ნ. ღ. უკლება

ჰიდრომეტრია

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო
სპეციალური განათლების სამინისტროს მიერ
დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ სტუდენტებისათვის

თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა
თბილისი 1972.

551 49
551 579
უ 385

ნაშრომი წარმოადგენს ქართულ ენაზე ჰიდრომეტრიის სახელმძღვანელოს შედგენის პირველ ცდას. იგი შედგება ორი ნაწილისაგან: ზოგადისა და სპეციალურისაგან.

წიგნი განკუთვნილია გეოგრაფია-გეოლოგიის ფაკულტეტის სტუდენტებისა და ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის თანამშრომელთათვის.

ვუძღვნი ჩემი მასწავლებლების—
პროფ. ბ. ი. ყავრიშვილისა და
დოც. ი. ნ. შაქარაშვილის
ნათელ ხსოვნას

წ ი ნ ა ს ი ტ ყ ვ ა ო ბ ა

ჰიდრომეტრიის კურსი თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში რამდენიმე ათეული წელია იკითხება, მაგრამ მშობლიურ ენაზე ნაბეჭდი სახით ჩვენს სტუდენტებს, არამც თუ სახელმძღვანელო, არამედ სამეცნიერო-პოპულარული ნაშრომიც არ ჰქონიათ.

სახელმძღვანელო შედგენილია საბჭოთა კავშირის უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებული მოქმედი პროგრამის მიხედვით. იგი ძირითადად შედგება ორი ნაწილისაგან — ზოგადისა და სპეციალური გამოკვლევებისაგან. პირველ ნაწილში განხილულია ჰიდრომეტრიის საგანი და ამოცანები; ჰიდრომეტრიის სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა, ჰიდრომეტრიის განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა, საბჭოთა კავშირში ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევების ორგანიზაციის ძირითადი პრინციპები, ძირითადი ცნობები წყლის დონეების რეჟიმის შესახებ და წყალზომითი დაკვირვების არსი, წყალსაზომი საგუშაგოების ტიპები და მათი მოწყობა, წყლის დონეებზე დაკვირვების ორგანიზაცია, წყლის სიღრმეების გაზომვის სამუშაოების წარმოება და გაზომილი მასალების დამუშავების მეთოდები, წყლის დონეთა სიჩქარეების გაზომვა, წყლის ხარჯების განსაზღვრა, მყარი ჩამონადენისა და ფსკერული ნალექების შესწავლა, ნატანი მასალისა და ფსკერული ნალექების სინჯების ლაბორატორიული დამუშავება და სხვ. მეორე ნაწილში მოცემულია: ნაკადის დინების მიმართულების განსაზღვრა, წყლის ხარჯების განსაზღვრა ჰიდროელექტროსადგურებთან, წყლის ხარჯების განსაზღვრა აეროგადაღებით, დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე, ფერზე, გამჭვირვალობაზე. დაკვირვება ყინულოვან მოვლენებსა და რეჟიმზე, დაკვირვება ღელვაზე,

საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სისტემაში დაკვირვების მასალების დამუშავების მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის ზოგადი პრინციპები, გამოთვლითი ცენტრისათვის მასალების მომზადება და გადაცემა, დამუშავებული პერფობარათების მოვლისა და შენახვის ორგანიზაცია და სხვ.

სახელმძღვანელოს შესადგენად ვისარგებლეთ ძირითადად ვ. დ. ბიკოვისა და ა. ვ. ვასილევის (1965), ვ. დ. ბიკოვის (1949), ნ. ა. სოლომენცევის (1959) და ა. ვ. ოგიევსკის ჰიდრომეტრიის სახელმძღვანელოებით და აგრეთვე დამხმარე ლიტერატურით, პერიოდული გამოცემებითა და საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭოსთან არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მთავარი სამმართველოს ინსტრუქციებითა და დარიგებებით.

წიგნზე მუშაობა განსაკუთრებით გაართულა ქართული სპეციალური ტერმინოლოგიის უქონლობამ, რის გამო საჭირო გახდა მისი ნაწილობრივ ახლად დამუშავება.

ეს ნაშრომი წარმოადგენს ქართულ ენაზე ჰიდრომეტრიის სახელმძღვანელოს შედგენის პირველ ცდას, ამიტომ, იგი, რა თქმა უნდა, უნაკლო არ იქნება. ავტორი სიამოვნებით მიიღებს ყველა სამართლიან შენიშვნას და გაითვალისწინებს მათ შემდგომ მუშაობაში.

პირველი თავი

ზოგადი მიმოხილვა

§ 1. ჰიდრომეტრიის საგანი და ამოცანები

ჰიდრომეტრია ჰიდროლოგიის ნაწილს წარმოადგენს. სიტყვა „ჰიდრომეტრია" ბერძნული წარმოშობისაა და წარმოქმნილია სიტყვებისაგან „ჰიდრო" — წყალი და „მეტრია" — გაზომვა, ე. ი. წყალზომვა (წყლის გაზომვა). ჰიდრომეტრიის ძირითად ამოცანებს წარმოადგენს:

1. გაზომვების მეთოდების დამუშავება და ჰიდრომეტრიული ხელსაწყოების შესწავლა, წყლის ობიექტების რეჟიმის სხვადასხვა ელემენტების აღრიცხვა და მათი რაოდენობრიობის დადგენა.

2. წყლის ობიექტების ჰიდროლოგიური რეჟიმის სისტემატური შესწავლა ხდება იმ მიზნით, რომ მივიღოთ წყლის დონეების, ხარჯების, მყარი ნატანის, წყლის ქიმიური შედგენილობის, ტემპერატურების, ყინულიანობის და სხვა ელემენტების მრავალწლიური მახასიათებლები.

წყლის ობიექტების რეჟიმის გამოკვლევა და შესწავლა აუცილებელია წყალსამეურნეო გაანგარიშებისათვის, სხვადასხვა სახის ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა დაპროექტებისათვის, მათი მშენებლობისა და ექსპლოატაციისათვის, და აგრეთვე ჰიდროლოგიაში მეცნიერული დასკვნებისა და განზოგადებისათვის.

წყლის ობიექტების გამოკვლევების და შესწავლისათვის იყენებენ ექსპედიციური და სტაციონარული დაკვირვების მეთოდებს.

ჰიდრომეტრიის კურსში შეისწავლება: ჰიდროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების მოწყობა და მათზე დაკვირვების ორგანიზაცია, ჰიდრომეტრიული ხელსაწყოები და მასალების დამუშავების მეთოდები, წყლის ობიექტების რეჟიმი და სხვა.

წყლის ობიექტების დაყოფის შესატყვისად ჰიდრომეტრიაც შეიძლება შემდეგ მონაკვეთებად დავყოთ:

ა) ატმოსფერული წყლების ჰიდრომეტრია-ჰიდრომეტეოროლოგია ისწავლება მეტეოროლოგიის კურსში;

ბ) ზედაპირული წყლების ჰიდრომეტრია: 1. ოკეანეებისა და ზღვების ჰიდრომეტრია-ოკეანომეტრია, რომელსაც ჩვეულებრივად ოკეანოგრაფიას უწოდებენ; 2. ხმელეთის წყლების ჰიდრომეტრია— მდინარეების, ტბების, წყალსაცავების და ჭაობების ჰიდრომეტრია;

გ) მიწისქვეშა წყლების ჰიდრომეტრია;

ჰიდრომეტრიის ზემოალნიშნულ ნაწილებს შორის ყველაზე უფრო კარგად დამუშავებულია და ცალკეულ მეცნიერულ დისციპლინებად გამოიყოფა მდინარეთა ჰიდრომეტრია და ოკეანომეტრია, ანუ პრაქტიკული ოკეანოგრაფია.

სარწყავი სისტემების ექსპლოატაციასთან დაკავშირებით განვითარდა ჰიდრომეტრიის ახალი დარგი, რომელიც საექსპლოატაციო ჰიდრომეტრიის სახელწოდებით არის ცნობილი. მის ამოცანებს შეადგენს:

1) მდინარეებიდან და წყალსაცავებიდან სარწყავ სისტემებში და არხებში შესული წყლის რაოდენობის აღრიცხვა;

2) სარწყავ სისტემებში წყლის განაწილება და მორწყვის პერიოდების დადგენა;

3) სარწყავ სისტემებში წყლის დანაკარგის აღრიცხვა;

4) სარწყავ არხებში მოსილვა-მოლამვის შესწავლა და სხვა;

მდინარეების, ტბების, წყალსაცავების და ჭაობების ჰიდრომეტრიის ძირითად სამუშაოებში შედის:

1) ჰიდროლოგიური სადგურების და საგუშაგოების მოწყობა;

2) წყლის სიღრმეების გაზომვა;

3) წყლის დონეების რყევადობაზე დაკვირვება;

4) მდინარის წყლის ხარჯების და ჩამონადენის გამოანგარიშება;

5) წყლის ზედაპირის დახრილობის გამოანგარიშება;

6) დაკვირვების წარმოება: წყლის ტემპერატურაზე, ყინულიანობაზე, ყინულდნობაზე, ყინულის სისქის ზრდაზე და საერთოდ ყინულოვან მოვლენებზე;

7) დაკვირვება წყლის ფერზე, წყლის გამჭვირვალობაზე და წყლის ქიმიურ შედგენილობაზე;

8) დაკვირვება წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე;

9) მდინარის ატივნარებული და ფსკერული ნატანის, აგრეთვე ფსკერის ნაფენის მექანიკური შედგენილობის შესწავლა და სხვა; ზემოალნიშნულის გარდა ჰიდრომეტრიაში შეისწავლება:

1) მდინარის კალაპოტისა და ნაპირების დეფორმაცია;
2) კალაპოტის ფსკერის მქისეობა;
3) ღელვის რეჟიმი;
4) ტბებისა და წყალსაცავების სითბური ბალანსი;
5) ახლად გამოგონილი ჰიდრომეტრიული იარაღები და გაზომვის ახალი მეთოდები.

მდინარეთა ჰიდრომეტრიის იარაღები და გაზომვების მეთოდები, ზოგჯერ შეიძლება გამოვიყენოთ ზღვების, ტბების და მიწისქვეშა წყლების შესასწავლად, წყლის ამ ობიექტების თავისებურებათა გათვალისწინებით, და პირიქით, ზღვებისა და ტბების გასაზომი იარაღები და გაზომვების მეთოდები შეიძლება გამოყენებული იქნას მდინარეთა ჰიდრომეტრიაშიც.

§ 2. ჰიდრომეტრიის სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა

ჰიდრომეტრიული მუშაობის შედეგები ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სახის მეცნიერული დასკვნების განზოგადებისათვის, რაც ხელს უწყობს ჰიდროლოგიის თეორიული საფუძვლების განვითარებას და ჰიდროლოგიური გაანგარიშების მეთოდების დადგენას.

როგორც ცნობილია, სახალხო მეურნეობაში წყლის ობიექტებს იყენებენ ჰიდროენერგიის მისაღებად, სარწყავად, ნაოსნობისათვის, ხე-ტყის დასაცურებლად, წყალთმომარაგებისათვის, სამკურნალო მიზნებისათვის და სხვა.

ჩვენი ქვეყნის გეგმიანი მეურნეობა მოითხოვს ამა თუ იმ ტერიტორიის წყლების კომპლექსურად გამოყენებას; ამიტომ ჰიდროლოგიამ სახალხო მეურნეობას უნდა მისცეს არა მარტო ჰიდროლოგიური გაანგარიშებანი, არამედ ამა თუ იმ ტერიტორიის წყლის ბალანსიც, წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენებისათვის და ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობისათვის.

რთულ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა დაპროექტება და მშენებლობა შეუძლებელია წყლის ობიექტის ხანგრძლივი და ყოველმხრივი ჰიდრომეტრიული შესწავლის გარეშე. ჰიდროელექტროსადგურების, საირიგაციო სისტემების, სანაოსნო და ხე-ტყის დაცურების საწყლო გზებისა და სხვა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ექსპლოატაცია მოითხოვს წყლის ობიექტებზე განუწყვეტელ დაკვირვებებს, წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენებისა და წყალმოვარდნების დროს ნაგებობათა დაცვის მიზნით. ამასთან დაკავშირებით ჰიდროლოგიური სადგურებიდან და საგუშაგოებიდან მიღებული დაკვირვების მონაცემები გამოყენებული იქნება წყლის ობიექტების

ჰიდროლოგიური რეჟიმის, ჰიდროლოგიური ინფორმაციის და პროგნოზების დადგენისათვის.

ამგვარად, ჰიდრომეტრიას, წყლის მეურნეობასა და ჰიდროტექნიკას შორის ყოველთვის არსებობდა მტკიცე კავშირი, რაც ხელს უწყობდა ჰიდრომეტრიის განვითარებას და სხვადასხვა მეთოდების დამუშავებას. იმავე დროს ჰიდრომეტრია ხელს უწყობს წყლის მეურნეობის დარგების განვითარებას და საერთოდ სახალხო მეურნეობის განვითარებას.

§ 3. ჰიდრომეტრიის განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა.

ადამიანმა უძველესი დროიდან მდინარის ხეობა აირჩია საცხოვრებლად. მდინარე წყლით უზრუნველყოფდა ხალხსა და საქონელს, მდინარეში იჭერდნენ თევზს, მის სანაპირო ზოლის ტყეებში კრეფდნენ საკვებ მცენარეებს და მისდევდნენ ნადირობას. მდინარეებით ერთმანეთს უკავშირდებოდნენ სხვადასხვა ტომები, წყლის საშუალებით გადადიოდნენ ერთი ადგილიდან მეორე ადგილამდე.

კაცობრიობის თანდათანობით განვითარებასთან ერთად დაიწყო წყლების შესწავლაც და მისი სამეურნეო გამოყენება. ჩვენი ქვეყნის მდინარეების, ტბების და ზღვების შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს. ისე, როგორც ჰიდროლოგიის, ჰიდრომეტრიის განვითარების ისტორია შეიძლება ოთხ პერიოდად დავყოთ: პირველი — უძველესი პერიოდი 1700 წლამდე, მეორე—1700 წლიდან 1874 წლამდე, მესამე პერიოდი — 1874 წლიდან 1917 წლამდე, მეოთხე პერიოდი— 1917 წლიდან დღემდე.

პ ი რ ვ ე ლ ი პ ე რ ი ო დ ი. ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე XIV—VIII საუკუნეებში, ურარტუს სახელმწიფოში განვითარებული იყო სარწყავი არხების მშენებლობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსარწყავად. ურარტუელებმა კარგად იცოდნენ აგრეთვე წყლის ენერგიის გამოყენება. ისინი სარწყავ არხებზე აწყობდნენ წყლის წისქვილებს. ურარტუელების წყლის წისქვილის ერთი დოლაბი (წისქვილის ქვა) ქ. თბილისის მუზეუმში ინახება.

ჩვენი ქვეყნის მდინარეების, ტბებისა და ზღვების ალწერებს ვხვდებით ჩვენს წელთაღრიცხვამდე VI—V სს. ლიტერატურულ წყაროებში. ასე მაგალითად, დასავლეთ საქართველოს მდინარეები აღწერილი აქვთ ბერძენ მწერლებს — ჰეკარტეს, პინდარესა და სხვებს.

პლინიუსი (ჩ. წ. 29—79 წწ.) მდ. ფაზისის (რიონის) შესახებ წერს: „ფაზისი ყველაზე განთქმული მდინარეა პონტისში, იგი სა-

ნაოსნოა დიდი გემებისათვის 3800 ნაბიჯის მანძილზე, პატარა გემებით ასვლა შეიძლება უფრო ზევითაც. ფაზისზე აგებულია 120 ბიდი[1].

კავკასიისა და შუა აზიის რესპუბლიკებში აღმოჩენილია სარწყავი არხები, რომლებიც ჩვენ წელთაღრიცხვამდე პირველ ათასწლეულშია გაყვანილი. აქ V—VIII სს. სარწყავი არხების მშენებლობამ უდიდესი გაქანება ჰპოვა. ასე მაგალითად, მურღაბის სარწყავი სისტემების მშენებლობა მაგალითს წარმოადგენდა არაბეთის ქვეყნებისათვის. ამ დროს არაბებს „წყლის მცოდნეები“ აქედან მიჰყავდათ ქ. მექას მიდამოებში სარწყავი არხების მშენებლობისათვის.

X საუკუნის არაბი გეოგრაფი და მოგზაური მაკდისი გადმოგვცემს მურღაბის ერთ-ერთ კაშხალზე მოწყობილი წყალსაზომი საგუშაგოს შესახებ. „ჩვენ შევიტყვეთ, რომ სასანიდების მეფობის დროს (875—1005 წწ.) მურღაბის სარწყავი არხის კაშხალთან ქ. მერვას (ამჟამად მარის) მახლობლად მოწყობილ იყო ფიცარი წყლის დონეების გასაზომად. ფიცრის მთელ სიგრძეზე და სიგანეზე იყო წვრილი დანაყოფები; დანაყოფები ერთიმეორეზე დაშორებული იყო ერთ შაირზე (მიახლოებით 3 სმ). თუ წყლის დონე (ალბათ წყალდიდობის დროს) აიწევდა 60 დანაყოფამდე (180 სმ), მაშინ მოსალოდნელი იყო კარგი მოსავალი, ხოლო თუ წყლის დონე 6 დანაყოფს (18 სმ) არ აღემატებოდა, მოსალოდნელი იყო მშიერ-გვალვიანი წელიწადი“.

IX საუკუნეში რუსეთი სანაოსნო გზით დაუკავშირდა ბიზანტიას. დაიწყო ბალტიისა და შავ ზღვას შორის ტრანზიტული ნაოსნობა ამ საწყლო გზას „ვარიაგ-საბერძნეთის დიდ სავაჭრო გზას“ უწოდებდნენ. IX საუკუნეში ბალტიის ზღვისპირა ქვეყნები დაუკავშირდა სამდინარო გზით კასპიის ზღვას. მდინარე ვოლგა სანაოსნო გზად იქცა ჩრდილო-დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ქვეყნებს შორის.

XVI საუკუნის შუა წლებში რუსეთის ცენტრალიზებული სახელმწიფოს შექმნასთან დაკავშირებით, სამეურნეო და სამხედრო მოთხოვნილებამ გამოიწვია მთელი ქვეყნისათვის გეოგრაფიული რუკის შედგენის აუცილებლობა. ასეთი რუკა შედგენილი იქნა 1552 წელს, ივანე მრისხანეს მეფობის დროს. ამ ცნობილი „დიდი ნახაზის“ საფუძველს ჰიდროგრაფიული ქსელი წარმოადგენდა. 1672 წ.

---

[1] შაქარაშვილი ი. ნ. — საქართველოს წყლების შესწავლის მოკლე ისტორია. საქ. სსრ მეცნ. აკადემია, გეოგრაფიული ინსტიტუტის შრომები, ტ. III, თბილისი, 1948, გვ. 2.

გაკეთებულ იქნა „დიდი ნახაზის აღწერა“ „დიდი ნახაზის წიგნის“ სახელწოდებით. 1773 წ. აღნიშნული წიგნი შესწორებებით გამოაქვეყნა ნ. ნოვიკოვმა.

რუსეთში ხელოვნური საწყლო გზების მშენებლობა ივანე მრისხანეს დროს დაიწყო, ჰიდროგრაფიული თვალსაზრისით შესწავლილ იქნა რუსეთის მთავარი მდინარეები და ტბები, მდინარეთა შორის წყალგამყოფები, სადაც შეიძლებოდა მდინარეებისა და ტბების ერთმანეთთან დაკავშირება ხელოვნური არხების საშუალებით. ყოველგვარი გაზომვები და აღწერები ხელნაწერის სახით მოცემული იყო „დიდი ნახაზის წიგნში“.

ამგვარად, უძველეს პერიოდში რუსეთის მთელ ტერიტორიაზე მდინარეების სანაოსნოდ გამოყენებამ გამოიწვია საზომი დაკვირვებების ორგანიზაციის აუცილებლობა, ე. ი. ჰიდრომეტრიული ელემენტების წარმოშობა. ამგვარად, ძველი დროის მეცნიერებმა დაგვიტოვეს უძვირფასესი მასალა ჰიდროლოგიის შემდგომი განვითარებისათვის.

მ ე ო რ ე პ ე რ ი ო დ ი (1700—1874 წწ.) გრძელდება რუსეთის იმპერიის დაარსებიდან სანავიგაციო-აღმრიცხველი კომისიის შექმნამდე.

მდინარეების, ტბებისა და წყალგამოყოფების საინჟინრო გამოკვლევები რუსეთში ძირითადად პეტრე პირველის დროს დაიწყო, რადგან საშინაო და საგარეო ვაჭრობის განვითარება, ასევე სამხედრო საქმე მოითხოვდა მდინარეების გამოყენებას, შემაერთებელი არხების მშენებლობას სამდინარო ნაოსნობისათვის და სხვა.

1703—1709 წწ. აშენდა ვიშნევოლოცკის სისტემა, რომლითაც მდ. ვოლგა დაუკავშირდა ბალტიის ზღვას. პეტრე პირველის დროს ჩატარდა ვოლგა-ბალტიის წყლის გზის (მარინის სისტემა) აგეგმვა, მშენებლობა კი 1719 წელს დაიწყო და 1731 წელს დამთავრდა. 1722 წელს პეტრე პირველის დავალებით პოლკოვნიკმა ჰენრიმ აგეგმა მდინარე მოსკოვი (შენაკადებით) მდ. ვოლგის ზემო წელთან მისი შეერთების მიზნით.

პეტრე პირველის დროს რუსეთში ზოგიერთ მდინარეებზე დაიწყო სისტემატური წყალზომვითი სამუშაოები. ამ სამსახურის ორგანიზაციაში პეტრე პირველი უშუალოდ ღებულობდა მონაწილეობას. 1715 წელს მისი ინიციატივით მოწყობილ იქნა პირველი წყალსაზომი საგუშაგო მდ. ნევაზე — პეტრე-პავლეს ციხესთან, მდ. ნევის წყლის დონეების რყევადობის შესასწავლად. ანალოგიური წყალსაზომი საგუშაგოები მოწყობილ იქნა სხვა მდინარეებზედაც.

პეტრე პირველის უდიდეს დამსახურებად უნდა ჩაითვალოს ის,

რომ მან 1725 წელს პეტერბურგში დააარსა მეცნიერებათა აკადემია, სადაც იწერებოდა სამეცნიერო-ტექნიკური ხასიათის შრომები.

1760 წელს მ. ვ. ლომონოსოვის ინიციატივით მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიულმა დეპარტამენტმა დააგზავნა შეკითხვის ფურცლები (ანკეტები) ყველა ქალაქში. შეკითხვის ფურცელი შედგებოდა 30 პუნქტისაგან, სადაც შეტანილი იყო კითხვები ქალაქის მდებარეობის შესახებ, რომელ მდინარესთან ან ტბასთანაა გაშენებული, მდინარის რომელ სანაპიროზე მდებარეობს; სად არის ნავმისადგომი, როდის იყინება მდინარე და როდის თავისუფლდება ყინულისაგან და სხვა.

ვახუშტი ბაგრატიონმა 1741—1744 წწ. თავის ნაშრომში „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“ დაწვრილებით აღწერა საქართველოს მდინარეები, ტბები, წყაროები, ყინვარები, სარწყავი არხები და სხვა ჰიდროლოგიური ობიექტები. ვახუშტის შრომას დღესაც იყენებენ ჰიდროლოგები და გეოგრაფები.

მეორე პერიოდში ჰიდროლოგიური გამოკვლევები დიდად განსხვავდებოდა პირველი პერიოდის გამოკვლევებისაგან. საინჟინრო გამოკვლევების შედეგად აღნიშნულ პერიოდში აშენდა მრავალი ჰიდროტექნიკური ნაგებობა, აუცილებელი გახდა წყლების რეჟიმის შესწავლა. ამ მიზნით დაიწყო სტაციონალური დაკვირვებები და ჩამოყალიბდა მრავალი ჰიდროლოგიური ორგანიზაცია.

მ ე ს ა მ ე პ ე რ ი ო დ ი (1874 წლიდან 1917 წლამდე) ჰიდრომეტრიის განვითარება დაკავშირებულია ჩვენს ქვეყანაში სამრეწველო კაპიტალიზმის განვითარებასთან; წარმოებაში ახალი მეთოდების დანერგვამ, გემთმშენებლობის განვითარებამ და ახალი რკინიგზების გაყვანამ ძირითადად განაპირობა მუდმივი ჰიდრომეტრიული სადგურებისა და საგუშაგოების ორგანიზაციული მშენებლობა.

„სანავიგაციო აღმრიცხველი კომისიის“ მიერ 1876 წელს დამუშავებულია ერთიანი ინსტრუქცია. აღნიშნულ ინსტრუქციაში იყო შემდეგი საკითხები: ადგილმდებარეობის აგეგმვა, მდინარეების სიღრმეების გაზომვა, წყლის ნორმალური დონის დადგენა, ნიველირებით მდინარის ნაწილის ან მთლიანი დახრილობის განსაზღვრა. გაზაფხულის წყლებით დაკავებული ადგილების ნიველირება, მდინარის წყლის დინების სიჩქარეებისა და ხარჯების განსაზღვრა და სხვა.

1885 წლიდან აღმწერი პარტიები მუშაობდნენ უფრო გაფართოებული ინსტრუქციით, რომელიც დამუშავებული იყო ნ. ა. ბოგუსლავსკის მიერ. ინსტრუქცია შედგებოდა 51 პარაგრაფისაგან; ეს ინსტრუქცია მოქმედებდა 1925 წლამდე. სანავიგაციო-აღმრიცხველი კომისიის მუშაობის პერიოდში (1876 წლიდან 1890 წლამდე) დაარს-

და 384 პირველი და მეორე თანრიგის წყალსაზომი საგუშაგო. კომისიის მიერ შეგროვილი ცნობების საფუძველზე გამოქვეყნდა 50 სახელწოდების მონოგრაფიები, კრებულები, ანგარიშები, ატლასები და რუკები, რომლებიც ეხებოდა რუსეთის მდინარეების აღწერას და მათი სანაოსნო პირობების გაუმჯობესების ისტორიას.

1894 წელს ჩამოყალიბდა „ევროპული რუსეთის უმთავრესი მდინარეების საზრდოობის შემსწავლელი ექსპედიცია“, რომელსაც ხელმძღვანელობდა ა. ა. ტილო. ექსპედიციამ 1903 წლამდე იმუშავა და გამოაქვეყნა ნაშრომები 40 ტომად.

ჰიდრომეტრიულ კვლევა-ძიებათა ჩატარების შედეგად მესამე პერიოდში სისტემატურად გამოდიოდა სხვადასხვა სახის შრომები და მონოგრაფიები. მაგალითად, მდინარეებისა და ტბების ყინულოვანი რეჟიმის შესახებ პირველი შრომები ეკუთვნის ვ. ბ. შოსტაკოვიჩსა და მ. ა. რიკაჩევს, ლ. ლ. ვლადიმიროვს, ვ. ბ. ბლიზნიაკს და სხვა.

1892—1895 წწ. გამოვიდა ვ. მ. ლოხტინის შრომა „მდინარის კალაპოტის მექანიზმის შესახებ“, ასევე ნ. ს. ლელიავსკის შრომები მდინარეთა ჩქერების შესახებ, მანვე მოგვცა პირველად თეორია მდინარეთა ნაკადში სიჩქარეთა ველის შესახებ; ს. პ. მაქსიმოვიჩმა შეისწავლა მდინარის მყარი ნატანის მოძრაობის საკითხი და სხვა.

გეგმაშეწონილი გამოკვლევები მელიორაციის დარგში ფართოდ გაიშალა 1909 წლიდან. მიწათმოქმედებისა და მიწათმოწყობის მთავარი სამმართველოს მიწების გაუმჯობესების განყოფილებამ დაიწყო ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევები, რისთვისაც დააარსა მთელი რიგი ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები და წყალსაზომი საგუშაგოები. ასე მაგალითად, თურქმენეთის მხარეში მოეწყო 14 ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგური და 124 წყალსაზომი საგუშაგო; კავკასიაში 10 ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგური და 100 წყალსაზომი საგუშაგო; რუსეთის ევროპულ ნაწილში 374 წყალსაზომი საგუშაგო და სხვა. სულ მთელი რუსეთის ტერიტორიაზე 1917 წლისათვის ითვლებოდა 1134 ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგური და წყალსაზომი საგუშაგო.

მესამე პერიოდში ჩვენს ქვეყანაში ჰიდრომეტრიული კვლევა-ძიებანი მაღალ დონეზე იდგა, მაგრამ პირველი მსოფლიო ომის პერიოდში იგი ძალზე დაქვეითდა. შემცირდა ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურების და საგუშაგოების რიცხვი, შემცირდა სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა; ხოლო რევოლუციის შემდეგ ჰიდრომეტრიულმა სამუშაოებმა კვლავ დაიწყო აღორძინება.

მ ე ო თ ხ ე პ ე რ ი ო დ ი (1917 წლიდან დღემდე). ოქტომბრის

რევოლუციის შემდეგ, 1919 წელს პეტროგრადში ჩამოყალიბდა რუსეთის ჰიდროლოგიური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (ახლანდელი სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტი), რომლის ამოცანას შეადგენდა საბჭოთა კავშირის წყლების გამოკვლევათა გაერთიანება, მეთოდური ხელმძღვანელობა შემდგომი კვლევისათვის და ქვეყნის წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების მეცნიერული დასაბუთება.

1920 წლის 7 თებერვალს საბჭოთა კავშირის ცენტრალური აღმასრულებელი კომიტეტის დადგენილებით ჩამოყალიბდა რუსეთის ელექტროფიკაციის სახელმწიფო კომისია, რომელიც „გოელროს“-ს სახელით არის ცნობილი.

„გოელროს“ გეგმა იყო ჩვენი ქვეყნის სახალხო მეურნეობის აღდგენისა და შემდგომი განვითარების პირველი გენერალური გეგმა, რომელსაც უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა. „გოელროს“ გეგმა ითვალისწინებდა წყლის რესურსების ფართოდ გამოყენების მეთოდებს, რაც ჩვენი ქვეყნის მდინარეების რეკონსტრუქციას მოითხოვდა.

„გოელროს“ გეგმის მიხედვით მრავალი მნიშვნელოვანი და საფუძვლიანი კვლევა-ძიება იქნა ჩატარებული ჰიდროენერგიის, მორწყვის, წყალმომარაგების და სხვა საკითხებთან დაკავშირებით. აღნიშნული კვლევა-ძიებანი რევოლუციამდე ჩატარებული კვლევა-ძიებისგან იმით გამოირჩეოდა, რომ უფრო კომპლექსური იყო და არ ატარებდა ვიწრო უწყებრივ ხასიათს.

1929 წელს ჰიდროლოგიის და მეტეოროლოგიის საკითხების გაერთიანების მიზნით საბჭოთა კავშირის სახკომსაბჭოსთან დაარსდა ჰიდრომეტეოროლოგიური კომიტეტი, რომელიც 1933 წელს გადაკეთდა — „საბჭოთა კავშირის ერთიანი ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის ცენტრალურ სამმართველოდ“, ხოლო 1936 წელს კი — „საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მთავარ სამმართველოდ“.

საბჭოთა კავშირში ჰიდროლოგიური ქსელის განვითარება 1876—1964 წწ. პერიოდისათვის მოცემულია № 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

წლები	1876	1880	1890	1901	1917	1930	1941	1945	1946	1964
ჰ/სადგურები და საგუშაგოები	132	341	384	439	1134	2708	4247	3772	4077	6315

1964 წელს არსებული 6315 ჰ/სადგურიდან და საგუშაგოდან სამდინაროა 5684, დანარჩენი 631 ჰ/სადგური და საგუშაგო კი

ტბებზე და წყალსაცავებზეა მოწყობილი. დაკვირვების 1250 პუნქტზე დადგმულია თვითმწერები, წყლის ჩამონადენს ზომავენ 4914 პუნქტზე, ხოლო მყარ ჩამონადენს — 1280 პუნქტზე. წყლის ქიმიურ შედგენილობას და მდინარეებისა და ტბების რეჟიმს სწავლობენ 2000 პუნქტზე, აორთქლებადობაზე დაკვირვება წარმოებს 50 პუნქტის ამაორთქლებელ აუზებში, ხოლო სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის ამაორთქლებლით (ГГИ—3000) — 384 პუნქტზე.

საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამსახურში ამჟამად ტარდება მოსამზადებელი სამუშაოები კომპლექსური ავტომატიზაციის განხორციელებისათვის. ავტომატური დაკვირვებების ტექნიკურ ბაზას უნდა წარმოადგენდეს და ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული ტელემეტრიული აპარატები, ავიოდაკვირვებები და ელექტროგამომთვლელი მანქანები, მიღებული ინფორმაციების დამუშავებისათვის გათვალისწინებულია საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე ახლო მომავალში დაიდგას 3500 ავტომატური ტელემეტრიული ჰიდროლოგიური დანადგარი; გათვალისწინებულია დროებითი რეჟიმის შემსწავლელი ჰიდროლოგიური საგუშაგოების მოწყობა 5000 ადგილზე. ჰიდროლოგიური ინფორმაციის შესაკრებად, დასამუშავებლად და გასავრცელებლად გათვალისწინებულია შეიქმნას 270 ჰიდრომეტეოროლოგიური ზონალური ობსერვატორია, 500 ოპერატიულ-პროგნოსტიკური ორგანიზაცია, 21 ტერიტორიული ჰიდრომეტეოროლოგიური ცენტრი, ოთხი რეგიონული ჰიდრომეტეოროლოგიური ცენტრი და ერთი მსოფლიო მეტეოროლოგიური ცენტრი, რაც დიდად შეუწყობს ხელს ჰიდრომეტრიის შემდგომ განვითარებას.

§ 4. ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევების ორგანიზაციის ძირითადი პრინციპები საბჭოთა კავშირში

წყლის ობიექტების რეჟიმის ყველა ელემენტი განუწყვეტელ ცვალებადობას განიცდის. მუდმივად იცვლება წყლის დონეები და ხარჯები, წყლის ზედაპირის დახრილობა, დინების სიჩქარეები, მყარი ხარჯები, წყლის ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლები, მდინარის კალაპოტის ელემენტები და სხვა. ამ ცვალებადობის ხასიათი გაწაკუთრებით რთულია და ძირითადად დამოკიდებულია მოცემული რაიონის კლიმატზე.

პრაქტიკის მიზნებისათვის უნდა განისაზღვროს საშუალო, უდიდესი და უმცირესი მნიშვნელობები, შესასწავლი წყლის ობიექტის ჰიდროლოგიური რეჟიმის სხვადასხვა ელემენტების განუსაზღვრელი რაოდენობიდან.

ცნობილია, რომ რაც უფრო გრძელია დაკვირვებათა წლების რიგი, იმდენად უფრო მდგრადია მიღებული საშუალო არითმეტიკული მახასიათებელი, ხოლო კიდურა (მაქსიმალური და მინიმალური) სიდიდეები შეესატყვისება მათ უკიდურეს მაჩვენებლებს.

ამგვარად, წყლის ობიექტების ჰიდროლოგიური რეჟიმის ამა თუ იმ ელემენტის ცვალებადობის მიზეზების სრული ახსნისათვის აუცილებელია განუწყვეტელი და მეტი ხანგრძლივობით დაკვირვების წარმოება. ამიტომ სადგურებისა და საგუშაგოების განუწყვეტელი და ხანგრძლივი დაკვირვებების მასალები წარმოადგენენ უძვირფასეს მასალას შემდგომი მუშაობისათვის.

