

დოც. გ. ა. ხანთაძე

# საზრუნველო და საავტორიული ქრეუების გეგმვა

მეორე შემოკლებული და შემოკლებული გეგმვა

ზრუნველო და ავტორიული მუშაობის საბარათებს  
სასკოლო-საავტორიული ინსტიტუტის გეგმვა

წიგნები განხილულია საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების გაშროცდის მეთოდები, საგამოცდო დანადგარები, ხელსაწყოები და აპარატურა; მოცემულია ძრავის სტანდარტული პარამეტრების განსაზღვრის ხეხები.

წიგნში მოყვანილია აგრეთვე მაღალშრიანი პირობებში საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების გამოცდების თავისებურებები და იმ კვლევითი მუშაობის ზოგიერთი შედეგი, რომელიც ჩატარებულია შრომის წითელი ღრუშის ორდენის საპ. სას.-სამ. ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრაში საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ტაჭ. მეცნ. დოქტორის, პ. რ. ვ. მახალაძის ხელმძღვანელობით.

წიგნი გათვალისწინებულია მანქან-ტრაქტორთა სადგურების, საშემკეთებლო პარხან-სახელოსნოების ინჟინერ-მექანიკოსებისა და ძრავების გამოცდებთან დაკავშირებული სპეციალისტებისათვის და, როგორც დამხმარე სახელმძღვანელო, განკუთვნილია საქართველოს და კუთხისის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტების ს/მ მექანიკოსებისა და საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მექანიკური ფაკულტეტების სტუდენტებისათვის.

## ა ბ თ რ ი ს ა ზ ა ნ

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიისა და საბჭოთა მთავრობის ყოველდღიურმა მზრუნველობამ უზრუნველყო საბჭოთა კავშირში სატრაქტორო და საავტომობილო მრეწველობის უდიდესი მიღწევები და არანახული ტემპებით განვითარება. ამ გრანდიოზულ მშენებლობაში დიდი როლი შეასრულა საბჭოთა მეცნიერებისა და კონსტრუქტორების მიერ საბჭოთა ძრავთმშენებლობის ხაზით ჩატარებულმა მუშაობამ და ახალმა გამოკვლევებმა.

საბჭოთა კავშირში შექმნილია სპეციალური ლაბორატორიები, სამეცნიერო-კვლევითი და საგამოცდო-საკვლევ დაწესებულებათა ფართო ქსელი ძრავში მიმდინარე რთული მოვლენებისა და ძრავის მუშაობის პარამეტრების შესასწავლად.

სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ფართო განვითარება და მომავალი პერსპექტივები მკვეთრად მოითხოვენ ისეთი სპეციალისტების მომზადებას, რომლებსაც ათვისებული ექნებათ სატრაქტორო და საავტომობილო ძრავების გამოცდების მეთოდები, საგამოცდო დანადგარები, საზომი ხელსაწყო-იარაღები და ძრავების მუშაობის კვლევის თავისებურებები.

ამ საკითხების გარშემო ქართულ ლიტერატურაზე დიდმა მოთხოვნილებამ და ამავე დროს ლიტერატურის სიმცირემ გაგვაბედინა წინამდებარე წიგნის დაწერა და, ამგვამად, შევსებული და შესწორებული სახით, მისი მეორე გამოცემისათვის მომზადება.

წიგნში განხილულია საავტოტრაქტორო ძრავების გამოცდის მეთოდები, საგამოცდო დანადგარების კონსტრუქციები, ხელსაწყოები, აპარატურა და ძრავის სტანდარტული პარამეტრების გაზომვის საკითხები.

წიგნის დაწერის დროს გამოყენებული იყო რუსულ ენაზე არსებული მდიდარი ლიტერატურა და საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრის მიერ ავტორის მონაწილეობით წარმოებული მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტების მასალები.

წიგნის ეს მეორე გამოცემა, ვფიქრობთ გარკვეულ დახმარებას გაუწევს სტუდენტობას და ამ დარგში მომუშავე სპეციალისტებს.

ყველა მართებული შენიშვნა და მითითება, რასაც ავტორი დიდი მადლობით მიიღებს, გთხოვთ გამოგზავნოთ მისამართით: ქ. თბილისი, უნივერსიტეტის ქ. 33, შრომის წითელი დროშის ორდენის საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრა, დოქ. გ. ა. ხანთაძეს.



## წინასიტყვაობა

### (ბირველი გამოცემისათვის)

საავტომობილო და სატრაქტორო მშენებლობის განვითარება უშუალოდაა დაკავშირებული თბური ძრავების შექმნასთან.

ბირველი თბური ძრავი—დგუშინი ორთქლის მანქანა გამოიგონა და ააგო ქალ. ბარნაულში 1767 წელს ცნობილმა რუსმა ნოვატორმა ივანე პოლზუნოვმა. 1784 წელს ასეთივე ძრავი ააგო ინგლისელმა ჯემს უატმა.

1879 წელს რუსული ფლოტის კაპიტანმა ო. ს. კოსტოევიჩმა შექმნა ბენზინით მომუშავე ძრავი, რომლის კუთრი წონა უდრიდა 3 კგ/ცხ. ძ. (წონა—240 კგ.; სიმძლავრე 80 ცხ. ძ.) მაშინ, როდესაც ვებერისა და შლუტერის ფირმების ძრავების კუთრი წონა 240 კგ/ცხ. ძ. უდრიდა (ძრავის სიმძლავრე იყო 8 ცხ. ძ., წონა კი—120<sup>2</sup>ფუთი).

კომპარესორიანი დიზელები, რომლებიც ნავთობით მუშაობდნენ, ბირველად რუსეთში აგებული იყო 1899 წელს პეტერბურგის ქარხანაში „რუსკი დიზელ“-ში.

მაღალი კუმშვის უკომპარესორო ძრავი, რომლის ცილინდრში საწყავის მიწოდება შეკუმშული ჰაერის გარეშე ხდებოდა, აგებული იყო რუსი გამომგონებლის ი. ე. მაშინის მიერ, რომელმაც საკუთარი ძალებით შექმნა ეს ორიგინალური ძრავი მაშინ, როდესაც გერმანელ ინჟინერს რ. დიზელს ძრავების შექმნაში ეხმარებოდნენ ისეთი დიდი მრეწველები როგორც იყვნენ: კრუპი, ზულცერი და სხვ.; მიუხედავად ამისა, მაშინის მიერ აგებული ორიგინალური ძრავები ფართოდ გავრცელდა და როგორც რუსეთში, ისე საზღვარგარეთ მოწყობილ გამოფენებზე რამდენჯერმე მიიღო ოქროსა და ვერცხლის მედლები.

1904 წელს პეტერბურგის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის სტუდენტმა (შემდეგ პროფესორმა) გ. ე. ტრინკლერმა მიიღო პატენტი და პუტილოვის ქარხანაში ააგო უკომპარესორო დიზელი, რომელიც შეჩვეული ციკლით მუშაობდა.

ოქტომბრის რევოლუციის შემდეგ, კომუნისტური პარტიისა და საბჭოთა მთავრობის ყოველდღიური და სისტემატური მზრუნველობის შედეგად, საავტოტრაქტორო ძრავთმშენებლობა, ისევე როგორც სატრაქტორო და საავტომობილო მრეწველობა, მეტად სწრაფად განვითარდა და საბჭოთა კავშირმა მსოფლიოში ბირველი ადგილი დაიკავა.

საბჭოური ძრავთმშენებლობის განვითარებასა და საავტოტრაქტორო შიგაწვის ძრავების საბჭოური ტიპების შექმნას საფუძვლად დაედო ის დიდი თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები და შრომები, რაც ჩატარებული იყო როგორც რევოლუციამდელ რუსეთში, ისე საბჭოთა პერიოდში ჩვენი მეცნიერებისა და მკვლევარების შიგნით.

რუს მეცნიერებსა და საბჭოთა მკვლევარებს ეკუთვნით პრიორიტეტი შიგაწვის ძრავების თეორიის შექმნაში.

ჯერ კიდევ 1906 წელს პროფ. ვ. ი. გრინვეცკის მიერ დამუშავებულ იქნა ძრავის თბური გაანგარიშების მეთოდი, რომელიც შემდეგ განავითარეს პროფ. ე. კ. მაზინგმა, ნ. რ. ბრილინგმა, ბ. ს. სტეჩკინმა და სხვ.

როგორც ცნობილია, საზღვარგარეთ თბური გაანგარიშების პირველი დასრულებული მეთოდი გამოქვეყნდა მხოლოდ 1929 წელს.

საბჭოთა მეცნიერებისა და მკვლევარების: ე. კ. მაზინგის, ნ. რ. ბრილინგის, ბ. ს. სტეჩკინის, ა. ს. ორლინის, გ. გ. კალიშის, მ. შ. მასლენკოვის, გ. გ. ლიბროვიჩის, ვ. ა. პეტროვის, ნ. ვ. ინოზემცევის, რ. ს. კინასაშვილისა და სხვა მკვლევარების შრომებით შექმნილია მთელი რიგი ჩამოყალიბებული და საყოველთაოდ აღიარებული თეორიები.

უდიდესი როლი შეასრულეს ძრავთმშენებლობის განვითარებაში ისეთმა სამეცნიერო-კვლევითმა და სასწავლო დაწესებულებებმა როგორცაა: НАМИ, НАТИ, ЦНИДИ, МВТУ, ВИМ, МИМЭ ს/ხ, МАИ და სხვ.



## წინასიტყვაობა

(მეორე გამოცემისათვის)

წინამდებარე წიგნის პირველი გამოცემის (1953 წ.) ტირაჟმა ვერ დააკმაყოფილა ის შზარდი მოთხოვნილება საავტოტრაქტორო ძრავების გამოცდების შესახებ ლიტერატურაზე, რომელიც უფრო და უფრო მეტად იგრძნობა ავტომობილებისა და, განსაკუთრებით, ტრაქტორების ექსპლოატაციის და ამ სპეციალობის ინჟინერ-მექანიკოსთა სწავლების პროცესში.

მეორე გამოცემისათვის წიგნის შემზადების დროს საფუძვლიანად გადაამუშავდა ტექსტი, განსაკუთრებით გაფართოვდა მასალა გაზომვების მეთოდებისა და სიზუსტის შესახებ, დამატებულ იქნა მახასიათებლის ართმევის მეთოდისა და ტექნიკის საკითხები, ძრავის კვების სისტემის ნაწილების გამოცდები და შეტანილ იქნა კათედრის წევრთა მიერ ჩატარებული ზოგიერთი ექსპერიმენტული სამუშაოს შედეგები.

---

## ძრავების გამოცდა და გამოცდის მეთოდოლოგია

### § 1. ზოგადი მითითებები

საავტოტრაქტორო ძრავების დაპროექტების ან გაანგარიშების დროს იძულებული ვხდებით საჭირო მონაცემებისა და პარამეტრების დიდი ნაწილი ავილოთ ექსპლოატაციაში მყოფი მსგავსი ძრავების ექსპერიმენტული მასალის საფუძველზე, ვინაიდან ამ მონაცემებისა და პარამეტრების განსაზღვრა შესაძლოა მხოლოდ ექსპერიმენტული გზით.

ძრავის დაგეგმარების, გაანგარიშებისა და კონსტრუქციული შესრულების შემდეგ უნდა შემოწმდეს მისი საანგარიშო პარამეტრები და საგეგმარო მონაცემები, იმ თვალსაზრისით, თუ რამდენად შეესაბამება შესრულებული ძრავის ცალკეული კვანძები, მისი მუშაობის დამახასიათებელი პარამეტრები და, საერთოდ, მთლიანად ძრავის მაჩვენებლები საგეგმარო მონაცემებს.

აუცილებელია აგრეთვე ძრავის ცალკეული მექანიზმებისა და დეტალების დამზადების ხარისხის და მუშაობაში მათი გამძლეობა-საიმედობის შემოწმება.

ექსპლოატაციაში მყოფი ძრავების პერიოდული რემონტის შემდეგ საჭიროა აგრეთვე ძრავის რემონტის ხარისხის შემოწმება და სიმძლავრისა და ეკონომიურობის განსაზღვრა.

ამის გარდა, შესაძლებელია საჭირო გახდეს ძრავის კონსტრუქციისა და მისი მუშაობის რომელიმე ცალკეული საკითხის შესწავლა და გამოკვლევა.

ყველა ზემოაღნიშნული საკითხი შეიძლება გადაიჭრას ძრავის გამოცდის საშუალებით და ეს უკანასკნელი სწორედ ზემოაღნიშნულ მიზნებს ემსახურება.

ამგვარად, ძრავის გამოცდამ უნდა დაადასტუროს ძრავის დაგეგმარების საწყისი პარამეტრების შერჩევის სისწორე, შეამოწმოს ძრავის ან მისი ცალკეული ნაწილების მუშაობის საიმედოობა, კონსტრუქციული გაფორმების რაციონალობა და რემონტის ხარისხი და მოგვეცეს მასალები ძრავის მუშაობის ცალკეული მაჩვენებლების შესაფასებლად.

საავტოტრაქტორო ძრავების გამოცდების საბოლოო მიზანს სიმძლავრის, ეკონომიურობისა და საიმედოობის გამორკვევა წარმოადგენს. თითოეული ეს ცნება, თავის მხრივ, შეიცავს მთელ რიგ საკითხებს, რომლებიც შეიძლება გამოცდის ჩატარებით გადაწყდეს.



გამოცდით მიღებული შედეგების სისწორე და მათი შედარება-შეფასების ობიექტურობა მიიღწევა იმ შემთხვევაში, თუ გამოცდების დროს გამოიყენებთ ტექნიკური პირობებით, სტანდარტებით და სხვა სახელმძღვანელო მითითებებით რეკომენდებულ მეთოდებს.

ფიზიკური სიდიდეები, როგორცაა, მაგალითად: ტემპერატურა, წნევა, ბრუნთა რიცხვი და სხვა სიდიდეები, თითოეული უნდა გაიზომოს გამოყენებული ხელსაწყოთა შესაბამისი მეთოდით და თვით ხელსაწყო კი უნდა შეირჩეს გაზომვის იმ სიზუსტის მიხედვით, რომელიც საჭიროა მიღებულ იქნეს ცდის დროს.

გაზომილი სიდიდეების ანათვლების აღება საჭიროა დროის გარკვეულ მომენტში, რაც აგრეთვე ძირითადად განისაზღვრება სტანდარტული ტექნიკური პირობებით. იმის გამო, რომ გასაზომ სიდიდეთა დიდი ნაწილი ერთმანეთთანაა დაკავშირებული (ბრუნთა რიცხვი, სიმძლავრე, საწვავის ხარჯი, ტემპერატურა და სხვ.), ამიტომ ისინი ერთდროულად უნდა გაიზომოს.

ყველა გაზომვის შედეგი შეტანილი უნდა იქნეს სპეციალური ფორმის უწყისში სტანდარტული აღნიშვნებისა და გაზომვის ერთეულების დაცვით. სათანადო გაანგარიშებების შემდეგ მიღებული სიდიდეები და ჩანაწერები, უმრავლეს შემთხვევაში, გამოისახება მრუდების სახით. ციფრობრივი და გრაფიკული მასალებისა და, აგრეთვე, ჩანაწერების საფუძველზე გამოცდის ობიექტის გარშემო უნდა გაკეთდეს დასკვნები და ძრავის პარამეტრები შეფასდეს.

ამა თუ იმ ფაქტორისაგან ძრავის მუშაობის ძირითადი მაჩვენებლები დამოკიდებულებას ძრავის მახასიათებელს უწოდებენ და მას გრაფიკულ სახეს აძლევენ.

მახასიათებლები, როგორც იმ პარამეტრთა ცვალებადობის გრაფიკული გამოსახულება, რომლებიც საავტოტრაქტორო ძრავის ეფექტურობასა და ეკონომიურობას განსაზღვრავენ მუშაობის რეჟიმისა და რეგულებისაგან დამოკიდებულებით, წარმოადგენენ ძირითად მასალას, რაც საფუძვლად უდევს დაგეგმარებისა და წარმოების დროს მანქანის თვისებების შეფასებას და მისი ექსპლუატაციის რაციონალური პირობების დადგენას.

მახასიათებლების ასაგებად საჭიროა ცდის მონაცემები, აუცილებლად უნდა იქნეს აღებული ძრავის მუშაობის დამყარებული რეჟიმის პირობებში. ძრავის ამუშავების შემდეგ, გაზომვების აღებამდე, ძრავმა უნდა მიაღწიოს ნორმალურ თბურ მდგომარეობას. ГОСТ 491—41-ის მიხედვით საჭიროა, რომ ძრავის გამოცდის დაწყებამდე პერანგებიდან გამომავალი გამაგრილებელი წყლის და კარტერში ზეთის ტემპერატურა იყოს  $+70^{\circ}\text{C}$ . ამ ტემპერატურის მერყეობა ცდის პერიოდში არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . გაზომვების დაწყებამდე ძრავმა საცდელი რეჟიმით უნდა იმუშაოს არა ნაკლებ 1 წუთისა.

მახასიათებლის ართმევა საჭიროა ჩატარდეს უწყვეტად, როგორც ერთი (მაგ., დატვირთვის ზრდისაკენ), ისე მეორე მიმართულებით—საშუალო მნიშვნელობების გამოსაყვანად.

მასალების გაფორმებისა და მახასიათებლის აგების დროს აუცილებელია გამოცდის პირობების რაც შეიძლება სრული დახასიათება (რეგულაციები, დანადგარები, გარემო პირობები, საწვავისა და ზეთის დახასიათება და სხვ.).

## § 2. გამოცდების კლასიფიკაცია

გამოცდები, ტიპის მიხედვით, შეიძლება იყოს:

1. მოსაშვადებელი გამოცდები, რაც ძრავის გამოსახმარისებისა და საერთო შემოწმებაში გამოიხატება;

2. გამოცდები სხვადასხვა მახასიათებლის ასართმევად;

3. ხანგრძლივი ან საჩევიმო გამოცდები, რომლებიც ამა თუ იმ ხანგრძლიობის ცალკეულ ეტაპებისაგან შედგება;

4. საკონტროლო გამოცდები, რომელთა მიზანია ძრავის შემოწმება ამა თუ იმ დანიშნულებისათვის;

დანიშნულების მიხედვით გამოცდები შეიძლება დაიყოს სამ ძირითად ჯგუფად.

1. საცდელი გამოცდები, რომლებიც გამოიყენება ახალი ძრავების დაყვანისა და სახელმწიფო გამოცდების ჩატარების დროს;

2. საქარანო გამოცდები, ქარხნის პროდუქციის ხარისხის შესამოწმებლად;

3. საპეილური გამოცდები, რომლებიც ტარდება ცალკეული პრობლემების გადასწვეტად, ძრავების გამოსაკვლევად და სხვა კვლევითი მიზნებისათვის.

წარმოების მიერ გამოშვებული ან გარემონტებული ძრავი საჭიროებს გამოსახმარისებას.

გამოსახმარისება ანუ მიმუშავება იმაში მდგომარეობს, რომ შეუძლებელი ნაწილების მოხაზუნე ზედაპირზე სწორდება უსწორმასწორო ადგილები და ბორცვები, რომლებიც დატოვებული იყო ნაწილის საბოლოო დამუშავების დროს ხელსაწყოთა ან იარაღის მიერ (საჭრისი, გამშლელი, სახეხი და სხვ.).

მიმუშავების დროს ძრავა გარკვეული ხნის განმავლობაში უნდა იმუშაოს დაბალ ბრუნთა რიცხვითა და მცირე დატვირთვით, რათა ამ დროს ნაწილების გადახურებას და მათ გაქექვას არ ექნეს ადგილი. მაღალ ბრუნთა რიცხვებსა და გადიდებულ დატვირთვებზე უნდა გადავიდეთ მხოლოდ მას შემდეგ, როდესაც მოძრავი ნაწილების ზედაპირები საკმარისად მიმუშავდებიან.

ძრავის ნაწილებიდან ძირითადად ხდება დეგუმის რგოლების, კბილანებისა და საკისრების მიმუშავება. მიმუშავება შეიძლება ცივად ან ცხლად. ცივი გამოსახმარისების (მიმუშავების) დროს ძრავის ამოძრავება წარმოებს გარეშე ამძრავიდან, ხოლო ცხელი მიმუშავების დროს—ძრავი თვითონ მუშაობს.

გამოსახმარისების ხანგრძლიობის დაწესება წარმოებს პრაქტიკული გზით და თითოეულ ქარხანას თავისი პროდუქციისათვის გამომუშავებული აქვს გამოსახმარისების გარკვეული რეჟიმი, რომელიც მოცემულია ტექნიკური მოვლისა და ექსპლუატაციის წესებში (იხ. ცხრილი 6-ა და ტექსტი).

აღსანიშნავია, რომ რაც უფრო ზუსტია ნაწილების დამზადება და სრულყოფილია ტექნოლოგიური პროცესი, მით უფრო ნაკლები დრო ღირდება გამოსახმარისებას.

გამოსახმარისება ტარდება ცალ-ცალკე პერიოდებით ძრავის უქმი სვლიდან სრულ დატვირთვამდე. მთელი რიგი პირობებისაგან დამოკიდებულებით როგორც მიმუშავების საერთო დრო, ისე ცალკეული ეტაპების ხანგრძლიობა შეიძლება სხვადასხვა იყოს. გამოსახმარისების დროს ძრავის მოხახუნე ნაწილების ზედაპირებზე გროვდება ლითონის წვრილი ნაწილაკები, რომლებიც ზეთში ერევა. ამიტომ საჭიროა ზეთის ხშირი გამოცვლა ან გაფილტვრა. ზოგ შემთხვევაში შეზეთვის სისტემას ღია სახით აწვობენ: ძრავიდან გამოსული ზეთი მიემართება სპეციალურ სეპარატორსა და ფილტრებში, ხოლო ძრავში უწყვეტად აწოდებენ სუფთა ზეთს.

მიმუშავების დროს განუწყვეტლად ადვენებენ თვალყურს ძრავის თბურტემპერატურულ მდგომარეობას, რადგანაც შეიძლება ადგილი ექნეს ადგილობრივ გადახურებას, რაც ნაწილის დაზიანებას იწვევს.

ყოველი ცალკეული მარკის ძრავისთვის გამოსახმარისება უნდა ჩატარდეს საქარხნო მითითებებისა და ინსტრუქციის მიხედვით.

გამოსახმარისებულ ძრავზე შეიძლება ჩატარდეს გამოცდები ძრავის მახასიათებლების ასართმევად.

ხანგრძლივი სარეჟიმო გამოცდები, [უმეტეს შემთხვევაში, ძრავების ახალი ნიმუშებისათვის ტარდება და გამოცდების რეჟიმსა და მეთოდისას სპეციალური ტექნიკური პირობებით საზღვრავენ. ხანგრძლივი გამოცდების მიზანი შეიძლება იყოს არა მთლიანი ძრავის შემოწმება, არამედ მისი ცალკეული კვანძებისა და მექანიზმების ან რომელიმე ნაწილის შემოწმება.

საკონტროლო გამოცდებს, როგორც ხანმოკლე გამოცდებს შეიძლება ექნეს სხვადასხვა მიზანი, როგორიცაა: ძრავის საბოლოო შემოწმება, რეგულაციების შემოწმება, ან ძრავის შემოწმება რაიმე სპეციალური დანიშნულებისათვის.

გამოცდების ზემომოყვანილი ტიპების გარდა, სტანდარტით გათვალისწინებულია აგრეთვე ძრავის სხვადასხვა სახის გამოცდა, როგორიცაა: მისაღები გამოცდა, სახელმწიფო გამოცდა, საექსპლოატაციო გამოცდა და სხვა (იხ. თავი 1, § 5, სტანდარტული განსაზღვრები).

## § 8. ძრავის მახასიათებლები

ძრავის მუშაობის დამახასიათებელი პარამეტრები, როგორიცაა: ეფექტური სიმძლავრე ( $N_e$ ), მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი ( $n$ ), მბრუნებელი მომენტი ( $M$ ), საშუალო ეფექტური წნევა ( $p_e$ ), საწვავის საათური ( $G_s$ ) და კუთრი ხარჯი ( $g_e$ ) და სხვ., ახასიათებს ძრავის დინამიკურ, ეკონომიურ და საექსპლოატაციო თვისებებს მისი სხვადასხვა რეჟიმით მუშაობის დროს.

ამ პარამეტრებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულებების გრაფიკულ გამოსახვას ძრავის მახასიათებელი იძლევა.

იმის მიხედვით, თუ რომელი პარამეტრი იქნება მიღებული დამოუკიდებელი ცვლადის სახით. არჩევენ სხვადასხვა მახასიათებლებს.

## სიჩქარით მახასიათებელი

ბრუნთა რიცხვისაგან დამოკიდებულებით ძრავის ეფექტურობისა და ეკონომიურობის ძირითად მაჩვენებელთა ცვალებადობის გრაფიკს ბრუნთა მიხედვით მახასიათებელს ან სიჩქარით მახასიათებელს უწოდებენ.

სატრაქტორო ძრავის ასეთი მახასიათებელი გამოსახავს ბრუნთა რიცხვისაგან სიმძლავრის, მახრუნებელი მომენტისა (ან საშუალო ეფექტური წნევის) და საწვავის ხარჯის დამოკიდებულებას.

დროსელის სრული გაღების (კარბურატორიანი ძრავებისთვის) ან საწვავის ტუმბოს ლარტყის (დიზელის ძრავებისთვის) ისეთი მდგომარეობის დროს, რომელიც მაქსიმალურ სიმძლავრეს შეესაბამება, მიიღება, ე. წ. გარეგანი მაჩასიათებელი.

იმის მიხედვით, თუ რა პირობებში ხდება ამ მახასიათებლის ართმევა, ანსხვავებენ ნორმალურ და ნორმალურ-საექსპლოატაციო (სამუშაო) მახასიათებლებს.

ნორმალური მახასიათებლისგან განსხვავებით, ნორმალურ-საექსპლოატაციო მახასიათებლის ართმევა ხდება ისეთი ძრავიდან, რომელიც მოწყობილია ყველა დამხმარე აგრეგატით (ვენტილატორი, რადიატორი, ჰაერმწმენდი, მყუჩი, გენერატორი), სიჩქარეთა კოლოფისა და ჩართვის ქუროს გარდა.

კარბურატორიანი ძრავებისათვის მახასიათებლის ართმევის დროს კარბურატორის რეგულება წარმოებს საქარხნო ინსტრუქციის მიხედვით ან შეიჩვევა სპეციალური მახასიათებლის—სარეგულაციო მახასიათებლის საფუძველზე.

ვინაიდან მუშაობის დროს ანთების მომენტის რეგულებას სატრაქტორო ძრავებში არ ითვალისწინებენ, ამიტომ მახასიათებელი აიღება ანთების წინსწრების უცვლელი კუთხის პირობებში.

სატრაქტორო დიზელის ძრავებს სიჩქარით მახასიათებელი აერთმევა საწვავის ტუმბოს ლარტყის განსაზღვრულ მდგომარეობაში დამაგრებით.

მახასიათებელი, რომელიც ართმეულია ტუმბოს სრული მიწოდების დროს, მაქსიმალურ სიმძლავრეს უნდა უჩვენებდეს ბოლვის გარეშე.

როგორც ცდებიდან ჩანს, ბრუნთა რიცხვის ცვალებადობის დროს ბოლვის ზღვარი მიიღება ლარტყის სხვადასხვა მდგომარეობაში. ბრუნთა რიცხვის შემცირების დროს ჰაერით ძრავის ცილინდრების შეესების ზრდის გამო, შესაძლებელია საწვავის მიწოდების გაზრდა ბოლვის გარეშე. იმ შემთხვევაში თუ მახასიათებელს იღებენ თითოეულ ბრუნთა რიცხვისათვის მიწოდების ისეთი შერჩევით, რომელიც ბოლვის დასაწყისს შეესაბამება—მაშინ მიიღება მახასიათებელი, რომელსაც ბოლვის ზღვრულ მახასიათებელს უწოდებენ.

საწვავის შეფრქვევის მომენტი ამ შემთხვევაში უცვლელია და შეესაბამება საქარხნო მონაცემებს.

სიჩქარიითი მახასიათებლის ნიშნში ნაჩვენებია 1-ელ ნახ-ზე (იხ. მე-11 გვ.).  
 ГОСТ 491—41-ის მიხედვით მახასიათებელი ბრუნთა მიხედვით უნდა  
 აიგოს შემდეგი საეალდებულო მასშტაბების დაცვით:

**ბ რ უ ნ თ ა რ ი ც ხ ე ი ს ა თ ე ი ს :**

თუ $n_{max} \leq 800$	ბრ/წ,	მაშინ 10 მმ	შეესაბამება	50 ბრ/წ.
" $n_{max} \leq 1600$	"	10 "	"	100 "
" $n_{max} \leq 3200$	"	10 "	"	200 "
" $n_{max} > 3200$	"	10 "	"	250 "

**ს ა წ ე ა ე ი ს ს ა ა თ უ რ ი ხ ა რ ჯ ი ს ა თ ე ი ს :**

თუ $G_s = 10$	კგ/ს,	მაშინ 10 მმ	შეესაბამება	0,5 კგ/ს.
" $G_s = 10 \div 20$	"	10 "	"	1 "
" $G_s > 20$	"	10 "	"	2 "

**ე ფ ე ქ ტ უ რ ი ს ი მ ძ ლ ა ე რ ი ს ა თ ე ი ს :**

თუ $N_e \leq 30$	ც. ძ.,	მაშინ 10 მმ	შეესაბამება	2 ც. ძალას.
" $N_e = 30 \div 100$	"	10 "	"	5
" $N_e > 100$	"	10 "	"	10

საშუალო ეფექტური წნევისათვის ( $p_e$ )—10 მმ შეესაბამება 0,5 კგ/სმ<sup>2</sup>.  
 საწვავის კუთრი ხარჯისათვის ( $g_e$ )—10 მმ შეესაბამება 50 გრ/ეფ. ც. ძ. ს.  
 ნაშვვი აირების ტემპერატურისათვის ( $t_r$ )—10 მმ შეესაბამება 100°.

**შენიშვნა:** დასავეგმარებელი ძრავის სიჩქარიითი მახასიათებლის  
 (გარეგანი მახასიათებლის) ასაგებად რეკომენდებულია ჩამდენივე ემპი-  
 რიული ფორმულა.

ერთ-ერთი ფორმულა, რომელიც საკმაოდ კარგად ასახავს არსებულ  
 აეტოსატრაქტორო ძრავების მახასიათებლებს ეკუთვნის პროფ.  
 ფ. ლ. ხლისტოვს და მას ასეთი სახე აქვს:

$$N_e = N_{emax} \frac{n}{n_N} \left[ a + b \frac{n}{n_N} - c \left( \frac{n}{n_N} \right)^2 - d \left( \frac{n}{n_N} \right)^3 \right],$$

სადაც  $N_{emax}$  არის ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრე, რომელიც შეესაბა-  
 მება მახასიათებლის მრუდის გადახრის წერტილს;

$n_N$ —მაქსიმალური სიმძლავრის შესაბამისი ბრუნთა რიცხვი  
 წუთში;

$N_e$  და  $n$ —ძრავის სიმძლავრისა და მისი შესაბამისი ბრუნთა რიც-  
 ხვის სიდიდეები მახასიათებლის ასაგებად;

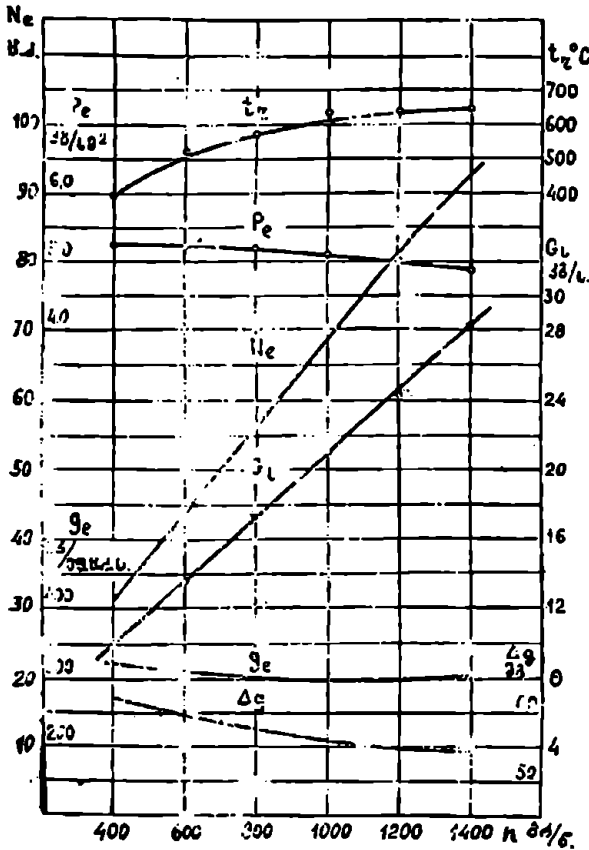
$$a = (\sigma - 3\delta\sigma + 4\delta^2 - 2\delta^3) \cdot \frac{1}{(1-\delta)^3};$$

$$b = (6\sigma + \delta + \delta^2 - 8) \cdot \frac{\delta}{(1-\delta)^3};$$

$$c = (3\sigma + 3\sigma\delta - 4\delta + 2\delta^2 - 4) \frac{1}{(1-\delta)^3};$$

$$d = (3 - 2\sigma - \delta) \frac{1}{(1-\delta)^2};$$

$$\frac{n_M}{n_N} = \delta; \quad \frac{M_{max}}{M_N} = \sigma.$$



ნახ. 1. ბრუნთა მიხედვით მახასიათებლის (სიჩქარითი მახასიათებლის) წიშლში.

უკანასკნელ ორ ტოლობაში  $n_M$  არის მაქსიმალური მაბრუნებელი მომენტის შესაბამისი ბრუნთა რიცხვი წუთში;

$M_N$  — მაქსიმალური სიმძლავრის შესაბამისი მაბრუნებელი მომენტი;

$M_{max}$  — მაქსიმალური მაბრუნებელი მომენტი.

ამ მეთოდით მახასიათებლის ასაგებად საჭიროა გიცოდეთ ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრე და მისი შესაბამისი ბრუნთა რიცხვი და შე-

ვირჩიოთ  $\sigma$  და  $\delta$  კოეფიციენტები უკვე არსებული ძრავების კონსტრუქციების ანალიზის საფუძველზე. ეს კოეფიციენტები ემპირიული მასიათისაა (იხ. 1-ლი ცხრილი).

			ცხრილი 1
ძრავის ტიპი	ტრაქტორის შარვა	$\delta$	$\sigma$
კარბურატორიანი	СХТЗ	0,600	1,20
	У-2	0,530	1,26
	СХТЗ-НАТН	0,562	1,22
	УТЗ - С - 60	0,613	1,24
დიზელი	УТЗ - С - 65	0,660	1,15
	С - 80	0,540	1,17
	КД-35	0,650	1,18

საავტომობილო ძრავებისათვის ბრუნთა მიხედვით მახასიათებლის ასაგებად ტექნ. მეცნ. კანდიდატის ს. რ. ლეიდერმანის მიერ რეკომენდებულია უფრო მარტივი ემპირიული ფორმულები:

ბენზინის ძრავებისათვის:

$$N_e = N_{cmax} \cdot \left( \frac{n}{n_N} + \frac{n^2}{n^2 N} - \frac{n^3}{n^3 N} \right);$$

უწულო შეფრქვევის დიზელებისათვის:

$$N_e = N_{cmax} \cdot \left( 0,5 \frac{n}{n_N} + 1,5 \frac{n^2}{n^2 N} - \frac{n^3}{n^3 N} \right);$$

წინკამერიანი დიზელებისათვის:

$$N_e = N_{cmax} \cdot \left( 0,6 \frac{n}{n_N} + 1,4 \frac{n^2}{n^2 N} - \frac{n^3}{n^3 N} \right);$$

გრივალურკამერიანი დიზელებისათვის:

$$N_e = N_{cmax} \cdot \left( 0,7 \frac{n}{n_N} + 1,3 \frac{n^2}{n^2 N} - \frac{n^3}{n^3 N} \right).$$

საავტომობილო ძრავების სიჩქარით მახასიათებელზე საწვავის კუთრი ხარჯის მრუდის აგების ხერხი რეკომენდებულია ს. რ. ლეიდერმანის მიერ შემდეგი ემპირიული ფორმულებით:

ბენზინის ძრავებისათვის:

$$\xi_e = \xi_{eN} \left( 1,2 - \frac{n}{n_N} + 0,8 \cdot \frac{n^2}{n^2 N} \right);$$

უწულო შეფრქვევის დიზელებისათვის:

$$g_e = g_{eN} \cdot \left( 1,55 - 1,55 \frac{n}{n_N} + \frac{n^2}{n^2_N} \right);$$

წინაპერიანი დიზელებისთვის;

$$g_c = g_{cN} \cdot \left( 1,2 - 1,2 \frac{n}{n_N} + \frac{n^2}{n^2_N} \right);$$

გრივალურკამერიანი დიზელებისათვის:

$$g_c = g_{cN} \left( 1,35 - 1,35 \cdot \frac{n}{n_N} + \frac{n^2}{n^2_N} \right).$$

სადაც  $g_{eN}$  არის საწვავის კუთრი ხარჯი მაქსიმალური სიმძლავრის დროს გრ/ე. ც. ძ. ს.

$g_c$ —კუთრი ხარჯის მნიშვნელობა  $n$  ბრ/წ. დროს.

სატრაქტორო ძრავებისათვის საწვავის საათური ხარჯის განსაზღვრისათვის პროფ. ა. დ. ხალკიოპოვის მიერ რეკომენდებულია შემდეგი ემპირიული ფორმულები:

კარბურატორიანი ძრავებისათვის:

$$G_v = 0,03 N_{eH} + 0,253 N_e + 0,0002 N_e^2 \text{ კგ/ს;}$$

დიზელებისათვის:

$$[G_v = 0,03 N_{eH} + 0,159 N_e + 0,00025 N_e^2 \text{ კგ/ს,}$$

სადაც  $N_{eH}$  არის ძრავის ნორმალური სიმძლავრე ც. ძ.

$N_e$ —სიმძლავრის ალბულის მნიშვნელობა ც. ძ.

ზემომოყვანილი ფორმულები შეიძლება გამოვიყენოთ დასაგეგმარებელი ძრავის წინასწარი, საორიენტაციო ეკონომიური გაანგარიშებისათვის და, აგრეთვე, მიახლოებითი საექსპლოატაციო გაანგარიშებისათვის.

უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ დასაგეგმარებელი, საავტომობილო, კარბურატორიანი, ოთხტაქტიანი ძრავის სიჩქარითი (გაიყვანი) მახასიათებლის ასაგებად ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორი ი. მ. ლენინის მიერ რეკომენდებულია ძრავის პარამეტრებს 'ორის შემდეგი პროცენტული თანაფარდობები:

ბრუნთა რიცხვი . . . . . 20 40 60 80 100 120

სიმძლავრე . . . . . 20 50 73 92 100 92

კუთრი ხარჯი . . . . . 115 100 97 95 100 115

ამ ცხრილში 100%/ $\phi$ -ად მიღებულია სიმძლავრის, ბრუნთა რიცხვისა და კუთრი ხარჯის ის მნიშვნელობები, რომლებიც მიიღება წვეთიან თბური გაანგარიშების საფუძველზე.

### ხალკიოპოლის მახასიათებელი

ექსპლოატაციის პირობებში სატრაქტორო და საავტომობილო ძრავებს ხშირად უხდებათ სხვადასხვა დატვირთვით მუშაობა; სრული დროსელის ან



მთლიანი მიწოდების პირობებში მუშაობა არ წარმოადგენს ძრავის მუშაობის ერთადერთ შესაძლო რეჟიმს; ამიტომ სხვადასხვა დატვირთვისა და სხვადასხვა სიჩქარითი რეჟიმის პირობებში ძრავის მუშაობის და მისი ეკონომიურობის შესაფასებლად გამოიყენება, ე. წ. სადატვირთო მახასიათებლები. სადატვირთო მახასიათებელი გამოსაყენებელი მუდმივ ბრუნთა რიცხვის პირობებში, ძრავის სიმძლავრისაგან (ან საშუალო ეფექტური წნევისაგან) საწვავის საათური და კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას.

რადგან ექსპლუატაციის პირობებში საავტომობილო ძრავი ბრუნთა რიცხვის მეტად ფართო დიაპაზონით მუშაობს, ამიტომ საავტომობილო ძრავისათვის იღებენ რამდენიმე სადატვირთო მახასიათებელს სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვისათვის. მუსრუქით დატვირთვის ცვალებადობის პირობებში მუდმივი ბრუნთა რიცხვის შენარჩუნება წარმოებს სადროსელო მისაფარის საშუალებით.

დატვირთვის უმაღლესი ზღვარი მიიღება სადროსელო მისაფარის სრული გაღებისას.

სავტომობილო ძრავისათვის სადატვირთო მახასიათებლებს ზოგჯერ სადროსელო მახასიათებლებსაც უწოდებენ.

სატრაქტორო ძრავებისათვის სადატვირთო მახასიათებელს ჩვეულებრივ უწოდებენ მახასიათებელს რეგულატორზე.

როგორც ცნობილია, სატრაქტორო ძრავები მუშაობენ სიჩქარითი რეჟიმის მუდმივობისა და დატვირთვის ცვალებადობის პირობებში. დატვირთვის ცვლილების დროს ძრავის სიჩქარით რეჟიმს (ბრუნთა რიცხვის მუდმივობა) იცავს რეგულატორი, რომელიც მოქმედებს ნარევის მიწოდებაზე (კარბურატორიან ძრავებში) ან საწვავის მიწოდებაზე (დიზელებში) და ავტომატურად ცვლის ძრავის მამბრუნებელი მომენტის სიდიდეს დატვირთვის შესაბამისად და, ამრიგად, ბრუნთა რიცხვის მუდმივობას ინარჩუნებს გარკვეულ ზღვრებში.

რეგულატორით მუშაობის დროს ძრავის ეკონომიურობას და ეფექტურობას სწავლობენ მათი სადატვირთო მახასიათებლებით ანუ მახასიათებლებით რეგულატორზე, რომლებიც გამოსახავენ საწვავის საათური და კუთრი ხარჯის, ბრუნთა რიცხვისა და მამბრუნებელი მომენტის დამოკიდებულებას ძრავის სიმძლავრისაგან—რეგულატორის მუშაობის პირობებში.

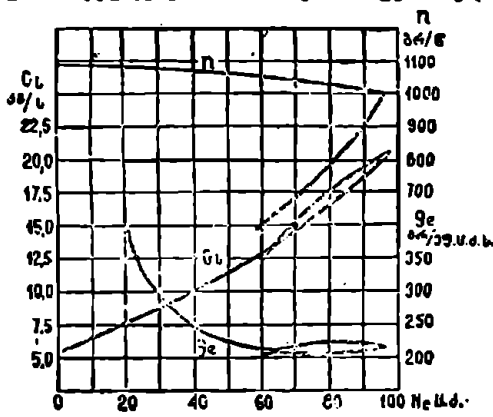
ამ მახასიათებელზე ბრუნთა რიცხვის ცვალებადობის მრუდი შესაძლებლობას იძლევა ვიმსჯელოთ გადატვირთვის დროს ძრავის დინამიკურ თვისებებისა და რეგულატორის მუშაობის შესახებ.

თუ სატრაქტორო ძრავს აქვს ერთრეჟიმიანი რეგულატორი, მაშინ იღებენ ერთ მახასიათებელს, ხოლო თუ ძრავზე დაყენებულია მრავალრეჟიმიანი რეგულატორი—რამდენიმე მახასიათებელს.

სატრაქტორო ძრავის სადატვირთო მახასიათებლის მრუდები იგება როგორც სიმძლავრის (ან საშუალო ეფექტური წნევის) ფუნქციისა საქიროების შემთხვევაში ასეთ მახასიათებელს გარდაქმნიან და მრუდებს აგებენ როგორც ბრუნთა რიცხვის ფუნქციას.

მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენებია სატრაქტორო ძრავის (KDM-46) სადატვირთო მახასიათებლების სანიმუშო სახე, ხოლო მე-3 ნახაზზე—იგივე მახასიათებლის გარდაქმნილი სახე.

მახასიათებლის ართმევა წაშრობებს ძრავის ნორმალური საექსპლოატაციო რეგულებების პირობებში — უქმი სვლიდან ძრავის გადატვირთვამდე, რის



ნახ. 2. სადატვირთო მახასიათებელი (KDM-46).

გამოც მახასიათებელი საქმარო სისრულით ასახავს იმ დატვირთვების დიაპაზონს, რომელშიაც სატრაქტორო ძრავს უადგება მუშაობა.

მახასიათებლის ართმევას იწყებენ უქმი სვლიდან დატვირთვის თანდათანობითი გაზრდით. როდესაც ძრავის მუშაობის რეჟიმი უაღოვრდება სადროსელო მისათარის სრულ გაღებას (ან დიზელებში — სრულ სიწოდებას), აუცილებელია მუხარუქია გულდასმით რეგულება იმ მიზნით, რომ მახასიათებლის მრუდის გადაღუნვის ადგილზე მიღებულ იქნეს

რამდენიმე წვრილი მაქსიმალური სიმძლავრის უკეთ განსაზღვრისათვის.

ძრავის გადატვირთვის პირობებში რეგულატორის მოქმედება გამოირთვება და დატვირთვის ზრდით ბრუნთა რიცხვი — შემცირდება. ამ შემთხვევაში ძრავი იძუწაეებს სიჩქარითი მახასიათებლის მიხედვით.

სატრაქტორო დიზელებში დატვირთვის უმაღლესი ზღვარი მოწმდება შავი (მუქი) გაბოლქვის დაწყების მომენტით.

წვის პროცესის სრულქმნილობისა და ძრავის დატვირთვის ზღვრების შეფასება შეიძლება გაბოლქვის ფერით; უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთი შეფასება დამოკიდებულია მრავალ სხვადასხვა მოვლენაზე (ფონი, რომელზედაც ხდება შეფასება, განათების ინტენსივობა, დამკვირვებლეს მხედველობა და სხვ.), რის გამოც ძრავის მუშაობის შეფასება გაბოლქვის ფერის მიხედვით, უმეტეს შემთხვევაში, სუბიექტურ ხასიათს ატარებს.

ბევრი მკვლევარი ცდილობდა, რომ გაბოლქვის შეფასების დროს თავიდან აეცილებინა ეს სუბიექტურობა. ცნობილია, რომ კარბურატორიან ძრავებში არასრული წვა ხასიათდება CO-ს გამოყოფით, ხოლო დიზელებში — შურის (მქვარტლის) გამოყოფით.

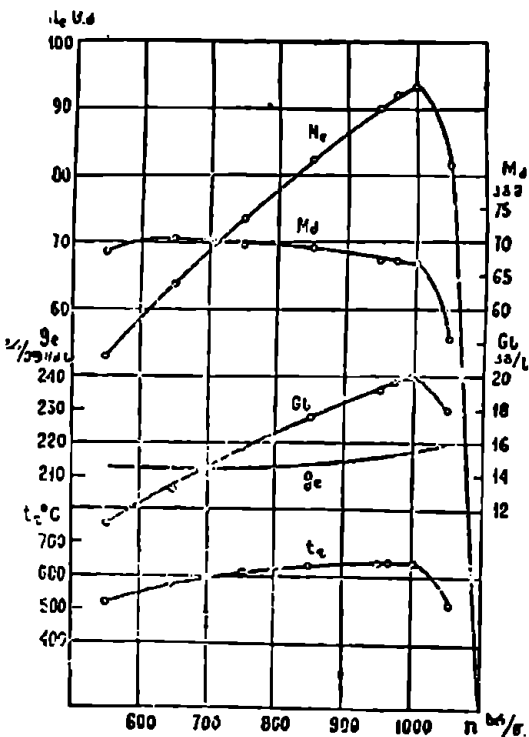
ამიტომ დიზელების გაბოლქვის შეფასებისათვის, საჭიროა აიგოს ისეთივე წვის სამკუთაედი (მური ნამუშეეარ აირებში), როგორც კარბურატორიან ძრავებში (CO ნამუშეეარ აირებში). 1934 წელს აეკრმანმა გამოაქვეყნა შრომა ნამუშეეარ აირებში შურის შემცველობის გათვალისწინებით წვის სამკუთხედის აგების მეთოდების შესახებ; ეს შრომა ძირითადად წინა მკვლევარების შრომების გაღრმავებას წარმოადგენდა. მხოლოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ვინაიდან

გამოყოფილი მურის გამოთვლას აქვრმანი აწარმოებს არა ნამუშევარი აირების რაოდენობის მიხედვით, არამედ დახარჯული საწვავის რაოდენობასთან შეფარდებით, ამიტომ ის მართალია, იძლევა ნახშირბადის არასრული წვის განსაზღვრის შესაძლებლობას, მაგრამ არ იძლევა თვით ნამუშევარი აირების ხარისხის შეფასებას. ასეთი თუ ცნობილი იქნება მურის რაოდენობა ნამუშევარ აირებში.

ნახშირქვეყანგი CO წარმოადგენს აირს და ამიტომ ნამუშევარ აირებში მისი შემცველობა გამომშვები მილსადენის მთელ სიგრძეზე მუდმივი რჩება იმ შემთხვევაშიაც კი, თუ ნამუშევარი აირების ნაკადის მდგომარეობა (ტემპერატურა მოცულობა) შეიცვალა.

ნახშირქვეყანგი შედარებით ადვილად განისაზღვრება აირანალიზატორით (იხ. თავი VI, აირების ანალიზი). გამომშვები მილის ნებისმიერ წერტილში (მილის ბოლოშიაც კი) ჰაერთან შერევაამდე აღებული აირის სინჯი შესაძლებლობას იძლევა შეფასდეს აირების შხამიანობა (CO-ს შემცველობა) და ძრავის ცილინდრში წვის პროცესის სრულქმნილობა.

სამწუხაროდ, ნამუშევარ აირებში მურის შემცველობის განსაზღვრა (გ/მ<sup>3</sup>) აირანალიზატორით არ შეიძლება, ვინაიდან მურის შემცველობა გამომშვები მილსადენის მთელ სიგრძეზე არაა ერთნაირი. საქმე იმაშია, რომ ნამუშევარი აირების მდგომარეობის ცვლილების მიუხედავად, მურის მოცულობა არ იცვლება, ხოლო ნამუშევარი აირების ნაკადის მდგომარეობა კი შეიძლება მნიშვნელოვნად შეიცვალოს. მაგალითად, თუ ნამუშევარი აირების ტემპერატურა გამომშვებ სარქველთან (მილსადენის დასაწყისში) უდრის 500°C, გრძელი მილსადენის ბოლოში ის შეიძლება შემცირდეს 180°C-მდე.



ნახ. 3. გარდაქმნილი სადატჯართო მახასიათებლის (KDM-46) ნიმუში.

ტემპერატურის ასეთი შემცირების დროს მილსადენის ბოლოში ნამუ-  
შევარ აირებში მურის შემცველობა იქნება  $\frac{773}{453} = 1,71$ -ჯერ მეტი, ვიდ-

რე მილის დასაწყისში. ამიტომ ძრავის გაბოლქვა მილსადენის გარეშე შეიძ-  
ლება უფერული იყოს, მაგრამ გრძელი მილსადენის დაყენების დროს ძლიერ  
ბოლევას ექნეს ადგილი. ეს მაგალითით ადასტურებს ფერის მიხედვით ნამუ-  
შევარი აირების შეფასების სუბიექტურობას.

მაშასადამე, აშკარაა, რომ გაბოლქვის ობიექტური შეფასებისათვის აუცი-  
ლებელია ნამუშევარი აირების ტემპერატურის გაზომვა უშუალოდ გამომშვები  
მილსადენის დასასრულთან. ამ შემთხვევაში თუ ავიღებთ გამოყენებული საწ-  
ვავისათვის აგებულ წვის სამკუთხედიდან მურის შემცველობას გ/მ<sup>3</sup> ნამუშე-  
ვარ აირებში და გაეამრავლებთ მას ფარდობაზე  $\frac{T_r}{T_r'}$ , (სადაც  $T_r$ —გაბოლ-

ქვის ტემპერატურაა, ხოლო  $T_r'$ —დაყვანილი ტემპერატურა). მივიღებთ ნა-  
მუშევარ აირებში მურის ნამდვილ შემცველობას ატმოსფეროში გამოსვლის  
ადგილზე.

საქ. სას.-სამ. ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედ-  
რაზე ბოლვიანობის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია გამომშვები მილის  
ბოლოში ანაბეჭდების აღების მეთოდი.

ძრავის სხვადასხვა რეჟიმით მუშაობის დროს მილის ბოლოსთან მოთა-  
ვებულ სუფთა ქაღალდზე ნამუშევარ აირებში მყოფი მურის ნაწილაკების  
ნაჩენევი (ანაბეჭდი) დროის გარკვეულ მონაკვეთში სხვადასხვა ინტენსივობის  
შეფერვას მოგვცემს.

სხვადასხვა ინტენსივობის შეფერვა აბასიათებს ბოლვის გარეშე, სუსტი  
ბოლვით, ბოლვით და ძლიერი ბოლვით ძრავის მუშაობას.

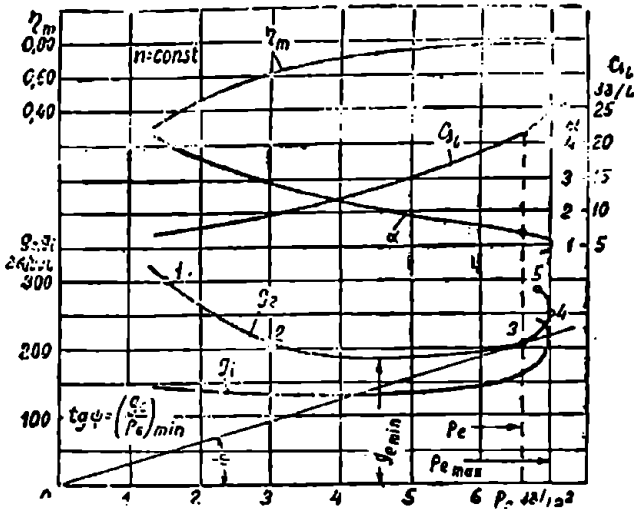
ცხადია, რომ სათანადო საეტალონო ანაბეჭდებთან შედარების შემთხვე-  
ვაში ამ მეთოდის გამოყენება ნაწილობრივ გამორიცხავს სუბიექტურ მიდგო-  
მას ბოლვიანობის შეფასებაში. ღიზელის ძრავებისათვის სადატვირთო მახ-  
სიათებლის ართმევას აწარმოებენ რამდენიმე სიჩქარითი რეჟიმისათვის, რომ-  
ლებიც მოიცავს ღიზელის ბრუნთა რიცხვების ცვალებადობის საექსპლოატა-  
ციო დიაპაზონს. სადატვირთო მახასიათებელს აგებენ აგრეთვე როგორც  
საწვავის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულების მრუდს საშუალო ეფექტური წნე-  
ვის ან მამბრუნებელი მომენტისაგან. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ საწვავის  
კუთრი ხარჯის დამოკიდებულება იღება აგრეთვე სიმძლავრისაგან.

მე-4 ნახ-ზე ნაჩვენებია სადატვირთო მახასიათებელი  $g_c = f(P_c)$  სატრაქ-  
ტორო ღიზელისათვის და ნაჩვენებია აგრეთვე ინდიკატორული კუთრი ხარ-  
ჯის, საათური ხარჯის, ჰაერის სიქარბის კოეფიციენტისა და მექანიკური  
მ. კ. კოეფიციენტის მრუდები საშუალო ეფექტური წნევისაგან დამოკი-  
დებულებით.

საწვავის კუთრი ხარჯი დატვირთვის გადიდებით მცირდება (უბანი  
1—2), რასაც იწვევს მექანიკური მარგი ქმედების კოეფიციენტის მნიშვნელო-  
ვანი ზრდა. 2—3 უბანზე საწვავის კუთრი ხარჯი მერყეობს მცირე ზღვრებში.  
20

დატვირთვის შემდგომი ზრდის დროს (3—4 უბანი) კუთრი ხარჯი იზრდება ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მკვეთრი შემცირების და, მაშასადამე, სითბოს ინდიკატორული გამოყენების გაუარესებისა და არასრული წვით გამოწვეული სითბური დანაკარგების შედეგად. წერტილი 4 შეესაბამება აღებული სიჩქარით რეჟიმზე შესაძლო საშუალო ეფექტური წნევის მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

საექსპლოატაციო პირობებში ძრავმა არ უნდა იმუშაოს წნევის ასეთი მნიშვნელობის პირობებში, ვინაიდან ადვილი ექნება ნაწიშეფარი აირების



ნახ. 4. სადატვირთო მახასიათებლის ნ.მ.ში.

ბოლვას, წვის კამერაში ძლიერ ნამწვწარმოქმნას და დგუშის ჯგუფის ნაწილების გადახურებას.

ნამუშევარი აირების მუქი შეფერვა შეესაბამება არასრულ წვას, რომლის დროსაც დიზელებში ნამუშევარ აირებს გამოჰყვება შური. წერტილი 3 მდებარეობს ბოლვის ზღვარზე. დატვირთვის გაზრდა 3 წერტილიდან 4-მდე გამოიწვევს ნამუშევარი აირების ინტენსიურ შეფერვას.

დიზელის შემდეგი ფორსირება საწვავის მიწოდების გაზრდით (6 წერტილის შემდეგ) გამოიწვევს წვის პირობების გაუარესებას და კუთრი ხარჯის მკვეთრ ზრდას (4 და 5 წერტილებს შორის); ამავე დროს შემცირდება საშუალო ეფექტური წნევა.

საწვავის ტუმბოს ლარტყის შემზღუდველი ჩვეულებრივ მაგრდება ისეთ მდგომარეობაში, რომელიც ნამუშევარი აირების ბოლვის ზღვარს შეესაბამება. ამ მომენტის შესაბამისი დატვირთვა წარმოადგენს ზღვრულ დასაშვებ დატვირთვას. თუ ძრავი განკუთვნილია მთლიანი დატვირთვით ხანგრძლივი მუშაობისათვის (მაგალითად, ელექტროსადგურის პირობებში), მიწოდების

შემზღუდველი უნდა დამაგრდეს ზღვრულად დასაშვებზე ნაკლები დატვირთვის შესაბამის მდგომარეობაში. მე-4 ნახ-ზე მოთავსებულ მახასიათებელზე მიწოდების შეზღუდვა განისაზღვრება წერტილით 3 და მასზე გავლებული წყვეტილი ვერტიკალით.

ზღვრული დატვირთვის პოენისათვის პროფ. ბ. გ. ლიბროვიჩისა და დოც. ვ. ა. კოლოსოვის მიერ რეკომენდებულია სხვა მეთოდი, რომელიც დამტკიცებულია სტანდარტების სრულიად საკავშირო კომიტეტის მიერ (ГОСТ—491—41). ამ მეთოდის მიხედვით ზღვრული დასაშვები დატვირთვის დადგენა ხდება წერტილით 3, სადაც სადატვირთო მახასიათებელს ეხება კოორდინატა სათავიდან გატარებული სხივი. წერტილი 3 განსაზღვრავს მინიმალურ შეფარდებას საწვავის კუთრი ხარჯისა და ზღვრულ დასაშვებ საშუალო ეფექტურ წნე-

ვას შორის, ხოლო  $\text{ევფ} = \frac{P_e}{P_c}$  გამოსახულება წარმოადგენს სიდიდეს, რომლითაც

ხდება სხვადასხვა სიჩქარითი რეჟიმების დროს ართმეულ სადატვირთო მახასიათებლების მიმდინარეობის ხასიათის შეფასება.

ГОСТ 491—41-ის მიხედვით სადატვირთო მახასიათებლის აგების დროს სავალდებულოა შემდეგი მასშტაბის დაცვა.

სიმძლავრისათვის:

თუ  $N_{c_{max}} \leq 40$  უ. ძ., მაშინ 10 მმ შეესაბამება 2,5 უ. ძალას.

„  $N_{c_{max}} > 40$  „ 10 „ 5

საწვავის საათური ხარჯისათვის:

თუ  $G_{l_{max}} \leq 10$  კგ/ს, მაშინ 10 მმ შეესაბამება 0,5 კგ/ს.

„  $G_{l_{max}} = 10 \div 20$  10 „ 1

$G_{l_{max}} > 20$  10 „ 2 „

საწვავის კუთრი ხარჯისათვის: 10 მმ შეესაბამება 50  $\frac{\text{გრ}}{\text{ევ. უ. ძ. ს.}}$ .

ბრუნთა რიცხვისათვის 10 „ 100 ბრ/წ.

### უქმი ხელისა და ხარეგულაციო მახასიათებლები

უქმი სვლით მუშაობის დროს ძრავის მუშაობის რეჟიმის შესაფასებლად იყენებენ, ე. წ. უქმი სვლის მახასიათებელს, რომელიც გამოსახავს საწვავის საათური ხარჯის დამოკიდებულებას ბრუნთა რიცხვისაგან.

მე-5 ნახ-ზე ნაჩვენებია უქმი სვლის მახასიათებლის ნიმუში.

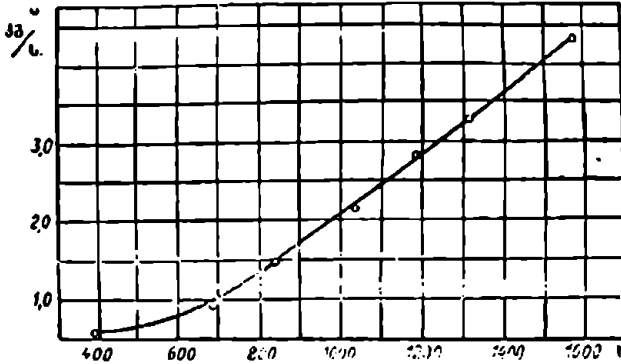
უქმი სვლის მახასიათებელი გამოიყენება აგრეთვე ძრავის ნაწილების მიმუშავების ხარისხის შესამოწმებლად და მინიმალური მდგრადი ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრისათვის.

ამ მახასიათებლის ართმევა წარმოებს ძრავის ნორმალური რეგულაციების და სადროსელო მისათვარის სივადანსხვა სიდიდით გაღების პირობებში.

ძრავიდან ზემომოყვანილი მახასიათებლების ართმევა წარმოებს საქარხნო რეგულაციების პირობებში. მაგრამ ზოგჯერ საჭირო ხდება კარბურატორის რეგულაციების, ანთების მომენტის, მიწოდების დასაწყისის და სხვ. შემოწმება; ამ მიზნით ძრავიდან ახდენენ, ე. წ. სარეგულაციო მახასიათებელ-

ბის ართმევას. მაგალითად, სარეგულაციო მახასიათებელი ნარევის ხარისხის მიხედვით მიიღება, თუ მთლიანი დროსელისა (ან სრული მიწოდების) და მუდმივი, ნორმალური ბრუნთა რიცხვის პირობებში შევცვლით ნარევის (ან საწვავის) მიწოდებას და გაზოცდის შედეგების მიხედვით ავაგებთ გრუდებს.

საავტორტრაქტორო ძრავებისათვის მაქსიმალური სიმძლავრისა და საწ-



ნახ. 3. უქმი სელის მახასიათებელი.

ვების მინიმალური ხარჯის რეჟიმები, მთლიანი დროსელით მუშაობის დროს ერთიმეორეს არ ემთხვევა.

მაქსიმალურ სიმძლავრეს ( $N_{c_{max}}$ ) ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი  $\alpha \approx 0,8-0,9$ , ბოლო საწვავის მინიმალური კუთრი ხარჯი ( $g_{c_{min}}$ ) მიიღება გაღარიბებულ ნარევეებზე.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ დროსელის მიხურვით სხვაობა ამ რეჟიმებს შორის მცირდება და მცირე დატვირთვების დროს ეს სავაობა მიიღება ნარევის შედგენილობის უმნიშვნელო განსხვავების პირობებში.

მთლიანი დროსელის პირობებში, თუ  $\alpha \approx 0,8-0,9$  — სიმძლავრის მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღება გამოწვეულია ნარევის წვის მაღალი სიჩქარით, შევსების კოეფიციენტისა და მექანიკური მარგი ქმედების კოეფიციენტების შედარებით დიდი მნიშვნელობით, ვიდრე ამას ადგილი აქვს  $g_{c_{min}}$ -ის შესაბამისი რეჟიმის დროს.

საწვავის მინიმალური კუთრი ხარჯის მიღება გაღარიბებულ ნარევეებზე გამოწვეულია საწვავის სითბოს უკეთესი გამოყენებით.

$N_{c_{max}}$  და  $g_{c_{min}}$  რეჟიმების შეუსაბამობა შეიძლება ანალიზურად დამტკიცდეს.

თუ გავაღვიფრებთ საწვავის საათური ხარჯის ტოლობას

$$G_h = g_0 N_c,$$

მივიღებთ:

$$dG_h = N_c dg_0 + g_0 dN_c$$

აბ

$$\frac{dG_h}{d\alpha} = N_c \frac{dg_0}{d\alpha} + g_0 \frac{dN_c}{d\alpha}$$

$G_c$ -ის უწყვეტი შემცირებისა და  $\alpha$ -ს ზრდის პირობებში ადგილი აქვს უტოლობას:

$$\frac{dG_c}{d\alpha} < 0.$$

$N_{c_{max}}$ -ის რეჟიმისათვის გვაქვს:

$$\frac{dN_c}{d\alpha} = 0;$$

$$\frac{dG_c}{d\alpha} < 0 \text{ და } \frac{d\xi_c}{d\alpha} < 0.$$

ამგვარად,  $N_{c_{max}}$ -ის დროს მრუდს  $\xi_c = f(\alpha)$  აქვს მანების დაბრის კუთხის ტანგენსის უარყოფითი სიდიდე და  $\alpha$ -ს ზრდის დროს საწვავის კუთრი ხარჯი მცირდება.

$\xi_{c_{min}}$ -ის რეჟიმის დროს გვაქვს:

$$\frac{d\xi_c}{d\alpha} = 0;$$

$$\frac{dG_c}{d\alpha} < 0 \text{ და } \frac{dN_c}{d\alpha} < 0.$$

აქ  $N_c = f(\alpha)$  მრუდს აქვს დაბრის კუთხის უარყოფითი ტანგენსი და გვიჩვენებს, რომ  $\alpha$ -ს ზრდით მცირდება  $N_c$ .

საავტორტრაქტორო ძრავების  $N_{c_{max}}$  და  $\xi_{c_{min}}$  რეჟიმის შედარება მთლიანი დროსელით მუშაობის დროს გვიჩვენებს, რომ პირველ შემთხვევაში სიმძლავრე 10—15%-ით მეტია, ვიდრე მეორეში და ადგილი აქვს საწვავის კუთრი ხარჯის 15—25%-ით, სოლო საათური ხარჯის 25—45%-ით ზრდას.

ძრავის მუშაობის მდგრადობა, რომელიც დამოკიდებულია  $N_c = f(G_c)$  მრუდის მიმდინარეობის დაქანებისაგან მახასიათებლის იმ უბანზე, რომელიც მოთავსებულია განილული რეჟიმების შესაბამის ზღვრებში  $\alpha = 1$ -ის დროს, უფრო ხაკლებია, ვიდრე გაზდიდრებულ ნარევეზე, რადგან პირველ შემთხვევაში საკმარისია რაიმე შიხეზით ნარევის ხარისხის უმნიშვნელო შეცვლა გამდიდრების მიმართულებით, რომ სიმძლავრე მკვეთრად შემცირდეს.

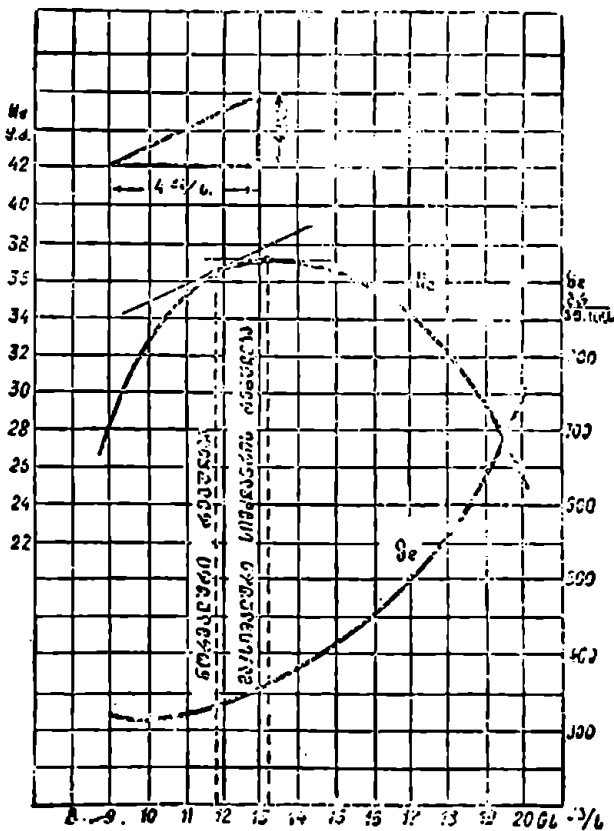
ცხადია, რომ ექსპლოატაციის პირობებში მუშაობისათვის კარბურატორის რეგულება უნდა მდებარეობდეს  $N_{c_{max}}$  და  $\xi_{c_{min}}$  რეჟიმების ზღვრებში. ამასთანავე უნდა გაითვალისწინოთ, რომ სატრაქტორო ძრავი ძირითადად უნდა მუშაობდეს მთლიანი დატვირთვის მახლომელი რეჟიმით.

სატრაქტორო ძრავების კარბურატორების ოპტიმალური რეგულებისათვის ხშირად იყენებენ OCT—8242-ით გათვალისწინებულ აერხს ე. წ.  $N_c = f(G_c)$  მრუდის მიმართ ორი მხების ხერხს. კოორდინატთა სათავიდან (ხულოვან წერტილიდან)  $N_c = f(G_c)$  მრუდის მიმართ გაავლებენ მხებს (ხეხების წერტილი შესაბამება საწვავის მინიმალური კუთრი ხარჯის



რეეის), სოლო მაქსიმალური სიმძლავრის წერტილი ჰორიზონტალს (მეებს). ამ ორი მუხის გადაკვეთის წერტილიდან აბსცისთა ღერძზე დასვებული პერპენდიკულარი გვიჩვენებს იმ საათურ ხარჯს, რომლის მიყვებით უნდა მოიღეს კარბურატორის რეგულება.

ГОСТ 491—41-ის მიხედვით გამოიყენება ე. წ. სამკუთხედის წესი. საწვავის ნორმალური საათური ხარჯის განსაზღვრისათვის, სიმძლავრის მრუდის მიმართ გაავლებენ მუხებს, რომლის მიერ შექმნილი კუთხის ტანგენსი უნდა იყოს 1 კვ. ძ./კვ. სუბიუმის წერტილიდან დაწვებული ვერტიკალი იძლევა საძიებელ საათურ ხარჯს, ე. ი. რეგულებას ნორმალურ სიმძლავრეზე. მე-6 ნახ-ზე მოყ-



ნახ. 6. სარეგულაციო მახასიათებელი ნარევის ხარისხის მიხედვით.

ენილია ნარევის ხარისხის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ნიშნით.

ГОСТ 491—41-ის მიხედვით მახასიათებელი უნდა აიგოს შემდეგი მასშტაბების დაცვით:

სიმძლავრისათვის - 10 მმ შეესაბამება 2 ც. დ.  
 კუთრი ხარჯისათვის 10 „ 50  $\frac{\text{გრ}}{\text{ე. ც. დ. ს.}}$ .

საათური ხარჯისათვის:

თუ  $G_s \leq 10 \frac{\text{კბ}}{\text{ს}}$ , მაშინ 10 მმ შეესაბამება 0,5 კგ/ს.

თუ  $G_s = 10 \dots 20 \frac{\text{კბ}}{\text{ს}}$ , მაშინ 10 მმ შეესაბამება 1,0 კგ/ს.

თუ  $G_s > 20$  „ „ 10 „ „ 2 „

არსებობს აგრეთვე მაქსიმალურ მნიშვნელობებთან შედარებით ეფექტურობისა და ეკონომიურობის ერთნაირი პროცენტული შემცირების ხერხები.

ეს ხერხი დამყარებულია შემდეგ ტოლობაზე:

$$\frac{N_{C_{max}} - N_c}{N_{C_{max}}} 100 = \frac{g_c - g_{C_{min}}}{g_{C_{min}}} \cdot 100,$$

სადაც  $N_c$  და  $g_c$  არის სიმძლავრისა და კუთრი ხარჯის მიმდინარე მნიშვნელობები.

ამ ხერხით რეგულების განსაზღვრისათვის საჭიროა, რომ  $N_{C_{max}}$  და  $g_{C_{min}}$  რეჟიმების ზღვრებში აიგოს ორი მრუდი

$$\Delta N_c = f(G_s) \text{ და } \Delta g_c = f(G_s),$$

სადაც

$$\Delta N_c = \frac{N_{C_{max}} - N_c}{N_{C_{max}}} 100; \Delta g_c = \frac{g_c - g_{C_{min}}}{g_{C_{min}}} \cdot 100.$$

ამ ორი მრუდის გადაკვეთის წერტილი შეესაბამება იმ რეჟიმს, რომლის დროს მაქსიმალურ სიმძლავრესთან შედარებით სიმძლავრის პროცენტული შემცირება,  $g_{C_{min}}$ -თან შედარებით კუთრი ხარჯის ზრდის ტოლია. ამ წერტილიდან დაშვებული პერპენდიკულარი აბსცისთა ღერზე გვიჩვენებს საწვავის საძიებელ საათურ ხარჯს.

ანალოგიურად შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე  $g_{C_{min}}$ -ის შესაბამ რეჟიმთან შედარებით სიმძლავრისა და საწვავის კუთრი ხარჯის ერთნაირი პროცენტული ზრდის ხერხი; მაგრამ ეს უკანასკნელი შედარებით მდიდარ ნარეგს იძლევა და ზოგიერთი ძრავის კარბურატორის ოპტიმალური რეგულებისათვის რეკომენდებული არაა.

ძრავის ეფექტურობისა და ეკონომიურობის საუკეთესო შეთანაწყობის მიღწევის მიზნით გამოყენებულია ერთ-ერთი ისეთი შესაძლო რეგულება, რომლის დროს (სარეგულაციო მახასიათებლისათვის) ეფექტური სიმძლავრისა და ეფექტური მარგი ქმედების კოეფიციენტის ნამრავლი უდიდესია.

ამ პირობაზე დაფუძნებული საავტოტრაქტორო დიზელების რეგულება საშუალო ეფექტური წნევის მაქსიმალური მნიშვნელობის ( $P_{C_{max}}$ ) განსაზღვრის მიზნით.

საწვავის კუთრი ხარჯი და ეფექტური მარგი ქმედების კოეფიციენტი ერთიმეორის უკუპროპორციულია და  $N_e \eta_e = \max$  აირობა შეიძლება შევსება-ლოთ პირობით  $\frac{N_0}{E_0} = \max$  და  $\frac{E_0}{N_e} = \min$ .

თუ მივიღებთ ფუნქციის მინიმალური მნიშვნელობის პირობას

$$\frac{N_e dE_0 - E_0 dN_e}{N_e^2} = 0.$$

ან

$$N_e dE_0 - E_0 dN_e = 0,$$

გვექნება:

$$\frac{dE_0}{dN_e} = \frac{E_0}{N_e}.$$

თუ აევაგებთ მრუდს  $E_0 = f(N_e)$ , მაშინ მრუდზე ეს პირობა მართებული იქნება იმ წერტილისათვის, რომელშიაც გატარებული მხები კოორდინატა საწყისიდან გატარებულ სხივს დაემთხვევა.

მაშასადამე,  $\frac{E_0}{N_e} = \min$  პირობის განსახორციელებლად საჭიროა კოორ-

დინატა სათაეიდან (ნულოვანი წერტილიდან) გაველოთ  $E_0 = f(N_e)$  მრუდის მხები. მხების წერტილიდან დაშვებული ვერტიკალი მოგვცემს აბსცისთა ღერძზე რეგულების საძიებელ რეჟიმს.

ლაბორატორიული გამოცდით სატრაქტორო ძრავის კარბურატორის დაწვებული რეგულება უნდა შემოწმდეს საექსპლოატაციო პირობებში.

როგორი ხერხიე არ უნდა გამოვიყენოთ, კარბურატორის რეგულება მაინც არ შეიძლება განვიხილოთ როგორც უცვლელი და მუდმივი. გარემო პირობების, საწვავის კუთრი წონის, ძრავის მდგომარეობისა და სხვა პირობების ცვლილება ძილებულ ოპტიმალურ რეგულებას არღვევს. ამიტომ კარბურატორის რეგულების აგრიოდული შემოწმება და მისი კორექტირება აუცილებელია.

დიზელის ძრავებში მუდმივ ბრუნთა რიცხვის დროს სიმძლავრის რეგულება ხორციელდება ტუმბოს საშუალებით საწვავის მიწოდების ცვლილებით. ამიტომ დიზელისათვის სარეგულაციო მახასიათებელი ნარევის ხარისხის მიხედვით შეესაბამება სადატეირთო მახასიათებელს.

ამ მახასიათებლით შეიძლება დაწესებულ იქნეს უდიდესი შესაძლო სიმძლავრის ან საწვავის უმცირესი კუთრი ხარჯის რეჟიმების დადგენა.

დიზელის მუშაობა ყველაზე ეკონომიური რეჟიმით ხასიათდება საწვავის სრული და უკვამლო წვით. ასეთ რეჟიმს შეესაბამება ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი  $\alpha \approx 1,4 \div 1,6$ .

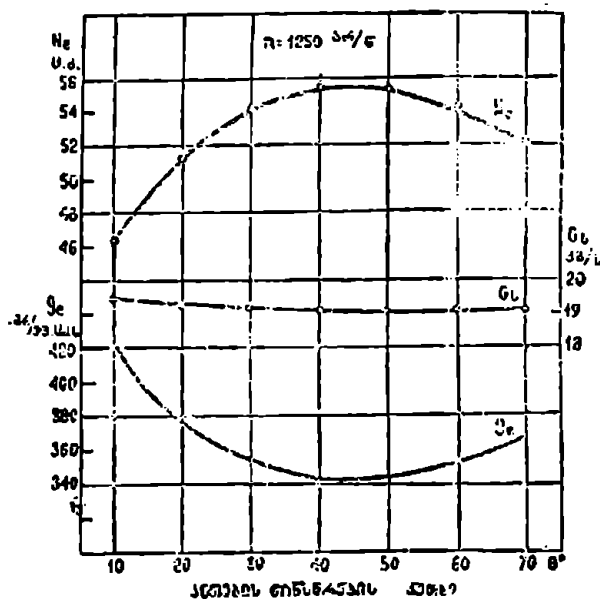
მაქსიმალური შესაძლო სიმძლავრის რეჟიმი დაკავშირებულია ნარევის ისეთ შედგენილობასთან, რომლის დროს ადგილი აქვს ძლიერ ბოლევას. ამ რეჟიმისათვის ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი ერთს უახლოვდება.

ამ ორ რეჟიმს შორის არსებობს რეჟიმი, რომელიც შეესაბამება ბოლვის დასაწყისს ( $\alpha \approx 1,3$ ); ცხადია, რომ ამ რეჟიმის მახლობლად უნდა მოხდეს მაქსიმალურ დასაშვებ სიმძლავრეზე რეგულება.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, რეგულება დაფუძნებულია საწვალაო ეფექტური წნევის მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღებისათვის ეფექტური სიმძლავრისა და ეფექტური მარგი ქმედების კოეფიციენტის ნამრავლის მაქსიმუმის პირობაზე.

ძრავის მუშაობაზე, მის სიმძლავრესა და ეკონომიურობაზე დიდ გავლენას ახდენს ანთების (კარბურატორიან ძრავებში) ან მიწოდების (დიზელებში) წინსწრების კუთხის ცვლილება. ამიტომ პრაქტიკაში აუცილებელია ანთების ან საწვავის ზეფრქვევის წინსწრების ოპტიმალური კუთხის დადგენა, რაც ექსპერიმენტულად წარმოებს. ამ მიზნით ძრავიდან იღებენ, ე. წ. სარეგულაციო მახასიათებელს ანთების წინსწრების მიხედვით (კარბურატორიანი ძრავისათვის) ან სარეგულაციო მახასიათებელს მიწოდების წინსწრების მიხედვით (დიზელებში).

სანიმუშოდ მე-7 ნაბ-ზე ნაჩვენებია СТЗ—НАТИ-ს ძრავის სარეგულაციო



ნაბ. 7. სარეგულაციო მახასიათებელი ანთების წინსწრების მიხედვით.

ამ მახასიათებელზე საწვავის საათური სარჯი მუდმივია, რადგანაც მასზე გავლენის მქონე პარამეტრები (ძრავის ბრუნთა რიცხვი, დროსელის გაღება, კარბურატორის რეგულება და სხვ.) მუდმივია.

#### § 4. გაზომვის მეთოდები და სიზუსტი

##### ზოგადი შენიშვნები

გამოცდების შედეგების სიზუსტე და საიმედოობა დიდადაა დამოკიდებული გაზომვების წესიერ შესრულებაზე.

უბირველეს ყოვლისა აუცილებელია გამოსაყენებელი ხელსაწყოების და მოწყობილობის წინასწარი შემოწმება-ტარირება და მიოლოდ ისეთი ხელსაწყო-იარაღების გამოყენება, რომელთა ჩვენების სისწორეში დარწმუნებული ვართ. ამ წესის დარღვევა მთლიანად უკარგავს ღირებულებას გაზომვას, მიღებული რიცხვითი მნიშვნელობების სისწორის თელსაზრისით.

საზომი ხელსაწყოებისა და დამმარე მოწყობილობების დაყენების დროს საჭიროა მათი იმგვარი განლაგება, რომ ისინი ხელს არ უშლიდეს ერთიმეორეს და მათი ჩვენება დაკული იყოს სხვა, ძნელად აღსარიცავი მოვლენების გაელენისაგან; კერძოდ, უნდა ვერიდოთ ხელსაწყოების მოთავსებას ფანჯრებთან, ღია კარებთან, ღუმელებთან, გასასვლელებთან და სხვ.

ხელსაწყოები ისე უნდა განლაგდეს, რომ ადვილი და მოსახერხებელი იყოს ანათელების აღება, გაზომვების წარმოება, მოძრავი ნაწილების მართვა და სხვ. ზუსტი ანათელების მისაღებად აუცილებელია სკალების განათება და დამკვირვებლის მიმართ მათი სწორად მოთავსება. მუშაობისათვის საჭირო ყველა მოძრავი იარაღი და ხელსაწყო ისე უნდა მოთავსდეს, რომ მათ ძებნაზე ან მიტან-მოტანაზე ფუქად არ დაიკარგოს დრო და შრომა. თვით დამკვირვებლის მდგომარეობა გაზომვების დროს უნდა უზრუნველყოფდეს ბუნებრივ, დაუძაბავ მუშაობას და არ უნდა იწვევდეს სწრაფ გადაღლა-გადაქანცვას. ხელსაწყოები დაკული უნდა იყოს დამკვირვებლის შემთხვევითი, უნებლიე მოძრაობით შესაძლო გაფუჭებისა და გატეხვისაგან.

მიღებული უნდა იქნეს ყოველგვარი ზომები უბედური შემთხვევის ასაცილებლად. დამკველი, ვადამლობი მოწყობილობის გარეშე ყოველთვის მოსალოდნელია დამკვირვებლის დასახიჩრება ზედმიწევნითი სიფრთხილის დროსაც კი, ვინაიდან უნებლიე მოძრაობისა და ინსტიტუტი მოქმედებისაგან დაზღვევა შეუძლებელია.

ხელსაწყოების, ავეჯის, შენობისა და, საერთოდ, სამუშაო ადგილის სისუფთავე წარმატებით მუშაობის აუცილებელი პირობაა.

მუშაობის პროცესში ყველა ხელსაწყო და მოწყობილობა წესიერად და შეუფერხებლად უნდა მუშაობდეს. უწყისიერობა, აღმოჩენისთანავე უნდა მოისპოს; თუ უწყისიერობის მიზეზი და ადგილი უცნობია, საჭიროა დანადგარის თანმიმდევრული, მეთოდური, თანდათანობითი შემოწმება. უწყსრიგო, არათანმიმდევრული ძებნა მხოლოდ დროს ფუქად დაკარგავს გამოიწვევს. ჩვეულებრივ, დამკვირვებელი უწყსიერობის მიზეზს ხშირად ეძებს წინასწარ გარკვეულ, საეჭვო ადგილებში და რამდენჯერმე ამოწმებს ამ ადგილებს. ასე არ უნდა მოვიქცეთ; როცა დავრწმუნდებით, რომ ამა თუ იმ ადგილზე ყველაფერი წესიერადაა, საჭიროა უწყსიერობის მიზეზი სხვა ადგილებში ვეძიოთ. ხშირად ეს მიზეზი იქ აღმოჩნდება, სადაც ყველაზე ნაკლებად ან სრულიად არ მოველით მას.

გამოცდების დაწყებამდე აუცილებელია წინასწარ დადგენილ იქნეს ის წესი და თანმიმდევრობა, რომელთა მიხედვით უნდა ვაწარმოოთ დაკვირვება. უნდა ვერიდოთ დაწყებული გამოცდის შეწყვეტას. როცოც წესი, შეწყვეტილი ცდა თავიდან უნდა განმეორდეს.

გამოცდების ოქმებიდან ეურნალების წარმოება და ანათვლების რეგისტრაცია განსაკუთრებულ სიზუსტეს, გულდასმით მუშაობასა და სიფრთხილეს მოითხოვს, ვინაიდან ფაქტიურად გაზომვების ერთადერთ დოკუმენტალურ საბუთს ეურნალი ან ოქმი წარმოადგენს. მეხსიერებაზე დაყრდნობა არაა მიზანშეწონილი. ანათვლების ჩაწერა ისე უნდა განლაგდეს, რომ მათი თანმიმდევრობა ნათელი იყოს. ერთგვაროვანი ანათვლები იწერება ერთიმეორის გვერდით ან ერთიმეორის ქვემოთ, რათა იქვე შეიძლებოდეს მათზე გაანგარიშების ჩატარება და შედარება. უმჯობესია თუ ერთმანეთისაგან განეასხვავებთ ანათვლებს და გაანგარიშებებს; მაგალითად, დაკვირვების ან გაზომვის ანათვლები აღინიშნოს ფანქრით, გამოთვლები მელნით ან განსხვავებული ფერის ფანქრით. ანათვლების ჩაწერა მხოლოდ იმ ფორმით და იმ განზომილებით უნდა გაწარმოოთ, რასაც ხელსაწყო გვიჩვენებს. თუ მაგალითად, ანათვალი აიღება სკალიდან, რომლის დანაყოფის ფასი არ უდრის ერთეულს და საჭირო ხდება მისი გადაანგარიშება, მაინც ანათვალი უნდა ჩაიწეროს გადაანგარიშების გარეშე.

უნდა ვერიდოთ ექსპერიმენტული მონაცემების დაგროვებას ან მათი დამუშავების ხანგრძლივი ვადით გადადებას. უმჯობესია თუ გადაანგარიშებებს ექსპერიმენტის ჩატარების პროცესშივე ვაწარმოებთ, ვინაიდან ხშირად ეს მეთოდი მუშაობის მსვლელობის კორექტივისა და ნაკლოვანების გამოსწორების საშუალებას იძლევა.

ექსპერიმენტულ დაკვირვებათა მონაცემების საბოლოო დამუშავება და გამოთვლები გულდასმით, აუჩქარებლად და გეგმური თანმიმდევრობით უნდა გაწარმოოთ, რომ შეიძლებოდეს გამოთვლების სისწორის კონტროლი. სამუშაოს გასაადვილებლად უმჯობესია მიახლოებითი გამოთვლებით სარგებლობა, მაგრამ უნდა გვასოვდეს, რომ რიცხვების დამრგვალებამ არ გამოიწვიოს შედეგში ნაძღვლი მნიშვნელობის ციფრთა რიცხვის შემცირება.

უდიდესი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე კარგად შედგენილ ანგარიშს ჩატარებული მუშაობის შესახებ. ყველაფერი, რაც საინტერესო და საყურადღებოა, მკითხველთათვის მკაფიო და გასაგები უნდა იყოს.

აუცილებელია მხოლოდ სტანდარტული ტერმინებისა და აღნიშვნების ხმარება. ყველა ახალი აღნიშვნა ან ნაკლებ გაერცელებული და გამოყენებული ტერმინები ტექსტშივე უნდა იყოს განმარტებული.

ციფრობრივი მასალა საჭიროა წარმოდგენილ იქნეს ცხრილებისა და დიაგრამების სახით და ყველა რიცხვითი შედეგებისთვის ნაჩვენები იყოს მათი სიზუსტე. გაზომვის მეთოდების და დანადგარ აპარატების აღწერა იმდენად დაწვრილებითაა საჭირო, რომ სათანადო ვიზუალური ილუსტრირების შემთხვევაში მათი არსი და თავისებურებები ნათლად ჩანდეს. ანგარიშის დასკვნით ნაწილში საჭიროა მოყვანილ იქნეს საბოლოო დასკვნები და მიღებული შედეგების ანალიზი.

უნდა ვერიდოთ მრავალსიტყვიანობას, ზედმიწევნით დაწვრილებით თხრობას. თეორიული დასაბუთებანი მხოლოდ ისეთი მოცულობითაა საჭირო, რომ ცხადად აშუქებდეს მუშაობის ექსპერიმენტულ მხარეს და შედეგებს.

მაგრამ რასაკვირველია, არც ძლიერ მოკლედ და ზედმიწევნით შემოკლებულად წერაა მისაღები.

ამ საკითხზე საკიროდ მიგვაჩნია მოვიყვანოთ პროფ. ა. სიდოროვის წიგნიდან „Основные принципы проектирования и конструирования машин“, შემდეგი საინტერესო ადგილი: „Есть две манеры изложения. Можно излагать кратко, и можно излагать подробно. Есть поклонники краткого изложения; я припоминаю афоризм старинного профессора Чеботарева: „Пространну быть легко, но в немногих словах все нужное заключить есть искусство трудное, которым владеют немногие“. Я враг краткого изложения...., В подтверждение моей мысли о том, что „краткость“ к добру не ведет и нуждается в последующей „подробности“, позволю себе привести два примера.

1. „Кратко“ написанное сочинение великого Ньютона, „Philosophiæ naturalis principia mathematica“ прочло только четыре человека, и лишь когда к нему были написаны комментарии, оно сделалось доступным более широким кругам публики.

2. Когда великий Лаплас издавал свою „Небесную механику“, Био обратился к нему с просьбой—выслать ему листы по мере выхода, настолько он ею интересовался. Лаплас исполнил его просьбу и между ними завязались дружеские сношения. Но Био постоянно приходил к Лапласу и просил объяснить, откуда получилась та или другая формула, так как вывод ее в тексте изложен слишком кратко, и сам он его проделать не в состоянии. И вот нередко, случалось что и сам Лаплас, хорошо помнивший этот вывод в то время, когда он писал книгу, забывал его, и ему стоило не малого труда опять припомнить и восстановить этот вывод. Где же читать такую „краткую“ книгу рядовому читателю?—

### გაზომვას ხახეები

რაიმე სიდიდის გაზომვა ნიშნავს მის შედარებას ისეთივე საბის სიდიდესთან, რომელიც პირობით მიღებულია, როგორც ერთეული.

გაზომვა შეიძლება ან უშუალო გზით, ე. ი. გაზომილი სიდიდის შედარებით გაზომვის ერთეულად შერჩეულ სიდიდესთან ან არაპირდაპირი გზით.

უშუალო გაზომვებს ეკუთვნის ისეთი გაზომვა, რომლის შედეგად საძიებელი სიდიდე მიიღება უშუალო გაზომვის საფუძველზე.

ასეთი გაზომვების დროს სიდიდის საძიებელი მნიშვნელობა უნდა განესაზღვროთ ან უშუალოდ ერთეულებთან მისი შედარებით ან ხელსაწყოებით, რომლებიც დაგრადუირებულია დაწესებულ ერთეულებში.

უშუალო გაზომვებს ეკუთვნის, მაგალითად, სიგრძის გაზომვა დანაყოფებიანი შიშვით, წონის გაზომვა სასწორით, დროს გაზომვა საათით, ტემპერატურის—თერმომეტრით, დენის ძალისა—ამპერმეტრით და სხვ.

არაპირდაპირი მეთოდით გაზომვის დროს საძიებელი სიდიდე გამოითვლება სხვა დამხმარე სიდიდეთა უშუალო გაზომვით, და საძიებელ და გაზომილ სიდიდეებს შორის არსებული ანალიზური დამოკიდებულების საფუძველზე. მაგალითად, ძრავის ეფექტური სიმძლავრე განისაზღვრება ძრავის მატრუნებელი მომენტისა და ბრუნთა რიცხვის უშუალო გაზომვით და შემდეგი დამოკიდებულების გამოყენებით.

$$N_e = \frac{Mn}{716,2}$$

ყველაზე მოხერხებული და უმჯობესია ხელსაწყოზე უშუალო ათვლის მეთოდით გაზომვა, მაგრამ ზოგ შემთხვევაში იმის გამო, რომ უშუალოდ გასაზომი სიდიდის მაჩვენებელი ხელსაწყოები არ მოგვეპოვება, გამოიყენება არაპირდაპირი მეთოდი.

საჭიროდ მიგვაჩნია აქვე აღვნიშნოთ გაზომვების კიდევ ერთი კლასიფიკაცია, რომელსაც პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს: 1) ლაბორატორიული გაზომვები და 2) ტექნიკური გაზომვები.

ლაბორატორიული გაზომვები გულისხმობს ისეთ გაზომვებს, რომელთა შესრულების დროს წარმოებს გაზომვების სიზუსტის აღრიცხვა და მათი გაანგარიშება, ხოლო ტექნიკური გაზომვებისათვის წინასწარ იღება განსაზღვრული სიზუსტე, რომელიც ამა თუ იმ პრაქტიკული მიზნისათვის საკმარისია.

ვინაიდან ძრავების გამოცდა გულისხმობს ცალკეული დამახასიათებელ პარამეტრთა ლაბორატორიულ გაზომვებს, ამიტომ, როგორც წესი, აუცილებელია, რომ საავტოტრაქტორო ძრავების გამოცდების დროს აღრიცხულ და გაანგარიშებულ იქნეს მისი მუშაობის დამახასიათებელი პარამეტრების გაზომვის სიზუსტე.

### გაზომვის სიზუსტე და ცდომილება

როგორც ცნობილია, ექსპერიმენტული გაზომვების წარმოების დროს იქმნება ერთგვარი შეზღუდულობა, რის გამოც არ შეიძლება ზუსტი შედეგის მიღება ცდომილებების გარეშე. გაზომვის ეს ცდომილებები იწვევენ გასაზომი სიდიდის რიცხობრივ მნიშვნელობაში ნამდვილ ციფრთა რიცხვის შეზღუდვას და განსაზღვრავენ გაზომვის სისწორის, სიზუსტესა და ვარგისიანობას. გაზომვის შედეგები ყოველთვის გამოისახება მიახლოებითი რიცხვებით, რადგანაც, თუმცა ცდომილებათა დაძლევა შეადგენს ზუსტი გაზომვების ტექნიკის ძირითად ამოცანას, მაგრამ გაზომვის სიზუსტე არ შეიძლება უსაზღვროდ გაიზარდოს.

მუდმივი ან გარკვეული კანონზომიერებით ცვალებადი ცდომილებები, ე. წ. სისტემატური ცდომილებები გავლენას ახდენენ და ამახინჯებენ გაზომვის შედეგებს, მაგრამ ეს გავლენა შეიძლება მოისპოს ექსპერიმენტული გზით შემასწორებელი კოეფიციენტების გამოყენებით ან დაკვირვების გარკვეული მეთოდიკით.



სისტემატური ცდომილებების არსებობა განსაზღვრავს გაზომვის სისწორეს. გაზომვის შედეგები იმდენად სწორია, რამდენადაც ისინი არაა დამახინჯებული სისტემატური ცდომილებებით და მით უფრო სწორია, რაც უფრო მცირეა ეს ცდომილებები.

თავისი სიდიდითა და ბუნებით განუსაზღვრელი ცდომილებები, რომელთაგან თითოეულის წარმოშობა არ ექვემდებარება რაიმე კანონზომიერებას, ე. ი. შემთხვევითი ცდომილებები—არ შეიძლება გამორიცხულ იქნენ ექსპერიმენტულად, მაგრამ მათი გავლენა შედეგებზე, შეიძლება შემციირდეს და აღრიცხულ იქნეს თეორიულად, თუ გამოვიყენებთ დაკვირებათა შედეგების დამუშავების მათემატიკურ ხერხებს.

შემთხვევითი ცდომილებების არსებობა განსაზღვრავს გაზომვების სიზუსტეს. გაზომვის შედეგები იმდენად ზუსტია, რამდენადაც ისინი არაა დამახინჯებული შემთხვევითი ცდომილებებით და მით უფრო ზუსტია, რაც მეტი საფუძველი გვაქნება, რომ ამ ცდომილებების სიდიდე მეტად მცირედ ჩათვალოთ.

უბეში ცდომილებები, ე. ი. ისეთი ცდომილებები, რომლებიც აშკარად ამახინჯებენ გაზომვების შედეგებს, განსაზღვრავენ გაზომვების ვარგისიანობას. დაკვირვებები ან გაზომვები, რომლებიც შეიცავენ უბეშ შეცდომებს, ამოღებული უნდა იქნენ დამუშავების პროცესიდან.

მაშასადამე, გაზომვის შედეგად მიღებული ყოველგვარი რიცხვი იძლევა გასაზომი სიდიდის მხოლოდ მიახლოებით მნიშვნელობას. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს საზომი ბელსაწყობისა და ჩვენი გრძნობების ორგანოთა არასრულქმნილობა და თვით გასაზომ ობიექტთა ერთგვარი განუსაზღვრელობა. მაგალითად, ორ წერტილს შორის მონაკვეთის სიგრძე სრულიად განსაზღვრული იქნება თუკი გვექნება ორი მათემატიკური წერტილი; პრაქტიკაში კი ჩვენ საქმე გვაქვს ცოტად თუ ბევრად უაეშ ნაჩნევებთან ან მონაკვეთის დაბოლოვებებთან, რის გამოც მისი სიგრძის გაზომვა მიახლოებით შედეგს გვაძლევს.

გაზომვის სიზუსტის საზომს წარმოადგენს ის ცდომილება, რომელიც აბასიათებს ან რომლითაც მიიღება გასაზომი სიდიდე.

სიდიდის გაზომვით მიღებულ მნიშვნელობასა და მისი ნამდვილი მნიშვნელობის შორის სხვაობას, გაზომვის აბსოლუტური ცდომილება ეწოდება, ხოლო ნამდვილ მნიშვნელობასა და გაზომვით მიღებულ მნიშვნელობას შორის სხვაობას უწოდებენ გაზომვის შეცდომებას. მათ შეიძლება ქონდეს დადებითი ან უარყოფითი ნიშანი.

აბსოლუტური ცდომილების შეფარდებას გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობასთან გაზომვის ფარდობითი ცდომილება ეწოდება.

თუ გასაზომი სიდიდის ნამდვილ მნიშვნელობას აღვნიშნავთ  $a$  ასოთი, ხოლო გაზომვით მიღებულ მნიშვნელობას კი  $a_1$ -ით, მაშინ აბსოლუტური ცდომილება იქნება:

$$\Delta a = a_1 - a.$$

ხოლო ფარდობითი ცდომილება პროცენტობით გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\frac{\Delta a}{a} 100 = \frac{a_1 - a}{a} 100.$$

მაგალითი: თუ ნამუშევარი აირების ტემპერატურის სიდიდე გაზომვის შედეგად მივიღეთ  $t_1 = 500^\circ\text{C}$ , ხოლო მისი ნამდვილი სიდიდეა  $t = 450^\circ\text{C}$ ; მაშინ გაზომვის აბსოლუტური ცდომილება იქნება:

$$\Delta t = t_1 - t = 500 - 450 = 50^\circ,$$

ხოლო ფარდობითი ცდომილება:

$$\frac{\Delta t}{t} \cdot 100 = \frac{50}{450} \cdot 100 = 11\%.$$

ფარდობითი ცდომილებების გამოთვლა ხელსაყრელია იმ შემთხვევაში, როდესაც გვინდა ერთმანეთს შევადაროთ ერთნაირი ან სხვადასხვა სახის ცალკეულ სიდიდეთა გაზომვები, თუ რამდენად ზუსტადაა განსაზღვრული ესა თუ ის სიდიდე.

მაგალითად, დავუშვათ, რომ გაზომვით მიღებული გვაქვს შემდეგი სამი სიდიდე:

1) ძრავის ეფექტური სიმძლავრე  $N_e = 57,2 \pm 0,8$  ც. დ.,

2) საწვავის კუთრი ხარჯი  $\xi_e = 235 \pm 12 \frac{\text{გრ}}{\text{ც. დ. ს.}}$ ,

3) ძრავის ბრუნთა რიცხვი  $n = 1250 \pm 5$  ბრ/წ.

განესაზღვროთ ფარდობითი ცდომილებები:

$$\frac{\Delta N_e}{N_e} = \frac{0,8}{57,2} = 0,014 \text{ ანუ } 1,4\%.$$

$$\frac{\Delta \xi_e}{\xi_e} = \frac{12}{235} = 0,051 \text{ ანუ } 5,1\%.$$

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{5}{1250} = 0,004 \text{ ანუ } 0,4\%.$$

თუ მიღებულ შედეგებს ერთმანეთს შევადარებთ, ადვილად დავარწმუნდებით, რომ ყველაზე მეტი სიზუსტით განსაზღვრულია ძრავის ბრუნთა რიცხვი, ხოლო ყველაზე ნაკლები სიზუსტით — საწვავის კუთრი ხარჯი.

ასევე ადვილია ერთი და იგივე სახის სიდიდის ცალკეულ გაზომვათა შედარება. დავუშვათ, რომ სხვადასხვა ძრავის სიმძლავრის გაზომვით მიღებული გვაქვს შემდეგი მონაცემები:

1)  $12,55 \pm 0,25$ ;

2)  $57,1 \pm 0,2$ ;

3)  $100 \pm 5$ .

განესაზღვროთ ფარდობითი ცდომილებები:

$$1) \frac{0,25}{12,55} = 0,02 \text{ ანუ } 2\%;$$

$$2) \frac{0,2}{57,1} = 0,0035 \text{ ანუ } 0,35\%;$$

$$3) \frac{5}{100} = 0,05 \text{ ანუ } 5\%.$$

ცხადია, რომ ყველაზე მეტი სიზუსტით განსაზღვრული ყოფილა მეორე ძრავის, ხოლო ყველაზე ნაკლები სიზუსტით—მესამე ძრავის სიმძლავრე.

