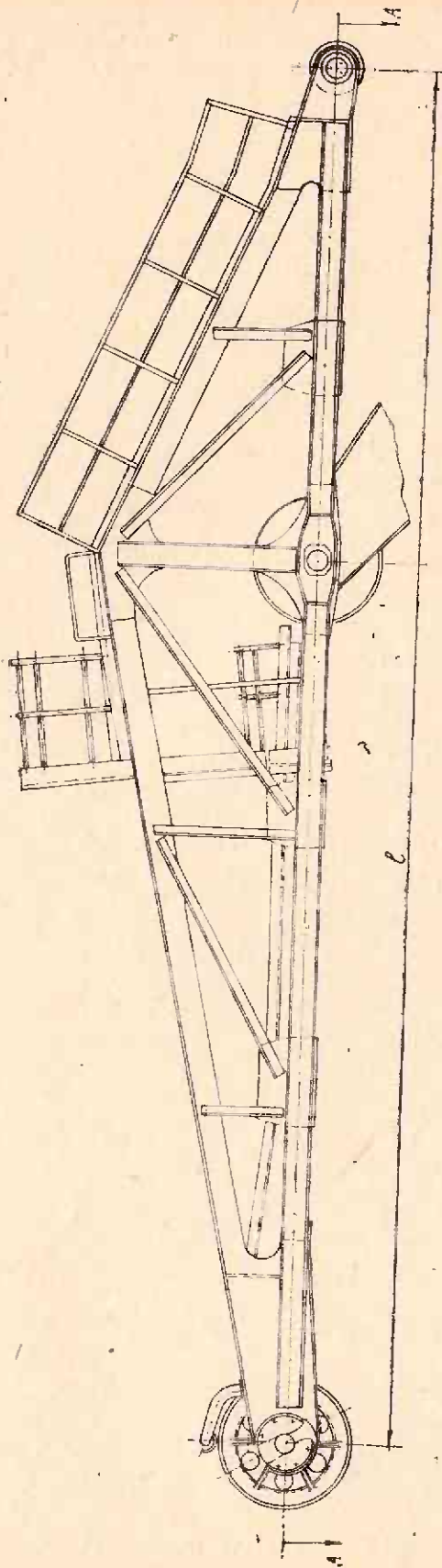


ნახ. 2.41.

ბ) ხორთუმის გაანგარიშება. ხორთუმის ღეროებში მოქმედ ძალებს კრემონის დიაგრამიდან გავიგებთ. ამ დიაგრამის ასაგებად ვადავზომავთ (შერჩეულ მასშტაბში) ცნობილ ძალებს: $R_D=1-2$, $R_A=2-3$ და $R_E=3-1$ (ნახ. 2.42 ბ).



ნახ. 2.42.



მიღებული მრავალგვერდის სათანადო წერტილებიდან გავატარებთ ხორთუმის ცალკეული ღეროების პარალელურ ხაზებს. ასე, მაგალითად, 1-ლი წერტილიდან გავატარებთ 1—4 ღეროს პარალელურ (ეიხილავთ E კვანძს, სადაც ორი ღერო იყრის თავს) და 3-დან კი 3—4 ღეროს პარალელურ ხაზს. გადაკვეთის წერტილი 4 განსაზღვრავს ძალების სიდიდეს, ე. ი. გვექნება:

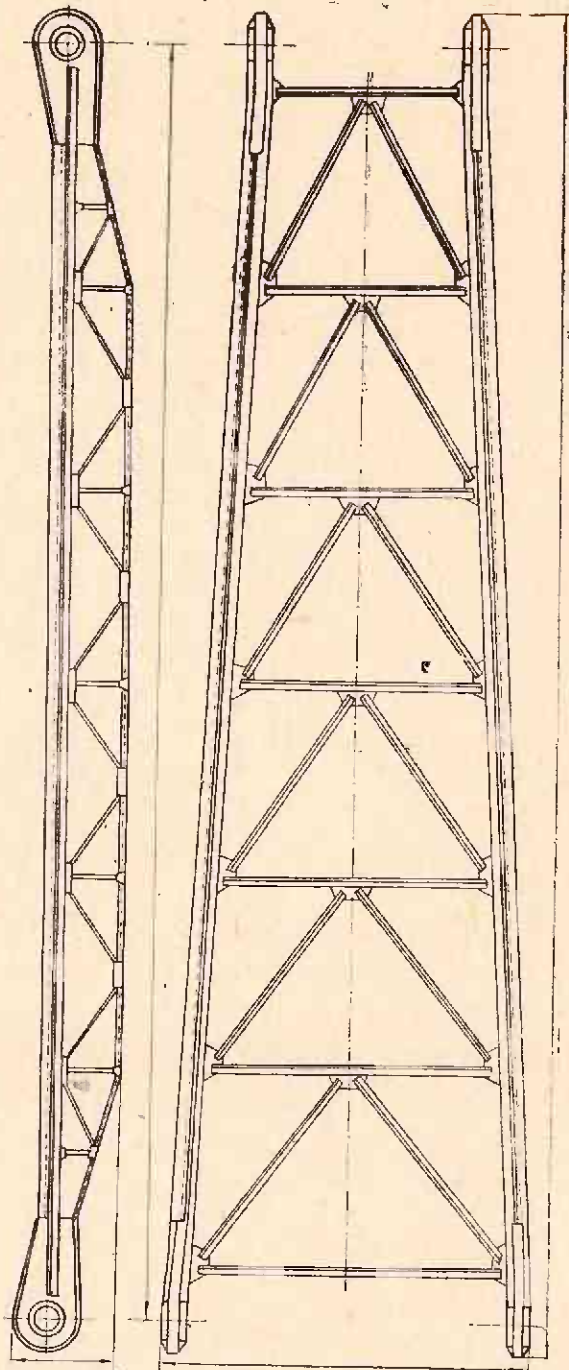
$$1-4 = S_{1-4} \text{ და } 3-4 = S_{3-4}.$$

ამის შემდეგ განვიხილავთ მომდევნო კვანძს, სადაც სამი ღერო იყრის თავს, მაგრამ ერთ-ერთი ღეროს ძალა უკვე ცნობილია. შემდეგ შეიძლება განვიხილოთ ოფზღეროვანი კვანძი, სადაც ორი ცნობილია წინა კვანძის განხილვიდან და ა. შ. ამგვარად, მივიღებთ ყველა ღეროში მოქმედ ძალას და მოვახდენთ უდიდესად დატვირთული ღეროს შემოწმებას ძაბვაზე.

ხორთუმის ერთ-ერთი კონსტრუქცია მოცემულია 2.43 ნახაზზე.

გ) ხისტი დამჭიმის გაანგარიშება. ხისტი დამჭიმის წარმოადგენს ფერმას (ნახ. 2.44), რომელიც შედგება ფართო პორიზონტალური ძირითადი ფერმისაგან და ორი მსუბუქი ვერტიკალური ფერმისაგან, რომლებიც ერთიმეორესთან (ქვედა სარტყელი) განმბრჯენებითაა შეერთებული. ასეთი დამჭიმის გრესაზე თითქმის არ მუშაობს (ვიწრო დამჭიმის უმთავრესად გრესაზე მუშაობს და ამიტომ მისი გაანგარიშება ძირითადად გრესაზე უნდა იქნეს ჩატარებული). დამჭიმზე მოქმედი ძალებია:

1) გრძივი ძალა S_0 — თუ სატვირთო ბაგირი ხორთუმის A სახსარში მოთავსებული ჭალზეა გატარებული (ნახ. 2.40) ან $S_0 = S$ ძა-



ნახ. 2.44

ლა, თუ ბაგირი ხორთუმის ბოლო E სახსარში მოთავსებულ ჭაღზეა გატარებული (ნახ. 2.45 ა); ეს ძალა ძირითადი ფერმის სარტყლებს გადაეცემა და ამიტომ გვექნება

$$S_1 = \frac{S_0}{2 \cos \alpha_3} \text{ ან } S_1 = \frac{S_0 - S}{2 \cos \alpha_3}.$$

2) ჰორიზონტალური გვერდითი ძალა H_0 , რომელიც მოდებულია დამჭიმის ზედა E სახსარში ისრის ბრუნვის სიბრტყის პერპენდიკულარულად. ეს ძალაც ძირითადი ფერმის სარტყლებს გადაეცემა და ამიტომ მისი მნიშვნელობა გაიგება A სახსრის მიმართ მომენტების ტოლობიდან:

$$H_0 = \psi Q^H \frac{AD}{AE},$$

სადაც Q^H არის სატვირთო ბაგირის გადახრით (ისრის ბრუნვის სიბრტყის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში) გამოწვეული დატვირთვის მდგენელი და ψ — დინამიკურობის კოეფიციენტი, რომელიც საქარხნო მონაცემების მიხედვით შეიძლება ავიღოთ ამწის მუშაობის რეჟიმის მიხედვით.

$\psi = 1,1$ — მსუბუქი რეჟიმისათვის;

$\psi = 1,2$ — საშუალო „

$\psi = 1,3$ — მძიმე „

Q^H მდგენლის მნიშვნელობა (ნახ. 2.45 ბ):

$$Q^H = Q_0 \operatorname{tg} \alpha_2,$$

სადაც Q_0 არის ტვირთისა და საკიდის წონა და α_2 — მათი გადახრის კუთხე ვერტიკალთან, რომლის მნიშვნელობა (აგრეთვე საქარხნო მონაცემების მიხედვით) ტვირთამწეობის გათვალისწინებით შეიძლება ავიღოთ:

$$\alpha_2 = 14^\circ, \text{ თუ } Q = 3 \div 5 \text{ ტ,}$$

$$\alpha_2 = 12^\circ, \text{ თუ } Q = 10 \div 15 \text{ ტ.}$$

3) დამჭიმის საკუთარი წონა (უნდა ავიღოთ მიახლოებით, შესრულებული კონსტრუქციების მიხედვით), რომელიც გადაეცემა ორ ვერტიკალურ ფერმას.

ჰორიზონტალური (მთავარი) ფერმის სარტყლებსა და ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად გამოვიანგარიშებთ რეაქციის ძალებს (ნახ. 2.45 გ):

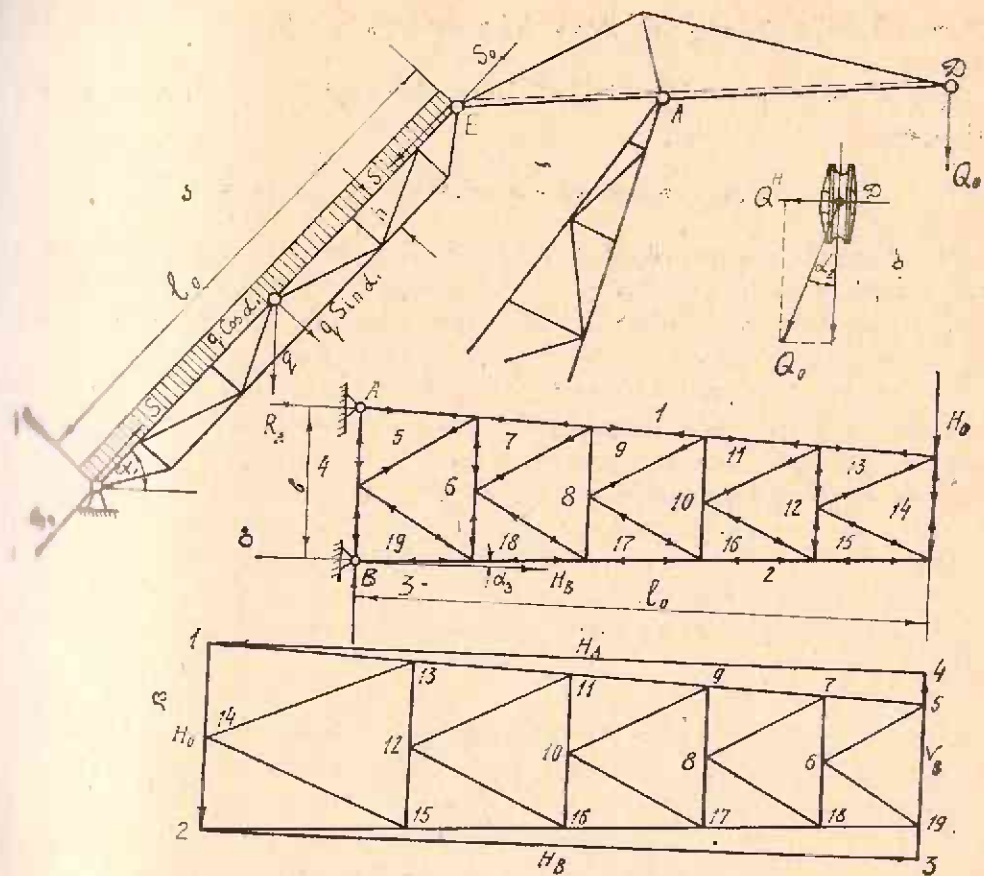
$$R_A = R_B = H_0 \frac{l_0}{b} \text{ და } V_B = H_0.$$

ავაგებთ ძალთა მრავალგვერდს 1—2—3—4—1, სადაც 1—2— H_0 ; 2—3— R_B ; 3—4— $=V_B$ და 4—1— R_A . თუ მრავალგვერდის სათანადო წერტილებიდან გავატარებთ ფერმის ცალკეული ღეროების პარალელურ ხაზებს, მივიღებთ მოქმედ ძალებს (ნახ. 2.45 დ).

ძალა, რომელიც წარმოიქმნება ვერტიკალური ფერმის ღეროებში, გაიგება დამჭიმის შუაში მოდებული უდიდესი მომენტის მიხედვით (თუ ვიგულისხმებთ, რომ დამჭიმის საკუთარი წონა თანაბრადაა განაწილებული მთელ სიგრძეზე და მოდებულია ვერტიკალური ფერმის ზედა სარტყელზე):

$$S_2 = \frac{M_{\max}}{h} = \frac{q l_0^2}{8h} \cdot \cos \alpha_1,$$

სადაც h არის ვერტიკალური ფერმის სიმაღლე და $q = \frac{G_{\text{ისრ}}}{l_0 \cos \alpha}$ — გრძივი წონა.



ნახ. 2.45.

დამატებითი ძალა, რომელიც ვერტიკალური ფერმის ზედა სარტყლის შუაში მოქმედებს (საკუთარი წონის მდგენელით გამოწვეული)

$$S_3 = -\frac{q l_0}{2} \sin \alpha_1.$$

თუ შევკრებთ მიღებულ S_1 , S_2 და S_3 ძალებს და მივუმატებთ მთავარი ფერმის სარტყლებში H_0 -ით გამოწვეულ უდიდეს ძალას (აიღება კრემონის დიაგრამიდან), შევამოწმებთ შერჩეული კვეთის დაბეგას.

ვერტიკალური ფერმის ქვედა სარტყელში მოქმედი ძალა (შუაში)

$$S_4 = \frac{q l_0^2}{8h} \cos \alpha_1,$$

რომლითაც ის შემოწმდება გაჭიმვაზე.

ვერტიკალური ფერმის საყრდენთან ახლო მდებარე ირიბნებში მოქმედი ძალა ვაიგება გამოსახულებიდან

$$S_5 = \frac{q l_0^2 \cos \alpha_1}{2 \cos \varphi}.$$

ამ ძალით შემოწმდება ირიბნის კვეთი (აქ ფარის კუთხე ირიბანსა და დგარს შორის).

განივი ფერმის ღეროებში ძაბვები შემოწმდება დიაგრამიდან აღებული ძალების მიხედვით.

V. ხილური აპყუების ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშება

ხილური ამწეების ლითონკონსტრუქციის სქემატური გამოსახულება ნაჩვენებია 1.24, 1.25, 1.26 და 1.27 ნახაზებზე. ამათგან პირველი კონსტრუქციის გაანგარიშება მოცემულია სათანადო ლიტერატურაში (იხ. მაგალითად, [3], გვ. 79—88) და ამიტომ მას აქ არ გავიმეორებთ.

მეორე კონსტრუქციისათვის ლიტერატურაში ბევრგანაა მოცემული მისი გაანგარიშება მხოლოდ მუდმივ დატვირთვებზე (იხ. [3] გვ. 89—97), მოძრავ დატვირთვებზე გაანგარიშება კი განხილულია მოკლედ. რაც შეეხება მესამე და მეოთხე (პარალელური ირიბნიანი და ფანჯრებიანი) კონსტრუქციებს, მათი გაანგარიშების კონკრეტული მაგალითები ლიტერატურაში არაა მოცემული.

აქ განვიხილავთ სხვადასხვა მიმართულების ირიბნიანი (სამკუთხა) ფერმის გაანგარიშებას მოძრავ დატვირთვაზე და ერთნაირი მიმართულების ირიბნიანი და აგრეთვე უირიბნო ფერმების გაანგარიშებას როგორც მოძრავ, ისე მუდმივ დატვირთვებზე.

1. სხვადასხვა მიმართულების ირიბნიანი ფერმა

მოცემული L გადაწვდომის მიხედვით დავადგენთ მთავარი და გვერდითი ფერმების დამახასიათებელ ზომებს (ნახ. 2.46):

$$h = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{16} \right) L - \text{ფერმის სიმაღლე};$$

$$h_0 = (0,4 \div 0,45)h - \text{ფერმის სიმაღლე საყრდენ ნაწილთან};$$

$$\lambda = h - \text{მაღის (ან პანელის) სიგრძე}.$$

ამწის გადაწვდომის პანელის სიგრძეზე ვაყოფით გავიგებთ პანელის რიცხვს. გამოვიანგარიშებთ კვანძურ დატვირთვებს (ეს დატვირთვა კვანძს გადაეცემა ურეის საგორავების დაწოლის სახით):

$$q_1 = P_1 \text{ და } q_2 = P_2, \text{ თუ } \lambda = a;$$

$$q_1 = P_1 + \frac{P_2(\lambda - a)}{\lambda} \text{ და } q_2 = P_2 \frac{a}{\lambda}, \text{ თუ } \lambda > a;$$

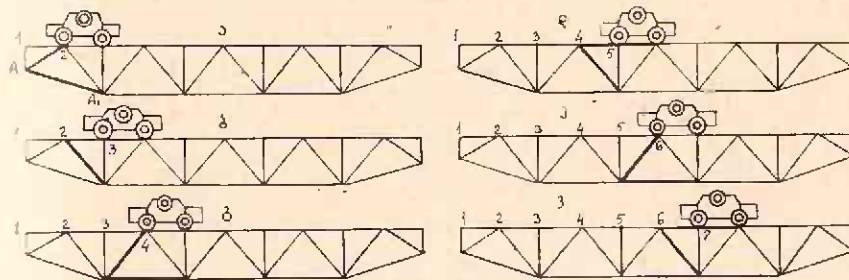
$$q_1 = P_1; \quad q_2 = P_2 \frac{2\lambda - a}{\lambda} \text{ და } q_3 = P_2 \frac{a - \lambda}{\lambda}, \text{ თუ } \lambda < a,$$

სადაც P_1 და P_2 არის ურეის საგორავებზე ტვირთისა და ურეის წონით გამოწვეული დატვირთვა (აიღება ურეის გადასაადგილებელი მექანიზმის გაანგარიშებიდან) და a — ურეის ბაზა (აიღება ურეის საშეთანმწყობო ნახაზიდან).

აქ მოყვანილი ფორმულებიდან ჩანს, რომ ურეის საგორავებზე მოსული დატვირთვა ერთ შემთხვევაში მთლიანად თითო კვანძს გადაეცემა ($\lambda = a$), მეორეში ის ორ კვანძზე ნაწილდება ($\lambda > a$) და მესამეში კი ნაწილდება სამ კვანძზე (როცა $\lambda < a$).

განვიხილოთ ფერმის ღეროებში მოქმედი (მოძრავი დატვირთვისაგან გამოწვეული) ძალების გაგების რამდენიმე მეთოდი.

ა) ძალების გაგება გავლენის ხაზების მეტოდით. გავლენის ხაზებისა და მათი საშუალებით ძალებისა და მომენტების გავების საკითხები ზემოთ გვქონდა განხილული. დიაგრამის ასაგებად საჭიროა განვიხილოთ ხიდზე (ფერმაზე — კოჭზე) ურიკის სხვადასხვა მდგომარეობები. როცა ურიკის მარცხენა საგორავი რომელიმე კვანძზეა შემდგარი, მაშინ უდიდესი ძალა ამ კვანძთან დაკავშირებულ ორ ღეროში წარმოიქმნება. ასე, მაგალითად, თუ მარცხენა საგორავი დგას მე-2 კვანძზე, როგორც ეს ნაჩვენებია 2.46 ნახაზზე (პირველი კვანძის განხილვას ახალი არა აქვს, ვინაიდან აქ, როგორც ვიცით; მთელი დატვირთვა ვერტიკალურ $A-1$ ღეროს გადაცემა და მისი პერპენდიკულარული $1-2$ ღერო კი ნულოვანია), მაშინ უდიდესი ძალა გვექნება $A-2$ ირიბანსა და ქვედა სარტყლის $A-A_1$ ღეროში. როცა მარცხენა საგორავი მე-3 კვანძზეა, უდიდესად დატვირთული იქნება ზედა სარტყლის $2-3$ ღერო და $2-A_1$ ირიბანი (ნახ. 2.46 ბ).



ნახ. 2.46.

საგორავის მე-4 კვანძზე დგომის დროს (ნახ. 2.46 გ) უდიდესად დატვირთულია A_1-4 ირიბანი და ქვედა სარტყლის A_1-A_2 ღერო, მე-5 და მე-6 კვანძების შემთხვევაში კი (ნახ. 2.46 დ და ე) უდიდესი ძალა, სათანადოდ, $4-5$, $4-A_2$, A_2-6 და A_2-A_3 ღეროებში გვექნება.

დანარჩენ კვანძებში უდიდესად დატვირთულ ღეროებს ასეთივე წესით დავადგენთ, მაგრამ ასეთი სამუშაოს ჩატარება საჭიროებას არ მოითხოვს, ვინაიდან სიმეტრიულობის გამო იგივე შედეგს მივიღებთ.

რომ გავიგოთ, თუ ზემოგანხილულ შემთხვევაში რომელი ღეროს ძალა იქნება უდიდესი, ამისათვის განვიხილოთ ხუთივე მდგომარეობა (ჩვენ შემთხვევაში ძალების რაოდენობის ნახევარი ხუთია) ცალ-ცალკე.

პირველი მდგომარეობა. ურიკის მარცხენა საგორავი მე-2 კვანძშია. ასეთ შემთხვევაში, როგორც ზემოთ გვქონდა აღნიშნული (მე-2 კვანძის სქემა), ზედა სარტყლის $1-2$ ღერო დატვირთავია (ნულოვანია) და $1-2$ ღეროზე მოქმედი ძალა კი თვით R_A რეაქციის ძალის ტოლია (ნახ. 2.47 ა); ქვედა სარტყლის $A-A_1$ ღეროსათვის, როგორც ვიცით (იხ. ზემოთ), რიტერის წერტილი მე-2 კვანძში გვექნება (სადაც იკვეთება $A-2$ და A_1-2 ღეროები). ამ კვანძის მიმართ წონასწორობის პირობა (მომენტების ჯამი):

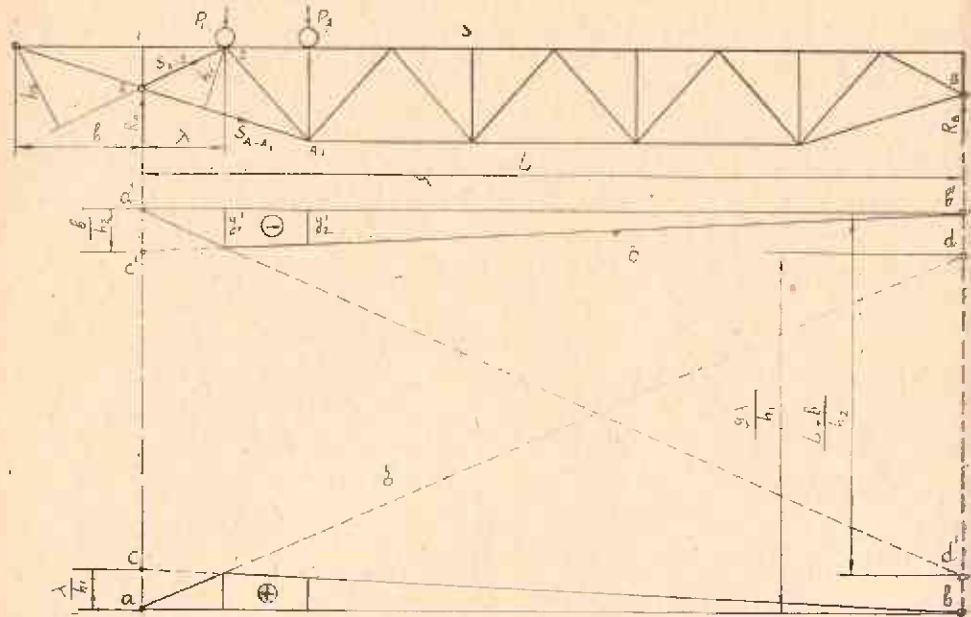
$$R_A \cdot \lambda - S_{A-A_1} \cdot h_1 = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L-\lambda) + S_{A-A_1} \cdot h_1 = 0,$$

სადაც h_1 არის ძალის მხარი (პერპენდიკულარი, დაშვებული $A-A_1$ -ზე).

აქედან მივიღებთ ღეროში მოქმედ ძალას (ნახ. 2.47 ა):

$$S_{A-A_1} = \frac{R_A \cdot \lambda}{h_1} \quad \text{და} \quad S_{A-A_1} = \frac{R_B(L-\lambda)}{h_1}.$$

პირველ და მეორე ფორმულაში დადებითი ნიშანი იმის მაჩვენებელია, რომ წინასწარ აღებული მიმართულება სწორია და, მაშასადამე, $A-A_1$ ღერო იჭიმება (ვინაიდან ეს ძალა კვანძიდანაა მიმართული).



ნახ. 2.47.

თუ R_A და R_B რეაქციებს ჩავთვლით ერთი ტოლად, მაშინ A და B საყრდენებს ქვევით, საბაზისო ab ხაზის ზევით, გადავზომავთ ორდინატებს:

$$ac = \frac{\lambda}{h_1} \quad \text{და} \quad bd = \frac{L-\lambda}{h_1},$$

მივიღებთ გავლენის ხაზებს, რომელთა გადაკვეთა უნდა მოხდეს რიტერის წერტილის ქვეშ (ნახ. 2.47 ბ).

მიღებულ y_1 და y_2 ორდინატების (გარკვეულ მასშტაბში აიღება) P_1 და P_2 ძალებზე გადამრავლებით და შეჯამებით მივიღებთ საძიებელ ძალას:

$$S_{A-A_1} = y_1 P_1 + y_2 P_2.$$

$A-2$ ირიბნის ძალის მისაღებად ჯერ ვიპოვოთ რიტერის წერტილი, რომელიც 1-2 და $A-A_1$ ღეროების გადაკვეთაში მდებარეობს (ნახ. 2.47 ა). დავუშვათ (0 წერტილიდან) ღეროს მიმართულებაზე პერპენდიკულარი h_2 და დავწეროთ წონასწორობის პირობა:

$$-R_A \cdot b - S_{A-2} \cdot h_2 = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L+b) - S_{A-2} \cdot h_2 = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A-2} = -\frac{R_A \cdot b}{h_2} \quad \text{და} \quad S_{A-2} = -\frac{R_B(L+b)}{h_2}.$$

მიღებული უარყოფითი ნიშანი იმის მაჩვენებელია, რომ წინასწარ აღებული მიმართულება სწორი არაა და ის უნდა შეიცვალოს საწინააღმდეგოთი, მაშასადამე, განსახილველი ირიბანი იკუმშება (ძალა მიმართულია კვანძისაკენ).

ნახ. 2.47

აქაც გადავზომოთ ორდინატები (საბაზისო ხაზის ქვევით):

$$a'c' = -\frac{b}{h_2} \quad \text{და} \quad b'd' = -\frac{L+b}{h_2}$$

მივიღებთ გავლენის ხაზებს და სათანადო ორდინატების (ნახ. 2.47 გ) საგორავების შერევის ძალაზე გადამრავლებით და შეკრებით გავიგებთ ირიბანში მოქმედ ძალას:

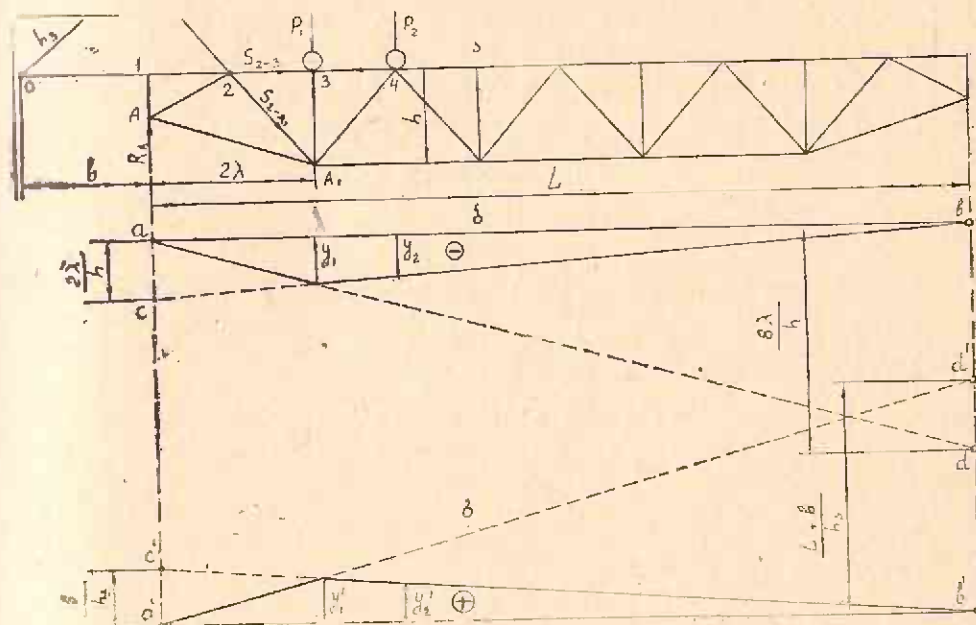
$$S_{A-2} = y_1' \cdot P_1 + y_2' \cdot P_2$$

მეორე მდგომარეობა. ურიკის მარცხენა საგორავი მე-3 კვანძზე (ნახ. 2.48 ა). ზედა სარტყლის 2—3 და 3—4 ღეროსათვის რიტერის წერტილი A_1 წერტილშია და ამიტომ წონასწორობის პირობაა:

$$R_A \cdot 2\lambda + S_{2-3} \cdot h = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L-2\lambda) - S_{4-3} \cdot h = 0,$$

სიდანაც

$$S_{2-3} = -\frac{R_A \cdot 2\lambda}{h} \quad \text{და} \quad R_{4-3} = -\frac{R_B(L-2\lambda)}{h}$$



ნახ. 2.48.

თუ შევცვლით ნიშნებს საწინააღმდეგოთი, დავასკვნით, რომ ეს ღეროები იკუმშება. მათი გავლენის ხაზების ასაგებად გადავზომავთ სათანადო სიდიდეებს

$$ac = \frac{2\lambda}{h} \quad \text{და} \quad bd = \frac{L-2\lambda}{h}$$

და მიღებულ y_1 და y_2 ორდინატებს გადავამრავლებთ P_1 და P_2 ძალებზე (ნახ. 2.48ბ), მივიღებთ ღეროებში მოქმედ ძალებს

$$S_{2-3} = S_{4-3} = y_1 P_1 + y_2 P_2$$

2— A_1 ირიბნის ძალის გასაგებად რიტერის წერტილად ისევ 0 წერტილი ავიღოთ

(ნახ. 2.47 ა). მაშინ S_{2-A_1} ძალის მხარი იქნება $2-A_1$ -ზე დაშვებული პერპენდიკულარი h_3 (ნახ. 2.48 ა) და სათანადო წონასწორობის პირობა დაიწერება ასე:

$$-R_A b + S_{2-A_1} \cdot h_3 = 0 \text{ და } -R_B(L+b) + S_{2-A_1} \cdot h_3 = 0,$$

საიდანაც

$$S_{2-A_1} = \frac{R_A \cdot b}{h_3} \text{ და } S_{2-A_1} = \frac{R_B(L+b)}{h_3}.$$

საბაზისო ხაზიდან

$$a'c' = \frac{b}{h_3} \text{ და } b'd' = \frac{L+b}{h_3}$$

მანძილების გადაზომვით მივიღებთ გავლენის ხაზებს (ნახ. 2.48 გ) და y_1' და y_2' ორდინატების, სათანადოდ, P_1 და P_2 ძალებზე გადამრავლებით კი ირიბნის საძიებელ ძალას

$$S_{2-A_1} = y_1' P_1 + y_2' P_2.$$

დგარში მოქმედი ძალა ურიკის საგორავის დაჭერის ძალის ტოლია.

მ ე ს ა მ ე მ დ გ ო მ ა რ ე ბ ა. ურიკის მარცხენა საგორავი მე-4 კვანძზეა (ნახ. 2.49 ა). ასეთ შემთხვევაში 3-4 და A_1-A_2 ლეროების გადაკვეთა უსასრულობაშია და ამიტომ აქ წონასწორობის პირობა მომენტების ჯამის სახით არ დაიწერება. ძალების გასაგებად წონასწორობის პირობა გვემიღების ჯამის სახით უნდა დაიწეროს, რისთვისაც ჯერ გავივებით ირიბნის დახრის ქუთხეს (გავზომავთ ან გამოვიანგარიშებთ). წონასწორობის პირობაა

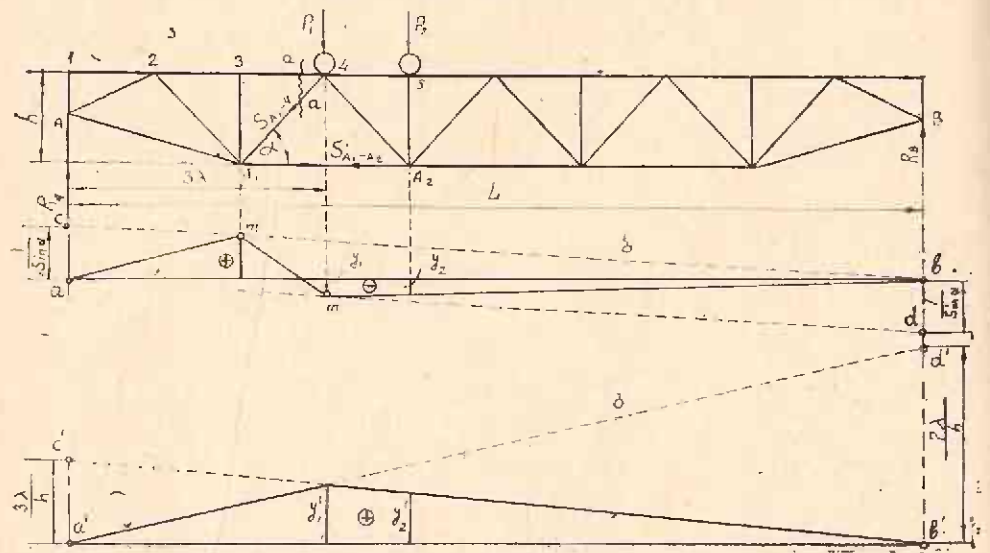
$$R_A - S_{A_1-A_2} \cdot \sin \alpha = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A_1-A_2} = \frac{R_A}{\sin \alpha}.$$

როცა ურიკის მარცხენა საგორავი აღებულია $a-a$ კვეთის მარცხენა მხარეზეა, მაშინ წონასწორობის პირობა იქნება

$$R_A - S_{A_1-A_2} \cdot \sin \alpha - P_1 = 0,$$



ნახ. 2.49.

$$S_{A_1-A_2} = \frac{R_A - P_1}{\sin \alpha} = - \frac{R_B}{\sin \alpha}.$$

თუ საბაზისო ხაზიდან გადავზომავთ სიდიდეებს (ნახ. 2.49 ბ).

$$ac = \frac{1}{\sin \alpha} \quad \text{და} \quad bd = - \frac{1}{\sin \alpha}.$$

კვანძების ჩამოგვეგმილებით მივიღებთ $m-m$ ხაზს, რომელიც დიაგრამას ორ ნაწილად ყოფს. სათანადო ორდინატების P_1 და P_2 ძალებზე გადამრავლებით მივიღებთ ირიბ-ნის მკუმშავ ძალას

$$S_{A_1-A_2} = y_1 \cdot P_1 + y_2 \cdot P_2.$$

ქვედა სარტყლის A_1-A_2 ღეროს ძალის მისაღებად (ნახ. 2.49 ა) დავწეროთ მე-4 კვანძის მიმართ მომენტების ჯამი (ეს კვანძი რიტერის წერტილს გამოსახავს):

$$R_A \cdot 3\lambda - S_{A_1-A_2} \cdot h = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L-3\lambda) + S_{A_1-A_2} \cdot h = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A_1-A_2} = \frac{R_A \cdot 3\lambda}{h} = \frac{R_B(L-3\lambda)}{h};$$

გადავზომოთ საბაზისო ხაზიდან მანძილები (ნახ. 2.49 გ):

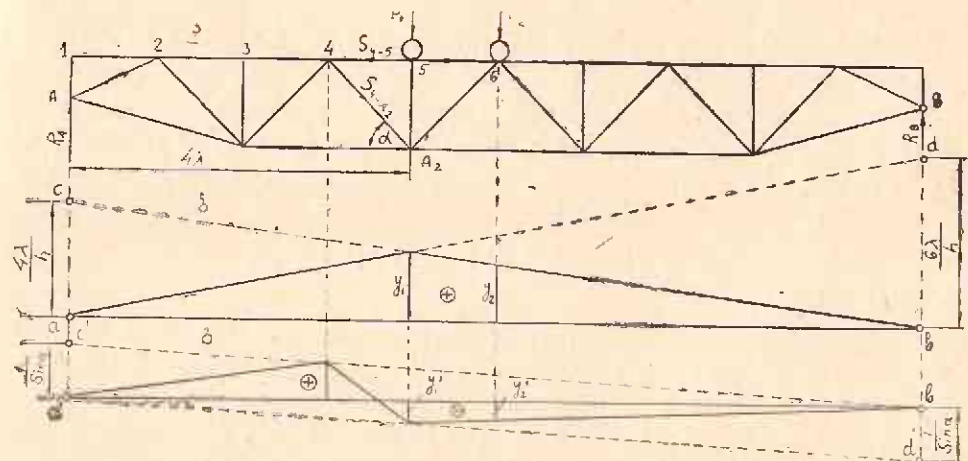
$$a'c' = \frac{3\lambda}{h} \quad \text{და} \quad b'd' = \frac{L-3\lambda}{h},$$

მიღებული y_1' და y_2' ორდინატების საგორავების დაჭერის ძალებზე გადამრავლებით მივიღებთ საძიებელ ძალას

$$S_{A_1-A_2} = y_1' P_1 + y_2' P_2.$$

მ ე ო თ ხ ე მ დ გ ო მ ა რ ე ო ბ ა. ურიკის მარცხენა საგორავი მე-5 კვანძზეა (ნახ. 2.50 ა). ზედა სარტყლის 4-5 ღეროში მოქმედი ძალის გასაგებად დავწეროთ A_2 კვანძის მიმართ მომენტების ჯამს

$$R_A \cdot 4\lambda - S_{4-5} \cdot h = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L-4\lambda) + S_{4-5} \cdot h = 0,$$



ნახ. 2.50.

7. ამჟღად-სატრანსპორტო მანქანები

საიდანაც

$$S_{4-5} = \frac{R_A \cdot 4\lambda}{h} \quad \text{და} \quad S_{4-5} = \frac{R_B(L-4\lambda)}{h}.$$

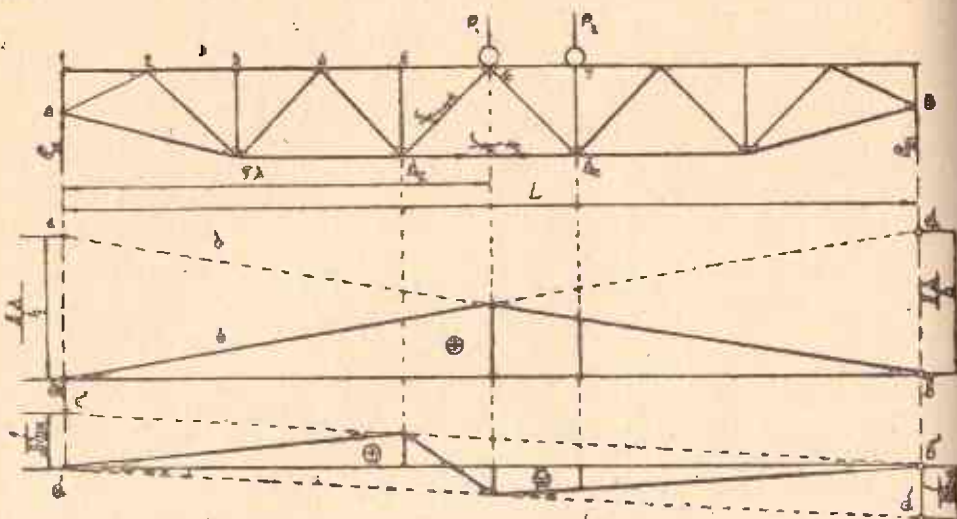
გადავზომავთ სათანადო მანძილებს (ნახ. 2.50 ბ):

$$ac = \frac{4\lambda}{h} \quad \text{და} \quad bd = \frac{L-4\lambda}{h},$$

მივიღებთ საძიებელ ძალას

$$S_{4-5} = y_1 P_1 + y_2 P_2 = S_{5-6}.$$

4— A_2 ირიბნის ძალის გასაგებად მოვიქცევით ისე, როგორც ეს გვექონდა წინა შემთხვევაში A_1 —4 ირიბნისათვის.



ნახ. 2.51.

მ ე ხ უ თ ე მ დ გ ო მ ა რ ე ო ბ ა. ურიკის მარცხენა საგორავი მე-6 კვანძი (ნახ. 2.51 ა). A_2 —ირიბანში მოქმედი ძალა გაიგება ისე, როგორც წინა შემთხვევაში (ნახ. 2.51 ბ), ქვედა სარტყლის A_2 — A_3 ღეროში მოქმედი ძალაც წინა შემთხვევის მსგავსად გაიგება (ნახ. 2.51 გ).

ბ) ძ ა ლ ე ბ ი ს გ ა გ ე ბ ა ბ ი უ ლ ც ა ზ ი მ უ ს ი ს მ ე თ ო დ ი თ. ამ მეთოდით ძალების გასაგებად აიგება ერთი დიაგრამა, საიდანაც უშუალო ვაზომვით შეიძლება მივიღოთ ნებისმიერ ღეროში მოქმედი ძალა. დიაგრამის აგება შემდეგნაირად წარმოებს (ძალების გაგების მეთოდი A —2, 2— A_1 და A_3 —8 ირიბნებში აზიმუტის მიერაა შემუშავებული).

ჯერ გავიგებთ რეაქციის ძალებს (ნახ. 2.52 ა):

$$R_A = \frac{P_1(L-x)}{L} + \frac{P_2[L-(x+a)]}{L}; \quad R_B = R_A - (P_1 + P_2).$$

R_A რეაქცია უდიდესია მაშინ, როდესაც ურიკის მარცხენა საგორავი A საყრდენზეა შემდგარი, და უმცირესი, როდესაც მარჯვენა საგორავი იქნება B საყრდენზე. პირველ შემთხვევაში $x=0$ და გვექნება (თუ ავიღებთ $P_1=P_2=P$ და $a=\lambda$):

$$R_{A \max} = P_1 + P_2 \frac{L-a}{L} = P \left(1 + \frac{L-\lambda}{L} \right).$$

რეაქციის რეაქციის მივიღებთ, თუ ზემომოყვანილ გამოსახულებაში ჩავსვამთ $x =$
 $1 - a$ მნიშვნელობას, მაშინ

$$R_A^{\min} = P \frac{\lambda}{L} = R_B.$$

რეაქციის ძალები შეიძლება მივიღოთ აგრეთვე გრაფიკულად. ამისათვის 1-ლი
 კვანძიდან გადავზომავთ მარცხენა საგორავის (ის ამ კვანძზეა შემდგარი) დაჭერის P_1 ძა-
 ლას და მიღებულ c_1 წერტილს შევაერთებთ ფერმის მარჯვენა განაპირა კვანძთან (აქ
 წყნა საგორავი უნდა წარმოვიდგინოთ). მაშინ ამ კვანძიდან a მანძილით (ურეის
 ხაზი) დაშორებული წერტილიდან (ეს იქნება მარცხენა საგორავის რელსთან შეხების
 წერტილი) აღმართული პერპენდიკულარის $c_1 - 9$ ხაზთან გადაკვეთა (ჩვენ შემთხ-
 ვებში აღებულია $a = \lambda$) მოგვცემს

$$R_A^{\min} = 8 - 8'.$$

მეორე რეაქციის მისაღებად c_1 წერტილიდან გადავზომავთ მეორე საგორავის და-
 ჭერის P_2 ძალას და მიღებულ c_2 წერტილიდან კი, ქვევით, $c_2 - c = 8 - 8'$ სიდიდეს
 (უმცირესი რეაქციის მნიშვნელობა). მიღებული $1 - c$ მონაკვეთი იქნება უდიდესი
 რეაქციის მნიშვნელობა.

ადვილი გასაგებია, რომ ორივე გზით მიღებული რეაქციების მნიშვნელობები
 ერთი და იგივე უნდა გამოვიდეს. მართლაც, თუ განვიხილავთ $1 - c_1 - 9$ სწორკუთხო-
 ვ სამკუთხედს, შეგვიძლია დავწეროთ პროპორცია:

$$\frac{1 - c_1}{8 - 8'} = \frac{L}{\lambda},$$

სადაც

$$8 - 8' = \frac{1 - c_1 \cdot \lambda}{L} = P \frac{\lambda}{L} = R_A^{\min}.$$

მეორე მნიშვნელობისთვის კი გვექნება

$$1 - c = 1 - c_2 - c - c_2 = 2P - R_A^{\min} = P \frac{2L - \lambda}{L} = R_A^{\max}.$$

გადავზომოთ უდიდესი და უმცირესი რეაქციის ძალები (თუ ისინი ანალიზურადაა
 მიღებული) და შევაერთოთ მიღებული c და $8'$ წერტილები. $c - 8'$ იქნება რეაქციის
 ძალის გავლენის ხაზი (ნახ. 2.52 ბ)

ლეროვში მოქმედი ძალების გასაგებად ავიღოთ 1-ლ მაღში I—I კვეთი და
 განვიხილოთ მე-2 კვანძის მიმართ წონასწორობა (ე. ი. ეს კვანძი რიტერის წერტილად
 აღვიღოთ), მაშინ გვექნება:

$$R_A^{\max} \cdot \lambda - S_{A-A_1} \cdot h_1 = 0,$$

სადაც

$$R_A^{\max} \cdot \lambda = S_{A-A_1} \cdot h_1.$$

მოგორც ჩანს, მარცხენა და მარჯვენა ნაწილები სწორკუთხედების ფართობებს წარმო-
 უდგენს, სადაც ცნობილია ერთი სწორკუთხედის $D_1 D_2 = \lambda$ და $D_3 D_4 = R_A^{\max}$ გვერდე-
 ხაზი (ნახ. 2.52 გ) და მეორე სწორკუთხედის $D_1 D_2 = h_1$ გვერდი. მაშასადამე, აქ მხოლოდ
 ერთ უცნობი S_{A-A_1} ძალა გვაქვს, რომლის საპოვნელად საჭიროა აიგოს მეორე სწორ-
 კუთხედი (პირველის ტოლფასი), სადაც შევა ცნობილი h_1 მანძილი. ეს სწორკუთხედი

The diagram is a complex geometric construction on a grid. It features a horizontal line at the top, a vertical line on the left, and several diagonal lines. Points are labeled with letters and numbers, and there are handwritten notes in the bottom right corner.

Key elements include:

- A horizontal line at the top with points labeled $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z$.
- A vertical line on the left with points labeled $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z$.
- Diagonal lines connecting points on the horizontal and vertical lines.
- Handwritten notes in the bottom right corner: "p. 100" and "p. 101".

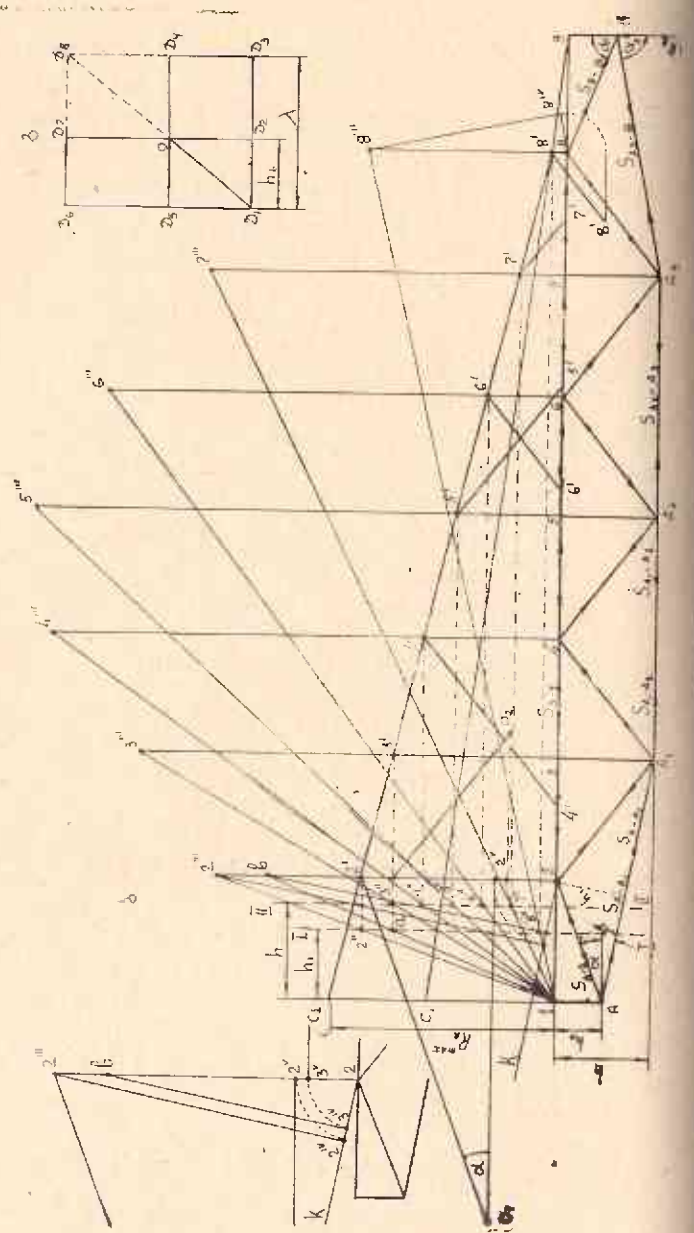
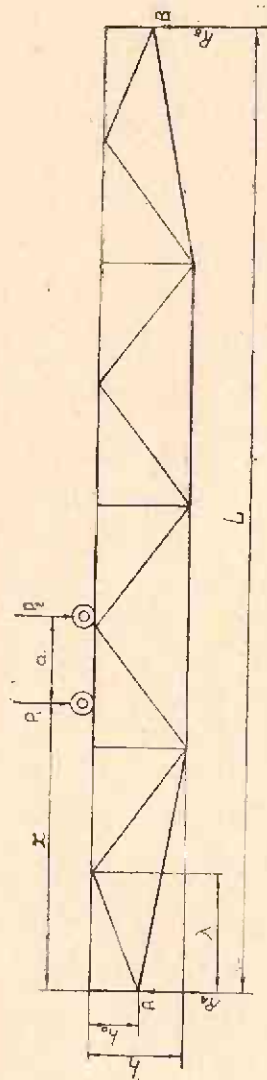
$$h_1 \cdot D_1 D_3 = \lambda \cdot OD_2 \quad \& \quad h_1 \cdot D_1 D_6 = \lambda \cdot D_3 D_4.$$

მე-2 კვანძზე გავატაროთ ვერტ იკალური ხაზი, რეაქციის
მიმდევრულად (ნახ. 2.52 ბ). მიღებული 2' წერტილიდან დავუშვათ
კეხიდან h_1 მანძილზე (ქვედა სართულის ლეროზე დაშვება
გამოვყალიბებთ I—I ვერტიკალზე და მიღებული 2'' წერტილი
მანძილ 1—2'' და 2—2' გაგვიძლია გადმოვიყვანოთ 2''' წერტილ
A—A₁ ძალას, რომელიც მოქმედებს A—A₁ ლეროში.
(პრობის პირობა).

$$R_A^{\max} \cdot 0 + S_{1-2} \cdot h_0 = 0;$$

სხვა ღეროში მოქმედი ძალის ზეგავლენით 1-ლი კვანძიდან გადევნებით, ვინაიდან დანარჩენ მონ მალეში (უკანასკნელის) სარტყლის ღეროები პარალელურია და, მაშასადამე, წინასწარ მანძილი h (ძალის მხარი) უნდა იშვებოდეს (წინა შემთხვევაში დანახილია და ამიტომ მხარად ავიღოთ მასზე დაშვებული მანძილზე გავატაროთ ვერტიკალური ხაზი II—II. მომდევნო 3—3' პერპენდიკულარი რეან-ქციის ძალის გავლენის ხაზიდან კი II—II ვერტიკალზე დავუშვათ პერპენდიკულარი შევედროთ 1-ლ კვანძს და გავანჯიბროთ 3—3' ხაზის მიმართ. მაშინ 3—3'' ორდინატა აღებულ მასშტაბში გამოვსახოთ და 3—4 ღეროებში მოქმედ $S_{2-3} = S_{3-4}$ ძალის.

პერპენდიკულარს $C-8'$ ხაზის გადაკვეთამდე, აქედან (მარტყალზე) $4'-4''$ პერპენდიკულარს და მიღებულ $4''$ წერტილსა და $1-4''$ -ს გადაკვეთა $4-4'$ ხაზის გაგრძელებასთან.



იქნება $D_1 D_2 D_7 D_8$. თუ გავაგრძელებთ მიღებული სწორკუთხედების ვერტიკალურ და პორიზონტალურ გვერდებს ერთიმეორის გადაკვეთამდე, მივიღებთ $D_1 D_3 D_8 D_6$ სწორკუთხედს, სადაც გვექნება ორი, $OD_1 D_2$ და $D_1 D_3 D_8$ მსგავსი სამკუთხედი. მათი მსგავსობიდან შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{h_1}{\lambda} = \frac{OD_2}{D_3 D_8},$$

საიდანაც

$$h_1 \cdot D_3 D_8 = \lambda \cdot OD_2 \quad \text{ან} \quad h_1 \cdot D_1 D_8 = \lambda \cdot D_3 D_4.$$

აქედან ჩანს, რომ $D_3 D_8 = D_1 D_6$ გვერდი წარმოადგენს საძიებელ $S_A - A_1$ ძალას.

ამგვარად, მივიღეთ ძალის გაგების შემდეგი წესი: ძალის გასაგებად D_1 წერტილიდან მარჯვნივ უნდა გადავზომოთ h_1 მანძილი და აქედან გავატაროთ $D_2 D_7$ ვერტიკალური ხაზი. შემდეგ D_1 წერტილიდან გადავზომავთ ძალის λ სიგრძეს და აქედან კი აღემაართავთ პერპენდიკულარს და გადავზომავთ მასზე $D_3 D_4$ მონაკვეთს, რომელიც D_3 წერტილში მოღებული რეაქციის ძალის ტოლია. ამ მონაკვეთის ბოლო D_4 წერტილიდან წინათ გავლებულ ვერტიკალურ $D_2 D_7$ ხაზზე დავუშვებთ $D_4 O$ პერპენდიკულარს და მათი შეხვედრის O წერტილს შევაერთებთ საწყის D_1 წერტილთან. მიღებული $D_1 O$ მონაკვეთის გაგრძელების გადაკვეთა რეაქციის ძალის გაგრძელებასთან მოგვცემს D_8 წერტილს და მაშინ $D_3 D_8$ იქნება საძიებელი ძალა.

ამ წესის თანახმად მე-2 კვანძზე გავატაროთ ვერტიკალური ხაზი, რეაქციის ძალის გავლენის ხაზის გადაკვეთამდე (ნახ. 2.52 ბ). მიღებულ $2'$ წერტილიდან დავუშვათ პერპენდიკულარი 1-ლი კვანძიდან h_1 მანძილზე (ქვედა სარტყლის ღეროზე დაშვებული პერპენდიკულარი) გავლებულ $I-I$ ვერტიკალზე და მიღებული $2''$ წერტილი შევუერთოთ 1-ლ კვანძს. მაშინ $1-2''$ და $2-2'$ გაგრძელების გადაკვეთა $2'''$ წერტილში მოგვცემს საძიებელ $S_A - A_1$ ძალას, რომელიც მოქმედებს $A-A_1$ ღეროში. ეს ძალა გამჭიმავია (იხ. წონასწორობის პირობა).