სსრ კავშირში ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები და საგუშაგოები მუშაობენ ერთიანი პროგრამით და ერთიანი მეთოდებით, რაც ადვილებს მიღებული დაკვირვების მასალების შემოწმებას და დამუშავებას.

ჰიდრომეტეოროლოგიური რეჟიმის შესწავლისათვის დაკვირვებებს აწყობენ მუდმივ ან დროებით სახელმწიფო ქსელის სადგურებზე და საგუშაგოებზე, აგრეთვე ატარებენ ექსპედიციურ სამუშაოებს.

სახელმწიფო ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი შედგება ძირითადი და სპეციალური სადგურებისა და საგუშაგოებისაგან.

ძირითადი სადგურები და საგუშაგოები სისტემატურად სწავლობენ ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებს და მოვლენებს, მდინარეების, ტბების, წყალსაცავებისა და ზღვების ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, აგრეთვე აგრომეტეოროლოგიურ პირობებს. ძირითადი სადგურები და საგუშაგოები ინიშნება ხანგრძლივი პერიოდით, ხოლო აუცილებელ შემთხვევაში განუსაზღვრელი ვადით მუშაობისათვის.

სპეციალური სადგურები და საგუშაგოები სწავლობენ ადგილობრივ ჰიდრომეტეოროლოგიურ პირობებს და რეჟიმს სპეციალური მიზნებისათვის (მაგალითად დიდი ქალაქის კლიმატის შესწავლა). სპეციალური სადგურები ეწყობა იმ შემთხვევაში, როდესაც მახლობელი ძირითადი სადგურების და საგუშაგოების დაკვირვების მონაცემები საკმარისი არ აღმოჩნდება სხვადასხვა სპეციფიკური მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. სპეციალური სადგურების და საგუშაგოების მოქმედების ვადების დადგენა დამოკიდებულია მათ წინაშე დაყენებული ამოცანების გადაწყვეტაზე.

სახელმწიფოებრივი ქსელის სადგურებისა და საგუშაგოების გარდა არის კიდევ საუწყებო სადგურები და საგუშაგოები, რომელ-

ნიც მოწყობილია სხვადასხვა უწყებებისა და დაწესებულებების მიერ (სამეცნიერო, საპროექტო და სხვა). ასე მაგალითად, სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მოწყობილი აქვს ჰიდროლოგიური სადგურები და საგუშაგოები სარწყავ სისტემებზე და არხებზე, სამდინარო ფლოტის სამინისტროს — სანაოსნო არხების რაბებთან და მდინარეთა ჩქერებთან, საგზაო სამინისტროს — რკინიგზისა და გზატკეცილების ხიდებთან და სხვა. საუწყებო ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების გახსნა შეთანხმებულ უნდა იქნას ადგილობრივ ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამმართველოსთან.

ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის სადგურების და საგუშაგოების მოწყობის დროს გათვალისწინებულ უნდა იქნეს:

1. ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების გეოგრაფიული განლაგება, რაც დამოკიდებულია ჰიდრომეტეოროლოგიური რეჟიმის ელემენტების ხარისხზე და მოვლენებზე სივრცეში, და აგრეთვე გეოგრაფიული გარემოს ბუნებრივ პირობებზე;

2. სადგურებისა და საგუშაგოების დაკვირვების რეპრეზენტატიულობა (მახასიათებლების ტიპიურობა) უნდა იყოს მოცემული რაიონისათვის, წყლის ობიექტისათვის ან მისი რომელიმე ნაწილისათვის.

3. ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტებისა და მოვლენების განსაზღვრის სიზუსტის ხარისხი უნდა შეესაბამებოდეს მეცნიერების, სახალხო მეურნეობის და ქვეყნის თავდაცვის მოთხოვნილებებს და სხვა.

ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების ტერიტორიული განლაგების გეგმას ამუშავებს რესპუბლიკური და სამხარეო სამმართველოები სამეცნიერო დაწესებულებების მონაწილეობით. სადგურები და საგუშაგოები უნდა განლაგდეს ისე, რომ მათი მცირე რაოდენობით მივიღოთ დაკვირვების სრული და საიმედო მასალები, როგორც მთავარი მდინარეებისათვის, ისე მათი შემდინარეებისათვის.

§ 5. საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მთავარი სამმართველოს სისტემაში შემავალი ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის კლასიფიკაცია

სსრ კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მთავარი სამმართველოს ყველა ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგური და საგუშაგო იყოფა სახეებად და თანრიგებად. სადგურების სახეები განისაზღვრება მათი მოქმედების მიხედვით, ხოლო თანრიგები — შეს-

რულებული დაკვირვებების და სამუშაოების მოცულობის მიხედვით.

სადგურები და საგუშაგოები სახეების მიხედვით იყოფა: მეტეოროლოგიურ, აეროლოგიურ, ჰიდროლოგიურ, საზღვაო ჰიდრომეტეოროლოგიურ (სანაპირო), სახომალდო ჰიდრომეტეოროლოგიურ და სპეციალური დანიშნულების სადგურებად.

სადგურები და საგუშაგოები იყოფა I, II და III თანრიგად;

ჰიდროლოგიური სადგურები ორი თანრიგისაა. პირველი თანრიგის სადგურები სწავლობენ თავის სამოქმედო ტერიტორიაზე წყლის ობიექტების ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, ხელმძღვანელობენ მათზე ქიმაგრებულ მეორე თანრიგის სადგურებს და საგუშაგოებს. ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესახებ ცნობებს აწვდიან დაინტერესებულ ორგანიზაციებს.

II თანრიგის სადგურები აწარმოებენ საველე ჰიდროლოგიურ და ჰიდრომეტრიულ დაკვირვებებს. ამუშავებენ და ანალიზს უკეთებენ საგუშაგოებზე შესრულებულ ჰიდრომეტრიულ მასალებს და აწვდიან დაინტერესებულ ორგანიზაციებს. II თანრიგის სადგურებს აწყობენ ისეთ რაიონებში, სადაც სუსტად არის წარმოდგენილი ჰიდროლოგიური საგუშაგოების ქსელი.

მდინარეების ჰიდროლოგიური საგუშაგოები არის I, II და III თანრიგის. პირველი თანრიგის საგუშაგოები დაკვირვებებს აწარმოებენ წყლის დონეებზე და ტემპერატურებზე, ყინულების წარმოშობაზე და ყინულოვან მდგომარეობაზე, ზომავენ წყლის ხარჯებს და აკვირდებიან მეტეოროლოგიურ ელემენტებს, I თანრიგის მეტეოროლოგიური საგუშაგოების პროგრამის მიხედვით. ზოგიერთ I თანრიგის საგუშაგოზე ზომავენ წყალში ატივნარებულ და ფსკერზე მგორავ-მცოცავი მასალის ხარჯებს. იღებენ წყლის სინჯებს სიმღვრივისა და ქიმიური ანალიზისათვის.

მეორე თანრიგის საგუშაგოები აწარმოებენ დაკვირვებებს I თანრიგის საგუშაგოების პროგრამის მიხედვით, წყლისა და მყარი ხარჯების გაზომვების გამოკლებით.

მესამე თანრიგის საგუშაგოები აწარმოებენ დაკვირვებებს წყლის დონეებზე, წყლის ტემპერატურაზე და ყინულოვან მოვლენებზე.

ტბების ჰიდრომეტეოროლოგიური საგუშაგოები არის I და II თანრიგის, ისინი აწარმოებენ დაკვირვებებს ტბების ჰიდრომეტეოროლოგიურ რეჟიმზე, აკვირდებიან წყლის დონეებსა და ტემპერატურას, ყინულოვან მოვლენებს, ყინულზე თოვლის საფარის სისქეს, ქარებს, ღელვას და სხვა.

საზღვაო სანაპირო ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები არის

სამი თანრიგის: I თანრიგის ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები სწავლობენ ზღვების ჰიდრომეტეოროლოგიურ პირობებს და რეჟიმს სანაპირო ზოლში (50—100 მილის ფარგლებში). ხელმძღვანელობენ II და III თანრიგის სადგურებს და საზღვაო ჰიდრომეტეოროლოგიურ საგუშაგოებს. II და III თანრიგის ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები აწარმოებენ საზღვაო ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებებს შემცირებული პროგრამით.

საზღვაო ჰიდრომეტეოროლოგიური საგუშაგოები არის I, II და III თანრიგის; ისინი აწარმოებენ დაკვირვებებს ზღვის წყლის დონეებზე და ტემპერატურებზე, ღელვაზე, ყინულოვან მოვლენებზე და მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე.

სახმალდო ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები არის სამი თანრიგის: I თანრიგის სადგურებზე წარმოებს დაკვირვება მეტეოროლოგიურ, აეროლოგიურ, ჰიდროლოგიურ და აქტინომეტრიულ ელემენტებზე. დაკვირვების შედეგებით უზრუნველყოფენ ინფორმაციების გადაცემას სანაოსნო ტრასებზე და სახმელეთო ორგანიზაციებზე. II და III თანრიგის საზღვაო ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები მუშაობენ შესატყვისი შემცირებული პროგრამით.

სპეციალური დანიშნულების სადგურები აწარმოებენ მუშაობას და დაკვირვებას სპეციალური პროგრამის მიხედვით, რომელშიც გათვალისწინებულია ცალკეული წყლის ობიექტების და განსაკუთრებით საინტერესო მოვლენების შესწავლა.

საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის ქსელში არსებობს შემდეგი დანიშნულების სპეციალური სადგურები:

ჩ ა მ ო დ ე ნ ი ს სადგურები, რომლებიც იკვლევენ მდინარეთა პატარა აუზებში წყლის ჩამონადენის ფორმირების პროცესებს სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში.

ა გ რ ო მ ე ტ ე ო რ ო ლ ო გ ი უ რ ი სადგურები სწავლობენ აგროკლიმატურ პირობებს და მათ გავლენას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე.

ლ ი მ ნ ო ლ ო გ ი უ რ ი ს ა დ გ უ რ ე ბ ი სწავლობენ ტბებისა და წყალსაცავების ჰიდრომეტეოროლოგიურ რეჟიმს.

თ ო ვ ლ ი ს ზ ვ ა ვ ე ბ ი ს შ ე მ ს წ ა ვ ლ ე ლ ი ს ა დ გ უ რ ე ბ ი სწავლობენ თოვლის განლაგებას, ზვავების წარმოქმნას და გადაადგილებას მთიან რაიონებში.

ჭ ა ო ბ ე ბ ი ს შ ე მ ს წ ა ვ ლ ე ლ ი ს ა დ გ უ რ ე ბ ი იკვლევენ დიდ მასიურ ჭაობებს სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში და ჭაობების წყლისა და სითბური რეჟიმის ყველა ელემენტებს.

ზემოაღნიშნული ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების გარდა ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სისტემას აქვს საქსელო ორგანიზაციების ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიები, ჰიდრომეტეოროლოგიური იარაღების შემმოწმებელი და სარემონტო ბიუროები და ჰიდროქიმიური ლაბორატორიები, რადიოსადგურები, მომარაგების ბაზები და სხვ.

ყველა ჰიდროლოგიური სამუშაოების სამეცნიერო-მეთოდურ ხელმძღვანელობას ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახური ახორციელებს სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის, სახელმწიფო ოკეანოლოგიის ინსტიტუტის და პროგნოზების ცენტრალური ინსტიტუტის მეშვეობით.

ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის გარდა წყლის ობიექტებს შესწავლას აწარმოებენ მთელი რიგი უწყებები და დაწესებულებები. წყლის ობიექტებზე დაკვირვება, გაზომვები და სხვადასხვა სახის გაანგარიშებანი და გამოკვლევები ერთიანი პროგრამის მიხედვით წარმოებს. გამოკვლევათა მასალები ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სამმართველოს ფონდში გროვდება.

მეორე თავი

ძირითადი ცნობები წყლის დონეების რეჟიმის შესახებ და წყალზომითი დაკვირვების არსი

§ 6. ძირითადი ცნობები წყლის დონეების რეჟიმის შესახებ

წყლის ზედაპირის ცვალებადობას რომელიმე პირობითი სიბრტყიდან დონეების რყევადობას უწოდებენ. წყლის მოცულობა მდინარეებში, ტბებში, წყალსაცავებში და გრუნტში გამუდმებით იცვლება, რაც თავის მხრივ იწვევს წყლის ზედაპირული დონეების რყევას. წყლის ამ ცვალებადობის ხასიათს განსაზღვრავს მთელი რიგი ბუნებრივი ფაქტორები, რომელნიც განაპირობებენ მრავალწლიური, სეზონური და დღეღამური წყლის მოცულობისა და მასთან დაკავშირებული წყლის ზედაპირული დონეების ცვალებადობას.

წყლის დონეების მრავალწლიურ რყევადობას განაპირობებს ძირითადად კლიმატის პერიოდული ცვალებადობა, რაც თავის მხრივ გამოწვეულია ატმოსფერული ცირკულაციის ცვალებადობით. ხანგრძლივი პერიოდული აცივება ან დათბობა იწვევს ატმოსფერული ნალექების, ჰაერის სინოტივის, ტემპერატურის და აორთქლების შემცირებას ან გადიდებას, რაც თავის მხრივ იწვევს წყლის ჩამონადენის შემცირებას ან გადიდებას, რის შედეგადაც ხდება მდინარეების, ტბების, წყალსაცავების, ჭაობების და გრუნტის წყლების დონეების მომატება ან დაკლება მრავალწლიურ პერიოდში.

წყლის დონეების მრავალწლიური რყევადობა აგრეთვე შეიძლება გამოიწვიოს გეოლოგიურმა მიზეზებმა (წყალსატევების ფსკერის აზევებამ ან დაწევამ) და მდინარეების ეროზიულმა და აკუმულაციურმა მოქმედებამ. ასე მაგალითად, მდინარეების ზემო წელში განუწყვეტლივ წარმოებს კალაპოტის სიღრმითი ეროზია, ქვემო წელში კი — აკუმულაცია (დალექვა), რის შედეგადაც მრავალწლიურ პერიოდში იცვლება კალაპოტის ფსკერის აბსოლუტური ნიშნული და მასთან დაკავშირებით იცვლება წყლის დონეების ნიშნულიც.

წყლის დონეების წლიურ რყევადობას განაპირობებს მოცემული წლის მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვალებადობა, ე. ი.

წყლის ობიექტის წყალშემკრებ აუზში მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა, ჰაერის ტემპერატურა, ჰაერის სინოტივე და ქარები, რომელნიც განსაზღვრავენ აუზის ზედაპირიდან აორთქლების რაოდენობას. უხვნალექიან წლებში წყლის დონეები იქნება უფრო მაღალი, ვიდრე მშრალ, გვალვიან, უნალექო წლებში.

წყლის დონეების სეზონურ რყევადობას განაპირობებს, პირველ რიგში, აუზის გეოგრაფიული მდებარეობა და მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები, კერძოდ კი ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის საშუალო ტემპერატურების წლის სეზონებში არათანაბარი განაწილება. მაგალითად, საბჭოთა კავშირის ევროპული ნაწილის მდინარეებისათვის დამახასიათებელია გაზაფხულის სეზონში წყალდიდობა, რომელსაც იწვევს ზამთრის პერიოდში ნალექების დიდი რაოდენობით მოსვლა და დაგროვება. ზამთრის ნალექები წლიური ნალექების 30% შეადგენს. შორეული აღმოსავლეთის მდინარეებს (მდ. ამური და მისი შემდინარეები) წყალდიდობა ზაფხულის სეზონში აქვთ, რადგან აქ მუსონური ნალექების რაოდენობა (ივლის-აგვისტოს თვეებში) წლიური ნალექების 90—95% უდრის. მთის მდინარეებს და ტბებს, რომელნიც მაღალი მთის თოვლითა და ყინვარების წყლებით საზრდოობენ, წყალდიდობა ზაფხულის პერიოდში აქვთ (ენგური, რიონი, ყუბანი, ამუ-დარია და სხვა), წყალმცირობა კი — ზამთარში. მდინარეებზე წყლის დონეების სეზონური ცვალებადობა შეიძლება გამოწვეული იყოს წყალმცენარეულობის განვითარებითა და კვდომითაც.

წყლის დონეების დღეღამურ რყევადობას მდინარეთა შესართავების ნაწილში იწვევს მიმოქცევა და ქარების გავლენით წყლის მოდენა და მიდენა. წყლის დონეთა დღეღამური რყევადობა კარგად არის გამოსახული ყინვარული საზრდოობის მდინარეებზე, რასაც იწვევს მეტეოროლოგიური ელემენტების დღეღამური ცვალებადობა, რომლებიც ანელებენ ან ადიდებენ ყინვარების დნობას.

წყლის დონეების დღეღამურ რყევადობაზე სათანადო გავლენას ახდენს მდინარეებზე ყინულსერგილების გაჩენა, რასაც ადგილი აქვს გაზაფხულისა და შემოდგომის სეზონებში. იმ მდინარეებს, სადაც წარმოებს ხე-ტყის დაცურება, მორების ან ტივების შეჩერებით წყლის დონეები აიწევს მათი შეჩერების ადგილიდან ზევით, მდინარის სათავის მიმართულებით, ხოლო მდინარის ქვედა დინებაზე დონეები სწრაფად მცირდება.

მდინარის სიგრძეზე წყლის დონეები სათავიდან შესართავისაკენ განიცდის ცვალებადობას.

§ 7. წყლის დონეების რყევადობაზე დაკვირვების მიზანი და ამოცანები

მდინარეების, ტბების, ჭაობების, წყალსაცავების და ზღვების დონეების რყევადობის შესწავლას ძალიან დიდი სამეცნიერო და სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს. მდინარეებზე ხიდების, კაშხალების, ჰიდროელექტროსადგურების, სხვადასხვა სახის სანაპირო ნაგებობების (ნავმისადგომების, საწყობების, საირიგაციო არხების სათავე ნაგებობის) და აგრეთვე დასახლებული პუნქტების გაშენება სანაპირო ზოლში არ შეიძლება რაციონალურად მოეწყოს წყლის დონეების რყევადობის შესწავლის გარეშე. მაგალითად, დონეების რყევადობის შესწავლის გარეშე აგებული ხიდი შეიძლება დაბრკოლებას წარმოადგენდეს სამდინარო ნაოსნობისათვის; წყალდიდობის დროს შეიძლება წყალმა წალეკოს სანაპირო გზები და დასახლებული პუნქტები, წყალმცირობის დროს კი შეიძლება უწყლოდ დარჩეს წყალსატევიდან გაყვანილი სარწყავი არხები.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, დონეების რყევადობაზე სისტემური დაკვირვება საშუალებას იძლევა შედარებით იშვიათად გაზომილი წყლის ხარჯებით გამოვითვალოთ მდინარის წყლის ჩამონადენი სასურველი პერიოდისათვის. ეს შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დამყარდება კავშირი გაზომილ დონეებსა და ხარჯებს შორის და თუ საკმაო რაოდენობით გვაქვს დონეებზე დაკვირვების მასალები.

ამგვარად, მრავალწლიური და განუწყვეტელი წყალზომითი დაკვირვების საფუძველზე შეიძლება დახასიათებულ იქნეს შესასწავლი წყლის ობიექტის დონეების რეჟიმი, გარდა ამისა, დონეებისა და ხარჯების ურთიერთდამოკიდებულების საფუძველზე შეიძლება ჰეშმარიტი წარმოდგენა მივიღოთ მდინარის ჩამონადენის შესახებ სხვადასხვა წყლიანობის წლისათვის.

§ 8. ანათვლებისა და ნიშნულების სისტემა წყალსაზომ საგუშაგოებზე

წყალსაზომ საგუშაგოზე წყლის დონეების ათვლა წარმოებს ლარტყის ნულოვანი დანაყოფიდან, ან ხიმინჯის თავიდან. წერტილს ან სიბრტყეს, საიდანაც ათვლა წარმოებს, დაკვირვების ნულს უწოდებენ. ცხადია, თითოეული ლარტყის ან ხიმინჯის დაკვირვების ნული არ შეიძლება იყოს მუდმივი, რადგანაც ლარტყის ან ხიმინჯის მდებარეობა დროის განმავლობაში იცვლება.

წყალსაზომ საგუშაგოზე წყლის დონეებზე დაკვირვება უნდა მოეწყოს ისე, რომ 1) შეეძლოთ საგუშაგოს მოქმედების მთელი პერიოდის დაკვირვების ერთმანეთთან შედარება; 2) წყლის ერთ

ობიექტზე ყველა წყალსაზომი საგუშაგოს დაკვირვების მასალების შედეგების ერთიმეორესთან შედარება. ეს მოთხოვნა შეიძლება შესრულებული იქნეს იმ შემთხვევაში, თუ ყველა საგუშაგოზე დაკვირვება ერთიანი სისტემით ტარდება.

თითოეული წყალსაზომი საგუშაგო უნდა შედგებოდეს: 1) დონეების გასაზომი მოწყობილობისაგან (ლარტყუებისა, ხიმინჯებისა ან თვითმწერებისაგან) და 2) სიმაღლითი ნიშნებისაგან (რეპერებისაგან), რომლიდანაც იზომება დონეები. წყალსაზომ საგუშაგოზე ათვლილი წყლის დონეები უნდა მიყვანილი იქნეს რომელიმე პირობით სიბრტყესთან; ასეთ პირობით სიბრტყეს წყალსაზომი საგუშაგოს გრაფიკის ნულს უწოდებენ.

საგუშაგოს გრაფიკის ნულის ნიშნული შეირჩევა საგუშაგოს მოწყობის დროს, იმ ანგარიშით, რომ გრაფიკის ნულის სიბრტყე იმყოფებოდეს მდინარის ან ტბის წყლის უმცირეს დონეზე 0,5 მეტრით ქვევით (ფსკერისაკენ). ამით მიიღწევა ის, რომ ყველაზე დაბალი დონეების დროს გრაფიკის ნულიდან ათვლილი წყლის დონეები იქნება ყოველთვის დადებითი, რაც აადვილებს შემდგომში დონეების დამუშავებას. იმ მდინარეებზე, რომელთა კალაპოტი არამდგრადია, საგუშაგოს გრაფიკის ნულის ნიშნული შერჩეული უნდა იქნეს კალაპოტის შესაძლებელი სიღრმითი ეროზიის გათვალისწინებით; კალაპოტის მცირე სიღრმის დროს გრაფიკის ნულის ადგილი შეიძლება მოვათავსოთ მდინარის ფსკერის ნიშნულზე, ან რამდენადმე მის ქვევით. მდინარის მოკლე უბანზე (5—10 კმ სიგრძეზე) რამდენიმე საგუშაგოს არსებობის დროს მიზანშეწონილია ყველა საგუშაგოსათვის დაინიშნოს საერთო გრაფიკის ნული. საერთო გრაფიკის ნული ინიშნება აგრეთვე ცალკეულ ტბებზე და წყალსაცავებზე მოწყობილ წყალსაზომ საგუშაგოებზე.

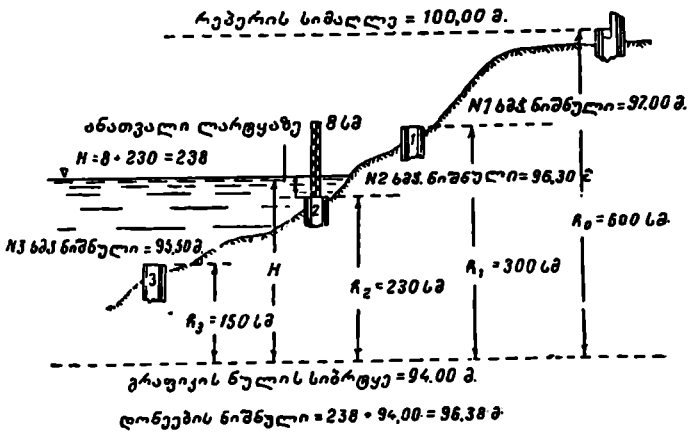
წყალსაცავებზე საგუშაგოს გრაფიკის ნულს ნიშნავენ წყალსაცავის კაშხალის მახლობლად საპროექტო უმცირეს დონეზე 0,5—1,0 მეტრით ქვეით.

ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება წამოიჭრას წყალსაზომი საგუშაგოს გრაფიკის ნულის შეცვლის აუცილებლობა. მაგალითად: 1) საგუშაგოს მნიშვნელოვან მანძილზე გადატანის დროს; 2) საგუშაგოს პირველად გახსნისას გრაფიკის ნულის ცუდად შერჩევის დროს, როდესაც გრაფიკის ნულის სიბრტყე აღმოჩნდება უმცირეს დონეზე მაღლა; 3) პირობითი ნიშნულის ბალტიის ზღვის დონეზე მიყვანის დროს.

წყალსაზომი საგუშაგოს გრაფიკის ნულის სიმაღლითი მდებარე-

ობა განისაზღვრება h_0 ვერტიკალით წყალსაზომი საგუშაგოს რეპერიდან (ნახ. 1).

თუ რეპერს აქვს მოცემული აბსოლუტური სიმაღლე, მაშინ h_0 სიმაღლე გამოიანგარიშება რეპერიდან და გრაფიკის ნულის სიბრტყე გეექნება აბსოლუტურ სიმაღლეზე.



ნახ. 1. ხიმინჯებიან საგუშაგოზე ნიშნულის და ანათვალის აღების სქემა.

წყალსაზომ საგუშაგოზე გრაფიკის ნულის გარდა გვაქვს ერთი ან რამდენიმე დაკვირვების ნული (როდესაც გვაქვს მთელი რიგი ლარტყებიანი და ხიმინჯებიანი საგუშაგოები). დაკვირვების ნული არის სიბრტყე, საიდანაც აითვლება წყლის დონე დაკვირვების მომენტში. დაკვირვების ნულის სიმაღლითი მდებარეობა განისაზღვრება რეპერის სიმაღლითი ნიშნულიდან და ხიმინჯის თავის ან ლარტყის ნულოვანი დანაყოფის სიმაღლითი მდებარეობით. ლარტყიან წყალსაზომ საგუშაგოზე ეს სიბრტყე არის ლარტყის ნული, ხოლო ხიმინჯიან საგუშაგოზე — ხიმინჯის ზედა ბრტყელი თავი, საიდანაც მოცემული მომენტისათვის წარმოებს წყლის დონეების ათვლა. № 1 ნახაზზე დაკვირვების ნული მოცემულია № 2 ხიმინჯის თავზე. მაშასადამე, დაკვირვების ნული, განსხვავებით გრაფიკის ნულისაგან, წარმოადგენს არა პირობითს, არამედ ნამდვილ ბუნებრივ სიბრტყეს. დაკვირვების ნულის მდებარეობა შეიძლება შეიცვალოს ლარტყებისა და ხიმინჯების რაოდენობასთან დაკავშირებით.

წყალსაზომი საგუშაგოს გრაფიკის ნულის სიბრტყის და ლარ-

ტყის ნულის ან ხიმინჯის თავის სიბრტყის სიმაღლეთა შორის მანძილის სხვაობას მიმყვანს უწოდებენ. № 1 ნახაზზე ხიმინჯების № 1, 2 და 3 მიმყვანის სიდიდეებს შეესატყვისება h_1, h_2 და h_3. საგუშაგოს გრაფიკის ნულიდან წყლის დონეების მოხერხებულად გამოანგარიშებისათვის მიმყვანის სიდიდეებს გამოსახავენ სანტიმეტრებით.

წყლის ტრანსპორტის საჭიროებისათვის სანაოსნო მდინარეებზე წყლის დონეების ასათვლელად იყენებენ ე. წ. „სანავიგაციო ნულს“, ე. ი. მდინარეზე ვრაფიკის ნულად იღებენ უმცირეს სანავიგაციო დონეს. ეს საშუალებას იძლევა წყალსაზომი საგუშაგოების მონაცემებით დავადგინოთ მდინარის დიდ სიგრძეზე და მის ცალკეულ უბნებზე წყლის სიღრმეები, რაც აუცილებელია ნაოსნობისათვის.

წყალსაზომ საგუშაგოზე დაკვირვება შეიძლება დაწყებული იქნეს, როდესაც შესრულდება შემდეგი სამუშაოები:

1) საგუშაგოს რეპერის ნიშნულიდან დაკვირვების ნულამდე ნიველირება;

2) საგუშაგოს გრაფიკის ნულის დადგენა;

3) ყველა ლარტყებისა და ხიმინჯებისათვის მიმყვანების გამოანგარიშება, ე. ი. სიმაღლეთა სხვაობების გაანგარიშება ლარტყის ნულის ან ხიმინჯის თავსა და გრაფიკის ნულს შორის.

წყლის დონეებზე დაკვირვება გამოიხატება შემდეგში:

1) დამკვირვებელი ჩაწერს ლარტყის (ხიმინჯის) ნომერს, რომელზედაც მან აწარმოვა დაკვირვება და აიღო წყლის დონეების ანათვალი (ლარტყიან საგუშაგოზე მუდმივი ლარტყის მიხედვით, ხოლო ხიმინჯებიან საგუშაგოზე — გადასატანი ლარტყის მიხედვით, რომელსაც მოათავსებს ხიმინჯის თავზე). დონეების ანათვალს ჩაწერს სანტიმეტრებში;

2) საგუშაგოს ნიველირების საცნობარო ცხრილის მიხედვით დაადგენს ლარტყის (ხიმინჯის) ნულის მიმყვანს, რომლის მიხედვითაც იყო წარმოებული წყლის დონეების ათვლა;

3) გამოიანგარიშებს დაკვირვებული წყლის დონის სიმაღლეს (სანტიმეტრებში) საგუშაგოს გრაფიკის ნულიდან (მიყვანილი დონეები), ე. ი. ლარტყაზე ათვლილ დონეს უმატებს მიმყვანის სიდიდეს.

საგუშაგოს დაკვირვების ნულიდან და გრაფიკის ნულიდან დონეების ათვლის სქემა ნაჩვენებია № 1 ნახაზზე, სადაც ათვლილი დონე გადასატანი ლარტყის მიხედვით № 2 ხიმინჯზე უდრის h_1 სმ, ხოლო ათვლილი დონე გრაფიკის ნულიდან $H=h_1+h_2$ სმ. თუ აუცილებელია მივიღოთ წყლის დონეები აბსოლუტურ ნიშნულზე, მაშინ გრაფიკის ნულიდან მიღებულ წყლის დონეების სიმაღლეს უმატებენ საგუშაგოს გრაფიკის ნულის აბსოლუტურ ნიშნულს.

მესამე თავი

წყალსაზომი საგუშაგოების ტიპები და მათი მოწყობა

§ 9. წყალსაზომი საგუშაგოების კლასიფიკაცია

წყალსაზომი საგუშაგოების კლასიფიკაცია შეიძლება შედგენილი იქნეს სხვადასხვა ნიშნების მიხედვით: 1) მიზნობრივი დანიშნულების მიხედვით; 2) მათი მოქმედების ხანგრძლივობის მიხედვით და 3) მათი აღჭურვილობის მიხედვით.

მიზნობრივი დანიშნულების სადგურები და საგუშაგოები იყოფა: ა) ძირითად საყრდენ სადგურებად და საგუშაგოებად, რომელნიც აწარმოებენ სისტემატურ დაკვირვებებს წყლის დონეებზე; ბ) ოპერატიული სადგურები და საგუშაგოები ინიშნება საბჭოთა კავშირში სახალხო მეურნეობის მომსახურებისათვის ინფორმაციების, პროგნოზების და ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების ცნობების მოსაწოდებლად; სპეციალური სადგურები ეწყობა სხვადასხვა სახის სამეცნიერო, საპროექტო-საძიებო დაწესებულებების ჰიდრომეტეოროლოგიური მასალებითა და ცნობებით უზრუნველყოფისათვის.

ძირითად-საყრდენ და ოპერატიულ სადგურებსა და საგუშაგოებს აწყობს და მართავს საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სამმართველო. სპეციალურ სადგურებსა და საგუშაგოებს აწყობს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სამმართველო ცალკეული ორგანიზაციებისა და დაწესებულებების მოთხოვნების მიხედვით, აგრეთვე ცალკეული უწყებები და სამინისტროები (სამდინარო ფლოტის სამინისტრო, სოფლის მეურნეობის სამინისტრო და სხვა). სპეციალური სადგურები მუშაობენ სპეციალური პროგრამების მიხედვით.

მოქმედების ხანგრძლივობის მიხედვით შეიძლება განვასხვავოთ შემდეგი ტიპის სადგურები და საგუშაგოები: 1) მუდმივმოქმედი და 2) დროებითმოქმედი სადგურები და საგუშაგოები. მუდმივმოქ-

შედი არის სახელმწიფოებრივი ქსელის ძირითადი—საყრდენი სადგურები და საგუშაგოები, ხოლო დროებითმოქმედი არის სპეციალური სადგურები და საგუშაგოები, რომელნიც ეწყობა განსაზღვრული ვადით, რაც დამოკიდებულია დასახული ამოცანების შესრულებაზე. ჩვეულებრივად ეს ვადები ზოგჯერ საკმაოდ ხანგრძლივიც არის, მაგრამ ზოგჯერ ძალზე ხანმოკლეა, მაგალითად ექსპედიციური მუშაობის დროს.

მათი მოწყობილობის, ან უფრო სწორად მათი კონსტრუქციის მიხედვით წყალსაზომი საგუშაგოები იყოფა: 1) მარტივი (ლარტყიანი, ხიმინჯებიანი, შერეული); 2) გადამცემი; 3) თვითმწერიანი; 4) დისტანციური, რომელნიც აწარმოებენ დონეების განუწყვეტელ რეგისტრაციას, ან განსაზღვრულ ვადებში დაკვირვების ადგილიდან მნიშვნელოვან მანძილზე გადასცემენ ინფორმაციებს.

მიუხედავად საგუშაგოების მრავალსახეობისა, ისინი უზრუნველყოფენ წყლის დონეებზე დაკვირვებებს 1 სმ სიზუსტით. წყალსაზომ საგუშაგოებს აწყობენ იმ ანგარიშით, რომ აღრიცხონ წყლის დონეები ისტორიული უდიდესი დონის ზევით 0,25—0,5 მ-მდე და უმცირესი დონიდან ქვევით 0,25—0,5 მეტრამდე. უდიდესი და უმცირესი ისტორიული დონეების დადგენა მოსახერხებელია მდინარის ნატანი მასალის ნარჩენების, კალაპოტის გადარეცხვის შედეგებით, ან უხუცესი პირების ნაამბობის მიხედვით. დარეგულირებულ მდინარეებზე უკიდურესი უდიდესი და უმცირესი დონეების საზღვრები დადგინდება უდიდესი და უმცირესი საპროექტო დონეებით.

§ 10. მარტივი წყალსაზომი საგუშაგოები

მარტივი წყალსაზომი საგუშაგოები ძალიან ფართოდ არის გავრცელებული, რადგან მათი მოწყობა ადვილია და შედარებით იაფი ჯდება. მარტივ წყალსაზომ საგუშაგოებზე დონეების ათვლას დამკვირვებელი აწარმოებს. ასეთი საგუშაგოები წყლის დონეების რეჟიმის შესახებ საკმაოდ ზუსტ ცნობებს იძლევიან.