გაზომვის ცდომილებები, იმის მიხედვით თუ რისგანაა ისინი გამოწვეული, შეიძლება იყოს ინსტრუმენტული, სუბიექტური და გარეშოს ცდომილება.

ინსტრუმენტული ცდომილება შეიძლება გამოწვეულ იქნეს გაზომვის დროს გამოყენებული ხელსაწყოებისა და ინსტრუმენტების არასრულქმნილობით. მაგალითად, როგორი სიზუსტითაც კი არ უნდა დამზადდეს მიკრომეტრის კუთხვილი, მისი მოსაზღვრე ხეიის ბიჯებს შორის განსხვავება მაინც იქნება, ხრახნს ექნება ღრეჩო; მართალია, მათ შორის განსხვავება მცირე იქნება, მაგრამ გაზომვის დროს რალაც ცდომილებას მაინც მივიღებთ.

სუბიექტური ცდომილებები დამოკიდებულია დამკვირვებლის გრძობა-თა ორგანოებზე. მაგალითად, წაშშომით დროს ათვლის შემთხვევაში შეიძლება ერთმა დამკვირვებელმა ოდნავ ადრე ჩართოს ან გამორთოს წაშშომი, ვიდრე მეორემ, რის გამოც მივიღებთ გარკვეულ ცდომილებას.

გარემოს ცდომილებებს იწვევს ტემპერატურა, ბარომეტრული წნევა, ჰაერის ტენიანობა, განათება და სხვ.

ცდომილებები შეიძლება დაეყოს ორ ჯგუფად: სისტემატური და შემთხვევითი ცდომილებები.

სისტემატურ ცდომილებად ითვლება ისეთი ცდომილებები, რომლებიც დაპირობებულია ერთი და იმავე მიმართულებით მოქმედი, განსაზღვრული და მუდმივი მიზეზებით. მაგალითად, თუ სიგრძის გასაზომად ჩვენ ვსარგებლობთ მილიმეტრიანი შიშვით, რომლის დანაყოფები, ნორმალურთან შედარებით, ოდნავ მოკლეა, მაშინ ჩვენ სულ მუდამ მივიღებთ გაზრდილ შედეგს. ცხადია, ასეთი ცდომილება იქნება ინსტრუმენტულ-სისტემატური ცდომილება.

სისტემატურ ცდომილებებს ეკუთვნის ცდომილებები, რომლებიც მიიღება:

- ა) საზომ ხელსაწყოთა არასაკმარისი სიზუსტით;
- ბ) გაზომვის მეთოდების არასრულქმნილობით;
- გ) ექსპერიმენტატორის პირადი თვისებების შედეგად.

ასეთი ცდომილებები, გაზომვის შედეგების დამუშავების დროს უნდა მოვსპოთ შესაფერისი შესწორებების შეტანით. აშკარაა, რომ გაზომვის შესწორება შესაბამება ცდომილების სიდიდეს შებრუნებული ნიშნით.

ამგვარად, გასაზომი სიდიდის ნამდვილი მნიშვნელობის მისაღებად, ხელსაწყოს ჩვენებას უნდა დაეუმატოთ აბსოლუტური ცდომილება შებრუნებული ნიშნით. მაგალითად, თუ წნევის გაზომვის დროს მანომეტრი გვიჩვენებს 4 ატ., ხოლო ნამდვილი წნევა უდრის 4,25 ატ., მაშინ გაზომვის აბსოლუტური ცდომილება იქნება:  $4,00 - 4,25 = -0,25$  ატ. ხელსაწყოს ცდომილების შესწორების გამოყენებით, მივიღებთ წნევის ნამდვილ მნიშვნელობას  $4,00 + (+0,25) = 4,25$  ატ.

ხელსაწყოს ცდომილება განისაზღვრება მისი შემოწმებით—ტარირებით, რომლის შედეგს უფრო მეტი მოხერხებულობისათვის ხშირად გამოვსახავთ მრუდის ან გრაფიკის სახით.

თუ გაზომვების დროს წინასწარ იქნა მიღებული სათანადო ღონისძიებები სისტემატური ცდომილებების ასაცილებლად და მიუხედავად ამისა ერთი და იგივე სიდიდის განაზომები მაინც ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან თავისი რიცხვითი მნიშვნელობებით (უკანასკნელ გამოვსახველ ციფრებში), ეს გვიჩვენებს, რომ გაზომვების დროს არსებობდა რალაც შემთხვევითი ცდომილებები.

ამგვარად, სისტემატური ცდომილებების მოსპობის შემდეგ რჩება შემთხვევითი ცდომილებები, რომლებიც დაპირობებულია ცვალებადი და ძნელად აღსარიცხი მიზეზებით. მათი არსებობა მტკიცდება იმით, რომ ერთი და იგივე პირისა და ერთი და იმავე ხელსაწყოს დახმარებით ერთი და იგივე ობიექტის რამდენჯერმე გაზომვის შედეგი მიიღება სხვადასხვა.

ვინაიდან შემთხვევითი ცდომილებების მიზეზები და ხასიათი გაურკვეველია, ამიტომ მათი წინასწარი გამორიცხვა ან აცილება ექსპერიმენტულადც კი არ შეგვიძლია; მაგრამ მიუხედავად ამისა, მაინც არსებობს შესაძლებლობა, რომ შეფასდეს მათი მნიშვნელობა, აღირიცხოს მათი გავლენა გაზომვების შედეგებზე და ამის მიხედვით ვიმსჯელოთ შედეგის სიზუსტეზე.

თუ ცალკეული გაზომვების შედეგები ერთ და იგივე რიცხობრივ მნიშვნელობას იძლევა, არ უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს შემთხვევითი ცდომილებების არარსებობას მოწმობს; პირიქით, აქ უფრო უნდა დაეკვიდეთ, რომ ან ადგილი ჰქონდა დაშევირებლის ტენდენციას—ხელოვნურად მიეღო „გათანაბრებული“ შედეგი ან ხელსაწყოს არ ახასიათებს სათანადო მგრძობიარობა.

ამგვარად, არც ზედმეტად განსხვავებული და არც „გათანაბრებული“ შედეგები არაა დამაკმაყოფილებელი. კარგად შესრულებული გაზომვების შედეგებში ყოველთვის იქნება მცირე განსხვავება შემთხვევითი ცდომილებების უქვევლი არსებობის გამო.

გაზომვით მიღებულ შედეგზე შემთხვევითი ცდომილებების გავლენის შემცირების მიზნით საჭიროა საძიებელი სიდიდე გავზომოთ მრავალჯერ და მიღებული შედეგებიდან ავიღოთ საშუალო არითმეტიკული.

დაეუშვათ, რომ რალაც სიდიდის, რომლის ნამდვილი მნიშვნელობაა  $a$ ,  $n$ -ჯერ გაზომვით მიღებულია მნიშვნელობები  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ; მაშინ საძიებელი სიდიდის ყველაზე საეგებისო მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით

$$a_0 = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} = \sum \frac{a_i}{n};$$

გასაზომი სიდიდის ამ საშუალო მნიშვნელობის ცდომილება ხასიათდება, ე. წ. საშუალო კვადრატული ცდომილებით  $\Delta a_0$ , ან ე. წ. საეგებისო ცდომილებით  $\Delta a'_0$ .

საშუალო მნიშვნელობის საშუალო კვადრატული ცდომილება განისაზღვრება ფორმულით:

$$\Delta a_0 = \sqrt{\frac{(a_0 - a_1)^2 + (a_0 - a_2)^2 + \dots + (a_0 - a_n)^2}{n(n-1)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(\Delta a_1)^2 + (\Delta a_2)^2 + \dots + (\Delta a_n)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta a_i^2}{n(n-1)}}$$

ფარდობითი საშუალო კვადრატული ცდომილება, გამოსახული პროცენტობით, იქნება:

$$\frac{\Delta a_0}{a_0} 100\%$$

ამგვარად, გაზომვის შედეგი შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი სახით:

$$a = a_0 \pm \Delta a_0$$

ალბათობის თეორიის მიხედვით, გაზომვების დიდი რაოდენობის დროს, საშუალო მნიშვნელობის საეგებისა ცდომილება უდრის საშუალო კვადრატული ცდომილების 2/3-ს, ე. ი.

$$\Delta a'_0 = 2/3 \Delta a_0$$

**მაგალითი:** დაეუშვათ, რომ ძრავის ცილინდრში საშუალო ინდიკატორული წნევის განსაზღვრისათვის აღებული იყო ხუთი ინდიკატორული დიაგრამა, რომელთა დამუშავებით მიღებულია საშუალო ინდიკატორული წნევების შემდეგი მნიშვნელობები (კგ/სმ<sup>2</sup>): 7,50; 7,60; 7,45; 7,30; 7,35.

თუ ცდომილებების ზუსტი აღრიცხვა საჭირო არაა, ჩვენ ამ შედეგებს პირდაპირ ვაღარებთ და შევამჩნევთ, რომ მთელების ციფრი ყველგან ერთნაირია, ხოლო მეთოდები (5, 6, 4, 3, 3) სხვადასხვაა. ამიტომ ვიღებთ მათ საშუალოს და დაეამარგვალებთ მას მეთადამდე მიღებული რიცხვი 7,4 კგ/სმ<sup>2</sup> იქნება საძიებელი საშუალო ინდიკატორული წნევის მნიშვნელობა მეთოდების სიზუსტით.

როდესაც საჭიროა ჩატარებული გაზომვების მეტი სიზუსტე (თუ რა თქმა უნდა, ამის საშუალებას გამოყენებული ხელსაწყოები გვაძლევს) და ცდომილებების გარკვევა, მაშინ გამოვთვლით ცდომილების სიდიდეს ფორმულით:

$$\Delta a_0 = \sqrt{\frac{\sum \Delta a_i^2}{n(n-1)}}$$

გამოთვლები შეიძლება მოვათავსოთ ქვემოთყოფილ ცხრილში.

ცხრილის მესამე სვეტის შევსების შემდეგ საჭიროა შემოწმება. თუ ცალ-ცალკე სხვაობებს ( $a_0 - a_i$ ) უარყოფითი და დადებითი ნიშნებით შეეკრებთ, მათი ჯამი თავისი აბსოლუტური სიდიდეებით ერთმანეთის ტოლი უნდა იყოს. ჩვენ შემთხვევაში ყველა დადებითი გადახრის ჯამი +0,23 და უარყოფითი გადახრების ჯამი -0,23 თავისი აბსოლუტური სიდიდეებით ერთმანეთის ტოლია.

გახორციელები j	$a_j$	$a_j - a_j$	$(a_j - a_j)^2$	
1	7,50	-0,06	0,0036	საშუალო არითმეტიკული
2	7,60	-0,16	0,0256	$\left  a_0 = \frac{\sum a_j}{n} = \frac{37,2}{5} = 7,44. \right.$
3	7,45	-0,01	0,0001	
4	7,30	+0,14	0,0196	$\Delta a_0 = \sqrt{\frac{\sum \Delta a_j^2}{n(n-1)}} =$ $= \sqrt{\frac{0,0570}{5(5-1)}} = 0,0173;$ $\Delta a_0 \approx 0,02 \text{ კგ/სმ}^2.$
5	7,35	+0,09	0,0081	
ჯამი	$\sum a_j = 37,2$		0,0570	საძიებელი საშუალო ინდიკატორული წნევა იქნება: $p_i = 7,44 \pm 0,02 \text{ კგ/სმ}^2.$

კვლევით მუშაობაში ხშირად საჭიროა ახალი საკითხის გამოკვლევა. ასეთ შემთხვევებში ზოგჯერ გადამეტებულ სიზუსტეს შედეგისათვის შიშვენიერ მნიშვნელობა აქვს და ის არ წარმოადგენს იმის დამადასტურებელს, ფიქვს შედეგში არ არის ცდომილება.

ერთმანეთისაგან უნდა განვასხვავოთ სიზუსტისა და სისწორის ცნებები. სრულიად უსაფუძვლო იქნება, მაგალითად, ბენზინის აწონა ღია ქურჭელში 0,1 გ სიზუსტით ან იმავე ბენზინის თვისებების დეტალური და ზუსტი გამოკვლევა, თუკი არ ვიცით ბენზინის ნიმუშის წარმოშობის ცნობები.

ტყუილად დაკარგავთ დროს აგრეთვე თუ, მაგალითად, საწვავის კუთრი წონის განსაზღვრას დიდი გულდასმითა და სიზუსტით მოვიწოდებთ ზედმიწევნით ზუსტი სასწორის გამოყენებით და ამავე დროს გამოვიყენებთ და ვიძულებთ შეუმოწმებელი თერმომეტრებითა და საწონებით.

დროის ფუჭი დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია, რომ სწორი შესაბამისობა იყოს ობიექტის გაზომვის ხერხსა, ხელსაწყოს მგრძობიარობასა და შესაძლო სიზუსტეს შორის. ამის შესაბამისად დასაშვებია ობიექტის გაზომვის მეთოდის მგრძობიარობის შემცირება, თუ საჭირო არაა დიდი სიზუსტე. მაგალითად, თუ საჭიროა საწვავის საზომი ავზის მოცულობის განსაზღვრა 1% მიახლოებითი სიზუსტით, მაშინ შესაძლებელია გამოვიყენოთ წყალსადენის წყალი და ზრეზულებრივი ტექნიკური სასწორი.

ზოგ შემთხვევაში ცვალებადი სიდიდეების გაზომვის დროს მეთოდის მგრძობიარობის შემცირებით, შეიძლება ზუსტ შედეგს მივაღწიოთ.

მაგალითად, ძრავის მუშაობის დროს, მისი სიმძლავრე სადროსელო მისაფარის უცვლელი მდგომარეობის დროსაც არაა მუდმივი და ის უმნიშვნელო სიდიდით მერყეობს თავისი საშუალო მნიშვნელობის მახლობლად. თუ მუბრუქზე დაეყენებთ დიდი მგრძობიარობის საწორს, რომლის თავისუფალი რხევების სიხშირე მაღალი იქნება, მაშინ მისი ისარი მუდამ მოძრაობაში იქნება და ანათელის ალება გაძნელდება. ასეთ შემთხვევაში, თუ გამოვიყენებთ დამამშვიდებელს (დემპფერს)—ძრავის სიმძლავრის განსაზღვრის სიზუსტე გაიზარდება.

ასე, მაგალითად, თუ საწვავის კუთრი წონის განსაზღვრის დროს გამოვიყენებთ 100 სმ<sup>3</sup> მოცულობის ჭურჭელი და წონა მივიღებთ 75,152 გ, მაშინ კუთრი წონა უნდა აღვნიშნოთ არა 0,75152, არამედ 0,752, რადგანაც ჭურჭელში მოცულობის ათელის დროს 0,1 სმ<sup>3</sup>-ის სიზუსტეს ვერ მივალწევთ და, მაშასადამე, აწონაც 0,001 გ სიზუსტით მოსახერხებელი არ იქნება და შეგდევი ნიშნების მიწერა კუთრი წონის გამომსახველ რიცხვზე წრომისა და დროს ფუჟი დახარჯვა იქნება.

სამწუხაროდ პრაქტიკაში ხშირად ვხვდებით ასეთ შემთხვევებს და ამ შეცდომას ბევრი უშევს (იხ. თავი IV § 5 ჰაერის მარჯის განსაზღვრის კონკრეტული მაგალითის დასასრულს—შენიშვნა).

საშუალო არითმეტიკულის გამოთვლის დროსაც უნდა გვახსოვდეს, რომ საშუალო არითმეტიკულის გამოყვანა აუცილებლად უნდა მოხდეს უშუალოდ გაზომვით მიღებული შედეგებიდან და არა ამ შედეგების საფუძველზე გამოთვლილი სიდიდეების მიხედვით.

ასეთი მეთოდი არა მარტო მოსახერხებელია, არამედ თეორიულადაც უფრო სწორი მეთოდია.

ზოგჯერ საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა გამოყავთ მძიმის შემდეგ უფრო მეტი რიცხვის ნიშნებით, ვიდრე საწყისი მონაცემებია, რაც რასაკვირველია, სწორი არაა. საწყის მონაცემებზე უფრო ზუსტი შედეგის მიღება საერთოდ არ შეიძლება.

მაგალითად, თუ გვაქვს საწყისი მონაცემები გაზომილი მეთოდების სიზუსტით: 11,4; 11,5; 11,6; 11,7; 11,4; 11,5, მაშინ საშუალო არითმეტიკულის მნიშვნელობა უდა ავიღოთ

$\frac{69,1}{6} = 11,5$  და არა 11,5166 ან 11,51, როგორც ამას ზოგჯერ პრაქტიკაში აკეთებენ.

არაპირდაპირი მეთოდებით გაზომვების შემთხვევაში ცდომილებების განსაზღვრა ექვემდებარება შემდეგ დებულებებს:

ა) ჯამის ფარდობითი ცდომილება უდრის ცალკეულ შესაკრებთა აბსოლუტურ ცდომილებათა ჯამს გაყოფილს შესაკრებთა ჯამზე, თუ  $y = a + b$ , მაშინ,  $\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta a + \Delta b}{a + b}$ ;

ბ) სხვაობის ფარდობითი ცდომილება უდრის ცალკეულ წევრთა ცდომილებების ჯამს გაყოფილს ამ სხვაობაზე, თუ  $y = a - b$ , მაშინ  $\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta a + \Delta b}{a - b}$

უკანასკნელი ფარდობა  $\frac{\Delta a + \Delta b}{a - b}$  შეიძლება მეტად დიდი მივიღოთ.

თუკი  $a$  და  $b$  სიდიდეები ერთნაირი რიგისაა. ამიტომ, როდესაც რომელიმე სიდიდე იზომება ერთი და იმავე რიგის ორი სიდიდის სხვაობით, აუცილებელია გაზომვების რაც შეიძლება დიდი სიზუსტით ჩატარება.

გ) ნამრავლის ფარდობითი ცდომილება უდრის ცალკეული სამრავლების ფარდობითი ცდომილებების აბსოლუტური სიდიდეების ჯამს. თუ  $y = abc$ ,

$$\text{მაშინ } \frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}.$$

დ) შეფარდების ფარდობითი ცდომილება უდრის მრიცხველისა და მნიშვნელის ფარდობითი ცდომილებების აბსოლუტური სიდიდეების ჯამს.

თუ  $y = \frac{a}{b}$ , მაშინ  $\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$ .

**შავალთი:** დაეუშვათ, რომ სამუხრუჭო დანადგარზე ძრავის გამოკიდის დროს უნდა განესაზღვროთ ძრავის სიმძლავრე ( $N_0$ ) და საწვავის საათური ხარჯი ( $G_0$ ). ამ უკანასკნელის განსაზღვრა ხდება საზომი ავზიდან გარკვეული მოცულობის საწვავის ხარჯვისათვის საკირო დროის ( $\tau$ ) მიხედვით.

ვთქვათ, რომ საწვავის ხარჯვის დრო იზომება ფარდობითი ცდომილებით  $\frac{\Delta \tau}{\tau} = 0,01$ ; სასწორის ჩვენების ფარდობითი ცდომილება  $\frac{\Delta P}{P}$

$$= 0,02, \text{ ხოლო ბრუნთა რიცხვის კი } \frac{\Delta n}{n} = 0,02.$$

როგორი იქნება საწვავის კუთრი ხარჯის განსაზღვრის ფარდობითი ცდომილება?

საწვავის საათური ხარჯი  $G_0 = \frac{C_1}{\tau}$  კგ/ს,

სადაც  $C_1$  არის მუდმივი სიდიდე დამოკიდებული საზომი ავზის მოცულობისა და საწვავის კუთრი წონისაგან.

$\tau$ —ხარჯვის დრო გაზომილი წამებში.

ძრავის ეფექტური სიმძლავრე განისაზღვრება გამოსახულებიდან:

$$N_e = C_2 P \cdot n,$$

სადაც  $C_2$  არის მუდმივი სიდიდე, დამოკიდებული მუხრუჭის მხარის სიგრძისაგან;

$P$ —სასწორის ჩვენება;

$n$ —მუხრუჭის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

მაშინ, საწვავის კუთრი ხარჯის გამოსახულებიდან;

$$k_e = \frac{G_0}{N_e} = \frac{C}{P \cdot \tau \cdot n},$$

სადაც  $C = \frac{C_1}{C_2}$  მუდმივი სიდიდეა.



კუთრი ხარჯის ფარდობითი ცდომილებისათვის გვექნება:

$$\frac{\Delta f_0}{f_0} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta \tau}{\tau} + \frac{\Delta n}{n} = 0,02 + 0,01 + 0,02 = 0,05.$$

ამგვარად, ამ გამოცდების შემთხვევაში საწყაის კუთრი ხარჯი განისაზღვრება 5% სიზუსტით.

გამოცდების დაწყებამდე წინასწარ აუცილებელია გამოყენებული დანადგარების, ხელსაწყოებისა და მეთოდის გათვალისწინებით დაედგინოს როგორც ცალკეულ სიდიდეთა გაზომვის საჭირო სიზუსტე, ისე საბოლოო შედეგის მნიშვნელობის მიღების შესაძლო სიზუსტე და ამის ნიადაგით ჩავატაროთ როგორც გამოცდების დროს გაზომვები, ისე შემდეგი გაანგარიშებები.

## § 5. ძრავების გამოცდის სტანდარტული მეთოდითა

### სტანდარტული განსაზღვრება

ГОСТ—2674—44-ის მიხედვით მიღებული და დაწესებულია საერთოდ შიგაწვის და, კერძოდ, საავტოტრაქტორო ძრავებისათვის სპეციალური განსაზღვრები. მაგალითად:

სამეცნიერო-კვლევითი გამოცდები წარმოადგენენ ძრავის გამოცდებს, რომლებიც ტარდება იმ მიზნით, რომ შესწავლილ იქნეს ძრავის მუშა პროცესი, მისი ცალკეული მექანიზმების (დეტალების) და დამამარე მოწყობილობების მუშაობა, გამოირკვეს ძრავის მუშაობის პირობების გავლენა შესაბამის მაჩვენებლებზე და მივიღოთ ახალი მონაცემები კონსტრუქციის გაუმჯობესებისათვის ან ახალი ძრავის დაპროექტებისათვის.

საკარხნო გამოცდები წარმოადგენს დამამზადებელ ქარხნის მიერ ძრავის გამოცდას, პროექტის ხარისხის შესამოწმებლად.

მისაღები გამოცდები, რომელსაც ატარებს დამამზადებელი ქარხნის წარმომადგენელი მიმღები ორგანიზაციის წარმომადგენელთან ერთად იმ მიზნით, თუ რამდენად შეესაბამება დამამზადებული ძრავი ტექნიკურ პირობებს. სერიული წარმოების დროს მისაღები გამოცდები შეიძლება იყოს ინდივიდუალური (თითოეული ძრავისათვის ცალკე) ან არჩევითი (სერიიდან ან ჯგუფიდან ერთი-ორი ძრავის გამოცდა).

სახელმწიფო გამოცდები, რომელსაც ატარებს სპეციალურად გამოყოფილი სახელმწიფო კომისია.

საკონტროლო გამოცდები, ე. ი. განმეორებითი გამოცდები ძრავის მუშაობის მაჩვენებლების შესამოწმებლად (მისი მთლიანი ან ნაწილობრივი დაშლის შემდეგ).

სასტენდო გამოცდები, როდესაც ძრავი იცდება სპეციალურ საგამოცდო დანადგარზე (სტენდზე).

საექსპლოატაციო გამოცდები, რომელიც ტარდება საექსპლოატაციო პირობებში, როდესაც ძრავი დაყენებულია იმ დანადგარზე (ტრაქტორზე ან ავტომობილზე), რომლისთვისაც ის განკუთვნილია.

გამოცდები ამუშავებაზე ტარდება ძრავის ამუშავების (გაშვების) სისწრაფის, საიმედობისა და მოხერხებულობის გამოსარკვევად.

გამოცდები მანევრებაზე მიზნად ისახავს ძრავის გამოცდის იმის გამოსარკვევად, თუ რამდენად სწრაფად და საიმედოდ იცვლება ძრავის სადატვირთო და სიჩქარიანი რეჟიმი და როგორ ეგუება ძრავი ამ ცვლილებას.

გამოცდები გამძლეობაზე ტარდება ძრავის რომელიმე ნაწილის მუშაობის ხანგრძლიობისა და გამძლეობის გამოსარკვევად.

მუშაობის რეჟიმი წარმოადგენს ძრავის მუშაობის ძირითად მაჩვენებელს, მუშაობაზე გაელენის მქონე ფაქტორთა და მისი თბური მდგომარეობის სიდიდეთა ერთობლიობას. იმ შემთხვევაში, თუ რომელიმე მაჩვენებელი (ან ფაქტორი) განიხილება როგორც ძირითადი, ხოლო დანარჩენი ფაქტორები მუდმივია ან მათ არ ვითვალისწინებთ, მაშინ განსახილველი მაჩვენებლის ხაზვასძის მიზნით, გამოიყენება ტერმინები: „ძრავის სადატვირთო რეჟიმი“, „ძრავის სიჩქარიანი რეჟიმი“, „ძრავის თბური რეჟიმი“ და სხვ.

მუშაობის დამყარებელი რეჟიმი გულისხმობს ძრავის მუშაობის მაჩვენებლის მუდმივობას (საშუალო მდგომარეობიდან დასაშვები გადახრების გათვალისწინებით).

ძრავის მახასიათებელი ეწოდება ძრავის მუშაობის რომელიმე ძირითადი მაჩვენებლის (ან მაჩვენებლების) დამოკიდებულებას მეორე მაჩვენებლისაგან (ან ფაქტორისაგან).

სიჩქარიანი მახასიათებელი წარმოადგენს სიმძლავრის, მბრუნებელი მომენტისა (ან საშუალო ეფექტური წნევის) და საწვავის ხარჯის დამოკიდებულებას ძრავის ბრუნთა რიცხვისაგან.

იმის გამო, რომ ცნება „სიჩქარიანი მახასიათებელი“ ხშირად იხმარება, ამ ტერმინისათვის შეიძლება დაშვებულ იქნეს მოკლედ „მახასიათებელი“. ძრავის მუშაობის პირობებისაგან დამოკიდებულებით მახასიათებლის ალების დროს ტერმინს შეიძლება დაემართოს დამატებითი განმსაზღვრელი (განმარტებითი) სიტყვები, რომლებიც აბასიათებენ ამ პირობებს, მაგალითად, „მახასიათებელი მთლიანი დროსელის დროს“ და სხვ.

სადატვირთო მახასიათებელი გამოსახავს საწვავის ხარჯის (საათური ან კუთრი) დამოკიდებულებას ძრავის სიმძლავრისაგან (მბრუნებელი მომენტის ან საშუალო ეფექტური წნევისაგან).

სარეგულაციო მახასიათებელი წარმოადგენს სიმძლავრის (მბრუნებელი მომენტის ან საშუალო ეფექტური წნევის) ბრუნთა რიცხვისა და საწვავის კუთრი ხარჯის (ან ერთ-ერთი ზემომოყვანილი ძირითადი პარამეტრის) დამოკიდებულებას რომელიმე მაჩვენებლის ან ფაქტორისაგან, რომელიც მოქმედებს ძრავის მუშაობაზე.

იმ მაჩვენებლის ან ფაქტორის აღსანიშნავად, რომელიც მოიზომება სარეგულაციო მახასიათებლის აბსცისთა ღერძზე, საჭიროა გამოვიყენოთ ამ ფაქტორის განმსაზღვრელი; მაგალითად: „სარეგულაციო მახასიათებელი ნარევის ხარისხის მიხედვით“, „სარეგულაციო მახასიათებელი ანთების წინსწრების მიხედვით“ და ა. შ.

დაყვანილი სიმძლავრე ეწოდება იმ სიმძლავრეს, რომელსაც განაერთარებდა ძრავი სხვა გარემო პირობებში, რომლებიც განსხვავდებიან გამოცდის პირობებისაგან.

ძრავის მუშაობის გარემო პირობებად ითვლება იმ გარემოს წნევა, ტემპერატურა და ტენიანობა, რომელშია იმყოფება ძრავი თავისი მუშაობის დროს.

საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების გამოცდებს ვატარებთ გარკვეული მეთოდების მიხედვით. იმის შესაბამისად, თუ რა მიზანს ისახავს გამოცდა და როგორი ხელსაწყოებია გამოყენებული, მეთოდიკა შეიძლება იყოს სხვადასხვა.

ქვემოთ სანიმუშოდ მოყვანილია სტანდარტული გამოცდების მეთოდიკა ГОСТ—491—41-ის მიხედვით.

### **ეკონომიურობისა და ეფექტურობის შესამოწმებელი გამოცდების მეთოდიკა**

სტანდარტული გამოცდები ითვალისწინებს:

- ა) ძრავის ამუშავებამდე წინასწარი სამუშაოების ჩატარებას;
- ბ) ძრავის მუშაობის მდგრადობის შემოწმებას;
- გ) სარეგულაციო გამოცდას;
- დ) ძრავის მუშაობის თანაბრობის შემოწმებას;
- ე) მინიმალურ ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრას;
- ვ) ძრავის გამოცდას სხვადასხვა დატვირთვის დროს;
- ზ) ძრავის გამოცდას სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვის დროს;
- თ) სტაციონარული სიმძლავრის განსაზღვრას;
- ი) დამზარე აგრეგატებზე დახარჯული სიმძლავრის განსაზღვრას;
- კ) გამოცდას ამუშავებაზე.

**შენიშვნა.** აბალი კონსტრუქციისა და მოდერნიზებული ძრავების გამოცდების დროს მუშაობის თანაბრობის შემოწმებამდე უნდა ჩავატაროთ ანთების წინსწრების საუკეთესო კუთხისა და გამომავალი წყლის ტემპერატურის განსაზღვრა.

გამოცდების დაწყებამდე ძრავი უნდა ვახუროთ მანამდე, სანამ კარტერში ზეთის ტემპერატურა და ცილინდრების პერანგიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურა არ მიაღწევს 70°C.

რომელიმე რეჟიმით მუშაობის დროს გაზომვების დაწყებამდე ძრავმა უნდა იმუშაოს ამ რეჟიმით არა ნაკლებ ერთი წუთისა; წყლისა და ზეთის ტემპერატურის გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

ყოველი ცდა უნდა ჩატარდეს იმ სიდიდის ცვალებადობის ორივე მიმართულებით, რომლის შესწავლა დასახულია ამ გამოცდით. ყველა ერთგვაროვანი ცდა უნდა ჩავატაროთ შეუწყვეტლად და თუ შესაძლოა ერთსა და იმავე დღეს.

სტანდარტის მიხედვით, გამოსაცდელმა ძრავმა უნდა გაიაროს ცივი და ცხელი გამოსახმარისება (მიმუშავება) არა ნაკლებ 60 საათი ბანგრძლიობით.

ძრავის ამ უშავებამდე წინასწარი სამუშაოების ჩატარება. გამოცდების დაწყებამდე საჭიროა შემდეგი სამუშაოების ჩატარება:

- ა) ყველა სარქველის მბიძგველებში ღრეჩოს დაყენება;
- ბ) ყველა სარქველის განაწილების ფაზების შემოწმება;
- გ) ყველა ცილინდრის კუმშვის ხარისხის განსაზღვრა;
- დ) წინსწრების მართვის ორგანოების ტარირება;
- ე) ფრქვევანის ნემსას აწევის დასაწყისის წნევის განსაზღვრა (ღიზელის ძრავებისათვის);

ვ) მაგნეტოს მწყვეტში ან დენის განმანაწილებელსა და სანთლის ელექტროდებს ზორის ღრეჩოს დაყენება;

ზ) რეგულატორის წეების სიგრძის შემოწმება და დაყენება;

თ) შეზეთვის სისტემის სარედუქციო სარქველის შემოწმება და დაყენება.

**შენიშვნა.** ახალი კონსტრუქციის ძრავის გამოცდების დროს დამატებით უნდა ჩავატაროთ წყლის პერანგისა და შეზეთვის სისტემის ტევადობის განსაზღვრა.

კუმშვის ხარისხის განსაზღვრა წარმოებს კუმშვის კამერის მოცულობაში ზეთის ჩასმით; ამ დროს გარანტირებული უნდა ვიყოთ, რომ ზეთი არ გაიპარება დეჟუშის რგოლებსა და სარქველებში და რომ კამერაში არ წარმოიქმნება ჰაერის ბუშტულები. აუცილებლობის შემთხვევაში დასაშვებია კუმშვის კამერის მოცულობის ნაწილ-ნაწილად გაზომვა.

ანთების წინსწრების მართვის ორგანოების ტარირება წარმოებს წინსწრების ბერკეტის მდგომარეობისაგან დამოკიდებულებით, წინსწრების კუთხის ცვალებადობის გრაფიკის აგებით. მრუდზე უნდა იყოს თანაბრად დაშორებული არა ნაკლებ ხუთი წერტილისა.

ღიზელის ძრავებში შეფრქვევის წინსწრების მართვის ორგანოების ტარირება წარმოებს ხელით ძრავის ნელი ბრუნვის დროს იმის მიხედვით, თუ რა მომენტში აიწეეს საწვავის დონე მინის მილში, რომელიც მიერთებული უნდა იყოს საწვავის ტუმბოს რომელიმე სექციაზე—დაშვირხნი მილსადენის მაგიერ.

ფრქვევანის ნემსას აწევის დასაწყისის შესაბამისი წნევა განისაზღვრება ცალკე ტუმბოზე, რომელსაც უკეთებენ მანომეტრს.

ძრავის მუშაობის მდგომარეობის შემოწმება. მდგრადობას ამოწმებენ წინასწარ გაზურებული ძრავის საათიანი გამოცდით, როცა ძრავის რეჟიმი მიმდინარეობს ნორმალურ ბრუნთა რიცხვის 0,6 ბრუნვებით, და მთლიანი დროსელის ან საწვავის ტუმბოს ლარტყის ისეთი მდგომარეობის დროს, რომელიც ნორმალურ მიწოდებას შეესაბამება.

გამოცდის განმავლობაში მუდმივი უნდა იყოს ზეთისა და გამომავალი წყლის ტემპერატურა და ყოველ ხუთ წუთში უნდა იზომებოდეს სათანადო პარამეტრები.

ასეთი გამოცდების დროს ძრავის მდგრადობის შეფასება ხდება:

- ა) საწვავის მიღებული რაოდენობის ხარჯვის მინიმალურ და მაქსიმალურ დროთა ფარდობით;

ბ) მზრუნავი მომენტის მინიმალურ და მაქსიმალურ მნიშვნელობათა ფარდობით.

ორივე ეს ფარდობა 0,95-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

სარეგულაციო გამოცდები. ნარევის ხარისხის მიხედვით კარბურატორიანი ძრავების სარეგულაციო გამოცდა წარმოებს საწვავის საათური ხარჯისაგან დამოკიდებულებით ეფექტური სიმძლავრის განსაზღვრით —  $N_e = f(G_u)$ .

საწვავის საათური ხარჯის ცელილება ხორციელდება კარბურატორის ეიკლებების შეცვლით, სპეციალურად მოწყობილ ნენსას საშუალებით ეიკლების მიხურვით ან რაიმე სხვა მექანიზმით, რომლითაც შესაძლებელი იქნება შეეცვალოთ საათური ხარჯი დროსელის მუდმივი გაღების პირობებში.

სარეგულაციო გამოცდები ძრავის მუშაობის შემდეგი რეჟიმების დროს წარმოებს:

ა) როცა დროსელი მთლიანად ღიაა და მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი  $n = 0,75 n_{\text{ნორმ}}$ ;

ბ) როცა ძრავის სიმძლავრე  $N_e = 0,75 N_{\text{ცნორმ}}$  და მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი  $n = 0,75 n_{\text{ნორმ}}$ ;

გ) როცა ძრავის სიმძლავრე  $N_e = 0,4 N_{\text{ცნორმ}}$  და მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი  $n = 0,4 n_{\text{ნორმ}}$ ;

დ) როცა ძრავის სიმძლავრე  $N_e = 0,3 N_{\text{ცნორმ}}$  და მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი  $n = n_{\text{მინ}} + 200$ .

შენიშვნა. ამ გამოცდების ყოველ რეჟიმზე (სხვადასხვა ხარჯისათვის) უნდა შევარჩიოთ ს.უკეთესო წინსწრების კუთხე, რაც ხდება წინსწრების ბერკეტის გადაკეცვადმოწყვის დროს ტაქომეტრზე სუბიექტური დაკვირვებით.

სატრაქტორო ძრავებზე სარეგულაციო გამოცდები ტარდება მხოლოდ ნორმალურ ბრუნთა რიცხვისა და დროსელის მთლიანი გაღების პირობებში.

შეფრქვეული წყლის რაოდენობის მიხედვით სარეგულაციო გამოცდები გამოისახება იმ მრუდით, რომელიც გამოხატავს მთლიანი დროსელისა და ნორმალურ ბრუნთა რიცხვის დროს სიმძლავრისა და საწვავის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას წყლის საათური ხარჯისაგან.

ამ გამოცდების დროს ბრუნთა რიცხვის რეგულატორი გამორთული უნდა იყოს. ანთების საუკეთესო წინსწრების კუთხე ყოველ ცალკე რეჟიმისათვის სუბიექტურად შეირჩევა.

წყლის შეფრქვევის საუკეთესო რეგულებად ითვლება ისეთი რეგულება, რომლის დროს წყლის საათური ხარჯი საწვავის მინიმალურ ხარჯს შეესაბამება. თუ საწვავის კუთრი ხარჯის მრუდს წყლის ხარჯის მრუდის სწორხაზოვანი მონაკვეთი შეესაბამება, მაშინ წყლის ოპტიმალური მიწოდება ისაზღვრება ამ მონაკვეთის მინიმალური აბსცისით, როცა ჯერ კიდევ შეუმჩნეველია ძრავის დეტონაციური ხმაური.

შეთბობის მიხედვით სარეგულაციო გამოცდები წარმოებს კარბურატორის ნორმალური რეგულაციის დროს იმავე რეჟიმზე, რომელზედაც ხდება კარბურატორის რეგულაცია. შეთბობის თითოეულ ხარისხისათვის ანთების წინსწრების კუთხე ოპტიმალური უნდა შევარჩიოთ.

**შენიშვნა.** მსგავსი სარეგულაციო გამოცდები ტარდება მხოლოდ ახალი კონსტრუქციისა და მოდერნიზებული ძრავებისათვის.

ღიზელის ძრავის რეგულაცია წარმოებს სადატვირთო მახასიათებლის მრუდით, რომელიც ართმეული იყო ნორმალურ ბრუნთა რიცხვის დროს.

ანთების ან საწვავის შეფრქვევის წინსწრების საუკეთესო კუთხეების განსაზღვრა. კარბურატორიანი ძრავებისათვის ანთებისა და ღიზელებისათვის საწვავის შეფრქვევის წინსწრების საუკეთესო კუთხეების განსაზღვრა წარმოებს სადროსელო მისაფარის ან ტუმბოს ლარტყის სამი მდგომარეობისათვის, რომლებიც შეესაბამება ძრავის ნორმალური სიმძლავრის 100%, 75% და 40% და თითოეულ მდგომარეობაში აიღება სამი ვარიანტი ბრუნთა რიცხვის 100%, 75% და 40% პირობებში.

გამოცდის დროს წარმოებს მბრუნავი მომენტის, ბრუნთა რიცხვისა და საწვავის საათური ხარჯის გაზომვა, როდესაც თანდათანობით ვზრდით წინსწრების კუთხეს სადროსელო მისაფარის ან ლარტყის მდგომარეობის მუდმივობის პირობებში.

გაზომვათა რაოდენობა უნდა გვქონდეს იმდენი, რომ თითოეულ სიჩქარითი რეჟიმზე და სადატვირთო რეჟიმზე მივიღოთ ეფექტური სიმძლავრის შვეთრად გამოსახული მაქსიმუმი. გაზომვათა რაოდენობა უნდა იყოს არა ნაკლებ 6-სა.

წინსწრების კუთხის ზედა ზღვარი განისაზღვრება ძრავში ხმაურის დონეებით.

**შენიშვნა.** ანთების წინსწრების დაყენება წარმოებს ხელით, ავტომატის არსებობის მიუხედავად.

თუ რეგულატორი ძრავს საშუალებას არ აძლევს იმუშაოს საწვავის მიწოდების 75% და 40%-ზე, მაშინ ცდები ტარდება ნორმალური ხარჯისათვის.

გამაგრებელი წყლის ოპტიმალური ტემპერატურის განსაზღვრა. გამაგრებელი წყლის ოპტიმალური ტემპერატურის განსაზღვრა წარმოებს წინასწარ გაბურებულ ძრავზე ნორმალურ ბრუნთა რიცხვის, საწვავის ნორმალური საათური ხარჯის, წინსწრების საუკეთესო კუთხისა და კარტერში ზეთის მუდმივი ტემპერატურის პირობებში (გადახრა დასაშვებია  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ).

გამოცდა ტარდება ძრავების გაგრილების სისტემაში ცივი წყლის მიუწოდებლად.

**შენიშვნა.** გამოცდის ხანგრძლიობა უნდა იყოს არა უმეტეს 30 და არა ნაკლებ 10 წუთისა; იმ შემთხვევაში, თუ გამოცდის 30 წუთის შემდეგ პერანგებიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურამ არ მიაღწია

95°C—გამოცდა დამთავრებულად ითვლება. თუ ტემპერატურამ აიწია 95°C-ზე ზევით 10 წუთზე უფრო ადრე, მაშინ აუცილებელია ცივი წყლის მიწოდება ავზში იმ ანგარიშით, რომ გამოცდის ანგრიძლიობა არ იყოს 10 წუთზე ნაკლები.

ცილინდრების მუშაობის თანაბრობის შემოწმება. ცალკეული ცილინდრების მუშაობის თანაბრობის შემოწმება წარმოებს საწვავის ნორმალური საათური ხარჯით, 0,75 ნორმალური ბრუნთა რიცხვით და წინსწრების ოპტიმალური კუთხით ძრავის მუშაობის დროს, როდესაც ძრავის თბური რეჟიმი დამყარებულია.

გამოცდა წარმოებს მუდმივ ბრუნთა რიცხვის პირობებში თითოეული ცილინდრის თანმიმდევრობითი გამორთვით და მბრუნავი მომენტის გაზომვით. დრო, რაც საჭიროა ცილინდრის გამორთვისა და პირვანდელ ბრუნთა რიცხვამდე ძრავის მიყვანისათვის, არ უნდა აღემატებოდეს ერთ წუთს. გამოცდა მეორდება სამჯერ.

მბრუნავი მომენტის საკონტროლო გაზომვები ყველა ცილინდრის მუშაობის დროს ერთნაირი უნდა იყოს. ფარდობა მბრუნავი მომენტის უმცირეს და უდიდეს მნიშვნელობებს შორის უნდა იყოს არა ნაკლებ 0,95.

მინიმალურ ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრა. მინიმალურ სამუშაო ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრა წარმოებს საწვავის ნორმალური მიწოდების, ოპტიმალური წინსწრების, გამაგრებელი წყლის ნორმალური ტემპერატურისა და ზეთის მუდმივი ტემპერატურის პირობებში. გამოცდა ხდება ძრავის მართვის ორგანოების უცვლელი მდგომარეობის დროს ბრუნთა რიცხვის თანმიმდევრობითი შემცირებით.

უქმი სვლის მინიმალურ ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრა წარმოებს საწვავის მინიმალური მიწოდებისა და წყლის არა უმეტეს 40°C ტემპერატურის პირობებში. ამ დროს მუხარუქი გამორთული უნდა იყოს.

ორივე შემთხვევაში 10 წუთიანი გამოცდის განმელობაში ბრუნთა რიცხვის გადახრა პირველსაწყისიდან არ უნდა აღემატებოდეს 50 ბრ/წ. მინიმალურ ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრა ამ ვადაის ვათვლისწინებით ხდება.

გამოცდა სხვადასხვა დატვირთვაზე. სხვადასხვა დატვირთვაზე გამოცდა ტარდება:

ა) კარბურატორიანი ძრავების—ნორმალურ რეგულირებაზე.

ბ) დიზელის ძრავების—საწვავის მიწოდების შემზღვეველის გარეშე.

სააეტომობილო ძრავების გამოცდა სხვადასხვა დატვირთვაზე წარმოებს ააუქეთესო პარამეტრების პირობებში:

ა) დიზელის ძრავებისთვის—ნორმალურ ბრუნთა რიცხვზე,

ბ) კარბურატორიანი ძრავებისთვის—0,75 ნორმალურ ბრუნთა რიცხვზე.

სატრაქტორო ძრავების გამოცდა ტარდება ნორმალურ ბრუნთა რიცხვზე.

გამოცდა ტარდება საწვავის ხარჯის თანდათანობითი გაზრდით უქმი სვლიდან, მუდმივ ბრუნთა რიცხვის დაცვით.

კარბურატორიან ძრავებში დატვირთვის ზედა ზღვარს ვალწვევთ დროსელის მთლიანი გაღებით, ხოლო დიზელებში— შავი გამობოლქვის დაწყებით.

**შენიშვნა.** მაქსიმალური შესაძლო დატვირთვის ყველ დიზელის ძრავი არ უნდა იმყოფებოდეს იმაზე მეტ სანს, რაც საჭიროა გაზომვისათვის. მაქსიმალური შესაძლო დატვირთვის მიღწევის შემდეგ ვიღებთ საკონტროლო წერტილებს, რომლებიც შეესაბამება მაქსიმალური საწვავის ხარჯის 0,75 და 0,40.

გამოცდის დროს წარმოებს საწვავის საათური ხარჯის, მბრუნავი მომენტის, ბრუნთა რიცხვის,—გამომავალი წყლის, კარტერის ზეთისა და ნამუშევარი აირების ტემპერატურების გაზომვები.

გამოცდის დროს უნდა ავიღოთ არა ნაკლებ 12 განაზომისა, რომლებიც თანაბრად იქნება განლაგებული საწვავის საათური ხარჯის მიხედვით.

გამოცდა სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვის დროს. ბრუნთა რიცხვის მიხედვით მახასიათებლის ართმევა წარმოებს შემდეგი ხელსაყრელი პარამეტრების პირობებში. კარბურატორიან ძრავებისათვის:

ა) მთლიანი დროსელის დროს (ნორმალური მახასიათებელი);

ბ) დროსელის სხვადასხვა მდგომარეობაში, როცა 0,75 ნორმალურ ბრუნთა რიცხვზე ძრავი იძლევა მთლიანი დროსელით სიმძლავრის 0,9; 0,75; 0,5 და 0,25.

დიზელის ძრავებისათვის—საწვავის მიწოდების მართვის ორგანოს ისეთ მდგომარეობებში, რომლებიც შეესაბამება:

ა) მაქსიმალურ სიმძლავრეს;

ბ) მაქსიმალური სიმძლავრის 0,9; 0,75; 0,5 და 0,25.

**შენიშვნა.** ნაწილობრივ მახასიათებლებს ვღებულობთ იმ შემთხვევაში, თუ რეგულატორი ამის საშუალებას გვაძლევს.

თითოეული მახასიათებლისათვის ბრუნთა რიცხვის ცვალებადობის ზღვრები უნდა იყოს მინიმალურიდან მაქსიმალურამდე. ურეგულატორო ძრავებისათვის სიმძლავრის მრუდის მაქსიმუმი მკვეთრად უნდა იყოს გამოსახული.

თითოეული მახასიათებლისათვის უნდა მივიღოთ არა ნაკლებ 6 წერტილისა, რომელიც ბრუნთა რიცხვის ცვალებადობის დიაპაზონში თანაბრად იქნება განლაგებული.

**შენიშვნა.** სატრაქტორო ძრავების ნორმალურ მახასიათებელზე ბრუნთა რიცხვის ნორმალურ და მაქსიმალურ მნიშვნელობებს შორის მიღებული უნდა იყოს არა ნაკლებ 6 წერტილისა.

დროსელის ან ლარტყის შესაბამის მდგომარეობაში აიღება ნორმალური საექსპლუატაციო მახასიათებელი.

გამოცდა სტაციონარული სიმძლავრის განსაზღვრისათვის. სტაციონარული სიმძლავრის განსაზღვრისათვის გამოცდა ტარდება ძრავის დამატებითი, ხელოვნური გაერილების გარეშე—ძრავის სტანდარტული რადიატორით, ვენტილატორით და შენობაში 30°C პირობებში (დასაწვებია გადახრა  $\pm 5^\circ$ ).



საეკთომობილო ძრავებისათვის სტაციონარული სიმძლავრის განსაზღვრა წარმოებს  $n=0,5n_{\text{ნომ}}$  და  $n=0,75n_{\text{ნომ}}$  პირობებში. სატრაქტორო ძრავებისათვის—მხოლოდ  $n=0,75n_{\text{ნომ}}$  პირობებში.

ამუშავეების შემდეგ ძრავს ეტვირთავენ, სანამ კარტერში ზეთის ტემპერატურა არ დამყარდება  $\leq 95^{\circ}\text{C}$ , ხოლო გამომავალი წყლის  $\leq 90^{\circ}\text{C}$ . ასეთი ტემპერატურების დროს ძრავის გამოცდა ტარდება 20 წუთის განმავლობაში.

**შენიშვნა.** წყლისა და ზეთის ტემპერატურის გადახრა დასაშვებია არა უმეტეს  $5^{\circ}\text{C}$ .

გამოცდა ამუშავეებაზე. ვარემოს დაბალი ტემპერატურების დროს ამუშავეებაზე გამოცდა ტარდება ახალი კონსტრუქციის ძრავებისათვის ან ისეთი ძრავებისათვის, რომლებიც განკუთვნილია პერიოდულ საკონტროლო გამოცდებისათვის.

ამუშავეებაზე გამოცდა—5-დან— $10^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურების ზღვრებში ტარდება პერანგებში გაუყინავე სითხის გამოყენებით, თუ ძრავი 20 საათის განმავლობაში იდგა  $0$ -დან— $10^{\circ}$  ტემპერატურულ პირობებში.

ძრავის ამუშავება წარმოებს საქარპნო ინსტრუქციის შესაბამისად იმ გამწვებები (ასამუშავებელი) მოწყობილობით, რითაც ქარანან მას უშვებს ექსპლოატაციასში.

გამოცდის დროს წამშზომით ხდება ფიქსირება თითოეული ოპერაციის ხანგრძლიობის (გამწვებები ძრავის ამუშავება, ელექტროსტარტერის მუშაობა და სხვ).

ამუშავების ხარისხის შეფასება წარმოებს იმ დროს მიხედვით (წამებში), რაც დაჭირდა ამუშავებას პირველი ოპერაციიდან ძრავის ამუშავებამდე.

**შენიშვნა.** ამუშავება უშედეგოდ ითვლება, თუ ასამუშავებელი მოწყობილობის ჩართვის შემდეგ ძრავი არ ამუშავედა 30 წამის განმავლობაში.

ამუშავებაზე გამოცდა შეორდება სამეჯერ. მაჩვენებლები შესაფასებლად იღება როგორც სამი ცდის საშუალო.

#### **ხანგრძლიობაზე (გამძლეობაზე) გამოცდის მეთოდოკა**

მიკრომეტრადე გამოცდებამდე. ხანგრძლიობაზე გამოცდების დაწყებამდე, ნორმალური გამოსახმარისების შემდეგ, უნდა გაეზომოთ ძრავის ძირითადი დეტალები. გაზომვის დროს მიხედვლობაში უნდა ვიქონიოთ შემდეგი მოსაზრებები:

გაზომვები  $0,005$  მმ-მდე სიზუსტით წარმოებს  $20^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის (დასაშვებია გადახრა  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) პირობებში.

გასაზომი დეტალები და საზომი ხელსაწყოები ამ ტემპერატურაზე უნდა იმყოფებოდეს გაზომვამდე არა ნაკლებ ერთი საათისა. გაზომვისა და აწონვის წინ დეტალები გულდასმით უნდა გაერეცხოთ ნაეთში, ცილინდრებისა და საკისრების რიგითი ნომრები იწყება მქნევეარას საწინააღმდეგო მხრიდან.

ცილინდრის მასრებს შიგა დიამეტრის მიხედვით ეზომავთ შემდეგ სარტყლებში:

- ა) სარტყელი, რომელიც ისაზღვრება ზედა რგოლის ქვედა ნაწიბურამდე—ზედა მკედარ წერტილში დგუშის მდებარეობის დროს;
- ბ) იგივე—მესამე რგოლით;
- გ) იგივე—ქვედა რგოლით;
- დ) სარტყელი, რომელიც ისაზღვრება ზედა რგოლის ზედა ნაწიბურამდე—ქვედა მკედარ წერტილში დგუშის მდებარეობის დროს;
- ე) იგივე—ქვედა რგოლით;
- ვ) საშუალო სარტყელი სიმაღლეზე რგოლების განაპირა მდებარეობებს შორის.

ყველა გაზომვა ტარდება ორი მიმართულებით: მუხლა ლილვის პარალელურ და პერპენდიკულარულ მიმართულებებით.

დგუში იზომება გარე დიამეტრის მიხედვით ორ სარტყელში:

ა) თითის საყრდენის ზემოთ მოთავსებულ ქვედა რგოლის დაბლა 15 მმ-ით (დგუშის თითის პერპენდიკულარული მიმართულებით).

ბ) დგუშის ქვედა ნაწიბურის ზემოთ 5 მმ (თითის პერპენდიკულარული და პარალელური მიმართულებებით).

ხვრეტილი დგუშის თითისათვის (მცურავი თითის შემთხვევაში) იზომება შუაში შიგა დიამეტრის მიხედვით—(დგუშის ღერძის პარალელური და პერპენდიკულარული მიმართულებებით).

დგუშის რგოლების ღარების სიგანე იზომება ოთხ ადგილზე:

ა) დგუშის თითის ღერძის გასწვრივ—ორივე მხრიდან;

ბ) თითის ღერძის პერპენდიკულარულად—ორივე მხრიდან.

დგუშის თითები იზომება გარეგანი დიამეტრის მიხედვით ბარბაცის ზედა თავში შუა ადგილიდან მილისას სიგრძის  $\frac{1}{4}$  სიგრძეზე ორივე მხრიდან და საყრდენების შუა სარტყელში (მცურავი თითის შემთხვევაში).

ჩამაგრებული თითის შემთხვევაში ჩაუმაგრებელ ნაწილში გაზომვა ხდება ორი მიმართულებით: დგუშის ღერძის პარალელური და პერპენდიკულარული მიმართულებებით. ბარბაციაში შემაგრების დროს გაზომვა ხდება ბარბაცის სიგრძეზე მიმართულებით და მის პერპენდიკულარულად.

მცურავი თითის შემთხვევაში ისაზღვრება აგრეთვე უდიდესი და უმცირესი დიამეტრი.

დგუშის რგოლები იზომება:

ა) სისქის მიხედვით—სამ ადგილას: საკეტის პირდაპირ და საკეტის მიმართ 90°-ზე ორივე მხრიდან;

ბ) სიგანის მიხედვით—სამ ადგილას: საკეტის პირდაპირ და საკეტის ორივე მხარეს 10 მმ მანძილზე.

დგუშის რგოლის საკეტში ღრეჩო იზომება ცილინდრის დიამეტრის ტოლი ზომის მქონე სპეციალურ ჩასასმელში რგოლის ჩაყენების დროს.

ცვეთის განსაზღვრისათვის წარმოებს თითოეული რგოლის აწონა 0,01 გ სიზუსტით.

მუხლა ლილვის ძირითადი და საბარბაცე ყელები იზომება გარე დიამეტრის მიხედვით ორ სიბრტყეში, რომლებიც შუა ხაზიდან  $\frac{1}{4}$  სიგრძით არიან დაშორებული, გაზომვა ხდება ორი მიმართულებით: ყელის ღერძის პარალელური და პერპენდიკულარული მიმართულებებით.

ამავე სიბრტყეებში ისაზღვრება დიამეტრის მაქსიმუმი და მინიმუმი.

ძირითადი და საბარბაცე საკისრები იზომება (შიგა დიამეტრის მიხედვით) ლილვის ყელების ზოლების შესაბამისად ორ ადგილზე და საკისრის გახსნის სიბრტყის პერპენდიკულარული ერთი მიმართულებით. თხელკედლიანი სადებები იზომება იმავე ზოლებში სისქის მიხედვით.

ძრავის დაშლის დროს აუცილებელია შუასადებების რაოდენობისა და მათი ზომების ფიქსირება.

ბარბაცას ზედა თავის მილისა იზომება შიგა დიამეტრის მიხედვით ორ სიბრტყეზე—თითის შესაბამის ზოლებთან ორი მიმართულებით: ბარბაცას ღერძის პარალელური და პერპენდიკულარული მიმართულებებით.

მილისას მაქსიმალური და მინიმალური დიამეტრი განისაზღვრება იმავე სიბრტყეებზე.

ხანგრძლივი გამოცდები. დანადგარზე ძრავის ხანგრძლივი გამოცდა შეიცავს ცალკეულ გამოცდებს რეეიმების შემდეგი თანმიმდევრობით:

სააეტომობილო ძრავებისათვის:

1. უქმი სვლა  $n_{\text{აე}} + 100 \frac{\text{ბრ}}{\text{წ}} -$  დროს . . . . . 30 წუთი.
  2. მთლიანი დროსელი ან ნორმალური მიწოდება  $n_{\text{ნორმ.}}$  დროს—30 წუთი.
  3. მაქსიმალური მატრუნებელი მომენტის პირობებში . . . . . 2 საათი.
  4. მთლიანი დროსელი ან ნორმალური მიწოდება 0,75  $n_{\text{ნორმ.}}$  დროს 2 საათი.
- სატრაქტორო ძრავებისათვის:
1. ნორმალური მატრუნებელი მომენტის პირობებში . . . . . 5 საათი და 45 წუთი.
  2. უქმი სვლა  $n = n_{\text{აე}} + 100 \frac{\text{ბრ}}{\text{წ}}$  დროს . . . . . 15 წუთი.

გამოცდის პროცესში თითოეული ცდის დასაწყისში და დასასრულს იზომება შემდეგი სიდიდეები:

- ა) წრიული ძალვა მუხრუქზე;
- ბ) ბრუნთა რიცხვი;
- გ) საწვავის საათური ხარჯი;
- დ) გამომავალი წყლის ტემპერატურა;
- ე) ნამუშევარი აირების ტემპერატურა;
- ვ) ზეთის ტემპერატურა;
- ზ) ზეთის წნევა.

ზეთის ხარჯი უნდა აღვრიცხოთ გამოცდის მთელი პერიოდის განმავლობაში, კარტერში ჩასხმული ზეთის აწონით.

გამოცდის დროს საჭიროა ვაწარმოოთ გამოყენებული საწვავისა და ზეთის ანალიზი. ძრავის მუშაობის ყოველი 48 საათის შემდეგ საჭიროა ვაწარმოოთ კარტერიდან აღებული ზეთის სინჯის ანალიზი. საანალიზო სინ-

ჯები უნდა ავიღოთ მომუშავე ძრავის კარტერიდან. ზეთის შეცვლა საქარხნო ინსტრუქციის მიხედვით უნდა ვაწარმოოთ.

ხანგრძლივი გამოცდების დამთავრების შემდეგ უნდა ჩავატაროთ განმეორებითი საკონტროლო გამოცდები და დეტალების მიკრომეტრაჟი ზემომოყვანილი პროგრამის მიხედვით იმავე ხელსაწყოებით, რომლებითაც ჩატარებული იყო მიკრომეტრაჟი დასაწყისში.

### გამოცდის შედეგების დამუშავება

გამოცდების შედეგების დამუშავების პროცესში ყველა გაანგარიშება წარმოებს მძიმის შემდეგ სამი ციფრის სიზუსტით, ხოლო საბოლოო შედეგი მრგვალდება შესაბამისი სიზუსტით. გამოთვლების დროს დასაშვებია 25 სმ სიგრძის ლოგარიტმული შიშის გამოყენება. გაზომვებისა და გამოთვლების შედეგები უნდა შევიტანოთ შესაბამისი ფორმის ოქმებში (იხ. დანართები) და გამოვსახოთ მრუდების სახით. ახალი ან მოდერნიზებული ძრავის გამოცდის დროს საჭიროა აგრეთვე შევადგინოთ მისი საერთო საექსპლუატაციო.

სიმძლავრის, საწვავის საათური და კუთრი ხარჯის დაყვანა ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე წარმოებს მხოლოდ კარბურატორიანი ძრავის გამოცდის შედეგების დამუშავების დროს (იხ. § 6 ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე ძრავის გამოცდის თავისებურებანი).

საშუალო ეფექტური წნევა  $p_e = a \cdot P$ , სადა  $P$  არის მუხბრუქის საზომი. ხელსაწყოს ჩვენება.

თუ  $P$  გამოსახავს მუხბრუქის მხარზე ძაღვს კგ, მაშინ:

$$\text{ოთხტაქტიანი ძრავისათვის } a = 1,26 \frac{P}{V_h} *$$

$$\text{ორტაქტიანი ძრავისათვის } a = 0,628 \frac{R}{V_h}$$

თუ  $P$  გამოსახავს სამუხბრუქე მომენტს კგმ, მაშინ;

$$\text{ოთხტაქტიანი ძრავისათვის } a = \frac{1,26}{V_h}$$

$$\text{ორტაქტიანი ძრავისათვის } a = \frac{0,628}{V_h}$$

\* აღნიშნული გამოსახულება მიღებულია შემდეგნაირად: როგორც ცნობილია, ეფექტუ-

$$\text{რის სიმძლავრე } N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot n}{900} = \frac{M \cdot n}{716,2} = \frac{P \cdot R \cdot n}{716,2}$$

თუ განვსახლწრავთ  $p_e$ -ს გვექნება:

$$p_e = \frac{900}{716,2} \cdot \frac{R}{V_h} \cdot P = 1,26 \frac{R}{V_h} P;$$

ანუ

$$p_e = a \cdot P,$$

სადაც

$$a = 1,26 \frac{R}{V_h}.$$

ეფექტური სიმძლავრე

$$N_e = \frac{M \cdot n}{716,2},$$

ა5

$$\text{ოთბაქტიანი ძრავისათვის } N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot n}{900},$$

$$\text{ორტაქტიანი ძრავისათვის } N_e = \frac{p_0 \cdot V_h \cdot n}{450}.$$

საწვავის საათური ხარჯი გამოითვლება:

კარბურატორიანი ძრავებისათვის

$$G_b = A \frac{v \cdot \gamma_b}{\tau}$$

ა6

$$G_b = A \frac{Q}{\tau};$$

დიზელებისათვის

$$G_b = A \frac{Q}{\tau},$$

სადაც:  $v$  არის საზომი კურკლის მოცულობა სმ<sup>3</sup>;

$\gamma_b$ —საწვავის კუთრი წონა,

$Q$ —ცდის პერიოდში დახარჯული საწვავის წონა გრამებით,

$\tau$ —ცდის ხანგრძლიობა,

$A=3,6$  თუ  $\tau$  გამოსახულია წამებში,

$A=0,06$  თუ  $\tau$  გამოსახულია მეასედ წუთებში.

საწვავის კუთრი ხარჯი

$$g_e = \frac{G_b}{N_e} \cdot 10^3.$$

მდგრადობის კოეფიციენტი კარბურატორიანი ძრავებისა და დიზელებისათვის გამოითვლება ტოლობით:

$$\xi = \frac{N_e'' - N_e'}{N_e''} \cdot 100,$$

სადაც  $N_e'$  არის სიმძლავრის მინიმალური მნიშვნელობა ძრავის მდგრადობაზე გამოცდის პერიოდში,

$N_e''$ —სიმძლავრის მაქსიმალური მნიშვნელობა იმავე პერიოდში.

ძრავის მუშაობის მდგრადობის შემოწმების შედეგები უნდა გამოესახოს ძრავის მუშაობის პარამეტრების ცვალებადობის გრაფიკებით ცდის დროსაგან დამოკიდებულებით.

კარბურატორიანი ძრავების სარეგულაციო გამოცდების შედეგები უნდა გამოესახოს  $N_e$  და  $g_e$  მრუდების სახით საწვავის საათური ხარჯისაგან ( $G_b$ ) დამოკიდებულებით (იხ. ნახ. 6).

გე-ს მრულზე ცდის წერტილები არ აღინიშნება, რადგანაც ის წარმოებულ მრულშია.

წინსწრების კუთხის ( $\theta$ ) გავლენა ძრავის მუშაობაზე უნდა გამოვსახოთ  $N_e$  და  $G_e$  ცვალებადობის მრულდებით წინსწრების კუთხისაგან დამოკიდებულებით. გრაფიკები უნდა ავაგოთ დროსლის ან მიწოდების მართვის ორგანოს თითოეული მდგომარეობისათვის და ბრუნთა რიცხვებისათვის ცალ-ცალკე.

ამის გარდა, საჭიროა ავაგოთ საუკეთესო წინსწრების კუთხის ცვალებადობის მრულები ბრუნთა რიცხვისა და სიმძლავრისაგან დამოკიდებულებით ( $\theta = f(n)$  და  $\theta = \varphi(N_e)$ ).

თითოეული რეჟიმისათვის საუკეთესო წინსწრების კუთხე განისაზღვრება მრულით  $N_e = f(\theta)$ .

თუ სიმძლავრის მრულს აქვს ჰორიზონტალური უბანი, მაშინ წინსწრების საუკეთესო კუთხედ ითვლება ამ უბნის შესაბამისი მინიმალური კუთხე.

გამომავალი წყლის ტემპერატურის გავლენა ძრავის მუშაობაზე გამოისახება მრულით  $N_e = f(T)$ ; თუ სიმძლავრის მრულს არა აქვს შევეთრად გამოსახული მაქსიმუმი, მაშინ გამომავალი წყლის ტემპერატურის საუკეთესო, ოპტიმალურ სიდიდედ ითვლება  $85^\circ C$ .

იმ შემთხვევაში, როდესაც სიმძლავრის მრულს აქვს ჰორიზონტალური უბანი, ოპტიმალურ ტემპერატურად იღება ამ უბნის შესაბამისი მინიმალური ტემპერატურა.

ცილინდრების მუშაობის თანაბრობის შემოწმების შედეგები უნდა შეეიტანოს სათანადო ოქმში (იხ. დანართები, ფორმა № 3). ოქმში შეტანილი სიდიდეების საფუძველზე გამოითვლება:

ა) პირობითი მექანიკური მარგი ქმელების კოეფიციენტი — შემდეგი ფორმულით:

$$\eta = \frac{N_e}{N_{I} + N_{II} + N_{III} \dots}$$

სადაც  $N_e$  არის ეფექტური სიმძლავრე ყველა ცილინდრის მუშაობის დროს და გამოითვლება როგორც ოქმის კენტი სტრიქონების საშუალო არითმეტიკული სიდიდე;

$N_e^I$  და ა. შ. — თითოეული ცილინდრის პირობითი ინდიკატორული სიმძლავრე და განისაზღვრება  $N_e$  -დან იმ სიმძლავრის გამოკლებით, რომელიც გაზომილი იყო აღებული ცილინდრის გამორთვის დროს.

ბ) ხახუნის მუშაობის პირობითი საშუალო წნევა  $p_h = \frac{P_h}{S_{გა}}$  გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

ოთხტაქტიანი ძრავებისათვის  $p_h = \frac{900 N_b}{V_h \cdot n}$ ;

ორტაქტიანი ძრავებისათვის:  $p_h = \frac{450 N_b}{V_h \cdot n}$ ;

აქ ხახუნის სიმძლავრე

$$N_b = (N_i^I + N_i^{II} + N_i^{III} + \dots) - N_0$$

უქმი სვლის მინიმალურ ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრის შედეგებით აიგება ბრუნთა რიცხვისაგან საწვავის საათური ხარჯის დამოკიდებულების გრაფიკი უქმი სვლის დროს.

დროსელის ან საწვავის მიწოდების ორგანოს ცალკეულ მდგომარეობებში სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვის დროს გამოცდის შედეგები წარმოდგენილი უნდა იქნეს გრაფიკულად (იხ. ნახ. 1). აქ  $\Delta g$  წარმოადგენს ერთი ციკლის დროს მიწოდებულ და ცილინდრების სამუშაო მოცულობის ერთ ლიტრზე მოსული საწვავის რაოდენობას და გამოითვლება ფორმულით:

$$\text{ორტაქტიანი ძრავებისათვის } \Delta g = -\frac{G_u}{V_h} - \frac{10^5}{30n};$$

$$\text{ორტაქტიანი ძრავებისათვის } \Delta g = -\frac{G_u}{V_h} - \frac{10^5}{60n}.$$

და გამოისახება მილიგრამობით.

$N_c$ ,  $g_c$  და  $\Delta g$  მრუდებზე, როგორც წარმოებულ მრუდებზე, წერტილები არ აღინიშნება. ეს მრუდები აიგება  $p_0$  და  $G_u$  მრუდების საფუძველზე.

რეგულატორის უთანაბრობის ხარისხი გამოითვლება ფორმულით

$$\delta = \frac{n_{max} - n_{ნორ}}{n_{საშ}}$$

სადაც

$$n_{საშ} = \frac{n_{max} + n_{ნორ}}{2}.$$

ძრავის ამუშაებაზე გამოცდის შედეგები შეიტანება ოქმში (იხ. დანართებში ფორმა № 4).

ხანგრძლივი გამოცდების დროს გაზომილი და გამოთვლილი სიდიდეები შეიტანება ოქმში (ფორმა № 2) და გამოისახება გრაფიკის საბით, რომელზედაც წარმოდგენილი იქნება ძრავის მუშაობის მაჩვენებლები დროის მიხედვით. მასშტაბი უნდა ავიღოთ: დროისათვის 10 მმ—10 საათი; სიმძლავრისათვის 10 მმ—2 ც. ძ., საწვავის საათური ხარჯისათვის 10 მმ—0,5  $\frac{მგ}{ს}$ , საწვავის კუთრი ხარჯისათვის 10 მმ—50  $\frac{გრ}{ფუ. ც. ძ. ს.}$ .

## § 6. ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე ძრავის გამოცდის თავისებულებები

შეაწეის ძრავის მუშაობაზე ზღვის დონიდან სიმაღლის გავლენის შესახებ საკმაოდ მრავალრიცხოვანი ცდებია ჩატარებული და ძირითადად ეს საკითხი საავიაციო ძრავებისათვისაა შესწავლილი; მაგრამ, ვინაიდან საავიაციო ძრავებში სიმაღლის მანე გავლენის საწინააღმდეგოდ და სიმძლავრის დანა-

კარგების საკომპენსაციოდ გამოიყენება იძულებითი ჩაბერვა, ძრავის ცილინდრების უკეთ შეესებისათვის, ამიტომ სიმძლავრისა და ეკონომიურობის ზოგად საკითხებს ვარდა, ძრავის მუშაობის დაწვრილებით ანალოზს და მისი სხვა პარამეტრების შესწავლას ნაკლები ყურადღება ჰქონდა მიქცეული.

საავტომობილო და განსაკუთრებით სატრაქტორო ძრავების მუშაობის შესწავლა მაღალმთიან პირობებში პირველად და ძირითადად დაწყებული იყო საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრის მიერ 1938 — 1939 წლებში.

ამავე პერიოდში დაიწყო ტრაქტორების (პროფ. ვ. ვ. მახალდიანი, რ. დვალი, დოც. გ. ა. ხანთაძე, დოც. ვ. კ. ბელეკი, ასისტ. ე. ა. დოვლათბეგოვი) და მისამგელი მანქანა-იარაღების (დოც. დ. ციციშვილი, დოც. ზ. ა. ხანთაძე, ასისტ. ზ. პ. ოსიტაშვილი) გამოცდები. ეს სამუშაო დიდი სამამულო ომის პერიოდში საბჭოთა არმიის რიგებში კათედრის წევრთა წასვლის გამო 1946 წლამდე შეწყვეტილი იყო და შემდეგ ისევ განახლდა.

ამ მხრივ საკმაოდ ბევრი, მრავალრიცხოვანი და საინტერესო მასალებია მიღებული როგორც საავტოტრაქტორო ძრავების, ისე მანქანა-იარაღებისა, და საერთოდ სატრაქტორო აგრეგატების (დოც. ი. მ. ხოხლოვი, დოც. გ. ცაგარელი, ასისტ. გ. შალამბერიძე) მუშაობის თავისებურებების შესახებ მაღალმთიან პირობებში მუშაობის დროს.

როგორც ცნობილია, საავტოტრაქტორო ძრავების დაპროექტებისა და გაანგარიშების დროს ძირითადი პარამეტრების შერჩევას საფუძვლად უდებენ ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებს (760 მმ. ვერც. წყ. სვ. წნევა და 15°C), რომელთა შესაბამისად წარმოებს ძრავის ეკონომიური, დინამიური და საექსპლოატაციო მაჩვენებლების დადგენა.

არსებულ ძრავებში კუმშვის ხარისხის (ε) ცვალებადობა, რაც ძრავის ეკონომიურობის ზრდის ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს, შეზღუდულია მთელი რიგი პირობებით და მისი ოპტიმალური მნიშვნელობაც მხოლოდ ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებს შეესაბამება.

სინამდვილეში ტრაქტორებისა და ავტომობილების მუშაობის პირობები საერთოდ განსხვავდება ნორმალური ატმოსფერული პირობებისაგან, განსაკუთრებით მთავორიან პირობებში, სადაც ეს განსხვავება იმდენად დიდია, რომ მნიშვნელოვნად აუარესებს ტრაქტორის კონსტრუქციულ და საექსპლოატაციო მაჩვენებლებს.

როგორც ვიცით, მუშა ნარკვის წონითი რაოდენობა, რომელიც შეიწოვება ძრავის ცილინდრში და რომელზედაც დამოკიდებულია ძრავის მიერ განვითარებული სიმძლავრე, ზღვის დონედან სიმაღლის ზრდით მცირდება. ამის მიზეზი ჰაერის სიმკვრივის შემცირებაა.

თუ ავიღებთ, ერთის მხრივ, ეფექტური სიმძლავრის და, მეორე მხრივ, სითბოს რაოდენობის გამოსახულებებს:



$$N_c = \frac{Q \cdot \eta_c}{632}$$

და

$$Q = \frac{G_1 \cdot H_u}{\alpha L_0}$$

სადაც  $G_1$  — ჰაერის საათური ხარჯი  $G_1 = \frac{V_h \cdot \eta_v \cdot i \cdot 2 \cdot n \cdot 60 \cdot \gamma_1}{K}$  მაშინ შეიძლება დაეწეროს ეფექტური სიმძლავრისათვის შემდეგნაირი გამოსახულება:

$$N_c = \frac{120}{732} \cdot \frac{V_h \cdot \eta_v \cdot \gamma_1}{\alpha L_0} \cdot \frac{H_u \cdot i \cdot n \cdot \eta_i \cdot \eta_m}{K} \text{ ც. დ.,}$$

სადაც  $V_h$  — არის ცილინდრის სამუშაო მოცულობა ლიტ.;

$\eta_v$  — შეესების კოეფიციენტი;

$\gamma_1$  — ჰაერის კუთრი წონა კგ/მ<sup>3</sup>;

$H_u$  — საწვავის უდაბლესი თბოუნარიანობა  $\frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$ ;

$i, n, K$  — შესაბამისად ძრავის ცილინდრების რიცხვი, მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი წუთში და ტაქტიანობის კოეფიციენტი;

$\eta_i, \eta_m$  — ინდიკატორული და მექანიკური მ. კ. კოეფიციენტი;

$\alpha L_0$  — ერთი კილოგრამი საწვავის დაწვისათვის დახარჯული ჰაერის ნამდვილი რაოდენობა.

ცხადია, რომ ეფექტური სიმძლავრის ზრდა, ცილინდრების რიცხვის ან მათი დიამეტრის გაზრდით, გამოიწვევს ძრავის წონისა და გაბარიტული ზომების გადიდებას, რაც არასასურველია. მიზანშეწონილია ძრავის ლიტრული სიმძლავრის გაზრდა, რაც, როგორც გამოსახულებიდან ჩანს, პროცესის

სრულქმნილობის ხარისხის, მექანიკური მ. კ. კოეფიციენტისა და  $\frac{H_u}{\alpha L_0}$  ფარ-

დობის გარდა, დიდადაა დამოკიდებული ცილინდრის სამუშაო მოცულობაში შესული ჰაერის წონით რაოდენობაზე  $\frac{0,120}{K} \cdot \eta_v \cdot n \cdot \gamma_1$  და მისი პირდაპირ

პროპორციულია.

მაშასადამე, ცილინდრის წონითი შეესებისათვის ძირითად ფაქტორს ჰაერის სიმკვრივე წარმოადგენს.

ამიტომ გასაგებია, თუ ზღვის დონიდან სიმაღლის ზრდით, ჰაერის სიმკვრივისა და, მაშასადამე, ცილინდრის წონითი მუხტის შემცირებით, რატომ მცირდება ძრავის სიმძლავრე.

ზღვის დონეზე ძრავის სიმძლავრეს თუ მივიღებთ როგორც 100%, მაშინ ატმოსფერული პირობების მიხედვით სიმძლავრის ვარდნა სწავლასხვა სიმაღლეზე შეიძლება გამოვითვალოთ ნორმალურ პირობებზე სიმძლავრის დასაყვანი ცნობილი ფორმულით:

$$N_0' = N_c \left( 1,11 - \frac{B'}{B_0} \sqrt{\frac{T_0}{T_0'}} - 0,11 \right) \text{ ც. დ.,}$$

სადაც  $N_c$  არის ძრავის ნორმალური სიმძლავრე ზღვის დონესთან (760 მმ ვერტ. წყ. სვ. წნევისა და  $15^{\circ}\text{C}$  დროს) და უდრის  $100\%$ ;  
 $N'_0$  — ალებული სიმაღლისათვის ძრავის სიმძლავრე;  
 $B_0 = 760$  მმ. ვერტ. წყ. სვ. — ნორმალური ატმოსფერული წნევა;  
 $B'$  — ბარომეტრული წნევა ალებულ სიმაღლეზე,  
 $T_0$  — არის ნორმალური პირობების შესაბამისი ( $288^{\circ}$ ) აბსოლუტური ტემპერატურა, ხოლო  $T'$  ტემპერატურა ალებულ სიმაღლეზე.

თუ აღნიშნულ ფორმულაში ჩავსვამთ საერთაშორისო სტანდარტული ატმოსფეროს ცხრილიდან (იხ. დანართი II) სათანადო მნიშვნელობებს, მივიღებთ, რომ 500 მეტრის სიმაღლეზე ძრავი განავითარებს თავისი სიმძლავრის  $94\%$ , 1000 მეტრზე —  $88,3\%$ ; 1500 მეტრზე —  $82,8\%$ ; 2000 მეტრზე —  $78,1\%$ ; 2500 მეტრზე —  $73,1\%$  და ა. შ.

ამგვარად, სიმძლავრის დანაკარგი 500-დან 2000 მეტრის ზღვრებში შეადგენს  $6 \div 22\%$ .

თუ დავუშვებთ, რომ ტრაქტორის ტრანსმისიის გადამცემ მექანიზმთა მექანიკური მ. ქ. კოეფიციენტი სიმაღლისაგან არაა დამოკიდებული, მაშინ ძრავის სიმძლავრის ვარდნის მთელი სიდიდით შემცირდება ტრაქტორის კაქვური სიმძლავრე და ეს შემცირება უფრო მეტად საგრძნობი გახდება (500—2000 მეტრის ზღვრებში —  $12 \div 40\%$ ).

მაგალითად, ახალქალაქის რაიონში (სიმაღლე ზღვის დონიდან 1800—2000 მეტრი) ძრავი თავისი სიმძლავრის დაახლოებით  $18\%$  კარგავს, ე. ი. სრულიად წესიერი ტრაქტორი  $\text{CT3—XT3}$  კაქვზე 15 ტ. ძალის მაგიერ ავითარებს მხოლოდ 9,6 ტ. ძალას. ამიტომ, რომ მაღალმთიან რაიონებში ინსტრუქციის მიხედვით დაკომპლექტებული სატრაქტორო აგრეგატები, სამუშაო სიჩქარეზე მუშაობის მაგიერ, მუშაობს დაბალი გადაცემებით ან შემცირებული სიღრმით და მოდების განით.

ერთის მხრივ, სიმძლავრის ასეთი მკვეთრი შემცირება და, მეორე მხრივ, დაბალ სიჩქარეებზე იძულებითი მუშაობა, ბუნებრივად იწვევს ტრაქტორის მწარმოებლობის შემცირებას და საწვავის დიდ გადახარჯვას.

რადგან მანქანა-ტრაქტორთა პარკის ექსპლოატაციის, დააგრეგატებისა და დაკომპლექტების თანამედროვე სისტემები და მეთოდები არ ითვალისწინებს სიმაღლის გავლენას ტრაქტორის მუშაობაზე და, მაშასადამე, არ ასახავს აგრეგატის მუშაობის ნამდვილ სურათს, ამიტომ მათი გამოყენება სიმაღლის გავლენის გაუთვალისწინებლად არ იქნება სწორი.

საწვავის ხარჯვის დიფერენცირებული ნორმების დადგენის მეთოდიკაც დამყარებულია ძირითადად ნიადაგის კუთრ წინალობაზე, სრულიად არ ითვალისწინებს სიმაღლის გავლენას და ამიტომ არ შეიძლება სწორედ ჩაითვალოს.

აუცილებელია ამ სისტემებისა და მეთოდების დაზუსტება, რადგანაც მალალმთიანი რაიონები ჩვენს ქვეყანაში საკმაოდ ბევრია. მაგალითად, სა-

ქართველოში სახნავი მიწების 55%-მდე განლაგებულია ზღვის დონიდან 500 მეტრზე მაღლა, სომხეთში სახნავი მიწების თითქმის 90% განლაგებულია 1000 მეტრზე მაღლა და სხვ.

ამიტომ ტრაქტორების მუშაობის შესწავლა და გამოკვლევა მაღალმთიან პირობებში, მათი სიმძლავრისა და ეკონომიურობის გაზრდის მეთოდებისა და ღონისძიებების გამონახვა და საერთოდ ექსპლოატაციის სწორი ხერხების დადგენა წარმოადგენს სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობის ამოცანას.

ამ მხრივ საკმაოდ შრავალრიცხოვანი, საინტერესო და ღირსი მუშაობა ჩატარა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრამ, რომელმაც რამდენჯერმე მოაწყო სპეციალური ექსპედიციები მაღალმთიან რაიონებში და ჩატარა როგორც კარბურატორიანი ძრავების (CT3—XT3, Y—2), ისე დიზელის ძრავის (DT—54) და ტრაქტორების გამოცდები. \*

### ხახმალო გამოცდების მეთოდები

ძრავის მუშაობაზე ატმოსფერული პირობების გავლენის შესწავლის მიზნით ატარებენ სპეციალურ გამოცდებს; გამოცდების ჩატარების მეთოდები სხვადასხვაა:

1. გამოცდების ჩატარება ბაროკამერებში,
2. გამოცდების ჩატარება ჩვეულებრივ ლაბორატორიებში რესივერის გამოყენებით,

3. გამოცდების ჩატარება სხვადასხვა გეოგრაფიულ სიმაღლეზე.

ბაროკამერებში გამოცდების ჩატარება შემდეგში მდგომარეობს: სპეციალურ, ჰერმეტიულად დახურულ ოთახში ან ლითონის კამერაში დაყენებულია სამუხრუჭო დანადგარი თავისი მოწყობილობით; გამოსაცდელი ძრავი თავსდება იმავე კამერაში, სადაც ვაკუუმტუმბოს ან ექსპლუსტერის საშუალებით იქმნება ამა თუ იმ სიმაღლის შესაბამისი ბარომეტრული პირობები. ასეთივე პირობები იქმნება როგორც ძრავის შემწოვი სისტემის წინ, ისე გამშვები მილსადენების ბოლოს. ამგვარად, იქმნება სასურველი სიმაღლის იდენტური პირობები. ძრავის გასაგრილებლად კამერაში ეწყობა მძლავრი ვენტილატორი ან გაგრილების სისტემა, ხოლო ტემპერატურის შესანარჩუნებლად კი მაცივრები და სათანადო დანადგარები.

სპეციალურად მოწყობილ ბაროკამერებში შეიძლება შეიქმნას შემდეგი პირობები: გაუზომოება, რომელიც შეესაბამება 10000 მეტრ სიმაღლეს, ტემ-

\* ვ. ვ. მახალდიანი. „ხელსაწყოები და მოწყობილობები მთიან პირობებში ტრაქტორის გამოსაცდელად“. სას.-სამ. ინსტ. შრომები, ტ. XIV, 1941.

ვ. ვ. მახალდიანი. „ტრაქტორების მუშაობა ფერდობებზე და ირიბგორბებზე“. სას.-სამ. ინსტ. შრომები, ტ. XVI, 1941.

გ. ა. ხანთაძე. „მთიან პირობებში მომუშავე ტრაქტორების ეკონომიურობის და მწარმოებლობის ზრდის საკითხისათვის“. სას.-სამ. ინსტ. შრომები, ტ. XXIXII, 1949.

გ. ა. ხანთაძე. „CT3—XT3 ტრაქტორის ძრავზე სასიმალო სახურავების გამოცდის შედეგები“. სას.-სამ. ინსტ. შრომები, ტ. XXIXIV—1951.

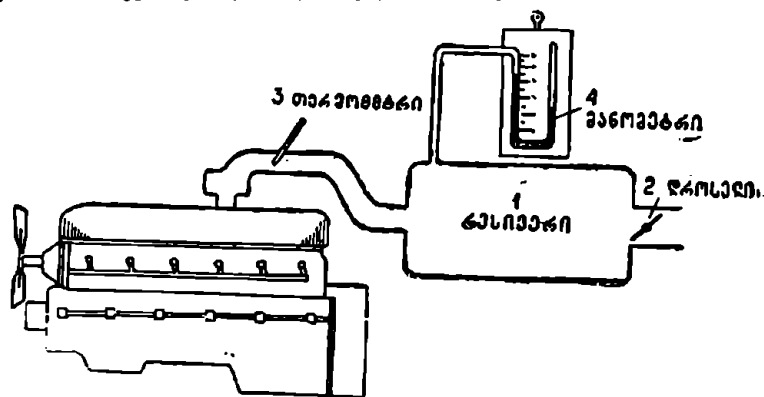
ვ. ვ. მახალდიანი. „საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების თეორია“, გამომც. ტექნიკა და შრომა, 1952 წ.

პერატურა—30°C-მდე და ჰაერის სიჩქარე 40 მ/წ-მდე. ასეთ, ხელოვნურად შექმნილ პირობებში ძრავის გამოცდა მეტად მდიდარ მასალას იძლევა, მაგრამ ბაროკამერები თავისი რთული მოწყობილობის, სიძვირისა და თვით გამოცდების პროცესის ჩატარების უხერხულობის გამო, არაა გავრცელებული, მით უმეტეს, საავტოტრაქტორო ძრავებისათვის.

ბაროკამერებს ძირითადად იყენებენ საავიაციო ძრავების გამოსაცდელად.

ყველაზე მეტად გავრცელებული და მოსაბერხებელია გამოცდების ჩატარება ჩვეულებრივ ლაბორატორიაში რესივერის დახმარებით, რომლითაც ხორციელდება სიმაღლის პირობების ნაწილობრივი შექმნა. კერძოდ, გაუზიარება შეეწოვი სისტემის წინ. ამ შემთხვევაში დანადგარი მეტად მარტივია და მისი მოწყობა არ წარმოადგენს არაერთარ სიძნელეს (ნახ. 8).

ძრავის შეწოვის სისტემა (კარბურატორი ან პაერმწმეხდი) მილის საშუალებით უერთდება საკმაოდ დიდი ზომის მქონე რესივერს (1), რომელიც ატმოსფეროსთან შეერთებულია (დროსელით) მისათაარი (2).



ნახ. 8. ძრავის გამოცდა რესივერით.

რესივერის ზომები და მისათაარი ისე უნდა შეირჩეს, რომ რესივერში აღვლილი არ ექნეს ჰაერის პულსაციას და მთლიანად ღია მისათაარის დროს რესივერში წნევა უდრიდეს ატმოსფერულ წნევას. პრაქტიკით დადგენილია, რომ ამ მიზნით საჭიროა რესივერის მოცულობა-აღემატებოდეს ძრავის საერთო ლიტრებს 8—10-ჯერ.

სიმაღლის შესაბამისი პირობების შესაქმნელად მისათაარი თანდათან მიიხურება და ძრავში ჰაერის შეწოვის გამო, რესივერში მით მეტი გაუზიარება მიიღება, რაც უფრო მეტადაა მიხურული მისათაარი. ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებში ძრავის მუშაობისათვის მისათაარი მთლიანად უნდა იყოს ღია.

ძრავში შესული ჰაერის ტემპერატურა და წნევა იზომება შემწოვ მილსადენში ან რესივერში დაყენებული თერმომეტრითა (3) და მანომეტრით (4).

თუ ძრავის მუშაობის გარკვეული რეჟიმის დროს რესივერში მისათაართ დანყარდება სასურველი გაუზიარება, ამით კარბურატორის წინ შეიქმნება წნევა, რომელიც სათანადო, სასურველ სიმაღლეს შეესაბამება.

ნამდვილი პირობებისაგან გადაბრა იმაში მდგომარეობს, რომ ძრავში მიწოდებული ჰაერის ტემპერატურა და გამობოლქვის წინაღობა არ იქნება ისეთი, როგორც შეიძლება სინამდვილეში იყოს სიმალლეზე.

ბუნებრივია, რომ ასეთ პირობებში მიღებული შედეგები შესაბამისად უნდა შესწორდეს.

სიმარტივის მიუხედავად, რესივერით გამოცდის დროს საჭიროა გატარდეს ზოგიერთი ღონისძიება, რომელზედაც დიდადაა დამოკიდებული სწორი შედეგების მიღება.

რესივერის მილსადენი ძრავთან შეერთებული უნდა იყოს საკმაოდ მკიდროდ, რათა ჰაერი არ შეიპაროს და მანომეტრის ჩვენება არ დამაბინჯდეს. რესივერზე ჰაერის შესასვლელი მისათარი უნდა მოეწყოს ძრავის შეწვოვი მილსადენის საწინააღმდეგო მხარეს, რათა ამით რესივერის მთელი მოცულობა იქნეს გამოყენებული.

კვების სისტემის სწორი მუშაობისათვის საჭიროა რესივერსა და საწვავის ავზში წნევა იყოს ერთნაირი, ამიტომ ისინი ერთმანეთს მილით უერთდება.

მსგავსი დანადგარი მოწყობილი იყო საქ. სას.-სამ. ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრის ლაბორატორიაში 1948—1949 წლებში და ჩატარდა სათანადო გამოცდები რამდენიმე ძრავზე.

ყველაზე უფრო რეალურ და უშუალო შედეგებს იძლევა ძრავების გამოცდა სხვადასხვა გეოგრაფიულ სიმალლეზე. ამ მეთოდის უარყოფით მხარეს ძრავისა და საგამოცდო დანადგარების ტრანსპორტირების სიძნელე წარმოადგენს. სხვა მხრივ ეს მეთოდი ყველაზე მარტივი და საიმედოა.

ასეთი სპეციალური გამოცდების ჩასატარებლად შემოსხნებული ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრამ მოაწყო ავტომანქანა „ЗИС—150“-ზე ჰიდრაულიკური მუხრუჭი Т-4 თავისი მოწყობილობით; დანადგარზე დაყენებული იყო სატრაქტორო ძრავი „ДТ—54“, რომლის გამოცდები ჩატარდა სხვადასხვა გეოგრაფიულ სიმალლეზე (თბილის-ერევნის მარშრუტით, სოფ. კუბიბიშევა—900 მ., სოფ. გოლოვინო 1400 მ., სოფ. ახტა—1700 მ. და სოფ. სემენოვკა—2050 მ.).

ამგვარად, ყველაზე საუკეთესო მეთოდს ასეთი სპეციალური მიზნებისათვის წარმოადგენს ძრავის უშუალო გამოცდა სხვადასხვა სიმალლეზე, თუკი საამისოდ მოწყობილი იქნება მოძრავი (გადასატანი) ჰიდრომუხრუჭის დანადგარი ე. წ. მოძრავი ლაბორატორია.

### დასაყვანი ფორმულები

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სხვადასხვა სიმალლეზე მომუშავე ან გამოცდილი ძრავების პარამეტრების შესადარებლად გამოიყენება გამოცდების შედეგების დაყვანა ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე.

ГОСТ 491—41-ის მიხედვით კარბურატორიანი ძრავის გამოცდის შედეგების დამუშავების დროს ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე დაიყვანე-

ბა სიმძლავრე, საწვავის საათური და კუთრი ხარჯი. აირზე მომუშავე ძრავებისათვის ნორმალურ პირობებზე დაიყვანება მხოლოდ სიმძლავრე.

კარბურატორიანი ძრავებისათვის გამოიყენება შემდეგი ფორმულები:

$$N_e = N'_e \frac{760}{B'} \cdot \frac{530+t'}{545};$$

$$G_u = G'_u \sqrt{\frac{760}{B'} \cdot \frac{530+t'}{545}};$$

$$\xi_e = \xi'_e \frac{1}{\sqrt{\frac{760}{B'} \cdot \frac{530+t'}{545}}},$$

სადაც  $N'_e$  არის ექსპერიმენტის დროს ძრავის ეფექტური სიმძლავრე ც. ძ.

$G'_u$ —საწვავის საათური ხარჯი კგ/ს,

$\xi'_e$  —საწვავის კუთრი ხარჯი გრ/ც. ძ. ს,

$N_e, G_u$  და  $\xi_e$  — შესაბამისად, ეფექტური სიმძლავრე, საწვავის საათური და კუთრი ხარჯი დაყვანილი ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე,

$B'$ —ბარომეტრული წნევა ცდის დროს—ვერცხ. წყ. სვ. მმ,

$t'$ —ჰაერის ტემპერატურა ცდის დროს °C.

აღსანიშნავია, რომ GOCT—491—41 არ იძლევა მითითებას ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე საავტოტრაქტორო დიზელის ძრავების გამოცდების მონაცემების დაყვანის შესახებ, ხოლო ზემოთყვანილი ფორმულებიც კარბურატორიანი ძრავებისათვის გამოიყენება მხოლოდ მთლიანი დროსელით მუშაობის პირობებში ძრავის გამოცდის მონაცემებისათვის.

ცხადია, სატრაქტორო ავრეგატების სწორი დაკომპლექტების, სატრაქტორო ძრავების პარამეტრების შეფასებისა და, მაშასადამე, სათანადო გაანგარიშებისათვის აუცილებელია მსგავსი დასაყვანი ფორმულების შექმნა დიზელის არსებული ძრავებისათვისაც.

ვინაიდან ჯერჯერობით არ არსებობს ერთი, საყოველთაოდ მიღებული საანგარიშო ფორმულა სხვადასხვა ატმოსფერულ პირობებში ძრავის სიმძლავრის განსაზღვრისათვის, ამიტომ სარგებლობენ სხვადასხვა ემპირიული და ნახევრად ემპირიული ტოლობებით, რომლებშიაც გათვალისწინებულია ესა თუ ის წინასწარი დაშვება.

აღვნიშნათ:

$N_n, N_e, G_u, \xi_e$  და  $\eta_n$ —ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებში (760 მმ. ვერცხ. წყ. სვ. და 15°C) შესაბამისად, ძრავის ინდიკატორული და ეფექტური სიმძლავრე, საწვავის საათური და კუთრი ხარჯი და ძრავის მექანიკური მარჯი ქმედების კოეფიციენტი, ხოლო

$N'_n, N'_e, G'_u, \xi'_e$  და  $\eta'_n$ —იგივე პარამეტრები აღებულ პირობებში.

$B_e, t_e, \gamma_e$ —გარემო ჰაერის წნევა, ტემპერატურა და სიმკვრივე ნორმალურ პირობებში.

$B', t', \gamma'$ —იგივე პარამეტრები აღებულ პირობებში.

არსებობს ასეთი წინასწარი დაშვებები:

1. ეფექტური სიმძლავრის ცვლილებას გარემოს ჰაერის სიმკვრივის პროპორციულს იღებენ. ამ შემთხვევაში

$$N'_e = N_e \frac{\gamma'}{\gamma_0} = N_0 \frac{B'}{B_0} \frac{273 + t_0}{273 + t'}$$

2. გულისხმობენ, რომ ყოველ 25,4 მმ ვერცხ. წყ. სვ. წნევის ზრდით სიმძლავრე იზრდება 4%-ით, ხოლო ყოველ 5,5°C-ით ტემპერატურის ზრდით— სიმძლავრე 2%-ით მცირდება.

3. ზოგჯერ უშვებენ, რომ ეფექტური სიმძლავრე წნევის პირდაპირ პროპორციულია და გარემო ჰაერის ტემპერატურიდან კვადრატული ფესვის უკუპროპორციული

$$N'_e = N_e \frac{B'}{B_0} \sqrt{\frac{273 + t_0}{273 + t'}}$$

ეს ფორმულა წინა ფორმულისაგან იმით განსხვავდება, რომ აბსოლუტური ტემპერატურების ფარდობა შეტანილია კვადრატული ფესვის ქვეშ.

ზემომოყვანილი ფორმულები მართებულია მხოლოდ გარკვეული ეფექტური სიმძლავრისათვის. ისინი შესაძლებლობას იძლევიან ზოგიერთი ძრავისათვის განესაზღვროთ საწვავის კუთრი ხარჯი შემდეგი ტოლობით:

$$\xi_e = \frac{\xi'_e}{\frac{B'}{B_0} \sqrt{\frac{273 + t_0}{273 + t'}}}$$

ამ ტოლობით განსაზღვრული საწვავის კუთრი ხარჯი მით ნაკლები იქნება, რაც უფრო დიდია გაანგარიშებული სიმძლავრე. კუთრი ხარჯის ასეთი განსაზღვრა არაა სწორი, რადგანაც ის ეყრდნობა იმ მცდარ დაშვებას, რომ თითქმის  $N_e$  და  $N'_e$  სიმძლავრეების დროს ძრავში მიწოდებული საწვავის რაოდენობა ერთნაირია.

საქმე იმაშია, რომ წინა ფორმულების საფუძვლად მიღებულია დაშვება, რომ ძრავში მიწოდებული საწვავის რაოდენობა დამოკიდებულია ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტზე, რომელიც მუდმივია. ამ შემთხვევაში ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრეებიც მუდმივი უნდა იყოს ( $N_e = N'_e = \text{const}$ ) და, მაშასადამე, ეფექტური სიმძლავრის ცვლილება გამოწვეულია მხოლოდ მექანიკური მარგი ქმედების კოეფიციენტის ( $\eta_m$ ) ცვლილებით, ე. ი. ხახუნზე დახარჯული კუთრი სიმძლავრის ცვლილებით.

4. ინდიკატორულ სიმძლავრეს იღებენ ჰაერის ხარჯის პროპორციულს, ხოლო ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, მისი აბსოლუტური ტემპერატურიდან კვადრატული ფესვის პროპორციულია. ამ შემთხვევაში ხახუნის სიმძლავრე მუდმივ სიდიდედ ითვლება.

$$N'_e = \frac{N_0}{\eta_m} \left( \frac{B'}{B_0} \sqrt{\frac{T_0}{T'}} + \eta_m - 1 \right)$$

ან თუ აღვნიშნავთ

$$-\frac{B'}{B_0} \sqrt{\frac{T_0}{T'}} = K,$$

მაშინ

$$N'_0 = \frac{N_c}{\eta_m} (K + \eta_m - 1). *$$

საწვევის კუთრი ხარჯისათვის შესაბამისად იქნება:

$$g'_c = g_c \frac{\eta_m}{1 - (1 - \eta_m) \cdot \frac{H_0}{B'} \sqrt{\frac{T'}{T_0}}}.$$

ამ ფორმულების გამოყენებას საფუძვლად უდევს შემდეგი დაშვებები:

ა) ინდიკატორული სიმძლავრე წარმოადგენს გარემო პირობების ფუნქციას:

$$N'_i = N_i K,$$

სადაც

$$K = \frac{R'}{B^0} \sqrt{\frac{T_0}{T'}}.$$

ბ) ხახუნის სიმძლავრე მუდმივი სიდიდეა;

$$N'_r = N_r = N_i - N_c = -\frac{N_c}{\eta_m} (1 - \eta_m);$$

გ) საწვევის ინდიკატორული ხარჯი, ჰაერის სიჭარბის მუდმივი კოეფიციენტის პირობებში, მუდმივი სიდიდეა.

$$g'_i = g_i$$

ხოლო

$$g'_c = g_c \frac{\eta_m}{\eta'_m};$$

\* ანალოგიური ფორმულა აქვს მიღებული პროფ. გ. ვ. მახალდინს (იხ. В. В. Махалдини „Некоторые вопросы теории автотракторных двигателей“, 1952. ст р. 84 მხოლოდ ის დაშვებით, რომ ზღვის დონიდან სიმაღლას ზრდით იცვლება მხოლოდ ატმოსფერული წნევა, ხოლო ტემპერატურა რჩება მუდმივი.

$$N'_e = N_e \frac{\eta_m + \mu - 1}{\eta_m},$$

სადაც

$$\mu = \frac{B}{B_0}.$$

იმ გამოსახულებას შეიძლება მივცეთ ასეთი სახეც:

$$N'_e = N_e \left( 1 - \frac{1 - \mu}{\eta_m} \right),$$

რაც შეიძლება გამოვიყენოთ სიმძლავრის დასაყენად, თუ გვეცოდინება ნორმალურ პირობებში ძრავის მექანიკური მაჩვი კმედების კოეფიციენტი  $\eta_m$  და წნევითა ფარდობა  $\mu$ .



მართლაც, თუ

$$N'_e = N'_i - N_r,$$

ხოლო

$$N'_i = N_i K,$$

მაშინ

$$N'_e = N_i K - N_r = \frac{N_e}{\eta_m} K - \frac{N_e}{\eta_m} (1 - \eta_m).$$

თუ ფრჩხილებს გარეთ გამოვიტანთ  $\frac{N_e}{\eta_m}$ , მივიღებთ ზემომოყვანილ ფორმულას:

$$N'_e = \frac{N_e}{\eta_m} (K + \eta_m - 1).$$

ძრავის მექანიკური მარგის კმედების კოეფიციენტის ცვლილება, ხახუნზე დახარჯული სიმძლავრის მუდმივობის პირობებში. გამოწვეული იქნება ინდიკატორული სიმძლავრის ცვლილებით.