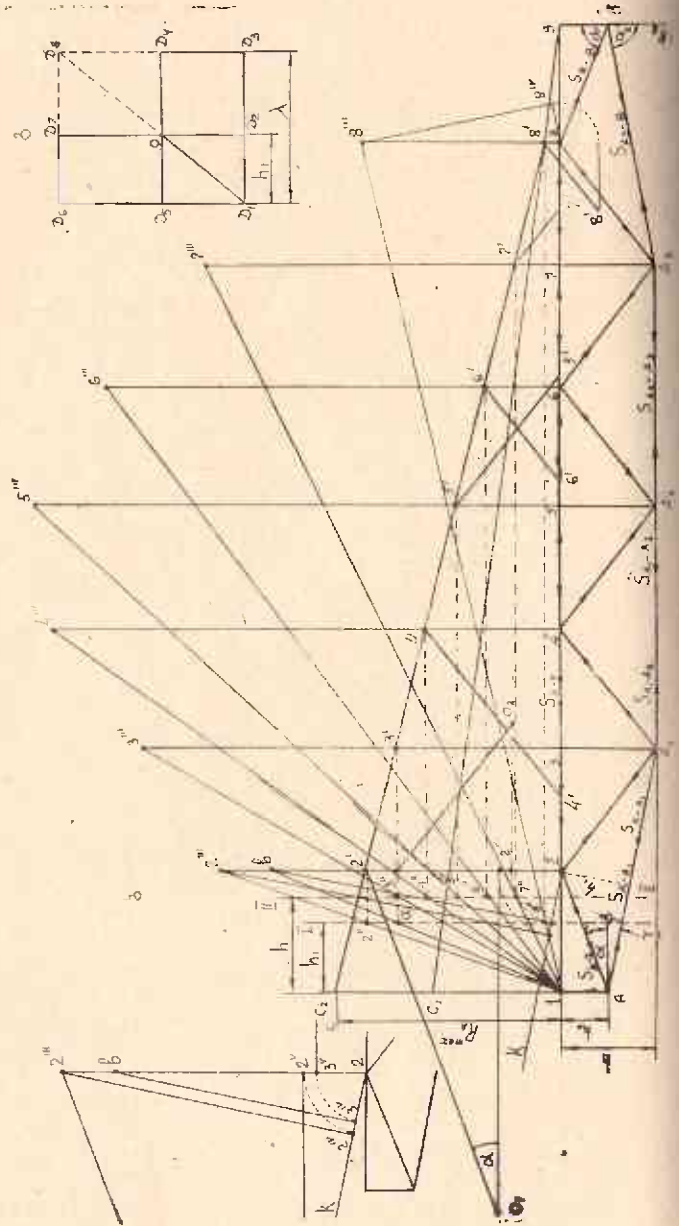
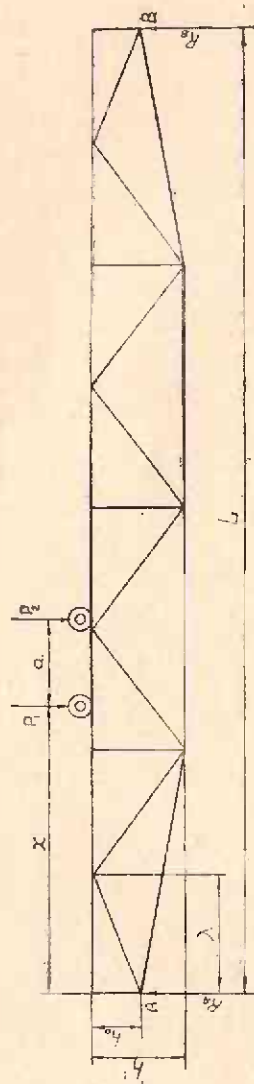
ზედა სარტყლის $1-2$ ღეროში მოქმედი ძალის გასაგებად რიტერის წერტილად მივიღოთ A წერტილი (ორი დანარჩენი—ღეროს გადაკვეთის წერტილი), მაშინ წონასწორობის პირობა იქნება

$$R_A^{\max} \cdot O + S_{1-2} \cdot h_0 = 0;$$

აქედან გამოდის, რომ $S_{1-2} = 0$ (ვინაიდან რეაქციის ძალის მხარი ნულია), ე. ი. ზედა სარტყლის ეს ღერო ნულოვანია.

ზედა სარტყლის სხვა ღეროში მოქმედი ძალის გასაგებად 1-ლი კვანძიდან მარჯვნივ h მანძილი უნდა გადავზომოთ, ვინაიდან დანარჩენ მაღლებში (უკანასკნელის გარდა) ზედა და ქვედა სარტყლის ღეროები პარალელურია და, მაშასადამე, წონასწორობის პირობაში მათ შორის მანძილი h (ძალის მხარი) უნდა შევიდეს (წინა შემთხვევაში ქვედა სარტყლის ღერო დახრილია და ამიტომ მხრად ავიღეთ მასზე დაშვებული h_1 პერპენდიკულარი). ამ მანძილზე გავატაროთ ვერტიკალური ხაზი $II-II$. მომდევნო მე-3 კვანძიდან აღემაართოთ $3-3'$ პერპენდიკულარი რეაქციის ძალის გავლენის ხაზის გადაკვეთამდე და აქედან კი $II-II$ ვერტიკალზე დავუშვათ პერპენდიკულარი $3'-3''$. მიღებული წერტილი შევუერთოთ 1-ლ კვანძს და გავაგრძელოთ $3-3'$ ხაზის გაგრძელების გადაკვეთამდე. მაშინ $3-3'''$ ორდინატა აღებულ მასშტაბში გამოსახავს ზედა სარტყლის $2-3$ და $3-4$ ღეროებში მოქმედ $S_{2-3} = S_{3-4}$ ძალას.

ქვედა სარტყლის A_1-A_2 ღეროში მოქმედი ძალის გასაგებად მე-4 კვანძიდან აღემაართავთ $4-4'$ პერპენდიკულარს $C-8'$ ხაზის გადაკვეთამდე. აქედან დავუშვებთ ($II-II$ ვერტიკალზე) $4'-4''$ პერპენდიკულარს და მიღებულ $4''$ წერტილს შევაერთებთ 1-ლ კვანძთან. $1-4'''$ -ს გადაკვეთა $4-4'$ ხაზის გაგრძელებასთან მოგ-



ცემს 4''' წერტილს და მაშინ 4—4''' მონაკვეთი ქვედა სარტყლის $A_1—A_2$ ღეროში მოქმედი ძალა იქნება.

ანალოგიურად მიიღება 5''', 6''' და 7''' წერტილები, რომლებიც განსაზღვრავენ სათანადო ღეროებში მოქმედი ძალების სიდიდეს. რაც შეეხება მიმართულებებს, მათ დავადგენთ წონასწორობის პირობიდან. ასე, მაგალითად, თუ მე-4 კვანძს მივიღებთ რიტერის წერტილად, წონასწორობის პირობა იქნება:

$$R_A^{\max} \cdot 3\lambda - S_{A_1-A_2} \cdot h = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A_1-A_2} = \frac{R_A^{\max} \cdot 3\lambda}{h}.$$

აქედან ჩანს, რომ ეს ძალა და, ანალოგიურად, ქვედა სარტყლის ყველა დანარჩენი ღეროში მოქმედი ძალა გამჭიმავია (მიმართულია კვანძიდან).

თუკი რიტერის წერტილად მივიღებთ A_1 კვანძს (შეიძლება სხვაც), მაშინ

$$R_A^{\max} \cdot 2\lambda + S_{3-4} \cdot h = 0,$$

საიდანაც

$$S_{3-4} = -\frac{R_A^{\max} \cdot 2\lambda}{h}.$$

მიღებული უარყოფითი ნიშანი გვიჩვენებს, რომ ამ ღეროში მოქმედი ძალის მიმართულება უნდა შეიცვალოს საწინააღმდეგოთი და, მაშასადამე, ის მიმართული იქნება კვანძისაკენ, რაც იმას მოწმობს, რომ ძალა მკუმშავია (როგორც ვიცით, წონასწორობის პირობის დაწერის დროს ძალების მიმართულება წინასწარ აიღება გაჭიმვის მხარეს. შეცდომას მიღებული უარყოფითი ნიშანი გვიჩვენებს).

უკანასკნელი ძალის ქვედა სარტყლის $A_2—B$ ღერო დახრილია და ამიტომ ამ ღეროში მოქმედი ძალის გასაგებად მე-8 კვანძიდან აღმართული 8—8' ორდინატის 8' წერტილიდან პერპენდიკულარი $I—I'$ ვერტიკალზე უნდა დავუშვათ (როგორც ეს $A—A_1$ ღეროს შემთხვევაში გვქონდა). მიღებულ წერტილს შევაერთებთ 1-ლ კვანძთან და გავაგრძელებთ 8—8' ორდინატის გადაკვეთამდე. მაშინ 8—8''' იქნება ამ ღეროში მოქმედი ძალის მნიშვნელობა. ეს ძალაც გამჭიმავი ძალაა.

ირიბნებში მოქმედ ძალებს შემდეგნაირად გავივებთ: დავწერთ წონასწორობის პირობას:

$$R_A^{\max} - S_{A-2} \cdot \sin \alpha - S_{A-A_1} \cdot \sin \beta = 0,$$

სადაც

$$S_{A-2} \cdot \sin \alpha = R_A^{\max} - S_{A-A_1} \cdot \sin \beta.$$

მაშასადამე, იმისათვის, რომ გავიგოთ $S_{A-2} \cdot \sin \alpha$, საჭიროა რეაქციის ძალას გამოავლდეს $S_{A-A_1} \cdot \sin \beta$ სიდიდე, რაც გრაფიკულად შეიძლება მოხდეს ასე: მე-2 კვანძიდან გავატარებთ $A—A_1$ ღეროს პარალელურ $2—K$ ხაზს და ამ ხაზზე 2''' წერტილიდან დავუშვებთ 2'''—2^{IV} პერპენდიკულარს, მივიღებთ 2 2''' 2^{IV} სამკუთხედს, სადაც 2'''—2^{IV} = 2—2''' · sin α. მაგრამ 2—2''' მონაკვეთი $A—A_1$ ღეროში მოქმედ ძალას გამოსახავს (იხ. ზემოთ) და, მაშასადამე, გვექნება:

$$2^{III} - 2^{IV} = S_{A-A_1} \cdot \sin \beta.$$

მე-2-დან შემოვწერთ 2—2^{IV} რადიუსიანი რკალი შეეული ხაზის 2^V წერტილში გადაკვეთამდე. მაშინ 2—2^V მონაკვეთი იქნება $R_A^{\max}$ -სა და $S_{A-A_1} \cdot \sin \beta$ სხვაობა. ეს იმას ნიშნავს, რომ 2^V—2' მონაკვეთი $S_{A-2} \cdot \sin \alpha$ -ს ტოლი იქნება.

A_1 ღეროში

ანსაზღვრა

ულუბებს,

ჟანს მივი-

ამგვარად, თუ $2'$ წერტილიდან გავავლებთ $A-2$ ირიბნის პარალელურ ხაზს $2''$ წერტილიდან გატარებული პორიზონტალური ხაზის გადაკვეთამდე, მივიღებთ ($2' O_1 2''$ სამკუთხედიდან)

$$2' - O_1 = \frac{2' - 2''}{\sin \alpha} = \frac{R_A - S_{A-A_1} \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}$$

და, მაშასადამე, $A-2$ ირიბანში მოქმედი ძალა ყოფილა

$$S_{A-2} = O_1 - 2'.$$

შემოთავაზებული განტოლებიდან ჩანს, რომ მიღებული ძალის ნიშანი დადებითია და, მაშასადამე, მისი წინასწარ აღებული მიმართულება სწორი ყოფილა, ამიტომ ის შეუმავი ძალაა (მიმართულია კვანძისაკენ).

დანარჩენ

ძაშინ

$2-A_1$ ირიბანში მოქმედი ძალის გასაგებად იგივე წესი შეიძლება გამოვიყენოთ. აქ მარცხენა საგორავი უნდა წარმოვიდგინოთ მე-3 კვანძში, სადაც რეაქციის ძალაა $3-3'$ მონაკვეთი. ამ ძალის ბოლო $3'$ წერტილიდან გავავლებთ პორიზონტალურ ხაზს $I-I$ ვერტიკალის გადაკვეთამდე და მიღებულ წერტილს შევაერთებთ 1-ლ კვანძთან. მისი გაგრძელება $2-2''$ ორდინატს გადაკვეთის b წერტილში, საიდანაც $2-K$ მიმართულებაზე დავუშვებთ პერპენდიკულარს. მივიღებთ $3''$ წერტილს. თუ შემდეგ მე-2 კვანძიდან შემოვწერთ $2-3''$ რადიუსიან რკალს, მისი რეაქციის ორდინატთან გადაკვეთის წერტილიდან გავატარებთ პორიზონტალურ ხაზს და $3'-3''$ ხაზის $2-2''$ ორდინატთან გადაკვეთის $3'$ წერტილიდან კი $2-A_1$ ირიბნის პარალელურ ხაზს, მივიღებთ O_2 წერტილს. მონაკვეთი $3'-O_2$ იქნება საძიებელი ძალის მნიშვნელობა

$$S_{2-A_1} = 3' - O_2.$$

ადვილად დავადგენთ, რომ ამ ძალის მიმართულება კვანძიდან იქნება და, მაშასადამე, ის გამჭიმავი ძალაა.

ამიტომ

ძაღის $3'$

ძაღს $A-$

კვანძთან

ღეროში

A_1-4 ირიბანში მოქმედი ძალის გასაგებად ურიკის მარცხენა საგორავი მე-4 კვანძზე უნდა წარმოვიდგინოთ. მაშინ, თუ $4'$ წერტილიდან გავატარებთ ამ ირიბნის პარალელურ ხაზს ფერმის ზედა სარტყლის გადაკვეთამდე, მივიღებთ ძალას

$$S_{A_1-4} = 4' - 4'.$$

წარმოების

ანალოგიურად მივიღებთ $4-A_2$, A_2-6 და $6-A_3$ ირიბნებში მოქმედ ძალებს. ესენია:

$$S_{4-A_1} = 5-5'; \quad S_{6-A_2} = 6'-6' \quad \text{და} \quad S_{6-A_3} = 7'-7'.$$

ამ ძალების ნიშნები ნახაზზეა აღნიშნული.

მოკლედ

კვანძიდან

მოიღეს

$3''$

ძალის

A_3-8 ირიბნის ძალის გასაგებად მე-8 წერტილიდან გავატაროთ ქვედა სარტყლის A_3-B ღეროს პარალელური ხაზი და $8'''$ წერტილიდან ამ ხაზზე დავუშვათ პერპენდიკულარი $8'''-8''$. თუ მე-8 წერტილიდან შემოვწერთ $8-8''$ რადიუსიან რკალს ვერტიკალის გადაკვეთამდე და აქედან კი გავატარებთ პორიზონტალურ ხაზს $8'$ წერტილიდან A_3-8 ირიბნის პარალელური ხაზის გადაკვეთამდე, მივიღებთ ძალის მნიშვნელობას

$$S_{A_3-8} = 8' - 8'.$$

უკანასკნელ $8-B$ ირიბანში მოქმედ S_{8-B} ძალას გავიგებთ წონასწორობის პირობიდან:

$$R_B + S_{8-B} \cdot \cos \alpha_1 - S_{A_3-B} \cdot \cos \alpha_2 = 0,$$

აღიშნა

წონის

სადაც

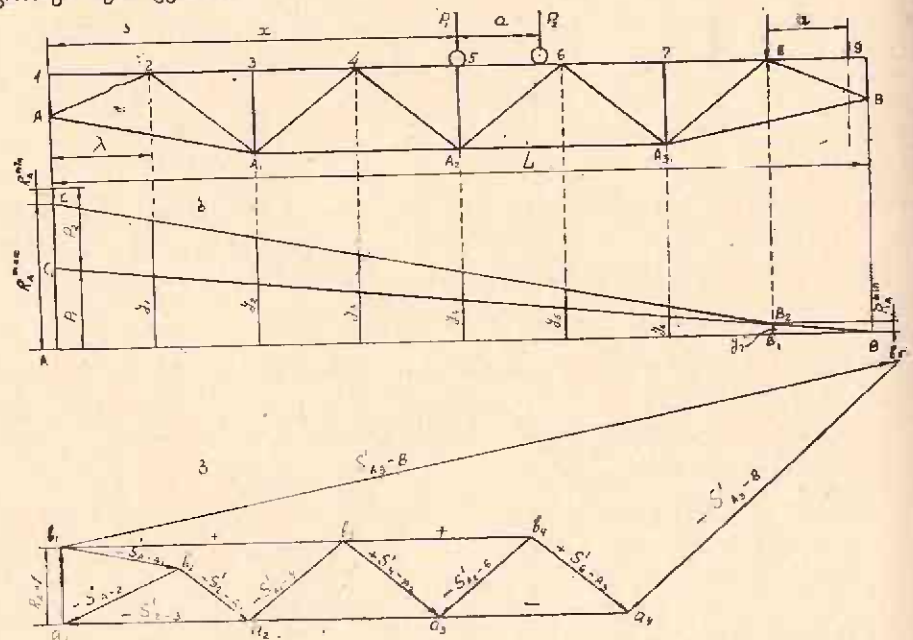
$$R_B = R_A^{\min} \quad \text{და} \quad S_{A_3-8}$$

ცნობილი ძალებია.

რაც შეეხება დგარებში მოქმედ ძალებს, ისინი საგორავის დაჭერის ძალის ტოლი უნდა იყოს (დგარზე უდიდესი ძალა მაშინ მოქმედებს, როცა საგორავი იმ კვანძზეა შემდგარი, რომელსაც აღებული დგარი ეკუთვნის). ყველა დგარში მოქმედი ძალა მკუმშავია.

ბ) ძალების გაგება კრემონის დიაგრამის გამოყენებით. ზემოთ დადგენილი იყო, რომ ფერმის ღეროებში უდიდესი ძალა მაშინ წარმოიქმნება, როცა მოძრავი დატვირთვა ურეის საგორავის დაწოლის ძალის სახით იმყოფება განსახილველი ღეროების რიტერის წერტილის ზევით. ასე, მაგალითად, ზედა სარტყლის 2—3 ღეროში მოქმედი ძალის (უდიდესი) გასაგებად (ნახ. 2.53 ა) ურეის მარცხენა საგორავი უნდა წარმოვიდგინოთ მე-3 კვანძში, რომლისთვისაც რიტერის წერტილია A_1 . იგივე გვექნება 3—4 ღეროსათვის (ამ ღეროებში მოქმედი ძალები ტოლებია). დანარჩენი ღეროებისათვის მარცხენა საგორავი, სათანადოდ, მე-5 და მე-7 კვანძებში უნდა წარმოვიდგინოთ. ქვედა სარტყლის ღეროებისათვის რიტერის წერტილები მე-2, მე-4, მე-6 და მე-8 კვანძებშია და ამიტომ მარცხენა საგორავი ამ კვანძებზე შემდგარი უნდა წარმოვიდგინოთ.

ფერმის ირიბნებში უდიდესი ძალა მაშინ წარმოიქმნება, როცა ურეის მარცხენა საგორავი მარჯვნიდან მოძრაობისა და მარჯვენა საგორავი მარცხნიდან მოძრაობის დროს ირიბნის ბოლო წერტილზე იქნება შემდგარი. ასე, მაგალითად, A_1 —4 ირიბანში უდიდესი ძალა იქნება მაშინ, როცა მარცხენა საგორავი მე-4 კვანძშია ან მარჯვენა საგორავი მე-3 კვანძში.



ნახ. 2.53.

ზედა სარტყლის ყველა ღერო კუმშვას განიცდის, ქვედა სარტყლის ყველა ღერო — გაჭიმვას; ერთ მხრივ განლაგებულ ირიბნებში ერთი ნიშანია (ვთქვათ, გაჭიმვა) და მეორე მხრივ განლაგებულ ირიბნებში კი — მეორე (კუმშვა), ყველა დგარი იკუმშება.

ძალების სიდიდის გასაგებად გამოვიანგარიშებთ ერთ-ერთ რეაქციას (R_A -ს ან R_B -ს) და დავადგენთ მის ზღვრულ მნიშვნელობებს,

მივიღებთ:

$$R_A = \frac{P_1(L-x) + P_2(L-x-a)}{L}$$

საიდანაც, როცა $x=0$,

$$R_{A \max} = P_1 + P_2 \frac{L-a}{L}$$

და, როცა $x=L-a$,

$$R_{A \min} = \frac{P_1 a}{L}$$

მიღებულ მნიშვნელობებს გადავზომავთ A და B_1 -დან და ბოლო წერტილებს შევადარებთ CB_2 ხაზით (ნახ. 2.53 ბ). მიღებული ხაზი რეაქციის ძალის გავლენის ხაზია, რომელიც შეესაბამება ურეკის საგორავის სხვადასხვა კვანძებზე მდგომარეობებს.

გავლენის ხაზის აგება შეიძლება აგრეთვე გრაფიკულად. ამისათვის A -დან უნდა გადავზომოთ მარცხენა საგორავის დაჭერის P_1 ძალა და ბოლო C_1 წერტილი შევეუერთოთ B წერტილს. შემდეგ გავატარებთ P_2 ძალას და გამოვაკლებთ რეაქციის უმცირეს მნიშვნელობას $R_{A \min}$ მონაკვეთის სახით. მიღებულ C წერტილს შევადარებთ B_1 -დან $R_{A \min}$ -ის გადაზომვით მიღებულ B_2 წერტილთან. ეს იქნება რეაქციის გავლენის ხაზი.

აქ აღვნიშნავთ, რომ საანგარიშო მონაცემების მიხედვით შეიძლება გვქონდეს $P_1=P_2=P$ და ვარდა ამისა, $a=\lambda$, $a<\lambda$ და $a>\lambda$, მაგრამ ყოველივე ეს დიაგრამის აგების წესს არ ცვლის. სხვა იქნება მხოლოდ კვანძური დატვირთვა და B_1 წერტილის მდებარეობა.

დავაგვიგმილოთ ფერმის ყველა კვანძი AB ხაზზე, მივიღებთ მარცხენა საგორავის ცალკე კვანძებზე მდგომარეობის შესაბამის რეაქციის ძალებს $y_1, y_2, y_3, \dots, y_7$ ორდინატების სახით.

ამის შემდეგ ავაგებთ კრემონის დიაგრამას $R_A=1$ ძალისათვის, რისთვისაც გარკვეულ მასშტაბში გადავზომავთ მონაკვეთს (ნახ. 2.53 გ)

$$R_A=1=a_1-b_1$$

როგორც ვიცით (იხ. ზემოთ), 1—2 ლერო ნულოვანია და $A-1$ ვერტიკალურ ღეროში მოქმედი ძალა ცნობილია (ამ შემთხვევაში ის $R_A=1$ -ის ტოლია). მაშასადამე, შეგვიძლია განვიხილოთ A კვანძი (ნახ. 2.53 ა), სადაც უცნობი იქნება მხოლოდ ორი $A-2$ და $A-A_1$ ღეროებში მოქმედი ძალა. მაშინ, თუ ერთეული რეაქციის ძალის a_1 წერტილიდან (ნახ. 2.53 გ) გავატარებთ $A-2$ ღეროს პარალელურ ხაზს b_1 წერტილიდან $A-A_1$ ღეროს პარალელურად გატარებული ხაზის გადაკვეთამდე, მივიღებთ b_2 წერტილს, რომელიც განსაზღვრავს აღნიშნულ ღეროებში მოქმედი ძალების სიდიდეს. მასშტაბზე გადამრავლებით გვექნება

$$S'_{A-2}=a_1-b_2 \quad \text{და} \quad S'_{A-A_1}=b_1-b_2$$

ამ ძალების მიმართულებებს კონტურის შემოვლის მეთოდით მივიღებთ (S'_{A-2} კვანძისკენაა მიმართული და ამიტომ ის მკუმშავი ძალაა, S'_{A-A_1} კი მიმართულია კვანძიდან და ამიტომ ის გამჭიმავია).

შემდეგ განვიხილავთ მე-2 კვანძს, სადაც აგრეთვე ორი—2—3 და 2— A_1 ღეროებში მოქმედი უცნობი ძალა გვექნება (1—2 ღერო ნულოვანია და $A-2$ -ში მოქმედი ძალა კი — ცნობილია). მათ გასაგებად დიაგრამის b_2 წერტილიდან გავატარებთ 2— A_1

ლეროს პარალელურ ხაზს a_1 -დან 2—3 ლეროს პარალელური ხაზის a_2 წერტილში გადაკვეთამდე. მივიღებთ ძალებს:

$$S'_{2-A_1} = a_2 - b_2 \text{ და } S'_{2-3} = a_1 - a_2.$$

ამათგან პირველი გამჭიმავია და მეორე კი — მკუმშავი.

ანალოგიურად გაიგება ყველა დანარჩენ ლეროში მოქმედი ძალებიც:

$$S'_{3-4} = S'_{2-3} = a_1 - a_2; \quad S'_{4-5} = S'_{5-6} = a_1 - a_3; \quad S'_{6-7} = S'_{7-8} = a_1 - a_4.$$

(სხვა ძალები დიაგრამაზეა აღნიშნული).

როგორც ჩანს, დიაგრამაზე დგარებში მოქმედი ძალები აღნიშნული არაა. ეს იმით აიხსნება, რომ დგარები საგორავების დაჭერის ძალას უშუალოდ გადასცემს ქვე- და სარტყლის კვანძებს და იკუმშება სხვა ლეროების დამოუკიდებლად. დგარებში მოქმედი მკუმშავი ძალა საგორავის დაჭერის ძალის ტოლია (თითოეულ აღებულ კვანძში).

ფერმის ლეროებში მოქმედ მთლიან ძალებს მივიღებთ, თუ ერთეული რეაქციისაგან აგებულ დიაგრამიდან (კრემონის) აღებულ ძალას გადავამრავლებთ გავლენის ხაზის სათანადო ორდინატაზე (მარცხენა საგორავის ცალკეული მდგომარეობისათვის). ასე; მაგალითად, $A-2$, $2-A_1$ და $A-A_1$ ლეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად კრემონის დიაგრამიდან აღებული S'_{A-2} , S'_{2-A_1} და S'_{A-A_1} ძალები უნდა გადავამრავლოთ y_1 ორდინატაზე. 2—3 და 3—4 ლეროებში მოქმედი ძალების (ესენი ტოლები არიან) მისაღებად დიაგრამიდან აღებულ S'_{2-3} ძალას გადავამრავლებთ y_2 ორდინატაზე და ა. შ.

დ) ძალების გაგება გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით. ამ მეთოდით სარგებლობის დროს ჯერ გაიგება ცალკე ლეროების მლუნავი მომენტები და მათ მიხედვით კი ზედა და ქვედა სარტყლის ლეროებში მოქმედი ძალები. ამ მომენტების გასაგებად პორიზონტალური ხაზის C_1 წერტილიდან (ეს წერტილი ეთანადება ფერმის მარცხენა A საყრდენს) გადავზომავთ საყრდენიდან თითოეულ კვანძამდე მანძილს (ნახ. 2.54 ბ) და მიღებულ წერტილებს შევაერთებთ მარჯვენა საყრდენის B_1 წერტილთან. მიღებული ხაზები წარმოადგენს მლუნავი მომენტების გავლენის ხაზებს.

ისე, როგორც გვეჩვენა აღნიშნული, აქაც, თითოეულ ლეროში მოქმედი უდიდესი ძალა მიიღება მაშინ, როცა ურიკის მარცხენა საგორავი იმყოფება რომელიმე კვანძზე. თუ ჩამოვაგვემიღებთ P_1 და P_2 ძალებს მომენტების სათანადო გავლენის ხაზზე, მივიღებთ y_1 , y_2 , $y_3 \dots y_n$ ორდინატებს, რომლებიც გამოსახავენ მომენტებს საგორავების ქვეშ მოქცეულ ლეროებში. მაშინ მიღებული ორდინატების P_1 და P_2 ძალებზე გამრავლებით და შეჯამებით მივიღებთ კვანძში მოქმედ მლუნავი მომენტის სიდიდეს. ასე, მაგალითად, მე-2 კვანძში მოქმედი მლუნავი მომენტისათვის გვექნება (მარცხენა საგორავი მე-2 კვანძშია)

$$M_2 = P_1 y_1 + P_2 y_2.$$

A_1 კვანძში მლუნავი მომენტი (მარცხენა საგორავი მე-3 კვანძშია)

$$M_{A_1} = P_1 \cdot y_3 + P_2 y_4.$$

მიღებული მომენტების სათანადო მხრებზე გაყოფით გავიგებთ ლეროებში მოქმედ ძალებს

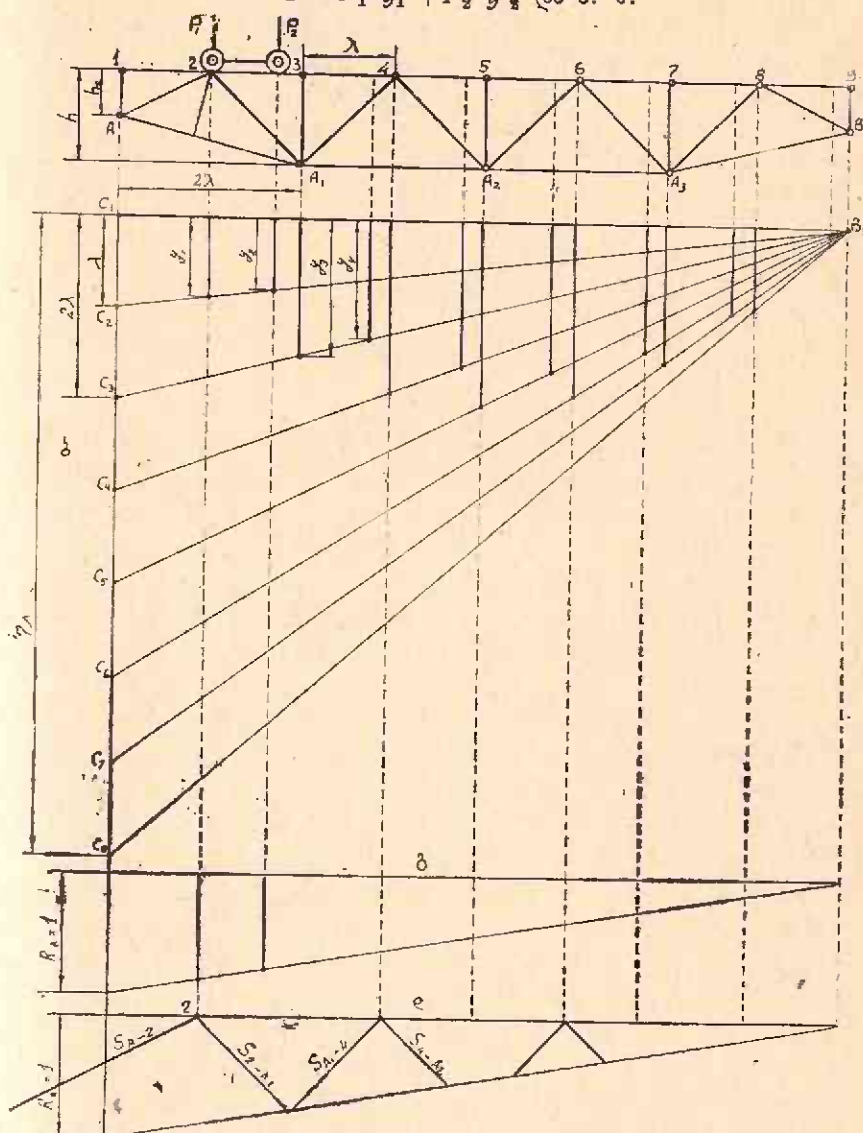
$$S_{A-A_1} = \frac{M_2}{h_1} \text{ და } S_{2-3} = S_{3-4} = \frac{M_{A_1}}{h}.$$

სარტყლების დანარჩენ ლეროებში მოქმედი ძალები ანალოგიურად გაიგება.

მოდელი

ორიბნეში მოქმედი ძალების გასაგებად ჯერ ერთეული ძალის დიაგრამა უნდა აიგოს (ნახ. 2.54 გ) ისე, როგორც ეს წინა მეთოდის ჩამოყალიბების დროს გვქონდა განხილული. მაშინ სათანადო კვანძში მოქმედი განივი ძალა

$$S' = P_1 \cdot y_1' + P_2 \cdot y_2' \text{ და ა. შ.}$$



ნახ. 2.54.

იმის შემდეგ ავაგებთ კრემონის დიაგრამას ერთეული ძალისაგან (იხ. ნახ. 2.53 დ) და ჩავიგებთ ცალკე ღეროში მოქმედ ძალას:

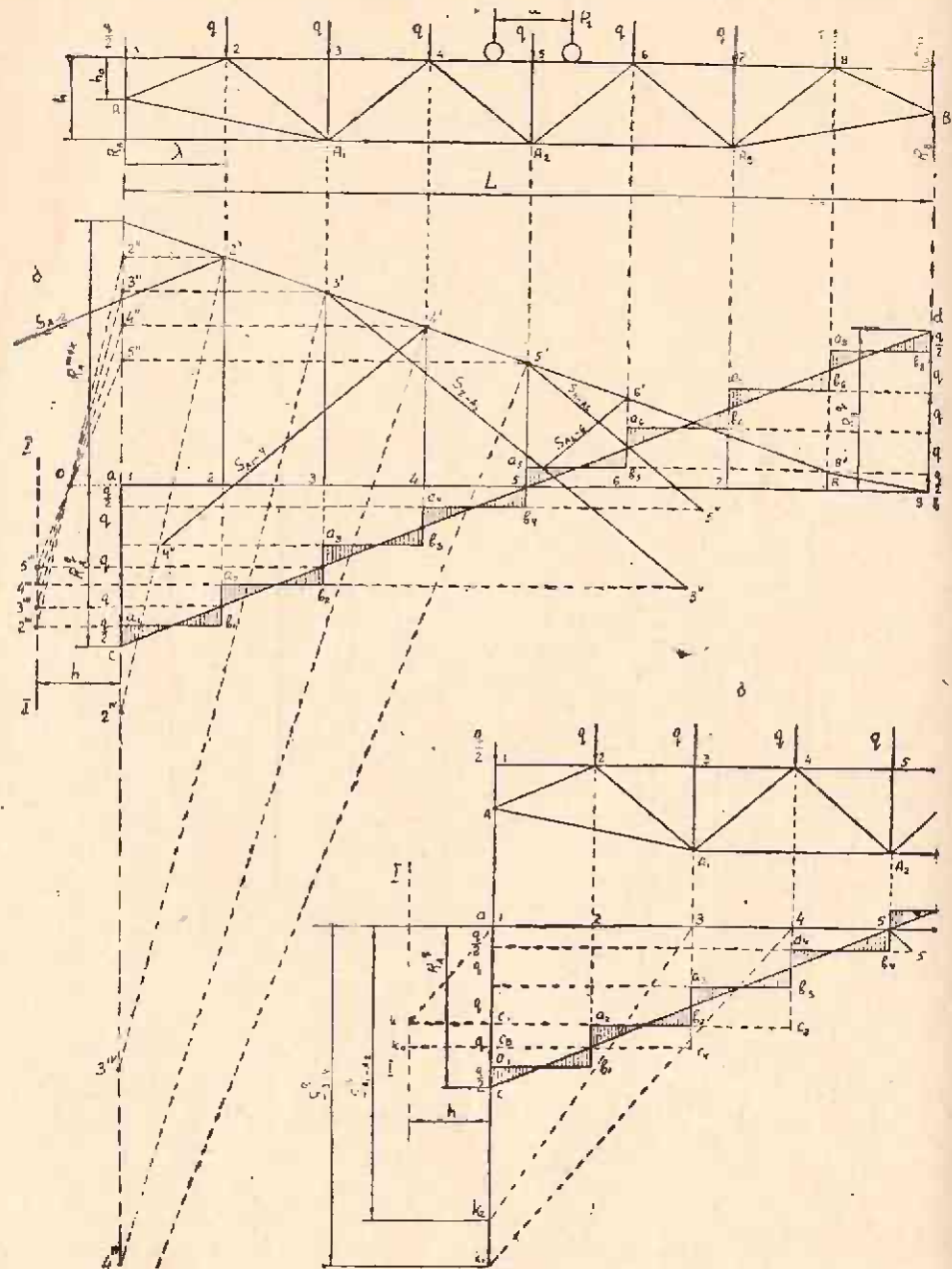
$$S_{2-1} = S^1 \cdot S_{1-1}^0 \text{ და ა. შ.}$$

ორიბნეში მოქმედი ძალა შეიძლება გავიგოთ აგრეთვე თითოეულ კვანძში მოქმედი განივი S' ძალის სათანადო მიმართულებებზე დაშლით. ამისათვის საჭიროა განსაზღვრული კვანძი ჩამოვაგებოთ ქვევით პორიზონტალურ ხაზზე (ნახ. 2.54 დ) და მიღ-

ბული წერტილიდან გავატაროთ ირიბნების პარალელური ხაზები გავლენის ხაზის გადაკვეთამდე. ასეთნაირად მიღებული მონაკვეთები სათანადო მასშტაბზე გადამრე-
ლებით გამოსახავს ირიბნებში მოქმედ ძალებს.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ წინა მეთოდი უფრო მარტივია და შესასრულებლად ნა-
კლებ დროს მოითხოვს.

ე) ძალების გაგება ციმერმანის მეთოდით. ზემოთ აღნიშ-
ნული იყრ, რომ ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად საჭიროა ავავოთ კრემონის
დიაგრამა (მუდმივი დატვირთვისათვის) და ბოულე-აზიმუსის დიაგრამა (მოძრავი დატ-



ნახ. 2.55.

ვირთვისათვის). ამ ორი დიაგრამიდან აღებული თანასახეა ძალების შეკრებით მიღებული ღეროში მოქმედ საანგარიშო ძალას.

ციმერმანის მეთოდი საშუალებას გვაძლევს ავაგოთ ერთი „გაერთიანებული“ დიაგრამა, საიდანაც უშუალოდ მიიღება ღეროში მოქმედი ძალა (შეჯამების გარეშე). ამ დიაგრამას შემდეგნაირად ავაგებთ: ჯერ გავივებთ რეაქციის ძალებს და გადავზომავთ მათ საბაზისო ab ხაზიდან (ნახ. 2.55 ბ), სათანადოდ, a -დან ქვევით და b -დან კი ზევით. მიღებულ c და d წერტილებს შევეერთებთ და გადავზომილი ძალების საწყისი წერტილებიდან თითოეული ძალის ფარგლებში გავატარებთ პოარიზონტალურ a_1b_1 , a_2b_2 , ..., a_nb_n ხაზებს. მივიღებთ გადამჭრელი ძალების ეპიურებს.

დიაგრამის აგების წესის დასადგენად ავიღოთ ჩვეულებრივი ფერმა, რომელიც დატვირთულია თანაბრად განაწილებული ძალით (კვანძური დატვირთვა), და განვიხილოთ მე-3 ძალის (შეიძლება აგრეთვე სხვა ძალის აღებაც) 3—4 ღეროს წონასწორობა (ნახ. 2.55 ა):

$$S_{3-4} \cdot h = R_A^q \cdot 3\lambda - \frac{q}{2} \cdot 3\lambda - q \cdot 2\lambda - q\lambda = R_A^q \cdot 3\lambda - 4,5 q\lambda = \\ = 3\lambda (R_A^q - 1,5 q),$$

საიდანაც 3—4 ღეროში მოქმედი ძალა (ის მკუმშავი ძალაა)

$$S_{3-4} = \frac{(R_A^q - 1,5 q) \cdot 3\lambda}{h}.$$

აგებულ დიაგრამაზე (ნახ. 2.55 გ) მოვნახოთ მიღებული $1,5q$ და $R_A^q - 1,5q$ სიდიდეები. ესენია:

$$cc_1 = 1,5 q \text{ და } ac_1 = ac - cc_1 = R_A^q - 1,5 q.$$

მაშასადამე, ac_1c_2 სწორკუთხედის ფართობი $3\lambda(R_A^q - 1,5q)$ სიდიდის ტოლი ყოფილა.

a წერტილიდან მარცხნივ გადავზომოთ ფერმის h სიმაღლის ტოლი მანძილი და აქედან გავატაროთ ვერტიკალური ხაზი I—I. c_1a_2 ხაზი გავაგრძელოთ I—I-ის გადაკვეთამდე და მიღებული k წერტილი შევეუერთოთ a -ს. თუ მე-4 წერტილიდან გავავლებთ ak ხაზის პარალელურ ხაზს ac -ს გაგრძელების k_1 წერტილში გადაკვეთამდე, მივიღებთ akc_1 და $a4k_1$ მსგავს სამკუთხედებს და მაშინ

$$\frac{ak}{a4} = \frac{ac_1}{kc_1}.$$

ამგვარად, მივიღეთ

$$ak_1 = \frac{a4 \cdot ac_1}{kc_1} = \frac{3\lambda (R_A^q - 1,5q)}{h}$$

და, მაშასადამე, ak_1 მონაკვეთი გამოსახავს ზედა სარტყლის 3—4 ღეროში მოქმედ S_{3-4} ძალას.

ქვედა სარტყლის A_1-A_2 ღეროში მოქმედი ძალის გასაგებად მომენტების ჯამი მე-3 წერტილის მიმართ დაიწერება (ნახ. 2.55 ა), საიდანაც

$$S_{A_1-A_2} \cdot h = R_A^q \cdot 2\lambda - \frac{q}{2} \cdot 2\lambda - q\lambda = 2\lambda (R_A^q - q),$$

საიდანაც A_1-A_2 ღეროში მოქმედი ძალა (ის გამჭიმავი ძალაა)

$$S_{A_1-A_2} = \frac{2\lambda (R_A^q - q)}{h}.$$

თუ აგებული დიაგრამაზე (ნახ. 2.55 ვ) მოვინახავთ q და $R_A^q - q$ მნიშვნელობებს, გვექნება:

$$cc_3 = q \text{ და } ac_3 = ac - cc_3 = R_A^q - q.$$

მაშასადამე, ac_3c_4 სწორკუთხედის ფართობი გამოსახავს $(R_A^q - q)2\lambda$ სიდიდეს. გავაგრძელოთ c_3c_4 ხაზი I—I ვერტიკალის გადაკვეთამდე, მივიღებთ k_0 წერტილს, რომელსაც შევავრთებთ a წერტილთან. საბაზისო ხაზის მე-3 წერტილიდან გავატარებთ ak_0 ხაზის პარალელურ $3k_2$ ხაზს. მიღებული ak_0c_3 და $a3k_2$ სამკუთხედების მსგავსობიდან ვწერთ:

$$ak_2 : a3 = ac_3 : k_0c_3,$$

საიდანაც

$$ak_2 = \frac{a3 \cdot ac_3}{k_0c_3} = \frac{2\lambda(R_A^q - q)}{h}.$$

მაშასადამე, ak_2 მონაკვეთი გამოსახავს საძიებელ $S_{A_1-A_2}$ ძალას ქვედა სარტყლის A_1-A_2 ღეროში.

ირიბნებში მოქმედი ძალების გასაგებად მოვიქცევით ისე, როგორც ბიულცის დიაგრამის აგების დროს, ე. ი. გადამჭრელი ძალის ორდინატას წვეროდან გავატარებთ აღებული ირიბნის პარალელურ ხაზს. ჩვენ შემთხვევაში (აღებული მაღისათვის) მე-5 წერტილიდან (ნახ. 2.55 ვ) უნდა გავატაროთ 4— A_2 ირიბნის (ნახ. 2.55 ა) პარალელური ხაზი და მაშინ მონაკვეთი 5—5 (ნახ. 2.55 ვ) იქნება საძიებელი ძალა.

აღნიშნულ ღეროებში მოქმედი ძალების გამოანგარიშებების ზემოთ მოყვანილი მიმდევრობა შეიძლება გამოვიყენოთ ძალების გრაფიკულად აგების წესის ჩამოსაყალიბებლად.

ამ წესით ძალების გაგება ნათლად გამოსახული ნახ. 2.55 ბ-ზე, იმ შემთხვევისათვის, როცა ფერმაზე მოძრავი დატვირთვაც მოქმედებს. ასე, მაგალითად (წინასწარ ავაგებთ მოძრავი დატვირთვის რეაქციის გავლენის ხაზს, ისე როგორც ეს წინათ გვქონდა), ფერმის მე-3 მაღის ბოლოდან გავავლებთ 4—4' ორდინატას, 4'-დან გავატარებთ 4'—4'' პორიზონტალურ ხაზს და მიღებულ 4'' წერტილს შევავრთებთ 2''' წერტილთან (ის მიღებულია a_1 -დან h მანძილის გადაზომვით). მაშინ, თუ 4' წერტილიდან გავავლებთ 4'—2'''-ის პარალელურ 4'—4''^{IV} ხაზს, მივიღებთ 4''—4''^{IV} მონაკვეთს, რომელიც გამოსახავს ზედა სარტყლის 3—4 ღეროში მოქმედ S_{3-4} ძალას. შემდეგ მე-2 მაღის ბოლოდან აღვმართავთ 3—3' ორდინატას და 3' წერტილიდან გავავლებთ 3'—3'' პორიზონტალურ ხაზს და მიღებულ 3'' წერტილს შევავრთებთ a_2 ხაზთან გადაკვეთის წერტილიდან პორიზონტალური ხაზის გავლებით მიღებულ 3''' წერტილთან (3''' წერტილი წარმოადგენს I—I ვერტიკალთან შეხვედრის წერტილს). 3' წერტილიდან გავავლებთ 3'—3'''-ის პარალელურ 3'—3''^{IV} ხაზს, მივიღებთ ქვედა სარტყლის A_1-A_2 ღეროში მოქმედ $S_{A_1-A_2}$ ძალას (2'', 3'', 4'' და 5'' და, სათანადოდ, 2'', 3'', 4'' და 5'-დან გატარებულმა სხივებმა O წერტილში უნდა გაიაროს).

თუ 4' წერტილიდან გავატარებთ 4— A_1 ირიბნის პარალელურ 4'—4''^{IV} ხაზს (a_3 — b_3 ხაზის გაგრძელების გადაკვეთით), ეს იქნება ამ ირიბანში მოქმედი მკუმშავი ძალა.

ფერმის ღეროების ქვეთის გაანგარიშება. ურთ-ერთი ზემომოყვანილი მეთოდით გამოანგარიშებული ძალები თანამიმდევრობით უნდა შევაჯამოთ იმავე დასახელების ღეროების იმ ძალებთან, რომლებიც მიღებული გვექნება მუდმივი დატვირთვისათვის აგებულ კრემონის დიაგრამიდან. შეჯამებული ძალებიდან

ავირჩევთ (თითოეული ღეროსათვის) უდიდეს და მოვასდენთ ძაბვების შემოწმებას, რისთვისაც წინასწარ უნდა შევირჩიოთ ღეროების (ზედა და ქვედა სარტყლის ირიბ-ნის და ღვარის) კონსტრუქცია, კვეთის ფორმა და ზომები. შემოწმებამ უნდა მოგვცეს: ზედა სარტყლის ღეროში

$$\sigma = \frac{S_{\text{შეშ}} + S_{\text{შეშრ}} + P_{\text{ფ}}}{\Phi F} + \frac{M_0 + M_{\text{ფ}}}{W} \leq [\sigma];$$

ქვედა სარტყლის ღეროში

$$\sigma = \frac{S_{\text{შეშ}} + S_{\text{შეშრ}}}{F} \leq [\sigma];$$

ირიბანსა და ღვარში

$$\sigma = \frac{S_{\text{შეშ}} + S_{\text{შეშრ}}}{\Phi F} \leq [\sigma].$$

ამ ფორმულებში $S_{\text{შეშ}}$ არის მუდმივი დატვირთვით გამოწვეული ძალა, რომელიც კრემონის დიაგრამიდან აიღება;

$S_{\text{შეშრ}}$ —იგივე, მოძრავი დატვირთვისაგან გამოწვეული (აიღება ერთ-ერთი დიაგრამიდან);

F — განივი კვეთის ფართობი;

W — კვეთის წინაღობის მომენტი;

Φ — გრძივი ღუნვის დროს ძაბვის შემცირების კოეფიციენტი, რომელიც მოქნილობის მიხედვით შეირჩევა (იხ. ზემოთ);

$P_{\text{ფ}}$ — დამუხრუჭებით გამოწვეული ინერციის ძალა;

$M_{\text{ფ}}$ — დამუხრუჭებით გამოწვეული ინერციის ძალის მომენტი;

M_0 — ურეის სავალი თვლის დაჭერით გამოწვეული ადგილობრივი მღუნავი მომენტი.

ჩამოთვლილი სიდიდეებიდან $P_{\text{ფ}}$, $M_{\text{ფ}}$ და M_0 წინასწარ უნდა იქნეს გაანგარიშებული ქვემოთ მოყვანილი ფორმულებიდან:

$$P_{\text{ფ}} = P_{\text{ფშრ}} + P_{\text{ფშ.ფ.}} = \frac{P_1 + P_2}{2 \cdot 10} + \frac{G}{2 \cdot 10};$$

$$M_{\text{ფ}} = \frac{P_{\text{ფშრ}} \cdot L}{4} + \frac{P_{\text{ფშ.ფ.}} \cdot L^2}{8};$$

$$M_0 = \frac{P_1 \cdot \lambda}{6}.$$

ამ გამოსახულებებში P_1 და P_2 არის საგორავების დაჭერის ძალა, G —ხიდის წონა, $P_{\text{ფშრ}}$ —ურეის ინერციის ძალა, $P_{\text{ფშ.ფ.}}$ —მთავარი ფერმის ინერციის ძალა, L —ხიდის გაწვდომა და λ —მაღის სიგრძე.

საბოლოოდ გამოვიანგარიშებთ მოძრავი დატვირთვით გამოწვეულ მღუნავ მომენტს

$$M_{\text{ფ}} = \left[P_1 \frac{L+0,5\lambda}{2L} + P_2 \frac{L-1,5\lambda}{2L} \right] \frac{L-0,5\lambda}{2},$$

ზედა და ქვედა სარტყლის საშუალო ინერციის მომენტს

$$I_{\text{საშ}} = (F_{\text{ზედა}} + F_{\text{ქვედა}}) \frac{h^2}{4}$$

და შევამოწმებთ მოძრავი დატვირთვით გამოწვეულ ჩაღუნვას

$$y = \frac{M_0 \cdot L^3}{8 EI_{\text{ს-გ}}} \leq \frac{L}{700},$$

სადაც $E = 2 \cdot 10^6$ კგ/სმ² $= 206 \cdot 10^3$ მწ/მ² არის მასალის დრეკადობის მოდული.

იმავე წესით ვიანგარიშებთ აგრეთვე გვერდით ფერმასაც, მხოლოდ აქ არ გვექნება მოძრავი დატვირთვა და ამიტომ შემომოყვანილ ფორმულებში მხოლოდ მუდმივი დატვირთვით გამოწვეული ძალები შევა.

ჰორიზონტალური ფერმის გასაანგარიშებლად ორი დიაგრამა აიგება. კრემონის დიაგრამა — მუდმივი დატვირთვით გამოწვეული ძალებისა და მეორე — ერთ-ერთი ზემოთ განხილული მეთოდით აგებული დიაგრამა მოძრავი ძალებისაგან. აქ მუდმივ დატვირთვას წარმოადგენს ამწის საერთო წონით (დამუხრუჭების დროს) გამოწვეული ინერციის ძალა, რომელიც ფერმის ყველა კვანძზე თანაბრადაა განაწილებული, და მოძრავ დატვირთვას კი — ურიკის (ტვირთთან ერთად) დამუხრუჭებით გამოწვეული ინერციის ძალა. ეს დატვირთვებია

$$P_{\text{აგ}} = m \cdot a = m \frac{V}{t},$$

სადაც m არის ამწის ან ურიკის (ტვირთთან ერთად) მასა, a — ამწის აჩქარება, V — ამწის გადაადგილების სიჩქარე და t — დამუხრუჭების დრო.

თუ ამწის გადაადგილების უდიდეს სიჩქარეს ავიღებთ $V = 120$ მ/წთ. და დამუხრუჭების დროს კი $t = 2$ წმ, მივიღებთ ინერციის ძალის საანგარიშო (უდიდეს) მნიშვნელობას

$$P_{\text{აგ}} = \frac{120 \cdot G}{2g \cdot 60} \approx 0,1 G = 0,1 P,$$

სადაც G არის ამწის საკუთარი წონა და P — ურიკის საგორავზე მოსული დატვირთვა (საგორავის რელსზე დაჭერის ძალა $P_1 = P_2 = P$).

მიღებული მნიშვნელობით გავიგებთ კვანძურ დატვირთვებს

$$q = \frac{0,1 G}{2(n-1)}$$

და გამოვიანგარიშებთ საყრდენ რეაქციებს

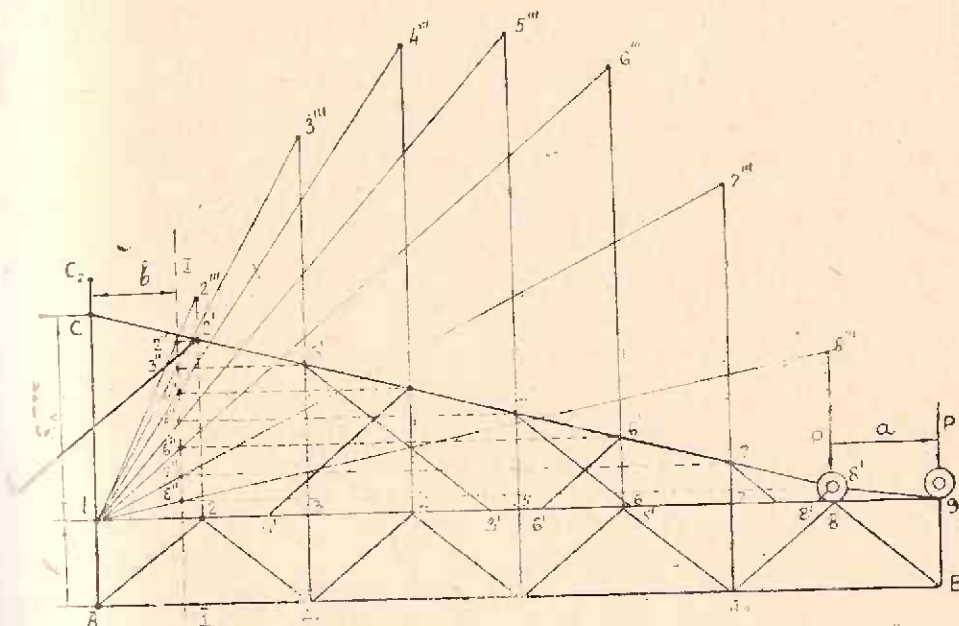
$$R_A = R_B = \frac{0,1 G}{2 \cdot 2}.$$

ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად ავაგებთ კრემონის დიაგრამას (იხ. [3] გვ. 97).

მოძრავი დატვირთვისათვის ავაგებთ ბიულცის დიაგრამას, რისთვისაც ჯერ გავიგებთ რეაქციის ძალებს ისე, როგორც ეს გვექონდა ზემოთ მთავარი ფერმისათვის (ანალიზურად ან გრაფიკულად) და მოვახდენთ სათანადო გადაზომვებს. მივიღებთ $C-8'$ გავლენის ხაზს (ნახ. 2.56). ფერმის სათანადო კვანძებიდან აღვმართოთ ორდინატები $2-2'$ $3-3'$, $4-4'$, $5-5'$, $6-6'$ და $7-7'$ (გავლენის ხაზის გადაკვეთამდე), და A საყრდენიდან b მონაკვეთის ტოლ მანძილზე გავატაროთ ვერტიკალური ხაზი $I-I$ (b მანძილი ფერმის სივანის ტოლია). ამ ხაზზე, $2'$, $3'$... $8'$ წერტილებიდან დავუშვათ პერპენდიკულარები. მიღებული $2''$, $3''$, $4''$... $8''$ წერტილები შევეუერთოთ $I-I$ წერტილის და გავავრცელოთ ფერმის კვანძებიდან აღმართული ორდინატების გავრ-

ძელების გადაკვეთამდე. მაშინ მონაკვეთები $2-2''$, ..., $8-8''$, სათანადოდ, ღეროებში მოქმედ ძალებს გამოსახვენ:

$$S_{A-A_1}=2-2''; \quad S_{2-3}=S_{3-4}=3-3''; \quad S_{A_1-A_2}=4-4''; \quad S_{4-5}=S_{5-6}=5-5''; \\ S_{A_2-A_3}=6-6''; \quad S_{6-7}=S_{7-8}=7-7''; \quad S_{A_3-B}=8-8''.$$



ნახ. 2.56.