მარტივი წყალსაზომი საგუშაგოები მოწყობილობის მიხედვით შემდეგ ტიპებად იყოფა: ლარტყიანი, ხიმინჯებიანი და შერეული. საგუშაგოების ტიპების შერჩევა ძირითადად დამოკიდებულია: წლიური დონეების რყევის ამპლიტუდის სიდიდეზე, მდინარის ნაპირის აგებულებაზე, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა არსებობაზე და სხვა ადგილობრივ პირობებზე.

ლარტყიანი წყალსაზომი საგუშაგოები. ეს საგუშაგოები შედარებით მარტივია, იაფი ჯდება მათი მოწყობა და მოხერხებულია დაკ-

ვირვების საწარმოებლად. ამ ტიპის საგუშაგოებს აწყობენ მდინარის ისეთ უბნებზე, სადაც დაცული იქნება ღელვისაგან, მცურავი ყინულებისაგან, ხე-ტყისა და გემების ცურვისაგან და სხვა. ლარტყიანი საგუშაგოები უფრო მეტად გავრცელებულია ისეთ მდინარეებზე, სადაც არის წლიური დონეების რყევის დიდი ამპლიტუდა, კერძოდ ასეთ საგუშაგოებს აწყობენ შუა აზიისა და კავკასიის მთის მდინარეებზე, ტბებზე და არხებზე, იმ მდინარეებზე, რომელთაც აქვთ წლიური დონეების რყევის დიდი ამპლიტუდა (2—3 მ-მდე). წყალსაზომ ლარტყას ამაგრებენ ხიდის საყრდენ ბურჯზე, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კედლებზე, მდინარის ჩამოქცეულ სანაპიროზე, სადაც ლარტყა დაცული იქნება დაზიანებისაგან.

ლარტყიანი საგუშაგოს ძირითად კუთვნილებას წყალსაზომი ლარტყა წარმოადგენს. ლარტყის სიგრძეა 2 მ, სიგანე — 13 სმ, სისქე—2,5 სმ. მზადდება მაგარი ხის ჯიშისაგან (მუხა, ნაძვი, კედარი და სხვა). ლარტყის წინა მხარე დაყოფილია დეციმეტრებად, ხოლო თითოეული დეციმეტრი დაყოფილია ზუთ ნაწილად (2 სმ), რომელნიც ყოველი დანაყოფის შემდეგ ამოკვეთილია 2 მმ-ის სიღრმეზე. ლარტყის ნულოვანი დანაყოფიდან პირველ მეტრზე ორსანტიმეტრიანი დანაყოფები შეღებილია შენაცვლებით წითელი და თეთრი ფერის ზეთიანი საღებავებით, მეორე მეტრზე — ლურჯი და თეთრი ფერის საღებავებით. ლარტყაზე წყლის დონის 1 სმ სიზუსტით ათვლისათვის თითოეული ორსანტიმეტრიანი დანაყოფი ამოკვეთილია შუაზე და შეღებილია სხვა ფერით, ძირითადი ფერისაგან განსხვავებით, ან გაყოფილია სამკუთხედის წვეროთი შუაზე.

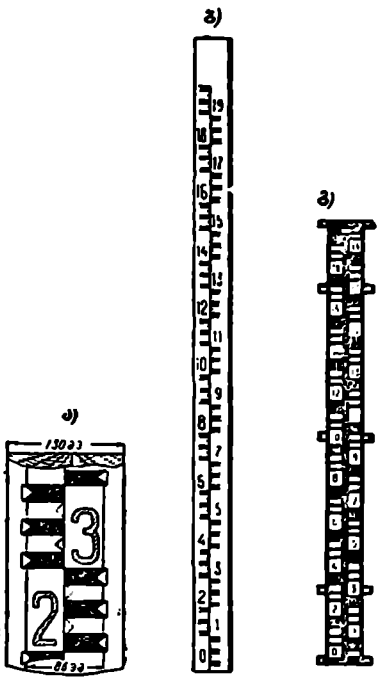
წყალსაზომი ლარტყის ნაგებობაზე, ხიდის ბურჯზე, სანაპირო კედელზე და სხვ. მოშაგრების დროს, თუ წყლის დონეების რყევის ამპლიტუდა დიდია, შეიძლება წყალსაზომი ლარტყა გამზადდეს საჭიროველი სიგრძის და მასზე აღნიშვნები გაუკეთდეს შესატყვისი სტანდარტული ნიმუშით.

მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ხის ლარტყა ნაკლებად გამძლეა და მასზე საღებავი მალე ირეცხება წყლით, ამიტომ მუდმივ საგუშაგოებზე მიზანშეწონილია თუჯის ლარტყების მოწყობა. თუჯის ლარტყებს ამზადებს ჰიდრომეტსამსახურის ქარხნები. ლარტყას დამაგრებისათვის ემსახურება განივი თაბახა, თუჯის ლარტყაზე უფრო მოხერხებულია ლითონის ლარტყა ფაიფურის დანაყოფებით, ან ლითონის ემალირებული ლარტყა (ნახ. 2).

ექსპედიციური მუშაობის პირობებში, დროებითი საგუშაგოს მოსაწყობად უფრო მოხერხებულია ლითონის თხელი ბაფთის ლარტყა განივი დანაყოფებით, ბაფთის ლარტყას ანათვლების უკეთ ასა-

ლებად მიაკრავენ შავი ზეთიანი საღებავით შეღებილ ფიცარზე ან ბოძზე.

ვერტიკალურლარტყიანი საგუშაგოები. თუ მდინარის უბანზე საგუშაგოს მოსაწყობ ადგილზე გვაქვს სანაპირო ნაგებობები, ხიდის ბურჯები, რაბების კედლები, კაშხალები და სხვა, მათზე ვერტიკალურ მდგომარეობაში მივაკრავთ ლარტყას. ამავე დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ლარტყა დაცული იქნას მცურავი ყინულებისაგან და სხვა მცურავი საგნებისაგან. ლარტყა უნდა დაიდგას დანაყოფებიანი პირით ჩვენკენ, კედელში სპეციალურად ამოკვეთილ ჭრილში. თუ ლარტყას მოელის საშიშროება მცურავი საგნებისაგან, მაშინ უკეთებენ დამცველს—ხის, მაგარი ძელისას ან რელსს, რომ მცურავი საგნები არ დაეჯახოს ლარტყას (ნახ. 3).



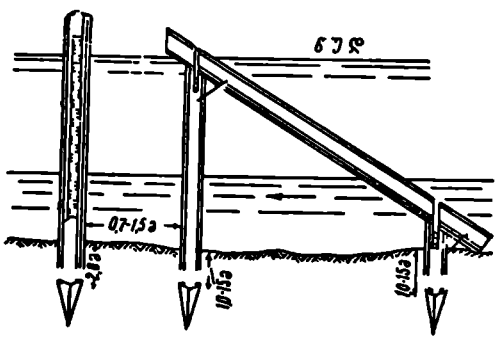
ნახ. 2. წყალსაზომი საგუშაგოს ლარტყების ტიპები: ა) ხის, ბ) ლითონის ემალირებული, გ) თუჯის.

თუ საგუშაგოს უბანზე არ არის ხიდი ან სხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობა, წყალსაზომ ლარტყას ამაგრებენ სპეციალურად დასობილ ხიმინჯზე, ან 3—5 ხიმინჯისაგან შეკრულ ჯგუფზე, რომელსაც 1—1,5 მეტრის სიმაღლეზე შემოჭერილი აქვს რკინის სალტე. ხიმინჯზე ლარტყას ამაგრებენ ხრახნებით.

ლარტყის მისამაგრებელი ხიმინჯი შეიძლება იყოს ლითონის მილი, რელსის ნაჭერი ან დამზადდეს ხის მაგარი ჯიშისაგან. ხის ხიმინჯი უნდა იყოს 18—20 სმ დიამეტრით, ხოლო მისი სიგრძე დამოკიდებულია გრუნტის სახეობაზე. ხიმინჯი უნდა ჩავასოთ ვერტიკალურ მდგომარეობაში, წყლის ნაპირის მახლობლად, იმ ანგარიშით, რომ არ გაშრეს უმცირესი წყლის დონის დროს. ხიმინჯზე ლარტყას

ლურსმნით ან ხრახნებით ამაგრებენ სპეციალურად ამოკვეთილ-ჭრილში.

თუ ერთ- ან ორმეტრიანი წყალსაზომი ლარტყა არ არის საკმარისი წყლის დონის ყველა რყევის აღრიცხვისათვის, მაშინ პირველი



ნახ. 3. ლარტყიანი საგუშაგო დამცველით.

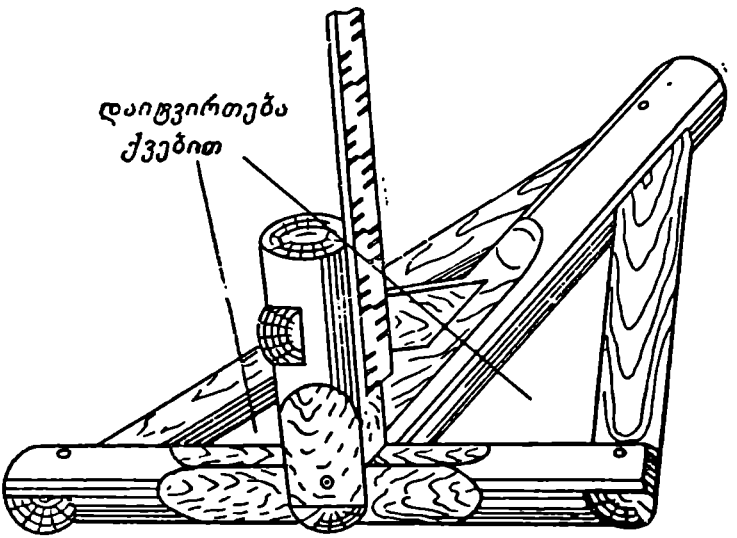
ლარტყის კვეთზე აყენებენ მეორე ლარტყას და თუ საჭიროება მოითხოვს, მესამე ლარტყასაც. სამივე ლარტყისათვის გრაფიკის ნული უნდა იყოს საერთო

თუ წყლის დონეების რყევადობა მცირეა და მდინარის ან ტბის ნაპირი ძალზე დამრეცია, მაშინ მიზანშეწონილია ლარტყა მოვაწყოთ ციცხვში, რომელსაც სანაპიროს მახლობლად აწყობენ ამოთხრილი ორმოს სახით, სადაც წყალს მივიყვანთ თხრილით ან რკინის მილით.

გამონაკლის შემთხვევაში, როდესაც საგუშაგოს მოწყობა აუცილებელია მდინარის ან ტბის კლდიანი ფსკერის უბანზე, სადაც ხიმინჯის დასობა შეუძლებელია, შეიძლება წყალსაზომი ლარტყა მივაშაგროთ ხის ძელისაგან შეკრულ ჩარჩოზე დამაგრებულ ხიმინჯზე. ხის ჩარჩოს მოძრაობის თავიდან აცილებისათვის აყრიან დიდი რაოდენობით ქვის ლოდებს და ქვებს. ქვების ზევით ამოწეულ ხიმინჯზე მიმაგრებულ ლარტყაზე თავისუფლად შეიძლება წყლის დონეების ათვლა (ნახ. 4).

დახრილლარტყიანი საგუშაგო. დახრილლარტყიანი საგუშაგოს მოწყობა მიზანშეწონილია იქ, სადაც არის ხელოვნურად გამაგრებული სანაპიროს დახრილი ფერდობი. ამ სახის საგუშაგოს მოწყობა შედარებით უფრო რთულია და ძვირი ჯდება, ამიტომ დახრილლარტყიან საგუშაგოებს იშვიათად იყენებენ. ლარტყა წარმოადგენს ხის

მაგარი ჯიშისაგან გაკეთებულ ფიცარს 5×10 სმ განიკვეთით. ლარტყის სიგრძე უნდა იყოს ისეთი, რომ მისი ქვედა ნაწილი დაძირულ



ნახ. 4. ხის ჩარჩოზე დამაგრებული ლარტყა.

იქნეს წყლის უმცირეს დონეზე დაბლა, ხოლო ზედა ნაწილი იყოს წყლის უდიდეს დონეზე მაღლა. ლარტყის შეღებვა და დაყოფა წარმოებს მისი მოწყობიდან 2—3 დღის შემდეგ. ლარტყის დაყოფისათვის, პირველ რიგში, აუცილებლად უნდა განისაზღვროს ჰორიზონტული ხაზიდან ლარტყის დახრის კუთხე, რაც შემდეგი მარტივი ფორმულით განისაზღვრება:

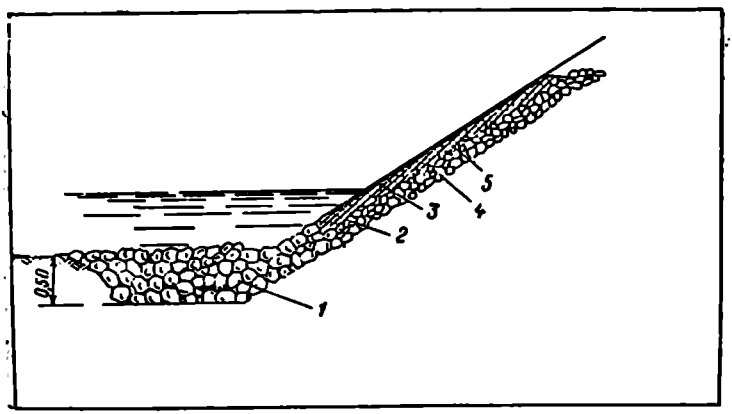
$$\sin \alpha = \frac{h_1 - h_2}{L};$$

სადაც h_1 და h_2 არის ლარტყის ზედა და ქვედა ბოლოების ნიველირზე ანათვალი. დახრილი ლარტყის ერთი დანაყოფის სიგრძე, რომელიც შეესატყვისება ვერტიკალური ლარტყის 1 სმ დანაყოფს, ტოლი იქნება

$$l = \frac{1}{\sin \alpha},$$

სადაც α არის ლარტყის დახრის კუთხე.

ლარტყას შეღებვისა და დაყოფის შემდეგ უკეთებენ ნომრებს, ისე როგორც ჩვეულებრივ ლარტყებს. საგუშაგოს მუშაობის ხანგრძლი-



ნახ. 5. ხელოვნურად გამაგრებულ სანაპიროზე დახრილი ლარტყის დაყენების სქემა. 1—საყრდენი ქვის ნაყარზე; 2—პანჯიკები, რომლებიც ჩაეწყობა ღორღის გამზადების დროს; 3—ლარტყა; 4—ღორღის გამზადება (15 სმ), 5—ბეტონის გამზადება (10 სმ).

უობის გასადიდებლად ლარტყის დასამაგრებელ ხიმინჯებს ან პანჯიკებს აკეთებენ რკინისაგან, ხოლო თვით ლარტყას ამზადებენ ფოლადის შველერისაგან.

დახრილლარტყიანი საგუშაგო უფრო მოხერხებულია წყლის დონეების ათვლისათვის და ნაკლებ ცდომილებას იძლევა ვერტიკალურად დაყენებულ ლარტყასთან შედარებით. დახრილლარტყიანი საგუშაგო დაცულია მცურავი საგნებით დაზიანებისაგან.

ხიმინჯებიანი საგუშაგო (ნახ. 1). ვაკის მდინარეების პირობებში ფართოდ არის გავრცელებული ხიმინჯებიანი საგუშაგოს ტიპი, რომელსაც ლარტყიან საგუშაგოებთან შედარებით მეტი უპირატესობა აქვთ. მათგან ძირითადია: 1) მუშაობის ხანგრძლივობა; 2) დაკვირვების წარმოების სიადვილე წლის ყველა დროში და 3) მცურავი საგნებისაგან დაცვის მეტი შესაძლებლობა. საგუშაგოზე წყალსაზომ ხიმინჯებს ასობენ მდინარის დინების პერპენდიკულარულად. ხიმინჯების საერთო რაოდენობა დამოკიდებულია წყლის დონის რყევის ამპლიტუდის სიდიდეზე; მდინარის სიგანეზე და მდინარის კალაპოტის სანაპირო ფერდობის დახრის კუთხეზე. საგუშაგოს სანაპირო საწყისი ხიმინჯის (№ 1) მოსწორებული თავის ზედაპირი უნდა იყოს

წყლის ისტორიულ მაქსიმალურ დონეზე 0,25—0,5 მ მაღლა, ხოლო ქვედა, ბოლო ხიმინჯის თავის ზედაპირი—მდინარის უმცირეს დონეზე 0,5 მეტრით დაბლა. იმ მდინარეებზე, რომელნიც პერიოდულად შრებიან, ქვედა, ბოლო ხიმინჯის თავი უნდა იყოს კალაპოტის უდაბლეს ნაწილში, ფსკერიდან 10—15 სმ-ით მაღლა. ორ მოსაზღვრე ხიმინჯს შორის სიმაღლეთა სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,8 მ-ს; ხოლო ხიმინჯებს შორის მანძილი დამოკიდებულია მდინარის სიგანეზე, კალაპოტის ნაპირის დახრილობაზე და დონეების მოხერხებულად ათვლისათვის დამკვირვებლის მისადგომ ადგილზე.

ბოლო დროს ხიმინჯებს ამზადებენ ქარხნებში. თუჯისაგან, ხრახნიანი ბოლოებით. ხრახნიანი ხიმინჯის სიგრძე 220 სმ-ს უდრის, დიამეტრი 18 სმ-ს, ქვედა ხრახნიანი ნაწილის სიგრძე 35 სმ. ხიმინჯის ზედა ნაწილი 15 სმ-ის სიგრძეზე ხიმინჯის თავია, რომლის დიამეტრიც 10სმ-ს უდრის, ხიმინჯს ზედა თავზე აქვს კუთხოვანი შვერილი ქანჩ'ალების მოსათავსებლად, რომლის საშუალებითაც ხიმინჯს ბრუნვით ხრახნიან გრუნტში. ხიმინჯის თავს ღებავენ თეთრი ზეთიანი საღებავით და მასზე შავი საღებავით ორგან აწერენ ხიმინჯის ნომერს. საგუშაგოს ხიმინჯების დანომვრა ხდება ზედა სანაპირო ხიმინჯიდან ქვედა უკანასკნელ ხიმინჯამდე. ზედა სანაპირო ხიმინჯი, რომელიც ახლოს იმყოფება რეპერთან, იქნება № 1.

იმ შემთხვევაში, თუ არა გვაქვს თუჯის ხრახნიანი ხიმინჯები, შეიძლება გამოვიყენოთ რელსის, რკინის მილის ნაჭრები ან რკინისა და ბეტონის ხიმინჯები, მაგრამ თუ არც რკინისა და ბეტონის ხიმინჯები გვაქვს, უკიდურეს შემთხვევაში დროებით შეიძლება გამოყენებული იქნას ხის მაგარი ჯიშის ხიმინჯები.

ხიმინჯს გაუყინავ გრუნტში 0.5 მეტრის სიღრმემდე ასობენ, ხოლო მარადი მზრალობის რაიონებში. სადაც გრუნტის ფენა ორ მეტრამდე იყინება, სასურველია ხიმინჯი ჩაისოს გაყინული გრუნტის ფენაზე უფრო ღრმად. თუ მდინარის კალაპოტი ქვიანია და ხიმინჯის დასობა ურთი შეუძლებელია, ხიმინჯის ჩასასობ ადგილზე უნდა გაითხაროს ორმო, სიღრმით 1,0—1,5 მ და კვეთით 0,75 მ. ხიმინჯს ბოლოზე უკეთებენ ხის ლატანების ჯვარედულას და ჯვარედულათი უშვებენ გაჭრილ ორმოში, რომელსაც შემდეგ ავსებენ ხრეშით და მოტენიან. თუ ორმოში ასობენ რკინის ან მილის ნაჭრის ხიმინჯს, მას ამაგრებენ ცემენტის მონოლითით. ხის ხიმინჯება დასობის შემდეგ ფოლადის სალტის ქვევით მოხერხავენ და გააპწორებენ თარაზოთი, თავზე დაასობენ ფართოთავიან ლურსმანს, რომელსაც თეთრი ფერის ზეთიანი საღებავით შეღებავენ. ხიმინჯის ზედა ნაწილი კალაპოტის ფსკერიდან უნდა იყოს ზევით 10—15 სმ-

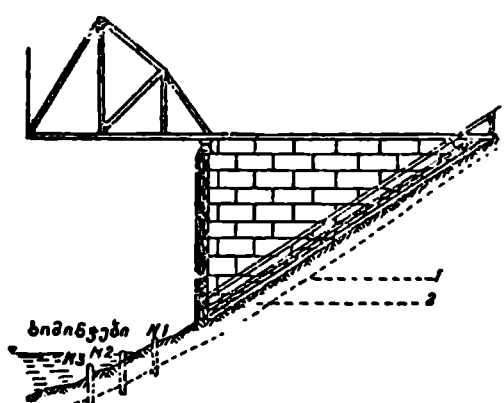
ზე, თუ მოსალოდნელია ხიმინჯის ყინულსვლით დაზიანება, მაშინ კალაპოტის ზედაპირიდან ხიმინჯის ზედა ნაწილის სიმაღლეს 5—10 სანტიმეტრამდე ამცირებენ.

მდინარის კლდიან სანაპიროზე, სადაც ხიმინჯების დაყობა შეუძლებელია, ხიმინჯების ნაცვლად დახრილ სანაპიროზე ამოკრიან საფეხურებს, საფეხურების ფართობი უნდა იყოს არანაკლებ 20×30 სმ-სა. რომ მოსახერხებელი იყოს დამკვირვებლის დასადგომად. საფეხურებს აცემენტებენ და ცენტრალურ დაცემენტებულ ნაწილში ჩაასობენ რკინის პალოებს.

ხიმინჯიან საგუშაგოებზე წყლის დონეების ათვლა წარმოებს გადასატანი ლარტყის საშუალებით, რომელსაც ათავსებენ წყლის სანაპიროს მახლობლად, წყლით დაფარული ხიმინჯის თავზე და დონეებს აითვლიან სანტიმეტრობით. იციან რა ხიმინჯის თავზე მიმყვანის სიდიდე, ადვილად განსაზღვრავენ წყლის დონეს გრაფიკის ნულიდან და შეიტანენ დონეების ჩასაწერ წიგნაკში.

გადასატანი წყალსაზომი ლარტყა მზადდება ხისგან ან ლითონის მილისაგან. ასეთი ლარტყით წყლის დონე იზომება 100 სმ ფარგლებში, 1 სმ სიზუსტით.

შერეული საგუშაგოები. ვაკის მდინარეებზე, რომელთა განიერ პალები გაზაფხულის წყალდიდობის დროს წყლით იფარება, წყლის



ნახ. 6. შერეული წყალსაზომი საგუშაგოს სქემა.

დონეებზე დაკვირვება უფრო მოხერხებულია შერეული ტიპის საგუშაგოებით, რომელიც წარმოდგენილია ლარტყიანი და ხიმინჯებიანი საგუშაგოების ერთ კვეთზე მოწყობით, ლარტყიან-ხიმინჯიან სა-

გუშაგოს აწყობენ მდინარის ისეთ უბანზე, სადაც სანაპირო ფერდობს აქვს გარდატეხის ადგილი. ჩამოკვეთილ ნაპირზე, ან თუ არსებობს ხიდი, მის ბურჯზე ამაგრებენ ლარტყას, ხოლო ფერდობის დამრეც ნ-წილში ასობენ ხიმინჯებს. წყალმცირობის პერიოდში წყლის დონეებს ზომავენ ხიმინჯების თავიდან გადასატანი ლარტყით, ხოლო წყალდიდობის დროს—ვერტიკალური ლარტყიდან. ზოგიერთ შემთხვევაში შერეული საგუშაგო შეიძლება მოეწყოს სხვანაირი კომბინაციით: ლარტყას ამაგრებენ მდინარის სანაპიროზე, ხოლო ხიმინჯებს ასობენ ჭალაში, რომელიც წყალდიდობის დროს წყლით იფარება.

ლარტყისა და ხიმინჯებისათვის საგუშაგოს გრაფიკის ნული უნდა იყოს საერთო, ხოლო ყველა ხიმინჯის თავები და ლარტყები ნიველირებით მიყვანილი უნდა იქნეს რეპერის ნიშნულთან.

§ 11. გადამცემი საგუშაგოები

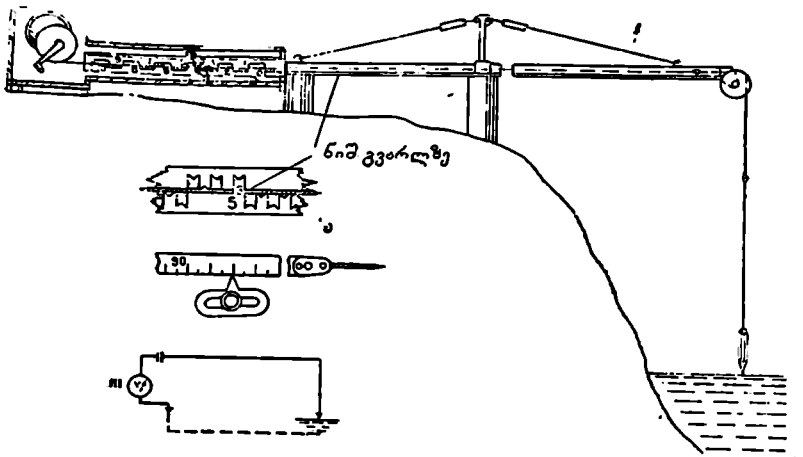
გადამცემ წყალსაზომ საგუშაგოებს აწყობენ იმ შემთხვევაში, თუ სანაპირო ფერდობი ძალზე ფლატეა და წყლის პირთან მისვლა გაძნელებულია. ასეთ შემთხვევაში დონეების გაზომვა წარმოებს არა უშუალოდ წყლის ზედაპირიდან, არამედ უფრო მოხერხებული ადგილიდან, ან წყლის ზედაპირის ზევით (ხიდური საგუშაგო) ან სანაპიროდან (ჯაჭვიანი საგუშაგო).

ადგილობრივ პირობებთან დამოკიდებულების მიხედვით გადამცემი საგუშაგოები სხვადასხვა ტიპის ეწყობა.

ხიდური საგუშაგო. ხიდურ საგუშაგოებს უმეტეს შემთხვევაში აწყობენ რკინიგზისა და გზატკეცილების ხიდებთან, ან თუ საგუშაგოს უბანზე რომელიმე ჰიდროტექნიკური ნაგებობა მთლიანად ან ნაწილობრივ გადის მდინარეზე. წყლის დონეების ათვლისათვის ხიდზე შეარჩევენ და აღნიშნავენ მუდმივ წერტილს (დაკვირვების ნულს), რომლიდანაც გაწაზღვრავენ ვერტიკალურ მანძილს წყლის ზედაპირამდე. აღნიშნული წერტილის, ანუ დაკვირვების ნულის ნიშნულს განსაზღვრავენ ნიველირებით უახლოესი რეპერიდან. დაკვირვების ნულიდან მანძილს წყლის ზედაპირამდე ზომავენ დანაყოფებიანი გვარლით ან ფოლადის ბაფთით, რომელსაც ბოლოზე მიბმული აქვს ტვირთი. თუ მანძილი ხიდზე აღნიშნულ წერტილსა და წყლის ზედაპირს შორის არ არის დიდი, მაშინ მანძილის გასაზომად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ხის ლარტყა.

გვარლიანი საგუშაგო. ამ ტიპის საგუშაგოს ძირითადად აწყობენ მთის მდინარეებზე, როდესაც მდინარის ნაპირი ძლიერ ფლატეა, ან

ვერტიკალურად არის ჩამოკვეთილი და წყლის პირთან მისვლა დაკვირვებისათვის შეუძლებელია. საგუშაგოს ძირითად ნაწილს წარმოადგენს შვერილი (ისარი), რომლის მოწყობილობა მოცემულია მე-7 ნახაზზე.



ნახ. 7. გადამცემი გვარლიანი წყალსაზომი საგუშაგოს მოწყობის სქემა.

შვერილი მზადდება ხის მაგარი ჯიშის ძელისაგან 10—15 სმ დიამეტრით, ან ლითონის მილისაგან და რელსისაგან.

შვერილი მდინარის სანაპიროზე მაგრდება ხის ან რკინის ხიმინჯების ჩასობის საშუალებით. შვერილის გასწვრივ სანაპიროზე ზევიდან ან გვერდიდან ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში ამაგრებენ უძრავად 1 მ სიგრძის წყალსაზომ ლარტყას, რომლის ნულოვანი დანაყოფი მიმართული უნდა იყოს მდინარისაკენ, შვერილის სანაპიროზე გაკეთებულია რბილი, მოქნილი გვარლის დასახვევი კოჭი, საიდანაც გვარლი მიდის ლარტყის გასწვრივ და გადადის შვერილის წყლისაკენ მიმართულ ბოლოზე დამაგრებულ ჰოჰონაჭზე, ხოლო ამ უკანასკნელიდან გვარლი ტვირთით ეშვება წყლის ზედაპირამდე. გვარლის ბოლოში ჩამოკიდებულია ცილინდრისმაგვარი კონუსური ტვირთი, რომლის წონაც 2—5 კგ-ს უდრის. წყლის დონის ასათვლელად გვარლი დაყოფილია მეტრებად, თითოეულ მეტრიან დანაყოფზე გაკეთებულია ლითონის რგოლები, რომლებზედაც აღნიშნულია მეტრების ნომრები. წინასწარ აკეთებენ საგუშაგოს ტარირებას, იმისათვის, რომ გვარლზე ანათვალი დონეები მოცემულ იქნას უშუ-

ალოდ წყლის დონეების საგუშაგოს გრაფიკის ნულიდან. ამის შემდეგ გვარლს ტვირთით ჩაუშვებენ წყლის ზედაპირამდე, ხოლო ლარტყას შვერილზე მიიყვანენ გვარლის უახლოეს დანაყოფთან, ისე, რომ მასზე ათვლა სანტიმეტრობით უდრიდეს გრაფიკის ნულიდან მომატებული დონეების მნიშვნელობებს. მაშინ გვარლზე აღნიშნული ნიშანი შეესატყვისება მეტრების რაოდენობას გრაფიკის ნულიდან წყლის დონეების უდიდეს მნიშვნელობამდე.

წყლის დონეების რყევის დიდი ამპლიტუდის დროს (2—3 მ) შვერილზე უმჯობესია მივაკრათ 2,5—3,5 მეტრის სიგრძის ლარტყა, რაც საშუალებას მოგვცემს დონეები ავითვალოთ უშუალოდ ლარტყაზე, გვარლზე დამაგრებული მაჩვენებლის მიხედვით. გადამცემ საგუშაგოებზე დონეების ათვლის სიზუსტე 2—3 სმ უდრის, მაგრამ ელექტროკონტაქტის გამოყენების დროს სიზუსტე 1 სმ-მდე იზრდება. ამ შემთხვევაში გვარლი ტვირთით ელექტროჯაჭვის ერთიან რგოლს წარმოადგენს, რომელიც იზოლირებული უნდა იყოს დამიწებისაგან, ხოლო ელექტროჯაჭვის მეორე ბოლო უნდა საიმედოდ დამიწდეს. გვარლზე ტვირთის მისამაგრებელი საყურე უნდა მიდუღდეს, ხოლო ტვირთის წამახული ნაწილი — მოიკალოს.

წყლის ზედაპირთან ტვირთის შეხების ფიქსაცია წარმოებს ამპერმეტრის ან ვოლტმეტრის საშუალებით. ელექტროჯაჭვის საზრდოობისათვის იყენებენ ჯიბის ფარნის ბატარეებს.

§ 12. წყალსაზომი საგუშაგოსათვის ადგილის და ტიპის შერჩევა სხვადასხვა პირობებში

მდინარეების, ტბებისა და წყალსაცავების უბნებზე წყალსაზომი საგუშაგოების მოსაწყობად შეარჩევენ ადგილს დაკვირვების ამოცანებთან დაკავშირებით. ყველა შემთხვევაში უნდა ვეცადოთ, რომ საგუშაგოს მოსაწყობად შერჩეული ადგილი ასახავდეს მოცემული მდინარის, ტბის და წყალსაცავის დონეთა რეჟიმის განსაკუთრებულ მახასიათებლებს. ვეცადოთ, რომ საგუშაგოს მოსაწყობად შერჩეული ადგილი ასახავდეს მოცემული მდინარის, ტბის და წყალსაცავის დონეთა რეჟიმის გაწყაკუთრებულ მახასიათებლებს.

ვაკის მდინარეებზე საგუშაგოს მოსაწყობად უბანი უნდა შეირჩეს იქ, სადაც არ არის ჭალა, ხოლო მისი არსებობის დროს უმჯობესია უბანი შევარჩიოთ უფრო სწორ და ვიწრო მოსწორებული რელიეფის ჭალასთან, სადაც არ არის შენაკადები და ნამდინარევები, მერქნიანი და ბუჩქნარი მცენარეულობა. უნდა ავერიდოთ განიერ ჭალას, რადგან იგი ართულებს სამუშაოს წყლის ხარჯების გაზომვის დროს.

საგუშაგოს უბანზე მდინარე უნდა მიედინებოდეს ერთ კალაპოტში, უნდა იყოს სწორი. კალაპოტში არ უნდა იყოს წყალთაშუები, კუნძულები და მეჩეჩები, რომელნიც გამოიწვევენ დინების ირიბ-პავლიანობას, განივ დახრილობას და შეტბორებას, და აგრეთვე ხელს შეუწყობენ ყინულხერგილების გაჩენას.

მდინარის კალაპოტი უნდა იყოს მდგრადი, ე. ი. არ უნდა განიცდიდეს ჩარეცხვას და მნიშვნელოვან მოსილვას. მდინარის კალაპოტი არ უნდა იყოს ძირკვებით დანაგვიანებული და არ უნდა იყოს წყალმცენარეებით დაფარული, რადგან ისინი ართულებენ ხარჯების გაზომვებს.

საგუშაგოს მდებარეობის ადგილი განსაზღვრული მანძილით უნდა იყოს დაშორებული შემდინარეებიდან, ხელოვნური ნაგებობებიდან და წყლის შეტბორების ადგილიდან, აგრეთვე მოცემულ მდინარეზე არსებული სხვადასხვა სამეურნეო საჭიროების წყლისმიღებიდან.

საგუშაგოს მახლობლად არ უნდა იყოს დაცურებული ხე-ტყის დაგროვების ადგილი, ნავმისადგომები და დიდი ტვირთბრუნვა. კალაპოტიდან არ უნდა იღებდნენ ქვიშასა და ხრეშს, არ უნდა იყოს პლაჟი და არ უნდა უშვებდნენ ქარხნებიდან და წარმოებებიდან ჭუჭყიან წყლებს. ისინი არღვევენ მდინარეთა ბუნებრივ რეჟიმს და ხელს შეუშლიან საგუშაგოს ნორმალურ მუშაობას.

მთის მდინარეებზე საგუშაგოსათვის უბნის შერჩევის დროს უნდა ვეცადოთ ზემოაღნიშნულთან დამატებით, საგუშაგოსათვის ადგილი შევარჩიოთ ჩქერებსა და ჭორომებს ზევით, სადაც მდინარეს წყნარი დინება აქვს, ხოლო მდინარის კალაპოტში არ უნდა იყოს ლოდნარი და ქვის ნამსხვრევები. საგუშაგოს მოსაწყობ ადგილზე კალაპოტის გვერდები არ უნდა იყოს არც ძალიან ფლატე და არც ძალიან დამრეცი, რაც ართულებს დონეების რყევადობაზე დაკვირვებას. უმჯობესია საგუშაგო მოეწყოს ისეთ ადგილზე, სადაც კალაპოტის გვერდების დახრილობა 20—30°-ს არ აღემატება.