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}; \quad \eta'_m = \frac{N'_e}{N'_i}.$$

მათი ფარდობა, მოგვცემს:

$$\frac{\eta_m}{\eta'_m} = \frac{N_e}{N'_e} \cdot \frac{N'_i}{N_i} = \frac{N_e}{N'_e} K.$$

თუ  $N'_e$ -ის მაგიერ ჩავსვამთ მის გამოსახულებას, ვექნება:

$$\frac{\eta_m}{\eta'_m} = \frac{N_e \cdot K \cdot \eta_m}{N_e (K + \eta_m - 1)}.$$

აქედან

$$\eta'_m = \frac{K + \eta_m - 1}{K}.$$

მაშინ საწვავის კუთრი ხარჯისათვის მივიღებთ:

$$g'_e = \frac{g_e \eta_m \cdot K}{K + \eta_m - 1} = \frac{g_e \eta_m}{1 - (1 - \eta_m) \cdot \frac{1}{K}};$$

და რადგან

$$\frac{1}{K} = \frac{B'}{B_0} \sqrt{\frac{T_0}{T_1}} = \frac{B_0}{B'} \sqrt{\frac{T'}{T_0}}.$$

მივიღებთ ზემომოყვანილ ტოლობას

$$g'_e = g_e - \frac{\eta_m}{1 - (1 - \eta_m) \frac{B_0}{B'} \sqrt{\frac{T'}{T_0}}}.$$

ზემომოყვანილ და სხვა მსგავს ფორმულებში წნევათა ფარდობა

$B'$   
 $B_0$

ნეტანილია აირველი ბარისათ, ე. ი. სიმძლავრე (ინდიკატორული ან ზოგ ფორმულაში ეფექტური) გარემო წნევის პირდაპირ პროპორციულია.

ამ ფაქტს საფუძვლად უდევს ის მოსაზრება, რომ შევსების კოეფიციენტი, როგორც ცილინდრში ნამდვილად შეწოვილი და გარემო პირობებში თეორიულად შესაძლო ნარევის (ან ჰაერის) რაოდენობების ფარდობა, არაა დამოკიდებული გარემო წნევაზე. რადგანაც წნევათა სხვაობა და, მაშასადამე, ცილინდრებში შესული ნარევის (ჰაერის) რაოდენობა გარემო წნევის პროპორციულია, შევსების კოეფიციენტი, როგორც ფარდობითი სიდიდე, გამოიყენება ძრავის წეწოვის პროცესის და არა გარემო პირობების შესაფასებლად.

წეწოვის პროცესის დასასრულს ცილინდრში დამყარებული წნევა, დროსელის მთლიანი ვალების პირობებში ისეთი ძრავებისათვის, სადაც ჩაბერვა გამოყენებული არაა, მტირედ განსაყვადება გარემო წნევისაგან.

იმის გამო, რომ წნევათა შიიეი გარემო წნევის პროპორციულია, ამიტომ ცილინდრში შესული ჰაერის რაოდენობის პროპორციულობაც გარემო წნევის ნიშართ უზრუნველყოფილია.

სიმძლავრის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან აღებულია ფორმულებში ან პირველი ბარისით, როგორც მაგალითად ფორმულებში:  $N_c =$

$$= N'_c \frac{760}{B'} \frac{530 \cdot \dots}{545} \text{ და } N'_c = N_c \frac{B'}{760} \frac{288}{273 + t'} \text{ ან } 0,5 \text{ სარისათ, რო-}$$

$$\text{გორც მაგალითად ფორმულებში: } N_c = N_0 \frac{B'}{760} \sqrt{\frac{288}{273 + t}} \text{ და } N'_c =$$

$$= \frac{N_c}{\eta_m} \left( \frac{B'}{B_0} \sqrt{\frac{T_a}{T'} + \eta_m - 1} \right).$$

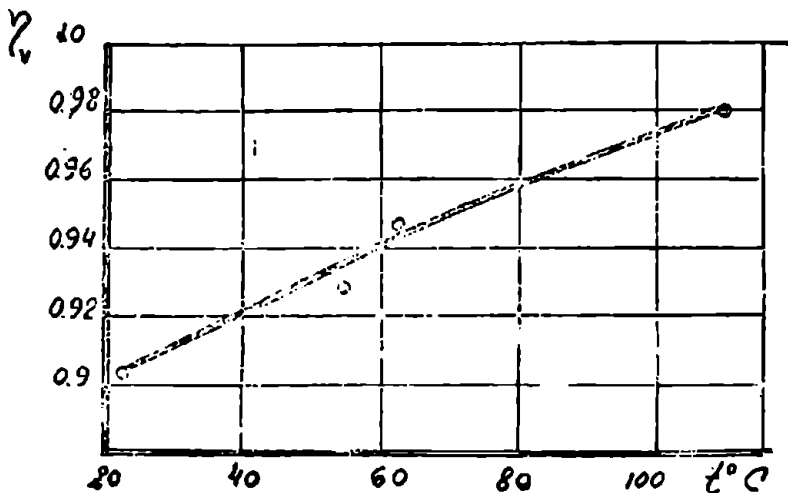
იმ შემთხვევაში, როდესაც ტემპერატურათა ფარდობის მაჩვენებელი უდრის ერთს, ისევე როგორც წნევათა ფარდობისათვის, ეს ნიშნავს, რომ შევსების კოეფიციენტი გარემო ტემპერატურაზე დამოკიდებული არაა, ხოლო როდესაც მაჩვენებელი უდრის 0,5, ეს იმას ნიშნავს, რომ ჰაერის ნაკადის სიჩქარე შეწოვი სისტემის ერთ-ერთ უბანზე, სხვა თანაბარი პროცესის დროს, იცვლება ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურიდან კვადრატული ფესვის პროპორციულად.

ასეთი განმარტება საკმაოდ დასაბუთებული არაა. საქმე იმაშია, რომ ცილინდრის შევსების და გარემო პირობების ცვლილების დროს, პირობები იცვლება არა მარტო სადროსელო მისაფარის წინ, არამედ მის შემდეგაც; დროსელის შემდეგ ნაკადის მდგომარეობის ცვლილება დამოკიდებულია შევსების პროცესზე. შევსების კოეფიციენტის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან უნდა იყოს აღრიცხული იმიტომაც, რომ გარემოს გაბურებული ჰაერი ცილინდრში შესვლის დროს ნაკლებად ხურდება ნარჩენი აირებისაგან და ცილინდრის კედლებიდან, ვიდრე ცივი ჰაერი.

ჰაერის შეთბობის ხარისხის შემცირება, მისი ტემპერატურის ზრდასთან ერთად, ანელებს მუხტის სიმკვრივის შემცირებას გარემოს ტემპერატურის ზრდის დროს.

ძრავში შემავალი ჰაერის ტემპერატურისაგან შევსების კოეფიციენტის დამოკიდებულებას მრავალი შეკვლევარი სწავლობდა. მაგ., ი. მაიზელმა დაადგინა ექსპერიმენტული დამოკიდებულება  $\eta_0$ -სა და ტემპერატურას შორის როგორც კარბურატორიანი ძრავებისათვის, ისე ცილინდრში საწვავის შეფუქვევის და იმ შემთხვევისათვისაც, როდესაც ძრავს იძულებით აბრუნებდნენ ელექტრომობილით. ცდები ტარდებოდა ერთი და იგივე ცილინდრისათვის. დადგენილი იყო, რომ ყველა შემთხვევაში შევსების კოეფიციენტი იზრდება ტემპერატურის ზრდით, მხოლოდ ძრავის იძულებითი აბრუნების შემთხვევაში ზრდის ინტენსივობა უფრო ნაკლებია. მაგალითად,  $+125^{\circ}$ -მდე გამოიყენება დამოკიდებულება:  $\frac{\eta'_0}{\eta_0} = \sqrt{\frac{T'_0}{T_0}}$ , ხოლო  $+250^{\circ}$  ტემპერატურამდე —  $\eta'_0 = \frac{T_0(940 - T_0')}{T_0'(940 - T_0)}$ .

ამ მხრივ საინტერესო ცდები იქნა აგრეთვე ჩატარებული დიზელის ძრავებზე (Zinner, K. MTZ, 1950); მე-9 ნახ-ზე ნაჩვენებია ექსპერიმენტული მრუდი, რომელიც გამოსახავს შევსების კოეფიციენტის დამოკიდებულებას ცილინდრში შემავალი ჰაერის ტემპერატურისაგან.



ნახ. 9.

ტემპერატურისაგან შევსების კოეფიციენტის ასეთი დამოკიდებულება აიხსნება შემდეგით: ცილინდრში ნამდვილად შესული ჰაერის (ან ნარევის) რაოდენობა დამოკიდებულია, ერთის მხრივ, ჰაერის კუთრ წონაზე, ხოლო, მეორეს მხრივ, სიჩქარეზე, რომლის გამოსახულებაში კუთრი წონა შედის

ფესქვეშა გამოსახულების მნიშვნელში. მაშასადამე, ჰაერის ნამდვილი რაოდენობა მისი კუთრი წონიდან კვადრატული ფესვის პროპორციულია, ხოლო ჰაერის თეორიული რაოდენობა პირველი ხარისხით კუთრი წონის პროპორციული. გამოდის, რომ ჰაერის ტემპერატურის გაზრდის დროს პრიცხველი უფრო ნაკლები ინტენსივობით შემცირდება, ვიდრე მნიშვნელი და ამიტომ გამოსახულება  $\eta = \frac{G_0}{G_0}$  გაიზრდება. ტემპერატურის ცვლილების გაელენა შეესგბის კოფიციენტზე საკმაოდ მნიშვნელოვანია: მაგალითად, გარემო ტემპერატურის ცვლილება  $-30^{\circ}$ -დან  $+40^{\circ}$ -მდე ცვლის შეესგბის კოფიციენტს  $\pm 6\%$ .

როგორც აღნიშნული იყო, ზემოთაღნიშნული დაყვანის ფორმულები გამოყვანილია იმ დაშვებით, რომ დაბუნის სიმძლავრე არაა დამოკიდებული ატმოსფერული პირობებისაგან და მუდმივი სიდიდეა.

ზოგიერთი მკვლევარის (შმიტი, ლაუერი, რიხტერი და სხვ.) აზრით უმჯობესია, თუ ხახუნის სიმძლავრე განიილული იქნება როგორც გარემო წნევის ფუნქცია ისე, რომ ხახუნის სიმძლავრის ერთი ნაწილი იქნება დამოკიდებული გარემო წნევაზე, ხოლო მეორე არა.

ამგვარად, დაბუნის სიმძლავრე აღებულ პირობებში შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ როგორც ჯამი

$$N' = N_{r1} + N_{r2} = \beta N_{r0} + (1 - \beta) N_{r0} \frac{B'}{B_0},$$

სადაც  $N'$  არის ხახუნის სიმძლავრე აღებულ პირობებში;

$N_{r0}$  — ხახუნის სიმძლავრე ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებში;

$N_{r1} = \beta N_{r0}$  — ხახუნის სიმძლავრის ის ნაწილი, რომელიც არაა დამოკიდებული გარემო წნევაზე;

$N_{r2} = (1 - \beta) N_{r0}$  — ხახუნის სიმძლავრის ნაწილი, რომელიც დამოკიდებულია გარემო წნევაზე;

$\beta = 0,5 - 0,65$  ექსპერიმენტული კოფიციენტი.

ამის გარდა, მიზანწეწონილად სთვლიან, რომ ტემპერატურათა ფარდობის ხარისხის მაჩვენებელი აღებულ იქნეს  $n = 0,7 - 0,8$ .

ასეთ პირობებში შეიძლება მივიღოთ, რომ ხახუნის სიმძლავრის ნაწილი, რომელზეც გავლენას ახდენს გარემო წნევა, გარკვეულ პროპორციულ დამოკიდებულებაში იმყოფება ინდიკატორულ სიმძლავრესთან  $M_{r2} = a N_{r1}$ .

საშუალო ზომისა და ბრუნთა რიცხვის მქონე დიზელისათვის, ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ ამ პროპორციულობის კოფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა უდრის 0,07 და ამის საფუძველზე დიზელის ძრავებისთვის რეკომენდებულია შემდეგი ემპირიული ტოლობები:

$$N'_{r0} = N_{r0} (1,162 K - 0,162) \text{ და } g'_{r0} = g_{r0} (0,86 K (K - 0,14)),$$

სადაც

$$K = \frac{B}{B_0} \left( \frac{T_0}{T} \right)^n$$

საყურადღებოა აგრეთვე  $\Pi-54$  ტიპის სატრაქტორო დიზელმბისთვის ა. ვ. მიქელაძის მიერ გამოყვანილი ემპირიული ტოლობა სიმაღლისაგან დამოკიდებულებით

$$N'_0 = N_c (1 - 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot H^{1,12}),$$

სადაც  $H$  არის სიმაღლე ზღვის დონედან მეტრობით.

სააეიაციო ძრავებისგან განსხვავებით, სადაც სტანდარტული ატმოსფეროს ცნების შემოღების გამო (იხ. დანართი II) გარემოს ტემპერატურა და წნევა ურთიერთდამოკიდებული არიან, აეტოსატრაქტორო ძრავებში მიზანშეწონილია, რომ წნევისა და ტემპერატურის გავლენა ცალ-ცალკე იქნეს განხილული.

ამის გარდა. სხვადასხვა სიმაღლეზე სააეიაციო ძრავების მუშაობის გამოკვლევის დროს იხილავენ ძრავის მუშაობის ორ წესადლო რეჟიმს:

ა) როდესაც სიმაღლის ზრდასთან ერთად საწვავის ტუმბოს მიწოდება არ იცვლება ( $G = \text{const}$ ) და, მაშასადამე, ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი მცირდება  $\alpha_0 > \alpha \neq \text{const}$ .

ბ) როდესაც სიმაღლის ზრდასთან ერთად საწვავის მიწოდება ისეთნაირად მცირდება, რომ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი მუდმივია  $\alpha_0 = \alpha = \text{const}$ .

იმ მხრივ საინტერესო კვლევა აქვს ჩატარებული პროფ. ვ. ვ. მახალდიანს მაღალმთიან პირობებში მომუშავე სატრაქტორო დიზელის მუშა პროცესის თავისებურებათა შესახებ, რომელსაც გარდა ზემოთყვანილი რეჟიმებისა, განხილული აქვს მუშაობის მესამე რეჟიმი, როდესაც სიმაღლის ზრდასთან ერთად საწვავის მიწოდება ისე იცვლება, რომ ძრავი მუშაობს ბოლვის ზღვარზე და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის სიდიდე ოპტიმალურია  $\alpha = \alpha_{\text{opt}}$ .

კათედრის მიერ მოწყობილი ექსპერიმენტების ექსპერიმენტული მასალების, ხახუნის სიმძლავრის მუდმივობის პირობების დაშვების და პროფ. ტ. მ. მელქუმოვისა და ა. ი. ტოლსტოვის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე პროფ. ვ. ვ. მახალდიანი იძლევა სატრაქტორო დიზელმბისათვის სიმძლავრის დასაყვან შემდეგ ნახევრად ემპირიულ ტოლობას:

$$N_0 = N'_0 \frac{\eta_{=0}}{\eta_{=0} + \frac{\mu}{\sqrt{\beta}} + \frac{\mu}{\sqrt{\beta}} (\alpha_0 - \alpha_{\text{II}}) 0,288 - 1},$$

სადაც  $\mu = \frac{B}{B_0} = \frac{P}{P_0}$  არის ატმოსფერულ წნევათა ფარდობა,

$\beta = \frac{T}{T_0}$  — ტემპერატურათა ფარდობა,

$\alpha_0$  — ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი ნორმალური პირობებისათვის

$\alpha_{\text{II}}$  — " " კოეფიციენტის ოპტიმალური მნიშვნელობა აღებული პირობებში და  $\Pi-35$  და  $\Pi-54$  ძრავებისთვის შეიძლება გამოთვლილ იქნეს შემდეგი ემპირიული ტოლობით:



სატრაქტორო დიზელის ძრავებისათვის ჰაერის ტენიანობის გავლენა უფრო ნაკლებია, ვიდრე კარბურატორიანი ძრავებისათვის, ჯერ ერთი იმიტომ, რომ სატრაქტორო ძრავების მუშაობის სფერო იწვიათად აღემატება 2000 მეტრს ზღვის დონედან და, რაც მთავარია, დიზელის ძრავებში ჰაერის სიქარბის კოეფიციენტის დიდი მნიშვნელობების გამო ტენიანობა საგრძნობ გავლენას ვერ ახდენს ძრავის მუშა აროცესზე.

ამგვარად, პრაქტიკული მიზნებისათვის ჰაერის ტენიანობის გავლენა ძრავის მუშაობაზე შეიძლება უგულვებელყოთ.

## თ ა ვ ი II

### ეფექტური სიმძლავრის განსაზღვრა

#### § 1. საშუალო დანადგარები

ძრავის გამოცდის ძირითად ელემენტს სიმძლავრის განსაზღვრა წარმოადგენს.

გამოცდების დროს გაზომილი და გამოთვლილი პარამეტრების საბოლოო შეფასება წარმოებს ძრავის მიერ განვითარებული სიმძლავრის მიხედვით ან სიმძლავრეზე მათი გავლენის თვალსაზრისით.

თუ, მაგალითად,  $R$  რადიუსის მქონე შკივის ფერსოზე მოდებულია  $P_{\Sigma}$  წრიული ძალა, რომლის გავლენით შკივი ბრუნავს  $\omega$  კუთხური სიქარბით, მაშინ  $P$  ძალის წამური მუშაობა იქნება:

$$L = P \cdot v \text{ კგმ/წმ,}$$

სადაც  $v$  არის შკივის წრიული სიქარბი და უდრის:

$$v = R \cdot \omega = R \frac{\pi n}{30} \text{ მ/წმ:}$$

შკივის ბრუნვაზე დახარჯული სიმძლავრე იქნება:

$$N_e = \frac{P \cdot v}{75} = \frac{P \cdot R \cdot \pi n}{75 \cdot 30} = \frac{P \cdot R \cdot n}{716,2} \text{ ტ. ძ.}$$

აქ  $P_{\Sigma}$  ძალისა და ბრუნვის  $R$  რადიუსის ნამრავლი წარმოადგენს ძრავის ლილვზე განვითარებულ მამბრუნებელ მომენტს  $M$ , ხოლო  $n$  — ლილვის ბრუნთა რიცხვს წუთში.

თუ მოვახდენთ შეცვლას  $P \cdot R = M$ , მივიღებთ ცნობილ გამოსახულებას:

$$N_e = \frac{M \cdot n}{716,2} \text{ ტ. ძ.}$$

ეს ფორმულა წარმოადგენს ძრავის მუხლა ლილვზე განვითარებულ ეფექტური სიმძლავრის გამოსახულებას გაზომილი მამბრუნებელი მომენტითა და ბრუნთა რიცხვით.

ძრავის მუხლა ლილვიდან ართმეული ეფექტური სიმძლავრე შთაინთქმება ამა თუ იმ წინააღობით, რასაც ჩვენ ძრავის დატვირთვას ეუწოდებთ.

სხვანაირად რომ ვთქვათ, თვით ეფექტური სიმძლავრის ცნება აუცილებლად გულისხმობს დატვირთვის არსებობას, რადგან ამ უკანასკნელის გარეშე ეფექტური სიმძლავრის გამოვლინება არ შეიძლება.

ძრავის ეფექტურ სიმძლავრეს ჩვეულებრივ განსაზღვრავენ დატვირთვით, რომელიც შეიძლება იყოს ბუნებრივი ან ხელოვნური. სიმძლავრე შეიძლება აგრეთვე განვსაზღვროთ უშუალოდ მგრეხავი მომენტით, თუ გაეზომავთ ლილვის გრეხვის კუთხეს.

ბუნებრივი დატვირთვის მიხედვით სიმძლავრის განსაზღვრის დროს იქნება მთელი რიგი სიმძლევები, რომლებიც სიმძლავრის მშთანთქმელ მანქანაში დანაკარგების აღრიცხვის სიძნელითაა გამოწვეული. მაგალითად, ტრაქტორის ან ავტომობილის მუშაობის დროს შესრულებული სასარგებლო მუშაობით მისი ძრავის ეფექტური სიმძლავრის განსაზღვრა მოითხოვს, რომ დამატებით ვიცოდეთ დანაკარგები ტრანსმისიაში, გადაცემებში, მუშა მანქანის ნაწილებში და სხვ.

ამიტომ, ეფექტური სიმძლავრის განსაზღვრისათვის ძირითადად გამოიყენება მოწყობილობები ძრავის ხელოვნურად დატვირთვისათვის—ე. წ. მუხრუჭები, რომლებიც შთანთქამენ ძრავის სიმძლავრეს ხელოვნური წინალობით.

მშთანთქმელი მუხრუჭები მუშაობის პრინციპის მიხედვით შეიძლება იყოს:

1. მექანიკური მუხრუჭები (ბუნდებიანი, ლენტისებრი, თოკის ან სხვა), რომლებშიაც ძრავის სიმძლავრე შთანთქმება ხუნდების, ლენტის ან სხვა ნაწილის ბეჭით ძრავის ლილვის შვიჩზე.

2. ჰაერის მუხრუჭები (ხრახნი, მულინეტა, ვენტილატორი), რომლებშიაც ძრავის სიმძლავრე შთანთქმება მბრუნავი სხეულით ჰაერის წინალობის დაძლევის დროს.

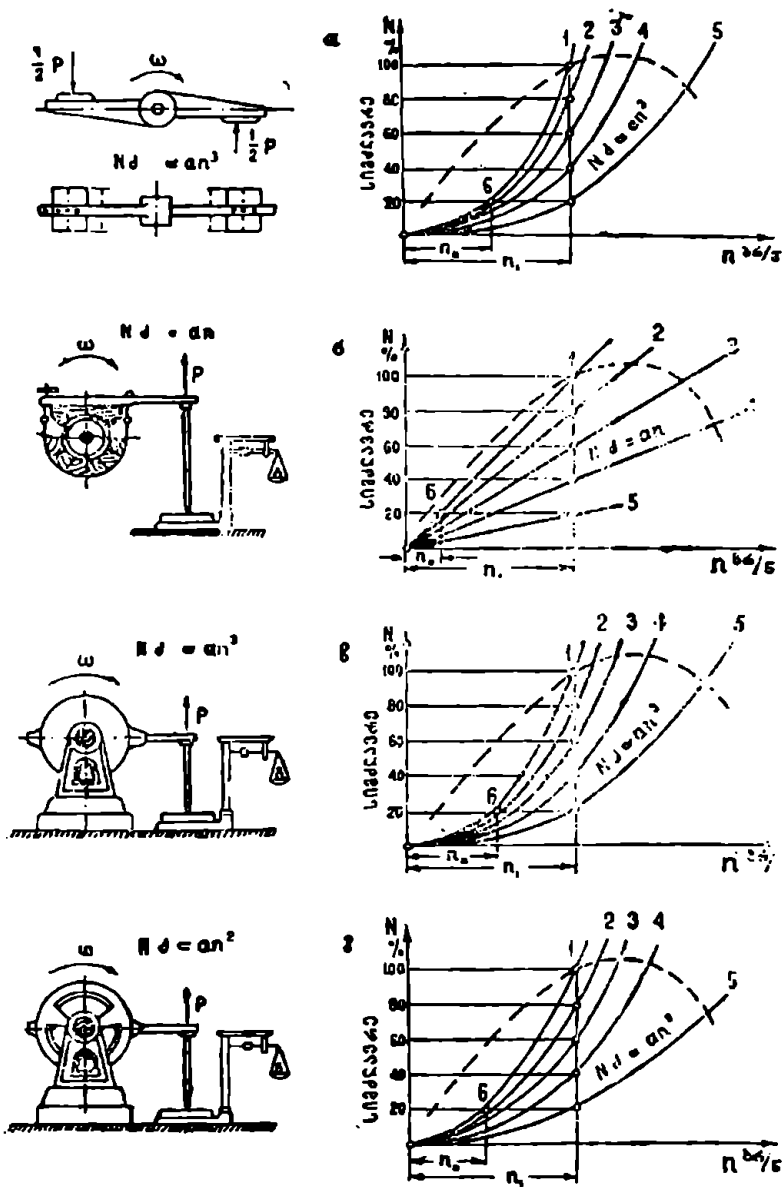
ასეთი მუხრუჭები ძირითადად გამოიყენება საავიაციო ძრავების გამოსაცდელად (დიდი სიმძლავრეები და ბრუნთა ტრეხვები). საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავებისათვის, როგორც მცირე სიმძლავრის და შედარებით დაბალი ბრუნთა რიცხვის მქონე ძრავებისთვის, ეს მუხრუჭები არ გამოიყენება და ამიტომ მათ დაწვრილებით არ განვიხილავთ.

3. ჰიდრაულიკური მუხრუჭები, რომლებშიაც ძრავის სიმძლავრე შთანთქმება მბრუნავ დისკოებზე წყლის ხახუნით.

4. ელექტრომუხრუჭები, რომლებშიაც დამუხრუჭების პროცესში ძრავის მექანიკური ენერგია შთანთქმება და გარდაიქმნება ელექტროენერგიად.

მოქმედების პრინციპისაგან დამოუკიდებლად ყოველ მუხრუჭს უნდა ჰქონდეს დამუხრუჭების ძალის (დატვირთვის) შესაცვლელი მოწყობილობა. ელექტრომუხრუჭის წრედში ამ მიზნით შეიძლება ჩავრთოთ დიდი ან მცირე წინალობა; ჰიდრაულიკურ მუხრუჭში დატვირთვის რეგულება შეიძლება მუხრუჭში წყლის დონის ცვლილებით და, ამგვარად, შესაძლებელია ხელოვნურად შეუქმნათ ძრავს სხვადასხვა წინალობა. მექანიკურ მუხრუჭებში დატვირთვის შეცვლა წარმოებს ბუნდების სხვადასხვა ძალით მოჭერის საშუალებით.





6.ა. 10. დამამუხრებელი მოწყობილობების სქემები, წვერილი ხაზით — ძრავის ეფექტური სიმძლავრე; მთლიანი ხაზით — მუხარუკის მიერ შეთავსებული სიმძლავრე.

დამამუხრუქებელი მოწყობილობების შესადარებლად მე-10 ნახ-ზე ნაჩვენებია დამამუხრუქებელი დანადგარების სქემები და მათი მახასიათებლები სხვადასხვა რეგულაციების დროს.

მე-10 ნახ-ზე მთლიანი ხაზით აღნიშნული მრუდები 1, 2, 3, 4 და 5 შეესაბამება სიმძლავრის იმ მნიშვნელობებს, რომელთაც ძრავი ხარჯავს დამამუხრუქებელი დანადგარის სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვით სამუშაოდ, — უცვლელი რეგულაციის პირობებში. მცირე ნომრები (1, 2 და 3) შეესაბამება მუხრუქის დიდ დატვირთვებს, დიდი ნომრები (3, 4, 5) კი — მცირე დატვირთვებს.

როგორც ზემომოყვანილი მახასიათებლიდან ჩანს, ჰიდრაულიკური მუხრუქისა და მულინეტის მახასიათებლები უახლოვდებიან კუბური პარაბოლის სახეს, ე. ი. სიმძლავრე დაახლოებით იცვლება ბრუნთა რიცხვის მესამე ხარისხის პროპორციულად. დამოუკიდებელი აგზნების ელექტრომუხრუქის მახასიათებელი უახლოვდება კვადრატული პარაბოლის სახეს, რადგანაც სიმძლავრე ბრუნთა რიცხვის კვადრატის პროპორციულად იცვლება და დასასრულ, მექანიკური მუხრუქების მახასიათებელი სწორხაზობრივია, ე. ი. სიმძლავრე დაახლოებით იცვლება ბრუნთა რიცხვის პირდაპირ პროპორციულად.

ერთი მრუდიდან მეორეზე გადასვლა შეიძლება მუხრუქის რეგულაციის შეცვლით. ასე, მაგალითად, მექანიკური მუხრუქის დატვირთვის გაზრდა წარმოებს დამამუხრუქებელი ხუნდების მოქვრით, ელექტრომუხრუქის — დამტვირთი რეოსტატის წინალობის გადიდებით, ხოლო ჰიდრაულიკური მუხრუქის — მუხრუქის გარსაცმში წყლის ცირკულაციის გაზრდით. ეს მანიპულაციები მექანიკურ, ჰიდრაულიკურ და ელექტრომუხრუქებზე ძრავის გაუჩერებლად ხორციელდება, ხოლო მულინეტისათვის აუცილებელია ძრავი გაუაჩეროთ და დატვირთვა შეეცვალოს მულინეტის ფრთების გადაადგილებით (ცენტრიდან დაშორება დატვირთვას ზრდის, მიახლოება კი — ამცირებს).

წვეტილი მრუდები შეესაბამება მუხლა ლილვის სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვით და მუდმივი დროსელით (ან მუდმივი მიწოდებით — დიზელზე) ძრავის მუშაობის დროს განვითარებულ სიმძლავრეებს. დამყარებული რეჟიმის პირობებში ძრავის მიერ განვითარებული სიმძლავრე მუხრუქის სიმძლავრის ტოლია.

კარბურატორის ან მიწოდების რეგულაციის შეცვლის შემთხვევაში სიმძლავრე და, მაშასადამე, ბრუნთა რიცხვიც შეიცვლება, თუ შესაბამისად მუხრუქის დატვირთვაც არ შეეცვალეთ. ასე, მაგალითად, თუ ძრავი  $n_1$  ბრუნთა რიცხვის დროს გვაძლევდა სიმძლავრის 100% და შემდეგ მუხრუქის რეგულაციის შეუცვლელად სიმძლავრე შემცირდა 20%-მდე, მაშინ ბრუნთა რიცხვი მუხრუქის მახასიათებლის მიხედვით შეიცვლება (პროცესი 1 წერტილიდან გადაინაცვლებს 5 წერტილში), ე. ი. ბრუნთა რიცხვი  $n_{11}$  მნიშვნელობამდე მაშინვე შემცირდება.

ძრავის სიმძლავრის ცვლილებების დროს ბრუნთა რიცხვი უცვლელად რომ შევინარჩუნოთ, საჭიროა ერთდროულად მუიარუქის დატვირთვის რეგულაცია.

მუხრუქის მახასიათებელი გავლენას ახდენს მისი მუშაობის მდგრადობაზე. მუხრუქების მუშაობის მდგრადობა გამოიხატება მუხრუქის თვითრეგულაციის უნარით, ე. ი. ბრუნთა რიცხვის შენარჩუნების უნარით.

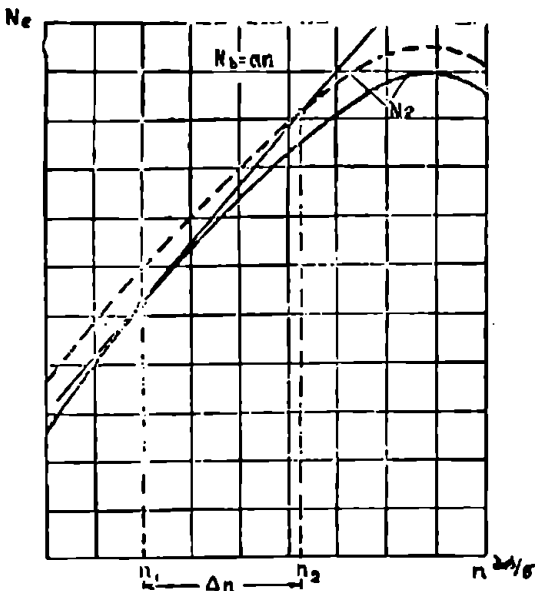
მუდმივი სიჩქარითი რეჟიმით მუხრუქის მუშაობის დროს ძრავის სიმძლავრე და მუხრუქის სიმძლავრე ერთმეორეს უნდა უდრიდეს. ამ შემთხვევაში სისტემა ძრავი-მუხრუქი მუშაობს მდგრადი დაწყარბული ბრუნთა რიცხვით. ძრავის სიმძლავრესა და მუხრუქის სიმძლავრეს შორის ტოლობის დარღვევისას, მუხრუქის მუშაობა არამდგრადი ხდება. ამ შემთხვევაში ძრავის სიმძლავრის ზრდა მუხრუქის ლილვის ბრუნთა რიცხვის ზრდას იწვევს და, პირიქით. ძრავის სიმძლავრის ცვლილების დროს, რაც უფრო დიდია მუხრუქის ლილვის ბრუნთა რიცხვის რყევის დიაპაზონი, შით უფრო მეტია მუხრუქის მუშაობის არამდგრადობა.

მე-11 ნახ-ზე ნაჩვენებია ძრავის გარეგანი და მექანიკური მუხრუქის მახასიათებლები.

დაწყარბულ სადატვირთო რეჟიმზე, როდესაც ძრავის სიმძლავრე მუხრუქის სიმძლავრეს შეესაბამება, სისტემა ძრავი-მუხრუქი მუდმივი ( $n_1$ ) ბრუნთა რიცხვით მუშაობს. მუხრუქის მახასიათებლის მრუდი წარმოადგენს ძრავის გარეგანი მახასიათებლის მხებს წერტილში, რომელიც ამ ბრუნთა რიცხვს ( $n_1$ ) შეესაბამება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც გამოსაცდელი ძრავის სიმძლავრე ამა თუ იმ მიზეზით იზრდება, მაშინ მექანიკური მუხრუქის სიმძლავრის ზრდა ხდება სწორი ხაზის განტოლების მიხედვით ( $N_2 = an$ ) ბრუნთა რიცხვის პროპორციულად და ამ დროს მუხრუქის სიმძლავრე იზრდება საკმაოდ ნელა.

სისტემა ძრავი-მუხრუქი წონასწორდება ძრავისა და მუხრუქის სიმძლავრეების ტოლობის დროს, ე. ი. ახალი სიმძლავრისთვის მუხრუქის მდგრადი

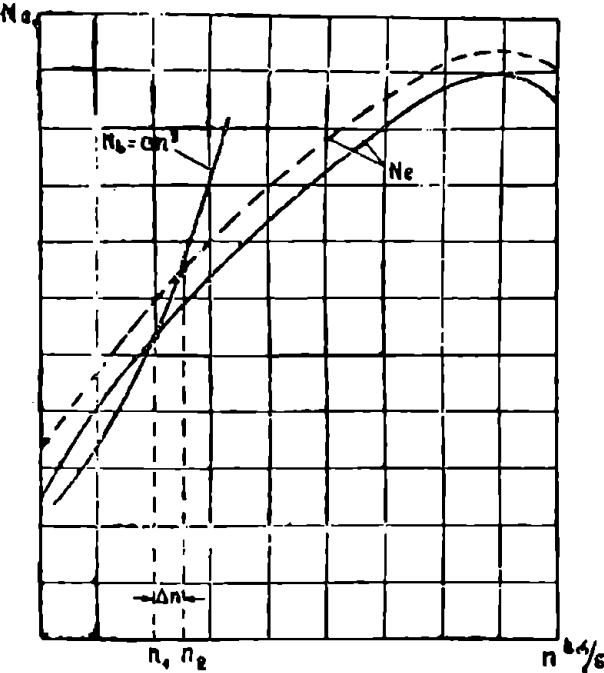


ნახ. 11. მექანიკური მუხრუქის მუშაობის მდგრადობის მახასიათებელი.

მუშაობა მიიღება მუხრუქის ლილვის  $n_2$  ბრუნთა რიცხვის დროს, როდესაც ძრავისა და მუხრუქის მანასიათებლები გადაიკვეთებიან.

ახალი ბრუნთა რიცხვი ( $n_2$ ), რომლის დროსაც მექანიკური მუხრუქი მდგრად მდგომარეობას უნდა დაუბრუნდეს, მნიშვნელოვნად განსხვავდება წინა ბრუნთა რიცხვისაგან ( $n_1$ ).

ბრუნთა რიცხვების სხვაობა  $\Delta n = n_2 - n_1$ , მექანიკური მუხრუქის წინა და ახალ წონასწორობებს შორის—მუხრუქის არამდგრადი მუშაობის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს.



ნახ. 12. ჰიდრავლიკური მუხრუქის მუშაობის მდგრადობის მახასიათებელი.

მექანიკური მუხრუქს არა აქვს თვითრეგულების უნარი და ამიტომ ძრავის სიმძლავრის ზრდის დროს  $\Delta n$ -ის შემცირებისათვის საჭირო ხდება მუხრუქის დატვირთვის ზრდა ხელით.

მე-12 ნახ-ზე ნაჩვენებია ძრავისა და ჰიდრავლიკური მუხრუქის მანასიათებლები.

ზემოთ აღნიშნეთ, რომ ჰიდრავლიკური მუხრუქის მანასიათებელი ემორჩილება მრუდის ტოლობას  $N_2 = a n^2$ . რადგან ჰიდრავლიკური მუხრუქის სიმძლავრე ბრუნთა რიცხვის კუბის პროპორციულია, ამიტომ მუხრუქის მა-

ხასიათებელი ძრავის მანასიათებელს უფრო დიდი კუთხით გადაკვეთს, ვიდრე ამას ადგილი აქვს მექანიკური მუხრუქის შემთხვევაში. გამოსაცდელი ძრავის სიმძლავრის ყველა შემთხვევითი ზრდის დროს მუხრუქი ახალ მდგრად მდგომარეობაში აღმოჩნდება  $n_2$  ბრუნთა რიცხვის პირობებში, როდესაც ძრავის ახალი მანასიათებელი (ნაჩვენებია წყვეტილით) გადაკვეთს მუხრუქის მანასიათებელს.

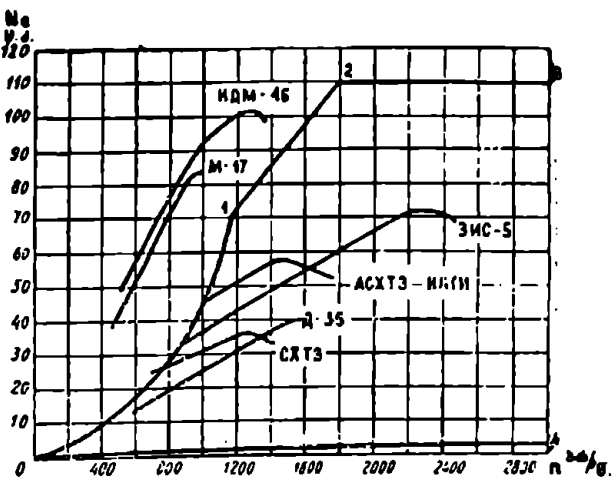
სისტემის ძრავი-მუხრუქის წინა და ახალი წონასწორობის ბრუნთა რიცხვებს შორის სხვაობა  $\Delta n = n_2 - n_1$ , მეტად უმნიშვნელო იქნება. ძრავის სიმძლავრის მცირე რხევების დროს ჰიდრავლიკური მუხრუქი პრაქტიკულად იცავს მუდმივ ბრუნთა რიცხვს და ამიტომ ის არ მოითხოვს ხე-

ლით რეგულების. ამგვარად, ჰიდრაულიკურ მუხრუქს აქვს თვითრეგულების უნარი.

მე-13 ნახ-ზე ნაჩვენებია ჰიდრაულიკური მუხრუქის მახასიათებელი. ამ მახასიათებელზე ხაზები 0,4 და 01 შესაბამისად გამოსახევენ მთლიანად განტვირთული და მთლიანად დატვირთული მუხრუქის როტორის ბრუნვისათვის საკურო სიმძლავრეებს.

ხაზი 1-2 შეესაბამება სიმძლავრეებს, რომელთა დროს მუხრუქის მიერ შთანთქმული მომენტი მაქსიმუმია და განისაზღვრება მუხრუქის როტორის ან ლილვის სიმტკიცის პირობებით.

ხაზი 2-3 ზღუდავს წყლის ზღერული გახურებით დაპირობებული მაქსიმალური სიმძლავრის მნიშვნელობებს. ხაზი 3-4 ზღუდავს როტორის უდიდეს ბრუნთა რიცხვს, რომელიც ცენტრიდანული ძალებით გამოწვეული ზღერული დატვირთვით განისაზღვრება.



ნახ. 13. ჰიდრაულიკური მუხრუქის T-4-ის მახასიათებელი.

მოცემული ძრავის გამოცდებისათვის შერჩეული მუხრუქის შესაბამისობის განმსაზღვრელ ძირითად პირობას წარმოადგენს ის, რომ გამოსაცდელი ძრავის გარეგანი მახასიათებელი ჩაიწეროს დიაგრამის ფართობში, რომელიც შემოფარგლულია 012340 კონტურით.

იმავე ნახ-ზე ნაჩვენებია M-17, KDM-46, CXT3, ACXTH-NATI, ZIC-5 და D-35 ძრავების გარეგანი მახასიათებლები.

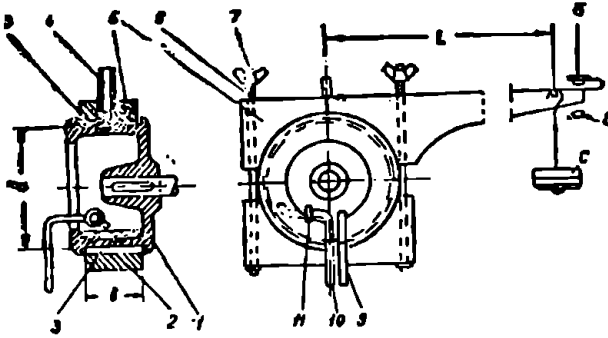
ამ მახასიათებლების განხილვიდან ნათლად ჩანს, რომ მუხრუქი T 4 საკმაოდ მისაღებია და სრულიად გამოდგება CXT3, ACXTH-NATI, ZIC-4, D-35 ძრავების გამოსაცდელად, ხოლო M-17 და KDM-46 ძრავებისათვის ის არ გამოდგება. ამ უკანასკნელთა დამუხრუქებისათვის ჰიდრომუხრუქს მოწყობილი აქვს რელექტორი.

**§ 2. შიდანიკუბი მუხრუქი**

შექანიკური მუხრუქები ორი სახისაა: ხუნდებიანი და ლენტისებრი. ძრავის დამუხრუქების დროს განვითარებული სიმძლავრე შთაინთქმება შკივსა და ხუნდებს ან შკივსა და ლენტს შორის წარმოქმნილი ხახუნის მუშაობით.

მე-14 ნახ-ზე ნაჩვენებია მექანიკური, ხუნდებიანი მუხრუკის ტიპური კონსტრუქცია.

დასამუხრუკებელი ძრავის მუხლა ლილვთან შეერთებულ შკივზე (1) ჩამოკმულია ხუნდები (2 და 5); ხუნდები ხრახინებითაა (7) მოკიბული.



ნახ. 14. მექანიკური ხუნდებიანი მუხრუკი.

- 1—შკივი; 2 და 5—მუხრუკის ხუნდები; 3—ნაფენი; 4—შილი ხეთის მისაწოდებლად; 6—ხამხარები; 7—მოკიმი ხრახინები; 8—საყრდენები; 9—გამაგრებელი წყლის მიმწოდებელი შილი; 10—გაცხელებული წყლის სარინი შილი; 11—ამრიდი ფარი.

ხუნდების მოკერის მდოერედ რეგულაციისათვის ხრახინების (7) კანჩურების ქვეშ მოთავსებულია ხისტი ხამხარები (6). შკივზე კარგი მიმდებარეობისა და ხახუნის უზრუნველსაყოფად ხუნდებს შიგა მირიდან შემოფენილი აქეთ ალუმინის ფირფიტის ნაფენი (3).

მუხრუკის გასაკრილებლად და ხახუნის ზედაპირის შესახეთად ზედა ხუნდში გაცხელებული არხი, რომელიც უერთდება შილს (4). ამ უქანასკნელზე ჩამოკმული რეზინის მილით მოხაუნე ზედაპირებს მიეწოდება საპნიანი წყალი (ან ზეთი).

შკივი (1) დამუხრუკების დროს მეტად ხურდება. მის გასაკრილებლად შიგა სიერცეში მილით (9) მიეწოდება წყალი. გაცხელებული წყლის განრიდება ხდება მილით (10), რომლის მიმღები ხერვტილი მიმართულია შკივის ბრუნვის საწინააღმდეგოდ. ჩამოღერის ასაცილებლად მილზე (10) ჩამოკმულია ამრიდი ფარი.

შკივზე ხუნდების დაწოლის რეგულაციის დროს ზედაპირზე წარმოქმნილი ხახუნის ძალა აწონასწორებს ძრავის ლილვზე განეთარებულ მებრუნებელ მომენტს.

მუხრუკის ხუნდების შიგაშემოსაფენად ალუმინის ფირფიტების მაგიერ ხშირად ფერადოს ან სპილენძისბესტის ქსოვილს იყენებენ. ამ შემთხვევაში, საპნიანი წყლის მაგიერ უმჯობესია ზედაპირზე ზეთის მცირე რაოდენობა მიეწოდოთ.

ძრავის მებრუნებელი მომენტის განსაზღერისათვის ხუნდებზე მიმაგრებულია გარკვეული  $L$  სიგრძის ბერკეტი (ჩეულებრივად ბერკეტს ზედა ხუნდთან ერთად მთლიანს აკეთებენ), რომლის ბოლოზე ტვირთია დაკიდებული. ბერკეტის რხევის შეზღუდვისათვის მისი ბოლო მოძრაობს ორ საყრდენს (8) შორის.

ბერკეტის წონასწორობის შემთხვევაში ძრავის სიმძლავრე ტოლი იქნება:

78

$$N_c = \frac{GLn}{716,2} = 0,001396 GLn \text{ ც. დ.}$$

სადაც  $L$  არის ბერკეტის სიგრძე მეტრობით;

$G$ --ტვირთის წონა კგ;

$n$  ძრავის მუსლა ლილწის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

იმის გამო, რომ მუხრუქის ბერკეტის საკუთარი წონა ნაწილობრივ აწონასწორებს სახუნის ძალას შვივის ზედააირზე, ამიტომ აუცილებელია წინასწარ გაეზომოთ მუხრუქის ბერკეტის წონა ( $\Delta G$ ) და სიმძლავრე გამოეთვალოთ ფორმულით:

$$N_c = 0,001396 (G + \Delta G) Ln \text{ ც. დ.}$$

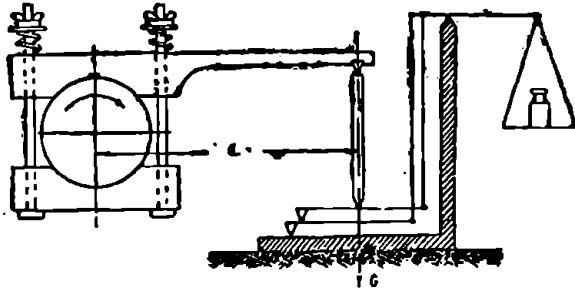
თუ ბერკეტი აწევბა სასწორს, როგორც ეს გავრცელებულია პრაქტიკაში (იხ. ნახ. 15), მაშინ მუხრუქის ბერკეტის საკუთარი წონა უნდა გამოეთვალოთ სასწორის ჩვენებას. ამ შემთხვევაში გვექნება.

$$N_c = 0,001396 (G - \Delta G) Ln \text{ ც. დ.}$$

პრაქტიკაში მუხრუქის ბერკეტის საკუთარ წონას წინასწარ გამოწონიან დამუხრუქების დროს გამოყენებულ სასწორზე და ამ უკანასკნელის ჩვენებას ნულზე დააყენებენ. თუ, ამის გარდა, მუსრუქის ბერკეტს წინასწარ გაავეთებთ  $L = 716,2$  მმ სიგრძით, მაშინ სიმძლავრის გამოსათვლელი ტოლობა მიიღებს შემდეგ მარტივ სახეს:

$$N_c = 0,001 Gn.$$

აუნდებიანი მუხრუქის ერთ-ერთი გაუმჯობესებული ტიპი ნაჩვენებია მე-16 ნახზე. ოი.გორც ნაბაზიდან ჩანს, მას აქვს დრეკადი ლენტის (1), რომელზედაც დამაგრებულია ხუნდები.

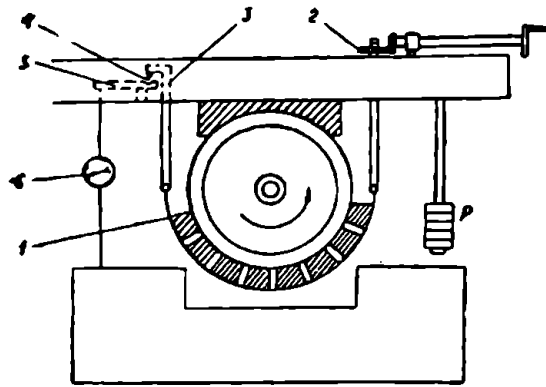


ნახ. 15. მექანიკური მუხრუქი სასწორით.

ლენტის ერთი ბოლო შეერთებულია კონუსურ კბილანასთან (2), რომლის საშუალებით წარმოებს შვივზე ხუნდების დაწოლის რეგულირება. ლენტის მეორე ბოლო ჩამაგრებულია ბერკეტში (3), რომელსაც ბოლოზე აქვს პრიზმა (4). შვივი თავისი ბრუნვის დროს პრიზმისა (4) და ბერკეტის (3) საშუალებით მოქმედებს ბერკეტზე (5) მიერთებულ დინამომეტრზე (6). ბერკეტის მძრები ისე უნდა შეეარჩიოთ, რომ დინამომეტრზე მოქმედი ძალა შეადგენდეს მუხრუქის მიერ გადაცემული ძალის მცირე ნაწილს.

უნდა აღნიშნოს, რომ ბერკეტის (5) საყრდენი წერტილი, პრიზმისა (4) და ბერკეტის (3) საყრდენი წერტილისაგან დაშორებულია რაღაც მანძილით, რაც ქმნის გარკვეულ მომენტს. ამიტომ ძრავის მძრუნებელი მომენტი ორი მომენტის სხვაობას წარმოადგენს.

ლენტისებრი მუხრუქის გამოყენების დროს ძრავის მუხლა ლილვთან შეერთებულ "შკივზე ახვევენ ლენტს ან ბაგიის (ნახ. 17), რომლის ერთი ბოლო მაგრდება დინამომეტრზე, ხოლო მეორე -- წონასწორდება სათანადო ტვირთით.



ნახ. 16. გაუმჯობესებული მექანიკური მუხრუქის სქემა.

ასეთ შემთხვევაში ძრავის სიმძლავრის გამოთვლა წარმოებს ფორმულით:

$$N_c = \frac{(P_0 - P_1)(d + a)\pi}{2 \cdot 716,2} \cdot \omega \cdot d,$$

სადაც  $P_0$  და  $P_1$  არის ლენტის ბოლოების დაკეცილობა (ტვირთის წონა და დინამომეტრის ჩვენება) კგ:

$d$  -- შკივის დიამეტრი სმ;

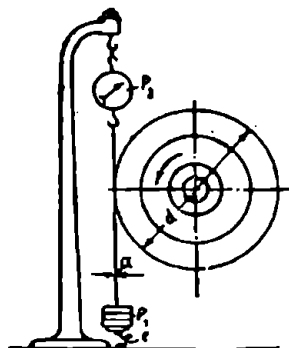
$a$  ლენტის ან ბაგიის სისქე სმ.

$\omega$  -- შკივის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

მუშაობის დროს ძრავის მუხლა ლილვის უკუდარტყმამ ტვირთი შკივიდან რომ არ გადმოაგდოს, ტვირთს აბამენ თოკით, რომელიც მუხრუქის ნორმალური მუშაობის დროს თავისუფლად ძეგს.

საერთოდ, მექანიკურ მუხრუქებს ბევრი უარყოფითი მხარე აქვთ. განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ დიდ ბრუნთა რიცხვის მქონე ძრავების დასამუხრუქებლად მათი გამოყენება მოუხერხებელია; მუშაობის დროს ხახუნის კოეფიციენტის ცვალებადობის გამო, აუცილებელია მუხრუქის უწყვეტი რეგულება, დამუხრუქების პროცესში მუხრუქიდან წყალი იშვებება და გაჩერების დროს კი იღვრება.

ამიტომ, მხოლოდ სიიათისა და სიმარტივის გამო შეიძლება მათი გამოყენება ზოგიერთ შემთხვევაში გამართლებულ იქნეს.



ნახ. 17. ლენტისებრი მუხრუქის სქემა.

### § 8. კიდრავლიკური მუხრუქი

მუხრუქების ყველაზე მეტად გავრცელებულ სახეს კიდრავლიკური მუხრუქი წარმოადგენს.

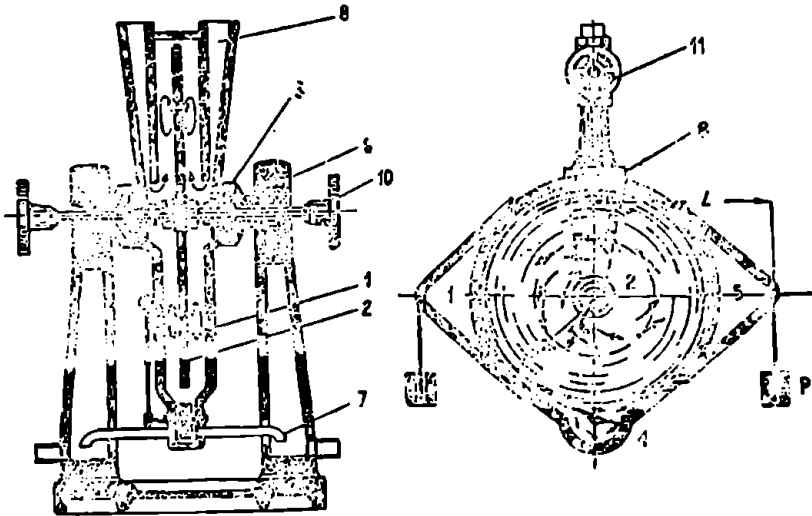
კიდრავლიკური მუხრუქის მოქმედების პრინციპი დამყარებულია სითხეში სხეულის მოძრაობის წინააღობის ძალის გამოყენებაზე. ასეთ მუხრუქებში



ძრავის მიერ განვითარებული სიმძლავრე იხარჯება, ძირითადად, სითხისა და მოძრავი ნაწილების ხახუნისა და მუხრუკის საკისრებში წინააღობის დასაძლევად.

ჰიდრაულიკური მუხრუკის მარტივი სქემის საფუძველზე განვიხილოთ მისი კონსტრუქცია და მუშაობა (ნახ. 18).

მუხრუკის ლილვზე დასმული დისკოს მსგავსი როტორი (2) მოთავსებულია გარსაცმში (1) და ბრუნავს ამ უკანასკნელში მოთავსებულ საკისრებში (3). თვით გარსაცმი, თავის მხრივ, დაკიდებულია საკისრებზე და მას შეუძლია ლილვის გარშემო რყევა. როტორი მილტუჩით (10) უერთდება ძრავის



ნახ. 18. ჰიდრაულიკური მუხრუკის სქემა:  
ა) სიგრძივი კრილი; ბ) განივი კრილი.

ლილვს. გარსაცმის გვერდითი ძაბვებით (8) მუხრუკში შედის წყალი და მიეწოდება დისკოს ცენტრთან. მიწოდებული წყლის რაოდენობის რეგულირება ვენტილებით (11) ხდება. მუხრუკიდან წყალი გამოდის მილყელებით (7).

მბრუნავ დისკოსა და წყალს შორის ხახუნის გამო, წყალს დისკო წარიტაცებს; ცენტრიდანული ძალით წყალი ცენტრიდან განიღვვნება და გარსაცმის პერიფერიაში განლაგდება მთლიანი რგოლისებრი ფენის სახით.

მბრუნავი დისკო თავისი ზედაპირის ნაწილით მუდამ ჩაძირული იქნება წყლის რგოლში. რაც უფრო დიდი იქნება წყლის რგოლის სისქე, მიფ უფრო მეტად იქნება დისკო ჩაძირული წყალში და, მაშასადამე, მით მეტი ზედაპირი მიიღებს მონაწილეობას წყალთან ხახუნის მუშაობაში.

ნახ. 18-ბ-ზე სქემატურად ნაჩვენებია დისკოსა და წყლის რგოლის ურთიერთგანლაგება. დისკოს ჩაძირვის სიღრმე გაიზომება ფარდობით:

$$\delta = \frac{R^3 - R_0^3}{R_3}$$

სადაც  $R_g$  არის ჩაძირვის რგოლის გარეგანი რადიუსი და უდრის დისკოს რადიუსს;

$R_g$ —ჩაძირვის შიგა რადიუსი.

სილიდეს  $\delta$  უწოდებენ მუხრუქის შეესების სილიდეს და მუხრუქის მუშაობაში იგი დიდ როლს თამაშობს.

გარსაცმის ქვემო ნაწილში მოთავსებულია სადროსგლო მოწყობილობა (4), რომლითაც შესაძლებელია, მიწოდებული წყლის უცვლელი რაოდენობის პირობებში, მომუშავე მუხრუქებში ვცვალოთ წყლის დონე. ამგვარად, დროსელი (4) გამოყენებულია როგორც შეესების რეგულატორი.

როტორის მიერ ძრავიდან მიღებული ენერჯია იხარჯება მუხრუქში სხვადასხვა ძალის დასაძლევად, რომლებიც იქმნება ჰიდრავლიკური დარტყმებით, წყალთან დისკოს ხახუნით, სითბის შიგა ხახუნით, საკისრებსა და ჩობალებში ხახუნითა და ბრუნვის წინალობით.

ამ ძალების რეაქციები მოდებულია როტორზე და გადაეცემა გარსაცმს, რომელიც მათი მოქმედებით ცდილობს როტორის ბრუნვის მიმართულეებით შემობრუნდეს საკისრებში.

გარსაცმის ამ მისწრაფებას ეწინააღმდეგება სასწორის მექანიზმი, რომელიც  $L$  მხარზე მოდებული  $P$  ტვირთით აწონასწორებს რეაქტიული ძალების გადამბრუნებელ მოქმედებას და ამით ზომავს სამუხრუქე ძალის საერთო სილიდეს.

$P$  ტვირთის  $L$  მხარზე მოქმედებით გაწონასწორებული გადამბრუნებელი მომენტი უდრის ძრავის მახრუნებელ მომენტს და გამოისახება:

$$M = M_{ძრ} = P \cdot L \text{ კგმ.},$$

ხოლო სამუხრუქო სიმძლავრე იქნება:

$$N_{შე} = N_c = \frac{M \cdot n}{716,2} = \frac{P \cdot L \cdot n}{716,2} \text{ ც. ხ.},$$

სადაც  $n$  არის მუხრუქის ლილვის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

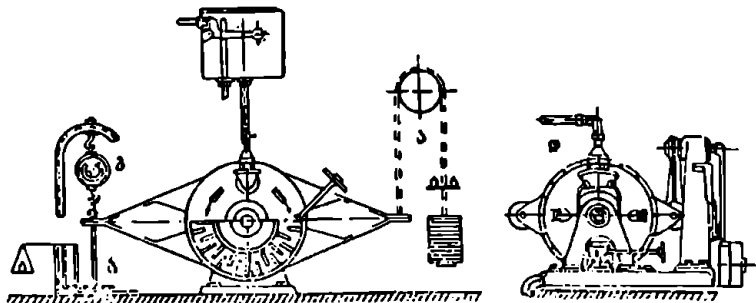
სასწორის მექანიზმი არ აღრიცხავს მოქანავე გარსაცმის საკისრებში ხახუნს, რომელიც გორვის ხახუნს წარმოადგენს და მისი სილიდე მეტად მცირეა; მთლიანი დატვირთვის დროს ეს დანაკარგი შეადგენს გაზომილი მომენტის 0,01—0,02% და პრაქტიკულად მას მხედველობაში არ იღებენ.

კონსტრუქციის დახასიათებისათვის და მეტად ზუსტი გაზომვების დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ ეს დანაკარგებიც. ამ მიზნით, მათ განსაზღვრავენ მუხრუქის მხარზე ისეთი მინიმალური ტვირთის დაკიდებით, რომელიც ძრავიდან გამოართულ და არამომუშავე მუხრუქს გამოიყვანს წონასწორობიდან. ამ ტვირთისა და მხარის ნამრავლით მიღებული მომენტის შეფარდება სამუშაო მომენტის სილიდესთან, უძრაობაში მყოფი მუხრუქის მ გ რ ძ ნ ო ბ ი ა რ ო ბ ი ს ხ ა რ ი ს ხ ს იძლევა.

მგრძობიარობის გაზრდისათვის და გაზომვის უდიდესი სიზუსტის უზრუნველყოფის მიზნით, აუცილებელია, მინიმუმამდე დაეიყვანოთ მუხრუქის თავისუფალი რყევის ხელშემშლელი ყოველგვარი წინალობა.

გაზომვის სიზუსტეზე აგრეთვე მოქმედებს მუხრუქის კორპუსის ბალანსირებაც. საიმედოდ შესრულებულ კონსტრუქციაში დაცული უნდა იყოს გარსაცმზე დამაგრებული ნაწილების წონითი სიმეტრიულობა. მაგალითად, წყლის მიმღები ძაბრები, წყლის სარინი მილყელები და სხვა ნაწილები უნდა შევარჩიოთ ერთნაირი წონისა და ქანაობის ცენტრიდან სიმეტრიულად თანაბარი დაშორებით უნდა განვალაგოთ.

სამუხრუქე ძალის გასაზომად შეიძლება გამოვიყენოთ ნებისმიერი ტიპის დინამომეტრი. მე-19 ნახ-ზე ნაჩვენებია ჰიდრაულიკური ტიპის მუხრუქის სასწორის მექანიზმის სხვადასხვა ტიპი და გაზომვის ხერხები: ტვირთის



ნახ. 19. მომენტის გაზომვის მეთოდები.

უშუალო დაკიდებით (ა), ათწილადი სასწორის (ბ), ზამბაროვანი სასწორისა (გ) და ქანქარისებრი სასწორის (დ) გამოყენებით.

სიმძლავრის გაზომვის შედეგების გაანგარიშების დროს მეტი მოხერხებულობის მიზნით, მუხრუქის მხარის სიგრძეს აკეთებენ მომენტის ფორმულაში შემავალი მუდმივი სიდიდის 716,2 ჯერადს. ამის გამო, ფორმულა მიიღებს ბევრად მარტივ სახეს.

მაგალითად,

$$N_c = \frac{M \cdot n}{716,2} = \frac{P \cdot L \cdot n}{716,2} = C \cdot P \cdot n \text{ ც. დ.},$$

სადაც

$$C = \frac{L}{716,2}.$$

თუ, მაგალითად,  $L=0,7162$  მ. მაშინ დანადგარის მუდმივა  $C=0,001$ . ეს გამარტივებული ფორმულა  $L$  მხარის სიგრძისა და  $C$  კოეფიციენტის სიდიდის ჩვენებით, ჩვეულებრივ, აღნიშნულია მუხრუქზე.

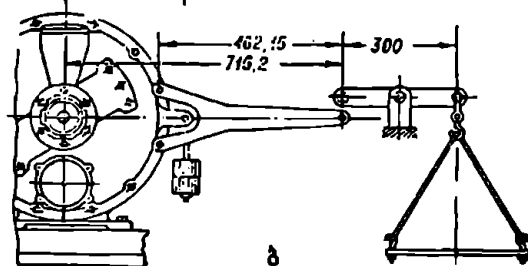
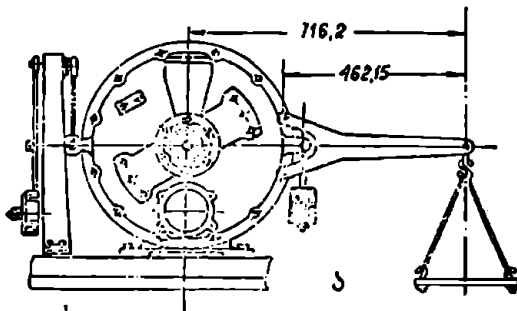
ჰიდრაულიკური მუხრუქი ნამდვილ და სწორ ჩვენებას მხოლოდ მაშინ იძლევა, როდესაც ის წესიერადაა რეგულირებული და მისი სასწორის მექანიზმი შემოწმებულია.

მუხრუქის რეგულებას და სასწორის მექანიზმის შემოწმებას აწარმოებენ სამუხრუქე სტენდის პირველადი დაყენების დროს ან მისი დაშლისა და რემონტის შემდეგ.

ჰიდრაულიკური მუხრუქის რეგულაციის დროს საჭიროა მუხრუქის ლილვის ჰორიზონტალური მდებარეობის, დოლის ბალანსირების, სასწორის მექანიზმის სწორი აკრეფისა და მოქმედების წესიერობისა და სასწორის მექანიზმის სკალის დაგრაღულირების სისწორის შემოწმება (ტარირება).

მუხრუქის ლილვის ჰორიზონტალური მდებარეობა უნდა შევამოწმოთ თარაზოთი, რომელიც მუხრუქის ფილაზე უნდა დაეაყენოთ.

სამუხრუქე დოლის ბალანსირება უნდა ვაწარმოოთ სასწორის მექანიზმის წვეის შეერთებამდე. ბალანსირებისათვის უნდა გამოვიყენოთ ტვირთები, რომლებიც უნდა დაეკიდოთ სასწორის მექანიზმის საწინააღმდეგო მხარეს დოლის მინადულში მყოფ თითზე. სასწორის მექანიზმის აწყობამდე ყველა დეტალი უნდა გავწმინდოთ ჭუჭყისაგან და გავრეცხოთ ნავთით. ექსცენტრი-



ნახ. 20. ჰიდრაულიკური მუხრუქის ტარირების სქემა.

- ა) სკალის მარჯვენა ნაწილის ტარირება;
- ბ) სკალის მარცხენა ნაწილის ტარირება.

კრამდე იყოს 716,2 მმ. იმის შემდეგ, როცა ბერკეტს საწონების თეფშით მივამაგრებთ, დოლი უნდა გავაწონასწოროთ მეორე მხრიდან ტვირთის ჩამოკიდებით ისე, რომ მექანიზმის კანქარის ისარი დადგეს სკალის ნულოვან დანაყოფზე.

ამ მოსამზადებელი ოპერაციების დამთავრების შემდეგ უნდა დაეიწყოს სასწორის მექანიზმის სკალის დაგრაღულირების შემოწმება. ამ მიზნით სასწორის თეფში უნდა დაეტვირთოთ საწონებით 1-დან 60 კგ-მდე თითო-თითო კგ-მის შიმატებით. საწონის ყოველი შიმატების დროს უნდა შევამოწმოთ

კული ლილვაკი ზუსტად ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში უნდა დაეაყენოთ ისე, რომ კუთხე ამ ლილვაკის ღერძსა და სასწორის მექანიზმის წვეას (ან ტვირთის ბერკეტის) შორის იყოს 90°. ბერკეტზე ტვირთი უნდა დავამაგროთ ექსცენტრიკული ლილვაკის ღერძიდან 400 მმ მანძილზე.

სასწორის მექანიზმის სკალის დაგრაღულირების სისწორის შესამოწმებლად მუხრუქის დოლზე უნდა დავამაგროთ ბერკეტი საწონების თეფშით (ნახ. 20-ა). სასწორის მექანიზმის საწინააღმდეგო მარჯვენა მხარეზე ბერკეტი ისე უნდა დავამაგროთ, რომ მანძილი მუხრუქის ლილვის ცენტრიდან სასწორის თეფშის პრიზმის შემავრების თითის ცენ-

ქანქარის ისრის მდებარეობა მექანიზმის სკალაზე. იმ შემთხვევაში, თუ ჩვენება არ ემთხვევა ბერკეტის თეთვზე მყოფ საწონებს, ქანქარის ტვირთი უნდა გადავადგილოთ. თუ სკალის ჩვენება მეტია თეთვზე მოთავსებულ საწონებზე, მაშინ ქანქარის ტვირთი უნდა დაეწიოთ ძირს. პირიქით, თუ სკალის ჩვენება ნაკლებია საწონებთან შედარებით, ტვირთი უნდა აეწიოთ მაღლა.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰიდრაულიკური მუხრუქის კონსტრუქცია ქანქარის ტვირთის გადაადგილების საშუალებას არ გვაძლევს, მაშინ სკალა უნდა გადავბრუნოთ და მასზე უნდა დავამჩნიოთ ახალი დანაყოფები.

სკალის მეორე ნახევრის დანაყოფებს ვამოწმებთ ისევე, მხოლოდ სასწორის თეთვში უნდა დავკიდოთ არა ბერკეტზე, არამედ მხრეულზე (ნახ. 20-ბ).

ძრავის მიერ განვითარებული სიმძლავრე ჰიდრაულიკურ მუხრუქში ხახუნისა და სხვა წინაღობების მუშაობით შთანთქმდება. ამ დროს გამოყოფილი სითბო იხარჯება მუხრუქში გამაველი წყლის გახურებაზე.

ამგვარად, სხვა მუხრუქების ანალოგიურად, ჰიდრაულიკურ მუხრუქშიაც დამუხრუქების პრინციპი მდგომარეობს ძრავის მექანიკური ენერჯიის გარდაქმნაში თბურ ენერჯიად.

ეს მდგომარეობა რაოდენობრივად შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ; თუ გამოვიყენებთ შეფარდებებს თერმოდინამიკიდან, შეიძლება დაწეროთ და გამოვსახოთ მექანიკური ენერჯია სითბოს ერთეულებში:

$$1 \text{ ცხ. ძალის წამური მუშაობა} = 75 \text{ კვმ/წმ.}$$

$$1 \text{ ცხ. ძალის საათური მუშაობა} = 75 \cdot 3600 = 270000 \text{ კვმ.}$$

$$\text{მეორე მხრივ, } 1 \text{ კვმ} = \frac{1}{427} \text{ კკალორიას, ე. ი. თუ } 1 \text{ ც. ძ. საათურ მუშაობას გადაეყვანთ კკალორიებში, მივიღებთ:}$$

$$1 \text{ ც. ძ. ს.} = \frac{270000}{427} = 632 \text{ კკალორია,}$$

ე. ი. 1 ც. ძ. ს. მუშაობა 632 კკალორია სითბოს ეკვივალენტურია.

ძრავის მიერ განვითარებული და მუხრუქის მიერ შთანთქმული ენერჯიის სიმძლავრე  $N_e$  ც. ძ. მუშაობის ერთი საათის განმავლობაში ეკვივალენტური იქნება  $632 N_e$  კკალ. სითბოსი.

თუ ერთი საათის განმავლობაში მუხრუქში გამაველი წყლის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $G_f$  ლს, მუხრუქში შემაველი წყლის ტემპერატურას— $t_1^{\circ}\text{C}$ , ხოლო მუხრუქიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურას  $t_2^{\circ}\text{C}$ , მაშინ სითბოს რაოდენობა, რომელიც  $G_f$  ლიტრ წყალს გაათბობს— $t_1^{\circ}\text{C}$ -დან  $t_2^{\circ}\text{C}$ -მდე, იქნება:

$$Q = G_f(t_2 - t_1) \text{ კკალ/ს,}$$

სადაც იგულისხმება, რომ წყლის სითბოტევადობა = 1 კკალ/კგ $^{\circ}\text{C}$ .

ეს სითბო იმ სითბოს ეკვივალენტური იქნება, რომელსაც ძრავი გადასცემს მუხრუქს, ე. ი.

$$632 N_e = G_f (I_2 - I_1).$$

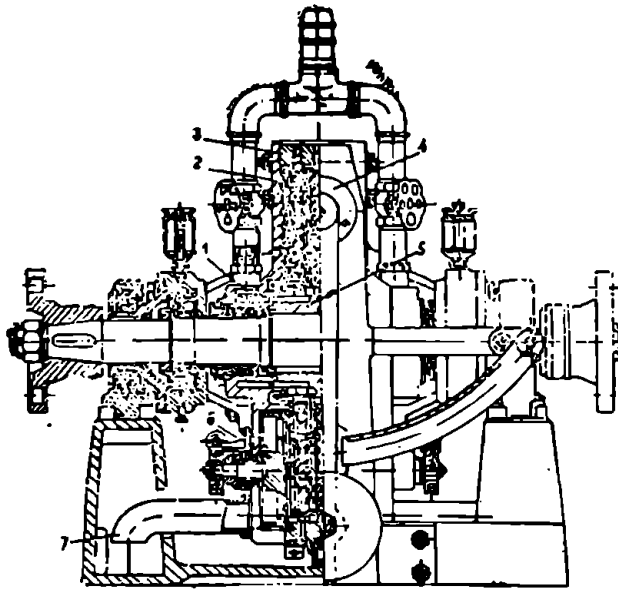
ამ დამოკიდებულების საფუძველზე შეიძლება გაეიანგარიშოთ ერთი საათის მუშაობის განმავლობაში სიმძლავრის შთანქმისათვის საჭირო წყლის რაოდენობა:

$$G_f = \frac{632 \cdot N_e}{I_2 - I_1} \text{ ლ/ს.}$$

ჰიდრავლიკური მუხრუქების ექსპლოატაციაში მიღებულია, რომ მუხრუქიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურა დაახლოებით უნდა იყოს 50—65°C ზღვრებში. თუ მუხრუქში შემავალი წყლის ტემპერატურას მივიღებთ 15°C, მაშინ წყლის ხარჯი ერთ ცხენის ძალაზე საათში იქნება:

$$g_f = \frac{G_f}{N_e} \approx 12 - 18 \text{ ლ/ც. ძ. ს.}$$

მუხრუქის მუშაობის რეჟიმის უკეთესი მდგომარეობისათვის უმჯობესია, რომ მუხრუქიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურა ნაკლები იყოს; ამ მიზნით საჭიროა გაეზარდოს წყლის ხარჯი, თუ ამის საშუალებას წყლის მარაგი ან უწყვეტი მიწოდება იძლევა.



ნახ. 21. СТБ სისტემის ჰიდრომუხრუქის სიკრძივი კრილი.

მე-21 ნახ-ზე ნაჩვენებია СТБ სისტემის დისკოებიანი ჰიდრომუხრუქის კრილი, რომელსაც აშუადებს მოსკოვის საავიაციო ინსტიტუტის სპეციალური ტექნიკური ბიურო (Специальное Техническое Бюро — СТБ).

სახუნის გარდის მიზნით ამ მუხრუქის დისკოებს აქვთ ნახვრეტების რიგები.

ლილვზე (3) დასმულია როტორი (1) სპეციალური ფორმის მილისზე დამაგრებული დისკოების სახით. როტორი (1) მოთავსებულია

ვარსაცმში (2), რომელიც შემდგარია ფასონური, სხმული უძრავი დისკოებისა და გამბჯენი რგოლებისაგან. ვარსაცმის ეს ნაწილები ერთიმეორესთან და ვარსაცმის გვერდითი სახურავებთან შეერთებულია მომქიმი კანკიკებით.

როტორის ლილვი დაყრდნობილია გარსაცმში მოთავსებულ ბურთულა საკისრებზე (4), ხოლო თვით გარსაცმი დაკიდებულია სხვა ბურთულა საკისრებზე (5) და შეუძლია ქანობა. საკისრები დაკულია ჩობალებით, რათა მათში წყალი არ შევიდეს. ლილვის ორივე ბოლოზე დასმულია მილტუჩები გამოსაცდელი ძრავის ლილვთან მისაერთებლად. მუხრუჭში წყალი მიეწოდება გვერდითი ჯიბეებიდან (6) და როტორის მილისისა და დისკოების ნახევრეტებით ზედის დისკოებს ზორის სივრცეში. დატვირთვის რეგულირება წარმოებს მუხრუჭის გავსებისა და მიწოდებული წყლის რაოდენობის ცვლებადობით.

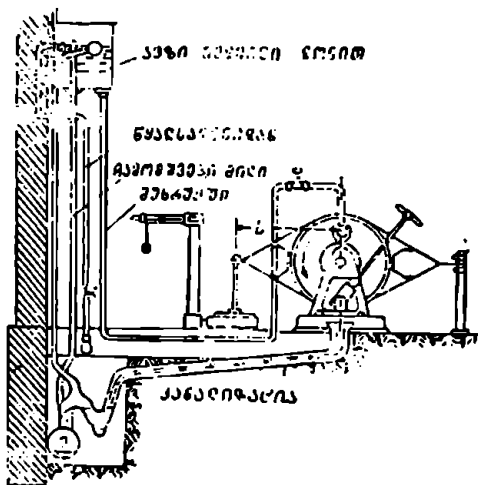
გარსაცმის ქვედა ნაწილში (გვერდით საბურავებში—ორივე მხრიდან) წყლის გამოსასვლელ ადგილებში მოთავსებულია სარეგულაციო მკვეთარები (10). თითოეული მათგანი შესრულებულია დოლის სამით, რომელსაც დისკოებისაკენ მიქცეულ მხარეს აქვს ფანჯარა მუხრუჭიდან წყლის მისაღებად.

წყლის გარეთ გამოსასვლელად მკვეთარ-დოლს მეორე მხარეზე აქვს რგოლისებრი ამონაჭერი, რომელიც უშუალოდ გამოსასვლელ მილყელთანაა (9) შეთავსებული. მკვეთარას შეუძლია იბრუნოს ღერძზე, რომელიც გამოტანილია გარეთ და მოძრაობაში მოდის გვერდით სასურავზე დამაგრებული ქიაგადაცემითა და მქნევარით. მკვეთარას შემობრუნება განისაზღვრება  $180^{\circ}$ -ით. ქვედა მდგომარეობიდან ზედა მდგომარეობამდე მკვეთარის ფანჯრის გადაადგილება იწვევს მუხრუჭში წყლის დონის ცვლილებას.

მომუწავე მუხრუჭში ეს დონე ქმნის შესაბამისი სისქის რგოლისებრ ფენას. მანასადამე, წყლის რგოლის მაქსიმალურად შესაძლო სისქე, ე. ი. დისკოების ჩაძირვის სიმაღლე მკვეთარას დიამეტრზეა დამოკიდებული.

დატვირთვის რეგულირება პრაქტიკულად შემდეგნაირად ხდება: ონკანების (8) რომელიმე უცვლელი გაღების დროს მკვეთარას მქნევარის საშუალებით მუხრუჭი ისეთნაირად შეივსება, რომ დაახლოებით შეესაბამებოდეს არსებულ დატვირთვას. ასე

მიიღწევა საჭირო რეჟიმის პირველსაწყისი, უხეში დაყენება. ამის შემდეგ ონკანის (8) გაღების მცირეოდენი შეცვლით მოწესრიგდება და საბოლოოდ დამყარდება საჭირო დატვირთვა. ცდის ბანგრძლიობის განმავლობაში დატვირ-



ნახ. 22. ჰიდრაულიური მუხრუჭის წყლის კვების სქემა.

თვის რეგულაზე დაკვირვება წარმოებს სასწორის მექანიზმით და მუხრუქის ლილვთან შეერთებულ ტაქომეტრით.

სამუხრუქე ძალის გაზომვა წარმოებს ქანქარისებრი სასწორით (7).

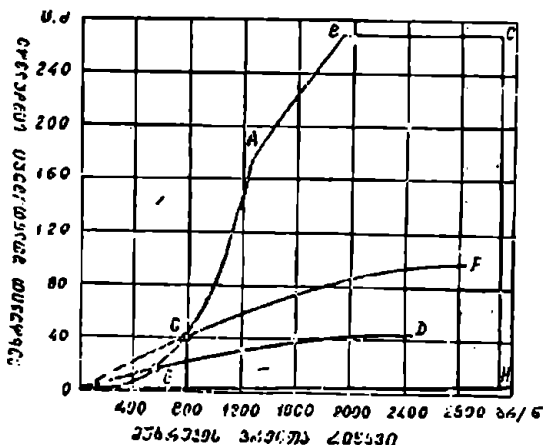
CTB სისტემის მუხრუქები რევერსული ტიპისაა. მათ ამზადებენ სხვადასხვა ტიპისას, რომლებიც დანიშნულებითა და სიმძლავრით ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან.

ჰიდრაულიკური მუხრუქის მუშაობაზე დიდ გავლენას ახდენს წყლის მიწოდების თანაბრობა. რადგან წყალსადენში ადგილი აქვს წყლის წნევის ცვლილებას, ამიტომ უმჯობესია, რომ მუხრუქში წყალი მიეწოდოს ავზიდან, რომელშიაც წყლის დონის მუდმივობა დატული იქნება ტიეტეიასთან დაკავშირებული ონკანით.

22-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია ჰიდრაულიკური მუხრუქის წყლით კვების სქემა.

23-ე ნახ-ზე მოყვანილია ჰიდრაულიკური მუხრუქის ტიპური მახასიათებელი, საიდანაც ჩანს, რომ სიმძლავრე იზრდება მუხრუქის როტორის ბრუნთა რიცხვის კუბის პროპორციულად. მუხრუქის შთლიანად გავსების დროს მუხრუქის მიერ შთანთქმული სიმძლავრე ბრუნთა რიცხვისაგან დამოკიდებულებით იცვლება *OEGA* მრუდის მიხედვით.

*B* წერტილის შესაბამისი ბრუნთა რიცხვის დროს, მუხრუქიდან გამოშვებული წყლის ტემპერატურა თავის მაქსიმალურად დასაშვებ სიდიდეს აღწევს და ამით განსაზღვრავს მუხრუქის მიერ შთანთქმულ მაქსიმალურ სიმძლავრეს. მაქსიმალური ბრუნთა რიცხვი დამოკიდებულია მუხრუქის მბრუნავი



ნახ. 23. ჰიდრაულიკური მუხრუქის ტიპური მახასიათებელი.

ნაწილების მექანიკური სიმტკიცისაგან. *OH* ხაზი გვიჩვენებს მინიმალურ სიმძლავრეს, რომელსაც შთანთქამს მუხრუქი მაშინ, როცა მასში წყალი არ არის. ამ მინიმალურ სიმძლავრეს შთანთქამის მომენტი, რომელიც წარმოიქმნება მუხრუქის მბრუნავ ნაწილებზე ჰაერის წინააღობისა და როტორის საკისრებში ხეხვის გამო.

ნაკეთი *OABCHO* წარმოადგენს იმ არეს,

რომელშიაც მუხრუქის შესაბამისი რეგულაზე შესაძლოა ნებისმიერი სიდიდის სიმძლავრის შთანთქმა.

პარალელის შეგდება მრუდი *OA* შეესაბამება მუხრუქის მიერ სიმძლავრის შთანთქმის მაშინ, როცა მუხრუქე მაქსიმალურად სავსეა წყლით. *A* წერტილში მიიღება მაქსიმალური სამუხრუქო მომენტი, რომელიც შეიძლება დაეუწყავთ



მუხრუქის მბრუნავი ნაწილების გრეხვის დასაშვები სიმტკიცით. მუხრუქის მიერ შთანთქმული სიმძლავრის შემდგომი გაზრდა ხდება სწორი ნახით  $AB$ ; ამ უბანზე შენარჩუნებულია მაქსიმალური, მუდმივი მომენტი და მბრუნავი ნაწილებში გრეხვის ძაბვა. სიმძლავრის ცვლილება წარმოებს როტორის ბრუნთა რიცხვის ზრდით.

$H$  წერტილში ელწევთ მუხრუქის მაქსიმალურ მომენტს, რომელსაც სახლერაეს მუხრუქში გამავალი წყლის მიერ მიღებული სითბოს შესაძლო მაქსიმალური სიდიდე.  $BC$  სწორის მიხედვით დამუხრუქება შესაძლებელია იმ პირობებში, თუ დაეიცავთ მუდმივ მაქსიმალურ სიმძლავრეს მუხრუქის განტვირთვისა და როტორის ბრუნთა რიცხვის გაზრდის შედეგად.  $CH$  სწორი წარმოადგენს როტორის ბრუნთა რიცხვის შემდგომი ზრდის ზღვარს, რაც დაპირობებულია როტორის ნაწილებში ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით გამოწვეული საშიში ძაბვების სიდიდით.

ამავე ნახ-ზე შედარებისათვის მოცემულია საავტომობილო ორი ძრავის მახასიათებლები  $OD$  და  $OF$ ; პირველი ძრავი შეიძლება დამუხრუქდეს  $E$  წერტილის შესაბამის ბრუნთა რიცხვებით, ხოლო მეორე— $G$  წერტილის შესაბამის ბრუნთა რიცხვით. ცხადია, რომ ძრავის დასამუხრუქებლად მინიმალურ ბრუნთა რიცხვის შემცირების მიზნით, საჭიროა შევარჩიოთ ისეთი მუხრუქი, რომელსაც გაცილებით დიდი მაქსიმალური სიმძლავრე ექნება, ვიდრე ძრავს და ვიმუშაოთ დიდ ბრუნთა რიცხვებზე და წყლით მუხრუქის მცირე გაყვებით.

#### § 4. ელექტრომუხრუქი

ელექტრომუხრუქს მუშაობის ყველა შესაძლო რეჟიმზე ახასიათებს კარგი მდგრადობა და იგი უზრუნველყოფს დატვირთვის მდოვრედ რეგულებას. ელექტრომუხრუქი შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე, როგორც პირველადი ძრავი დასამუხრუქებელი ძრავის ასამუშავებლად, საერთოდ აბალი ძრავის ნაწილების მისამუშავებლად და მექანიკური დანაკარგების განსასაზღვრავად. გარდა ამისა, ელექტრომუხრუქის დადებით თვისებას ისიც წარმოადგენს, რომ საქარხნო პირობებში, ძრავების მასობრივი დამუხრუქების დროს შესაძლებელია ელექტრომუხრუქით შთანთქმული ენერგიის გამოყენება ელექტროენერგიის სახით. ყველა ზემოჩამოთვლილი უპირატესობა ახასიათებს ელექტრომუხრუქს, რომელიც აგებულია მუდმივი დენის მანქანა-გენერატორის (ან ძრავის) პრინციპით.

როგორც ცნობილია, მუდმივი დენის მანქანა, გენერატორი შექცევადი მანქანაა. ელექტროენერგიით კვების დროს ის იძლევა მექანიკურ ენერგიას და, ზირიკით, თუ მას მივაწოდებთ მექანიკურ ენერგიას—მოგვცემს ელექტროენერგიას. ეს ჯგისება მუდმივი დენის გენერატორს ყველა სხვა სახის მუხრუქებთან შედარებით დიდ უპირატესობას ანიჭებს.

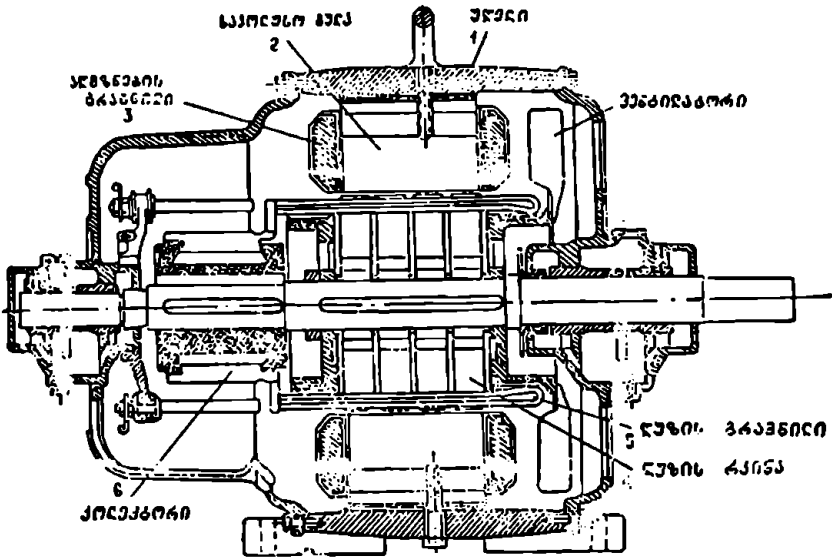
ამის გარდა, მუდმივი დენის მანქანები გვადლევენ ფართო ზღვრებში ბრუნთა რიცხვის ცვლილების შესაძლებლობას, რაც აუცილებელია საავტოტრაქტორო ძრავების გამოცდისათვის.

გენერატორის (დინამომანქანის) მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენაზე, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ გამტარის ან მაგნიტური ველის ყოველგვარი ფარდობითი გადაადგილების დროს, თუ ამ შემთხვევაში აღვილი ექნება გამტარის მიერ მაგნიტური ძალხაზების გადაკვეთას, გამტარში აღიძვრება (ინდუქტირდება) ელექტრომამოძრავებელი ძალა და გამტარის ბოლოებზე შეიქმნება პოტენციალთა სხვაობა.

მუდმივი დენის ელექტროძრავის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ორი მაგნიტური ველის ურთიერთქმედების მოვლენაზე, როდესაც ერთ-ერთი მათგანი იქმნება მეორე ველში მოთავსებულ გამტარში გამავალი ელექტროდენით.

მუდმივი დენის მანქანა კონსტრუქციულად შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან: მაგნიტური სისტემისა და ლუხისაგან. ჩვეულებრივ მაგნიტური სისტემა უძრავი კეთდება, ლუხა კი მბრუნავი.

მაგნიტურ სისტემაში (ნახ. 24) შედის: რკინის ან ფოლადისაგან დამზადებული დგარი (1), ფურცლოვანი რკინისაგან აკრფილი ქუსლებიანი სა-



ნახ. 24. მუდმივი დენის მანქანა.

ბოლუსო გულა (2), სპილენძის იზოლირებული მავთულისაგან დამზადებული ავზნების გრავნილები (4) და ფურცლოვანი რკინისაგან დამზადებული ლუხას რკინა.

ლუხის შემადგენელი ნაწილებია: სპილენძის იზოლირებული მავთულისაგან დამზადებული გრავნილი (5), რომელიც ჩალაგებულია ლუხის რკინის კილოებში და კოლექტორი (6), რომელიც სპილენძის ფირფიტებისაგანაა აკრფილი.

კოლექტორზე მიკერილია უძრავი ჯაგარისები (მუსები), რომლებითაც ხდება დენის მიყვანა ან ართმევა.

თუ საავტომობილო ან სატრაქტორო ძრავისა და მუდმივი დენის მანქანის ლილვს შევადარებთ ქუროს საშუალებით, შეიძლება მივიღოთ ამ აგრეგატის მუშაობის ორგვარი რეჟიმი: **ს ა მ ო ტ ო რ ო** და **ს ა მ უ ხ რ უ ქ ო**.

სამოტორო რეჟიმის დროს მუდმივი დენის მანქანა მუშაობს გარეშე წყაროდან მიწოდებული ელექტროენერგიით. სატრაქტორო ან საავტომობილო ძრავი ამ შემთხვევაში მხოლოდ იზეთება. მუდმივი დენის მანქანა მუშაობს, როგორც ელექტროძრავი, რომლის ბრუნთა რიცხვი შეიძლება შეცვალოთ მაგნიტური ნაკადის ან ჯაგარისებზე ძაბვის ცვალებადობით.

ელექტროძრავის სიმძლავრე ამ შემთხვევაში, დიხარჯება მეორე ძრავის მექანიკურ დანაკარგებზე, რომლებიც შეიძლება განვსაზღვროთ სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვებისათვის. **ს ა მ უ ხ რ უ ქ ო** ანუ **ს ა გ ე ნ ე რ ა ტ ო რ ო** რეჟიმი ეწოდება მუდმივი დენის მანქანის მუშაობას, როდესაც მას ამუშაებს შიგაწვის ძრავი; მანქანის მომჭერებზე ჩაირთვება დამტვირთი რეოსტატი ან სხვა რაიმე დატვირთვა (ელექტროქსელი ან სხვა).

თუ სამოტორო რეჟიმის დროს შიგაწვის ძრავის ცილინდრებში მივაწოდებთ საწვავს (დიზელებში) ან ნარევს, მაშინ საწვავის მიწოდების ან სადროსელო მისაფარის რეგულირებით შეიძლება მივაღწიოთ ისეთ რეჟიმს, როდესაც ელექტროძრავი გარეშე წყაროდან (ქსელიდან) ელექტროდენის მიღებას შეწყვეტს. შიგაწვის ძრავის ბრუნთა რიცხვის შემდგომი გაზრდით დადგება მომენტი, როდესაც ელექტროძრავი დაიწყებს მუშაობას, როგორც გენერატორი; ამ შემთხვევაში შიგაწვის ძრავი აბრუნებს ელექტრომანქანას და ეს უკანასკნელი ამუხრუქებს რა შიგაწვის ძრავს, მოგვეცემს დენს ქსელში. ამ შემთხვევაში სამუხრუქე რეჟიმს მივიღებთ.

თუ გავხომავთ მუდმივი დენის მანქანის მიერ განვითარებულ ელექტროენერგიის სიმძლავრეს, შეიძლება განვსაზღვროთ შიგაწვის ძრავის ეფექტური სიმძლავრე:

$$N_e = \frac{W \cdot 1,36}{1000 \cdot \eta_8 \cdot \eta_0}$$

სადაც  $W$  არის ელექტროსიმძლავრე ვატებში;

$\eta_8$ —გენერატორის მარგი ქმედების კოეფიციენტი დატვირთვისაგან დამოკიდებულებით;

$\eta_0$ —ქსელის მ. ქ. კ. გენერატორიდან განმანაწილებელ დაფამდე.

ამგვარად, სხვადასხვა რეჟიმის დროს თუ გვეცოდინება დანაკარგები გენერატორსა და ქსელში, ადვილია გამოსაცდელი შიგაწვის ძრავის ეფექტური სიმძლავრის განსაზღვრა.

მაგრამ ამ დანაკარგებისა და, მაშასადამე, მარგი ქმედების კოეფიციენტების განსაზღვრა სხვადასხვა რეჟიმისათვის დაკავშირებულია მთელ რიგ სიძნელეებთან.

ელექტროძრავის მუშაობის დროს დანაკარგებია:

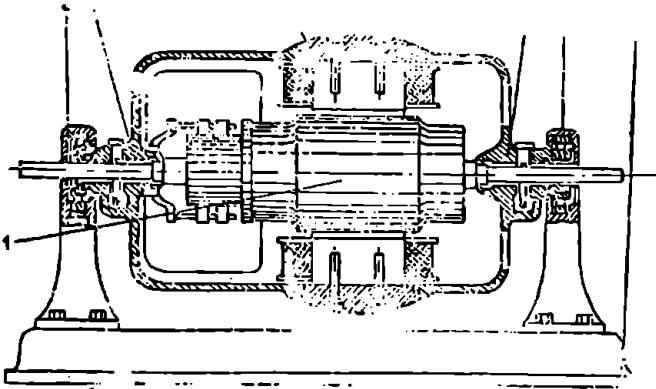
- ა) მაგნიტურ წრედში დანაკარგები ანუ დანაკარგები რკინაში;
- ბ) დანაკარგები ელექტროწრედში (მანქანის გრაგნილებში დენის გაელის დროს) და ჯაგრისებსა და კოლექტორის შორის საკონტაქტო წინალობაში.

გ) მექანიკური დანაკარგები, რომლებშიაც შედის: ლუზის საკისრების ხახუნი, მბრუნავი ნაწილების პაერთან ხახუნი, ლუზის კოლექტორზე ჯაგრისების ხახუნი და ვენტლაიური დანაკარგები;

დ) დამატებითი დანაკარგები, რომელთა ზუსტი აღრიცხვა ან გაზომვა ძნელია: ასეთებია: მანქანის მაგნიტური წრედის დანაკარგები, მანქანის ნაწილებში გრიგალური დენების დანაკარგები, დენის კომუტაციის დროს ლუზის მოკლედწართულ სექციებში დანაკარგები, ლუზის ელექტროწრედის პარალელურად შეერთებულ განშტოებებში გამთანარებელი დენების დანაკარგები და სხვა.

იირველი სამი ჯგუფის დანაკარგების აღრიცხვა და განსაზღვრა ასე თუ ისე შესაძლებელია, მაგრამ მეოთხე ჯგუფის დანაკარგების დადგენა შეიძლება მხოლოდ ექსპერიმენტებით და დაახლოებით სიმძლავრის 0,5—1% შეადგენს.

ელექტრომუხრუქების უდიდესმა უპირატესობამ და, ამავე დროს, დანაკარგების გამოთვლისა და აღრიცხვის სირთულემ გამოიწვია მუდმივი დენის მანქანის სრულიად განსაკუთრებულ სახეობის შექმნა, რომელიც გამოიყენება ელექტროდინამომეტრის სახით. ასეთი მანქანებია ბალანსირული



ნახ. 25. ბალანსირული დინამომანქანა.

ელექტრომანქანები. დანაკარგების აღრიცხვის თავიდან აცილების მიზნით. მანქანის უძრავი ნაწილი ე. წ. სტატორი დაყრდნობილი და დაკიდებულია ბურთულა ან გორგოლაკებიან საკისრებზე. ამგვარად, ვიილება მოქანავე სტატორიანი მანქანა ე. წ. ბალანსირული მანქანა ანუ პენდელ-დინამო. ასეთ მანქანაში თითქმის ყველა დანაკარგის აღრიცხვა ავტომატურად ხდება.

25-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია ბალანსირული მანქანის კრილი.

ისევე, როგორც ნორმალურ ელექტრომანქანაში, ღუზა (1) ბრუნავს სტატორის სახურავებში (3 და 5) ჩამაგრებულ ბურთულა საკისრებში. სტატორი (4) დაყენებულია სადგარის (7) დგარებში ჩამაგრებულ ბურთულა ან გორგოლაკოვან საკისრებში (2 და 6), რის გამოც მას შეუძლია ღუზის (1) ბრუნვის ღერძის მიმართ ქანაობა.

ელექტროძრავის სახით ამ მანქანის მუშაობის დროს, მაგნიტურ ველთა ურთიერთქმედების შედეგად ღუზა სტატორისაგან განიზიდება და, მაშასადამე, შიგაწვის ძრავის ბრუნვისათვის აუცილებელი მაბრუნებელი მომენტი შეიძლება სტატორის რეაქციის მიხედვით გაიზომოს.

მათლაც, მომენტი ელექტროძრავის ლილვზე უდრის სტატორისა და ღუზის მაგნიტურ ველთა მოქმედებითა და ხახუნით წარმოქმნილ მომენტისა და ენტილატორით შექმნილ მბრუნავ მომენტს შორის სხვაობას.

ღუზისა და სტატორის მაგნიტურ ველთა მოქმედებით შექმნილი მომენტი  $M_1$  მთლიანად გადაეცემა სტატორს და მოქმედებს ღუზის ბრუნვის საწინააღმდეგო მიმართულებით. ღუზის საკისრებში ხახუნით და კოლექტორზე ჯაგრისებში ხახუნით შექმნილი მომენტი  $M_2$  გადაეცემა სტატორს და მოქმედებს ღუზის ბრუნვის მიმართულებით; ამიტომ ეს მომენტი სასწოროთ ავტომატურად აღირიცხება. ენტილატორით შექმნილი მომენტი  $M_3$  შეიძლება ნაწილობრივ მიიღოს სტატორმა და როგორც ღუზის ბრუნვის მიმართულებით მოქმედი, შეიძლება ნაწილობრივ აღვრიცხოთ ავტომატურად.

ამ მომენტის ნაწილი, რომელიც არ მიიღება სტატორის მიერ, ცალკე უნდა აღვრიცხოთ.

ენტილატორის მიერ შექმნილი მომენტის აღვრიცხავი ნაწილი მინიმუმამდე რომ დაეიყვანოთ, საჭიროა ენტილატორის ფრთებით დაწნეული ჰაერი მიემართოს სტატორის გასწვრივ, ამის გამო, ჰაერი, თავისი ცოცხალი ძალის დიდ ნაწილს სტატორის პოლუსებს აძლევს და ღუზის მხრიდან შედარებით ნაკლები სიჩქარით გამოდის.

მაგნიტურ და ელექტროწრავებში ყველა დანაკარგი ავტომატურად წონასწორდება და გარეგან მომენტს არ ქმნის.

მაშასადამე, ძრავის ლილვზე მომენტი იქნება:

$$M = M_1 - M_2 - aM_3,$$

სადაც  $a$  არის კოეფიციენტი (ყოველთვის ერთზე ნაკლები) და აღირიცხავს ენტილატორის მომენტის იმ ნაწილს, რომელიც დანადგარის მიერ ავტომატურად არ აღირიცხება.

ამრიგად, შიგაწვის ძრავის ბრუნვისათვის საჭირო მომენტი იქნება:

$$M_{\text{დრ}} = M - (1-a) M_3,$$

სადაც  $(1-a) M_3$  არის ენტილატორით შექმნილი მომენტის აღვრიცხვით ნაწილი, რომელიც ექსპერიმენტულად ადვილად შეიძლება განვსაზღვროთ. ამ მიზნით ბალანსირული მანქანა უნდა გამოვთიშოთ შიგაწვის ძრავისაგან და ჩავრთოთ როგორც ელექტროძრავი, ეამუშაოთ დაუტ-

ვირთავად და სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვის დროს გავზომოთ სტატორის მბრუნავი მომენტი. რადგან გარეგანი დატვირთვა ნულს უდრის, ამიტომ ამ მომენტის სიდიდე ვენტრილატორით შექმნილი მომენტის შეუწონასწორებელი ნაწილის ტოლი იქნება. ამგვარად, მიღებული სიდიდეების საფუძველზე ავაგებთ მრუდს, რომლის აბსცისთა ღერძზე მოვზომავთ ბრუნთა რიცხვს, ხოლო ორდინატთა ღერძზე კი—შესაბამის მომენტს. ძრავის დამუხრუჭების დროს ყოველ გარკვეულ ბრუნთა რიცხვისათვის შესაბამის მომენტის სიდიდეს ვიღებთ ამ დიაგრამიდან და აღერიცხავთ ზემომოყვანილ ფორმულაში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბრუნთა რიცხვის ზრდით ვენტრილატორზე სიმძლავრის დანაკარგები იზრდება დაახლოებით მესამე ხარისხით (კუბში), ამიტომ ვენტრილატორის ბრუნვაზე დახარჯული მბრუნავი მომენტის სიდიდე იზრდება ბრუნთა რიცხვის კვადრატის მიხედვით და დიდი ბრუნვების დროს შეიძლება მიაღწიოს მნიშვნელოვან სიდიდეს.

ბალანსირული მანქანით სიმძლავრის განსაზღვრის დროს ადგილი აქვს სტატორის საკისრებში ხახუნს, რომლის მომენტი საზომი მექანიზმით არ აღირიცხება, მაგრამ, ეინაიდან ამ შემთხვევაში გამოყენებულია ბურთულა ან გორგოლაკებიანი საკისრები და ადგილი აქვს გორვის ხახუნს—მისი სიდიდე უმნიშვნელოა და პრაქტიკულად შეიძლება უგულვებულყყოთ.

**შენიშვნა:** ბურთულა და გორგოლაკოვან საკისრებში ხახუნის სიმცირის გამო, მართალია, მომენტის გაზომვის დროს დაშვებული შეცდომა მცირეა, მაგრამ ელექტრომუხრუჭის მაქსიმალური მომენტის 0,2—0,3%-მდე მაინც აღწევს. ელექტრომუხრუჭის საყრდენებში ხახუნის ძალთა მომენტის სიდიდე შეიძლება განესაზღვროთ, თუ მეტად ფრთხილად დაეტირთათ სასწორს. მინიმალური წონა, რომელიც მუხრუჭს წონასწორობიდან გამოიყვანს, ხახუნის ძალის ტოლი იქნება.