$A-2$ ირიბანში მოქმედი ძალის მისაღებად $2'$ წერტილიდან გავატარებთ ამ ირიბ-ნის პარალელურ ხაზს ზედა სარტყლის ($1-2$ ღეროს) გადაკვეთამდე. შემდეგ $3'$ -დან გავატარებთ $2-A_1$ ირიბნის პარალელურ ხაზს (აგრეთვე ზედა სარტყლის გადაკვეთამდე) და ა. შ. მიღებული მონაკვეთები განსაზღვრავს ირიბნებში მოქმედ ძალებს:

$$S_{A-2}=2'-2'; \quad S_{2-A_1}=3'-3'; \quad S_{A_1-A_2}=4'-4'; \quad S_{4-A_3}=5'-5'; \\ S_{A_3-A_6}=6'-6'; \quad S_{6-A_7}=7'-7'; \quad S_{A_7-8}=8'-8'.$$

ტრებში მოქმედი ძალები კვანძური დატვირთვის ტოლია.

თუ შევაჯამებთ ორივე დიაგრამიდან აღებულ თანასახელა ღეროებში მოქმედ ძალებს და დავადგენთ მათ შორის უდიდესს, ადვილად შევამოწმებთ კვეთში არსებულ ძაბვებს.

2. ერთნაირი მიმართულების ირიბნებიანი ფერმა

ისე, როგორც სხვადასხვა მიმართულების ირიბნებიანი ფერმაში გვქონდა, აქაც დავადგენთ დამახასიათებელ ზომებს (იხ. ზემოთ) და გავიანგარიშებთ კვანძურ და მოძ-რად დატვირთვებს. ამ დატვირთვებისათვის ავაგებთ სათანადო დიაგრამებს, საიდანაც გავიგებთ ფერმის ცალკეულ ღეროში მოქმედ ძალებს. განვიხილოთ ამ დიაგრამების მიგება.

1. კ რ ე მ ო ნ ის დ ი ა გ რ ა მ ი ს ა გ ე ბ ა მ უ დ მ ი ვ ი დ ა ტ ვ ი რ თ-ის ა თ ვ ი ს. ამ დიაგრამის ასაგებად წინასწარ დაინიშნება ფერმის გაბარიტული ზომები (მოცემული L გაწვდომის მიხედვით) და ძალების (პანელების) რიცხვი ისე, რომ შეესაბამებოდეს მანქანები

როგორც ეს გვეჩვენა სხვადასხვა მიმართულების ირიბნივნიანი ფერმის შემთხვევაში (იხ. ზემოთ). ამის შემდეგ დავადგენთ მუდმივი დატვირთვის მნიშვნელობას. მთავარი ფერმისათვის ამ დატვირთვაში შედის: 1) მთავარი ფერმის საკუთარი წონა, რომელიც მიახლოებით შეიძლება გამოვიანგარიშოთ ემპირიული ფორმულიდან (იხ. გოგოშვილის მანის მიხედვით):

$$G_{\text{ფ}} = 10Q \cdot (L - 5) + 700 \text{ კგ, თუ } Q = 5 \div 39 \text{ ტ}$$

და

$$G_{\text{ფ}} = 10Q \cdot (L - 5) \text{ კგ, თუ } Q = 40 \div 75 \text{ ტ}$$

(ამ ფორმულებში Q არის ტვირთამწეობა, რომელიც ტონობით უნდა ჩაისვას, და L — მეტრის ფარგლებში), L — მოცემული გაწვდომა, δ — ფურცლის მოცემული სისქე და γ — კუთრი წონა ($\delta = 5$ მმ სისქის ფურცლისათვის $\gamma = 32,25 \text{ კგ/მ}^2 = 345,8 \text{ ნ/მ}^2$);

2) ორი პორიზონტალური ფერმის საკუთარი წონის ნახევარი, რომელიც შეიძლება გავიგოთ მთავარი ფერმის წონის მიხედვით ემპირიული დამოკიდებულებიდან:

$$0,5 \cdot 2 G_{\text{ფ}} = 0,5 \cdot 2 \frac{G_{\text{ფ}}}{6}, \text{ ე. ი. } G_{\text{ფ}} = \frac{G_{\text{ფ}}}{6};$$

3) ფენილის საკუთარი წონის ნახევარი, რომელიც ფურცლის ცნობილი სისქის და კუთრი წონის მიხედვით არის

$$G_{\text{ფენ}} = bL\delta\gamma,$$

სადაც b არის პორიზონტალური ფერმის სიგანე (წინასწარაა შერჩეული $b \approx 0,8 \div 1,0$ მეტრის ფარგლებში), L — მოცემული გაწვდომა, δ — ფურცლის მოცემული სისქე და γ — კუთრი წონა ($\delta = 5$ მმ სისქის ფურცლისათვის $\gamma = 32,25 \text{ კგ/მ}^2 = 345,8 \text{ ნ/მ}^2$);

4) გადასადგილებელი მექანიზმის, მემანქანის ჯიხურისა და სხვათა წონის, რომლებიც ფერმის გარკვეულ კვანძებში გადაეცემა (ეს წონები ცნობილია).

თუ ჩავთვლით, რომ უკანასკნელი დატვირთვა ყველა კვანძზე თანაბრად ნაწილდება, მივიღებთ კვანძურ დატვირთვას:

$$q = \frac{\sum G \cdot k}{n - 1},$$

სადაც $\sum G$ არის ზემოჩამოთვლილი წონების ჯამი, $k = 1, 1$ — ბიძგების კოეფიციენტი, n — კვანძების რიცხვი (ორი განაპირა კვანძი ერთ კვანძად ითვლება, ვინაიდან თითოეულ მათგანზე დატვირთვის ნახევარი მოდის).

ამის შემდეგ გამოვიანგარიშებთ R_A და R_B რეაქციებს და კვანძურ დატვირთვებს გადავზომათ თანამიმდევრობით (გარკვეულ მასშტაბში) ისე, როგორც ეს ნახევრებია 2.57 ნახაზზე. (ფერმა წინასწარ გვეჩვენა დანომრილი ცალკე უბნების მიხედვით). დიაგრამის აგებას ვიწყებთ A კვანძიდან, სადაც თავს იყრის ორი უცნობძილიანი 1—41 და 15—41 ღერო (ნახ. 2.57 ა). დიაგრამის საწყისი (1-ლ) წერტილიდან გავატარებთ 1—41 ღეროს პარალელურ და მე-15 წერტილიდან (დიაგრამის შუა წერტილიდან) 15—41 ღეროს პარალელურ ხაზებს. მათი გადაკვეთა მოგვცემს 41-ე წერტილს და მაშინ ღეროებში მოქმედი ძალები იქნება

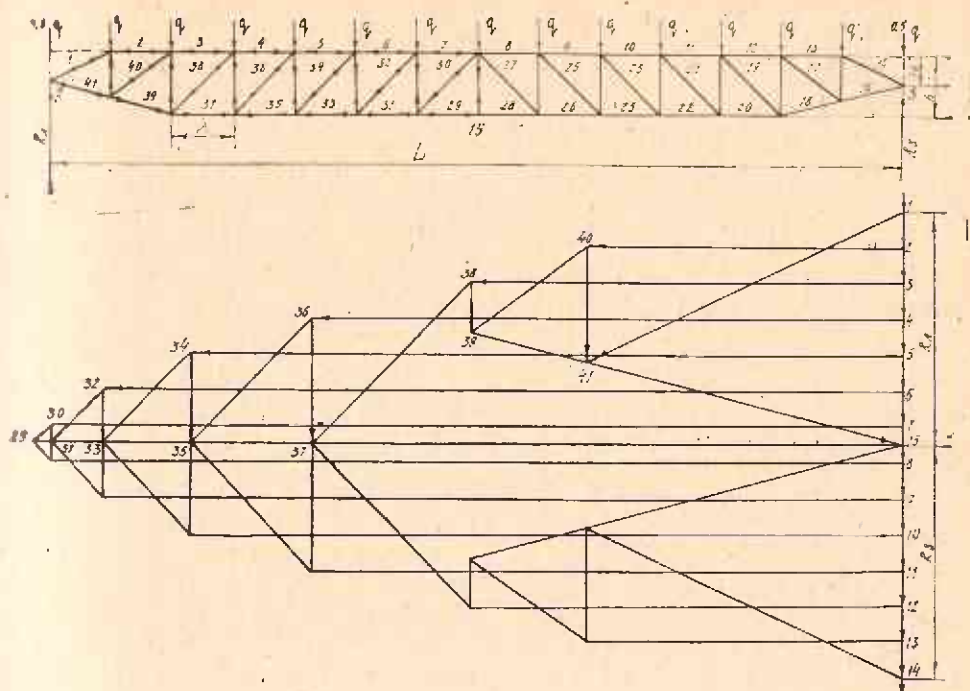
$$S_{1-41} = 1-41 \text{ და } S_{15-41} = 15-41.$$

მათ ნიშნებს დავადგენთ კონტურის შემოვლის მეთოდით (იხ. ზემოთ).

ახლა განვიხილოთ მე-2 კვანძი, სადაც უცნობი ძალის ღეროებია 2—40 და 40—41. ამ ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად დიაგრამის მე-2 წერტილიდან გავატარებთ პორიზონტალური ხაზი და წინათ მიღებული 41-ე წერტილიდან კი ვერტიკალური ხაზი. მაშინ მათი გადაკვეთით მივიღებთ

$$S_{2-40} = 2-40 \text{ და } S_{40-41} = 40-41.$$

სქოთნევეში
ი. მთავარი
ია, რომე
ინე. გოლ



ნახ. 2.57.

მე-2 კვანძის მოპირდაპირე კვანძში თავს იყრის 40—39 და 15—39 ღეროები. ამ ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად დიაგრამის მე-40 წერტილიდან გავატარებთ 39—40 ღეროს პარალელურ ხაზს და 41-ე წერტილიდან კი 15—39 ღეროს პარალელურს (ეს უკანასკნელი იქნება 15—41-ის გაგრძელება). მივიღებთ 39-ე წერტილს, რომელიც განსაზღვრავს ამ ღეროებში მოქმედ ძალებს:

$$S_{39-40} = \overline{39-40} \quad \text{და} \quad S_{15-39} = \overline{15-39}.$$

მორიგი კვანძი იქნება მე-3, სადაც უცნობია 3—38 და 38—39 ღეროებში მოქმედი ძალები. მათ გასაგებად დიაგრამის მე-3 წერტილიდან გავატარებთ პარიზონტალურ ხაზს და 39-ე წერტილიდან კი ვერტიკალურს. მივიღებთ 38-ე წერტილს და მაშინ ძალები იქნება:

$$S_{3-38} = \overline{3-38} \quad \text{და} \quad S_{38-39} = \overline{38-39}.$$

თუ გავიმეორებთ მსგავს აგებებს ყველა კვანძისათვის (უნდა გვახსოვდეს, რომ განსახილველ კვანძში მხოლოდ ორი უცნობძალიანი ღერო უნდა შედიოდეს), მივიღებთ ღეროებში მოქმედ ძალებს როგორც სიდიდით, ისე მიმართულებით (აგება საკმარისია ვაწარმოთ ვაწვდომის შუაში მდებარე კვანძამდე, ვინაიდან სიმეტრიულობის გამო ღეროებში მოქმედი ძალები იმავე სიდიდისა და მიმართულების გამოვა. ეს ნათლად ჩანს აქ მოყვანილი დიაგრამიდან).

2. დ ი ა გ რ ა მ ე ბ ი ს ა გ ე ბ ა მ ო ძ რ ა ვ ი დ ა ტ ვ ი რ თ ვ ი ს ა თ ვ ი ს. ამ დიაგრამების ასაგებად გამოვიყენოთ სხვადასხვა მიმართულების ირიბნებისანი ფერმის გაანგარიშების დროს (იხ. ზემოთ) განხილული დიაგრამების აგების მეთოდები.

ა) ძალების აგება გავლენის ხაზების მეთოდით. ზემოთ გვქონდა აღნიშნული, რომ, როცა ურეკის მარცხენა საგორავი შემდგარია ფერმის რომელიმე კვანძზე, მაშინ უდიდესი ძალა ამ კვანძთან დაკავშირებულ ორ ღეროში წარმოიქმნება (იხ. ნახ. 2.46).

ლეროში მოქმედი უდიდესი ძალის გასაგებად განვიხილოთ ურიკის სხვადასხვა მდგომარეობები (კვანძებზე).

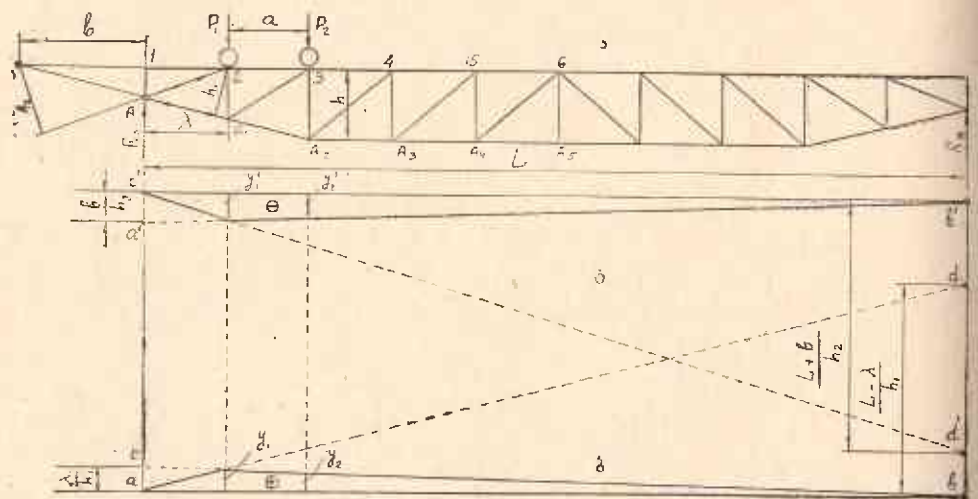
პირველი მდგომარეობა. ურიკის მარტყენა საგორავი მე-2 კვანძზე შემდგარი (ნახ. 2.58 ა). ამ მდგომარეობაში ზედა სარტყლის 1—2 ლერო, დარტყენითაა (ნულოვანია) და 1—A დგარზე მოქმედი ძალა კი თვით R_A რეაქციის ძალის ტოლია (რეაქციის ძალის გამოანგარიშება ჩვეულებრივი წესით წარმოებს — ანალიზურად ან გრაფიკულად). ქვედა სარტყლის A—A₁ ლეროსათვის რიტერის წერტილი მე-2 კვანძში გვექნება და ამიტომ წონასწორობის პირობა იქნება:

$$R_A \cdot \lambda - S_{A-A_1} \cdot h_1 = 0 \text{ და } -R_B(L-\lambda) + S_{A-A_1} \cdot h_1 = 0,$$

სადაც h_1 არის ძალის მხარი (პერპენდიკულარი, დამკვეთი A—A₁-ზე). აქედან მივიღებთ ლეროში მოქმედ ძალას

$$S_{A-A_1} = \frac{R_A \cdot \lambda}{h_1} \text{ და } S_{A-A_1} = \frac{R_B(L-\lambda)}{h_1},$$

საიდანაც ჩანს, რომ ამ ლეროში მოქმედი ძალა ვამკვეთავთ (მიმართულია კვანძიდან).



ნახ. 2.58.

თუ R_A და R_B რეაქციებს ჩავთვლით ერთის ტოლად, მაშინ A და B საყრდენებს ქვევით, საბაზისო ხაზის ზევით, გადავზომავეთ ორდინატებს (ნახ. 2.58 ბ):

$$ac = \frac{\lambda}{h_1} \text{ და } bd = \frac{L-\lambda}{h_1} = \frac{9\lambda}{h_1},$$

მივიღებთ გავლენის ხაზებს, რომელთა გადაკვეთა უნდა მოხდეს რიტერის წერტილის ქვეშ.

მიღებულ y_1 და y_2 ორდინატებს გადავამრავლებთ P_1 და P_2 ძალებზე და შეჯამებით მივიღებთ საძიებელ ძალას (დიაგრამის მასშტაბის გათვალისწინებით):

$$S_{A-A_1} = y_1 \cdot P_1 + y_2 \cdot P_2 = P(y_1 + y_2).$$

A—2 ირიბანში მოქმედი ძალის მისაღებად ჯერ ვიპოვიოთ რიტერის წერტილის, რომელიც 1—2 და A—A₁ ლეროების გადაკვეთაში მდებარეობს (ნახ. 2.58 ა). ამ წერ-

ტილიდან აღნიშნული ღეროს პერპენდიკულარი დავუშვათ, მივიღებთ ძალის მხარს h_2 -ს. მაშინ წონასწორობის პირობა იქნება:

$$-R_A \cdot b - S_{A-2} \cdot h_2 = 0 \text{ და } -R_B(L+b) - S_{A-2} \cdot h_2 = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A-2} = -\frac{R_A \cdot b}{h_2} \text{ და } S_{A-2} = -\frac{R_B(L+b)}{h_2}.$$

მიღებული უარყოფითი ნიშანი გვიჩვენებს, რომ წინასწარ აღებული ნიშანი სწორი არაა, ის უნდა შეიცვალოს საწინააღმდეგოთი და, მაშასადამე, განსახილველი ირიბანი იკუმშება (ძალა მიმართულია კვანძისაკენ);

გადავზომოთ ორდინატები

$$a'c' = -\frac{b}{h_2} \text{ და } b'd' = -\frac{L+b}{h_2},$$

მივიღებთ გავლენის ხაზებს; სათანადო ორდინატების (ნახ. 2.58 გ) სავორაგების დაჭერის ძალაზე გადამრავლებითა და შეკრებით გავიგებთ ირიბანში მოქმედ ძალას

$$S_{A-2} = y_1' \cdot P_1 + y_2' \cdot P_2 = P(y_1' + y_2').$$

მეორე მდგომარეობა. ურეის მარცხენა სავორავი მე-3 კვანძზეა (ნახ. 2.59 ა). ამ მდგომარეობაში ზედა სარტყლის 2—3 ღეროსათვის რიტერის წერტილი გვექნება A_2 კვანძში და ამიტომ წონასწორობის პირობა იქნება:

$$R_A \cdot 2\lambda + S_{2-3} \cdot h = 0 \text{ და } -R_B(L-2\lambda) - S_{2-3} \cdot h = 0,$$

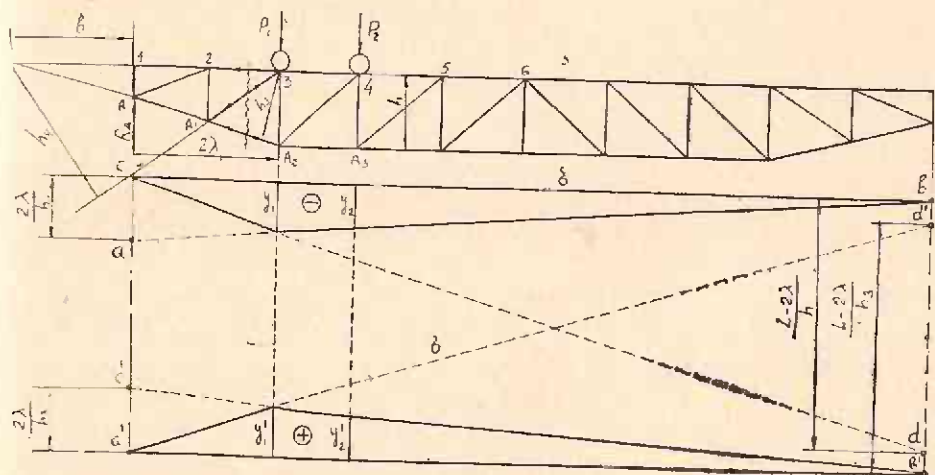
საიდანაც

$$S_{2-3} = -\frac{R_A \cdot 2\lambda}{h} \text{ და } S_{2-3} = -\frac{R_B(L-2\lambda)}{h}.$$

თუ შევცვლით ნიშნებს, დავასკვნით, რომ ეს ღერო იკუმშება.

გავლენის ხაზების ასაგებად გადავზომოთ სიდიდეები (ნახ. 2.59 ბ):

$$ac = \frac{2\lambda}{h} \text{ და } bd = \frac{L-2\lambda}{h}.$$



ნახ. 2.59.

რიტერის წერტილის ქვეშ მიღებული გადაკვეთის წერტილი მოგვცემს ეპიურას, რომლის y_1 და y_2 ორდინატების (გარკვეულ მასშტაბში) P_1 და P_2 ძალებზე გადამრელებით მივიღებთ 2—3 ღეროში მოქმედ ძალას

$$S_{2-3} = y_1 \cdot P_1 + y_2 \cdot P_2 = P(y_1 + y_2).$$

$A_1—A_2$ ღეროში ძალის მისაღებად რიტერის წერტილად მე-3 კვანძი მივიღოთ და აქედან $A_1—A_2$ -ზე დავუშვათ h_3 პერპენდიკულარი (ნახ. 2.59 ა). მაშინ წონასწორობის პირობა ასე დაიწერება:

$$R_A \cdot 2\lambda - S_{A_1-A_2} \cdot h_3 = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L - 2\lambda) + S_{A_1-A_2} \cdot h_3 = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A_1-A_2} = \frac{R_A \cdot 2\lambda}{h_3} \quad \text{და} \quad S_{A_1-A_2} = \frac{R_B(L - 2\lambda)}{h_3}.$$

თუ გადავზომავთ სიდიდეებს

$$a'c' = \frac{2\lambda}{h_3} \quad \text{და} \quad b'd' = \frac{L - 2\lambda}{h_3},$$

მივიღებთ y_1' და y_2' ორდინატებს და მაშინ ქვედა სარტყლის $A_1—A_2$ ღეროში მოქმედი ძალა

$$S_{A_1-A_2} = y_1' \cdot P_1 + y_2' \cdot P_2 = P(y_1' + y_2').$$

$A_1—3$ ირიბანში მოქმედი ძალის გასაგებად ვიპოვით რიტერის O წერტილის ისეთი როგორც ეს გვექონდა $A—2$ ირიბისათვის (იხ. ნახ. 2.58 ა). აქედან დავუშვებთ h_4 პერპენდიკულარს ($A_1—3$ მიმართულზე) და მაშინ წონასწორობის პირობა იქნება:

$$-R_A \cdot b - S_{A_1-3} \cdot h_4 = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L + b) - S_{A_1-3} \cdot h_4 = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A_1-3} = -\frac{R_A \cdot b}{h_4} \quad \text{და} \quad S_{A_1-3} = -\frac{R_B(L + b)}{h_4}.$$

წინა შემთხვევის ანალოგიურად ავაგებთ გავლენის ხაზებს და სათანადო ორდინატების გათვალისწინებით მივიღებთ $A_1—3$ ირიბანში მოქმედ ძალას (ეპიურა 2.58 ნახაზზე არაა ნაჩვენები).

მ ე ს ა მ ე მ ღ გ ო მ ა რ ე ო ბ ა. ურიყის მარცხენა საგორავი მე-4 კვანძზე (ნახ. 2.60 ა). ვინაიდან ასეთ შემთხვევაში რიტერის წერტილი უსასრულოებაში იმყოფება, წონასწორობის პირობა მომენტების ჯამის სახით არ დაიწერება და საჭიროა გვეზიარებოდეს მიღების ჯამის აღება. თუ გვეცოდინება ირიბის დახრის კუთხე α , დავწერთ წონასწორობის პირობას:

$$R_A - S_{A_2-4} \cdot \sin \alpha = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A_2-4} = \frac{R_A}{\sin \alpha}.$$

როცა ურიყის მარცხენა საგორავი აღებულია $a—a$ კვეთის მარჯვენა მხარეზეა, მაშინ წონასწორობის პირობაა:

$$R_A - S_{A_2-4} \cdot \sin \alpha - P_1 = 0,$$

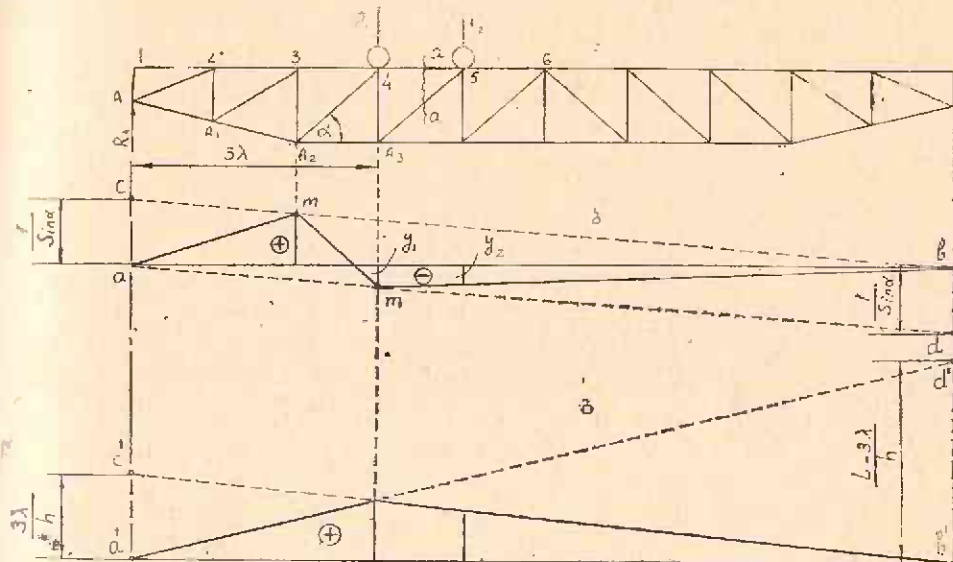
საიდანაც

$$S_{A_2-4} = \frac{R_A - P_1}{\sin \alpha} = -\frac{R_B}{\sin \alpha}.$$

მაშასადამე, ამ ირიბანში მოქმედი ძალის მისაღებად საბაზისო ხაზიდან უნდა გადაიზომოს მონაკვეთები (ნახ. 2.60 ბ):

$$ac = \frac{1}{\sin \alpha} \quad \text{და} \quad bd = -\frac{1}{\sin \alpha}$$

და მიღებული წერტილები შევედრეთ საბაზისო ხაზის საწყის და ბოლო წერტილებს.



ნახ. 2.60.

კვანძების დაგეგმილებით მივიღებთ $m-m$ ხაზს, რომელიც დიაგრამას ორწახილად ყოფს და მაშინ მიღებული ორდინატების P_1 და P_2 -ზე გამრავლებითა და შემდეგ შეჯამებით მივიღებთ საძიებელ ძალას (გეგმავი):

$$S_{A_1-A_3} = y_1 \cdot P_1 + y_2 \cdot P_2 = P(y_1 + y_2).$$

A_2-A_3 ღეროში მოქმედ ძალას გავიგებთ წონასწორობის პირობიდან (ნახ. 2.60ა):

$$R_A \cdot 3\lambda - S_{A_2-A_3} \cdot h = 0 \quad \text{და} \quad -R_B(L-3\lambda) + S_{A_2-A_3} \cdot h = 0,$$

საიდანაც

$$S_{A_2-A_3} = \frac{R_A \cdot 3\lambda}{h} \quad \text{და} \quad S_{A_2-A_3} = \frac{R_B(L-3\lambda)}{h};$$

თუ საბაზისო ხაზიდან გადავზომავთ ორდინატებს (ნახ. 2.60 ბ):

$$a'c' = \frac{3\lambda}{h} \quad \text{და} \quad b'd' = \frac{L-3\lambda}{h}$$

და მიღებულ წერტილებს შევედრებთ, გავიგებთ y_1' და y_2' ორდინატების მნიშვნელობებს.

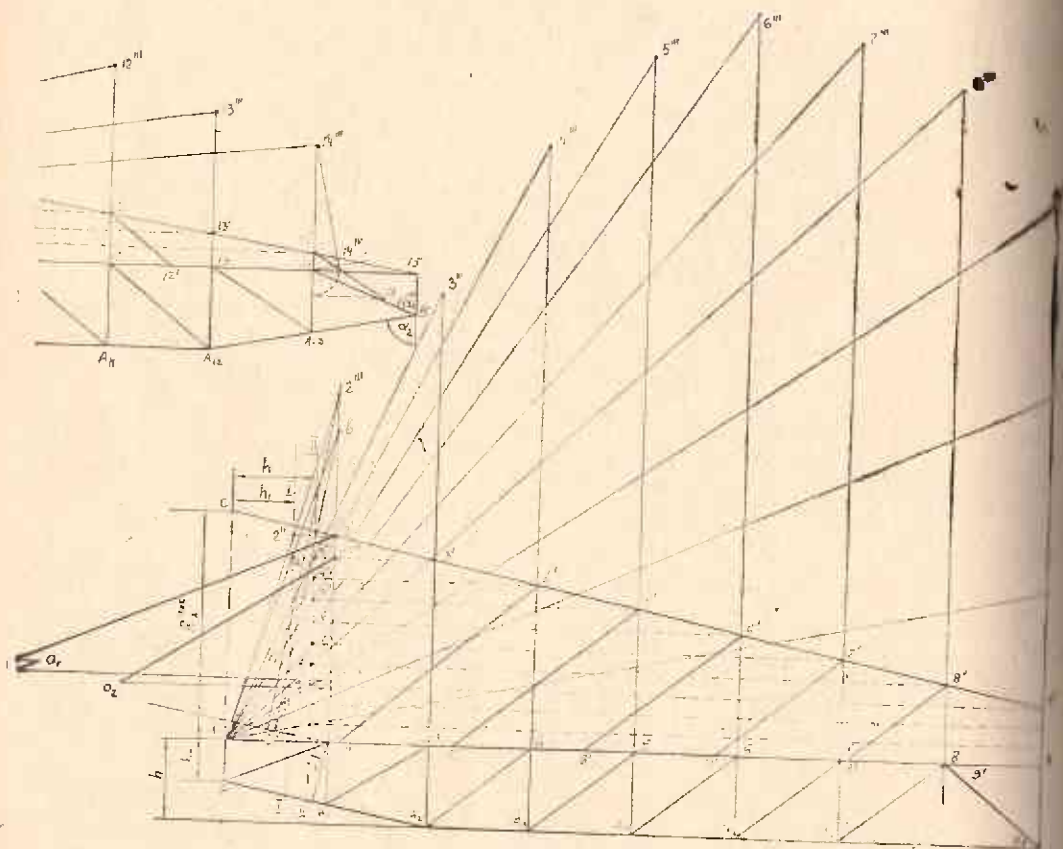
ღეროში მოქმედი საძიებელი ძალა (გამჭიმიავი)

$$S_{A_2-A_3} = y_1' \cdot P_1 + y_2' \cdot P_2 = P(y_2' + y_2').$$

ანალოგიურად გაიგება ღეროებსა და ირიბნებში მოქმედი ძალები ყველა დანარჩენი მდგომარეობისათვის.

ბ) ძალეების აგება ბიულცაზიმუსის მეტოდით. დავუშვათ, გენთ ფერმის დამახასიათებელ ზომებს (იხ. ზემოთ) და გამოვიანგარიშებთ ერთ-ერთ საყრდენის რეაქციის ძალის უდიდეს და უმცირეს მნიშვნელობებს. ფერმის პირველი კვანძიდან (ნახ. 2.61) გადავზომათ უდიდეს $R_A^{\max}$ რეაქციის და უკანასკნელის წინა დებარე კვანძიდან (ამ შემთხვევაში მე-14 კვანძიდან) კი—უმცირეს $R_A^{\min} = 14 - 14 = 0$ რეაქციას. მიღებული წერტილების შეერთება მოგვცემს რეაქციის გავლენის ხაზს $c-14'$. შუალედი კვანძებიდან აღვმართავთ ორდინატებს $2-2', 3-3', \dots, 13-13'$ პირველი კვანძიდან მარჯვნივ h_1 და h მანძილზე გავავლებთ I—I და II—II ვერტიკალურ ხაზებს, $2'$ წერტილიდან გავატარებთ პორიზონტალურ ხაზს I—I-ის გადაკვეთამდე და მიღებულ $2''$ წერტილს შევეერთებთ 1-ლ კვანძთან და გავაგრძელებთ (მიღებულ ხაზს) $2-2'$ ორდინატის გაგრძელების გადაკვეთამდე. მაშინ $2-2''$ მონაკვეთი გამოსახავს ქვედა სარტყლის $A-A_1$ ლეროში მოქმედ ძალას. ეს ძალა გამჭიმავის (იხ. ზემოთ).

ამის შემდეგ $3'$ წერტილიდან II—II ვერტიკალზე დავუშვებთ $3'-3''$ პერპენდიკულარს და მიღებულ წერტილს შევეერთებთ 1-ლ კვანძთან. $1-3''$ ხაზის გაგრძელება $3-3'$ ორდინატის გაგრძელებასთან გადაკვეთაში მოგვცემს $3'''$ წერტილს. ესაათანადოდ $3-3''' = S_{2-3} \approx S_{A_1-A_2}$. ანალოგიურად, $4'$ წერტილიდან II—II ვერტიკალზე დავუშვებთ $4'-4''$ პერპენდიკულარს. მიღებულ $4''$ წერტილს შევეერთებთ 1-ლ კვანძთან და გავაგრძელებთ $4-4'$ ორდინატის გაგრძელების გადაკვეთამდე, მივიღებთ ძალას $4-4''' = S_{3-4} = S_{A_2-A_3}$.



ნახ. 2.61.

დავად-
ერო-ერთი
პირველი
ის წინამ-
14—14
ერის ხაზს
13—13'
ვერტიკა-
დაკვეთამ-
ებთ (მი-
მონაკვე-
მჭიმავია
პერპენ-
დაგრობ-
ის და
ვერტი-
კალურებზე
მივი-

თუ გავიმეორებთ ამ წესს ყველა კვანძისათვის, გავიგებთ ზედა და ქვედა სარტყლის ყველა ღეროში მოქმედ ძალებს. ზედა სარტყლის ღეროების ძალები მკუმშავია და ქვედასი — გამჭიმავი.

ირიბნებში მოქმედი ძალების მისაღებად შემდეგნაირად მოვიქცევით. მე-2 წერტილიდან გავატარებთ ქვედა სარტყლის პარალელურ ხაზს და მასზე 2''' წერტილიდან დავუშვებთ პერპენდიკულარს. მიღებული 2—2^{IV}-ის ტოლი რადიუსით შემოვწერთ (მე-2 კვანძიდან) რკალს 2—2'. ორდინატის გადაკვეთამდე. 2^V წერტილიდან გავატარებთ პორიზონტალურ ხაზს და 2' წერტილიდან კი A—2 ირიბნის პარალელურს. მათ გადაკვეთაში მივიღებთ O₁ წერტილს, რომელიც განსაზღვრავს A—2 ირიბანში მოქმედ ძალას

$$S_{A-2} = \overline{O_1-2'}.$$

ამის შემდეგ 3'—3'' პორიზონტალურ ხაზს გავაგრძელებთ I—I ვერტიკალის გადაკვეთამდე. მიღებულ a წერტილს შევეერთებთ 1-ლ კვანძთან და გავაგრძელებთ 2—2' ორდინატის b წერტილში შეხვედრამდე. ამ წერტილიდან დავუშვებთ ქვედა სარტყლის პარალელურ ხაზზე (ის მე-2 კვანძიდანაა გავლებული) პერპენდიკულარს და მიღებულ წერტილზე შემოვწერთ რკალს 2—2' ორდინატის გადაკვეთამდე: აქედან გავატარებთ პორიზონტალურ ხაზს და 3^{IV} წერტილიდან კი (ეს, 3'—a ხაზის 2—2' ორდინატთან შეხვედრის წერტილია) A₁—3 ირიბნის პარალელურ ხაზს. მათი შეხვედრის O₂ წერტილი მოგვცემს A₁—3 ირიბანში მოქმედ ძალის სიდიდეს:

$$S_{A_1-3} = \overline{O_2-3^{IV}}.$$

თუ 4' წერტილიდან გავატარებთ A₂—4 ირიბნის პარალელურ ხაზს, მივიღებთ ამ ირიბანში მოქმედ ძალას

$$S_{A_2-4} = \overline{4'-4''}.$$

დანარჩენ ირიბნებში მოქმედი ძალებია:

$$S_{A_3-5} = \overline{5'-5''}; \quad S_{A_4-6} = \overline{6'-6''}; \quad S_{A_5-7} = \overline{7'-7''};$$

$$\dots \dots \dots S_{A_{12}-12} = \overline{12'-12''}.$$

A₁₃—13 ირიბანში მოქმედი ძალის დასაგებად მე-14 კვანძიდან გავატარებთ A₁₃—B ღეროს პარალელურ ხაზს და მასზე 14''' წერტილიდან დავუშვებთ პერპენდიკულარს. მე-14 კვანძიდან 14—14^{IV} რადიუსით შემოვწერთ რკალს 14—A₁₃ დგარის გადაკვეთამდე და აქედან გავატარებთ პორიზონტალურ ხაზს 14' კვანძიდან 13—A₁₃ ირიბნის პარალელურად გატარებულ ხაზის გადაკვეთამდე. 14'—13 მონაკვეთი იქნება 13—A₁₃ ირიბანში მოქმედი ძალა.

14—B ირიბანში მოქმედ ძალას გავიგებთ წონასწორობის პირობიდან (A₁₃—B, 14—B და 15—B ღეროებში მოქმედი ძალების y ღერძზე გეგმილების ჯამიდან):

$$S_{13-B} + S_{14-B} \cos \alpha_1 - S_{A_{13}-B} \cdot \cos \alpha_2 = 0,$$

სადაც $S_{13-B} = R_B = R_A^{\min}$ და $S_{A_{13}-B}$ ცნობილი ძალებია.

დგარებში მოქმედი ძალა იქნება ურიკის საგორავის დაჭერის ძალის ტოლი. ამ ძალებისაგან დგარები კუმშვას განიცდის.

გ ძ ა ლ ე ბ ი ს გ ა გ ე ბ ა კ რ ე მ ო ნ ი ს დ ი ა გ რ ა მ ი ს გ ა მ ო ყ ე ნ ე ბ ი თ. ისე, როგორც ეს განხილული გვექონდა სხვადასხვა მიმართულების ირიბნებიანი ფერმისათვის, აქაც გამოვიანგარიშებთ რეაქციის ძალის უდიდეს და უმცირეს მნიშვნელობებს (ეს შეიძლება ანალიზური ან გრაფიკული ხერხით) და ავაგებთ გავლენის ხაზს (ნახ. 2.62 ბ) • შემდეგ ჩამოვაგვეგმილებთ ყველა კვანძს AB საბაზისო ხაზზე,

მივიღებთ ურეის მარცხენა საგორავის ცალკე კვანძებზე მდებარეობის შესაბამის რეაქციის ძალებს $y_1, y_2, y_3 \dots y_{13}$ ორდინატების სახით.

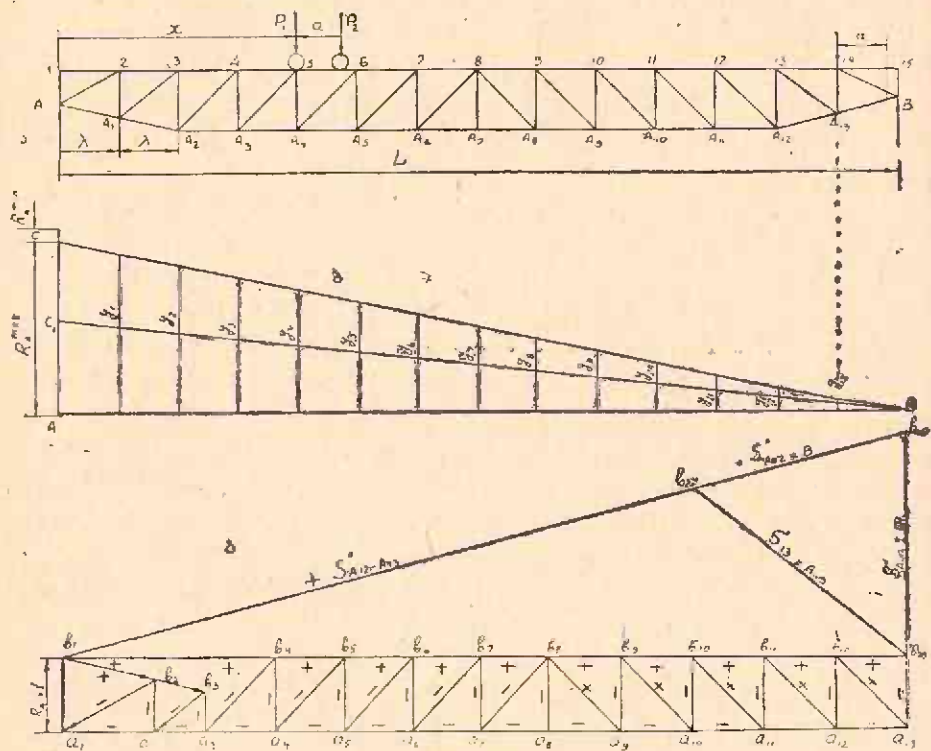
ამის შემდეგ ავაგებთ კრემონის დიაგრამას $R_A=1$ მნიშვნელობისათვის, რისთვისაც გადავზომავთ მონაკვეთს (ნახ. 2.62 გ)

$$R_A=1=\overline{a_1-b_1}.$$

დიაგრამის აგებას დავიწყებთ A კვანძიდან (ნახ. 2.62 ა), სადაც თავს იყრის სამი $A-1$, $A-2$ და $A-A_1$ ღერო, რომელთაგან პირველ ღეროში მოქმედი ძალა ცნობილია (ის რეაქციის ძალის ტოლია) და, მაშასადამე, ორი უკანასკნელი იქნება უცნობი ძალის ღერო (1-ლი კვანძის განხილვა არაფერს მოგვცემს, ვინაიდან, როგორც ცნობილია, 1—2 ღერო ნულოვანია, ე. ი. დაუტვირთავი). ერთეული ძალის a_1 წერტილიდან (ნახ. 2.62 გ) გავატარებთ $A-2$ ღეროს პარალელურ და b_1 წერტილიდან კი $A-A_1$ ღეროს პარალელურ ხაზს. მათი b_2 წერტილში გადაკვეთა მოგვცემს საძიებელ ძალებს:

$$S_{A-2}^1=\overline{a_1-b_2} \text{ და } S_{A-A_1}^1=\overline{b_1-b_2}.$$

ამ ძალების მიმართულებას კონტურის შემოვლის მეთოდით დავადგენთ (b_1-b_2 მიმართულია კვანძიდან და ამიტომ ის გამჭიმავი ძალაა, a_1-b_2 კი მიმართულია კვანძისაკენ და ამიტომ ის მკუმშავია).



ნახ. 2.62.

შემდეგ განვიხილავთ მე-2 კვანძს (ნახ. 2.62 ა), სადაც აგრეთვე ორი უცნობი ძალოვანი ღეროები (2—3 და 2— A_1) იყრის თავს. ამ ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად კრემონის დიაგრამის b_2 წერტილიდან გავატარებთ ვერტიკალურ ხაზს (2— A_1 ღეროს პარალელური) და a_1 -დან პორიზონტალურს (ე. ი. 2—3 ღეროს პარალელურს), მათი გადაკვეთა მოგვცემს a_2 წერტილს (ნახ. 2.62 გ), მაშინ a_2-b_2 მო-

ნაკვეთი გამოსახავს $2-A_1$ დგარში მოქმედ მკუშშავ ძალას და $\overline{a_1-a_2}$ კი $2-3$ ღეროში მოქმედ მკუშშავ ძალას:

$$S'_{2-A_1} = \overline{a_2-b_2} \quad \text{და} \quad S'_{2-3} = \overline{a_1-a_2}.$$

A_1 კვანძში ოთხი ღერო იყრის თავს (ნახ. 2.62 ა), რომელთაგან ორი უკვე ცნობილძალიანია ($A-A_1$ და A_1-2). დანარჩენ ორ ღეროში მოქმედი ძალების გასაგებად დიაგრამის a_2 წერტილიდან (ნახ. 2.62 გ) გავატაროთ A_1-3 ირიბნის პარალელური და b_2 -დან კი A_1-A_3 ღეროს პარალელური ხაზი. მათი გადაკვეთის b_3 წერტილი მოგვცემს საძიებელ ძალებს:

$$S'_{A_1-3} = \overline{a_2-b_3} \quad \text{და} \quad S'_{A_1-A_3} = \overline{b_1-b_3}.$$

მე-3 კვანძისთვის (ნახ. 2.62 ა), სადაც ორი— $3-4$ და $3-A_2$ უცნობძალიანი ღეროებია, დიაგრამის b_3 წერტილიდან (ნახ. 2.62 გ) გავატარებთ ვერტიკალურ ხაზს და a_2 -დან კი პორიზონტალურს. მათ გადაკვეთაში მივიღებთ a_3 წერტილს და მაშინ

$$S'_{3-A_2} = \overline{a_3-b_3} \quad \text{და} \quad S'_{3-4} = \overline{a_1-a_3}.$$

ეს ძალები ორივე მკუშშავია, ვინაიდან თითოეული მიმართულია კვანძისაკენ (ეს დადგინდება კონტურის შემოვლის მეთოდით).

ანალოგიურად გავიგებთ დანარჩენი ღეროების ძალებსაც და თითოეულ მათგანს გადავამრავლებთ გავლენის ხაზის სათანადო ორდინატზე, რომელსაც ნახ. 2.62. ბ დიაგრამიდან ავიღებთ. მივიღებთ ფერმის ღეროებში (ძალებში, ირიბნებსა და დგარებში) მოქმედი ძალის სიდიდეს. ასე, მაგალითად, A_2 კვანძის ღეროებისათვის გვექნება:

$$S_{A_1-A_2} = y_2 \cdot S'_{A_1-A_2}; \quad S_{3-A_2} = y_2 \cdot S'_{3-A_2}; \\ S_{A_2-4} = y_2 \cdot S'_{A_2-4}; \quad S_{A_2-A_3} = y_2 \cdot S'_{A_2-A_3}$$

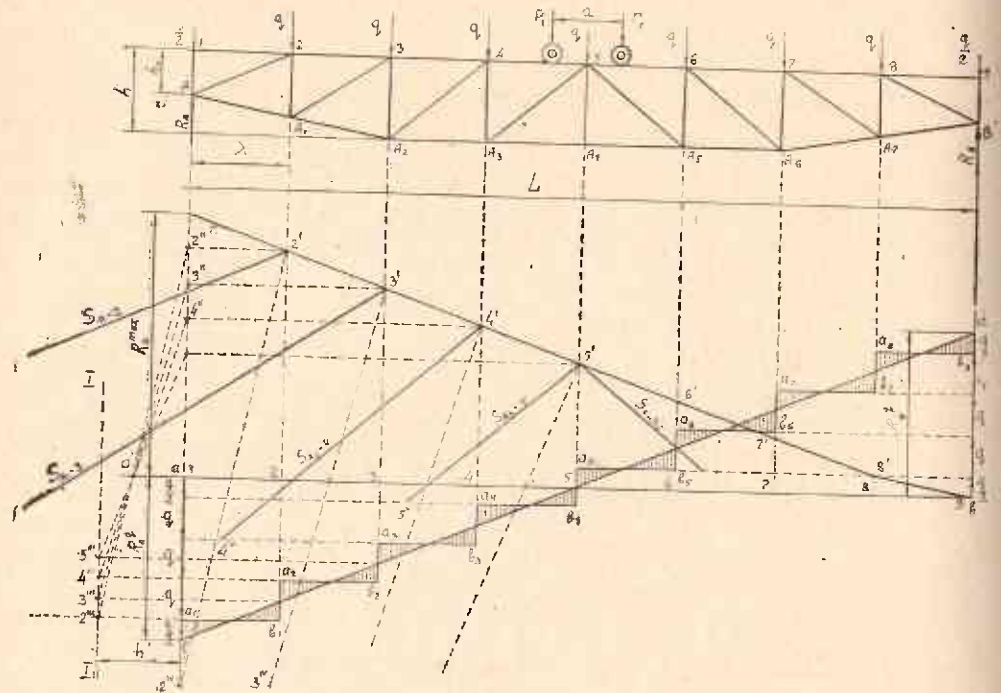
და ა. შ. ყველა კვანძის ღეროებისათვის.

დ) ძალების გაგება გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით. ამ მეთოდით ღეროებში მოქმედი ძალების გასაგებად ჯერ ღეროებში მოქმედი მღუნავი მომენტები უნდა განვსაზღვროთ, რისთვისაც ავაგებთ მღუნავი მომენტის გავლენის ხაზს. მიღებული ორდინატების, სათანადოდ, P_1 და P_2 დატვირთვის ძალებზე გადამრავლებით გვექნება მღუნავი მომენტების მნიშვნელობა, რომელსაც სათანადო მხრებზე გავყოფთ და მივიღებთ ღეროებში მოქმედ ძალებს.

ამ დიაგრამის აგება და მის მიხედვით ღეროებში მოქმედი ძალების გაგება წარმოებს ისე, როგორც ეს გვექონდა სხვადასხვა მიმართულების ირიბნებიანი ფერმისათვის (იხ. ნახ. 2.54).

ე) ძალების აგება ციმერმანის მეთოდით. ამ დიაგრამის აგების წესი დადგენილი იყო სხვადასხვა მიმართულების ირიბნებიანი ფერმისათვის (იხ. ნახ. 2.55). ამ წესის გამოყენებით ძალებს შემდეგნაირად გავიგებთ: გამოვიანგარიშებთ მუდმივი და მოძრავი დატვირთვების რეაქციის ძალებს და გადავზომავთ მათ, სათანადოდ, საბაზისო ab ხაზის ქვევით (ნახ. 2.63ბ) და ზევით (a -დან ქვევით გადავზომავთ R_A^q -ს და b -დან ზევით კი R_B^q -ს. a -დან ზევით $R_A^{\max}$ -ს და b -დან ზევით $b-b' = R_A^{\min}$ -ს), c და d წერტილებს შევავრთებთ cd ხაზით და ავაგებთ გადამჭრელი ძალების ეპიურებს, რისთვისაც თითოეული ძალის ფარგლებში სათანადო ძალის საწყისი წერტილიდან გავატარებთ პორიზონტალურ $a_1b_1, a_2b_2, \dots, a_nb_n$ მონაკვეთებს. $R_A^{\max}$ -ის ბოლო წერტილს შევავრთებთ b' წერტილთან, მივიღებთ მოძრავი დატვირთვის

გავლენის ხაზს, რაც საშუალებას მოგვცემს გავატაროთ $2-2'$, $3-3'$... $7-7'$ ორდინატები. ამის შემდეგ a -დან მარცხნივ ფერმის h სიმაღლის ტოლ მანძილზე გავავლებთ $I-I$ ვერტიკალს და a_1b_1 -ს გავაგრძელებთ მის $2'''$ წერტილში გადაკვეთამდე. $2'$ წერტილიდან გავავლებთ $2'-2''$ პარიზონტალურ ხაზს და მიღებულ $2''$ წერტილს შევეჯერებთ $2'''$ წერტილთან. მაშინ, თუ $2'$ წერტილიდან გავავლებთ $2''-2'''$ ხაზის პარალელურ ხაზს $a-c$ ვერტიკალის გაგრძელების გადაკვეთამდე, მივიღებთ $2''$ მონაკვეთს, რომელიც გამოსახავს ზედა სარტყლის $2-3$ ღეროში მოქმედ ძალას. ამ ხაზის a_2b_1 მონაკვეთთან გადაკვეთის წერტილიდან გავავლებთ პარიზონტალურ ხაზს $I-I$ ვერტიკალის $3'''$ წერტილში გადაკვეთამდე. ამ წერტილს შევეჯერებთ (მან უნდა



ნახ. 2.63.

გაიაროს O წერტილში) $3'$ წერტილიდან გავლებულ $3'-3''$ ხაზთან. თუ მიღებული ხაზის პარალელურად გავავლებთ $3'-3''$ ხაზს $a-c$ ვერტიკალის გაგრძელების გადაკვეთამდე, მივიღებთ A_1-A_2 ღეროში მოქმედ ძალას (იგივე იქნება $A-A_1$ ღეროში მოქმედი ძალაც). ზედა სარტყლის $3-4$ ღეროში მოქმედ ძალას მივიღებთ, თუ $4'$ წერტილიდან გავავლებთ $4'-4''$ ხაზს და აქედან $4''-4'''$ ხაზს, სათანადოდ, a_2b_2 მონაკვეთის გაგრძელების შეხვედრამდე. ამ ხაზის პარალელურად ($4'$ -დან) გავლებული $4'-4'''$ ხაზი მოგვცემს საძიებელ ძალას (იგივე იქნება ქვედა სარტყლის A_2-A_3 ღეროში მოქმედი ძალაც). $A-2$ ირიბანში მოქმედ ძალას მივიღებთ $2'$ -დან $A-2$ -ის პარალელურად გავლებული ხაზის a_1b_1 -ის გაგრძელების გადაკვეთით და ა. შ.

სხვა დანარჩენი აგებები 2.63 ნახაზზეა ნაჩვენები.

ფერმის ღეროების კვეთის გაანგარიშება. კვეთის ზომების შერჩევა, საანგარიშო მონაცემების დადგენა და ძაბვების შემოწმების მეთოდი არაფრით არ განსხვავდება ზემოგანხილული ფერმების ღეროების გაანგარიშებისაგან.

3. უირიზნო (ფანჯრებიანი) ფერმა

ასეთი ფერმა უფრო ნაკლები წონისაა და დასამზადებლად შედარებით ადვილია. მას ვირენდელის კოჭსაც უწოდებენ. ის წარმოადგენს ჩაკეტილი კონტურებისაგან შემდგარ სისტემას. მისი სტატიკურად ურკვევადობის გამო მიეკუთვნება ჩარჩოვან სისტემას. ასეთი ფერმის ზუსტი ანგარიში მეტად რთული და შრომატევადია და ამიტომ გაანგარიშების გამარტივების მიზნით იძულებული ვართ შემოვიღოთ რამდენიმე გამმარტივებელი დაშვებები (რა თქმა უნდა ამ დაშვებებმა რეალური შედეგებიდან მნიშვნელოვნად არ უნდა დაგვაშოროს). ძირითადი დაშვებები შემდეგია:

1. ფერმას ახასიათებს სარტყლების გეომეტრიული და ღრეკადი სიმეტრიულობა ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ღერძების მიმართ.

2. ღეროებისა და დგარების გრძივი და განივი დეფორმაცია უმნიშვნელოა და შეიძლება ის მხედველობაში არ მივიღოთ.

3. სარტყლის ღეროების დგართან შეერთების კვანძი წარმოადგენს სახსარს.

4. ყველა მალი (ან ფანჯრები) ერთნაირი სიგრძისა და სიმაღლისაა.

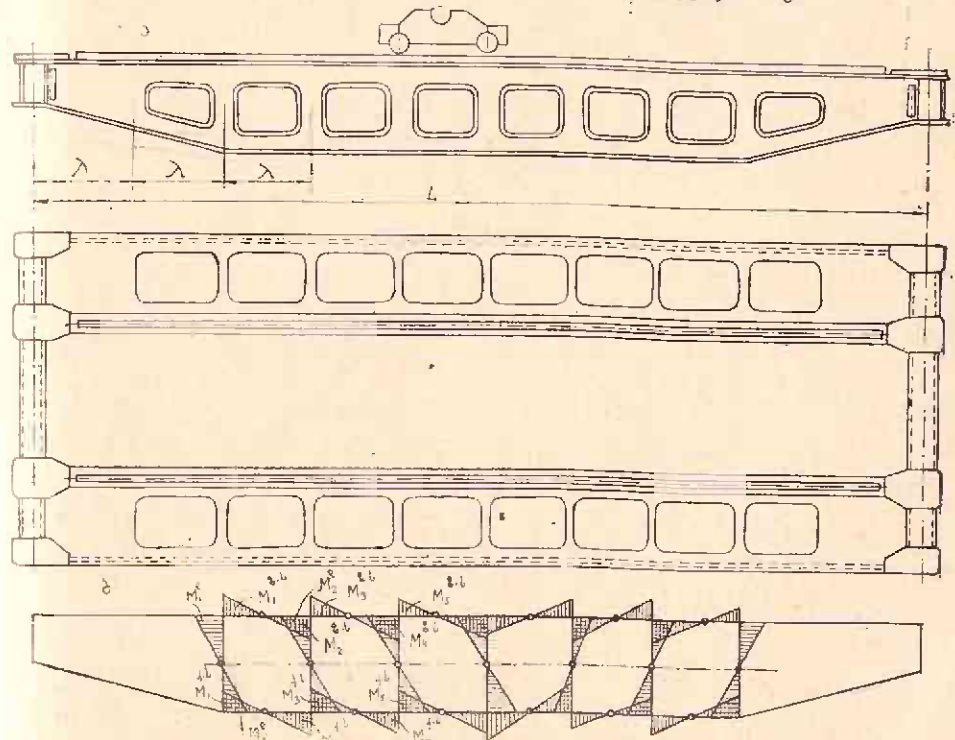
5. გარე დატვირთვა სარტყელს გადაეცემა მხოლოდ ვერტიკალურად და მოდებულია კვანძზე.