მნიშვნელოვანი სიდიდის ტბებზე და წყალსაცავებზე წყალსაზომი საგუშაგოების ქსელი განლაგებული უნდა იქნეს ისე, რომ მათზე აღებულმა ანათვლებმა მოგვცეს საშუალება გამოვიანგარიშოთ საშუალო დონე დენივილაციის პირობებში, ე. ი. წყლის ზედაპირის დონეების დამახინჯებათა დროს, რომელიც გამოწვეული იქნება ქარების მოქმედებით, მდინარეული ჩამონადენით, რომელნიც ტბაში ჩაედინებიან და გაედინებიან, წყალსაცავიდან გაშვებული წყლით და სხვა. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ დენივილაციის სიდიდე გავლენას ახდენს ტბისა და წყალსაცავის ქვაბულის მორ-

ფილოლოგიურ აგებულებათა თავისებურებაზე და სანაპირო ზოლზე (ნაპირების შეჭრილ-შემოჭრილობა, სიღრმეები. თხელწყლიანი მეჩეჩების გაჩენა და სხვა).

დიდ წყალსაცავებზე წყალსაზომი საგუშაგოების განლაგება და რაოდენობა დამოკიდებულია წყალსაცავის ფორმაზე და სიდიდეზე. ლ. ს. კუსკოვის[1] მიხედვით წაგრძელებული ფორმის წყალსაცავებზე წყალსაზომი საგუშაგოები შეიძლება განლაგებული იქნეს ქვემოთ მოყვანილი მე-2 ცხრილის მიხედვით.

ცხრილი 2

წყალსაცავის სიგრძე კილომეტრობით	წყალსაზომი საგუშაგოების განლაგება		
	კაშხალის ზედა ბიეფი	წყალსაცავის შუა ნაწილი	წყალსაცავის ზედა ნაწილი
10—25	1	—	1
25—50	1	1	1
50—100	2	2	1
100—300	2	3	1
300—500	2	5	1

ძალიან დიდ და განიერ წყალსაცავებზე (რიბინსკის წყალსაცავის ტიპი), წყალსაზომი საგუშაგოები განლაგებული უნდა იქნეს ისე, რომ მეტი სიზუსტით გაშუქდეს ჰიდროლოგიური რეჟიმი და წყალსაცავის ცალკეული ნაწილების მორფოლოგია. ასეთ შემთხვევაში წყალსაზომი საგუშაგოების რიცხვი შეიძლება შეადგენდეს 5—7 და მეტს. მათი მთავარი ამოცანაა მიღებული იქნეს წყალსაცავის ფაქტიური საშუალო ნიშნულები. როდესაც ცალკეულ საგუშაგოებზე გვხვდება დონეების მნიშვნელოვანი რყევადობა ქარების მოქმედების შედეგად წყლის მიდენისა და მოდენის გამო და სხვა.

ამრიგად, დიდ ტბებზე და წყალსაცავებზე წყალსაზომი საგუშაგოების მოწყობისას წინასწარ უნდა შევისწავლოთ სხვადასხვა პირობებში დონეების რყევადობის მიზეზები. წყალსაზომი საგუშაგოები პირველად განლაგდება წინასწარ გათვალისწინებული გეგმის მიხედვით, ხოლო შემდეგში დაკვირვების შესწავლის საფუძველზე დაზუსტდება და შეიქმნება მუდმივი წყალსაზომი საგუშაგოების ქსელი.

წინასწარი დაკვირვების მასალების შესწავლა აგრეთვე საშუალებას მოგვცემს შევარჩიოთ ისეთი პუნქტები, სადაც მიზანშეწონილია თვითმწერიანი საგუშაგოების მოწყობა, დაკვირვების სიზუს-

[1] Л. С. Кусков — Водное хозяйство гидроэлектростанций, Госэнергоиздат, М.—Л., 1954, стр. 209.

ტის გადიდებისათვის და დენიველაციით წყლის დონეების დღეღამური რყევადობის მსვლელობის შესასწავლად.

საგუშაგოს მოსაწყობი ადგილის შერჩევისას ყურადღება უნდა მიექცეს დასახლებული პუნქტის არსებობას, მიმოსვლის საშუალებებს, საფოსტო-სატელეგრაფო კავშირს, რადიოქსელის არსებობას და სხვა. რა თქმა უნდა, ყველა ზემოჩამოთვლილი პირობების დაცვა პრაქტიკულად ყოველთვის არ არის შესაძლებელი, მაგრამ მათ უნდა მიექცეს ყურადღება საგუშაგოს უფრო რაციონალური ვარიანტის შერჩევის დროს.

საველე სამუშაოები, მდინარეებზე უბნების და საგუშაგოების მოსაწყობი ადგილის შერჩევა. მდინარეზე, ტბაზე ან წყალსაცავზე პიდროლოგიური დაკვირვების უბნის შერჩევისათვის დაზვერვით გამოკვლევებამდე წინასწარ უნდა გავეცნოთ გამოსაკვლევი რაიონის (მდინარის, ტბის, წყალსაცავის) შესახებ არსებულ ლიტერატურას, ავაერქივო მასალებს და სხვა წყაროებს.

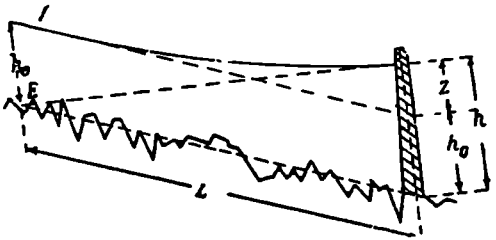
მდინარის უბნის დაზვერვით გამოკვლევა უფრო მოხერხებულია ვაწარმოოთ ზაფხულის პერიოდში, დაბალი დონეების დროს. გამოკვლევის დროს წარმოებს შემდეგი სამუშაოები: ა) მდინარის უბნის ზოგადი დათვალიერება, რომ გამოვარკვიოთ მისი მდგომარეობა და განსაკუთრებით ჰიდროლოგიური რეჟიმი; ბ) უბნის თვალზომითი— ბუსოლური აგეგმვა. სიღრმეების გაზომვით და დინების სიჩქარის განსაზღვრით; გ) ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვა, განსაკუთრებით მდინარის რეჟიმის გამოვლინებისათვის; დ) ცვლადი შეტბორების გამოვლინება.

უბნის ზოგადი დათვალიერება. მდინარის უბნის გამოკვლევა იწყება ზოგადი დათვალიერებით, რისთვისაც უმჯობესია ამ საქმეში ჩავრთოთ მცოდნე პირები ადგილობრივი მოსახლეობიდან, რომ მათგან მივიღოთ ცნობები უბნის მდგომარეობის და, განსაკუთრებით, მისი ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესახებ, წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების, გაზაფხულის და შემოდგომის ყინულსვლის, ზაფხულისა და ზამთრის წყალმცირობის პერიოდებში. დათვალიერების პროცესში აუცილებლად უნდა გამოვავლინოთ წყლის დონეების სიდიდეები და რეჟიმი, მდინარის დინების საერთო ხასიათი და მისი კალაპოტის მდგომარეობა წყალმცირობის პერიოდში, მდინარის სიგანე წყალმცირობისა და წყალდიდობის დროს, ყინულდგომისა და ყინულსვლის ხასიათი, ყინულბერგილების და მინაყინების გაჩენის შესაძლებლობა; პატარა მდინარეებისათვის უნდა გამოვარკვიოთ მათი მთლიანი გაყინვა ზამთარში და მთლიანი გაშრობა ზაფხულში. ამასთან, დამატებით უნდა შეგა-

ფასოთ ნაპირების პირობები წყალსაზომი მოწყობილობის დასადგმელად და მისი მოხერხებულობა დაკვირვების წარმოებისათვის.

უბანზე ცვლადი შეტბორების გამოვლინება უფრო რთულ ამოცანას წარმოადგენს. მდინარის უბანზე ცვლადი შეტბორების არსებობა ამცირებს ჰიდრომეტრიული გაზომვების სიზუსტეს და ართულებს მათ დამუშავებას. ცვლადი შეტბორება მდინარის უბანზე შეიძლება შემდეგი მიზეზებით წარმოიქმნას: 1) შერჩეული უბნის ქვევით კაშხალის არსებობით; 2) მდინარის კალაპოტში ყინულხერგილის გაჩენით; 3) კვეთის ქვევით მდინარეში შამბნარის (წყალმცენარეების) არსებობით; 4) კვეთს ქვევით დაცურებული ხე-ტყის შეჩერებით და სხვა.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობიდან შეტბორების გავრცელების სიშორე შეიძლება გამოვლინებულ იქნეს ადგილზე კვლევა-ძიების შედეგად, ან ნაგებობის პროექტიდან, ან ადგილობრივი მცხოვრებლების დაკითხვით (ნახ. 8). თუ ცნობები არა გვაქვს, მაშინ შეტბორე-



ნახ. 8. შეტბორების გავრცელების სქემა.

ბის გავრცელების სიშორე შეიძლება მიახლოებით განვსაზღვროთ ფორმულით

$$L = a\frac{h_0 + z}{i} = a\frac{h}{i}, \qquad (1)$$

სადაც L არის საძებნი შეტბორების გავრცელება, i—წყლის ზედაპირის დახრილობა შეტბორების გარეშე, h_0—კალაპოტის საშუალო სიღრმე შეტბორების გარეშე, z — შეტბორების სიდიდე უშუალოდ მისი წარმოშობის წყაროდან (კაშხალიდან), h — კალაპოტის სიღრმე შეტბორების დროს მისი წარმოშობის წყაროდან; $h = h_0 + z$; a — კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია $\frac{z}{h_0}$ შეფარდებაზე და განისაზღვრება ცხრილის მიხედვით (ცხრ. 3). ფორმულაში (1)

$\frac{z}{h_0}$	5,0	2,0	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05
a	0,96	0,91	0,85	0,76	0,67	0,58	0,41	0,24

შემავალ სიდიდეებს მიიღებენ კვლევა-ძიებით მიღებული მასალებიდან ან შეიძლება მიახლოებით განისაზღვროს ადგილზე. შეტბორების გავრცელების მანძილის განსაზღვრის დროს, წყალმიმღებიდან ან შემდინარეებიდან წყლის დონეების რყევადობისას z სიდიდედ მიიღებენ წყალმიმღებში დონეების რყევის სრულ ამპლიტუდას. ხოლო h სიდიდეს მიიღებენ $z+h_1$ შეჯამებით. მოსალოდნელი ცვლადი შეტბორების გაჩენისას კალაპოტის დროებითი შევიწროებით, ფსკერის დეფორმაციით და მცენარეული საფარით, შეტბორების გავრცელების მანძილს გამოიკვლევენ ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვით.

თუ რაიონში, სადაც გათვალისწინებულია საგუშაგოს მოწყობა, არ არის ისეთი უბანი, რომ არ იყოს ცვლადი შეტბორება, მაშინ ამ რაიონში უნდა მოვნახოთ ისეთი უბანი, სადაც შეტბორება მცირედ ან ხანმოკლე პერიოდით იქნება გამოსახული.

ასეთ შერჩეულ უბანზე წყლის ზედაპირის დახრილობის და დონეების რეჟიმის შესასწავლად უნდა მოეწყოს დახრილი წყალსაზომი საგუშაგოები.

ტოპოგრაფიული სამუშაოები. მდინარეზე, ტბაზე ან წყალსაცავზე საგუშაგოს მოსაწყობი უბნის შერჩევის შემდეგ უნდა შესრულდეს ტოპოგრაფიული აგეგმვა, იმ მიზნით, რომ მივიღოთ უბნის გეგმა, რომელზედაც დატანილი იქნება წყლის ობიექტის გეგმური სიმაღლითი მახასიათებლები და მასთან მიმდებარე ადგილმდებარეობა ყველა საგუშაგოების და სტაციონალური დანადგარების მითითებით.

უბნის აგეგმვის ტოპოგრაფიული სამუშაოების მოცულობა დამოკიდებულია, ერთი მხრით, წყლის ობიექტის სიდიდეზე, ხოლო მეორე მხრით, ახლად გახსნილი საგუშაგოს მუშაობის შედგენილობაზე. ჰიდროლოგიურ სადგურთა (საგუშაგოთა) უმრავლესობისათვის ასრულებენ უბნის ნახევრადინსტრუმენტალურ აგეგმვას. დიდ მდინარეებზე, რომელთაც აქვთ კალაპოტის და ჭალის რთული რელიეფი, ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურებისათვის ნახევრადინსტრუმენტალური აგეგმვა წარმოადგენს წინასწარ აგეგმვას, ხოლო ყველა გეოდეზიური, სასადგურო, კვეთისა და სხვა მოწყობილობის

დადგმის დამთავრების შემდეგ წარმოებს ინსტრუმენტალური გეგმურ-სიმაღლითი აგეგმვა.

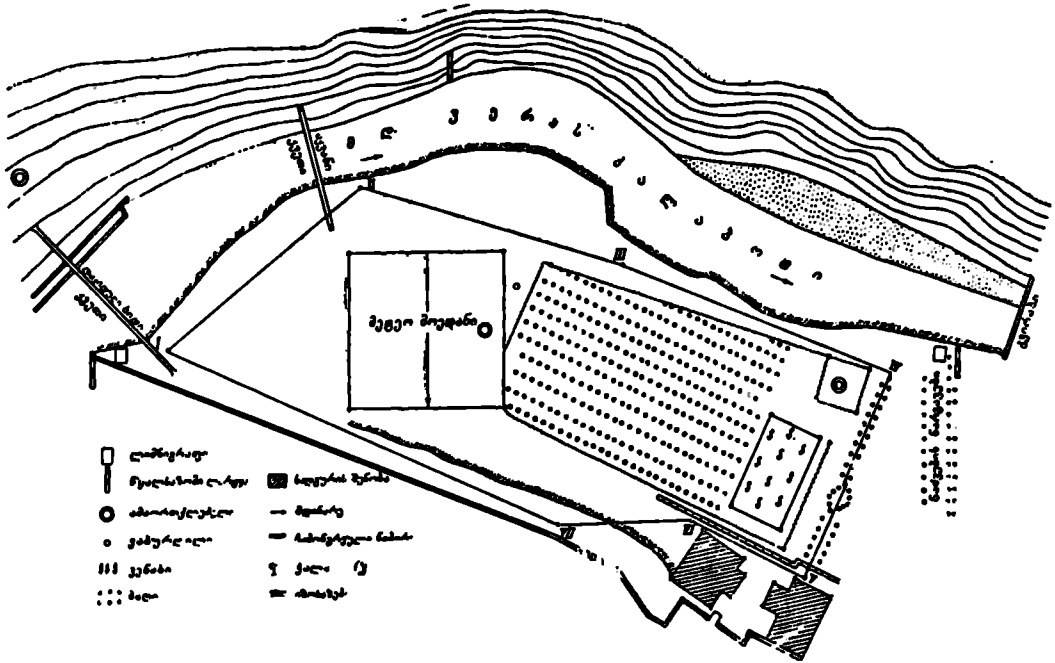
ნახევრადინსტრუმენტალურ აგეგმვაში შედის შემდეგი სამუშაოები: 1) საგეგმო-სიმაღლითი საფუძვლის გაყვანა: 2) პროფილების ნიველირება და სიღრმეების გაზომვა; 3) ნაკადის ზედაპირული სიჩქარეების და დინების მიმართულების გაზომვა; 4) თვალზომითი აგეგმვის სიტუაცია და გეგმის შედგენა; 5) მდინარის უბნის აღწერა.

გეგმური სიმაღლითი საფუძვლის აგეგმვას ემსახურება მაგისტრალი და განივი პროფილები. აგეგმვის საზღვრები მდინარის სიგანის მიხედვით განისაზღვრება წყლის უმაღლესი (ისტორიული) დონის ნიშნულებით, ისინი უნდა იყვნენ წყლის უდიდესი დონის ნიშნულზე მაღლა 0,5—1,0 მ-ით, ხოლო აგეგმვის სიგრძე განისაზღვრება მდინარის სიგანის მიხედვით. ასე მაგალითად, მდინარეებზე, რომელთა სიგანეც წყალმცირობის პერიოდში 100 მ-მდეა, მდინარის უბანი უნდა აიგეგმოს სიგანეზე ხუთჯერ მეტ სიგრძეზე, ხოლო უფრო განიერ მდინარეებზე, სიგანეზე 2—3-ჯერ მეტ სიგრძეზე. მდინარეებზე, რომელთაც აქვთ განიერი ჭალა, უბნის აგეგმვის სიგრძე დადგინდება ჭალის თავისებურების მიხედვით.

თუ სადგურის (საგუშაგოს) უბანი იმყოფება სახელმწიფოებრივი ქსელის სიმაღლის რეპერიდან 10 კმ-ზე უფრო ახლოს, მაშინ აგეგმვასთან ერთად წარმოებს სადგურის (საგუშაგოს) სიმაღლითი რეპერების მიბმა სახელმწიფოებრივი ქსელის სიმაღლით რეპერთან, ხოლო გადაღებული გეგმა და პროფილები წარმოდგენილი იქნება აბსოლუტური ნიშნულებით.

ჩატარებული სამუშაოების მიხედვით შედგება სადგურის (საგუშაგოს) უბნის გეგმა (ნახ. 9). ხოლო ცალკე ამოიხაზება კალაპოტის განივი პროფილები სიღრმეების გაზომვის შედეგების მასალების მიხედვით.

უბნის ინსტრუმენტალურ-ტოპოგრაფიული აგეგმვა წარმოებს მთელი მდინარის ჭალის სიგანეზე და სრული მოცულობით მოიცავს შემდეგ სამუშაოებს: 1. საგეგმო და სიმაღლითი საფუძვლის გაყვანა; 2. მდინარის ხეობაში განივი კვეთების ნიველირება; 3. სიღრმეების გაზომვა; 4. წყლის ზედაპირის გასწვრივი პროფილის ნიველირება; 5. ხეობის ჭალის და მდინარის კალაპოტის მენზულური ან თეოდოლიტური აგეგმვა; 6. მდინარის დინების სიჩქარეებისა და მიმართულების განსაზღვრა; 7. მდინარის უბნის აღწერის შედგენა. აგეგმვის საზღვრები და მასშტაბი დაინიშნება იმავე სიდიდის, რომლითაც ვიხელმძღვანელეთ ნახევრადინსტრუმენტალური აგეგმვისა



ნახ. 9. თსუ ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის (საგუშაგოების) სქემა.

და აღწერის დროს. ა. ვ. ოგიევსკის მიხედვით, მდინარის უბნის აგეგმვის დროს შეიძლება ვისარგებლოთ შემდეგი მასშტაბით (იხ. ცხრ. 4).

ცხრილი 4

მდინარის სიგანე მაღალი დონეების დროს მ-ში	შესატყვისი მასშტაბი	მდინარის სიგანე წყალმცირობის დროს მ-ში	შესატყვისი მასშტაბი
1— 200	1 : 500	1— 100	1 : 500
200— 400	1 : 1000	100— 200	1 : 1000
400—1000	1 : 2000	200— 400	1 : 2000
2500—და მეტი	1 : 10000	400—1000	1 : 5000

უბნის აღწერა. აღწერის ძირითადი ამოცანაა, მივცეთ ყველა აუცილებელი ცნობები მდინარის ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესახებ, უბნის მდგომარეობაზე სადგურის რაიონში და ჰიდროლოგიური დაკვირვების პირობების შესახებ. აღწერილობა საჭიროების მიხედვით ილუსტრირებული უნდა იქნეს ფოტოსურათებითა და სქემებით და უნდა შეიცავდეს შემდეგ მონაცემებს: 1) საერთო ცნობები მდინარისა და ტბის შესახებ (მდინარის აუზის სახელწოდება, მდინარის სიგრძე, ტბის სარკის ფართობი, აუზის ფართობი); 2) საერთო ცნობები სადგურის (საგუშაგოს) უბნის შესახებ (მდინარის შესართავიდან რამდენი კილომეტრის მანძილზე იმყოფება), მოცემული კვეთის ზევით წყალშემკრები აუზის ფართობი, სადგურის (საგუშაგოს) სახელწოდება, სადგურის მდებარეობის ადმინისტრაციული დახასიათება: რესპუბლიკა, ოლქი, რაიონი, სასოფლო საბჭო, სადგურთან ან საგუშაგოსთან მიმოსვლისა და კავშირის საშუალებები; 3) მდინარის უბნის მორფოლოგიური და მორფომეტრიული მახასიათებლები, მდინარის ხეობისა და ჭალის მოკლე დახასიათება ხეობისა და ჭალის სიგანის მითითებით, ხეობის ფერდობისა და ფსკერის აგებულება და რელიეფი, ჭალის გრუნტი და მცენარეული საფარი, წყალმცირობის კალაპოტის ფორმა-მოხაზულობა გეგმაში; ნაპირების ხასიათი, კალაპოტის სიგანე და მასში სიღრმეების განაწილება, კალაპოტისა და ნაპირების მდგრადობის ხარისხი, კალაპოტის შამბნარიანობა წყალმცენარეულობით, წყლის ზედაპირის დახრილობა, მდინარის დინების საერთო ხასიათი, დინების სიჩქარეა და მიმართულების ჩვენებით; 5) წყლის რეჟიმის საერთო მახასიათებლები: წყლის დონეების დღეღამური, სეზონური და მრავალწლიური რყევადობის საერთო ხასიათი, მდინარის დაშრობისა და ბოლიანად გაყინვის შესაძლებლობა, წყლის ხარჯების სიდიდე წყალდიდობის და წყალმცირობის პერიოდში. 6) ზამთრის რეჟიმი: გაყინვის პროცესები და ყინულდნობა. ყინულსაფარის და ყინულსვლის ხასიათი, წყალშიგა ყინულების და თოშის არსებობა. 7) მდინარის

საჭურნეო გამოყენების სახეები (წყალმომარაგებისათვის, დაცურებისათვის, ნაოსნობისათვის, მორწყვისათვის, ჰიდროენერგეტიკისათვის). იქ წყალსაჭეურნეო ნაგებობებისა და მოწყობილობების მოკლე დახასიათება, რომელნიც მდებარეობენ ჰიდროლოგიური სადგურის (საგუშაგოს) უბნის მახლობლად, რომელთა მუშაობამ და ექსპლოატაციამ შეიძლება გავლენა მოახდინოს მდინარის წყლის რეჟიმზე.

§ 13. საგუშაგოს მოწყობა და ნიველირება. საგუშაგოს გახსნა. დამკვირვებლის დაჭირავება და მისი მოვალეობა

საგუშაგო უნდა მოეწყოს ველად ჩატარებული მუშაობის შედეგად შედგენილი პროექტის საფუძველზე.

საგუშაგოს მოსაწყობად წინასწარ ამზადებენ საამშენებლო მასალას (ლარტყებს, ხიმინჯებს, ცემენტს და სხვა), მიიტანენ საგუშაგოს მოსაწყობ ადგილზე და წინასწარ შერჩეული ტიპის მიხედვით აწყობენ საგუშაგოს, ხოლო მოწყობის შემდეგ აწარმოებენ ნიველირებას.

ნიველირების დაწყებამდე 1—2 დღით ადრე დგამენ რეპერებს. შემდეგ საგუშაგოსათვის ასობენ ხიმინჯებს ან აყენებენ წყალსაზომ ლარტყებს. აგრეთვე ექსტრემალური დონეების აღმრიცხავ მოწყობილობას. საგუშაგოს ნიველირების დროს აუცილებლად უნდა განისაზღვროს წყალსაზომი მოწყობილობის (ხიმინჯები, ლარტყები) დაკვირვების ნული და გრაფიკის ნულის სიმაღლითი მდებარეობა საგუშაგოს რეპერიდან. საგუშაგოს ნიველირება ტარდება ძირითადი რეპერიდან ორმაგი სვლით. პირდაპირ და შებრუნებულ სვლებს შორის სიმაღლეების სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm\sqrt{n}$ მმ-ს, სადაც n არის ერთი სვლის დროს ინსტრუმენტის დგომის წერტილების რაოდენობა.

გარდა საგუშაგოს მოწყობილობის (ლარტყის ნული, ხიმინჯის თავის ზედაპირის) ნიშნულებისა, ნიველირებით განსაზღვრავენ საგუშაგოს სამუშაო დონის სიმაღლეს წყლის ზედაპირის დონეზე ჩასობილი პალოს მიხედვით, და აგრეთვე წყლის მაღალი დგომის წერტილებს, თუ ასეთი მოიპოვება საგუშაგოს რაიონში. სამუშაო დონის ნიველირებასთან ერთდროულად აითვლიან წყლის დონეებს საგუშაგოს მოწყობილობაზე.

თუ საგუშაგო მოწყობილია თვითმწერებით, მაშინ აუცილებლად ნიველირებით უნდა განისაზღვროს: 1) თვითმწერის დასადგმელი მაგიდის ზედაპირის; 2) წყალმიმღების რეზერვუარის ბოლო მონაკვეთის; 3) წყალსადენი მილების ჩაწყობის; 4) თვითმწერის დანადგარის ჰის ფსკერის ნიშნულები.

საგუშაგოს მოწყობილობის შედეგებს შეიტანენ სანიველირო ჟურნალში, სადაც აგრეთვე ჩახაზავენ ნიველირების სვლის სქემატურ გეგმას.

საგუშაგოს მოწყობილობის სიმაღლით ნიშნულებს, ლარტყის ნულის, ხომინჯების თავების ნიშნულებს, აგრეთვე საგუშაგოს გრაფიკის ნულთან მიყვანის სიდიდეებს ამოწერენ სანივილერო ჟურნალიდან და ჩაწერენ საგუშაგოს ტექნიკურ საქმეში და წყალსაზომი დაკვირვების საველე წიგნში.

საგუშაგოს მოწყობა და დამხმარე ხელსაწყოები. ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის ჰიდროლოგიური საგუშაგოები ხელსაწყოებითა და მოწყობილობით მარაგდებიან საგუშაგოების თანრიგების (I, II, III) მიხედვით, ხელსაწყოებისა და მოწყობილობის ტიპიური ცხრილების თანახმად.

წყალზომითი დაკვირვების წარმოებისათვის ხომინჯებიანი ტიპის საგუშაგოებზე უნდა გქონდეს: გადასატანი წყალსაზომი ლარტყა, გადასატანი ლარტყა დამაწუნარებლით, ნიველირი, სანიველირო ლარტყა, თარაზო. დანაყოფებიანი ჭოკი, წყალსაზომი მაქსიმალური ლარტყა, 20-მეტრიანი ბაფთა, ყინულსაზომი ლარტყა, ბურღი ყინულსაზომი ლარტყით, თერმომეტრი ბუდით, თერმომეტრი-შურდული. კედლის საათი. ელექტროფარანი, ან „ღამურა ფანარი", გაზომილი დონეების ჩასაწერი ბლანკები, წიგნები და სხვა.

საჭიროების დროს საგუშაგოზე უნდა იყოს ნავი.

საგუშაგოს გახსნა ფორმდება აქტით, რომელიც უნდა შედგეს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის დარიგებების საფუძველზე,[1] საგუშაგოს გამხსნელი ორგანიზაციის წარმომადგენლის, დამკვირვებლის და ადგილობრივი საბჭოს წარმომადგენლის თანდასწრებით. საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭოს დადგენილების თანახმად აქტით ფორმდება რეპერებისა და წყალსაზომი საგუშაგოს მთელი მოწყობილობის გადაცემა ადგილობრივ საბჭოზე მისი განსაკუთრებული დაცვისათვის. აგრეთვე მიუთითებენ, რომ საგუშაგო მთლიანი მოწყობილობით საინვენტარო სიის მიხედვით გადაეცა დამკვირვებელს. აქტს ადგენენ სამ ცალად, მათგან პირველი ეგზემპლარი ინახება იმ ორგანიზაციაში, რომელმაც გახსნა საგუშაგო, მეორე — საბჭოში, ხოლო მესამე — საგუშაგოზე.

---

[1] Наставление гидрометеорологическим станциям, Вып. I. Гидрометеоиздат, Л., 1960 г. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 2. часть II, Гидрометеоиздат, Л., 1957.

გარდა აქტისა, საგუშაგოს გახსნის დროს შედგება „ტექნიკური საქმე". რომელიც საგუშაგოსათვის წარმოადგენს ძირითად ტექნიკურ დოკუმენტს. მასში მოცემულია მდინარის უბნის აღწერა და საგუშაგოს მოწყობილობა, მითითებულია დაკვირვების ადგილი და სხვა. მას თან ერთვის: მდინარის უბნის გეგმა, განივი კვეთის პროფილები, ჩანახაზები, სქემები და სხვა. დამკვირვებლისათვის შედგება ინსტრუქცია, გარდა ამისა, დამკვირვებელი უნდა ხელმძღვანელობდეს „ჰიდროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების 1957 წ. დარეგებებით" (გამოცემა 2, ნაწ. II).

დამკვირვებლის დაქირავება და მისი მოვალეობა. წყალსაზომ საგუშაგოზე დამკვირვებელი წარმოადგენს ერთადერთ მუდმივ მუშაკს და მის მუშაობის ხარისხზეა დამოკიდებული წყალსაზომი საგუშაგოს დაკვირვების მასალების ხარისხი. საგუშაგოსათვის დამკვირვებელი შეიძლება შერჩეული იქნეს ადგილობრივი მოსახლეობიდან. დამკვირვებლად უმჯობესია შევარჩიოთ ისეთი პირი, რომელიც მუშაობს იმ წყლის ობიექტზე, რომელზედაც საგუშაგოა მოწყობილი.

ტექნიკოსი. რომელიც ხსნის საგუშაგოს და ქირაობს დამკვირვებელს, კალდებულია: 1) ჩაუტაროს დამკვირვებელს საუბარი ჰიდროლოგიური გამოკვლევებისა და ამოცანების შესახებ. კერძოდ კონკრეტულად გახსნილი საგუშაგოს მიზნებისა და ამოცანების შესახებ; 2) უნდა აუხსნას წყალსაზომი საგუშაგოს მოწყობილობა და მისი მოქმედობის პრინციპები; 3) გააცნოს საგუშაგოს შედგენილობა და დაკვირვების ვადები; 4) უნდა შეასწავლოს დაკვირვების წარმოება და მისი ჩაწერა. დაკვირვების შესახებ ინფორმაციის გადაცემა და თვიური ანგარიშის შედგენა; 5) უნდა შეასწავლოს საგუშაგოს გათარიზება; 6) უნდა ასწავლოს საგუშაგოს შეკეთება.

დამკვირვებელი ვალდებულია აწარმოოს დაკვირვება და ინფორმაციის გადაცემა შესატყვისი ინსტრუქციის თანახმად; უნდა მიიღოს მონაწილეობა ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურის თანამშრომლებთან ერთად ყოველგვარი სამუშაოების შესრულებაში, რომელიც ჩატარდება საგუშაგოზე (მიმდინარე შეკეთება, ნიველირება, ხარჯების გაზომვა და სხვა). დამკვირვებელი სისტემატურად უნდა აწარმოებდეს დაკვირვებას საგუშაგოს მოწყობილობის გამართულ მუშაობაზე. გაწმინდოს მოწყობილობა ნაგვისა, ნატანი მასალისა და თოლიისაგან. მდინარის ნაპირის უბანი, რომელიც უშუალოდ მიკრულია კვეთთან. აგრეთვე უნდა გაწმინდოს ნაგვისა და თოლიისაგან.

საგუშაგოს მოწყობილობის დაზიანების დროს დამკვირვებელი ვალდებულია შეატყობინოს სადგურს ან იმ დაწესებულებას, რომელსაც იგი ეკუთვნის და ამავე დროს გააკეთოს დაკვირვების წიგნაკში შესატყვისი ჩანაწერი, ტექნიკოსის მოსვლამდე შეასრულოს მიმდინარე შეკეთება, დააყენოს დროებითი საგუშაგო მოწყობილობა (ხიმინჯები, ლარტყები და სხვა) დაზიანებულის ნაცვლად.

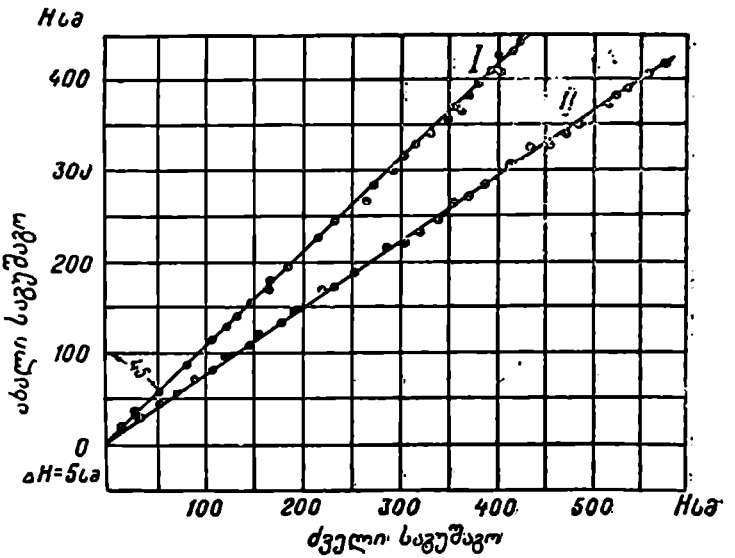
§ 14. წყალსაზომი საგუშაგოს გადატანა

საგუშაგოს გადატანა ერთი ადგილიდან მეორეზე არაა სასურველი, რადგან ერთ ადგილზე ხანგრძლივი პერიოდის დაკვირვების მასალები, რომელთაც უდიდესი ღირებულება აქვთ, შეიძლება დაიკარგოს. საგუშაგოს გადატანა შეიძლება გამოიწვიოს მისი მუშაობის პირობების შეცვლამ. საგუშაგოს მუშაობის პირობების შეცვლა შეიძლება მოხდეს მის მახლობლად კაშხალის ან სხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობის აშენების, სარწყავი არხის გაყვანის, კალაპოტის გამაწორებელი ან გამარმავებელი სამუშაოების ჩატარების და სხვ. გამო, რომელთაც შეუძლია მნიშვნელოვნად შეცვალოს მდინარეთა რეჟიმი და ხელი შეუშალოს დაკვირვების წარმოებას. შეიძლება აგრეთვე საგუშაგოს რაიონში მოხდეს მდინარის კალაპოტის და მისი ნაპირების მნიშვნელოვანი ცვლილება, განსაკუთრებით წყალმოვარდნების დროს და ან სხვა მოვლენების გამო, რის შედეგადაც შეიძლება საგუშაგოს მოელოდეს დანგრევის საშიშროება. ასეთ შემთხვევებში წყალსაზომი საგუშაგო ახალ ადგილზე გადააქვთ. საგუშაგოს ახალ ადგილზე გადატანის დროს დაცული უნდა იქნეს შემდეგი პირობები:

1) საგუშაგოსათვის მოსაწყობი ახალი ადგილი, თუ შესაძლებელია, უნდა იქნეს ძველი ადგილის მახლობლად, იმ მიზნით, რომ შევინარჩუნოთ დაკვირვების რიგის მაჩვენებლების უწყვეტობა ახალი და ძველი საგუშაგოების დაკვირვების მასალების ერთმანეთთან მიყვანით.