მაგალითად, თუ წონასწორობიდან გადახრა დაიწყო მაშინ, როდესაც დატვირთვა უდრიდა 50 გრამს და მოდებული იყო 716,2 მმ მხარზე, მაშინ ამ მუხრუჭის საყრდენებში ხახუნის მომენტი ტოლი იქნება:

$$M_0 = 0,7162 \cdot 0,05 = 0,0358 \approx 0,04 \text{ კგმ.}$$

თუ ამ ელექტრომუხრუჭის სიმძლავრე 3500 ბრ/წუ დროს უდრის 80 ც. ძალას, მაშინ მომენტი უდრის:

$$M = 716,2 \frac{80}{3500} = 16,5 \text{ კგმ.}$$

და, მაშასადამე, სტატორის საკისრებში ხახუნის მომენტის აღურიცხველობის გამო, შესაძლო შეცდომა ელექტრომუხრუჭის მთლიანი სიმძლავრის დროს ტოლი იქნება:

$$\Delta M = \frac{0,04}{16,5} \cdot 100 = 0,24\%.$$

მომენტის გაზომვაში შესაძლო შეცდომის სიდიდე მით უფრო მეტი იქნება, რაც უფრო ნაკლები დატვირთვით იმუშავებს ელექტრომუხრუქი; თუ დაეუშვებთ, რომ ელექტრომუხრუქი დატვირთულია თავისი სიმძლავრის მხოლოდ 10%, მაშინ შესაძლო შეცდომა იქნება 2,4%, რაც საკმაოდ მნიშვნელოვანია.

სტატორის რეაქციული მომენტის გასაზომად შეიძლება სასწორის მექანიზმის ნებისმიერი ტიპის გამოყენება. მაშინ დასაშვებრუქებელი ძრავის ეფექტური სიმძლავრე შეიძლება განისაზღვროს ცნობილი ტოლობით:

$$N_c = \frac{M \cdot n}{716,2} = \frac{P I n}{716,2} \text{ ც. ძ.},$$

სადაც  $P$  არის ძალა, რომელიც  $L$  მბარზე მოქმედებით აწონასწორებს სტატორის მომენტს;

$n$ —ბრუნთა რიცხვი წუთში.

ელექტრომუხრუქების ძირითად ნაკლოვანებებს წარმოადგენს:

1. სქემის სირთულე და, ამის შედეგად, ექსპლოატაციის სირთულე, რაც მოითხოვს მომსახურე პერსონალის შედარებით მაღალ კვალიფიკაციას;

2. მუდმივი დენის აუცილებლობა, რადგანაც ცვლადი დენის ელექტრომუხრუქებს არ ახასიათებს ის უპირატესობანი, რაც მუდმივი დენის ელექტრომუხრუქებს;

3. საბალანსირო მანქანის შედარებითი სიძვირე.

თუ სხვადასხვა სახის მუხრუქებს ერთიმეორეს შევადარებთ, შეიძლება მათი უპირატესობა და ნაკლოვანებები შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ:

I. მექანიკური მუხრუქები:

- ა) სამუხრუქო მომენტის ცვალებადობა;
- ბ) დამუხრუქების მცირე სიმძლავრე;
- გ) უმნიშვნელო საწყისი ღირებულება და ექსპლოატაციის სიმარტივე.

II. ჰიდრაულიკური მუხრუქები:

- ა) სამუხრუქე მომენტის მუდმივობა მუხრუქში წყლის ნაკადის მუდმივობის დროს;
- ბ) დიდი სამუხრუქე მომენტი და მცირე გაბარიტული ზომები;
- გ) ელექტრომუხრუქთან შედარებით მცირე ღირებულება.

III. ელექტრომუხრუქები:

- ა) სამუხრუქე მომენტის მუდმივობა;
- ბ) ელექტრომუხრუქის გამოყენების შესაძლებლობა ელექტროძრავად;
- გ) გამოსაყვანი ძრავის მიერ განვითარებული ენერჯის უტილიზაცია;
- დ) დიდი საწყისი ღირებულება და ექსპლოატაციის შედარებითი სირთულე.

## § 6. ხაშუხარუო დანადგარის T-4-ის ინსტრუქცია

ჰიდრაულიკური მუხრუქების დაყენების, მოვლისა და ექსპლუატაციის საკითხების განხილვის მიზნით, ქვემოთ მაგალითისათვის მოყვანილია ქ. ბელაეცკოვსკის 1-ლი მაისის სახელობის სარემონტო ქარხნის ჰიდრაულიკური მუხრუქის T-4-ის დაყენების, მოვლისა და ექსპლუატაციის შემოკლებული ინსტრუქცია.

### 1. ხაშუხარუო დანადგარის T-4-ის დანაშნულემა

ავტოსატრანსპორტო ძრავების რემონტის ხარისხის კონტროლი ითვალისწინებს ძრავების გამოცდას ჯერ შცირე, ხოლო შემდეგ თანდათან მაქსიმუმამდე გაზრდილი დატვირთვის ქვეშ.

ძრავის გამოცდის წესი ჩვეულებრივ შემდეგში გამოიხატება:

ა) ძრავის გამოსახმარისება გარეშე ამძრავით;

ბ) ძრავის გამოსახმარისება საკუთარი მუშაობით—უქმი სვლით (დატვირთვის გარეშე);

გ) ძრავის გამოცდა დატვირთვის ქვეშ.

ამ მიზნით გამოიყენება შექანიკური მუხრუქი, ჰიდრაულიკური მუხრუქი და ელექტრომუხრუქები.

ძრავების შემკეთებელი ქარხნების, სახელოსნოებისა და მტს-ებისათვის ყველაზე მეტად შესაფერისია ჰიდრაულიკური მუხრუქი, რომელიც სხვა სახის მუხრუქებთან შედარებით უკეთესად აკმაყოფილებს ეკონომიურობის, კომპაქტურობის, აგებულების სიმარტივის, უსაფრთხოების წესებისა და მომსახურების სიადვილის მოთხოვნებს და ამავე დროს იძლევა სამუხრუქე სიმძლავრის საკმაოდ ზუსტ ჩვენებას.

ჰიდრაულიკურ მუხრუქზე წარმოებული გამოცდა შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვარკვიოთ და, მაშასადამე, ჰოვსპოთ რემონტის ყველა ნაკლოვანება და განესაზღვროთ ძრავის მაქსიმალური ეფექტური სიმძლავრე და საწვავის ხარჯი ერთ ცხენის ძალაზე საათში. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს ჩატარებული რემონტის ხარისხის ძირითად მაჩვენებელს.

მუხრუქის დაგეგმარებას საფუძვლად დაედო ძრავის გამოცდის თანმიმდევრობა; ამიტომ ის ორი ძირითადი ნაწილისაგან შედგება: პირველი—ამძრავი, ძრავის გამოსახმარისებისათვის და მეორე—სამუხრუქე, ძრავის დასატვირთად. T-4 მუხრუქის კონსტრუქცია საშუალებას გვაძლევს მისი გამოყენებით ჩავატაროთ გამოსახმარისება (გარეშე ამძრავით) და გამოცდა დატვირთვის ქვეშ ისეთი სატრაქტორო ძრავებზე, როგორცაა: CT3—XT3, „უნივერსალი“, D—35, D—54, 4T3—60, 4T3—65, C—80, B—20 და საავტომობილო ძრავებზე FA3—A, 3HC—5 ან სიმძლავრისა და ბრუნთა რიცხვის მიხედვით სხვა ანალოგიურ ძრავებზე.

ნელსელიანი (C—60, C—65, C—80 და სხვ.) ძრავების გამოსაცდელად მუხრუქს აქვს მულტიპლიკატორი.

T-4 ჰიდროსტენდზე შეიძლება დავამუხრუქოთ ისეთი ძრავები, რომელთა მხასიათებლები თავსდება 26-ე ნახ-ზე მოყვანილი დიაგრამის მარჯვენა ნაწილში.



ისეთი ძრავების გამოცდა, რომელთა მახასიათებელი სიმძლავრის ან ბრუნთა რიცხვის მიხედვით ამ ზომიდან გამოდის, შეზღუდულია მუხრუქში წყლის დუღილით და იმ ნაწილების სიმტკიცით, რომლებიდანაც დამზადებულია მუხრუქი.

ჰიდრაულიკურ მუხრუქს T—4 აქვს შემდეგი ძირითადი ნაწილები:

1. თვით მუხრუქი, რომელშიაც შედის ძრავების გამოსახმარისებისათვის საჭირო ამძრავი, ავტომატური რევერსული ქურო, მუხრუქის დოლი და სასაწორის მექანიზმი;

2. მულტიპლიკატორი ნელსელიანი ძრავის გამოსაცდელად;

3. გამოსაცდელ ძრავთან T—4 მუხრუქის შემავრთებელი მოწყობილობა;

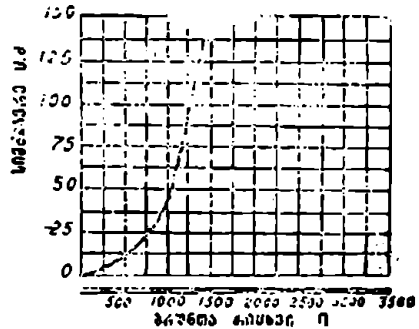
4. სტენდი ძრავების დასაყენებლად;

5. წყლით მუხრუქისა და ძრავის კვების სისტემა;

6. საწვავით ძრავის კვების სისტემა;

7. გაბოლქვის სისტემა.

T—4 ჰიდრაულიკური მუხრუქით შეიძლება ვაწარმოოთ ავტოსატრაქტორო ძრავების გამოცდის მთლიანი ტექნოლოგიური პროცესი; ის წარმოადგენს უნივერსალურ სამუხრუქე დახადგარს, რომელსაც ახასიათებს საიმედოობა მუშაობაში, მაღალი სამუხრუქე მდგრადობა, სიმარტივე, სიმძლავრის გაზომვის საკმაო სიზუსტე, მცირე გაბარიტული ზომები და ექსპლოატაციაში მოვლის სიადვილე.



ნახ. 26. T—4. ჰიდრომუხრუქის მახასიათებელი.

## 2. დანადგარის კონსტრუქციის აღწერა

ფრიქციული ჩართვის ქურო. რადგან რემონტის შემდეგ ძრავის ხელით ამუშავება გაძნელებულია, ამიტომ საჭირო გახდა საერთო სასადირველო ფილაზე იმ ამძრავი ნაწილის დაყენება, რომელსაც აქვს ორდგარზე მოწყობილი და საერთო ლილვზე დასმული შკივ-შქნევერა და ფრიქციული ქურო.

შკივი თავისუფლად ბრუნავს ლილვზე, ხოლო შკივის შიგნით ლილვზე სოგმანით დამაგრებულია ჯვარა, რომლის ყუნწებში თითებზე ორი ქუსლია დასმული; თითოეული ქუსლის ერთი ბოლოს ჩალრმავებულში ჩასმულია ხის ხუნდები, ხოლო მეორე ბოლოზე, შკივისა და ხუნდების სწრაფი განრთვისათვის, მოთავსებულია წონწინალები სპირალური ზამბარებით. ხუნდები მზადდება მაგარი ჯიშის ხისაგან (მუხა, თელა და სხვ.).

ამის გარდა, ჯვარას აქვს ორი ბრტყელი ზამბარა, რომელთა თითოეული ბოლო სახსრულად შეერთებულია ჯვარასთან, ხოლო მეორე ბოლოები—დაყრდნობილია სოლებზე.

სოლები გამოყენებულია ბრტყელი ზამბარების გასაშლელად; ზამბარები გაშლის დროს აწეებიან ქუსლებში ჩამაგრებულ გამშლელ ხრახინებს, რომელთა რეგულება და დაკონტრება შესაძლებელია.

ქუროს გამორთვის დროს სოლები გაიწევა, ზამბარები თავისუფლდებიან და ქუსლები გამოირთვება შკივისაგან. ქუსლების გამორთვას ეხმარება ბალანსები (წონწინალები) და სპირალური ზამბარები. მომწესრიგებელი ხრახინებით ქუსლების რეგულება უნდა ეაწარმოოს ისე, რომ შკივის ფერსოს ამონაჩაბნსა და ხის ხუნდებს შორის, როცა ქურო გამორთულია, ღრეჩო იყოს 2—3 მმ. რეგულება ხდება ხრახინების ამობრახნით ან ჩახრახინით და შემდგომი დაკონტრებით.

**ავტომატური ქურო.** მუხრუჭის დოლის ლილეისა და ამძრავი ნაწილის ლილეის შეერთება წარმოებს მუშტა ქუროთი, რომლის ჩაკვეთილებილებიანი ორი გვირგვინით ხდება ამძრავის ავტომატური გამორთვა მუხრუჭისაგან.

მუშტა ქუროს ერთი ნახევარი მუხრუჭის ლილეზე ხისტადაა დამაგრებული სოგმანით, ხოლო მეორეს თავისუფლად შეუძლია ქუროს ლილეზე სრიალი.

ქუროს ჩართვა სახელურით წარმოებს. ავტომატური ქუროს მუშაობის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ, როდესაც ძრავი გარეშე ამძრავიდან გამოსამბარისებისათვის მუშაობის შემდეგ გადაყვანილი იქნება საკუთარ აირზე სამუშაოდ, ლილეების ბრუნვის სიჩქარეთა სხვაობა გადაადგილებს მუშტა ქუროს მოძრავ ნახევარს და განართავს მას უძრავი ნახევრისაგან.

რადგან მუხრუჭს T—4 აქვს მულტიპლიკატორი, სწრაფსელიანი ძრავები შეიძლება გამოეცადოთ ზედა ლილვით (ლილვის მარჯვენა ბრუნვა), ხოლო ნელსელიანი ძრავები—ქვედა ლილვით (ლილვის მარცხენა ბრუნვა).

ავტომატური ქურო ისეა დაკონსტრუირებული, რომ შესაძლებელია ძრავი გამოეცადოთ მულტიპლიკატორის ორივე ლილვით და ამავე დროს შევინარჩუნოთ ავტომატურობის პრინციპი. ამისათვის საჭიროა შემდეგი: თუ გვირგვინზე ნაჩნევი თანხუნდენილია ქუროს მოძრავი მუშტა ქუროს ნაჩნევთან „Верх“ (მარჯვენა ბრუნვა), საჭიროა ძრავი შევეერთოთ ზედა ლილვთან, ხოლო თუ გვირგვინის ნაჩნევს გაუსწორებთ ნაჩნევს „Низ“ (მარცხენა ბრუნვა), მაშინ ძრავი მულტიპლიკატორის ქვედა ლილვს უნდა შევეერთოთ.

მარჯვენა ბრუნვაზე (ნაჩნევი „Верх“) ან მარცხენა ბრუნვაზე (ნაჩნევი „Низ“) ქუროს დასაყენებლად საჭიროა ამოვხრახნოთ მოძრავ ქუროზე სამი ხრახნი და გვირგვინი შემოვებრუნოთ შესაბამის ნაჩნევებამდე, რის შემდეგ გვირგვინი ხრახნებით უნდა დაეამაგროთ.

მუშაობის დროს ქუროს ჩართვა არ შეიძლება. უძრავ მუშტა ქუროს აქვს ღარი ღვედისათვის, რომელიც პატარა შკივს ამოძრავებს. ამ შკივის ცენტრი გამოიყენება ტაქომეტრით ბრუნთა რიცხვის გასაზომად. ღვედური გადაცემის რიცხვია 1 : 1.

მუხრუჭის დოლი. მუხრუჭის დოლი შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან: ლილვის მორგვე დასმული რკინის დისკოებისა და ორი ერთიმეორესთან შეერთებულ გვერდებზე მჭიდროდ ჩასმული თუჯის ლვარკნული დისკოებისაგან.

ფოლადის მორგვის აქვს ამონაჩარხები და ხერტილები, საიდანაც წყალი შედის სამუშაო კამერაში, რომელიც წარმოადგენს უძრავ და მოძრავ დისკოებს შორის შუალედებს. ეს უქანასკნელი ერთიმეორეს უერთდება დისკოებზე გაკეთებული მრავალი ხერტილით.

ლილვი მორგვითა და დისკოებით ზრუნავს ბურთულა საკისრებში, რომლებიც მოთავსებულია სახურავით დახურულ ბუდეებში. სახურავებს აქვს ამონაჩარხი, რომლებშიც ჩასმულ სხვა ბურთულა საკისრებზე დაყრდნობილია დოლის მთელი სისტემა. დოლის სისტემას აქვს რხევის საშუალება. დოლის სისტემის საკისრები ერთ მხარეზე ეყრდნობა კრონშტეინს, ხოლო მეორე მხარეზე—მულტიპლიკატორის კორპუსს.

მუხრუჭის კვება წყლით წარმოებს ძაბრებიდან, რომლებიც მოთავსებულია გვერდებში და შეერთებული არიან მორგვის ამონაჩარხებთან, საიდანაც წყალი ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით ხერტილებით გამოიდევნება დამუხრუჭების კამერაში.

მუხრუჭის კამერიდან წყლის გამოდენა ორი დამტვირთი სარკველის ხერტილით წარმოებს; სარკველები მუხრუჭის ქვედა ნაწილშია მოთავსებული. დამუხრუჭების არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მუშაობის დროს იქმნება წყლის ნაწილაკების დინამიკური ხეხვა მზრუნავ და უძრავ, ლვარკნულ დისკოებს შორის.

ხეხვის ძალების დასაძლევად იხარჯება გამოსაცდელი ძრავისაგან მიღებული მექანიკური ენერჯია. მუხრუჭის სიმძლავრე დამოკიდებულია მასში მყოფი წყლის რაოდენობის, ლილვის ბრუნთა რიცხვისა და დისკოებს შორის ღრეჩოს სიდიდისაგან. მუხრუჭში წყლის რაოდენობის რეგულება წარმოებს ზემოხსენებული ორი დამტვირთი სარკველით, რომლებიც დისკოებს წარმოადგენენ; მათ თითო-თითო ხერტილი აქვთ წყლის გაშოსაშვებად. დისკოები დამაგრებულია პატარა ლილვებზე, რომელთა მეორე ბოლოზე დასმული კონუსური კბილანები ჩაკბილულია დახრილი ლილვების კონუსურ კბილანებთან. დახრილი ლილვაკების ზედა თავზე დასმულია სახელურები, რომლებითაც ხდება მათი ბრუნვა და, მაშასადამე, დისკოსებრი სარკველების ბრუნვა. სახელურის გარდა, დახრილ ლილვზე დასმულია მაჩვენებელი დისკო, რომელზედაც აღნიშნული ნაჩვენები გვიჩვენებენ მუხრუჭის დოლში წყლის რაოდენობას. საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით სახელურის ბრუნვის დროს დისკოსებრი სარკველის ხერტილი გადაადგილდება ზემოთ და ხერტილი ყველაზე ზედა მდგომარეობას მიაღწევს 360°-ით სახელურის საყრდენამდე შემობრუნების დროს. ამ მდგომარეობაში მუხრუჭში წყლის ფენა უდიდესი იქნება და, მაშასადამე, უდიდესი იქნება მუხრუჭით შთანთქმული სიმძლავრეც. მუხრუჭის განტვირთვისათვის აუცილებელია სახელურის შემობრუნება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით.

მუხრუქით შთანთქმული ძრავის მექანიკური ენერგია სითბურ ენერგიად გარდაიქმნება, რის გამოც მუხრუქში წყალი და ნაწილები ცხელდება.

მუხრუქი ნორმალურად მუშაობს (მდგრადი რეჟიმის თვალსაზრისით), როცა მუხრუქიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურაა  $60^{\circ}\text{C}$ ; უმჯობესია, რომ წყლის ტემპერატურა დაეცვათ  $50^{\circ}\text{C}$ , რისთვისაც საჭიროა გავადიდოთ დროის ერთეულში მიწოდებული წყლის რაოდენობა და შევამციროთ წყლის ფენა. მუხრუქში შემავალი წყლის რაოდენობის შეცვლით შესაძლებელია გამომავალი წყლის ნორმალური ტემპერატურის შენარჩუნება.

სასწორის მექანიზმი ძრავის ეფექტური სიმძლავრე განისაზღვრება სასწორის მექანიზმის ჩვენების მიხედვით. სასწორის მექანიზმი წარმოადგენს სვეტს, რომელშიაც მოთავსებულია ორ ბურთულა საკისარზე დაყრდნობილი ექსცენტრიკული ლილვი. ლილვის ერთ ბოლოზე დამაგრებულ წვევაში ჩამულია ორრიგიანი სფერული ბურთულა საკისრები. წვევა სასწორის სვეტს აკავშირებს მურუქის დოლის თავთან. ექსცენტრიკული ლილვის მეორე ბოლოზე, რომელსაც კვადრატული კვეთი აქვს, დამულია ბეჭეტი ტვირთით.

ტვირთის ბერკეტს აქვს სიგრძივი განაქერი, რომელშიაც შედის სკალის მცოცის თითი. მუშაობის დროს, მუხრუქის დოლის საბურავში წარმოქმნილი ძალის მოქმედებით, ტვირთი წვევისა და ექსცენტრიკის საშუალებით გადაიბრება და თან წარიტაცებს მცოცს სკალაზე. ამ უკანასკნელზე დანაყოფებს (დანაყოფის ფასია 1 კგ) უჩვენებს მცოცის ისარი.

მუხრუქით შთანთქმული სიმძლავრე შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$N_e = \frac{P \cdot R \cdot n}{716,2} \quad \text{U. d.},$$

სადაც  $N_e$  არის შთანთქმული სიმძლავრე U. d.;

$P$ — მუხრუქის გარსაცმის წრიული ძალა კგ.;

$R$ — რადიუსი— მხარი ( $P$  ძალისათვის) მ.;

$n$ — მუხრუქის ლილვის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

წრიულ ძალას ჩვენ ყოველთვის ვღებულობთ სკალაზე კილოგრამობით. სკალის თითოეული დანაყოფი, რაც უდრის 1 კგ, შეესაბამება მხარს, რომელიც უდრის 0,7162 მ, ე. ი. მხარი  $R$  უდრის  $L=0,7162$  მ. მაშასადამე, ფორმულა შეიძლება ასე გარდავქმნათ:

$$N_e = \frac{P \cdot L \cdot n}{716,2} = \frac{P \cdot n}{1000} \quad \text{U. d.}$$

ანუ

$$N_e = 0,001 P \cdot n \quad \text{U. d.},$$

სადაც 0,001 არის მუხრუქის კოეფიციენტი, როცა მხარი  $L = 0,7162$  მეტრს.

ავიღოთ გასარკვევად მაგალითი: დავუშვათ, რომ დატვირთვის ქვეშ XT3 ძრავის გამოცდის დროს სასწორის მექანიზმის ისარმა გვიჩვენა 26 და-

ნაყოფი, ე. ი. 26 კგ და ამ დროს დოლის ბრუნთა რიცხვი  $n = 900$  ბრ/წ. სამუხრუჭე სიმძლავრე იქნება:

$$N_0 = 0,001 \times 26 \times 900 = 23,4 \text{ ე. დ.}$$

გაანგარიშების გასაადვილებლად მე-3 ცხრილში მოცემულია ძრავის სიმძლავრის მნიშვნელობები ლილვის ბრუნთა რიცხვისა და სასწორის მექანიზმის ჩვენებისაგან დამოკიდებულებით.

ცხრილით უნდა ვისარგებლოთ შემდეგნაირად: P-ს სვეტში მოქცეებით იმ რიცხვს, რომელსაც ვეიჩვენებს მკოცის ისარი სასწორის მექანიზმის სკალაზე, ხოლო n-ის სვეტში კი ტაქომეტრით გაზომილ ბრუნთა რიცხვს. ამ ორი ჩვენების გადაკვეთა იძლევა ძრავის მიერ განვითარებულ სიმძლავრეს აღებულ მომენტში.

მულტიპლიკატორი. მუხრუჭის ზემომოყვანილი მახასიათებლიდან, ჩანს, რომ მკირე ბრუნთა რიცხვზე ის შთაინთქამს მკირე სიმძლავრეს და ამიტომ ისეთი ძრავების დასამუხრუჭებლად, როგორცაა: C—80, C—65 და C—60 და სხვა, T—4 მუხრუჭს აქვს მულტიპლიკატორი. ეს უკანასკნელი საშუალებას იძლევა გაეზარდოს მუხრუჭის ლილვის ბრუნთა რიცხვი და ამით გაეზარდოს მუხრუჭის დოლის სიმძლავრე.

ამ შემთხვევაში აუცილებელია გავითვალისწინოთ მულტიპლიკატორის მარჯი ქმედების კოეფიციენტი, რის შემდეგ მუხრუჭის დოლის სიმძლავრეს მივიღებთ რამდენიმედ ნაკლებს ძრავის ნამდვილ სიმძლავრეზე.

მულტიპლიკატორი წარმოადგენს კორპუსს, რომელშიაც მოთავსებულია დახრილკბილებიანი კბილანების წყვილი; მულტიპლიკატორის როგორც ზედა, ისე ქვედა ლილვი დაყრდნობილია ბურთულა საკისრებზე. ზედა ლილვი, რომელსაც ბოლოზე აქვს ქურო, უერთდება მაღალ ბრუნთა რიცხვიან ძრავს, ხოლო ქვედა ლილვი—დაბალ ბრუნთა რიცხვიანს.

აწყობისა და მონტაჟის მოხერხებულობისათვის მულტიპლიკატორის კორპუსი გასახსნელია მუხრუჭის ლერძის სიბრტყეზე და დახურულია სახურავით. სახურავის საცობიდან წარმოებს ზეთის ჩასხმა მულტიპლიკატორის კორპუსში. ნამუშევარი ზეთის ჩამოშვება ხდება კორპუსის ქვედა ნაწილში მოთავსებულ საცობიდან.

დაბალ ბრუნთა რიცხვიანი ძრავის გამოცდა არ განსხვავდება მაღალ ბრუნთა რიცხვიანი ძრავების გამოცდებისაგან. მხოლოდ სიმძლავრის გაანგავების დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ მულტიპლიკატორის მარჯი ქმედების კოეფიციენტი და გადაკემის რიცხვი  $i = 2,6$ .

სამუხრუჭე სიმძლავრე განისაზღვრება მამრუნებელი მომენტის ფორმულიდან:

$$M = 716,2 \frac{N}{n} \eta,$$

$$N = \frac{M \cdot n}{716,2 \eta}; M = P \cdot L.$$

## ძრავის სიმძლავრის გამოხატოვადი ცხრილი

ცხრილი 3

ბრუნვა რიცხვის ( $n \frac{\text{ბრ}}{\text{წ}} \text{ ) და სასწორის შექნის ჩვენების (P<sub>ტ</sub>) დამოკიდებულებით$

n	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
600	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8	18,0	19,2	20,4	21,6	22,8	24,0	25,2	26,4	27,6
700	4,2	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0	15,4	16,8	18,2	19,6	21,0	22,4	23,8	25,0	26,6	28,0	29,4	30,8	32,2
800	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0	17,5	19,2	20,8	22,4	24,0	25,6	27,2	28,8	30,4	32,0	33,0	35,2	36,8
900	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0	19,8	21,6	23,4	25,2	27,0	28,8	30,6	32,4	34,2	36,0	37,8	39,6	41,4
1000	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0	42,0	44,0	46,0
1100	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	19,8	22,0	24,2	26,4	28,6	30,8	33,0	35,2	37,4	39,6	41,8	44,0	46,2	48,4	50,6
1200	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2	21,6	24,0	26,4	28,8	31,2	33,6	36,0	38,4	40,8	43,2	45,6	48,0	50,4	52,8	55,2
1300	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	26,0	28,6	31,2	33,8	36,4	39,0	41,6	44,2	46,8	49,4	52,0	54,6	57,2	59,8
1400	8,4	11,2	14,0	16,8	19,6	22,4	25,2	28,0	30,8	33,6	36,4	39,2	42,0	44,8	47,6	50,4	53,2	56,0	58,8	61,6	64,4
1500	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	33,0	36,0	39,0	42,0	45,0	48,0	51,0	54,0	57,0	60,0	63,0	66,0	69,0
1600	9,6	12,8	16,0	19,2	22,4	25,6	28,8	32,0	35,2	38,4	41,6	44,8	48,0	51,2	54,4	57,6	60,8	64,0	67,2	70,4	73,6
1700	10,2	13,6	17,0	20,4	23,8	27,2	30,6	34,0	37,4	40,8	44,2	47,6	51,0	54,4	57,8	61,2	64,6	68,0	71,4	74,8	78,2
1800	10,8	14,4	18,0	21,6	25,2	28,8	32,4	36,0	39,6	43,2	46,8	50,4	54,0	57,6	61,2	64,8	68,4	72,0	75,6	79,2	82,8
1900	11,4	15,2	19,5	22,8	26,6	30,4	34,2	38,0	41,8	45,6	49,4	53,2	57,0	60,8	64,6	68,4	72,2	76,0	79,8	83,6	87,4
2000	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0	44,0	48,0	52,0	56,0	60,0	64,0	68,0	72,0	76,0	80,0	84,0	88,0	92,0
2100	12,6	16,8	21,0	25,2	29,4	33,6	37,8	42,0	46,2	50,4	54,6	58,8	63,0	67,2	71,4	75,6	79,8	84,0	88,2	92,4	96,6
2200	13,2	17,6	22,0	26,4	30,8	35,2	39,6	44,0	48,4	52,8	57,2	61,6	66,0	70,4	74,8	79,2	83,6	88,0	92,4	96,8	101,2
2300	13,8	18,4	23,0	27,6	32,2	36,8	41,4	46,0	50,6	55,2	59,8	64,4	69,0	73,6	78,2	82,8	87,4	92,0	96,6	101,2	105,8
2400	14,4	19,2	24,0	28,8	33,6	38,4	43,2	48,0	52,8	57,6	62,4	67,2	72,0	76,8	81,6	86,4	91,2	96,0	100,8	105,6	110,4

მაბრუნებელი მომენტი უდრის მუხრუკის მომენტს, მაშასადამე, სამუხრუკე სიმძლავრე იქნება:

$$N = \frac{P \cdot L \cdot n}{716,2 \eta}$$

სადაც  $P$  არის დოლის გარსაცმის წრიული ძალა კგ.,

$L$ —მუხრუკის მხარი მ.,

$n$ —მუხრუკის ლილვის ბრუნთა რიცხვი წუთში,

$\eta$ —მულტიპლიკატორის მარგი ქმედების კოეფიციენტი, რომელიც უდრის 0,98.

იმის გამო, რომ  $P$  წრიულ ძალას ჩვენ ვღებულობთ სასწორის მექანიზმის სკალაზე და ის შეესაბამება მხარს  $L=0,7162$  მეტრს, ამიტომ ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$N = \frac{P \cdot 0,7162 n}{716,2 \eta}$$

ან საბოლოოდ:

$$N = 0,001 \frac{Pn}{\eta}$$

ძრავის ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრისათვის აუცილებელია, რომ მუხრუკის ბრუნთა რიცხვი შევამციროთ მულტიპლიკატორის გადაცემის რიცხვის მიხედვით.

გამოთვლის გასაადვილებლად მე-4 ცხრილში მოცემულია ძრავის ბრუნთა რიცხვი ტაქომეტრის ჩვენების მიხედვით.

ცხრილი 4

ძრავის ბრუნთა რიცხვი წუთში	მუხრუკის ბრუნთა რიცხვი წუთში	ძრავის ბრუნთა რიცხვი წუთში	მუხრუკის ბრუნთა რიცხვი წუთში
350	780	750	1950
350	910	800	2080
400	1040	850	2210
450	1170	900	2340
500	1300	950	2470
550	1430	1000	2600
600	1560	1050	2730
650	1690	1100	2860
700	1820		

ამის გარდა, მე-5 ცხრილით შეიძლება ვისარგებლოთ სიმძლავრის განსაზღვრისათვის მულტიპლიკატორის მარგი ქმედების კოეფიციენტის  $\eta=0,98$  გათვალისწინებით.

მულტიპლიკატორის ქვედა დაღობი გამოყენებული ძირის სამძლავრის განსაზღვრა პადრომბრუკზე I-4

P	№																			
	800	900	1000	1050	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2600	2860	
"																				
" <sub>11</sub>	310	345	385	404	424	462	500	540	580	616	650	690	730	770	810	850	875	1000	1100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
11	8,8	9,9	11,0	11,55	12,1	13,2	14,3	15,4	16,5	17,6	18,7	19,8	20,9	22,0	23,1	24,2	25,3	26,4	27,5	
12	9,6	10,8	12,0	12,6	13,2	14,4	15,6	16,8	18,0	19,2	20,4	21,6	22,8	24,0	25,2	26,2	27,6	28,6	31,5	
13	10,4	11,7	13,0	13,65	14,3	15,6	16,9	18,2	19,5	20,8	22,1	23,4	24,7	26,0	27,3	28,6	29,9	33,8	37,2	
14	11,2	12,6	14,0	14,7	15,4	16,8	18,2	19,6	21,0	22,4	23,8	25,2	26,6	28,0	29,4	30,8	32,2	36,4	40,1	
15	12,0	13,5	15,0	15,75	16,5	18,0	19,5	21,0	22,5	24,0	25,5	27,0	28,5	30,0	31,5	33,0	34,5	39,0	42,9	
16	12,8	14,4	16,0	16,8	17,6	19,2	20,8	22,4	24,0	25,6	27,2	28,8	30,4	32,0	33,6	35,2	36,8	41,6	45,8	
17	13,6	15,3	17,0	17,85	18,7	20,4	21,1	23,8	25,5	27,2	28,9	30,6	32,3	34,0	35,7	37,4	39,1	44,2	48,6	
18	14,4	16,2	18,0	18,9	19,8	21,6	23,4	25,2	27,0	28,8	30,6	32,4	34,2	36,0	37,8	39,6	41,4	46,8	51,5	
19	15,2	17,1	19,0	19,95	20,9	22,8	24,7	26,6	28,5	30,4	32,3	34,2	36,1	38,0	39,9	41,8	43,7	49,4	54,4	
20	16,0	18,0	20,0	21,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0	42,0	44,0	46,0	52,0	57,2	
21	16,8	18,9	21,0	22,05	23,1	25,2	27,3	29,4	31,5	33,6	35,7	37,8	39,9	42,0	44,1	46,2	48,3	54,6	60,0	
22	17,6	19,8	22,0	23,1	24,2	26,4	28,6	30,8	33,0	35,2	37,4	39,6	41,8	44,0	46,2	48,4	50,6	57,2	63,0	
23	18,4	20,7	23,0	24,15	25,3	27,6	29,9	32,2	34,5	36,8	39,1	41,4	43,7	46,0	48,3	50,6	52,9	59,8	65,8	
24	19,2	21,9	24,0	25,2	26,4	28,8	31,2	33,6	36,0	38,4	40,8	43,2	45,6	48,0	50,4	52,8	55,2	62,5	68,6	
25	20,0	22,5	25,1	26,25	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0	47,5	50,0	52,5	55,0	57,5	63,0	71,6	
26	20,8	23,4	26,0	17,3	28,6	31,2	33,8	36,4	39,0	41,6	44,2	46,8	49,4	52,0	54,6	57,2	59,8	67,6	74,5	



გატარებები

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
27	21,6	24,3	27,0	28,35	29,7	32,4	35,1	37,8	40,5	43,2	45,9	48,6	51,3	54,0	56,7	59,4	62,1	64,8	67,5	70,2	77,3
28	23,4	25,2	28,0	29,4	30,8	33,6	36,4	39,2	42,0	44,8	47,6	50,4	53,2	56,0	58,8	61,6	64,4	67,2	70,0	72,8	80,2
29	23,2	26,1	29,0	30,45	31,9	34,8	37,7	40,6	43,5	46,4	49,3	52,2	55,1	58,0	60,9	63,8	66,7	69,6	72,5	75,4	83,2
30	24,0	27,0	30,0	31,5	33,0	36,0	39,0	42,0	45,0	48,0	51,0	54,0	57,0	60,0	63,0	66,0	69,0	72,0	75,0	78,0	86,0
31	24,8	27,9	31,0	32,55	34,1	37,2	40,3	43,4	46,5	49,6	52,7	55,8	58,9	62,0	65,1	68,2	71,3	74,4	77,5	80,6	88,8
32	25,6	28,8	32,0	33,6	35,2	38,4	41,6	44,8	48,0	51,2	54,4	57,6	60,8	64,0	67,2	70,4	73,6	76,8	80,0	83,2	91,6
33	26,4	29,7	33,0	34,65	36,3	39,6	42,9	46,2	49,5	52,8	56,1	59,4	62,7	66,0	69,3	72,6	75,9	79,2	82,5	85,8	94,6
34	27,2	30,6	34,0	35,7	37,4	40,8	44,2	47,6	51,0	54,4	57,8	61,2	64,6	68,0	71,4	74,8	78,2	81,6	85,0	88,4	97,5
35	28,0	31,5	35,0	36,75	38,5	42,0	45,5	49,0	52,5	56,0	59,5	63,0	66,5	70,0	73,5	77,0	80,5	84,0	87,5	91,0	100,3
36	28,8	32,4	36,0	37,8	39,6	43,2	46,8	50,4	54,0	57,6	61,2	64,8	68,4	72,0	75,6	79,2	82,8	86,4	90,0	93,6	103,0
37	29,6	33,3	37,0	38,85	40,7	44,4	48,1	51,8	55,5	59,2	62,9	66,6	70,3	74,0	77,7	81,4	85,1	88,8	92,5	96,2	106,0
38	30,4	34,2	38,0	39,9	41,8	45,6	49,4	53,2	57,0	60,8	64,6	68,4	72,2	76,0	79,8	83,6	87,4	91,2	95,0	98,8	108,9
39	31,2	35,1	39,0	40,95	42,9	46,8	50,7	54,6	58,5	62,4	66,3	70,2	74,1	78,0	81,9	85,8	89,7	93,6	97,5	101,4	111,6
40	32,0	36,0	40,0	42,0	44,0	48,0	52,0	56,0	60,0	64,0	68,0	72,0	76,0	80,0	84,0	88,0	92,0	96,0	100,0	104,0	114,5

$N_c$  — ძრავის სიმძლავრე,  $n_1$  — ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი.

$$N_c = P \frac{n}{1000}$$

$P$  — სასწორის ისრის ჩვენება,  $n_1$  — მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი.

$$n = \frac{n_1 \cdot 52}{20}$$

$n$  — მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი,  $n_1$  — მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი.

$$n = \frac{n_1 \cdot 52}{20}$$

$n_1$  — ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი.  
 $\frac{52}{20}$  — მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვის კოეფიციენტი.  
 $n_1$  — ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი.  
 $n$  — მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი.  
 ძრავის ნამდვილი სიმძლავრის განსაზღვრისათვის სუჩიზა, რომ კაპილით მოძებნილი სიმძლავრე გაეყოთ მულტიპლიკატორის პარამეტრების კოეფიციენტზე. ე. ი. 0,98-ზე.

### 3. ძრავთან მუხრუჭის შეხვერთებელი მოწყობილობა

მაღალი ბრუნთა რიცხვიან ძრავებთან მუხრუჭის შეერთება წარმოებს თუჯის დისკოთი, რომელიც გამოსაცდელი ძრავის მქნევარაზე კანჭიკებით მაგრდება. ამ მიზნით დისკოზე თითოეულ ძრავს აქვს თავისი მიჩნეული დასამაგრებელი ადგილები ბერეტოლების სახით.

დანადგარზე ძრავის დაყენების დროს მისი და მუხრუჭის ლილვების ღერძების სრული თანხედენა ძნელია, ამიტომ მუხრუჭისა და შუალედურ ლილვებზე მოწყობილია დრეკადი ქურო; იგი წარმოადგენს სპეციალურად დამზადებულ შიგა მოდების ქუროს, რომელიც მუშაობის შესაძლებლობას იძლევა ლილვების ღერძების არასრული თანხედენის შემთხვევაში.

დაბალ ბრუნთა რიცხვიან ძრავებთან შეერთება წარმოებს შემდეგნაირად: მულტიპლიკატორის ქვედა ლილვზე სოგმანით მაგრდება სპეციალური ფორმის თუჯის დისკო, რომლის შემაგრება ღერძული მიმართულებით იდება დასაყენებელი ბრანით.

მქნევარის თითებზე ჩამოეცმება რეზინის მილები, შემდეგ საყელურები და ხდება დაკლიბუყრება. დისკოს წრეხაზზე მოთავსებული ღრმულები რეზინის მილებით მოედება მქნევარის თითებს, რითაც უზრუნველყოფილია მუხრუჭისა და ძრავის ლილვების დრეკადი შეერთება და ძრავის სწრაფად გამოცვლის შესაძლებლობა. ქვემოთ აღწერილია იმ ძრავების სადგარი, რომელთა დასაყენებელი მოწყობილობა თან ახლავს დანადგარს. სხვა ძრავების გამოსაცდელად საჭიროა სპეციალური შემავრთებელი მოწყობილობის დამზადება.

სტენდი ძრავების დასაყენებლად. გამოსაცდელი ძრავების დასაყენებელი სტენდი წარმოადგენს სიგრძივი კილოების მქონე ორ ფილას და ოთხ დგარს, რომელთაც აქვთ ტრაპეციოდალური ბრანები და ქუსლები. ამ უანასკნელებს ეყრდნობა გამოსაცდელი ძრავი.

ფილები საძირკველზე მაგრდება კანჭიკებით. დგარების დამაგრება წარმოებს ოთხ-ოთხი კანჭიკით, რომელთა კვადრატული თავები ფილის კილოებში შედის. დგარის ზედა ნაწილში გაკეთებული ბერეტოლში გატარებულია ტრაპეციოდალური კუთხვილის მქონე ხრახნები, ხოლო დგარის მიმართველში მოძრაობს ქუსლი. ხრახნის ბრუნვა ხდება გასაღებით, რომლითაც ხრახნის წახნოვოვან ბოლოს აბრუნებენ და რომელიც თან მოყვება  $T-4$  დანადგარს.

ხრახნებით წარმოებს ძრავის დაყენების რეგულება. ძრავი (ტიპის მიხედვით) მაგრდება ან სიგრძივ ანდა განივ კუთხედებზე.

ძრავის დაყენების ასეთი სისტემა საშუალებას გვაძლევს შედარებით ზუსტად დავიცვათ ძრავისა და მუხრუჭის ღერძების თანხედენა.

### 4. მუხრუჭის კვების ხისტემა და ძრავის ვაგრილება წყლით

ჰიდრაულიკური მუხრუჭისათვის საჭიროა წყალი; ამიტომ იქ, სადაც წყალსადენი არაა (წყალსადენის შემთხვევაში კვება შეიძლება უშუალოდ წყალსადენიდან) გამოიყენება მუხრუჭის კვება ავზიდან, რომელსაც აქვს საშხეფური. ეს მოწყობილობა აქვს სამუარუქე დანადგარს.

საშხეფურის ქვედა ავზიდან წყალი მიღებით მიეწოდება ძრავსა და მუხრუქ-ში. საშხეფურის ქვედა ავზს აქვს ვენტილატორი წყლის გასაგრილებლად, ჩამომშვები საკონტროლო მილი, მუხრუქისა და ძრავის მკვებავი მილი და ხერეტილი ფსკერზე—ქუქისაგან გასაწმენდად.

ზედა ავზი წარმოადგენს ღრუ უფსკერო ცილინდრს და გამოყენებულია ჰაერის გამაგრილებელი ნაკადის მიმართვისათვის.

ზედა ავზის ცენტრთან გაყვანილია ტუმბოს დაწნევის მილი, რომლის ბოლოზე დამაგრებულ ძაბრს აქვს ხერეტილები წყლის ნაკადის გასაშხეფად.

დამწნევე ავზში წყლის დონე აუცილებლად მუდმივი უნდა იყოს, ე. ი. საჭიროა, რომ წყლის დონე საკონტროლო, ჩამომშვებ მილს უსწორდებოდეს. ვენტილატორი ჩვეულებრივი, პროპელერისებრი ტიპისაა. ფრთიანები დაყენებულია ცალ მხარეზე მარცხენა ბრუნვის, ხოლო მეორეზე—მარჯვენა ბრუნვის. ამგვარად, ჰაერის ქაღები ხედებიან ერთმანეთს შუაში და მიემართებიან ზემოთ. მკვებავი მილსადენით წყალი მიეწოდება მუხრუქსა და ძრავში. მილსადენზე დაყენებული ორი ვენტილით შეიძლება როგორც ძრავში, ისე მუხრუქში შემავალი წყლის რაოდენობის რეგულება.

ნამუშევარი წყალი მუხრუქიდან გამოდის და განსაკუთრებული ჩამომშვები მილსადენით ჩადის ქვედა ავზში, სადაც ჩადის აგრეთვე ძრავიდან გამოსული წყალიც. ქვედა ავზიდან წყალი ცენტრიდანული ტუმბოს საშუალებით მიეწოდება საშხეფურში გასაგრილებლად. ძრავი ნორმალურად მუშაობს მაშინ, როდესაც ტემპერატურათა სხვაობა არ აღემატება  $10^{\circ}\text{C}$ , ხოლო ოპტიმალური ტემპერატურა უდრის  $80-85^{\circ}$ . მუხრუქის მდგრადი მუშაობისათვის დასაშვებია წყლის ტემპერატურა დაახლოებით  $40-50^{\circ}\text{C}$ .

ქვედა ჩამოსაშვები ავზის ქვედა ნაწილში გაკეთებული ხერეტილი, რომელიც საცობით იბურება, განკუთვნილია ქუქისაგან ავზის გასაწმენდად. ეს ავზი იატაკზე დაბლა უნდა იყოს.

ტუმბო მაგრდება კის გვერდით კედელზე, ჩამოსაშვები ავზის გამოსავალი ხერეტილის დონეზე. ტუმბოს აძვრა ბორციელდება ლვედით ელექტრომობტორის ორსაფეხურიანი შკივიდან ან კონტრამძრავიდან. ტუმბოს ლილვის ბრუნთა რიცხვი უნდა იყოს არა ნაკლებ 2000 ბრ/წუთში. ორსაფეხურიანი შკივი მზადდება ქარხნის მიერ, ლილვზე დასასმელად ხერეტილის მორგება კი ადგილზე ხდება.

ვენტილატორის აძვრაც იმავე შკივიდან წარმოებს. ვენტილატორის ლილვის ბრუნთა რიცხვი უნდა იყოს არა ნაკლებ 1600 ბრ/წ.

რადგან დანადგარზე იცდება სხვადასხვა ძრავი და მათი გაგრილების სისტემის შესავალი და გამოსავალი ხერეტილები სხვადასხვა ადგილზეა, ამიტომ მათი შეერთება მკვებავ ან ჩამომშვებ მილსადენებთან ხდება დრეკადი წელამილებით და მთელი რიგი მილტუჩებით, ვადამყვანი მილყელებითა და ნიპლებით. ელექტრომობტორის სიმძლავრე უნდა იყოს  $1-1,5$  კვ ზღვრებში 1425 ბრ/წ დროს.

## ბ. ძრავის კვება საწვავით და მისი გაზომვა

შტიხპრობერი. შტიხპრობერ-კოლბას დაყენება ხდება ზუსტად ვერტიკალურ მდგომარეობაში. ძრავის კვების სისტემა შედგება ფილაზე დაყენებული ორი ავზისაგან და შტიხპრობერ-კოლბის კრონშტეინისაგან.

ერთი ავზი ივსება ბენზინით, მეორე—ნავთით. ავზების გავსება საწვავით წარმოებს ტუმბოებით, რომლებიც დაყენებული უნდა იყოს იატაკიდან 700 მმ სიმაღლეზე.

შტიხპრობერის დაყენება ხდება იატაკიდან 1800 მმ სიმაღლეზე და ის მაგრდება ფილაზე, რომელიც ეურდნობა შენობის კედელზე ქანჭიკებით მიმაგრებულ ორ კრონშტეინზე.

თითოეული ავზიდან გამოდის მილი და უერთდება განმანაწილებელ ონკანს. ამ უკანასკნელის ზედა მხარეზე ჩახრახნილია კოლბის ბუდე, ხოლო უკანა მხარეს—მილი, რომელიც გამოსაცდელ ძრავს კვებას საწვავით, ე. ი. შეერთებულია კარბურატორთან. განმანაწილებელი ონკანის წინა მხარეს დამაგრებულია უძრავი მაჩვენებელი, საწვავის განაწილების საკონტროლოდ და ონკანის საცობის ბოლოზე მოთავსებულია სახელური—ისარი. მაჩვენებელზე არის წარწერები, რომელთა მხრისაკენ სახელურის მობრუნებით ვაწარმოებთ ძრავის კვებას ბენზინით ან ნავთით.

როდესაც ისარი მაჩვენებლის ზედა ნახევარშია, მაშინ ხდება ძრავის კვება ან ბენზინის ავზიდან, ან ნავთის ავზიდან ანდა კოლბიდან. როდესაც ონკანი ქვედა მდგომარეობაშია, მაშინ კოლბა ივსება ნავთის ან ბენზინის ავზიდან.

კარბურატორისაკენ მიმავალ მილსადენს ბოლოზე აქვს შემაერთებელი, რომელიც საშუალებას იძლევა სხვადასხვა მარკის ძრავების გამოცდის დროს გამოვიყენოთ სხვადასხვა ბუნიკი კარბურატორთან მისაერთებლად.

დიზელის გამოცდის დროს ნავთის ავზს ვავსებთ დიზელის საწვავით და შემდეგ ისევ ვიქცევით, როგორც ზემოთ.

სხვადასხვა ძრავის გამოცდისათვის სამუხრუჭო დანადგარი დაკომპლექტებულია საცვლელი ბუნიკებითა და მილყელებით.

კოლბა დაგრადუირებულია მოცულობით ყოველ 10 სმ<sup>3</sup>, ამიტომ საწვავის წონითი ხარჯის გამოსარკვევად აუცილებელია საწვავის კუთრი წონის ცოდნა.

აუცილებელია თვალურის დევნება ონკანებზე, რომ დახურული ონკანის დროს ადგილი არ ექნეს საწვავის შესვლას შტიხპრობერში. თუ ონკანი უშვებს საწვავს, გაზომვა არ იქნება სწორი.

## 6. გაბოლქვის ხიხტემა

გაბოლქვის კოლექტორი შედგება მილყელისა და სამკაპისაგან, რომელიც კოლექტორის მილყელს უერთდება ოთხდუმიანი მილტუჩებით.

კოლექტორი უნდა მოთავსდეს ფილების ქვეშ სპეციალურად გაკეთებულ არხში ისე, რომ ნამუშევარი აირების მოძრაობის მიმართულემა შეესაბამებოდეს სელის მიმართულემა.

კოლექტორის ერთი ბოლო ზემოდან იხურება სახურავით, ხოლო მეორე ბოლოზე უერთდება კუთხვილიანი მილტუჩი ძრავისაგან მომავალი მილის ნე-საერთებლად. შემაერთებელ მილტუჩებს ქარხანა არ ამზადებს.

### 7. დანადგარის მონტაჟი

შენობა, რომელშიაც იდგმება სამუხრუჭე დანადგარი, უნდა იყოს ნათელი და ჰქონდეს კარგი ვენტილაცია. მუხრუჭი აუცილებლად ისე უნდა დაეაყენოს, რომ მოხერხებული იყოს როგორც თვით მუხრუჭთან, ისე მთელ დანადგართან (გაგრილების სისტემა, საწვავით კვება, გამოსაყვანილი ძრავი და სხვა) მიდგომა.

შენობა იზოლირებული უნდა იყოს სახელოსნოს სხვა შენობებისაგან იმ მიზნით, რომ ამ უკანასკნელებში არ გაერთელოს ნამუშევარი აირები.

მუხრუჭის და დანადგარის ფილების დაყენება ხდება ბეტონის საძირკველზე, ხოლო საშვიფური იდგმება აგურით ნაწყობ სადგარზე.

საძირკვლისათვის უნდა გამოიყენოს შემდეგი შედგენილობის ბეტონი:

ცემენტი—1 ნაწილი  
სილა —2 „  
ხრეში —4 „

მუხრუჭი და ფილები ზუსტად ჰორიზონტალურად უნდა დაეაყენოს და გაესინჯოს თარაზოთი. ამ მიზნით მუხრუჭის სასაძირკველო ფილაზე, ფრიქციული შკივის ქვემოთ არის ბაქანი თარაზოსათვის.

გამოსაყვანილი ძრავის გამოაწმარისება და მიმუშავება უქმი სელით და შემდეგ მისი გადაყვანა საკუთარ აირზე საშუალოდ, წარმოებს გარეშე ამძრავიდან ფრიქციული შკივით. ამ მიზნით გამოიყენება 20—25 ცხ. ძალის სიმძლავრის ელექტრომობილი ან განსაკუთრებულ პირობებში — ტრაქტორ „XТЗ“-ს ძრავი ან სხვა თანაბარი სიმძლავრის შქონე ძრავი.

მუხრუჭის შკივის ბრუნთა რიცხვი უნდა იყოს 450 — 550 ბრ/წუთურებში.

შენობაში უნდა იყოს მონორელსი ქალით. გამოსაყვანილი ძრავების დაყენებისა და მოხსნის გასაადვილებლად მონორელსი შეერთებული უნდა იყოს ქარხნის ამკრეფ საამქრობთან.

### 8. დანადგარის ექსპლუატაცია

პილდომუხრუჭე T—4-ზე შეიძლება გამოეყვანოს და გამოვასახმარისოთ სატრაქტორო და საავტომობილო როგორც ნელსელიანი (დაბალ ბრუნთა რიცხვიანი), ისე სწრაფსელიანი ძრავები.

სამუხრუჭო სტენდზე ძრავის დაყენებისას საჭიროა:

1. ფილებზე დგარების განლაგება (სქემების მიხედვით) და მათი დამაგრება ძრავის ტიპის მიხედვით;
2. ძრავის დაყენება დგარებზე;
3. ძრავის მდებარეობის რეგულირება დგარებზე იმ მიზნით, რომ მივალწიოთ მუხრუჭისა და ძრავის ღერძების თანხედენას;

4. ძრავის ლილვის შეერთება მუხრუჭის ლილვთან შემაერთებელი დრე-  
ჯადი ქუროს საშუალებით;

5. ძრავის გაგრილების სისტემის შეერთება სამუხრუჭე დანადგარის მა-  
კისტრალურ გაყვანილობასთან წელამილების, მილტუჩებისა და შემაერთებ-  
ლი ნიბელების დახმარებით;

6. საწვავსადენი მილების შეერთება კარბურატორთან;

7. ძრავის საბოლქვი მილის შეერთება დანადგარის კოლექტორთან;

8. ძრავის გაწყობა ზეთით.

გამოსაცდელი ძრავის უქმი სვლით მიმუშავების შემდეგ (გარეშე ამძრა-  
ვიდან), ის უნდა გავეუშვათ საკუთარ აირზე და ვამუშაოთ ჯერ დაუტვირთა-  
ვად, ხოლო შემდეგ დატვირთვით.

როგორც მიმუშავება (გამოსახმარისება), ისე გამოცდა ტარდება სსრ  
კავშირის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ დამტკიცებული ქვემოთყ-  
ვანილი ტექნიკური პირობების მიხედვით.

გამოცდის ხანგრძლიობა შეიძლება იყოს: უმცირესი—1 საათი და 25  
წუთი; უდიდესი 4 საათი.

ძრავის გამოცდისა და გამოსახმარისებისათვის მსგავსი ტექნიკური პი-  
რობები არსებობს სხვა დანარჩენი ძრავებისათვისაც, რითაც უნდა ისარგებ-  
ლოს ძრავის გამოცდის ან გამოსახმარისების ჩამტარებელმა.

რემონტის შემდეგ ძრავის სიმძლავრის განსაზღვრის პროცესი იმაში  
მდგომარეობს, რომ როდესაც რეგულებით მიღწეული იქნება ძრავის მუშაო-  
ბის მდგრადი რეჟიმი, მუხრუჭს თანდათან ტვირთავენ მის დოლში წყლის  
ფენის გაზრდით. საჭირო ბრუნთა რიცხვის მიღწევისას სასწორის ჩვენებას  
აღნიშნავენ და ამ მონაცემებით ცხრილში მოძებნიან გამოსაცდელი ძრავის  
მიერ განვითარებულ სიმძლავრეს აღებულ მომენტში.

საწვავის ხარჯვის გაზომვა შემდეგნაირად ხდება: იმის შემდეგ, როდეს-  
აც შტრიხბარობერს გაავსებენ საწვავით და ძრავს მიანიჭებენ ბრუნთა რიცხვს,  
რომლის დროს გვსურს საწვავის ხარჯის გაზომვა, გადახურავენ ქვედა ონ-  
კანს, ე. ი. დააყენებენ საბელურს მარჯვენა მდგომარეობაში და წამშრომით გან-  
საზღვრავენ დროის ერთეულში დახარჯული საწვავის რაოდენობას კუბური  
სანტიმეტრობით.

თუ გვეცოდინება საწვავის კუთრი წონა, ადვილია საწვავის ხარჯის  
გაანგარიშება წონითი ერთეულებით.

## 9. დანადგარის მოვლა

T—4 მუხრუჭისა და დანადგარის მოვლა მეტად მარტივია და შემდეგში  
მდგომარეობს:

- ა) მუხრუჭის საშხეფურისა და ტუმბოს შეზეთვა;
- ბ) სასწორის მექანიზმის შემოწმება და რეგულება;
- გ) ჩართვის ფრიქციული ქუროს რეგულება;
- დ) მუხრუჭის სისტემატური დათვალეირება.

მუხრუჭი მუდამ მშრალი უნდა იყოს. მუხრუჭის ლილვის საკისრების  
შეზეთვა აუცილებელია ყოველი 10 საათის უწყვეტი მუშაობის შემდეგ. შე-  
ზეთვა ხორციელდება შტაუფერის საზეთეს მობრუნებით.

**ძრავის გამოცდის რეჟიმი**  
**(სამუხრუქე დანადგარზე)**

გამოცდის თანმიმდევრობა	გამოცდის დრო წუთებით		გამოცდის ძირითადი ელემენტები
	უმცირესი	უდიდესი	
1	2	3	4
1. ძრავის გამოსახმარისება გარეშე ამძრავიდან 300—400 ბრ/წ დროს. ამობრახნილი სანთლებითა და საწვავის მიუწოდებლად	10	30	მანომეტრისა და ხეთის ინჟინტრალის შემოწმება. ძრავის მუშაობის მოსმენა. წინასწარი რეგულირება.
2. ძრავის გამოსახმარისება გარეშე ამძრავით, ბრუნთა რიხების თანდათანობითი გაზრდით 600—700 ბრ/წ-მდე. ამობრახნილი საწვავით და საწვავის მიუწოდებლად	10	30	სარკვევლების რეგულირება (ძრავის მომზადება საწვავზე გასაშვებად).
3. ძრავის ამუშავება და მუშაობა ბენზინზე—დატვირთვით	5	15	ძრავის მოსმენა. რეგულატორის დაყენება 1000—1115 ბრ/წ.
4. ძრავის მუშაობა ნავთზე, დატვირთვით. 1050—1115 ბრ/წ დროს.	10	30	კარბურატორის რეგულირება.
5. ძრავის მუშაობა ნავთზე—დატვირთვით 20 ც. ძალამდე. 1050—1100 ბრ/წ. დროს	10	45	
6. ძრავის მუშაობა ნავთზე—დატვირთვით 30—25 ც. ძალამდე 1050—1100 ბრ/წ პირობებში. ძრავის დათვლიერება და მის ვარჯისიანიობაზე დასყენა.	40	90	ძრავის მოსმენა. ცილინდრების, გამოშვები და შემშვები მილსადენების კანკიკების მოჭერა და შემოწმება. სარკვევლების რეგულირება. კარბურატორის რეგულირების და წყლის შეფრქვევით მისი მუშაობის შემოწმება.

შენიშვნა: აღნიშნული რეჟიმი გათვალისწინებულია ტრაქტორ CT3—XT3-ის ძრავებისათვის (ავტორი).

სასწორის მექანიზმის საკისრებს ზეთავენ ერთხელ მექანიზმის დაშლის დროს, რისთვისაც აუცილებელია ბენზინში მისი გარეცხვა, შემდეგ სეპარატორული ზეთით შეზეთვა და ამ სახით ადვილზე დაყენება. ყოველი დაშლის შემდეგ აუცილებელია ფლანელის ჩობალების გამოცვლა, სასწორის მექანიზმის ოგეულება და ტვირთის დამაგრება მუხლა ლილვაციის ცენტრიდან 400 მმ-ის მანძილზე. წვეის დაყენების დროს აუცილებელია, რომ კუთხე ექსცენტრიკული პოკოქიკის ღერძსა და წვეის შორის იყოს 90°, ე. ი. აწყობილ მდგომარეობაში მუხლა ლილვაციის ექსცენტრისიტეტი უნდა იმყოფებოდეს ზუსტად ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში.

იმის გამო, რომ სასწორის მექანიზმის არასწორი აწყობა გავლენას ახდენს მის ჩვენებაზე და, მაშასადამე, სიმძლავრის განსაზღვრაზე, საჭიროა დაგრადუირება და სკალის დანაყოფების შემოწმება გულდასმით და ფრთხილად ჩატარდეს.

სკალის შემოწმება ან ახალი დაგრადუირება უნდა ჩატარდეს შემდეგნაირად. ისრიანი მცოცი სკალაზე ისე უნდა მოვარგოთ, რომ სკალის ყველა უბანზე ის თავისუფლად მოძრაობდეს და ადვილი არ ჰქონდეს მის შეფერხებას. სვეტისა და სახსრული წვეის თავში საკისრები ისე უნდა ჩაეწვივებოდნენ, რომ მათ გადახრა არ ჰქონდეს და ექსცენტრიკული ლილვის ბრუნვა და სახსრული წვეის მობრუნება თავისუფლად წარმოებდეს.

ამის გარდა, სამუხრუჭე დოლი მდოვრედ და ადვილად უნდა მოძრაობდეს კრონშტეინისა და მულტიპლიკატორის საკისრებში.

ზემოსხენებულ საშუაობების ჩატარების შემდეგ შეიძლება შევეუდგეთ სასწორის მექანიზმის სკალის შემოწმებას ან დაგრადუირებას.

ამ მიზნით აუცილებელია, რომ დანადგარი დავაყენოთ ზუსტად ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში და შემდეგ შევეუდგეთ მუხრუჭის დოლის ბალანსირებას, რაც შემდეგნაირად უნდა ჩატარდეს:

სკალის დამაგრების ხერცეტილი ისე უნდა გაეკლიბოთ, რომ შეიძლებოდეს სკალის გადაწვევა და მცოცის ისრის დაყენება ზუსტად ნულოვან დანაყოფზე. შემდეგ აუცილებელია დამზადდეს სპეციალური ბერკეტი, რომლის ერთი, ვაყოფილი ბოლო უნდა დამაგრდეს მუხრუჭის გვერდების შემაერთებელ ორ ხერცეტილზე.

ბერკეტი ისეთი სიგრძის უნდა ავიღოთ, რომ მანძილი მუხრუჭის დოლის ცენტრიდან ბერკეტის ბოლოზე დამაგრებულ პრიზმამდე უდრიდეს 716, 2 მმ. ბერკეტის პრიზმაზე ჩამოეკიდებთ საწონების თფშს. ამის შემდეგ საჭიროა მუხრუჭის დოლის შეწონასწორება ისე, რომ მცოცის ისარი ისევე გაუსწორდეს ნულოვან დანაყოფს. ამ მიზნით დოლის მეორე მხარეზე დამტვირთი დისკოსებრი სარკველების დახრილი ლილვის სახელურზე დაეკიდებთ შესაბამის ტვირთს, სანამ ისარი არ გაუსწორდება ნულოვან დანაყოფს.

ამის შემდეგ შეიძლება შევეუდგეთ სკალის შემოწმებას, რისთვისაც საწონების თფშზე ვაწყოთ საწონებს ერთიდან სამოც კილოგრამამდე და ვამოწმებთ მცოცის ისარი გვიჩვენებს თუ არა სკალაზე იმავე მნიშვნელობის დანაყოფს.



თუ დაგრადულირება არ დაემთხვა საწონების ჩვენებას, მაშინ საჭიროა მო-  
ვხსნათ სკალა, გადავაბრუნოთ და იმავე ბერხით ვაწარმოოთ ახალი დაგრა-  
დულირება.

სკალის მეორე ნახევრის დაგრადულირება (ნულიდან) წარმოებს იმავე ბე-  
რხით, მხოლოდ საჭიროა სასწორის მექანიზმის ექსცენტრიკული ლილვაკი  
ბურთულა საკისარში შემოვებრუნოთ 180°-ით და ამასთან დაკავშირებით  
ტვირთიანი ბერკეტი გადავყენოთ ექსცენტრიკული ლილვაკის კვადრატზე.  
ზემონსენებული სამუშაო განსაკუთრებული სიფრთხილით და გულდა-  
სმით უნდა ჩატარდეს.

ტაქომეტრისათვის ცენტრის მქონე შვივის შეზეთვა საჭიროა ყოველი  
ოთხი საათის შემდეგ.

ცენტრიდანული ტუმბოს გაშვების წინ აუცილებელია გარსაცმიდან ჰა-  
ერის გამოშვება, ამ მიზნით უნდა მოიხსნას ტუმბოს ზედა საცობი. ჰაერის გა-  
მოსვლის შემდეგ ტუმბო ნორმალურად იმუშავებს.

აეზი და საშხეფური ბერიოდულად უნდა გაიწმინდოს, რისთვისაც ქვედა  
აეზს აქვს ჩამოსაშვები მილყელი.

ჩამოსაშვები აეზის გასუფთავების გასაადვილებლად წყალი ტუმბოთი  
უნდა გადაეტუმბოთ საშხეფურის აეზში, ხოლო დარჩენილი წყალი ქუქყთან  
ერთად გამოეშვება ჩამოსაშვები საცობიდან.

დანადგარის შეზეთვა საჭიროა ჩატარდეს ქვემოთათვისებულ მე-6 ცხრი-  
ლის მიხედვით.

ცხრილი 6

ჩანაწერი	შეზეთვის ადგილი	აღსანიშნავი რაოდენობა	შეზეთი მასალა	შეზეთოს
1	მუხრუჭის ლილვი .	2	სოლიდოლი	ყოველი 10 საათის შემდეგ
2	სასწორის მექანიზმის სა- კისრები .	4	სეპერატორის ზეთი	მუშაობისა და აწ- ყოების დროს
3	ფრიქციულ ქუროს ლილ- ვი .	2	სოლიდოლი	ყოველი 4 საათის მუშაობის შემდეგ
4	ფრიქციონის შკავი .	1		
5	ბრუნთა მთვლელის შკავი	1		
6	ცენტრიდანული ტუმბოს ლილვი .	2		
7	ვენტილატორის ლილვი .	2		თვეში ერთხელ

თვალყური უნდა ვადვენოთ, რომ განშვებ მილსადენზე ზეთი არ მოხვ-  
დეს; ძრავის ქვეშ უნდა შევდგათ ზეთისათვის რაიმე ქურქელი. როგორც  
მუხრუჭი, ისე მთელი დანადგარი ყოველი ცვლის შემდეგ უნდა გავწმინდოთ,  
გავამშრალოთ და სუფთად შევინახოთ.

8. გ. ხანათყ.



რიან ძრავებისათვის უღრის 1,0 საათს, დიზელებისათვის 1,5 საათი. შემდეგ ამოწმებენ რეგულატორის დაყენებას და აწესრიგებენ კარბურატორს უქმი სელის მინიმალურ ბრუნებზე. ამის შემდეგ ტარდება ძრავის გამოსახმარისება (მიმუშავება) დატვირთვის ქვეშ და გამოცდა. დატვირთვის ზრდა წარმოებს  $\frac{1}{2}$ -დან ნორმალურამდე. საერთო ხანგრძლიობა კარბურატორიან ძრავებისათვის უღრის 1,5 საათს, დიზელებისათვის—2 საათს.

ცხრილი 8-ა

ძრავის მარკა	გამოცდის ხანგრძლიობა (წუთები)	მუხლალილის ბრუნთა რიცხვი წუთში	განვითარებული სიმძლავრე ც. ძ. (არა ნაკლებ)	საწვავის კუთარი ხარჯი გრ/ც. ძ. ს. (არა უმეტეს)	ზეთის წნევა კმ/სმ <sup>2</sup>	შენიშვნა
СХТЗ	10	1050—1100	30	330	0,1—0,2	
АСХТЗ—НАТИ	10	1225—1250	50	330	1,7—2,5	
„უნივერსალური“	10	1200—1225	20	340	0,2—0,3	
С—60	10	650—675	60	325	2,3—2,7	
М—17	10	850—900	65	230	1,8—2,5	
В—20	10	2100—2200	15,5	330	—	
КДМ—46	10	1000	80	220	1,7—2,3	
П—46	10	2500—2600	18	325	—	
Д—35	5	1400	37	225	2,2—3,0	
Д—54	5	1300	54	225	2,0—2,5	
ГАЗ—ММ	5	1500—1600	38	280	0,5—0,7	
ГАЗ—51	5	1700—1800	50	280	2,0—3,0	
ЗИС—5	5	1300—1400	50	300	1,2—1,5	
ЗИС—120	5	1900—2000	60	260	2,0—2,5	

ბრუნზე და 50 წუთი—660 ბრუნზე. ამის შემდეგ ძრავს ააწვობენ, ჩაახაშენ კარტერში ზეთს და ჰიდრომუხრუკზე აწარმოებენ ცივად გამოსახმარისებას არა ნაკლებ 30 წუთისა.

თუ СО—1304 დანადგარი წარმოებას არა აქვს, მაშინ ცივად მიმუშავება ტარდება ჰიდრომუხრუკზე ტრაქტორების რემონტის ტიპური ტექნოლოგიით გათვალისწინებული რეჟიმის მიხედვით. ცივად გამოსახმარისების საერთო ხანგრძლიობა კარბურატორიანი ძრავებისათვის უღრის 1 საათს და 20 წუთს, დიზელებისათვის—2 საათს.

სხვადასხვა ძრავისათვის გამოცდის რეჟიმი და მისი სიმძლავრისა და ეკონომიურობის მაჩვენებლები მოყვანილია მე-6 ცხრილში.

## ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა

ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრე ექსპერიმენტულად შეიძლება განისაზღვროს ეფექტური სიმძლავრისა და ხახუნზე დახარჯული სიმძლავრის ან საშუალო ინდიკატორული წნევის მიხედვით.

პრაქტიკაში ცნობილია ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა შემდეგი მეთოდებით:

- 1) გარეშე ამძრავიდან ძრავის აბრუნებით;
- 2) ძრავის მუშაობის დროს ცილინდრების მორიგეობითი გამოკვით;
- 3) ინდიკატორული დიაგრამების ართმევით.

ინდიკატორული სიმძლავრის მიხედვით შესაძლებელია ვიმსჯელოთ ძრავის მუშა პროცესის მიმდინარეობისა და ძრავში დაბუნის მექანიკური დანაკარგების შესახებ, რასაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს როგორც კვლევითი მიზნებისათვის, ისე სერიული გამოშვების ან ახალი ტიპის ძრავების გამოცდისათვის.

### § 1. ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა გარეშე ამძრავიდან ძრავის აბრუნებით

ამ შემთხვევაში საჭიროა განისაზღვროს ძრავში ხახუნის დანაკარგები, როდესაც გამოართულია ანთება და ნარევის მიწოდება (კარბურატორიან ძრავებში) ან გამოართულია საწვავის მიწოდება (დიზელებში).

ძრავის მუხლა ლილვის აბრუნებას, ჩვეულებრივ, ახდენენ ბალანსირული დინამომანქანით, რომელიც მისი მართვის დაფაზე ჩამრავლების გადართვით, აღვილად გადაიყვანება ელექტრომომტორის მუშაობაზე.

ძრავის მუშაობას თან სდევს სიმძლავრის დანაკარგი მოძრავი ნაწილების ხახუნზე და დამხმარე მექანიზმებისა და აგრეგატების ამოძრავებაზე. სიმძლავრის ყველა ამ დანაკარგს, ჩვეულებრივ, აერთიანებენ და ძრავის აახუნის სიმძლავრეს უწოდებენ.

ამგვარად, ხახუნის სიმძლავრე წარმოადგენს სიმძლავრის სრულიად სხვადასხვაგვარი დანაკარგების ჯამს. ეს დანაკარგებია: დგუშის, ბარბაცას, მუხლა ლილვისა და სხვა ნაწილების ხახუნზე, აირგამნაწილებელი მექანიზმის მოძრაობაზე, ტუმბოსებრ და სხვა დანაკარგებზე დახარჯულა სიმძლავრეები.

ხახუნის სიმძლავრე იხარჯება ინდიკატორული სიმძლავრიდან; ამიტომ ხახუნის სიმძლავრე ეფექტურ სიმძლავრეს (მუხლა ლილვზე განვითარებულ სიმძლავრეს) ამცირებს და, მაშასადამე, ძრავის ეკონომიურობას აუარესებს. ამიტომ ცდილობენ ხახუნის სიმძლავრე შესაძლო მინიმუმამდე შეამცირონ.

ხახუნის სიმძლავრის ექსპერიმენტული განსაზღვრა მეტად ძნელია. მომუშავე ძრავზე მისი უშუალო გაზომვა, თითქმის შეუძლებელია. ერთადერთ

სწორ მეთოდად ითვლება ხახუნის სიმძლავრის, როგორც ინდიკატორულ და ეფექტურ სიმძლავრეთა სხვაობის განსაზღვრა. მაგრამ სწრაფსელიანი ძრავების ინდიკატორული სიმძლავრე, მისი გაზომვის მეტად რთული მეთოდების გამო, შეიძლება განისაზღვროს მხოლოდ შედარებით დიდი ცდომილებით— დაახლოებით  $\pm 2 \div 3\%$ .

ეფექტური სიმძლავრე შედარებით ზუსტად განისაზღვრება და შესაძლოა გადახრა შეიძლება არ აღემატებოდეს  $\pm 1\%$ . ხახუნის სიმძლავრის სიდიდე რამდენჯერმე (6—8-ჯერ) ნაკლებია ინდიკატორულ და ეფექტურ სიმძლავრეებზე. ამის გამო, ხახუნის სიმძლავრის, როგორც ამ სიმძლავრეთა სხვაობის, განსაზღვრის დროს ფარდობითი ცდომილება იზრდება  $\pm 30\%$ -მდე. ასე, რომ ხახუნის სიმძლავრის ექსპერიმენტული განსაზღვრა მხოლოდ მცირე სიზუსტით შეიძლება.

ექსპერიმენტული მუშაობის სირთულისა და შედეგების მცირე სიზუსტის გამო, იძულებული ვხდებით გამოვიყენოთ სხვა, შედარებით მარტივი და ამავე დროს პირობითი მეთოდი, რომლის მიხედვით ხახუნის სიმძლავრე განისაზღვრება როგორც გარეშე ენერგიის წყაროდან (ელექტრომობილი და სხვ.) ძრავის აბრუნებისათვის საჭირო სიმძლავრე. ამ დროს ძრავს უნდა ჰქონდეს სამუშაო ტემპერატურული რეჟიმი, საწვავის მიწოდება შეწყვეტილი და დროსელი მთლიანად გაღებული.

ძრავის აბრუნების სიმძლავრე განსხვავდება ძრავის ნამდვილი ხახუნის სიმძლავრისაგან. მათ შორის განსხვავება ძირითადად გამოწვეულია შემდეგი მიზეზებით:

1) ძრავის თვითმუშაობის დროს ცილინდრის კედლებზე დღუშის ხახუნის გაცილებით მეტია, ვიდრე ძრავის აბრუნების დროს, რადგან ძრავის თვითმუშაობის პირობებში ცილინდრის კედლებზე ზეთის ფენა მალალი ტემპერატურების გავლენით კარბონიზებულია და მეტ წინაღობას ქმნის. ამის გარდა, დღუშის ხახუნს აძლიერებს გაზრდილი წნევები—ნარევის აალებისა და წვის დროს;

2) გარეშე წყაროდან აბრუნებულ ძრავში ტუმბოსებრი დანაკარგები, აირების შედარებით დაბალი ტემპერატურის გამო, უფრო მეტია, ვიდრე თვითმომუშავე ძრავში. ამის გარდა, ძრავის აბრუნების დროს იხარჯება მუშაობის დამატებითი რაოდენობა, რადგანაც კუმშვის დროს წნევა გაგანიერების წნევაზე რამდენადმე მეტია.

დღუშის ხახუნისა და ტუმბოსებრი დანაკარგების სხვაობები ნაწილობრივ აბათილებს ერთმანეთს. მაგრამ არსებული მონაცემები ადასტურებენ, რომ ძრავის აბრუნების დროს განსაზღვრული ხახუნის სიმძლავრე, რამდენადმე ნაკლებია ხახუნის ნამდვილ სიმძლავრეზე. მიუხედავად ამისა, ამ უკანასკნელის ზუსტი განსაზღვრის სიძნელის გამო, ძრავის აბრუნების დროს გაზომილ ხახუნის სიმძლავრეს პირობით თვლიან, როგორც თვითმომუშავე ძრავის ნამდვილ ხახუნის სიმძლავრედ.

არსებული მონაცემების უმრავლესობა მიღებულია გარეშე წყაროდან ძრავის აბრუნების გზით, რის გამოც ისინი მხოლოდ საორიენტაციო ხასიათს ატარებენ.

ხახუნის სიმძლავრეზე დიდ გავლენას ახდენს ძრავის სხვა ძირითადი პარამეტრები; მაგალითად, დადასტურებულია, რომ ძრავის ხახუნის სიმძლავრე იზრდება ბრუნთა რიცხვის ზრდით და მისი ცვალებადობის კანონი შეიძლება გამოისახოს შემდეგი ტოლობით:

$$N_h = A n^m,$$

სადაც  $A$  არის მუდმივი კოეფიციენტი მოცემული ძრავისათვის;  
 $m$ —მოცემული ძრავისათვის მუდმივი ხარისხის მაჩვენებელი, რომელიც სხვადასხვა ძრავისათვის იცვლება 1,8—2,2 ზღვრებში—საშუალოდ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ  $m=2$ .

ასევე ხახუნის სიმძლავრეზე გავლენას ახდენს ძრავში შესული ჰაერის წნევა და ტემპერატურა, ზეთისა და წყლის ტემპერატურა, ძრავის მუშაობის რეჟიმი და სხვ. ამიტომ აუცილებელია, რომ ექსპერიმენტის ჩატარების დროს დაეიცვათ დიდი სიფრთხილე, რათა ძრავის მუშაობის სათანადო პარამეტრები და ექსპერიმენტის პირობები უცვლელი იყოს.

ხახუნის სიმძლავრის განსაზღვრისათვის ძრავს აამუშავენ, დაამყარებენ მისი თბური და სიჩქარიანი რეჟიმის სასურველ მდგომარეობას, გაზომვენ ეფექტურ მბრუნავ მომენტს და შეწყვეტენ საწყვიის მიწოდებას.

ძრავის ეფექტური მბრუნავი მომენტის განსაზღვრისა და საწყვიის მიწოდების გამორთვისთანავე საჭიროა ძრავი ავაბრუნოთ გახურებულ მდგომარეობაში იმ ბრუნთა რიცხვით, რომელიც აღებული ცდისათვისაა გათვალისწინებული. ძრავის ასეთი დაუყოვნებლივი აბრუნება საჭიროა იმ მიზნით, რომ შესაძლებლობის ფარგლებში შევინარჩუნოთ ის ტემპერატურული რეჟიმი, რომლის დროსაც გაიზომა ეფექტური მბრუნავი მომენტი. ელექტრომომტორიდან ძრავზე გადაცემული მბრუნავი მომენტისა და ბრუნთა რიცხვის გაზომვის შემდეგ განსაზღვრება ხახუნის სიმძლავრე  $N_h$  ფორმულით:

$$N_h = \frac{P \cdot \pi}{K},$$

სადაც  $P$  კვ არის სასწორის მექანიზმის ჩვენება, ხოლო  $K$  მუხრუქის მუდმივა.

აღებული რეჟიმისათვის ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრე  $N_i$  განსაზღვრება როგორც ეფექტური სიმძლავრისა და ხახუნის სიმძლავრის ჯამი

$$N_i = N_e + N_h.$$

თუ გვეცოდინება ინდიკატორული სიმძლავრე, აღვილია ძრავის მექანიკური მარგი ქმედების კოეფიციენტების განსაზღვრა:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i}.$$

ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრის ამ მეთოდს ახასიათებს გარკვეული ნაკლოვანება სიზუსტის მხრივ, რაც გამოწვეულია შემდეგი მოვლენებით:

1) ძრავის ნორმალური მუშაობიდან მის აბრუნებაზე გადასვლის დროს ძრავის თბური მდგომარეობა ირღვევა, რაც ძირითადად იწვევს ცილინდრის კედლებზე ზეთის სიბლანტის ცვლილებას;

2) დგუშის მოძრაობის დროს (ძირითადად გაფართოების სელაზე) იცვლება დატვირთვა მოხახუნე ზედაპირებზე;

3) ბალანსირული დინამომანქანით გაზომილი მუშაობა შეიცავს აირების გადატუმბვის მუშაობასაც (თუ კამერები გაყოფილია).

ზოგ შემთხვევაში ხახუნის სიმძლავრეს გამოსახავენ ასეთი ტოლობით:

$$N_b = B \cdot \pi + C \pi^3,$$

ე. ი. უშეებენ, რომ ხახუნის საშუალო ინდიკატორული წნევა სწორბახობრივ დამოკიდებულებაშია ძრავის ბრუნთა რიცხვებთან:

$$P_b = a + b \cdot \pi,$$

მაშინ

$$N_b = \frac{P_b \cdot V_h \cdot \pi}{900} = \frac{(a + b\pi)V_h}{900} \pi.$$

და, მაშასადამე, გამოდის, რომ ტოლობის  $B$  და  $C$  კოეფიციენტები წესბა-მისად შეადგენენ:

$$B = \frac{aV_h}{900} \text{ და } C = \frac{bV_h}{900}$$

ხახუნის სიმძლავრეზე საკმარის მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას. ზემოთთქვენილ მოსახრებათა გარდა, უნდა აღვნიშნოთ, რომ ძრავის სააუნის ნამდვილი სიმძლავრე და მუხლა ლილვის აბრუნებით განსაზღვრული სიმძლავრე სხვადასხვაგვარად განიცდიან ამა თუ იმ ფაქტორის გავლენას. მაგალითად, ექსპერიმენტებით დადასტურებულია, რომ შემწოვ მილსადენებში წნევის ზრდა ხახუნის ნამდვილ სიმძლავრეს ზრდის, ხოლო აბრუნებით—განსაზღვრულ სიმძლავრეს ამცირებს. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ძრავის აბრუნებით ხახუნის სიმძლავრის გამოთვლა შემწოვ მილსადენში სხვადასხვა წნევისა და გამშვებ მილსადენში მუდმივი წნევის პირობებში მიზანშეწონილი არ არის. მსგავსი მოსახრებები შეიძლება გავაერცელოთ აგრეთვე ტემპერატურის გავლენაზედაც.

## § 2. ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა ცილინდრების მოკიდვითი მამოტითით

ცილინდრების მორიგეობითი გამორთვით ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრის მეთოდი დამყარებულია იმ დაშვებაზე, რომ ხახუნზე დანაკარგები თითქოს არაა დამოკიდებული დატვირთვისაგან და, მაშასადამე, მომუშავე ცილინდრების რიცხვისაგან.

ეს მეთოდი, რომელიც განსაკუთრებით ადვილი გამოსაყენებელია მალალი კუმშვის (დიზელის) ძრავების მუშაობის გამოკვლევის დროს, მდგომარეობს შემდეგში: იმის შემდეგ, როდესაც ძრავი მიალწვეს ნორმალურ, თბურ დამყარებულ მდგომარეობას და სასურველ რეჟიმს, ეზომავთ ძრავის ეფექტურ

სიმძლავრეს. ამის შემდეგ ერთ-ერთ ცილინდრში შევწყვეტთ საწვავის (დიზელის ძრავებში) ან ნაპერწყლის (კარბურატორიან ძრავებში) მიწოდებას და მუხრუქის რეგულების საშუალებით ბრუნთა რიცხვს ავიყვანთ ნორმალური რეჟიმის შესაბამის სიდიდემდე.

ამ დროს მუხრუქის მიერ შთანთქმული სიმძლავრე, ყველა ცილინდრით მუშაობის დროს გაზომილ ეფექტურ სიმძლავრეზე ნაკლები იქნება და მათ შორის სხვაობა გამორთული ცილინდრის ინდიკატორული სიმძლავრის ტოლი იქნება.

ცილინდრების ასეთი მორიგეობითი გამორთვით ჯერ განისაზღვრება თითოეული ცალკე ცილინდრის ინდიკატორული სიმძლავრე, ხოლო შემდეგ თითოეული ცილინდრის ინდიკატორული სიმძლავრეების შეკრებით მივიღებთ მთელი ძრავის ინდიკატორულ სიმძლავრეს.

ეტყვათ, გამოსაცდელი ძრავის ეფექტური სიმძლავრე რომელიმე გარკვეული რეჟიმითა და ყველა ცილინდრით მუშაობის დროს არის  $N_e$

პირველი ცილინდრის გამორთვისა და იმავე ბრუნთა რიცხვის პირობებში სიმძლავრე იქნება  $N'_e$ , მეორე ცილინდრის გამორთვის პირობებში —  $N''_e$ , მესამეს გამორთვის პირობებში —  $N'''_e$  და ა. შ. მაშინ თითოეული ცილინდრის ინდიკატორული სიმძლავრე განისაზღვრება როგორც სხვაობა ძრავის მთლიან ეფექტურ სიმძლავრესა და იმ სიმძლავრეს შორის, რომელიც ამ ცილინდრის გამორთვის პირობებში იქნა მიღებული. მაშასადამე:

$$\begin{aligned} \text{I ინდიკატორული სიმძლავრე I ცილინდრისათვის } N'_i &= N_e - N'_e, \\ \text{II} & N''_i = N_e - N''_e, \\ \text{III} & N'''_i = N_e - N'''_e \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IV} & N_i^m = N_e - N_e^m. \end{aligned}$$

უნდაია, რომ ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრე იქნება:

$$N_i = N'_i + N''_i + N'''_i + \dots + N_i^m.$$

თუ გვეცოდინება ძრავის ინდიკატორული და ეფექტური სიმძლავრე, ადვილად გამოითვლება ხაზუნის სიმძლავრე, როგორც სავაობა

$$N_b = N_i - N_e$$

და ძრავის მექანიკური მარგი ქმედების კოეფიციენტი, როგორც ფარდობა:

$$\eta_m = \frac{N_b}{N_i}$$

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი: საქართველოს მანქანათა საგამოცდო ზონალურ სადგურში 25/VII—51 წ. ჩატარებულ ტრაქტორ „У—2“-ის ძრავის გამოცდით მიღებული იყო შემდეგი მონაცემები  $n = 1200$  ბრ/წ რეჟიმისათვის:

ძრავის ეფექტური სიმძლავრე  $N_e = 19,05$  ცხ. ძ.



ძრავის ეფექტური სიმძლავრე I ცილინდრის გამორთვით  
 $N'_e = 13,22$  ც. დ.

ძრავის ეფექტური სიმძლავრე II ცილინდრის გამორთვით  
 $N''_e = 12,9$  ც. დ.

ძრავის ეფექტური სიმძლავრე III ცილინდრის გამორთვით  
 $N'''_e = 12,9$  ც. დ.

ძრავის ეფექტური სიმძლავრე IV ცილინდრის გამორთვით  
 $N''''_e = 13,86$  ც. დ.

ზემომოყვანილი მსჯელობის საფუძველზე გვექნება ინდიკატორული სიმძლავრეები:

I ცილინდრისათვის  $N'_i = N_e - N'_e = 19,05 - 13,22 = 5,83$  ც. დ.

II ცილინდრისათვის  $N''_i = N_e - N''_e = 19,05 - 12,9 = 6,15$  ც. დ.

III ცილინდრისათვის  $N'''_i = N_e - N'''_e = 19,05 - 12,9 = 6,15$  ც. დ.

IV ცილინდრისათვის  $N''''_i = N_e - N''''_e = 19,05 - 13,86 = 5,19$  ც. დ.

ძრავის მთლიანი ინდიკატორული სიმძლავრე იქნება:

$N_i = 5,83 + 6,15 + 6,15 + 5,19 = 23,32$  ც. დ.

ხახუნზე დახარჯული სიმძლავრე:

$N_e = N_i - N_e = 23,32 - 19,05 = 4,27$  ც. დ.,

ხოლო მექანიკური მარგი ქმედების კოეფიციენტი:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i} = \frac{19,05}{23,32} = 0,82, \text{ ანუ } 82\%.$$

ზემოაღწერილი მეთოდით განსაზღვრული ხახუნის სიმძლავრე შეიცავს გამორთული ცილინდრის ტუმბოსებრ დანაკარგებსა და ენერჯის ხარჯს აირის გადაბერვაზე (თუ კამერები გაყოფილია).

გამორთული ცილინდრის დროს ეფექტური სიმძლავრის გაზომვა აუცილებლად უნდა მოხდეს დაუყოვნებლივ ყველა ცილინდრით მუშაობის შემდეგ და ბრუნთა რიცხვის ნორმალური სიდიდის მიღწევისას. წინააღმდეგ შემთხვევაში, შესაძლოა მკვეთრად შეიცვალოს ტუმბოვანი რეჟიმი და ხახუნის მუშაობა, რაც ცდომილებების გაზრდას გამოიწვევს. ძრავის თბური რეჟიმის აღდგენისათვის უმჯობესია, რომ გამორთული ცილინდრით ჩატარებული ყოველი ცდის შემდეგ მოხდეს ძრავის ეფექტური სიმძლავრის საკონტროლო გაზომვა ყველა ცილინდრით მუშაობის დროს.

წინასწარ შერჩეული ნარევის ხარისხი და ანთების ან საწვავის მიწოდების წინასწარების კუთხე გამოცდის მთელ პერიოდში უცვლელი უნდა იყოს.

ცილინდრების გამორთვის მეთოდით ბენზინით მომუშავე ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრის შემთხვევაში უნდა გვახსოვდეს, რომ მთლიანი დატვირთვით ძრავის მუშაობის დროს სანთლის გადახურებამ შესაძლოა გამოიწვიოს ცილინდრში ნარევის აალება გამორთული ანთების მიუხედავად.

**§ 2. ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა  
ძრავის ინდიკატორული**

ძრავის თითოეული ცილინდრისათვის ინდიკატორული სიმძლავრე შეიძლება განესაზღვროთ ინდიკატორული დიაგრამით, რომლის ფართობი განსაზღვრულ მასშტაბში გამოხატავს ცილინდრში აირების მიერ შესრულებულ მუშაობას ერთი ციკლის განმავლობაში.

ინდიკატორულ დიაგრამას ძრავიდან ვიღებთ სპეციალური ხელსაწყოს—**წნევის ინდიკატორის** საშუალებით.

ძრავის საერთო ინდიკატორული სიმძლავრე გამოითვლება, როგორც ცალკეული ცილინდრების ინდიკატორულ სიმძლავრეთა ჯამი, შემდეგი ფორმულით:

$$N_i = \frac{P_i \cdot F \cdot S \cdot 2\pi \cdot i}{75 \cdot 60 \cdot K} \text{ ც. ძ.},$$

სადაც  $P_i$  არის საშუალო ინდიკატორული წნევა კგ/სმ<sup>2</sup> და გამოითვლება ინდიკატორული დიაგრამიდან;

$F$ —დგუმის ფსკერის ფართობი სმ<sup>2</sup>;

$S$ —დგუმის სელა მ.;

$\pi$ —მუხლა ლილია ბრუნთა რიცხვი წუთში;

$i$ —ცილინდრების რიცხვი.;

$K$ —ციკლის ტაქტების რიცხვი.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $F \cdot S \cdot i = V_h \cdot i$  წარმოადგენს ძრავის ლიტრებს, მაშინ ინდიკატორული სიმძლავრის გამოსათვლელად გვექნება ფორმულები:

ოთხტაქტიანი ძრავისათვის

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_h \cdot \pi \cdot i}{900} \text{ ც. ძ.},$$

ორტაქტიანი ძრავისათვის

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_h \cdot \pi \cdot i}{450} \text{ ც. ძ.}$$

ცხადია, რომ ინდიკატორული სიმძლავრის გამოთვლისათვის აუცილებელია საშუალო ინდიკატორული წნევის წინასწარი განსაზღვრა.

ინდიკატორით მიღებული ძრავის ინდიკატორული დიაგრამა წარმოადგენს ძრავის ცილინდრში აირების წნევის ცვალებადობის გრაფიკს დგუმის მდგომარეობისაგან დამოკიდებულებით. ინდიკატორული დიაგრამის სქემატური სახე მოცემულია 27-ე ნახ.ზე.

თუ ინდიკატორული დიაგრამის ორდინატის 1 მმ წვესაბამება  $\mu$  კგ/სმ<sup>2</sup> წნევას, ხოლო აბსცისის 1 მმ გამოსახავს  $a$  მ<sup>3</sup> მოცულობას, მაშინ ცხადია, რომ დიაგრამის ფართობის 1 მმ<sup>2</sup> გამოსახავს  $\mu a$  კგმ მუშაობას.

თუ აღვნიშნავთ ინდიკატორული დიაგრამის ფართობს  $f$  ასოთი, მაშინ აირების მიერ ერთი ციკლის განმავლობაში შესრულებული ინდიკატორული მუშაობა იქნება:

$$L_i = f \mu a \text{ კგმ.}$$

მეორე მხრივ, ერთი ციკლის ინდიკატორული მუშაობა

$$L_i = F \cdot P_i \cdot S = P_i \cdot V_h ;$$

მაშასადამე:

$$P_i \cdot V_h = f \mu a,$$

საიდანაც მივიღებთ:

$$P_i = \frac{f \cdot \mu \cdot a}{V_h} ;$$

თუ  $V_h$  -ის მაგიერ ჩავსვამთ  $Sa$ , სადაც  $S$  დიაგრამის სიგრძეა, მაშინ

$$P_i = \frac{f \mu \cdot a}{S \cdot a} = \frac{f \cdot \mu}{S} .$$

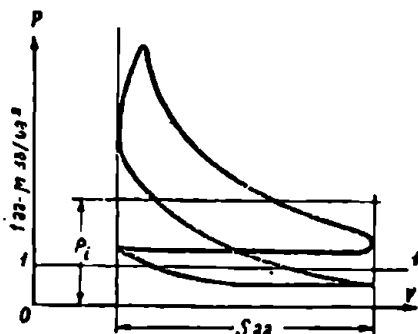
საბოლოოდ

$$P_i = \frac{f \cdot \mu}{S} \text{ კგ/სმ}^2 .$$

ამგვარად; საშუალო ინდიკატორული წნევის განსაზღვრისათვის საჭიროა ინდიკატორული დიაგრამის ფართობი გავყოთ მის სიგრძეზე და გავამრავლოთ წნევის მასშტაბზე. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია ინდიკატორის ზამბარის თვისებებზე.

ინდიკატორული დიაგრამის ფართობის განსაზღვრა ხელსაყრელია პლანიმეტრის გამოყენებით. ოთხტაქტიანი ძრავებისათვის და, განსაკუთრებით, დიზელებისათვის. დადებითი მუშაობის ფართობიდან, რომელიც მოთავსებულია შეკუმშვის, წვისა და გაფართოების ხაზებს შორის, აკლებენ უარყოფითი მუშაობის იმ ფართობს, რომელიც მოთავსებულია შეწოვისა და განდენის ხაზებს შორის, რადგანაც ეს ფართობი გამოსახავს შეწოვისა და განდენის ტაქტების შესასრულებლად დახარჯულ მუშაობას.

იმის გამო, რომ ძრავებისა და, განსაკუთრებით, დიზელების ინდიკირების დროს ინდიკატორებისათვის იყენებენ მძლავრ ზამბარას, ე. ი. მცირე მასშ-



ნახ. 27. ინდიკატორული დიაგრამის სქემატური გამოსახვა.

ტაბის მქონე ზამბარას, ამიტომ ინდიკატორულ დიაგრამაზე შეწოვისა და განდევნის ხაზები თითქმის ერთმანეთს ემთხვევა. ამის გამო, სამრეწველო (მისაღები) გამოცდების დროს საშუალო ინდიკატორული წნევის გამოთვლისათვის ინდიკატორული მუშაობის დანაკარგს შეწოვისა და განდევნაზე მხედველობაში არ იღებენ. ინდიკატორული მუშაობა ასეთ შემთხვევაში მიიღება ოდნავ მეტი, ხოლო შეწოვისა და განდევნის უარყოფითი მუშაობა მექანიკურ დანაკარგებში შევა, ე. ი. მექანიკური მარგი ქმედების კოეფიციენტი ნაკლები გამოვა.

იმ მიზნით, რომ ზუსტად განისაზღვროს შეწოვისა და განდევნის უარყოფითი მუშაობა, ინდიკატორული დიაგრამის ამ ნაწილს იღებენ სუსტი ზამბარიით.

ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრის გარდა, დიაგრამის საფუძველზე შეიძლება შემოწმდეს ძრავის მუშა პროცესის მიმდინარეობის ხასიათი, გამნაწილებელი მექანიზმის მუშაობის სისწორე და სხვ.

ამის გარდა, ინდიკატორული დიაგრამა საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტულად განესაზღვროთ ძრავის მუშა პროცესის ძირითადი პარამეტრები, როგორცაა: კუმშვისა და გაფართოების პოლიტროპების საშუალო მაჩვენებლები, ძრავის ინდიკატორული მ. ქ. კოეფიციენტი, ინდიკატორული დიაგრამის სისრულის კოეფიციენტი, წვის დასაწყისი, წნევის ზრდის ხარისხი და ა. შ.

ამგვარად, ინდიკატორი წარმოადგენს ძრავების სრული გამოცდებისათვის საჭირო ერთ-ერთ ყველაზე აუცილებელ ხელსაწყოს.

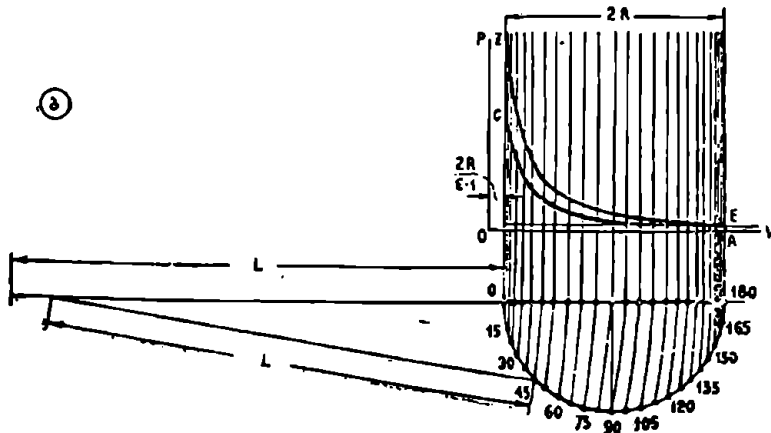
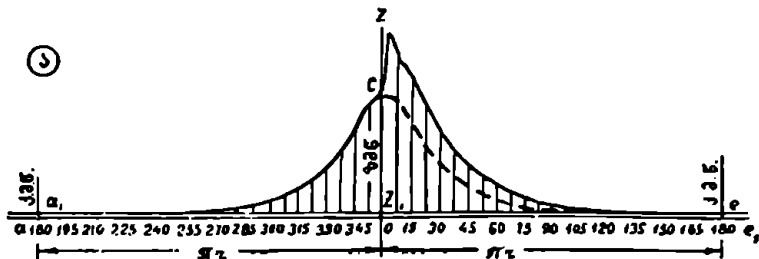
ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრის სიზუსტე დიდადა დამოკიდებული ინდიკატორულ დიაგრამაზე მკვდარი წერტილების ზუსტი დანიშნისაგან. თუ ძრავის მკვდარი წერტილი ზუსტად არ შეესაბამება ინდიკატორული დიაგრამის მკვდარ წერტილს, მაშინ ცდომილება საკმაოდ საგრძნობი გამოვა. მაგალითად, მუხლა ლილვის ბრუნვის მიმართულებით 1°-ით განსხვავება მკვდარ წერტილებს შორის, საშუალო ინდიკატორული წნევის გამოთვლის დროს, 5%-მდე ცდომილებას იძლევა.

ამიტომ როგორც ინდიკატორის დაყენება, ისე დიაგრამის აღებაც მეტად დიდ ყურადღებას და სიფრთხილეს მოითხოვს ექსპერიმენტატორისაგან.

ზოგჯერ საჭირო ხდება ინდიკატორული დიაგრამა ავავოთ დგუშის სვლის მიხედვით. მაგალითად, ელექტროპნევმატიკური ინდიკატორით აღებული გაშლილი დიაგრამა მუხლა ლილვის მობრუნების კუთხისგან დამოკიდებით (ნაპერწყლით დახვრეტილ შავ ქალაღზე), საჭიროა აგებულ იქნეს დგუშის სვლის მიხედვით. ამ მიზნით დიაგრამას დადებენ მინის სახურავიან მაგიდაზე, დააფარებენ გამკვირვალე ქალაღს, გაანათებენ ქვემოლან ელექტრონათურით და დიაგრამის ხაზის განათებული წერტილები აღინიშნება

ტუშით ქალაღზე \*. ამის შემდეგ წერტილებზე გააულებენ მღორ მრუდს (ნახ. 28-ა). დიაგრამის სიგრძის მისაღებად საჭიროა მკვდარი წერტილის შესაბამისი ხაზიდან გადაზომოს მარცხნივ და მარჯვნივ  $\Pi r$  მანძილი, სადა  $r$  არის ინდიკატორის დოლის რადიუსი.

შემდეგ ნებისმიერი რადიუსით შემოეწერთ წრეხაზს და ვყოფთ მას რამდენიმე თანაბარ ნაწილად (ნახ. 28-ბ). თუ ვიცით ამ ძრავისათვის ფარდობა



ნახ 28. ა) გამლილი და ინდიკატორული დიაგრამა.  
 ბ) დგუშის ზელის მიხედვით ინდიკატორული დიაგრამის აგება  
 გამლილი დიაგრამის საფუძვლებზე.

$$\lambda = \frac{R}{L}, \text{ შეიძლება იმავე მასშტაბში ეიპოვოთ ბარბაცას სიგრძე.}$$

დიამეტრის ხაზზე მასშტაბში მრიზომება ბარბაცას სიგრძე ზედა მკვდარ წერტილისაკენ. ამის შემდეგ ფარგლის ერთი წვერი მაგრდება ნახევარწრის

\* ელექტროაწვემატიკური ინდიკატორისათვის გამოყენებულ შავ ქალაღზე დიაგრამის ხაზის დაბრეტილი წერტილების გაშუქებისა და გადაღების უხერხელობის გამო, საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრის დოცენტის ე. კ. ბელეცკის წინადადებით, კათედრა თავისი ექსპერიმენტების დროს ხმარობდა კალიუმის იოდის ხსნარს საბამებლით, რომელშიაც ასეველებდა ჩვეულებრივ ხახაზე ქალაღს; ნაპერწკლის მოქმედებით გამოწვეული რეაქცია იწვევს ქალაღზე ვაკუუმი წერტილის წარმოქმნას და, ამგვარად, ვიღებთ ინდიკატორული დიაგრამის მკაფიო გამოსახულებას.