6. სარტყლების ღეროებისა და ცალკე დგარების კვეთის ინერციის მომენტები ტოლებია.

7. დგარებში მოქმედი მღუნავი მომენტის ნულოვანი წერტილი დგარის სიმაღლის შუაშია და, ამგვარად, დგარის ზედა და ქვედა კვანძში მოქმედი მომენტები ტოლებია.

8. ზედა და ქვედა სარტყლის მოპირდაპირე ღეროებში მოქმედი მღუნავი მომენტები ვერტიკალურ კვეთში ტოლებია.

ზემოჩამოთვლილი დაშვებების საფუძველზე ფერმის ღეროებში მოქმედი მღუნავი მომენტების ეპიურებს 2.64 ბ ნახაზზე ნაჩვენებია სახე ექნება. აქ



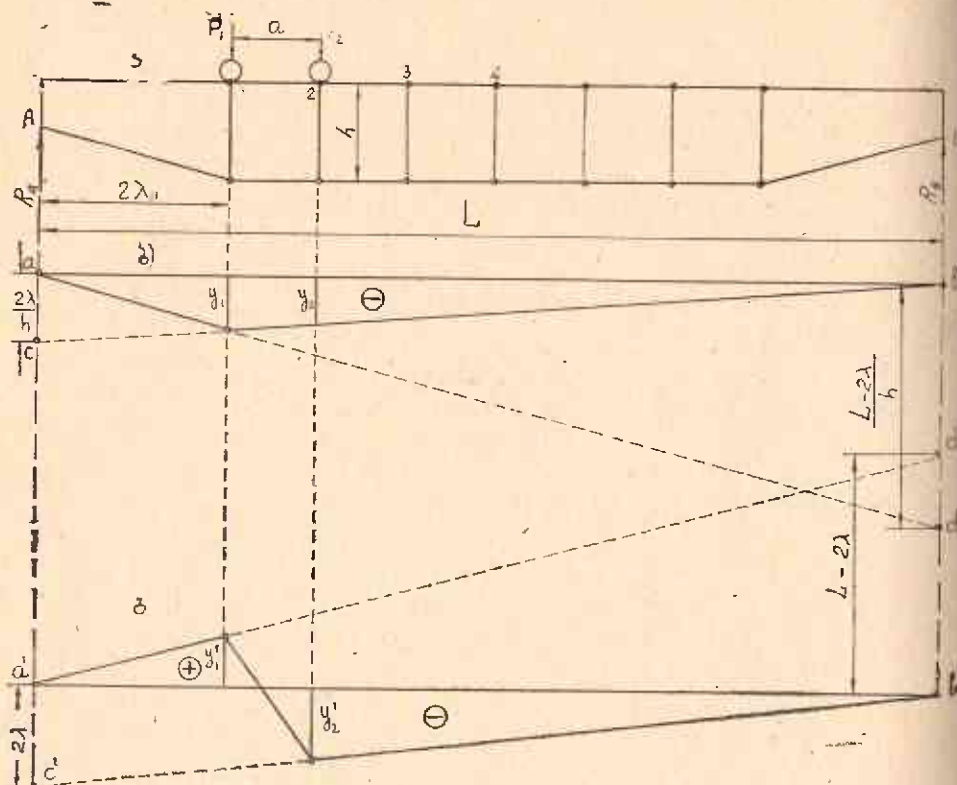
ნახ. 2.64.

M_{Σ} არის თითოეულ ღვარში მოქმედი უდიდესი მლუნავი მომენტი (ეს მომენტი ზედა და ქვედა კვანძებზე ტოლი სიდიდისაა).

$M_{\Sigma}^{ზედა}$ — ზედა სარტყლის ღვარში მოქმედი უდიდესი მომენტი;

$M_{\Sigma}^{ქვედა}$ — ქვედა სარტყლის ღვარში მოქმედი უდიდესი მომენტი.

ადვილი გასაგებია, რომ სარტყლებში მლუნავი მომენტის ნულოვანი წერტილები ღვარების შუაში არ იქნება და ამიტომ თითოეული ღვარის მარცხენა და მარჯვენა ბოლოებზე მოქმედი (უდიდესი) მომენტები ერთმანეთის ტოლი არ იქნება (მაგალითად, $M_1^{ზედა} \neq M_2^{ზედა}$; $M_1^{ქვედა} \neq M_2^{ქვედა}$ და ა. შ.).



ნახ. 2.65.

ღვარებში მოქმედი ძალებისა და მლუნავი მომენტების გამოსაანგარიშებლად შეიძლება ვისარგებლოთ ნ. ა. ნინუას მიერ დამუშავებული მიახლოებითი მეთოდით [11], რის მიხედვითაც ჯერ გამოვიანგარიშებთ ერთეული ძალისაგან ($P_1=P_2=P=1$) სარტყელში წარმოქმნილ მომენტებს:

$$\begin{aligned} M_{\text{მარჯ}} &= a + b \cdot R_B, \text{ როცა } P=1, \text{ განსახილველი ძალის მარცხნივ,} \\ M_{\text{მარჯ}} &= a - b \cdot R_A, \text{ " " " " " მარჯვნივ,} \\ M_{\text{მარცხ}} &= a + b' \cdot R_A, \text{ " " " " " " } \\ M_{\text{მარცხ}} &= a - b' \cdot R_B, \text{ " " " " " " } \end{aligned}$$

ამ გამოსახულებებში R_A და R_B , სათანადოდ, A და B საყრდენებზე მოდებული რეაქციის ძალებია (გაიგება ჩვეულებრივი წესით. იხ. ზემოთ), $M_{\text{მარჯ}}$ და $M_{\text{მარცხ}}$ — ძალის მარჯვენა და მარცხენა ბოლოზე მოქმედი მლუნავი მომენტი, a — კოეფიციენტი.

რომელიც გამოსახავს მომენტების ზუსტი და მიახლოებითი მნიშვნელობების სხვაობას განსახილველი მალიდან, მოქმედი ძალის დაშორების მიხედვით და b — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მომენტთა ცენტრების (ეპიურების ნულოვანი წერტილები) მდებარეობას მალეში. a და b კოეფიციენტები გამოითვლება სპეციალური ფორმულების საშუალებით ან აიღება ცხრილიდან.

დგარების ბოლოებში წარმოქმნილი მომენტებია:

$$M_1 = -R_B(b+b') + b, \quad \text{როცა } P=1, \text{ განსახილველ დგარზე};$$

$$M_2 = -R_B(b+b') + (a-a') \quad \text{„ „ „ დგარის მარცხნივა};$$

$$M_3 = R_A(b+b') - (a'-a) \quad \text{„ „ „ მარჯვნივა};$$

ამის შემდეგ გამოვიანგარიშებთ სარტყლებსა და დგარებში მოქმედ განივ და გრძივ ძალებს. მიღებული მომენტებისა და ძალების მიხედვით ავაგებთ მათ გავლენის ხაზებს და გამოვიანგარიშებთ ღეროებში მოქმედ ძალებისა და მომენტების მნიშვნელობებს (კოეფიციენტების, ძალებისა და მომენტების გამოანგარიშება, გავლენის ხაზების აგება და მათ მიხედვით საანგარიშო ძალებისა და მომენტების მიღება აქ არ მოგეყავს. ყოველივე ეს მოყვანილია [11]-ში).

ძალებისა და მომენტების გამოანგარიშება მნიშვნელოვნად გამარტივდება, თუ დგარების მსგავსად მომენტთა ცენტრებს მალეში შუაში ავიღებთ. მაშინ თითოეული მალის მარცხენა და მარჯვენა ბოლოზე მოქმედი უდიდესი მომენტი ერთნაირი იქნება და ზემოაღნიშნული კოეფიციენტების გამოანგარიშება არ დაგვჭირდება. გავლენის ხაზებიც უფრო ადვილად აიგება.

ზედა და ქვედა სარტყლის ღეროებში მოქმედი მომენტებისა და ძალების გასაგებად ურიკის მარცხენა საგორავი რიგრიგობით უნდა წარმოვიდგინოთ თითოეულ დგარზე შემდგარი (საგორავების ამ მდგომარეობას შეესაბამება მალეში უდიდესი ძალებისა და მომენტების მნიშვნელობები).

როცა მარცხენა საგორავი ფერმის 1-ლ კვანძზეა შემდგარი (ნახ. 2.65 ა), მაშინ, როგორც ვიცით (იხ. ზემოთ), საბაზისო ხაზიდან უნდა გადავზომოთ სათანადო სიღიდებები (2.65 ნახაზზე ნაჩვენებია 10-ფანჯრიანი ფერმა):

$$ac = \frac{2\lambda}{h} \quad \text{და} \quad bd = \frac{10\lambda}{h}.$$

თუ შევავრთებთ a -ს d -თან და c -ს b -თან, მივიღებთ გავლენის ხაზს y_1 და y_2 ორდინატებით (ნახ. 2.65 ბ). ამ ორდინატებისა და საგორავის დაჭერის ძალების ნამრავლთა ჯამი მოგვცემს ზედა და ქვედა სარტყლის მალეში მოქმედ ძალებს (მასშტაბზე გადამრავლების შემდეგ):

$$S_{1-2} = y_1 \cdot P_1 + y_2 \cdot P_2.$$

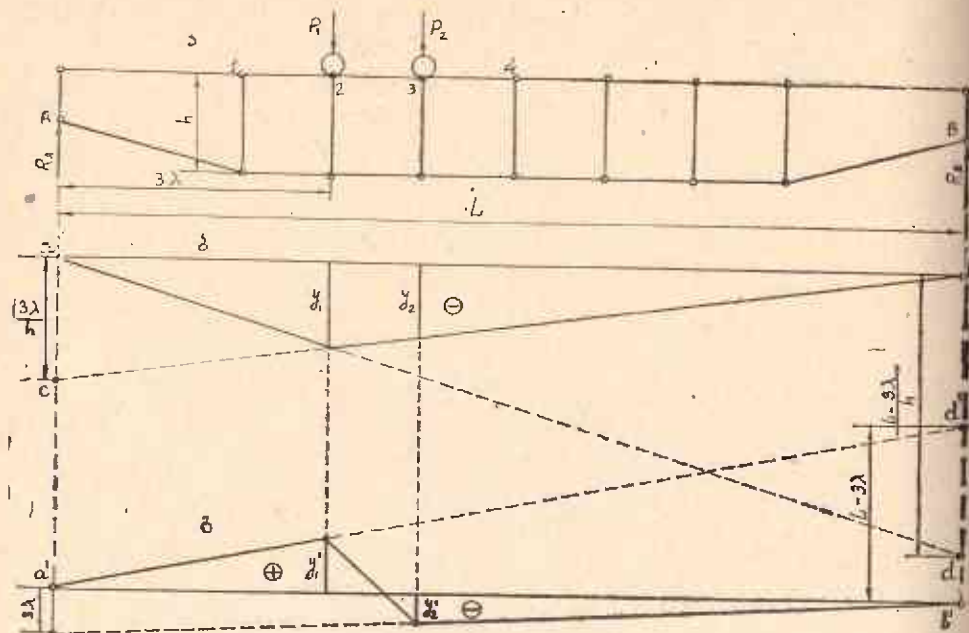
თუ საბაზისო ხაზიდან გადავზომავთ სიღიდებებს (ნახ. 2.65 გ):

$$a'c' = 2\lambda \quad \text{და} \quad b'd' = 10\lambda$$

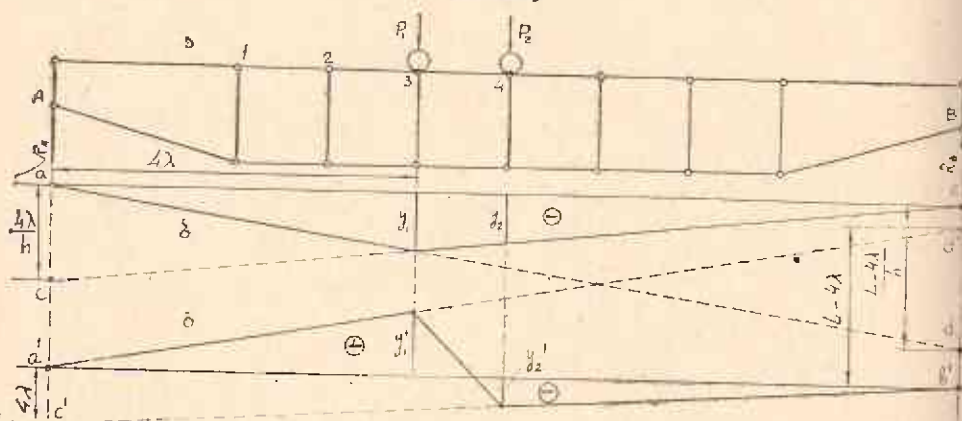
და სათანადო წერტილებს შევავრთებთ ხაზებით, 1 და 2 კვანძებს ჩამოვაგვამილებთ ამ ხაზებზე, მივიღებთ მომენტის გავლენის ხაზს, საიდანაც საანგარიშო მომენტის მნიშვნელობა იქნება (ზედა და ქვედა სარტყლის ღეროებში):

$$M_{1-2} = y_1' P_1 + y_2' P_2.$$

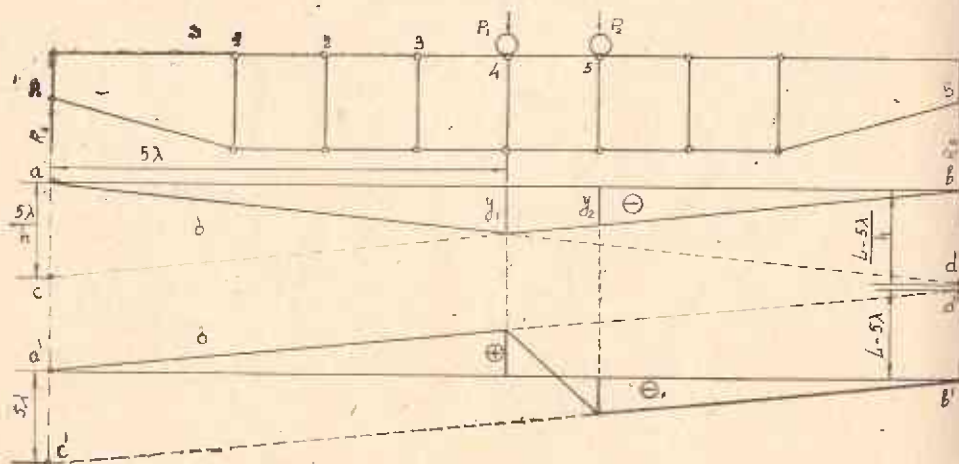
ანალოგიურად მიიღება ძალები და მომენტები საგორავის სხვა მდებარეობისათვისაც, როცა მარცხენა საგორავი შემდგარი იქნება მე-2, მე-3, მე-4 და ა. შ. კვანძებზე (ნახ. 2.66, ნახ. 2.67, და ნახ. 2.68).



Баб. 2.66.



Баб. 2.67.



Баб. 2.68.

VI. ხარისხული ამწეების ლითონკონსტრუქციის გაანგარიშება

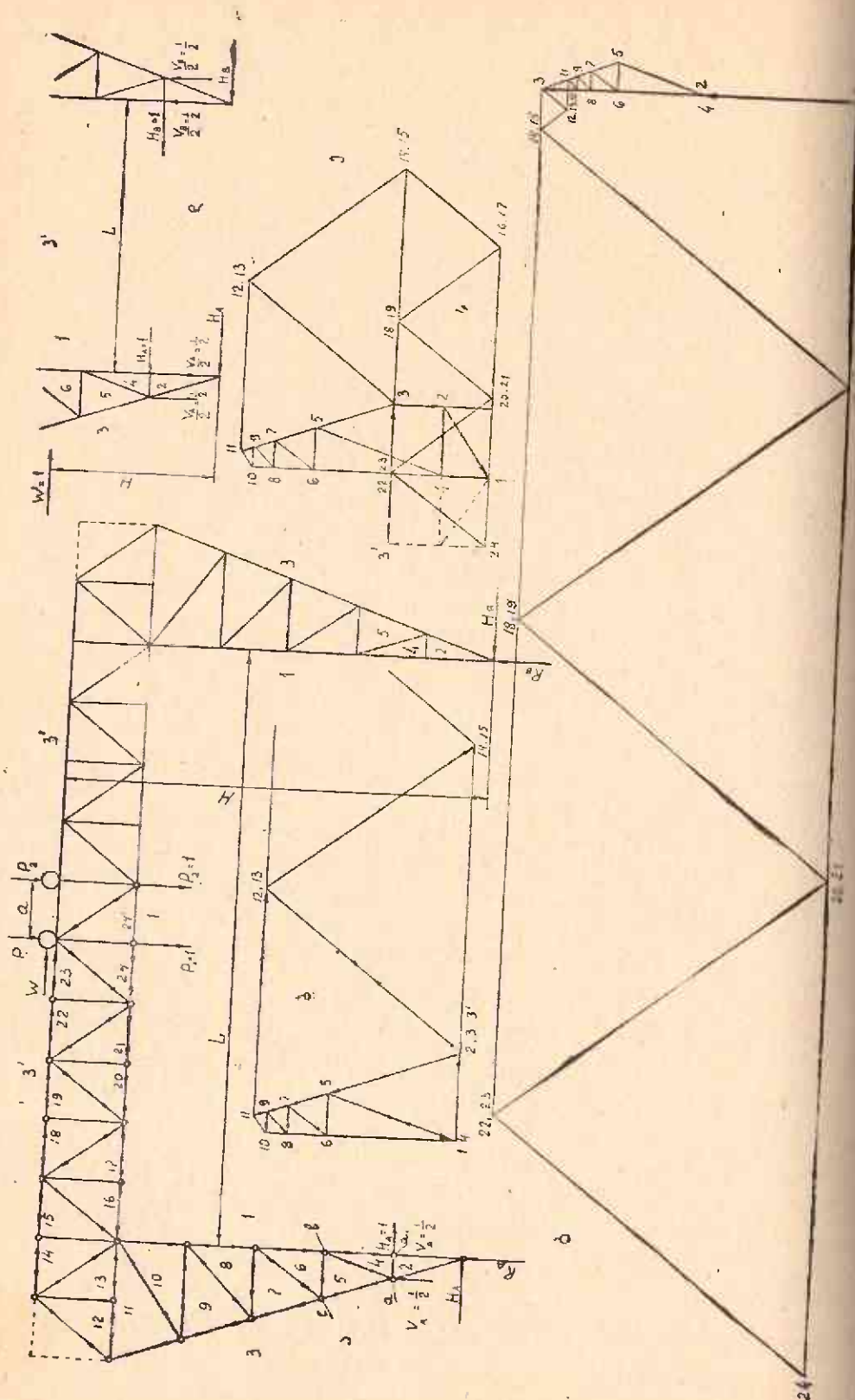
ზედა ან ქვედა სარტყელზე. ურია შეიძლება ავიღოთ (ტვირთამწეობის მიხედვით) ისეთი, როგორც ხიდურ ამწეებში, და აგრეთვე დაკიდებული ურიკის სახითაც, რომელიც ქვედა სარტყელზე მიმაგრებულ თაროზე მოძრაობს. პირველ შემთხვევაში ფერმა ორკოჭიანი იქნება და მეორეში კი ერთკოჭიანი.

თხები.

უკონსოლო ამწის ლითონკონსტრუქციის გაანგა-
რიშება. როგორც ვიცით, ხიდი, რომელზედაც დაგორავს ურიკა, განივკვეთში
შეიძლება იყოს სამსიბრტყიანი და ოთხსიბრტყიანი. ხიდი დაყრდნობილია ორ ფეხზე,
რომელთაგან $L > 30$ მ სიგრძის გადაწვდომის შემთხვევაში ერთი ხისტი იქნება და მეო-
რე კი სახსრული (დიდი გადაწვდომის შემთხვევაში ხიდის ჩაღუნვის გამო შეიძლება
მოხდეს ამწის სავალი თვლების რელსზე ჩასოღება). უფრო ნაკლები გადაწვდომის შემ-
თხვევაში ორივე ფეხი ხისტი აიღება, როგორც ეს ნაჩვენებია 2.69 ნახაზზე. საანგა-
რიშო ძალებია: 1) ჰორიზონტალური განმბრუნეი ძალა H_A და H_B ; 2) გარე დატვირ-
თვა P_1 და P_2 (ურიკის საგორავების რელსზე დაქერის ძალა) და 3) ურიკის დამუხ-
რუჭებითა და მასზე ქარის დაწოლით გამოწვეული დატვირთვა W (აგრეთვე გარე),
რომელიც იგულისხმება მოღებულია ხიდის გასწვრივ (საგორავის მხებელ) H სიმაღ-
ლეზე. ამ ძალებიდან P_1 , P_2 და W ცნობილია (ურიკის გადაადგილებიდან) და გამბრუნ-
ეი ძალა კი იანგარიშება ფორმულით:

$$H_A = H_B = \frac{\frac{\sum S_P \cdot S_H \cdot l}{EF}}{\sum \frac{S_H^2 \cdot l}{EF}} \quad \infty \quad H_A = H_B = \frac{\frac{\sum S_W \cdot S_H \cdot l}{EF}}{\sum \frac{S_H^2 \cdot l}{EF}}$$

ამ გამოსახულებებში S_p არის ნებისმიერ ლეროში მოქმედი ძალა, რომელიც აიღება P_1 და P_2 გარე დატვირთვით აგებულ კრემონის დიაგრამიდან, S_w — შიგნით, რომელიც



გარე ძალით აგებული კრემონის დიაგრამიდან აიღება, S_H —ლეროში მოქმედი ძალა, რომელიც აიღება $H_A = H_B = 1$ ძალისაგან აგებულ კრემონის დიაგრამიდან, I —ლეროს სიგრძე, F —ლეროს განივკვეთის ფართობი და E —მასალის დრეჟადობის მოდული. ნებისმიერ ლეროში მოქმედი ძალა

$$S = S_P + S_H \cdot H_A.$$

ამ ძალაზე მოხდება განივკვეთში მოქმედი ძაბვის შემოწმება ისე, როგორც ეს აღნიშნული გვექნება ზემოთ სხვა ამოცანების გაანგარიშებაში.

კრემონის დიაგრამების ასაგებად ჯერ დავადგენთ ხიდის ფორმას (კონფიგურაციას) და მის გეომეტრიულ ზომებს (ნახ. 2.69 ა). დავნომრავთ ცალკეულ უბნებს და ავაგებთ ძალთა მრავალგვერდს, რომლის სათანადო წერტილებიდან ვაწარმოებთ ფერმის ცალკე ლეროების პარალელური ხაზების გავლებას. $H_A = 1$ განმარჯენი ძალისათვის ძალთა მრავალგვერდი დიაგრამაზე 1—2 ხაზით გამოისახება (ნახ. 2.69 ბ). ეს ძალა 2—4 ლეროს (ნახ. 2.69 ა) გასწვრივ მოქმედებს და ამიტომ მისი აღნიშვნა აგრეთვე 4—2-იც იქნება. ამას ისიც მოწმობს, რომ, როგორც ვიცით, ასეთ შემთხვევაში 1—4 ლერო ნულოვანია და, მაშასადამე, აღნიშვნა 1—2 და 4—2 ერთი და იგივეა. ვინაიდან ქვედა სამკუთხედი შეიძლება ჩისტ სხეულად ჩავთვალოთ, ამიტომ 2 და 3 ციფრი ერთი და იმავე უბნის აღმნიშვნელად შეიძლება ჩაითვალოს და ამიტომ დიაგრამაზე ეს წერტილები (3 და 3' ერთი და იგივე აღნიშვნებითა) შეთავსებული გვექნება.

ლეროებში ძალების მისაღებად მე-2 წერტილიდან გავატარებთ 3—5 ლეროს პარალელურ ხაზს (ვიხილავთ a კვანძს, სადაც $H_A = 1$ ცნობილი ძალა მოქმედებს და ორი უცნობძალიანი 3—5 და 4—5 ლერო გვაქვს) და 1-დან კი 4—5 ლეროს პარალელურს. მათი გადაკვეთის წერტილი 5 განსაზღვრავს ლეროებში მოქმედ ძალებს:

$$S_{3-5} = 3-5 \text{ და } S_{4-5} = 4-5.$$

ამათგან პირველი გამტკიმავე ძალაა და ზეორე კი მკუმშავი (მიმართულებებს დიაგრამის შემოვლის მეთოდით ვადგენთ).

შემდეგ განვიხილავთ b კვანძს, სადაც 4—5 ნაპოვნი ძალა მოქმედებს და ორი 1—6 და 5—6 უცნობძალიანი ლერო გვაქვს (მესამე 1—4 ლერო ნულოვანია). დიაგრამის პირველი წერტილიდან გავატარებთ ვერტიკალს და 5-დან კი ჰორიზონტალურ ხაზს. მათი გადაკვეთა მოგვცემს:

$$S'_{1-6} = 1-6 \text{ და } S_{5-6} = 5-6.$$

ესენი ორივე მკუმშავი ძალაა.

ამის შემდეგ შეიძლება განვიხილოთ c კვანძი, სადაც გვაქვს 5—6 და 3—5 ცნობილი და 3—7 და 6—7 უცნობძალიანი ლეროები. სათანადო პარალელური ხაზების გატარებით მივიღებთ მე-7 წერტილს და შესაბამისად ამ ლეროში მოქმედ ძალებს:

$$S_{3-7} = 3-7 \text{ და } S_{6-7} = 6-7.$$

თუ გავიმეორებთ მსგავს აგებას, მივიღებთ ლეროში მოქმედ ძალებს (აგება შეიძლება დავამთავროთ გადაწვდომის შუა მდგომარეობაში, ვინაიდან ზეორე ნახევარი პირველის სიმეტრიულია და, მაშასადამე, ლეროებში მოქმედი ძალები იგივე გამოვა).

$P_1 = 1$ და $V_A = 1$ ძალებისათვის დიაგრამას შემდეგნაირად ავაგებთ: a და a_1 კვეთებში მოვდებთ ერთეული რეაქციის ნახევრებს (ნახ. 2.69 ა). ცალკე წერტილებიდან ვადავზომავთ (გარკვეულ მასშტაბში) $V_A = \frac{1}{2} = 1-2$ და $V_A = \frac{1}{2} = 2-3$ მო-

ნაკვეთებს (ესენი ძალთა მრავალგვერდებს გამოისახვენ) და მიღებული წერტილებიდან ვაწარმოებთ ფერმის ლეროების პარალელური ხაზების გავლებას. ასე, მაგალითად,

თუ მე-2 წერტილიდან (ნახ. 2.69 გ) გავავლებთ 2—5 ხაზს ფერმის 4—5 ღეროს პარალელურად და 3-დან კი 3—5 ხაზს (ფერმის 3—5 ღეროს პარალელურად), მივიღებთ ამ ღეროებში მოქმედ ძალებს:

$$S_{4-5}=4-5 \text{ და } S_{3-5}=3-5.$$

დანარჩენი აგებები წინას ანალოგიურად წარმოებს.

W ძალისაგან კრემონის დიაგრამის ასაგებად ჯერ გამოვიანგარიშებთ H_A , H_B და V_B რეაქციის ძალებს. მათი მნიშვნელობებია (ნახ. 2.69 დ):

$$H_A = H_B = 0,5 W \text{ და } V_A = \frac{W \cdot H}{2L} = V_B.$$

ამ ძალებიდან V_A მიმართული იქნება ქვევით და V_B კი ზევით.

ძალთა მრავალგვერდის ასაგებად ცალკე წერტილიდან გადავზომავთ $W=3$ ძალას (ნახ. 2.69 ე). მიღებული წერტილიდან გადავზომავთ $3-2=0,5 V_A$ მონაკვეთის აქედან გადავზომავთ $2-4=H_A$ -ს და შემდეგ კი $4-1=0,5 V_A$ -ს (დიაგრამაზე 1-ს გამოსახავს H_A და $0,5 V_A$ -ს ტოლქმედს). დიაგრამის მეორე ნახევარი (ფერმის მარჯვენა ნაწილისათვის) ანალოგიურად აიგება.

ღეროებში მოქმედი ძალების მისაღებად მე-3 წერტილიდან გავატარებთ 3—5 ღეროს პარალელურ და მე-4 წერტილიდან კი 4—5 ღეროს პარალელურ ხაზებს. გადაკვეთაში მივიღებთ წერტილ 5-ს და მაშინ მოქმედი ძალები

$$S_{3-5}=3-5 \text{ და } S_{4-5}=4-5.$$

დანარჩენი ძალები ანალოგიურად მიიღება.

თუ ამწის გადაწვდომა 30 მ-ზე მეტია, მაშინ ფერმის გაანგარიშება უნდა ვაწარმოოთ კრემონის დიაგრამიდან (მუდმივი დატვირთვისათვის) და გავლენის ხაზების აგებით (მუდმივი ძალებისათვის) მიღებულ ძალებზე. ასეთ შემთხვევებში დიაგრამის აიგება ისე, როგორც ეს განხილულია [3]-ის 98—99 გვერდებზე.

თ ა ვ ი მ ი ს ა მ ე

ამწის დამხმარე კვანძები და ელემენტები

1. საბოლოო გამომრთველები

საბოლოო გამომრთველი გამოიყენება ამწის მუშა ორგანოების მიერ ზღვრული მდგომარეობის მიღწევისას შესაბამისი მექანიზმის ძრავას გამოსართველად.

მუშა ორგანოს სპეციალური ნაწილი — სახაზავი, წვევა ან ბერკეტი ზღვრული მდგომარეობის მიღწევისას წამოედება საბოლოო გამომრთველის ბერკეტს ან ლილავს, გადაადგილებს მას და გათიშავს ელექტრულ წრედს, რითაც ძრავას მუშაობა შეწყდება.

ქვემოთ მოყვანილ ნახაზზე (ნახ. 3.1) წარმოდგენილი $KV-132$ საბოლოო გამომრთველი ამოქმედდება ბერკეტის ბოლოზე დასმული მასის 1 სიმძიმის ძალით მაშინ, როდესაც ბერკეტის თავზე ჩამოკიდებული მასის 2 სიმძიმეს ზევით მიმავალი ტვირთსაყიდის თარი 3 დასძლევს, რის შედეგადაც გამომრთველის ბერკეტი 30°-ით შემობრუნდება, გათიშავს კონტაქტებს და ძრავას მუშაობას შეწყვეტს.

ლორის პ-
ი, მივიღებო

H_A, H_B და

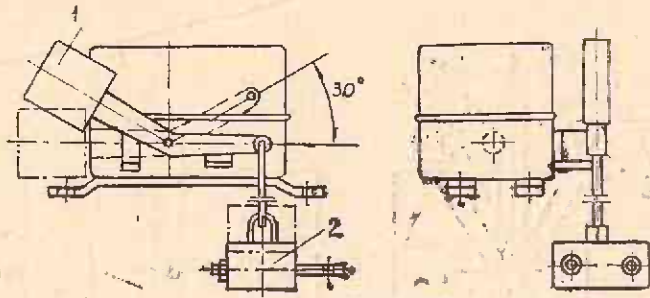
ქო $W=3-3$
მონაცვეთს.
ამაზე 1-2
ორმის შარ-

რებთ 3-3
საზებს. ვა-

მდ. ვაწარ-
ის ხაზების
თიგრამები

ზღვრული
დ.
ული მდგო-
ილას, გა-
შეწყდება.
ოლოვ ვა-
ძალით მა-
ი მიმავალი
ქი 30°-ით

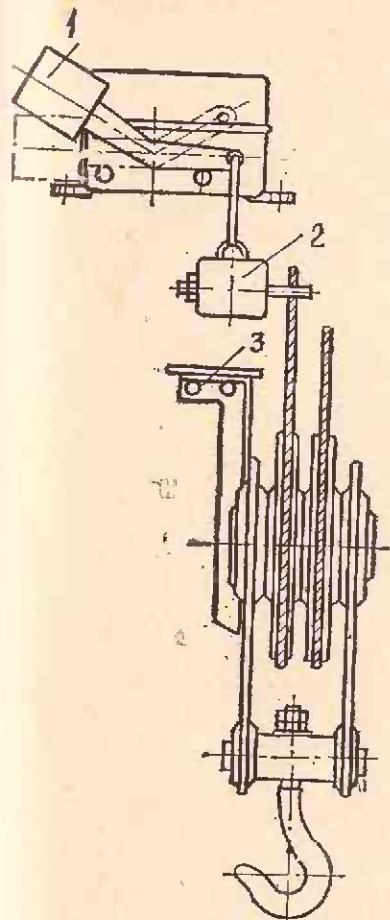
ამწეზე დაყენებულ ყველა საბოლოო გამომრთველს აქვს ნორმალურად ჩაკეტილი კონტაქტები, რომლებიც გარედან მოქმედი ძალების ზეგავლენით გაითიშება და გამორთავს ძრავის მკვებავ ელექტრულ წრელს. სიგნალიზაციისათვის კი ისეთი საბოლოო გამომრთველები გამოიყენება, რომელთაც ნორმალურად გახსნილი კონტაქტები აქვთ.



ნახ. 3.1.

გამორთვის ხერხის მიხედვით საბოლოო გამომრთველები KY და BY ჯგუფად იყოფა.

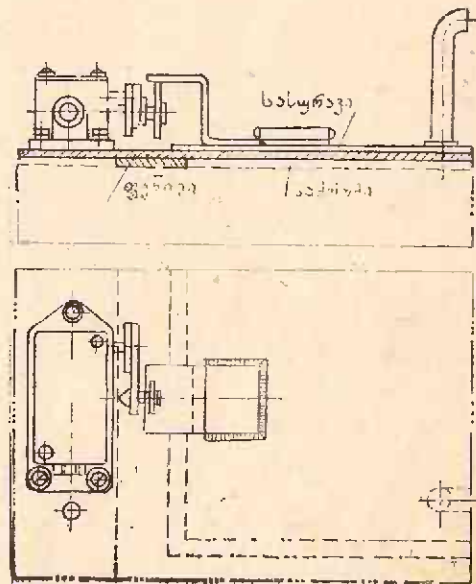
KY გამომრთველები მოქმედებაში მოდის მათზე გამომრთველი მოწყობილობის ზემოქმედების შედეგად (ნახ. 3.1 და 3.2).



ნახ. 3.2.

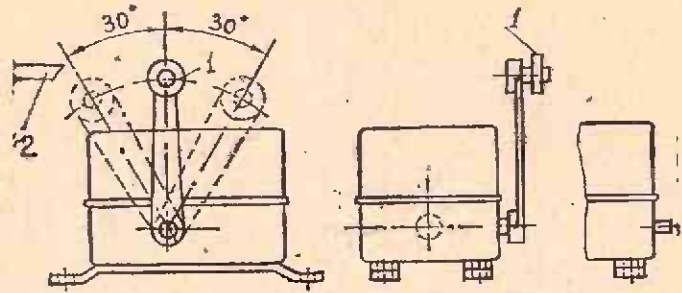
BY საბოლოო გამომრთველები კი მოქმედებაში მოდის მათზე დაბლოკირებული რაიმე მოწყობილობის მდგომარეობის შეცვლით, ვთქვათ, შემობრუნებით, რითაც შემობრუნდება აგრეთვე საბოლოო გამომრთველის ლილევი.

3.3 ნახაზზე წარმოდგენილია B-10 საბოლოო გამომრთველის სიღრმი ამწის კაბინიდან ხილზე ასასვლელი საძრომის სახურავთან ბლოკირება.



ნახ. 3.3.

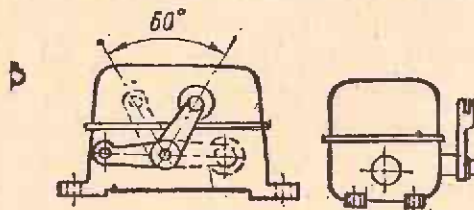
საძრომის სახურავის გაღებისას საბოლოო გამომრთველის ლილვი შემობრუნდება, კონტაქტები გაითიშება და ამწის ყველა მექანიზმის მეკვებავი ელექტრული წრედი გამოირთვება. როგორც კი შემანქანე ჩამოვა კაბინაში და საძრომის სახურავი დაკეტავს, საბოლოო გამომრთველის ლილვი უკანვე დაბრუნდება და კონტაქტებს ჩააკეტავს—ელექტრული წრედი ისევ ჩაირთვება.



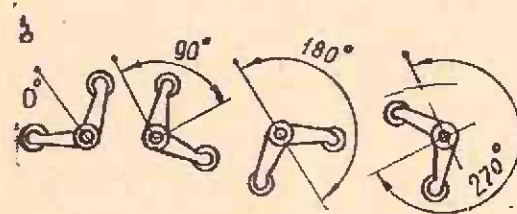
ნახ. 3.4.

ასეთივე საბოლოო გამომრთველები BK—101 და BK—211 გამოიყენება ისრის მობრუნების შეზღუდვისა და ბაქანზე გადასასვლელების ბლოკირებისათვის.

გადასაადგილებელი და მოსაბრუნებელი მექანიზმების მოძრაობის შეზღუდვისთვის გამოიყენება ნორმალურად ჩაქტილკონტაქტებიანი ბერკეტული ტიპის KY—131 გამომრთველები, რომელთა ბერკეტზე 1 იმოქმედებს თუ არა სპეციალური სახაზავი 2, საბოლოო გამომრთველის კონტაქტები გაითიშება (ნახ. 3.4).



ხიდური ტიპის ამწეებში საბოლოო გამომრთველი იდგმება ხიდზე, ხოლო სახაზავი—ურდკაზე; ხიდის გადასაადგილებელი მექანიზმისათვის კი საბოლოო გამომრთველი იდგმება თვით ხიდზე, ხოლო სახაზავი — ამწევეს კოჭებზე.



ნახ. 3.5.

ხარისა და კოშკურ ამწეებში გადასაადგილებელი მექანიზმის საბოლოო გამომრთველები იდგმება ამწეებზე, ხოლო სახაზავი — შპალეებზე. გადასაადგილებელი მექანიზმის საბოლოო გამომრთველი მუშაობას იწყებს მანამდე, ვიდრე ამწე საჩიხე მისაბრუნებამდე 1,5—2 მ მივიდოდეს (სრული სამუხრუტო მანძილით წინ).

კოშკური ამწეების ტვირთამწეობისა და ტვირთსაკიდარის აწევის სიმაღლის შემზღუდველებში KY—131 და KY—133 საბოლოო გამომრთველები გამოიყენება (ნახ. 3.4 და 3.5).

3.5 ნახაზზე ნაჩვენებია გამომრთველის ლილვზე ბერკეტის დასმის ვარიანტები.

2. ტვირთის აწევის სიმაღლის შემზღუდველები

ტვირთის აწევის სიმაღლის შემზღუდველის დანიშნულებაა ტვირთსაკიდის აწევის სიმაღლის დამთავრებისთანავე, სანამ იგი ამწის კონსტრუქციას მიებრჩინებოდეს, არა-

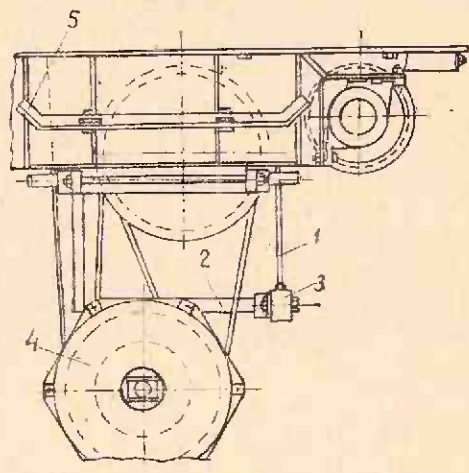
შემობრუნ-
საბოლოო
სახურავის
კონტაქტებს ჩა-

საკლებ 200 მმ-ით დაბლა*, ავტომატურად გამორთოს ტვირთამწევი მექანიზმის (საი-
სრე მექანიზმის) ძრავა.

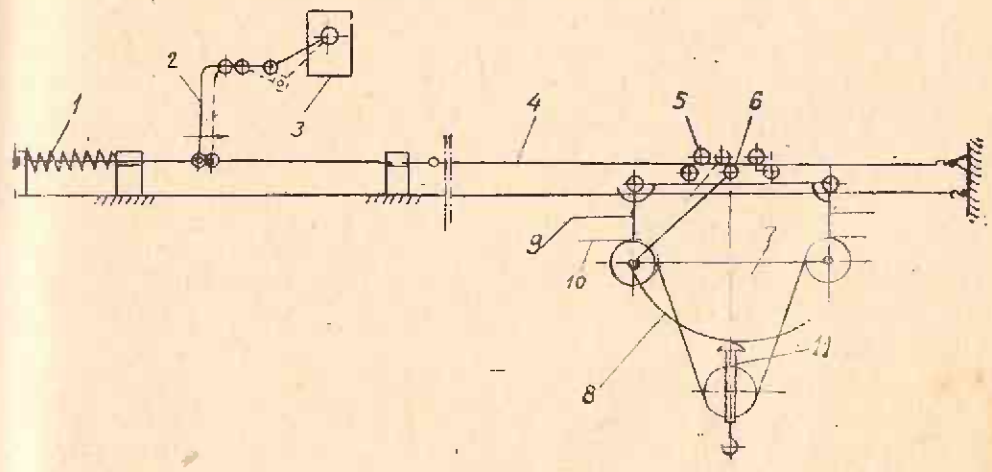
ხილური ამწის ურიკაზე დაყენებული ტვირთის აწევის სიმაღლის შემზღუდველი
ნაჩვენებია 3.6 ნახაზზე. აქ KY—132 ტიპის საბოლოო გამომრთველის ბერკეტი წვრი-
ლი ბაგირით 1 უერთდება ბერკეტზე 2 დასმულ მასას 3, რომელიც თავისი სიმძიმით ჩა-
მოწეულ მდგომარეობაში იჭერს გამომრთველის ბერკეტს, რის გამოც დენგამტარი
კონტაქტები ჩართულია და ტვირთამწევი მექანიზმის ძრავა მუშაობს. როგორც კი
კავერი საკიდი 4 მიაღწევს თავის უკიდურეს სიმაღლეს, მიედება რა სახსრულ ბერკეტს
2 და ასწევს მას ზევით, წვრილი ბაგირის დაჭიმულობა მოიხსნება, საბოლოო გამომრთ-
ველის ბერკეტი აიწევის ზევით, დენგა-
მტარი კონტაქტები გაითიშება — ძრავა
გაჩერდება.

საბრუნ ამწის ურიკაზე დაყენე-
ბული ტვირთსაკიდის აწევის სიმაღლის
შემზღუდველი მოწყობილობის მუშა-
ობის სქემა ნაჩვენებია ნახ. 3.7-ზე.

ურიკაზე 7 სახსრულად დაყენე-
ბულია ორმხრიანი ბერკეტი 8, რომ-
ლის გორგოლაჭიანი მხარი 6 მიბრჭე-
ნილია ამწის ისარზე გაბმულ და ზამბა-
რით 1 დაჭიმულ წვრილ ბაგირზე 4.
წვრილი ბაგირი წვეთ 2 დაკავშირებულია
საბოლოო გამომრთველ 3-თან;
როდესაც ტვირთსაკიდი 11 მიებრჭი-
ნება და გადაადგილებს ბერკეტის 8
მორკალურ მხარს, გორგოლაჭი 6 მიიღებს ნახაზზე წყვეტილით ნაჩვენებ მდგომარეო-
ბას, რის გამოც წვრილი ბაგირი დამხმარე გორგოლაჭების საშუალებით გადაადგილ-
დება მარჯვნივ და თან წამოიღებს წვეთს 2. წვეთის მარჯვნივ გადაადგილება იწვევს სა-
ბოლოო გამომრთველის ბერკეტის შემობრუნებას, რითაც კონტაქტები გაითიშება და
ძრავა გაჩერდება. აქ ურიკის წვეთის ბაგირია 9, ხოლო სატვირთე ბაგირი — 10.



ნახ. 3.6.

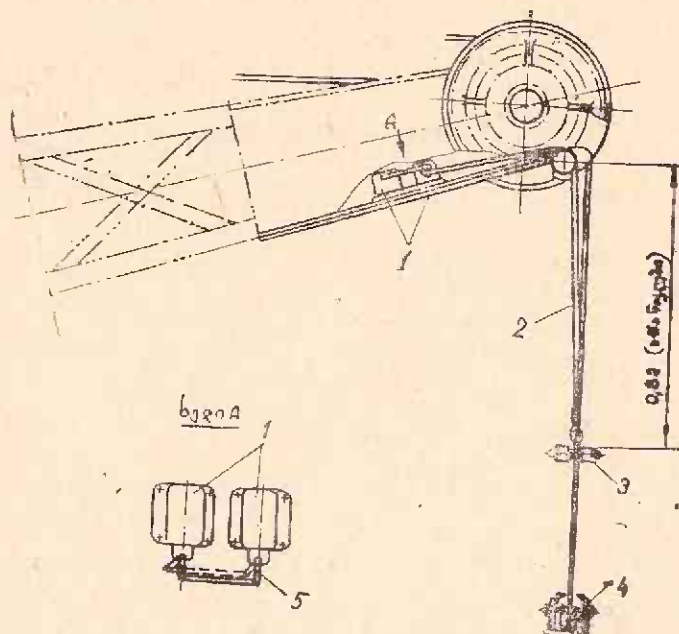


ნახ. 3.7.

* ტელეფერებისათვის 50 მმ-ით დაბლა.

კონტაქტური ამწის ისარზე დადგმული ტვირთსაკიდის აწევის სიმაღლის შემზღუდველი მოწყობილობის სქემა მოყვანილია 3.8 ნახაზზე.

ტვირთსაკიდი 4 თავისი ზღვრული მდგომარეობის მიღწევისას ასწევს საბოლოო გამომრთველ 1 ბერკეტთან 5 მიერთებულ წვრილ ბაგირზე 2 ჩამოკიდებულ ძელს 3, რითაც ბაგირის დაჭიმულობა მოიხსნება და საბოლოო გამომრთველის ბერკეტი ზამბარის დრეკადობის ძალით შემობრუნდება, გათიშავს კონტაქტებს და ძრავა დაი-
მოირთვება.



ნახ. 3.8.

ტელფერზე მოწყობილი ტვირთსაკიდის აწევის სიმაღლის შემზღუდველის სქემა წარმოდგენილია 3.9 ნახაზზე.

საბოლოო გამომრთველის კონტაქტები ბერკეტის 2 მასის სიმძიმის ძალით ჩას-
თულ მდგომარეობაში იმყოფება და მექანიზმი მუშაობს. როგორც კი ტვირთსაკიდი 3
ასწევს მაღლა თავის ზღვრულ მდგომარეობამდე და მიებრჩინება ბერკეტის 2 რკალს,
მაშინვე ბერკეტის მეორე ბოლოზე დასმული მძიმე მუშტა 3 დააწვება სახსრული და
მაგრებულ თამასას 6, გამორთავს კონტაქტებს და ძრავა გაჩერდება.

ასეთი შემზღუდველები ტელფერების გარდა გამოიყენება აგრეთვე ისრინ ამ-
წეებში.

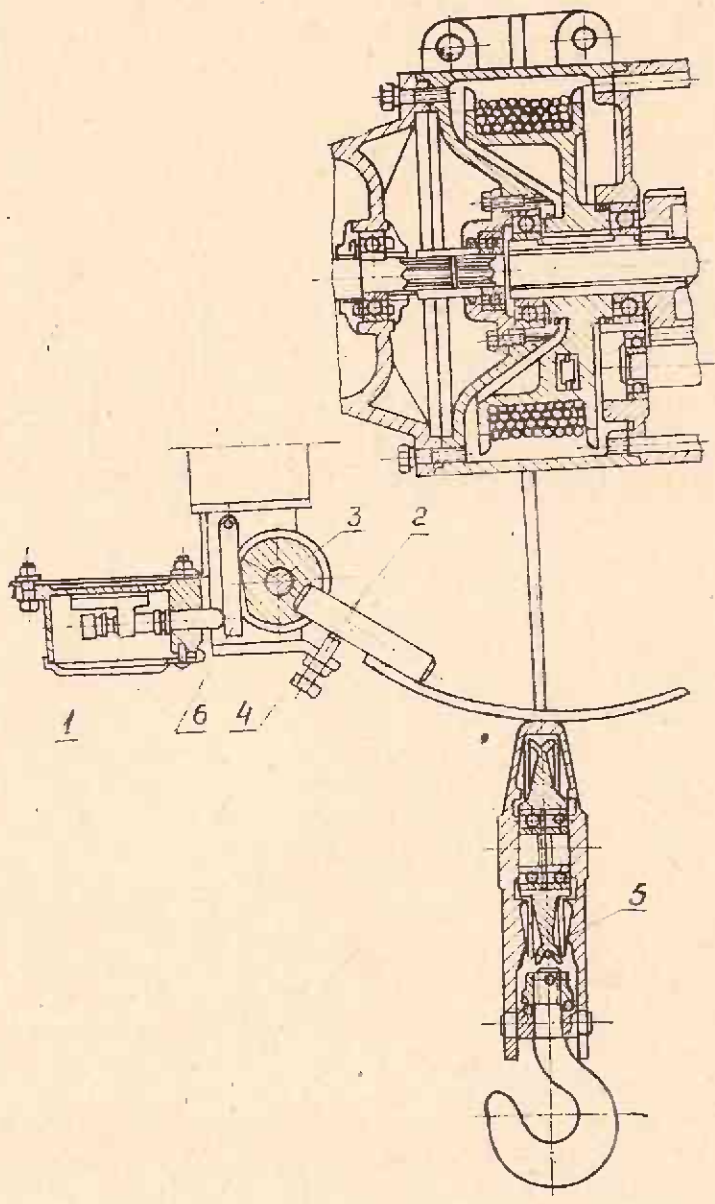
8. ტვირთამწეობის შემაჯღუდელები

ტვირთამწეობის შემზღუდველის დანიშნულებაა ავტომატურად გამორთოს ტვირთ-
ამწევი მექანიზმის ძრავა, როგორც კი კავშირში ჩამოკიდებული ტვირთის მასის სიმძიმის
ძალა ნორმალურზე 10%-ით მეტი აღმოჩნდება.

ქვემოთ ნაჩვენებ სქემაზე (ნახ. 3.10) მოცემულია ტვირთამწეობის ბერკეტული
შემზღუდველი.

მეზღუდა

საბოლოო
ქულ ძელის
ბერკეტის
ძრავა



ის სქემა

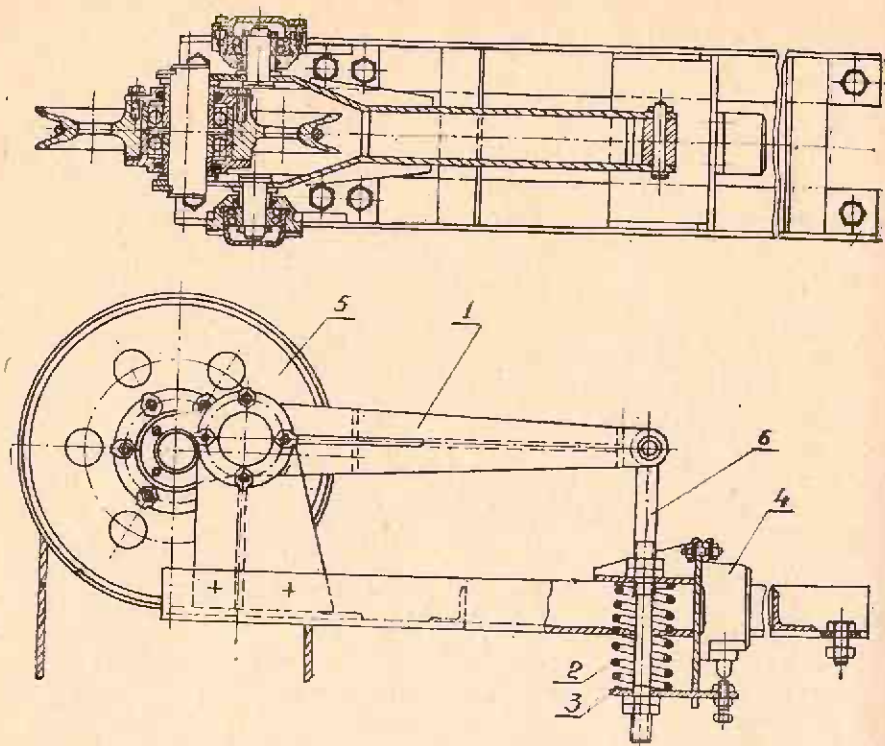
ჩიბრ-
მასივი 5
2 რკალს
ქულა და

პრობან ამ-

ს ტვირთ-
ს სიმძიმის

ბუბუღა

ხაზ. 3.9.



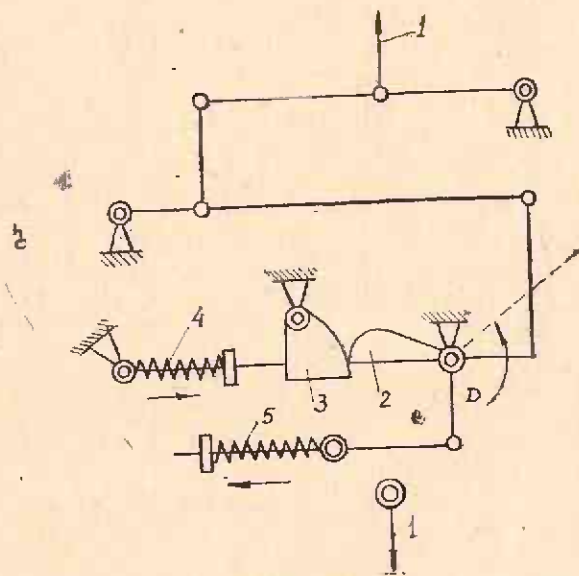
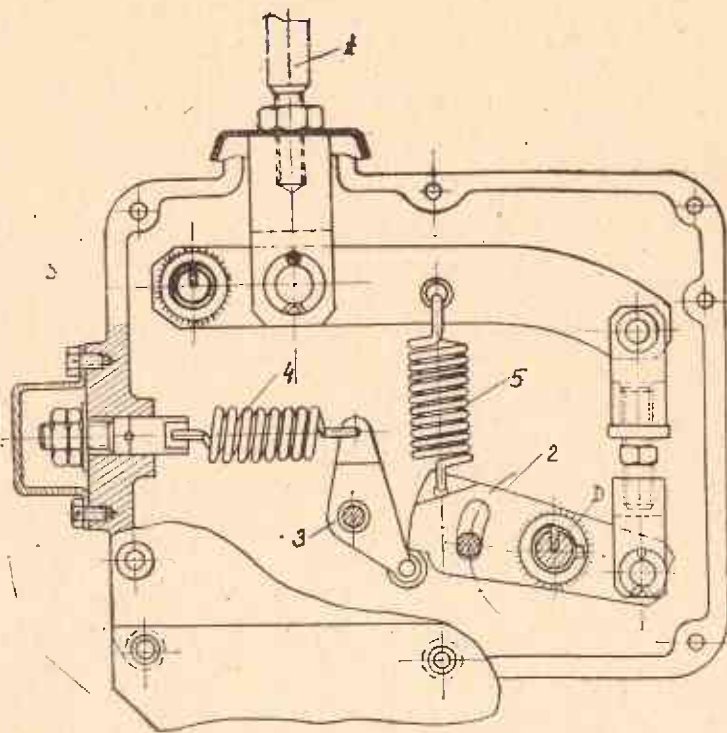
ნახ. 3.10.

ბერკეტის 1 მოკლე მხარზე გორვის საკისრების საშუალებით დასმულია ტვირთ-ამწევი მექანიზმისპოლისპასტის საბაგირე ჭალი 5. ბერკეტის მეორე მხარზე სახსრულად მიერთებულია ჭოკი 6, რომელიც მოჭიმულია შეკუმშული ზამბარით 2. როგორც კი კავზე ჩამოკიდებული ტვირთის მასის სიმძიმის ძალა 10%-ით გადააჭარბებს დასაშვებ სიდიდეს, ზამბარა 2 კიდევ უფრო შეიკუმშება, რის გამოც თამასა 3 დააჭერს საბოლოო გამომრთველის ბერკეტს, კონტაქტები გაიიზიშება და ძრავა გაჩერდება.

ერთ-ერთი ამწის ტვირთამწეობის შემზღუდველი ნაჩვენებია 3.11 ნახაზზე. აქ საისრე ბაგირის დაჭიმულობა ლოკოკინა პროფილის ლარიანი ექსცენტრიკის საშუალებით გადაეცემა შემზღუდველის წევას 1, რომელიც ბერკეტული სისტემის საშუალებით D ლილვას სექტორზე 2 ქმნის გარკვეულ მომენტს. ბერკეტული სისტემის წონასწორობა დაცულია ზამბარების 4 და 5 სათანადო რეგულირებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც ტვირთის წონა გადააჭარბებს მოცემული გადაწვდომის შესაბამის ტვირთამწეობას, ბერკეტული სისტემის წონასწორობა დაირღვევა, ჩართვის სექტორი 2 დააძლევს ზამბარათა დრეკადობის ძალებს, განითავისუფლებს თავს ჩამკეტი ბერკეტისაგან 3, შემობრუნდება და შემობრუნებს D ლილვას, რომელიც, თავის მხრივ, იმოქმედებს შემზღუდველის კონტაქტებზე და გამორთავს ძრავას.