2) ახალ ადგილზე საგუშაგოს გადატანის დროს, თუ ახლად გახსნილ საგუშაგოზე წყლის დონეების რყევადობა ხასიათდება სულ სხვა რეჟიმით (მაგალითად წყალსაცავის ერთი ბიეფიდან მეორე ბიეფზე გადატანის დროს, შეტბორების გავლენის საზღვრებს გარეთ გადატანა და სხვა), მაშინ საგუშაგოების ერთმანეთთან მიყვანას არ მოითხოვენ, რადგანაც ახალი საგუშაგოს დაკვირვების მასალები არ შეესატყვისება ძველი საგუშაგოს დაკვირვების მასალებს.

ძველი და ახლადგახსნილი საგუშაგოების დაკვირვების მასალების ერთმანეთთან მისაყვანად, აუცილებელია ორივე საგუშაგოზე გარკვეული დროის განმავლობაში (არანაკლებ ნახევარი წლისა) დაკვირვება წარმოებდეს პარალელურად, წყალდიდობის და წყალმცირობის პერიოდების ყველა ფაზებში. ახალი საგუშაგოს გრაფიკის ნული შეიძლება დაინიშნოს ნებისმიერად, ხოლო დონეების დაკავშირების გრაფიკის აგების შემდეგ (ნახ. 10.), ახალი საგუშაგოს გრაფიკის ნული შეიძლება გადაადგილდეს ზევით ან ქვევით ისეთრომ ორივე საგუშაგოს დონეების კავშირის გრაფიკის ხაზის ქვედა ბოლო გადიოდეს კოორდინატთა სათავეში.



ნახ. 10. ახალი და ძველი საგუშაგოების დონეების კავშირის გრაფიკი.
I—ახალი დაკვირვების მასალები სრულიად მიბმულია ძველთან;
II—ახალი დაკვირვებები მხოლოდ ეთანხმება ძველს, მაგრამ არ წარმოადგენს ძველი დაკვირვების მასალების გაგრძელებას.

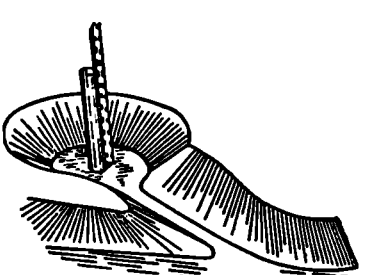
მე-10 ნახაზზე ახალ და ძველ საგუშაგოებს შორის დონეების მიყვანის სიდიდე უდრის ΔH-ს; ახალი საგუშაგოს გრაფიკის ნული აუცილებლად უნდა ავწიოთ ამ სიდიდით. როდესაც დავამყარებთ დონეების კავშირს და საბოლოოდ დავადგენთ გრაფიკის ნულის მდებარეობას, შემდეგ ახალი საგუშაგოს დაკვირვების მასალები იქნება ძველი საგუშაგოს დაკვირვების მასალების გაგრძელება. თუ

საგუშაგოების დონეების კავშირის გრაფიკს მივიღებთ სწორი ხაზის სახით, რომლის დასაწყისი არ გადის კოორდინატთა სისტემის სათავეში 45°-ით, ეს ნიშნავს, რომ წყლის დონეების რეჟიმი ახალ და ძველ საგუშაგოებთან სხვადასხვაა. ამ შემთხვევაში შეიძლება გავაკეთოთ გადაანგარიშება ძველი საგუშაგოს მაჩვენებლებსა და ახალი საგუშაგოს მაჩვენებლებს შორის მონახული კავშირის გრაფიკის მიხედვით და მივიღებთ უწყვეტი დაკვირვების რიგს ახალი საგუშაგოსათვის. მაგრამ ამ შემთხვევაში დაკვირვებების რიგი ითვლება წყვეტილად და დაკვირვებების შედეგების მიხედვით ახალ საგუშაგოზე შედგება ყოველდღიური დონეების ცალკე ცხრილი.

§ 13. დონეების სიზუსტით ათვლელი მოწყობილობა

მდინარეებზე ღელვის დროს ძნელია სიზუსტით ავითვალოთ დონეები. ამიტომ წყლის ზედაპირის დაწყნარებისათვის ზოგჯერ იყენებენ სპეციალურ მოწყობილობებს. ამ მიზნით ლარტყის ან ხიმინჯის გარშემო დგამენ გვერდებდახვრეტილ და უფსკერო ყუთს ან მილს, რომელსაც ჩაუშვებენ გარკვეულ სიღრმეზე, შეიძლება აგრეთვე გამოვიყენოთ გადასატანი მოწნული კალათი.

ლარტყა ციცხვში. მთის ჩქარ მდინარეებზე წყლის სწრაფი დინება აძნელებს ლარტყაზე დონეების სიზუსტით ათვლას. ამიტომ ლარტყას ათავსებენ ციცხვში (ნახ. 11), რისთვისაც სანაპიროზე ჭრიან ორმოს ან ჭას და მას მდინარეს უერთებენ თხრილით ან მილის საშუალებით.



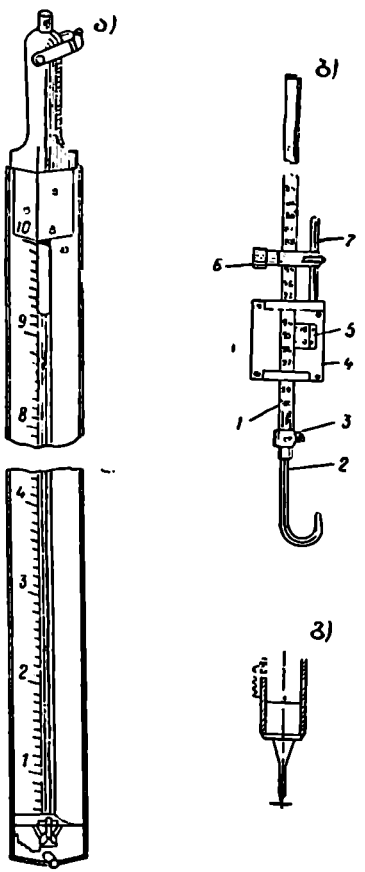
ნახ. 11. წყალსაზომი ლარტყა ციცხვში.

წყალსაზომი ლარტყა ორგანული მინის დამაწყნარებლით გამოიყენება ღელვის დროს დონეების ზუსტად ათვლისათვის (ნახ. 12 ა). ლარტყის სამუშაო სიგრძე უდრის 1 მ, რომელიც დაყოფილია სანტიმეტრებად, ლარტყის შიგნით მოთავსებულია ცილინდრული მილი. მილი ქვევით მთავრდება გვერდითი გარეთა შვერილით, რომელიც იხურება სარქველით.

დონეების ათვლისათვის ლარტყას აყენებენ ხიმინჯზე. ზედა ნაწილის სახელურთან აწვებიან ღილაკს, რის საშუალებითაც იღება სარქველი და წყალი შედის ლარტყის შიგნითა მილში. როდესაც წყლის დონე მილში დაწყნარდება, ღილაკს უშვებენ და სარქველს ხურავენ. დონეების ათვლა წარმოებს ლარტყის დაყენების შემდეგ,

ამიტომ ლარტყა უნდა იმყოფებოდეს ვერტიკალურ მდგომარეობაში.

აღნიშნული ტიპის წყალსაზომი ლარტყა მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ღელვის დროს და მთის მშფოთვარე მდინარეებზე. უკანასკნელ შემთხვევაში ლარტყა შეიძლება ხიმინჯზე დაყენებულ იქნას წიბოთი წყლის დინების მიმართულების საწინააღმდეგოდ.



ნახ. 12 ა, ბ, გ, — დონეების ზუსტად საზომი ხელაწყოები.

კაუჭიანი ლარტყა. ამ ლარტყის დანიშნულებაა წყლის დონეების ათვლა წყალსაშვებების ზედა ბიეფში, საზომ აუზებში და ჰიდრომეტრიულ ღარებში. კაუჭიანი ლარტყა წყლის დონეების ათვლის სიზუსტეს უზრუნველყოფს 1 მმ-მდე სიზუსტით (ნახ. 12 ბ).

ლარტყა შედგება თითბრის მილისაგან (1) დანაყოფებით 0-დან 100 სმ-მდე. ლარტყის ბოლო ნაწილში მოთავსებულია მოძრავი ღერო (2) სიგრძით 50 სმ, რომელიც მთავრდება კაუჭის გალესილი ბოლოთი. მოძრავი ღერო ლარტყაზე დამაგრებულია ხრახნით (3).

ლარტყა სპეციალური ბრჯენით (4) მაგრდება ხიმინჯზე, ჭის კედელზე ან სხვა უძრავ საყრდენზე. ბრჯენზე მიმაგრებულია მასშტაბიანი თამასა (ნონიუსი) (5), რომელიც საშუალებას იძლევა გავაკეთოთ წყლის დონეების ათვლა ± 1 მმ-ის სიზუსტით.

დონეების ათვლისათვის უნდა განთავისუფლდეს მომჭერი (6) და ნემს-კაუჭა დავუშვათ წყლის დონის ქვევით, ხოლო შემდეგ ამწევი ხრახნის საშუალებით და მიკრომეტრიული ხრახნით

(7) ამოვწევთ ნემსს წყლის ზედაპირთან შეხებამდე, რის შემდეგაც აითვლიან დონეს. მილის მიხედვით ლარტყაზე აითვლიან დონეებს სანტიმეტრებში, ხოლო მასშტაბიან თამასაზე (ნონიუსი) — მილიმეტრებში. ლარტყა საშუალებას იძლევა დონეების რყევადობაზე დაკვირვება ვაწარმოოთ 150 სმ-ის ფარგლებში.

ნ ე მ ს ი ა ნ ი ლ ა რ ტ ყ ა. ეს ლარტყა განსხვავდება ზემოაღწერილი კაუჩიანი ლარტყისაგან იმით, რომ მის ბოლოზე კაუჩის ნაცვლად გაკეთებულია ნემსი (ნახ. 12გ). ნემსიანი ლარტყის მილი დაყოფილია მილიმეტრებად, რაც საშუალებას იძლევა წყლის დონეები ავითვალოთ 0,1 მმ-ის სიზუსტით.

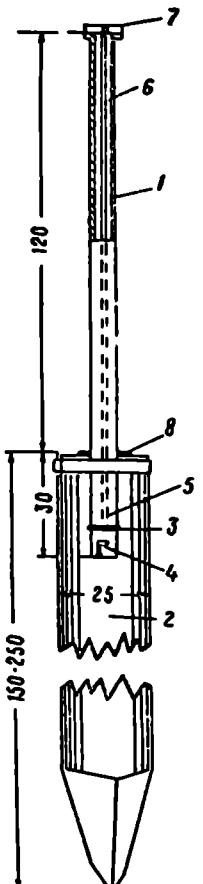
§ 16. მოწყობილობა და ხელსაწყოები მაქსიმალური და მინიმალური დონეების რეგისტრაციისათვის

ჩვეულებრივ წყალსაზომ საგუშაგოებზე წყლის დონეებზე დაკვირვება წარმოებს დღე-ღამის განმავლობაში ორჯერ (8 საათზე და 20 საათზე), მაშინ როდესაც დონეები განუწყვეტელ და ზოგჯერ ისე სწრაფ რყევადობას განიცდიან (მაგალითად მთის მდინარეებზე ან პატარა მდინარეებზე წყალმოვარდნის გავლის დროს), რომ მათი უკიდურესი მნიშვნელობები დღე-ღამის პერიოდში არ იქნება გაშუქებული დაკვირვებების ვადებს შორის. ამასთან, ამ უკიდურესი (მაქსიმალური და მინიმალური) დამახასიათებელი დონეების დადგენას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს დონეთა რეჟიმის შესწავლისათვის და დონეების რყევის ზღვრული მნიშვნელობის დადგენისათვის.

წყალსაზომ საგუშაგოებთან დაკვირვების ვადებს შორის გავლილ მაქსიმალურ და მინიმალურ დონეებზე დაკვირვებისათვის დამატებით აწყობენ მაქსიმალურ და მინიმალურ წყალსაზომ ლარტყებს, ან რომელიმე უფრო სრულყოფილი კონსტრუქციის ხელსაწყოებს, რომლებიც დამკვირვებლის გარეშე აღრიცხავს დონეების მნიშვნელობებს.

მაქსიმალური ლარტყა რკინის მილში (ნახ. 13). ლარტყა წარმოადგენს რკინის მილს (1) 5 სმ დიამეტრით, რომელიც დაყენებულია ხიშინჯზე (2) და დამაგრებულია სპეციალური რკინის კავით (3) და ჰანჯიკით (4). მილის ქვედა ბოლოში გაკეთებულია რამდენიმე ნახვრეტი მილიდან წყლის გამოსასვლელად. დონეების ათვლა წარმოებს ღერო-მაჩვენებლით (6), რომლის დიამეტრი უდრის 10—15 მმ, ღერო მილშია (1) ჩაშვებული. ღეროს თავზე დამაგრებული აქვს სპეციალური სახურავი (7), რომ მილში ატმოსფერული ნალექები არ ჩავიდეს (8). ღერო-მაჩვენებელი (6) მზადდება რკინის მი-

ლისაგან 10—15 მმ-ის დიამეტრით. მასზე დატანილია დანაყოფები ყოველ 1 სმ-ზე, მილსა და ღეროს ღებავენ ზეთიანი საღებავით. ღერო-მაჩვენებელს მილში ჩაშვების წინ ფარავენ წყალში გახსნილი ცარცით. თუ ცარცი არ არის, მაშინ ღერო-მაჩვენებელი შეიძლება დაიფაროს გახსნილი თიხით, ან დააწებებენ ქაღალდის ზოლს, რომლის გასწვრივ ქიმიური ფანქრით ატარებენ ხაზს. წყლის დონე აითვლება ღერო-მაჩვენებლის დანაყოფებზე გადარეცხილი ცარცის ან თიხის ან ქიმიური ფანქრის ხაზის გაშლის საზღვრამდე.



ნახ. 13. ჰიდრომეტრსამსახურის მაქსიმალური ლარტყა.

ამ ტიპის ლარტყა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ექსპედიციური გამოკვლევების დროს. ხიმინჯის თავი, რომელზედაც თავსდება ლარტყა, ნიველირებით უნდა მიეყვანილ იქნეს უახლოესი რეპერის ნიშნულთან.

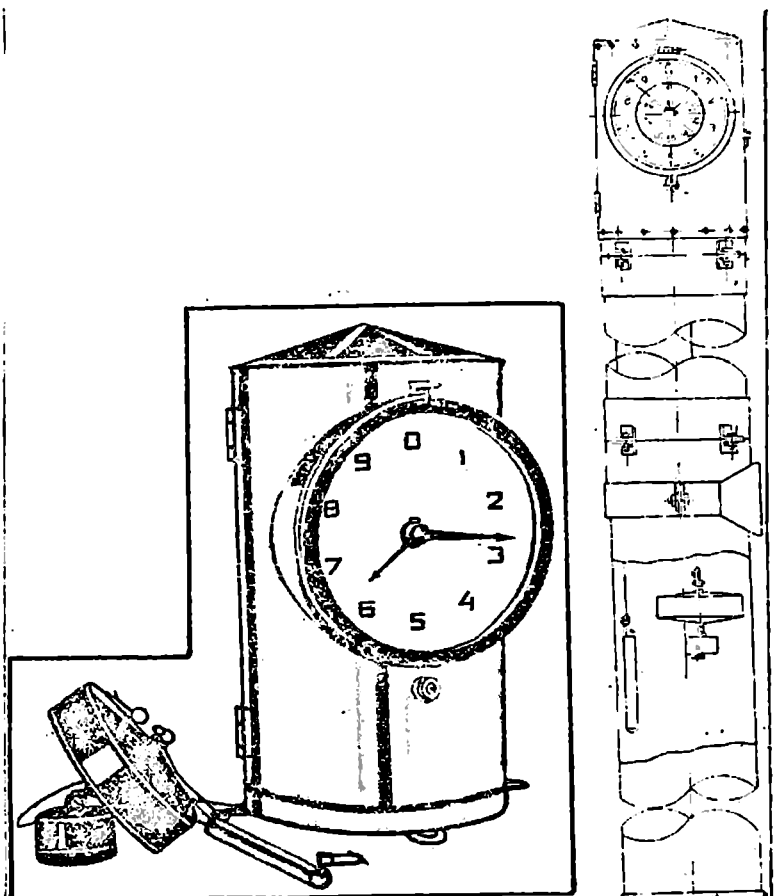
ფროლოვის სისტემის მაქსიმალური და მინიმალური წყლის დონეების საზომი ლარტყები. ეს ლარტყები საშუალებას იძლევა ყოველდღიურად, დაკვირვების ვადებს შორის, აღვრიცხოთ წყლის უდიდესი და უმცირესი დონეები. ფროლოვის მაქსიმალურ ლარტყას ამზადებენ მუხის ფიცრისაგან 2×10 სმ-ის კვეთით და 2 მ სიგრძით. გარდა ჩვეულებრივი დანაყოფებისა, ლარტყას ორივე მხარეზე გაკეთებული აქვს ამოკვეთილი კბილანები 1—2 სმ სიმაღლით, კბილანების საფეხურები ზევითაა მიმართული. ლარტყას ამაგრებენ ხიმინჯზე. ლარტყაზე ჩამოცმულია ლითონის ან ხის ტივტივა, რომელიც წყლის დონეების მომატების დროს ზევით აიწევა, ხოლო ქვევით ჩამოსვლა არ შეუძლია, რადგან მას კბილანებზე მიყრდნობილი ზამბარები იჭერს.

მინიმალური ლარტყა მოწყობილია ზუსტად ისე, როგორც მაქსიმალური ლარტყა, იმ განსხვავებით, რომ მისი კბილანები მიმართულია ქვევით. წყლის დაკლების დროს მასთან ერთად ქვევით

ტწევს ტივტივაც, რომელიც წყლის მომატებისას მაღლა ვეღარ ადის კბილანებზე ზამბარების დაწოლის შედეგად.

ფროლოვის ლარტყების მოწყობა შეიძლება ციცხვში, სანაპიროზე გაჭრილ არხში და სხვაგან. დონეების ათვლის შედეგად დამკვირვებელი ტივტივებს აყენებს წყლის ზედაპირზე, შემდეგი დაკვირვებისათვის.

დონეების მაჩვენებელი У—52. მაქსიმალური და მინიმალური დონეების რეგისტრაციისათვის უფრო მოხერხებულად არის მოწ-



ნახ. 14. დონეების მაჩვენებელი У — 52 მოწყობილობის სქემა.

ყობილი ისრიანი დონეების აღმნიშვნელი. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ხელსაწყო У—52 (ნახ. 14). მას შეუძლია დაკვირვების ვადებს შორის 1 სმ-ის სიზუსტით გაზომოს და ავტომატურად აღნიშნოს უმცირესი და უდიდესი დონეები.

დონეების რყევადობას ღებულობს ტივტივების საშუალებით, რომელიც მოთავსებულია დამცველ მილში და შეერთებულია რედუქტორთან. დონის მდებარეობას უჩვენებს ისარი ციფერბლატზე. ხელსაწყოს ტივტივური მოწყობილობა შედგება ტივტივასა და საპირწონე ტვირთისაგან, რომელიც ერთმანეთთან შეერთებულია გვარლით და გადაცმულია რედუქტორის ღერძზე. ხელსაწყოს რედუქტორის ბორბალი, რედუქტორი და ციფერბლატი მოთავსებულია დამცველ კორპუსში. რედუქტორს აქვს ორი ისარი დაკვირვების მომენტში დონეების ათვლისათვის, ერთი მათგანი უჩვენებს მეტრებს, ხოლო მეორე — სანტიმეტრებს შესატყვისი სკალის მიხედვით. ზღვრული დონეების მდგომარეობას დაკვირვების ვადებს შორის აღნიშნავენ ორი განსაკუთრებული ისრის საშუალებით, რომელნიც გადაადგილდებიან მეტრების მაჩვენებელ ისარზე მიმაგრებული წკირით. ისრები, შესატყვისად უდიდესი და უმცირესი დონეებისა, დაკვირვების ვადებს შორის, ინარჩუნებენ თავის მდგომარეობას ისრების ღერძების ხახუნის შედეგად.

დონეების მაჩვენებელი У—52 დაიდგმება 300 მმ-ის დიამეტრის დამცველ მილზე, რომლის ქვედა სექციას აქვს ხვრელიანი ფსკერი. დამცველ მილს დონეების მაჩვენებლით დგამენ ვერტიკალურ მდგომარეობაში მდგარ საყრდენზე, კლდის ფლატიან ფერდობზე, ხიდის ბურჯზე ან სხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კედლებზე.

მილის ქვედა ფსკერი უნდა მოთავსდეს უმცირეს დონეზე 0.5 მ-ით ქვევით. ზამთრის პერიოდში დონეების მაჩვენებელს ხსნიან დანადგარიდან.

§ 17. თვითმწერიანი წყალსაზომი საგუშაგოები

თვითმწერიანი საგუშაგოები განუწყვეტლივ აწარმოებენ წყლის დონეების რეგისტრაციას. მათი მოწყობა აუცილებელია დონეების დღეღამური მსვლელობის შესასწავლად და წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების დროს, მიმოქცევათა და ქარის მიერ წყლის მიდენ-მოდენის დროს და აგრეთვე ხელოვნურ ნაგებობათა მუშაობის შედეგად (წყლის გაშვების და დახურვის დროს) დონეების მკვეთრი ცვალებადობისა და სხვ. შესასწავლად.

თვითმწერიანი საგუშაგოს ძირითად ნაწილს წარმოადგენს ხელსაწყო—თვითმწერი (ლიმნიგრაფი), რომელიც ავტომატურად წერს დონეების რყევადობას. მიუხედავად იმისა, რომ თვითმწერები მრავალი ტიპისაა, ყველა ტიპი შედგება ორი უმთავრესი ნაწილისაგან: დონეების რყევის გადამწოდისა და დონეების ჩამწერი მოწყობილობისაგან.

დონეების რყევადობის გადამწოდი შეიძლება იყოს ტივტივებიანი, მანომეტრული და სხვა. უფრო მეტად არის გავრცელებული ტივტივებიანი გადამწოდი მოწყობილობა, რადგანაც ის მოსაწყობად უფრო ადვილია.

ჩამწერი მოწყობილობა ჩვეულებრივი დონეების რყევის ჩანაწერს გრაფიკის სახით იძლევა, ხოლო ზოგიერთი ჩამწერი მოწყობილობა დონეების ჩასაწერ ბაფთაზე იძლევა განსაზღვრული პერიოდის შემდეგ ციფრობრივ ანაბეჭდს, რომელიც შეესატყვისება ციფრების ჩაწერის მომენტში წყლის დონის სიმაღლეს, ზოგიერთი კი ბაფთაზე აკეთებს ნაჩვრეტებს.

ყველაზე უფრო მიღებულია თვითმწერებით დონეების ჩაწერის მასშტაბი: 1 : 1, 1 : 2; 1 : 5; 1 : 10, 1 : 20. მასშტაბი შეირჩევა დონეების რყევადობის მიხედვით, ან მათი ჩაწერის სიზუსტის მიხედვით.

თვითმწერი მოქმედებაში მოყავთ ზამბარიანი, ტვირთიანი ან ელექტრული საათის მექანიზმით. საათის მექანიზმის მოქმედების ხანგრძლივობა შეიძლება სხვადასხვა იყოს. ჰიდროლოგიურ სადგურებზე უფრო მეტად გავრცელებულია ხელსაწყოები, რომლებიც დღე-ღამის განმავლობაში მუშაობენ.

ქაღალდის ბაფთა, რომელზედაც დონეები იწერება, მიმაგრებულია თვითმწერის დოლზე. დოლი შეიძლება მდებარეობდეს ჰორიზონტალურ ან ვერტიკალურ მდგომარეობაში. მოძრაობაში მოყავთ საათის მექანიზმით, რომლის საშუალებითაც ბრუნავს ერთი მხარისაკენ, ან დონეების რყევით, რომელიც გადაეცემა მბრუნავ დოლს ბორბალზე გადადებულ გვარლზე ჩამოკიდებული ტივტივათი. ამ შემთხვევაში დოლი წყლის დონეების მომატების დროს ბრუნავს ერთ მხარეზე, ხოლო დაკლების დროს — მეორე მხარეზე.

ჩამწერი მოწყობილობა თვითმწერების საათის მექანიზმის და მბრუნავი დოლის საშუალებით მოდის მოძრაობაში. თვითმწერები, რომელთა დოლიც ბრუნავს ტივტივური მოწყობილობის საშუალებით, ურიკა კალმით მოძრაობს ერთი მიმართულებით, დოლის გასწვრივ, მუდმივ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში, საათის მექანიზმის მოქმედებით. ხანგრძლივი მოქმედების თვითმწერებზე აყენებენ ორ-

დოლს, რომელიც მოწყობილია ისე, რომ ქაღალდის ბაფთა ერთი დოლიდან გადაეხვევა მეორე დოლზე.

დანიშნულებისა და მუშაობის ხასიათის მიხედვით თვითმწერები შეიძლება იყოს დროებითი ან მუდმივი. პირველს იყენებენ ექსპედიციურ პირობებში, ხოლო მეორეს—სტაციონარული დაკვირვების დროს. სტაციონარულ თვითმწერებს დგამენ სპეციალურ ნაგებობებზე წყალსაცავის სანაპიროზე ან უშუალოდ წყალსაცავზე.

წყლის დონეების თვითმწერების ძირითადი ტიპები. საბჭოთა კავშირში კონსტრუირებულია მრავალი ტიპის წყლის დონეების თვითმწერები, მაგალითად, „ГГИ—39“, „ГГИ—41“. ზღვის დონეების თვითმწერი „ГГИ—38“ და სხვა. უკანასკნელ დროს ჰიდრომეტსამსახურის სისტემაში უფრო მეტად გავრცელებულია „ვალდაის“ ტიპის დონეების თვითმწერი და ზღვის დონეების თვითმწერი.

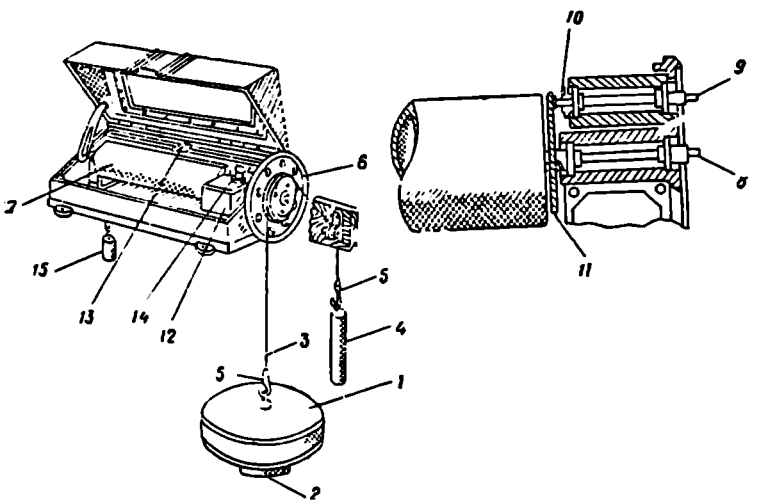
„ვალდაის“ ტიპის თვითმწერის (ნახ. 15) დანიშნულებაა წყლის დონეების რყევადობის განუწყვეტელი ჩაწერა. თვითმწერის მიმღებ-გადამწოდი სისტემა შედგება ლითონის ტივტივასაგან (1), 250 მმ-ის დიამეტრით და ტივტივაზე ქვევიდან მიმაგრებული ტვირთისაგან (2). ტივტივა (1) ჩამოკიდებულია რბილ მოქნილ გვარლზე (3), რომლის საწინააღმდეგო ბოლოზე მიბმულია საპირწონე-ტვირთი (4), წონით 1,4 კგ. ტივტივა და ტვირთი გვარლზე მაგრდება სპეციალური დამჭერით (5). გვარლი გადაეცემება ხელსაწყოს ბორბალზე (6), რომელიც წარმოადგენს ორ ერთად შედუღებულ მრგვალ ლითონის დისკოს. მცირე დისკოს გარშემოწერილობის სიგრძე უდრის 300 მმ-ს, ხოლო დიდი დისკოსი 600 მმ-ს. მიმღებ-გადამწოდ სისტემას წყლის დონეების რყევის დროს მოყავს ბრუნვაში თვითმწერის დოლი (7), ტივტივას ბორბლის ღერძთან დაკავშირების საშუალებით.

„ვალდაის“ ტიპის თვითმწერის მიმღებ-გადამწოდი სისტემა უზრუნველყოფს დონეების ჩაწერის მასშტაბის შერჩევის შესაძლებლობას, რაც დამოკიდებულია დონეების რყევის ამპლიტუდის სიდიდეზე, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

დონეების რყევის ამპლიტუდა მ-ში	ჩანაწერის მასშტაბი	თვითმწერის დონეების ცდომილება მმ-ში
1 მ-მდე	1 : 1	±3
1—2	1 : 2	±5
2—3	1 : 5	±7
3—6	1 : 10	±10

ჩანაწერის სასურველი მასშტაბის დაყენება მიიღწევა შემდეგნაირად: დონეების სვლის ჩაწერისათვის 1 : 1 და 1 : 2 მასშტაბით, ტივტივას ბორბალს ამაგრებენ ხელსაწყოს ძირითად ღერძზე (8); 1 1 მასშტაბით ჩაწერა მიიღება გვარლის მცირე დისკოზე გადადებით, ხოლო გვარლის დიდ დისკოზე გადადება იძლევა 1 : 2 მასშტაბს. დონეების სვლის 1:5 და 1:10 მასშტაბით ჩაწერისათვის, ტივტივას ბორბალი დამაგრდება დამხმარე ღერძზე (9). ღარ-კოჭი (10) გადაიწევა მისი კბილანების (11) გადაბმამდე; რომ მივიღოთ ჩანაწერი 1:5 მასშტაბით, გვარლს გადაადებენ მცირე დისკოზე, ხოლო 1:10 მასშტაბით მიღებისათვის დიდ დისკოზე.



ნახ. 15. „ვალდაის“ ტიპის თვითმწერის მოწყობილობის სქემა.

თვითმწერის ჩამწერი მოწყობილობა შედგება დოლისაგან (7), საათის მექანიზმისაგან (12) და კალმიანი ურიკისაგან (13), რომელიც ცოცავს დოლის გასწვრივ ლითონის ორ ღეროზე. დოლის გარშემოწერილობის სიგრძე 300 მმ უდრის, დოლი ბრუნავს მოძრავ ცენტრზე, რომელიც მიკრულია კორპუსის მარცხენა მხარეზე და ტივტივას ბორბლის ძირითად ღერძზე (8), რომელიც დამაგრებულია კორპუსის მარჯვენა გვერდზე. დოლზე ბაფთის გამოცვლა წარმოებს ერთხელ ან ორჯერ დღე-ღამეში. დოლზე ბაფთის შემოხვევისათვის მოძრავ ცენტრს გასწევენ საყრდენი ბუდიდან და დააყენებენ დამცველზე. დოლს წინ და მარცხნივ წაწევით ხელსაწყოდან გამოიღე-

ბენ. ბაფთას შემოჭრილი კუთხეებით დაადებენ დოლს, ხოლო ბოლოებს ჩაუშვებენ ამონაჭერში და ბერკეტის შემობრუნებით მოუჭერენ დოლის გარეპირზე. დოლის ჩადგმა ხელსაწყოში წარმოებს შებრუნებული წესით.

საათის მექანიზმი (12) მოთავსებულია გარსაცავში. ის მოქმედებს წონითი მოსამართით. ზედა სახურავზე მიმაგრებულია მოსამართი თავი (14) და ორი მისაყვანი ბერკეტი. ერთი მათგანი — ინდექსით „ВКЛ", ემსახურება საათის მექანიზმის გაშვებას და შეჩერებას, ხოლო მეორე — ინდექსით „П"—საათის სვლის მომატებას და „У" სვლის შენელებას. მათი დანიშნულებაა საათის მექანიზმის მუშაობის რეგულირება.

ურიკა კალმით გადაადგილდება დოლის გასწვრივ საათის მექანიზმის ძალით, რომელიც გადაეცემა ურიკას ფოლადის სიმის საშუალებით, რომლის ერთი ბოლო დახვეულია მოსამართი თავის დოლზე (14), ხოლო სიმის თავისუფალ მეორე ბოლოზე ჩამოკიდებულია 0,9 კგ წონის საწონი (15). ურიკა მიმაგრებულია სიმთან მომჭერი ხრახნის საშუალებით და საათის მექანიზმის მომართვის შემდეგ შეიძლება გადავაადგილოთ და დავამაგროთ საჭირო საწყის მდგომარეობაში.

დონეების თვითმწერის ნორმალური მუშაობის უზრუნველყოფისათვის აუცილებლად თავის დროზე უნდა მოიმართოს საათის მექანიზმი და გამოიცვალოს ბაფთა. ბაფთის გამოცვლის დროს უნდა ჩატარდეს შემდეგი სამუშაოები:

1) გამზადდება ახალი ბაფთა; მასზე დაისმება რიგითი ნომერი, მისი დაყენების თარიღი, მდინარის სახელწოდება და დაკვირვების ადგილის დასახელება;

2) გაიზომება დონე ხელსაწყოს გარეთა ან ჭაში მოთავსებულ ლარტყებზე, საგუშაგოს გრაფიკის ნულზე მიყვანით;

3) თვითმწერის ძველ ბაფთაზე კეთდება აღნიშვნა თვითმწერის კალმით დონეების ჩანაწერი ხაზის ბოლოზე და აღნიშვნის მახლობლად დაიწერება ბაფთის მოხსნის საათი, წუთი და დონის სიდიდე, მიყვანილი საგუშაგოს გრაფიკის ნულთან, ამის შემდეგ იხსნება ძველი ბაფთა;

4) მომართავენ საათის მექანიზმს და შეამოწმებენ საწერი მოწყობილობის და საათის მექანიზმის მუშაობას;

5) თვითმწერის კალამს გაწმენდენ და გააკეთებენ მელნით;

6) დოლზე აკეთებენ ახალ ბაფთას, კალამს დააყენებენ მოცემულ წერტილში და აღნიშნავენ შესატყვის დროს და წყლის დონეს;

ბაფთაზე კეთდება აღნიშვნა კალმით და მის მახლობლად ჩაწერენ დროს (საათს და წუთს) და წყლის დონეს საკონტროლო საგუშაგოს მიხედვით.

§ 18. წყლის დონეების თვითმწერის დადგმის ხერხები

თვითმწერიანი წყალსაზომი საგუშაგოების მოსაწყობად საჭიროა სპეციალური ნაგებობა, რომლის კონსტრუქცია დამოკიდებულია საგუშაგოს მუშაობის პერიოდის ხანგრძლივობაზე, წყლის ობიექტის რეჟიმზე და ადგილობრივ პირობებზე.

კონსტრუქციის მიხედვით თვითმწერების დანადგარები ორ ტიპად იყოფა:

1) კუნძულებრივი, როდესაც თვითმწერის დასადგამ ადგილს შეარჩევენ უშუალოდ წყალსაცავზე, მდინარეზე, ტბაზე ან ზღვაზე.