ნებისმიერ დანაყოფში, ხოლო მეორეს გაეშლით (მასშტაბში) ბარბაციის სიგრძეზე და მოენიშნაეთ წერტილის დიამეტრის გაგრძელებაზე. ამ უკანასკნელ წერტილიდან, როგორც ცენტრიდან, შემოვხაზაეთ რკალს დიამეტრის გადაკვეთამდე. თუ ასე განვაგრძობთ აგებას, მივიღებთ დიამეტრზე წერტილებს, რომლებიც შეესაბამება დგუშის სხვადასხვა მდგომარეობას. ამ წერტილებიდან აიკება ვერტიკალური ხაზები.

0 წერტილიდან, რომელიც შეირჩევა როგორც კოორდინატთა საწყისი, გაველებთ დგუშის სვლის ხაზს *os*, რაც დგუშის მიერ აწერილი მოკულობის პროპორციული იქნება. ხაზები *a<sub>1</sub>r<sub>1</sub>* და *r<sub>1</sub>e<sub>1</sub>* აგრეთვე დაიყოფა იმდენივე ნაწილად, რანდენ ნაწილად იყო დაყოფილი ნახევარწრე და ინომრება იმავე ციფრებით. დაყოფის წერტილებზე გაულებული ორდინატები იძლევიან ინდიკატორის მასშტაბში შესაბამის წნევებს. თუ ამ წნევებს გადავიტანთ *os* ღერძის შესაბამის წერტილების ორდინატებზე და ბოლოებს შევავრთებთ მდოვრი მრუდით, მივიღებთ შეკუმშვის, წვისა და გაფართოების ხაზებს.

ამის მსგავსად შეიძლება აიგოს შეწოვისა და განდენის ხაზებიც და საბოლოოდ მივიღებთ დგუშის სვლის მიხედვით აგებულ ინდიკატორულ დიაგრამას.

არსებობს სწრაფსვლიანი ინდიკატორების მრავალი სხვადასხვა ტიპი, რომლებიც მოქმედების პრინციპისა და კონსტრუქციის მიხედვით შეიძლება ოთხჯგუფად დაეყოთ:

- 1) მექანიკური ინდიკატორები;
- 2) ოპტიკური ინდიკატორები;
- 3) სტრობოსკოპული ანუ ელექტრომანემეტიკური ინდიკატორები;
- 4) ელექტრული ინდიკატორები, რომლებიც თავის მხრივ შეიძლება

სხვადასხვა ტიპის იყოს.

მექანიკური ინდიკატორები ძირითადად შედგება ცილინდრის, დგუშის (რომლის კოკი დატვირთულია ზამბარით), ჩამწერი მექანიზმისა და დოლისაგან, რომელზედაც აივყვენ ინდიკატორული ქაღალდის ფურცელს. ინდიკატორის ცილინდრი უერთდება ძრავის ცილინდრის შიგა სივრცეს სამსვლიანი ონკანით. ამგვარად, ძრავის მუშაობის დროს მის ცილინდრში აირების წნევა გადაეცემა ინდიკატორის დგუშს, რომელიც დასძლევს რა კოკით ზამბარის წინაღობას, გადაადგილდება წნევის პროპორციულად. დგუშის გადაადგილება გადაეცემა ჩამწერ მექანიზმს, რომელიც ამ გადაადგილებას გაზრდილი მასშტაბით აღნიშნავს დოლზე დახვეულ ქაღალდზე.

ჩვეულებრივი მექანიკური (ზამბაროვან-დგუშიანი) ინდიკატორები გამოიყენება ისეთი მანქანების ინდიკატორებისათვის, რომელთა ბრუნთა რიცხვი არ აღემატება 600 ბრ/წ., ამიტომ ისინი ფართოდაა გავრცელებული ორთქლის მანქანების, კომპრესორების, ნელსვლიანი შიგაწვის ძრავებისა და სხვა დგუშიანი მანქანების გამოცდისათვის.

უფრო მაღალ ბრუნთა რიცხვების დროს საგრძნობი ხდება ინდიკატორის მოძრაე ნაწილთა მასის ინერცია, რაც ამახინჯებს დიაგრამის სისწორეს. ამიტომ სწრაფსვლიანი ძრავების ინდიკატორებისათვის შეიძლება გამოიყენოთ

ინდიკატორების მხოლოდ ისეთი მოდელები, რომლებშიაც შემოცირებულია მოძრავ ნაწილთა ზომები და წონა და მიღებულია ღონისძიებები ინერციის ძალების მეხენ გავლენის შესამცირებლად. ვინაიდან ამ ტიპის ინდიკატორების მუშაობა მაინც დაკავშირებულია მოძრავ ნაწილთა მასებით გამოწვეული ინერციის ძალების წარმოქმნასთან, რაც იწვევს ცდომილებებს, ამიტომ სატრანსპორტო, სწრაფსელიანი ძრავებისათვის და: კერძოდ, საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავებისათვის მექანიკური ინდიკატორები ამჟამად ნაკლებად გამოიყენება.

იმ დიდმა სიძნელეებმა, რომლებსაც ადგილი აქვს სწრაფსელიანი ძრავების გამოცდისათვის, დგუშიანი, მექანიკური ინდიკატორების გამოყენების დროს, მკვლევარები აიძულა ეპონათ სწრაფსელიანი ინდიკატორების სხვა ტიპები და სასტემები როგორცაა: ოპტიკური, სტრობოსკოპული, ელექტრო-პნემატიკური, ელექტრული და სხვ.

ოპტიკური ინდიკატორების მუშაობის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: ძრავის ცილინდრში აირის წნევის ცვლილება გადაეცემა, ინდიკატორის დგუშს, რომლის გადაადგილებით დეფორმირებული ზამბარა შემოაბრუნებს ლერძს მასზე დასმულ საკესთან ერთად. საკეს შემოაბრუნების კუთხე ზამბარის დეფორმაციისა და, მაშასადამე, ძრავის ცილინდრში წნევის პროპორციულია. ამის გარდა, საკე ჩარჩოსთან ერთად ასრულებს უკუტყეით-ბრუნვით მოძრაობას, რაც ძრავის დგუშის სელის პროპორციულია.

სპეციალური ნათურის სინათლის სხივი აირეკლება საკეიდან და იძლევა ინდიკატორული დიაგრამის გამოსახულებას მჭკალი მინის ეკრანზე. ამ ინდიკატორით შესაძლებელია განუწყვეტლივ ვადევნოთ თვალყური ძრავის ცილინდრში მიმდინარე პროცესს, რაც ინდიკატორის ძირითად უპირატესობას წარმოადგენს.

სტრობოსკოპულ ინდიკატორს აქვს სპეციალური მექანიზმი, რომლითაც შესაძლებელია ძრავში სწრაფად მიმდინარე პროცესების სიხშირის მიუხედავად, პერიოდულად ეზომოთ წნევების ცვლილება ძრავში.

ამ ინდიკატორის მკვეთარებში არსებული ხერტილებების ერთდროული დამთხვევა ინდიკატორის გარსაცმის ხერტილთან, აირს საშუალებას აძლევს ძრავის ცილინდრიდან ინდიკატორში შევიდეს.

გარსაცმისა და მკვეთარების ხერტილებების თანხედენა ხდება ძრავის დგუშის გარკვეულ მდგომარეობაში და, მაშასადამე, აღირიცხება შესაბამისი წნევა. ძრავის სამუშაო ციკლის სხვა მომენტებისათვის წნევის მისაღებად საჭიროა, რომ შეეცვალოთ ხერტილებების თანხედენის მომენტი ისე, რომ ის შეესაბამებოდეს ძრავის დგუშის სხვა მდგომარეობას. ამგვარად, ინდიკატორული დიაგრამა მიიღება მთელი რიგი ციკლების მონაკვეთებისაგან და თუ, მაგალითად, ოთხტაქტიანი ძრავის ბრუნთა რიცხვი წუთში უდრის 1000 და ინდიკატორის გარსაცმის ხერტილთან მკვეთარების ხერტილებების თანხედენის ყველა ვარიანტი ჩვენ ჩავატარეთ  $\frac{1}{4}$  წუთის განმავლობაში, მაშინ ინდი-

კატორული დიაგრამა მიიღება როგორც საშუალო დიაგრამა 125 ციკლიდან.

ელექტრობენემატიკური ინდიკატორების ერთ-ერთი წარმომადგენელია ბუზმანის სახელობის მოსკოვის უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლის (МВТУ) ელექტრობენემატიკური ინდიკატორი ТЛ—2, \* რომლის კონსტრუქციაც ეკუთვნის პროფ. ა. ნ. შელესტს და რომელიც ფართოდაა გავრცელებული ქარხნებში და სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში ძრავების გამოსადეგლად.

მუშაობის პრინციპის მიხედვით ეს ინდიკატორი წააგავს ფარნბორის ტიპის ინდიკატორს, მხოლოდ თავისი კონსტრუქციის კომპაქტურობით ბევრად მალა დგას მასზე.

ინდიკატორის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია 29-ე ნახ-ზე.

ინდიკატორის კორპუსზე, სამი საკისრით დაყრდნობილია დოლი (1), რომელიც ძრავის მუხლა ლილვიდან ბრუნვას იღებს ჩართვის ქუროს (2) საშუალებით დოლის ზედაპირზე. შემქმნელის გასწვრივ, გაკეთებულია ამონადარი საკეტი, რომლითაც მაგრდება დოლზე დასახვევი შავი ქალაღის ფურცელი (დიაგრამისათვის).

ჩართვის ქუროს (2) აქვს ერთი კბილი, რომელიც შედის დოლის მილტუჩის ამონადარში და ჩართვის დროს უზრუნველყოფს დოლის გარკვეულ, უცვლელ მდებარეობას ძრავის ლილვის მიმართ.

ინდიკატორის კორპუსზე (3) დაყენებულია ცილინდრი (4), რომელშიაც მოთავსებულია დგუში (5) და ორი სუსტი ზამბარა (6). დგუშის კოკი კინემატიკურად დაკავშირებულია ბერკეტთან, რომელსაც ზედა თავზე აქვს ფიბრის ბუნიკი (7) ამონაჭერით. ამ ამონაჭერში შედის დენგადამცემი ღერო (8). ფიბრის ბუნიკში ორი ხრახნია: ერთი მათგანი, რომელიც ვერტიკალურია, იღებს მაღალი ძაბვის დენს ღეროსაგან (8), ხოლო მეორე (ჰორიზონტალური) ამ დენს გადასცემს მბრუნავ დოლს საპაერო შუალედისა და ქალაღის გავლით. ხრახნსა და დოლს შორის ღრეჩოს რეგულება წარმოებს ძლიერი ნაპერწკლის მიღების მიზნით. ნაპერწკალი ქალაღში გავლის დროს მასზე სტოვებს ხერეტილს. დოლზე გადაცემული მაღალი ძაბვის დენი წარმოიქმნება საინდუქციო კოკში (9) იმ მომენტში, როდესაც აკუმულატორის ბატარეადან (10) დაბალი ძაბვის დენი განირთვება (გაწყდება).

ცილინდრზე (4) და დგუშის კოკზე (4) მოთავსებულია კაცეები, რომლებზედაც ჩამოიკვება ტარირებული, მძლავრი ზამბარები (11), რომელთაც აქვთ გარკვეული მასშტაბი. ეს უკანასკნელი გვიჩვენებს ბერკეტის (7) ხრახნის მასის გადაადგილებას მილიმეტრებში, როცა ცილინდრში (4) წნევა შეიცვლება 1 კგ/სმ<sup>2</sup>-ით.

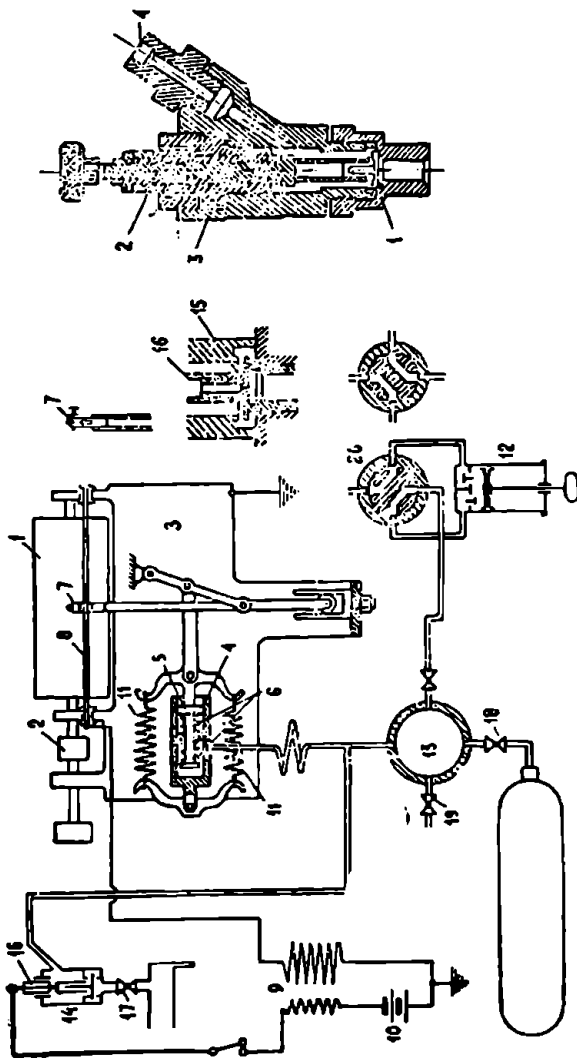
ინდიკატორის კორპუსზე იმყოფება ხელის ტუმბო (12) იმ მიზნით, რომ ინდიკატორის სისტემაში შეიქმნეს მცირე ჰარბი წნევა ან გაუხშოება. გარდა ამისა, კორპუსზე მოთავსებულია საპაერო განმანაწილებელი (13), რომელიც

\* „ТЛ—2“ მარკა ნიშნავს—Теплевозная лаборатория МВТУ.



აერთებს მილსადენებს ტუმბოსთან და შეკუმშული ჰაერის ბალონთან. ინდიკატორული დიაგრამის აღების თანმიმდევრობა შემდეგია:

1) დოლზე ვამაგრებთ ქალაღს;



ნახ. 29. ვლუქტროანქნატიური ინდიკატორის პრინციპული სკემა და ინდიკატორის ვლუმენტი.

2) სპეციალური სახაზავით ქალაღზე ფანქრით აღენიშნავეთ ხაზს, რომელიც შეესაბამება ძრავის ცილინდრში ზ. მ. წ.;

3) ინდიკატორის კორპუსზე ეკეტავეთ ყველა ორკანს;

გ. ხანთაძე.

4) ჩაერთავთ ქუროს (2) ისე, რომ მისი კბილი შევიდეს დოლის სისტემის შესაბამის ამონალარში. ჩართვა განისაზღვრება დამაასისიათებელი „ტკაცუნით“, რაც ისმის ჩართვის მომენტში;

5) ვალებზე შეკუმშული ჰაერის ბალონის ონკანს (18). ამ ონკანიდან ჰაერი შედის განმანაწილებელში (13) და შემდეგ მილსადენებით ინდიცირების ხელსაწყოს დგუშთან (5) და სარკველთან (15). ამ დროს დგუში (5) გადაადგილებს მასთან დაკავშირებულ ბერკეტს (7) ისეთ სიდიდეზე, რომელიც განმანაწილებელში (13) ჰაერის წნევის პროპორციული იქნება. ჰაერის წნევას ვზრდით მანამ, სანამ ბერკეტი (7) არ გადაადგილდება დოლის საწინააღმდეგო განაპირა ბოლომდე და ამის შემდეგ ვფურავთ ონკანს (18).

ამ დროს ჰაერის წნევამ უნდა გადააჭარბოს ძრავის ცილინდრში აირების არსებულ წნევას, რის შესაბამისად სარკველი (15) მიჭერილი იქნება ქვედა ბუდეზე;

6) ჩაერთავთ დენს 6 ვოლტიანი აკუმულატორიდან საინდუქციო კოქში და ვალებზე ინდიცირების მოწყობილობის ონკანს (17);

7) ონკანის (19) ვალებით თანდათან გამოვსუვებთ ჰაერს სისტემიდან, რის გამოც ზანბარების მოქმედებით ბერკეტი (7) ნელ-ნელა დაუბრუნდება თავის პირვანდელ (საწყის) მდგომარეობას.

ჰაერის წნევის თანდათანობითი შემცირების დროს დაუვება მომენტი, როდესაც ძრავი აირების წნევა (წვის დასასრულს) მეტი იქნება, ვიდრე სარკველის (15) ზედა სივრცეში არსებული წნევა. ამ მომენტში სარკველი (15) მოცილდება ქვედა ბუდეს, მიეჭირება ზედა, გაწყვეტს პირველად ელექტრონებს და წარმოქმნის ნაპერწყალს ბერკეტსა (7) და დოლს (1) შორის.

სარკველი (15) დარჩება ზედა ბუდეზე მაშინ, როდესაც იმ აერიოდის განმავლობაში, სანამ აირების წნევა მეტი იქნება ჰაერის წნევაზე. ციკლის შემდეგი მიმდინარეობის დროს (გაფართოების დასაწყისი) ჰაერის წნევა ისევ მეტი გაიდება აირების წნევაზე და ამიტომ სარკველი ზედა ბუდიდან გადაადგილდება ქვედა ბუდეზე და ისევ მოაადენს აირველადი წრედის წყვეტას. ბერკეტის (7) წვერსა და დოლს შორის ისევ გაატება ნაპერწყალი და ქალაღზე გააყვებებს მეორე ბერკეტს. სისტემაში ჰაერის წნევის შემცირებასთან ერთად დენის წყვეტა (აირებისა და ჰაერის წნევების წონასწორობის მომენტებში) მოადება ძარცანივ ბერკეტის (7) უფრო მეტი გადაადგილების დროს და როდესაც სისტემაში ატმოსფერული წნევა დამყარდება, დიაგრამაზე აღბეჭდილი იქნება წნევების წერტილები ატმოსფერულიდან მაქსიმალურ წნევამდე, რასაც ადგილი ჰქონდა ძრავის ცილინდრში. ყოველი ციკლი იძლევა ორ წერტილს. დიაგრამის ართმევა ადება 15 ÷ 30 წამის საინტელობით, რის გამოც მასზე აღბეჭდილი იქნება წერტილები ყველა იმ ციკლის, რომლებსაც ადგილი ჰქონდა დროის ამ შუალედში.

დიაგრამის ართმევის შემდეგ ღია ონკანის (19) ახრობებში დენს ეწყვეტთ ნებისმიერად რამდენიმეჯერ. ამ დროს ქალაღზე აღნიშნული წერტილები განსაზღვრავენ ატმოსფერულ წნევას. აქლია ტუბო გადართველით (20) გამოიყენება შეწოვისა და განდევნის აპარატების დიაგრამის ასართმე-

ვად, როდესაც საჭირო არ არის შეკუმშული ჰაერის ბალონი და აუცილებელია გაუხშოების არსებობა. თუ ონკანს (20) გადავიყვანთ ერთ მდგომარეობიდან მეორეში, ტუმბო იმუშაებს ან დაჭირხნაზე ან გამოწოვაზე.

ამ ინდიკატორით ართმეული დიაგრამები საკმაოდ დიდი ზომისაა და ამიტომ შეიძლება გამოვიყენოთ ზუსტი კვლევებისათვის. ინდიკატორის ნაკლოვანებად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ ზოგჯერ დგუშის კოქის ან სარქველის (15) თეთშის დაზეთიანების გამო ნაპერწყლის მიწოდება შეიძლება შეწყდეს.

ელექტროპნემატიკური ინდიკატორის მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს ინდიკირების ელემენტი, რომელიც გამოსაცდელი ძრავის ცილინდრის სახურავში იხრახნება. ინდიკირების ელემენტის კონსტრუქციული სქემა ნაჩვენებია 29-ე ნახ-ზე (მარჯვნივ). ინდიკირების ელემენტის კორპუსის ზედა და ქვედა ნახევრის ბუდეებზე მჭიდროდ მიხეხილია დისკოსებრი სარქველი (1), რომელიც კორპუსის შიგა სივრცეს ორ ნაწილად ყოფს. ერთი ბუდიდან მეორეზე გადასვლის დროს სარქველი გადაადგილდება 0,1—0,2 მმ-ით. კორპუსისაგან ქარსით (3) იზოლირებული, ცენტრალური ელექტროდის (2) მიმართველ ხერტილში შედის სარქველის ღერო. ექვსვოლტიანი აკუმულატორიდან ელექტროდის ზედა ნაწილში მიყვანილია დაბალი ძაბვის სადენი. საპაერო განმანაწილებლიდან მილსადენზე მიერთებულია მილყელი (4).

კორპუსის ქვედა ნაწილი კუთხვილით იხრახნება გადაყვანში, რომელიც წყლით გრილდება და რომლის ონკანი აერთებს ინდიკირების ელემენტს ძრავის წვის კამერასთან.

დაბალი ძაბვის წრედში ჩართულია საინდუქციო კოქის პირველადი გრაგნილი, ინდიკირების ელემენტის სარქველი და ელემენტის კორპუსი. წრედის შერთვა წარმოებს ძრავისა და ინდიკატორის მასებით.

ერთი ბუდიდან მეორეზე სარქველის გადახტომის დროს წარმოებს პირველადი წრედის განრთვა. სარქველის პარალელურად ჩართულია კონდენსატორი.

ინდიკირების ელემენტის სარქველზე ერთი მხრიდან მოქმედებს ძრავის ცილინდრებში არსებული წნევა, ხოლო მეორე მხრიდან კი—განმანაწილებელში და ინდიკატორის მთელ სისტემაში მყოფი ჰაერის წნევა. იმის მიხედვით, თუ ამ წნევიდან რომელი უფრო მეტია, სარქველი მიებჯინება ან ერთ ან მეორე ბუდეს.

იმის გამო, რომ ერთ ბუდიდან მეორეზე სარქველის გადახტომა იწვევს პირველადი წრედის განრთვის, ამიტომ მეორად გრაგნილში აღძრული მაღალი ძაბვის ინდუქტირებული დენი გამოიწვევს ნაპერწყლის გადახტომას ბერკეტის წვეროდან დოლზე და ნაპერწყალი ქალაღს გახვრეტს.

როგორც ზემოთ აღენიშნეთ, ქალაღზე ხერტილის მდებარეობა განსაზღვრავს გარკვეულ მასშტაბში ინდიკატორის სისტემაში მყოფ წნევას, რაც ნაპერწყლის გახტომის რეჟიმებში ძრავის ცილინდრში წნევის ტოლია.

ТЛ ინდიკატორზე გამოიყენება ინდიკატორების ელემენტის ორი ტიპი (ნახ. 30).

პირველი ტიპი—მემბრანული—(ნახ. 30-ა), გამოიყენება დაბალი წნევების დროს დიაგრამების ასაღებად და ძირითადად შეწოვისა და გამოდენის პროცესების სპეციალური კვლევებისათვის. მემბრანა (M) იმყოფება ორ საყრდენ დისკოს (1 და 2) შორის. ზედა დისკოს (2) აქვს ერთი ცენტრალური ხვრეტილი. ამრიგად, ელემენტის შიგა სივრცე ორ კამერადაა გაყოფილი—ქვედა კამერა ინდიკატორის ონკანით უერთდება ძრავის წვის კამერას, ხოლო ზედა კამერა—ინდიკატორის საპაერო სისტემას.

შეკუმშული ჰაერის წნევა მემბრანასა და ინდიკატორის ცილინდრის დგუშზე ერთნაირია, რადგანაც საპაერო ქსელი საესეა ჰაერით გადამრთველი ონკანის ცენტრალური სარქველიდან. მემბრანის ცენტრში დამაგრებულია ღერო, რომლის წვერზე, თავის მხრივ, მაგრდება ვიბრატორი (4) კონტაქტით. ვიბრატორის კონტაქტს შეუძლია გადაადგილდეს ზემოთ და ქვემოთ და მიეკიროს საკონტაქტო დგარს (5), რომელიც იზოლირებულია კორპუსისაგან და ცენტრალურ ელექტროდთან შეერთებულია ფირფიტოვანი ზამბარით (6).

პირველადი წრედის განრთვას (წყვეტას) ადგილი აქვს იმ მომენტში, როდესაც მემბრანა გადაადგილდება ზედა საყრდენი დისკოსაგან ქვემოთ ან პირიქით.

ინდიკატორების ელემენტის მეორე ტიპი, სარქველიანი ელემენტი (ნახ. 30-ბ) გამოიყენება ძირითადად დიზელების ან ჩაბერვის მქონე ძრავების დიაგრამების ასართმევად. სარქველთან (1) ჰაერი მიეწოდება ელექტროდის (2) ცენტრალური ხვრეტილით და შემდეგ ზედის და ავსებს სარქველის ზედა სივრცეს (3). ცენტრალური ელექტროდი კორპუსისაგან იზოლირებულია შუა ნაწილში ქარსით, ხოლო ზედა ნაწილში—ფიბრით. დაბალი ძაბვის დენი მიიყვანება გვერდით მომჭერზე (4), რომელიც ელექტროდთანაა შეერთებული. ინდიკატორების ელემენტის ონკანი სარქველის ზედა სივრცეს (3) აერთებს ძრავის წვის კამერასთან. სარქველის როლი ამ ელემენტშია ისეთივეა, როგორც მემბრანის; მისი მოძრაობა იწვევს პირველადი წრედის გაწყვეტას და, მაშასადამე, ნაპერწყლის წარმოქმნას ინდუქტირებული მაღალი ძაბვის დენით.

ТЛ—2 ინდიკატორზე გამოიყენება აგრეთვე დიფერენციალური ინდიკატორების ელემენტი (ნახ. 30-გ), რომლითაც შეიძლება ფრქვევანების, მილსადენებისა და მაღალი წნევების სხვა სისტემების გამოკვლევა, როგორც, მაგალითად, დიზელებში ან სხვა ძრავებში, სადაც საწვავის შეფრქვევას აქვს ადგილი.

ქვედა მილყელი (1), რომელსაც აქვს არხი, უერთდება გამოსაკვლევ კამერას ან მაღალი წნევის მილსადენს. ამ დროს ყვინთა (2), რომლის დიამეტრია 2,8მმ მმ, იმყოფება გამოსაკვლევ წნევის გაუღენის ქვეშ.

ყვინთას (2) ბოლოზე დასმულია ვიბრატორი (4) კონტაქტით, რომელიც ზამბარით მიუერთდება ალუმინისგან დამზადებულ და 9,0მ მმ დიამეტრის მქონე საპაერო დგუშზე.



ლია გაიზომოს ყვინთაზე წნევა, რომელიც. მეტი იქნება იმდენჯერ, რამდენჯერაც დღუშის დიამეტრის კვადრატი მეტი იქნება ყვინთას დიამეტრის კვადრატზე, ე. ი. ამ შემთხვევაში—10-ჯერ.

ინდიკატორზე გამოყენებული ზამბარისგან დამოკიდებულებით ხდება დიაგრამაზე წნევის საბოლოო მასშტაბის დადგენა. წინასწარ აუცილებელია გამოსაყენებელი ზამბარების ტარირება. ამ მიზნით, ინდიკატორების ელემენტის ადგილზე უერთებენ ზუსტ მანომეტრს; შეკუმშული ჰაერის ბალონიდან გადამრთველი ონკანით ამყარებენ ინდიკატორის საპაერო სისტემაში გარკვეულ წნევას, რომელიც შეესაბამება განმუხტვის ბერკეტის განაპირა მარჯვენა მდგომარეობას. შემდეგ ჩართავენ ტრამლერს და საფეხურებით ცვლიან წნევას ატმოსფერულ წნევის სიდიდემდე. ამ დროს დოლს შემოაბრუნებენ გარკვეული კუთხით. ბერკეტის ნემსას განსაზღვრული მდგომარეობა დიაგრამის სიმალლეზე, აღნიშნავს ინდიკატორში წნევის მასშტაბს.

ელექტრული ინდიკატორები. ელექტრული ინდიკატორები, სხვა ინდიკატორებთან შედარებით, ხასიათდებიან რიგი უპირატესობებით, რომელთაგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია:

1) საკუთარი რხევების მაღალი სიხშირე, რის შედეგად ეს ხელსაწყოები შეიძლება განაოვიყენოთ მექანიკური პროცესების უმრავლესობის შესწავლის მიზნით;

2) ერთსა და იმავე ქალაღზე რამდენიმე პროცესის ჩანაწერისა და დაკვირვების შესაძლებლობა;

3) შორ მანძილიდან (რამდენიმე ასეულ მეტრამდე) გაზომვის შესაძლებლობა;

4) ჩაწერის დიდი სიჩქარე, რის გამოც შესაძლებელია არაბანგრძლივი პროცესების ფიქსირება დროის დიდი მასშტაბით;

5) შემგრძნობის (датчик) მცირე ზომები და წონა, რის გამოც შესაძლებელია მათი დაყენება როგორც მოძრავ ობიექტზე, ისე ძნელად მისაღვომ ადგილებზე.

ელექტრული ინდიკატორების ძირითად ნაკლოვანებას წარმოადგენს აგებულებისა და მოვლის შედარებითი სირთულე და მგრძნობიარობის გარკვეული უთანაბრობა.

ელექტრული ინდიკატორი ძირითადად შედგება სამი ელემენტისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან დანიშნულების, კონსტრუქციული ფორმისა და გამოსაცდელი ობიექტის მიმართ განლაგების მიხედვით.

გასაზომი სიდიდე (მაგალითად, წნევა) უშუალოდ მოქმედებს მგრძნობიარე ელემენტზე ე. წ. შემგრძნობზე, რომელსაც აყენებენ გამოსაცდელ ობიექტზე. ამ ზემოქმედების გამო შემგრძნობში აღიძვრება სტატიკური მუხტი ან ელექტრომაგნიტური ძალა, ან წარმოებს იმ ელექტროწრედის ერთ-ერთი პარამეტრის (წინაღობა, ტევადობა და სხვ.) ცვლილება, რომელშიც ჩართულია შემგრძნობი.

ინდიკატორის მეორე ელემენტს წარმოადგენს ელექტროგარდამქმნელი (გამაძლიერებელი), რომელშიც შემგრძნობის მიერ გაგზავნილი სიგნალები

იწვევენ ძაბვის ან ელექტროდენის ძალის ცვლილებას. ამ ელემენტის გავრცელებული სახელწოდებაა „გამაძლიერებელი“, თუმცა ეს ყოველთვის ზუსტად არ გამოსაიხსნის მის ფუნქციებს, რადგანაც გამაძლიერების გარდა, ის ხშირად სხვა ელექტრულ გარდაქმნებსაც ახორციელებს.

გამაძლიერებლიდან გამოსული დენი ან ძაბვა, რომელიც განსახლურულ მასტაბში გამოსაიხსნის ვასაზომ სიდიდეს, აითვლება ვალვანომეტრის საშუალებით, ხოლო დინამიკური ცვლილების შემაჯავებში მასზე დაკვირვება ან ჩაწერა წარმოებს ოსცილოგრაფით, რაც ინდიკატორის მესამე ელემენტს წარმოადგენს.

ინდიკატორის ყველა სამი ელემენტი ერთმანეთთან და დენის წყაროსთან შეერთებულია კაბელით. შემგარძნობსა და გამაძლიერებელს შორის კაბელის სიგრძე შეიძლება რამდენიმე მეტრი იყოს, იოლო გამაძლიერებელსა და ოსცილოგრაფს (ან ვალვანომეტრს) შორის კი რამდენიმე ასეული მეტრი.

შემგარძნობების მუშაობას საფუძვლად უდევს ისეთი ფინიკური მოვლენები როგორცაა, მაგალითად, ელექტრომუხტების წარმოქმნა ზოგიერთი კრისტალის დეფორმაციის დროს, სადენების წინააღობის ცვლილება მათი დეფორმაციით, ინდუქციის მოვლენა და სავ.

თანამედროვე პერიოდში უკვე იყენებენ შემდეგი სახის ელექტრულ ინდიკატორებს:

1) პიეზოელექტრულ ინდიკატორებს, რომლებშიაც გამოიყენება ზოგიერთი კრისტალის თვისება ე. წ. პიეზოეფექტი, რაც გამოიხსნება გარკვეული მიმართულებით კრისტალის დეფორმაციის დროს მასში ელექტრული მუხტების წარმოქმნის მოვლენაში.

2) წინააღობის ინდიკატორებს, რომელთა მოქმედება დამყარებულია სადენების ან ნაყვარასადენების ომური წინააღობის ცვლილებაში, რასაც ადგილი აქვს ამ სადენებში მექანიკური ძაბვების შედეგად.

3) ტევადობით ინდიკატორებს.

4) ინდუქციური ინდიკატორებს.

5) ფოტოელექტრულ ინდიკატორებსა და სხვ.

ამ ჩამოთვლილ ინდიკატორებიდან ყველაზე მეტად გავრცელებულია ავტოსატრაქტორი ძრავების გამოსაცდელად პიეზოკვარცხული ინდიკატორები \*.

არაელექტრული ინდიკატორებისაგან განსხვავებით, რომლებშიაც მიმდებ ინდიკატორულ ელემენტსა და სარეგისტრაციო მოწყობილობას წარმოადგენს მექანიზმები (ზოგჯერ რაიმე ელექტრული წრედის დამატებით, რომელიც დამამარე ხასიათს ატარებს) და რომელთა ძირითად ნაკლოვანებებს მათი ინერციულობა წარმოადგენს, ელექტრული ინდიკატორები და მათ შორის პიეზოკვარცხული ინდიკატორიც უინერციო არიან.

\* კვარცხული ფართოდ გამოიყენება ამ მიზნით, ვინაიდან, სხვებთან შედარებით, ახასიათებს დიდა მექანიკური სიბრტყე და კარგი საინჰალაციო თვისებები.

პიეზოკვარცული ინდიკატორის მუშაობა დამყარებულია კვარცის თვისებაზე, რომ ის იძლევა ელექტრომუხტებს, რომელთა სიდიდე კვარცზე მოქმედი წნევის პროპორციულია. ასე, მაგალითად, თუ კვარცის კრისტალიდან გამოვკრით ფირფიტას, რომლის სიგრძივი სიბრტყეები ელექტრული ლერძის პერპენდიკულარული იქნება და ამ ფირფიტას შევკუმშავთ ამ ლერძის მიმართულებით, მაშინ ამ ლერძის პერპენდიკულარულ ერთ სიბრტყეზე წარმოიქმნება დადებითი ელექტრომუხტები, ხოლო მეორეზე — უარყოფითი.

31-ე ნახ-ზე (31-ა) წარმოდგენილია კვარცის (მთის ბროლის) კრისტალი; აქ: ZZ არის ოპტიკური ლერძი;  $X_1X_1'$ ,  $X_2X_2'$  და  $X_3X_3'$  — ელექტრული ლერძებია, ხოლო  $Y_1Y_1'$ ,  $Y_2Y_2'$  და  $Y_3Y_3'$  — მექანიკური ლერძები.

ელექტრომუხტის გასადიდებლად იშორად გამოიყენება კვარცის ფირფიტების რამდენიმე წყვილი, რომლებიც თანმიმდევრობით ერთი და იგივე ძალით იტვირთება; ამიტომ მუხტის სიდიდე ფირფიტების წყვილთა რიცხვის პროპორციულია.

პიეზოკვარცული შემგრძნობის უზარტივესი სახე მოყვანილია 31-ბ ნახ-ზე. შემგრძნობს აქვს კვარცის ორი მრგვალი ფირფიტა (1), რომლებიც თავიანთი უარყოფითი პოლარობის მხარეებით ეყრდნობიან ლითონის ელექტროდს (2). ამ უკანასკნელს აქვს გვერდითი იზოლირებული გამომყვანი (3). მეორე მხარეებით (დადებითი პოლარობის მხარეები) ფირფიტები ეყრდნობა ლითონის საყრდენებს (4) და მათი საშუალებით ელექტრულად ჩართულია კორპუსთან. ორივე ეს საყრდენი კვარცის ფირფიტებთან ერთად ჩაჭერილია საბურავსა (5) და მებრანას (6) შორის, რომელზედაც მოქმედებს აირების წნევა. საბურავსა და ზედა საყრდენს შორის მოთავსებული ბურთულა (7) გამოიყენებულია კვარცის ზედაპირზე წნევის თანაბარი განაწილებისათვის. მებრანა ასრულებს შემდეგ ფუნქციებს:

1) იღებს თავის თავზე აირების წნევას და გადასცემს მას საყრდენსა და კვარცის ფირფიტებს;

2) გამოიყენება კვარცის სვეტის წინასწარი შეკუმშვის მიზნით;

3) ამჭიდროვებს შემგრძნობის სიერცეს მათში აირების შეღწევის ასაცილებლად.

ძრავის ცილინდრში წნევების გასაზომ შემგრძნობებში გამოიყენება კვარცის მრგვალი ფირფიტები 5—10 მმ დიამეტრით და 2—4 მმ სისქით.

პიეზოკვარცული ინდიკატორიც ძირითადად სამი ნაწილისაგან შედგება:

1) პიეზოკვარცული ელემენტისაგან (პიეზოელემენტი),

2) გამაძლიერებლისაგან,

3) ოსცილოგრაფისაგან.

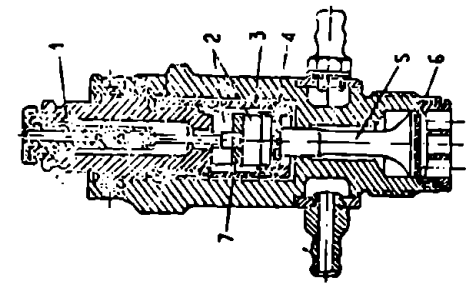
პიეზოელემენტის (პიეზოკვარცული შემგრძნობის) კონსტრუქციული გაფორმება შეიძლება მრავალგვარი იყოს.

31-გ ნახ-ზე მოყვანილია ЦИАМ \*-ის სისტემის პიეზოელემენტი; 31-დ ნახ-ზე НИДИ \*-ის სისტემის პიეზოელემენტი. ЦИАМ-ის პიეზოელემენტებს

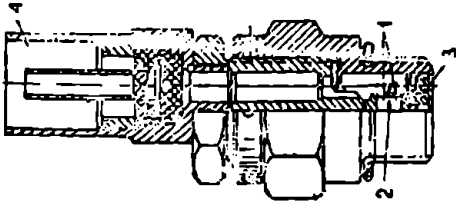
\* ЦИАМ — Центральный институт Авиационного моторостроения.

\*\* НИДИ — Научно-Исследовательский дизельный институт.

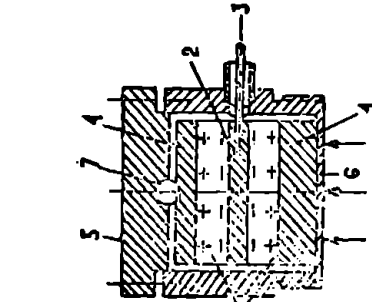




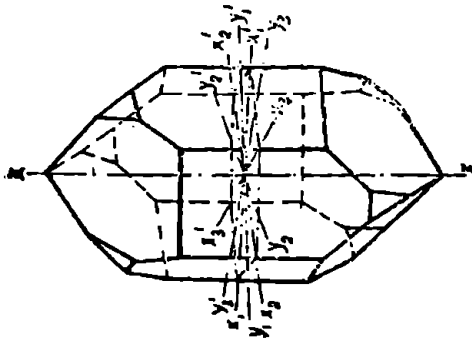
(ა)



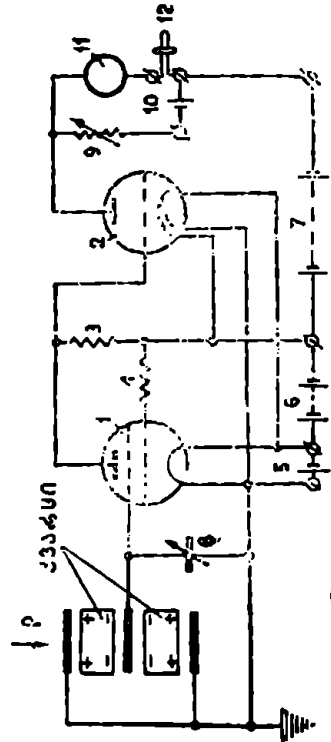
(ბ)



(გ)



(დ)



(ე)

ნახ. 31-ა) კვარცის (შთის ბრინჯი) კრისტალი;  
 ბ) პიეზოეფარტული შემგვარების ენობრეკუსი სახე;  
 გ) ЦИМ-ის სისტემის პიეზოელემენტი; დ) ИКД-ის  
 სისტემის პიეზოელემენტი; ე) პიეზოეფარტული თვით-  
 კაბირის პრინციპული ელემენტრული სტრუქტურა.

აქვს კვარცის მრგვალი (5—10 მმ დიამეტრისა და 2—5 მმ სისქის) ფირფიტების ერთი წყვილი (1), რომლებიც მოჭერილია ხელსაწყოს ლითონის დეტალებს შორის ისე, რომ ფირფიტების უარყოფითი პოლარობის გვერდები ერთმანეთისაკენაა მიქცეული. საშუალოდ ლითონის ფირფიტისაგან (2) მუბტები გადაეცემა იზოლირებული მილყელით (4) და ეკრანირებული სადენით—გამაძლიერებელს.

კვარცის ფირფიტებზე აირების წნევა გადაეცემა შემბრანით (3), რაც ამავე დროს იცავს კვარცს აირებთან უშუალო შეხებისაგან.

НИДН-ს სისტემის პიეზოელემენტიში კვარცების (2) წინააწარი შეკუმშვა ხდება ცილინდრის (3) და ამ უქანასკნელის ქიშკე თავისუფლად დაყრდნობილი შემბრანით (4). შემამქვიდროებელი შემბრანა (6) დამზადებულია 0,1 -- 0,2 მმ სისქის თითბრისაგან ან ფოლადისაგან და მთელი თავისი თავისუფალი ზედაპირით ეყრდნობა სოკოსმაგვარ ლეროს (5). ეს უქანასკნელი წნევას გადასცემს კვარცებს.

იზოლირებული ელექტროდიდან (7) გამომყვანი სადენი გადის კვარცის ფირფიტის ფერტილში და ზემოდან იზოლირებულია ქარვის მილისით (1). წყლით გაგრილების პერანგი მოთავსებულია კორპუსის ქვედა ნაწილში.

პიეზოკვარცული ინდიკატორის პრინციპული ელექტროსქემა წარმოდგენილია 31-ე ნაა-ზე. გამაძლიერებელს აქვს ორი ელექტროგამაძლიერებელი ნათურა (1 და 2), წინაღობები (3 და 4) და აკუმულატორული ბატარეები (5, 6 და 7). ცელადი ტევადობის კონდენსატორი (8) გამოიყენება ინდიკატორული დიაგრამის მასშტაბის რეგულებისათვის,

წინაღობა (9), ბატარეა (10) და მილიამპერიმეტრი (11) გამოყენებულია შლეიფში (12) დენის რეგულებისათვის.

სქემაზე პიეზოელემენტი გამოსახულია კვარცის ორი ფირფიტისა და ლითონის სამი საყრდენის სახით (მსხვილი ხაზები). ისრით *P* ნაჩვენებია ძრავის ცილინდრში მოქმედი წნევის მიმართულება.

გამაძლიერებლიდან დენი გადაეცემა შლეიფებიან ოსცილოგრაფს, რომელიც გამოიყენება ინდიკატორული დიაგრამის რევისტრაციისათვის და ძირითადად შეიცავს: სინათლის წყაროს, სინათლის კონდენსატორს, შლეიფსა და მრავალწახნაგიან სარკისებრ დოლს.

ოსცილოგრაფის შლეიფი წარმოადგენს ძირითად მუშა ორგანოს და შედგება ძლიერ თხელი თითბრის ლენტისა (შლეიფი) და მასზე დაწებებული სარკისაგან, რომელიც, როგორც მარყუჭი, მოთავსებულია მუდმივი მაგნიტის მაგნიტურ ველში. ამ ლენტის სარკეზე ეცემა სხივი სინათლის წყაროდან და არეკვლის შებდეგ ეცემა მქრქალ ეკრანსა და ფოტოქალაღზე. როდესაც შლეიფში გაივლის გამაძლიერებლიდან დენი, რომელიც ძრავის ცილინდრში წნევის გადიდებით იზრდება და წნევის შემცირებით მცირდება, ლენტის გარშემო შეიქმნება მაგნიტური ველი. ეს ველი ურთიერთმოქმედებს მუდმივი მაგნიტის მაგნიტურ ველთან და შემობრუნებს სარკეს შლეიფში გამავალ

დენის პროპორციული კუთხით. ამის გამო სხივიც, რომელიც აირეკლება საკრისაგან, შემობრუნდება იგივე კუთხით და მოგვეცეს მქრქალ ეკრანზე სინათლის ხაზს ან კვალს დატოვებს ფოტოქალაღდზე.

თუ მრავალწახნაგიანი დოღი და ის დოღი, რომელზედაც ქალღლია დახვეული გარკვეული სიჩქარით იბრუნებს, მაშინ ეკრანზე გამოჩნდება ინდიკატორული დიაგრამის სინათლითი გამოსახულება, რომელიც ფოტოქალაღდზე გადაიღება შავი ხაზის სახით.

ამგვარად, მთელი ეს მოწყობილობა იძლევა უწყვეტს და პრაქტიკულად უინერციო ჩანაწერს ძრავის თითოეულ სამუშაო ციკლისათვის \*.

## თ ა ვ ი IV

# ძრავის სტანდარტული პარამეტრების განსაზღვრა

### § 1. ტემპერატურის გაზომვა

ძრავის თბური პროცესის შესწავლისათვის და ძრავის ცალკეული ნაწილების თბური დატვირთვების განსაზღვრისათვის მეტად მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ტემპერატურა. ძრავის თბური ბალანსის შესადგენად აუცილებელია გავზომოთ გამაგრილებელი წყლის, ზეთის, ნამუშევარი აირების, გარემოს და სხვ. ტემპერატურები. სითბური დატვირთვის გამოსაკვლევეად საჭიროა ძრავის ცალკეული ნაწილების ტემპერატურის გაზომვა და ა. შ.

ამრიგად, ძრავის გამოცდისა და მისი ექსპლუატაციის დროს ტემპერატურების ზუსტ გაზომვას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ძრავების გამოცდის დროს ტემპერატურის გასაზომად გამოყენებული ხელსაწყოების მოქმედების პრინციპი დამყარებულია ქვემოჩამოთვლილ ერთ-ერთ ფიზიკურ მოვლენაზე:

- 1) თბევადი სხეულის მოცულობის ცვლილება გათბობის დროს;
- 2) აირის ან ორთქლის წნევის ცვლილება გათბობის დროს;
- 3) სხვადასხვა ლითონისაგან დამზადებულ სადენებში ელექტრომაგნიტური ძალის აღძვრა შედუღების წერტილში მათი გახურების გამო;

- 4) ლითონების ელექტროწინაღობის ცვლებადობა გახურების დროს.

ხელსაწყოთი ტემპერატურის გაზომვა დამყარებულია სხვადასხვა ტემპერატურის მქონე სხეულებს შორის თბოცვლის მოვლენასა და გახურების დროს სხეულის ფიზიკური თვისებების ცვლილებაზე.

თერმომეტრების ჩვენება დიდადაა დამოკიდებული როგორც თერმომეტრულ ნივთიერებაზე, ისე გარსაცმის მასალაზე. ამიტომ ამეამად გამოყენებულ

\* დაწერილებით ელექტრული ინდიკატორების შესახებ იხ. Л. Я. Волчок, Электрические методы измерений в двигателях внутреннего сгорания, НИИД, Машино, 1948 г.

თერმომეტრში (მაგალითად, ვერცხლისწყლიანი თერმომეტრები) სკალა 0° C-დან 100°C-მდე იყოფა არა 100 თანატოლ ნაწილად, არამედ ეტალონის სკალის ტემპერატურების შესაბამის 100 არათანატოლ ნაწილად.

აღრე გამოყენებული ცელსიუსის, ფარენგეიტისა და რეომიურის სკალეები მიღებული იყო ყინულის დნობისა და წყლის დუღილის წერტილებს შორის თერმომეტრის სკალის შუალედის თანასწორ ნაწილებად დაყოფით; კერძოდ, ცელსიუსის სკალაზე 100 ნაწილად, ფარენგეიტის—180 ნაწილად და რეომიურის —80 ნაწილად. ამასთანავე, ყინულის დნობის წერტილი შესაბამისად აღნიშნული იყო 0°, +32° და 0°, ხოლო წყლის დუღილის ტემპერატურა— -100°, 212° და 80°.

ფარენგეიტის სკალა დღემდე გამოყენებულია ინგლისში და ა. შ. შ. საერთაშორისო სკალის გრადუსებში ფარენგეიტის სკალის გრადუსების გადაყვანის დროს სარგებლობენ შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$^{\circ}\text{C} = (1,8 \text{ } ^{\circ}\text{F} + 32) / 9$$

საერთაშორისო ტემპერატურული სკალა სსრ კავშირში მიღებულია როგორც სტანდარტული სკალა 1934 წლის 1-ლ ოქტომბრიდან (OCT—6954).

საერთაშორისო ტემპერატურული სკალა დამყარებულია წონასწორობის ტემპერატურების მუდმივ წერტილთა სისტემაზე, რომელთაც ციფრობრივი მნიშვნელობები აქვთ მიკუთვნებული. შუალედი ტემპერატურების გამოსათვლელად გამოყენებულია ამ მუდმივი წერტილებით დაგრადურებული საინტერპოლაციო ხელსაწყოები.

საერთაშორისო ტემპერატურული სკალის ძირითადი, მუდმივი წერტილებია:

1) ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს თხევად და აირისებრ ჟანგბადს შორის წონასწორობის ტემპერატურა (ჟანგბადის დუღილის ტემპერატურა) 182,97°, ე. ი.

$$t_{\text{P}} = t_{\text{H}_2\text{O}} + 0,0126 (P - 760) - 0,0000065 (P - 760)^2,$$

სადაც  $P$  არის გარემოს წნევა ვერც. წყ. სვ. მმ.

2) ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს ყინულსა და წყალს შორის წონასწორობის ტემპერატურა (ყინულის დნობის წერტილი) 0,000°;

3) ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს თხევად წყალსა და მის ორთქლს შორის წონასწორობის ტემპერატურა (წყლის დუღილის წერტილი) +100,000°, ე. ი.

$$t_{\text{P}} = t_{\text{H}_2\text{O}} + 0,0367 (P - 760) - 0,000023 (P - 760)^2;$$

4) ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს თხევად გოგირდსა და მის ორთქლს შორის წონასწორობის ტემპერატურა (გოგირდის დუღილის წერტილი) +444,60°, ე. ი.

$$t_{\text{P}} = t_{\text{S}} + 0,0909 (P - 760) - 0,000048 (P - 760)^2;$$

5) ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს მყარ და თხევად ვერცხლს შორის წონასწორობის ტემპერატურა (ვერცხლის გამყარების წერტილი), +960,50°;

6) ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს მყარ და თხევად ოქროს შორის წონასწორობის ტემპერატურა (ოქროს გამყარების წერტილი),  $+1063,00^{\circ}$ :

ინტერპოლაციის მიზნებისათვის ტემპერატურული სკალა იყოფა ოთხ ნაწილად:

1) ყინულის დნობის წერტილიდან, ე. ი.  $0^{\circ}\text{C}$ -დან  $-1660^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურა  $t$  გამოიყენება პლატინის საეტალონო თერმომეტრის წინაღობიდან ( $R_t$ ) შემდეგი ფორმულით:

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2);$$

მუდმივები  $R_0$ ,  $A$  და  $B$  განისაზღვრება ყინულის დნობის, წყლისა და გოგირდის დუღილის წერტილებზე დაკვირვებით.

2)— $190^{\circ}\text{C}$  წერტილიდან ყინულის დნობის წერტილამდე, ე. ი.  $0^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურა მიიღება იმავე თერმომეტრის წინაღობიდან, შემდეგი ფორმულით:

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t-100)^3];$$

აკ  $R_0$ ,  $A$  და  $B$  მუდმივების გარდა,  $C$  მიიღება ენგბადის დუღილის წერტილზე დაკვირვებით. თერმომეტრის დასამზადებლად გამოყენებული პლატინის სიწმინდე და ფიზიკური თვისებები ისეთი უნდა იყოს, რომ ფარდობა

$\frac{R_t}{R_0}$  არ იყოს 1,390-ზე ნაკლები  $t=100^{\circ}\text{C}$  დროს და 2,645-ზე ნაკლები  $t=444,60^{\circ}\text{C}$  დროს.

საეტალონო თერმომეტრს,  $0^{\circ}\text{C}$ -ზე ქვემოთ გამოყენებისას, გარდა ზემოაღნიშნულისა, ფარდობა  $\frac{R_t}{R_0}$  უნდა ჰქონდეს 0,250-ზე ნაკლები,  $t=-183^{\circ}\text{C}$ .

დროს.

3)  $+660^{\circ}\text{C}$  წერტილიდან ოქროს დნობის წერტილამდე ტემპერატურები გამოიყენება საეტალონო პლატინა—პლატინოროდიის თერმოწყვილის ელექტრომომძრავებულ ძალიდან  $E$ . ამ თერმოწყვილის ერთი ნარჩილი არის მუდმივი ტემპერატურის  $0^{\circ}\text{C}$ -ს პირობებში, ხოლო მეორეზე მოქმედი ტემპერატურა გამოითვლება ფორმულით:

$$E = a + bt + ct^2.$$

$a$ ,  $b$  და  $c$  მუდმივები განისაზღვრება თერმოწყვილზე დარიშხანის, ვერცხლისა და ოქროს გამყარების წერტილებზე ტემპერატურის მოქმედებით.

4) ოქროს გამყარების წერტილზე ზალა ტემპერატურა  $t$  განისაზღვრება— $t$  ტემპერატურის დროს შავი სხეულით გამოსხივებულ  $\lambda$  სიგრძის ტალღის ხალული მონოქრომატული სხივების სინათლის ძალის  $J_2$ -ს და ოქროს დუღილის ტემპერატურის დროს შავი სხეულით გამოსხივებული იმავე სიგრძის ტალღის სხივის სინათლის ძალის  $J_1$ -ს ფარდობიდან

$$\ln \frac{J_2}{J_1} = \frac{C_2}{\lambda} \left( \frac{1}{1336} - \frac{1}{t+273} \right),$$

რომელშიაც სიდიდე  $G_2 = 1,432$  სმ-გრად, გამოიყენება  $t$  ტემპერატურის განსაზღვრისათვის, როცა  $(t - 273)$   $\lambda$  ნაკლებია 0,3 სმ-გრად-ზე.

ძირითად, მუდმივ წერტილებს გარდა, არსებობს მეორეხარისხოვანი მუდმივი წერტილები, რომლებიც ტემპერატურის ზუსტი გაზომვისათვის განკუთვნილი მეორადი ხელსაწყოების დაგრაღულირებისათვის გამოიყენებიან.

გამყარების წერტილებია: კალის 231,85°C; კადმიუმის 320,9°C; თუთიის 419,45°C; სურმის 630,5°C; სპილენძის 1083,0°C. „მუდმივი წერტილების“ საზღაურით ახდენენ თერმოწყვილების, წინალობის თერმომეტრებისა და „ნორმალური“ თერმოელემენტების დაყალიბებას.

„ნორმალურ“ თერმოელემენტს შემდეგ ადარებენ „სამუშაო“ თერმოელემენტებს.

თერმოწყვილების გახურებას აწარმოებენ ტემპერატურების ზღვრების მიხედვით სხვადასხვა აბაზანაში, მაგალითად:

0°-დან 95° C-მდე — წყლის აბაზანაში, რომელიც ელექტროდენით ხურდება:

0°-დან 100° C-მდე — ატმოსფერული წნევის პირობებში აღუღებული წყლის ორთქლში;

57°-დან 300°C-მდე მდულარ აპარატებში სხვადასხვა სითხით;

50°-დან 250° C-მდე — ელექტროდენით გახურებულ ზეთის აბაზანაში;

225°-დან 600° C-მდე — კალიუმისა და ნატრიუმის ნარევის აბაზანაში. ნარევი შექმნილია მოლეკულური წონების პროპორციულად (101 : 85);

445° C — გოგირდის ორთქლში;

300°-დან 1800° C-მდე — ელექტროდენით გახურებულ ჰაერის აბაზანაში (მიღებიანი ლუმელი).

### ხელსაწყოები ტემპერატურის გასაზომად

გამოყენების სახეობის მიხედვით ტემპერატურის გასაზომი ხელსაწყოები (თერმომეტრები) ძირითადად ორ ჯგუფად იყოფა:

1) ადგილობრივი გაზომვის ხელსაწყოებად;

2) დისტანციური გაზომვის ხელსაწყოებად.

ადგილობრივი გაზომვის ხელსაწყოს შემთხვევაში მის ჩვენებას აიღებენ ან კითხულობენ გაზომვის ადგილზე; დისტანციური ხელსაწყოებით კი ტემპერატურის ათელას აწარმოებენ გაზომვის ადგილიდან მოშორებით.

ადგილობრივი გაზომვის ხელსაწყოებიდან ყველაზე გავრცელებულია საყოველთაოდ ცნობილი სითხიანი, მინის თერმომეტრი, რომელიც კაპილარული ხერელის შქონე მილს წარმოადგენს. კაპილარული ხერელის ქვედა ბოლო გაფართოებულია და გავსებულია ვერცხლისწყლით ან სპირტით (ნახ. 32).

ტემპერატურის ცვლილება იწვევს სითხის გაფართოებას ან შეკუმშვას, რის გამოც მისი სვეტი კაპილარში აიწევს ან დაიწევს. მიღზე უშუალოდ ან განსაკუთრებულ სკალაზე არის დანაყოფები გაზომვის მიღებულ ერთეულებში.

დანაყოფების სიდიდეს და გასაზომი ტემპერატურების ზღვრებს აღგენენ იმის მიხედვით, თუ რა დანიშნულებითაა აღებული თერმომეტრი.

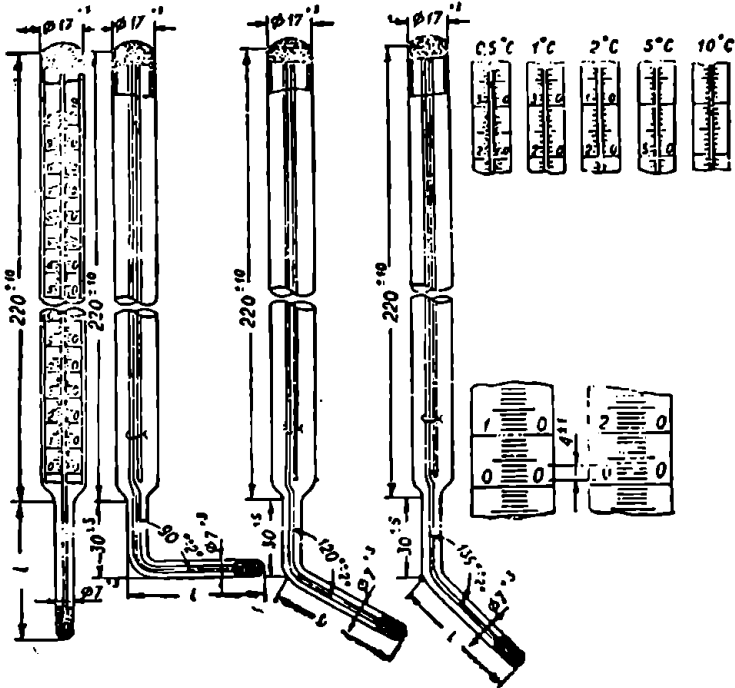
სპირტთან შედარებით უმეტესად გამოიყენება ვერცხლისწყალი, რადგანაც:

1) ვერცხლისწყლის დნობისა და დუღილის წერტილებს შორის დიდი ინტერვალია ( $-39^{\circ}\text{C}$ -დან  $+357^{\circ}\text{C}$ -მდე).

2) ვერცხლისწყლის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი გასაზომი ტემპერატურების ზღვრებში დაახლოებით მუდმივია.

3) ვერცხლისწყალი არ ასველებს კაპილარის კედლებს, რის გამოც ტემპერატურის ათვის დროს მენისკსე ცდომილებას არ ვღებულობთ.

ვერცხლისწყლის თერმომეტრების ნაკლოვანებას წარმოადგენს ის, რომ ექსპლოატაციაში ადვილად ზიანდება (ტყდება) და ტემპერატურის გაზომვა



ნახ. 32. ვერცხლისწყლის თერმომეტრები.

ადგილიდან დაშორებით, შეუძლებელია. ვერცხლისწყლის თერმომეტრით გაზომვის ზღვრებია:  $-30^{\circ}\text{C}$ -დან  $+500^{\circ}\text{C}$ -მდე.  $-15^{\circ}\text{C}$ -ზე ქვემოთ ურჩევნად სპირტის თერმომეტრის გამოყენებას, რადგანაც ასეთ ტემპერატურებზე ვერცხლისწყალი ბლანტი ხდება.  $300^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტი ტემპერატურების გაზომვის დროს კაპილარს, ვერცხლისწყლის ზემოთ, ავსებენ აზოტით ან ნახშირორჟანგაირით  $10 - 25$  კგ/სმ<sup>3</sup> წნევის ქვეშ. უკანასკნელ ხანებში იყენებენ ვერცხლისწყლის თერმომეტრებს  $750^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურების გასაზომად. ეს თერმო-

მეტრი მზადდება კვარცის მინისაგან, რომელიც დიდ ტემპერატურასა და წნევას იტანს.

ქვემოთყვანილ მე-7 და მე-8 ცხრილებში ნაჩვენებია ვერცხლისწყლის თერმომეტრების მახასიათებლები.

ცხრილი 7

**ტექნიკური თერმომეტრების სკალის ზღვრები და უმცირესი დანაყოფის ფასი**

თერმომეტრის აღნიშვნა	სკალის ზღვრები °C	უმცირესი დანაყოფის ფასი °C	თერმომეტრის აღნიშვნა	სკალის ზღვრები °C	უმცირესი დანაყოფის ფასი °C
A	0 და + 50	0,5 ან 1	E	0 და +300	2
B	0 და +100	0,5 ან 1	Ж	0 და +350	2
B	0 და +150	1	И	0 და +400	2 ან 5
Г	0 და +200	1 ან 2	K	0 და +450	5
Д	0 და +250	2	Л	0 და +500	5 ან 10

შენიშვნა: სკალის გაზრდა 0°C-ზე ქვემოთ ან ზედა ზღვრის ზემოთ შეიძლება, მხოლოდ არა უმეტეს 25°C.

ცხრილი 8

**თერმომეტრის ჩვენების დაზავების კლასიფიკაცია; განსაზღვრული ტემპერატურების ინტერვალისა და უმცირესი დანაყოფის ფასისაგან დაშოკიდებულებით**

ტემპერატურის მარეზონანსები	თერმომეტრის ჩვენების დაზავების კლასიფიკაცია °C, როდესაც უმცირესი დანაყოფის ფასი უდრის			
	0,5	1	2	5 და 10
0-დან 100-მდე	±1	±1	±2	±5
101 200	±1	±2	±2	±5
201 " 300	—	±3	±4	±5
301 400	—	—	±4	±10
401 500	—	—	±5	±10

ზუსტი გაზომვების დროს საჭიროა თერმომეტრის ტარირება; მასთან უნდა გავითვალისწინოთ ჩვენების კლასიფიკაცია და შესწორებები. სიზუსტის ხარისხი ვერცხლისწყლის თერმომეტრებისათვის, რომლებიც გამოიყენება ტექნიკური მიზნებისათვის, მერყეობს 2 ÷ 4%.



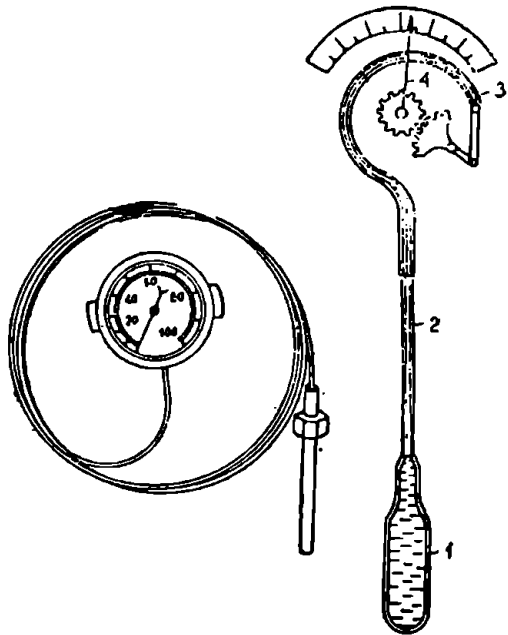
არსებობს დისტანციური თერმომეტრების ორი ჯგუფი:

ა) წნევის თერმომეტრები (აეროთერმომეტრები) და  
ბ) ელექტროთერმომეტრები (თერმოწყვილები ან წინაღობის თერმომეტრები).

წნევის თერმომეტრის სქემა და მისი საერთო ხედი ნაჩვენებია 32-ე ნახ-ზე.

აეროთერმომეტრების უპირატესობას წარმოადგენს ტემპერატურის გაზომვის ჩვენების მიღების შესაძლებლობა მანძილზე. მათი მოქმედება დამყარებულია ტემპერატურის ცვლილების პირობებში სითხის ან აირის მოცულობის ცვლილებების ფიზიკურ მოვლენაზე.

აეროთერმომეტრით სარგებლობის დროს სითხით ან აირით გაესვებულ სპილენძის ბუნიკს (1) ჩაუშვებენ იმ გარემოში, რომლის ტემპერატურაც უნდა გაიზომოს. ბუნიკის გახურების დროს სისტემაში წნევა აიწევს და კაპილარით (2) გადაეცემა მანომეტრულ ზამზარას (3), რომელიც ისართანაა (4) შეერთებული. ზამზარის დეფორმაცია ტემპერატურის პროპორციულია და მანომეტრი შესაბამისადაა დაგრაღულირებული.



ნახ. 32. აეროთერმომეტრის სქემა და საერთო ხედი.

პრაქტიკაში გამოიყენება მანომეტრული თერმომეტრების (აეროთერმომეტრების) სამი ჯგუფი.

თერმომეტრების პირველ ჯგუფში ბუნიკი (კაპილარი და მანომეტრული ზამზარა) მთლიანად იცხება ერთი და იმავე სითხით:

46-დან +158°C-მდე ზღვრებისათვის—მეთილ-ალკოჰოლით.

40-დან +400°C-მდე ზღვრებისათვის—ქსილოლით.

30-დან +550°C-მდე —ვერცხლისწყლით.

მეორე ჯგუფის თერმომეტრების ბუნიკი იცხება ადვილად აორთქლებადი სითხით:

მეთილ-ქლორიდით—გაზომვის ზღვარია +100°C;

სპირტით — „ +200°C;

ეთილ-ქლორიდით — „ + 65°C;

ხოლო კაბილარი და მანომეტრული სპირალი ივსება მეორე, სხვა სითბით, რომელიც არ ორთქლდება და გამოიყენება გახურების დროს ბუნიკში წნევის გადასაცემად.

მესამე ჯგუფის თერმომეტრები მთლიანად ივსება აზოტით: გაზომვის ზღვარია  $+550^{\circ}\text{C}$ -მდე.

კაბილარის სიგრძე შეიძლება ავიღოთ 45 მეტრამდე; მისი გარე დიამეტრი აიღება 4 მმ. კაბილარი მთელ სიგრძეზე დაკული უნდა იყოს ისეთი გარსაცმით, რომელიც სითბოს არ ატარებს, რადგანაც კაბილარზე ტემპერატურის გავლენა თელსაწყოს ჩვენებას ძლიერ ამახინჯებს.

დისტანციური აეროთერმომეტრით მუშაობის დროს საჭიროა, რომ ბუნიკი რაც შეიძლება მთლიანად იყოს ჩაშვებული იმ გარემოში, რომლის ტემპერატურასაც ეზომავთ.

თერმომეტრის ბუნიკი უნდა დავაყენოთ ნაკადის (სითაის ან აირის) წებვედრი მიწართულებით, მხოლოდ ისე, რომ ხელი არ შეუშალოს ნაკადის მოძრაობას და არ გამოიწვიოს გრივალური მოძრაობა.

უნდა გვახსოვდეს აგრეთვე, რომ კაბილარი, ბუნიკთან და მაჩვენებელთან (ზამბარასთან) შეერთების ადგილებზე ადვილად ტყდება: ამიტომ მისი დაყენების ან მოხსნის დროს საჭიროა დავიცვათ დიდი სიფრთხილე და არ დავუშვათ კაბილარის მკვეთრი მოხრა.

აეროთერმომეტრები პერიოდულად უნდა შევამოწმოთ და ჩავეატაროთ მათი ტარირება. შემოწმება უნდა ჩავეატაროთ სითბიანი მინის თერმომეტრით და სათანადო შესწორებები ჩაინიშნოს.

აეროთერმომეტრების ჩვენების სიზუსტე უდრის  $\pm 2^{\circ}$ .

ელექტროთერმომეტრების, კერძოდ, თერმოწყვილების მუშაობა დამყარებულია სხვადასხვა ლითონის ორი სადენის ნარჩილის წერტილში განხურების დროს ელექტრომაგნიტური ძალის წარმოქმნის მოვლენაზე.

34-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია უმარტივესი თერმოწყვილების სქემები.

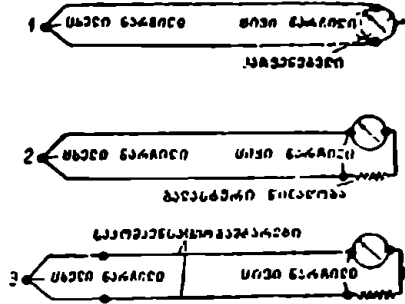
შეერთებას, რომელიც საჭირო ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენება, უწოდებენ ცხელ ნარჩილს, ხოლო საწინააღმდეგოს—ცივ ნარჩილს, რომელზედაც მიერთებულია მაჩვენებელი ვალვანომეტრის ან მილივოლტმეტრის საითთ. ეს უკანასკნელი გვიჩვენებენ თერმოწყვილის წრედში ელექტრომაგნიტური ძალის სიდიდეს. თუ თერმოწყვილის ლითონები შესაბამისადაა შერჩეული, შეიძლება თერმოწყვილის დაყალიბება ისე, როგორც თერმომეტრის, ე. ო. ვალვანომეტრის, ან მილივოლტმეტრის სკალაზე აღნიშნული იყოს შესაბამისი ტემპერატურები. ცხელი და ცივი ნარჩილის ცნობილი ტემპერატურების დროს სადენში აღიჭვრება ელექტრომაგნიტური ძალა, მაგრამ წრედსა და მაჩვენებელში გამავალ დენს განსაზღვრული სიდიდე მხოლოდ იმ შემთხვევაში ექნება, თუ სადენისა და მაჩვენებლის წინაღობა მუდმივი რჩება. თუ ეს პირობა დაკული იქნება, მაშინ მაჩვენებლის ისრის გადახრა შეიძლება აღინიშნოს უშუალოდ სტანდარტულ გრადუსებში.

მაგრამ ცხელი ნარჩილისა და თვით სადენის ნაწილის შედარებით დიდი ტემპერატურები და, აგრეთვე, თვით მაჩვენებლის—მილივოლტმეტრის ტემ-

პერატურის განსხვავება ტარირების დროს ტემპერატურისაგან, გამოიწვევს მთელი სისტემის წინაღობის არამუდმივობას და ამიტომ ხელსაწყო უშუალოდ ცხელი ნარჩილის ტემპერატურას ვერ გვიჩვენებს.

ამიტომ წრედში აუცილებელია შევიტანოთ დამატებით, ე. წ. ბალანსური წინაღობა (რასაც ჩვეულებრივ თვით მილივოლტმეტრის კორპუსში ათავსებენ). ამ წინაღობას ამზადებენ ისეთი მასალისაგან, რომლის ომურ წინაღობაზე ტემპერატურის ცვლილება გავლენას არ ახდენს და მისი ზომები სისტემის წინაღობასთან შედარებით იმდენად დიდია, რომ ტემპერატურის ცვლელადობით სადენისა და მაჩვენებლის წინაღობის ცვლილება, მისი შედარებითი სიმცირის გამო, უმნიშვნელოდ იმოქმედებს ხელსაწყოს ჩვენებაზე.

ამჟამად, რომ ელექტრომაგნიტური მოძრაობები ძალის სიდიდე და, მაშასადამე, ხელსაწყოს ჩვენება დამოკიდებულია ცხელი და ცივი ნარჩილის ტემპერატურების სხვაობაზე; ამიტომ თუ ხელსაწყოს



ნახ. 34. თერმოწყვილების პრინციპული სქემები.

დაყალიბება ცივი ნარჩილის განსაზღვრული ტემპერატურის დროს ჩატარდა, საჭიროა, რომ მუშაობის დროსაც მისი ტემპერატურა იგივე იყოს (ჩვეულებრივ იღებენ  $0^{\circ}\text{C}$ ). ამ პირობის დაცვა საკმაო სიმძნელებთანაა დაკავშირებული და ამიტომ თანამედროვე თერმოწყვილების ხელსაწყობებში გამოყენებულია ისეთი მოწყობილობა, რომელიც საშუალებას იძლევა ვიმუშაოთ ცივი ნარჩილის სხვადასხვა ტემპერატურით და ჩვენების დაუმახინჯებლად.

თუ თერმოწყვილის სადენები მოკლეა და დამზადებულია იაფი ლითონისაგან, მათ უშუალოდ უერთებენ მილივოლტმეტრს; ამგვარად, ცივი ნარჩილი ხელსაწყოსთან იმყოფება, მაგრამ ასეთი შეერთება ხშირად მოუხერხებელია. ამიტომ თვით თერმოწყვილს შედარებით მოკლეს აკეთებენ და ხელსაწყოს უერთებენ ე. წ. საკომპენსაციო სადენებით, რომელთა თერმოელექტრული მახასიათებელი შეესაბამება თერმოწყვილის მასალის მახასიათებელს. ამგვარად, ცივი ნარჩილი გადაიტანება ხელსაწყობზე.

ისრის ნულოვანი ჩვენება უნდა შეესაბამებოდეს იმ ტემპერატურას, რომლის დროს შემოწმებული იყო ხელსაწყო და თუ მუშაობის დროს ცივი ნარჩილის ანუ ხელსაწყოს ტემპერატურა განსხვავდება შემოწმების მომენტის ტემპერატურისაგან, საჭიროა, რომ თერმოწყვილის შეერთებამდე ისარი დავაყენოთ ხელსაწყოს ნამდვილი ტემპერატურის შესაბამისად. მაგალითად, თუ ხელსაწყოს ტარირება ჩატარდა ცივი ნარჩილის  $0^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის დროს,

ხოლო ცდის მომენტში მისი ტემპერატურა უდრის  $20^{\circ}\text{C}$ , საჭიროა გამორთული თერმოწყვილის პირობებში ისარი დაეყენოთ  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე.

მუშაობის სრული ავტომატიზაციისათვის ხელსაწყოს უკეთებენ სპეციალურ მოწყობილობას, რომელიც ხელსაწყოს ტემპერატურის მიხედვით ისრის საწყის მდგომარეობას ავტომატურად გადაადგილებს.

თერმოწყვილებისათვის გამოიყენება სივადასხვა ლითონი, იმის მიხედვით, თუ რა ზღვრებში იზომება ტემპერატურები. განვიხილოთ ყველაზე მეტად გავრცელებული თერმოწყვილები:

1. სპილენძი-კონსტანტანი.  $0^{\circ}$ -დან  $100^{\circ}\text{C}$  ზღვრებში თერმოელექტრომაგნიტური ძალა უდრის დაახლოებით 4 მვ. ასეთ თერმოელემენტებს წვრილი (0,3—0,7 მმ) მავთულის სახით ლაბორატორიულ პრაქტიკაში იყენებენ დაბალი ტემპერატურების გასაზომად. ისინი დათარულია ემალით ან იზოლირებული არიან აბრეშუმით. ასეთი თერმოწყვილებით შეიძლება გაიზომოს ტემპერატურები  $150$ — $200^{\circ}\text{C}$ -მდე. ვინაიდან სპილენძის მავთული  $400^{\circ}\text{C}$ -ს დროს სწრაფად იფანგება, ამიტომ  $400$ — $500^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურებისათვის თერმოწყვილს ამზადებენ სპილენძის მილის სახით, რომელშიაც გადის კონსტანტანის მავთული.

2. რკინა-კონსტანტანი. ასეთ თერმოწყვილს უფრო მაღალი ტემპერატურებისათვის იყენებენ. 0,5 მმ დიამეტრის მავთულისაგან დამზადებული თერმოწყვილით შეიძლება გაეზომოს ტემპერატურა  $600^{\circ}\text{C}$ -მდე. უფრო მაღალი ტემპერატურებისათვის თერმოწყვილს ამზადებენ ფოლადის მილის სახით, რომელშიაც გადის კონსტანტანის მავთული.

3. ნიკელ-ნიკელქრომის თერმოწყვილს იყენებენ  $900^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტი ტემპერატურებისათვის. ასეთი თერმოწყვილების თერმოელექტრომაგნიტური ძალა უდრის 2,8—3,7 მვ  $100^{\circ}\text{C}$ -ზე.

4. ნიკელქრომ-კონსტანტანი თერმოწყვილით იღებენ დიდ თერმოელექტრომაგნიტურ ძალას, რომელიც საშუალოდ 7,5 მვ-ს უდრის ყოველ  $100^{\circ}\text{C}$ -ზე  $0^{\circ}$ -დან  $900^{\circ}\text{C}$  ზღვრებში.

5. პლატინა-პლატინირდიუმის თერმოწყვილებს ამჟამად ნაკლებად იყენებენ, ვინაიდან ისინი იძლევიან მეტად მცირე თერმოელექტრომაგნიტურ ძალას ( $1000^{\circ}\text{C}$  დროს მხოლოდ 12,6 მვ) და, ამის გარდა,  $1000^{\circ}\text{C}$ -ზე მაღალი ტემპერატურების დროს ირიდიუმი მიედრება პლატინის მავთულს და უფრო მეტად ამცირებს თერმოელექტრომაგნიტურ ძალას.

6. პლატინა-პლატინოროდიუმი. ეს თერმოწყვილი ყველაზე მეტადაა გავრცელებული და შედგება პლატინისა და 10% როდიუმთან პლატინის შენადნობისაგან. ასეთ თერმოწყვილს იყენებენ  $0^{\circ}$ -დან  $1754^{\circ}$ -მდე ტემპერატურების გასაზომად. სტანდარტული ტემპერატურები, რომლებისთვისაც გამოიყენება ეს თერმოწყვილი, მოთავსებულია  $630$ — $1063^{\circ}\text{C}$  ზღვრებში.

ქვემოთ მოთავსებულ მე-9 ცხრილში მოყვანილია პლატინა-პლატინოროდიუმის თერმოწყვილის თერმოელექტრომაგნიტური ძალის ცვლილება გახურების დროს.

ტემპერატურა °C	ელექტრომაგნიტური ბელის ძალა E მგ	Δ E მგ	ტემპერატურა °C	ელექტრომაგნიტური ბელის ძალა E მგ	Δ E მგ
0	0,00	—	900	8,43	1,12
100	0,64	0,64	1000	9,56	1,13
200	1,42	0,78	1100	10,72	1,16
300	2,29	0,87	1200	11,89	1,17
400	3,21	0,92	1300	13,07	1,18
500	4,17	0,96	1400	14,26	1,19
600	5,18	1,01	1500	15,45	1,19
700	6,23	1,05	1600	16,63	1,18
800	7,31	1,08	1700	17,81	1,18

დიდი ტემპერატურების გაზომვის დროს თერმოელემენტი უნდა დავიცვათ მექანიკური დაზიანებისაგან, რადგანაც, მაგალითად, პლატინის თერმოელემენტები 1200° C-მდე გახურების დროს იღებენ კრისტალურ სტრუქტურას და ადგილად იმსაფრეციან.

თერმოწყვილებისათვის მაღალი ტემპერატურის პირობებში საინჰოლაციო მასალად იყენებენ ფაიფურის მძივებს ან შილებს, ხოლო შედარებით დაბალ ტემპერატურებზე—აზბესტის ზონარს, რომელიც იცლინება თხევად მინით ან ცეცხლგამძლე თიხით.

მექანიკური დაზიანებისაგან თერმოწყვილების დასაცავად იყენებენ სპეციალურ მილებს:

რკინას—500° C-მდე ტემპერატურებისათვის;

ქრომონიკელს—1100° C-მდე "

ფაიფურს—1300° C-მდე

ეს მილები აირებისათვის შეუღწევადი უნდა იყოს და უძლებდნენ მაღალ ტემპერატურებს, ბიძგებსა და დარტყმებს.

ზოგ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა ამა თუ იმ ნაწილის ზედაპირის ტემპერატურის გაზომვა, გამოიყენება ე. წ. კონტაქტური თერმოწყვილები, რომლებიც უშუალოდ დეტალის ზედაპირზე მაკრდება.

თერმოწყვილებით ტემპერატურების გაზომვა შეიძლება 1,5--2% სიზუსტით.

წინააღობის თერმომეტრების მუშაობა, როგორც თვით სახელწოდება გვიჩვენებს, დამყარებულია ელექტროსადენის ტემპერატურის ცვლილების დროს მისი წინააღობის ცვლილების მოულოდნელზე.

სუფთა ლითონისათვის ყოველ 1° C-ზე გახურების დროს სადენის ელექტროწინააღობა დაახლოებით 0,4% -ით იზრდება.

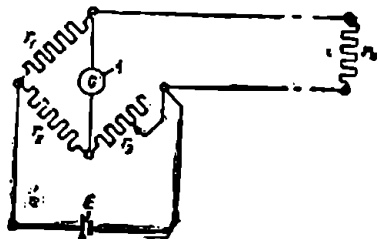
ლითონის ერთგვაროვნობას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც მასზე დამოკიდებული წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი. წინააღობის თერმომეტრებისათვის ყველაზე უმჯობესია პლატინა: იგი ქიმიურად ინერტული ლითონია, აქვს მაღალი წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი და

ადვილად იწმინდება, თუმცა ისეთი ლითონებიც, როგორცაა: ნიკელი, რკინა და სპილენძი, გამოიყენება წინალობის თერმომეტრებისათვის.

წინალობის თერმომეტრებით ტემპერატურის გასაზომად საჭიროა საზომი ხელსაწყო ჩავრთოთ სპეციალურ სქემაში და გვექონდეს დენის ცალკე წყარო.

წინალობის თერმომეტრის სქემა ნაჩვენებია 35-ე ნახ-ზე.

წინალობის თერმომეტრი წარმოადგენს წინალობას ( $x$ ), რომელიც როგორც ერთ-ერთი განშტოება ჩართულია წინალობის ხიდის სქემაში. ხიდის წინალობები  $r_1, r_2$  და  $r_3$  მზადდება მეტად მცირე ტემპერატურული კოეფიციენტის მქონე ლითონისაგან, ხოლო წინალობა  $x$  კი ისეთი ლითონისაგან, რომლის ტემპერატურული კოეფიციენტი შედარებით დიდია. იმის მიხედვით, თუ როგორია ტემპერატურა, თერმომეტრის ( $x$ ) წინალობაც იცვლება. ამის გამო ირღევეა ხიდის წონასწორობა, გალვანომეტრი (1) გვიჩვენებს რაღაც დენს და მისი ისარი გადაიხრება გრადუსების განსაზღვრული რიყებით.



ნახ. 35. წინალობის თერმომეტრის სქემა.

ხიდის გაწონასწორებისათვის აუცილებელია შეიცვალოს  $r_3$  წინალობა ისე, რომ გალვანომეტრმა ისევ გვიჩვენოს დენის არარსებობა, მაშინ

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_1}, \text{ საიდანაც } r_3 = \frac{r_1 r_2}{r_1}.$$

თუ იმ ლითონისათვის, რომლისგანაც დამზადებულია წინალობა ( $x$ ), ცნობილია წინალობის ცვლილების კანონი, ადვილია ტემპერატურის გამოთვლა, რომლის ქვეშ იმყოფება თერმომეტრი.

გალვანომეტრის (1) მაღალი მგრძობიარობის პირობებში ამ მეთოდით შეიძლება ტემპერატურის უმცირესი ცვლილების გაზომვა, რის გამო უმრავლეს შემთხვევაში წინალობის თერმომეტრით ტემპერატურის გაზომვის მეთოდი იძლევა უფრო ზუსტ მონაცემებს, ვიდრე გაზომვის სხვა რომელიმე მეთოდი.

მაგრამ, საკმაოდ ზუსტადაა შესწავლილი დამოკიდებულება ტემპერატურასა და წინალობას შორის და, აგრეთვე, დამუშავებულია დაყალიბების სტანდარტული მეთოდები მხოლოდ პლატინის წინალობის თერმომეტრებისათვის. მაგალითისათვის ქვემოთათვისებულ მე-10 ცხრილში მოყვანილია პლატინის მავთულის სიგრძე, წონა და წინალობა, მისი დიამეტრისაგან დამოკიდებულებით.

ყველაზე მეტად იყენებენ მავთულს 0,05 — 0,07 მმ დიამეტრით. უფრო მსხვილ მავთულს ხმარობენ მეტად დიდი ტემპერატურების გასაზომად.

წინალობას ( $x$ ) აზადებენ პლატინის წვრილი მავთულისაგან, რომელიც ქარსის ფირფიტებისაგან შემდგარ ჩონჩხედზეა დახვეული. გამოყენებული

პლატინის მავთულის წინაღობა, ხაგრძე და წონა მისი  
დაამეტრახაგან დამოკიდებულებით

მავთულის დამოკიდებუ ბა	1 მ სიგრძის მავთულის წი- ნაღობა ომ.	100 ომი წინალო- ბის მქონე მავთუ- ლის სიგრძე გ	1 მ სიგრძის მ. ვ- თულის წონა გ	100 ომი წინალო- ბის მქონე მავთუ- ლის წონა გ
0,03	133,0	0,75	0,015	0,011
0,04	75,0	1,33	0,027	0,036
0,05	47,8	2,05	0,042	0,056
0,06	33,2	3,00	0,061	0,184
0,07	24,4	4,10	0,085	0,340
0,08	18,7	5,35	0,108	0,580
0,09	14,8	6,70	0,137	0,930
0,10	11,9	8,80	0,169	1,422
0,15	5,3	19,00	0,380	7,200
0,20	3,0	33,0	0,670	22,160

ქარსი სუფთა უნდა იყოს და არ შეიცავდეს ლითონის ჯანგეულებს, რომელ-  
თაც პლატინასთან რეაქციის გაშო შეუძლიათ გაგღენა მიაადინონ გაზომვის  
სიზუსტეზე.

ქარსის ჩონჩხები შეიძლება გამოვიყენოთ 800°C-მდე ტემპერატურების  
პირობებში. უფრო მაღალი ტემპერატურებისათვის იყენებენ კვარცის მინის  
მილებს (ნახ. 36); პლატინის მავთულის ბოლოებზე მიადულებენ: 200°C-მდე—  
სპილენძის, 700°C-მდე—ვერცხლისა და 1000°C-მდე პლატინის გამოძევეან მავ-  
თულებს.

თუ წინაღობის თერმომეტრში ხილდა და თერმომეტრის შორის შემავრ  
თებელი მავთულები გრძელია, ვახურების დროს ამ მავთულების წინაღობის  
შეცვლამ შეიძლება ჩვენება

დაამაინჯოს. ამიტომ იყე-  
ნებენ თერმომეტრის სქემას,  
რომელიც ნაჩვენებია 37-ე  
ნახ-ზე. ამ სქემაში, ბატა-  
რეას უერთებენ არა (ა)



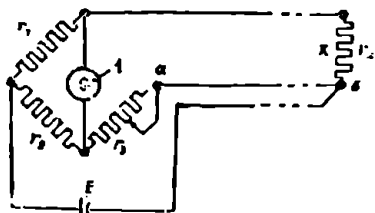
ნახ. 36 წინაღობის თერმომეტრის  
კვარცის გარსაკმში.

წერტილს, არამედ (ბ) წერტილს, ამგვარად, თერმოელემენტის მავთულები  
ჩართული არიან ხიდის მხრებში და ურთიერთკომპენსაციის ახდენენ.

ზემომოყვანილი სქემებით მომუშავე წინაღობის თერმომეტრების გამო-  
ყენება შინაც ხასიათდება ზოგიერთი უხერხულობით. სხვადასხვა ტემპერატუ-  
რულ პირობებში გაღვანომეტრის ისარი იხრება და ნულზე არ დგება; მასწავ-

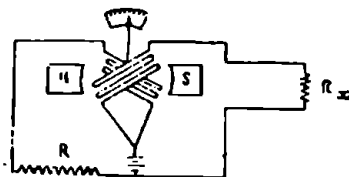
დამე, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში საჭიროა ისრის საწყისი მდგომარეობის შემოწმება. გალვანომეტრში გამაყალი დენის ძალა დამოკიდებულია მკვებავი ბატარეის ძაბვაზე, რის გამოც ათელის წინ საჭირო სდება ამ ძაბვის შემოწმება და სხვ.

ეს უხერხულობანი მოსპობილია ისეთი გალვანომეტრების გამოყენებით, რომელთაც ჯვარედინად განლაგებული ორი, მოძრავი კოკი აქვთ (იხ. ნახ. 38).



ნახ. 37. წინაღობის თერმომეტრი შეპერათებული მათეულეების ტემპერატურის ცვლილების გალვანის კომპენსაციით.

ამ შემთხვევაში გალვანომეტრის ჩვენება არაა დამოკიდებული დენის წყაროს ძაბვის ცვლილებაზე, საჭირო



ნახ. 39. ჯვარედინად განლაგებული კოკების მქონე გალვანომეტრის სქემა.

აღარაა წინასწარი საკონტროლო რეგულება და ათელის პროცესიც უფრო მარტივად სდება.

## § 2. წნეხების გაჯომვა

წნეხების ძრავების გამოცდის დროს ხშირად საჭიროა ნამუშევარი აირების, სუფთა ნარევის, ზეთის, მიწოდებული ჰაერის, საწვავის გაფრქვევის და სხვათა წნეხების განსაზღვრა. როგორც ჩანს, წნეხების გაჯომვა საჭიროა საქმაოდ ფართო ზღვრებში, მკირე წნეხებიდან დაწყებული (ნამუშევარი აირების წნევა) საქმაოდ მაღალ წნეხამდე (საწვავის შეფრქვევის წნეხები).

წნეხის ერთეულად მიღებულია ისეთი წნევა, რომლითაც აწეება ვერცხლისწყლის 760 მმ სიმაღლის სვეტი 1 სმ<sup>2</sup>-ზე 0°C დროს. ეს წნევა მიღებულია როგორც საშუალო წნევა და მას ფიზიკურ ატმოსფეროს უწოდებენ. ხელსაწყოს, რომლითაც ატმოსფეროს ჰაერის წნევა იზომება, უწოდებენ ბარომეტრს, ხოლო მის ჩვენებას—ბარომეტრულ წნევას. თუ მივიღებთ 0°C დროს ვერცხლისწყლის ხედრით წონას 13,6 გ/სმ<sup>3</sup>, მაშინ 760 მმ სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტის დაწოლა 1 სმ<sup>2</sup>-ზე იქნება  $13,6 \cdot 760 = 10333,6$  გ/სმ<sup>2</sup>, ან 1,0336 კგ/სმ<sup>2</sup>. ტექნიკაში ეს სიდიდე დამრავლებულია და წნეხის ერთეულად მიღებულია 1 კგ 1 სმ<sup>2</sup>-ზე, რომელსაც ტექნიკურ ანუ მეტრულ ატმოსფეროს უწოდებენ.

ტექნიკური ატმოსფერო შეესაბამება 735,6 მმ სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტის დაწოლას 1 სმ<sup>2</sup>-ზე 0°C დროს, ანუ 10 მეტრის სიმაღლის წყლის სვეტის დაწოლას 1 სმ<sup>2</sup>-ზე 0°C დროს.



როგორც ჩანს, ტექნიკური ატმოსფერო თავისი სიდიდით მცირედ განსხვავდება ფიზიკურ ატმოსფეროსაგან; ამიტომ ისინი ერთნაწილში რომ არ აფერიოთ (რაც ზოგჯერ ხდება პრაქტიკაში), საჭიროა ზუსტი გაბითვლისათვის ტერმინის „ატმოსფეროს“-ს ქვეშ ვიგულისხმობთ წნევის ფიზიკური ერთეული, ხოლო წნევის ტექნიკურ ერთეულად მივიღოთ კილოგრამი კვადრატულ სანტიმეტრზე (კგ/სმ<sup>2</sup>).

წნევის საზომ ხელსაწყოს მანომეტრი ეწოდება. იგი რაიმე გარემოს წნევის გაზომვის დროს იძლევა სხვაობას გარემოს წნევასა და ატმოსფერულ წნევას შორის, ე. ი. იძლევა ქარბ წნევას. ცხადია, რომ გარემოს მთლიანი წნევა იქნება მანომეტრის ჩვენებისა (ქარბი წნევის) და ატმოსფერული წნევის ჯამი, რასაც აბსოლუტური წნევა ეწოდება.

ატმოსფერულ წნევაზე დაბალ წნევის გაუხშობა ან ვაკუუმი ეწოდება, ხოლო ხელსაწყოს, რომლითაც იზომება ეს წნევები, ვაკუუმ-მეტრი.

### უმარტივესი მანომეტრი

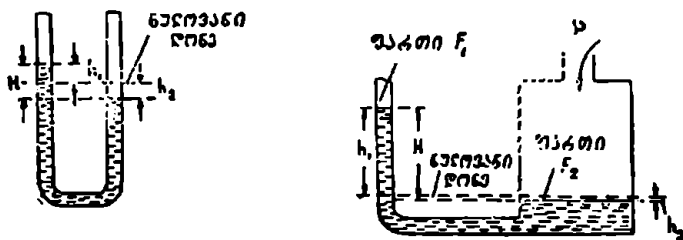
მანომეტრების ყველაზე მარტივ ტიპს წარმოადგენს U-ს მავეარად მოხრილი მილი, რომელიც დაახლოებით ნახევრამდე გავსებულია სითხით (ვერცხლისწყლით ან შებლებილი წყლით). მილის ერთი მხარე (ი.ა. ნაა. 39) ღიაა, ხოლო მეორეს უერთებენ წნევის ან გაუხშობების წყაროს.

გასახომ ადგილში ამ ხელსაწყოთი იზომება სხვაობა აბსოლუტურ წნევასა და ატმოსფერულ წნევას შორის. ეს სხვაობა სითხის სვეტების სიმაღლის ცვლადობათა ჯამის  $h_1 + h_2$  ტოლი იქნება (იხ. ნაბ. 39).

თუ წნევა საჭიროა გამოვსახოთ CGC ერთეულებში, გვექნება:

$$p = \gamma(h_1 + h_2) \text{ გ/სმ}^2,$$

სადაც  $\gamma$  არის მანომეტრში მყოფი სითხის კუთრი წონა.



ნაბ. 39. უმარტივესი მანომეტრისა და შარაგელიაი მანომეტრის სქემები.

როდესაც ხელსაწყოს მილის ორივე მხარეს ერთნაირი დამეტრი აქვს, მაშინ ორივე მხარეს, სითხის სვეტები  $h_1$  და  $h_2$  ტოლი იქნება და გამოსასულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$p = 2\gamma h = \gamma H.$$

განვიხილოთ, თუ როგორი იქნება ასეთი მანომეტრის მგრძობიარობა, რაც წარმოადგენს მანომეტრში სითხის გადაადგილების სკალაზე გაზომილი სიდიდის შეფარდებას შესაბამისი წნევის სიდიდესთან.

უქანასკნელ გამოსაიულებიდან მანომეტრის მგრძობიარობა იქნება:

$$s = \frac{h}{p} = \frac{1}{2\gamma}$$

ენიანიდან ამ გამოსახულებაში მილის კვეთის დიამეტრი არ შედის, ამიტომ ცნადა, რომ აღებული წნევის დროს სითხის სვეტების გადაადგილება მილის დიამეტრზე არ არის დამოკიდებული. მაშასადამე, თუ გასაზომი წნევა, ვთქვათ, უდრის 100 მმ ვერცხ. წყლის სვ., მაშინ  $h_1 + h_2$  ტოლი იქნება 100 მმ-ისა და ასეთი მანომეტრისათვის არასდროს მეტი არ იქნება. აქედან გამომდინარეობს, რომ სკალის დანაყოფების ზომები ყოველთვის შეზღუდულია და 1 მმ წყლის სვეტის შესაბამისი წნევის სიდიდე იქნება  $\frac{1}{2\gamma}$  ე. ი. თუ

მანომეტრის მარჯვენა მილში წნევა უდრის 1 მმ წყ. სვ., მაშინ მარცხენა მილში წყალი აიწევს  $\frac{1}{2}$  მმ-ზე.

ასეთი უმარტივესი მანომეტრების მილის დიამეტრი აღწევს 5—8 მმ.; მათ ჩვეულებრივ ამაგრებენ ფიცარზე, რომელზედაც აწებებენ შილიმეტრებიან ქალაღს ასათვლელად. მანომეტრებში გამოიყენება შეფერილი წყალი (მცირე წნევებისა და გაუხშობისათვის) ან ვერცხლისწყალი (დიდი გაუხშობისათვის).

ათვლა წარმოებს სკალის დანაყოფების მიხედვით და წნევის სიდიდეს შეესაბამება სითხის დონეთა სხვაობა ორივე მილში. იმის გამო, რომ ყველა გაანგარიშებაში გაუხშობის განზომილებას იღებენ კილოგრამობით კვადრატულ მეტრზე (კგ/მ<sup>2</sup>), ხოლო 1 კგ/მ<sup>2</sup> = 1 მმ წყლის სვეტს, ამიტომ ვერცხლისწყლით გაზომვის წმინდად ჩვენება უნდა დაეყვანათ წყლის სვეტის ჩვენებაზე:

$$\Delta p = h \cdot 13,6,$$

სადაც  $\Delta p$  არის გაუხშობა გაზომვის წერტილში კგ/მ<sup>2</sup> ანუ წყლის სვეტის სიმაღლის მმ;

$h$  — ვერცხლისწყლის დონეთა სხვაობა მილიმეტრობით.

ზემოაღწერილი მანომეტრების უპირატესობას წარმოადგენს მათი სიმარტივე და შესაძლებლობა, რომ გავზომოთ გაუხშობა არა მარტო ერთ წერტილში, არამედ გავზომოთ ორ წერტილში გაუხშობათა (ან მცირე წნევების) სხვაობაც (იხ. ქვემოთ მიკრომანომეტრი).

მაგრამ ასეთ  $U$ -ს მაგვარ მანომეტრებს ახასიათებთ ნაკლოვანებებიც. პირველი ნაკლოვანება ისაა, რომ გაზომვის დროს ათვლა უნდა ვაწარმოოთ ერთდროულად ორი დონის მიხედვით, რაც აგრძელებს ათვლის დროს და ამცირებს სიზუსტეს. მეორე ნაკლოვანება ისაა, რომ თუ გაუხშობა იზომება. მაგალითად, შემწოვ მილში, სადაც მოძრაობს ბუნა ნარევი, შეიძლება მანომეტრის მილში მოხედეს საწეავის წვეთები, რაც დაამახინ-

ჯებენ მის ჩვენებას; ამიტომ დროდადრო საჭიროა მანომეტრის მილის მოხსნა გაზომვის ადგილიდან და მისი გამოქრევა.

შემწოვ მილსადენებში გაუხშობების გაზომვების დროს, სადაც ადგილი აქვს ძლიერ პულსაციას, მანომეტრში სითხის დონეები უმნიშვნელოდ მერყეობს. ეს იმით აიხსნება, რომ მანომეტრების საკუთარი რხევების პერიოდი გაუხშობების რხევების პერიოდს არ ემთხვევა.

სითხიანი  $L$ -ს მავარი მანომეტრის საკუთარი რხევების პერიოდი შეიძლება შემდეგი მსჯელობის საფუძველზე გამოთვალოთ.

აღნიშნოთ:  $q$ —სითხის წონა მანომეტრში მისი სიგრძის 1 მეტრზე;

$l$ —სითხის სიგრძე მანომეტრის ორივე მუხლში;

$h$ —სითხეთა დონეების სხვაობა მანომეტრში რაღაც გაუხშობების გაზომვის დროს;

$P=qh$ —ძალა, რომელიც ცდილობს მოიყვანოს დონეები ნულოვან მდგომარეობაში.

ძალა  $P$  უდიდესი მნიშვნელობისაა მაშინ, როცა უდიდესია  $h$ , ხოლო, თუ  $h=0$ , მაშინ  $P$  ძალაც ნულს უდრის.

მნიშვნელობა  $P_{\text{ავ}}$ — $\frac{P}{2} = \frac{qh}{2}$  იქნება ძალის საშუალო მნიშვნელობა

სითხის დონეს უდიდეს და უმცირეს გადახრებს შორის.

მუშაობა, რომელსაც ასრულებს სითხის წონის ძალა  $h$ -დან  $h=0$ -მდე დონეთა გათანაბრების დროს, გარდაიქმნება სითხის მოძრაობის ცოცხალ ძალად, რომელსაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მაშინ, როცა დონე გაივლის  $h=0$  მდგომარეობას.

ამ შემთხვევაში უდიდესი ცოცხალი ძალის განტოლება ასეთი იქნება:

$$P_{\text{ავ}} \cdot h = \frac{m}{2} \omega^2 a^2,$$

სადაც  $m = \frac{ql}{g}$  არის მოძრაობაში მოყვანილი სითხის მასა,

ხოლო  $a$ —მაქსიმალური სიჩქარე  $h=0$  მდგომარეობასე გავლის დროს.

მაშინ  $\frac{qh^2}{2} = \frac{ql}{2g} \omega^2 a^2$

საიდანაც

$$a = h \sqrt{\frac{g}{l}}$$

ამგვარად, სიჩქარის ცვალებადობა, მანომეტრში სითხის რხევის დროს, წარმოებს  $a$ -დან  $a=0$  ზღვრებში და, როგორც ცნობილია, წარმოებს ჰარმონიული რხევების კანონით; ამიტომ, ერთი მიმართულებით სითხის რხევის დროს საშუალო სიჩქარე გამოისახება როგორც პერიოდის ნახევარში სინუსოიდის ან კოსინუსოიდის საშუალო სიდიდე:

$$a_{\text{ავ}} = \frac{2 \cdot a}{\pi} = \frac{2}{\pi} h \sqrt{\frac{g}{l}}$$

ერთი მთლიანი რხევის დროს სითხის მასა გაივლის მანძილს  $4 \cdot l$ , მაშასადამე, მთლიანი რხევის დრო იქნება:

$$t = \frac{4l}{v_{საზ}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

სადაც  $t$  არის მთლიანი რხევის დრო წამებში,  
 $l$  — სითხის სვეტის სიგრძე მანომეტრში მ.  
 $g = 9,81$  — სიმძიმის ძალის აჩქარება მ/წმ<sup>2</sup>.