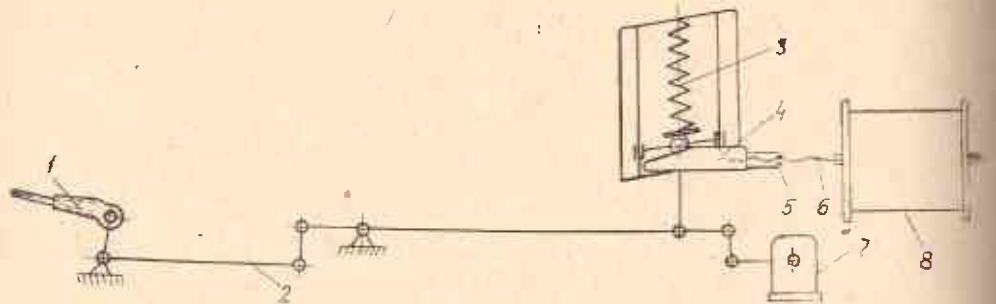
3.12 ნახაზზე ნაჩვენებია ტვირთამწეობის შემზღუდველი წარმოადგენს ყაუშში 1 ჩამაგრებულ სატვირთე ბაგირის დაჭიმულობის ზამბარაზე 3 გადაძვებ ბერკეტულ სისტემას და საბოლოო გამომრთველს 7.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ტვირთის სიმძიმე 10%-ით მეტი აღმოჩნდება, ზამბარა 3 იმდენად შეიკუმშება, რომ გამომრთველის 7 ბერკეტი შემობრუნდება და გამორთავს ძრავას კონტაქტებს.



Соб. 3,11.

ქვეის სხვადასხვა გადაწვდომის დროს ამწის ნომინალური ტვირთამწეობა იქნება 3÷5 ტონის ფარგლებში. ცხადია, ერთი და იმავე ზამბარით სატვირთე ბაგერის 1 სხვადასხვა დაჭიმულობის შეწონასწორება ძნელია; ამის გამო აქ მოწყობილია სო-
ლური სამარჯვი. 4.

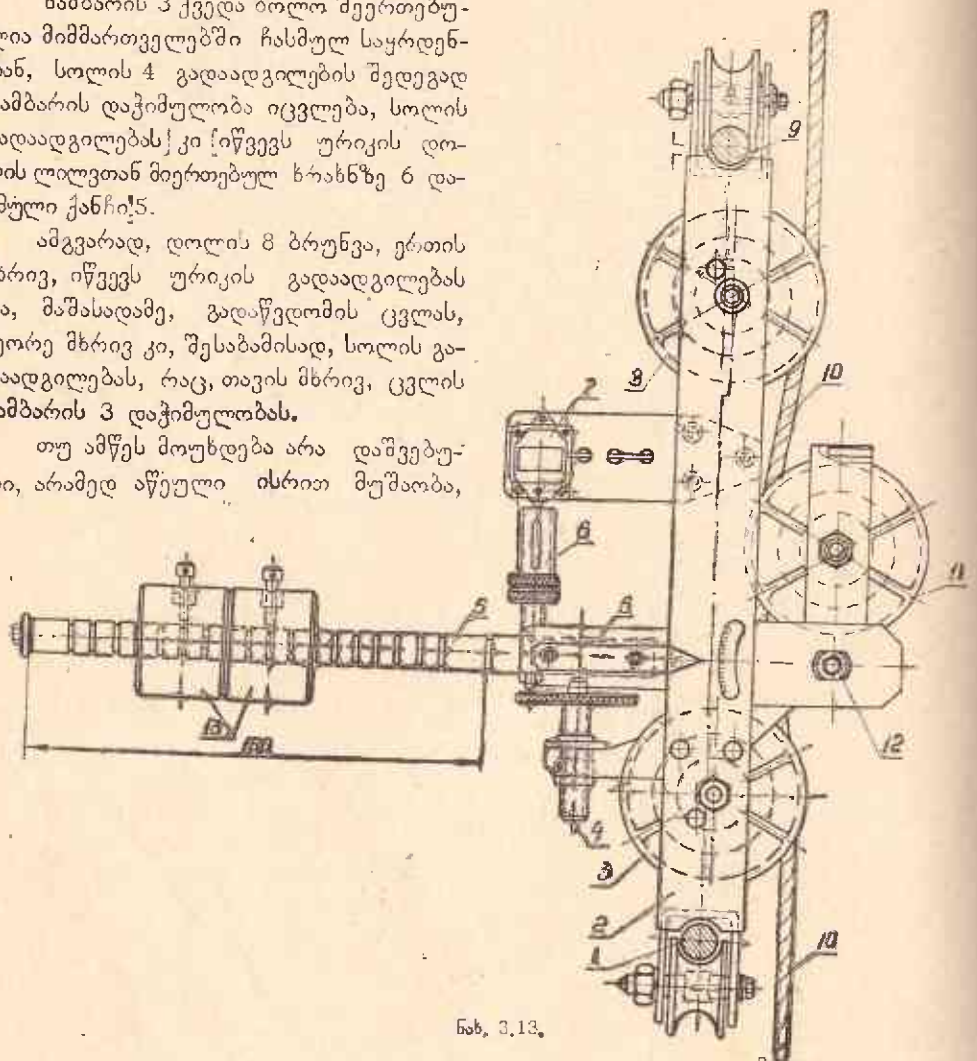


ნახ. 3.12.

ზამბარის 3 ქვედა ბოლო შეერთებულია მიმმართველებში ჩასმულ საყრდენთან, სოლის 4 გადაადგილების შედეგად ზამბარის დაჭიმულობა იცვლება, სოლის გადაადგილებას კი იწვევს ურიკის დოლის ლილვთან მიერთებულ ხრახნზე 6 დასმული ქანჩი 5.

ამგვარად, დოლია 8 ბრუნვა, ერთის მხრივ, იწვევს ურიკის გადაადგილებას და, მაშასადამე, გადაწვდომის ცვლას, მეორე მხრივ კი, შესაბამისად, სოლის გადაადგილებას, რაც, თავის მხრივ, ცვლის ზამბარის 3 დაჭიმულობას.

თუ ამწეს მოუხდება არა დაშვებული, არამედ აწეული ისრიით მუშაობა,



ნახ. 3.13.

იცვ-
აგირის
ია სო-

მაშინ ურიკა ისარზე დამაგრდება, ურიკის გადაადგილების მექანიზმი არ იმუშავებს, ხოლო სოლს თავიდანვე დაყენებენ ისეთ მდგომარეობაში, რომელიც უზრუნველყოფს წინასწარ დაყენებული გადაწვდომის შესაბამის ტვირთამწეობას.

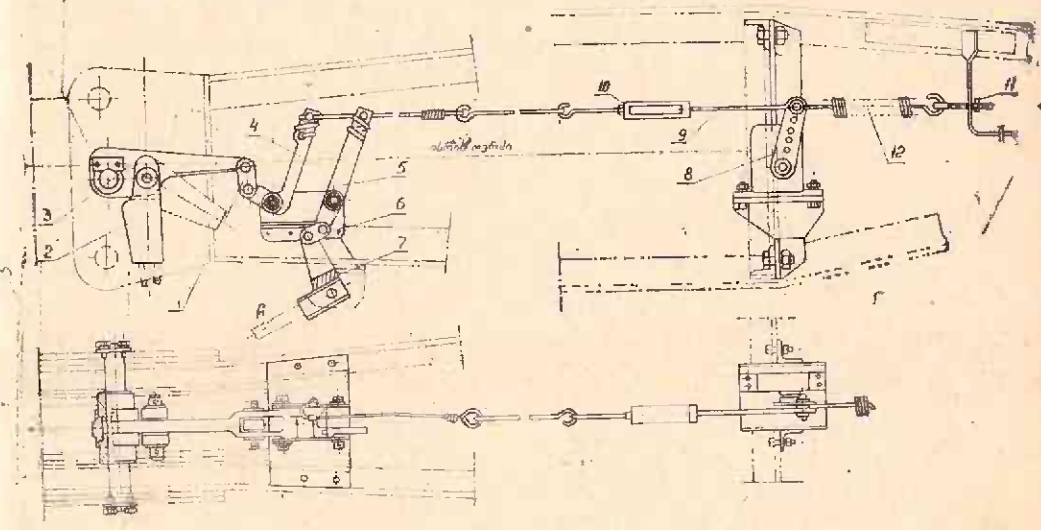
კომპლექტურ ამწეებზე ხშირად გამოიყენება ნ. ჩერნიშევის კონსტრუქციის ტვირთამწეობის შემზღუდველი (ნახ. 3.13), რომელიც კოშკის არამბრუნავი ნაწილის ლითონ-კონსტრუქციაში ჩამაგრებულ გლუვ დერძაკებზეა 1 და 9 ჩამოკიდებული.

შემზღუდველი ხელსაწყოს ჩარჩოსა 2 და ბერკეტზე 5 დასმულია სატვირთე ბაგირის 10 მიმართველი ჭაღები 3, 8 და 11. სატვირთე ბაგირის დაჭიმულობით ჭაღზე 11 შექმნილი ძალა შეწონასწორდება ბერკეტზე 5 დასმული მასების 13 სიმძიმის ძალით. ბერკეტი 5 დასმულია სახსარზე 12, რომლის მიმართაც შემობრუნდება იგი, როდესაც ჭაღზე 11 შექმნილი ძალა გადააჭარბებს ნორმალურ სიდიდეს; ბერკეტის შემობრუნება იწვევს გამომრთველის ჭოკის 6 გადაადგილებას და, მამასალამე, ძრავას გამორთვის. ბერკეტის ქვედა მდგომარეობის რეგულირება წარმოებს დამყენებელი ხრახნის 4 საშუალებით.

4. ტვირთამწეობისა და ტვირთსაკიდის აწევის სიმაღლის შემზღუდველები

ასეთი კომბინირებული შემზღუდველი გამოიყენება კომპლექტურ ამწეებზე (ნახ. 3.14).

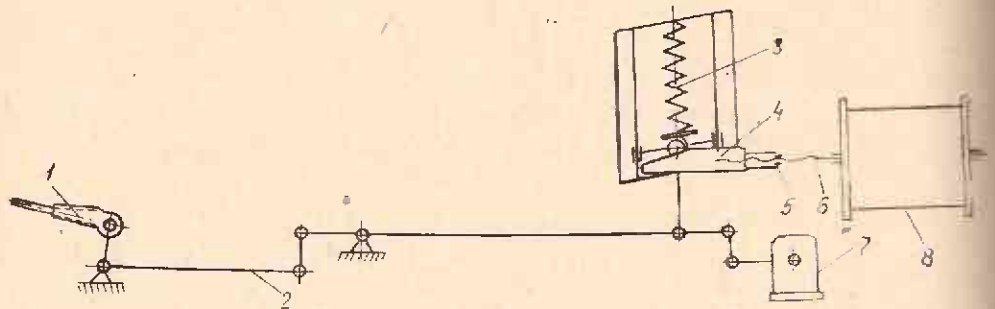
აქ, ტვირთსაკიდის აწევის სიმაღლის შემზღუდველ ნაწილში: ორმხრიანი ბერკეტი 7 საყურის 6 საშუალებით მიერთებულია მხრეულთან 5, მხრეული კი, თავის მხრივ, წვრილი მავთულბაგირით წევასთან 9. წევა მეორე ბოლოთი უერთდება საბოლოო გამომრთველის ბერკეტს 8, რომელიც სათანადოდ მოჭიმულია ზამბარით 12. ტვირთსაკიდი თავისი აწევის ზღვრული მდგომარეობის მიღწევისას მიებრჭინება ბერკეტის 7 A მხარს, ბერკეტი შემობრუნდება და მთელი ზემოთ აღნიშნული სისტემა ამოქმედდება, რის შედეგადაც ძრავა გამოითიშება.



ნახ. 3.14.

ტვირთამწეობის შემზღუდველ ნაწილში სატვირთე ბაგირი ყალუშის 2 საშუალებით სახსრულად მიერთებულია ბერკეტთან 3, რომელსაც საყურე 1 აერთებს ორმხრიან ბერკეტთან 4. ეს ბერკეტი, თავის მხრივ, წვრილმავთულბაგირით დაკავშირებულია

კავის სხვადასხვა გადაწვდომის დროს ამწის ნომინალური ტვირთამწეობა იცვლება 3÷5 ტონის ფარგლებში. ცხადია, ერთი და იმავე ზამბარით სატვირთო ბაგირის 1 სხვადასხვა დაჭიმულობის შეწონასწორება ძნელია; ამის გამო აქ მოწყობილია სოლური სამარჯვი. 4.

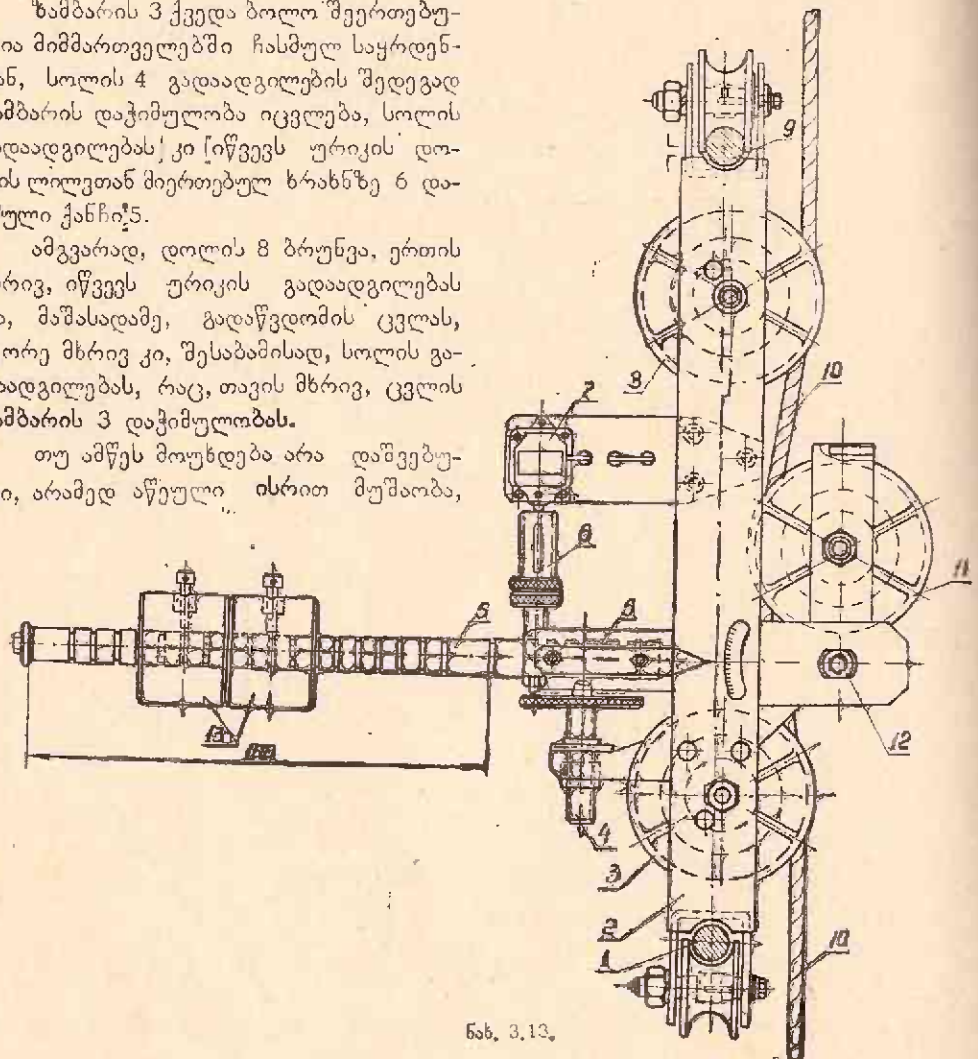


ნახ. 3.12.

ზამბარის 3 ქვედა ბოლო შეერთებულია მიმმართველებში ჩასმულ საყრდენთან, სოლის 4 გადაადგილების შედეგად ზამბარის დაჭიმულობა იცვლება, სოლის გადაადგილებას კი იწვევს ურიკის დოლის ლილვთან მიერთებულ ზრახნზე 6 დასმული ქანჩი 5.

ამგვარად, დოლის 8 ბრუნვა, ერთის მხრივ, იწვევს ურიკის გადაადგილებას და, მაშასადამე, გადაწვდომის ცვლას, მეორე მხრივ კი, შესაბამისად, სოლის გადაადგილებას, რაც, თავის მხრივ, ცვლის ზამბარის 3 დაჭიმულობას.

თუ ამწეს მოუხდება არა დაწვებული, არამედ აწეული ისრით მუშაობა,



ნახ. 3.13.

მაშინ ურიკა ისარზე დამაგრდება, ურიკის გადაადგილების შექანიზმი არ იმუშავებს, ხოლო სოლს თავიდანვე დააყენებენ ისეთ მდგომარეობაში, რომელიც უზრუნველყოფს წინასწარ დაყენებული გადაწყვეტომის შესაბამის ტვირთამწეობას.

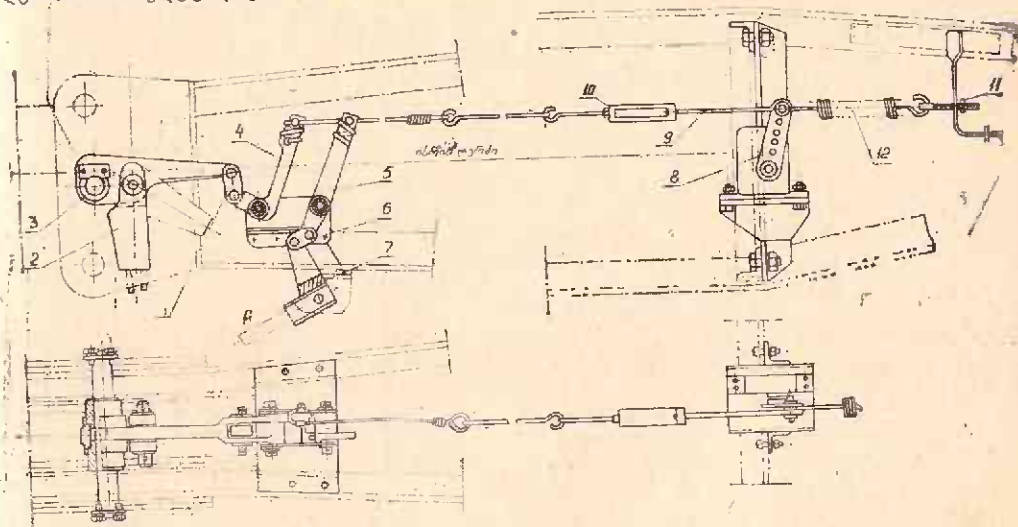
კოშკურ ამწეებზე ხშირად გამოიყენება ნ. ჩერნიშევის კონსტრუქციის ტვირთამწე-
ობის შემსლუღველი (ნახ. 3.13), რომელიც კოშკის არამბრუნავი ნაწილის ლითონ-
კონსტრუქციაში ჩამაგრებულ გლუვ ღერძაებზეა 1 და 9 ჩამოკიდებული.

შემზღუდველი ხელსაწყოთა ჩაბრუნება 2 და ბერკეტზე 5 დასმულია სატვირთე ბაგირის 10 მიმართველი ჭალები 3,8 და 11. სატვირთე ბაგირის დაჭიმულობით ჭალებზე 11 შექმნილი ძალა შეწონასწორდება ბერკეტზე 5 დასმული მასების 13 სიმძიმის ძალით. ბერკეტი 5 დასმულია სახსარზე 12, რომლის მიმართაც შემობრუნდება იგი, როდესაც ჭალებზე 11 შექმნილი ძალა გადააჭარბებს ნორმალურ სიდიდეს; ბერკეტის შემობრუნება იწვევს გამომრთველის ჭოკის 6 გადაადგილებას და, მაშასადამე, ძრავას გამორთვის. ბერკეტის ქვედა მდგომარეობის რეგულირება წარმოებს დამყენებელი ხრახნის 4 საშუალებით.

4. ტვირთაწაწოვისა და ტვირთსაბედის აწევის სიმაღლის
შეზღუდვები

ასეთი კომბინირებული შემზღუდველი გამოიყენება კოჟურ ანწეებზე (ნახ. 3.14):

აქ, ტვინთსაკიდის აწევის სიმაღლის შემზღუდველ ნაწილში: ორმხრიანი ბერკეტი 7 საყურის 6 საშუალებით მიერთებულია მხრეთთან 5, მხრეული კი, თავის მხრივ, წვრილი მავთულბაგირით წევასთან 9. წვეა მეორე ბოლოთი უერთდება საბოლოო გამომრთველის ბერკეტს 8, რომელიც სათანადოდ მოჭიმულია ზამბარით 12. ტვინთსაკიდი თავისი აწევის ზღვრული მდგომარეობის მიღწევისას მიებრჭინება ბერკეტის 7 A მხარს, ბერკეტი შემობრუნდება და მთელი ზემოთ აღნიშნული სისტემა ამოქმედდება, რის შედეგადაც ძრავა გამოითიშება.



606. 3.14.

ტვირთამწოვობის შემზღუდველ ნაწილში სატვირთე ზაგირი ყაუშის 2 საშუალებით სახსრულად მიერთებულია ბერკეტთან 3, რომელსაც საყურე 1 აერთებს ორმხრიან ბერკეტთან 4. ეს ბერკეტი, თავის მხრივ, წვრილმავთულზაგირით დაკავშირებულია

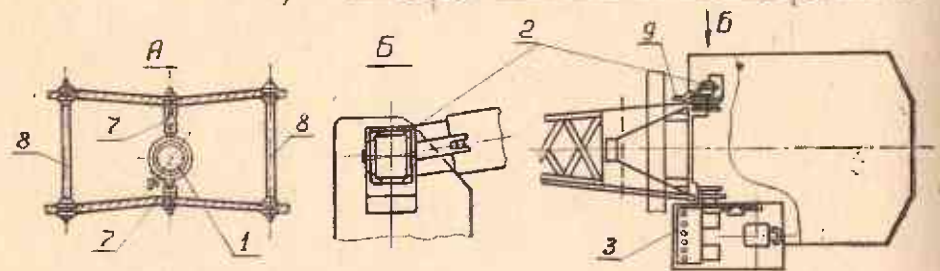
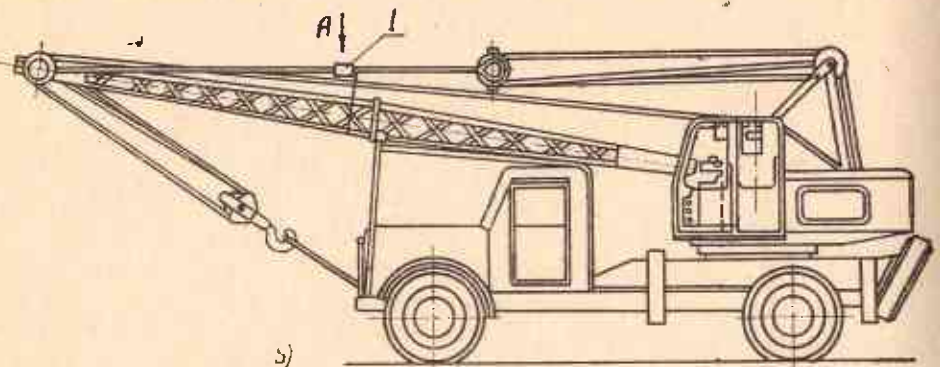
წევასთან 9, წვევა კი თავის მეორე ბოლოთი უერთდება საბოლოო გამოძრთველის ბერკეტს 8, რომელიც აგრეთვე მოჭიმულია იმავე ზამბარით 12.

თუ ტვირთის მასის წონა გაიზარდა, შესაბამისად გაიზრდება ბაგირის დაჭიმულობაც და, მაშასადამე, ყაუშის 2 დატვირთვაც. ყაუში გადაადგილება და 3, 1, 4, 9, 8 სისტემა ამოქმედდება, რის შედეგადაც ძრავა გამოირთვება.

ამრიგად, როგორც ტვირთამწვობის, ისე ტვირთსაყიდის აწევის სიმაღლის შეზღუდვას ემსახურება ერთი და იგივე საბოლოო გამოძრთველი, რომლის მოქმედებაში მომყვანი ძალის სიდიდეს — ზამბარის დრეკადობის ძალას მომჭიმში 10 და ხრახნული წყვილი 11 არეგულირებს.

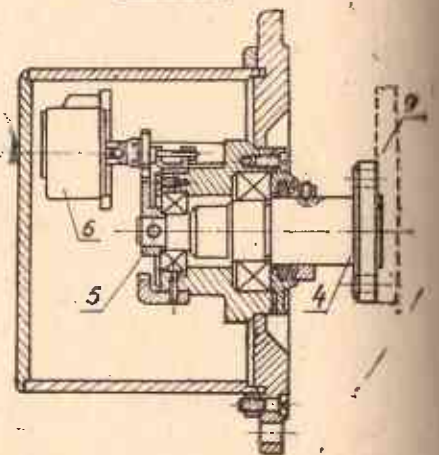
5. საბავრთე მომენტის შეზღუდვები

ელექტრული ტიპის სატვირთე მომენტის შეზღუდველი შედგება სამი მთავარი კვანძისაგან: ბაგირის დაჭიმულობის გადამწოდისა 1, ისრის აწევის კუთხის გადამწოდისა 2 და რელეზლოკისაგან 3 (ნახ. 3.15).



საისრე ბაგირის დაჭიმულობის გადამწოდი წარმოადგენს ზამბარას, რომელიც სახსრული წვევები 7 საშუალებით ჩართულია ისრის ამწვე ბაგირთა სისტემის განმბრჩენებს 8 შორის მოთავსებულ ნაწილში. როგორც კი ისრის ამწვე ბაგირთა სისტემაში დაჭიმულობა ზღვრულ სიდიდეს მიაღწევს, განმბრჩენებს 8 შორის მოთავსებული ბაგირის შტოებს შორის კუთხე გაიზრდება, სახსრული წვევები 7 დაიჭიმება, რგოლური ზამბარაც გაიჭიმება და ელექტრული სიგნალები წარმოიქმნება.

ბ)



ნახ. 3.15.

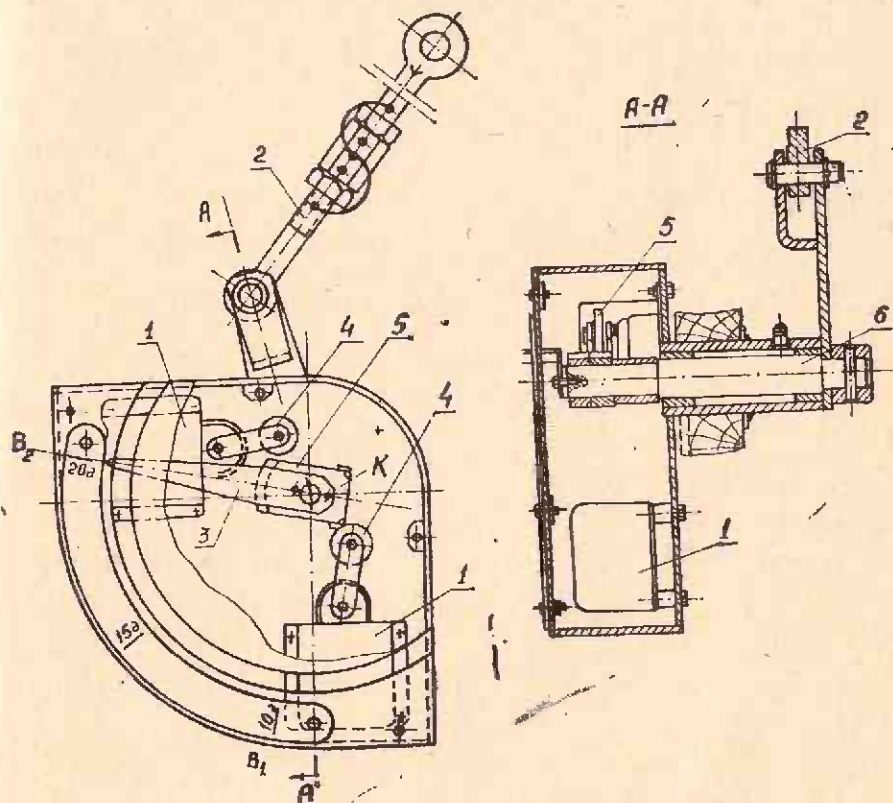
ისრის დახრის კუთხის გადამწოდის 2 მოწყობილობაში ისრის დახრილობის ცვლილება ბერკეტის 9 საშუალებით ლილვს 4 გადაეცემა, შემდეგ კბილანური გადაცემისა 5 და ზამბარული ქუროს მეოხებით პოტენციომეტრის 6 ბერკეტი გადაადგილდება და ელექტრული სიგნალები წარმოიქმნება.

ორივე გადამწოდში წარმოქმნილი სიგნალები რელე-ბლოკის საშუალებით ამწის მართვის საკომანდო ქსელს გადაეცემა და როდესაც შემზღუდველში მოწყობილ ელექტრულ წინაღობათა ხილში მიღებული ორივე გადამწოდის სიგნალების ბალანსი დამყარდება, ე. ი. ელექტრულ სიგნალთა სხვაობა ნულს გაუტოლდება (რაც ისრის გადაწვდომით განპირობებულ ზღვრული სიდიდის ტვირთს შეესაბამება), შემზღუდველი ამოქმედდება და საისრე ძრავა გამოირთვება.

8. ისრის კიდურა მდგომარეობის შემზღუდველი

ისეთ ამწეებზე, როგორიცაა KB—100 და სხვა, რომლებშიც გადაწვდომის ცვლა, ე. ი. ტვირთიამოკიდებული ისრის აწევა-დაწევა მექანიზმის საშუალებით წარმოებს, აყენებენ ისრის კიდურა მდგომარეობის შემზღუდველს.

ქვემოთმოყვანილ ნახაზზე წარმოდგენილია ერთ-ერთი ასეთი შემზღუდველის — ისრის გადაწვდომის მაჩვენებლისა და შემზღუდველის სქემა (ნახ. 3.16), რომელიც შედგება ამწის ისართან მიერთებულ წვევისა 2, წვევასთან მიერთებული ლილვისა 6, ლილვთან დაკავშირებული ბერკეტული სისტემისა 5, ლილვის ბოლოზე დასმული მაჩვენებელი ისრისა 3, ამომრთველის ბერკეტზე მოწყობილი გორგოლაქისა 4 და საბოლოო გამომრთველისაგან 1.

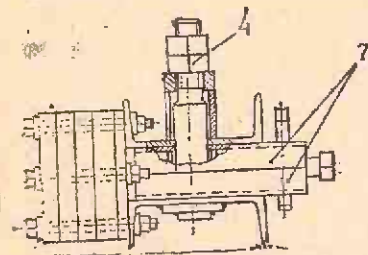
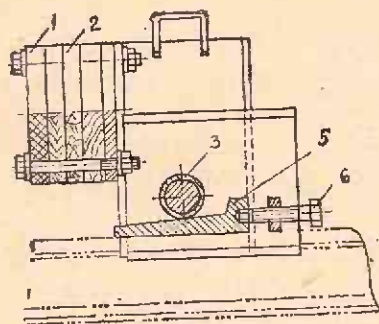


ნახ. 3.16.

ამწის ისრის აწევ-დაწევას შეესაბამება მაჩვენებელი ისრის გარკვეული მდგომარეობა, ცხადია, ამწის ისრის ზღვრულ მდგომარეობაში მისვლა გამოიწვევს მაჩვენებელი ისრის კიდურა B_1 და B_2 მდგომარეობაში მისვლას, მაჩვენებელი ისრის B_1 და B_2 მდგომარეობაში გადასვლისას მისი K მუშტა თავი წამოდება ან ერთ, ან მეორე გორგოლაქს 4. გადაადგილებს მას, ამით ამორთავს ერთ-ერთ საბოლოო გამომრთველს და ისრის ამწევი მექანიზმის ძრავა გაჩერდება.

7. მისაბრჯენი

ამწევის ზღვრულ მდგომარეობაში გაჩერებისათვის, გარდა საბოლოო გამომრთველისა, გამოიყენება აგრეთვე ინვენტარული საჩიხი მისაბრჯენი — ჩიხი (ნახ. 3.17), რომელსაც აყენებენ ლიანდაგის თავსა და ბოლოში, ორივე რელსზე რელსის ბოლოებიდან 1,5 მეტრის მოშორებით.



ნახ. 3.17.

ინვენტარული საჩიხი მისაბრჯენი ანუ ჩიხი შედგება: 1—ამორტიზატორისა, 2—ძელაქებისა, 3—გორგოლაქებისა, 4—სამაგრ ქანჩ-ქანჭიკისა, 5—სოლისა, 6—საჩივი ქანჭიკისა და 7—დგარბრჯენისაგან.

ჩიხების წინ გარკვეულ მანძილზე, ჩვეულებრივ, აყენებენ გამომრთველ სახაზავებს. გამომრთველი სახაზავის დაყენების ადგილი არჩეული უნდა იქნეს ისეთნაირად, რომ ძრავას გამორთვის შემდეგ ამწეს და ჩიხს შორის რჩებოდეს ნახევარი სამუხრუტო მანძილი მაინც; კომპლური, პორტულური, ხარისა ამწეებისათვის და გადამტვირთავი ხიდებისათვის — მთლიანი სამუხრუტო მანძილი, მაგრამ არანაკლები 1,5 მეტრისა.

8. ბუფერები

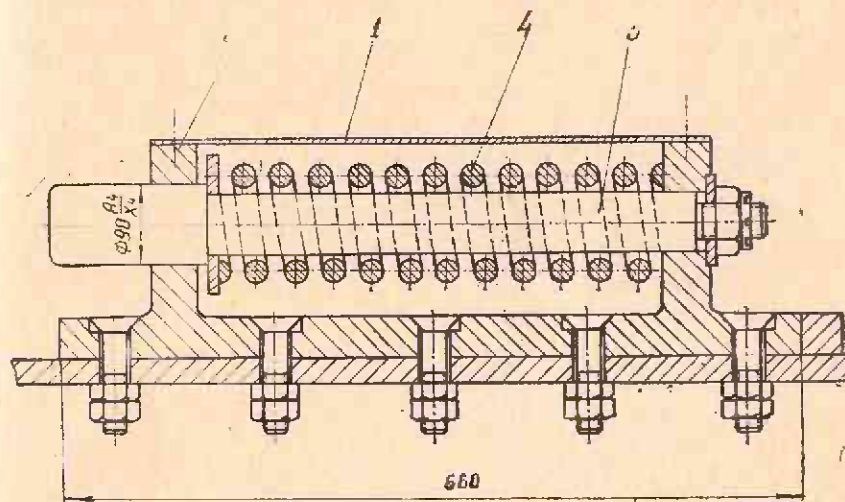
საბუფერო მოწყობილობების დანიშნულებაა შთანთქოს ის კინეტიკური ენერგია, რომელიც წარმოიშვება რელსებზე გადაადგილებადი მანქანური აძვრის ამწეების (ურეკების) ჩიხებთან შესაძლო შეჯახების შედეგად.

ბარბალია, ჩიხებთან მისვლამდე საბოლოო გამომრთველი გამორთავს ამწის (ურეკის) გადასადგილებელ მექანიზმს, მაგრამ ამწე უფრო დაბალი, თანაც კლებადი, სიჩქარით მაინც განაგრძობს გზას და შეიძლება შეეჯახოს ჩიხს. არის ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც საბოლოო გამომრთველი ან მუხრუტო უწყისიეროდ მუშაობს და, მიუხედავად ამწის ზღვრულ ზონაში ყოფნისა, ამწის გადაადგილების სიჩქარე რჩება უცვლელი — ისევ ნორმალური, ხოლო ამწის ჩიხთან შეჯახება — გარდუვალი და ძლიერი.

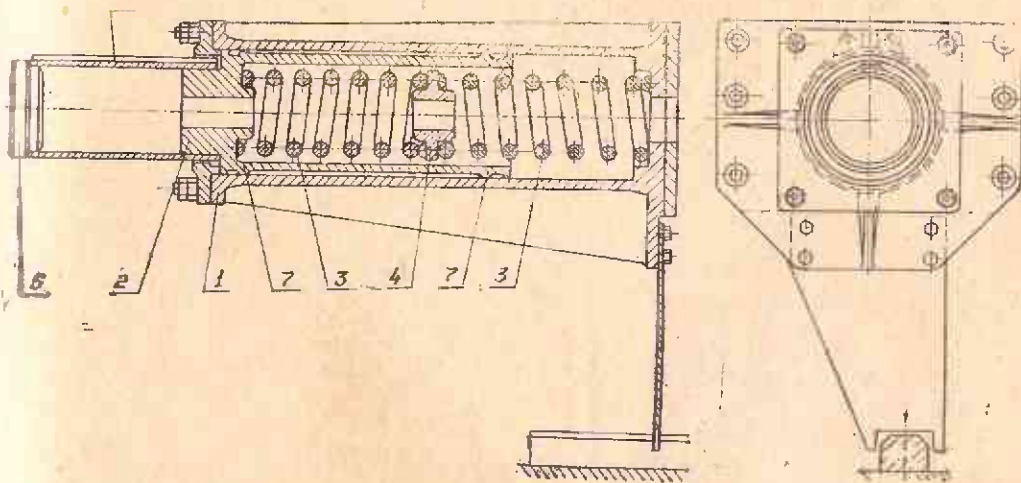
ბუფერების კონსტრუქცია ისეთი უნდა იყოს, რომ უზრუნველყოს ამწის სრული უზიფათო მუშაობა, შთანთქოს წარმოშობილი კინეტიკური ენერგიის მეტი ნაწილი, შეარბილოს დაჯახება და ჰქონდეს რაც შეიძლება მცირე გაბარიტული ზომები.

ბუფერები შეიძლება იყოს ხის ან რეზინის დრეკადი ელემენტებისაგან დამზადებული ან შეიძლება წარმოადგენდეს ფოლადის ზამბარებიან ლითონის კონსტრუქციას, ან ჰიდრაულიკურ მოწყობილობას.

ზამბარაიან ბუფერებში (ნახ. 3.18 და 3.19) დაჯახების შედეგად წარმოშობილი კინეტიკური ენერგიის დიდი ნაწილი გადადის შეკუმშულ ზამბარაში პოტენციური ენერგიის სახით, მცირე ნაწილი კი — სითბოში. შეკუმშულ ზამბარაში აკუმულირებულ პოტენციურ ენერგიას ახასიათებს უკუცემა (უკუგადაცემა), რაც ცუდ გავლენას ახდენს ამწის კონსტრუქციაზე. ამასთანავე, აღსანიშნავია ისიც, რომ ზამბარას შეუძლია ითევოს — აკუმულირება გაუკეთოს ენერგიის ართეთუ დიდ რაოდენობას, რის გამოც დიდი ტვირთამწეობისა და დიდსიჩქარიან ამწეებში ბუფერის ზამბარა დიდი და მძიმე გამოდის. უკეთესია გამოყენებულ იქნეს ზამბარა-ფრიქციული ან ჰიდრაულიკური ბუფერები.



ნახ. 3.18.

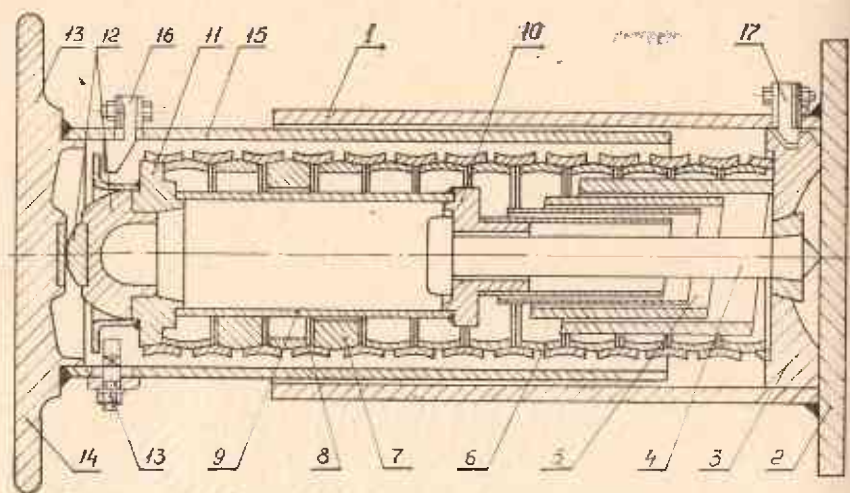


ნახ. 3.19.

ზამბარა-ფრიქციულ ბუფერებში (ნახ. 3.20) დიდი ნაწილი კინეტიკური ენერგიისა მოძრავი ნაწილების ურთიერთ ხახუნის გამო გადადის სითბოში, ხოლო ძალზე მცირე ნაწილი — ზამბარაში, რის გამოც ასეთ ბუფერს (ზამბარას) მცირე უკუცემა ახასიათებს.

10. ამწე-სატრანსპორტო მანქანები

ჰიდრაულიკურ ბუფერებს (ნახ. 3.21) უკუცემა სრულებით არ ახასიათებს, რადგანაც შეჯახების მთელი კინეტიკური ენერგია იხარჯება ერთი ბრუნვის მეორე არეში მუშა სითხის გადადინებაზე და თითქმის მთლიანად გადადის სითხეში. ზამბარული ბუფერების მუშაობის დიაგრამას სამკუთხედის სახე აქვს, ხოლო ჰიდრაულიკური ბუფერების მუშაობის დიაგრამას — ტრაპეციისა (თითქმის სწორკუთხედილი).



ნახ. 3.20.

სა), რის გამოც ჰიდრაულიკურ ბუფერებს შეუძლიათ ორჯერ მეტი კინეტიკური ენერგია აითვისონ.

ამის გამო ჰიდრაულიკური ბუფერები, გარდა იმისა, რომ უზრუნველყოფენ ამწის მოძრაობის მდოვრე შენელებას, უფრო კომპაქტურიცაა.

3.18 ნახაზზე ნაჩვენებია ურიკისათვის განკუთვნილი ზამბარული ბუფერი, რომელიც დადგმულია ამწის ხიდის კონსტრუქციაზე. იგი შედგება ხუთი 1 თავდახურულ კორპუსი 2 მოძრავად ჩასმული ჭოკისა 3 და ზამბარისაგან 4. აქ დაჯახების მთელი კინეტიკური ენერგია გადადის შეკუმშულ ზამბარაში პოტენციური ენერგიის სახით, რის გამოც ადგილი აქვს უკუგადაცემას.

შემდეგ ნახაზზე (ნახ. 3.19) წარმოდგენილია ამწის ხიდისათვის განკუთვნილი ხიდზევე დადგმული ზამბარული ბუფერი, რომელიც შედგება კორპუსისაგან 1, ნაცვლად ჭოკისა დგუშისაგან 2, ორი ერთმანეთის მიმდევრობით განლაგებული და დგუშში ჩასმული ზამბარისაგან 3, ზამბარებს შუა თავისუფლად მოთავსებული გადაადგილდამი და ამავე დროს მიმმართველი საყელურისაგან 4, რომლის საშუალებითაც აღნიშნული ორი ზამბარა მუშაობს ისე, როგორც ერთი ზამბარა, მაგრამ უკუთესი მდგრადობით.

დგუშის წინა ნაწილი წარმოადგენს თხელკედლიან მილს, რომელიც თავდახურულია საცობით 5 და აქვს მიმმართველი სოგმანი 6. მიმმართველი სოგმანი მოძრაობს კორპუსის ხუფში დატანებულ მიმმართველ ღარში.

დგუშის მეორე ნაწილი წარმოადგენს ღრუ ცლინდრს, რომელსაც თავსა და ბოლოში აქვს მიმმართველი სალტეები 7.

ამ კონსტრუქციაში, ისე, როგორც წინა შემთხვევაში, ადგილი აქვს უკუგადაცემის არასასურველ მოვლენას.

ახლა განვიხილოთ ზამბარულ-ფრიქციული ბუფერი (ნახ. 3.20), რომლის კორპუსი 1 წარმოადგენს ძირზე 2 მიდუღებულ ღრუ ცლინდრს. კორპუსის სიღრმეში ჩასმულია ფილა 3, რომელზედაც აკრებილია: ჭოკი 4, ზამბარა 5, შიგაფ-

რიქციული რგოლები 6, რომელთაგან სამი რგოლი 7 გაჭრილია და ექსცენტრულად გაჩარხვის გამო სხვადასხვა სისქის განივკვეთი აქვთ, გარეთა ფრიქციული რგოლები 8 და შიგა მილი 9, რომელიც ერთ მხარეს მიერთებულია ჭოკზე გადაადგილებად მილტუჩასთან 10, ხოლო მეორე მხარე თავმილტუჩასა 11 და ბუნიკთან 12.

ფილაზე 3 აკრებილი ასეთი კონსტრუქცია საკვალთის 17 საშუალებით მაგრდება კორპუსის სიღრუეში ძირზე თეფშზე 14 მიდრეკილი გარეთა მილი 15, როგორც ხუფი, ჩამოცმულია $3 \div 12$ ნაწილებისაგან აკრებილ კვანძზე და მიერთებულია მასთან საკვალთისა 16 და ქანჩ-ჭანჭიკის 13 საშუალებით.

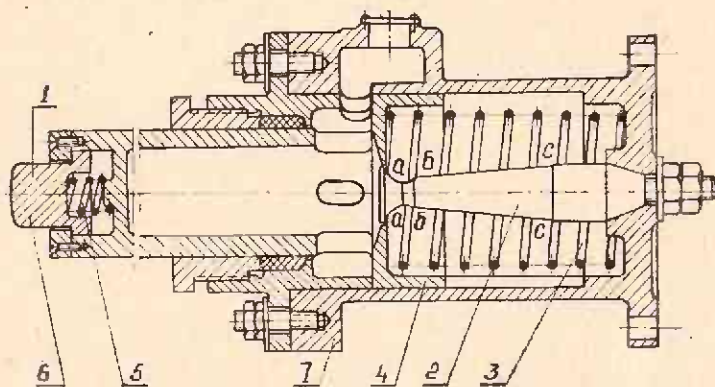
დაჯახების ძალა თეფშიდან 14 ბუნიკის 12 საშუალებით გადაეცემა 6, 7 და 8 ფრიქციულ რგოლებს, ერთდროულად იგი შიგა მილის 9 გადაადგილებად მილტუჩას 10 გავლით გადაეცემა ზამბარას 5 და შეკუმშავს მას.

ზამბარის შეკუმშვის პროცესში შიგა გაჭრილი რგოლები ძირითადად მუშაობენ ლუნვაზე, შიგა მთლიანი რგოლები — კუმშვაზე, ხოლო გარე რგოლები 8 — გაჭიმვაზე.

შიგა და გარე ფრიქციულ რგოლებს შუა შექმნილი ხახუნის წინააღმდეგობა შთანთქმავს შეჯახების კინეტიკური ენერგიის ძალზე დიდ ნაწილს და გადავა სითბოში, ხოლო ძალზე მცირე ნაწილი შეკუმშავს ზამბარას 5 და დაგრძელება მასში პოტენციური ენერგიის სახით. პროცესის ბოლოს ზამბარა ამ ენერგიის საშუალებით მოძრავ ნაწილებს ($5 \div 16$) დააბრუნებს თავის პირვანდელ მდგომარეობაში.

ასეთი ზ ა მ ბ ა რ უ ლ - ფ რ ი ქ ც ი უ ლ ი ბ უ ფ ე რ ე ბ ი მუშაობს ისე, რომ უკუცემა არა აქვთ. მხოლოდ მას შემდეგ, რაც ამწე მოსცილდება ჩიხს, ზამბარა 5 იწყებს მოქმედებას და ზემოაღნიშნულ მოძრავ ნაწილებს დააყენებს თავის პირვანდელ მდგომარეობაში.

პ ი დ რ ა ე ლ ი კ უ რ ი ბ უ ფ ე რ ი წ ა რ მ ო დ გ ე ნ ი ლ ი ა 3.21-ე ნახაზზე. აქ კორპუსში 1, როგორც ცილინდრში, უძრავად ჩასმულია ცენტრალური, ცვლადი განივი კვეთის კოჭი 2, რომლის თავს, როგორც სარქველს, ზამბარის 3 საშუალებით ებრჯინება დგუშის 4 ხერტილის პერიმეტრი.



ნახ. 3.21.

დგუშის მარჯვნივ გადაადგილებისას ზამბარა იკუმშება და დგუშის ძირზე არსებული ხერტილი ჭოკის ცვლად კვეთთან ურთიერთობაში ქმნის ცვლადი სიდიდის რგოლურ ღრეჩოს, რომელშიაც უნდა გადაიდნოს დგუშქვედა სივრცეში მყოფი მუშა სითხე.

ბუფერის ჩიხთან შეჯახება იწვევს ბუნიკის 6 მარჯვნივ გადაადგილებას, რაც, თავის მხრივ, ამჩქარებელ ზამბარას 5 თანდათანობით შეკუმშავს, პარალელურად დგუშიც იწყებს მდოვრედ გადაადგილებას, მისი სიჩქარე 0-დან თანდათანობით იზრდება ამ-

წის სიჩქარემდე. როგორც კი ამჩქარებელი ზამბარა მთლიანად შეიკუმშება — იწყება დგუშის გადაადგილების მეორე პერიოდი, რომელიც შეესაბამება კოოს $a-a$ ყელიდან $n-n$ კვეთამდე დგუშის გადაადგილებას; ამ მონაკვეთზე რგოლური ღრეჩოს მუშა ფართობი მცირდება, ცილინდრში წნევა და დგუშის გადაადგილების წინააღმდეგობა იზრდება და $n-n$ ადგილზე აღწევს თავის მაქსიმუმს.

მესამე პერიოდში, როდესაც დგუში $n-n$ -დან $c-c$ კვეთამდე მოძრაობს — წნევა ცილინდრში და დგუშის გადაადგილების წინააღმდეგობა რჩება მაქსიმალურის ტოლი და მუდმივი. ამის გამო ამწის მოძრაობაც და დგუშის გადაადგილებაც იქნება თანაბრად შენელებული და ასე გასტანს მანამდე, სანამ არ გაჩერდება ამწეც და დგუშიც.

ამწის ჩიხიდან უკან გამობრუნების შემდეგ ზამბარა 3 დგუშს, ხოლო ამჩქარებელი ზამბარა 5 ბუნიეს 6 გადაიყვანს თავის პირვანდელ — საწყის მდგომარეობაში. ამ პროცესის დროს მუშა სითხე რგოლურ ღრეჩოში იწყებს შებრუნებული მიმართულებით გადასვლას.

მუშა სითხედ ნორმალური ტემპერატურების დროს გამოიყენება სათითისტრე ზეთი, ხოლო დაბალ ტემპერატურაზე — სპირტისა და გლიცერინის ნარევი.

ზამბარული ბუფერების გაანგარიშების დროს გულისხმობენ, რომ დაჯახების დროს წარმოშობილი მთელი კინეტიკური ენერგია გადადის ზამბარის დრეკადი დეფორმაციის პოტენციურ ენერგიაში.

მოძრაობაში მყოფი G წონის ამწისა და მასზე თავის უკიდურეს მაღალ მდგომარეობაში ჩამოკიდებული Q ტვირთის კინეტიკური ენერგია

$$K \approx \frac{mV^2}{2} = \frac{(Q+G)V^2}{2g} \text{ კგ. მ,}$$

მეორე მხრივ, n რაოდენობის ბუფერის ზამბარათა დრეკადი დეფორმაციის მაქსიმალური პოტენციური ენერგია

$$U = \frac{nPf}{2} \text{ კგ. მ,}$$

სადაც f არის ზამბარის დრეკადი ჩაჯდომა, მ-ით. თუ ზემოთ გამოსახულ ორ ენერგიის ერთმანეთს გავუტოლებთ და P -ს მიმართ გადავწყვეტთ, მივიღებთ, რომ ბუფერის ზამბარის მაქსიმალური ძალვა

$$P = \frac{(Q+G)V^2}{ngf} \text{ კგ.}$$

ამ დამოკიდებულებიდან შეიძლება განვსაზღვროთ ის მაქსიმალურად დასაშვები სიჩქარე, რომლითაც ამწე შეეჯახება ჩიხს

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{Pnfg}{Q+G}} \text{ მ/წმ.}$$

ხილური ამწეების ზამბარულ ბუფერებში ხშირად გამოიყენება მრგვალი კვეთის ფოლადის მავთულებისაგან დამზადებული ცილინდრული ზამბარები. ასეთი ზამბარის მხები ძაბვის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით

$$\tau \approx \frac{8PD}{\pi d^3} \text{ კგ/სმ}^2.$$

დრეკადი ჩაჯდომა კი

$$f = \frac{8 P D^3 i}{G d^4} \text{ სმ,}$$

სადაც P არის ზამბარის ძალვა, კგ-ობით.

D — ზამბარის ხეიის საშუალო დიამეტრი, სმ-ობით.

d — სწამბარე მავთულის დიამეტრი, სმ-ობით.

მოდრაველი კურობის ბუფერის მუდმივი მაქსიმალური ძალვა გამოითვლება ასე:

$$P = p_{\max} \cdot F \text{ კგ,}$$

სადაც $p_{\max}$ არის ცილინდრში მუშა სითხის წნევა, $\frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$ -ობით,

F — დგუშის მუშა ფართობი, სმ^2 -ობით,

დგუშის სელა მოძრაობის მესამე პერიოდში

$$f = \frac{k}{n p_{\max}}$$

აქ k — დაჯახების კინეტიკური ენერგია, კგ-მ-ობით.

n — პროცესში მონაწილე მუშა ბუფერების რაოდენობა.

ამწის მოძრაობის შენელების დრო მესამე პერიოდში

$$t = \frac{2f}{V} \text{ წმ,}$$

სადაც V — ამწის ჩიხზე შეჯახების საწყისი სიჩქარეა, მ/წმ.

შენელების ანუ მოძრაობის უარყოფითი აჩქარება

$$a = \frac{V}{t} \frac{\partial}{\partial t}$$

9. ამწეების გზა

მშენებარე ობიექტის გასწვრივ ამწის გადაადგილება მიზანშეწონილია წარმოებდეს სარკინიგზო ლიანდაგზე. ამწევეს სარკინიგზო ლიანდაგის მოწყობა და ექსპლუატაცია უნდა შეესაბამებოდეს „ამწის საექსპლუატაციო ინსტრუქციას“.

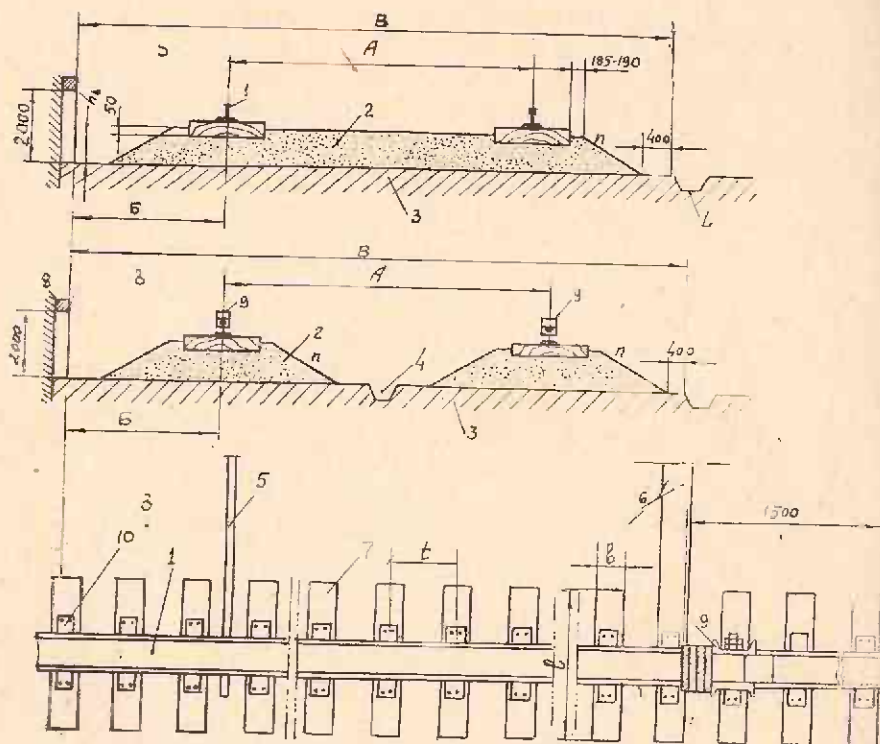
ამწევეს სარკინიგზო ლიანდაგი შედგება ქვედა და ზედა ნაგებობისაგან, ქვედა ნაგებობა შედგება მიწის ვაკისა 3 და წყალსარინისაგან 4 (ნახ. 3.22); წყალსარინი ამოღებული უნდა იყოს არა მშენებარე ობიექტის 8 მხარეს, არამედ ვაკის მფორე მხარეს; თუ ლიანდის სიდიდე 5 მეტრს აღემატება, მაშინ ორი წყალსარინი კეთდება (ნახ. 3.22 ბ).