2) სანაპირო, როცა თვითმწერის ყველა ნაგებობა დადგმულია სანაპირო ჭაზე და წყალსატევთან შეერთებულია მილის საშუალებით.

დასადგამი თვითმწერის კონსტრუქციის და ტიპის შერჩევის დროს აუცილებლად უნდა გათვალისწინებულ იქნეს შემდეგი:

1) წყალსატევის ჰიდროლოგიური რეჟიმი; 2) ნაპირების ფორმა და მისი ამგები გრუნტი; 3) მახლობლად ჰიდროტექნიკური ნაგებობის არსებობა; 4) საგუშაგოს მოსაწყობ რაიონში წყლის გამოყენების ხასიათი და სხვა. თვითმწერ დანადგართან უნდა მოეწყოს ორი საკონტროლო საგუშაგო, გარედან თვითმწერის მახლობლად ან თვითმწერის კვეთზე ლარტყიანი ან ხიმინჯებიანი საგუშაგო, ხოლო წყლის მიმღებ რეზერვუარში (ჭაში) — მეორე ლარტყიანი საგუშაგო.

კუნძულებრივი ტიპის თვითმწერის დანადგარი. ამ ტიპის დანადგარი თავისი მოწყობილობით მარტივია და ეკონომიურად ხელსაყრელი. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს წყლის დონეების რყევის მცირე ამპლიტუდის დროს. დანადგარი მოითხოვს დამცველ მოწყობილობას, რომ არ დაზიანდეს ყინულების მოძრაობით, ხე-ტყის დაცურებით და წყლის ღელვისაგან. თუ აუცილებელი საჭიროება არ მოითხოვს, თვითმწერის მუშაობა ზამთრის პერიოდში შეიძლება შეწყდეს.

კუნძულებრივი ტიპის თვითმწერი დანადგარი ძირითადად სამი ნაწილისაგან შედგება: 1) საყრდენი ნაგებობა უშუალოდ წყალსატევზე; 2) ჯიხური თვითმწერისათვის, რომელიც დაიდგმება საყრდენზე; 3) მილის სახის მიმღები რეზერვუარი, რომელშიაც მოთავს-

დება თვითმწერის ტივტივა საპირწონით. საყრდენად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს: ხიდების ბურჯები, სანაპირო კედლები, ნავსადგომები, ტალღსამსხვრევები, ფლატიანი სანაპიროები და სხვა. თვითმწერის ჯიხური დაიდგმება საყრდენ მაგიდაზე, რომელიც კრონშტეინის საშუალებით მიმაგრდება ხიდის ბურჯზე, სანაპირო კედელზე, ფლატიან ნაპირზე ან სხვა საყრდენზე. თვითმწერის საყრდენი მაგიდა უნდა მოთავსდეს წყლის უდიდეს დონეზე 0,5—0,1 მეტრით მაღლა. მილის სახის მიმღები რეზერვუარი (ხის, რკინის, ბეტონის) არანაკლებ 0,35 მ დიამეტრის რკინის სალტეებით და კრონშტეინით მიმაგრდება სანაპირო კედელზე ან სხვა ნაგებობაზე. მილის ბოლო თავი უნდა იყოს მოთავსებული უმცირეს დონეზე 0,5—0,1 მ-ით ქვევით. მილის ბოლო ნაწილში აკეთებენ ხვრელებს წყლის შესასვლელად.

იმ შემთხვევაში, როდესაც არ არის ხელოვნური ნაგებობა, საყრდენს აკეთებენ ექვსი ხიმინჯისაგან, ასობენ მათ წრიულად და გარედან უკერენ რკინის სალტეს, შიგნითა ღრუში უშვებენ თვითმწერის ტივტივას საპირწონით. ასეთი საყრდენის თავზე დგამენ ხის ჯიხურს თვითმწერის დასადგამად. ნაპირიდან დანადგარზე მისასვლელად აწყობენ ხიდს, ან მიდიან ნავის საშუალებით. უკანასკნელ შემთხვევაში აკეთებენ კიბეს და სამუშაო მოედანს დამკვირვებლისათვის. კუნძულებრივი ტიპის დანადგარი შეიძლება მოეწყოს სხვა ხერხითაც. ასობენ ოთხ ხიმინჯს და მათ შორის ათავსებენ ფიცრებისაგან შეკედილ კოლს, რომლის ღრუში მოთავსდება თვითმწერის ტივტივა საპირწონით და ზევიდან ადგამენ ჯიხურს თვითმწერის დასადგამად.

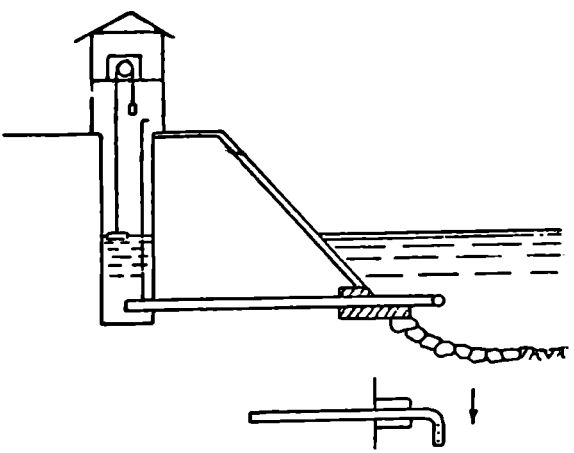
ტბებზე და წყალსაცავებზე, სადაც არის დიდი ღელვა, და აგრეთვე მდინარეებზე, რომელთაც აქვთ დიდი სიჩქარე, ან შესართავებთან ადგილი აქვს მიმოქცევას, კუნძულებრივი ტიპის თვითმწერის დანადგარს აწყობენ მაგარ საფუძველზე.

სანაპირო ტიპის თვითმწერის დანადგარი. ამ ტიპის დანადგარებს აწყობენ ხანგრძლივი მუშაობის პერიოდისათვის, მაგრამ მისი მოწყობა რთულია და უფრო ძვირი ჯდება, შედარებით კუნძულებრივი ტიპის დანადგართან. მას აწყობენ იმ შემთხვევაში, როდესაც 1) საჭიროა საგუშაგოს განუსაზღვრელი დროით მუშაობა; 2) როდესაც ადგილი აქვს წყლის დონეების დიდ რყევადობას და 3) როდესაც აუცილებელია თვითმწერის ზამთრის სეზონში მუშაობა.

სანაპირო ტიპის თვითმწერის დანადგარი ძირითადად ოთხი ნაწილისაგან შედგება: 1) წყალმიმღები რეზერვუარი ჭის სახით ეწყობა სანაპიროზე, სადაც თავსდება თვითმწერის ტივტივა საპირწო-

ნით; 2) მილები, რომლითაც ჭა დაკავშირებულია წყალსატევთან; 3) მიმღები მოწყობილობა, რომელიც თავსდება წყალმიმღები მილის ბოლოში; 4) ჯიხური თვითმწერისათვის, რომელიც დაიდგმება ჭის თავზე; ჭას სანაპიროზე აწყობენ იმ ანგარიშით, რომ მისი ზედაპირი უნდა იყოს წყლის უდიდეს დონეებს ზევით არანაკლებ 1,0 მეტრისა, ხოლო ჭის ფსკერი — წყლის უმცირეს დონეებზე 1,0—1,5 მეტრით ქვევით. ადგილობრივი პირობების მიხედვით ჭა შეიძლება იყოს გაკეთებული ხისაგან, ბეტონისა ან ამოშენებული იყოს ქვისაგან.

სანაპირო ტიპის თვითმწერის დანადგარი ნაჩვენებია მე-16 ნახაზზე.



ნახ. 16. სანაპირო ტიპის თვითმწერის დანადგარი.

§ 10. დისტანციური წყალსაზომი საგუშაგოები

დისტანციურ წყალსაზომ საგუშაგოებს ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს დისპეჩერული სამსახურისათვის ჰიდროელექტროსადგურებზე, რაბებზე, დიდ წყალსაცავებზე, სარწყავ სისტემებზე და მცირედ დასახლებული რაიონებისათვის, რადგანაც ისინი არ მოითხოვენ მუდმივად დამკვირვებლის მომსახურებას; ამ ტიპის საგუშაგოები ეწყობა ისეთი ხელსაწყოებით, რომლებიც დონეების სიმაღლეს ავტომატურად გადასცემენ შორ მანძილზე. წყლის დონეების ცნობების გადაცემა მიმღებ პუნქტამდე მათ მიერ შეიძლება წარმოებდეს განსაზღვრულ დანიშნულ ვადებში ან მიმღებ პუნქტში განუწყვეტელი დონეების რყევის გრაფიკის ჩახაზვით.

ცნობები დონეების შესახებ გადაეცემა მექანიკური მოწყობილობის საშუალებით, ელექტროგადამცემი კავშირით ან რადიოთი.

მექანიკური კავშირი ხორციელდება ბაფთით ან გვარლით და კბილანებიანი ბორბლის საშუალებით, რომელიც გამოიყენება მხოლოდ ღრკლე მანძილზე გადასაცემად, მაგალითად, დისპეჩერულ შენობაში კაშხალის ზედა და ქვედა ბიეფიდან დონეების მისაღებად. პრაქტიკულად უფრო მოხერხებულია ელექტროგადამცემი კავშირით, ხოლო აუცილებელ შემთხვევაში დონეების მნიშვნელოვან მანძილზე რადიოკავშირით გადაცემა.

ამ ტიპის ხელსაწყოების ძირითადი კვანძები არის შემდეგი: 1) გადამწოდი (გასაზომი დონეების სიდიდეების საზომი და გარდამქმნელი); 2) საზრდოობის წყარო; 3) კავშირის არხი; 4) რეგისტრირებული დონეების მიმღები მოწყობილობა. დონმზომების უმეტესობას გადამწოდი აქვთ ტივტივური მოწყობილობის, მაგრამ ზოგიერთი მათგანი აღჭურვილია ფოტოელემენტებიანი ან რადიოაქტიური მოწყობილობით. საზრდოობის წყაროდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ელექტროქსელი ან აკუმულატორები.

კავშირის არხისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ელსადენები ან რადიოკავშირი. მიმღები მოწყობილობა შეიძლება იყოს თვითმწერების სახის, ისრიანი სკალიანი მაჩვენებლით, ხოლო რადიოკავშირის დროს — ბგერითი.

დისტანციური დონმზომი. ხელსაწყოს დანიშნულებაა შორ მანძილიდან გადმოცემული წყლის დონეების რეგისტრაცია და მისი თვითმწერის ბაფთაზე ჩაწერა. დისტანციური დონმზომი ძირითადად ორი ნაწილისაგან შედგება: დონეების რყევის მიმღებისაგან და დონეების აღმრიცხველი თვითმწერისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია გამტარებით.

დონეების რყევადობის მიმღები დაიდგმება უშუალოდ წყლის ობიექტზე, ჰის თავზე მოწყობილ ჯიხურში. ჰა მდინარესთან ან ტბასთან შეერთებულია სათანადო დიამეტრის მილებით.

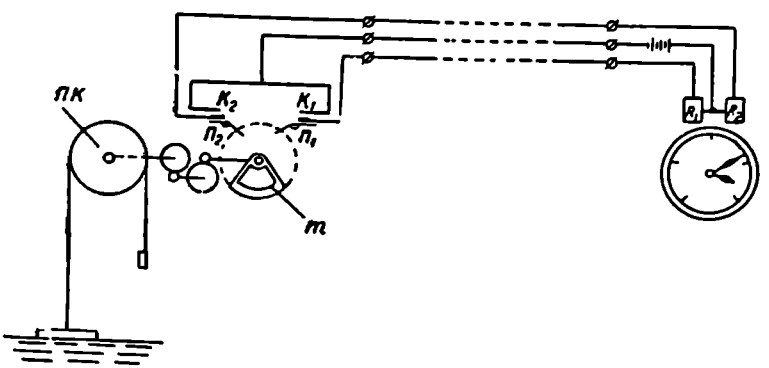
დონეების რყევას ღებულობს მიმღების ტივტივა. ტივტივას ზევით და ქვევით მოძრაობა იწვევს მიმღების სქემაში ელექტრული ჯაჭვის კონტაქტების ჩართვას. მიმღები სამსადენიანი კავშირის ხაზით დაკავშირებულია თვითმწერთან. ელექტროდენი ჯაჭვის შეერთების დროს თვითმწერის სქემაში გამოიწვევს ელექტრომაგნიტების მოქმედებას. ელექტრომაგნიტების ღუზების რხევადობა გადაეცემა კალამს, რომელიც წერს დონეების მსვლელობას დოლზე დახვეულ ბაფთაზე. დოლი ბრუნავს ერთკვირიანი მოსამართავი საათის მექა-

ნიზმის საშუალებით და დღე-ღამის განმავლობაში ერთ შემობრუნებას ასრულებს.

დისტანციური დონმზომის საზრდოობა წარმოებს 25 ვატ. დაძაბულობის მუდმივი დენით.

წყლის დონეების დისტანციური მაჩვენებელი. ხელსაწყო ზემოაღწერილი დისტანციური დონმზომის სახესხვაობას წარმოადგენს. ამ ხელსაწყოს ტივტივას მოძრაობა სამსადენიანი ხაზის კავშირით გადაეცემა ორისრიან ამთვლელ-სუმარულ მექანიზმს. ერთი ისარი ციფერბლატზე მეტრებს უჩვენებს, ხოლო მეორე — სანტიმეტრებს.

როგორც ხელსაწყოს ელექტროსქემიდან ჩანს (ნახ. 17), ტივტივას ბორბალი (πk) მექანიკური რედუქტორის საშუალებით ბრუნავს



ნახ. 17. დონეების დისტანციური მაჩვენებლის ელექტრული სქემა.

მუშტა m-ით, რომელიც დონეების მომატების დროს მწყვეტარა π_1-ით ჩაერთვება კონტაქტურ ჯგუფს k, ხოლო დონეების დაკლების დროს π_2-ით k_2-ს ჩართავს. დონეების მაჩვენებელთან მოთავსებულია ძალოვანი ელექტრომაგნიტები R_1 და R_2, რომელთაც მოძრაობაში მოჰყავს ამთვლელი მექანიზმის ისრები. წყლის დონეების ათვლის სიზუსტე უდრის 1 სმ.

ამჟამად გვაქვს ასეთი დისტანციური დონმზომის მხოლოდ ერთეული ეგზემპლარები და ჰიდროლოგიურ ქსელში მას ჯერჯერობით არ იყენებენ.

§ 20. წყლის ზედაპირის დახრილობის საზომი საგუშაგოები

ამ ტიპის საგუშაგოების დანიშნულება არის მდინარის საკვლევ უბანზე განსაზღვროს წყლის ზედაპირის ვარდნა და დახრილობა.

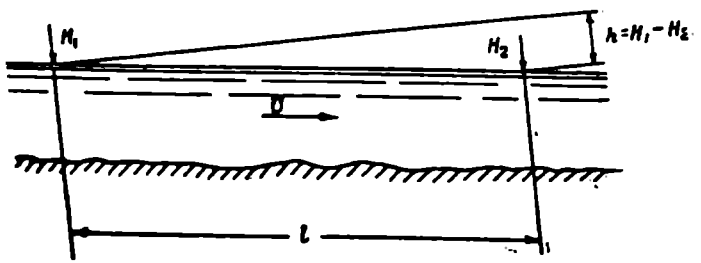
დახრილობის საზომი საგუშაგოები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ ჰიდროლოგიურ სადგურებზე, სადაც ადგილი აქვს ცვლადი შეტბორების მოვლენებს.

ცვლადი შეტბორების არსებობის დროს კავშირი მდინარის დონეებსა და ხარჯებს შორის ე. ი. $Q=f(H)$, ხდება მრავალსახა, რადგანაც ამ დროს წყლის ხარჯები დამოკიდებულია არა მარტო დონეებზე (H), არამედ წყლის ზედაპირის დახრილობაზეც (i), ე. ი. მიღება $Q=f(Hi)$. წყლის ზედაპირის დახრილობის ცოდნა აგრეთვე აუცილებელია მდინარის კალაპოტის მჭისეობის განსაზღვრისათვის.

წყლის ზედაპირის ვარდნისა და დახრილობის სიზუსტით განსაზღვრისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს საგუშაგოებს შორის მანძილს, რომელიც შეირჩევა უბნის უმცირესი ვარდნის სიდიდის მიხედვით.

წყლის ზედაპირის დახრილობაზე დაკვირვების შედეგები გამოიყენება წყლის ჩამონადენის გამოანგარიშების დროს და ხარჯების მრუდების ექსტრაპოლაციისათვის ჰიდრავლიკური ფორმულების მიხედვით. დახრილობით მნიშვნელობა უნდა გაიზომოს 10—15%-ის სიზუსტით; ასეთი სიზუსტე შეიძლება მიღწეული იქნეს შემდეგი პირობით: ვაკის მდინარეებზე ვარდნის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 10—20 სმ-ს, ხოლო მთის მდინარეებზე — 25—50 სმ-ს.

ზუსტად რომ მივიღოთ მდინარის უბანზე წყლის ზედაპირის დახრილობა, საჭიროა სიზუსტით განვსაზღვროთ შემდეგი ელემენტები: 1) მანძილი საგუშაგოებს შორის; 2) საგუშაგოების ხიმინჯების თავების ნიშნულები ან ლარტყის ნულები, 3) საგუშაგოებზე წყლის დონეების ერთდროულად ათვლა, რაც შეიძლება დიდი სიზუსტით.



ნახ. 18. წყლის ზედაპირის ვარდნისა და დახრილობის განსაზღვრის სქემა.

წყლის ზედაპირის ვარდნისა და დახრილობის სიდიდეების განსაზღვრის სქემა ნაჩვენებია მე-18 ნახაზზე. სადაც H_1 და H_2 არის წყლის დონეების ნიშნულები ზედა და ქვედა საგუშაგოებზე, l—მანძილი

დახრილობის საგუშაგოებს შორის. ვარდნის სიდიდე $h=H_1—H_2$, ხოლო წყლის ზედაპირის დახრილობა $i=\frac{h}{l}$.

ჩაწერის შემცირებისათვის წყლის ზედაპირის დახრილობის სიდიდეებს გამოსახავენ პრომილებში (‰).

წყლის ზედაპირის დახრილობაზე დაკვირვების უბნის შესარჩევად, მისი საზღვრების დასადგენად და ზედა და ქვედა საგუშაგოების მოსაწყობი ადგილების შესარჩევად წარმოებს მდინარის გამოკვლევა ნიველირების საშუალებით, წყლის ზედაპირის გასწვრივი პროფილის მიხედვით. თუ შესაძლებელია, ნიველირება უნდა ჩატარდეს ერთდროულად მდინარის ორივე სანაპიროზე. უნდა ვეცადოთ, რომ მოქმედ წყალსაზომ საგუშაგოებთან უბნის ერთ-ერთ საზღვრად (ზედა ან ქვედა საზღვრად) გამოვიყენოთ ძირითადი წყალსაზომი საგუშაგოები. თუ ეს შეუძლებელი აღმოჩნდება, ძირითადი საგუშაგოდან ზევით და ქვევით აწყობენ დახრილობის საგუშაგოებს. ნიველირების უბნის საერთო სიგრძე დადგინდება იმ ანგარიშით, რომ ძირითადი საგუშაგოდან ზედა და ქვედა დინებაზე წყლის ვარდნა არ უნდა აღემატებოდეს ზემოთ დასახელებულ საზღვრებს (ვაკის მდინარეებზე 10—15 სმ, მთის მდინარეებზე 25—50 სმ).

უბნის ნიველირება უნდა ჩატარდეს ორჯერ: წყალდიდობის პერიოდში უდიდესი დონეების დროს და წყალმცირობის პერიოდში უმცირესი დონეების დროს. მდინარის კალაპოტის ხასიათის მიხედვით წყლის ზედაპირის დახრილობის გასაზომი უბანი შეიძლება იყოს სხვადასხვა სიგრძის. უბნის საზღვრები შეირჩევა იმ ანგარიშით, რომ გასაზომი დახრილობის ზევით და ქვევით იყოს ერთნაირი დახრილობის მქონე გარკვეული მანძილი.

ნიველირება წყლის ზედაპირის დახრილობის განსაზღვრისათვის. წყლის ზედაპირის ნიველირების ჩასატარებლად უნდა შესრულდეს წინასწარ მოსამზადებელი სამუშაოები.

ამ მიზნით მდინარის გამოსაკვლევ უბანზე შესაძლებლობის მიხედვით ერთდროულად ასობენ პალოებს წყლის ნაპირზე ერთმანეთისაგან 50—100 მეტრის დაშორებით, და აგრეთვე წყლის ზედაპირის ყველა გარდატეხის (ჩქერები, ჭორომები) ადგილებთან. პალოებს შორის მანძილს ზომავენ ბაფთით. პალოების თავის ზედაპირი უნდა იყოს გასწორებული წყლის ზედაპირთან, უკიდურეს შემთხვევაში წყლის ზედაპირს პალოზე აღნიშნავენ ფანქრით. წყლის დონეების მდგომარეობის ფიქსაციის სიზუსტისათვის, პალოებს ბუნებრივ უბეებში ან ხელოვნურად გაკეთებულ ციცხვებში ასობენ, სადაც მდინარიდან წყალი მიჰყავთ თხრილის ან მილის საშუალე-

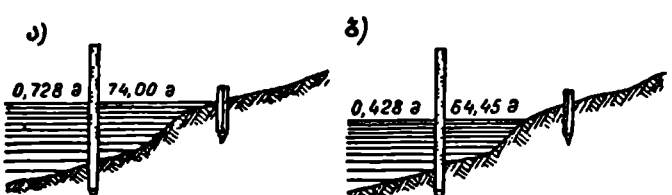
ბით. პალოების დასობის დროს ძირითად საგუშაგოზე კონტროლისათვის წყლის დონეებს აკვირდებიან ყოველი 5—10 წუთის შემდეგ და დონეებს ითვლიან 0,5 სმ-ის სიზუსტით. პალოების თავების ნიშნულებს საზღვრავენ IV კლასის ნიველირების ორმაგი სვლით ძირითადი საგუშაგოს რეპერიდან.

წყლის ხარჯების გაზომვასთან ერთად, ეპიზოდურად ზომავენ წყლის ზედაპირის დახრილობას ნიველირების საშუალებით, ამ გაზომვით მიზანშეწონილია უბნის ბოლო საზღვრებთან დაყენებული იქნეს მუდმივი რეპერები. დონეების რყევის დიდი ამპლიტუდის დროს სასარგებლოა აღნიშნული რეპერების კვეთში, 1,5—2,0 მეტრით მაღლა დავასოთ დამატებითი ხიმინჯები, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს ჩავატაროთ წყლის ნაპირის ნიველირება საპურველი დონეების დროს.

მთის მდინარეებზე, სადაც აუცილებელია წყლის ზედაპირის ვარდნისა და დახრილობის სიზუსტით განაზღვრა, წყლის ნაპირის ნიველირება შეიძლება ჩავატაროთ დასობილი პალოების მიხედვით, ნიველირის ერთ შუა ადგილზე დაყენების საშუალებით.

მოძრავი წყალსაზომი საგუშაგოები. მდინარეების ექსპედიციური გამოკვლევების დროს წამოიჭრება აუცილებლობა, გამოსაკვლევ უბანზე ყველა გაზომვითი სამუშაოები ნიველირებით მივიყვანოთ ერთდროულ დონეებამდე, ამიტომ ექსპედიციის დგომის ადგილზე აწყობენ მოძრავ საგუშაგოებს.

მოძრავი საგუშაგო ჩვეულებრივ შედგება ორი ხიმინჯისაგან (ნახ. 19), რომელთაც ასობენ 1,5—2,0 მეტრის სიღრმეზე; ერთ მათ-



ნახ. 19. მოძრავი წყალსაზომი საგუშაგო. ა) ძველი საგუშაგო; ბ) ახალი საგუშაგო.

განს ასობენ მდინარის კალაპოტის ფსკერზე წყლის დონეზე ქვევით, ხოლო მეორეს — სანაპიროზე. პირველ ხიმინჯზე წარმოებს წყლის დონეების ათვლა, ხოლო მეორე წარმოადგენს დროებით რეპერს, რომელიც სიმაღლითი ნიშნულით მიბმულია მახლობელ ძირითად რეპერთან. საგუშაგოს დადგმის დროს პირველი ხიმინჯის დაკვირვე-

ბის ნული (ხიმინჯის თავი) ნიველირებით დაკავშირებულია მეორე ხიმინჯთან. კონტროლისათვის ნიველირება წარმოებს ყოველდღიურად.

ექსპედიციის მეორე ადგილზე გადასვლისას ახალ ადგილზე წინასწარ აგზავნიან ტექნიკოსს საგუშაგოს მოსაწყობად.

ახალ საგუშაგოზე დაკვირვება (ნახ. 19 ბ) უნდა დაიწყოს უფრო ადრე, სანამ ძველ საგუშაგოზე (ნახ. 19 ა) დაკვირვება შეწყდებოდეს. ძველი და ახალი საგუშაგოების დონეების მსვლელობის შებირისპირება წარმოებს საერთოდ ორივე საგუშაგოებზე გარკვეულ დროის მომენტებში.

მოძრავი წყალსაზომი საგუშაგოები შეიძლება მოწყობილ იქნეს თვითმწერებით, რომლებიც მოგვცემენ დონეების მსვლელობის ჩანაწერებს. ხიმინჯებიან და ლარტყიან საგუშაგოებზე დონეების ათვლა წარმოებს ყოველი 15—30 წუთის შემდეგ. შეიძლება დონეების ათვლა ვაწარმოოთ 1—2 საათის შემდეგაც. დაკვირვების დროის ვადების დადგენა საერთოდ დამოკიდებულია დონეების რყევის რეჟიმზე.

§ 21. მიწისქვეშა წყლის დონეებზე დაკვირვების წყალსაზომი საგუშაგოები

მიწისქვეშა წყლების დონეებზე დაკვირვებისათვის საგუშაგოებს აწყობენ ჭებზე და ჭაბურღილებზე. როდესაც ჭის წყალს მოსახლეობა იყენებს, წყლის ამოღების დროს მიწისქვეშა წყლის დონეები დაიკლებს, ამიტომ წყლის დონეები უნდა გაიზომოს დილით ადრე, წყლის ამოღებამდე.

უფრო მოხერხებული და საიმედო მიწისქვეშა წყლების დონეების გასაზომად არის ჭაბურღილებზე მოწყობილი წყალსაზომი საგუშაგოები. ჭაბურღილი წარმოადგენს მიწაში ჩაშვებულ 10 სმ დიამეტრის რკინის მილს, რომელსაც ბოლო ნაწილი დახვრეტილი აქვს მილში წყლის შესასვლელად. მცირე სიღრმის (2—2,5 მ) ჭაბურღილებში წყალი ზამთარში შეიძლება გაიყინოს. ამ მოვლენის თავიდან აცილებისათვის ჭაბურღილს ახურავენ ქეჩაგამოკრულ ხის ყუთს, ან მის გარშემო ხელოვნურად ადიდებენ თოვლის საფარის სიმაღლეს.

ჭაბურღილის მილი რომ დაიცვან ზედაპირული წყლის ჩასვლისაგან, მილის ზედა ნაწილს გარშემო მოტენიან თიხით, ხოლო თვით მილს უკეთებენ სახურავს. მილის ზედა თავის სიმაღლე ნიველირებით უნდა დაუკავშირდეს რეპერს; ეს იქნება მუდმივი საწყისი სი-

მაღლე, საიდანაც აითვლება მიწისქვეშა წყლის დონეები. თუ წყლის დონეებზე დაკვირვება წარმოებს ჭაში, მაშინ მუდმივი საწყისი სიმაღლე დონეების ათვლისათვის დაინიშნება ჭის ზედა თავის წრიდან; თუ ჭა ბეტონითაა ამოყვანილი, მისი ზედა წრიდან.

ჭაში ან მილში მიწისქვეშა წყლის დონეების ათვლა შეიძლება ვაწარმოოთ ხის ლარტყით, დანაყოფებიანი ჭოკით, ლოტით, ან ბაფთით და სხვა. ხის ლარტყით ან დანაყოფებიანი ჭოკით წყლის დონეების ათვლა ხელსაყრელია, თუ ჭის ან მილის სიღრმე 3—3,5 მეტრს არ აღემატება. დანაყოფებიან ლარტყას ან ჭოკს ჩაუშვებენ ჭაში წყლის ფსკერამდე. ჭოკზე ათვლა წარმოებს შებრუნებით, ზევიდან ქვევით. თუ ჭოკის ან ლარტყის ქვედა ნაწილი წყლით არის დასველებული, მაშინ საწყის ანათვალს აკლებენ წყლის სიღრმე'ს და ღებულობენ წყლის დონეს რეპერზე მიყვანით.

მიწისქვეშა წყლების დონეების რყევადობის გასაზომად არსებობს ლოტები და წყალსაზომი ლარტყები ელექტრული სიგნალიზაციით, რომელთა არსიც შემდეგში მდგომარეობს: იმ მომენტში, როდესაც ლოტის ან ლარტყის ქვედა ნაწილის თავი შეეხება მიწისქვეშა წყლის ზედაპირს, მოხდება დენის ჩართვა, რის შესახებაც სიგნალს იძლევა ზარი ან განათდება ნათურა. მიწისქვეშა წყლების რეგისტრაციისათვის იყენებენ აგრეთვე თვითმწერებს და დისტანციურ დონმზომებს.

§ 22. წყალსაზომი სამუშაოების განლაგება და მოწყობა ჭაობებში

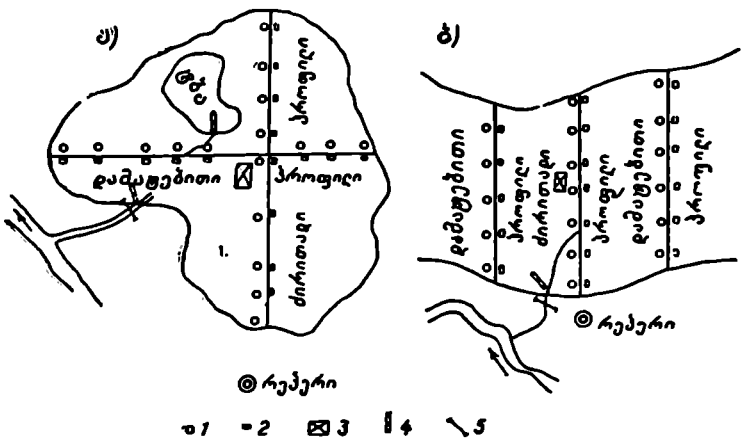
ისეთ ჭაობებში მიწისქვეშა წყლების დონეებზე რეგულარულად დაკვირვებისათვის, რომელთაც ოვალური ფორმა აქვთ და განივკვეთი არ აღემატება 3 კილომეტრს, დანიშნავენ ორ ურთიერთპერპენდიკულარულ პროფილს (ნახ. 20 ა), რომელიც გაივლის გენეტურ ცენტრში და გადის ჭაობის ბუდობის ნულოვან საზღვართან.

თუ ჭაობი წაგრძელებულია ვიწრო ზოლის სახით, მაშინ ძირითადი პროფილით გადაკვეთენ ჭაობს მთელ სიგანეზე, ხოლო მის პარალელურად დანიშნავენ 1—3 დამატებით პროფილებს (ნახ. 20).

დაკვირვების პუნქტები განლაგდება პროფილებზე 100—200 მ-ის დაშორებით. ჭაობის ცენტრალურ ნაწილში აწყობენ მეტეოროლოგიურ მოედანს, მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვებისათვის. თუ ჭაობში მიედინება მდინარე, ნაკადული ან არის ტბა, მაშინ მათზე აწყობენ წყალსაზომ საგუშაგოებს, ხოლო ჭაობიდან

წყალსადინარების გამოსასვლელის ადგილზე — ჰიდროლოგიურ კვეთს.

დაკვირვების პუნქტი წარმოადგენს სათვალთვალო ჭას 0,75—1,5 მეტრის სიღრმით. ჭის გვერდები დაცული რომ იქნას ჩამოქცევისაგან, მასში დგამენ კვადრატული ფორმის გვერდებდახვრეტილ ხის ყუთს.



ნახ. 20. მომრგვალებული ფორმის ჭაობში დაკვირვების პუნქტების განლაგების სქემა; ა — წაგრძელებული ფორმის ჭაობებში დაკვირვების პუნქტების განლაგების სქემა.

1 — 0; 2 — |□|; 3 — |×|; 4 — |-|; 5 — |\|:

1 — სათვალთვალო ჭაბურღილი; 2 — დაკვირვების პუნქტი თოვლზე და გაყინულის ფენის სისქეზე; 3 — მეტეოროლოგიური მოედანი; 4 — წყალსაზომი საგუშაგო; 5 — ჰიდრომეტრიული კვეთი.

თითოეული ჭის მახლობლად 20—30 სმ-ის დაშორებით 2—2.5 მეტრის სიღრმეზე ასობენ 10—12 სმ დიამეტრიან ორ ხიმინჯს. ხიმინჯების თავებს გაუთანაბრებენ ჭაობის ზედაპირს. ხიმინჯის თავზე ლურსმნით დააჭედებენ 5×5 სმ კვეთის თამასას (ლარტყას). თამასას ასწორებენ თარაზოთი და უკავშირებენ რეპერს. თამასის ქვედა პირს ღებულობენ დაკვირვების ნულად, საიდანაც გადასატანი ლარტყის საშუალებით ზომავენ მანძილს მიწისქვეშა წყლის ზედაპირამდე. მოედნის ცენტრში დგამენ მუდმივ რეპერს, საიდანაც ნიველირების ორმაგი სვლით განსაზღვრავენ დაკვირვების ნულს ყველა ჭისათვის. დამკვირვებლის მისასვლელად გაჰყავთ ფიცრების

ხიდი, რომელსაც თოვლის მოსვლისთანავე იღებენ და აკეთებენ მხოლოდ მაშინ, როდესაც წყლის დონეებზე დაკვირვება დაიწყება. ხიდისა და ჭის მოპირდაპირე მხარეზე დააყენებენ ბოძს ფიცრით ერთი მეტრის სიმაღლეზე, სადაც დაწერილი იქნება ჭის ნომერი. ზამთარში ჭა რომ არ გაიყინოს, უკეთებენ სახურავს და ზევიდან თოვლს აყრიან. გაზაფხულზე თოვლის მდნარი წყლის ჩამონადენის შემდეგ ყველა ჭებს წმენდენ არსებულ სიღრმემდე.

მეოთხე თავი

წყლის დონეებზე დაკვირვების ორგანიზაცია

§ 22. სამუშაოს შედგენილობა და დაკვირვების ვადები

წყალსაზომ საგუშაგოებზე სამუშაოს შედგენილობა და დაკვირვების ვადები დადგინდება საგუშაგოს დანიშნულებით და მდინარის ან წყალსატევის რეჟიმის ხასიათის შესაბამისად. საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტსამსახურის ყველა წყალსაზომ საგუშაგოზე დაკვირვება წარმოებს შემდეგ ელემენტებზე: 1) წყლის დონეების სიმაღლეზე; 2) წყლის ტემპერატურაზე; 3) ყინულის სისქეზე, ყინულზედა თოვლის სისქეზე და თოშზე; 4) თვალსაზრისი დაკვირვება ყინულოვან მოვლენებზე და რეჟიმზე, ქარზე, ღელვაზე, ატმოსფერულ ნალექებზე, წყალმცენარეებზე, კალაპოტის ცვალებადობაზე, ყინულზე გადასვლის დაწყებაზე და შეწყვეტაზე, ხე-ტყის დაცურებაზე, ნაპირსნობაზე; გარდა ამისა, აღინიშნება შემთხვევები, რომლებიც მოახდინეს გავლენა წყლის ობიექტის რეჟიმზე წყლის გამოყენებასთან დაკავშირებით, დაბოლოს, სტიქიურ მოვლენებზე.