ეს ტოლობა გვიჩვენებს, რომ მანომეტრში სითხის რხევის საკუთარი რხევების პერიოდი არაა დამოკიდებული სითხის კუთრ წონაზე და მანომეტრის მილის სისქეზე, არამედ დამოკიდებულია მხოლოდ სითხის სვეტის სიგრძეზე. ამიტომ გამოცდების დროს გამოყენებული ჩვეულებრივი მანომეტრების სიგრძის შემთხვევებში მანომეტრის საკუთარი რხევების პერიოდი იმდენადაა დაცილებული შემწოვ მილსადენში პულსაციის პერიოდს, რომ ჩვენება საკმაოდ მდგრადია.

### მარაგელოანი მანომეტრა

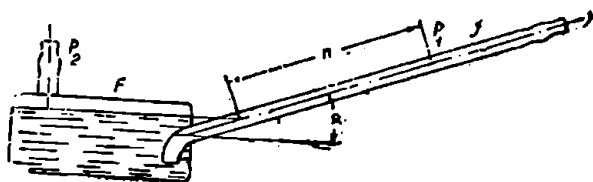
მგრძნობიარობის გაზრდისათვის გამოიყენება ისეთი მანომეტრები (ნახ. 39), რომლებშიც ერთი მილის კვეთის ფართობი მეორეზე მეტია და ათელას ახდენენ მცირე დიამეტრის მილზე. გამოსახულება  $p = \gamma(h_1 + h_2)$  ამ შემთხვევაშიც ძალაში რჩება, მაოლოდ  $h_1$  და  $h_2$  ერთმანეთის ტოლი არ არიან და მათ შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

$$F_1 h_1 = F_2 h_2,$$

სადაც  $F_1$  და  $F_2$  მილების კვეთის შესაბამისი ფართობებია.  
 მაშასადამე, მგრძნობიარობის გამოსახულება ასეთ სახეს მიიღებს:

$$s = \frac{h_1}{p} = \frac{1}{\gamma \left(1 + \frac{F_1}{F_2}\right)}.$$

იმ შემთხვევაში, თუ  $F_2$  უსასრულოდ დიდია, მგრძნობიარობა მიიღწეის  $\frac{1}{\gamma}$  სიდიდეს, რაც ასეთ ტიპის მანომეტრებისათვის ზღვარს წარმოადგენს.



ნახ. 40. დახრილი მანომეტრის სქემა.

იმ მიზნით, რომ მანომეტრის მგრძნობიარობა გაზარდონ  $\frac{1}{\gamma}$ -ზე მეტად, იყენებენ ე. წ. დახრილ მანომეტრებს (ნახ.

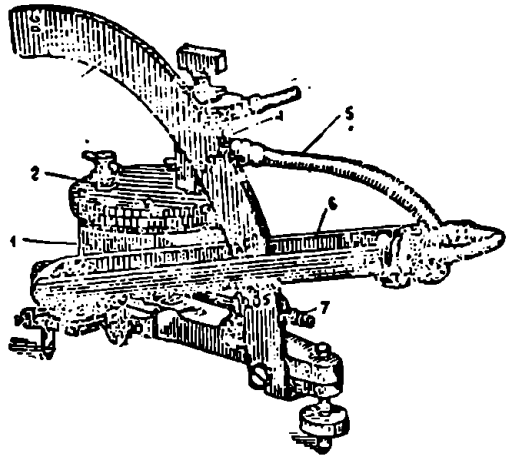
40) ან ვერტიკალურ ორსითხიან მანომეტრებს.

### მიკრომანომეტრი

როდესაც რომელიმე სისტემის სხვადასხვა ადგილზე საჭიროა წნევების სხვაობის გაზომვა, მაშინ მანომეტრის ერთ მილს უერთებენ ერთ-ერთ ადგილს, ხოლო მეორეს—მეორე ადგილს. ასეთი სახის მანომეტრს დიფერენციალურ მანომეტრს უწოდებენ; ეს უკანასკნელი იძლევა წნევათა სხვაობის ჩვენებას.

სითხის მანომეტრის ასეთი ტიპი, ე. წ. მიკრომანომეტრი, 41-ე ნახ.ზეა ნაჩვენები.

ზუსტად ცილინდრული ფორმის ბრინჯაოსაგან დამზადებულ დახურულ კურკულზე (1) სახსრულადაა მიერთებული დახრილი მილი სკალით; მილი სახსრის ღრუ ღერძით კურკულის შიგა სივრცესთანაა შეერთებული. მილის დახრის შეცვლისათვის მიკრომანომეტრის დგარზე მიერთებულია სექტორი (3), რომლის ხერეტილებში შედის დამცველის (6) წყირები. სექტორზე ხერეტილების შესაბამისად არის ციფრები (დახრის კუთხის სინუსი), რომლებზედაც უნდა გამრავლდეს მიკრომანომეტრის სკალის ჩვენება, რათა მივიღოთ წნევათა სხვაობის სიდიდე მმ. წყ. სე. დახრილი მილის ბოლო რეზინის მი-



ნახ. 41. მიკრომანომეტრი.

ლით (5) უერთდება მარაგელაზე (1) დამაგრებულ ონკანს (4), რომლითაც შეიძლება ხელსაწყოს ორივე მხარე ატმოსფეროს შევუერთოთ და ჩვენება დაეაყენოთ ნულზე ან ორივე მხარე ერთდროულად შევუერთოთ წნევების გაზომვის სხვადასხვა ადგილს. სითხის ჩასახშმელად ან დასამატებლად კურკულს (1) აქვს ხერეტილი (2), ხოლო სითხის ჩამოსაშვებად—ხერეტილი (7).

წნევათა სხვაობის ( $p_2 - p_1$ ) გამო (იხ. სქემა), დახრილ მილში სითხე რაღაც სიმაღლეზე აიწეეს და  $h$  დანაყოფზე გადაადგილდება. თუ კურკულის კვეთის ფართობს აღვნიშნავთ  $F$  ასოთი, მილის ფართობს— $f$ , ხოლო მილის დახრის კუთხეს— $\alpha$ , მაშინ კურკულში სითხე დაიწეეს  $\frac{hf}{F}$  სიდიდის დანაყოფის შესაბამისად.

მილში  $h$  დანაყოფზე სითხის მენისკის გადაადგილება ნიშნავს, რომ ნულის დანაყოფიდან სითხის აწევის სიმაღლე მილში ტოლი იქნება  $h \sin \alpha$ .

ამგეადა, ჭურჭელსა და მიღში დონეთა სხვაობა ამ ორი გადაადგილების ჯამის ტოლი იქნება და თუ დონეთა სხვაობას აღვნიშნავთ  $h$ -ით, მაშინ:

$$h = n \left( \sin \alpha + \frac{f}{F} \right).$$

წნევათა სხვაობის მისაღებად საჭიროა დონეთა სხვაობა გაფარავლოთ სითხის კუთრ წონაზე  $\gamma$ ; მაშინ გვექნება.

$$p_2 - p_1 = \gamma \cdot n \left( \sin \alpha + \frac{f}{F} \right).$$

იმის გამო, რომ მიკრომანომეტრების არსებულ კონსტრუქციებში ჭურჭლის კვეთის ფართობი მილის კვეთის ფართობთან შედარებით მეტად დიდი კეთდება, ამიტომ ფარდობა  $\frac{f}{F}$  უმნიშვნელოა და პრაქტიკული გამოთვლების დროს წნევათა სხვაობას მიიღებენ შემდეგი გამოსახულებით:

$$p_2 - p_1 = \gamma \cdot n \sin \alpha.$$

მიკრომანომეტრებს ფართოდ იყენებენ ძრავების გამოცდების პრაქტიკაში, რადგანაც ნაკადის (ჰაერის ან ნარევის) სიჩქარე ყველაზე ხშირად გვხვდება 0,1-დან 50 მ/წმ ზღვრებში, რასაც შეესაბამება სხვაობა სტატიკურ და დინამიკურ წნევებს შორის 0,1-დან 160 მმ წყ. სვეტის ზღვრებში და რაც მიკრომანომეტრით ადვილად იზომება.

წნევათა მეტად მცირე სხვაობის გასაზომად ზოგიერთ შემთხვევაში ორსითხიან მანომეტრს იყენებენ.

სითხიანი მანომეტრის უპირატესობას წარმოადგენს მათი ზუსტი ჩვენება და საიმედოება ხანგრძლივი მუშაობის დროს. მათ ხშირად იყენებენ სხვა ტიპის მანომეტრების შესამოწმებლად და ტარირებისათვის. მათ ნაკლოვანებას წარმოადგენს: შედარებით დიდი გაბარიტული ზომები, წნევების გაზომვის მცირე დიაპაზონი და ექსპლოატაციაში ფრთხილი მოპყრობის აუცილებლობა.

**მილოვანი და ფირფიტოვანი მანომეტრები**

ტექნიკაში ფართოდაა გამოყენებული ზამბარიანი მანომეტრები, რომლებიც შეიძლება იყოს მილოვანი, ფირფიტოვანი ან შემზრანიანი.

მილოვანი მანომეტრი (ნახ. 42) შედგება ელიფსური კვეთის მილისაგან. მიღში განვითარებული წნევა ყველა მხარეს თანაბრად ვრცელდება; ამიტომ მილი ცდილობს ელიფსური კვეთის მაგიერ მრგვალი კვეთი მიიღოს. ამის გამო მილის თავისუფალი ბოლო გაიშლება და ბერკეტული სისტემითა და სექტორით მოძრაობას გადასცემს მანომეტრის ისარს. სექტორისა და მილის გადაცემის რიცხვი ისეა შერჩეული, რომ ზამბარის მაქსიმალური დეფორმაციის დროს ისრის შემობრუნების კუთხე დაახლოებით უდრიდეს 270°.

კბილანური შეერთების უკმა სვლას მოსასპობად იყენებენ საათის საი-  
რალურ ზამბარას, რომლის ერთი ბოლო მილთანაა სვე-თებუდი, იოლო  
მეორე. — მანომეტრის უძრავ ნაწილთან.

50 კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე წნევების გასაზომად, მილოვანი მანომეტრების ნაზბარ-  
ბი მზადდება თითბრისაგან, ხო-  
ლო 50 კგ/სმ<sup>2</sup>-ზე მეტი წნევისათ-  
ვის — ფოლადისაგან.

ასეთი მანომეტრების უპი-  
რატესობაა:

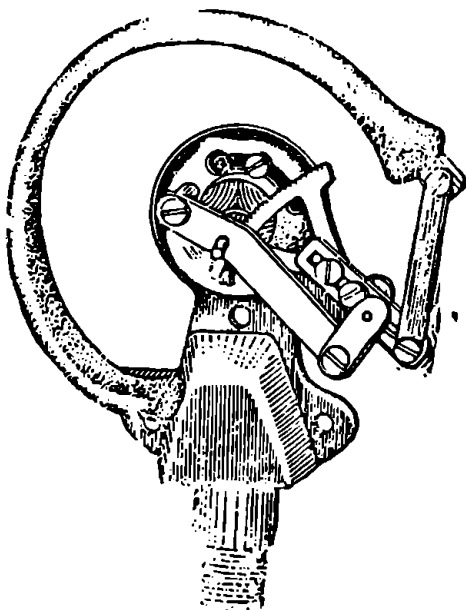
1) დიდი მგრძობიარობა და  
გაზომვის დიდი დიაპაზონი (0,2-  
დან 500 კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე);

2) ტემპერატურის ცვალებადობისაღვი მცირე მგრძობიარობა;

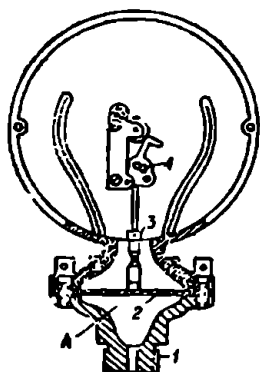
3) მცირე გაბაჩიებული ზომები.

უაკოფითი მხარეებია: მი-  
ლის დაქუქყიანების შესაძლებლობა და მილოვანი ზამბარის სწრაფი ცვეთა წნევების მკვეთრი ცვალებადობისა და ნჯღრევის პირობებში.

43-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია ფირ-



ნახ. 42. ზამბაროვანი, მილოვანი მანომეტრის სქემა.



ნახ. 43. ფირფიტოვანი მანომეტრის სქემა.

ფიტოვანი ანუ მემბრანის მანომეტრის სქე-  
მა. ელემენტი, რომელიც წნევას გადასცემს,  
შედგება თბელი, ლეარქმილი შრევალი ფირ-  
ფიტისაგან (2), რომელსაც მემბრანა ეწოდებ-  
ბა; იგი კამერას (1) ყოუხ ორ ნაწილად.

კამერის ქვედა ნაწილი წნევის გაზომ-  
ვის სიერცეს ნიჰელით (1) უერთდება. წნევის  
მოქმედებით წარმოებს მემბრანის დეფორმა-  
ცია, რაც გადააადგილებს ლეროს (3). ეს უკა-  
ნასკნელი მოძრაობას გადასცემს კბილა სექ-  
ტორს (4), რომელიც მოდებულია კბილა  
თვალთან. კბილა თელის ღერძზე დასმული  
ბა ლეგირებულ ფოლადისაგან.

## § 2. ბრუნთა რიცხვის გაზომვა

საავტორტაქტორო ძრავების გამოცდების დროს ძრავების სიმძლავრის განოსათვლელად აუცილებელია მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვის გაზომვა.

დროის ერთეულში ბრუნთა რიცხვის ანუ მუხლა ლილვის კუთხური სიჩქარის გასაზომად იყენებენ ე. წ. ტაქომეტრებს. ხელსაწყოებს, რომლებიც დროის გარკვეულ მონაკვეთში ბრუნთა რაოდენობას გვაძლევენ, ბრუნთა ჯამური მთვლელები ეწოდება.

ტაქომეტრების ძირითად ტიპებს წარმოადგენენ:

1. ცენტრიდანული ტაქომეტრები, რომელშიაც ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით სპეციალური ტვირთების გადახრის სიდიდე შეესაბამება მუხლა ლილვის ამა თუ იმ ბრუნთა რიცხვს. ასეთ ტაქომეტრებს არ ახასიათებთ დიდი სიზუსტე, მაგრამ საშავიეროდ მარტივი არიან.

2. ქრონომეტრული ტაქომეტრები, რომლებშიაც იხომება ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი, როგორც საშუალო—დროის რალაც გარკვეულ მონაკვეთში. ასეთ ტაქომეტრებში გამოყენებულია საათის მექანიზმი. მართალია, აღნიშნული ტაქომეტრები ხასიათდებიან საკმაო დიდი სიზუსტით, მაგრამ ცენტრიდანულ ტაქომეტრებთან შედარებით ბევრად რთული კონსტრუქციისა და ამავე დროს ნაკლებ მტკიცენი არიან.

3. სითხის ტაქომეტრები, რომლებშიაც პატარა ტურბინის ბორბლის ბრუნვით გამოწვეული სითხის სვეტის აწევა მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვის პროპორციულია.

4. ელექტროტაქომეტრები, რომლებიც წარმოადგენენ დენის გენერატორებს მათზე მიერთებული ვოლტმეტრებით.

ტაქომეტრებს აქვთ სკალა, რომელზედაც დანეულია სათანადო დანაყოფები ბრუნთა რიცხვის გარკვეული ინტერვალისათვის. ზოგიერთ ტაქომეტრს ერთ ციფერბლატზე რამდენიმე სკალა აქვს. სპეციალური მაჩვენებლის გადაწევით შეიძლება ამა თუ იმ სკალით სარგებლობა.

### ცენტრიდანული ტაქომეტრები

ცენტრიდანული ტაქომეტრები შეიძლება იყოს დახრილი ტვირთიანი (რგოლიანი) ან ცენტრიდანული რეგულატორის ტიპის.

პირველი ტიპის ცენტრიდანული ტაქომეტრი ნაჩვენებია 44-ე ნახ-ზე. ტაქომეტრს აქვს რგოლი (ტვირთი). ეს რგოლი (1) დასმულია ლერძზე (2) და თავისუფალ მდგომარეობაშია დახრილად ვერტიკალური ლერძის (00) მიმართ. ლერძის ბრუნვის დროს მასთან ერთად ბრუნავს ლერძი (2) და, შესაბამისად, რგოლიც (1), რომელიც ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით ცდილობს პორიზონტალური მდგომარეობა მიიღოს. რგოლის მდგომარეობის შეცვლას ეწინააღმდეგება ზამბარა (3), რომელიც მექანიზმს აწონასწორებს. რგოლი შემობრუნდება თავის ლერძის გარშემო, რაც წვეას (5) საშუალებით გადაეცემა მტოცს (6), რომელიც ასწევს კბილა სექტორის მხარს და შემობ-



რუნებს თავის ღერძის გარშემო ისარს (4). ისარი ციფერბლატზე სათანადო ბრუნთა რიცხვს უჩვენებს.

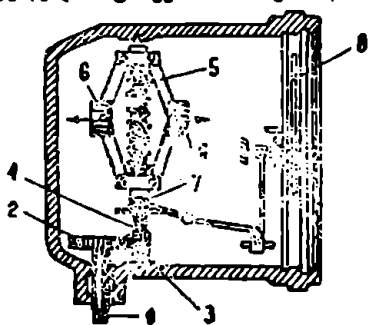
ცენტრიდანული რეგულატორის ტიპის ტაქომეტრის სქემა ნაჩვენებია 45-ე ნახ-ზე. ტაქომეტრის ლილვი (1) კბილანებით (2 და 3) უერთდება მეორე ლილვს (4).

წევებზე (5) დაკიდებული ტვირთები (6) ბრუნვის დროს ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით განიზიდებიან, შეკუმშავენ ზამბარას და გადაადგილებენ მკოსს (7). ეს უკანასკნელი სახსრული შეერთებით იმოქმედებს ისარზე (8), რომელიც ციფერბლატზე სათანადო ბრუნთა რიცხვს უჩვენებს.

ცენტრიდანული ტაქომეტრები საიმედოდ და კარგად მუშაობენ, განსაკუთრებით დიდ ბრუნვებზე. ბრუნთა რიცხვის მკვეთრი შეცვლის დროს მათ აქვთ სწრაფი რეაგირების უნარი, მაგრამ მკირე ბრუნთა რიცხვებზე არა აქვთ მდგრადი ჩვენება და ამიტომ ნაკლებ სიზუსტეს იძლევიან.

ამავე პრინციპით მუშაობს ხელის ტაქომეტრებიც, რომელთაც აქვთ გადაცემათა კოლოფი.

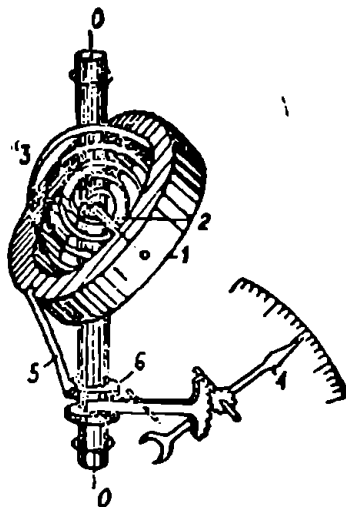
46-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია გადაცემათა კოლოფიანი ტაქომეტრი ჯა მისი საცვლელი ბუნიკებით. როგორც ჩანს,



ნახ. 45. ცენტრიდანული რეგულატორის ტიპის ტაქომეტრის სქემა.

ამორთავენ (ჩართვის ხანგრძლიობა უნდა იყოს 2—3 წამი).

47-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია საათიანი ტაქომეტრის სქემა. ტაქომეტრი შემდეგნაირად მუშაობს: ლილვი (1) შეერთებულია ძრავის მუხლა ლილვთან ან



ნახ. 44. ცენტრიდანული ტაქომეტრის სქემა.

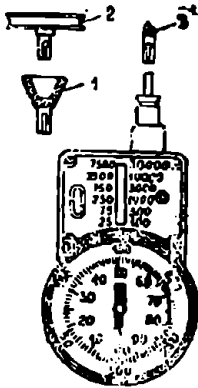
1. ტვირთი (ჩველი); 2. ღერძი;
3. ზამბარა; 4. ისარი.

ეს ტაქომეტრი საშუალებას იძლევა, რომ ბრუნთა რიცხვი გაიზომოს მეტად დიდ ზღვრებში, კერძოდ, 25-დან 30000 ბრ/წ.

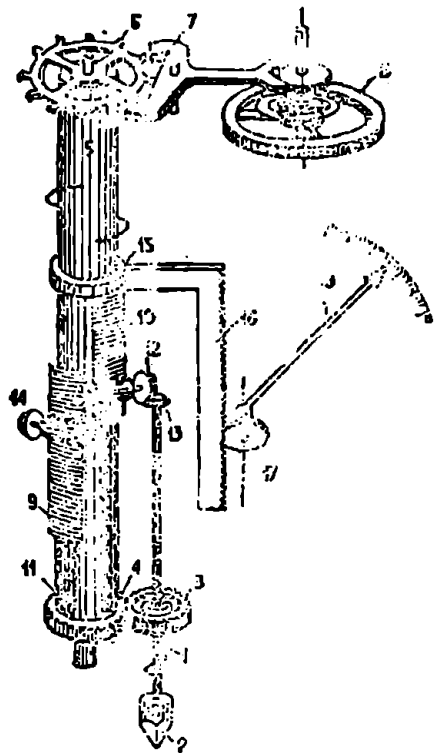
ქრონომეტრული ტაქომეტრების ანუ საათიანი ტაქომეტრების აგებულების პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ აქ საათის მექანიზმი ჩვეულებრივ შეერთებულია ბრუნთა რიცხვის მთელელთან. ასეთი ტაქომეტრებით იზომება საშუალო ბრუნთა რიცხვი დროის გარკვეული მონაკვეთისათვის. ამ მიზნით ტაქომეტრს პერიოდულად ჩართავენ და

განმანაწილებელ ლილვთან დრეკადი ლილვით, ან ხელის ტაქომეტრის შემთხვევაში სამკუთხა ბუნიკით (2). ცილინდრული კბილანებით (3 და 4) ლილვი (1) უერთდება მეორე ლილვს (5).

ცილინდრული კბილანა (3) ლილვზე იმგვარადაა დასმული, რომ



ნახ. 46. ხელის ტაქომეტრი: 1, 2 და 3 საცვლელი ბუნიკები.



ნახ. 47. ტაქომეტრი საათის მექანიზმით.

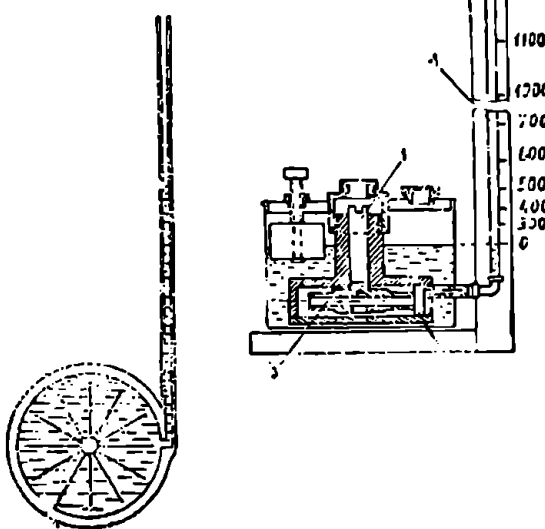
ლილვის (1) ზედმეტად სწრაფი ბრუნვის დროს—რაც ალემბიტება საათის მექანიზმის (6, 7 8) დასაშვებ რეჟიმს—ლილვთან (5) შეერთებული ფრიქციული ქურო კბილანაში აცურდება და ლილვი (5) შეინარჩუნებს მუდმივ ბრუნვას იმისგან დამოუკიდებლად, თუ როგორი იქნება ლილვის (1) ბრუნვის სიჩქარე.

ლილვი (5) ბრუნავს მუდმივი სიჩქარით (3 წამში ერთი ბრუნვი) საათის მექანიზმის (6, 7, 8) დახმარებით და მას აქვს ერთმანეთთან  $120^\circ$  კუთხით განლაგებული კბილა ლარტყები (9 და 10). თავიანთ ცილოებში ამ ლარტყებს შეუძლიათ ლილვის გასწვრივ გადაადგილება, ხოლო პირველყოფილ მდგომარეობას უბრუნდებიან ზამბარის (11) საშუალებით. კბილა ლარტყა მოდებულია პატარა კბილანაზე (12), რომელიც მოძრაობაში მოჰყავს ლილვზე (1) დისმულ და გასაზომი ბრუნთა რიცხვით მბრუნავ კბილანას (13). ლილვზე (5) ლარტყასთან ჩაკბილულია უძრავი კბილანა (14). ლილვის (5) ბრუნვის დროს კბილანა (12) შეერთებული რჩება ლარტყებთან (9 და 10) ლილვის ბრუნვის მხოლოდ ერთი მესამედის განმავლობაში. ამგვარად, ლილვი თითოეულ ლარტყას რიგრიგობით მალლა ასწევს ლილვის (1) ბრუნთა რიცხვის

პროპორციულად. დროის ამ მონაკვეთში აწეული ლარტყა სცილდება კბილანას (12) და ჩაირთვება კბილანასთან (14), რომელიც ამ ხნის განმავლობაში (ლილვის  $\frac{1}{3}$  ბრუნვი) იჭერს ლარტყას იმავე სიმაღლეზე, რომელზედაც ეს უკანასკნელი იყო კბილანისაგან (12) გამოართვის მომენტში. შემდგომი  $\frac{1}{3}$  ბრუნვის დროს ზამბართ (11) აწეული ლარტყა თავის საწვის მდგომარეობას უბრუნდება. კბილა ლარტყები ასწევენ რგოლს (15) და მასზე დამაგრებულ კბილა ლარტყას (6), რომელიც შემობრუნებს კბილანას (17) და ისარს (18).

ამგვარად, განხილული საათიანი ტაქომეტრი. გვიჩვენებს ლილვის ბრუნვის საშუალო სიჩქარეს დროის იმ მონაკვეთში, სანამ ლილვი (5) შემობრუნდება  $\frac{1}{3}$  ბრუნვით.

საათიანი ტაქომეტრების ჩვენება საკმაოდ ზუსტი და საიმედოა. მათ ძირითად ნაკლოვანებას დამზადების სირთულე და კუთხური სიჩქარის ცვალებადობის დროს ნახტომისებრი ჩვენება წარმოადგენს.



ნ.ხ. 48 სითხის ტაქომეტრის სქემა და ინჟ. კარანუხოვის სისტემის ტაქომეტრის აგებულება.

### სითხის ტაქომეტრები

სითხის ტაქომეტრები ფაქტიურად წარმოადგენენ ცენტრიდანულ ტუმბოებს, რომელთა დაწნევის სიდიდე განისაზღვრება მინის მილში სითხის სვეტის სიმაღლით. თუ ტუმბოს ფრთიანას ლილვს ძრავის მუხლა ლილვს შეუერთებთ, მაშინ სითხის სიმაღლე მილში ძრავის ბრუნვა რიცხვის პროპორციული იქნება.

48-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია სითხის ტაქომეტრის სქემა და ინჟ. კარანუხოვის სისტემის ტაქომეტრის აგებულება.

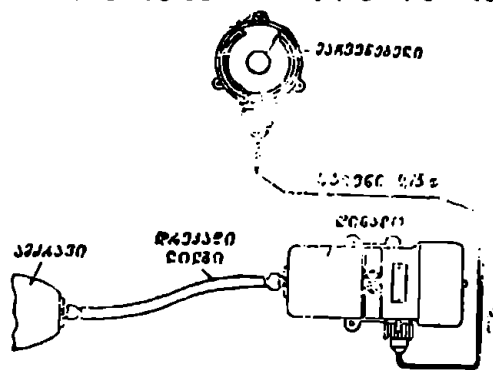
სითხის ტაქომეტრს აქვს მარაგელა სითხით, რომელშიაც ბრუნავს ამათუჟიმ ფორმის ფრთიანა და მაჩვენებელი მილი.

მაჩვენებელ მილში სითხის სიმაღლის დიაპაზონის ცვალებადობა განსაზღვრავს ბრუნთა რიცხვის ცვალებადობის ზღვრებს. ლერძზე (1) დასმულია როტორი (2), რომელსაც რადიალური ხერცები (3) აქვს, როტორის ბრუნვის დროს სითხე გაიდევნება ცენტრიდან პერიფერიებისაკენ და მისი წნევა, რომელიც მანომეტრით (4) იზომება, წარმოადგენს ძრავის ბრუნთა რიცხვის საზომს.

ასეთი ტაქომეტრების სიმარტივისა და ჩვენების სიზუსტის გამო, ისინი გამოიყენებიან როგორც სტანდარტული ტაქომეტრები ტარირებისათვის. სითხედ იყენებენ ზეთში არეულ ნავთს.

### ელექტროტაქომეტრები

ელექტროტაქომეტრებს აქვს ცვლადი დენის გენერატორი, რომელიც დრეკადი ლილვით უერთდება ძრავის მუხლა ლილვს (ან სხვა მბრუნავ ნაწილს) და ვოლტმეტრს, რომელიც დაგრადულირებულია ბრუნთა რიცხვით.



ნახ. 49. ელექტროტაქომეტრის შეერთების სქემა.

იმის გამო, რომ მიმღებში (გენერატორში) ინდუქციურებული დენი ცვალებადია, მისი ძაბვა ბრუნთა რიცხვის პროპორციული იქნება. 49-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია ელექტროტაქომეტრის შეერთების სქემა.

გენერატორი თავსდება ძრავთან ახლოს და უერთდება მის ლილვს ან ამძრავს. მაჩვენებელი შეიძლება დაშორებული იყოს, რაც ასეთი ტაქომეტრის მთავარ უპირატესობას წარ-

მოადგენს. ელექტროტაქომეტრები საექსპლუატაციოდ მეტად მოსაყვარებელია და ჩვენების საკმაო სიზუსტესაც იძლევა. მაჩვენებლის არასაკმაო სიმტკიცე და გენერატორის მექანიკური მდგომარეობის მიხედვით ჩვენების სიზუსტის ცვალებადობა წარმოადგენს ამ ტაქომეტრების ნაკლოვანებას, რის გამოც საჭიროა მათი პერიოდული შემოწმება და რეგულირება.

### ბრუნთა რიცხვის ჯამური მთვლელი

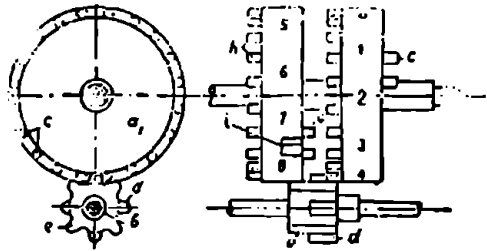
ბრუნთა რიცხვის ჯამური მთვლელით იზომება ბრუნთა რიცხვი დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში.

მთვლელის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია 50-ე ნახ-ზე.

მთვლელს აქვს კბილა თვლების რიგი, რომელთა კბილთა რიცხვი 10-ის ჯერადია და რომელთა ფერსოებზე დამჩნეულია ციფრები 0-დან 9-მდე. პირველი კბილა თვალი მოძრაობაში მოდის ძრავიდან ისე, რომ ძრავის თითოეული ბრუნვის დროს კბილანა შემობრუნდება  $1/10$  ბრუნზე. ცხადია, რომ

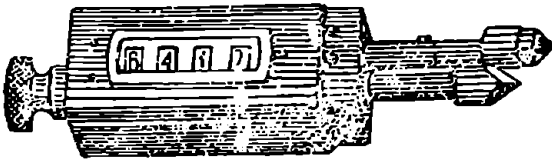
ძრავის თითოეული ბრუნის დროს დაკვირვების ხერეტილში თანმიმდევრობით გამოჩნდება ციფრები 1-დან 9-მდე. ყოველთვის, როდესაც თვალი ბრუნავს 9-დან 0-ზე, ის შუალედური კბილანით გადაადგილდება ერთი კბილით შემდგომ კბილანას, რომლის მთელი ბრუნი გამოიწვევს შემდგომი კბილანის გადაბრუნებას ერთ კბილზე და ა. შ.

ერთი თვლით მეორე, შემდგომი თვლის შემობრუნების მექანიზმი შემდეგნაირად მოქმედებს. თითოეულ ციფრებიან კბილანას ერთ მხარეზე აქვს 20 ცალი მასრა (h), ხოლო მეორე მხარეზე ამოჭრილის (i) ნაპირებზე—2 ცალი მასრა (c). ციფრებიანი თვლების თითოეული წყვილი ერთმანეთთან ჩართულია საშორისეთო კბილანით (b), რომლის რვა კბილანიდან ოთხი კბილი (c) მთელი სიგრძისაა, ხოლო ოთხი (d) ნახევარი სიგრძის.



ნახ. 50. ბრუნთა რიცხვის მთვლელის მექანიზმი.

როდესაც თვლები 50-ე ნახ-ზე ნაჩვენებ მდგომარეობაშია, თვალი (ა<sub>2</sub>) ვერ იბრუნებს, რადგან მას ხელს უშლის ა<sub>1</sub> თვლის ფერსოზე გრძელი კბილებით (e) მიყრდნობილი კბილანა (b). როდესაც კბილანა (ა<sub>1</sub>) თავის ამონაჭერით (i) მიუახლოვდება კბილანას (b), მასრები (c) მოედებიან კბილებს (e)



ნახ. 51. ბრუნთა ჯამური მთვლელი.

დაკვირვების ხერეტილში გამოჩნდება შემდგომი ციფრი. თვალი (ა<sub>2</sub>), რომელსაც მარჯვენა მხარეზე აქვს ორი მასრა (e) ამონაჭერის ნაპირებზე, მსგავსი კბილანით (b) თავისი მთლიანი ბრუნის დროს შემობრუნებს  $\frac{1}{10}$  ბრუნით შემდგომ ციფრებიან თვალს და ა. შ. 51-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია ბრუნთა რიცხვის ჯამური მთვლელის საერთო ხედი. მთვლელს აქვს ორი ბუნიკი: ერთი მარჯვენა, ხოლო მეორე—მარცხენა ბრუნისათვის.

ბრუნთა რიცხვის განსაზღვრამდე საჭიროა, ციფრები დაეაყენოთ 0-ზე. ამ მიზნით მთვლელს აქვს სახელური, რომლის დაბრუნება, მთვლელის კორპუსზე აღნიშნული ისრის მიმართულებით, მოიყვანს ციფრების ჩვენებას 0-ზე.

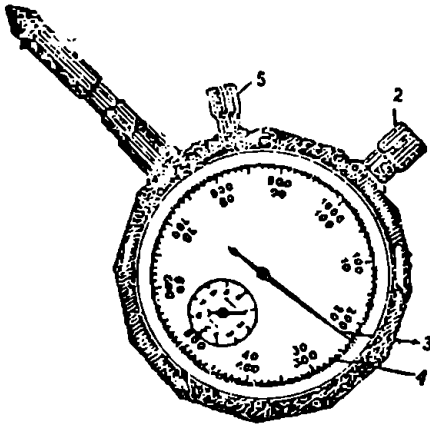
ტ ა ქ ო ს კ ო მ ი

აშკარაა, რომ ბრუნთა მთვლელის გამოყენების დროს საჭიროა წამშვომის გამოყენებაც.

ძრავების ლაბორატორიული გამოცდების დროს წუთში ბრუნთა რიცხვის გასაზომად მეტად მოხერხებულა ე. წ. ტაქოსკოპის გამოყენება (ნახ. 52).

52-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია ტაქოსკოპი, სამი წამის განმავლობაში.

ტაქოსკოპი, რომელიც ბრუნთა რიცხვს ზომავს დახმარებით ბრუნთა რიცხვის გაზომვა შემდეგნაირად წარმოებს:



ნახ. 52. ტაქოსკოპი.

ტაქოსკოპის შპინდელის ბუნიკს (1) მიუერთებენ გამოსაცდელი ძრავის ლილვს და დააქერენ ცნობს (2); ამ დროს მოიმართება ხელსაწყოს საათის მექანიზმი. რამდენიმე ხნის შემდეგ ტაქოსკოპის მბრუნავ შპინდელთან ავტომატურად შეერთდება ისარი (3). შპინდელისაგან ისრის გამორთვაც ავტომატურად ხდება ზოგიერთ ხელსაწყოში სამი წამის ან ზოგიერთში ხუთი წამის შემდეგ.

ლილვს ბუნიკს მოაცილებენ იმის შემდეგ, როდესაც ისარი გაქერდება. ლილვის ბრუნთა

რიცხვის ათვლა წუთში წარმოებს სკალის (4) იმ დანაყოფის მიხედვით, რომლის პირდაპირ გაჩერდა ხელსაწყოს ისარი. ცნობზე (5) ხელის დაქერით ტაქოსკოპის ისარი უბრუნდება საწყის მდგომარეობას.

§ 4. ხაწვავის ხარჯის გაზომვა

ძრავების გამოცდის დროს საწვავის ხარჯის განსაზღვრა შეიძლება მოხდეს სამი ხერხით:

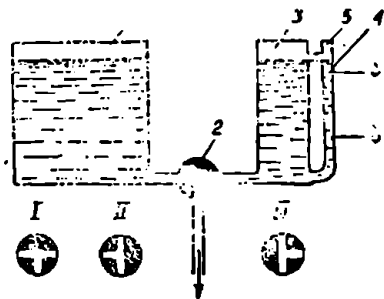
1. დროის გარკვეულ მონაკვეთში დახარჯული საწვავის მოცულობის მიხედვით (მოცულობითი ხერხი);
2. დროის გარკვეულ მონაკვეთში დახარჯული საწვავის წონის მიხედვით (წონითი ხერხი);
3. საწვავის ხარჯის უწყვეტი ზომვით (გამდინარე საწვავის სიჩქარითი-დაწნევის გაზომვით).

ხაწვავის ხარჯის მოცულობითი გაზომვის მეთოდი

საწვავის ხარჯის მოცულობითი გაზომვის უმარტივესი, მაგრამ ნაკლებად ზუსტი, მეთოდი შემდეგნაირად მოხდება (ნახ. ნახ. 53).

საწვავი, რომელიც სამარაგო ავზშია (1), მიეწოდება ძრავს სამსელიანი ონკანით (2). სამარაგო ავზს (1) სამსელიანი ონკანით უერთდება საზომი ავზი (3). იმ მიზნით, რომ გაზომვა საკმაოდ ზუსტი იყოს, საჭიროა საზომი ავზის (3) კვეთი რაც შეიძლება მცირე, ხოლო სიმაღლე კი—დიდი იყოს. საზომი (3) ავზის მოცულობაა ისე აირჩევენ, რომ ის საკმაო იყოს ცდის განმავლობაში ძრავის მუშაობისათვის. საზომი ავზი წინასწარ დაყალიბებულია (ტარი-რებულია) და მისი საზომი მილის (5) კედლებზე ან სპეციალურ ლარტყაზე (4) დამჩნეულია სათანადო დანაყოფები მოცულობით ერთეულებში, რომლებიც ავზში საწვავის დონის მიხედვით გამოხატავენ მოცულობას.

ძრავის მუშაობის დროს საზომი ავზის შევსება შესაძლებელია მაშინ, როცა ონკანი I მდგომარეობაშია. საწვავი ჩვეულებრივ მიეწოდება ძრავს ავზიდან (1) ონკანის II მდგომარეობის დროს. დაბარჯული საწვავის გასაზომად ონკანი უნდა შემობრუნდეს III მდგომარეობაში და საწვავი ამ დროს დაიხარჯება საზომი ავზიდან (3).



ნახ. 53. მოცულობითი ბერხით საწვავის ხარჯის გაზომვის სქემა.

საწვავის ნორმალური დონე ცდის დასაწყისში უნდა იყოს (ა) წანახაზზე მალა, რომ გაზომვის დაწყებამდე ძრავმა შესძლოს მუშაობა საზომ ავზში მოთავსებული საწვავით. დრო, რომლის განმავლობაში საწვავის დონე (ა) წანახაზიდან დაეშვება მეორე (ბ) წანახაზამდე, იზომება წამმზომით და თუ გვეცოდინება რა დროში დაიხარჯა საწვავის განსაზღვრული რაი-დენობა, ადვილი იქნება საწვავის ხარჯის გამოთვლა.

ამგვარად, თუ (ა) და (ბ) წანახაზებს შორის დონის დაწვეით დაიხარჯა  $V$  ლიტრი საწვავი  $\tau$  წმ დროის განმავლობაში და იმავე საწვავის ტემპერატურაა  $t^{\circ}C$ , მაშინ საწვავის ხარჯი წამში იქნება  $\frac{V}{\tau}$ , ხოლო საწვავის საათურ-რი ხარჯი კი

$$G_s = \frac{V \cdot \gamma_s \cdot 3600}{\tau} \text{ კგ/ს,}$$

სადაც  $\gamma_s$  არის საწვავის კუთრი წონა  $t^{\circ}C$  ტემპერატურის დროს.

საწვავის კუთრი ხარჯი, ე. ი. ხარჯი ერთ ცბენის ძალაზე საათში იქნება:

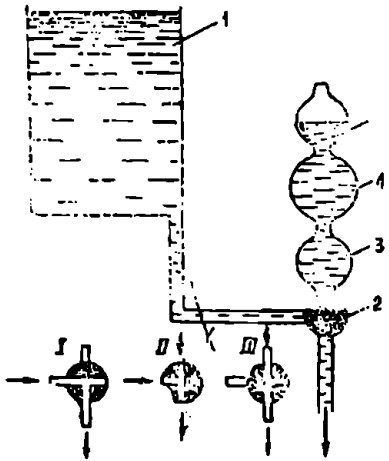
$$g = \frac{V \cdot \gamma_s \cdot 3.600.000}{N_e \tau} \text{ გრ/ც. ძ. ს,}$$

სადაც  $N_e$  არის საწვავის ხარჯის გაზომვის დროს ძრავის მიერ განვითარებული ეფექტური სიმძლავრე.

მოცულობის მიხედვით საწვავის ხარჯის განსაზღვრისათვის შედარებით გაუმჯობესებული ხელსაწყო ნაჩვენებია 54-ე ნახ.ზე. ამ ხელსაწყოთი შეიძლება უფრო ზუსტად გაეზომოდ საწვავის ხარჯი.

აეზიდან (1) სამსვლიანი ონკანით (2), I მდგომარეობის დროს, საწვავი მიეწოდება ძრავს. თუ ონკანს (2) დაეაყენებთ II მდგომარეობაში, საწვავი მიეწოდება ქურქლებს (3), (4) და (5) და ერთდროულად ძრავსაც.

საწვავის გაზომვის დროს (III მდგომარეობა) აეზი (1) გამოირთვება და საწვავი იხარჯება საზომი ქურქლებიდან, რომლებიც ერთმანეთთანაა შეერთებული. საზომი ქურქლების შემაერთებელ მილებზე არის სათანადო ნაჩვენებები (წანახაზები), რომელთა შორის მოთავსებული საწვავის მოცულობა წინასწარ ზუსტადაა გაზომილი. თუ განვსაზღვრავთ წამშზომით დროს, რომლის განმავლობაში დაიხარჯება საწვავი ერთი ან ორივე საზომ ქურქლიდან, მაშინ, ზემომოყვანილი ფორმულის საფუძველზე ადვილია საწვავის ხარჯის გამოთვლა. მოცულობითი ხერხით საწვავის გაზომვის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ გაზომვების დროს აუცილებელია საწვავის კუთრი წონის განსაზღვრა; გარდა ამისა, გაზომვის სიზუსტე დამოკიდებულია ექსპერიმენტატორის გამოცდილებაზეც.



ნახ. 54. საზომი ქურქლებით საწვავის ხარჯის გაზომვის სქემა.

სათანადო წანახაზებთან საწვავის დონის გაელაზის მომენტები ზუსტად უნდა აღერიცხოთ წამშზომით და დამკვირვებლის თვალი მიმართული უნდა იყოს წანახაზების გასწვრივ.

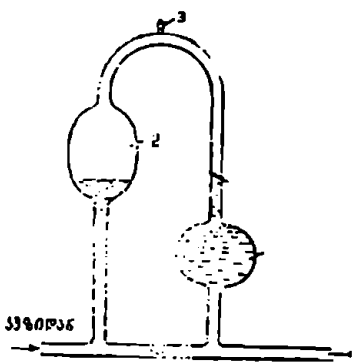
საწვავის ხარჯის გაზომვას ღია საზომი ქურქლებით აქვს კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ნაკლი. საწვავის მიმწოდებელი ტუმბოს მქონე ძრავების გამოცდის დროს კარბურატორში საწვავის მიწოდება თვითდინებით ხდება აეზიდან, რომელიც ისეთ სიმაღლეზე უნდა იყოს დაყენებული, რომ დაწნევას იძლეოდეს  $0,2-0,3$  კგ/სმ<sup>2</sup>. ასეთ სიმაღლეზე საზომი ქურქლების დაყენება მოუხერხებელია და მათ საერთოდ დამკვირვებლის თვალის გასწვრივ აყენებენ. ამ შემთხვევაში დაწნევა არ აღემატება  $0,1-0,15$  კგ/სმ<sup>2</sup> და ამიტომ კარბურატორის ტიეტივას ნემსა შედარებით ნაკლები დაწნევის ქვეშ იმყოფება. ამ გარემოებას შეუძლია გამოიწვიოს საწვავის ხარჯვის ნამდვილი სურათის გარკვეული დამახინჯება. თუ გამოცდის დროს ძრავის კვებას მოვაწყობთ ტუმბოს საშუალებით, მაშინ ხარჯის გაზომვაც უფრო სწორი იქნება.

როგორც საწვავის ხარჯის გაზომვის დროს, ასევე ძრავის ნორმალური მუშაობის დროს საწვავის მუდმივი დაწნევის მისაღებად, იყენებენ დახურულ



კოლბას ე. წ. შტრიხპრობერს, მისი მუშაობის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: იგი საწვავის ხარჯის დროს ინარჩუნებს მუდმივ დაწნევას.

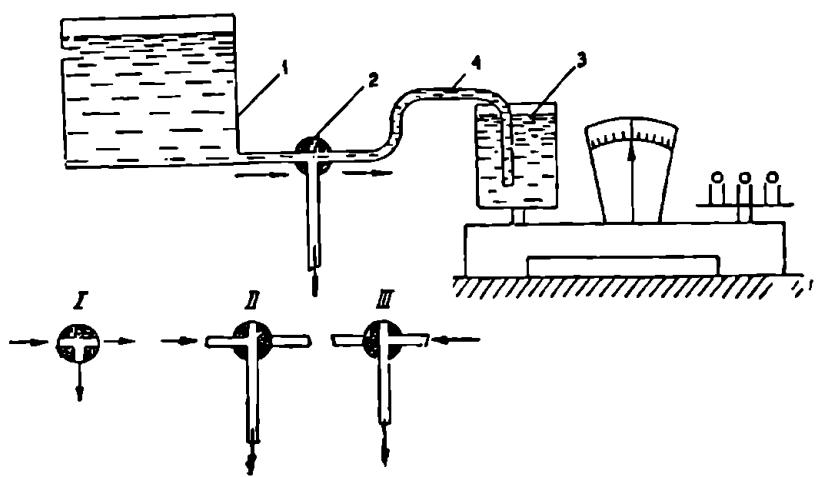
შტრიხპრობერი (ნახ. 55) წარმოადგენს ორ კოლბას, რომლებიც ზემოდან შეერთებულია მილით. ისინი მკვებავ სისტემაში პარალელურად არიან ჩართული. ერთ-ერთი კოლბა (1) წარმოადგენს საზომ კურკულს, იოლო მეორე (2) საშორისეთო მარაგელას. კოლბებს შორის შემაერთებულ მილზე ონკანი (3) დაყენებული. თუ ონკანი (3) ღიაა, მაშინ საწვავი მიეწოდება ძრავს და ერთდროულად ააყვებს კოლბებსაც და ამ დროს კოლბებში საწვავის ზემოთ მოთავსებული ჰაერი შეიკუმშება. საწვავის დონე მანამდე აიწევს, სანამ საწვავის წნევას მკვებავ სისტემაში არ გააწონასწორებს ჰაერის წნევა. თუ ონკანს (3) დავეკეტავთ, საწვავი საზომი კურკულიდან (1) მიეწოდება ძრავს და რადგანაც მარცხენა კოლბა (2) ავჯთან შეერთებულია, ამიტომ მასში საწვავის დონე აიწევს და, ამგვარად, ხელსაწყოში დაიცავს ჰაერის მუდმივ წნევას.



ნახ. 55. შტრიხპრობერის სქემა.

**საწვავის ხარჯის გაზომვის წონითი მეთოდი**

საწვავის ხარჯის გაზომვის წონითი მეთოდი უნულო და ზუსტ მეთოდს წარმოადგენს და ძრავების გამოცდებისათვის ყველაზე მეტადაა გაერ-



ნახ. 56. საწვავის ხარჯის წონითი გაზომვის სქემა.

ცლებული, რადგანაც ატმოსფერული პირობების ცვლილება მასზე გავლენას არ ახდენს და პრაქტიკულად უფრო მოსახერხებელიცაა.

56-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია საწვავის ხარჯის წონითი გაზომვის სქემა. საწვავის ავზიდან (1) სამსკლიანი ონკანით (2) იკვებება ძრავი ჩვეულებრივი მუშაობის დროს. სასწორზე დაყენებული საზომი ავზი (3) დრეკადი მილით (4) შეერთებულია სამსკლიან ონკანთან (2) და მისი საშუალებით ავზთან (1).

ონკანის I მდგომარეობაში, ავზიდან (1) საწვავი შედის საზომ ავზში (3) და ერთდროულად მიეწოდება ძრავსაც. საზომი ავზის გავსების შემდეგ ონკანს აყენებენ II მდგომარეობაში და სასწორს საწონებით აწონასწორებენ. გაწონასწორება ისე უნდა მოხდეს, რომ საწვავის ავზის მხარე ოდნავ სძლევდეს საწონებს. ეს განსხვავება ისეთი უნდა იყოს, რომ ძრავს შეეძლოს იმუშაოს 5—10 წამი სასწორის გაწონასწორების მომენტამდე.

გაზომვის მეთოდის შემდეგში მდგომარეობს:

საწვავით საზომი ავზის გავსებისა და საწონებით მისი გაწონასწორების შემდეგ სამსკლიან ონკანს დააყენებენ III მდგომარეობაში და ძრავი დაიწყებს კვებას საზომი ავზიდან. როგორც კი სასწორი გაწონასწორდება, ჩართავენ წამშოშს და საწონებიდან აიღებენ განსაზღვრული წონის საწონეს. როდესაც ავზიდან საწვავის ხარჯვის მიხედვით სასწორი ისევ გაწონასწორდება, წამშომს გააჩერებენ და აღრიცხავენ დროს. მაშასადამე, თუ გვეცოდინება დრო, რომლის განმავლობაშიაც დაიხარჯა განსაზღვრული წონის საწვავი, ადვილია ხარჯის გამოთვლა ფორმულით:

$$G = \frac{Q \cdot 3600}{\tau} \text{ კგ/ს,}$$

სადაც  $Q$  არის აღებული საწონის ანუ დახარჯული საწვავის წონა კგ-ში და  $\tau$  — დრო წამებით, რომლის განმავლობაშიაც დაიხარჯა ეს საწვავი.

თუ ცდის მიმდინარეობის დროს გაზომილი იყო ძრავის ეფექტური სიმძლავრე, მაშინ ადვილია საწვავის კუთრი ხარჯის განსაზღვრა შემდეგი ფორმულით:

$$g = \frac{G \cdot 1000}{N_e} = \frac{Q \cdot 3600 \cdot 1000}{N_0 \cdot \tau} \text{ გრ/ც. ძ. ს.}$$

საწვავის ხარჯის გაზომვის წონითი მეთოდი უფრო მოსახერხებელია და გავრცელებული. რადგანაც ამ დროს საწვავის კუთრი წონის განსაზღვრა არაა საჭირო, რაც ამცირებს ცდებისა და გამოთვლების დროს შესაძლო ცდომილების სიდიდეს. ამ მეთოდის უხერხულობა გამოიხატება იმაში, რომ აპარატურა არაპერმეტულია, რის გამო საწვავი ორთქლდება და ვრცელდება შენობაში, სადაც მიმდინარეობს ცდები.

ამ მეთოდით საწვავის ხარჯის გაზომვის დროს ცდის ხანგრძლიობა განისაზღვრება გარკვეული რაოდენობის საწვავის ხარჯვით. რეკომენდებულია, რომ საწვავის რაოდენობა, რომელიც უნდა დაიხარჯოს თითოეული ცდისათვის იყოს: უნივერსალის ძრავისათვის—200 გრ; CXT3—200 გრ; 1 MM—400 გრ; D—35—200 გრ; D—54—300 გრ; KDM—46—500 გრ; ΓA3—M—400 გრ; ZHC—120—500 გრ.

### საწვავის ხარჯის გაზომვა გამოდინების მეთოდით

საწვავის ხარჯი შეიძლება გაეზომოს აგრეთვე მისი გამოდინების სიჩქარის მიხედვით. ამ მიზნით გამოიყენება ხელსაწყო ე. წ. ფლოუმეტრი (რაც სიტყვა-სიტყვით ნიშნავს ნაკადის მზომს), რომელიც იძლევა ძრავში მიწოდებული საწვავის რაოდენობის უშუალო ჩვენებას. ფლოუმეტრი დაგრა-ღულირებულია ლ/ს-ში.

57-ე ნახ.ზე ნაჩვენებია ფლოუმეტრის სქემა. ვერტიკალური (ა) და (ბ) მილები ქვედა ბოლოებით ერთმანეთს შეერთდება ვენტურის (გ) მილით. (ა) მილში საწვავის მუდმივი დონე (დ) სატივტივე მექანიზმითაა დატული.

საწვავის დონე (ა) მილში არაა დამოკიდებული ვენტურის (გ) მილში საწვავის ნაკადის სიჩქარისაგან.

ძრავში საწვავის მიწოდება და შეწყვეტა ბორცვივით (ე) ონკანით. როდესაც ონკანი დახურულია, საწვავს (ბ) მილში აქვს ისეთივე დონე, როგორც (ა) მილში. როდესაც ონკანი ღიაა, მაშინ (ბ) მილში საწვავის დონე რამდენიმედ დაიწევს და ამ მდგომარეობაში დარჩება მუდმივად. (ა) და (ბ) მილებში დონეთა სხვაობა დამოკიდებულია საწვავის ნაკადის სიჩქარისაგან; ამიტომ, რადგანაც ვენტურის მილი, რომელშიაც გადის საწვავი, დაყალიბებულია, შესაძლებელი ხდება საწვავის ხარჯის განსაზღვრა:

საწვავის ხარჯი განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q = CV\sqrt{2gh}$$

აბ

$$h = \frac{Q^2}{C^2 2g}$$

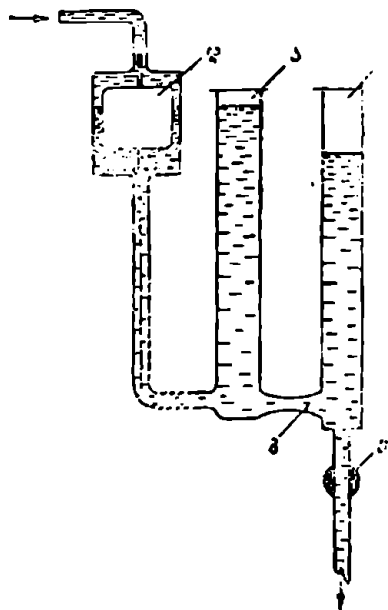
სადაც  $Q$  არის საწვავის ხარჯი კგ,

$h$  — საწვავის დონეთა სხვაობა (ა) და (ბ) მილებში მმ,

$C$  — ვენტურის მილისათვის ხარჯის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გასავალი კვეთის ფართობზე და ფლოუმეტრის კონსტრუქციაზე.

$C$  კოეფიციენტის სიდიდე თითოეული მილისათვის განისაზღვრება ექსპერიმენტული წესით.

ფლოუმეტრების დაყენების დროს აუცილებელია მათი ხისტად დამაგრება და ზუსტად ვერტიკალური განლაგება. დაწნევა უნდა იყოს არა ნაკლებ  $2 \times 10$  მმ და არა უმეტეს  $40$  მმ. დამამაჟოთილი მდგენების ნია-



ნახ. 57. ფლოუმეტრის სქემა.

ლებად საკიროა, რომ გამოდინების ხანგრძლიობა ათელი იქნეს ძრავის მუშაობის რეჟიმის დამყარების შემდეგ. ხელსაწყო წესიერად მუშაობს მაშინ, როდესაც მთელი სისტემა ავსებულა საწვავით და მილებში არ არის ჰაერის ბუშტულები.

მართალია, ფლოუმეტრის გამოყენება ადვილი და მოსახერხებელია, რადგანაც ის იძლევა ალებულ მომენტში ძრავის მიერ საწვავის ხარჯის უშუალო ჩვენებას [თუ (ბ) მილში დონის დაწვევა დაგრაღულირებულია ლ/ს დანაყოფებით], მაგრამ საკვლევო მიზნებისათვის ხელსაწყო სიზუსტე არაა საკმარისი.

### § 8. ჰაერის ხარჯის გაზომვა

საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების გამოცდების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს ჰაერის ხარჯის გაზომვა წარმოადგენს.

ჰაერის ხარჯის დადგენა საფუძვლად უდევს ძრავის მუშაობის ისეთი მნიშვნელოვანი და ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრას, როგორცაა: შეესების კოეფიციენტი ( $\eta_p$ ) და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი ( $\alpha$ ).

#### გაზომვის მეთოდები

თანამედროვე პრაქტიკაში ჰაერის ხარჯს საზღვრავენ რამდენიმე მეთოდით, სახელობრ:

1. ჰაერის მოცულობის უშუალო გაზომვით—აირმცავის ან აირსაათების საშუალებით.

საზომ მოწყობილობათა მეტად დიდი გაბარიტული ზომებისა და თვით გაზომვის ტექნიკის სიძნელის გამო, ამ მეთოდს ამჟამად თითქმის არ იყენებენ.

2. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის უშუალო გაზომვით—ერთოვანა ან ფირფიტოვანი ანემომეტრების დახმარებით. ამ მეთოდს ძირითადად იყენებენ ჰაერის შედარებით დიდი კვეთის მქონე ნაკადების სიჩქარის გასაზომად.

თერმოელექტრული ანემომეტრით ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვის საშუალებით. ასეთი ანემომეტრების მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ნაკადის სიჩქარისაგან სადენის წინააღობისა და დენის ძალის დამოკიდებულებაზე. ამ მეთოდს იყენებენ მეტად მცირე სიჩქარეების შემთხვევაში; თავისი სირთულის გამო, ის ფართოდ არ არის გავრცელებული.

ხშირად ჰაერის ხარჯს საზღვრავენ არაპირდაპირი მეთოდით, როდესაც ნაკადის სიჩქარე ან პოტენციური ენერგია იზომება ნაკადის ხელოვნური შევიწროებით (საქშენი, დიაფრაგმები, მილები) ან სპეციალური მილებით (პიტოს ან პრანდტლეს პნევომეტრული მილი).

საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების გამოცდის პრაქტიკაში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული უკანასკნელი ხერხი (არაპირდაპირი მეთოდით).

ნაკადის ხელოვნური შევიწროების ხერხი იმაში მდგომარეობს, რომ შევიწროებამდე და მის შემდეგ წნევებს შორის სხვაობა, რაც შევიწროებულ კვეთში ჰაერის სიჩქარის ზრდითაა გამოწვეული, განსაზღვრულ დამოკიდებულებაშია ჰაერის ხარჯთან, ე. ი. ამ უქანასკნელის საზომს წარმოადგენს.

ჰაერის ხარჯის გასაზომად საჭიროა მხოლოდ ამ წნევათა სხვაობისა და შევიწროების წინ ჰაერის მდგომარეობის გაზომვა. ამ მეთოდის ასეთი სიმარტივე და გაზომვის სისწრაფე მიგვიითითებს მის უპირატესობაზე, რის გამოც იგი სხვა მეთოდებთან შედარებით ყველაზე უფრო თართოდ გავრცელდა.

პრაქტიკაში იყენებენ შევიწროების სხვადასხვა სახეს, რომელთაგან აღსანიშნავია: დიაფრაგმები, საქშენები, ვენტურის მილები, გადასაყენებელი დიაფრაგმები და სხვ.

ყველაზე მეტად შემოწმებული და შესწავლილია ნორმალური დიაფრაგმები და საქშენები, რომლებიც იმდენად დაწერილებით არიან შესწავლილი, რომ ძირითადად არ საჭიროებენ წინასწარ ტარირებას, მაშინ, როდესაც შევიწროების სხვა სახეები (ვენტურის მილები, გადასაყენებელი დიაფრაგმები და სხვა) თითქმის ყოველთვის მოითხოვენ წინასწარ ტარირებას, რაც ჩვეულებრივ დიდ პრაქტიკულ სიძნელეებთანაა დაკავშირებული.

საკითხი რომ უფრო გავამარტივოთ, განვიხილოთ მილში ჰაერის მაგიერ სითხის მოძრაობის შემთხვევა.

დაეუშვათ, რომ მილს, რომელშიაც მოძრაობს სითხე, ერთ-ერთ ადგილზე აქვს შევიწროება (ნახ. 58), აღენიშნოთ შევიწროების წინ (AA კვეთში) სითხის აბსოლუტური წნევა, სიჩქარე, სიმკვრივე (მოცულობის ერთეულის მასა) და მილის კვეთის (AA) ფართობი შესაბამისად  $-p_1, w_1, \gamma_1, f_1$ , ხოლო შევიწროების შემდეგ (BB კვეთში) კი  $-p_2, w_2, \gamma_2$  და  $f_2$ .

ასეთი შემთხვევის განხილვა მაინც წარმოადგენს საქმაოდ რთულ საკითხს, თუ გაეითვალისწინებთ, რომ აქ შესაძლებელია გექონდეს შევიწროების ფორმისა და ხასიათის მრავალი ვარიანტი და ნაკადის მოძრაობის სხვადასხვა სახე.

ასეთ შემთხვევაში სითხის სიჩქარისა და ხარჯის განსაზღვრისათვის საქმაოდ რთულ ფორმულებს ვღებულობთ; ამიტომ თუ განვიხილავთ თეორიულ შემთხვევას და გამოვიყენებთ ბერნულის ტოლობას\*.

\* ტოლობა გაითვალისწინებულია არაკუმშვადი სითხისათვის, როდესაც სითხის გამოდინება დიდი ტევადობის მარაგელადან წარმოებს. ჰაერისთვის სიჩქარის გამოსათვლელად იყენებენ გაზოსახულუბას, რომელსაც ასეთი სახე აქვს:

$$w = \varphi \sqrt{2g \frac{k}{k-1} \frac{p_1}{\gamma_1} \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

სადაც  $\varphi$  ექსპერიმენტული კოეფიციენტი, აღრიცხავს ჰიდრული და ნაკადებს და ეწოდება გამოდინების კოეფიციენტი.

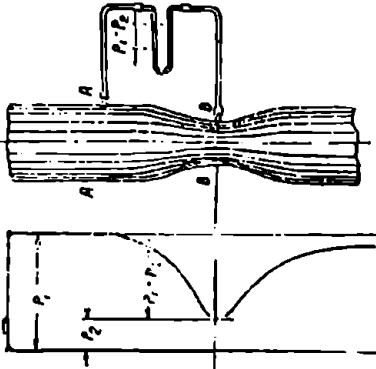
$k$  — ადიაბატის მაჩვენებელი ჰაერისათვის.

$$\frac{p_2}{\gamma_2} = \frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{w_2^2}{2g}$$

მივიღებთ  $BB$  კვეთში სითხის თეორიული სიჩქარისათვის გამოსახულებას:

$$w_2 = \sqrt{\frac{2g}{\gamma_1}(p_1 - p_2)}$$

იმისათვის, რომ აღერიცხოთ ზემომოყვანილი მიზეზების შედეგად სითხის პრაქტიკული სიჩქარის გადახრა თეორიულისაგან, შევიქმნა პრაქტიკული საშუალო სიჩქარე ზოგადად გამოყენებით შემდეგნაირად:



ნახ. 58. ნაკადის კვეთის შევიწროების სქემა—ჰაერის ხარჯის გასახომად.

$$w_1 = \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma_1}(p_1 - p_2)}$$

სადაც  $\mu$ -ს უწოდებენ ხარჯის კოეფიციენტს და ის აღრიცხავს თეორიულ შემთხვევისაგან გადახრას.

ცხადია, რომ სითხის წამური ხარჯი  $BB$  კვეთისათვის წარმოვიღებთ როგორც კვეთის ფართობის, სიჩქარისა და სიმკვრივის ნამრავლი, ე. ი.

$$G_s = f_2 \cdot \gamma_2 \cdot w_2$$

თუ დაეუშვებთ, რომ  $\gamma_1 = \gamma_2$  და ჩავსვამთ სიჩქარის მნიშვნელობას, მივიღებთ:

$$G_s = f_2 \mu \sqrt{2g \gamma_1 \Delta p}$$

სადაც  $\Delta p = p_1 - p_2$  წარმოადგენს წნევათა სხვაობას.

ხარჯის კოეფიციენტის შესწავლა და მისი ცვალებადობის ხასიათის თეორიული განილვა \* ადასტურებს, რომ ხარჯის კოეფიციენტზე მოქმედებს მთელი რიგი ფაქტორები, როგორცაა მავალითად: სითხის კუმშვადობის კოეფიციენტი (რომელიც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია შევიწროების ფორმისა და კვეთების ფართობისაგან), შევიწროების პროფილი, მილის შიგა ზედაპირის დამუშავების ხარისხი, რეინოლდსის რიცხვი და სხვ.

აირის ან ჰაერის მოძრაობის შემთხვევაში შეიძლება ანალოგიური მსჯელობით ვისარკებლოთ, მხოლოდ ხარჯის კოეფიციენტის დადგენა მოვლენის სირთულის გამო, საჭირო და შესაძლებელია მხოლოდ ექსპერიმენტული გზით. ამგვარად, ჰაერის ხარჯის გაზომვის საქმეში ხარჯის კოეფიციენტის განსაზღვრა ცენტრალურ პრობლემას წარმოადგენს.

ამიტომ პრაქტიკულად ხელსაყრელია გამოვიყენოთ მხოლოდ ისეთი შევიწროებები, რომელთა ხარჯის კოეფიციენტი შეიძლება საკმაოდ სიზუსტით დაეადგინოთ ხელსაწყოს წინასწარი ექსპერიმენტული შესწავლისა და ტარი-

\* იხ. Проф. К. И. Страхович. „Прикладная газодинамика“. ОНТИ. 1937.

რების გარეშე. ხელსაწყოებს, რომლებიც წინასწარ ტარირებას არ მოითხოვენ, უწოდებენ ნორმალურ ხელსაწყოებს (ნორმალური დიაფრაგმა, ნორმალური საქშენი და სხვ.).

ნორმალური ხელსაწყო შეიძლება მივიღოთ ორ შემთხვევაში:

1) როდესაც ხელსაწყო მთლიანად შეესაბამება რომელიმე წინათ შესწავლილ ხელსაწყოს—მილსადენების, შევიწროებებისა და სავა პირობების სრული გეომეტრიული ტოლობისა და აირის ერთგვარობის თვალსაზრისით;

2) როდესაც ხელსაწყოში აირის მოძრაობის პირობები მექანიკურად მსგავსია რომელიმე ადრე შესწავლილ ხელსაწყოში მოძრაობის პირობებისა.

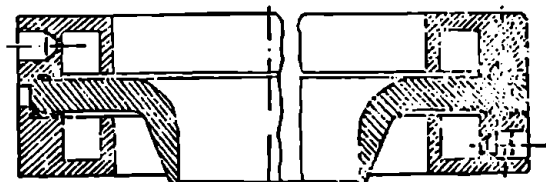
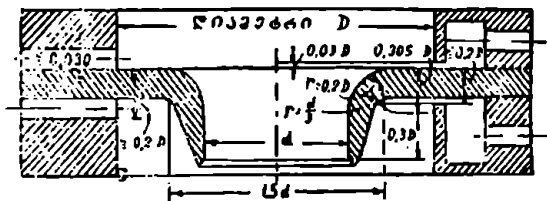
მსგავსობის თეორიის თანახმად შეიძლება ვამტკიცოთ, რომ ორი ხელსაწყო (რომელთაგან ერთი წინასწარ შესწავლილია) ბარჯის კოეფიციენტი ერთნაირი იქნება იმ შემთხვევაში, თუ დაცული იქნება პირობა:

1) სრული გეომეტრიული მსგავსობა (შევიწროებები, მილსადენები, ვაზომვის ადგილები დი მათი დაცილება შევიწროებულ კვეთიდან და სხვ.),

2) ორივე ნაკადის რეინოლდსის რიცხვების ერთნაირობა. ამეამად თითქმის ყველგან (ყველა ქვეყანაში) სარგებლობენ ნორმალური დიაფრაგმებითა და საქშენებით, რომელთა ზომები და ფორმა დადგენილია და დაწერილებითაა შესწავლილი.

59-ე ნაბ-ზე ზემოთ ნაჩვენებია ნორმალური საქშენის თეორიული ფორმა და ზომები, ხოლო ქვემოთ—ფაქტიურად შესრულებული საქშენის სანიმუშო სქემა.

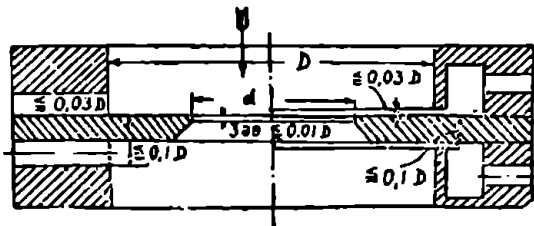
საქშენის დიამეტრი ( $D$ ) არ უნდა იყოს იმ მილის დიამეტრზე ნაკლები, რომელშიაც მას ჩასვამენ, ხოლო საქშენის უმცირესი დიამეტრი ( $d$ ) ისე უნდა შევარჩიოთ, რომ მასში ჰაერის გაელის დროს წნევის დანაკარგი რაც შეიძლება მცირე იყოს. საქშენი მეტად გულდასმით უნდა დაეამზადოთ. მისი



ნაბ. 59 ნორმალური საქშენის თეორიული ფორმა და ზომები (ზემოთ), საქშენის პრაქტიკული შესრულების ნიმუში (ქვემოთ).

სამუშაო ზედაპირი გლუვი უნდა იყოს, ხოლო დიამეტრის ( $d$ ) ზომა სამუშაო ტემპერატურების დროს საჭიროა ვიციოდეთ  $0,1\%$ -ის სიზუსტით.

საქმენი უნდა მოეთათესოთ მილის სწორ უბანზე ისე, რომ საქმენად-დე ამ უბნის სიგრძე უდრიდეს დაახლოებით  $10 D$ -ს, ხოლო საქმენის შე-დეგ  $5 D$ -ს.



ნახ. 60. ნორმალური დიფორმაციის ფორმა და ზომები.

შე-60 ნახ-ზე ნაჩვენებია ნორმალური დიფორმაციის ფორმა და ზომები.

დიფორმაციების და საქმენების გამოყენების შემთხვევაში ჰაერის ხარჯი გამოთვლება ფორმულით:

$$G_1 = \mu f \sqrt{2g\gamma_1(\rho_1 - \rho_2)} \text{ კგ/წმ,}$$

სადაც  $\mu$  არის ხარჯის კოეფიციენტი და აიღება 61-ე ნახ-ზე მოყვანილი დიაგრამიდან;

$\epsilon$  — შემაწვორებელი კოეფიციენტი, რომელიც აღრიცხავს ჰაერის გაფართოებასა და აიღება 62-ე ნახ-ზე მოყვანილი დიაგრამიდან,

$g$  — სიმძიმის ძალის აჩქარება მ/წმ<sup>2</sup>.

$$f = mF, \text{ ხოლო}$$

$$m = \frac{f}{F} = \left(\frac{d}{D}\right)^2 \text{ — საქმენის კვე-$$

თების ფართობთა ფარდობა.

$\gamma_1$  — ჰაერის კუთრი წონა კგ/მ<sup>3</sup>.

$\rho_1 - \rho_2 = \Delta \rho$  საქმენში გაზომილი წნევათა სხვაობა კგ/მ<sup>2</sup>.

მაგალითი: დავუშვათ, რომ საქმენის დიამეტრებია

$$d = 0,12 \text{ მ}$$

და

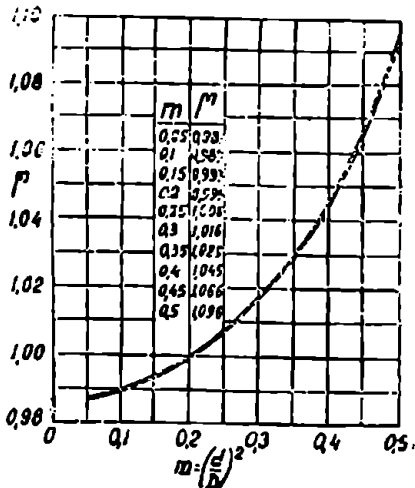
$$D = 0,3 \text{ მ;}$$

მაშინ

$$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2 = 0,158.$$

თუ გაზომვით მიღებული იყო წნევათა სხვაობა

$$\Delta p = \rho_1 - \rho_2 = 300 \text{ კგ/მ}^2,$$



ნახ. 61. მრუდი ხარჯის კოეფიციენტის ( $\mu$ ) განსაზღვრისათვის.



მაშინ დიაგრამებზე შესაბამისად ეპოულობთ

$$\varphi = 0,994$$

და

$$\epsilon = 0,985.$$

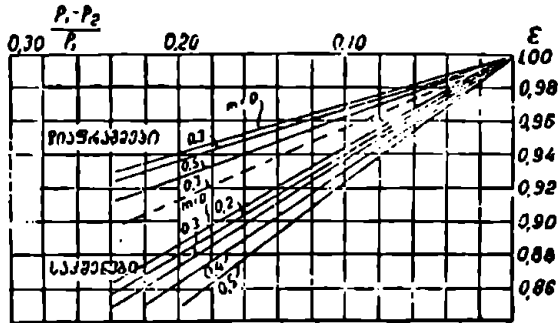
ჰაერის ხარჯის ფორმულაში ამ მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$G_1 = 0,994 \cdot 0,985 \cdot 0,0113 \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 1,23 \cdot 300} = 0,838 \text{ კგ/წმ},$$

ე. ი.

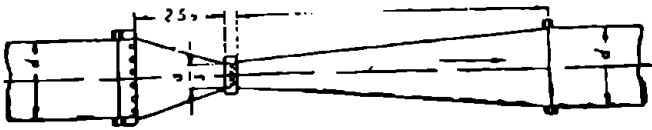
$$G_1 = 3000 \text{ კგ/ს.}$$

დიაფრაგმის ან საქშენის გამოყენების დროს, ნაკადის კვეთის სწრაფი გაფართოების გამო, ადგილი აქვს წნევის დანაკარგს. ამის საწინააღმდეგოდ მილსადენის კვეთს თანდათან ამცირებენ მინიმალურ კვეთამდე და შემდეგ აფართოებენ ისე, რომ კედლებიდან ნაკადი არ მოწყდეს. ასეთი მილის ზომების დაახლოებითი შესაბამისობა ნაჩვენებია 63-ე ნახ.ზე. საწყისი კონუსის კუთხე აიღება  $20^\circ$ , ხოლო გაფართოების კონუსის— $5,5^\circ$ .



ნახ. 62. შემასწორებელი კოეფიციენტის (ε) მრუდი.

სტატიკური წნევის სიდიდის გასაზომად მილის ორ ადგილზე, შევიწროებამდე და უდიდეს შევიწროების ადგილზე, მოწყობილია რკოლისებრი კამერები, რომლებიც ხერხეტილებით შეერთებულია, ერთის მხრივ, მილის შივა სიერცესთან, ხოლო, მეორე მხრივ, სპე-



ნახ. 63. ჰაერის ხარჯის საზომი მილი შევიწროებით.

ციალური მილყელებით—დიფერენციალურ მიკრომანომეტრთან, რომელიც გვიჩვენებს ამ ორ კვეთში წნევების სხვაობას.

ჰაერის ხარჯის გამოთვლა ხდება ჩვეულებრივი წესით, მხოლოდ საჭიროა წინასწარ განვსაზღვროთ მილის ხარჯის კოეფიციენტი სათანადო დიაგრამიდან. როგორც ცნობილია, ჩეინოლდსის რიცხვი

$$Re = \frac{w_0 d_0}{\eta} \cdot \gamma^2,$$

სადაც  $d_2$  არის შვეიწროების უმცირესი დიამეტრი;

$w_2$  — განსახილველ კვეთში ჰაერის საშუალო სიჩქარე;

შეთარდება  $\gamma = \frac{\eta}{\gamma}$  — ჰაერის კინემატიკური სიბლანტე მ<sup>2</sup>/წმ.

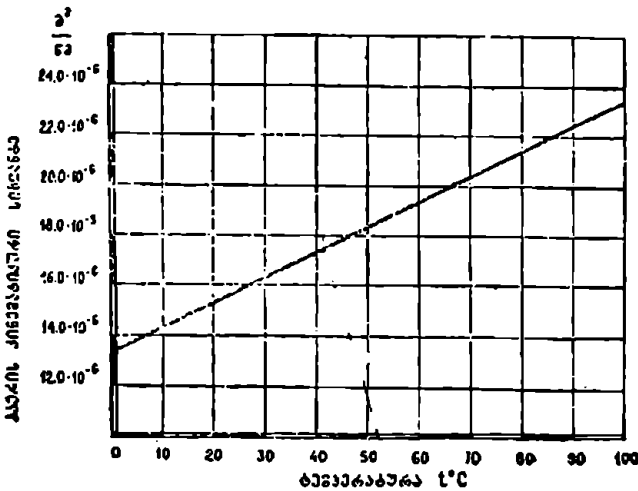
ჰაერის კინემატიკური სიბლანტე შეიძლება ავიღოთ ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით მე-11 ცხრილიდან ან მის საფუძველზე აგებული დიაგრამიდან (ნახ. 64).

ცხრილი 11

ჰაერის კინემატიკური სიბლანტე

ტემპერატურა C°	$\gamma$ კინემატ. სიბლანტე მ <sup>2</sup> /წმ	ტემპერატურა C°	$\gamma$ კინემატ. სიბლანტე მ <sup>2</sup> /წმ
0	13,4 · 10 <sup>-6</sup>	40	17,2 · 10 <sup>-6</sup>
5	13,8 · 10 <sup>-6</sup>	50	18,2 · 10 <sup>-6</sup>
10	14,3 · 10 <sup>-6</sup>	60	19,2 · 10 <sup>-6</sup>
15	14,8 · 10 <sup>-6</sup>	70	20,2 · 10 <sup>-6</sup>
20	15,2 · 10 <sup>-6</sup>	80	21,3 · 10 <sup>-6</sup>
25	15,7 · 10 <sup>-6</sup>	90	22,3 · 10 <sup>-6</sup>
30	16,2 · 10 <sup>-6</sup>	100	23,3 · 10 <sup>-6</sup>

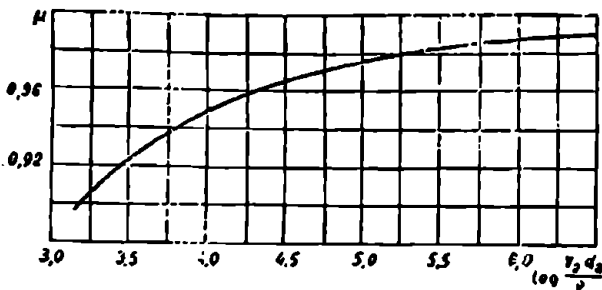
ასეთი მიღებისათვის ხარჯის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეიძლება ავიღოთ 65-ე ნახ-ზე ნაჩვენებ დიაგრამიდან.



ნახ. 64. ჰაერის კინემატიკური სიბლანტის დიაგრამა.

უნდა აღენიშნოთ, რომ ზემოთაღნიშნული მეთოდების გამოყენება წინასწარი ზუსტი ტარირებისა და საწყისი საიმედო მონაცემების გარეშე ვერ

უზრუნველყოფს ისეთ სიზუსტეს, რაც ზოგჯერ საჭიროა სამეცნიერო-კვლევითი მიზნებისათვის.



ნახ. 65. ხარჯის კოეფიციენტი მილისათვის შევიწროებით:

ჰაერის ხარჯის განსაზღვრა პრანდტლეს მილით

წინასწარი ტარირების გარეშე, გაზომვის შედარებით დიდი სიზუსტით ხასიათდება ჰაერის ხარჯის განსაზღვრის მეთოდი, პრანდტლეს მილის გამოყენებით.

გაზომვის ეს მეთოდი კარგად აითვისა სას. სამ. ინსტიტუტის ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრამ. ჰაერის ხარჯის განსაზღვრის ეს მეთოდი სათანადო გამარტივებისა და ცვლილებების შემდეგ დიდი წარმატებით გამოიყენება სამეცნიერო-კვლევითი მიზნებისათვის.

პრანდტლეს მილის თავისებურება შემდეგში მდგომარეობს: პრანდტლეს პნევმომეტრული მილი (ნახ. 66) წარმოადგენს Γ-ს მაგვარ მილს, რომელსაც მოკლე მილუცლის (1) ბოლოზე აქვს მრგვალი ხერცეილი (2) და მისგან ოდნავ მოშორებით ნახევარწრიული კვრიტე (3).

მრგვალი ხერცეილი და კვრიტე დიდ მილუცლში (4) მოთავსებული წერილი მილაკებით ცალ-ცალკე უერთდება მუნდმტუკებს (5).

ჰაერის სიჩქარის გაზომვა შემდეგნაირად წარმოებს: ძრავის შემწვარ მილსადენში, რომელშიაც ჰაერი მოძრაობს, შეყავთ მილს მილუცლი (1) და მას მიმართავენ მრგვალი ხერცეილით ჰაერის ნაკადის პირდაპირ.

ცენტრალური ხერცეილით (2) მილაკს ვადაეცემა ნაკადის ჯამური დაწნევა, ე. ი. სტატიკური და სიჩქარითი (დინამიკური) წნევების ჯამი, ხოლო კვრიტედან (3) კი მხოლოდ სტატიკური წნევა.

თუ პნევმომეტრული მილის მუნდმტუკების (5) ბოლოებს შევეერთებთ დიფერენციალურ მანომეტრს, მაშინ ეს უკანასკნელი გვიჩვენებს ნაკადის მთლიან და სტატიკურ წნევათა სხვაობას, ე. ი. დინამიკურ წნევას.

აირების მოძრაობის კანონების საფუძველზე, დაწნევასა და სიჩქარეს შორის დამოკიდებულება გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$w_{\text{საშ.}} = K \sqrt{2g \frac{\Delta p}{\gamma_a}} \text{ მ/წმ,}$$

სადაც  $w$  არის სიმძიმის ძალის აჩქარება მ/წმ;

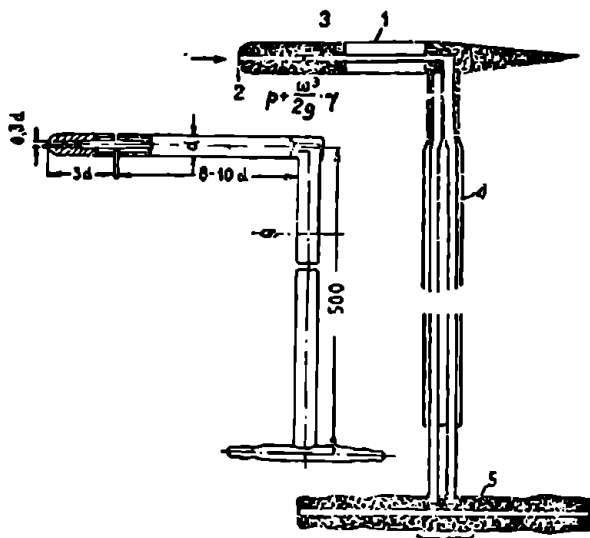
$\Delta p$ —დინამიკური დაწნევის სიდიდე წყლის სვეტის მმ;

$\gamma_a$ —ჰაერის სიმკვრივე ალებულ ატმოსფერულ პირობებში;

$K$ —შემასწორებელი კოეფიციენტი.

აშკარაა, რომ ამ ფორმულით გამოთვლილი ჰაერის სიჩქარე წარმოადგენს მაქსიმალურ სიჩქარეს ჰაერის ნაკადის ცენტრში.

დინამიკური დაწნევის სიდიდე მიკრომანომეტრის ჩვენებით გამოითვლება გამოსახულებიდან:



ნახ. 66. პრანდტლეს პნევომეტრული მილი.

$\Delta p = h \gamma \sin \alpha$ ,  
სადა  $h$  არის მიკრომეტრის დაბარილ მილში სითხის გადაადგილების სიდიდე მმ;  
 $\gamma$  — მიკრომანომეტრში მოთავსებული სითხის კუთრი წონა;  
 $\alpha$  — მიკრომანომეტრის მილის დაბარის კუთხე.  
ჰაერის სიმკვრივე  $\gamma_0$  ცდის პირობებში განისაზღვრება ფორმულით:

$$\gamma_0 = \gamma_0 \frac{b}{b_0} \cdot \frac{T_0}{T} \text{ კგ/მ}^3,$$

სადაც  $\gamma_0 = 1,293$  კგ/მ<sup>3</sup> წარმოადგენს ჰაერის სიმკვრივეს 0°C და  $b_0 = 760$  მმ. ვერცხ. წყ. სე. წნევის პირობებში,

$b$  — გარემო ჰაერის ბარომეტრული წნევა ექსპერიმენტის პირობებში,

$T_0 = 273^\circ$  აბსოლუტური ტემპერატურის სკალით,

$T$  — გარემო ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურა ექსპერიმენტის პირობებში.

იმის გამო, რომ პრანდტლეს მილებში სტატიკური წნევის გასაზომი ჰერმეტიკი მოთავსებულია მილის გვერდზე, ხოლო მილის ფორმა არ იწვევს ჰაერის გრივალურ მოძრაობას და სხვა შეფერხებებს, ამიტომ შემასწორებელი კოეფიციენტი  $K$  თითქმის ყოველთვის ერთის ტოლია ან შეიძლება მეტად უმნიშვნელოდ მერყეობდეს ამა თუ იმ მხარეზე; საერთოდ კარგად შესრულებული მილების შემთხვევაში ის შეიძლება იყოს 1—1,02.

თუ ცნობილია შემწოვი მილსადენის კვეთის ფართობი, სადაც პრანდტლეს მილია დაყენებული, ცხადია, რომ ამ კვეთის ფართობისა და ჰაერის სიჩქარის ნამრავლი მოგვცემს ჰაერის წამური ხარჯის მოცულობას.

მაგრამ  $w_{max}$  წარმოადგენს ჰაერის მაქსიმალურ სიჩქარეს ნაკადის ცენტრში. ამიტომ საჭიროა აღებულ კვეთში განვსაზღვროთ ჰაერის საშუალო სიჩქარე; რაც შემდეგნაირად წარმოებს.

პროფ. ნიკურაძის მრუდი (ნახ. 67) აღებულ კვეთში იძლევა დამოკიდებულებას, ერთის მხრივ, აირის (ჰაერის) რეინოლდსის რიცხვის ლოგარითმსა და, მეორეს მხრივ, საშუალო და მაქსიმალური სიჩქარეების ფარდობას მორის  $\left(\frac{w_{av}}{w_{max}}\right)$ .

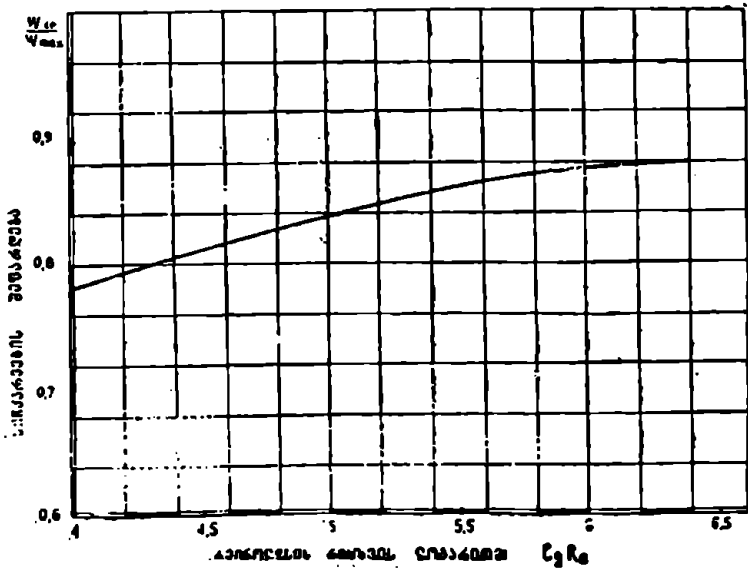
რეინოლდსის რიცხვი შეიძლება გამოვითვალოთ შემდეგი ფორმულით \*

$$R_0 = \frac{36100 \cdot 3600 \cdot w_{max} \cdot F \cdot \gamma_1}{D \cdot \mu \cdot 10^6}$$

სადაც  $w_{max}$  არის ჰაერის მაქსიმალური სიჩქარე მილის ცენტრში და გამოითვლება ზემომოყვანილი წესით—მ/წმ,

$F$ —მილსადენის იმ კვეთის ფართობი, სადაც დაყენებულია პრანდტლეს მილი—მ<sup>2</sup>,

$\gamma_1$ —ჰაერის სიმკვრივე ცდის პირობებში კგ/მ<sup>3</sup>,



ნახ. 67. პროფ. ნიკურაძის მრუდი.

$D$ —მილსადენის დიამეტრი (სადაც დაყენებულია პრანდტლეს მილი)—მმ,

\* ფორმულის ეს საბოლოო სახე გამოყენებულია რეინოლდსის რიცხვის ძირითად გამოსახულებებში სათანადო მნიშვნელობების შეტანისა და ზოგიერთი გარდაქმნის შედეგად.

$\mu \cdot 10^6$  — ჰაერის დინამიკური სიბლანტე, რომელიც 68-ე ნახ-ზე ნაჩვენებები მრუდის მიხედვით აიღება გარემო ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით.

ამგვარად ავიღებთ რა ჰაერის დინამიკური სიბლანტის მნიშვნელობას დიაგრამიდან და რეინოლდსის რიცხვის გამოსათვლელ გამოსახულებაში ჩავსვამთ. სხვა სიდიდეებსაც (რომლებიც წინასწარ ცნობილია), გამოეთვლით რეინოლდსის რიცხვს და მისი ლოგარითმის მიხედვით პროფ. ნიკურაძის დიაგრამიდან გავიგებთ შეფარდებას  $\frac{w_{საშ}}{w_{max}}$ .

ამრიგად, გვეცოდინება რა  $w_{max}$ -ის სიდიდე და ფარდობა  $\frac{w_{საშ}}{w_{max}}$ , ადვილია ჰაერის საშუალო სიჩქარის გამოთვლა.

ცხადია, რომ ჰაერის წამური ხარჯი ტოლი იქნება:

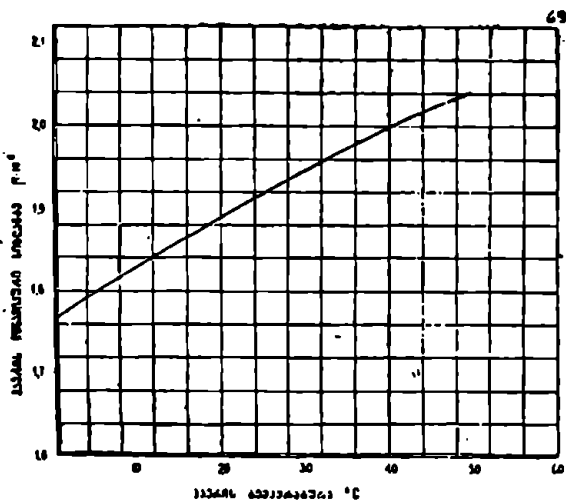
$$V = F \cdot w_{საშ} \text{ მ}^3/\text{წმ.}$$

ან

$$G_1 = 3600 V \cdot \gamma_1 = 3600 F \cdot w_{საშ} \cdot \gamma_1 \text{ კგ/ს.}$$

ამგვარად, ძრავის ცილინდრებში ნამდვილად მოხვედრილი ჰაერის რაოდენობა, იქნება:

$$G_2 = 3600 \cdot F \cdot w_{საშ} \cdot \gamma_2 \text{ კგ/ს.}$$



ნახ. 68. ჰაერის დინამიკური სიბლანტე ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით.

დრებში მოთავსდებოდა გაწვემო პირობების დროს ერთი საათის განმავლობაში, გამოისახება:

როგორც ცნობილია, ძრავის შევსების კოეფიციენტი წარმოადგენს ძრავის ცილინდრებში ნამდვილად მოხვედრილი ჰაერის რაოდენობის შეფარდებას ჰაერის იმ რაოდენობასთან, რომელიც თეორიულად მოთავსდებოდა ცილინდრებში გარემო პირობების (წნევისა და ტემპერატურის) დროს.

$$\eta_0 = \frac{G_2}{G_1}$$

ჰაერის თეორიული რაოდენობა, რომელიც ძრავის ცილინ-

$$G_3^0 = \frac{V_h \cdot n \cdot 60}{2000} \quad \gamma_3 \text{ კგ/ს.}$$

მაშასადამე,

$$\eta_0 = \frac{3600 \cdot F \cdot \omega_{\text{საბ}} \cdot \gamma_3 \cdot 2000}{V_h \cdot n \cdot 60},$$

სადაც  $V_h$  არის ძრავის ლიტრაჟი,  
 $n$  — ძრავის ბრუნთა რიცხვი წუთში.  
 ან საბოლოოდ;

$$\eta_0 = \frac{120000 \cdot F \cdot \omega_{\text{საბ}} \cdot \gamma_3}{V_h \cdot n}$$

ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის საჭიროა გამოვ-  
 თვალთ, ცდის დროს გამოყენებული საწვავის ელემენტური შედგენილობის  
 მიხედვით, ჰაერის ის თეორიული რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია ერთი  
 საათის განმავლობაში დახარჯული საწვავის სრული წვისათვის. ჰაერის ნამ-  
 დელი საათური ხარჯის ფარდობა მის თეორიულ რაოდენობასთან მოგვეცემს  
 ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მნიშვნელობას.

თუ გვეცოდინება საწვავის ელემენტური შედგენილობა მაშინ, როგორც  
 ცნობილია, ჰაერის თეორიული რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ერთი კი-  
 ლოგრამი საწვავის სრული წვისათვის, გამოითვლება ფორმულით:

$$I_0 = \frac{\frac{8}{3}C + 8H - O}{0,23} \quad \frac{\text{კგ ჰაერი}}{1 \text{ კგ. საწვ.}}$$

ამჟამად, რომ ჰაერის თეორიული რაოდენობა საათში იქნება:

$$G_6 \cdot I_0$$

და მაშინ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი:

$$\alpha = \frac{G_3^0}{G_6 \cdot I_0}$$

ჰაერის ხარჯის გაზომვის და, მაშასადამე, შეესების კოეფიციენტისა და  
 ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის განსაზღვრის ზემომოყვანილი ხერხი გამოყე-  
 ნებული იყო საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ტრაქტორე-  
 ბისა და ავტომობილების კათედრის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებისა და  
 ლაბორატორიული გამოცდების პერიოდში და გამოიყენება ამჟამად.

#### ჰაერის ხარჯის განსაზღვრის კონკრეტული მაგალითი

ზემომოყვანილი თანმიმდევრობით გამოყენებული ფორმულები და  
 გამოსახულებები მნიშვნელოვნად მარტივდება, კონკრეტულ შემთხვევა-  
 ში, მუშაობის დროს.

იმისათვის, რომ ზემომოყვანილი მეთოდი უფრო გარკვეული და  
 გასაგები იყოს, ჩავატაროთ ჰაერის ხარჯის, შეესების კოეფიციენტისა  
 და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის გამოთვლის მთლიანი პროცედურა  
 ერთ-ერთი კონკრეტული შემთხვევისათვის.

პრანდტლეს მიკრომანომეტრული მილის დასაყენებლად დამზადებული იყო 1,8 მეტრის სიგრძის სწორი მილი \* შიგა დიამეტრით  $D = 68$  მმ (შიგა კვეთის ფართობი  $F = 0,0036$  მ<sup>2</sup>), რომელიც მკიდროდ იყო დაყენებული ძრავის პერმწმენდის ზედა მილყელზე. პრანდტლეს მილი რეზინის მილებით შეერთებული იყო დახრილმილიანი მიკრომანომეტრის ბუნეკებთან. მილის დახრის კუთხის სინუსი უდრის 0,2. მიკრომეტრში ჩასმული სითხის (სპირტის) ხვედრითი წონა იყო 0,863. გამოიყენა ДТ—54 ტრაქტორის ძრავი (ძრავის ლიტრაჟი  $V_h = 7,45$  ლ) სოფ. კუბიშეევში\*\* (სიმაღლე ზღვის დონიდან—900 მ) შემდეგი ამოსთერული პირობების დროს:  $t = 22^{\circ}\text{C}$ ;  $b = 683$  მმ. ვერცხ. წყ. სვ.

დამუხრუქებით ძრავის სადატვირთო მახასიათებლის ართმევის დროს მიღებული მონაცემები \*\*\* ასეთია (იხ. ცხრილი 12).

ცხრილი 12

ძრავის ბრუნ- თა რიცხვი წუთში n	მიკრომანომეტრის ჩვენება ს მმ	საწვავის სა- თუოი ბარჯი $G_s \frac{kg}{s}$	სიმძლავრე Nc ც. ძ.
1380	103	4,22	—
1370	107	5,37	8,4
1350	128	8,53	27,1
1335	129	9,08	36,3
1320	131	10, 4	45,3
1300	135	11,68	53,3
1290	152	12, 3	56,5
1250	166	12, 9	58,2
1080	131	11, 8	53,4

გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი წესით:

\* ასეთი სწორი მილის გამოყენების მიზანია, რომ პრანდტლეს ხელსაწყოს დაყენების ადგილზე არ მოხდეს ჰერის გრივალური მოძრაობა და აცილებული იყოს სათანადო ცდომილებები.

\*\* მასალები აღებულია კათედრის მიერ 1953 წელს მოწყობილი ექსპერიმენტის შედეგად 6/VIII ჩატარებული გამოცდების საფუძველზე.

\*\*\* ცხრილში არაა მოყვანილი ყველა პარამეტრი, რაც იზომებოდა ან ითვლებოდა სრული მეთოდის მიხედვით. აღებულია მხოლოდ ის მონაცემები, რაც საჭიროა ჰერის ბარჯის,  $\eta_v$  და  $\alpha$ -ს გამოსათვლელად.



1) მიკრომანომეტრის ჩვენების მიხედვით დინამიკურ და სტატიკურ წნევათა სხვაობა იქნება:

$$\Delta P = h \gamma \sin \alpha$$

$$\Delta P = A \cdot h$$

სადაც ჩვენი შემთხვევისათვის

$$A = \gamma \sin \alpha = 0,863 \cdot 0,2 = 0,1726;$$

2) ჰაერის მაქსიმალური სიჩქარე:

$$w_{max} = \sqrt{2g \frac{\Delta P}{\gamma_1}}$$

რადგანაც

$$\gamma_1 = 1,293 \frac{b}{760} \frac{T_0}{T} = 1,293 \frac{683}{760} \cdot \frac{273}{295} = 1,075 \text{ კგ/მ}^3$$

წარმოადგენს ჩვენი პირობებისათვის მუდმივ სიდიდეს, ამიტომ

$$w_{max} = \sqrt{B \cdot \Delta P},$$

სადაც

$$B = \frac{2g}{\gamma_1} = \frac{19,62}{1,075} = 1,25;$$

3) რეინოლდსის რიცხვი გამოითვლება ტოლობით:

$$Re = \frac{36100 \cdot 3600 \cdot w_{max} \cdot F \cdot \gamma_1}{D \cdot \mu \cdot 10^6}$$

ჩვენი შემთხვევისათვის ჰაერის საზომი მილის იმ კვეთის ფართობი, სადაც დაყენებულია მიკრომანომეტრული მილი  $F = 0,0036 \text{ მ}^2$ ; მილის დიამეტრი  $D = 68 \text{ მმ}$ , ხოლო ჰაერის დინამიკური სიბლანტე  $\mu \cdot 10^6$  გარემო ტემპერატურისაგან ( $22^\circ\text{C}$ ) დამოკიდებულებით დიაგრამის მიხედვით 1,9-ს უდრის;

ამგვარად, თუ აღენიშნავთ

$$C = \frac{36100 \cdot 3600 \cdot F \cdot \gamma_1}{D \cdot \mu \cdot 10^6},$$

მაშინ

$$Re = C \cdot w_{max}$$

სადაც ჩვენი შემთხვევისათვის

$$C = \frac{36100 \cdot 3600 \cdot 0,0036 \cdot 1,075}{68 \cdot 1,9} = 3890.$$

4) რეინოლდსის რიცხვების ლოგარითმების მიხედვით პროფ. ნიკურაძის მრუდიდან  $\left[ \frac{w_{max}}{w_{max}} = f(\lg Re) \right]$  ვიღებთ ფარლობის  $\frac{w_{max}}{w_{max}}$ -ის

მნიშვნელობებს და გამოვთვლით  $\alpha_{ააზ}$ -ს სიდიდეს თითოეულ ბრუნთა რიცხვისათვის;

5) ჰაერის ნამდვილი საათური ხარჯი გამოითვლება ფორმულით:

$$G_1^5 = 3600 \cdot F \cdot \alpha_{ააზ} \cdot \gamma_1 \text{ კგ/ს,}$$

ანუ

$$\boxed{G_1^5 = K \cdot \alpha_{ააზ}} \text{ კგ/ს,}$$

სადაც ჩვენი შემთხვევისათვის

$$K = 3600 \cdot F \cdot \gamma_1 = 3600 \cdot 0,0036 \cdot 1,075 = 13,9;$$

6) ჰაერის თეორიული საათური ხარჯი გამოითვლება ტოლობით:

$$G_1^6 = \frac{V_h \cdot n \cdot \gamma_1}{2000} \text{ კგ/ს,}$$

ანუ

$$\boxed{G_1^6 = E \cdot n} \text{ კგ/ს,}$$

სადაც ჩვენი შემთხვევისათვის

$$E = \frac{V_h \cdot \gamma_1 \cdot 60}{2000} = \frac{7,45 \cdot 1,075 \cdot 60}{2000} = 0,24;$$

7) შეესების კოეფიციენტი გამოითვლება:

$$\eta_0 = \frac{G_1^5}{G_1^6} \frac{13,9 \text{ ააზ}}{0,24 \text{ n}} = 68 \frac{\text{ააზ}}{\text{n}};$$

8) ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი:

$$\alpha = \frac{G_1^5}{G_6 \cdot I_0};$$

გამოყენებული საღიზელო საწვავის შედგენილობაა:  $C = 0,857;$

$H = 0,133;$

$O = 0,01.$

მაშინ

$$I_0 = \frac{\frac{8}{3} \cdot 0,857 + 8 \cdot 0,133 + 0,01}{0,23} = 14,45 \frac{\text{კგ. ჰაერი}}{1 \text{ კგ. საწვავზე}}.$$

მაშასადამე,

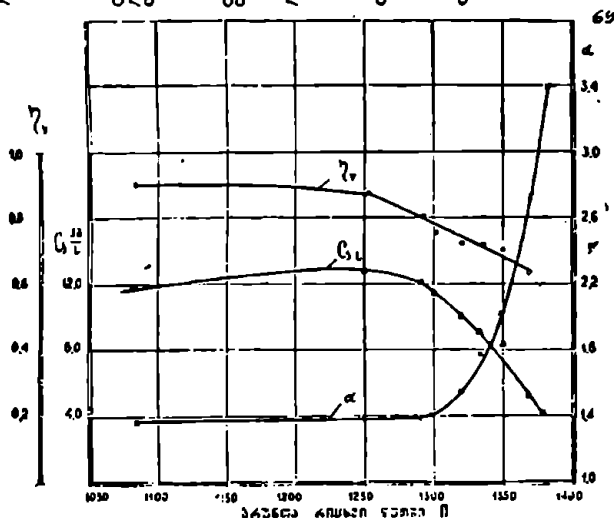
$$\alpha = \frac{G_1^5}{G_6 \cdot 14,45}.$$

DT-64-ის ძრავის და მუხრუჭების საღებავითი მახასიათებლის საფუძველზე ჰაერის ხარჯის, უეცხეხის კოეფიციენტისა და ჰაერის ხიკარბის კოეფიციენტის განმარტებების ცხრილი

(სიუ. კუბიზმეო,  $t=22^{\circ}\text{C}$ ;  $b=683$  მმ ვერცხ. წყ. სე.)