სარკინიგზო ლიანდაგის ზედა ნაგებობა კი მოიცავს: ბალსტის ფენას — პრიზმას 2, რელსების სალიანდე გამჭოლ შპალებს 6 და მომჭიმებს 5, ნახევარშპალებს 7, რელსის ქვესადებს 10, რელსებს 1 და რელსის შპალებზე დასამაგრებელ ელემენტებს — ომბოხებს, ხრახნებს და ჭანჭიკებს (ნახ. 3.22 ბ).

მიწის ვაკის განივი ქანობი 0,008-÷0,010 აიღება და მიმართულია მშენებარე ობიექტიდან წყალსარინისაკენ, გრძივი ქანობის სიდიდე კი 0,005-ს არ უნდა აღემატებოდეს, ხოლო წყალსარინის გრძივი ქანობის სიდიდე არანაკლები 0,002-ისა აიღება. წყალსა-

რინი შეიძლება არ გაკეთდეს, თუ ვაკისის გრუნტი ქვიშნარია ან სამუშაოთა წარმოება — მშენებლობა მშრალი კლიმატის რაიონშია მოქცეული. ასევე შეიძლება ითქვას მიწის ვაკისის შესახებაც, თუ მიწის ვაკისი წყალგამტარ ან კლდოვან გრუნტებზე მოსაწყობი, მაშინ იგი ყოველგვარი ქანობის გარეშე კეთდება.

იმ შემთხვევაში, თუ მიწის ვაკისი მიწაყრილისაგან უნდა შეიქმნას, გამოყენებული უნდა იქნეს წყალგამტარი, მინარეებისა და საშენებლო ნაგვისაგან თავისუფალი, სუფთა ნაყარი გრუნტი, რომელიც შემდგომ კარგად მოიტკეპნება ისე, რომ მოტეპნილი გრუნტის სიმკვრივე — $\text{CH } 78-73$ ინსტრუქციით გათვალისწინებულ სიმკვრივეს პასუხობდეს.



ნახ. 3.22.

საამწეო რკინიგზის ლიანდაგის საბალასტო პრიზმის მოსაწყობად შეიძლება ქვიშა, ლორღი და ხრეში ან დახარისხებული მეტალურგიული და საბრძმედო წილა გამოვიყენოთ; უკეთესია ლორღის ან ხრეშის გამოყენება, რადგანაც მათი შეტი ამტანობა ახასიათებს, ვიდრე ქვიშას. საბალასტო პრიზმის ჩაწყობა 200-მდე მილიმეტრიან სისქის ფენებად და მათი შემდგომი თანდათანობითი მოტეპნით წარმოებს, მოტეპნილი საბალასტო პრიზმის სიმკვრივე მიწის ვაკისის სიმკვრივის ტოლი უნდა აღმოჩნდეს.

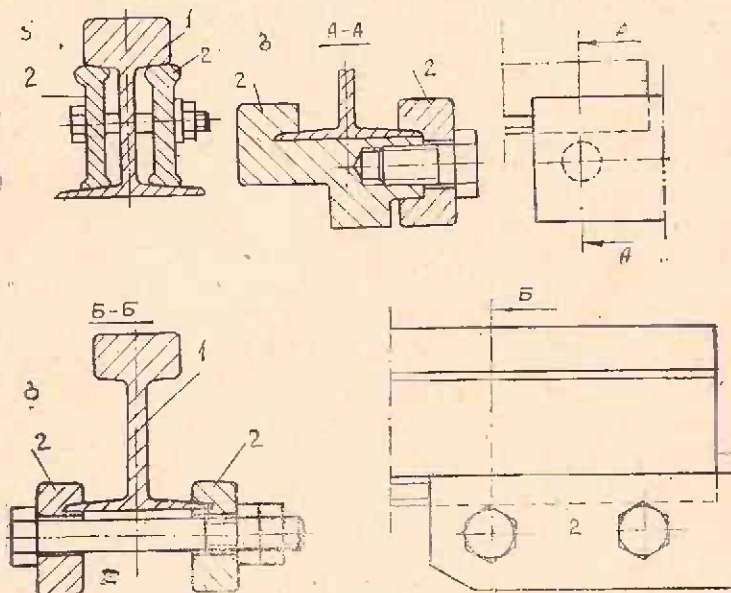
სალიანდაგო პრიზმის პროფილის ფერდის n ქანობი ქვიშის ბალასტკეპნილისათვის $1:1,5 \div 1:2$ -მდე, ხოლო ხრეშის ბალასტკეპნილისათვის $1:1 \div 1,5$ -მდე აიღება.

საამწეო სალიანდაგო ხის შპალები ფიჭვის, ნაძვის, სოჭის, ლარიქსის ან კედრის მერქნისაგან, ზოგჯერ კი (თუმცა უფრო იშვიათად) წიფლის, მუხისა და არყის მერქნისაგანაც შეიძლება იქნეს დამზადებული. შპალები ლპობისაგან რომ დავიცვათ,

საჭიროა მათი ანტისეპტიკური ხსნარებით გაუფლენთვა. საამწეო სარკინიგზო ლიანდაგისათვის გოსტ 78—65-ით გათვალისწინებული პირველი და მეორე ხარისხის შპალები გამოიყენება. ჩვეულებრივ, საამწეო სარკინიგზო შპალები სტანდარტული შპალების ნახევარსიგრძისა კეთდება და ამიტომ მათ ნახევარშპალებს უწოდებენ.

სალიანდაგო ბალასტმტკეპნელში შპალები თანაბარი ბიჯით ზედაპირიდან 50 მილიმეტრის სიღრმეზე თანდათანობით ჩაიტკეპნება — ჩამაგრდება. შპალებზე ქვესაღებებისა და ომბოხების საშუალებით რელსები დამაგრდება.

რელსები ერთმანეთის მიმართ რომ არ დაცურდნენ და თანაც ბორბლის გადაგორების დროს დატვირთული და დაუტვირთავი რელსის თავები ერთ ღონეზე იყოს, საჭიროა რელსების ერთმანეთთან პირისპირ გადაბმა. რელსების ასეთი პირაპირული გადაბმა წარმოებს სარელსე სტანდარტული ორთავიანი გვერდსაღებებით 2 (ნახ. 3.23 ა), რომლებიც გამჭოლი ჭანჭიკების 1 საშუალებით რელსებს მტკიცედ მოეჭირება. შესაძლებელია ორთავიანი გვერდსაღებების ნაცვლად გამოყენებულ იქნეს საგზაო მანქანათმშენებლობის საკავშირო კვლევიით ინსტიტუტის (ნახ. 3.23 ბ) და მოსკოვშენის კვლევიით ინსტიტუტის (ნახ. 2.23 ვ) კონსტრუქციის წინსაფარიანი გვერდსაღებები. აღნიშნულ კონსტრუქციებში შეერთება ჩამოწეულია ქვევით — რელსის ფუძეზე, რის გამოც რელსის თავქვედა სივრცე თავისუფლდება, რაც კარგადაა გამოყენებული KB სერიის ამწეებზე დადგმულ ძვრაწინაღის თავების სამოქმედო სივრცედ.



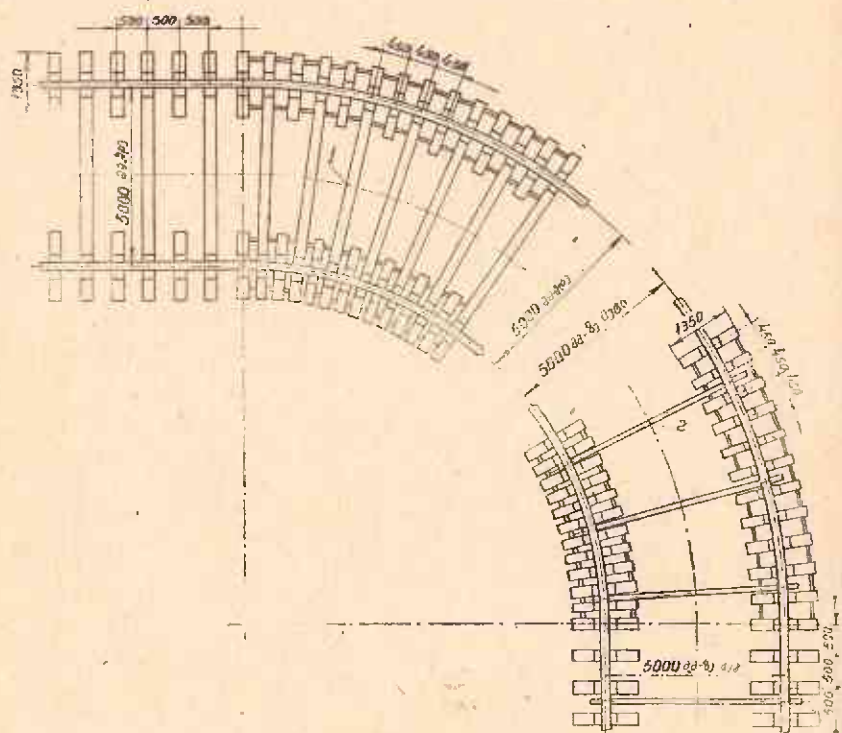
ნახ. 3.23.

სარკინიგზო ლიანდაგის განივი ზომა — ლიანდი A რომ არ შეიცვალოს, საჭიროა ლიანდაგის მარცხენა და მარჯვენა სარელსო ხაზი ერთმანეთთან ხრახნული მომჭერებით 5 ან გამჭოლი შპალებით 6 იქნეს შეერთებული (ნახ. 3.22 გ). სარკინიგზო ლიანდაგის ორივე მხარეს, თავსა და ბოლოებში, სარელსო ხაზის ბოლოებიდან 1,5 მეტრის დაშორებით აყენებენ საინვენტარო საჩიხე საბრჯენებს 9, საჩიხე საბრჯენების დაყენების მანძილი ისე ზუსტად უნდა იყოს დაცული, რომ მოძრავი ამწის ბუდეების შეხება ორივე მხარის საჩიხე საბრჯენებთან ერთდროულად მოხდეს.

სარკინიგზო ლიანდაგის $8 \div 10$ მეტრი სიგრძის ის უბანი, რომელზედაც არამწკრივად მდგომარეობაში დგება ამწე, დიდი ყურადღებითა და განსაკუთრებული სიზუსტით უნდა იქნეს მოწყობილი. ამ უბანზე რელსები უეჭველად უნდა იყოს დამიწებული და მათი ქანობი ყოველ 10 დღეში ერთხელ მაინც მოწმდებოდეს.

სარკინიგზო ლიანდაგის მრუდე უბნის (ნახ. 3.24) მოწყობისას ლიანდაგის ზედა ნაგებობის ზომები იგივე რჩება, რაც სწორხაზობრივ უბნისათვისაა გათვალისწინებული, მაგრამ შპალები რადიალურად იქნება განლაგებული და ერთი რელსის (12,5 მ) რკალურ სიგრძეში $2 \div 3$ ცალი შპალით მეტი, ამასთანავე ხრახნილი მომჭიმების 2 და გამჭოლი შპალების 1 რაოდენობა გაორკეცებული იქნება.

საამწეო რკინიგზის მოწყობის დასაჩქარებლად და გასაადვილებლად წმირად გამოიყენებენ წინდაწინ დამზადებულ, ცალი მხრის სალიანდაგე კვანძად აკრებილ, ე. წ. საინვენტარო ლიანდაგს. საინვენტარო ლიანდაგი შეიძლება აიკრიბოს: ხის, ლითონის, რკინაბეტონის ან ხე-ლითონის ნახევარშპალებზე.



ნახ. 3.24.

ხის ნახევარშპალებზე აკრებილი საინვენტარო ლიანდაგი 12,5 და 6,25 მეტრი სიგრძის ცალკეულ კვანძებს წარმოადგენს. ასეთი კვანძებისაგან შედგენილი ლიანდაგი სრულებით არ განსხვავდება ხის შპალებზე გაწყობილი ჩვეულებრივი სარკინიგზო ლიანდაგისაგან.

ხე-ლითონის ნახევარშპალებზე აკრებილი საინვენტარო ლიანდაგი წარმოადგენს 6,25 მეტრი სიგრძის ცალკე კვანძს. ამ კვანძში შემაჯალი ხის ნახევარშპალები ერთმანეთთან შეკრულია შპალის ტორსებზე გამაჯალი შევლურებით.

რკინაბეტონის ნახევარშპალეებზე აკრებილი საინვენტარო სალიანდაგო კვანძი წარმოადგენს 1,3 მეტრიანი სიგრძის რკინაბეტონის შპალეებზე აკრებილ 6,25 მეტრი სიგრძის კვანძს, რომლის შპალეები ერთმანეთთან შეკრულია შპალის თავებზე მოწყობილი ქვესადებებით ან გამბრჯენი მილისებით.

10. რელსების დამაგრება

ამწეების სარელსო გზის — ლიანდაგის დანიშნულების მიხედვით რელსები შეიძლება დავყოთ ოთხ ჯგუფად:

1. სალტე-ძელურ რელსებად, რომლებიც ხიდური ამწის ურიკებისათვის (ნახ. 3.26; 3.28, 3.31) ან ხელით გადასადგილებელი ხიდური ამწეებისათვის გამოიყენება.

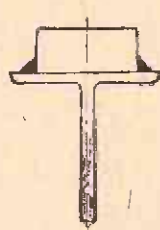
2. ფართოფუძიან რელსებად, რომლებიც მანქანური აძვრის ხიდური ამწეებისათვის გამოიყენება. ასეთ რელსებს ინერციის დიდი მომენტი აქვს.

3. სარკინიგზო რელსებად, რომლებიც ველოსიპედური, ხარისა, კოშკური და სარკინიგზო ამწეებისათვის გამოიყენება. (ნახ. 3.23; 3.32).

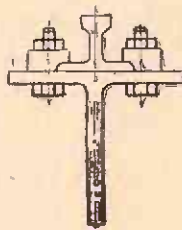
4. კიდული გზის რელსებად, რომლებიც სამონორელსო კიდულ გზებში გამოიყენება და ორტესებრი, ჯვარატესებრი ან სხვა სპეციალური პროფილის შეიძლება იყოს.

ურიკქვეშა რელსების დამაგრება ხიდის ლითონკონსტრუქციაზე შეიძლება მიდუღებით წარმოებდეს (ნახ. 3.25 და 3.26) ან კიდევ დამჭერი თამასების (ნახ. 3.27, 3.28 და 3.29) და ჭანჭიკ-მომჭიმების (ნახ. 3.30) საშუალებით.

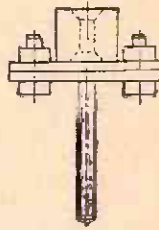
საერთოდ, რელსების ლითონკონსტრუქციაზე დამაგრება ისე უნდა ვაწარმოოთ, რომ შესაძლებელი იქნეს მისი ადვილი დაშლა-აწყობა, გამოცვლა და მართვა-სწორება (ნახ. 3.27; 3.29 და 3.30).



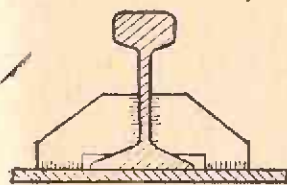
ნახ. 3.25.



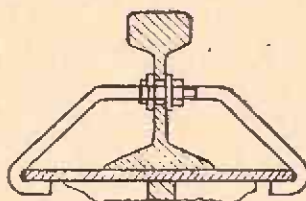
ნახ. 3.26.



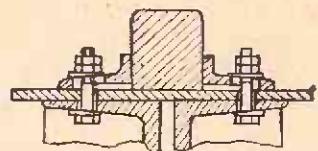
ნახ. 3.27.



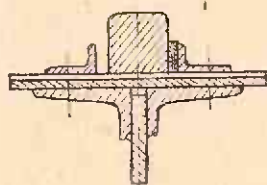
ნახ. 3.28.



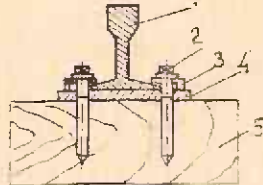
ნახ. 3.29.



ნახ. 3.30.



ნახ. 3.31.



ნახ. 3.32.

მონერგებული მართვა-სწორებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საშორ-სა-
დებების მომარჯვებულობა (ნახ. 3.31).

კოშკური ამწის ლიანდაგში რელსები შპალეზე მაგრდება (ნახ. 3.32). რელსის
1 ფუძის ქვეშ, შპალზე 5, რელსის ფუძეზე უფრო განიერი ქვესადები 4 უნდა
მოთავსდეს და შემდეგ სამერქნე ხრახნისა 2 და კუთხოვან-დამჭერი თამასის 3 საშუალო-
ბით რელსის ფუძე ორივე მხრიდან შპალზე საიმედოდ დამაგრდება.

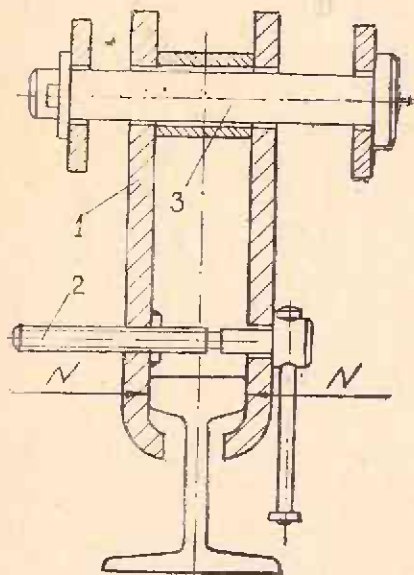
11. ამწის ძვრანალება

ამწის ძვრანალები ან ამწის ადგილიდან თვითდაძვრის საწინააღმდეგო მოწყო-
ბილობები — დამჭერები გამოიყენება ამწის არამუშა მდგომარეობაში ყოფნისას,
ქარის ზემოქმედების მიუხედავად, ადგილზე დასამაგრებლად — გასაჩერებლად.

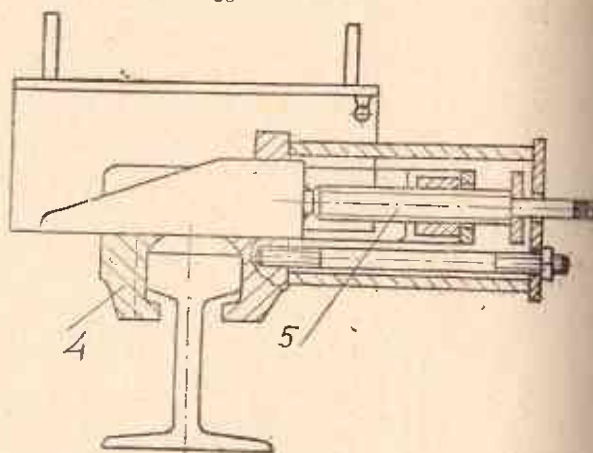
კოშკურ და ხარბა ამწეებში გამოიყენება ხელით მოქმედი ძვრანალები, რომ-
ლებიც შეიძლება იყოს: ამწიდან მოსახსნელი (ნახ. 3.33) და ამწიდან მოუხსნელი (ნახ.
3.34).

ამწიდან მოსახსნელი ძვრანალი შედგება ყბისაგან 1, სახელურიანი მომჭერი
ხრახნისა 2 და ლერძაკისაგან 3. როდესაც ამწე მუშა მდგომარეობაშია და ძვრანა-
ლი საჭირო არ არის, მაშინ მას ლერძაკის 3 მი-
მართ ამოატრიალებენ და ამწის ჩარჩოზე დაა-
მაგრებენ.

ამწიდან მოუხსნელ ძვრანალს აქვს ტუ-
ჩები 4 და მომჭერი ხრახნი 5.



ნახ. 3.33.



ნახ. 3.34.

პორტალურ ამწეებში გამოიყენება უფრო მძიმე კონსტრუქციის ძვრანალები,
რომლებიც სატევართ მოდის მოქმედებაში.

საერთოდ, ყველა ძვრანალი მოქმედების ხასიათის მიხედვით შეიძლება სამ
ჯგუფად დავყოთ:

1. საჩერ მოწყობილობებად ან ფიქსატორებად — ჩასადები თითები, კავები და
წვეები, რომელთა საშუალებითაც ამწე საძირკველზე დაიბმება;

2. რელსებზე დაჭირების მოწყობილობებად, რომელთა მოქმედება დამყარებ-
ლია რელსებზე ბუნიკის დაჭირების შედეგად წარმოშობილ ხახუნზე;

3. მარწუნა პირმოდების ძვრაწინალებად, რომელთა მოქმედება განპირობებულია რელსის თავზე უშუალო პირმოდებით.

ძვრაწინალების გაანგარიშებისათვის საჭიროა ვიცოდეთ:

1. ამწეზე ლიანდაგის სწვრივად მოქმედი არამუშამდგომარეობის შესაბამისი ქარის (ГОСТ 1451—65-ით გათვალისწინებული) სრული დატვირთვა— $W_{\text{პარ}}$, კგ-ობით;

2. ლიანდაგის ქანობით გამოწვეული დატვირთვა— W_{α} , კგ-ობით;

3. ამწის გადაადგილების წინალობა ქიმში შექმნილი წინალობის გარეშე $W_{\text{წ}}$, კგ-ობით;

4. ძვრაწინალის მუშაობის პირობები (ამწის კაბინიდან გადაცემული სიგნალი, ქარის დაწნევისა და ქარის სიჩქარის გადამწოდის სიგნალი, ქსელში დენის შეწყვეტა);

5. ძვრაწინალის კონსტრუქციული სქემა.

გაანგარიშების მოყვანილი მეთოდითა შედგენილია იმ მოსაზრებიდან გამომდინარე, რომ ძვრაწინალის რელსის თავზე ჩაჭიდება წარმოებდეს ამწის სრული გაჩერების შემდეგ, ე. ი. იმის შემდეგ, რაც მუხრუჭებმა დაამთავრეს ამწის დამუხრუჭების პროცესი.

საერთო დამჭერი ძალა, რომელზედაც გაანგარიშებული უნდა იქნეს ამწის ძვრაწინალი მოწყობილობები,

$$P = W_{\text{პარ}} + W_{\alpha} - W_{\text{წ}}$$

რელსის თავზე ტუჩების ჩაჭიდების ნორმალური ძალა

$$N = \frac{P}{2 \cdot z \cdot \mu} \cdot n,$$

სადაც z არის — ძვრაწინალის რაოდენობა,

μ — ტუჩების რელსზე ჩაჭიდების კოეფიციენტი და შეირჩევა ცხრილიდან,

n — მარაგის კოეფიციენტი და აიღება 1,2.

ძვრაწინალის ელემენტების გაანგარიშება წარმოებს ამწის ძვრის ძალებისა და ძვრაწინალის მოჭერის ძალების ჯამური სიდიდის მიხედვით.

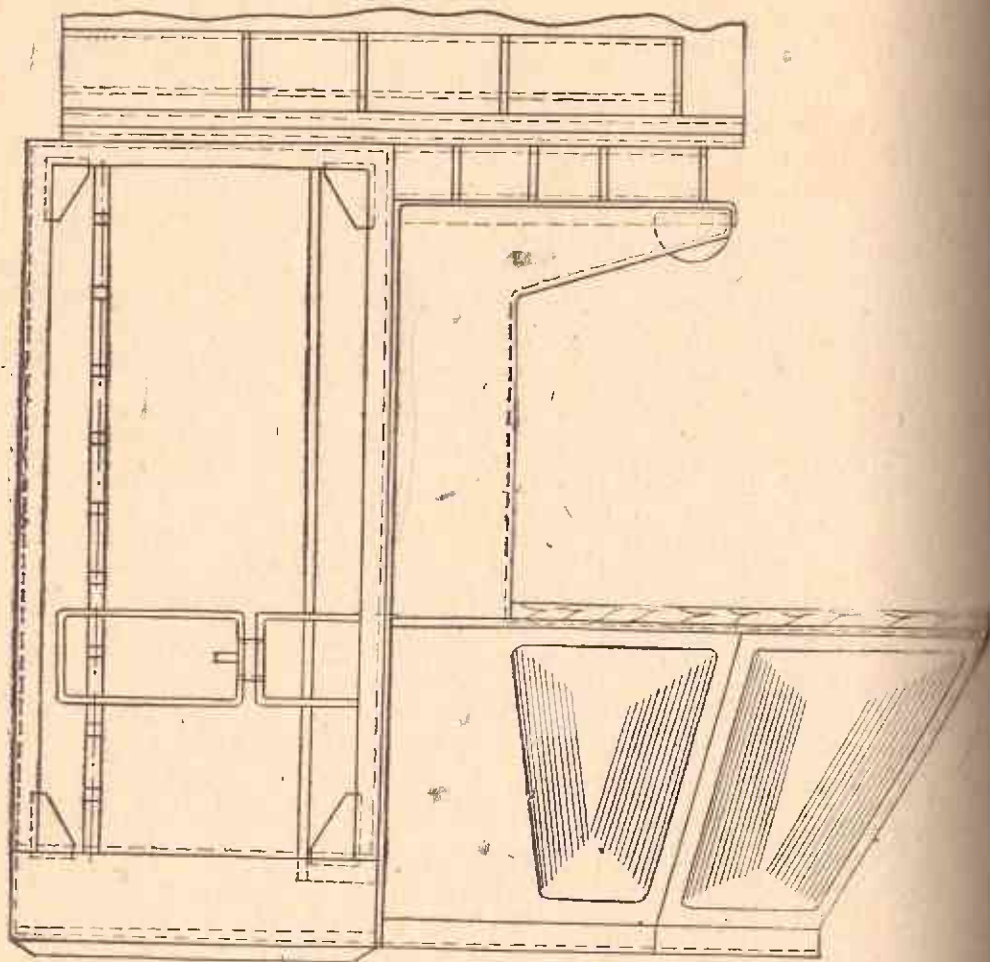
12. კ ა ნ ი ნ ი ბ ი

ამწის კაბინა — მემანქანის ჯიხური, რომელშიაც მოწყობილია ამწის მართვის ხელსაწყოები და იმყოფება მემანქანე, ისეთ ადგილზე უნდა იქნეს მოთავსებული, რომ მემანქანეს შეეძლოს ამწის მართვასთან ერთად თავისუფლად ადევნოს თვალი მუშაობის მთელ პერიოდში ტვირთის ჩამოკიდების და მოხსნის პროცესებს, ტვირთსაკიდარისა და ტვირთის მოძრაობის ტრაექტორიას და დაჰყურებდეს მთელ სამუშაო არეს თავისუფლად.

გამონაკლისი შეიძლება დაშვებულ იქნეს მხოლოდ კომპლურა, საისრე და პორტალური ამწეებისათვის, რომელთა კაბინები მოთავსებულია პორტალებზე. მართვის პოსტის ასეთი განლაგება, მართალია, მემანქანეს საშუალებას აძლევს თვალყური ადევნოს მექანიზმების მუშაობას, მაგრამ გამორიცხავს ტვირთის აწევ-დაწევაზე და ტვირთის მოხსნაზე მუდმივ თვალყურის დევნებას. ამის გამო მემანქანეს მუშაობა უხდება სპეციალურ-მესიგნალე მუშის სიგნალების საშუალებით.

ისრიან ამწეებზე მართვის კაბინა ისეთნაირად უნდა იყოს განლაგებული, რომ ამწის მინიმალურ გადაწვდომაზე ნორმალური მუშაობისას გამორიცხულ იქნეს ტვირთის კაბინაზე მოხვედრა.

კაბინები შეიძლება იყოს ღია ან დახურული კონსტრუქციის. ღია კაბინები გამოიყენება შენობაში მომუშავე ამწეებისათვის, ხოლო დახურული კონსტრუქციის კაბინები გარეთ — ცისქვეშ მომუშავე ამწეებისათვის.



ნახ. 3.35.

დახურული კაბინები ისე უნდა იყოს დამზადებული, რომ დაცულ იქნეს ატმოსფერული ნალექების შიგ შელწვევისაგან, გარდა ამისა, დასამზადებლად განკუთვნილი ამწეების კაბინებში უზრუნველყოფილ იქნეს სათანადო ტემპერატურული რეჟიმი და ჰაერის ცვლა.

დახურული კაბინები უკეთდება აგრეთვე ისეთ ამწეებს, რომლებიც გათვალისწინებულია ქიმიურ და ცხელ საამქროებში ან ისეთ საამქროში სამუშაოდ, რომელშიც ადგილი აქვს მტვრისა და მავნე აირების გამოყოფას. ასეთი კაბინების აღჭურვა წარმოებს სსრ კავშირის ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს მთავარი სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური სამმართველოს ნორმების მიხედვით.

ღია კაბინები შემოზღუდული უნდა იყოს ირგვლივ იატაკიდან არა უმეტესი 1 მეტრის სიმაღლეზე მთლიანი მოაჯირით.

თუ კაბინა განკუთვნილია, როგორც ეს ერთდელიან ამწეებშია, მემანქანის მჯდომარე მუშაობისათვის, მაშინ მოაჯირის სიმაღლე შეიძლება 0,7 მეტრი იქნეს აღებული, ხოლო კაბინის მთელი სიმაღლე—1,5 მეტრი, ნაცვლად 1,8 მეტრისა.

კაბინების შემოზღუდვა შეიძლება შესრულდეს ნებისმიერი მასალის ფურცლებით, ფარებით და ფიცრებით, მასალა რეგლამენტირებული არ არის.

სასინათლო მაშუქი არეებისათვის და აგრეთვე თვით კაბინების შემოზღუდვისათვისაც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გოსტ 8435.57-ით გათვალისწინებული უნამსხვრეო სამფენოვანი მინა.

თუ კაბინის მინით შემოზღუდვა იწყება იატაკიდან, მაშინ საჭიროა გამოვიყენოთ 1 მეტრის სიმაღლეზე დამატებითი შემოზღუდვა ლითონის მტკიცე და ხისტი რიკულე-ბიანი მოაჯირით. შემინულ კაბინებში გათვალისწინებული უნდა იქნეს მინის გაწმენ-ლისათვის საჭირო საკეტმოწყობილი ფრამუგები.

გარეთ—ცისქვეშ მომუშავე შემინულ და დახურულ კაბინებში მოწყობილი უნ-და იქნეს მზის საფარი.

ელექტროხილური და ხიდკონსოლური ამწეების კაბინები უნდა მოთავსდეს—ჩამოიკიდოს ხიდის კონსტრუქციის ქვეშ იმ მხარეზე, რომლის ხიდზედა ფენილი თავი-სუფალია სატროლეო ელექტროსადენებისაგან. გამონაკლისი შეიძლება დაშვებულ იქნეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სატროლეო ელექტროსადენები ხელის შემთხვე-ვითი შეხებისათვის მიუწვდომელია.

ამწის ხიდის კონსტრუქციის ელსადენებისაგან თავისუფალ ზედა ფენილზე გაკე-თებულია სათანადო ზომის საძრომი, რომლიდანაც კიბის საშუალებით კაბინაში ჩადის და ამოდის მემანქანე.

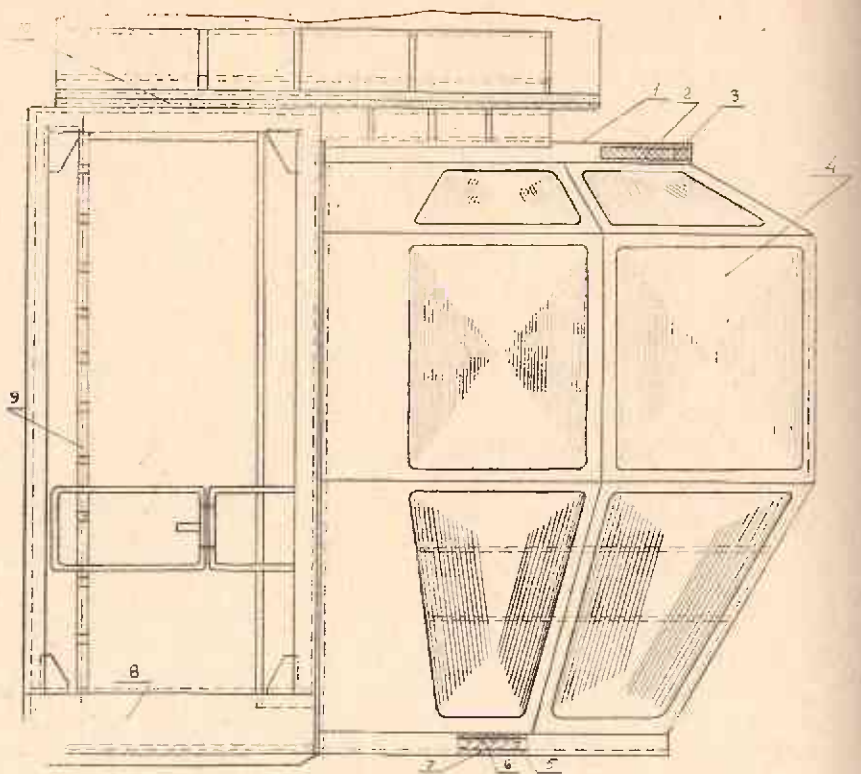
დიდძალიანი ხილური ამწეების ტიპის ამწეებში დასაშვებია აგრეთვე კაბინის ჩა-მოკიდება სატვირთო ურიკის ჩარჩოზე. ასეთ შემთხვევაში კაბინაში ჩასვლა-ამოსვლისა-თვის ურიკის ფენილზე უნდა მოეწყოს საძრომი ან კაბინის გარე მხრიდან შემოსაღებული კიბე, რომლითაც მემანქანე ხიდის ფენილზე ავა.

ერთდელიანი, საკიდი ან საისრე (თვითმავალი ან მისაბმელი) ამწეებისა და ური-კაზე ჩამოკიდებული კაბინების გარდა, ყველა ამწის კაბინები ისეთი სიდიდის უნდა იქნეს, რომ შესაძლებელი იყოს შიგთქმული ადამიანის — მემანქანისა და მეორე პირის (სტაჟიორი, ზეინკალიან მონტიორი) მოთავსება.

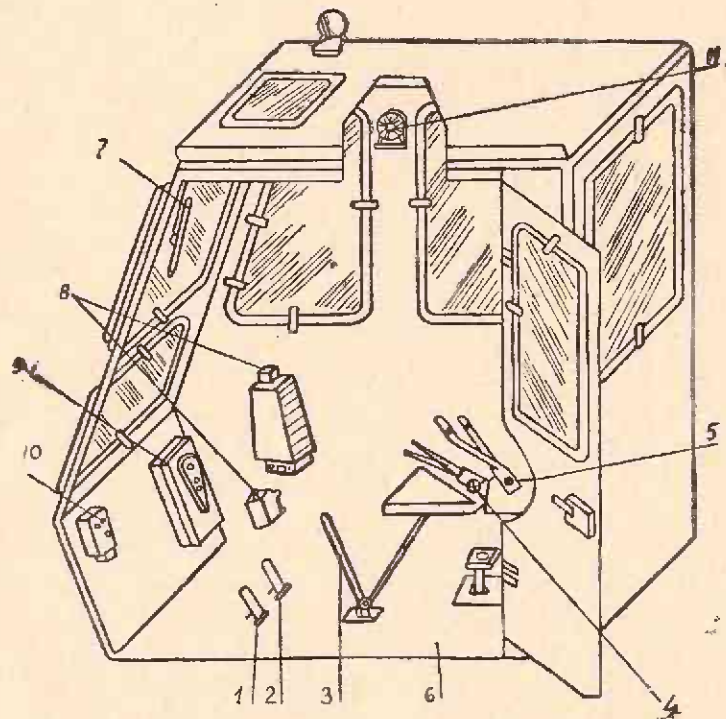
ამწის კაბინაში უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს ხელსაწყოებთან და მოწყობილო-ბებთან თავისუფალი და მოხერხებული მიდგომა. კაბინის სიმაღლე უნდა იყოს არა-ნაკლები 1,8 მეტრისა.

კაბინის იატაკი უნდა დამზადდეს ხის ფიცრებისაგან ან სხვა არალითონური მა-სალისაგან, რომელიც გამოირიცხავს ფეხის დაცურებას. ელექტრულ მოწყობილო-ბებთან მისადგომი ადგილები დაფარული უნდა იქნეს სტანდარტული დიელექტრუ-ლი რეზინის საიატაკე ფენილებით. კაბინის კარები შეიძლება იქნეს გასაწევ-გამოსა-წევი ან რადიალურად გასახსნელი. კარები კაბინის შიგნიდან უნდა იკეტებოდეს, ხოლო ისეთი ამწეებისათვის, რომლებიც შენობის გარეთ—ცისქვეშ მუშაობენ, კაბინის კა-რები უნდა იკეტებოდეს გარედან და თანაც აუცილებლად კლიტით, რადგანაც მემანქა-ნის გამოსვლის შემდეგ კაბინაში ვერავინ შეძლოს შესვლა.

გამოსაშვებად განკუთვნილი ამწეების კაბინები აღჭურვილი უნდა იქნეს ისეთი სტაციონარული საჯდომი მოწყობილობით, რომ შესაძლებელი იქნეს მჯდომარე მემან-ქანის მოხერხებული მუშაობა—ხელსაწყო აპარატების თავისუფალი მართვაც და ტვირთის დამუშავების პროცესზე თვალის დევნებაც. გათვალისწინებული უნდა იქნეს აგრეთვე საჯდომის მდგომარეობის რეგულირების შესაძლებლობა როგორც თარაზულ, ისე შვეულ სიბრტყეშიც და საჭიროების შემთხვევაში მართვის პულტთან ერთად.



Боб. 3.36.



Боб. 3.37.

მთლიანად შემობრუნებაც კი. დაცული უნდა იქნეს ტემპერატურული რეჟიმი და ჰაერის ცვლა. კაბინებში გასათბობი მოწყობილობის დადგმა წარმოებს ამწის დამამზადებელი ქარხნის მიერ.

3.35 და 3.36 ნახაზებზე გამოსახულია ციმბირის მძიმე მანქანათსაშენებელი ქარხნის მიერ დამზადებული თანამედროვე მეტალურგიული ელექტროხიდური ამწის როგორც დახურული, ისე ღია ტიპის კაბინა.

დახურული ტიპის კაბინას აქვს შენადული კონსტრუქციის ჩარჩო 1, დეკორაციული პლასტიკატებით მორთული შიგა მოპირკეთება 2, გარე და შიგა კედლებს შუა მოთავსებული თბოიზოლაციის მინაპლასტიკის შრე 3, ხის იატაკი 6, იატაკის საფარი ლინოლეუმი 7, ფანჯრებში ორივე მხრიდან ჩასმული, უმსხვრევადი 5 მილიმეტრიანი სისქის მინით შემინული ჩარჩო 4, ხიდის ფენილზე ასასვლელი საძროში 10 და კიბე 9. კაბინა აღჭურვილია ჰაერის კონდენციონერით.

ღია ტიპის კაბინა უფრო მარტივია და არა აქვს თბოიზოლაცია.

საავტომობილო ამწის კაბინა მასში მოთავსებული მართვის აპარატურით და მოწყობილობებით წარმოდგენილია 3.37 ნახაზზე.

აქ 1 არის ჩართვის სატერფული, 2—აქსელერატორის სატერფული, 3—რევერსიული მართვის ბერკეტი, 4—სატვირთო ჯალამბრის ჩართვის სახელური, 5—საისრე ჯალამბრის ჩართვის სახელური, რომელიც მოსაბრუნებელი მექანიზმის სამართავდაც გამოიყენება, 6—საიზოლაციო ნოხფენილი, 7—თოვლსაწმენდი, 10, 9 და 8—სიგნალიზაციის კვანძი და 11—ვენტილატორი.

13. მო ა ჯ ი რ ე ბ ი

ამწეებზე ამწის მომსახურებისათვის განკუთვნილი ბაქნები და გალერეები, აგრეთვე ხიდური ტიპის ამწეებში შემკვრელი კოჭები და ურიკის ტორსული მხარეები, ჩვეულებრივ, 1 მეტრი სიმაღლის მოაჯირებით შემოიფარგლება. ასეთ მოაჯირებს, ქვევით, არანაკლებ 100 მმ-ის სიმაღლეზე მთლიანი (ყრუ) შემოზღუდვა უკეთდება.

აქვე უნდა დავსძინოთ, რომ თუ ხიდურ ამწეებში მომსახურებისათვის განკუთვნილი ბაქნები და გალერეები არ არის გათვალისწინებული, მაშინ ურიკებს არა მარტო განივი, არამედ გრძივი გვერდებიდანაც უკეთდება ქვევით 100 მმ-ზე მთლიანად შემოზღუდული 1 მეტრი სიმაღლის მოაჯირი.

ისეთ შემთხვევებში, როდესაც შენობის ჭერის სიმაღლე საშუალებას არ გვაძლევს ხიდური ტიპის ამწეებისათვის 1 მეტრი სიმაღლის მოაჯირები მოვაწყოთ, მაშინ დასაშვებია უფრო დაბალი მოაჯირის მოწყობაც.

ამწეების ლიანდაგის გასწვრივ გასასვლელი გალერეები ან ესტაკადაზე მოწყობილი ასეთივე გალერეები აგრეთვე შემოფარგლული უნდა იქნეს 1 მეტრი სიმაღლის მოაჯირებით, რომელთაც ქვევითა 100 მმ-იანი სიმაღლის მთლიანი შემოზღუდვა შეიძლება არ გაუკეთდეს.

დახრილ კიბეებს, რომელთა ქანობი 75°-ს არ აღემატება, უეჭველად უკეთდება მოაჯირები, ხოლო უფრო ციცაბო ან შვეულ კიბეებს, ნაცვლად მოაჯირისა—რკალური შემოფარგვლის ლობურები. ასეთი ლობურა წარმოადგენს კიბეზე მიერთებულ არაუმეტეს 800 მილიმეტრიან ბიჯით განლაგებულ და სამი გრძივი ზოლოვანი რკინით ერთმანეთთან შეერთებულ, 700—800 მილიმეტრიანი სიღრმის თაღოვან ანაკრებ ბადურა კონსტრუქციას.

უძრავსვეტიანი სტაციონარული ამწეების მდგრადობის უზრუნველსაყოფად, ჩვეულებრივ, გამოიყენება საძირკველები.

ასეთ ამწეებში საძირკველი ეწინააღმდეგება ამწის გადამბრუნებელ Hh -მომენტის მოქმედებას (იხ. [2], გვ. 73 და 74) და იმავე დროს, წარმოადგენს რა ამწის საყრდენს, თავის თავზე ღებულობს ყველა შვეული ძალით გაბირობებულ V -დატვირთვას.

ამწის ჩარჩო (ფერმა) ეყრდნობა სვეტს, სვეტი კი ჩასმულია საყრდენ მოწყობილობაში — საძირკვლის ფილაში, რომელიც, თავის მხრივ, საძირკვლის ჭანჭიკების საშუალებით საიმედოდ არის ჩამაგრებული საძირკვლის მასაში.

ამგვარად, ამწეზე მოქმედი ყველა დატვირთვა ჯერ სვეტს გადაეცემა (იხ. [2], გვ. 82), შემდეგ სვეტიდან თვით საძირკველს, ხოლო საძირკვიდან — გრუნტს.

გამოდის, რომ თვით საძირკვლის მდგრადობაც გრუნტის მიმართ უეჭველად გარანტირებული უნდა იქნეს.

საძირკველების მდგრადობა გრუნტის მიმართ, ერთი მხრივ, გარანტირებულია მისი საკუთარი, საკმაოდ დიდი მასის მეოხებით, მეორე მხრივ კი გრუნტზე მისი დაყრდნობის ზედაპირის (ფუძის) ფართობის შესაბამისობით.

საძირკველზე მოქმედი H -თარაზული ძალა ცდილობს საძირკველი გაასრიალოს გრუნტზე (საძირკვლის გვერდზე გრუნტის დაწოლა, მარტივი საძირკველების გაანგარიშებისას მხედველობაში არ მიიღება), მას წინ უნდა აღუდგეს და დაამყაროს წონასწორობა ხახუნის ძალამ, რომელიც წარმოიშობა საძირკვლის ფუძისა და გრუნტის შეხების ზედაპირზე.

ამგვარად,

$$\varepsilon H \leq \mu V,$$

აქ ε არის საძირკვლის გრუნტზე გაუსრიალებლობის საიმედოობის კოეფიციენტი; იგი 1,5 აიღება;

H — თარაზული რეაქცია და 1.111 ნახაზის მიხედვით გამოითვლება;

μ — საძირკვლის ფუძის გრუნტზე ხახუნის კოეფიციენტი და აიღება 0,5.

შვეული დატვირთვების ჯამი

$$V = \alpha Q + G_0 + G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5,$$

სადაც G_5 — სვეტის წონა, დანარჩენი სიდიდეები კი წარმოდგენილია [2]-ის (1.202) გამოსახულებაში.

საძირკვლის წონას თუ ცალკე გამოვყოფთ, მაშინ

$$V = V_1 + G_4$$

და, მაშასადამე:

$$\varepsilon H \leq \mu (V_1 + G_4),$$

საიდანაც საძირკვლის მინიმალური წონა

$$G_4 = \frac{\varepsilon H}{\mu} - V_1.$$

საძირკველებს ამზადებენ ბეტონისა ან ყორებეტონისაგან.

საძირკველების ფუძის მოყვანილობა კვადრატული ან წესიერი მრავალკუთხედურია, ხოლო გვერდები შვეული — სწორი, დახრილი — სწორი (პირამიდული) ან ქვეშ გაგანიერებადი საფეხუროვანი.

საძირკვლის ფუძის ზომები გრუნტზე ძაბვების განაწილების [იხ. [2], გვ. 82] ან III ეპიურის შესაბამისობით დაწერილი გრუნტის კუმშვაზე სიმტკიცის პირობიდან გამომთვლება და კვადრატულფუძიანი საძირკვლისათვის (ნახ. 3.38)

$$V \leq \sigma_1 \cdot \frac{b}{2} \cdot b \quad \text{ან} \quad V = [\sigma]_s \cdot \frac{b^2}{2},$$

საიდანაც

$$b = \sqrt{\frac{2V}{[\sigma]_s}}.$$

საძირკვლის ზომების დადგენის შემდეგ საჭიროა შემოწმდეს მისი მდგრადობა, ე. ი. შემოწმდეს საძირკვლის ფუძისა და გრუნტის $A-A$ პირაპირის სიმტკიცე — პირაპირის გაუხსნელობა (არ მოხდეს $A-A$ წიბოს ჩასწვრივ საძირკვლის მოცილება გრუნტიდან), რომელსაც ადგილი ექნება (იხ. [2], გვ. 82) II ეპიურის დროს.

საძირკვლის მდგრადობის შემოწმების დროს ვგულისხმობთ, რომ ყველა შვეული დატვირთვების ტოლქმედის V -რეაქცია გადის საძირკვლის სიმძიმის O -ცენტრიდან $\frac{b}{6}$ მანძილზე

O_1 -წერტილში, ხოლო თარაზული H რეაქცია მოდებულია ფილაზე (საქუსლეზე) და საძირკვლის ფუძის სიმძიმის O -ცენტრიდან დაშორებულია $h_{საძ} + h_{ფილ}$ მანძილით.

მაშასადამე, საძირკვლის მდგრადობა O -ცენტრის მიმართ იქნება

$$H(h_{საძ} + h_{ფილ}) \leq \frac{1}{6} \cdot b \cdot V.$$

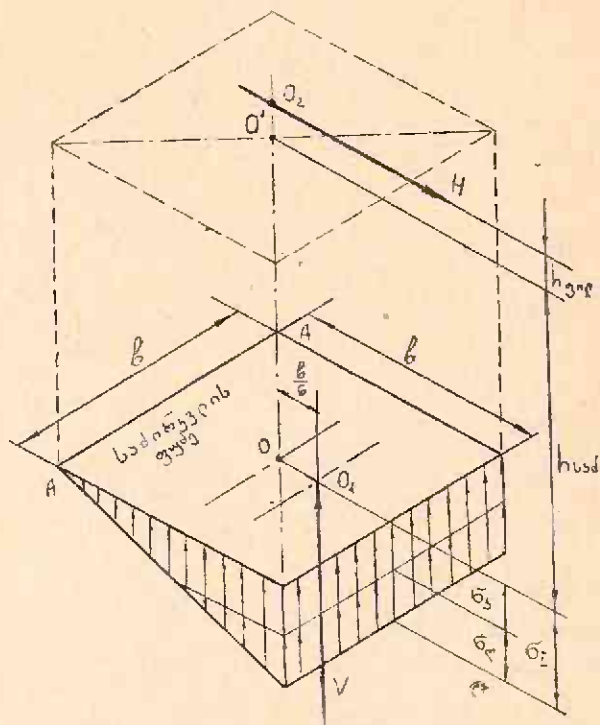
თუ ეს პირობა არ იქნა დაცული, მაშინ ან საძირკვლის G_1 წონა უნდა გადიდდეს, ან საძირკვლის $h_{საძ}$ სიმაღლე უნდა შემცირდეს.

15. საპირწონე

ამწის საბრუნე ნაწილისა და მასზე მოდებული ტვირთის გამაწონასწორებელ მასას საპირწონე ეწოდება. იგი სვეტზე (კოშკზე) მოქმედი მღუნავი მომენტისა და საყრდენებში წარმოშობილი თარაზული ძალების შესამცირებლად გამოიყენება.

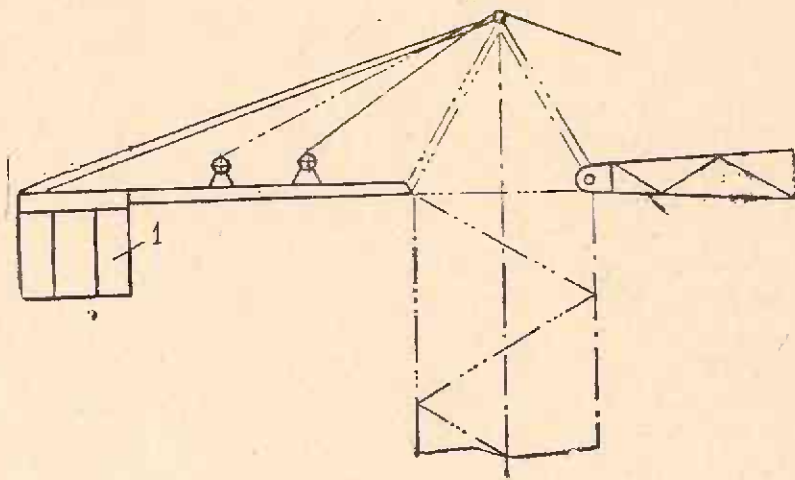
სტაციონარულ საბრუნე ამწეებში საპირწონის მასის სიდიდეს ტვირთმოდებულ უტვირთო ამწის სვეტზე განვითარებული მღუნავი მომენტების ტოლობის პირობიდან გამოთვლიან.

11. ამწე-სატრანსპორტო მანქანები



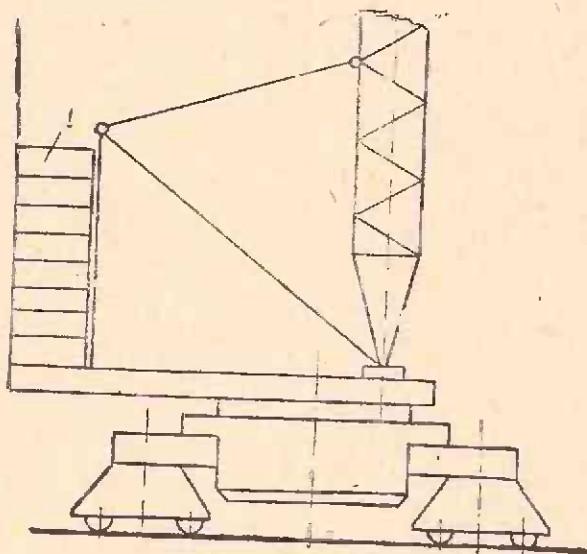
ნახ. 3.38.

თვითმავალი საბრუნო ამწეებისათვის საპირწონის მასას და დამატების აღვილს ისე ირჩევენ, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ამწის საჭირო მდგრადობა როგორც მუშა, ისე არამუშა მდგომარეობაში.



ნახ. 3.39.

საპირწონეები ცალკეული ნაწილებისაგან შედგენილი მცირე ან მსხვილი ცალკეული ფილების სახით მზადდება და საპირწონე მაღლივ კონსოლზე სამშენი ჩამოიკიდება 1 (ნახ. 3.39) ან საბრუნ ბაქანზე, კიდეში ერთმანეთზე დაწყობილი, დგარებს შუა ჩაღაგდება 1 (ნახ. 3.40).



ნახ. 3.40.

თუ საპირწონედ წვრილი ცალკეული ტვირთებია გამოყენებული, მაშინ ასეთი ტვირთები ლითონის გარკში — ყუთში უნდა მოთავსდეს. ყუთი კი ისეთნაირად უნდა დამზადდეს, რომ გამოირიცხოს იქნეს მასში ატმოსფერული წალექების მოხვედრა, ტვირთების დაზიანება ან გამოვარდნა.

საპირწონედ ქვიშის, ხრეშის ან ღორღის გამოყენება დაუშვებელია.

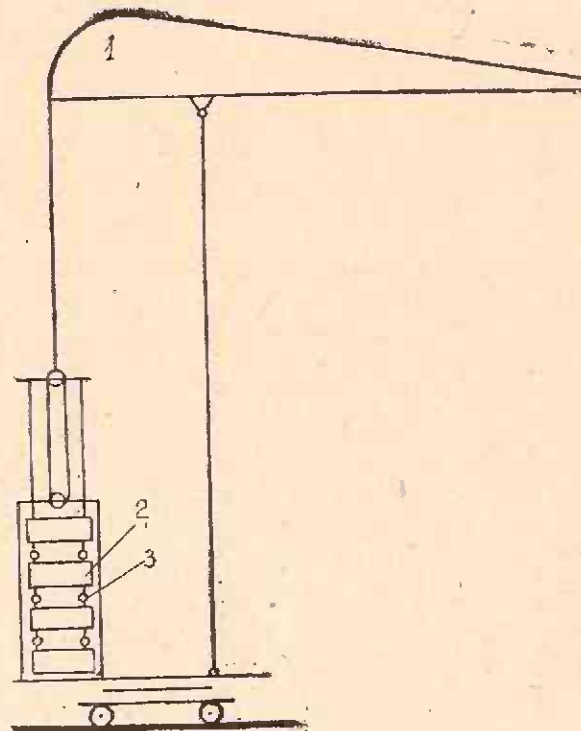
ყველა ამწისათვის გათვალისწინებული უნდა იქნეს საინვენტარო მარკირებული სასაპირწონე რკინაბეტონის ცალკეული ფილები, რომელთა დამზადება და ამწეზე მოთავსება ამწის დამპროექტებელი ორგანიზაციის ნახაზების შესაბამისად უნდა ჩატარდეს.

მძიმე ისრების გასაწონასწო-
რებლად ზოგჯერ მოძრავი სა-
პირწონეები გამოიყენება (ნახ.
3.41), რომლებიც ისრის გა-
დაწვდომის შესაბამისად ავტო-
მატურად გადაადგილდებიან
ისე, რომ საპირწონის მიერ
შექმნილი გამაწონასწორებელი
მომენტი ყოველთვის ტოლი
აღმოჩნდეს ისრის გასაწონას-
წორებელი მომენტისა.

ასეთი მოძრავი საპირწონე
წარმოადგენს რკინაბეტონის
ცალკეული ფილებისაგან 2 ჯაჭ-
ვების 3 საშუალებით ერთმა-
ნეთზე აკინძულ და ისრის
პროფილირებულ სექტორზე 1
ჩამოკიდებულ ანაკრებს.

როდესაც ძსარი თავის მაქ-
სიმალურ გადაწვდომაზე იმყო-
ფება, მაშინ მოძრავი ანაკრები
საპირწონის ყველა ფილა მო-
ნაწილეობს ისრის გაწონასწო-

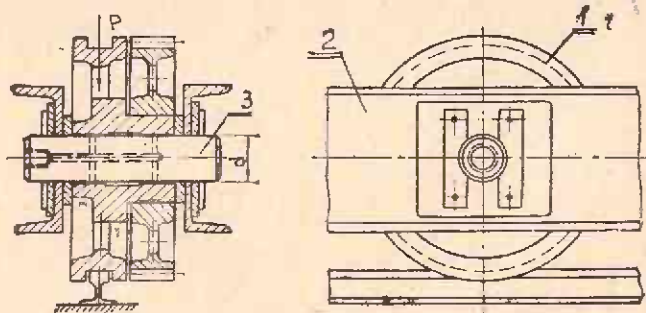
რებაში. ისრის თანდათანობითი ზევით აწევისას მოძრავი საპირწონე ქვევით ეშვება. ისრის
აწევის შესაბამისად საპირწონის ქვედა ფილები თანდათანობით ლაგდება მისთვის
გათვალისწინებულ საყრდენზე და ამგვარად გამოეთიშება საპირწონეს, რითაც სა-
თანაოდო შეამცირებს გამაწონასწორებელ მომენტს.