პირველი თანრიგის წყალსაზომ საგუშაგოებზე დამატებით დაკვირვებებში შედის: 1) მდინარის წყლის ხარჯების გაზომვა; 2) სიმღვრივის გასაგებად წყლის სინჯის აღება; 3) ტბებზე და წყალსაცავებზე ტალღების სიმაღლის გაზომვა; 4) წვიმსაზომი დანადგარებით ატმოსფერული ნალექების გაზომვა; 5) თოვლის სიმაღლის და სიმკვრივის გაზომვა; 6) ნიადაგში გაყინვის სისქის გაზომვა და სხვა. მეტეოროლოგიური სადგურიდან მნიშვნელოვანი დაშორების შემთხვევაში ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე აწყობენ ორგანიზაციას ჰაერის ტემპერატურის და ნალექების გასაზომად. ყველა შემთხვევაში დამკვირვებელს უნდა მიეცეს დავალება საგუშაგოს მუშაობის წარმოების მეთოდიკის შესახებ.

წყლის დონეებზე დაკვირვების ვადები. დღე-ღამის განმავლობაში წყლის დონეებზე დაკვირვების სიხშირე დამოკიდებულია დონეების რეჟიმის ხასიათზე წლის ცალკეულ სეზონებში.

დღე-ღამის განმავლობაში დაკვირვების ძირითად ვადებს წარმოადგენს 8 და 20 საათი. წყალდიდობის პერიოდში და წყალმოვარდნების დროს აუცილებლად უნდა დაინიშნოს დამატებითი ვადები თანაბარი დროის მონაკვეთებში (2, 4, 6 საათი), ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია წყალდიდობის ან წყალმოვარდნის ტალღის ჩქარი მატებისა და კლების სიჩქარეებზე და ხასიათზე.

მდინარეებზე, რომელთაც ახასიათებს წყალდიდობის ან წყალმოვარდნისას სწრაფი მატება და კლება, ან რომელთაც აქვთ წყალდიდობის დროს რამდენიმე თანმიმდევრული ტალღის თხემი, ან მთელი რიგი სხვადასხვა ფორმის ტალღების თხემები, უნდა მოეწყოს საგუშაგოები თვითმწერებით. თვითმწერიანი საგუშაგოების მოწყობა აუცილებელია აგრეთვე იმ მდინარეებზე, რომელნიც შესართავის უბნებში ხასიათდება მიმოქცევის მოვლენებით, აგრეთვე თვითმწერებით დაკვირვების მოწყობა სასურველია ჩამონადენის დღეღამური რეგულირების პატარა მდინარეებზე და ყინვარული საზრდოობის მდინარეებზე. თუ ასეთ მდინარეებზე არა გვაქვს მოწყობილი თვითმწერიანი საგუშაგოები, მაშინ უნდა ჩავატაროთ გახშირებული დაკვირვებების სერია ყოველი 1—2 საათის შემდეგ. ასეთი დაკვირვებების მასალები საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ დაკვირვების ვადები, რომლის დროსაც საშუალო დღეღამური დონე უფრო ახლოს იქნება სინამდვილესთან.

ზაფხულის წყალმცირობის პერიოდში, როდესაც წყლის დონეების რყევადობა უმნიშვნელოა, დაკვირვება წყლის დონეებზე საკმარისია 8 და 20 საათზე, ხოლო წყალმოვარდნების დროს აუცილებელია აღნიშნულ ვადებს შორის ჩატარდეს დამატებითი დაკვირვებები.

ზამთრის სეზონში ძირითადი დაკვირვების ვადები უცვლელი რჩება, ხოლო მდინარის მთლიანი ყინულით დაფარვისა და ყინულდნობის დროს, როდესაც ადგილი აქვს ყინულებისა და თოშის სვლას, რასაც თან ახლავს ყინულხერგილების გაჩენა, ინიშნება დაკვირვების დამატებითი ვადები ძირითად ვადებს შორის. ხანგრძლივი ყინულსაფრის დროს წყლის დონეებზე დაკვირვება საკმარისია დღე-ღამეში ერთხელ, დღის 8 საათზე.

საგუშაგოს კვეთზე მდინარის მთლიანად, ფსკერამდე გაყინვის დროს, დამკვირვებელი საგუშაგოსთან მიდის დღე-ღამეში ერთხელ, ხოლო მკაცრ ყინვიან ამინდში 5—15 დღეში ერთხელ. დათბობის

დაწყებისას, როგორც კი გაჩნდება მდინარეში წყლის ჩამონადენი, აწარმოებს დაკვირვებას დადგენილ ვადებში. მდინარის გაშრობის დროს დამკვირვებელი ყოველდღიურად მიდის საგუშაგოსთან, რომ არ დაკარგოს ჩამონადენის გაჩენის მომენტი. თუ მდინარის ჩამონადენი შეწყდა გაშრობის ან გაყინვის შედეგად და წყალსაზომი საგუშაგო მოწყობილია მდინარის მოხრილ შეტბორილ ადგილზე, მაშინ დონეებს ზომავენ დღის 8 საათზე, 1—3 დღის შემდეგ, ან სრულიად შეწყვეტენ დაკვირვებას.

ტბებზე, წყალსაცავებზე წყლის დონეებს ზომავენ დღე-ღამეში ერთხელ, დღის 8 საათზე, ხოლო დონეების მნიშვნელოვანი რყევადობის დროს — 8 და 20 საათზე.

წყალსაცავის ყველა საექსპლოატაციო წყალსაზომ საგუშაგოს უნდა ჰქონდეს კარგი კავშირი ჰესის წყლის რეჟიმის ცენტრალური პუნქტის სამმართველოსთან, რომ დაკვირვების შედეგები გადაეცეს ჰესის ცენტრალური პუნქტის სამმართველოს.

წლის სხვადასხვა სეზონი მოითხოვს წყლის დონეებზე სხვადასხვა სიხშირით დაკვირვებას. თუ წყალმცირობის პერიოდში წყალსაცავში წყლის დონეების რყევადობა 15 სმ-ს არ აღემატება, საკმარისია დაკვირვება ჩატარდეს დღე-ღამეში ერთხელ, დილის 8 საათზე, ეს დონეები წყალსაცავის შუა ნაწილში მოწყობილი საგუშაგოებიდან ჰესის ცენტრალურ პუნქტის სამმართველოს შეიძლება არ გადაეცეს.

ზაფხულ-შემოდგომის წყალმოვარდნების და განსაკუთრებით გაზაფხულის წყალდიდობის დროს, წყლის დონეებზე დაკვირვება უფრო ხშირად უნდა ჩატარდეს. წყლის დონეების მატებასთან დაკავშირებით დაინიშნება დაკვირვების დამატებითი ვადები: პირველად 14 და 20 საათზე, შემდეგ ყოველ 3 საათში ერთხელ, ხოლო მაქსიმალური წყლის გავლის პერიოდში — ყოველ საათში.

კალაპოტურ ბიეფზე, სადაც წყლის დონეები მნიშვნელოვნად ცვალებადობს ჰიდროელექტროსადგურის დატვირთვის შედეგად, დაკვირვება წყლის დონეებზე კაშხალის ზედა ბიეფში ჩვეულებრივად წარმოებს ყოველ საათში.

წყლის ჩამონადენის მრავალწლიური რეგულირების წყალსაცავებზე, გაზაფხულის წყალდიდობის პერიოდშიც კი წყლის დონეებზე დაკვირვება დღე-ღამეში საკმარისია 1—3-ჯერ.

ყველა წყალსაცავისათვის ძირითადია ჰესის ზედა ბიეფში მოწყობილი წყალსაზომი საგუშაგო. ამ საგუშაგოზე საკმაო სიზუსტით წარმოებს წყალმცირობის პერიოდის დონეების ფიქსაცია.

სხვადასხვა ტიპის წყალსაცავებისათვის საექსპლოატაციო პერიოდების წყლის დონეებზე დაკვირვების მახასიათებლის ჰესის ცენტრ. პუნქტში გადაცემის სქემა (ლ. ხ. კუსკოვის მიხედვით) [1]

საექსპლოატაციო პერიოდი	წყალსაცავის ტიპი და რეგულირების ხასიათი	დაკვირვების სიხშირე წყალსაზომი საგუშაგოების მიხედვით		
		ზედა ბიეფი	წყალსაცავის შუა ნაწილი	წყალსაცავის ზედა ნაწილი
წყალმცირობის დროს	დღეღამური	1-ჯერ დღე-ღამეში	შეიძლება არ დააკვირდნენ	1-ჯერ დღე-ღამეში
	სეზონური	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში
	მრავალწლიური	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში
წყალმოვარდნის დროს	დღეღამური	ყოველ საათში	1—3-ჯერ დღე-ღამეში	1-დან 3-მდე დღე-ღამეში
	სეზონური	3—8-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში
	მრავალწლიური	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში
გაზაფხულის წყალდიდობის დროს	დღეღამური სეზონური	ყოველ საათში ყოველ საათში	ყოველ საათში 3-ჯერ დღე-ღამეში	ყოველ საათში 3-ჯერ დღე-ღამეში
	მრავალწლიური	1—3-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში	1-ჯერ დღე-ღამეში

დონეების დაკვირვების შედეგებს ნაგებობის მორიგე პერსონალი წერს სპეციალურ ჟურნალში. ცენტრალური პუნქტის სამმართველოში წყალმცირობის პერიოდში წერენ მხოლოდ წყალსაცავის საგუშაგოების მიხედვით დილის 8 საათზე წყლის დონეებზე დაკვირვების შედეგებს, წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების პერიოდებში კი წერენ ძირითად ვადებს შორის დამატებითი დაკვირვების მასალებს.

ჰესის ზედა და ქვედა ბიეფში მოთავსებული საგუშაგოების დაკვირვების მონაცემებს, რომელიც ემსახურება წნევის გამოანგარიშებას, წერენ ყოველ საათში.

მიწისქვეშა წყლების დონეების შესასწავლად ნოწყობილ წყალსაზომ საგუშაგოებზე დონეებს ზომავენ დღე-ღამე-

[1] А. С. Кусаков, Водное хозяйство гидроэлектростанций, М.—Л., 1954, стр. 211.

ში ერთხელ, დღის 8 საათზე, თვის 5, 10, 15, 20, 25 რიცხვებში და თვის უკანასკნელ დღეს. თუ მიწისქვეშა წყლების დონეები განიცდის მნიშვნელოვან რყევადობას, მაშინ წყლის დონეებს ზომავენ ყოველდღე, დილის 8 საათზე.

დახრილობის წყალსაზომ საგუშაგოებზე წყლის დონეებს ზომავენ ზემოაღნიშნულ ვადებში. წყლის ზედაპირის დახრილობის ყოველდღიურ გაზომვას ძირითად საგუშაგოებზე აწარმოებენ ცვლადი შეტბორების დროს. თუ ვიცით, რომ შეტბორებას არ აქვს ადგილი, წყლის ზედაპირის დახრილობის ყოველდღიურ გაზომვებს წყვეტენ. ასეთ შემთხვევაში წყლის ზედაპირის დახრილობის გაზომვა ეპიზოდურ ხასიათს ატარებს და მას უკავშირებენ წყლის ხარჯების გაზომვას.

§ 24. დაკვირვების წარმოება წყალსაზომ საგუშაგოზე

წყლის დონეების გაზომვა. ხიმინჯებიან საგუშაგოებზე წყლის დონეებს ზომავენ გადასატანი ლარტყის დახმარებით, რომელსაც სანაპიროს მახლობლად წყლით დაფარულ ხიმინჯის თავზე ვერტიკალურ მდგომარეობაში ათავსებენ და წყლის სიმაღლეს აითვლიან ხიმინჯის თავიდან წყლის ზედაპირამდე. ლარტყიან საგუშაგოებზე წყლის დონეებს ზომავენ სანაპიროს მახლობლად მოთავსებულ, ნაწილობრივ წყალში ჩაშვებულ ლარტყაზე, ლარტყის ნულიდან წყლის ზედაპირამდე.

როდესაც წყლის დონე იმყოფება ლარტყის დანაყოფის შუა ადგილზე, ჩაიწერება წყვილი ანათვალი (ზედა და ქვედა), ხოლო დონეების ჩქარი რყევისას და ღელვის დროს ანათვალს იღებენ წყლის უდიდეს და უმცირეს მდგომარეობაში და საბოლოოდ ანათვლად იღებენ მათ საშუალო რიცხვს.

წყლის დონის დაცემის ან მატების დროს ერთი ხიმინჯის თავიდან გადადიან მეორე ხიმინჯის თავზე და ორივე ხიმინჯზე ერთდროულად ზომავენ წყლის დონეებს; ამ შემთხვევაში ხიმინჯის ნომრებს და წყლის დონის ანათვალს წიგნაკში წერენ წილადის სახით. თუ წყლის დონემ დაიკლო ხიმინჯების ქვევით, ან ლარტყის ნულს ქვევით, ანათვალს ჩაწერენ უარყოფითი ნიშნით და ციფრს შემოატარებენ წრეხაზს.

თუ ხიმინჯი ან ლარტყა გაშრა მცირე სიღრმემდე (10—20 სმ), ამ შემთხვევაში ნებადართულია წყალი თხრილით მივიყვანოთ გამშრალ ლარტყამდე ან ხიმინჯამდე, მაგრამ თუ ისევ გრძელდება წყლის დაკლება, მაშინ დამკვირვებელი ვალდებულია დაასოს დრო-

ებითი ხიმინჯი, ან დააყენოს დროებითი ლარტყა, გათარაზოებით განსაზღვროს მათი სიმაღლითი ნიშნული და დაკვირვება გააგრძელოს დროებითი ლარტყიდან ან ხიმინჯიდან. ამგვარად უნდა მოიქცეს დამკვირვებელი მაშინაც თუ წყლის დონე აიწევს უმაღლეს ადგილზე დასობილი ხიმინჯის ან ლარტყის ზევით და დაკვირვება შეუძლებელი გახდება.

დროებით ხიმინჯებს ან ლარტყებს აყენებენ აგრეთვე იმ შემთხვევაში, თუ ძირითადი წყალსაზომი დანადგარები რაიმე მიზეზით დაინგრა. თუ კატასტროფული წყლისმოვარდნის დონემ აიწია საგუშაგოს მოწყობილობაზე მაღლა, მაშინ დამკვირვებელი ვალდებულია წყლის დონის სიმაღლე დაადგინოს სანაპიროზე წყლის მიერ ნატანი ნარჩენების მიხედვით. წყლის დონის სიმაღლე რეპერიდან დააწეროს ხიმინჯზე და შეიტანოს საველე წიგნაკში წყლის დონის სიმაღლე და თვის რიცხვი.

წყლის მაღალი დონე შეიძლება აღვნიშნოთ ჰორიზონტალური ხაზით კლდეზე. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კედლებზე, ხის ღეროზე და სხვა საგნებზე. დონის მაჩვენებელ ხაზს გაატარებენ წითელი საღებავით და დააწერენ წყლის დონის სიმაღლეს, წელს და თვის რიცხვს.

დამკვირვებელი ვალდებულია, დაკვირვება აწარმოოს ზუსტად დადგენილ ვადებში. თავისი საათის სისწორე კვირაში ერთხელ მაინც უნდა შეამოწმოს რადიოს ან ტელეგრაფის საათთან. დამკვირვებელი ვალდებულია დაკვირვება აწარმოოს პირადად, ხოლო დაკვირვების შედეგები უბრალო შავი ფანქრით წესიერად და გარკვევით ჩაწეროს საველე წიგნაკში, უშუალოდ დაკვირვების ადგილზე.

დაკვირვების შედეგების ჩასაწერი საველე წიგნაკის ფორმა მოცემულია მე-7 ცხრილში.

ცხრილი 7

თვის რიცხვი	საათი	წყლის დონე				ტემპერატურა			ქარი და ღელვა		წვიმიანი (სველი) მდგომარეობა
		ლარტყის ან ხიმინჯის №	ანაფენილი ლარტყაზე ან ხიმინჯზე	ჩრდილოეთ ნულიდან	დელეტაბერი ნულიდან სმ-ში	წყლის	ფსკერისა	ჰაერის	სიმძლავრე	მიმართულება	
1	8	7/6	45/4	258	266	0,5		2,5	—	—	—
1	20	6	20	274		0,2		2,9			
2	8	6	55	289	291	0,2		2,0			
2	20	6	59	293		0,3		2,6			

შ ე ნ ი შ ვ ნ ა: ცნობები ყინულმოვლენებზე, ყინულსაფარზე, ყინულსვლაზე და სხვა.

დაკვირვება წყლისა და ჰაერის ტემპერატურაზე. დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე წარმოებს ყოველდღიურად 8 და 20 საათზე. ხოლო იმ საგუშაგოებზე, სადაც წყლის დონეებზე დაკვირვება წარმოებს დღე-ღამეში ერთხელ — დღის 8 საათზე.

წყლის ტემპერატურებზე დაკვირვებას იწყებენ გაზაფხულის დათბობისთანავე, ხოლო წყვეტენ შემოდგომაზე, მდგრადი ყინულოვანი საფარის გაჩენიდან 2—5 დღე-ღამის შემდეგ. მდინარეებზე, რომელთაც არ აქვთ მდგრადი ყინულსაფარის რეჟიმი, წყლის ტემპერატურაზე დაკვირვებას აწარმოებენ მთელი წლის განმავლობაში.

მთის მდინარეებზე წყლის ტემპერატურას ზომავენ დონეების გაზომვის დროს, როგორც ძირითად, ისე დამატებით ვადებში (გასაზომი ადგილების შერჩევა და გაზომვის ხერხები იხ. § 118).

დაკვირვება ყინულმოვლენებზე. ამ დაკვირვების მიზანია გაშუქებულ იქნეს წყალსაზომი საგუშაგოს უბანზე ყინულმოვლენები მთელი ზამთრის პერიოდისათვის, რომ მივიღოთ მონაცემები საგუშაგოს უბანზე ყინულის სისქეზე და თოშის შესახებ (გაზომვის ვადები იხ. § 110).

საგუშაგოს უბანზე ყინულმოვლენებზე გაზაფხულზე და შემოდგომაზე დაკვირვება წარმოებს მთელი დღე-ღამის განმავლობაში, ხოლო ჩაიწერება წყლის დონეების გაზომვის ვადებში. შემოდგომის პერიოდში დამკვირვებელი აღნიშნავს საველე წიგნაკში: ყინულის ქონის, თოშის და წანაპირების გაჩენას, შემოდგომის ყინულსვლას, თოშქედვას და სხვა. ყინულდგომის პერიოდში ზომავს ყინულის სისქეს, აღნიშნავს ყინულჭრილებს, მინაყინებს და სხვა. გაზაფხულის პერიოდში აღნიშნავს მდინარის ნაპირებზე ყინულდნობას, ყინულის მოძრაობას, ყინულხერგილების გაჩენას და სხვა.

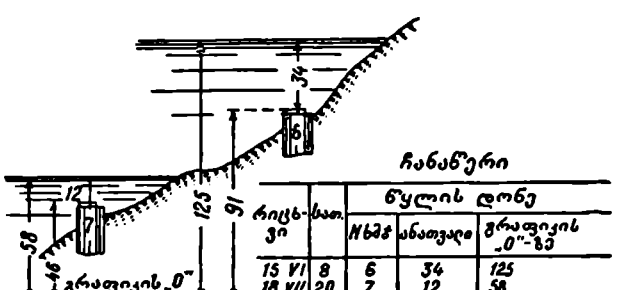
ვიზუალური დაკვირვება წარმოებს უშუალოდ საგუშაგოს რაიონში წყლის ობიექტის საზღვრებში და მიზნად აქვს იმ ძირითადი ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების ფიქსაცია, რომლის ცნობები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჰიდრომეტრიული ხერხებით გაზომილი მასალების ანალიზის დროს, უშუალოდ ვიზუალურ დაკვირვებას აწარმოებენ ქარებზე, ღელვაზე, ატმოსფერულ ნალექებზე, წყალმცენარეულობაზე და სხვა.

§ 25. დაკვირვების მასალების დამუშავება

დაკვირვების წიგნაკების დამუშავება. წყალსაზომ საგუშაგოს დაკვირვების წიგნაკების დამუშავებაში შედის: 1) დამკვირვებლის საველე წიგნაკის შემოწმება დაკვირვების მასალების სრულად და

ზუსტად ჩაწერის დადგენის მიზნით. 2) დაკვირვების ნულის მიმყვანის საბოლოო გამოანგარიშება და გაზომილი წყლის დონეების სიმაღლის მიყვანა გრაფიკის ნულთან. 3) დაკვირვების შედეგების ანალიზი. 4) წლიური ცხრილების შედგენა „ყოველდღიური წყლის დონეებით“.

წყალზომითი დაკვირვების მასალების ჩანაწერი წიგნაკის პირველადი დამუშავება. წყლის დონეების ველად გაზომილი მასალის დამუშავებას დამკვირვებელი აწარმოებს. პირველად დამუშავებაში შედის ლარტყაზე ან ხიმინჯზე ათვლილი დონეების სიდიდეების მიყვანა საგუშაგოს გრაფიკის ნულთან და დღეღამური საშუალო დონეების გამოანგარიშება. ლარტყაზე ან ხიმინჯზე ათვლილი წყლის დონეების სიდიდეები (სანტიმეტრობით) დამკვირვებელს მიჰყავს, ტექნიკოსის მიერ ნიველირებით განსაზღვრულ წყალსაზომ საგუშაგოს ყველა ხიმინჯების ან ლარტყების მიმყვანების სიდიდეებზე, რომელიც ჩაწერილია დამკვირვებლის საველე წიგნაკის სპეციალურ ცხრილში. ლარტყის ან ხიმინჯის დაზიანების შემთხვევაში, ან ახალი ხიმინჯის (ლარტყის) დაყენების დროს მიმყვანის სიდიდეებს დამკვირვებელი განსაზღვრავს გათარაზოების საშუალებით. წყლის დონე გრაფიკის ნულიდან განისაზღვრება ლარტყაზე ან ხიმინჯის თავიდან სანტიმეტრობით აოვლილი წყლის დონეების და მიმყვანების შეჯამების გზით (ნახ. 21).



ნახ. 21. ათვლილი წყლის დონეების გრაფიკის ნულზე მიყვანის სქემა.

მაგალითად, ნახ. 21, 15 ივნისს 8 საათზე, №6 ხიმინჯზე ათვლილი იყო 34 სმ წყლის დონე. №6 ხიმინჯის თავის სიმაღლე საგუშაგოს გრაფიკის ნულიდან შეადგენს 91 სმ. მაშასადამე, გრაფიკის ნულიდან წყლის დონის სიმაღლე ტოლი იქნება 34+91=125 სმ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც წყლის დონის ანათვალს ღებულობენ ხიმინჯის თავის, ან ლარტყის ნულის ქვევით, მაშინ ათვლილი წყლის

დონის სიდიდეს აკლებენ მოცემული ლარტყის ან ხიმინჯის თავის მიმყვანის სიდიდეს.

დამკვირვებლის საველე წიგნაკის შემოწმება და საბოლოოდ დამუშავება. დამკვირვებლის ჩანაწერის შემოწმება წარმოებს მაშინვე, როგორც კი დამკვირვებელი წარმოადგენს გასული თვის წიგნაკს. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს: ჩანაწერის სიზუსტეს, ცნობების სისრულეს და შემჩნეულ მოვლენებს, რომელთაც შეუძლიათ შეცვალონ დონეების რეჟიმი და შეუძლიათ დონეების მსვლელობის ბუნებრივი დამახინჯება. დამკვირვებლის მუშაობაში ნაკლოვანებების აღმოჩენის შემთხვევაში მას უნდა მიეცეს მითითება დაშვებული შეცდომების შესახებ და შემდეგში მისი გამოსწორების ხერხებზე.

წყლის დონეების მნიშვნელობების გამოანგარიშება წარმოებს შემოწმების და დაკვირვების ნულის საგუშაგოს გრაფიკის ნულთან მიმყვანი სიდიდის გამოანგარიშების შემდეგ.

მიმყვანის სიდიდის გამოანგარიშების დროს ვღებულობთ, რომ საგუშაგოს რეპერის ნიშნული უცვლელია. საგუშაგოს რეპერის სიმაღლის შეცვლის დროს შეიძლება მივუთითოთ საგუშაგოს ყველა ხიმინჯების (ლარტყების) ერთი და იმავე სიდიდის მიმყვანით შეცვლაზე.

მიმყვანების გაანგარიშების დროს, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს. საგუშაგოს ხიმინჯების თავების ან ლარტყის ნულის შეცვლის შემთხვევას, რომელიც გამომჟღავნებულ იქნა ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მთელი რიგი საკონტროლო ნიველირების ჩატარების შედეგად.

ა) ნიშნულები არ შეცვლილა, ან ვერყეობენ ნიველირების სიზუსტის საზღვრებში, არ გამომჟღავნებულა პროგრესული ან პერიოდული ცვალებადობა; ამ შემთხვევაში საბოლოოდ მიმყვან სიდიდედ მიიღებენ პირველი ნიველირების დადგენილ ნიშნულს.

ბ) ნიშნულები იცვლებიან, აშკარად ჩანს, პროგრესული ან პერიოდული რყევადობა, რაც დაკავშირებულია ნიადაგის გაყინვასთან ან გალღობასთან, ყინულსვლასთან, ყინულდგომასთან და სხვა. ამ შემთხვევაში მიმყვანები შეიცვლება ცალკეული ნიველირების შესაბამისად.

გ) ნიშნულები იცვლებიან უწესრიგოდ: ერთ პერიოდში რყევადობენ ნიველირების სიზუსტის საზღვრებში, ხოლო მეორე პერიოდში გვხვდება პროგრესული ან პერიოდული ცვალებადობა და ბოლოს ცალკეული ნიველირებები გვიჩვენებენ ნიშნულების მკვეთრ ცვალებადობას. ასეთ შემთხვევაში შეიძლება გამოვიყენოთ

ზემოთ მითითებული „ა“ და „ბ“ პარაგრაფების ერთობლიობის წესი: ერთი პერიოდისათვის მიმყვანებს მივიღებთ მუდმივად, ხოლო მეორე პერიოდისათვის — ცვლადს.

რომ მოვნახოთ მიმყვანების ცვალებადობის მომენტები, პირველ რიგში, გულდასმით უნდა გავსინჯოთ დამკვირვებლის საველე წიგნაკი, ყურადღება უნდა მივაქციოთ დამკვირვებლის ჩანაწერს საგუშაგოს მოწყობილობის დაზიანების შემთხვევის შესახებ. თუ ასეთ შემთხვევებს ჰქონდა ადგილი, მაშინ საგუშაგოს მოწყობილობის დაზიანებამდე გამოვიყენებთ ერთ მიმყვანებს, ხოლო დაზიანების შემდეგ — მეორეს. თუ ჩანაწერებში საგუშაგოს მოწყობილობის დაზიანების შესახებ არაფერი აღმოჩნდება, მაშინ ყურადღება უნდა მივაქციოთ ყველა შემთხვევას, როდესაც დაკვირვების ნულის მდებარეობის სიმაღლის შეცვლა იყო მოსალოდნელი: ყინულსვლის პერიოდებში, ნიადაგის გაყინვის და ყინულის გადნობის პერიოდებში, ხე-ტყის ინტენსიური დაცურების პერიოდში, გემების მიდგომას საგუშაგოს რაიონში და სხვა. კონტროლისათვის აგებენ მეზობელ საგუშაგოებს შორის შესატყვისი დონეების გრაფიკებს, ან შეთავსებით დონეების რყევის (ყოველდღიურ) ქრონოლოგიურ გრაფიკებს ჰიდროლოგიურ სადგურზე მიმაგრებული ყველა საგუშაგოსათვის და უკეთებენ ანალიზს მათ შეთანხმებულობას. ამ გრაფიკებზე დონეების სვლის შეუთანხმებლობა მიგვითითებს მიმყვანების შეცვლის მომენტებზე, მათი ცვალებადობის ხასიათზე და მათ სიდიდეზე.

წყლის დონეების მიყვანა საგუშაგოს გრაფიკის ნულზე წარმოებს მიმყვანი სიდიდეების შემოწმებისა და გაანგარიშების შემდეგ. გრაფიკის ნულთან მიყვანილი წყლის დონეების მნიშვნელობები სანტიმეტრობით ჩაიწერება საველე წიგნაკში წითელი მელნით, დამკვირვებლის ჩანაწერის გვერდით.

ძირითად ვადებში და დამატებით გაზომილი დონეებიდან შეარჩევენ დონეების ექსტრემალურ მნიშვნელობებს, ე. ი. თვის უდიდეს და უმცირეს დონეებს, რომლებსაც ფერადი ფანქრით აღნიშნავენ: უდიდეს დონეებს წითელი ფერით, უმცირესს — ლურჯი ფერით.

დამკვირვებლის საველე წიგნაკში ჩანაწერის მიხედვით, დონეების მნიშვნელობების გვერდით მელნით აღნიშნავენ ყინულწარმონაქმნებს (წანაპირებს, თოშს, ყინულსაფარს და სხვა.).

საბოლოოდ დადგენილი დონეების მნიშვნელობების შემოწმებისათვის და ანალიზისათვის ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით აგებენ კომპლექსურ გრაფიკებს.

კომპლექსურ გრაფიკზე დაიტანენ: ყოველდღიურ საშუალო დონეებსა და წყლის ხარჯებს, წყლისა და ჰაერის ტემპერატურას, ატმოსფერულ ნალექებს, ყინულსაფარს და სხვა. იმ სადგურებზე, სადაც წარმოებს ჰიდროლოგიური დაკვირვებების სრული კომპლექსი, ასეთ გრაფიკზე დაიტანენ მდინარის რეჟიმზე დაკვირვების ყველა ელემენტს.

მთის მდინარეების კომპლექსურ გრაფიკზე ატმოსფერულ ნალექებს დაიტანენ სხვადასხვა ზონაში მდებარე ორი მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემების მიხედვით.

თუ დიდ და საშუალო მდინარეებზე დონეების მსვლელობის ანალიზისათვის და მდინარეთა წყალდიდობის რეჟიმის დასახასიათებლად ორი მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები ატმოსფერულ ნალექებზე და ჰაერის ტემპერატურებზე არ აღმოჩნდება საკმარისი, მაშინ მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ მდინარის აუზში მოთავსებული ყველა მეტეოროლოგიური სადგურის და წვიმსაზომი საგუშაგოების დაკვირვების მასალებით.

§ 26. თვითმწერის ბაფთების (ლიმნიგრამის) დამუშავება

დონეების თვითმწერის ბაფთების დამუშავების დროს წარმოებს შემდეგი ოპერაციები: 1) ჩანაწერის ხარისხის შემოწმება; 2) ჩანაწერის დანიშვნა დონეების მნიშვნელობების პოვნისათვის; 3) ჩანაწერიდან დონეების ჩამოღება; 4) თვითმწერის ჩვენების მიყვანა საგუშაგოს გრაფიკის ნულთან; 5) დონეების თვიური და წლიური ცხრილების შედგენა.

თვითმწერის ჩანაწერის შემოწმების დროს წარმოებს ჩანაწერი გრაფიკის ხარისხის შემოწმება, მოწმდება აგრეთვე არსებობს თუ არა ბაფთაზე საკონტროლო ნიშნულები და შეესატყვისებიან თუ არა ისინი დამკვირვებლის საველე წიგნაკში ჩანაწერებს და არის თუ არა სანიშნებელი წარწერები მითითებით; საგუშაგოს წყლის ობიექტის დასახელება, თარიღები და საგუშაგოს გრაფიკის ნულის ნიშნულები. თვით გრაფიკზე შეიძლება იყოს წყვეტილი ადგილები, ან მელნით გადღაბნილი, საწერი მოწყობილობის უვარგისობის გამო ან კალმის დროებით გაჭუჭყიანების შედეგად და სხვა მიზეზებით. თუ ლიმნოგრამაზე წყვეტილი ადგილები არ არის დიდი და ჩაწერის მსვლელობა წყვეტის დაწყებამდე და წყვეტის შემდეგ მიემართება მდოვრედ ერთი მიმართულებით, მაშინ გაწყვეტილი ადგილების აღდგენა შეიძლება ხელით, ფანქრით. იმ უბანზე, სადაც

ჩანაწერის გრაფიკი მელნის გაყოვნის გამო გადღაბნილია, გადღაბნილი ხრეხის შუა ადგილზე გატარდება სხვა ფერის საშუალო ხაზი.

თვითმწერის ჩანაწერებზე დანიშვნა შეიძლება ვაწარმოოთ სხვადასხვა დროის ინტერვალებს შორის და ან ჩანაწერის მახასიათებელ გარდატეხის წერტილებზე. დასაშვებია ორივე მეთოდის კომბინირებული გამოყენება. დროის თანაბარი ინტერვალებით ჩანაწერის დანიშვნა გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ჩანაწერზე დონეების მდგრეე სვლა არის გამოსახული და მასზე ადვილად გამოიყოფა უდიდესი და უმცირესი დღეღამური დონეები. მახასიათებელ წერტილებთან დანიშვნა წარმოებს თვითმწერის ჩანაწერ გრაფიკზე, ყველა პიკებთან, ჩაღრმავებულ ადგილებთან და ყველა გარდატეხის ადგილებთან, დამოუკიდებლად მიღებული ხერხებისა. ბაფთის დანიშვნა აუცილებლად უნდა შემოწმდეს თავის დროზე.

თუ დონეების სიდიდეები, გამოსახული მთელი რიცხვებით, იმყოფებიან თითოეული საათისათვის ჩანაწერ მრუდზე, ანათვლებს იღებენ ბაფთის ნულიდან ან სხვა საწყისი ორდინატიდან, ამ ორდინატის განსაზღვრას ემსახურება ბაფთაზე დაწერილი საკონტროლო წყალსაზომი საგუშაგოდან აღებული დონეების ანათვალი. თუ ბაფთაზე დანიშნულია მახასიათებელი წერტილების მეთოდის მიხედვით, მაშინ დონეების ათვლა წარმოებს ამ წერტილების აღნიშვნის ადგილზე, ხოლო დრო განისაზღვრება შემოწმებული დროის სკალის მიხედვით. თუ საგუშაგოს და თვითმწერის ჩვენებას შორის სხვაობაა, მაშინ აღმოჩენილ სხვაობას ბაფთის მიხედვით პროპორციულად გაანაწილებენ თითოეული ათვლილი დონისათვის და ანათვალს მის შესატყვისად შეასწორებენ.