ბრუნვა რტეტი წუთში $n$	$\Delta P =$ $= 0,1726 \cdot h$	$w_{max} =$ $= \sqrt{19,25 \cdot \Delta P}$ მ/წუ	$R_0 =$ $= 3890 w_{max}$	$\frac{w_{საზ}}{w_{max}}$ (ბრუნ- დაბ)	$w_{საზ}$ მ/წუ	$G^{\circ} =$ $= 13,7 w_{საზ}$ კგ/ს	$G^{\circ} =$ $= 0,24 \cdot n$ კგ/ს	$\eta =$ $= 58 \frac{w_{საზ}}{n}$	$\alpha =$ $= \frac{G_f}{G_{1,4,45}}$
1360	17,8	18	70000	0,829	14,9	207	332	0,624	3,4
1370	18,5	18,4	71500	0,83	15,3	213	329	0,647	2,74
1380	22,1	20,0	77700	0,831	16,6	231	324	0,712	2,06
1335	22,3	20,2	78600	0,831	16,8	234	320	0,731	1,78
1320	22,6	20,3	79000	0,8315	16,85	234	317	0,739	1,56
1300	23,3	20,6	82500	0,832	17,1	338	312	0,762	1,41
1290	26,2	21,8	84700	0,833	18,2	253	310	0,817	1,42
1250	28,6	22,8	88600	0,834	19,0	264	300	0,88	1,415
1080	22,6	20,3	79000	0,8315	16,85	234	260	0,9	1,375

ზემომოყვანილი კონკრეტული ფორმულების საფუძველზე გამოთვლილი პარამეტრები მოთავსებულია მე-13 ცხრილში, ხოლო ბრუნთა რიცხვისაგან დამოკიდებულებით საწვავის საათური ხარჯის,  $\eta$ , და  $\alpha$ -ს ცვალებადობის მრუდები მოყვანილია 69-ე ნახ-ზე.



### ბრუნთა რიცხვი წითური

ნახ. 69. საწვავის საათური ხარჯის,  $\eta$  -ს და  $\alpha$  დამოკიდებულება

ბრუნთა რიცხვისაგან.

(MT-54 ტრაქტორის ძრავის სადატეორო შახსიათებლის მიხედვით).

ზემომოყვანილი კონკრეტული მაგალითის განხილვის შემდეგ საკიროდ მიგვაჩნია შევნიშნოთ შემდეგი:

სააეცოტრაქტორო ძრავების გამოცდების შესახებ გამოქვეყნებულ სამეცნიერო-კვლევითი ანგარიშებსა და ლიტერატურაში ზოგჯერ მოყვანილია შევსების კოეფიციენტისა ( $\eta$ ), და ჰაერის სიქარბის კოეფიციენტის ( $\alpha$ ) ექსპერიმენტული მნიშვნელობები მძიმის შემდეგ ორი ან სამი ციფრით, ე. ი.  $\pm 0,01$  და  $\pm 0,001$  სიზუსტით, რაც  $\eta = 0,6 \div 0,9$  მნიშვნელობებისათვის შეადგენს ფარდობით ცდომილებას  $\approx 1$ -დან  $0,1\%$ -მდე.

$\eta$ -ს განსაზღვრის არსებული მეთოდების გამოყენებით ასეთი სიზუსტის მიღება საეჭვოა. ზოგჯერ რომელიმე პარამეტრისაგან დამოკიდებულებით  $\eta$ -ს ცვლილების კანონზომიერების დადგენას საფუძველად უღებენ შევსების კოეფიციენტის ისეთ ექსპერიმენტულ მნიშვნელობებს, რომელთა მაქსიმუმსა და მინიმუმს შორის განსხვავება შეადგენს, ლაუშვით,  $0,02$  (მაგალითად,  $0,770$ ;  $0,765$ ;  $0,760$ ;  $0,755$ ;  $0,750$ ). თუ ეს განსხვავება გაზომვის ცდომილების ფარგლებში მდებარეობს, უნდა იყოს, ყველა მნიშვნელობა ერთმანეთის ტოლფასად უნდა ჩაითვალოს, არაერთარ ცვლილებაზე მსჯელობა არ შეიძლება და ცვლილების დაკანონება მართებული არ იქნება.

გავარკვიოთ და ზოგადად დაეადგინოთ ის მაქსიმალურად შესაძლო სიზუსტე ან მინიმალური ცდომილება, რაც შეიძლება მიღწეულ იქნეს არსებული მეთოდების გამოყენებით შეესების კოეფიციენტისა და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის ექსპერიმენტული განსაზღვრის დროს.

ავილოთ შეესების კოეფიციენტის გამოსახულება:

$$\eta_0 = \frac{G_1^{\text{წ}}}{G_1^{\text{წ}}}$$

ცხადია, რომ  $\eta_0$ -ს ფარდობითი ცდომილება უდრის მრიცხველისა და მნიშვნელის ფარდობითი ცდომილებების ჯამს.

ჰაერის საათური ხარჯის თეორიული რაოდენობა გამოისახება:

$$G_1^{\text{წ}} = \frac{V_1 \cdot \pi \cdot 60 \cdot \gamma_1}{2000} \text{ კგ/ს.}$$

როგორი სიზუსტით შეიძლება განისაზღვროს ძრავების ჩვეულებრივი გამოცდების დროს  $G_1^{\text{წ}}$ ?

ამიტომ განვიხილოთ გამოსახულებაში შემავალი წევრები ცალ-ცალკე:

ა) ძრავის ძირითადი ხაზობრივი ზომების გაზომვა ჩვეულებრივ წარმოებს 0,01 მმ სიზუსტით, რაც ცილინდრის დიამეტრისა და დგუშის სვლის 100—150 მნიშვნელობებისათვის მოგვეცემს ფარდობითი ცდომილების საშუალო მნიშვნელობას  $\frac{0,01 \cdot 100}{100 \div 150} \approx 0,01\%$ .

ერთი ცილინდრის მოცულობისათვის გვექნება  $0,01 \times 3 = 0,03$ , ხოლო 4 ცილინდრიანი ძრავის შემთავებაში ძრავის ლიტრაისათვის გვექნება  $0,03 \times 4 = 0,12\%$ .

ბ) ძრავის ბრუნთა რიცხვი ჩვეულებრივ იზომება დაახლოებით  $\pm 10 \frac{\text{ბრ}}{\text{წ}}$  სიზუსტით, რაც  $800 \div 1500 \frac{\text{ბრ}}{\text{წ}}$  ზღვრებისათვის საშუალოდ იძლევა ფარდობით ცდომილებას 1%.

გ) ჰაერის სიმკვრივის გამოთვლის დროს, თუ მივიღებთ ბარომეტრული წნევის გაზომვის ფარდობით ცდომილებას 0,1% და ტემპერატურის გაზომვის ცდომილებას 0,5%, მაშინ ჰაერის სიმკვრივის გამოთვლის ფარდობითი ცდომილება იქნება 0,6%.

ამგვარად, ჰაერის საათური ხარჯის თეორიული რაოდენობა ზემომოთხედილი გამოსახულებისა და გაზომვების საფუძველზე შეიძლება გამოთვლილ იქნეს სიზუსტით, რომელიც უდრის:

$$0,12 + 1 + 0,6 = 1,72\%$$

ჰაერის საათური ხარჯის ნამდვილი რაოდენობა გამოისახება:

$$G_1^{\text{წ}} = 3600 \cdot F \cdot \gamma_1 \cdot u_{\text{სა.ა.}}$$

განვიხილოთ ანალოგიურად გამოსახულებაში შემავალი წევრები ცალ-ცალკე.

ა)  $F$  არის ჰაერის ხარჯის საზომი მილის განივკვეთის ფართობი და თუ მისი დიამეტრის გაზომვის ფარდობითი ცდომილება იქნება  $0,01\%$ , ფართობისთვის გვექნება  $0,02\%$ .

ბ) ჰაერის სიმკვრივისათვის ზემომოყვანილის ანალოგიურად გვექნება  $-0,6\%$ .

გ) ჰაერის ხარჯის საზომ მილში ჰაერის სიჩქარის განსაზღვრისათვის თუ მხედველობაში არ მივიღებთ რეინოლდსის რიცხვის ფორმულაში შემავალ ცალკე წევრებს და პროფ. ნიკურაძის მრუდის ცდომილებებს, — შეგვიძლია  $\alpha_{საშ.}$ -სათვის მივიღოთ როგორც მინიმალური ფარდობითი ცდომილება  $-3\%$ .

მაშინ ჰაერის საათური ხარჯის ნამდვილი რაოდენობისათვის ფარდობითი ცდომილება იქნება:

$$0,02 + 0,6 + 3 = 3,62\%$$

მაშასადამე, შევსების კოეფიციენტის მნიშვნელობა საუკეთესო შემთხვევაში შეიძლება გაიზომოს

$$1,72 + 3,62 = 5,34\% \text{ — სიზუსტით.}$$

გამოდის, რომ ექსპერიმენტებისა და გამოთვლების შედეგად  $\eta_s = 0,6 \div 0,9$  მნიშვნელობებისათვის შეიძლება მივიღოთ კოეფიციენტის მნიშვნელობა  $\eta_s = (0,6 \div 0,9) \pm 0,04$  სიზუსტით.

მაშასადამე,  $0,01$  და მით უმეტეს  $0,001$  სიზუსტით შევსების კოეფიციენტის ექსპერიმენტული მნიშვნელობების მოყვანა და მათ საფუძველზე რაიმე კანონზომიერების გამოყვანა მართებული არ იქნება, ვინაიდან  $\eta_s$ -ს ასეთი სიზუსტე შეიძლება მიღებულ იქნეს მონაცემებზე მხოლოდ არითმეტიკული მოქმედებების შედეგად.

შევსების კოეფიციენტის განსაზღვრის დასაშვები სიზუსტის გაზრდის მიზნით, თუ ჩავსვამთ მის გამოსახულებაში  $G_2^0$  და  $G_1^0$  მნიშვნელობებს გვექნება:

$$\eta_s = \frac{G_2^0}{G_1^0} = \frac{3600 \cdot F \cdot \gamma_2 \cdot \alpha_{საშ.}}{V_2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot \gamma_1} \cdot 2000 = \frac{120000 \cdot F \cdot \alpha_{საშ.}}{V_2 \cdot \pi}$$

ცხადია, რომ ჰაერის სიმკვრივის გაორკეცებული სიზუსტით გაიზრდება  $\eta_s$ -ს განსაზღვრის სიზუსტე.

კონკრეტული შემთხვევისათვის შევსების კოეფიციენტის გამოსახულება შეიძლება ძლიერ გამარტივდეს და, მაშასადამე, მისი განსაზღვრის სიზუსტეც გავზარდოთ.

მაგალითად, თუ: ჰაერის ხარჯის საზომი მილის განივკვეთის ფართობი უდრის  $0,0036$  მ<sup>2</sup> და ძრავის ლიტრაჟი უდრის  $7,45$  ლ (ტრაქტორი ДТ—54-ისთვის), მაშინ  $\eta_s$ -ს გამოსახულება ასეთი იქნება:

$$\eta_s = 58 \frac{\alpha_{საშ.}}{\pi};$$

მაშასადამე, შევსების კოეფიციენტზე უშუალოდ გავლენას ახდენს ჰაერის სიჩქარე და ძრავის ბრუნთა რიცხვი; მათი ფარდობითი ცდომილებების ჯამი შეადგენს  $\eta$ -ს განსაზღვრის ფარდობით ცდომილებას.

ანალოგიური მსჯელობა შეიძლება ჩატარდეს ჰაერის სიჩქარების კოეფიციენტის განსაზღვრის შესაძლო სიზუსტის შესახებ.

ჰაერის სიჩქარის კოეფიციენტის გამოსახულება ასეთია:

$$\alpha = \frac{G_2^2}{G_1 \cdot I_0}$$

როგორც სიზუსტით შეიძლება განისაზღვროს  $\alpha$  ჩვეულებრივი ექსპერიმენტების პირობებში?

ჰაერის საათური ხარჯის ნამდვილი რაოდენობისათვის ( $G_2$ ), ზემომოყვანილი მსჯელობის საფუძველზე, გვექნება ფარდობითი ცდომილება  $3,62\%$ .

საწვავის საათური ხარჯის ( $G_1$ ) განსაზღვრისათვის საჭიროა გაიზომოს ვარკვეული რაოდენობის საწვავის დახარჯვისათვის საჭირო დრო. ვთქვათ, საწვავის ეს რაოდენობა უდრის 200 გ.

როგორც ცნობილია, ჩვეულებრივი წამმზომით, რომლის ბალანსირი საათში აკეთებს 18000 რხევას, შეიძლება დროს ათვლა 0,2 წამის სიზუსტით. ექსპერიმენტების დროს საწვავის ხარჯვის დრო სხვადასხვა რეჟიმისათვის შეიძლება იყოს 60 ÷ 200 წმ. თუ მივიღებთ საშუალოდ 100 წმ., მაშინ გაზომვის ფარდობითი ცდომილება იქნება  $0,2\%$ .

სიზუსტე ისრიანი სასწორის, რომლის სკალა შეესაბამება 200 გრამს და სკალის თითოეული დანაყოფი უდრის 2 გ, შეადგენს  $1\%$ .

თუ დავუშვებთ, რომ 1 კგ საწვავის წვისათვის საჭირო ჰაერის თეორიული რაოდენობის ( $I_0$ ) განსაზღვრა ხდება საწვავის ელემენტური შედგენილობის მიხედვით და სიზუსტე უდრის  $2\%$ , მაშინ ჰაერის სიჩქარის კოეფიციენტისათვის ფარდობითი ცდომილება იქნება:

$$3,62 + 0,2 + 1 + 2 = 6,82\%$$

ჰაერის სიჩქარის კოეფიციენტის ცვლილების ზღვრები, მაგალითად,  $DT-54$  ტრაქტორის ძრავისათვის შეადგენს:

ძრავის უქმი სვლის დროს  $\alpha = 3 \div 4$ .

გადატვირთვის დროს  $\alpha = 1,2 \div 1,4$ .

მაქსიმალური სიმძლავრის დროს  $\alpha = 1,3 \div 1,5$ .

მაშინ ცხადია, რომ  $\alpha$ -ს განსაზღვრა და გამოთვლა შეიძლება ვაწარმოოთ ასეთი სიზუსტით:

უქმი სვლისათვის  $\alpha = (3 \div 4) \pm 0,25$ ,

გადატვირთვისათვის  $\alpha = (1,2 \div 1,4) \pm 0,09$ ,

მაქსიმ. სიმძლავრისათვის  $\alpha = (1,4 \div 1,5) \pm 0,1$ .

ამჟამად, რომ ზოგ შემთხვევაში ლიტერატურაში, მოყვანილი ჰაერის სიჩქარის კოეფიციენტის ექსპერიმენტული სიდიდეები  $\pm 0,01$  სიზუსტით არაა დამაჯერებელი.

ცდომილებათა თეორია შედარებით სრულად აქვს დამუშავებული გაუსის 1809 წელს გამოცემულ მემუარში „Theoria motus corporum coelestium“ და განვითარებული შემდგომ გამოცემულ მემუარებში. გაუსის უმცირეს კვლადრატთა მეთოდი, როგორც ცალკე თავი შეტანილია ალბათობის თეორიის კურსში, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ჯერ კიდევ არ შეიძლება ითქვას, —როგორც ამას აღნიშნავს პროფ. მ. ფ. მალიკი \*— რომ ცდომილებათა თეორია სრულყოფილია. არ არსებობს ცდომილებათა მეთოდოლოგიურად დასაბუთებული კლასიფიკაცია მათ ბუნებასა და ფიზიკური ექსპერიმენტის განხორციელებასთან დაკავშირებით; ამის გამო ზოგჯერ ადგილი აქვს ამა თუ იმ სახის ცდომილების შეუფასებლობას. მაგალითად, ხშირად მთავარი ყურადღება ექცევა შემთხვევით ცდომილებებს, ხოლო სისტემატური ცდომილებების განხილვა ყურადღების გარეშე რჩება.

თვით შემთხვევითი ცდომილებების გარშემოც კი არ არსებობს საერთოდ აღიარებული, უდავო თეორია და ერთგვაროვნობა მათი დასაბუთების ხერხებში. ზოგი ავტორი გადაჭარბებულ ყურადღებას აქცევს ალბათობის თეორიის საფუძველზე დასკვნების მათემატიკურ სიმკაცრეს, რის გამოც მათ ეძლევათ იმდენად განყენებული ხასიათი, რომ ექსპერიმენტატორები ვერ ნახულობენ ასეთ თეორიაში პრაქტიკულ სარგებლობას. სხვა ავტორები პირიქით ცდილობენ დასკვნების დასაბუთებას ალბათობის თეორიის გამოყენების გარეშე, რაც ეწინააღმდეგება შემთხვევითი ცდომილებების ბუნებას და ამიტომ ხშირად უფრო მეტად რთულდება საკითხი, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ამ დასკვნებში გაერთიანებულია შემთხვევითი და სისტემატური ცდომილებების ერთობლივი გავლენა გაზომებზე. ამ მხრივ მართლაც საინტერესოა ფიზიკოსის ლიპმანის ირონიული სიტყვები: „Все верят в закон погрешностей, ибо экспериментаторы думают, что этот закон — математическая теорема, а математики считают, что он установлен экспериментальным путем“. არაა გასაკვირველი—აღნიშნავს პროფ. მ. ფ. მალიკი,—რომ შემთხვევითი ცდომილებების თეორია უნდობლობას და შეუფასებლობას განიცდის ზოგიერთი თვალსაჩინო მკვლევარების მხრიდანაც კი, რაც უკიდურესობას წარმოადგენს. მეორეს მხრივ, უკიდურესობად ითვლება სისტემატური ცდომილებების შეუფასებლობაც. ზოგიერთი მკვლევარი და ექსპერიმენტატორი იმის მაგიერ, რომ სწორად დააყენოს ექსპერიმენტები, გააუმჯობესოს დაკვირვების პირობები და ამით გამორიცხოს სისტემატური ცდომილებები, ცდილობენ დაკვირვებათა მხოლოდ განმეორებით მიიღონ ნამდვილი შედეგი, როგორც არითმეტიკული საშუალო, დაკვირვებათა რაც შეიძლება მეტი რიცხვიდან.

ამ უკიდურესობებს რასაკვირველია უნდა ვერიდოთ. შემთხვევითი ცდომილებების თეორია უდიდეს დახმარებას გაგვიწევს გაზომვების

\* Проф. М. Ф. М а л и к „Основы метрологии“ Москва. 1949 г.



წესრულების და ჩატარების პროცესში და შედარებით რთულ შემთხვევებში წარმოადგენს საიმედო გზის მაჩვენებელს გაზომვების სიზუსტის საკითხის გადაწყვეტაში.

აშკარაა, რომ საავტოტრაქტორო ძრავების გამოცდების და ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების არსებულ მეთოდებში ამ მირიგ აუცილებელია მეტი გარკვეულობის შეტანა.

თ ა ვ

**სამუხრუჟე გამოცდების და მახასიათებლების ართმევის მეთოდიკა და ტექნიკა**

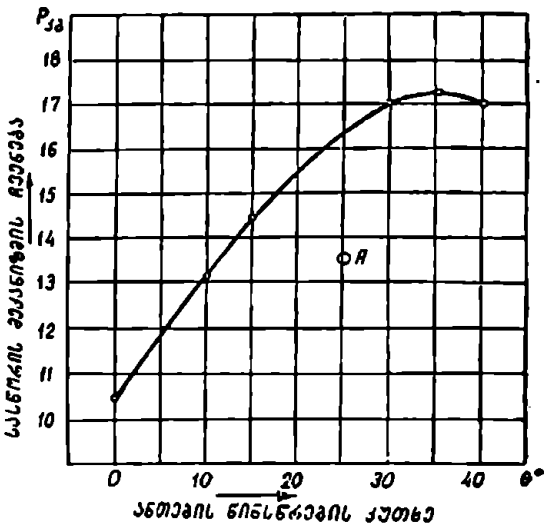
ძრავის სამუხრუჟე გამოცდები შემდეგი თანმიმდევრობით შეიძლება ჩატარდეს:

1. მოწმდება საწვავი ავზი, ზეთი—ძრავის კარტერში და წყალი—რადიატორში (თუ წყლის გაგრილება წარმოებს რადიატორით და ძრავის პერანგები არაა შეერთებული წყალსადენთან).

2. კარბურატორიანი ძრავის გამოცდის დროს წინასწარ უნდა შემოწმდეს აირგამნაწილებელი მექანიზმის თბური ღრეჩობების რეგულაციების სისწორე და აგრეთვე ღრეჩო.სანთლის ელექტროლებს და მაგნეტოს მწვევრის კონტაქტებს შორის.

3. დიზელის ძრავების გამოცდის დროს წინასწარ მოწმდება თბური ღრეჩობები აირგამნაწილების და დეკომპრესიულ მექანიზმში, მოწმდება ფრქვევანები (გაფრქვევის ხარისხი, მიწოდების საწყისი წნევა, ნემსას აწევის სიდიდე და სხვ.), საწვავის ტუმბო (ყველა სექციის მიწოდების მომენტი და თანაბრობა).

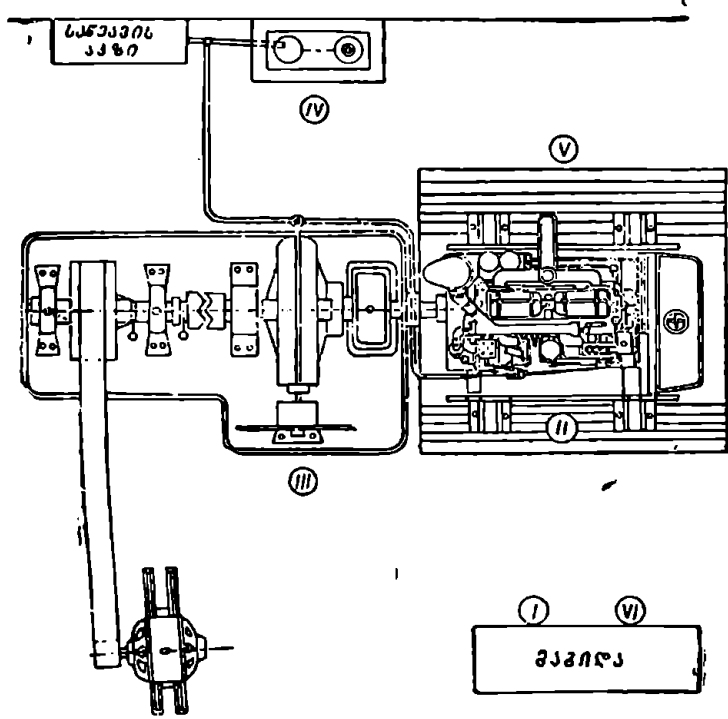
4. ძრავის ამუშავება და გახურება; გახურებულ ძრავზე ცილინდრების ბლოკის სახურავის პერანგებიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურა არ უნდა იყოს 80—90°-ზე ნაკლები. უნდა გვახსოვდეს, რომ ზოგი ძრავის (1—MA, D—35, D—54) გახურებას დიდი დრო (თითქმის ერთი საათი) სჭირდება ამუშავების შემდეგ.



ნახ. 70. მორიგე შრული,—ანთების წინსწრების მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევის დროს.

5. მახასიათებლის ართმევა (იხ. ქვემოთ). თითოეული მახასიათებლისთვის აღებული უნდა იქნეს არა ნაკლებ 8—10 წერტილი.

ცდების ჩატარების მიმდინარეობის სისწორის და გაზომვების სიზუსტის შემოწმებისათვის გამოცდის პროცესში აუცილებელია ე. წ. მორიგე მრუდების აგება. ამ მიზნით მილიმეტრულ ქალაღზე წინასწარ ააგებენ კოორდინატთა ღერძებს და მასზე შერჩეული მასშტაბით გადაზომავენ გამოცდის პროცესში მიღებული პარამეტრების მნიშვნელობებს. მაგალითად, ანთების წინსწრების მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევის დროს ვერტიკალურ ღერძზე გადაზომავენ მუხრუკის სასწორის მექანიზმის ჩვენებებს, იოლო ჰორიზონტალურ ღერძზე ანთების წინსწრების კუთხეებს (ნაი. 70). გამოცდის პროცესში, ყოველი ცდის შემდეგ, ყოველგვარი გადაანგარიშების გარეშე გრაფიკზე შეაქეთ წერტილები, რომლებითაც იკვება მორიგე მრუდი. თუ წერტილი ძლიერ მკვეთრად გადაიხარა მრუდიდან (მაგალითად, წერტილი A), ეს



ნაი. 71. ავტოსტრაქტორო ძრავების გამოცდების დროს მუშაკთა სანიმუშო განლაგების სქემა.

იმას ნიშნავს, რომ ამ ცდის დროს დაშვებული იყო შეცდომა და ცდა უნდა განმეორდეს.

ცდის ჩატარების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს სამუშაო ადგილებზე მუშაკთა სწორ განლაგებას და მათი მოვალეობის მკაფიოდ განსაზღვრას.

71-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია გამოცდის დროს მუშაეთა სინიმუშო განლაგება. მათ შორის მოვალეობები შემდეგნაირადაა განაწილებული: I—ხელმძღვანელი, რომელსაც საერთო მეთვალყურეობა ევალება და აგებს მორიგე მრუდს. II—ძრავის ამუშავება; გამოცდის დროს ცვლის კარბურატორის, საწვავის ტუმბოს, ანთების მომენტის ან სხვ. რეგულებას. III—(ცვლის მუხრუქის დატვირთვას, ზომავს დატვირთვის სიდიდეს მუხრუქის სასწორის მექანიზმის ჩვენების მიხედვით და ზომავს მუხრუქის ლილვის ბრუნთა რიცხვს; IV—ზომავს საწვავის ხარჯს; V—ზომავს გარემოს წნევასა და ტემპერატურას და ძრავის გაგრილების სისტემაში ტემპერატურას; VI—აწარმოებს დაკვირვების ჟურნალს და გამოთვლის  $N_e$ ,  $M_e$ ,  $G_e$  და  $\xi_e$  მნიშვნელობებს.

ძრავის სამუხრუქე გამოცდების დროს ყველა დაკვირვების შედეგები უნდა ჩაიწეროს ჟურნალში, რომლის სანიმუშო ფორმა მოთავსებულია ქვემოთ. სვეტები №№ 1, 2, 3 (ან 4), 5, 9, 10, 13 და 14 უმჯობესია აღინიშნოს ფერადი ფანქრით, რომ გამოცდის პროცესში ყველა სვეტი შევსებული იყოს და არ გამოგერჩეს რომელიმე შედეგი.

სამუხრუქე გამოცდების ჩატარების შემდეგ პარამეტრების გამოთვლა წარმოებს შემდეგი ფორმულებით:

საწვავის საათური ხარჯი

$$G_e = \frac{3,6 \cdot Q}{t} \text{ კგ/ს,}$$

სადაც  $Q$  არის საწვავის ხარჯი ცდის განმავლობაში (კგ), ხოლო  $t$ —ცდის ხანგრძლიობა წმ.

ძრავის ეფექტური სიმძლავრე (როდესაც ძრავის ლილვი მუხრუქის ლილვთან პირდაპირაა შეერთებული)

$$N_e = \frac{P \cdot n}{1000} \text{ U. d,}$$

სადაც  $P$  არის მუხრუქის სასწორის მექანიზმის ჩვენება (კგ.), ხოლო  $n$ —ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

თუ ძრავის მუხლა ლილვი შეერთებულია მუხრუქის ლილვთან გადაცემით (მაგალითად, მულტიპლიკატორით), მაშინ ეფექტური სიმძლავრე გამოითვლება

$$N_e = \frac{P \cdot n'}{1000 \eta} \text{ U. d.}$$

სადაც  $n'$  არის მუხრუქის ლილვის ბრუნთა რიცხვი;

$\eta$ —გადაცემის მ. კ. კოეფიციენტი.

ძრავის ეფექტური სიმძლავრე, დაყვანილი ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე

$$N'_e = N_e \cdot \frac{760}{B} \cdot \frac{530+t}{545} \text{ U. d,}$$

ტრაქტორის № \_\_\_\_\_ ტრაქტორის ძრავის საშუალებზე გამოცდების ექრანალი.

ტრაქტორის № \_\_\_\_\_ მუსრუქი \_\_\_\_\_ ძრავის № \_\_\_\_\_ საწვავი \_\_\_\_\_

გარემო ტემპერატურა \_\_\_\_\_ წნევა \_\_\_\_\_ მახასიათებელი \_\_\_\_\_

ცდის №№	ბრუნთა რიცხვი წუთში		სიმლაყე (ც.ძ.)		მძებრუნევი მოძენი (კმ/სა)	დასახელება	ცდის განკუთვნილება Q (გრ)	საწვავის ხარჯი		წულის ტემპერატურა (გრადუსებით)		შენიშვნა		
	მ <sup>1</sup>	მ <sup>2</sup>	ნაგვ.ლ. N <sub>1</sub>	დ.კუა.ხილი N <sub>2</sub>				სააოში	კუთრი ც <sub>1</sub> (გრ/ც.ძ.)	შემავალი ც <sub>1</sub>	ვალი ც <sub>2</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

შენიშვნა: ს.კ. 3 გამოცდებზე ნელსვლიანი ძრავების გამოცდის შემთხვევაში.

:სა დღ 1 არის გარემო ჰაერის ტემპერატურა გამოცდების მომენტში, აოლო  
*B*—გარემო ჰაერის წნევა მმ ვერცხ. წყ. სვ.  
 საწვავის კუთრი ხარჯი

$$f_c = \frac{G_u \cdot 1000}{N_c} \text{ გ/ც. დ. ს.}$$

ძრავის მამბრუნებელი მომენტი

$$M_c = \frac{N_c}{n} \cdot 716,2 \text{ კგმ.}$$

გრაფიკები იმის მიხედვით თუ რომელი მახასიათებლის ართმევა იდება, აიგება მასშტაბებით, რომლებიც გათვალისწინებულია GOCT-ის მიხედვით (იხ. თავი I. § 3 ძრავის მახასიათებლები).

### § 1. ხაფავის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევა და შიკლშახის შერჩევა

საწვავის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევა წარმოებს იმ მიზნით, რომ გამორკვეულ იქნეს ნარევის შედგენილობის და, მაშასადამე, ჰაერის სიქარბის კოეფიციენტის გაელენა ძრავის სიმძლავრესა და ეკონომიურობაზე; გამოცდის მიზანია—დადგენილ იქნეს კარბურატორის ოპტიმალური რეგულეება.

კარბურატორის ოპტიმალური რეგულეება, ნორმალური სიმძლავრის დროს, განისაზღვრება გამოცდების შედეგების საფუძველზე აგებულ მახასიათებელზე სწორკუთხიანი სამკუთხედის აგების გზით \* (ნახ. 72). სამკუთხედის კატეტები კოორდინატა ლერძების პარალელური უნდა იყოს, ხოლო მათი სიდიდე უნდა შეესაბამებოდეს გრაფიკისათვის შერჩეულ მასშტაბს. მაგალითად, ვერტიკალზე 3 ც. დ. და ჰორიზონტალზე 3 კგ/ს ან შესაბამისად 4 ც. დ და 4 კგ/ს.

ამ სამკუთხედის ჰიპოტენუსის პარალელურად გაელეებთ სიმძლავრის მრუდის მგებს. შეხების წერტილიდან დაშეებული პერპენდიკულარი ჰორიზონტალურ ლერძზე, განსაზღვრავს ნორმალური სიმძლავრისათვის შესაბამის კარბურატორის ოპტიმალურ რეგულეებას.

### მუ შაობის შესრულების თანმიმდევრობა

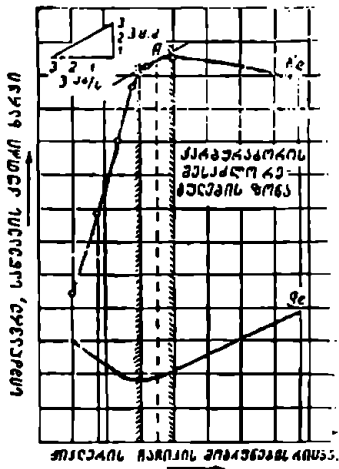
1. მომზადდეს საგამოცდო ეურნალი ზემონაჩვენები ფორმით, მხოლოდ სეეტის 2-ის დასათაურებაში აღინიშნოს „ეიკლერის ნემსას ჩაჩიკის მობრუნების რიცხვი“ და ამოლებულ იქნეს სეეტი 8.
2. შემოწმდეს და დათვალეირდეს მოწყობილობა, ხელსაწყოები და იარაღები.

\* ოპტიმალური რეგულეების განსაზღვრის სხვა ბერბები (ორი მებების ბერბი, ეფექტურობისა და ეკონომიურობის ეოთნაირი კროცენტული შემცირების ბერბი და სხე., იხ. თავი I, § 3 ძრავის მახასიათებლები—ეჰში სულია და სარეგულაციო მახასიათებლები. სამკუთხედის აგების ბერბი აქ მოყვანილია როგორც ნიმუში.

3. შემობრუნდეს ეიკლერის სარეგულაციო მილი ან ჩაჩიკი 2,5 ბრუნზე; (თუ მუშაობა მიმდინარეობს ეიკლერების კვეთის შერჩევის მიხედვით, მაშინ კარბურატორში დაყენებული უნდა იქნეს უმცირესი კვეთის მქონე ეიკლერი და ეურნალის 2 სვეტში ჩაიწეროს ეიკლერის ზომა).

4. გავალოთ საწვავის (ბენზინის) ავზის ონკანი, ავაშუშაოთ ძრავი, გავახუროთ და გადავიყვანოთ ძირითადი საწვავით კვებაზე.

5. ძრავის გახურებამდე საჭიროა ის ოდნავ დაეტვირთოთ. ამ მიზნით გავხსნათ მუხრუჭში წყლის მიწოდების ონკანი და მუხრუჭის სადატვირთო ონკანები დავაყენოთ საშუალო შეესების მდგომარეობაში. დატვირთვის შემდეგ შემოწმდეს და თუ აუცილებელია დაზუსტდეს ანთების მომენტის დაყენება.



ნახ. 72. საწვავის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებელი და ოპტიმალური რეგულაციის განსაზღვრის ბერხი.

6. ძრავის გახურების შემდეგ თანდათან ჩაებრაზნოთ ეიკლერის ჩაჩიკი მანამ, სანამ არ დიწყება კარბურატორში „ცემინება“, ე. ი. ნარევი გალარბდება. ამ მომენტიდან ამოვხრაზნოთ ჩაჩიკი ძრავის მდგრადი მუშაობის მიღებამდე. ჩაჩიკის მდგომარეობა შეეიტანოთ ეურნალის 2 სვეტში.

7. თანდათანობით დაეტვირთოთ ძრავი მუხრუჭში წყლის მიწოდებით, მთლიანად გავალოთ სადროსელო მისათუარი და წყლის ონკანების საშუალებით დავამყაროთ ძრავის ნორმალური ბრუნთა რიცხვი, რომელიც ყველა ცდის დროს მუდმივი უნდა იყოს.

8. შემოწმდეს მუხრუჭიდან გამომავალი წყლის ტემპერატურა. თუ

ტემპერატურა ძლიერ მაღალია, საჭიროა გავზარდოთ მუხრუჭში წყლის მიწოდება და მუხრუჭში წყლის ფენის სისქე (ონკანების სახელურები მოვაბრუნოთ საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით). ამ დროს მეორედ შემოწმდეს ძრავის ბრუნთა რიცხვი.

9. 5 წუთის განმავლობაში შემოწმდეს გავრილების სისტემაში წყლის ტემპერატურა, ძრავის ბრუნთა რიცხვი წუთში და მუხრუჭის სასწორის მექანიზმის ჩვენება. თუ ეს პარამეტრები არ იცვლება, შეიძლება ძრავის თბური რეჟიმი და მუშაობა დამყარებულად ჩავთვალოთ და შევეუდგეთ მახასიათებლის ართმევას. თუ რომელიმე პარამეტრი იცვლება ძრავის გახურება და რეგულება უნდა გავგრძელდეს მდგრადი რეჟიმის მიღებამდე.

10. როგორც კი დამყარდება ძრავის სიჩქარითი და თბური რეჟიმი, გადავიანოთ იქნეს ძრავის კვება სასწორზე მოთავსებული ავზიდან, რომელიც შეწონასწორებული უნდა იყოს რკინის მცირე ნაჭრებით და საწონებით ისე.

რომ ამ გადაყენების მომენტში ავზის მხარე ოდნავ სძლევდეს საწონებს. როგორც კი დამყარდება წონასწორობა, უნდა ჩავართოთ წამმზომი, მიეცეთ ცდის დაწყების ნიშანი და საწონების მხარეზე თეთქიდან ავიღოთ საწონი, რომლის შესაბამისი საწვავის რაოდენობა განსაზღვრულია ცდის ბანგრძლიობისათვის. თვალყური ვადევნოთ სასწორს; როგორც კი მეორედ დამყარდება წონასწორობა, გამოვართოთ წამმზომი, მიეცეთ ცდის დამთავრების ნიშანი და გადავიყენოთ ძრავი ძირითად ავზიდან კვებაზე.

ცდის დროს უნდა გაიზომოს და ჩაიწეროს ტურნალში: სასწორის მქანის მისი ჩვენება, გაგრილების სისტემაში წყლის და გარემო ჰაერის ტემპერატურა, წამმზომით გაზომილი ცდის ბანგრძლიობა.

11. შემოვებრუნოთ  $\frac{1}{4}$  ბრუნით ჟიკლერის სარეგულაციო მილი (ან შევცვალოთ ჟიკლერი), შემოწმდეს ჭულია ლილვის ბრუნთა რიცხვი და საპირობების შემთხვევაში მოვახდინოთ მისი რეგულება მუხრუქში წყლის მიწოდების რეგულებით.

12. როგორც კი დავრწმუნდებით, რომ ძრავის მუშაობის და თბური რეჟიმები დამყარდა, ჩავატაროთ მეორე ცდა ისევე, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი.

13. მორიგე მრუდზე შევამოწმოთ რომ ამ ცდას აქვს ნორმალური ნაჩვენებლები, რის შემდეგ ასეთივე თანმიმდევრობით ჩავატაროთ მესამე, მეოთხე და ა. შ. ცდები მანამ, სანამ არ შეწყდება გასაზომი სიდიდეების ცვალებადობა ან არ დაირღვევა ძრავის მუშაობა ნარევის ძლიერი გამდიდრების გამო.

14. გამოცდის დამთავრების შემდეგ შევწყვიტოთ საწვავის მიწოდება, მივხუროთ სადროსელო მისათარი, შევწყვიტოთ მუხრუქს წყლის მიწოდება და დავცალოთ მუხრუქი. საწვავის დახარჯვის შემდეგ ძრავი გაჩერდება.

15. გულდასმით გაიწმინდოს დანადგარი, ბელსაწყობი და იარაღები.

16. გამოთვლილ იქნეს  $N_c$ ,  $G_c$  და  $g_c$  მნიშვნელობები და შედგეგანი შეტანილ იქნეს გამოცდის ტურნალში.

17. ავგაოთ სარეგულაციო მახასიათებლის მრუდი, რომელზეაც აღვნიშნოთ კარბურატორის საუკეთესო რეგულების (ან ჟიკლერის კვეთის) შესაბამისი უბანი.

## **§ 2. ანთების წინსწრების მიხედვით საკომპლაცტომ მახასიათებლის ართმევა**

ანთების წინსწრების მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევა წარმოებს კარბურატორის ოპტიმალური რეგულების დადგენის შემდეგ იმ მიზნით, რომ გარკვეულ იქნეს ანთების მომენტის გავლენა ძრავის სიმძლავრესა და ეკონომიურობაზე და განისაზღვროს ანთების წინსწრების საუკეთესო ბელსაყრელი კუთხე.

ცდის დაწყებამდე უნდა დავრწმუნდეთ, რომ სადროსელო მისათარი განართულია რეგულატორისაგან და მის ღერძზე მოწყობილია ბერკეტი ხე-

ლით მართვისათვის. გამოცდის ეურნალის მე-2 სვეტი დასათაურდეს „ანთების გაწინაურების კუთხე“. მომზადდეს დანადგარი და ხელსაწყოები. ამის შემდეგ:

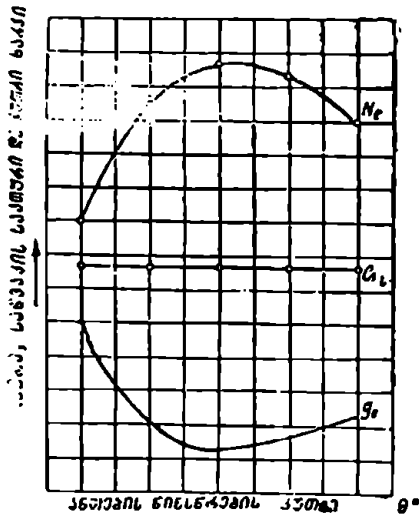
1. ავამუშაოთ ძრავი, გავაბუროთ, გადავიყვანოთ ძირითად საწვავზე და მოვახდინოთ კარბურატორის რეგულება ყველაზე ეკონომიური ნარევის მისაღებად.

2. პირველი ცილინდრის სანთელის სადენი მივეურთოთ ანთების მომენტის შესამოწმებელ რკალს და მაგნეტოს მწყვეტის გადაადგილებით დავაყენოთ ნაბერწყლის მიწოდება ზუსტად ზ. მ. წერტილში (ნაკვიანები ანთება), რის შემდეგ სადენი გამოეთიშოთ.

3. თანდათან დავტვირთოთ ძრავი დროსელის მთლიან გაღებამდე და მუხრუჭის საშუალებით დავამყაროთ ძრავის ნორმალური ბრუნთა რიცხვი.

4. როდესაც ძრავის თბური რეჟიმი დამყარდება, დავიწყოთ პირველი ცდა და გავზომოთ: ცდის იანგრძლიობა, მუხრუჭის სასწორის შექანისზმის ჩვენება, ბრუნთა რიცხვი, წყლისა და ჰაერის ტემპერატურა, ცდის დროს დახარჯული საწვავის რაოდენობა და გაზომილი სიდიდეები შევიტანოთ გამოცდის ეურნალში.

5. დავაყენოთ ანთების მომენტი ზ. მ. წერტილიდან  $5^{\circ}$  გაწინაურებით. დავამყაროთ ძრავის ნორმალური ბრუნთა რიცხვი მუხრუჭით და ჩავატაროთ მეორე ცდა.



ნახ. 73. ხარველაციო მახასიათებელი ანთების წინსწრების მიხედვით.

5. მორიგე მრუდზე (ვერტიკალურ ლერძზე გადაზომილია სასწორის ჩვენება, ჰორიზონტალურზე ანთების წინსწრების შესაბამისი კუთხეები) შევამოწმოთ მეორე ცდის მონაცემი და ამგვარად ანთების წინსწრების კუთხის ყოველ  $5^{\circ}$ -ით შეცვლის პირობებში ჩავატაროთ თანმიმდევრობით მესამე, მეოთხე და ა. შ. ცდებზე მანამ, სანამ ძრავის სიმძლავრე არ დაიწყებს ზემოქმედებას.

7. გამოთვლილ იქნეს  $N_p$ ,  $G_h$  და  $T$  სიდიდეები, შეტანილ იქნეს ეურნალში ან ავაგოთ მრუდი (ნახ. 73).

ბრუნის მიხედვით დადგენილ იქნეს ანთების წინსწრების კუთხის ოპტიმალური სიდიდე.



**§ 3. გარეგანი სიჩქარითი მახასიათებლის  
აკთვობა**

გარეგანი მახასიათებლის ართმევა წარმოებს ძრავის მუხლა ლილვის იმ ზღვრული ბრუნვის სიჩქარეების დასადგენად, რომელთაც შეესაბამება მისი უდიდესი სიმძლავრე და მარბუნებელი მომენტი. გარეგანი მახასიათებლის ართმევა მიმდინარეობს კარბურატორის ოპტიმალური რეგულების და ანთების წინსწრების ხელსაყრელ კუთხის პირობებში.

ქვემოთ მოყვანილია მითითებები კარბურატორიანი ძრავის გამოსაცდელად. დიზელის ძრავის გამოცდაც ასეთივე სქემით ხდება, მხოლოდ საწვავის ტუმბო დაყენებული უნდა იქნეს მიწოდების წინსწრების საუკეთესო კუთხეზე, ხოლო მიწოდების შემზღუდველი (სარეგულაციო მახასიათებლის მიხედვით დაყენებული) უცვლელ მდგომარეობაში უნდა იყოს გამოცდის მთელ პერიოდში.

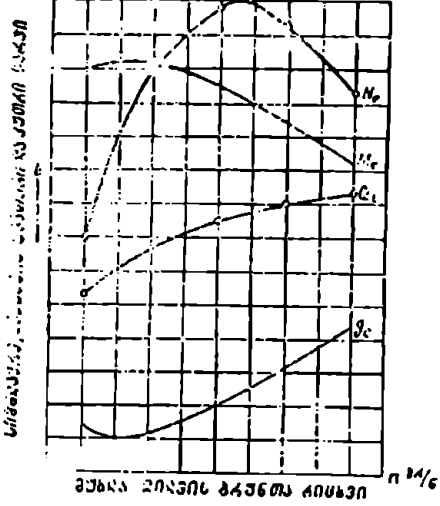
ცდის დაწყებამდე სადროსელო მისათარი უნდა განვრთოთ რეგულატორიდან და მოვაწყოთ ბერკეტი ხელით მართვისათვის.

საგამოცდო ყურნალში არაა საჭირო მეორე სვეტი. მუშაობა ტარდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. დანადგარისა და ხელსაწყობების დათვალიერება-შემოწმების შემდეგ ავამუშაოთ ძრავი, გაეახუროთ, გადავიყვანოთ ძირითად საწვავზე და მოვახდინოთ კარბურატორის რეგულება ეკონომიურ ნარევეზე.

2. თანდათან დავტვირთოთ ძრავი, მთლიანად გავალთ სადროსელო მისათარი და განვაგრძოთ დატვირთვის ზრდა მუბრუქით. ერთდროულად ვცვალთ ანთების მომენტი ნაგვიანებისაკენ და შევამციროთ ბრუნთა რიცხვი ისეთ სიდიდემდე, როდესაც კიდევ შეიძლება ძრავის მდგრადი მუშაობა.

3. დავამყარებთ რა ანთების საუკეთესო მომენტს, დაუუვირდეთ ხელსაწყობებს. როგორც კი დამყარდება ძრავის თბური რეჟიმი ჩავატაროთ პირველი ცდა. გაიზომება: ცდის ხანგრძლიობა, სასწორის მექანიზმის ჩვენება, ბრუნთა რიცხვი, წყლისა და ჰაერის ტემპერატურა, ცდის განმავლობაში დახარჯული საწვავის რაოდენობა და გარემო წნევა. გაზომილი სიდიდეები შევიტანოთ გამოცდის ყურნალში.



ნახ. 74. გარეგანი მახ.სიახებელი.

4. შევამციროთ მუხრუჭის დატვირთვა იმდენად, რომ ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნებმა მოიმატოს 100 \* ბრუნით წუთში და ერთდროულად ვარეგულიროთ ანთების მომენტი.

5. ძრავის თბური რეჟიმის დამყარების შემდეგ ჩაეატაროთ მეორე ცდა.

6. ისევ შევამციროთ მუხრუჭის დატვირთვა და ბრუნთა რიცხვის შემდეგ ინტერვალზე თბური რეჟიმის დამყარების შემდეგ ჩაეატაროთ მესამე ცდა. ასე ვაგრძელებთ მანამ, სანამ ძრავის სიმძლავრე არ დაიწყებს მოკლებას.

გამოცდის პროცესში ერთდროულად ეაკვირდებით მორიგე მრუდით წინა ცდების სისწორეს.

7. გამოვთვალოთ  $N_c$ ,  $M_c$ ,  $G_c$ ,  $g_c$  სიდიდეები. სიმძლავრე დაეიყვანოთ ნორმალურ ატმოსფერულ პირობებზე და შედეგები ჩაეწეროთ ეურნალში.

8. აუაგოთ გარეგანი (სიჩქარიით) მახასიათებლის მრუდები (ნახ. 74) სათანადო მასშტაბების დაცვით.

#### § 4. სატრაქტორო ძრავის ხადატვირთო მახასიათებლის (მახასიათებელი ჩავუღატოკჷ) ატმევა

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, რეგულატორით მომარაგებულ სატრაქტორო ძრავებში სადატვირთო მახასიათებელს უწოდებენ აგრეთვე მახასიათებელს რეგულატორზე, რომელიც გამოიყენება რეგულატორის მუშაობის სისწორის შესამოწმებლად და აგრეთვე ვადატვირთვების დროს ძრავის მუშაობის დინამიური და ეკონომიური მაჩვენებლების გამოსაელინებლად. თუ ძრავს აქვს ერთრეჟიმიანი რეგულატორა, აილება ერთი მახასიათებელი. მრავალრეჟიმიანი რეგულატორის შემთხვევაში აილება რამდენიმე მახასიათებელი ძრავის სხვადასხვა სიჩქარითი რეჟიმის პირობებში.

საეტომობილო ძრავებში სადატვირთო მახასიათებელს უწოდებენ სადროსელო მახასიათებელს და მისი ართმევა ხდება სხვადასხვა დატვირთვისა და სიჩქარითი რეჟიმების დროს ძრავის ეკონომიურობის გამოსაელინებლად.

რეგულატორული მახასიათებლის ართმევა სატრაქტორო ძრავზე. საგამოცდო ეურნალში არაა საჭირო 2 და 8 სვეტები. ძრავის გარეგანი მახასიათებლის მიხედვით განესაზღვროთ ეფექტური სიმძლავრე, რომელიც შეესაბამება დატვირთვის დროს მუხლა ლილვის ნორმალურ ბრუნთა რიცხვს. ეს სიმძლავრე მივიღოთ როგორც 100%, და ფორმულით

$$P = \frac{N_c}{n} \cdot 1000$$
 კვ გამოვთვალოთ მუხრუჭის სასწორის მექანიზმის ჩვენებები 25%, Ne, 50%, Ne, 75%, Ne, 85%, Ne, 90%, Ne, 92%, Ne, 95%, Ne და 98%, Ne — მნიშვნელობების დროს. ამის შემდეგ:

\* ბრუნთა რიცხვის ცვლილებისათვის ინტერვალი 100 ბრ/წ არაა საეადებელო. ძრავის ბრუნთა რიცხვების მიხედვით ეს ინტერვალი შეიძლება იყოს 200, 300, 400 და ა. შ

1. ავამუშავეთ ძრავი, გაეხურეთ, გადავიყვანოთ ძირითად საწვავზე, მოვახდინოთ კარბურატორის რეგულება ეკონომიურ ნარევეზე და ანთების რეგულება.

2. შევამოწმოთ რეგულატორი და საჭიროების შემთხვევაში მოვაწესრიგოთ; ამ მიზნით:

ა) ნარევის მიწოდების მართვის ბერკეტი დაეაყენოთ მთლიან გაღებაზე.

ბ) მუხრუჭით დავტვირთოთ ძრავი სიმძლავრის 95%-ით და შევამოწმოთ ტაქომეტრით ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

გ) თუ ადგილი ექნა ნორმალურ ბრუნთა რიცხვიდან გადაარას, მოვაწესრიგოთ რეგულატორი.

3. დავტვირთოთ ძრავი მუხრუჭით 25% სიმძლავრით და თბური რეჟიმის დამყარების შემდეგ ჩავატაროთ პირველი ცდა, რომლის დროს გაეზომოთ სიმძლავრე და საწვავის ხარჯი.

4. გაეზარდოთ დატვირთვა 50%-მდე. რეჟიმის დამყარების შემდეგ ჩავატაროთ მეორე ცდა თავისი გაზომვებით.

5. ზემოაღმოთვლილი დატვირთვების შესაბამისად ჩავატაროთ ძრავის დამუხრუჭება ყველა მნიშვნელობისათვის და ერთდროულად შევამოწმოთ ცდების სისწორე მორიგე მრუდით (ვერტიკალურ ღერძზე გადაზომილია მუხრუჭის სასწორის შექანის მის ჩვენება, ხოლო ჰორიზონტალურზე — შესაბამისი ბრუნთა რიცხვი).

6. გამოვთვალოთ  $N_e$ ,  $G_s$  და  $g_e$  და შედეგები შევიტანოთ ჟურნალში.

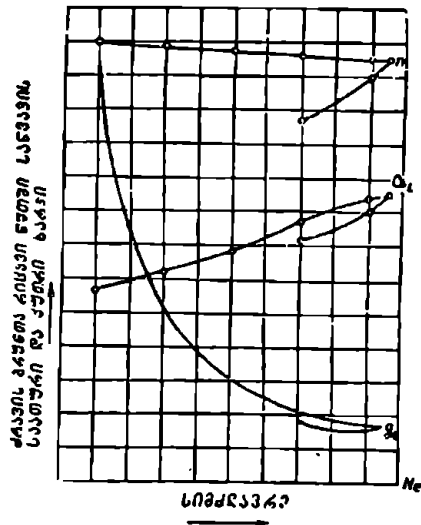
7. ავავთ რეგულატორული მახასიათებლის მრუდები (ნახ. 75).

სადროსეღო მახასიათებლის ართმევა საავტომობილო ძრავზე. წინასწარ უნდა მივიღოთ თუ რომელ სიჩქარით რეჟიმზე გვსურს მახასიათებლის ართმევა.

1. ძრავის ამუშავების, გახურებისა და ანთების რეგულების შემდეგ მიეხურავთ დროსელს იმდენად, რომ დაუტვირთავად ძრავი ავითარებდეს წინასწარ მიღებულ (შერჩეულ) ბრუნთა რიცხვს.

2. რეჟიმის დამყარების შემდეგ ვატარებთ პირველ ცდას; ვზომავთ საწვავის ხარჯს და ძრავის სიმძლავრეს.

3. სადროსელო მისაფარის მართვის ბერკეტთან მოწყობილ სკალაზე პირველი ცდის დროს ბერკეტის მდგომარეობასა და მთლიანი დროსელის შესაბამის მდგომარეობას შორის მანძილი (დანაყოფები) გავეყოთ 7-8 ნაწი-



ნახ. 75. მახასიათებლო რეგულატორზე.

ლად (უღების რაოდენობა) და ყოველი შემდეგი ცდა ჩავატაროთ ერთი დამატებითი დანაყოფით გადაწეული ბერკეტის მდგომარეობაში.

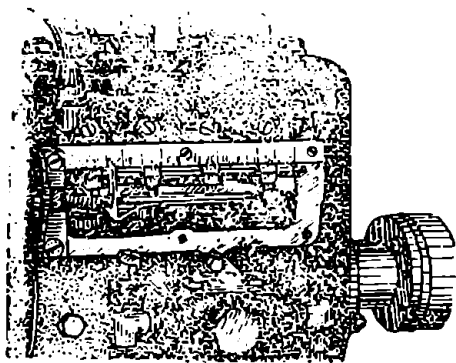
4. დროსელის ვალების გაზრდის დროს უნდა შევცვალოთ მუხრუჭით ძრავის დატვირთვა ისე, რომ მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი წინასწარ შერჩეულ სიდიდემდე მივიყვანოთ.

5. ასე დროსელის თანდათანობითი ვალებით ჩავატაროთ ყველა ცდა. ერთდროულად საჭიროა მორიგე მრუდით შემოწმება, რომლის ვერტიკალურ ღერძზე იხომება საწვავის ხარჯი, ხოლო ჰორიზონტალურზე — მუხრუჭის სასწორის მექანიზმის ჩვენება.

6.  $N_c$ ,  $G_c$  და  $G_c$  გამოთვლების შემდეგ აევათ სადროსელო მახასიათებელი. ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაიხომება სიმძლავრე, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე შესაძისი საათური და კუთრი ხარჯი.

### § 5. საწვავის მიხედვით ხარჯულაციო მახასიათებლის ართმევა დიზელის ძრავზე

დიზელის ძრავზე საწვავის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევა წარმოებს ნიწოდების შემზღვევის სწორი დაყენებისათვის. გამოც-



ნახ. 76. დიზელის ძრავის საწვავის ტუმბოზე დაყენებული დაჯრადუსებული სკალა და მაჩვენებელი.

დის დაწყებამდე საწვავის ტუმბოს რეგულატორი უნდა განიტოს ლარტყისავან, ხოლო თვით ლარტყაზე მოეწყოს მაჩვენებელი, რომლის გადაადგილება ლარტყასთან ერთად. კორპუსზე დამაგრებულ სკალის გასწვრივ (ნახ. 76) საშუალებას იძლევა ავთვალთ ლარტყის გადაადგილების სიდიდე:

გამოცდების დროს საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს ლარტყის ნორმალური სვლისა და საწვავის მიწოდების ცვალებადობის სიდიდეები.

ეს მონაცემები  $D-35$ ,  $D-54$  და  $KDM-46$  ძრავებისათვის მოცემულია გვ. 205-ზე.

მუშაობის შესრულების თანმიმდევრობა შემდეგია:

1. საგამოცდო ეურნალში არაა საჭირო სვეტი 8, ხოლო მეორე სვეტი დასათაურდეს: „ლარტყის წევასმდგომარეობა შვ“.

2. საწვავის ტუმბოს ლარტყის წევასთან შეერთებული ბერკეტით, დავაყენოთ მიწოდება, რომელიც წევასბამება სრული დატვირთვის დროს მიწოდების ნახევარს. ავამუშავოთ ძრავი და გავახუროთ.

**ლარტყის ხელა და მისი გავლენა ხაწვავის მიწოდების სიდიდეზე**

ძრავის და- სახელება	საწვავის ტუმბოს ლარტყის ნორმალური სელა (მმ)	საწვავის მიწოდების ცილინობა ლარ- ტყის სელის 1 მმ დროს ძრავის ნორ- მალურ ბრუნთა რიცხვზე (კმ/ს)
Д-35	10,5	0,9—1,0
Д-54	10,5	1,4—1,6
КДМ-46	13,0	0,9

3. ძრავის თანდათანობითი დატვირთვით დაეამყაროთ ნორმალური ბრუნთა რიცხვი.

4. როდესაც ხელსაწყოების ჩვენებით მიღწეული იქნება ძრავის თბური რეჟიმი, ჩაეატაროთ პირველი ცდა. გაზომვების გარდა, საჭიროა ფურნალში ალინიზნოს ლარტყის წვეას მდგომარეობა და სვეტში 15 ალინიზნოს ნამუშევარი აირების დახასიათება (გაბოლქვის ხასიათი, ბოლვა, აირებში ჭურის არსებობა, გაბოლქვის ფერი და სახე და სხვ.).

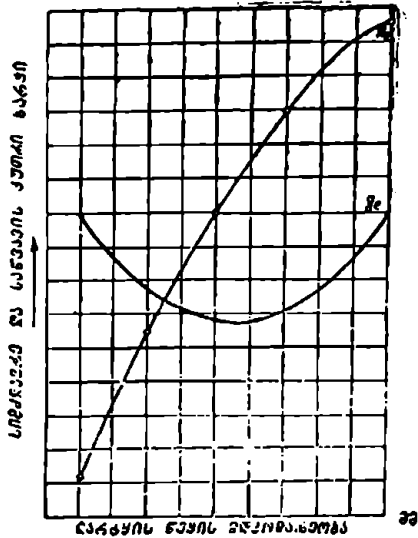
5. გაეზარდოთ მიწოდება ლარტყის წვეის გადაადგილებით 1—1,5 მმ-ით, დაეამყაროთ რეჟიმი და ჩაეატაროთ მეორე ცდა.

6. ყოველ შემდეგ ცდისათვის ლარტყის ერთი და იგივე სიდიდეზე გადაწეით ვაგრძელებთ მუშაობას მანამ, სანამ სიმძლავრე არ დაიწყებს შემცირებას. ერთდროულად შედეგებს ვამოწმებთ მორიგე მრუდით.

7. Ne, G<sub>1</sub> და ge გამოთვლების შედეგები შეგვაქვს ფურნალში და ვაგებთ საჩვენებელს მახასიათებელს (ნახ. 77).

მახასიათებლის კოორდონ-

ტალურ ღერძზე გადავზომავთ მასშტაბში ლარტყის წვეის მდებარეობას მილიმეტრებით, ხოლო ვერტიკალზე—შესაბამის სიმძლავრეებს და საწვავის კუთრ ხარჯს.



ნახ. 77. დიზელის ძრავის საჩვენებელი მახასიათებელი.

**თავი VI**

**აირების ანალიზი**

**§ 1. აიკანალიზაციის მეთოდი**

ავტოსატრაქტორო ძრავების ცილინდრებში წვის პროცესის მიმდინარეობისა და მისი თავისებურებების შესახებ მსჯელობისათვის აუცილებელია ნამუშევარი აირების ანალიზის ჩატარება ანუ მათი შედგენილობის განსაზ-

ღერა. საწვავი მასალისა და მისი წვის შედეგად მიღებული აირების მრავალრიცხოვანი ქიმიური ანალიზების საფუძველზე სამუშაო ნარევისა და წვის პროდუქტებს შორის დადგენილია გარკვეული დამოკიდებულება. ამიტომ, თუ გვეცოდინება წვის პროდუქტების ანუ ნამუშევარი აირების შედგენილობა, შესაძლებელია შეეფასოთ ნარევის ხარისხი, საწვავი აპარატურის რეგულირება და საწვავის წვის პროცესი.

როგორც ცნობილია, ნარევის ხარისხის შეფასება წარმოებს ე. წ. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტით, რომლის განსაზღვრა აირების ანალიზის ერთ-ერთ მთავარ ამოცანას წარმოადგენს.

$$\text{ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი } \alpha = \frac{L}{L_0},$$

სადაც  $L$  არის  $1$  კგ საწვავის დასაწვავად ძრავის ცილინდრებში ნამდვილად შესული ჰაერის რაოდენობა,

$L_0$ — $1$  კგ. საწვავის დასაწვავად საჭირო ჰაერის თეორიულად აუცილებელი რაოდენობა.

ამრიგად, წვის პროცესის სისრულესა და მის მიმდინარეობაზე წარმოდგენა რომ გექონდეს, თითქოს საკმარისია, ძრავის მუშაობის დროს უშუალოდ განესაზღვროთ ცალ-ცალკე ჰაერისა და საწვავის ხარჯი. მაგრამ ერთის შეხედვით, ეს მარტივი ამოცანა, მეტად გართულებულია, რადგან ცილინდრში ნამდვილად მოხვედრილი ჰაერის რაოდენობა ბევრ შემთხვევაში წვის პროცესში მთლიანად არ მონაწილეობს.

ამიტომ წვის პროცესის შესაფასებლად საჭიროა ჩავატაროთ ნამუშევარი აირების ანალიზი და, ამასთანავე, წინასწარ განესაზღვროთ საწვავის ქიმიური შედგენილობიდან მისი მახასიათებელი, თეორიულად გავიანგარიშოთ სრული წვისათვის საჭირო ჰაერის თეორიულად აუცილებელი რაოდენობა, საწვავის თბოუნარიანობა და მისი კუთრი წონა.

ამ მონაცემებით შეიძლება ეიმსჯელოთ წვის პროცესის სისრულის, ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის, არასრული წვის გამო სითბოს დანაკარგისა და სხვა საკითხებზე.

წვის ხარისხისა და ხასიათის მიხედვით ასხვავებენ ლ ა რ ი ბ და მ დ ი დ ა რ ნარევებს. ლარიზი ნარევის შემთხვევაში (როცა  $\alpha > 1$ ) ნამუშევარი (ნამწვი) აირები შეიცავს ეანგზადს იმ ჰარბი ჰაერიდან, რომელიც, როგორც ზედმეტი. საჭირო არ იყო სრული წვისათვის; მდიდარ ნარევებში ჰაერი უფრო ნაკლებია, ვიდრე ეს საჭიროა სრული წვისათვის; ამიტომ საწვავი ნაწილობრივ იწვება და გამოყოფს ნახშირბადს მკვეარტლის სახით ან წარმოშობს არასრული წვის პროდუქტს (წვის საშუალოდ პროდუქტს)—ნახშირეანგს ( $\text{CO}$ ), რომელიც ეანგზადის არსებობის პირობებში შეიძლება კიდევ დაიწვას ნახშირორეანგამდე ( $\text{CO}_2$ ). სრული წვის შემთხვევაში წვის პროდუქტების შედგენილობაში აზოტი, წყლის ორთქლი, ნახშირორეანგი და ჰარბი ჰაერის შემთხვევაში—თაისუფალი ეანგზადი.

არასრული წვის შემთხვევაში წვის პროდუქტებში შეიძლება იქნეს ნახშირეანგი, ნახშირბადი (მკვეარტლის სახით), ნახშირორეანგი, აზოტი,

წყალბადი, წყლის ორთქლი და, ამის გარდა, მცირე რაოდენობით მეთანი და ალდეჰიდები.

ყველა აირის ანალიზი მეტად რთული და შრომატევადი პროცესია და გამოიყენება მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევაში. ჩვეულებრივ პრაქტიკაში, ძრავების გამოცდების დროს, კმაყოფილებიან წვის პროდუქტების მთავარი კომპონენტების--ნახშირორგანებისა და ქანგბადის განსაზღვრით, რომელთა რაოდენობა განისაზღვრება აღებული სინჯის მოცულობის ცვლილებით, სათანადო მშთანქმელები რეაქტივების მოქმედების შედეგად. მაგრამ არასრული წვის დროს არაა ცნობილი, თუ რა პროდუქტებია მიღებული წვის შედეგად (C, CO, H<sub>2</sub>, თუ ალდეჰიდები). თუ დაუშვებთ, რომ არასრული წვის დროს უმთავრესად წარმოიშვება CO, მაშინ შეიძლება დაეკმაყოფილდეთ ნახშირორგანებისა და ქანგბადის ანალიზით.

ასეთ შემთხვევებში იყენებენ აირანალიზატორებს, რომელთა ყველაზე მეტად გავრცელებული ტიპი წარმოდგენილია 78-ე ნახ-ზე.

ხელსაწყოს აქვს კაპილარული მილი (4), რომლის განშტოებებს აქვს ონკანება (5), (8) და (10).

კაპილარული მილის დასაწყისში დაყენებულია სამსელიანი ონკანი (2), რომლის მეშვეობით კაპილარული მილი (4) სურვილისამებრ შეიძლება შევეუერთოთ U-ს მაგვარ კურკელს (ფილტრს) (1) საანალიზო აირის მისაწოდებლად ან შევეუერთოთ ატმოსფეროს რეზინის ბუშტას (24) საშუალებით. კაპილარის მეორე ბოლო საზომ ბიურეტთანაა (13) შეერთებული.

საზომი ბიურეტი (13) წარმოადგენს ზედა ნაწილში გაფართოებულ მილის მილს. გაფართოებული ნაწილი კაპილარული მილით მთავრდება. კაპილარზე გაფართოებული ნაწილის ახლოს არის ნაჩნევი. ბიურეტის ქვედა ბოლოზე მიჩაილულია გვერდზე მოხრილი მილი, რომლის გასქელებულ ბოლოზე რეზინის მილი (6) მაგრდება.

ბიურეტის ზედა ნაწილს, რომელიც კაპილარის ნაჩნევე მალაა მოთავსებული, აქვს მოცულობა 76—78 მლ. ბიურეტის ქვედა, ეიწრო ნაწილს, ქვედა ნაჩნევამდე აქვს მოცულობა 24—22 მლ. მთელი ბიურეტის საერთო მოცულობა 100 მლ. დაყოფილია 100 ნაწილად, მხოლოდ დანაყოფები ქვედა სამუშაო ნაწილზე დამჩნეულია ყოველ 0,1 ან 0,2 მლ ფასით. უმჯობესია ვიხმართ ბიურეტი, რომლის დანაყოფი უდრის 0,1 მლ.

ტემპერატურის მერყეობისაგან ბიურეტის დასაცავად და საანალიზო აირის გასაგრილებლად, ბიურეტი მოთავსებულია წყლით სავსე კურკელში (15).

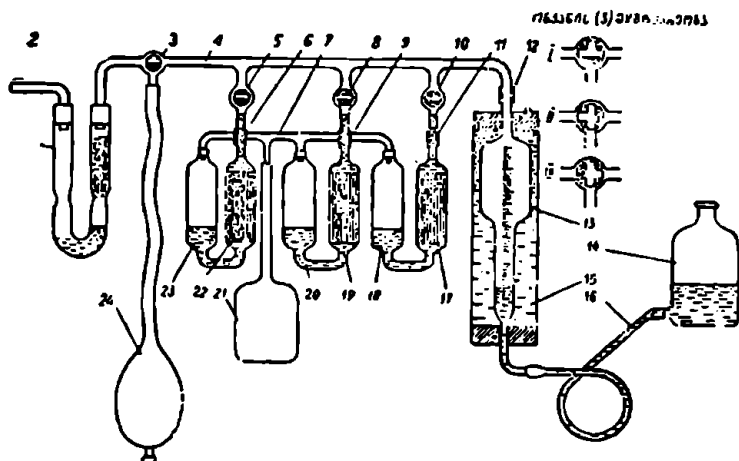
ბიურეტის ქვედა ბოლო რეზინის მილით (16) ხორხედიან ქილას (14) უერთდება.

ხელსაწყოს ეს ორი ნაწილი წარმოადგენს გაერთიანებულ კურკელს. თუ აუწევთ ან დაეწევთ ხორხედიან ქილას (14), მაშინ ბიურეტში (13) სითხის დონე შესაბამისად აიწვეს ან დაიწვეს, რის გამოც ბიურეტში შეიწოვება აირი ან გადაიდევნება მშთანქმელ კურკლებში. ბიურეტის ზედა ნაწილი რეზინის მილით (12) კაპილარული მილის (4) განშტოებასთანაა შეერთებული.

კაბილარის თითოეულ ონკანიან განშტოებასთან რეზინის მილის ნაკრებით (6), (9) და (11) შეერთებულია მშთანთქმელი ქურკლები (17), (19) და (22), რომლებშიც მოთავსებულია რეაქტივები შთანთქმისათვის. შთანთქმის პროცესის დასაჩქარებლად ქურკლების ის ნაწილი, რომელიც მიერთებულია კაბილართან, გავსებულია მინის მილაკებით, რომლებიც ზრდიან რეაქტივით დასველებულ ზედაპირს.

ანალიზის დროს ქურკელში შესვლისას აირი გამოდგენის სითხეს დამხმარე ქურკლებში (18), (20), და (23), რომლებიც მშთანთქმელ ქურკლებთანაა გაერთიანებული, დამხმარე ქურკლები მშთანთქმელ ქურკლებთან გაერთიანებულია მინის მილაკებით.

კაბილართან (4) მშთანთქმელი ქურკლის შემაერთებელ განშტოებაზე უნდა იყოს ნაჩნევი, ანალიზის დროს რეაქტივის დონის დასაყენებლად. ეს



ნახ. 76. აირანალიზატორის სქემა.

ნაჩნევი მოთავსებულია განშტოებაზე მშთანთქმელი ქურკლის მახლობლად. დამხმარე ქურკლები ზემოთ შევიწროებულია, საიდანაც ხდება რეაქტივების ჩასხმა.

საზომ ბიურეტში აირი შედის *U*-ს შიგნით მილით (1), რომელიც გავსებულია წყლით და მინის ბაზბით. ეს უკანასკნელი ფილტრის როლს ასრულებს

ქურკლებს (17) და (18) იყენებენ აირიდან ნახშირორგანგის შთანთქმისათვის, ქურკლებს (19) და (20) ეანგბადის შთანთქმისათვის, ხოლო ქურკლებს (22) და (23)—ნახშირორგანგის შთანთქმისათვის.

ბიურეტი და სხვა ყველა ქურკელი დამაგრებულია საერთო ყუთში.

ეანგბადისა და ნახშირორგანგის მშთანთქმელი რეაქტივები ჰაერთან შეხების დროს თანდათან კარგავენ მუშაობის უნარს და იფიტებიან. ამ რეაქტივებით ჰაერის შთანთქმას ადვილი რომ არ ექნეს, ამიტომ ქურკლებს



(18), (20) და (23) მინის მილით (7) რეზინის პარკთანაა (21) შეერთებული.

ბიურეტიდან პირველი მშთანთქმელი კურკელი (17) ივსება  $\text{CO}_2$ -ის მშთანთქავი სითხით; მეორე (19) —  $\text{O}_2$ -ის მშთანთქავი სითხით, ხოლო მესამე (22) და მეოთხე (იმ შემთხვევაში, თუ აპარატს აქვს ოთხი მშთანთქავი კურკელი) ივსება  $\text{CO}$ -ის მშთანთქავი სითხით.

ნახ-ზე სამსვლიანი ონკანის (3) მდგომარეობები შეესაბამება:

I აირის სინჯის აღებას;

II აირის ანალიზს და შემაერთებელი მილების (1) და (2) გამოქრევას;

III ბიურეტის (13) დაცლას.

ხორხედიანი ქილა (14) და მასთან შეერთებული ბიურეტი ივსება ცივი, ადუღებული წყლით ან  $1\%$ -იანი გოგირდის სიმკაეის და ან  $22\%$ -იანი ქლორთან ნატრიუმის ( $\text{NaCl}$ ) ხსნარებით.

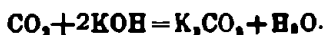
მშთანთქმელ კურკლებიდან ხსნარში ტუტეს შემთხვევითი მოხვედრის დროს, აირის ანალიზის შედეგები არ იქნება სწორი.

ხსნარში ტუტეს აღმოსაჩენად ბიურეტის სითხეში უოველ 100 მლ-ზე უმატებენ როგორც ინდიკატორს, ფენოლფტალეინის  $1\%$ -იანი სპირტის ხსნარის 5—10 წვეთს. ტუტეს არსებობის შემთხვევაში ხსნარი წითლდება. თუ ფენოლფტალეინი არა გვაქვს, შეიძლება ინდიკატორად გამოვიყენოთ მეთილორანგი, რომლითაც სითხეს წითლად ლეზავენ. ტუტეს მოხვედრის შემთხვევაში სითხის წითელი ფერი ყვითლად იცვლება.

$\text{CO}_2$ -ის მშთანთქმელად გამოვიყენება მწვავე კალიუმის ( $\text{KOH}$ ) ხსნარის შემდეგი შედგენილობა: წყალი 100 მლ, მწვავე კალიუმი 50 გრ. ასეთი სიმაგრის ხსნარის 1 სმ<sup>3</sup>-ის მშთანთქმელი უნარიანობა დაახლოებით შეადგენს 40 სმ<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$ -ს.

მწვავე კალიუმის გახსნა მეტად ათბობს ხსნარს. ამიტომ ხსნარი მეტად ფრთხილად უნდა მოვამზადოთ, რადგან დაღერის შემთხვევაში შეიძლება დავიწვათ ხელები და გავაფუქოთ ტანსაცმელი.

მწვავე კალიუმით ნახშირორჟანგის შთანთქმის რეაქცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს



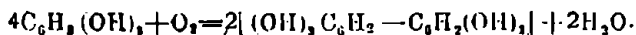
თუ მწვავე კალიუმი არა გვაქვს, შეიძლება გამოვიყენოთ მწვავე ნატრიუმი, მაგრამ მის უარყოფით მხარეს ის წარმოადგენს, რომ წარმოქმნილი ნახშირმჟავა ნატრიუმი კულად იხსნება და შეიძლება შემაერთებელ მილებში გაიქცდოს.

ფანგბადის შთანთქმისათვის იყენებენ პიროგალოლის ხსნარს, რომელსაც შემდეგნაირად ამზადებენ: 15 გრამ პიროგალოლს გახსნიან 30 მლ ცხელ წყალში და აურევენ ზემომოყვანილი კონცენტრაციის მწვავე კალიუმის 80 მლ ხსნარში.

ტუტესთან პიროგალოლის ხსნარის შერევის დროს უნდა ვეცადოთ, რომ პროცესში ჰაერმა არ მიიღოს მონაწილეობა, რადგანაც ჰაერის ფანგბადი

მნიშვნელოვნად ამცირებს რეაქტივის მოქმედებას. უმჯობესია, შერევა თვით მშთანთქმელ ჭურჭელში მოვახდინოთ. ამ მიზნით ჯერ უნდა გავხსნათ პიროგალოლი, ჩავასათ ხსნარი მშთანთქმელ ჭურჭელში და შემდეგ დაუმატოთ ტუტე. ჭურჭელი უნდა დაეხუროთ ონკანით და ქილიდან (14) სითბის რამდენიმეჯერ გადატუმბვით აეურიოთ ხსნარს.

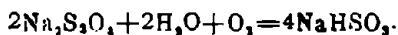
პიროგალოლის მიერ ყანგბადის შთანთქმის რეაქცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



პიროგალოლის აბალ ხსნარს ღიაყვითელი ფერი აქვს. ყანგბადის შთანთქმით ხსნარი მუქდება და გაუმჭვირვალე სდება. პიროგალოლის ხსნარის 1 მლ-ის მშთანთქმელი უნარიანობა უდრის 7 მლ ყანგბადს, როდესაც ხსნარის ტემპერატურა 20. 25° C.

პიროგალოლი მეტად წამიანი ნივთიერებაა, ამიტომ მისი ხსნარი ფრთხილად უნდა ეხმაროთ.

ყანგბადის შთანთქმა შეიძლება აგრეთვე ნატრიუმის ჰიდროსულფიტის ხსნარით. რომელსაც შემდეგნაირად ამზადებენ: 250 მლ წყალში სსნიან 50 გ ჰიდროგოგორდმევა ნატრიუმს და ხსნარს უმატებენ 40 მლ მწვევე კალიუმის ხსნარს (50 გ მწვევე კალიუმი 70 მლ წყალში). ამ რეაქტივით ყანგბადის შთანთქმა რამდენიმე წუთში ხდება. შემდეგი რეაქცია:



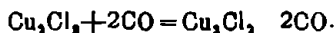
1 მლ ხსნარის შთანთქმის უნარიანობა უდრის 9 მლ ყანგბადს. ამ ხსნარის უპირატესობა ისაა, რომ ყანგბადის შთანთქმა მას დაბალ ტემპერატურებზეაც ისე სწრაფად შეუძლია, როგორც მაღალ ტემპერატურებზე.

ნახშირეანის (CO) შთანთქმისათვის არ არსებობს ისეთი რეაქტივი, რომელსაც შეეძლოს მასთან მყარი ქიმიური შენაერთის მოცემა.

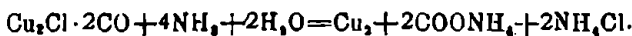
აირის ტექნიკური ანალიზის დროს ნახშირეანის შთანთქმისათვის საჭიროა ორი მშთანთქმელი ჭურჭელი. აირის უმეტესი ნაწილის შთანთქმა წარმოებს პირველ ჭურჭელში, ხოლო დანარჩენის—მეორეში, რომელიც ახალი რეაქტივითაა სავსე.

ნახშირეანის შთანთქმისათვის იყენებენ ნახვეარქლორიან სპილენძის (Cu<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) ხსნარს, რომელიც შემდეგნაირად მზადდება: 250 გ ქლორამონიუმს (NH<sub>4</sub>Cl) ხსნიან 750 მლ გამთბარ წყალში და უმატებენ 200 გ ნახვეარქლორიან სპილენძს. ამის შემდეგ ხსნარის ყოველ სამ მოცულობას დაუმატებენ ერთ მოცულობა ამონიაკს (0,91 კუთრი წონით) და ხსნარს ფილტრავენ. რამდენიმე საათის შემდეგ ხსნარს ხელსაწყოში ასხამენ. მშთანთქმელ ჭურჭელში ხსნარის უნარიანობის შესანარჩუნებლად ჩადებენ სპილენძის ხეის ნაჭერს.

ნახშირეანის შთანთქმის რეაქცია გამოისახება შემდეგნაირად:



მიღებული არამდგრადი შენაერთის შემდგომი რეაგირება ასე მიმდინარეობს:



ვინაიდან ერთქლორიანი სპილენძის ხსნარს შეუძლია შთანთქმას არა მარტო ნახშირბადი, არამედ ენაგბადი, ნახშირორბენა აირი და მძიმე ნახშირწყალბადები, ამიტომ CO-ს შთანთქმა აირებიდან აუცილებლად უნდა მოხდეს სხვა დასახელებული აირების შთანთქმის შემდეგ.

ნახევარქლორიანი სპილენძის ამონიუმის ხსნარის 1 მლ-ს მშთანთქმელი უნარიანობა უდრის 16 მლ.

აირის ანალიზისათვის ხელსაწყოს გამოყენების წინ უნდა შევამოწმოთ შეერთებებისა და ონკანების სიმკიდროვე. ამ მიზნით ქილა (14) უნდა ავწიოთ, ბიურეტი (13) გავავსოთ წყლით და დავკეტოთ ყველა ონკანი. თუ შემდეგ ქილას (14) დაეშვებოდა, ბიურეტში წყალი ჯერ ოდნავ დაიწვეს და შემდეგ უძრავად გაჩერდება. თუ ბიურეტში წყალმა უწყვეტად ნელ-ნელა დაიწვია, ეს ონკანებში ან შეერთებებში არასაკმაო სიმკიდროვის მაჩვენებელია.

სათანადო სიმკიდროვის შემთხვევაში, შეიძლება აირის ანალიზის ჩატარება.

გამოცდის წინ მშთანთქმელ ქურქლებში (17), (19) და (22), სითხე უნდა მივიყვანოთ ნაჩვენებამდე. ამ მიზნით ონკანი (3) უნდა დაეაყენოთ III მდგომარეობაში, ქილა (14) ავწიოთ და ბიურეტი გავავსოთ სითხით. შემდეგ ონკანი (8) უნდა შემოვადრუნოთ II მდგომარეობაში, გავხსნათ ონკანი (10) და ფრთხილად დაეწიოთ ქილა (14) ძირს. ამ დროს ბიურეტიდან (13) სითხე ქილაში (14) გადმოვა. შექმნილი გაუხშობების გამო, მშთანთქმელი სითხე ქურქელში (17) აიწვეს და როდესაც სითხის დონე მიაღწევს ნაჩვენებამდე, ონკანი (10) უნდა დაეხუროთ. სხვა ქურქლებშიაც მშთანთქმელი სითხის დონე ანალოგიურად უნდა მივიყვანოთ ნაჩვენებამდე.

ცდების დროს უნდა დაეიცვათ შემდეგი ძირითადად წესები:

1) მუდმივად უნდა ვადევნოთ თვალყურს მშთანთქმელი სითხის დონის აწევას;

2) სითხის დონის შეჩერება უნდა მოხდეს ქილის სათანადო მდგომარეობაში დაყენებით და არა ონკანის დაკეტვით;

3) არ უნდა დაეაწვეთ ონკანებს მათი დაკეტვისა და გაღების დროს. ანალიზამდე საჭიროა, რომ ბიურეტში მყოფი სითხე გაველენთოთ სათანადო აირით, წინააღმდეგ შემთხვევაში ნახშირორბენის ძლიერი ხსნადობის გამო, სწორ შედეგებს ვერ მივიღებთ.

საანალიზო აირით მშთანთქმელი სითხის გაელენთისათვის უნდა ავიღოთ სასველიანი ონკანი, ქილა (14) მოვათავსოთ ხელსაწყოს ქვემოთ, მიმღები მილის ონკანი გავაღოთ და რამდენიმე წუთის განმავლობაში გავატაროთ აირი. გაელენთვის პროცესში მშთანთქმელი ქურქლის დანჯღრევა სასარგებლოა.

თუ მილსადენში, საიდანაც საანალიზო აირს ვღებულობთ, წნევა ატმოსფერულზე ნაკლებია, მაშინ მიმღებ მილსა და ხელსაწყოს შორის უნდა მოვათავსოთ რეზინის ბუშტა, რომლითაც აირს ტუმბავენ.

ანალიზისათვის აირის აღებამდე ბიურეტი (13) სითხით უნდა გავავსოთ ნაჩვენებამდე—100, რის შემდეგ ონკანი (3) უნდა მოვადრუნოთ II მდგომარეობაში და აირით დავტუმბოთ რეზინის ბუშტას (24) საშუალებით. როდესაც

ბელსაწყოსა და საანალიზო აირის წყაროს შემაერთებელი მილი მხოლოდ სა-  
ანალიზო აირით გაივსება, ონკანი (3) უნდა შეეაბრუნოთ I მდგომარეობაში,  
ქილა (14) დაესწიოთ ქვემოთ და ბიურეტში (13) საანალიზო აირი შეიწო-  
ვება.

აირის პირველი (ან უმჯობესია—მეორე) სინჯი ბელსაწყოდან უნდა გა-  
მოვუშვათ, რათა წინა ანალიზიდან დარჩენილი აირის ან ჰაერის ნარჩენი-  
დან მთლიანად გავწმინდოთ ბელსაწყო. ბიურეტში საანალიზოდ აღებული  
აირის მოცულობა 100 მლ-ზე ოდნავ მეტი უნდა იყოს. ჰარბი აირი უნდა გა-  
მოვუშვათ ატმოსფეროში და ბიურეტში სითხის დონე დაეაყენოთ ნულის  
ნაჩვენებამდე. დაკეტილი სამსელიანი ონკანის პირობებში ამ მიზნით ქილა  
უნდა აეწიოთ. რითაც მშთანთქმელ ჭურჭელში მყოფი აირი შეიკუმშება. ქი-  
ლის აწევით ხდება ჭურჭელში სითხის დონის დაყენება ნულის ნაჩვენეზე, რის  
შემდეგ ქილასა და ბიურეტს შორის მილს თითებით მოვუჭერთ. როცა დაფრ-  
წმუნდებით, რომ სითხის დონე დარჩა იმავე მდგომარეობაში, სამსელიანი ონ-  
კანი სწრაფად უნდა დაეაყენოთ ატმოსფეროსთან შემაერთებელ მდგომარეო-  
ბაში და ისევ სწრაფად დაეკეტოთ.

ქილასა და ბიურეტში სითხის დონის გასწორების შემდეგ ისევ უნდა  
შევამოწმოთ აღებული აირის მოცულობა. თუ ჰარბი აირის გამოშვების შემ-  
დეგ მისი მოცულობა ბიურეტში 0,1—0,2 მლ-ის სიდიდით ნაკლები იქნება  
100 მლ-ზე—ეს არ წარმოადგენს ანალიზის შემაფერხებელ მიზეზს და შეიძ-  
ლება ანალიზი დაეწიოთ.

ბიურეტიდან ჰარბი აირის გამოსაშვებად სამსელიანი ონკანი უნდა და-  
ეაყენოთ ატმოსფეროსთან შემაერთებელ მდგომარეობაში; ზემოთ ქილის  
ფრთხილი აწევით დაყენებთ სითხის დონეს ნულზე. აუცილებელია გვახსოვ-  
დეს, რომ ქილის მოძრაობა უნდა ხდებოდეს ზემოთ, რადგან ქვემოთ მისი  
მოძრაობით შესაძლებელია ბელსაწყოში შევიდეს ჰაერი, რაც ანალიზში ცლო-  
ბილებას გამოიწვევს.

აღებული სინჯის მოცულობის გაზომვის შემდეგ ბელსაწყოსთან შემა-  
ერთებელი მილიდან უნდა მოეხსნათ მომჭერი იმ მიზნით, რომ მილსადენი-  
დან აირს ატმოსფეროში თავისუფალი გასვლა შეეძლოს სამსელიანი ონ-  
კანით.

თუ გამომშვებ მილსადენში აირის წნევა ატმოსფერულზე ნაკლებია, მა-  
შინ აირის მიმწოდებელი მილსადენი აირის აღების შუალედებში ჰაერით  
გაივსება. ამ მდგომარეობის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია, რომ ბელ-  
საწყოში აირის მიმწოდებელი მილი მომჭერით მუდამ დაკეტილი იყოს და  
მომჭერი ავეზუვით მხოლოდ აირის აღების დროს. მილში ჩარჩენილი აირის  
გამოწოვა შეიძლება რეზინის ბუშტას დახმარებით.

ანალიზისათვის საჭირო რაოდენობით აირის აღების შემდეგ ანალიზს  
ვიწყებთ.

აეწვეთ ქილას (14), შეეაბრუნებთ ონკანს (3) II მდგომარეობაში და  
გავალბებთ CO<sub>2</sub>-ის მშთანთქმელი ჭურჭლის (17) ონკანს (10).

ქილის (14) აწევ-დაწევით რამდენჯერმე გადაედენით აირს ბიურე-  
ტიდან მშთანთქმელ ჭურჭელში (17), სადაც წარმოებს ნახშირორთქანვა აი-

არის შთანთქმა. შემდეგ მშთანთქმელ სითხეს ისევ შივიყვანთ კურკელში (17) ნაჩნევამდე და დაკვერთავთ ონკანს (10). როდესაც სითხე მთლიანად ჩამოიწმინდება ბიურეტის კედლებიდან, სითხის დონეებს ქილასა (14) და ბიურეტში (13) ერთიმეორეს შეუუთავსებთ და ავთელით დანაყოფებს, თუ რამდენად შემცირდა აირის მოცულობა ბიურეტში.

აირის მთლიანი შთანთქმის დასადასტურებლად მშთანთქმელ კურკელში ისევ გადავდენით აირს და თუ მეორე ანათვალის დაემთხვა პირველს, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ნახშირორჟანგა აირის შთანთქმა დამთავრებულია. წინააღმდეგ შემთხვევაში ვაგრძელებთ შთანთქმის პროცესს.

იმის შემდეგ, როდესაც ნახშირორჟანგა აირი მთლიანად შთაინთქმება, ზემოაღწერილის მსგავსად ვაწარმოებთ ცანგბადის შთანთქმას, რისთვისაც დარჩენილ აირს გადავდენით მეორე მშთანთქმელ კურკელში (19), შემდეგ ნახშირჟანგის შთანთქმისათვის აირს გადავდენით შემდგომ კურკელში (22). ამგვარად, ამის შემდეგ დარჩენილი აირი შეიცავს მხოლოდ აზოტს.

აირების შთანთქმა აუცილებლად ზემოაღწერილი თანმიმდევრობით უნდა ვაწარმოოთ, რადგან ყოველი შემდგომი ხსნარი წინათ გამოყოფილ ყველა აირს შთანთქამს.

სწორი შედეგების მისაღებად აუცილებელია, რომ აირების ანალიზის დროს დავიცვათ შემდეგი წესები:

1. დავრწმუნდეთ, რომ ყველა შეერთება შეუღწევადია და მჭიდროდაა შესრულებული. ნემაერთებელი მილები ისეთი მასალისაგან უნდა იყოს დამზადებული, რომელიც გაელენას არ მოახდენს მასში გამავალ აირებზე.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ნახშირორჟანგა აირი შედარებით ადვილად გადის რეზინში; ამიტომ უნდა ვერიდოთ რეზინის გრძელ შეერთებებს. ვახურებულ რკინის მილები ადვილად იცანგება, ამიტომ ისინი არ უნდა გამოვიყენოთ აირის ალების ადგილებში, სადაც ტემპერატურა შედარებით მაღალია და რკინის მილმა შეიძლება შთანთქმას აირის სინჯიდან ცანგბადის ნაწილი. უმჯობესია გამოვიყენოთ მინის მილები და მათი შეერთება მოკლე რეზინის მილებით. ონკანები უნდა შეიზეთოს ვახელინით ან სპეციალური საცხით.

2. უნდა შევამოწმოთ O<sub>2</sub>-ის მშთანთქმელი რეაქტივის უნარიანობა, რისთვისაც საჭიროა ჰაერის სინჯიდან მოვახდინოთ ცანგბადის შთანთქმა. ახალი რეაქტივი მთლიანად შთანთქამს ჰაერიდან ცანგბადს (20,9%) ბიურეტიდან კურკელში 5-6-ჯერ გადადენის შედეგად.

3. უნდა შევამოწმოთ, რომ ყველა კურკელში მშთანთქმელი სითხეების დონე მიყვანილ იქნეს ნაჩნევამდე.

4. აირის ანალიზის და განსაკუთრებით შთანთქმის დროს საჭიროა:

ა) თვალყურით ვადევნოთ დონის აწევას (ბიურეტში წყლის დონის, ხოლო მშთანთქმელ კურკელში სითხის დონის). არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დავუშვათ სითხის გადასვლა კაპილარში;

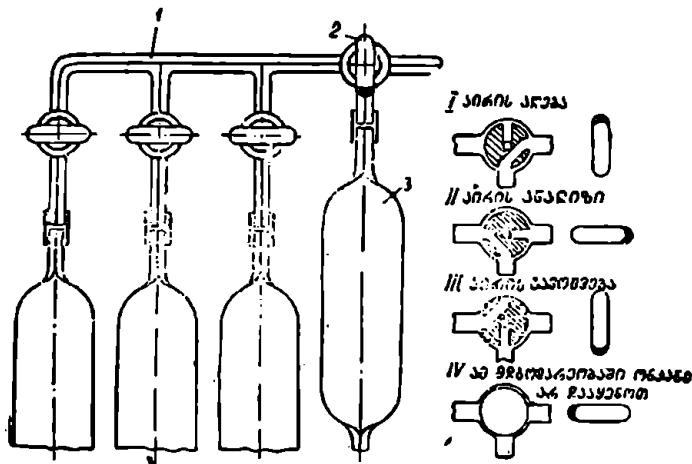
ბ) ქილა (14) სწრაფად არ უნდა აეწი-დაეწიოთ, რადგანაც სითხის სწრაფი დაწვეის დროს შესაძლოა მშთანთქმელ კურკელიდან აირის გაპარვა, რაც გამოიწვევს ანალიზის შედეგის სისწორის დამახინჯებას; ქილის (14) სწრაფი დაწვეით კი შესაძლოა კაპილარში მოხედეს მშთანთქმელი სითხე;

გ) ონკანის გაღება და დახურვა უნდა მოხდეს დაწოლის გარეშე;  
 დ) მშთანთქმელი სითხეების დონე უნდა დაეაყენოთ მხოლოდ ქილის-  
 (14) საშუალებით და არა ონკანით.

5. მუშაობის დამაფრთხილებელი შემდეგ ხელსაწყოს ყველა ონკანი უნდა გავ-  
 წმინდოთ და შევხუთოთ ვახელინით, ხოლო ქურქელში სითხეები სათანადო  
 დონეზე დაეაყენოთ.

6. კაპილარში სითხის გადაშვების დროს უნდა მოეხსნათ ქურქლები.  
 $O_2$ -ს მშთანთქმელი ქურქელი იზოლირებული უნდა იყოს ჰაერისაგან; ამ მიზ-  
 ნით საჭიროა შემაერთებელ რეზინის მილზე მოეუჭიროთ მომჭერი.

ზემოაღწერილ ხელსაწყოს საშუალებით შესაძლებელია საანალიზო  
 აირში განესაზღვროთ  $O_2$ ,  $CO_2$  და  $CO$ , თუმცა უნდა აღენიშნოთ, რომ  $CO$ -ს



ნახ. 79. ლებედვეის სისტემის სავარცხელას კონსტრუქცია.

განსაზღვრის ეს მეთოდი არაა ზუსტი, რადგანაც საკმაოდ საიმედო რეაქტივი  
 $CO$ -ს მშთანთქმისათვის საერთოდ არ არსებობს.

აირის შედგენილობის განსაზღვრის სიზუსტე დამოკიდებულია ამ ხელ-  
 საწყოს მანენ სივრცის მოცულობის სიდიდეზე. მანენ სივრცის გავლენის შე-  
 სამცირებლად და ხელსაწყოზე მუშაობის გასამარტივებლად ს. ე. ლებედვეის  
 მიერ რეკომენდებულია სავარცხელას ორიგინალური კონსტრუქცია (ნახ. 79).

სავარცხელას ამ კონსტრუქციაში სამსვლიანი ონკანი (2) მოთავსებუ-  
 ლია ბიურეტის (3) ზემოთ, რის გამოც სავარცხელას (1) ყველა არხი პირვე-  
 ლივე ანალიზის შემდეგ სავსე რჩება ანალიზის შედეგად დარჩენილი აირით,  
 რომელიც ძირითადად აზოტს შეიცავს. ეს აირი რჩება და იმყოფება სავარ-  
 ცხელაში (1) საანალიზო აირის ახალი კვრძით ბიურეტის (3) გავსების დროს.  
 ამგვარად, ანალიზში მონაწილეობს ბიურეტში მოთავსებული აირის (აზო-  
 ტის) მხოლოდ მოცულობა და საჭირო აღარაა შედგენილობის მიხედვით  
 შემდგომი გადაანგარიშების აუცილებლობა. ამის გარდა, შესაძლებელია სა-

ვარცხელას არხები დიდი კვეთით გაუკეთოთ, რაც აჩქარებს ანალიზის მიმდინარეობას.

აირების უფრო ზუსტი ანალიზისათვის ხელსაწყოს უნდა დაემატოს დამატებითი კუროკელი მძიმე ნახშირწყლების შთანთქმისათვის და მოწყობილობა— აირის შემდგომი წვისათვის. ასეთ ხელსაწყოში ანალიზი ჯერ უნდა ეაწარმოოს ჩვეულებრივად, ე. ი. თანმიმდევრობით ეშთანთქმოს ნახშირორჟანგი, მძიმე ნახშირწყლები, განგბადი და ნაწილობრივ ნახშირგანგი. ანალიზის შემდეგ დარჩენილი აირის უმეტესი ნაწილი წყლით უნდა გამოვდუნოთ გარეთ. ბიურეტში დარჩენილ აირს უნდა შევერიოთ დაწვისათვის საჭირო ჰაერის აუცილებელი რაოდენობა და გაეატაროთ მოწყობილობაში აირის შემდგომი წვისათვის. სრული წვის შედეგად მიღებული პროდუქტების ანალიზი დამატებით უნდა ეაწარმოოს.

ამ პრინციპით მომუშავე აირანალიზატორის კონსტრუქციები შემუშავებულია გ. ფ. კნორესა და ე. ნ. ზიმინის მიერ.

### § 2. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის განსაზღვრა

აირის ანალიზის შედეგების მიხედვით ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის გამოთვლის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს:

საერთოდ, შიგაწვის ძრავებში გამოყენებული თბევადი საწვავი ჩვეულებრივ შედგება ნახშირბადის, წყალბადისა და ეანგბადისაგან. ზოგჯერ საწვავი შეიცავს გოგირდსა და აზოტს, მაგრამ მათი რაოდენობა იმდენად უმნიშვნელოა, რომ მხედველობაში არ ღებულობენ.

თუ ერთი კგ საწვავის ელემენტურ შედგენილობას წონითი ერთეულების პროცენტებში აღვნიშნავთ ელემენტების შესაბამისი ნიშნებით. მაშინ, ცხადია, რომ:

$$C + H + O = 100\%$$

ასეთი შედგენილობის საწვავის ერთი კილოგრამის დასაწვავად საჭირო ჰაერის თეორიულად აუცილებელი რაოდენობა, როგორც უნობილია უდრის:

$$L_0 = \frac{1}{20,9} \left( \frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O}{32} \right) \frac{\text{კგ. მთლი}}{\text{კგ. საწვავზე}}$$

ან თუ ფრჩხილებს გარეთ გამოვიტანთ  $\frac{C}{12}$ -ს, გვიქნება:

$$L_0 = \frac{C}{20,9 \cdot 12} \left[ 1 + \frac{3}{C} \left( H - \frac{O}{8} \right) \right]$$

ამ გამოსახულების ფრჩხილებში მოთავსებული მჟორე წევრის ნამრავლს ჰაერში აზოტის მოცულობით რაოდენობაზე (0.791), აღნიშნავენ ასოთი β და პირობით უწოდებენ საწვავის მახასიათებელს:

$$\beta = \frac{3 \cdot 0,791}{C} \left( H - \frac{O}{8} \right) = 2,37 \frac{H - \frac{O}{8}}{C}$$

როგორც ჩანს, საწვავის მახასიათებელი ძირითადად დამოკიდებულია საწვავის ელემენტურ შედგენილობაზე და ის წარმოადგენს საწვავში წყალბადის დასაწვავად მიწოდებული ეანგბადის რაოდენობის შეფარდებას, ნახშირბადის დასაწვავად დახარჯულ ეანგბადის რაოდენობასთან.

თუ საწვავის მახასიათებლის გამოსახულებას შევითვალთ ჰაერის თეორიულად აუცილებელ რაოდენობის გამოსახულებაში, გვექნება:

$$I_0 = \frac{C}{20,9 \cdot 12} \left( 1 + \frac{\beta}{0,791} \right)$$

საწვავის მახასიათებლის სიდიდე, მაგალითად, საშუალო შედგენილობის ნავთობისათვის ( $C=86\%$ ;  $H=13\%$  და  $O=1\%$ ) იქნება:

$$\beta = \frac{2,37 \left( 13 - \frac{1}{8} \right)}{86} = 0.355.$$

იმის მიხედვით, თუ როგორ პირობებში მიმდინარეობს წვის პროცესი, შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს სრულ ან არასრულ წვას.