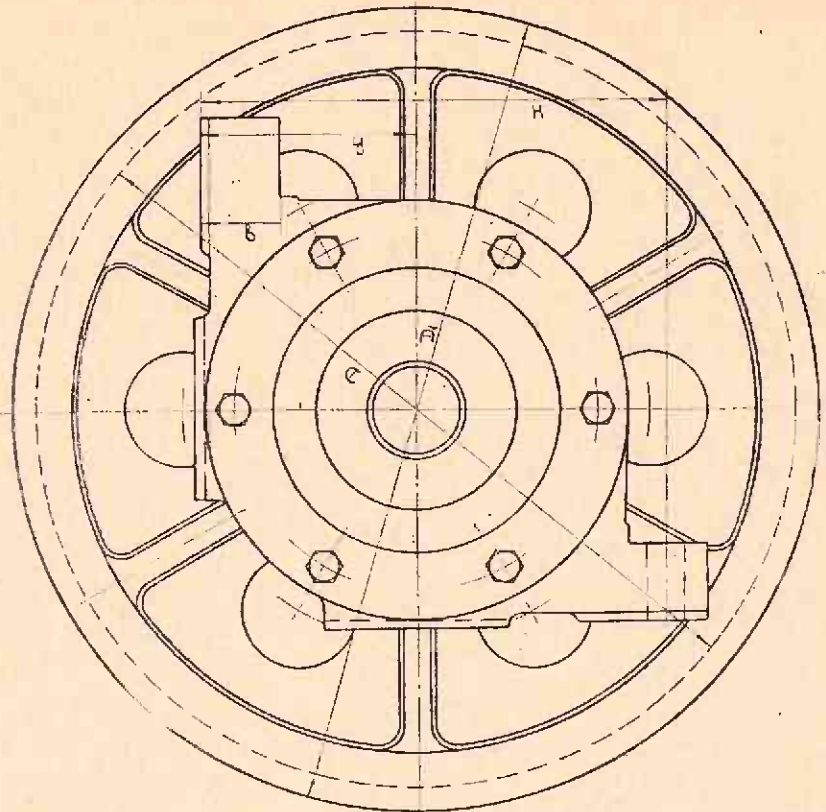
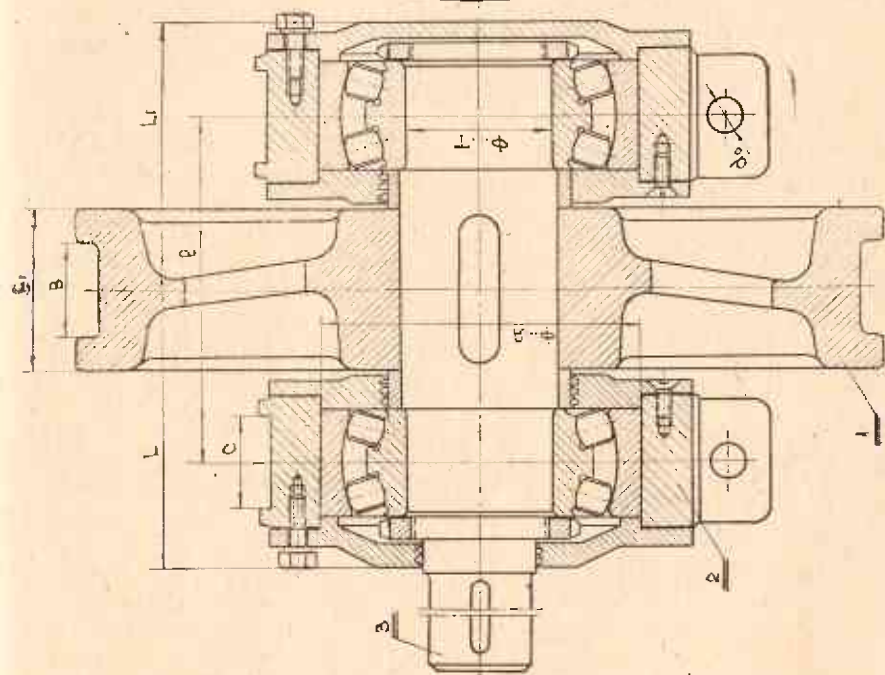
ნახ. 3.41.

18. საყრდენი და საყრდენ-საბრუნო მოწყობილობანი

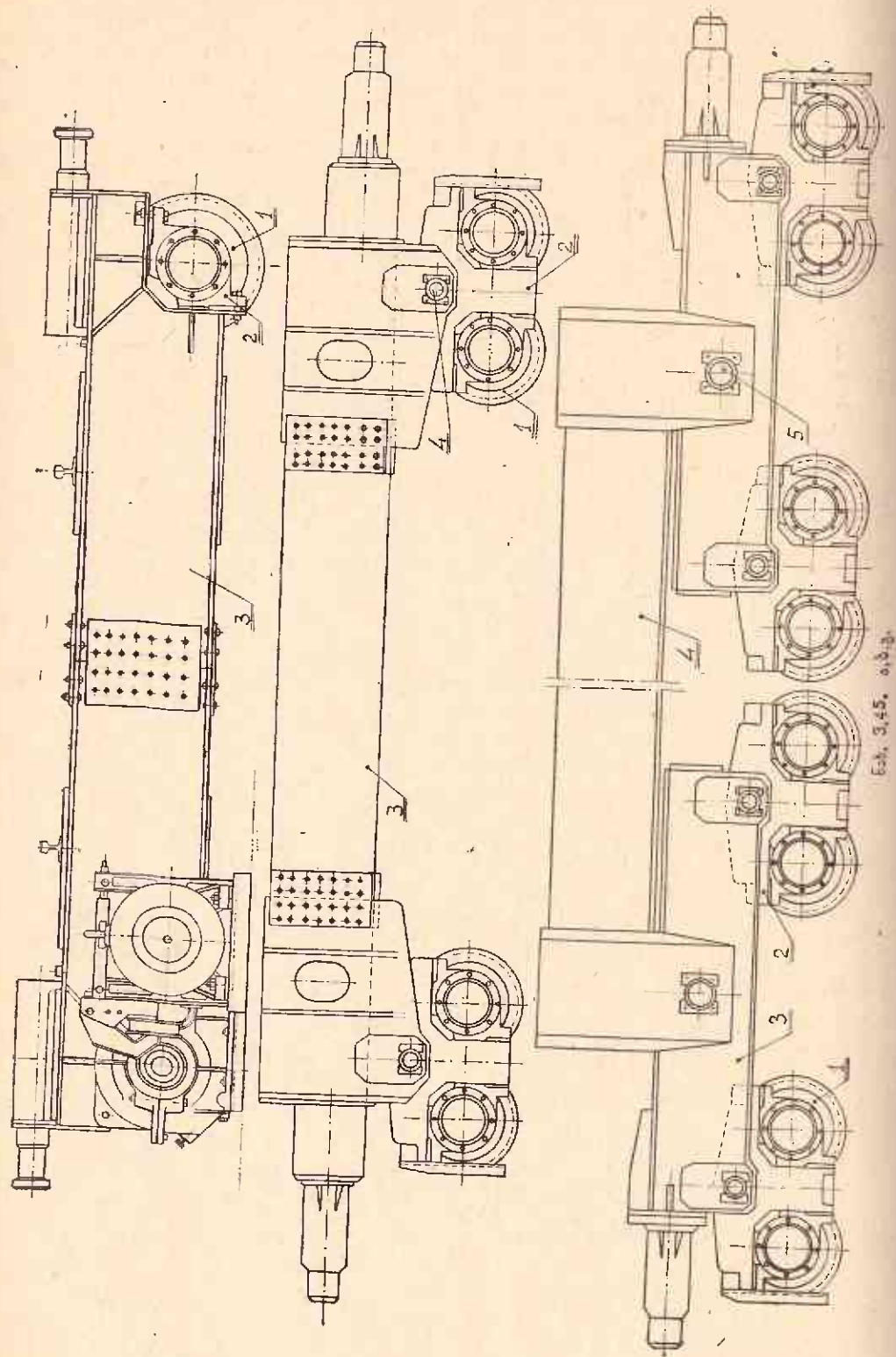
1. ს ა ყ რ დ ე ნ ბ ი. სტაციონარულ ამწეებში საყრდენებს უშუალოდ საძირ-
კველი და კედლის (ან ჭერის) ფილა წარმოადგენს. საძირკველთან და ფილასთან დამა-
კავშირებელი უძრავი კვანძების და თვით საძირკველის კონსტრუქცია და გაანგარიშება
განხილულია სათანადო ლიტერატურაში (იხ. მაგალითად, [3], გვ. 116—117).



ნახ. 3.42.



606, 3.44.



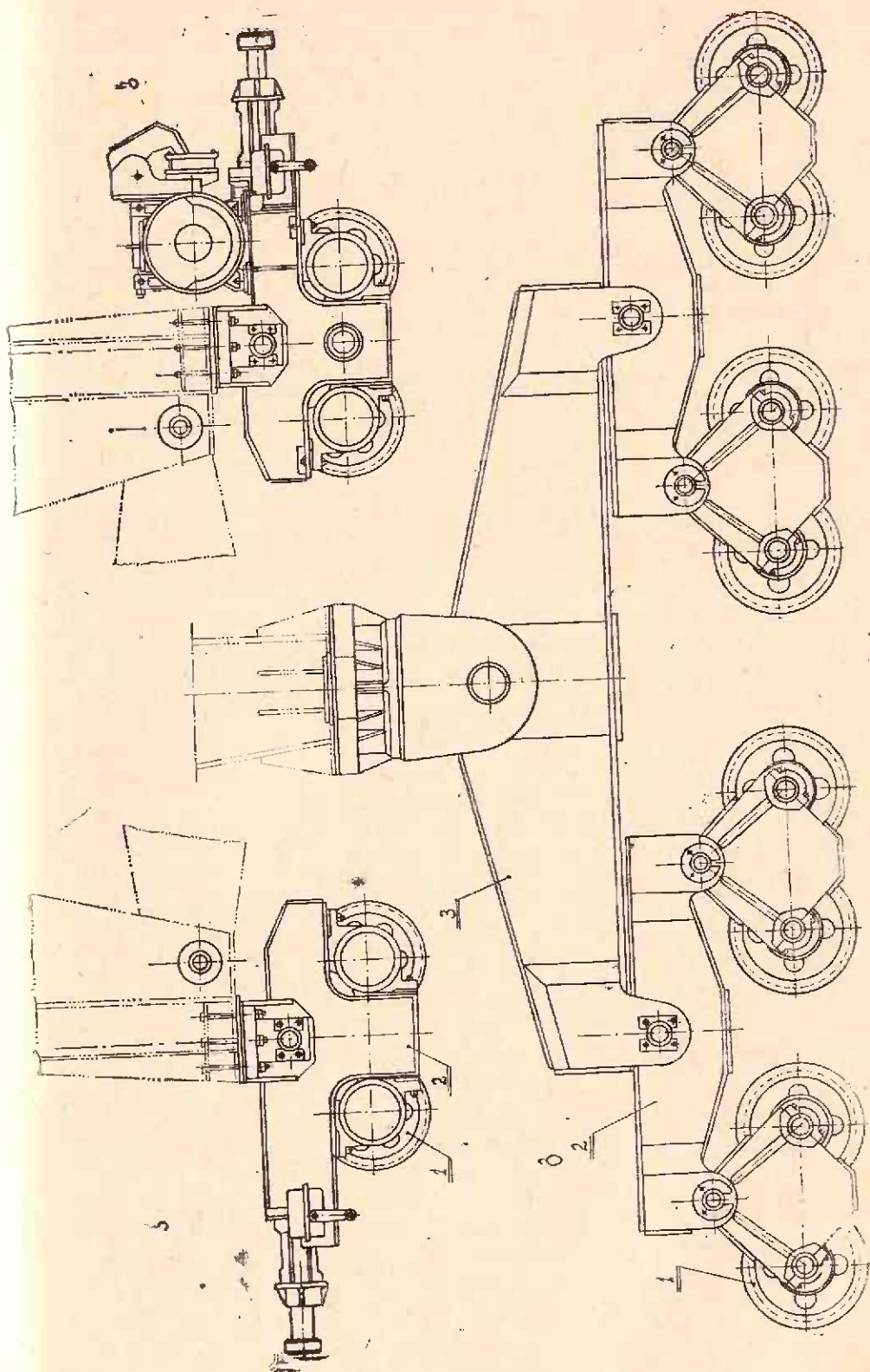


Fig. 346.

თვითმავალ ამწეებში, როგორცაა ხიდური, ხიდ-კონსოლური, ხარბული, კოშკური, სარკინიგზო, პორტალური და ველოსიპედური, საყრდენებს პნევმატური თვლები წარმოადგენს. მუხლუხასვლიან ამწეებში საყრდენების როლს მუხლუხას ასრულებს, მცურავ ამწეებში კი — პონტონი.

საგორავიანი საყრდენი კვანძი შეიძლება მოვაწყოთ ისე, როგორც ნაჩვენებია 3.42 ნახაზზე. აქ საგორავი უშუალოდ ჩარჩოშია გამაგრებული და ბრუნავს ღერძის ვარშემო. მაბრუნებელი მომენტის გადაცემა ხდება ღია კბილავადაცემის საშუალებით (თუ საგორავი წამყვანია), რომლის კბილა თვალი ხისტადაა დასმული საგორავის მორგვზე. 3.43-ე ნახაზზე ნაჩვენებია კოშკური ამწის საყრდენი კვანძი, რომელიც ორი საგორავისგანაა შედგენილი.

თუ მაბრუნებელი მომენტის გადაცემა ხდება რედუქტორის საშუალებით, მაშინ მისი გამოსავალი ლილვი ქუროთი შეუერთდება საგორავის ლილვს, რომელიც სპეციალურ ბუქსებშია დაყენებული. ასეთი კონსტრუქციის საყრდენი კვანძი ნაჩვენებია 3.44 ნახაზზე. 3.45 ა ნახაზზე მოცემულია ხიდური ამწის ხიდის საყრდენი კვანძები თითო საგორავით.

დიდი ამწეობის ამწეებში მეტი რაოდენობის საგორავი უნდა ავიღოთ და მათ შორის დატვირთვის თანაბარი განაწილების მიზნით გამოვიყენოთ გამაწონასწორებელი ბალანსირები. მრავალსაგორავიანი (ბალანსირებიანი) საყრდენი კვანძის კონსტრუქციული შესრულება ხიდური ამწისათვის ნაჩვენებია 3.45 ბ ნახაზზე. აქ აღებულია 8 საგორავი (ხიდის ორივე მხარეს), რომლებიც დაყენებულია ბალანსირებში წყვილ-წყვილად. თითოეული ბალანსირი სახსრულადაა შეერთებული ამწის ლითონკონსტრუქციასთან (ხიდის განივ კოჭთან) პორიზონტალური ღერძის საშუალებით. 3.45 გ ნახაზზე მოცემულია 16 საგორავიანი ხიდური ამწის საყრდენი კვანძის კონსტრუქცია, სადაც საგორავები დაწყვილებულია ძირითადი და დამხმარე ბალანსირებით. დამხმარე ბალანსირები პორიზონტალური ღერძების საშუალებით სახსრულადაა შეერთებული ხიდის ლითონკონსტრუქციასთან და ძირითადი ბალანსირები კი (აგრეთვე სახსრულად) დამხმარე ბალანსირების ბოლოებთან. 3.46 ა და ბ ნახაზებზე ნაჩვენებია პორტალური ამწის საყრდენი კვანძები, სათანადოდ, ამძრავი და მიმყოლი ურეკების სახით, და 3.46 გ ნახაზზე კი მ-საგორავიანი საყრდენი კვანძი. საგორავების შერჩევა და მათი გაანგარიშება წარმოებს ყველაზე მეტად დატვირთული საგორავის ძალის მიხედვით.



ნახ. 3.47.

ხიდური ამწის ერთ საგორავზე მოქმედი დატვირთვა დამოკიდებულია ხიდზე ურეკის მდებარეობაზე. უდიდესი დატვირთვა მიიღება მაშინ, როცა დატვირთული ურეკა რომელიმე განაპირა მდებარეობაში იქნება (ნახ. 3.47). ამ მდებარეობაში ხიდის წონა თანაბრად შეიძლება გავანაწილოთ ყველა საყრდენ კვანძზე და ტვირთისა და ურეკის წონა კი, სათანადოდ, — მხრების უკუპროპორციულად. მაშასადამე,

$$P_{\max} = \frac{G_{\text{ხიდ}}}{4} + \frac{Q(L-e)}{2L}.$$

სული, კოშ-
სემატური
ს მუხლუბა

საჩვენებია
ქმის ვარ-
ქით (თუ
სორგზე-
საგორა-
თ, მაშინ
სპეცია-
გვსებია
განსებო

ია მათ
ებელი
ოქტი-
აია 8
ვილ-
ოსტ-
45გ
სია,
სმარე
ელი
ად)
ური
46
სია-

ერთ საგორავეზე მოსულ ძალას მივიღებთ, თუ უდიდეს დატვირთვას გავყოფთ ერთი საყრდენი კვანძის საგორავეების რიცხვზე. მიღებული ძალით მოვახდენთ საგორა-
ვის შერჩევას და მის შემოწმებას კონტაქტურ ძაბვებზე (იხ. მაგალითად, [3], გვ. 20).

იმავე წესით გაიგება საანგარი-
შო დატვირთვა ხარიხულ ამწის-
ვისაც.

ხ ი დ კ ო ნ ს ო ლ უ რ ი ა მ -
წ ი ს ვერტიკალური საგორავეს (სა-
ვალი თელის) დატვირთვა უფრო
მარტივად გაიგება. მისი მნიშვნე-
ლობაა (ნახ. 3.48)

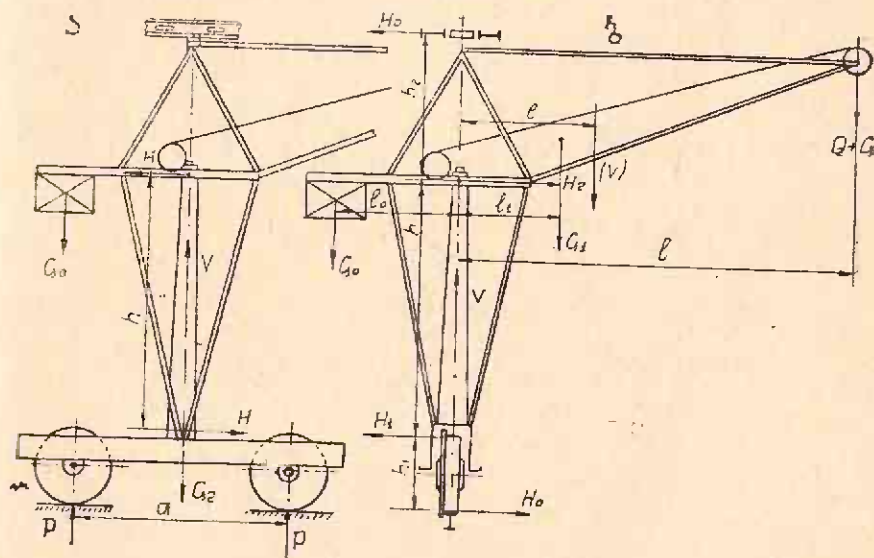
$$P_{max} = \frac{Q + G_{საგ} + G_{გრ} + G_{ხიდ}}{2}$$

ჰორიზონტალური საგორავე-
სათვის მივიღებთ

$$P_{max} = \frac{H}{2} = \frac{(Q + G_{საგ} + G_{გრ})l + G_{ხიდ} \cdot l_1}{h}$$

მ ე ლ ო ს ი პ ე დ უ რ ი ა მ წ ი ს
ვერტიკალური საგორავეს უდიდესი
დატვირთვა, როცა ამწის ისარი მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევა (ნახ. 3.49 ა),

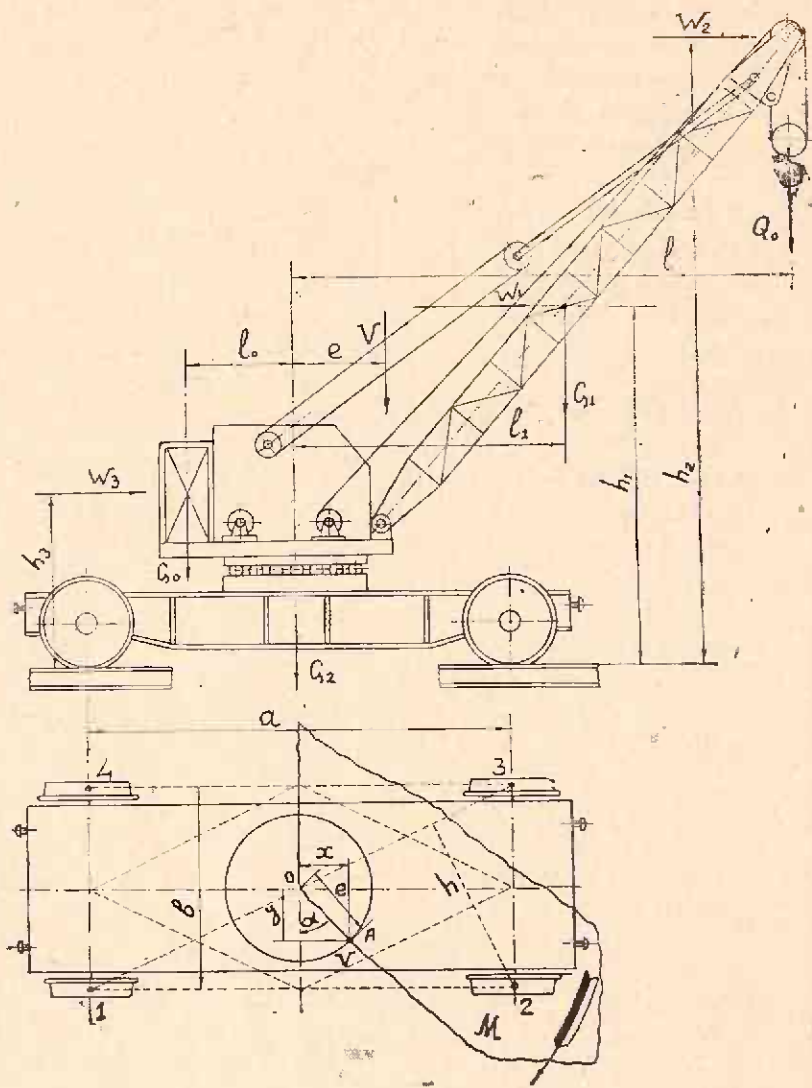
$$P_{max} = \frac{G_2}{2} + V \frac{l + 2a}{2a}$$



ნახ. 3. 49.

ჰორიზონტალური საგორავესათვის, როცა ისარი მოძრაობის პერპენდიკულა-
რულია (ნახ. 3.49 ბ),

$$P_{max} = \frac{H_0}{2} = \frac{(Q + G) l + G_1 l_1 - G_0 l_0}{2(h + h_1 + h_2)}$$



ნახ. 3.50.

სარკინიგზო, საავტომობილო და პორტალური ამწეების უდიდესად დატვირთული საგორავის ძალის გასაგებად სარგებლობენ იმ დაშვებით, რომ ამწის ხისტი ჩარჩო—ურთიკა ეყრდნობა სამ საგორავს, მაგალითად, 1, 2 და 3 და ამწე ცდილობს გადაყირავდეს 1—3 დიაგონალის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში (ნახ. 3. 50). ასეთი დაშვებით ყველაზე მეტი დატვირთვა მეორე საგორავზე გვექნება. მისი მნიშვნელობა:

$$P_{max} = \frac{M}{h},$$

სადაც ამწის მბრუნავი ნაწილის გადამყირავებელი მომენტი

$$M = V \cdot e \approx Q_0 l + G_1 l_1 + W_1 h_1 + W_2 h_2 + W_3 h_3 - G_0 l_0$$

და ძალის მხარი

$$h = \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2}}.$$

მიღებული ძალის მიხედვით ცხრილიდან შევარჩევთ საგორავს და შევამოწმებთ მას კონტაქტურ ძაბვაზე.

ერთ საგორავზე მოქმედი უდიდესი ძალის უფრო ზუსტ მნიშვნელობას მივიღებთ შემდეგნაირად: ვთქვათ, ამწის ბრუნვის ღერძი არამბრუნავი ნაწილის (ურიკის) სიმძიმის ცენტრს ემთხვევა და ამწეზე მოქმედი ძალებია ტოლქმედი V ძალა, რომელიც ბრუნვის ღერძიდან e მანძილითაა დაშორებული, და სავალი ურიკის G_2 წონა. ამ ძალებიდან G_2 თანაბრად ნაწილდება ყველა საგორავზე; თუ ამწის ისრის OA მდგომარეობაში V -ს მომენტს ორ ურთიერთ თანამართობ სიბრტყეში დავშლით, მივიღებთ უდიდესად დატვირთულ მეორე საგორავის ძალას

$$P_2 = \frac{G_2}{4} + \frac{V \cdot y}{2b} + \frac{V \cdot x}{2a}.$$

ამ ძალის სიდიდე ცვლადია. გამოვსახოთ x და y მანძილები ამწის ისრის ვერტიკალთან დახრის α კუთხით: $x = e \sin \alpha$ და $y = e \cos \alpha$. თუ შევიტანთ ამ მნიშვნელობებს P_2 -ის გამოსახულებაში და მის წარმოებულს ნულს გავუტოლობთ, მივიღებთ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}$.

ეს კი იმას ნიშნავს, რომ უდიდესი დატვირთვა მე-2 საგორავზე გვექნება, როცა ამწის ისარი დიაგონალის პერპენდიკულარულ სიბრტყეშია. ამ მდგომარეობისათვის გვექნება

$$\frac{y}{b} = \frac{x}{a} = \frac{e}{1-3} = \frac{e}{\sqrt{a^2 + b^2}}.$$

მაშინ უდიდესი დატვირთვა

$$P_{\max} = \frac{G_2}{4} + \frac{V_e}{2} \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2}},$$

სადაც e არის ტოლქმედი დატვირთვის (ყველა წონის ჯამი) მოდების წერტილიდან ამწის ბრუნვის ღერძამდე მანძილი. მისი მნიშვნელობა გაიგება გამოსახულებიდან:

$$e = \frac{Q_0 l + G_1 l_1 - G_0 l_0}{Q_0 + G_1 + G_0}.$$

კოშკური ამწის უდიდესად დატვირთული საგორავის ძალის გასაგებად გამოვიანგარიშებთ რეაქციის ძალებს (ნახ. 3.51 ა):

$$R_A = \frac{(Q_0 + P_{\max})(l - 0,5a) + W_1 h_1 + G_1(l_1 - 0,5a) + W_2 h_2 - G_2(0,5a - l_2) + W_3 h^3 - G_0\left(l_0 + \frac{a}{2}\right)}{a};$$

$$R_B = \frac{(Q_0 + P_{\max})(l + 0,5a) + W_1 h_1 + G_1(l_1 + 0,5a) + W_2 h^2 + G_2(0,5a + l_2) + W_3 h^3 - G_0(l_0 - 0,5a)}{2a}.$$

მათი ჯამია (ტოლქმედი)

$$V = R_A + R_B = Q_0 + P_{\max} + G_1 + G_2 + G_3 + C_0,$$

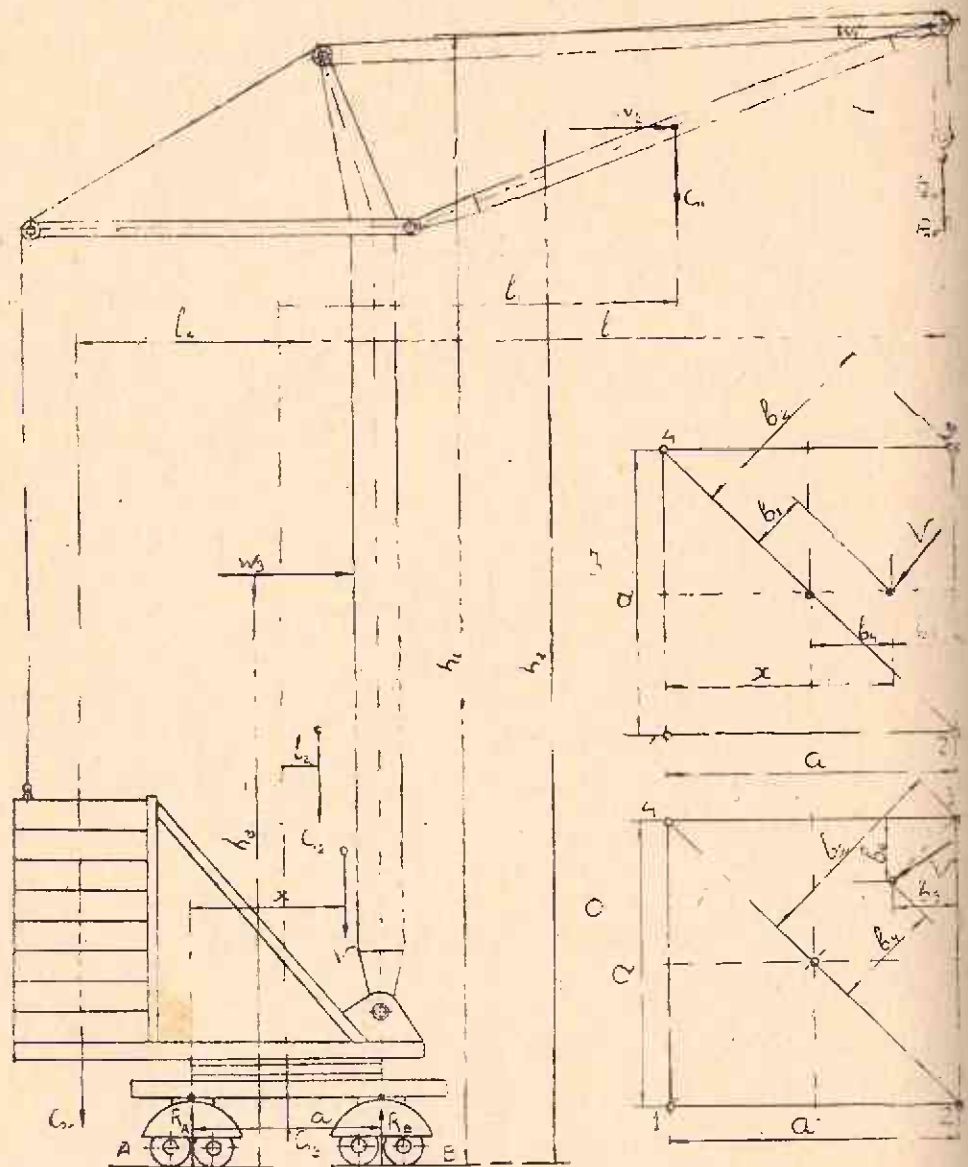
რომელიც A საყრდენიდან მოღებულია $x = a \frac{R_A}{V}$ მანძილზე.

თუ დავუშვებთ, რომ მთელი დატვირთვა ნაწილდება სამ საგორავზე, მაშინ კვადრატული კონტურისათვის მიხსლოებით შეიძლება დაიწეროს:

$$P_2 = \frac{V}{2}; \quad P_3 = V \frac{b_1}{b_2} \quad \text{და} \quad P_4 = V \frac{b_3}{a},$$

როცა ისარი ემთხვევა სველ გზას (ნახ. 3.51 ბ) და

$$P_2 = V \frac{b_6}{a}, \quad P_3 = V \frac{b_4}{b_2} \quad \text{და} \quad P_4 = V \frac{b_5}{a},$$



ნახ. 3.51.

როცა ისარი ემთხვევა 1—3 დიაგონალს (ნახ. 3.51 გ). მიღებული ძალებიდან შეირჩევა უდიდესი და მის მიხედვით მოხდება საგორავის შერჩევა (ცხრილებიდან) და შემოწმდება ძაბვაზე.

მუხლუხასვლიან და მცურავი ამწეების საყრდენების გაანგარიშება სპეციალურ ლიტერატურაშია მოცემული.

2. საყრდენ-საბრუნო მოწყობილობა. როგორც სახელწოდება გვიჩვენებს, ასეთი მოწყობილობა მხოლოდ საბრუნ ამწეებს გააჩნია. მბრუნავ-სვეტიან სტაციონარულ საბრუნ ამწეებში ზედა საყრდენ-საბრუნ კვანძი წარმოადგენს სატაცს, რომელიც უძრავადაა ჩამაგრებული ამწის მბრუნავ ნაწილზე (ნახ. 3.52). სატაცის ბრუნვა შეიძლება სრიალის საკისრებში ხდებოდეს და აგრეთვე გორვის საკისრებშიც, როგორც ეს ნაჩვენებია 3.54 ბ ნახაზზე. 3.54 ა ნახაზზე ნაჩვენებია ზედა საყრდენ-საბრუნ კვანძი სრიალის საკისრით. 3.53, 3.54 გ, დ, ე და ვ ნახაზებზე მოცემულია ქვედა საყრდენ-საბრუნო მოწყობილობა სრიალისა და გორვის საკისრებზე. ამ ნახაზებზე აღნიშნული ზომების გაანგარიშება მოცემულია სათანადო ლიტერატურაში (იხ. მაგალითად, (3), გვ. 65). რაც შეეხება საკისრებს, მათ ცნობილი ფორმულებით ვიანგარიშებთ. ასე, მაგალითად, სრიალის საკისრების შემთხვევაში მოცემული დატვირთვისა და ზომების მიხედვით შევამოწმებთ კუთრ დაწნევაზე:

$$q = \frac{H}{l_1 d_1} \leq [q] \text{ და } q = \frac{H}{l_2 d_2} \leq [q].$$

გორვის საკისრების შემთხვევაში გამოვიანგარიშებთ მუშაობის უნარიანობის კოეფიციენტს

$$C = 1,3 H (n \cdot h)^{0,3} \text{ და}$$

$$C = 1,3 V (n \cdot h)^{0,3},$$

სადაც n არის ამწის ბრუნთა რიცხვი

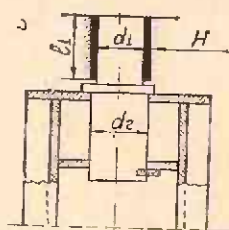
(მოცემულია), h —მუშაობის ხანგრძლივობა საათებში, H და V —ჰორიზონტალური და ვერტიკალური რეაქციები, რომლებიც ცნობილი წესით გაიგება.

უძრავ სვეტიან საბრუნ ამწეებში ზედა საყრდენ-საბრუნ მოწყობილობას წარმოადგენს სატაცი-ქუსლი, რომელზედაც დაყრდნობილია განივი ძელი (ნახ. 3.55). ეს კვანძი შეიძლება ავაწყოთ აგრეთვე გორვის საკისრებზეც, როგორც ნაჩვენებია 3.56 ნახაზზე.

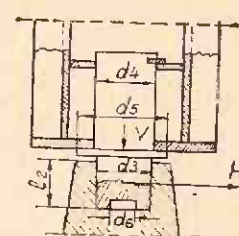
ქვედა საყრდენ ნაწილში (კვანძში) აღებულია გორგოლაჭებისაგან შედგენილი კოლოფი (ნახ. 3.57 ა), რომელიც ამწის ლითონკონსტრუქციასთანაა დაკავშირებული (ის ამწის უძრავი სვეტის გარშემო ბრუნავს). უძრავი სვეტისა და გორგოლაჭის კონსტრუქცია ნაჩვენებია ნახ. 3.57 ბ და გ-ზე. გორგოლაჭების რიცხვი კოლოფში შეიძლება ავიღოთ ოთხი და მეტი. მრავალგორგოლაჭიან კოლოფს იყენებენ მძიმე ამწეებში. აღნიშნული კვანძისათვის d_1 , d , D , Δ , H' და V გამოიანგარიშება ისე, როგორც მოსაბრუნებელი მექანიზმის გაანგარიშებების დროს გვქონდა (იხ. [3], გვ. 71). მრავალგორგოლაჭიანი კოლოფის შემთხვევაში გაანგარიშება შეიძლება მოხდეს გორვის საკისრების ანალოგიურად (იხ. მანქანათა ნაწილების კურსი) უდიდეს ძალაზე:

$$N_{max} \cong \frac{4H}{Z},$$

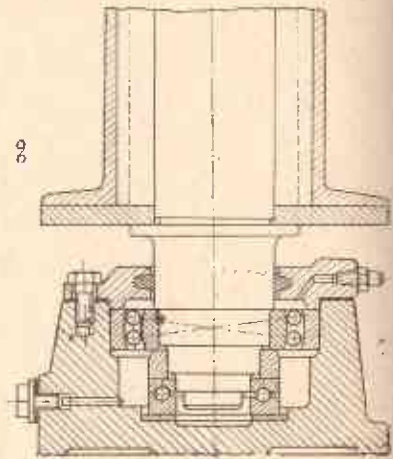
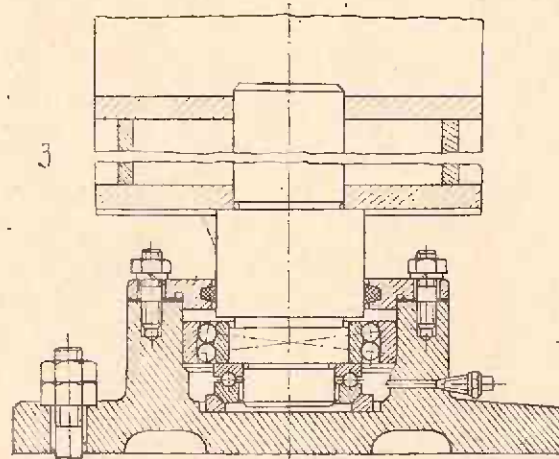
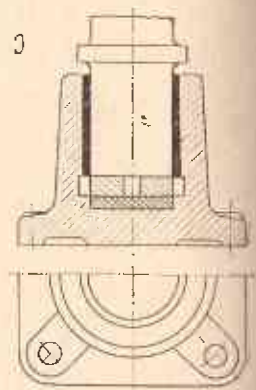
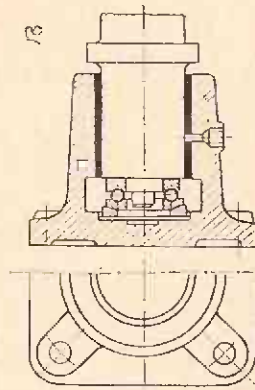
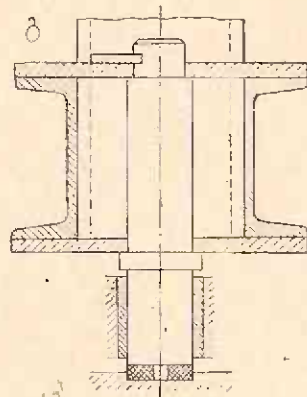
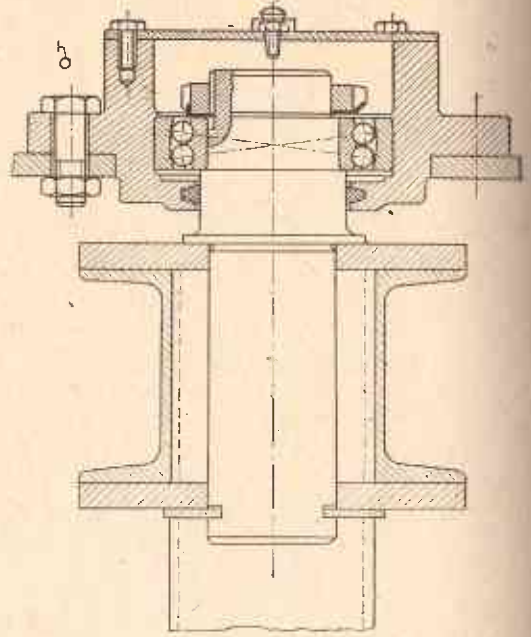
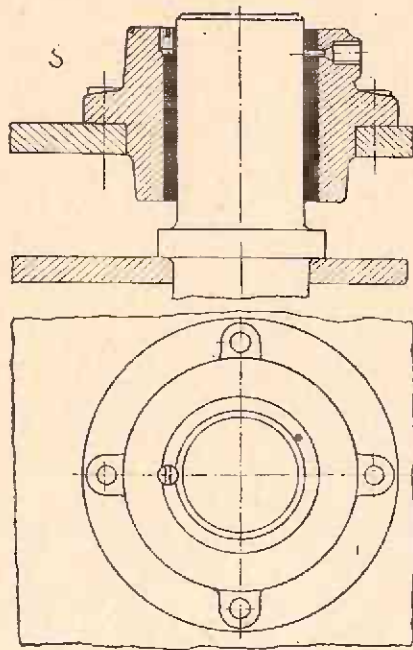
სადაც Z არის გორგოლაჭების რიცხვი.



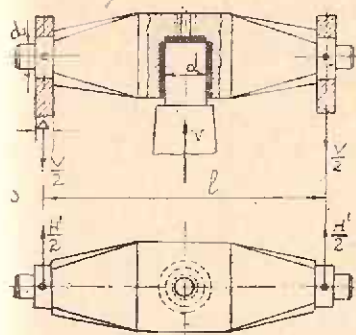
ნახ. 3.52.



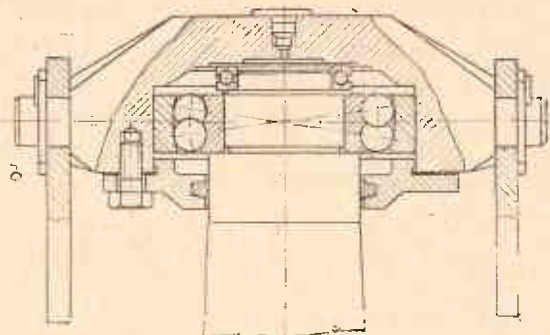
ნახ. 3.53.



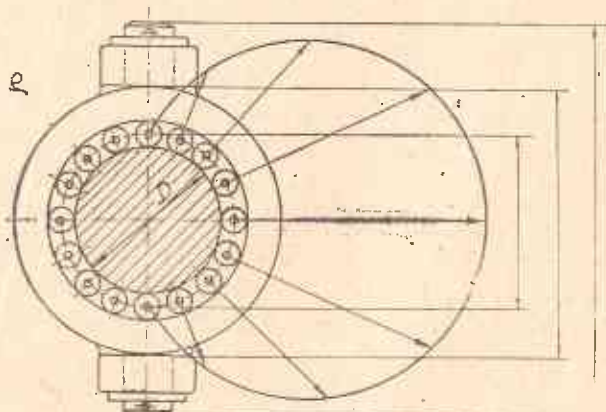
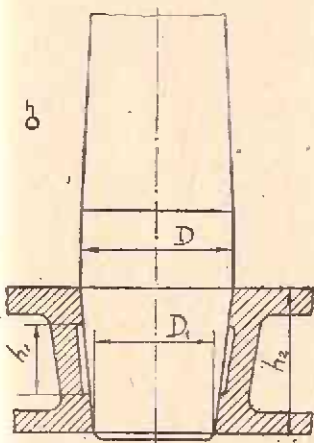
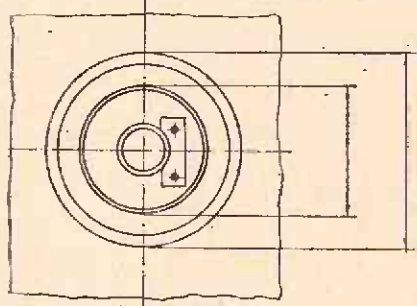
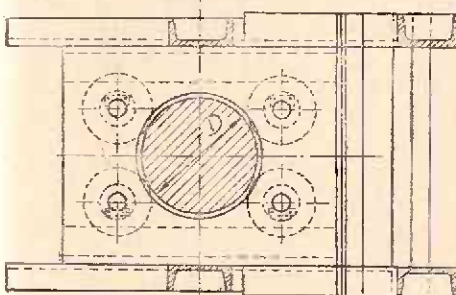
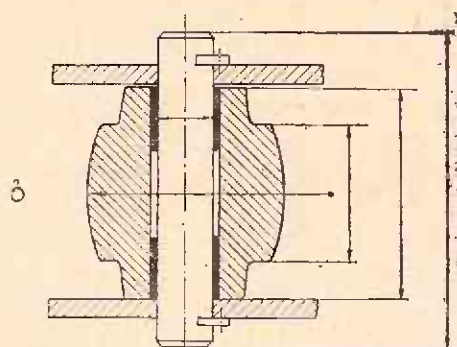
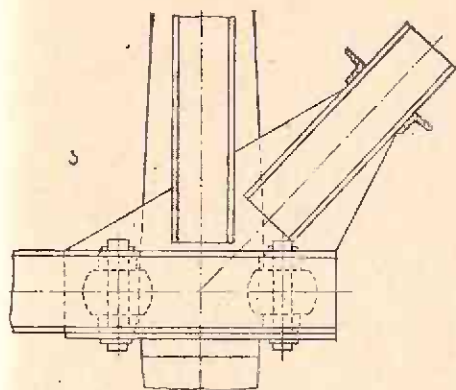
собр. 3, 24.



6об. 3,55.

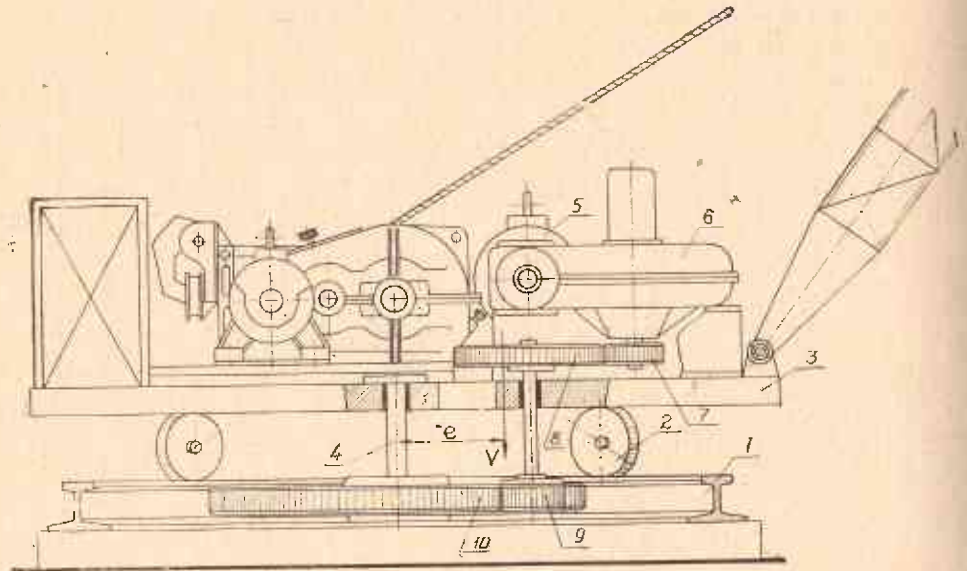


6об. 3,56.



6об. 3,57.

საბრუნწირი 6 ამწეში სარყდენად აღებულია რგოლური რელსი 1, რომელზედაც საგორავების ან გორგოლაქების 2 სამუშალებით დაგორავს ამწის მბრუნავე ნაწილი 3 (ნახ. 3.58). ამწის ბრუნვის ღერძს წარმოადგენს ცენტრალური სატაკი 4, რომელიც უძრავადაა ჩამაგრებული ამწის უძრავ ნაწილში და ამავე დროს ასრულებს ამწის გადაყირავების საწინააღმდეგო ელემენტის როლს. ასეთი საყრდენ-საბრუნო მოწყობილობა უფრო მარტივი და კომპაქტურია, ვიდრე ზემოგანხილული კონსტრუქციები. აქ არა გვაქვს ისეთი ნაწილები, რომლებსაც დიდი მომენტების ათვისება უხდებათ (მაგალითად, სვეტი) და საყრდენი შეიძლება მთლიანად მოვითავსოთ ამწის მბრუნავე ნაწილის ქვეშ, რაც სამუშალებას გვაძლევს მექანიზმები ამწის მბრუნავ ნაწილზე უფრო მოხერხებულად განვალაგოთ.



ნახ. 3.58.

მბრუნავ ელემენტებად შეიძლება ავიღოთ საგორავები და აგრეთვე გორგოლაქებიც. საგორავები არადიდი ტვირთამწეობის ამწეებში აიღება ოთხი და დიდი ტვირთამწეობის შემთხვევაში კი 8. უკანასკნელ შემთხვევაში ისინი ბალანსირით უნდა დაწყვილდეს (ნახ. 3.59 ბ). საგორავე შეიძლება იყოს ცილინდრული და კონუსურიც. უკანასკნელი ფორმა სამუშალებას იძლევა მივიღოთ უსრიალო გორვა, მაგრამ ამ შემთხვევაში იზრდება რელსზე დაწოლის ძალა და წარმოიქმნება ღერძული მდგენელი (ნახ. 3.59 დ), რაც აღიღებს საერთო ხახუნის ძალას; ამიტომაც (ვარდა ამისა, საგორავესა და რელსის დამზადება კონუსური ზედაპირებით მეტად რთულია) ამქამად, უფრო გავრცელებულია ცილინდრული საგორავები. ისინი უქიმოდ მზადდება, ვინაიდან აქ განივ გადაადგილებას ადგილი არა აქვს (ხელს უშლის ცენტრალური სატაკი).

თუ მოცემულია ამწის მბრუნავ ნაწილზე მოქმედი ტოლქმედი ძალა V , რომელიც მოდებულია ბრუნვის ღერძიდან e მანძილზე (ნახ. 3.58), მაშინ ოთხი საგორავეს შემთხვევაში (ნახ. 3.59 ე) მივიღებთ საგორავებზე მოქმედ ძალებს (ცენტრალური სატაკი განტვირთულია):

$$P_1 = P_3 = \frac{V(e+c)}{2 \cdot 2c} \quad \text{და} \quad P_2 = P_4 = \frac{V(c-e)}{2 \cdot 2c},$$

სადაც c არის საგორავების ცენტრების შეერთებით მიღებული ოთხკუთხედის გვერდის ნახევარი ($c > e$).

თუ $c < e$ -ზე, მაშინ სათანადო დატვირთვები იქნება

$$P_1 = P_3 = \frac{V(e+c)}{2 \cdot 2c} \quad \text{და} \quad P_2 = P_4 = -\frac{V(e-c)}{2 \cdot 2c}.$$

ეს იმას ნიშნავს, რომ მარცხენა საგორავები ცილდება რელსს და ასეთ შემთხვევაში ცენტრალური სატაცი აითვისებს გადამყირავებელ მომენტს. ცენტრალური სატაცი განსატვირთავად ზოგჯერ ხმარობენ უკუსაგორავებს. რომლებიც რელსის შიგა ზედაპირებზე მუშაობენ (ნახ. 3.59 გ). ასეთ შემთხვევაში საგორავებზე მოქმედი დატვირთვებია ($c < e$)

$$P_1 = P_3 = \frac{V(e+R)}{2(c+R)} \quad \text{და}$$

$$P_0 = \frac{V(e-c)}{c+R}.$$

საგორავის დიამეტრი კონსტრუქციულად შეირჩევა და შემოწმდება კონტაქტურ დაზვავზე.

გორგოლაჭების შემთხვევაში (ისინი ჩაწყობილი არიან სეპარატორში, რომელიც ორ რგოლურ რელსს შორის არის მოთავსებული. ერთი რელსი ამწის მბრუნავ ნაწილზეა მიმაგრებული, მეორე კი უძრავზე) საჭიროა ვიცოდეთ დატვირთვის განაწილების კანონი, რომლის დადგენა მეტად ძნელია და ამიტომ სარგებლობენ მიახლოებითი წესით. ეს წესი გულისხმობს, რომ მთელი დატვირთვა ერთი რელსიდან მეორეს გადაეცემა უშუალოდ (ე. ი. გორგოლაჭების არსებობა მხედველობაში არ მიიღება) შეხების მთელი ზედაპირით და, მაშასადამე, თანაბრად განაწილებული დატვირთვისათვის ერთეული ძალა იქნება (ნახ. 3.59 ვ)

$$q = \frac{V}{F} = \frac{V}{2\pi Rb},$$

სადაც b არის რგოლის სისქე ($F \approx 2\pi Rb$ —რგოლის ზედაპირის ფართობი). ძალის ექსცენტრულად მოქმედების გამო აქ წარმოიქმნება ლუნვის დაზვაც:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{V \cdot e \cdot 4 R_1}{\pi(R_1^4 - R_2^4)} = \frac{4 V e R_1}{\pi(R_1 - R_2)(R_1 + R_2)(R_1^2 + R_2^2)},$$

სადაც R_1 და R_2 —რგოლის გარე და შიგა რადიუსებია.

12. ამწე-სატრანსპორტო მანქანები

თუ $R_1=R_2$ მნიშვნელობას შევცვლით b -თი და b -ს π სიმცირის გამო მივიღებთ $R_1=R_2=R$, გვექნება

$$\sigma = \frac{V \cdot e}{\pi R^2 b}$$

იმისათვის, რომ ყველა გორგოლაჭი იყოს დატვირთული ერთდროულად, საჭიროა დატულ იქნეს პირობა

$$q > \sigma, \text{ ე. ი. } \frac{V}{2\pi R b} > \frac{V \cdot e}{\pi R^2 b}$$

საიდანაც

$$e \leq \frac{\pi R^2 b}{2\pi R b} \leq \frac{R}{2}$$

უდიდესი პირობითი დატვირთვა

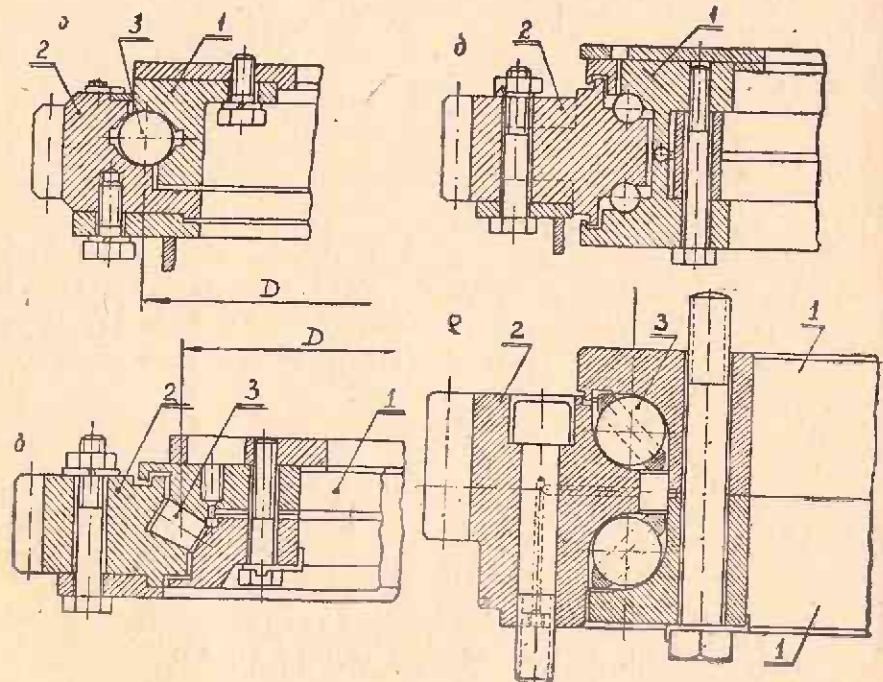
$$P'_{\max} = q + \sigma = \frac{V}{2\pi R b} + \frac{V \cdot e}{\pi R^2 b} = \frac{V}{\pi R b} \left(\frac{e}{R} + \frac{1}{2} \right)$$

და ერთი გორგოლაჭის დატვირთვა კი

$$P_{\max} = P'_{\max} \cdot b \cdot t = \frac{V \cdot t}{\pi R} \left(\frac{e}{R} + \frac{1}{2} \right),$$

სადაც t არის გორგოლაჭების ბიჯი (ცენტრებს შორის მანძილი). ამ ძალით მოხდება გორგოლაჭების შემოწმება კონტაქტურ ძაბვაზე.

თ ვ ი თ მ ა გ ა ლ ს ა ბ რ უ ნ ა მ წ ე ე ბ შ ი ამჟამად ფართოდაა გავრცელებული საკისრის ტიპის საყრდენ-საბრუნე მოწყობილობა, სადაც მგორავ ელემენტად აღებულია ბურთულები ან გორგოლაჭები, 3.60 ნახაზზე ნაჩვენებია საყრდენ-საბრუნე



ნახ. 3.60.