ანალიზის შედეგების შესამოწმებლად, იმ შემთხვევაში, თუ წვის პროდუქტებში არ არსებობს მკვერტილი (როგორც ამას ადგილი აქვს კარბურატორიან ძრავებში) სარგებლობენ შემდეგი ტოლობით:

$$CO_2 + O_2 + (0,6045 + \beta) CO = 20,9 - \beta CO_2.$$

თუ ტოლობაში ჩავსვამთ ანალიზით მიღებულ მნიშვნელობებს  $CO_2$ ,  $CO$  და  $O_2$ -ისათვის, უნდა მივიღოთ იგივეობა.

იმ შემთხვევაში, თუ არასრული წვის დროს წარმოიქმნება არა მარტო  $CO$ , არამედ მკვერტილიც. მაშინ ტოლობის მარცხენა ნაწილი არ შეიცვლება, ხოლო მარჯვენა ნაწილი გაიზარდება წვის პროდუქტებში  $CO_2$ -ის რაოდენობის შემცირების გამო.

ამგვარად, თუ ანალიზის შედეგების ჩასმით ტოლობის მარცხენა ნაწილი მარჯვენაზე ნაკლები გამოვიდა, ეს ადასტურებს, რომ წვის პროდუქტებში არსებობს ნახშირბადი მკვერტილის სახით.

შემთხვევა, როდესაც მარცხენა ნაწილი მეტია მარჯვენაზე, საერთოდ შეუძლებელია. თუ გამოთვლების შედეგად ასეთი რამ მივიღეთ, ეს ადასტურებს, რომ ადგილი აქვს შეცდომას ან აირანალიზატორი უწყსიეროა, რადგანაც  $CO_2$ -ს და  $O_2$ -ს შთანთქმა მომხდარა უფრო მეტი რაოდენობის აირიდან, ვიდრე აღებული იყო სინჯის სახით.

თუ ჩავთვლით, რომ წვა მკვერტილის გამოყოფის გარეშე მიმდინარეობს, მაშინ ანალიზით შეიძლება განვსაზღვროთ მხოლოდ  $CO_2$  და  $O_2$  და  $CO$  გამოითვალოს შემდეგი განტოლებიდან:

$$CO = \frac{20,9 - (1 + \beta) CO_2 - O_2}{\beta + 0,6045}$$



ხოლო არასრულად დამწვარი ნახშირბადის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\phi = \frac{20,9 - \beta \text{CO}_2 - (\text{CO}_2 + \text{O}_2)}{20,9 - 0,3955 \text{CO}_2 - \text{O}_2}$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს სრულ წვას, ე. ი. CO-ს რაოდენობა ნულის ტოლია, მაშინ ტოლობა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\text{CO}_2 + \text{O}_2 = 20,9 - \beta \text{CO}_2;$$

ამ უკანასკნელ განტოლებას უწოდებენ წვის საკონტროლო განტოლებას და საშუალებას იძლევა ანალიზით განსაზღვრულ CO<sub>2</sub>-ს და O<sub>2</sub>-ს მიხედვით ვიმსჯელოთ წვის პროცესის ხასიათზე.

თუ ამ ტოლობაში ანალიზით მიღებულ CO<sub>2</sub>-ს და O<sub>2</sub>-ს მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ იგივეობას, ეს ადასტურებს, რომ ადგილი აქვს სრულ წვას.

თუ მარცხენა ნაწილი მარჯვენაზე ნაკლებია, ეს გვიჩვენებს, რომ წვის პროცესი არასრულია, ხოლო მარცხენა ნაწილის მნიშვნელობამ თუ გადააჭარბა მარჯვენას (რაც შეუძლებელია სინამდვილეში არსებობდეს), მაშასადამე, დაშვებულია შეცდომა.

აზოტის რაოდენობა წვის პროდუქტებში გამოითვლება როგორც სავაობა

$$N_2 = 100 - (\text{CO}_2 + \text{O}_2 + \text{CO}).$$

ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის გამოსათვლელად იყენებენ ს. ე. ლებდევის მიერ რეკომენდებულ ზოგად ფორმულას:

$$\alpha = \frac{0,209 \beta N_2}{(0,791 + \beta)(N_2 - 79,1 + 0,3955 \text{CO})}$$

რომლითაც შეიძლება ვისარგებლოთ როგორც სრული წვის, ისე არასრული წვის (ნახშირბადისა და მჟვარტლის შემთხვევაში) პროცესისათვის.

თუ არასრული წვა მიმდინარეობს მხოლოდ მჟვარტლის გამოყოფით (ე. ი. CO უდრის ნულს), მაშინ ფორმულა მიიღებს პროფ. ე. კ. მაზინგის მიერ რეკომენდებულ სახეს:

$$\alpha = \frac{0,209 \beta N_2}{(0,791 + \beta)(N_2 - 79,1)}$$

რომელიც სრული წვის შემთხვევისათვისაც გამოდგება.

სრული წვის დროს პროცესში მონაწილე ჰაერში აზოტის მოცულობა იქნება:

$$N_2 = 0,791 \alpha L_0 \text{ კგ. მოლი.}$$

თავისუფალი ენგბადი წვის პროდუქტებში

$$O_2 = (\alpha - 1) 0,209 L_0 \text{ კგ. მოლი,}$$

ამ ორი გამოსახულების ფარდობა მოგვცემს:

$$\frac{N_2}{O_2} = \frac{0,791 \alpha I_0}{(\alpha-1)0,209L_0} = 3,785 \frac{\alpha}{\alpha-1},$$

საიდანაც ჰაერის სიკვარძის კოეფიციენტი

$$\alpha = \frac{1}{1 - 3,785 \frac{O_2}{N_2}}.$$

ეს ფორმულა გამოიყენება სრული წვის დროს  $\alpha$ -ს გამოსათვლელად, ხოლო არასრული წვის დროს ვიყენებთ ფორმულას:

$$\alpha = \frac{1}{1 - 3,785 \frac{O_2 - 0,5CO}{N_2}}.$$

მაგალითისათვის დავუშვათ, რომ ანალიზატორით განსაზღვრულ იქნა წვის პროდუქტებში:  $CO_2=8\%$  და  $O_2=5,2\%$ .

საწვავად გამოყენებული იყო ბენზინი შემდეგი შედგენილობით:

$$C=0,855 \text{ და } H=0,145.$$

ამ შემთხვევაში საწვავის მახასიათებელი იქნება:

$$\beta = 2,37 \frac{H}{C} = 2,37 \frac{0,145}{0,855} = 0,402;$$

წვის საკონტროლო განტოლებაში

$$CO_2 + O_2 = 20,9 - \beta CO_2$$

მნიშვნელობების ჩასმა მოგვცემს:

$$8 + 5,2 = 20,9 - 0,402 \cdot 8$$

$$13,2 < 17,7,$$

მაშასადამე, ადგილი აქვს არასრულ წვას.

საჭიროა გამოთვალეთ ნახშირბადის რაოდენობა წვის პროდუქტებში:

$$CO = \frac{20,9 - (1 + \beta) CO_2 - O_2}{\beta + 0,6045} = \frac{20,9 - (1 + 0,402) 8 - 5,2}{0,402 + 0,6045} = 4,5\%.$$

არასრულად დამწვარი ნახშირბადის რაოდენობა იქნება:

$$\psi = \frac{20,9 \cdot (1 + \beta) CO_2 - O_2}{20,9 \cdot 0,3955 CO - O_2} = \frac{20,9 - 1,402 \cdot 8 - 5,2}{20,9 - 0,3955 \cdot 4,5 - 5,2} = 0,323.$$

აზოტის რაოდენობა გამოითვლება როგორც სხვაობა:

$$N_2 = 100 - (CO_2 + O_2 + CO) = 100 - (8 + 5,2 + 4,5) = 100 - 17,7 = 82,3\%.$$

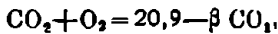
მაშინ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი იქნება:

$$\alpha = \frac{1}{1 - 3,785 \frac{O_2 - 0,5CO}{N_2}} = \frac{1}{1 - 3,785 \frac{5,2 - 0,5 \cdot 4,5}{82,3}} = 1,16.$$

**§ 3. აირების ანალიზის შედეგების გრაფიკი (ღიპარაჟა)**

აირების ანალიზის შედეგების დამუშავებისა და გამოთვლების გასამარტივებლად იყენებენ სპეციალურ გრაფიკს, რომელზედაც განსაზღვრული მასშტაბით გატარებული ხაზები წვის პროცესის დამაინსიათებელ პარამეტრებს შორის დამოკიდებულებას გამოხატავენ და საშუალებას იძლევა გამოთვლების გარეშე სწრაფად განესაზღვროთ  $\alpha$  და ვიმსჯელოთ პროცესის ხასიათზე.

წვის საკონტროლო განტოლებაში:



თუ აღვნიშნავთ

$$CO_2 + O_2 = K$$

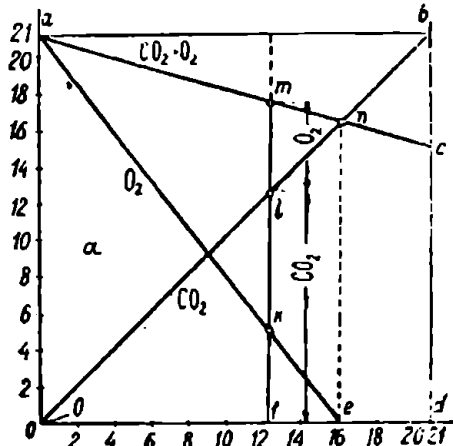
და

$$CO_2 = m,$$

გვექნება:

$$K = 20,9 - \beta m,$$

ე. ი. დამოკიდებულება  $CO_2 + O_2$  და  $CO_2$ -ს შორის შეიძლება წარმოვიდგინოთ სწორი ხაზით, ე. ი. გრაფიკის სახით.



ნახ. 80. ანალიზის შედეგების გრაფიკი.

ამ მიზნით აბსცისთა ღერძზე (იხ. ნახ. 80) მოვზიომოთ  $CO_2$ -ის პროცენტული შედეგნილობა, ხოლო ორდინატთა ღერძზე კი  $CO_2 + O_2$ -ის პროცენტული შედეგნილობა. ორდინატთა ღერძზე მოვზიომოთ განსაზღვრულ მასშტაბში მონაკვეთი  $Oa = 20,9\%$ , ხოლო  $a$  წერტილიდან გაევალოთ აბსცისთა ღერძთან დახრილი  $ac$  სწორი ისეთი კუთხით, რომლის ტანგენსი იქნება:

$$\beta = 2,37 \frac{H - \frac{O}{8}}{C}.$$

წვის საკონტროლო განტოლებიდან ჩანს, რომ როდესაც  $CO_2$  უდრის ნულს, მაშინ

$$CO_2 + O_2 = 20,9,$$

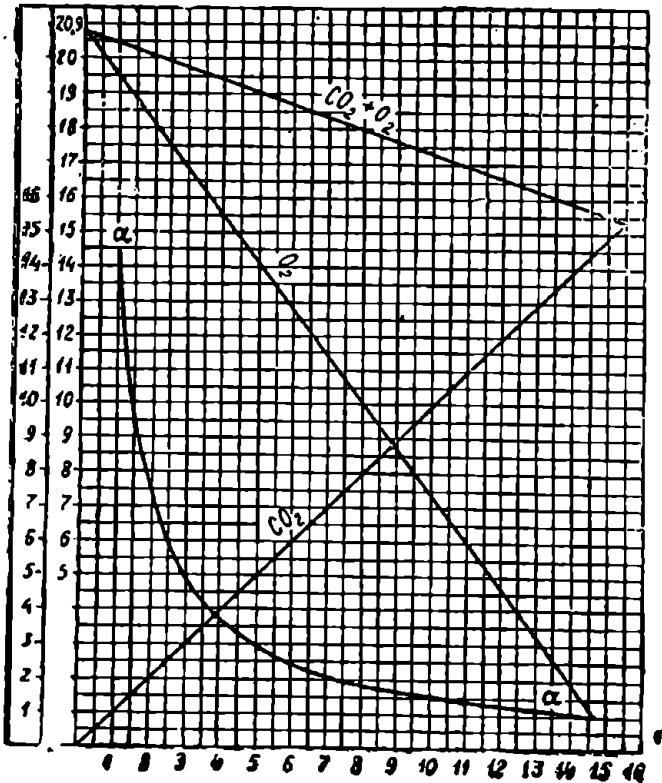
ხოლო, თუ  $O_2$  უდრის ნულს, მაშინ

$$CO_2^{max} = \frac{20,9}{1 + \beta}$$

ამგვარად,  $\text{CO}_2$ -ის ზღვრები იქნება  $0\%$  და  $\frac{20,9}{1+x}\%$ .

რაც შეეხება სიდიდეს  $\text{CO}_2$ - $\text{O}_2$ , მის ზღვრებს წარმოადგენს  $20,9\%$  და  $\text{CO}_{2\text{max}}\%$ .

დიაგრამიდან ჩანს, რომ  $(b)$  დიაგონალი-კვადრატის, რომლის გვერდი უდრის  $20,9\%$ , იძლევა აგრეთვე  $\text{CO}_2$ -ის შედგენილობასაც, რადგანაც  $Obd$  სამკუთხედი ტოლფეოდაა. ამგვარად,  $ac$  და  $(b)$  ხაზებს შორის მოთავსებული ორდინატების წონაკეუბები იძლევა  $\text{O}_2$ -ის პროცენტულ შედგენილობას, ხოლო ხაზების აბსციისის წერტილი —  $\text{CO}_{2\text{max}}$ -ის მნიშვნელობას.



ნაშ. 81 აუაფიკი საწე ვისათვის, როლის შედგენილობაა:  
 $C=0,86$ ;  $H_2=0,13$ ;  $O_2=0,01$ .

თუ  $ac$  ხაზს გავავლებთ, მაშინ  $aco$  და  $aco$  სამკუთხედებიდან ჩანს, რომ  $ml$  მონაკეუბი (რომელიც შეესაბამება  $\text{O}_2$ -ს შედგენილობას) უდრის  $fk$  მონაკეუბს. მაშასადამე,  $ac$  ხაზის ორდინატები იძლევა  $\text{O}_2$ -ის პროცენტულ შედგენილობას.

ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის ფორმულით (სრული წვის დროს).

$$\alpha = \frac{1}{1 - 3,79 \frac{C_2}{N_2}}$$

თუ აუგებთ ლიაგრამაზე მრუდს CO<sub>2</sub>-ისაგან დამოკიდებულე-

ბით, მაშინ ეს ლიაგრამა შესაძლებლობას მოგვცემს გარკვეული შედგენილობის საწვავისათვის (ჰ-ს შესაბამისად), ანალიზის მონაცემების საფუძველზე, ადვილად განესაზღვროთ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი და ვიმსჯელოთ წვის პროცესის სისრულეზე.

დავეუშვათ, რომ ნამუშევარი აირების ანალიზის დროს მივიღეთ

$$CO_2 = 8\%$$

და

$$CO_2 + O_2 = 18\%$$

თუ აბსცისთა ღერძის წერტილიდან, რომელიც CO<sub>2</sub> = 8% მნიშვნელობას შეესაბამება, აუგებთ პერპენდიკულარს  $\alpha$  ხაზის გადაკვეთამდე, ლიაგრამაზე მივიღებთ CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> = 18% მნიშვნელობას. ეს გვიჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში სრული წვა გვაქვს.

პერპენდიკულარის გადაკვეთა  $\alpha$  ხაზთან და  $\alpha$ -ს მრუდთან მოგვცემს შესაბამისად O<sub>2</sub>-ს რაოდენობას პროლექტებში და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მნიშვნელობას. ამ შემთხვევაში გვექნება O<sub>2</sub> = 10% და  $\alpha = 1,85$ .

ამავე ლიაგრამით შეიძლება ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი განესაზღვროთ არასრული წვის დროსაც. დავეუშვათ, რომ ანალიზის შედეგად მივიღეთ ნამუშევარი აირების შემდეგი შედგენილობა: CO<sub>2</sub> = 8%, CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> = 16%. ლიაგრამიდან გვაქვს, რომ C(O<sub>2</sub>) = 8% შედგენილობას შეესაბამება CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> = 18%, ე. ი. უფრო მეტი, ვიდრე ანალიზით მივიღეთ; ეს ადასტურებს, რომ წვა არასრულია.

ამ შემთხვევაში ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტს განესაზღვრავთ თუ  $\alpha$  სწორის წერტილიდან, რომელიც CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> = 16% მნიშვნელობას შეესაბამება გავავლებთ ორდინატს  $\alpha$ -ს მრუდის გადაკვეთამდე. მივიღებთ  $\alpha = 1,2$ , რომელსაც შეესაბამება CO<sub>2</sub> = 13,5%, ე. ი. ნახშირორთქლის მნიშვნელობა სრული წვის დროს.

81-ე ნახ-ზე აგებულია ლიაგრამა გარკვეული შედგენილობის საწვავისათვის, რომლის შედგენილობაა: C = 0,86; H<sub>2</sub> = 0,13 და O<sub>2</sub> = 0,01.

$$\beta = 2,37 \frac{O_2}{C} = 0,356$$

თ ა 3 0 VI

## ძრავის კვების სისტემის ნაწილების გამოსცდები

საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების მუშაობის ეფექტი დიდადაა დამოკიდებული კვების სისტემის სწორ მუშაობაზე. კვების სისტემაში შემავალი ნაწილები, რომლებიც ამზადებენ სამუშაო ნარევეს, მოითხოვენ გულდასმით მოვლას, სწორ ექსპლუატაციას და სათანადო რეგულებას. ერთი და იგივე ძრავი შეიძლება დიდი ეკონომიურობით მუშაობდეს და ავითარებდეს

დიდ სიმძლავრესაც ან პირიქით ხარჯადღეს უსარგებლოდ ბევრ საწვავს და ვერ ავითარებდეს მთლიან სიმძლავრეს იმის მიხედვით, თუ როგორ მუშაობს მაგალითად. კარბურატორი ან საწვავის ტუმბო და ფრქვევანები.

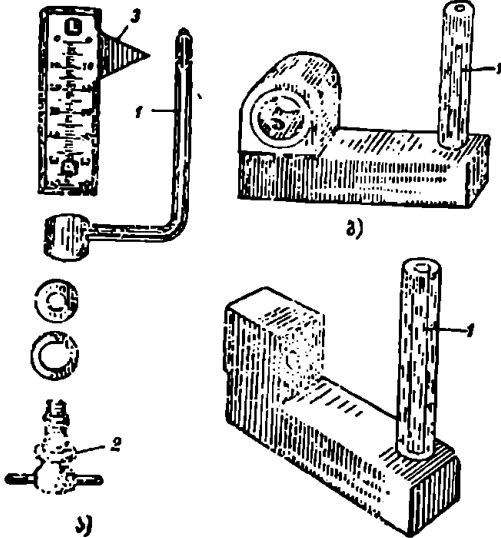
**§ 1. კარბურატორის რეგულირება და შეკვრის ტარება**

წესიერ და სწორად რეგულირებულ კარბურატორს მუშაობის პროცესში შეიძლება გავცვიტოს ნაწილები, მოემყვას შემავარებები და ამით დაირღვეს მისი სწორი რეგულირება. არასწორად რეგულირებული კარბურატორის შემთხვევაში ადგილი ექნება საწვავის გადახარჯვას და ძრავის სიმძლავრის შემცირებას.

ამიტომ ძრავების გამოცდისა და მათი ექსპლოატაციის დროს აუცილებელია კარბურატორის და მისი კალკული ნაწილების შემოწმება—გამოცდა და რეგულირება.

მიუხედავად იმისა, რომ სატრაქტორო, საავტომობილო, კომბაინის და სხვ. კარბურატორები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან,—მათი ძირითადი უწყისიერობები და ტექნიკური მდგომარეობის შემოწმების მეთოდები თითქმის ერთნაირია.

კარბურატორის მდგომარეობის შემოწმების დროს ძირითადად გვხვდება უწყისიერობები სატივტივე კამერაში. შემრევე კამერაში, სადროსელო მისათარის



ნახ. 82. მოწყობილობები კარბურატორების სატივტივე კამერაში საწვავის დონეს შესამოწმებლად.

კორპუსში და სხვადასხვა შემავარების ადგილზე.

ზოგჯერ სათანადო ყურადღებას არ აქცევენ კარბურატორის ტივტივის მექანიზმს და სატივტივე კამერაში საწვავის დონის რეგულირებას, ამიტომ ძალიან ხშირად რემონტის შემდეგ კარბურატორში არაა დაცული საწვავის დონე და ძრავი ვერ მუშაობს წესიერად. ტივტივას კამერაში საწვავის დონის შემოწმება აუცილებელი და სავალდებულოა ყოველთვის, როდესაც კარბურატორის რემონტი ან მისი ტექნიკური მდგომარეობის შემოწმება ხდება.

ტივტივას კამერაში საწვავის დონის შემოწმებისათვის გამოიყენება მარტივი მოწყობილობები და სპეციალური ხელსაწყოები (ნახ. 82) შემოწმებისათვის საჭიროა, რომ კარბურატორის სატივტივე კამერა შევეუერთოთ საკონტროლო მინის მილს. (1), რომელშიაც საწვავი ზიარქურქლების კანონით დადგება ისეთივე დონეზე, როგორც სატივტივე კამერაში. მოწყობილობა (ნახ. 82 ა), რომელიც ჩეკომენდებულია კ. ა. ტიმირიაზევის სახელობის სას.

საშ. აკადემიის ტრაქტორების კათედრის მიერ, გამოიყენება ГАЗ „ЗЕНИТ“, К—14, კომბაინ „კომუნარის“-ის და „სტალინეც“-ის კარბურატორების სატივტივე კამერაში საწვავის დონის შესამოწმებლად.

საკონტროლო მილს (1) მილყელით (2) ამაგრებენ კარბურატორის მთავარი ვიკლერის საცობის ადგილზე, ხოლო სკალის მაჩვენებელს (3) აყენებენ სატივტივე კამერისა და მისი სახურავის საბსნელი სიბრტყის გასწვრივ. სკალაზე დანაყოფებით მილიმეტრობით განსაზღვრავენ საწვავის დონის გადახრას ნორმალურიდან.

თითქმის ასეთივე მოწყობილობებია დამზადებული (ნახ. 82 ბ) სატრაქტორო ძრავების СХТЗ, „უნივერსალი“, С-60 და СТ.1 HATI-ს კარბურატორებში საწვავის დონის შესამოწმებლად. ამ შემთხვევაში მოწყობილობის კორპუსს მილყელით დააყენებენ ტივტივას ლერძისათვის განკუთვნილ ხერტილში. საწვავის ნორმალური დონე ტივტივას კამერაში ყოველთვის დაბლა უნდა იყოს 1-2 მილიმეტრით მაკურას (გამფრქვევის) ზედა ნაწიბურზე.

მე-14 ცხრილში მოცემულია სითის (საწვავის ან წყლის) დონე კარბურატორების ტივტივას კამერაში სივალასავე მანქანისათვის.

თუ შემოწმების დროს საწვავის დონე ტივტივას კამერაში ნორმალურზე მეტი ან ნაკლებია, აწარმოებენ სათანადო რეგულებას. მაგალითად. „უნივერსალი“-ს, СХТЗ, СТ—HATI, С—60 ტრაქტორებისა და С-4 კომბაინის ძრავების კარბურატორებში ტივტივას ბერკეტს გადახრიან ზემოთ ან ქვემოთ. საავტომობილო კარბურატორებში ნორმალური დონის დაყენებისათვის ნემსასარქველის კორპუსის მდგომარეობას სცულიან სიმაღლეზე.

ასეთი შემოწმების დროს საჭიროა, რომ საწვავის ავზი კარბურატორის მიმართ დაყენებული იყოს ისეთივე სიმაღლეზე როგორც სინამდვილეშია, ხოლო თუ მიწოდება ტუმბოთი წარმოებს, საწვავის ავზი უნდა დაეაყენოთ ისეთ სიმაღლეზე, რომ სითხემ უზრუნველყოს ნემსა სარქველის ქვემოდან სათანადო წავევა.

მე-15 ცხრილში მოყვანილია საწვავის ავზში სითის დონე კარბურატორთან შედარებით, რაც დაცული უნდა იყოს კარბურატორის ნაწილების შემოწმების დროს.

ძრავების გამოცდების დროს კარბურატორის ვიკლერების სწორ შერჩევას და ტარიობას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი ძრავის (СТЗ—HATI, С—60, СХТЗ, „უნივერსალი“) კარბურატორების მთავარი ვიკლერების მთლიანი გამტარუნარიანობა ბევრად აღემატება პრაქტიკულად საჭირო გამტარუნარიანობას: მუშაობის პროცესში სარეგულაციო ნემსას (СТЗ—HATI და С—60) ან სარეგულაციო მილის (СХТЗ და „უნივერსალი“) საშუალებით ნაწილობრივ გადახურავენ მთავარი ვიკლერის ვასაეალ კვეთს და ახდენენ რეგულებას. კარბურატორის ოპტიმალური რეგულების დადგენა აღწერილი იყო ზემოთ (იხ. თავი V, § 1) საწვავის მიხედვით სარეგულაციო მანასიათებლის ართმევის დროს.

ვიწინიდან პრაქტიკული მუშაობის დროს შეიძლება ადგილი ექნეს სარეგულაციო ნემსას (ან მილის) თვითნებურ მოშვებას და კარბურატორის მთავარმა ვიკლერმა იმუშაოს მაქსიმალურ სიმძლავრის შესაბამის საწვავის ხარჯზე უფრო მეტი ხარჯით, ამიტომ შემოღებულია ე. წ. ვიკლერების გამტარუნარიანობის შეზღუდვა (ლიმიტირება). ვიკლერების ლიმიტირება იმაში მდგომარეობს, რომ გაცეეთის ან დამზადების დროს დაუსაბუთებლად გაზრ-

ხითხის (ხაწვავის ან წყალის) დონე კარბურატორის სატევტავე კამერაში

მანქანის დასახელება	სითხის დონე	დონე ტივტივას კამერაში მმ	კამერაში დონეს ათვლის ხერხი	აეზში საწვავის დონე კარბურატორის მიმართ მმ
ტრაქტორი CXT3	ნავთი წყალი	18,0 + 1,0 9,0 + 1,0	ტივტივას კამერის კორპუსის და სახურავის გახსნის სიბრტყიდან სითხის დონემდე	370
ტრაქტორი „უნივერსალი“ CT3—HATH	ნავთი	18,0 + 1,0	იგივე	300
	"	68,0 + 1,0	კარბურატორის შემაგრების მილტუჩის სიბრტყიდან სითხის დონემდე	420
" C—60	ლიგროინი	68,0 + 1,0	იგივე	650
ავტომობილი ГАЗ—AA	ბენზინი	16,0 ± 1,0	ტივტივას კამერის ან სახურავის გახსნის სიბრტყიდან სითხის დონემდე	650
ГАЗ—MM		16,0 ± 1,0	იგივე	650
" ЗИС—5		16,0 ± 1,0		650
" ГАЗ—51		16,0 ± 1,0		650
კომბაინი „კომუნარი“ (ГАЗ—HATH-ს ძრავით)		16,0 ± 1,0		1100
კომბაინი „სტალინეცი“ (У—5 ძრავით)		16,0 ± 1,0		1500
კომბაინი „სტალინეცი“ (У—5 МА ძრავით)		16,0 ± 1,0		1500
თვითმავალი კომბაინი C-4 (ЗИС—5K ძრავით)		68,0 ± 3,0	კარბურატორის შემაგრების მილტუჩის სიბრტყიდან სითხის დონემდე	635

რდილ ზომებს (დიამეტრს) ამცირებენ პრაქტიკულად საპირო ოპტიმალურ სიდიდემდე. სოფლის მეურნეობის მექანიზაციის საკავშირო ინსტიტუტის (ВИМ) და პრაქტიკოს მუშაკთა მიერ რეკომენდებულია, რომ ეიკლერების ლიმიტირება ისე ჩატარდეს, რომ მისი გამტარუნარიანობა შეესაბამებოდეს სარეგულაციო მახასიათებელზე სამკუთხედის წესით დადგენილ რეგულუმბას (ГОСТ 491—41-ის მიხედვით).

ეიკლერების ლიმიტირებისათვის საცობების ხერეტილებს დარჩილავენ და შემდეგ გახერეტენ დადგენილ ზომაზე ან გადიდებულ ხერეტილში ჩაწნეხენ სათანადო ზომის მილაკს.

მაგალითად, CXT3 ძრავის კარბურატორში ეიკლერის დიამეტრი 2,0 მილიმეტრი უნდა შემცირდეს 1,7 მმ-დე; „უნივერსალი“-ს კარბურატორში დიამეტრი 1,7 მმ უნდა შემცირდეს 1,5 მმ-დე და ა. შ.

თუ როგორი დიდი მნიშვნელობა აქვს და როგორ ეფექტს იძლევა კარბურატორის სწორი რეგულუმბა, მე-16 ცხრილში მოყვანილია ძრავის სიმძლავრისა და საწვავის ხარჯის დამოკიდებულუმბა ეიკლერის რეგულუმბისაგან CT3—HATH ძრავისათვის.



საწვავის დონე ავზში კარბურატორიდან  
(საწვავშიმწოდებელი მილუელის ტენტრის მიხედვით)

	მანძილი მილიმეტრებით						
	ტრაქტორი		ავტომობილი		კომბაინები		
	Y-2	CT3-XT3 CT3-HATI	CT3- HATI	GA3-MM (K-14)	კომბინარი (K-10)	სტალინსკი (K-14 A)	C-4 (K-20 M)
დონე საწვავის ავზის ზედა კედლიდან კარბურატორამდე (ტიუტიყას კამერის ფილტრის კორპუსში მილუელის ბრევიტის ცენტრანდე)	370	455	520	650	1200	1580	730
დონე საწვავის ავზის ფსკერიდან კარბურატორამდე	90	115	120	410	790	1250	360
დონე ავზში საწვავის ზედაპირიდან კარბურატორამდე (ავზი სასვე უნდა იყოს 2/3-ით)	300	370	420	590	1100	1500	635

სატრაქტორო ძრავის CT3-HATI-ს ხაზმდარის, საწვავის ხაათური და კუთრა ხარჯის დამოკიდებულება ეიკლერის რეგულაციებზე

ეიკლერის რეგულაცია	საწვავის საათური ხარჯი კგ/ს	ძრავის სინძლავერე ც. ძ.	კუთრი ხარჯი გ/ც. ძ. ს.
1. რეგულაცია, რომელიც შეესაბამება საწვავის უმცირეს კუთრა ხარჯს	15,5	52,5	300,0
2. ოპტიმალური რეგულაცია (ГОСТ № 491-41) პროცენტული ზრდა უმცირეს კუთრა ხარჯის რეგულაციასთან შედარებით	17,0	54,5	315,0
3. რეგულაცია, რომელიც შეესაბამება ძრავის მაქსიმალურ სიმძლავრეს პროცენტული ზრდა უმცირეს კუთრა ხარჯის რეგულაციასთან შედარებით	9	4,4	5,0
პროცენტული ზრდა ოპტიმალურ რეგულაციასთან შედარებით	21,1	35,7	378,0
	36,1	6,7	26,0
	24,0	2,2	20,0

ეიკლერის ძირითად ტექნიკურ დანახიათებას წარმოადგენს მისი გამტარუნარიანობა ან მწარმოებლობა, რომლის შემოწმებას ანუ ტარირებას სპეციალური ხელსაწყო დახმარებით აწარმოებენ. ქარხნის მიერ წარმოებს გამოშვებული თითოეული ეიკლერის ტარირება.

ეიკლერის გამტარუნარიანობა იზომება კუბურ სანტიმეტრებში წუთში (სმ<sup>3</sup>/წ) და მოწმდება 20±1°C დროს წყლის 1000±2 მმ წნევის ქვეშ. დამზადების სისუსტის მიხედვით ეიკლერები სამ კლასად იყოფა. პირველ კლასს ეკუთვნის მთავარი და საკომპენსაციო ეიკლერები. რაც უფრო მაღალია სიზუსტის კლასი მით ნაკლებია დასაშვები გადახრები. მე-17 ცხრილში მოცემულია ეიკლერების ნომინალური გამტარუნარიანობიდან გადახრების დასაშვები სიდიდეები.

დაბაშვებო ზღვრული გადახრებო ეიკლერებოხ ნოშინალური  
გამტარუნარიანობიდან (ხელსაწყოხ კდომილებიხ  
გათუალისწინებოთ)

ეიკლერიხ ნოშინალური გამტარუნარიანობა (სმ/წ)	ზღვრული გადახრებო კლასუიხ მიხედვით (სმ/წ)		
	I	II	III
30— 50	+0,5	± 1	- 2
50— 80	± 1	± 1,5	± 3
80— 120	± 1,5	± 2	± 4
120— 160	± 2	± 3	± 6
160— 200	± 2,5	± 4	± 8
200— 240	± 3	± 5	± 10
240— 280	± 3,5	± 6	- 12
280— 320	± 4	± 7	± 14
320— 360	± 4,5	± 8	± 16
360— 400	± 5	+ 9	± 18
400— 460	± 6	± 10	± 20
460 - 520	± 7	± 11,5	± 23
520— 580	± 8	± 13	± 26
580— 660	± 9	± 14,5	± 29
660— 740	± 10	± 16,5	± 33
740— 820	± 11	± 18,5	± 37
820— 900	± 12	± 20,5	± 41
900— 1000	± 14	± 22,5	± 45

ეიკლერებოხ ტარირებოხათეოხ გამოიყენებო სპეციალური ხელსაწყოებო; ხელსაწყოებოხ კდომილებო არ უნდა აღემატებოდეს ± 1%.

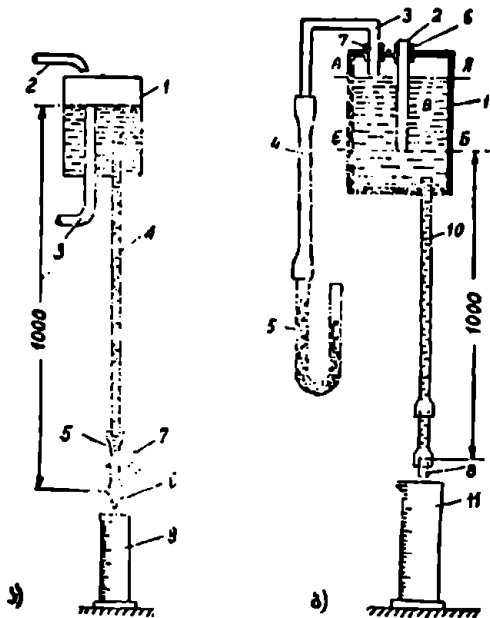
83 ნახ-ზე ნაჩვენებო ეიკლერებოხ სატარირო ხელსაწყოებოხ ყველაზე გავრცელებული სქემებო.

83-ა ნახ-ზე გამოსახულ ხელსაწყოხ ავზო (1), რომლოხ ტეეადობაა 1—2 ლიტრი, მილით (2) მიეწოდებო წყალი, რომლოხ დონე მუდმივოა, ვინაიდან კარბო წყალი გადმოიღვრებო მილიდან. (3). საწნეო მილი (4), რომელსაც აქეს რეზინიხ ბუნიკო (5) ეიკლერიხ (6) დასამაგრებლად, ისეთო სიგრძისაა შერჩეული, რომ ავზო წყლოხ დონედან ეიკლერიხ საყრდენ სიბრ-

ტყემდე დაცულია დაწნევის მუდმივი სიმაღლე 1000 მმ სიღიძით. ცდის დასაწყისში რეზინის ბუნიკზე მომჭერს (7) მოუშვებენ და ეიკლერისკენ გაუშვებენ წყალს; ცდის დასასრულს მომჭერს გაათავისუფლებენ და გადაკეტავენ წყალს. დრო ერთი წუთის ხანგრძლივობით აღირიცხება წამშვომით ან ქვიშის საათით. შეიძლება

ცდის ხანგრძლიობა იყოს 1, 2 ან 3 წუთი. ცდის განმავლობაში გამოღვრილი წყლის მოცულობას ზომავენ მენზურით (8).

83-ბ ნახ.ზე გამოსახული ხელსაწყოს ავზს (1) ავსებენ წყლით (4 ლიტრამდე). ცდის დროს ავზში წყალი არ ემატება. ავზის ზედა სახურავში დაყენებულია ორივე მხრიდან ღია ატმოსფერული მილი (2), რომლის ქვედა ბოლო იმყოფება ავზის ფსკერიდან მინიმალურად შესაძლო მანძილზე. ავზის ზედა სახურავზე დაყენებულია აგრეთვე ვაკუუმური მილი. (3), რომელიც ქვედა ბოლოთი უერთდება რეზინის მილს (4) და ვაკუუმეტრის მოხრილ მილს (5).



ნახ. 83. ეიკლერების ტარირების ხელსაწყოს სქემები.

ავზის სახურავში დაყენებული მილები (2) და (3) მაგრდება რეზინის საცობებით (6) და (7), რომლებიც უზრუნველყოფენ საჭირო სიმჭიდროვეს. წყლის დაწნევის მუდმივი სიღიძე 1000 მმ მიიღება ავზში  $B\bar{E}$  დონედან (რომელიც ატმოსფერული მილის ქვედა ბოლოს შეესაბამება) ეიკლერის (8) ქვედა საყრდენ სიბრტყემდე. ამ შემთხვევაში წყლის რაოდენობა  $B\bar{E}$  დონის ზემოთ, რომელიც ეიკლერიდან გამოდინების დროს იცვლება—მხედველობაში არ მიიღება, ვინაიდან ეს რაოდენობა წონასწორდება ვაკუუმით, რომელიც  $B$  მოცულობაში იქნება წყლის გამოდინების დროს. ვაკუუმის სიღიძე შეიძლება შემოწმდეს ვაკუუმეტრით.

ცდის დაწყების წინ ავზს და ვაკუუმეტრის მილს ნახევრად ავსებენ წყლით. ამის შემდეგ მოცულობაში ( $B$ ) ქმნიან მუშაობისათვის საჭირო ვაკუუმს, რისთვისაც ეიკლერიდან ჩამოუშვებენ წყლის ნაწილს. ტარირებისათვის ეიკლერს რეზინის ბუნიკით უერთებენ დამწნვე მილს (10)  $B\bar{E}$  დონედან 1000 მმ მანძილზე და ეიკლერის ქვემოთ დადგამენ

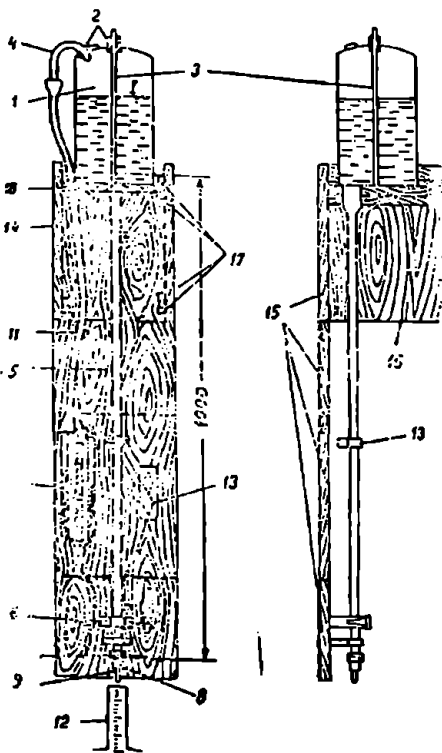
შენზურას (11). ცდა ისევე მიმდინარეობს როგორც ზემოაღწერილ ხელსაწყოში.

ასეთი სქემით დამზადებულ ხელსაწყოებს უშვებს ლენინგრადის ოლქის გატრინის სარემონტო ქარხანა მარკით УПК—1602. ადრე ამავე სქემით ხელსაწყოების დამზადება დაიწყო პენზის სარემონტო ტრესტმა (მარკა ПТК).

ზემომოყვანილი სქემების გარდა, არსებობს კიდევ სხვა სქემებიც, რომელთა მიხედვით მზადდება ტრანსპორტის სატარირო ხელსაწყოები. ასეთებია, მაგალითად: საავტომობილო ტრანსპორტის ცენტრალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის (ЦНИИАТ) ხელსაწყოები, საავტომობილო ტრანსპორტისათვის, როსტოკინის სარემონტო ქარხნის მიერ დამზადებული ხელსაწყო K—2 მტკ-ების და სარემონტო სახელოსნოებისათვის და ტარასოვის ხელსაწყოები, რომლებიც გამოიყენება საავტორტრანსპორტო და სივ. მეურნეობებში.

ყველაზე მეტად გავრცელებულია УПК—1602 და K—2 ხელსაწყოები, 84-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია УПК—1602 ხელსაწყო სქემა, ხოლო 85-ე ნახ-ზე მისი საერთო ხედები გაშლილ და ნახევრად აწყობილ მდგომარეობაში.

ხელსაწყო УПК—1602 (ნახ. 84) შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: ავზი, დამწნევი მილი და ეკუუმეტრი. ხელსაწყოზე დამაგრებულია ქვიშის საათი, რომელიც  $\pm 0,01$  წუთის სიზუსტით აღრიცხავს დროს ერთი წუთის სიღიძით. ხელსაწყოს თან მოჰყვება შენზურა (12). ყველა დეტალი მონტირებულია ხის გასაშლელ ყუთში (14), რომელიც გაკეთებულია ოთხი, ერთმანეთთან სახსრულად შეერთებულ და ერთ მხარეზე გასაშლელ ფიცრებისაგან (15) და ორი გვერდითი ფიცრისაგან (16), რომლებიც



ნახ. 84. УПК—1602 ხელსაწყო სქემა.

ზემოდან შეერთებულნი არიან ფიცრით (15). გვერდით ფიცრებზე მიმაგრებულია ხრახნებით ოთხი წყვილი თამბა, რომლებიც ქვნიან კილოებს, რომლებშიაც ჯდება ავზის სამაგრი ფიცარი (18).

85-ე ნახ-ზე მარცხნივ, ნაჩვენებია ხელსაწყო სამუშაოდ გამზადებულ მდგომარეობაში, ხოლო მარჯვნივ ნახევრად აწყობილ მდგომარეობაში. ამ შემთხვევაში მეორე ფიცარი (ზემოდან მეორე) გამოიყენება როგორც ძირი, ხოლო მეოთხე—როგორც სახურავი.

სამუშაოდ ხელსაწყოს მოსამზადებლად საჭიროა შემდეგი ოპერაციების ჩატარება:

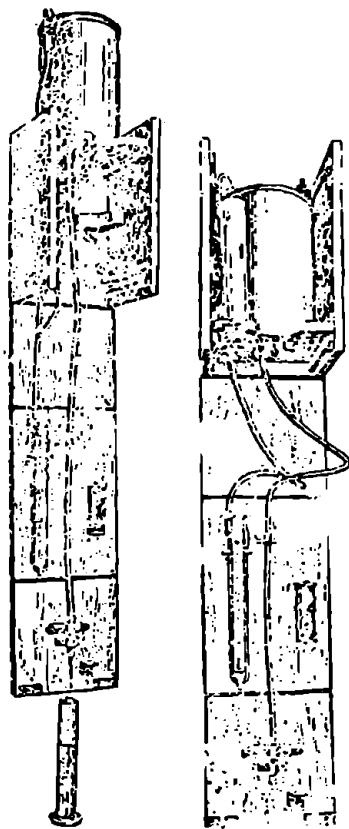
ა) გამოვწიოთ საკეტის წკირები, სახურავი გამოვწიოთ საკეტიდან და გაეშალოთ ყველა ფიცარი სივრცეზე;

ბ) ამოვიღოთ ბულიდან მენზურა და ავზი სამაგრი ფიცრით გადავყუროთ ქვედა კილოებიდან ზედაში;

გ) დავამაგროთ ხელსაწყო ზუსტად ვერტიკალურ მდგომარეობაში. ამის შემდეგ წყლით უნდა გავავსოთ (ბიპეტის დასმარებით) ვაკუუმმეტრის მილი დაახლოებით ნახევარ სიმაღლემდე. ვაკუუმმეტრის სკალის ნულოვანი დანაყოფი დაეაყენოთ ვაკუუმის მილებში წყლის დონეს გასწვრივ (მოეუშვათ ხრანნები და სკალა გადავწიოთ საჭირო მიმართულებით). შევამოწმოთ ატმოსფერული მილის მდგომარეობა ავზში. ის უნდა ეხებოდეს ავზის ფსკერს. ავავსოთ ავზი სუფთა წყლით ვაკუუმური მილის მილყელიდან, დაეაყენოთ მილყელში ვაკუუმური მილი და მვიდროდ დავხუროთ რეზინის საცობით. ზედა ავზში საჭირო ვაკუუმის შესაქმნელად (დაწნევის მუდმივი სიდიდის უზრუნველსაყოფად) დამწნევი მილის რეზინზე მოეუშვათ მომპერი და ჩამოეუშვათ წყალი მანამ, სანამ ვაკუუმეტრის მარცხენა მილში არ შეწყდება წყლის აწევა. მოვამზადოთ და შევამოწმოთ მენზურა, ქეიზის საათი, გამოსაცდელი ეიკლერი და სხვ. სამუშაოდ.

დაეაყენოთ ეიკლერი ისე, რომ მისი საყრდენი ზედაპირი უნდა იყოს ხელსაწყოს ფიცარზე ნაჩვენეის გასწვრივ. გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 2$  მმ.

ჩამოეუშვათ დამწნევი მილიდან ხუთი-ათი კუბური სანტიმეტრი წყალი, რომ ამით გამოეუშვათ დამწნევი მილის ქვედა ნაწილში ეიკლერის დაყენების დროს მოხედრილი ჰაერი. გამოსაცდელი ეიკლერის ქვემოთ შეედ-



ნახ. 85. ხელსაწყო УПК—1602 სამუშაოდ მდგომარეობაში და ნახევრად აწყობილ მდგომარეობაში.

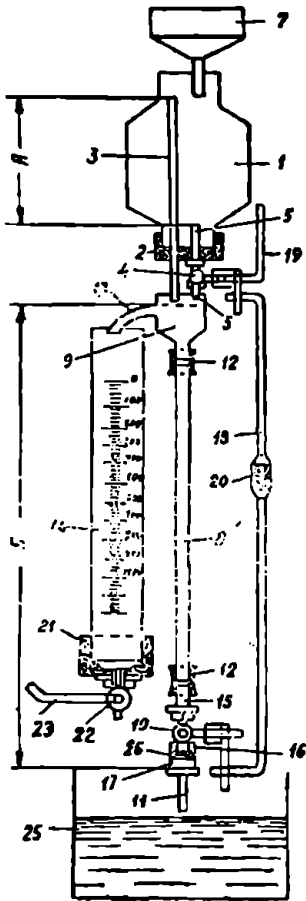
გათ მენზურა და ქვიშის საათი დავაყენოთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში.

ცდას ვიწყებთ მომპერის კნობზე დაქერით დაჭერთდროულად ქვიშის საათის გადამბრუნებით (90°-ზე) და ვამთავრებთ ქვიშის ჩამოცლის მომენტში. მენზურაში წყლის რაოდენობა განსაზღვრავს ეიკლერის გამტარუნარიანობას, რომლის ზუსტი განსაზღვრისათვის საჭიროა ცდის რამდენჯერმე განმეორება და საშუალოს აღება.

86-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია K—2 ხელსაწყოს სქემა, ხოლო 87-ე ნახ-ზე მისი საერთო ხედი.

ხელსაწყო შედგება სამი ძირითადი კვანძისაგან: მინის ბალონის (წყლის საათი), მინის დამწნევი მილისა და მინის საზომი ცილინდრისაგან (მენზურა). ყველა კვანძი მონტირებულია ხის ყუთში.

მინის ბალონი (1) მონტირებულია ზედა ნაწილში. ბალონის ქვედა მილყელი დახურულია რეზინის სახურავით (2), რომელშიაც დაყენებულია ჩამომშვები მილი (3) და ჩამომშვები ონკანის კორპუსი (4). ონკანის კორპუსის ზედა ნაწილში მოთავსებულია ჩამომშვები მილი (5), რომელიც ბალონში აშუვრილია განსაზღვრულ სიმაღლეზე. ონკანის კორპუსის ქვედა ნაწილში არის დაყალიბებული ხერეტილი (6). ბალონის ზედა ხახა მუშაობის დროს ღიაა. ხახაში ძაბრით (7) ასხამენ წყალს და ავსებენ ბალონს. მინის ბალონში წყლის მოცულობა მუდმივია. ჰარბი წყალი ბალონიდან გამოდის გადამშვები მილის საშუალებით. წყლის საათი უზრუნველყოფს ცდის ხანგრძლიობას 45 წამის სიდიდით და სათანადო სიზუსტით (0.5 წამამდე). ეს იმითაა მიღწეული, რომ მინის ბალონიდან დაყალიბებული ხერეტილით (6) ჩამომშვებენ 700 კუბურ სანტიმეტრის მოცულობის წყალს, რომლის ჩამომშვებისათვის საჭიროა 45 წამი. 700 სმ<sup>3</sup> წყლის მოცულო-



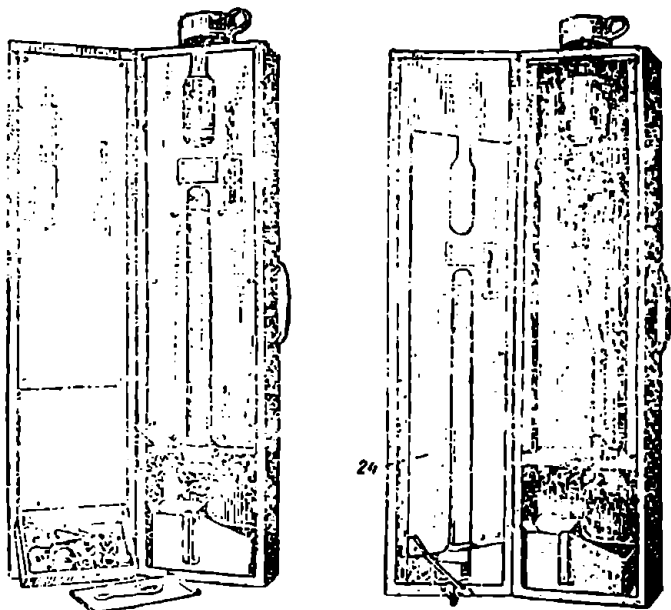
ნახ. 86. K—2 ხელსაწყოს სქემა.

ბა განსაზღვრულია მინის ბალონში ორი მილის (3) და (5) ურთიერთგანლაგებით (მანძილი A). გადამშვები მილი (3) განსაზღვრავს ბალონში წყლის მაქსიმალურ დონეს გავსების დროს, ხოლო ჩამომშვები მილი (5)—მინიმალურ დონეს, რომლის დროს წყლის გამოღვრა ეიკლერიდან (6) ავტომატურად წყდება.

ჩამომშვები მილის დაყენება მუდმივია, ხოლო გადამშვები მილის მდგომარეობა შეიძლება რეგულირდეს სიმაღლეზე ისე, რომ უზრუნველყოფილი იქნეს 700 კუბური სანტიმეტრის მოცულობის წყლის ჩამომშვება.

დამწნევი მილი შეიცავს მინის მილს (8), ზედა ძაბრისებარ ნაცმს (9) და ქვედა ნაცმს ჩამომშვები ოსკანით (10) და შესამოწმებელი ეიკლერის დასაყენებელი მოწყობილობით (11).

ზედა ძაბრისებრი ნაცმი მინის მილთან შეერთებულია რეზინის შემართებელი ქუროთი (12). ამით უზრუნველყოფილია წყლის დონის მუდმივ-



ნახ. 87. K—2 ხელსაწყოს საერთო ხედი.

ბა და, მაშასადამე, მუდმივი დაწნევა დამწნევ მილში. ამ მიზნით ნაცმში არის გადამშვები მილი (13), საიდანაც გამოდის ნაწილი წყლისა, რომელიც წყლის საათის ეიკლერიდან (6) შედის ზედა ნაცმში.

დამწნევი მილი ხელსაწყოს უთში ისეთნაირადაა დაშვავებული. რომ ეიკლერიდან (6) გამოდენილი წყლის ქაერბლი ხედება დამწნევი მილის კედელს, შვეიდად ჩამოაყვება მას, არ იწვევს წყლის გაშხეფეას. ბუშტულებს და ამით გაზრდილია ხელსაწყოს ჩვენების სიუსტე. ამავე მიზნით გადამშვები მილიც (13) ისეა დაყენებული, რომ მისი ბოლო ჩაშვებულია ნენზურაში (15) და წყალი კედლებს ხედება.

ქვედა ნაცმი, რომელიც შეერთებულია დამწნევ მილთან რეზინის შემართებელი ქუროთი (12), შედგება ჩამომშვები ოსკანის კორპუსისაგან (10) ზედა (15) და ქვედა (16) მილებით და რეზინის გადამყვანი ბუნიკისაგან (17) ეიკლერის (15) დასაყენებლად.

ონკანის ზედა მილი გამოყენებულია დამწნევი მინის მილთან მისაერთებლად. ონკანის ქვედა მილი, რომლის ბოლო დაკუთხვილია, გამოიყენება ბუნციის დასამაგრებლად. რომელშიაც აყენებენ ეიკლერს. ჩამომშვები ონკანი კეტავს წყლის მიწოდებას დამწნევი მილიდან ეიკლერში და ხსნის მას მხოლოდ ცდის დროს. იმის გამო, რომ საჭიროა წყლის საათის და ჩამომშვები მილის ონკანების ერთდროული გაასნა, ხელსაწყოში მოწყობილია სპეციალური მექანიზმი, რომელიც წვევის (18) საშუალებით, ბერკეტის (19) ერთი გადაადგილებით აღებს ორივე ონკანს.

დაწნევის საერთო სიდიდე გადამშვები მილის (13) ზედა კედლიდან, შესამოწმებელი ეიკლერის (11) ზედა სიბრტყემდე (მანძილი E) უნდა იყოს 550 მმ. სამონტაჟო ზომა განისაზღვრება მანძილით გადამშვები მილის (13) ზედა კედლიდან მილის ჩამომშვები ონკანის კორპუსის ქიმის ქვედა ზედაპირამდე. ეს მანძილი უნდა იყოს 536 მმ (პირველად გამოშვებულ ხელსაწოლებში №№ 1-დან 300-მდე) ან 525 მმ (№ 300-ზე მეტ ნომრებში). გადახრა ამ მანძილის სიდიდეში დასაშვებია არა უმეტეს 2 მმ.

ცდის დაწყებამდე მინის დამწნევი მილს და მინის ბალონს ავსებენ წყლით მაქსიმალურ შესაძლო დონემდე. ჰარბი წყალი გადმოიღვრება გადამომშვები მილებიდან (3) და (13), გადადის მენზურაში და ღია ონკანით (22) ჩადის აბაზანაში (25).

ცდის დროს ორივე ონკანის ერთდროულად გაღების შემდეგ წყალი დამწნევი მილიდან ეიკლერის გავლით გადიღვრება აბაზანაში, ხოლო მინის ბალონიდან წყლის საათის ეიკლერით—დამწნევი მილის ძაბრისებრ ნაცმში. თუ შესამოწმებელი ეიკლერისა და წყლის საათის ეიკლერის გამტარუნარიანობა ერთნაირია, ზედა ძაბრისებრ ნაცმში ჰარბი წყალი არ იქნება და ის არ გადაიღვრება გადამშვები მილით (13) მენზურაში. ცდის დასასრულს (როდესაც მინის ბალონიდან წყალი მთლიანად გამოიღვრება) დამწნევი მილში იგივე დონე დარჩება, რაც იყო დასაწყისში. ეს შესაძლო იქნება მაშინ, თუ ცდის დასასრულისთანავე დაუყოვნებლივ დაკვეთავთ დამწნევი მილის ჩამომშვებ ონკანს.

თუ შესამოწმებელი ეიკლერის გამტარუნარიანობა ნაკლებია, ვიდრე წყლის საათის ეიკლერის (ყველა ცდის დროს ასე უნდა მოხდეს), მაშინ ზედა ძაბრისებრ ნაცმში აუცილებლად გამოჩნდება ჰარბი წყალი, რომელიც გადაიღვრება მენზურაში გადამშვები მილით (13).

ცდის დასასრულს (როდესაც მინის ბალონიდან წყალი მთლიანად ჩამოიღვრება) მენზურაში იქნება წყლის რაღაც განსაზღვრული რაოდენობა, ხოლო დამწნევი მილში წყლის დონე ისეთივე იქნება როგორც ცდის დასაწყისში. ეს შესაძლო იქნება თუ დამწნევი მილის ჩამომშვებ ონკანს ცდის დასასრულისთანავე დავეკეტავთ.

მაშასადამე, ცდის განმავლობაში მენზურაში გადაღვრილი და ეიკლერიდან აბაზანაში ჩაღვრილი წყლის რაოდენობა უდრის ცდის დროს მინის ბალონიდან გამოღვრილ წყლის რაოდენობას. ამიტომ მენზურაში ჩაღვრილი წყალი წარმოადგენს ზედა, მინის ბალონიდან გამოღვრილი წყლის (700 სმ<sup>3</sup>) და ცდის განმავლობაში ეიკლერიდან გამოღვრილი წყლის რაოდენობათა



ვიკლერების გამტარუნარიანობა

ძრავის დასახელება	კარბურატორის მარკა	ვიკლერის დასახელება	გამტარუნარიანობა სმ <sup>3</sup> /წუთში
ტრაქტორზე „უნივერსალი“	1—11	მთავარი:	
		ლიმიტირებული	350—360 *
		არალიმიტირებული	440
ტრაქტორზე CXT3		მთავარი:	
		ლიმიტირებული	440—450 *
		არალიმიტირებული	600
ტრაქტორზე CT3—НАТИ	K—20 A	მთავარი:	
		ლიმიტირებული	850—870 *
	K—10 M	არალიმიტირებული	1020 ± 22,5
		საკომპენსაციო:	
		საწვავე-საჰაერო	95
		ტივტიუას კამერაში	580
ტრაქტორზე C—60	K—5	მთავარი:	
		არალიმიტირებული	დინამეტრი 2,8 მმ
		საწვავე-საჰაერო	95
		ტივტიუას კამერაში	580
		შემრეე კამერაში	637
		კომბაინზე „კომუნარი“ (ძრავი ГАЗ—НАТИ)	ГАЗ „Зенит“
		საკომპენსაციო	159
		საკომპენსაციო ვიკლერის გამფრქვევი	190
		უკში სელის ვიკლერი	48
კომბაინზე „კომუნარი“ (ძრავი ГАЗ—ММ) ავტომობილზე ГАЗ—ММ (ძრავი М—1)	M—1	არაბალანსირებული ტივტიუას კამერა	
		მთავარი	168
		საკომპენსაციო	172
		ეკონომიზატორის ვიკლერი	100
		უკში სელის ვიკლერი	48

\* МИМЭХ-ის მონაცემებით.

ძრავის დასახელება	კარბურატორის მარკა	ციკლურის დასახელება	გამტარუნარიანობა სმ <sup>2</sup> /წუთში
კომბაინზე „კომუნარი“ (ძრავი ГАЗ—МК) ავტომობილზე ГАЗ—ММ (ძრავი М—1)	К—14	ბალანსირებული ტრეტეკას კამერა	
		მთავარი	185
		საკომპენსაციო	205
		ეკონომიზერის ციკლური .	100
კომბაინზე „სტალინეც“ (ძრავი У—5)	К—14 К	საკომპენსაციო	240
		სიმძლავრის ციკლური	100
		უკში სელის ციკლური	48
ავტომობილზე М—1	М—1	მთავარი	168
		საკომპენსაციო	172
		ეკონომიზერის ციკლური .	195
		უკში სელის	48
ავტომობილებზე М—1 და ГАЗ—202 ძრავებით	ЛК 3 К—23	ძირითადი	365
		საქაერო	80
ოგიეე	К—43	ეკონომიზერის ციკლური .	190
		ამჩქარებელი ტუმბოს ციკლური	90
		უკში სელის ციკლური:	
		საწეავის	80
		საქაერო	500
		მთავარი	420
		საკომპენსაციო	240
ავტომობილზე ГАЗ—51	К—49	ეკონომიზერის ციკლური .	360
		უკში სელის	65
		მთავარი	416
		საკომპენსაციო	397
ავტომობილი ГАЗ—М—20 „ბობედა“	К—22	უკში სელის	51
		მთავარი	300
		საკომპენსაციო	180
		უკში სელის .	51

ძრავის დასახელება	კარბურატურის მარკა	ციკლერის დასახელება	გამტარუნარიანობა სმ <sup>3</sup> /წუთი
ავტომობილი ЗИС—5	МКЗ—6 (დიფუზორის დიაფტერი 25 მმ)	მთავარი	260
		საკომენსაციო	295
		საკომენსაციო ციკლერის გამჭრქვევი	415
		გკონომიზების ციკლერი	70
		უქმი სელის ციკლერი	190
ავტომობილი ЗИС--150	МКЗ—14 (დიფუზორის დიაფტერი 29 მმ)	მთავარი	260
		საკომენსაციო	310
		ციკლერის გამჭრქვევი	350
		გკონომიზების ციკლერი	130
		უქმი სელის ციკლერი	190
ავტომობილი „მოსკვიჩი“	K—24	მთავარი	135
		სიმძლავრის ციკლერი	800
		უქმი სელის	140
		ამჩქარებელი ტუმბოს ციკლერი . . . . .	48
		უქმი სელის პნევმატიკური კორექტორის საწვავის ციკლერი . . . . .	48

სხვაობას. რაც უფრო მეტ წყალს გაუშვებს გამოსადეგი ციკლერი, მით ნაკლები წყალი ჩაეა მენზურაში და, მაშასადამე, მით მეტი იქნება ციკლერის გამტარუნარიანობა.

მენზურის კედლებზე ნაჩვენებია სკალის სახით თუ წყლის დონე შესამოწმებელი ციკლერის როგორ გამტარუნარიანობას შეესაბამება. ხელსაწყოს მომზადების შემდეგ ცდას იწყებენ წყლის საათის და დამწნევი მილის ონკანების ერთდროული გაღებით. წყალი დამწნევი მილიდან შესამოწმებელი ციკლერით გადაიღვრება აბაზანაში, ხოლო ზედა ბალონიდან წყლის საათის ციკლერით გადაიღვრება ძაბრისებრ ნაცეში და ნაწილობრივ მენზურაში.

ცდა მთავრდება იმ მომენტში, როდესაც წყლის საათის ციკლერიდან (ზედა მინის ბალონიდან) შეწყდება წყლის გამოდინება.

ციკლერის გამტარუნარიანობას საზღვრავენ სკალის მიხედვით. ცდა საჭიროა განმეორდეს არა ნაკლებ სამჯერ. შედეგები აიღება საშუალო.

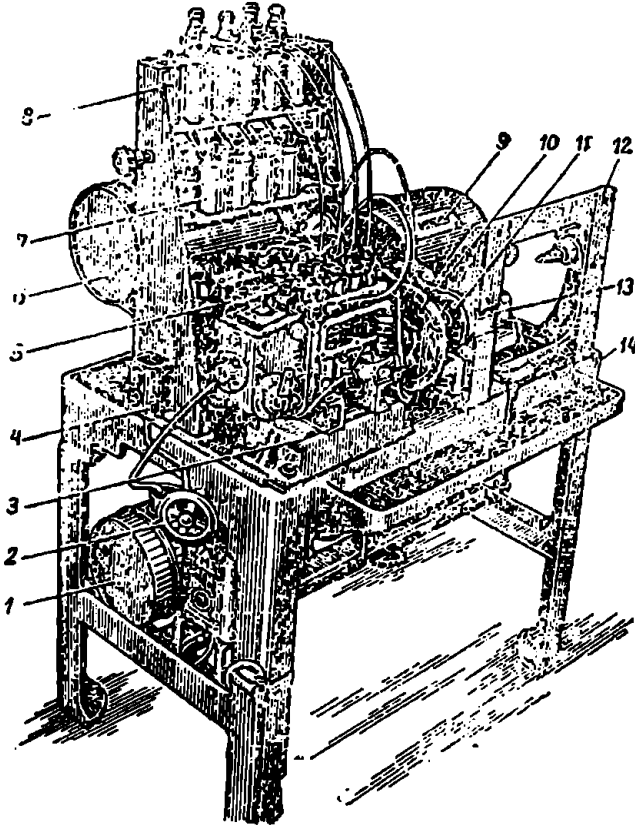
მე-18 ცხრილში მოცემულია ციკლერის ტარირების ტექნიკური პირობები.

## § 2. ღიჯელის საწვავი აპარატურის გამოცდები და ჩატვლება

ღიჯელის ძრავის ექსპლოატაციის და განსაკუთრებით მისი გამოცდის დროს აუცილებელია საწვავი აპარატურის ნაწილების გულდასმით შემოწმება და რეგულირება. საწვავის ტუმბოს ან ფრქვევანების უწყსიერო მუშაობის შემ-

თხვევაში ძრავი ვერ განაუთარებს საკირო სიმძლავრეს. იმუშავებს წყვეტილად. გადახარჯავს საწვავს და ა. შ.

დიხელის საწვავი აპარატურის შემოწმებისა და გამოცდებისათვის გამოიყენება სტენდი KO 1608 (TA - 55A). სტენდის ძირითადი ნაწილებია: (ნახ. 88): მაგიდა (4), რომელზედაც დაყენებულია: კრონშტეინი (12) M-17 და KDM 46 ძრავების საწვავის ტუმბოების დასამაგრებლად, ფუძე (3) D-35, D-36 და D 54 ძრავების საწვავის ტუმბოების დასამაგრებლად; ამძრავის ლილევი შკივებით (11) და დაგრადუსებული დისკოთი (10) შუაჩქევის მომენტის განსაზღვრისათვის; დგარი ექვსი მუხით (8) და კიჭებით (7) საწვავის შესაგროვებლად; ზედა ავზი (6) საწ-



ნახ. 88. სტენდი KO-1608 (TA-55 A) დიხელის საწვავი აპარატურის შემოწმებისა და გამოცდისათვის.

ვავისათვის; ორკამერიანი საწვავის ფილტრი (5). მაგიდის ქვედა ნაწილში დაყენებულია: ქვედა ავზი (1)—ცილის დროს ჩამოღობილი საწვავის შესაგროვებლად; ბრუნვების მექანიკური ვარიატორი, რომელიც ელექტრომტორთან შეერთებულია სოლისებრი ლვედით და გამოიყენება ტუმბოს მუშა

ლილვის ბრუნთა რიცხვის გასაზომად 200-დან 1000 ბრ/წ. ზღვრებში. ბრუნთა ცვლილება ხორციელდება სახელურით (2), ხოლო ამძრავის ბრუნთა რიცხვის საორიენტაციო განსაზღვრისათვის მაგიდის ზედა ნაწილში დაყენებულია ბრუნთა რიცხვის მაჩვენებელი (9).

სტენდის ამძრავი ლილვი მოძრაობაში მოდის 2,8 კვტ სიმძლავრის და 960 ბრ/წ მქონე ელექტროძრავიდან, რომლის მართვა ხორციელდება მაგნიტური გამწვებით —ქნობებით (14). სტენდის კონსტრუქციაში გათვალისწინებულია საწვავის ტუმბოსაგან განცალკევებით დამკვირვნი ტუმბოს გამოცდა, რისთვისაც ამძრავის ლილვზე დაყენებულია შესაბამისი მუშტანა, ხოლო ამძრავის ბრუნზე —სამაგრი (13).

დამკვირვნი ტუმბოების შემოწმებისა და გამოცდების დროს სახელმძღვანელო მონაცემები მოთავსებულია მე-19 ცხრილში.

საწვავის ტუმბოების გამოცდები და შემოწმება უნდა ჩატარდეს საწვავის შეფრქვევის მომენტის, მწარმოებლობისა და მიწოდების სითანაბრის დასადგენად და კონტროლისათვის.

ცხრილი 19

**დამკვირვნი ტუმბოების მონაცემები**

მაჩვენებლები	დამკვირვნი ტუმბოები—ძრავების		
	Д-35 და Д-36	Д-54	КДМ-46
ამძრავის ლილვის ბრუნვის ნორმალური სიჩქარე (ბრ/წ).	700	650	500
ტუმბოს მწარმოებლობა ამძრავის ლილვის ნორმალური ბრუნთა რიცხვის დროს (კვ/წ)			
როცა წნევა უდრის 0,0 კგ/სმ <sup>2</sup>	2,3	1,8	3,7
0,5	1,8	1,2	2,6
ტუმბოს მწარმოებლობა ამძრავის ლილვის 250 ბრ/წ დროს და 0,0 კგ/სმ <sup>2</sup> წნევის პირობებში.	0,7	0,8	1,6
ტუმბოს მიერ განვითარებული მაქსიმალური წნევა (კგ/სმ <sup>2</sup> )	1,7÷2,0	1,7÷2,0	1,8÷2,

ძრავის სიმძლავრე დ ეკონომიურაზა დიდდაა დამოკიდებული საწვავის შეფრქვევის წინსწრების კუთხისაგან. ფრქვევანის მიერ საწვავის შეფრქვევა ცილინდრში უფრო დაგვიანებით ხდება (დაახლოებით 7—7,5°), ვიდრე ტუმბოს წყვილის მიერ საწვავის მიწოდების დაწყების მომენტია. ამიტომ ტუმბოს რეგულებას აწარმოებენ საწვავის შეფრქვევის მომენტის მიხედვით და არა მიწოდების საწყისი მომენტის მიხედვით.

საწვავის შეფრქვევის მომენტის შემოწმებისათვის გამოიყენება ბადისებრი დისკო, რომელიც მაგრდება გამოსაცდელი ტუმბოს ლილვზე და ნორმალურად რეგულებული ფრქვევანა, რომელიც საექსპლუატაციო დამკვერ შია და-

ყენებული ამ დისკოს მასლობლად. დისკოზე დაჩნეულია დანაყოფები გრადუსობით ისე, რომ ნაჩნევი 0° განლაგებულია ზუსტად 180°-ზე დისკოს მორგვის სასოგმანე ლარის შუა ადგილიდან. ფრქვევანით საწვავის მიწოდების დასაწყისი (სრული მიწოდების დროს) ტუმბოს ლილვის ნორმალური სიჩქარით ბრუნვის პირობებში უნდა იყოს ბადისებრი დისკოს მობრუნების გრადულების შემდეგ ზღვრებში (იხ. ცხრილი 20).

ცხრილი 20

ფრქვევანით საწვავის შეფრქვევის დახაწვის

ძ რ ა ვ ი	შეფრქვევის დასაწყისი მუშტა ლილვის (ბადისებრი დისკოს) მობრუნების გრადუსებში. ტუმბოს წყვილებისათვის				შეფრქვევის ხანგრძლიობა (გრადუსობით)
	I წყვილი	II წყვილი	III წყვილი	IV წყვილი	
Д-54	187—190	97—100	277—280	7—10	11
Д-35 და Д-36 (ყვინთა Ø 8,5 მმ)	200—203	110—113	290—293	20—23	15
Д-35 (ყვინთა Ø 6,5 მმ)	194—197	104—107	284—287	14—17	15

შეფრქვევის მომენტის ცვალებადობა წარმოებს ტუმბოს მზიდველის სარეგულაციო ხრახნის ჩახრახნით ან ამოხრახნით. ხრახნის ერთი ბრუნვი Д-35, Д-36 და Д-54 ძრავების ტუმბოებში ცვლის საწვავის შეფრქვევის მომენტს 4,5—5°-ით, ხოლო КДМ-46 ძრავის ტუმბოში—6,5—7,2° (დისკოს შემობრუნების მიხედვით). შემოწმების დროს გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 0,5^\circ$ .

ძრავის ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია, რომ ცალკეულ ცილინდრებში შეფრქვეული საწვავის რაოდენობა ერთნაირი იყოს ყველა ცილინდრისათვის.

ტუმბოს რეგულება და შემოწმება უნდა ჩატარდეს ნორმალური სიგრძის მაღალი წნევების მიღებითა და ფრქვევანებით, რა პლემბიც რეგულებული იქნებიან ზუსტად ტექნიკური პირობების მიხედვით.

თითოეული ცალკეული წყვილის მიერ მიწოდებული საწვავის რაოდენობის ცვლილება Д-35, Д-36 და Д-54 ძრავების ტუმბოებში წარმოებს ყვინთების მმართაეი ცალულების გადაადგილებით, ხოლო КДМ-46 ძრავის ტუმბოებში ყვინთას შემობრუნებით კბილა გვირგვინში.

ტუმბოს შემოწმების დროს შეგვიძლია ვისარგებლოთ 21-ე ცხრილში მოყვანილი მონაცემებით.

ტუმბოს მუშტა ლილვის ნორმალური სიჩქარით ბრუნვის დროს ცალულის გადაადგილება 1 მმ-ით ცვლის სამი წუთის განმავლობაში საწვავის მიწოდებას Д-35 და Д-36 ძრავების ტუმბოებში 12—15 გრამით, ხოლო Д-54 ძრავის ტუმბოში 21—24 გრამით. მარჯვნივ ცალულის გადაწევით მიწოდება იზრდება, მარცხნივ მცირდება.

საწვავის მიწოდების დასაშვები უთანაბრობა და მიწოდებული საწვავის რაოდენობა ტუმბოს რეგულაციის დროს

ძრავი	უიწონის დატვირთვა (მგ)	ლარტყის სელა (მმ)	ტუმბოს მუშაობის ლილვის ბრუნვის რიცხვი წუთში	საწვავის მიწოდების უთანაბრობა (%/წ)	სტენდზე ტუმბოს რეგულაციის დროს მიწოდებული საწვავის რაოდენობა	
					ტუმბოთი (კგ/ს)	ტუმბოს წველით (გრ/წ)
KDM-46	10	13	500	2-3	19,6	82
	10	6	500	40-45	—	—
	10	13	200-250	5-6	—	—
D-54	8,5	10,5-11	650	3	12,5	52
	8,5	7,5	650	30	—	—
	8,5	10,5-11	225-250	7-8	—	—
D-35 და D-36	8,5	10,5-11	700	3	8,4	35
	8,5	7,5	700	30	—	—
	8,5	10,5-11	225-250	7-8	—	—
D-35	6,5	10,4-11	700	3	8,4	35
	6,5	7,5	700	30	—	—
	6,5	10,5-11	225-250	7-8	—	—

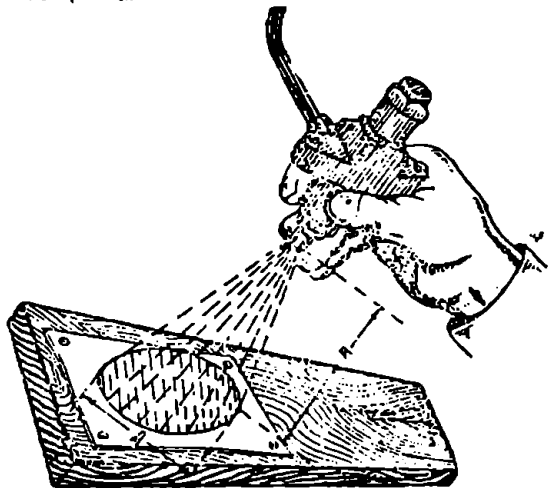
საწვავის მიწოდების უთანაბრობის პროცენტი გამოითვლება ფორმულით:

$$q = \frac{2(G_{max} - G_{min})}{G_{max} + G_{min}} \cdot 100\%$$

სადაც  $G_{max}$  არის ცდის განმავლობაში (სამი წუთი) ყველაზე უდიდესი მიწოდების მქონე წველის მიერ გამოღვრილი საწვავის რაოდენობა გ.

$G_{min}$  — ყველაზე მცირე მიწოდების მქონე წველის მიერ გამოღვრილი საწვავის რაოდენობა ცდის განმავლობაში გ.

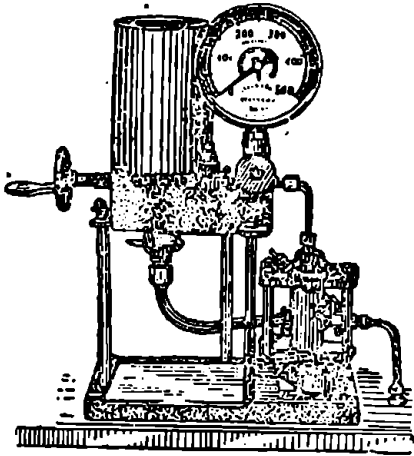
ფრქვევანები უნდა შემოწმდეს გაფრქვევის ხარისხზე და მოწესრიგდეს შეფრქვევის ნორმალურ წნევაზე. გაფრქვევის ხარისხის შემოწმების დროს დატული უნდა იქნეს შემდეგი მოთხოვნები: გაფრქვეული



ნახ. 89. ფრქვევანით საწვავის გაფრქვევის კონუსი.

შემოწმების დროს დატული უნდა იქნეს შემდეგი მოთხოვნები: გაფრქვეული

საწვავის ქაერილი უნდა იყოს თანაბარი, ქაერილში არ უნდა იყოს შესამჩნევი ცალკეული მსხვილი წვეთები, მოკვეთა უნდა იყოს მკვეთრი და მკაფიო. გაფრქვევის კონუსი M—17 და KDM—46 ძრავების ფრქვევანებისთვის უდრის 15—20°, ხოლო D—35, D—36 და D—54 ძრავების ფრქვევანებისთვის 10—15°.



ნახ. 90. ხელსაწყო КП—1609 ფრქვევანების შემოწმებისა და რეგულირებისათვის.

გაფრქვევის კონუსის განსაზღვრა (იხ. ნახ. 89) წარმოებს ფურცელზე გაფრქვეული საწვავის ანაბეჭდის დიამეტრის გაზომვით.

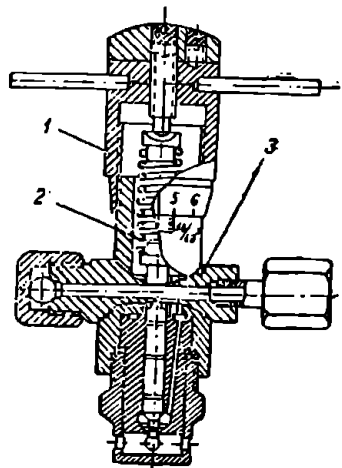
M—17 და KDM—46 ძრავების ნორმალურად რეგულირებული ფრქვევანები იძლევიან გაფრქვევის 120—130 კგ/სმ<sup>2</sup> წნევის ზღვრებში, D—35, D—36 და D—54 ძრავების ფრქვევანებისათვის წნევა უდრის 125 კგ/სმ<sup>2</sup>.

ერთი და იგივე ძრავის სხვადასხვა ფრქვევანის შეფრქვევის წნევებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს ± 2,5 კგ/სმ<sup>2</sup>.

გაფრქვევის წნევის შემოწმებისათვის და საერთოდ ფრქვევანების გამოცდა-რეგულირებისათვის გამოიყენება ხელსაწყო КП—1609 (ნახ. 90), მაგრამ, გარდა ამისა, შეფრქვევის წნევა შეიძლება საეღვე პირობებში ან უშუალოდ ძრავზე შემოწმდეს ე. წ. მაქსიმეტრით ან საეტალონო ფრქვევანით.

მაქსიმეტრი (ნახ. 91) წარმოადგენს სახეშეცვლილ ფრქვევანას, რომელსაც აქვს ტარირებული (დაყალიბებული) ზამბარა.

მაქსიმეტრის კორპუსზე (3) და სარეგულაციო ჩაჩზე (1) დაჩნეულია დანაყოფები შეფრქვევის იმ წნევის ასათვლელად, რომელზეც დაყენებულია ზამბარა (2). მაქსიმეტრის კორპუსის სკალას აქვს დანაყოფები ყოველ 50 კგ/სმ<sup>2</sup>, ხოლო სარეგულაციო ჩაჩის სკალას ყოველ 5 კგ/სმ<sup>2</sup>. ამგვარად, მაქსიმეტრით შეიძლება შემოწმდეს შეფრქვევის წნევა 5 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის სიზუსტით. შეფრქვევის წნევის შესამოწმებლად მაქსიმეტრი მაგრდება საწვავის ტუმბოს სექციის მილყელზე, ხოლო მაქსიმეტრის უერთდება შესამოწმებელი ფრქვევანა. ამგვარად, შეერთების



ნახ. 91. მაქსიმეტრი.



შემთხვევაში მაქსიმეტრი ჩართული იქნება საწვავის სექციაში ფრქვევანასთან ერთად პარალელურად. ამის შემდეგ გამორთავენ დანარჩენ ფრქვევანებს (მაღალი წნევის მილების ქანჩების მოშვებით) და გამშვები ძრავით ააბრუნებენ ღიზელს. მაქსიმეტრის ჩაჩის მობრუნებით მიაღწევენ ისეთ მდგომარეობას, როდესაც შესამოწმებელ ფრქვევანიდან და მაქსიმეტრიდან ერთდროულად დაიწყებს გამოფრქვევას საწვავი. ამ მომენტში გააჩერებენ ძრავს და მაქსიმეტრის სკალაზე ათვლიან წნევის სიდიდეს. საჭიროების შემთხვევაში მოახდენენ შესამოწმებელი ფრქვევანის რეგულებას.

## უსაფრთხოების ტექნიკა

საგამოცდო სადგურებში მუშაობასთან დაკავშირებულია გარკვეული საფრთხე, რაც შეიძლება გამოიწვიოს თვით გამოცდის ტექნოლოგიური პროცესის თავისებურებამ.

ამიტომ მომსახურე პერსონალის ჯანმრთელობის დაცვისა და შრომის ნაყოფიერების გაზრდის მიზნით, აუცილებელია მთელი რიგი ღონისძიებების გატარება.

გამოცდების დროს საფრთხის გამომწვევი მიზეზი შეიძლება იყოს:

- 1) სწრაფად მბრუნავი ნაწილები, რომლებიც არ არიან დაცული გარსაკმით;
- 2) დიდი ხმაური;
- 3) ჯანმრთელობისათვის მავნე მინარევები ჰაერში, როგორცაა ნამუშევარ აირებში მყოფი ნახშირორბანგი, ქიმიური ანტიდეტონატორების ორთქლი, ბენზინისა და ზეთის ორთქლი და სხვ.;
- 4) ადვილად ასააღებელი ნივთიერებები;
- 5) დეტალები, რომელთა სიმტკიცე ჯერ შეუმოწმებელია და რომლებიც შეიძლება გამოცდების დროს დაირღვეს;
- 6) ჩვეულებრივი მექანიზმები, რომლებთანაც მუშაობა მოითხოვს გარკვეულ სიფრთხილეს—ტრანსმისიები, ელდენის სადენები და სხვ.

აუცილებელია, რომ სწრაფად მბრუნავი ნაწილები დაცული იყოს გარსაკმებით, წინააღმდეგ შემთხვევაში მოსალოდნელია მათ ჩაითრიონ მომსახურე პერსონალის ტანსაცმელი ან სხვა ნივთები, რასაც შეიძლება მოჰყვეს უბედური შემთხვევა.

საგამოცდო სადგურებში დიდი ხმაური შეიძლება გახდეს ორი სახის დაავადების—ყურის ან ნერვული დაავადების—მიზეზი. დაავადების პროცენტი საკმაოდ მნიშვნელოვანი იქნება, თუ შესაფერის ზომებს არ მივიღებთ. მომსახურე პერსონალს უნდა ჰქონდეს ყურების საცობები, დანადგარზე მოწყობილი უნდა იყოს მათეზები და სხვ. არ უნდა ვენდოთ ხმაურის შეჩვევის მოსაზრებას და უნდა ვცადოთ, რომ მომსახურე პერსონალი ხანგრძლივად არ იმყოფებოდეს მომუშავე ძრავთან. პერსონალის სამუშაო დღის ხანგრძლიობა უნდა შევამციროთ. მავნე აირებით ჰაერის დატუქვიანების საწინააღმდეგოდ საჭიროა შენობისათვის ისეთი ფორმის მიცემა, რომ მასში არ იყოს ჰაერის უძრაობის შესაძლებლობა. ჰიდრავლიკური მუხრუჭებით მუშაობისათვის დაყენებული უნდა იყოს მძლავრი ამწოვი დანადგარები ნამუშევარი აირებისათვის და მოეწყოს შენობის კარგი ვენტილაცია.

ჰაერის დაქუქყინება ნამუშევარი აირების გარდა, შეიძლება მოხდეს ავზებიდან ან საზომ კურკლებიდან აორთქლებული საწვავით ან არამქიდრო შეერთებებიდან გამოყოფილი საწვავის ორთქლით. საწვავის ავზებიდან გამოყოფა განსაკუთრებით საფრთხილია, თუ საწვავი შეიცავს ანტიდეტონატორს, რომელიც, უმეტეს შემთხვევაში, ძლიერ შხამს წარმოადგენს. გამონაჟონება საწვავმა ანტიდეტონატორის ნაკლებად აორთქლადობის გამო, გამოყოფის ადგილზე შეიძლება მოგვეცეს დიდი კონცენტრაციის მომშხამველი ნივთიერება, რომლის ორთქლის არევა ჰაერთან ან მომუშავის ხელზე სითხის მოხვედრა მოსალოდნელია და ძნელი ასაცილებელი. განსაკუთრებით საშიშია ამ შემთხვევაში ის, რომ მომუშავის მოწამვლა თანდათანობით ხდება, რასაც საბოლოოდ მძიმე დაავადება შეიძლება მოჰყვეს.

ამიტომ საწვავის გამოყოფა შეერთებებიდან და ონკანებიდან არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დავეშვათ. თუ საწვავი სადმე შემთხვევით დაიღვარა — ის ადგილი გულდასმით უნდა მოვასუფთაოთ და გაეცეხოთ. არავითარ შემთხვევაში ანტიდეტონატორიანი საწვავით ხელი არ უნდა დავიბანოთ.

ანტიდეტონატორების და, კერძოდ, ეთილის სითხის (ტეტრაეთილ ტყვია) შხამიანობა იმაში გამოიხატება, რომ ტყვიის ორგანული შენაერთები დიდი სისწრაფით შედის ადამიანის კანში და მთელ ორგანიზმში ვრცელდება. ეთილის სითხით მოწამვლის ჩვეულებრივი, პირველდაწყებითი სიმპტომებია: აღვზნებული მღვობარეობა, თავის ტკივილები, ჰალუცინაციები, სხეულის ტემპერატურის დაცემა და სხვ. საერთოდ კი სხვადასხვა ორგანიზმის რეაგირება მოწამვლისადმი სხვადასხვაგვარია.

თუმცა ეთილის სითხე მეტად შხამიანია, მაგრამ დამტკიცებულია, რომ თუ დაეცავთ სიფრთხილის სათანადო ზომებს, მასთან მუშაობა ყოველგვარი საფრთხის გარეშე შეიძლება.

სხელი სითხის მოხვედრისაგან რომ დაეცვათ, საჭიროა ჩაეცვათ რეზინის ხელთათმანები, რეზინის ჩექმები, სპეცტანსაცმელი და აირწინალი (ძირითადად საწყოებში მუშაობის დროს). ამის გარდა, აუცილებელია სამუშაოს დამთავრების შემდეგ შეხუთის მიღება, პერიოდული საექიმო შემოწმება და სხვ.

თუმცა თანამედროვე ავტოსატრაქტორო ძრავები საკმაოდ მტკიცე და საიმედო არიან, მაგრამ გამოცდების დროს მაინც შესაძლოა მოხდეს რაიმე ნაწილის დაზიანება. თუ რომელიმე მბრუნავი ან მიმოქცევეთი მოძრავი ნაწილი გატყდა, შესაძლებელია მისი ნატეხი დიდი ძალით გამოიტყორცნოს და გამოიწვიოს უბედური შემთხვევა. ამიტომ საჭიროა რომ დამკვირვებელი ან ექსპერიმენტატორი არ იღვეს სახიფათო ადგილზე (მბრუნავი ნაწილის გასწვრივ) და ასეთი ნაწილები დაცული იყოს სათანადო გარსაცმით.

ადვილად ასაალებელი ნივთიერებების, გაბოლქვის დროს ნაპერწკლების ან კარბურატორში შემთხვევითი ფეტქვების გამო, მომსახურე პერსონალი განსაკუთრებით ყურადღებით და სიფრთხილით უნდა მუშაობდეს. ხანძრის საფრთხის დროს აუცილებელია, სიღინჯე და აუღელვებლობა, თუ, მაგალითად, ცეცხლის ალი გაჩნდა კარბურატორში, ძრავი არ უნდა გაუაჩეროთ, პირიქით უნდა მოვუშატოთ ბრუნვები, რომ ძრავმა შეიწოვოს ეს ალი. საწ-

გაეის ონკანის გადახურვამ შეიძლება გამოიწვიოს დაზიანება იმიტომ, რომ ნარევის შემდგომმა გაღარიბებამ შეიძლება ახალი უკუფეთქვები გამოიწვიოს.

თუ ალი ძრავის გაჩერების შემდეგ გამოჩნდა, მაშინ დაუყოვნებლივ უნდა დავეცოთ საწვავის აუზის ონკანი და ალი ჩაეაქროთ. არავითარ შემთხვევაში ჩასაქრობად წყალი არ უნდა გამოვიყენოთ, თუ ალი ჩერით ან დახურვით ვერ ჩაეაქრეთ, უნდა გამოვიყენოთ ცეცხლმქრობი. ამიტომ მომსახურე პერსონალი უნდა იყოს ინსტრუქტირებული, თუ სად ინახება ცეცხლმქრობები და როგორ უნდა მოიქცენ ასეთ შემთხვევებში.

ასუილებელია გვახსოვდეს, რომ საწვავით დასველებული და გაქუქვიანებული ჩერები ერთად, გროვად დაყრის დროს შეიძლება თვითააღდეს, ამიტომ მათი შენახვისათვის გამოყოფილი უნდა იყოს სპეციალური ყუთი.

მუშაკების სპეცტანსაცმელი სუფთა უნდა იყოს. ზეთით ან საწვავით სპეცტანსაცმელის დაქუქვიანების დროს მოსალოდნელია ნამუშევარი აირებით ან სხვა რაიმე მიზეზით ტანსაცმლის აალება.

ძრავის მუშაობის დროს დიდი სიფრთხილეა საჭირო რადიატორის ზედა ავზში ვერცხლისწყლის თერმომეტრით ტემპერატურის გაზომვის დროს ან წყლის დამატების დროს.

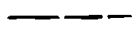
უნდა გვახსოვდეს, რომ მთლიანი დატვირთვით ძრავის მუშაობის დამთავრებისა და ძრავის გაჩერების მომენტში რადიატორის ზედა ავზის სასხმელ ყელიდან შეიძლება ამოიშხეფოს ადუღებულმა წყალმა.

აკრძალულია ძრავის მუშაობის დროს რაიმე რეგულების ჩატარება ან მბრუნავი ნაწილების გაწმენდა.

გამოცდების დაწყებამდე უნდა შევამოწმოთ ყველა შემაგრება და განსაკუთრებით კი მუხრუჭისა და ძრავის ლილვების შემაერთებელი დრეკადი ქუროს შემაგრების კანქიკები.

საგამოცდო ლაბორატორიაში უნდა იყოს ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალებები: ცეცხლმქრობები, ქვიშიანი ყუთები, ბრანდსბოიტი სახელურით და სხვ. თვალსაჩინო ადგილზე უნდა იყოს პირველი დახმარების აფთიაქი.

ზემოხსენებულის გარდა, საგამოცდო სადგურში დანადგარის ყველა ნაწილს უნდა მოვეპყრათ ფრთხილად და დავიცვათ უსაფრთხოების ტექნიკით გათვალისწინებული ყველა ღონისძიება.





საწვავი _____ ანალიზი № _____	ფ. _____ 195 წ.
ზეთი _____ ანალიზი № _____	გამოცდა ჩაატარა _____
კარბურატორი, ტუმბო, შემრევი	ფრეკვეანის წვევა
სამთელი, ფრეკვეანა	

აირის ტემპერატურა ზღვრის წინ	13	14	15	16	ზეთი		17	18	19	20	21	22	23	24	25	
					წვევა	ტემპერატურა										
აირის ტემპერატურა ზღვრის წინ					წვევა	ტემპერატურა										
აირის ტემპერატურა ზღვრის წინ					წვევა	ტემპერატურა										










ხაერთაშორისო სტანდარტული ატმოსფეროს ცხრილი  
(ზღვის დონედან 3000 მეტრამდე)

H მეტრი	t °C	T ახს.	$\frac{T'}{T_0}$	$\frac{p'}{p_0}$	$\Delta = \frac{p}{p_0}$	$\frac{p}{p_0}$ კვრ. სვ.	$\rho = \frac{\gamma_1}{g}$	$\gamma_1$ კგ/მ <sup>3</sup>
0	15,000	288,000	1,0000	1,0000	1,0000	760,00	0,1250	1,2255
100	14,350	287,350	0,9978	0,9882	0,9904	751,03	1238	2137
200	13,700	286,700	9955	9765	9809	742,12	1226	2021
300	13,050	286,050	9933	9649	9715	733,35	1214	1905
400	12,400	285,400	9910	9534	9621	724,62	1202	1791
500	11,750	284,750	0,9887	0,9421	0,9528	715,99	0,1191	1,1677
600	11,100	284,100	9865	9308	9436	707,45	1179	1564
700	10,450	283,450	9842	9197	9345	698,98	1168	1452
800	9,800	282,800	9820	9087	9254	690,60	1156	1340
900	9,150	282,100	9797	8977	9163	682,30	1145	1230
1000	8,500	281,500	0,9775	0,8870	0,9074	674,09	0,1134	1,1120
1100	7,850	280,850	9752	8762	8985	665,95	1123	1011
1200	7,200	280,200	9729	8656	8897	657,89	1112	0903
1300	6,550	279,550	9707	8551	8810	649,90	1101	0796
1400	5,900	278,900	0,9684	0,8448	0,8723	642,00	0,1090	1,0690
1500	5,250	278,250	0,9662	0,8345	0,8637	634,18	0,1079	1,0584
1600	4,600	277,600	0,9639	0,8243	0,8551	626,44	0,1069	1,0480
1700	3,950	276,950	9617	8142	8467	618,67	1058	0376
1800	3,300	276,300	9594	8042	8382	611,19	1048	0272
1900	2,650	275,650	9571	7943	8299	603,67	1037	0170
2000	2,000	275,000	0,9549	0,7845	0,8216	596,23	0,1027	1,0068
2100	1,350	274,350	9526	7748	8133	588,86	1016	0,9968
2200	0,700	273,700	9504	7652	8052	581,56	1006	9868
2300	0,050	273,050	9481	7557	7971	574,34	0996	9768
2400	-0,600	272,400	9459	7463	7891	567,19	0,0986	9670
2500	-1,250	271,750	0,9436	0,7370	0,7811	560,11	0,0976	0,9572
2600	-1,900	271,100	9413	7278	7732	553,10	0956	9478
2700	-2,550	270,450	9391	7186	7652	546,17	0957	9379
2800	-3,200	269,800	9368	7097	7575	539,32	0947	9283
2900	-3,850	269,150	9346	7007	7497	532,53	0937	9189
3000	-4,500	268,500	0,9323	0,6918	0,7420	525,79	0,0927	0,9094

## გამომუშავებული ლიტერატურა

1. В. И. Кирсанов. Методы испытания автотракторных карбюраторов, Госмашметиздат, 1934.
  2. Г. М. Симанович. Испытание двигателей дизеля. ОНТИ, 1937.
  3. Испытание авиационных двигателей, под ред. В. Н. Беликова, Оборонгиз, 1937.
  4. Двигатели боевых машин, Машгиз, 1946.
  5. М. М. Масленников. Авиационные двигатели, Оборонгиз, 1946.
  6. Государственные общесоюзные стандарты и ведомственные нормалы, Вып. VI, Стандартгиз, 1948.
  7. М. Ф. Маликов. Основы метрологии, Москва, 1949.
  8. Д. Н. Дяков и Н. С. Ждановский. Характеристики эффективности и экономичности двигателей отечественных тракторов, Машгиз, 1949.
  9. В. И. Сороко-Новицкий. Испытания автотракторных двигателей, Машгиз, 1950.
  10. П. А. Бузулуков. Регулировка карбюраторов и тарировка жиклеров, Сельхозгиз, 1950.
  11. В. М. Семенов. Лабораторно-практические занятия по „Тракторам и автомобилям“ Сельхозгиз, 1955.
  12. Zinner, K, MTZ, 1950.
  13. Г. И. Трубников. Лабораторный практикум по автотракторным двигателям, Сельхозгиз. 1952.
  14. В. В. Махалдиани. Некоторые вопросы теории автотракторных двигателей, Техника და შრომა, 1952.
-

**შ ი ნ ა ა რ ს ი**

ავტორისაგან .	ჰპ-3
წინასიტყვაობა	5

**თ ა ვ ი I**

**ძრავების გამოცდა და გამოცდის მეთოდოლოგია**

§ 1. ზოგადი მითითებები	8
§ 2. გამოცდების კლასიფიკაცია .	10
§ 3. ძრავის მახასიათებლები .	11
სიჩქარიითი ცმხასიათებელი .	12
სადატვირთო მახასიათებელი . . . . .	16
უქმი სელისა და სარეგულაციო მახასიათებელი .	22
§ 4. გაზომვის მეთოდები და სიზუსტე .	28
გაზომვის სახეები . . . . .	31
გაზომვის სიზუსტე და ცდომილება .	32
§ 5. ძრავების გამოცდის სტანდარტული მეთოდოლოგია .	41
სტანდარტული განსაზღვრები . . . . .	41
ცონომიურობისა და ეფექტურობის შესამოწმებელი გამოცდების მეთოდოლოგია . . . . .	43
ხანგრძლიობაზე (გამძლეობაზე) გამოცდის მეთოდოლოგია	49
გამოცდის შედეგების დამუშავება . . . . .	52
§ 6. ზღვის დონიდან სბგადასხვა სიმაღლეზე ძრავის გამოცდის თავისებურებები . . . . .	55
სასიმაღლო გამოცდების მეთოდები	59
დასაყვანი ფორმულები	61

**თ ა ვ ი II**

**ეფექტური ხიმძლავრის განსაზღვრა**

§ 1. სამუხრუვე დანადგარები	71
§ 2. მექანიკური მუხრუვი .	77
§ 3. ჰიდრაულიკური მუხრუვი	80
§ 4. ელექტრომუხრუვი . . . . .	89
§ 5. სამუხრუვე დანადგარის T—4-ის ინსტრუქცია .	96
1. სამუხრუვე დანადგარის T—4-ის დანიშნულება .	96
2. დანადგარის კონსტრუქციის აღწერა . . . . .	97
3. ძრავთან მუხრუვის შესაერთებელი მოწყობილობა	106
4. მუხრუვის კვების სისტემა და ძრავის გაგრილება წყლით	106

5. ძრავის კვება საწვავით და მისი გაზომვა .	83-108
6. გაბოლქვის სისტემა .	108
7. დანადგარის მონტაჟი .	109
8. დანადგარის ექსპლოატაცია	109
9. დანადგარის მოვლა .	110

**თ ა ვ ი III**

**ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა**

§ 1. ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა გარეშე ამძრავიდან ძრავის აბრუნებით . . . . .	116
§ 2. ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა ცილინდრების მორიგეობითი გაშროთვით . . . . .	119
§ 3. ძრავის ინდიკატორული სიმძლავრის განსაზღვრა ძრავის ინდიკატორებით . . . . .	122

**თ ა ვ ი IV**

**ძრავის სტანდარტული პარამეტრების განსაზღვრა**

§ 1. ტემპერატურის გაზომვა . . . . .	139
ხელსაწყოები ტემპერატურის გასაზომად .	142
§ 2. წნევების გაზომვა . . . . .	152
უმარტივესი მანომეტრი	153
მარაგელოანი მანომეტრი .	156
მიკრომანომეტრი . . . . .	157
მილოვანი და ფირფიტოვანი მანომეტრები .	158
§ 3. ბრუნთა რიცხვის გაზომვა .	160
ცენტრიდანული ტაქომეტრები	160
სითხის ტაქომეტრები	163
ელექტროტაქომეტრები .	164
ბრუნთა რიცხვის უკანური მთვლელო .	164
ტაქოსკოპი . . . . .	166
§ 4. საწვავის ხარჯის გაზომვა . . . . .	166
საწვავის ხარჯის მოცულობითი გაზომვის მეთოდი	166
საწვავის ხარჯის გაზომვის წონითი მეთოდი . . . . .	169
საწვავის ხარჯის გაზომვა გამომდინების მეთოდით	171
§ 5. ჰაერის ხარჯის გაზომვა .	172
გაზომვის მეთოდები . . . . .	172
ჰაერის ხარჯის განსაზღვრა პრანდტლეს მილით .	179
ჰაერის ხარჯის განსაზღვრის კონკრეტული მაგალითი	183

**თ ა ვ ი V**

**სამუხრუჭე გამოცდების და მახასიათებლების ართმევის მეთოდიკა და ტექნიკა**

§ 1. საწვავის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევა და ტექნიკის შერჩევა . . . . .	197
§ 2. ანთების წინსწრების მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევა . . . . .	199
§ 3. გარეგანი სიტუაციით მახასიათებლის ართმევა	201

§ 4. სატრაქტორო ძრავის სადატერითო მახასიათებლის (მახასიათებელი რეგულატორზე) ართმევა . . . . .	202
§ 5. საწვავის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის ართმევა დიზელის ძრავზე	204

**თ ა ვ ი VI**

**აირების ანალიზი**

§ 1. აირანალიზატორები. მუშაობის მეთოდთა . . . . .	205
§ 2. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის განსაზღვრა . . . . .	215
§ 3. აირების ანალიზის შედეგების გრაფიკი (დიაგრამა) . . . . .	219

**თ ა ვ ი VII**

**ძრავის კვების სისტემის ნაწილების გამოცდები**

§ 1. კარბურატორების რეგულეზა და ეიკლერების ტარირება . . . . .	222
§ 2. დიზელის საწვავი აპარატურის გამოცდები და რეგულეზა უსაფრთხოების ტექნიკა	235
დანართები . . . . .	241
გამოყენებული ლიტერატურა . . . . .	244



რედაქტორი პროფ. ვ. შახადადიანი  
გამომგებები ქ. ქ ა შ ი ა

ფე 05352

შეკვ. № 309

ტირაჟი 2000

---

გადეცა წარმოებას 2/IX-56 წ. ხელმოწ. დასაბეჭდად 13/IX-56 წ.  
ანაწილების ხომა 7 X 11 სასტამბო ფურცელთა რაოდენობა 16.  
სააგროფურც. რაოდენობა 16,0. საგ.-სააღ. ფურც.  
რაოდენობა 16,25.

ფასი 10 მან. 95 ქაპ.

ზრამის წითელი დროშის ორდენის საქართველოს სასოფლო-  
სამეურნეო ინსტიტუტის გამომცემლობის სტამბა.

---

Типография Издательства Грузинского ордена Трудового  
Красного Знамени Сельскохозяйственного Института,  
Тбилиси, Университетская ул. 33.