ნი მოწყობილობა, რომელიც შედგება შიგა 1 და გარე 2 რგოლებისაგან და ბურთულეებისა ან გორგოლაჭებისაგან 3. ბურთულები შეიძლება მოთავსდეს ერთ (არადიდი დატვირთვების დროს) ან ორ რიგად (დიდი დატვირთვების შემთხვევაში). უკანასკნელ შემთხვევაში ბურთულები შეიძლება განვალაგოთ სიმეტრიულად (ნახ. 3.60 ბ) და აგრეთვე არასიმეტრიულადაც. დიდი დატვირთვების შემთხვევაში მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ გორგოლაჭები. როგორც ეს ნაჩვენებია 3.60 გ ნახაზზე.

კვანძის აწყობისა და დაშლის გასაადვილებლად საყრდენი წრეები (რგოლები) ერთ ადგილას გახსნილი იქნება (არადიდი ტვირთამწეობის შემთხვევაში შეიძლება მთლიანი წრეების აღება და მაშინ ბურთულები და გორგოლაჭები სპეციალური ხვრეტიდან უნდა ჩავაწყუთ). წრეები (რგოლები) ერთიმეორესთან ჭანჭიკებით შეერთდება (წინასწარი ქაჩვით). ზოგჯერ ეს ჭანჭიკები ამწის ლითონკონსტრუქციასთან კვანძის მისამაგრებლადაც შეიძლება გამოვიყენოთ. კვანძის შიგა ან გარე რგოლს კბილა გვირგვინის სახე აქვს (იმისდა მიხედვით, თუ როგორი მოდება გვაქვს, შიგა თუ გარე). უდიდესი დატვირთვა, რომელიც მოქმედებს ერთ ბურთულაზე, გაიგება ფორმულიდან:

$$P_{\max} \cong \left(\frac{4,5M}{D} + V \right) \frac{1}{0,7z}.$$

ერთ გორგოლაჭზე მოქმედი უდიდესი დატვირთვაა

$$P_{\max} \cong \left(\frac{8M}{D} + V \right) \frac{1}{0,7z},$$

სადაც M არის ამწის გადამბრუნებელი მომენტი, V —ტოლქმედი ძალა, რომელიც მოდებულია ამწის მბრუნავი ნაწილის სიმძიმის ცენტრში, z —ბურთულების (ან გორგოლაჭების) რიცხვი ერთ რიგში, D —გორგოლის ელემენტების ცენტრებს შორის მანძილი—დიამეტრი.

მიღებული ძალით მოვახდენთ ბურთულისა და გორგოლაჭის შემოწმებას კონტაქტურ ძაბვაზე

$$\sigma \cong \frac{4100}{k} \sqrt[3]{P_{\max} \left(\frac{4}{d} - \frac{1}{r_g} \right)} \leq [\sigma] = 28000 \text{ კგ/სმ}^2$$

და

$$\sigma = 610 \sqrt{\frac{2P_{\max}}{ld}} \leq [\sigma] = 23000 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც k არის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა ცხრილიდან აიღება (საშუალოდ შეიძლება ავიღოთ $k=1,5 \div 2,5$), d —ბურთულის ან გორგოლაჭის დიამეტრი, $r_g = (0,52 \div 0,54)$, d —ლარის განივი კვეთის რადიუსი და L —გორგოლაჭის სიგრძე.

თ ა ვ ი მ ი თ ხ ე

ამწეების შემოწმება მდგრადობაზე

უოველი დაპროექტებული ამწე უნდა იყოს მტკიცე და, გარდა ამისა, მდგრადიც, ა. ი. ის არ უნდა გადაბრუნდეს. მისი გადაბრუნება შეიძლება გამოიწვიოს საკუთარი წონისა და გარე მოქმედი ძალების ტოლქმედის მოდების წერტილის მდებარეობის შესაძლო ცვლილებამ. შემოწმება არ ჭირდება ისეთ ამწეებს, სადაც საყრდენის გან-

რიგება ისეთია, რომ ტოლქმედის მდებარეობას მდგრადობისათვის არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს. ასეთია, მაგალითად: ხილური, ხილ-კონსოლური, ველოსიპედური და ორსაყრდენიანი სტაციონარული საბრუნო ამწეები, რომლებიც ტოლქმედ დატვირთვაზე დამოუკიდებლად მდგრადი არიან, სანამ დატული იქნება ამა თუ იმ ნაწილის საყრდენის სიმტკიცე.

მდგრადობაზე შემოწმება ჰქირდება ყველა ერთსაყრდენიან საბრუნო ამწეებს — როგორც სტაციონარულ უძრავსვეტიან, ისე თვითმოძრავ (სარკინიგზო, საავტომობილო, კოშკური და სხვა) და აგრეთვე ხარიხულ და ნახევრადხარიხულ ამწეებს, სადაც, თუმცა საყრდენების რაოდენობა ორია (როგორც ხილურში), მაგრამ ტოლქმედმა ძალამ შეიძლება წარმოქმნას ცალმხრივი მომენტი (გადამბრუნებელი) ერთი საყრდენის მიმართ. განვიხილოთ ზოგიერთი ამწის მდგრადობის საკითხებს.

1. ხარიხული ამწის მდგრადობა

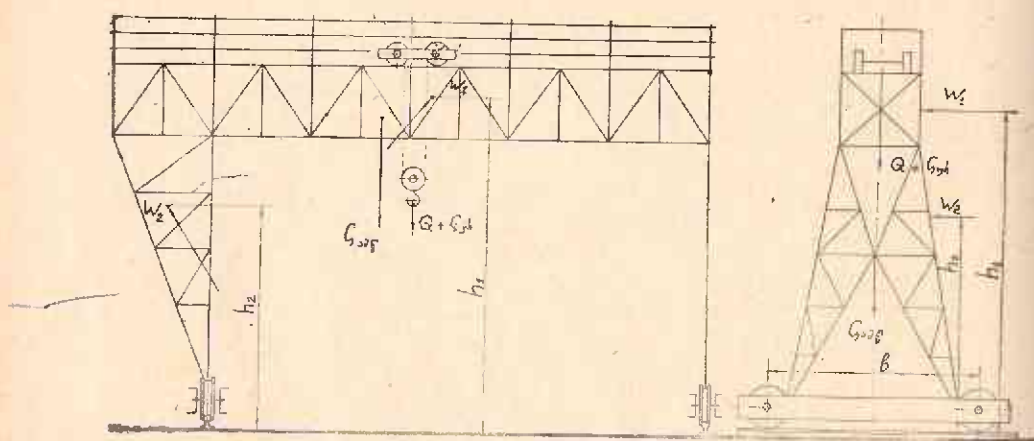
ხარიხული ამწის მდგრადობაზე შესამოწმებლად მხედველობაში მიიღება ამწის საკუთარი წონა, ტვირთისა და ურიკის წონა, ქარის დაწოლის ძალა და ინერციული დატვირთვა, რომელიც დამუხრუჭების დროს წარმოიქმნება. შემოწმება ხდება როგორც მუშა, ისე არამუშა მდგომარეობაში და მის მიხედვით მდგრადობის ორ კოეფიციენტს არჩევენ, რომელთაგან ერთი არის ეგრეთ წოდებული სატვირთო მდგრადობის კოეფიციენტი და მეორე კი საკუთარი მდგრადობის კოეფიციენტი. მათი სიდიდე იანგარიშება დამკვეთის მომენტის გადამბრუნებელ მომენტთან შეფარდებით და დაწესებული ნორმების მიხედვით ის არ უნდა იყოს 1,15-ზე ნაკლები.

დატვირთულ მდგომარეობაში ამწის დამკვეთის მომენტი (ნახ. 4.1)

$$M_{\text{დამკ}} = (Q + G_{\text{ტ}} + G_{\text{აფ}}) \frac{b}{2}.$$

გადამბრუნებელი მომენტის გასაგებად ვსაზღვრავთ ქარის დაწოლის ძალას და დამუხრუჭებით გამოწვეულ ინერციულ დატვირთვას. თუ ცნობილი იქნება რიგვლისა და უძრავი ფეხის (მარცხენა) კონტურის ფართობები, ადვილად გაიგება ქარის საერთო დაწოლის ძალა და მის მიხედვით კი მომენტი.

$$M_{\text{ქარ}} = W_1 \cdot h_1 + W_2 \cdot h_2.$$



ნახ. 4.1.

დამუხრუჭებით გამოწვეული ინერციის ძალა ტოლი იქნება

$$Q + G_{\text{შ}} + G_{\text{აფ}} \frac{V_{\text{აფ}}}{gt_2},$$

სადაც V არის ამწის გადაადგილების სიჩქარე და t_2 —დამუხრუჭების დრო. თუ ვივლით, რომ ეს ძალა მოდებულია რიგელის ცენტრში, ე. ი. h_1 სიმაღლეზე, ძიებებთ გადამბრუნებელ მომენტს

$$M_{\text{იფ}} = (Q + G_{\text{შ}} + G_{\text{აფ}}) \frac{V_{\text{აფ}}}{gt_2} \cdot h_1.$$

შეგვარად, სრული გადამბრუნებელი მომენტი

$$M_{\text{ბაღ}} = W_1 h_1 + W_2 h_2 + h_1 \frac{V_{\text{აფ}}}{gt_2} (Q + G_{\text{შ}} + G_{\text{აფ}})$$

და, სათანადოდ, სატვირთო მდგრადობის კოეფიციენტი

$$k_1 = \frac{M_{\text{ბაღ}}}{M_{\text{აფ}}} = \frac{(Q + G_{\text{შ}} + G_{\text{აფ}}) b}{2 [W_1 h_1 + W_2 h_2 + h_1] \frac{V_{\text{აფ}}}{gt_2} (Q + G_{\text{შ}} + G_{\text{აფ}})}$$

რამდენა მდგომარეობაში საკუთარი მდგრადობის კოეფიციენტი

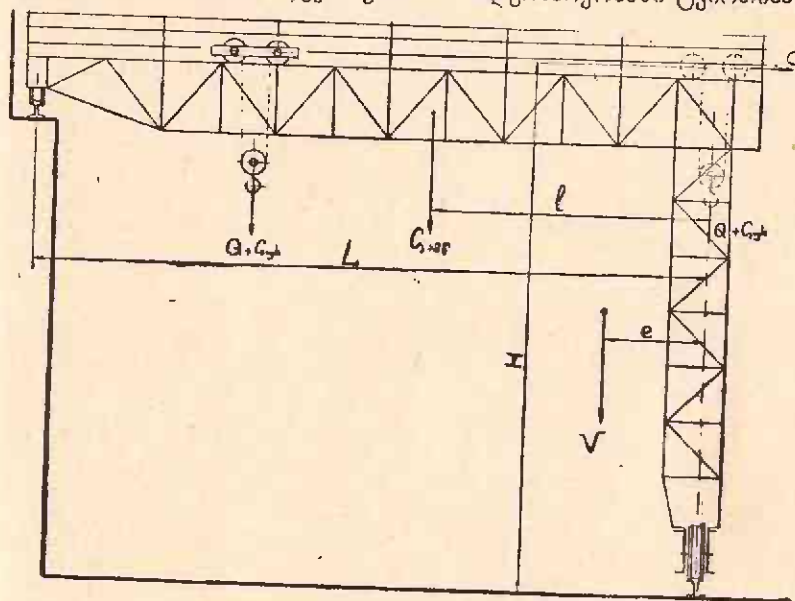
$$k_2 = \frac{M_{\text{აფ}}}{M_{\text{ბაღ}}} = \frac{(G_{\text{შ}} + G_{\text{აფ}}) b}{2(W_1 h_1 + W_2 h_2)};$$

ორივე შემთხვევაში უნდა გვქონდეს

$$k_1 \geq 1,15 \text{ და } k_2 \geq 1,15.$$

2. ნახევრადხარისხული ამწის მდგრადობა

ნახევრადხარისხული ამწის სქემა ნაჩვენებია 4.2 ნახაზზე. მდგრადობის საანგარიშოდ გულისხმობენ, რომ მარჯვენა განაპირა მდგომარეობაში ტვირთისა და ურ-



ნახ. 4.2.

ის წონა გადის მარჯვენა საყრდენზე. მაშინ, თუ ტოლქმედი ძალაა $V = Q + G_{\text{წ}} + G_{\text{სა}}$ მისი დაშორება საყრდენიდან იქნება

$$e = \frac{G_{\text{წ}} \cdot l - C \cdot H}{Q + G_{\text{წ}} + G_{\text{სა}}},$$

სადაც C ამწის დამუხრუჭებით (ურეისა და ტვირთის წონის ჩათვლით) გამოწვეული ინერციის ძალაა. იგი იანგარიშება ისე, როგორც გვექონდა ხარისხული ამწისათვის, და საშვებ სიდიდედ მიღებულია $e \approx 0,26L$ (მინიმალური მნიშვნელობა). ასეთი შემოწმების დროს ქარის დაწოლის ძალით გამოწვეული მომენტი არა გვაქვს, ვინაიდან მარცხნიდან ამწე კედლითაა დაცული და (ეგვი რომ არ იყოს, გვერდითი ზედაპირი ამწის შედარებით მცირე აქვს) მარჯვნიდან კი ქარის ძალა გადაბრუნებას ვერ გამოიწვევს. რაც შეეხება მდგრადობას ნახაზის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში, ის შემოწმდება ისე, როგორც ზემოთ გვექონდა და მაშინ, რა თქმა უნდა, ქარის დაწოლა უნდა მივიღოთ მხედველობაში.

3. სტაციონარული საგრუნთი აწმის მდგრადობა

როგორც ვნახეთ, საპირწონის წონა ისეა შერჩეული, რომ ის ტვირთის მხოლოდ ნახევარ მომენტს აწონასწორებს. გარდა ამისა, ამწის G_1 და G_2 — წონების მომენტებიც არ არის ტოლი და, მაშასადამე, ამწეზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი დაშორებული იქნება ბრუნვის ღერძიდან, რაც ამწის გადაბრუნებელ მომენტს ქმნის; მაგრამ მიუხედავად იმისა, რომ ასეთი მომენტი არსებობს, ამწე შეიძლება მაინც არ გადაბრუნდეს, თუ, რა თქმა უნდა, ტოლქმედი ძალის დაშორების e მანძილი არ აღემატება გარკვეულ დასაშვებ ზღვარს. ამწე მით უფრო მდგრადი იქნება, რაც უფრო ნაკლებია e მანძილი ($e \neq 0$) და, მაშასადამე, მისი დასაშვები ზღვარი საძირკვლის სიგანის ნახევრით (ნახ. 4.3) უნდა განისაზღვროს (ვინაიდან ამწის გადაბრუნება უნდა მოხდეს საძირკვლის ბოლო წიბოს მიმართ).

ამგვარად, თუ ამწეზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი

$$V = \alpha Q_0 + G_1 + G_2 + G_0 + G_3 + G_4$$

და მომენტი

$$M = V \cdot e = \alpha Q_0 l + G_1 l_1 - G_0 l_0 - G_2 l_2,$$

მივიღებთ e მანძილის ზღვრულ მნიშვნელობას

$$e = \frac{\alpha Q_0 l + G_1 l_1 - G_2 l_2 - G_0 l_0}{\alpha Q_0 + G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_0} < \frac{b}{2},$$

სადაც $\alpha = 1,25$ არის ამწის გამოცდის დროს გადატვირთვის კოეფიციენტი, G_3 — საძირკვლის ფილის წონა და G_4 — საძირკვლის წონა.

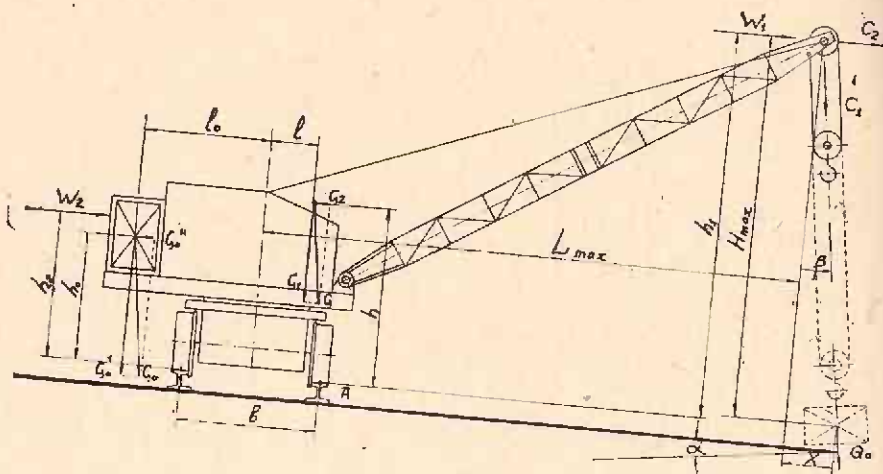
დაუტვირთავი ამწისათვის გვექნება, სათანადოდ,

$$e' = \frac{G_0 l_0 - G_1 l_1 + G_2 l_2}{G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_0} < \frac{b}{2}.$$

ახლა ვნახოთ, თუ რა პირობას უნდა აკმაყოფილებდეს e მანძილი, რომ საძირკველმა იმუშაოს მხოლოდ კუმშვაზე (საძირკველი ბეტონის ან ქვისაგან იქნება შემდგარი და ამიტომ ის გაჭიმვაზე ვერ იმუშავებს). როგორც ვხედავთ, V ძალა საძირკველს ექსცენტრულად გადაეცემა და ამიტომ ტოლქმედი ძაბვა კუმშვისა და ლუწვის ძაბვების ტოლი იქნება

$$\sigma = \sigma_s + \sigma_e = \frac{V}{b^2} + \frac{6 \cdot V \cdot e}{b^3}.$$

წონა, G_0 —საპირწონის წონა და W_2 —ამწეზე ქარის დაწოლის ძალა. ამ ძალების გარდა, ამწეზე მოქმედებს აგრეთვე C_2 —ინერციის ძალაც, რომელიც გამოწვეული იქნება ამწის დამუხრუჭებით (ეს ძალა ამწის მოძრაობის გასწვრივ მოქმედებს). აქაც იხე, როგორც ხარისხული ამწის შემთხვევაში, სატვირთო მდგარდობის კოეფიციენტი იქ-



ნახ. 4.4.

ნება დამკვეთელი და გადამბრუნებელი მომენტების შეფარდება და გამოსახება ფორმულით (გადაბრუნებას ვიხილავთ A წერტილის მიმართ):

$$k = \frac{G_0'(l_0 + 0,5b) + G_1(0,5b - l) - G_0''h_0 - G_2h}{Q_0(L_{\max} - 0,5b) \cos \alpha + Q_0h_1 \sin \alpha + W_1h_1 + W_2h_2 + M_{06}}$$

სადაც $G_0' = G_0 \cos \alpha$; $G_0'' = G_0 \sin \alpha$; $G_1 = G \cos \alpha$ და $G_2 = G \sin \alpha$, სათანადოდ, საელი გზის დაქანებით გამოწვეული საპირწონისა და ამწის წონების მდგენელებია და M_{06} —ინერციის ძალების მომენტების ჯამი. ცალკე ინერციის ძალების მომენტები შემდეგნაირად გაიგება: აწევის ან დაშვების დროს ტვირთის ინერციის ძალა

$$C_1 = m \cdot a = \frac{Q_0 V_{\text{ტვ}}}{gt},$$

სადაც $V_{\text{ტვ}}$ აწევის ან დაშვების სიჩქარეა (დაშვების სიჩქარე აწევის ნომინალურ სიჩქარეზე 1,5-ჯერ მეტი აიღება). ინერციის ეს ძალა ტვირთის წონის მოქმედების მიმართულებით მოქმედებს და ამიტომ გადამბრუნების წერტილის მიმართ მისი მომენტი

$$M_1 = \frac{Q_0 V_{\text{ტვ}}}{gt} [(L_{\max} - 0,5b) \cos \alpha + h_1 \sin \alpha].$$

ბრუნვის დროს, როგორც ვიცით, ცენტრიდანული ძალა წარმოიქმნება და ამიტომ ტვირთი შეეცდება დაშორდეს ბრუნვის ღერძს. ეს გამოიწვევს ამწის გადაწვდომის გაღივებას; ასეთ მდგომარეობაში ახალი გადაწვდომა $L' = L + x$ და ინერციის ძალა

$$C_2 = m \omega^2 L' = \frac{Q_0 (L_{\max} + x) \pi^2 n^2}{900 g}.$$

ნახაზიდან გვაქვს

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{G_2}{Q_0} \quad \text{და} \quad x = H_{\max} \operatorname{tg} \beta,$$

მაშინ სათანადო ჩასმისა და გარდაქმნის შემდეგ გვექნება

$$C_2 = \frac{Q_0 L_{\max} \cdot n^2}{900 - n^2 H_{\max}}$$

და გადამბრუნებელი მომენტი

$$M_2 = C_2 \cdot h_1 = \frac{Q_0 n^2 h L_{\max}}{900 - n^2 H_{\max}};$$

ამწის ამუშავების ან დამუხრუჭების ინერციის ძალა

$$C_3 = m \cdot a = (Q_0 + G + G_0) \frac{V_{\text{ავფ}}}{gt}$$

და სათანადო მომენტი

$$M_3 = (Q_0 h_1 + G \cdot h + C_0 h_0) \frac{V_{\text{ავფ}}}{gt},$$

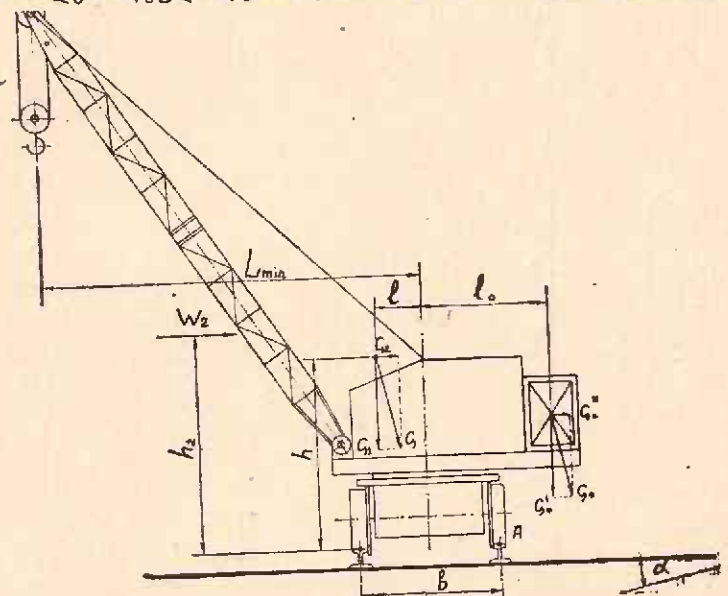
მოთიანი ინერციის ძალის მომენტი იქნება ჯამი

$$M_{\text{ავ}} = M_1 + M_2 + M_3;$$

საკუთარი მდგრადობის კოეფიციენტი (ნახ. 4.5)

$$k = \frac{G_1(L_{\min} + 0,5b) - G_2 h - G_0'(l_0 - 0,5b) - C_0'' \cdot h_0}{W_2 \cdot h_2}.$$

აქ ისარი განიხილება აწეულ მდგომარეობაში, ე. ი. მინიმალური გადაწვდომის დროს



ნახ. 4.5.

5. კოეფიციენტი აწევის მდგრადობა

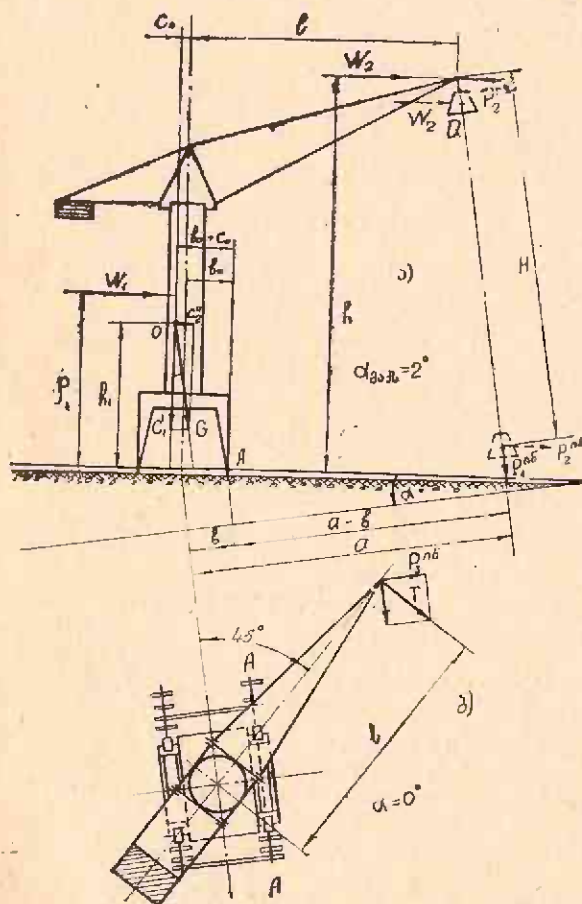
ამწის მდგრადობის შემოწმება წარმოებს როგორც მუშა, ისე არამუშა მდგომარეობაში.

ამწის მდგრადობის შემოწმების დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს ყველა შესაძლო არახელსაყრელი პირობები. ამასთანავე, ამწის ისარი უნდა იქნეს აყირავების A—A წიბოს მიმართ მართობულად (ნახ. 4.6 ა) და მუშა მდგომარეობის მდგრადობის

შემოწმების დროს, აგრეთვე, 45° -იან კუთხით დაყენებული (ნახ. 4.6 ბ), რადგან ამჟამად საბრუნო მექანიზმის ასეთ მომენტში დამუხრუჭება წარმოქმნის უფრო დიდ დამატებით მხედ ინერციულ T -ძალას, რომლის P_3 მდგენელი მიმართულია ქანობისაკენ.

მუშა მდგომარეობის მდგრადობის ანუ სატვირთო მდგრადობის შემოწმება წარმოებს როგორც მაქსიმალურ, ისე მინიმალურ გადაწვდომებზე და გულისხმობს, რომ ამჟამად კუთხით დახრილ საჯალ გზაზე; ამჟამად ისარი დაყენებულია საჯალი გზის განივად (ან გრძივად) და ქანობისაკენა მიმართულია. ამჟამად მუშაობს აღებული გადაწვდომის შესაბამის ზღვრულ $Q = Q_0 + G_{\text{საჯ}}$ — ტვირთის წილით; ტვირთი მოდებულია ისრის ბოლოზე, იგი ზევით აწეულ მდგომარეობაშია. ტვირთს აქვს შესაძლო მაქსიმალური საქარე ზედაპირი; ამჟამად და ტვირთზე მოქმედებს ქანობის გასწვრივ, საპირწონის მხრიდან ისრისაკენ, $A-A$ წიბოს მართობულად მიმართული ქარი; ამჟამად აგრეთვე მოქმედებს ერთდროულად მომუშავე მექანიზმების დამუხრუჭებით და ბრუნვითი მოძრაობით წარმოქმნილი ინერციის ძალები; ქანობით გამოწვეული ამჟამად საკუთარი მასების სიმძიმის ძალის $G_2'' = G \sin \alpha$ მდგენელი; ამჟამად და ტვირთზე მოქმედი ქარის დაწოლის W_1 და W_2 ძალები; ტვირთისა და საკიდის მასების სიმძიმის ძალა და ერთდროულად მოქმედი ინერციის $\Sigma P_i''$ ძალები. ამ ძალების $A-A$ წიბოს მიმართ გადამბრუნებელი მომენტია:

$$M_{G_2''} + M_{W_1} + M_Q + \sum M_i'' = M_{\text{გაბ.}}$$



ნახ. 4.6.

ამჟამად რომ არ გადაბრუნდეს, აღნიშნულ გადამბრუნებელ მომენტს წინ უნდა აღუდგეს ამჟამად დამკავებელი მომენტი, რომელიც შეიქმნება ამჟამად საკუთარი მასების სიმძიმის ძალის $G_1' = G \cos \alpha$ მდგენელით, იმავე $A-A$ წიბოს მიმართ.

$$M_{\text{გაბ.}} = M_{G_1'}.$$

იდეალური პირობების დროს ამჟამად წონასწორობისათვის საკმარისი იქნებოდა

$$M_{\text{გაბ.}} = M_{\text{გაბ.}}$$

რეალურ პირობებში ამჟამად წის საიმედო მდგრადობისათვის $M_{\text{გაბ.}} > M_{\text{გაბ.}}$ ან, რაც იგივეა, $M_{\text{გაბ.}} = M_{\text{გაბ.}} + M_{\text{საჯ.}}$, სადაც $M_{\text{საჯ.}}$ არის საიმედო მდგრადობის უზრუნველსაყოფად აღებული სათადარიგო (საგარანტო) მომენტი. ის სატვირთო მდგრადობის განსაზღვრის დროს სატვირთო მომენტის მიხედვით აიღება φM_Q -ს ტოლი.

ამრიგად,

$$M_{\text{გაბ.}} = M_{\text{გაბ.}} + \varphi M_Q,$$

ანუ

$$M_{\text{გაბ.}} - M_{\text{გაბ.}} - \varphi M_Q = 0.$$

თუ ამ განტოლებაში დამკვეთი და გადამბრუნებელი მომენტების მნიშვნელობებს შევიტანთ, M_G -ს ფრჩხილებს გარეთ გამოვიტანთ და ფრჩხილებში მოქცეულ $(1+\varphi)$ ჯამს k_1 -ით აღვნიშნავთ, მივიღებთ:

$$M_{G_1} - M_{G_2} - M_{W_1} - k_1 M_G - \sum M_i^{oe} = 0.$$

ამ განტოლებას ამწის მდგრადობის ზოგადი განტოლება ეწოდება.

აქ:

1. $M_{G_1} - M_{G_2}$ სხვაობა წარმოადგენს ამწის საკუთარი მასების სიმძიმის ძალებით შექმნილ M_G მომენტს (ნახ. 4.6 ა)

$$M_G = G[(b_0 + C_0) \cos \alpha - h_1 \sin \alpha];$$

2. ამწესა და ტვირთზე მუშა მდგომარეობის შესაბამისი ქარის დაწოლით შექმნილი მომენტი

$$M_{W_{12}} = M_1 \cdot \rho_1 + W_2 \cdot h,$$

სადაც $W_1 = F_{\text{აფ}} \cdot p$ არის ამწეზე მოქმედი, ხოლო $W_2 = F_{\text{ბჰ}} \cdot p$ — ტვირთზე მოქმედი ქარის დაწოლის ძალა, $F_{\text{აფ}}$ და $F_{\text{ბჰ}}$ — შესაბამისად, ამწისა და ტვირთის საქარე, საანგარიშო შუბლური ზედაპირი კვ. მეტრობით და p — მუშა მდგომარეობის შესაბამისი ქარის დაწოლის განაწილებული დატვირთვა (ერთეულ ფართობზე);

3. ტვირთისა და საკიდის მასების სიმძიმის ძალებით შექმნილი მომენტი

$$M_Q = Q(a - b).$$

თუ ამწის მდგრადობის ზოგად განტოლებაში პირველი ოთხი წევრის ახალ მნიშვნელობებს შევიტანთ, განტოლებას k_1 -ის მიმართ ამოვხსნით და მის მინიმალურ რიცხვით მნიშვნელობას ამწეების მოწყობისა და უხიფათო ექსპლუატაციის სახელმწიფო საზედამხებელო კომიტეტის სავალდებულო წესების თანახმად 1,15-ს ავიღებთ, გვექნება:

$$k_1 = \frac{G[(b_0 + c_0) \cos \alpha - h_1 \sin \alpha] - W_1 \rho_1 - W_2 h - \sum M_i^{oe}}{Q(a - b)} \geq 1,15.$$

აქ მოყვანილ k_1 -ს, იმავე სახელმწიფო საზედამხებელო კომიტეტის სავალდებულო წესების თანახმად, ამწის მუშა მდგომარეობის სატვირთო მდგრადობის კოეფიციენტი ეწოდება.

ამრიგად, გარდა სატვირთო მომენტისა, ამწეზე ერთდროულად მოქმედი ყველა მომენტის ტოლქმედი მომენტის შეფარდებას სატვირთო მომენტთან ამწის სატვირთო მდგრადობის კოეფიციენტი ეწოდება.

განვიხილოთ k_1 -ის გამოსახულებაში მოყვანილი ბოლო $\sum M_i^{oe}$ წევრის შემადგენელი მომენტები და მათი ერთდროულად მოქმედების საკითხი.

ერთდროულად მომუშავე მექანიზმების დამუხრუჭებით და ბრუნვითი მოძრაობის შესაბამისად წარმოქმნილი ინერციის ძალების მიერ შექმნილი ჯამური $\sum M_i^{oe}$ მომენტი შეიძლება შეიცავდეს მხოლოდ იმ ორ ან ძალზე იშვიათად სამ სამუშაო ოპერაციის დროს წარმოქმნილი ინერციის ძალებით შექმნილ მომენტებს, რომელთა შესრულებასაც ერთდროულად შეძლებს მემანქანე.

განვიხილოთ ყველა სამუშაო ოპერაციის შესრულების დროს შექმნილი ინერციული მომენტები:

ა) ტვირთის ჩამოშვების დროს დამუხრუჭებით შექმნილი მომენტი

$$M_1^{oe} = P_1^{oe} (a - b) - \frac{Q V_{\text{ბჰ}}}{g t_1} (a - b);$$

იშვიათად, ამწის მდგრადობისათვის უფრო არახელსაყრელი პირობების შესაქმნელად ΣM_i შეიძლება ერთდროულად შეიცავდეს სამი მექანიზმის ინერციულ მომენტებს, მაგალითად:

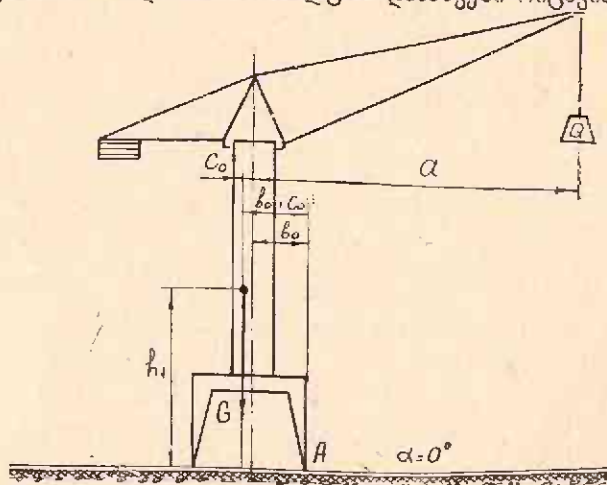
ტვირთამწევი მექანიზმისა და ამწის გადაადგილების მექანიზმების დამუხრუჭებით (აძვრით) და ბრუნვის მექანიზმის მოქმედებით ან ტვირთამწევი და ამწის გადაადგილების და ისრის ჩამოწევის მექანიზმების დამუხრუჭებით წარმოქმნილ ინერციულ მომენტებს.

ამწის მუშა მდგომარეობის სტატიკური მდგრადობის, ანუ სტატიკური სატვირთო მდგრადობის, შემოწმება წარმოებს მაშინ, როდესაც: ამწე დგას თარაზულ სავალ გზაზე; ამწის ისარი დაყენებულია სავალი გზის განივად (ან გრძივად), აყირაგების $A-A$ წიბოს მიმართ მართობულად; ამწის ისრის ბოლოზე მოდებულია აღებული გადაწვდომის შესაბამისი ზღვრული ტვირთი; ქარი არ ქრის და ამწის არც ერთი მექანიზმი არ მუშაობს (ნახ. 4.7). ასეთ შემთხვევაში ამწის მდგრადობის, ე. წ. სტატიკური სატვირთო მდგრადობის კოეფიციენტი k_2 წარმოადგენს ამწის საკუთარი მასების სიმძიმის ძალით შექმნილი მომენტის შეფარდებას სატვირთო მომენტთან და იმავე სახელმწიფო საზედამხებელო კომიტეტის სავალდებულო წესების თანახმად მისი მინიმალური დასაშვები რიცხვითი მნიშვნელობა აიღება 1,4.

ამრიგად,

$$k_2 = \frac{G(b_0 + c_0)}{Q(a - b)} \geq 1,4.$$

ამწის არამუშა მდგომარეობის მდგრადობის, ანუ ამწის საკუთარი მდგრადობის, შემოწმება წარმოებს მაშინ, როდესაც ამწე დგას α კუთხით დახრილ სავალ გზაზე, ამწის ისარი დაყენებულია მინიმალურ გადაწვდომაზე სავალი გზის განივად (ან გრძივად) ისე, რომ საპირწონე ქანობისა-



ნახ. 4.7.

კენ იყოს მიმართული, ამწის ისარზე ტვირთი არ არის მოდებული, ამწე არ მუშაობს—დგას, ამწეზე მოქმედებს ქანობის გასწვრივ, ისრის მხრიდან საპირწონისაკენ მიმართული, არამუშა მდგომარეობის შესაბამისი სიძლიერის ქარი (ნახ. 4.8).

ქანობით შექმნილი ამწის საკუთარი მასების სიმძიმის ძალის $G \cdot \sin \alpha$ მდგენელი და ამწეზე მოქმედი ქარის დაწოლის $W_{\text{აფ}}$ ძალა ქმნის $A-A$ წიბოს მიმართ გადამბრუნებელ მომენტს

$$M_{G_{\text{აფ}}} + M_{W_{\text{აფ}}} = M_{\text{გაფ}}.$$

ამწე რომ არ გადაბრუნდეს, აღნიშნულ გადამბრუნებელ მომენტს წინ უნდა აღუდგეს ამწის დამკავებელი მომენტი, რომელიც შეიქმნება ამწის საკუთარი მასების სიმძიმის ძალის $G \cdot \cos \alpha$ მდგენელით იმავე $A-A$ წიბოს მიმართ

$$M_{\text{გაფ}} = M_{G_{\text{აფ}}}.$$

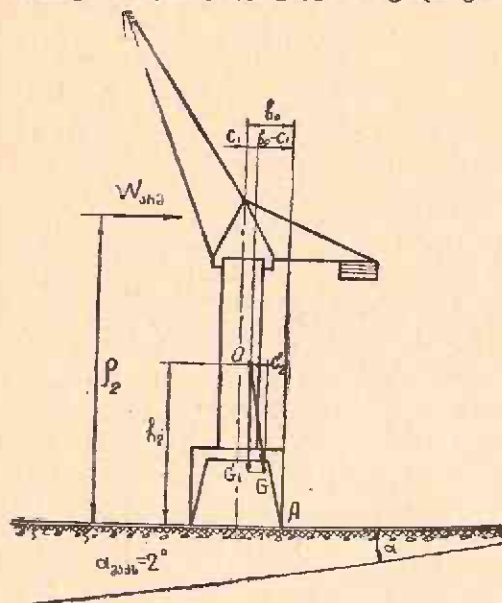
როგორც ვიცით, ამწის საიმედო მდგრადობის პირობა მოითხოვს

$$M_{\text{გაფ}} > M_{\text{ნაფ}}$$

ან, რაც იგივეა,

$$M_{\text{დაზგ}} = M_{\text{ბაღ}} + M_{\text{საფ}},$$

სადაც $M_{\text{საფ}}$ — ამწის საკუთარი მდგრადობის შემოწმებისას ქარის დაწოლით შექმნილ მომენტთან დამოკიდებულებით უნდა გამოვსახოთ ($\varphi M_{\text{საფ}}$).



ნახ. 4.8.

საბოლოოდ, ამწის მდგრადობა გამოისახება შემდეგი ზოგადი განტოლებით:

$$M_{G_1} - M_{G_2} - k_3 M_{\text{საფ}} = 0.$$

თუ მოყვანილ განტოლებაში შესაბამის მნიშვნელობებს შევიტანთ, გვექნება:

$$k_3 = \frac{G [(b_0 - c_1) \cos \alpha - h_2 \sin \alpha]}{W_{\text{საფ}} \cdot p_2} \geq 1,15.$$

k_3 -ს ამწის საკუთარი მდგრადობის კოეფიციენტი ეწოდება. აქ $W_{\text{საფ}}$ არის ამწეზე მოქმედი არამუშა მდგომარეობის შესაბამისი სიძლიერის ქარის დაწოლა:

$$W_{\text{საფ}} = F_{\text{აფ}} \cdot p,$$

სადაც $F_{\text{აფ}}$ არის ამწის საქარე საანგარიშო შებლური ზედაპირი, ხოლო p — არამუშა მდგომარეობის შესაბამისი ქარის დაწოლის განაწილებული დატვირთვა ერთ კვ. მეტრზე.

p -ს მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით

$$p = q_0 \cdot n \cdot c,$$

სადაც q_0 არის ქარის ნაკადის სიჩქარული დაწნევა ერთ კვ. მეტრზე, როცა ქარის მოქმედების სიმაღლე ღედამიწის ზედაპირიდან 10 მეტრს არ აღემატება. თუ ამწის მუშაობის რაიონი უცნობია, იგი ამწის მუშა მდგომარეობის შესაბამისად იღება 15 კგ/მ², ხოლო ამწის არამუშა მდგომარეობის შესაბამისად — 70 კგ/მ²;

n — ქარის ნაკადის სიჩქარული დაწნევის სიმაღლის მიხედვით ზრდის კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულია ცხრილებში. ასე, მაგალითად, როდესაც ამწის სიმაღლე 10 მეტრამდეა, $n=1$, როდესაც 10-დან 20 მეტრამდეა — $n=1,32$; 20-30 მ-მდე კი $n=1,5$;

გარშემოებერვის აეროდინამიკურობის c კოეფიციენტი კი ამწის კაბინებისათვის, საპირწონეებისათვის, ტვირთებისათვის, ბაგირებისათვის და ა. შ. 1,2 აიღება.

შემომოყვანილ ფორმულაში:

g — სიმძიმის ძალის აჩქარება — 9,81 მ/წმ²;

$G_{\text{დაზ}}$ — ისრის თავზე დაყვანილი ისრისა და მისი მოწყობილობების საკუთარი მასების სიმძიმის ძალა; კგ-ობით;

t_1, t_2, t_3 და t_4 — სათანადო მექანიზმის ამუშავეების ან დამუხრუჭების დრო, წმ-ობით;

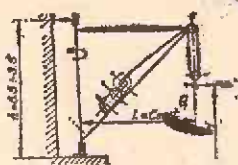
$V_{\text{ბე}}, V_{\text{ბაღ}}$ და $V_{\text{აფ}}$ — სათანადო მოძრაობის სიჩქარეები, მ/წმ-ობით;

$V_{\text{საფ}}$ და $V_{\text{საფ, მოშ}}$ — ისრის ჩამოწევისას ისრის თავის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური გადაადგილებების სიჩქარეები, მ/წმ-ობით,

n — ამწის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

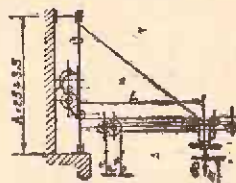
ლენარტი

მბრუნავსვეტიანი გუდგირგადაწვდომიანი საბრუნო ავზის
ლითონნაკონსტრუქციის სპორინტაციო ზონები, ტ-ობით



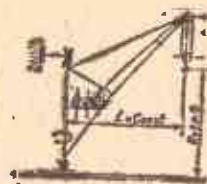
გადაწვდომა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,0	1,5	2,5	3,0	5,0	7,5	10
4,0	0,40	0,40	0,50	0,50	0,65	0,72	0,75
4,5	0,43	0,43	0,53	0,53	0,68	0,75	0,90
5,0	0,46	0,46	0,55	0,55	0,72	0,80	0,95
6,0	0,52	0,52	0,60	0,60	0,78	0,85	1,20
6,5	0,58	0,58	0,64	0,64	0,84	0,95	1,30
7,5	0,61	0,61	0,72	0,72	0,94	1,03	1,60

მბრუნავსვეტიანი ცვლადგადაწვდომიანი საბრუნო ავზის
ლითონნაკონსტრუქციის სპორინტაციო ზონები, ტ-ობით



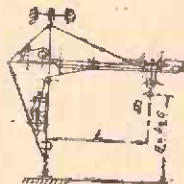
გადაწვდომა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,0	2,0	2,5	3,0	5,0	7,5	10,0
4,0	0,400	0,400	0,465	0,465	0,576	0,640	0,795
4,5	0,430	0,430	0,505	0,505	0,650	0,790	0,920
5,0	0,470	0,470	0,545	0,545	0,720	0,800	1,200
6,0	0,545	0,545	0,625	0,625	0,865	0,955	1,360
6,5	0,597	0,597	0,640	0,640	1,025	1,095	1,490
7,5	0,650	0,650	0,750	0,750	1,180	1,340	1,945

მბრუნავსვეტიანი მუდმივბაღავდლომანი საბრუნო ამწის
ლიტონკონსტრუქციის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით



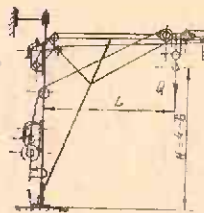
გაღწელობა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,0	1,5	2,5	3,0	5,0	7,5	10
4,0	0,60	0,60	1,04	1,04	1,40	1,70	2,00
4,5	0,72	0,72	1,20	1,20	2,00	2,80	3,20
5,0	0,88	0,88	1,35	1,35	2,14	2,90	3,40
6,0	1,00	1,00	1,48	1,48	2,25	3,20	3,70
6,5	1,10	1,10	1,60	1,60	2,35	3,35	4,00
7,5	1,20	1,20	1,75	1,75	2,50	3,70	4,30

მბრუნავსვეტიანი ცვლადბაღავდლომანი საბრუნო ამწის
ლიტონკონსტრუქციის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით



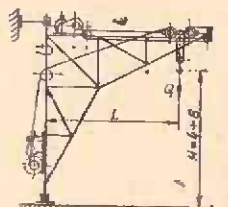
გაღწელობა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,0	1,5	2,5	3,0	5,0	7,5	10
4,0	0,70	0,70	0,92	0,92	1,80	2,25	2,70
4,5	0,72	0,72	1,00	1,00	2,00	2,50	3,00
5,0	0,76	0,76	1,20	1,20	2,30	2,90	3,60
6,0	0,84	0,84	1,46	1,46	2,50	3,42	4,20
6,5	0,95	0,95	1,65	1,65	2,82	3,80	4,92
7,5	1,45	1,45	1,92	1,92	3,20	4,48	5,44

მბრუნავსვეტიანი ცვლადგადაწვდომიანი საბრუნო აპარის
ლითონგონსტრუქციის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით



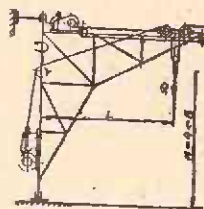
გადაწვდომა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,0	1,5	2,5	3,0	5,0	7,5	10
4,0	0,70	0,70	1,00	1,00	2,00	2,80	3,20
4,5	0,80	0,80	1,20	1,20	2,30	3,10	3,50
5,0	0,92	0,92	1,32	1,32	2,50	3,30	3,80
6,0	1,00	1,00	1,45	1,45	2,80	3,60	4,30
6,5	1,20	1,20	1,60	1,60	3,10	4,00	5,00
7,5	1,40	1,40	1,76	1,75	3,50	4,50	5,60

მბრუნავსვეტიანი ცვლადგადაწვდომიანი საბრუნო აპარის
ლითონგონსტრუქციის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით



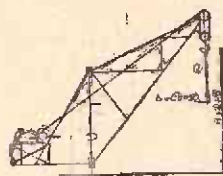
გადაწვდომა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,0	1,5	2,5	3,0	5,0	7,5	10
4,0	0,91	0,91	1,32	1,32	2,60	3,65	4,15
4,5	1,05	1,05	1,60	1,60	3,00	4,06	4,67
5,0	1,20	1,20	1,85	1,85	3,25	4,30	4,95
6,0	1,30	1,30	1,95	1,95	3,65	4,70	5,60
6,5	1,55	1,55	2,15	2,15	4,05	5,20	6,50
7,5	1,85	1,85	2,30	2,30	4,60	5,86	7,35

მკრუნავსვეტიანი ცვლადგადავადოებიანი საბჭური ამჟინ
ლითონგონსტრუქციის საორიენტაციო წონები, ტ-ოგით



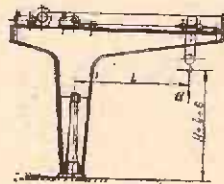
პარამეტრი, მ-ობით, L	ტონთა მწკრივი, ტ-ობით, Q						
	1,5	3,0	5,0	7,5	10	12,5	15
4,0	1,09	1,62	3,12	4,35	4,98	6,20	7,45
4,5	1,25	1,95	3,60	4,85	5,60	7,10	8,40
5,0	1,45	2,20	3,90	5,20	5,94	7,52	8,91
6,0	1,57	2,35	4,40	5,65	6,72	8,72	10,08
6,5	1,88	2,60	4,85	6,20	7,80	9,15	11,50
7,5	2,25	2,76	5,32	7,03	8,82	11,05	13,26

შპს-ს მფლობელები და მფლობელობის სახელის მფლობელი
 ღირსების მფლობელი სახელის მფლობელი, ბ. მფლობელი



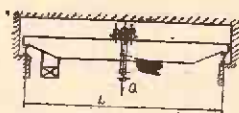
გადაწვდომა, მ-ბით, L	ტვირთამწიფობა, ტ-ბით, Q					
	0,75	1,5	2,5	3,0	5,0	7,5
4,0	0,60	1,00	1,20	1,50	1,50	2,00
4,5	0,68	1,08	1,36	1,65	1,65	2,25
5,0	0,74	1,14	1,41	1,76	1,76	2,68
6,0	0,86	1,26	1,65	2,00	2,00	2,76
6,5	0,99	1,39	1,86	2,28	2,28	2,82
7,5	1,1	1,50	2,00	2,50	2,50	3,00

შპრამსგებებიანი ცვლადგადაწვდომიანი საბრუნო აწვრის
ლითონგონსტრუქციის სარკინტატციო წონები, ტ-ობით



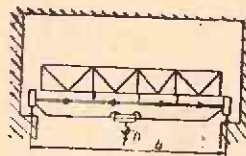
გადაწვდომა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,5	3,0	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0
4,0	1,50	2,40	3,00	4,00	5,22	6,30	7,60
4,5	1,66	2,65	3,31	4,33	5,48	6,62	7,90
5,0	1,80	2,87	3,62	4,62	5,76	6,95	8,20
6,0	2,12	3,25	4,25	5,22	6,30	7,62	8,82
6,5	2,29	3,43	4,58	5,71	6,68	8,00	9,15
7,5	2,50	3,62	5,00	6,20	7,05	8,40	9,72

კოლონა კვებითი ხიდური აწვრის ხიდის სარკინტატციო წონები, ტ-ობით



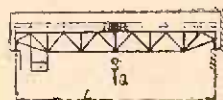
ხიდის მალი მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q								
	5,0	7,5	10	12,5	15	20	25	30	50
10	3,3	3,7	4,0	4,5	5,0	6,0	7,5	8	10
12	4,0	4,5	5,0	5,3	5,6	7,0	8,0	9	11
15	5,5	6,0	6,5	6,7	7,0	8,0	9,0	10	13
20	8,0	8,4	9,5	10,3	11,0	11,5	13,0	15	19
25	11,0	12,5	14,0	15,0	16,0	16,5	18,5	22	27
30	15,0	17,0	18,5	19,5	20,5	23,0	25,5	28	34

ერთპოპიანი ხილური აგვის ხილის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით



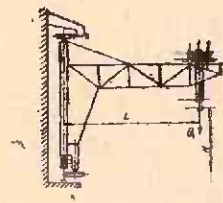
ხილის მალი, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q					
	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10
6	0,670	0,670	0,670	0,740	0,850	1,055
8	0,940	0,940	0,940	1,110	1,225	1,530
10	1,300	1,300	1,300	1,375	1,480	1,785
12	1,450	1,490	1,520	1,690	1,800	2,390
14	1,660	1,700	1,750	2,100	2,300	2,990
16	2,970	3,050	3,250	3,450	3,760	4,460
18	3,410	3,480	3,650	3,960	4,260	5,050
20	3,770	3,850	4,350	4,600	4,950	5,860

ორპოპიანი ხილური აგვის ხილის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით

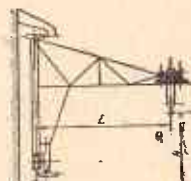


ხილის მალი, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q								
	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	20	25	30	50
10	5,3	6,9	8,5	10,0	11,5	14,6	16,8	19,0	26,4
12	6,3	7,8	9,5	11,5	13,3	16,9	18,9	20,6	28,0
15	10,4	11,2	12,0	13,6	15,0	19,8	22,0	24,2	33,2
20	13,8	15,6	17,5	20,1	22,0	26,1	28,1	30,4	40,6
25	19,6	21,7	24,0	27,2	29,1	36,0	38,2	40,5	50,0
30	28,5	30,0	31,6	35,5	40,6	45,5	47,5	49,6	62,0

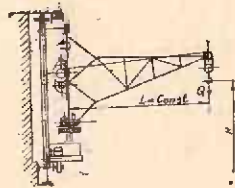
ხიდგონსოლური ამწის ხიდის საორიენტაციო ზომები, ტ-ობით

							
გადაწვდომა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	5,0	7,5	10,0	12,5	15	20	25
4,0	4,24	4,39	4,52	4,81	5,21	6,32	8,64
4,5	4,53	4,48	4,72	5,01	5,32	6,38	9,00
5,0	4,85	4,66	5,02	5,27	5,53	6,62	9,48
6,0	5,00	5,28	5,38	5,58	5,84	7,30	10,32
6,5	5,09	5,34	5,42	5,68	6,25	7,86	11,04
7,5	5,30	5,41	5,52	5,97	6,90	9,15	12,64

ხიდგონსოლური ამწის ხიდის საორიენტაციო ზომები, ტ-ობით

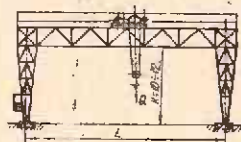
							
გადაწვდომა, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,5	2,5	3,0	6,0	7,0	10	12,5
4,0	0,85	0,85	0,92	1,54	2,31	2,70	2,90
4,5	0,90	0,90	1,05	1,72	2,52	3,10	3,40
5,0	0,96	0,96	1,16	2,00	2,90	3,30	3,58
6,0	1,20	1,20	1,40	2,41	3,46	3,76	3,86
6,5	1,31	1,31	1,50	2,62	3,93	13,96	4,25
7,5	1,52	1,52	1,73	3,20	4,33	4,45	4,85
9,0	1,72	1,72	1,85	3,75	5,00	5,32	5,86

ხიდგონსოლური ამწის ზიდის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით



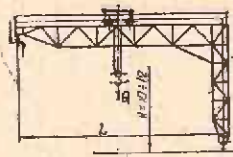
გადაწოდება, მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q						
	1,5	2,5	3,0	5,0	7,5	10	12,5
4,0	0,70	0,70	1,50	1,50	2,20	2,50	2,80
4,5	0,75	0,75	1,70	1,70	2,50	3,00	3,20
5,0	0,86	0,86	1,90	1,90	2,75	3,30	3,41
6,0	1,05	1,05	2,20	2,20	3,40	3,50	3,75
6,5	1,25	1,25	2,50	2,50	3,80	3,75	4,10
7,5	1,50	1,50	3,00	3,00	4,20	4,35	4,60
9,0	1,70	1,70	3,50	3,50	4,90	5,00	5,35

ხარბული ამწის ლითონგონსტრუქციის საორიენტაციო წონები, ტ-ობით



ამწის მალა მ-ობით, L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q								
	5,0	7,5	10	12,5	15	20	25	30	50
10	6,35	8,30	10,20	12,00	13,80	17,40	20,00	22,80	31,70
12	7,55	9,35	11,40	13,80	15,95	20,10	22,50	24,70	33,60
15	12,45	13,45	14,40	16,30	18,00	23,60	26,00	29,00	39,80
20	16,55	18,70	21,00	24,10	26,40	31,10	33,70	36,45	48,70
25	23,50	26,05	28,80	32,60	34,90	43,00	45,80	48,60	60,00
30	34,20	36,00	37,90	42,60	48,70	54,20	57,00	59,50	74,40

ნახევრად ხარისხი ამწის ლითონგონტრუქტურის სარკინოგზად გამოყენების
ტ-მბრით



ამწის მალა, მ-ობით. L	ტვირთამწეობა, ტ-ობით, Q								
	5,0	7,5	10,0	12,5	15	20	25	30	50
10	5,83	7,60	9,35	11,00	12,60	16,05	18,50	20,90	29,05
12	6,84	8,58	10,45	12,65	14,65	18,60	20,80	22,65	30,80
15	11,45	12,32	13,20	14,95	16,50	21,80	24,00	26,50	36,55
20	14,20	17,16	19,25	22,00	24,20	28,70	30,90	33,45	45,20
25	21,60	23,90	26,40	30,00	32,00	39,60	42,05	44,55	55,00
30	31,40	33,00	34,76	39,00	44,65	50,00	52,25	54,55	68,20