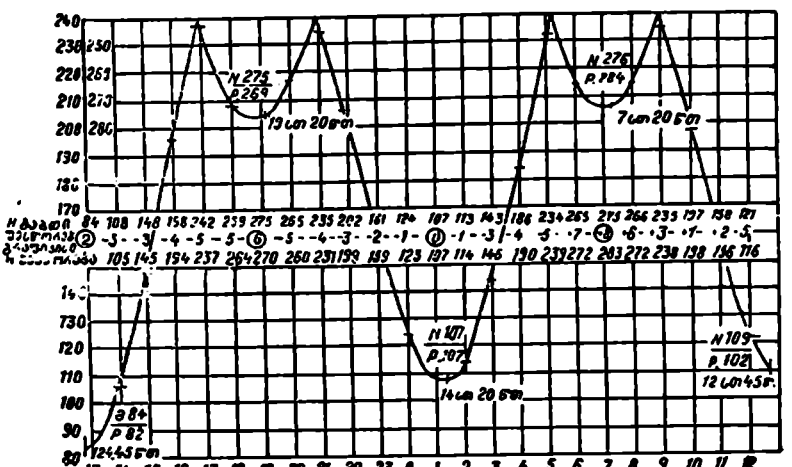
შესწორებული დონეების შესატყვის მასშტაბში გადაყვანის შემდეგ დონეების მნიშვნელობებს გადაიანგარიშებენ წყალსაზომი საგუშაგოს გრაფიკის ნულიდან.

დღეღამური საშუალო დონე გამოიანგარიშება 1) იმ შემთხვევაში, როდესაც ჩანაწერი დანიშნული იყო დროის თანაბარი ინტერვალებით, როგორც საშუალო არითმეტიკული სიდიდე ყველა ათვლილი დონეებიდან. 2) იმ შემთხვევაში, როდესაც ჩანაწერი დანიშნულია მახასიათებელი წერტილებით, დღეღამური საშუალო დონე გამოიანგარიშება იმ დონის ჩანაწერი ხაზით, ინტერვალების საზღვრებით და დროის ღერძით შემოსაზღვრული ფართობების ჯამის დროის ხანგრძლივობაზე გაყოფით, რაც გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$H_{საშ.} = \frac{\frac{H_0+H_1}{2} t_{0-1} + \frac{H_1+H_2}{2} t_{1-2} + \ldots + \frac{H_{n-1}+H_n}{2} t_{(n-1)-n}}{t_{0-1}+t_{1-2}+\ldots+t_{(n-1)-n}}, \quad (2)$$

სადაც H_0, H_1 .....არის დონეები ინტერვალების საზღვრებზე, t_{0-1}, t_{1-2} — ინტერვალების ხანგრძლივობა.

დღეღამური საშუალო დონე შეიძლება აგრეთვე გამოიანგარიშონ პლანიმეტრირების გზით, ბაფთის ფართობს, რომელიც შემოსაზღვრულია თვითმწერის ჩანაწერის ხაზით და დროის მაჩვენებელი აბსცისის ღერძით, განსაზღვრავენ პლანიმეტრის საშუალებით და შემდეგ გაზომილ ფართობს გაყოფენ დღე-ღამის მაჩვენებელი აბსცისის ღერძის სიგრძეზე.



ნახ. 22. თვითმწერის ბაფთის დამუშავება შებრუნებული სვლის დროს.

22-ე ნახაზზე ნაჩვენებია თვითმწერის ბაფთის დამუშავება შებრუნებული სვლით, რომელიც დაყენებული იყო მდინარის მიმოქცევის მოვლენების უბანზე.

§ 27. დღეღამური საშუალო დონეების გამოანგარიშება

საშუალო დღეღამური დონეების გამოანგარიშება აუცილებელია საშუალო დღეღამური ჩამონადენის გამოანგარიშებისათვის.

ივ შემთხვევებში, როდესაც დღე-ღამის განმავლობაში წყლის დონეების მსვლელობა წესიერია და არ ხასიათდება დიდი რყევადობით, საშუალო დღეღამურ დონეებს ანგარიშობენ როგორც საშუალო არითმეტიკულ სიდიდეს 8 და 20 საათზე ათვლილი დონეების მიხედვით, ხოლო თუ აქვთ დღე-ღამეში მხოლოდ ერთი დაკვირვების დონე, მაშინ საშუალო დღეღამურ დონედ ღებულობენ 8 საათზე გაზომილ დონეს. დამატებით დაკვირვების დროს საშუალო დღეღამური დონე გამოიანგარიშება როგორც საშუალო არითმეტიკული სიდიდე დღე-ღამის განმავლობაში ყველა ათვლილი დონეებიდან.

დღე-ღამის განმავლობაში დონეების მნიშვნელოვანი რყევადობა გვხვდება ყინვარული საზრდოობის მდინარეებზე და მდინარეების შესართავებში, რომელნიც ზღვებს ერთვიან; აქ ქარების მოქმედებით გამოწვეულია წყლის მოდენ-მიდენა და განსაკუთრებით ივ მდინარეებზე, რომელნიც განიცდიან ზღვის მოქცევისა და უკუქცევის მოვლენებს.

დონეების დღეღამური რყევადობა აგრეთვე გვხვდება ტბებზე და წყალსაცავებზე დენიველაციის შედეგად და იმ საგუშაგოებზე, რომელნიც მოთავსებულია წყალსაცავის კაშხალის ქვევით, განსაკუთრებით დღეღამური ჩამონადენის რეგულირების წყალსაცავებთან, საიდანაც წარმოებს მნიშვნელოვანი რაოდენობის წყლის გაშვება.

ზემოაღნიშნული შემთხვევების დროს დღეღამური საშუალო დონის საიმედო გამოანგარიშება შესაძლებელია მხოლოდ დღე-ღამის განმავლობაში დონეების განუწყვეტელი ჩაწერით (თვითმწერებით) ან დამკვირვებლის მიერ დონეების ხშირი გაზომვით (დღე-ღამეში არანაკლებ 6—12 გაზომვისა სათანადო ინტერვალების დაცვით).

§ 28. წლიური ცხრილების შედგენა და დონეების რყევის გრაფიკის აგება

მთელი წლის პერიოდის წყლის დონეებზე დაკვირვების მონაცემები ჯამდება ყოველდღიური წყლის დონეების ცხრილში. დამუშავებული საველე წიგნიდან ცხრილში გადაწერენ ყოველდღიურ საშუალო დონეებს; თუ საველე წიგნაკში აღმოჩნდება გამოტოვებული ადგილები, შეიძლება მათი შევსება: ა) ხუთ დღეზე ნაკლები გამოტოვებული ადგილის შევსება შეიძლება ინტერპოლაციის გზით, თუ ამ პერიოდში დონეების მსვლელობა მდორედ მიმდინარეობდა; ბ) უფრო დიდი პერიოდის გამოტოვების შემთხვევაში და დონეების დიდი რყევადობის დროს გამოტოვებული ადგილი შეივსება, მოცე-

მულ მდინარეზე უახლოესი საგუშაგოების დონეების კავშირის მრუდის საშუალებით.

ცხრილში გადაიწერება დღეღამური საშუალო დონეები და დაკვირვების დონეებიდან უდიდესი და უმცირესი დონეები ცალკეული თვეებისათვის და წლისათვის.

თვიური საშუალო დონეები გამოიანგარიშება როგორც საშუალო არითმეტიკული სიდიდე თვის ყოველდღიური საშუალო დონეებიდან. ხოლო წლიური საშუალო დონე, როგორც საშუალო არითმეტიკული სიდიდე თვიური საშუალო დონეებიდან.

დონეების წლიურ ცხრილში აღინიშნება ყინულოვანი რეჟიმის მოვლენები და წყლის ობიექტის ზოგიერთი მახასიათებლები პირობითი ნიშნებით, რომელნიც აღინიშნებიან დონეების სიდიდეების მარჯვნივ:) — წანაპირები; : — ქონი; О — მეჩხერი ყინულსვლა; ● — ხშირი ყინულსვლა; X — მეჩხერი თოშსვლა; * — ხშირი თოშსვლა; I ყინულსაფარი; || — წყალი მიედინება ყინულის ზედაპირზე; II — ყინულების დაძვრა; |ǂ — ნაპირთან გამდნარი ყინული; ▲ — ყინულხერგილი; |= — პირველი და უკანასკნელი გემი; ⫲ — ხე-ტყის დაცურების დაწყება და დამთავრება.

ცხრილის შენიშვნებში ჩაწერენ საგუშაგოს რაიონში მდინარის მთლიანად გაყინვისა და გაშრობის თარიღებს, აგრეთვე მოვლენების ახსნას, თუ რამ გამოიწვია წყლის დონეების მკვეთრი ცვალებადობა: ყინულხერგილმა წყლის მორწყვისათვის ხარჯვამ, წყალსაცავიდან წყლის გაშვებამ და სხვ. შეადგენენ ყოველდღიური დონეების ცხრილებს და აქვეყნებენ ყოველწლიურ ჰიდროლოგიურ ცნობარებში.

წყლის დონეების რყევის გრაფიკის აგება. ყოველდღიური საშუალო წყლის დონეების მნიშვნელობებიდან აგებენ ცალკეული წლებისათვის (1 იანვრიდან 31 დეკემბრამდე) წყლის დონეების ყოველდღიური რყევის გრაფიკს. ანალიზის მოხერხებულობისათვის გრაფიკებს აგებენ ცალკეულ მდინარეზე მოთავსებული ყველა საგუშაგოსა ან მთავარი სადგურისათვის ერთ ფურცელზე. გრაფიკები დალაგდება მდინარის დინების მიმართულებით (სათავიდან შესართავისაკენ). ყველა გრაფიკისათვის აბსცისთა ღერძზე დაინიშნება ერთი და იგივე დასაწყისი დრო.

პატარა მდინარეებზე ერთი საგუშაგოს არსებობის დროს მიზანშეწონილია, შემოწმების მიზნით, ერთ ფურცელზე ააგონ ერთნაირ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში მყოფი მეზობელი პატარა მდინარეების დონეების რყევის გრაფიკებიც.

დონეების რყევის გრაფიკებს აგებენ იმ ანგარიშით, რომ დონეებია სვლის ხაზმა ერთიმეორე არ გადაკვეთოს, რისთვისაც იყენებენ შესატყვის ვერტიკალურ მასშტაბს ორდინატთა ღერძზე, ხოლო აბსცისთა ღერძზე 1 მმ = 1 ან 2 დღე-ღამეს.

გრაფიკის ზედა თავისუფალ ადგილზე აღინიშნება ყინულოვანი ოქიმის ფაზები: ქონი, წინაპირები, ყინულსვლა და სხვა.

დონეების ქრონოლოგიური გრაფიკები თვალსაჩინოა და ამავე დროს გვეხმარება წყლის დონეების მსვლელობის ანალიზში ყინულოვანი წარმონაქმნების გამოვლინებაში და დონეებზე დაკვირვებისა და დამუშავების დროს დაშვებული შეცდომების გამოსწორებაში. გრაფიკის ანალიზის დროს ადვილად გამოიყოფა მდინარეზე წყალდიდობის ან წყალმოვარდნების დასაწყისი და დასასრული მომენტები. წყალდიდობებს შორის პერიოდში წყალმცირობის რეჟიმის ხასიათი და სხვა.

§ 28. შესატყვისი დონეების კავშირის მრუდები

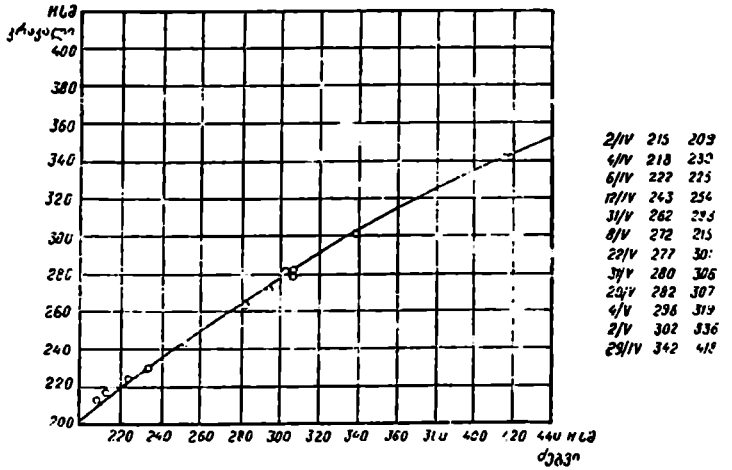
მდინარის დაკვირვების ორ სხვადასხვა ადგილზე შეიძლება იყოს წყლის დონეთა რყევადობის სხვადასხვა ამპლიტუდა, რასაც იწვევს მდინარის კალაპოტის სხვადასხვაგვარი მორფოლოგიური თვისებები: წყლის გატარების უნარიანობა, წყლის ზედაპირის დახრილობა, კალაპოტის მქისეობა და სხვა.

მდინარის დაკვირვების ორ პუნქტს შორის კალაპოტის წყლის გამტარობის უნარი შეიძლება გამოვლინებულ იქნეს შესატყვისი დონეების მრუდებით. ასეთი მრუდები აიგება იმ შემთხვევაში, როდესაც დაკვირვების პუნქტებს შორის მდინარეს მცირეწყლიანი შენაკადები ერთვის ან შენაკადები არა აქვს და, თუ აქვს მათზე სისტემატურად წარმოებს დაკვირვება.

შესატყვის დონეებს უწოდებენ წყლის ისეთ დონეებს, რომლებიც ერთიმეორეს შეესატყვისება ერთნაირი ფაზების მსვლელობით შესადარებელ მდინარის უბანზე. დონეთა ასეთ ერთნაირ ფაზებად ითვლებენ: 1) უმაღლეს დონეებს ან თხემებს და 2) უმცირეს დონეებს მათი დგომის დროის მიხედვით. უდიდეს და უმცირეს დონეთა მომენტები მდინარის ზედა საგუშაგოსთან უფრო ადრე იქმნება, ვიდრე ქვედაზე. დროს, რომელსაც დამახასიათებელი დონეები ანდომებს ზედა საგუშაგოდან ქვედა საგუშაგომდე მისვლას, გარბენის დროს უწოდებენ, ხოლო დონეებს კი შესატყვის დონეებს.

შესატყვისი დონეების კავშირის მრუდებს ჩვეულებრივ აგებენ სწორკუთხოვან კოორდინატთა სისტემაზე. აბსცისთა ღერძის სკალაზე

დაიტანენ ქვედა საგუშაგოს დამახასიათებელ დონეებს, ხოლო ზედა საგუშაგოს დონეებს გადაზომავენ ორდინატთა ღერძზე. კოორდინატთა სისტემაზე დალაგებულ წერტილებზე ატარებენ საშუალო მრუდ ხაზს (ნახ. 23). შესატყვისი დონეების კავშირის მრუდები შე-



ნახ. 23. მდინარე მტკვრის შესატყვისი დონეების კავშირის მრუდი.

იძლება გამოვიყენოთ: 1) ერთი საგუშაგოს დონეების შესადარებლად მეორე საგუშაგოს დონეებთან; 2) წყალსაზომი საგუშაგოს ერთი ადგილიდან მეორე ადგილზე გადატანის დროს; 3) როდესაც გვაქვს ერთ საგუშაგოზე დონეების დაკვირვების წყვეტილობა, შეიძლება წყვეტილი ადგილები აღვადგინოთ შესატყვისი დონეების კავშირის მრუდების საშუალებით. შესატყვისი დონეების კავშირის მრუდებს დიდი გამოყენება აქვს ჰიდროლოგიური პროგნოზებისათვის.

დახრილ საგუშაგოებზე დაკვირვების მასალების დამუშავება. წყალზომითი დაკვირვების წიგნაკების დამუშავება და წლიური ცხრილების შედგენა დახრილი საგუშაგოებისათვის წარმოებს § 25 მოთხოვნების დაცვის მიხედვით. წყლის დონეების დამუშავების შემდეგ ზედა და ქვედა საგუშაგოებს შორის მდინარის უბანზე გამოიანგარიშებენ წყლის ზედაპირის ვარდნის და დახრილობის მნიშვნელობებს. ვარდნისა და დახრილობის სიდიდეები შეიძლება გამოანგარიშებულ იქნეს წყლის ვადიანი ან დღეღამური საშუალო დონეების სიმაღლის მიხედვით. ვარდნის სიდიდეები გამოიანგარიშება

იმავე აიზუსტით, როგორი სიზუსტითაც იზომება წყლის დონეები საგუშაგოებზე. დახრილობის სიდიდეები იზომება პრომილებში (‰); მათ აჰრგვალებენ ორნიშნიან ციფრამდე.

§ 30. წყლის დონეების სპეციალური დამუშავება

წყლის დონეებზე დაკვირვების ქრონოლოგიური მასალები შეიძლება განვიხილოთ დამატებითი დამუშავებით, რის შედეგადაც შესაძლებელი იქნება დავადგინოთ: 1) დონეების განმეორება და ხანგრძლივობა (უზრუნველყოფა) და 2) დამახასიათებელი დონეები. გარდა ამისა, შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს დონეების სტატისტიკური მახასიათებლები და აგრეთვე დონეების ტიპიური განაწილება წელიწადში. ეს უკანასკნელი საკითხები განხილული იქნება ზოგადი ჰიდროლოგიის კურსში და ამიტომ მათ ჩვენ აქ არ შევეხებით.

წყლის დონეების დგომის განმეორება და ხანგრძლივობა (უზრუნველყოფა). წყლის დონეების რყევის ქრონოლოგიური გრაფიკები იძლევიან საერთო წარმოდგენას დონეების რყევის შესახებ წლის ცალკეული პერიოდებისათვის. სამეურნეო მიზნებისათვის, რომელთანაც დაკავშირებულია წყლის ობიექტის გამოყენება (ნაოსნობისათვის, მორწყვისათვის, ხე-ტყის დაცურებისათვის, ენერგეტიკისათვის, კომუნალური მეურნეობისათვის და სხვა) აუცილებლად უნდა ვიცოდეთ წყლის დონეების განმეორება (სიხშირე) და ხანგრძლივობა (უზრუნველყოფა) განსაზღვრულ სიმაღლით ზონებში. ასე მაგალითად, ნაოსნობის მიზნებისათვის საჭიროა ვიცოდეთ ნავიგაციის პერიოდში დონეების სიმაღლე, რათა განვსაზღვროთ, თუ რამდენი დღის განმავლობაში შეუძლია იცუროს ამა თუ იმ კონსტრუქციის გემმა.

დონეების განმეორებას ან სიხშირეს უწოდებენ მოცემული დონეების სიმაღლის დგომის დღეების რიცხვს. მაგალითად, თუ 120—140 სმ დონეების განმეორება 24 დღეს შეადგენდა, ეს ნიშნავს, რომ წელიწადში იყო 24 დღე, როდესაც დონეების სიმაღლე 120—140 სმ-ს უდრიდა.

ხანგრძლივობა (უზრუნველყოფა) ეწოდება დღეების რიცხვს წელიწადში, როდესაც დონეები განსაზღვრული დონეების ტოლი იყო ან მასზე მაღლა იდგა. მაგალითად, თუ 320 სმ დონეების ხანგრძლივობა (უზრუნველყოფა) წელიწადში შეადგენდა 126 დღეს, ეს ნიშნავს, რომ წელიწადში იყო 126 დღე, როდესაც დონეები იყო 320 სმ ტოლი ან მასზე მეტი, ხოლო წლის დანარჩენ დღეებში (365—126 = 239 დღე) დონეები 320 სმ-ზე დაბლა იდგა.

დონეების განმეორებისა და უზრუნველყოფის გამოსათვლელად პირველად განსაზღვრავენ დონეების რყევის ამპლიტუდას მთელი წლისათვის, ე. ი. უდიდესი და უმცირესი დონეების სხვაობას წელიწადში; დონეების ამპლიტუდას ყოფენ თანაბარ ინტერვალებად (5, 10, 20, 50 სმ). საჭირო სიზუსტესთან დაკავშირებით დონეების ინტერვალების ჯგუფების მიხედვით თითოეული თვისათვის კლებადი რიგით ამოკრებენ დღეთა რიცხვს, რომელთა შეკრებითაც მიიღება წლისათვის განმეორება, ხოლო დონეთა განმეორების დღეების ინტეგრალური შეჯამების შედეგად მიიღება დონეთა წლიური ხანგრძლივობა (უზრუნველყოფა). მე-8 ცხრილში ნაჩვენებია წყლის დონეების განმეორებისა და ხანგრძლივობის უწყისის შედგენის მაგალითი.

ცხრილი 8

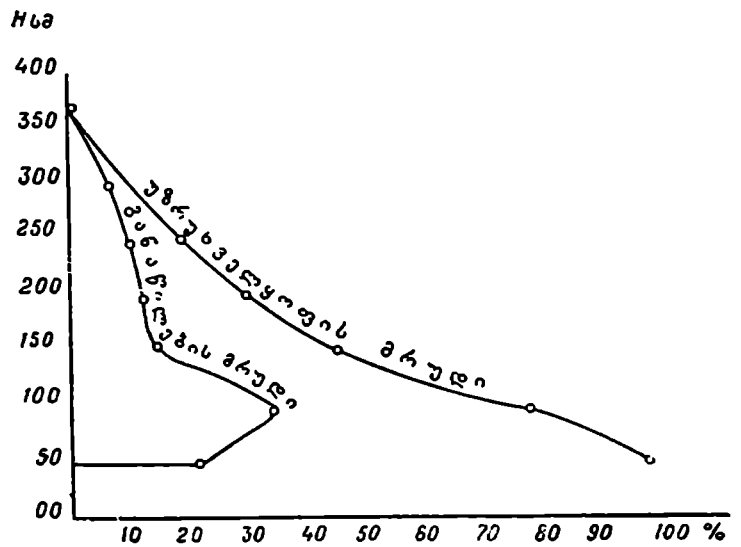
მდ. რიონის დონეების განმეორებისა და ხანგრძლივობის (უზრუნველყოფის) უწყისი ს. ხიდიკართან. 1965 წ.

დონეების ინტერვალები სმ-ებით	დონეების ინტერვალების რიცხვი თვეების მიხედვით												წლიური განმეორების ჯამი		ხანგრძლივობა (უზრუნველყოფა)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	დღეებში	%	დღეებში	%
376—350	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	3	0.8	3	0,8
349—300	—	—	—	4	13	10	—	—	—	—	—	—	27	7,2	30	8,3
299—250	—	—	—	3	16	16	5	—	—	—	—	—	40	10.9	70	18,9
249—200	—	—	6	9	2	1	18	5	—	—	1	—	42	11,5	112	30,4
199—150	—	—	9	7	—	—	8	20	2	4	2	—	52	14,3	164	44,7
149—100	—	—	12	7	—	—	—	6	28	27	26	18	124	34.0	288	78,7
99— 50	31	28	4	—	—	—	—	—	—	—	1	13	77	21,3	365	100
50— 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
ჯამი	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	100		

მრავალწლიური პერიოდის დონეების განმეორებისა და ხანგრძლივობის გამოანგარიშებისათვის შეადგენენ ანალოგიურ (№ 8) ცხრილს მთელი დამუშავების პერიოდისათვის.

უწყისის შედგენის შემდეგ აგებენ განმეორებისა და ხანგრძლივობის მრუდებს კოორდინატთა სისტემაზე, რისთვისაც წყლის დონეების სიმაღლეებს ინტერვალებით დაიტანენ ორდინატთა ღერძზე, ხოლო დღეებს — აბსცისთა ღერძზე. ამ ტიპის გრაფიკები შეიძლება აგებული იქნეს როგორც მთელი წლისათვის, ისე წლის ცალკეული პერიოდებისათვის (ზამთრის, გაზაფხულის, ყინულსვლის პერიოდის და სხვა).

დონეების განმეორებისა და ხანგრძლივობის (უზრუნველყოფის) მრუდზე (ნახ. 24.) განმეორების წერტილებს კოორდინატთა ველზე სვამენ დონეების ინტერვალების შუა ადგილზე, ხოლო ხანგრძლივობის წერტილებს — ინტერვალების ბოლო ადგილზე. № 8 ცხრილიდან და № 24 გრაფიკიდან ჩანს, რომ ხანგრძლივობის (უზრუნველყოფის) მრუდი წარმოადგენს განმეორების მრუდის ინტეგრალს, ამიტომ მას დონეების ინტეგრალურ მრუდსაც უწოდებენ.



ნახ. 24. მდინარე რიონის 1955 წლის განმეორების (სიხშირის) და ხანგრძლივობის (უზრუნველყოფის) გრაფიკები ს. ნამახვანთან.

დონეების ხანგრძლივობის გამოანგარიშების შედეგების შედარებისათვის, რომელიც მიეკუთვნება სხვადასხვა ხანგრძლივობის პერიოდს, უმჯობესია ხანგრძლივობა აბსცისთა ღერძზე გამოვსახოთ პროცენტებში მთელი პერიოდისათვის. სამეცნიერო და საწარმოო პრაქტიკული მიზნებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მახასიათებელი დონეების განსაზღვრას, რომლებიც შეიძლება განსაზღვრული იქნეს, როგორც ცალკეული წლებისათვის, ისე მრავალწლიური პერიოდისათვის. უკანასკნელ შემთხვევაში თითოეული მახასიათებელი დონისათვის დაადგენენ: 1) მრავალწლიურ საშუალო სიდიდეს

(ნორმას) და 2) უდიდესი და უმცირესი დონეების ზღვრულ სიდიდეებს მთელი დაკვირვების პერიოდისათვის.

თითოეული დამახასიათებელი დონისათვის დაადგენენ მისი დგომის ყველაზე უფრო ბოლო თარიღს. ამა თუ იმ მახასიათებელი დონის დგომის უკიდურეს თარიღებს განსაზღვრავენ დონეების წლიური ცხრილებიდან ამოკრეფით, ხოლო საშუალო თარიღს გამოიანგარიშებენ.

რომელიმე მახასიათებელი დონის საშუალო თარიღს გამოიანგარიშებენ მაშინ, როდესაც მისი დგომის თარიღებს ცალკეულ წლებში სხვადასხვა თვეებში ხვდება, აუცილებელია თითოეული წლის მახასიათებელი დონის თარიღი მივიყვანოთ წლის დასაწყისთან ან რომელიმე წინა თვესთან: ხოლო შემდეგ გამოიანგარიშება საშუალო თარიღი. მაგალითად. თუ გაზაფხულის წყალდიდობის უდიდესმა დონემ 5 წლის განმავლობაში გაიარა თვის შემდეგ რიცხვებში 5/V, 30/III, 25/II, 5/IV და 15/III, მაშინ ამ თვის რიცხვებს მივიყვანთ წლის დასაწყისთან ან თებერვალთან (იხ. ცხრილი 9).

ცხრილი 9

წყალდიდობის უდიდესი დონის გავლის თარიღები	დღეების რაოდნობა წლის დასაწყისიდან	დღეების რაოდენობა თებერვლის თვიდან
5/IV	31+28+31+5 = 95	28+31+5 = 64
30/III	31+28+30 = 89	28+30 = 58
25/II	31+25 = 56	25 = 25
5/IV	31+28+31+5 = 95	28+31+5 = 64
15/III	31+28+15 = 74	28+15 = 43
ს უ ლ	409	254

წლის დასაწყისთან გაზაფხულის წყალდიდობის უდიდესი დონის გავლის საშუალო თარიღი იქნება: 409 : 5 = 82 დღეს, აქედან თვის რიცხვი იქნება 82—31 (იან.) — 28 (თებ.) = 23 მარტი. თებერვლის თვესთან მიყვანის შემთხვევაში თვის რიცხვი იქნება: 254 : 5 = 51 დღე; 51—28 (თებ.) = 23 მარტი.

ძირითად მახასიათებელ დონეებს მიაკუთვნებენ: 1) წყალდიდობის პერიოდის უდიდეს დონეს; 2) გაზაფხულის ყინულსვლის პერიოდის დაწყების დონეს; 3) გაზაფხულის ყინულსვლის პერიოდის უდიდეს დონეს, ყინულხერგილის არსებობის გარეშე; 4) გაზაფხუ-

ლის ყინულსვლის პერიოდის უდიდეს დონეს ყინულხერგილის არსებობის დროს; 5) ზაფხულ-შემოდგომის პერიოდის უდიდეს დონეს; 6) ზაფხულ-შემოდგომის წყალმცირობის პერიოდის უდიდეს დონეს; 7) ზაფხულ-შემოდგომის პერიოდის ყველაზე უმცირეს დონეს; 8) შემოდგომის ყინულსვლის პერიოდის უდიდეს დონეს, ყინულხერგილის გარეშე; 9) შემოდგომის ყინულსვლის პერიოდის უდიდეს დონეს ყინულხერგილის დროს; 10) მდგრადი ყინულსაფრის დაწყების დონეს; 11) ზამთრის წყალმცირობის პერიოდის უმცირეს დონეს და ა. შ.

მეხუთე თავი

წყლის სიღრმეების გაზომვის სამუშაოების წარმოება

§ 31. წყლის სიღრმეების გაზომვის სამუშაოების არსი

მდინარეებზე, ტბებზე და წყალსაცავებზე წყლის სიღრმეების გაზომვის მიზანია გამოვარკვიოთ წყლის ობიექტის ფსკერის რელიეფის ხასიათი და ჰიდრომეტრიული იარაღის ჩაშვების სიღრმე. სიღრმეების გაზომვების მონაცემების მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ მდინარეებისათვის განივი კვეთის ფართობი, ხოლო ტბებისა და წყალსაცავებისათვის — მათში მოთავსებული წყლის მოცულობა.

გაზომვების მასალები შესაძლებლობას იძლევა გამოვარკვიოთ დაბრკოლებები (ჩქერები, წყალქვეშა ამაღლებები, კუნძულები, ცელები და სხვ.) წყლის ტრანსპორტისათვის. განმეორებითი გაზომვები საშუალებას იძლევა დავადგინოთ დეფორმაციის (გადარეცხვა და მოსილვა) სიდიდე და ხასიათი მდინარეებისა და ტბების კალაპოტში.

სიღრმეების ქვეშ გულისხმობენ უმოკლეს მანძილს წყლის ზედაპირიდან ფსკერამდე. ერთსა და იმავე წერტილში სხვადასხვა დროს გაზომილ სიღრმეებს, როგორც წესი, აქვთ სხვადასხვა სიდიდე, რადგანაც წყლის ზედაპირი განუწყვეტელ ცვალებადობას განიცდის.

სიღრმეების გაზომვა უმჯობესია ვაწარმოოთ წყალმცირობის პერიოდში, როდესაც კალაპოტში გაშიშვლებულია მეჩეჩები, ცელები, ცალკეული ქვები, კლდის გამოსასვლელები და სხვ. ამ დროს სიღრმეების გაზომვების მოცულობა მნიშვნელოვნად მცირდება და აჩქარებს სამუშაოს შესრულებას.

სიღრმეების გაზომვა შეიძლება ვაწარმოოთ ცალკეულ წერტილებში ან ფსკერის პროფილის განუწყვეტელი ჩაწერით. პირველ

შემთხვევაში სიღრმეებს მივიღებთ ერთიმეორესაგან დაშორებული ცალკეული წერტილებისთვის, რაც არ იძლევა ფსკერის პროფილის ზუსტად განსაზღვრის შესაძლებლობას, რადგან გაზომილ სიღრმეებს შორის რჩება გაუზომავი სიღრმეები და გაუზომავი უბნებისათვის ფსკერის რელიეფს ვღებულობთ მხოლოდ ინტერპოლაციის გზით.

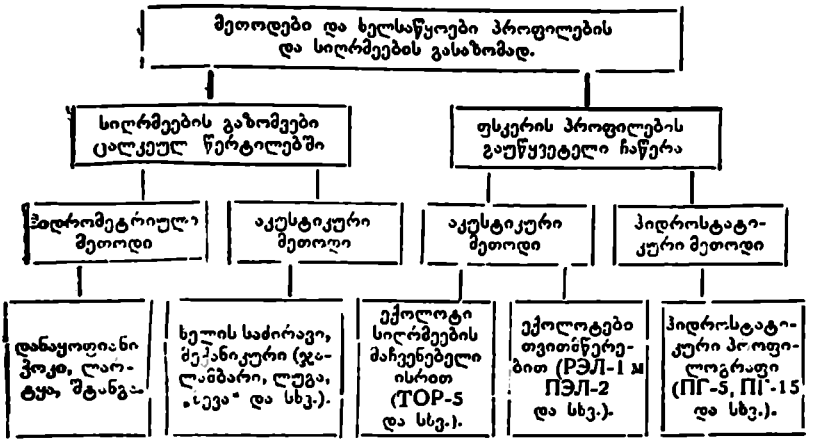
მნიშვნელოვანი სიდიდის მდინარეებზე, ტბებზე და წყალსაცავებზე სიღრმეების გაზომვა დიდ დროს მოითხოვს. გაზომვების პერიოდში წყლის დონეები შეიძლება შეიცვალოს ამიტომ სხვადასხვა მომენტში გაზომილი სიღრმეები ერთნაირი არ იქნება. ამ ნაკლის გამოსასწორებლად აუცილებელია მუშაობის დასრულების შემდეგ ყველა გაზომილი სიღრმე მივიყვანოთ ერთ რომელიმე საანგარიშო დონეზე, ან როგორც იტყვიან, პირობით დონეზე.

ამგვარად, წყალსატევების სიღრმეების გაზომვა ნიშნავს მოცემულ წერტილში უმოკლესი მანძილის განსაზღვრას წყლის ზედაპირიდან ფსკერამდე, რაც მოითხოვს გასაზომი წერტილების კოორდინატების დადგენას გეგმაზე ან პროფილზე და წყლის დონეების ნიშნულის განსაზღვრას, რომლის დროსაც ჩატარდა სიღრმეების გაზომვა, რომ გაზომილი სიღრმეები მიყვანილი იქნეს ერთ პირობით დონეზე.

ზამთრის პერიოდში ყინულსაფარის დროს განივკვეთზე სიღრმეების გასაზომ წერტილებს აღნიშნავენ უშუალოდ ყინულის ზედაპირზე, მუდმივი საწყისი წერტილიდან ან რეპერიდან. მანძილს მუდმივი წერტილიდან გადაზომავენ ფოლადის ბაფთის საშუალებით და სიღრმის გასაზომ წერტილთან ყინულში ჭრიან ხვრელს. წყლის სიღრმეს ყინულის ხვრელში აითვლიან წყლის ზედაპირიდან.

§ 32. სიღრმის საზომი ხელსაწყოები და მოწყობილობა

წყლის სიღრმეების გასაზომავად დიდი რაოდენობით არსებობს ხელსაწყოები და გაზომვის მეთოდები. აქ განვიხილავთ მხოლოდ იმ ხელსაწყოებსა და მეთოდებს, რომელთაც დღეისათვის ძირითადად იყენებენ ჰიდროლოგიურ ქსელში. არსებული მრავალრიცხოვანი ხელსაწყოები და გაზომვის მეთოდები შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემის სახით:



სიღრმეების გაზომვა ცალკეულ წერტილებში. სიღრმეების გაზომვისათვის იყენებენ მექანიკური მოქმედების იარაღებსა და ხელსაწყოებს, როგორიც არის ლარტყა (ჩვეულებრივს ან წყალსაზომს), ტრიალას შტანგა, დანაყოფებიანი ლატანი, ხელის საძირავი, მექანიკური საძირავი და სხვ.

ლ ა რ ტ ყ ა (ჩვეულებრივი ან წყალსაზომი) გამოიყენება სიღრმეების გასაზომად პატარა სიღრმის მდინარეებზე. სიღრმის გაზომვისათვის ლარტყას ნულოვანი დანაყოფით ვერტიკალურად ათავსებენ ფსკერზე. გასაზომ წერტილში და მასზე წყლის ზედაპირთან იღებენ ანაბეჭდს, რომელიც შეესატყვისება სიღრმეს მოცემულ წერტილში.

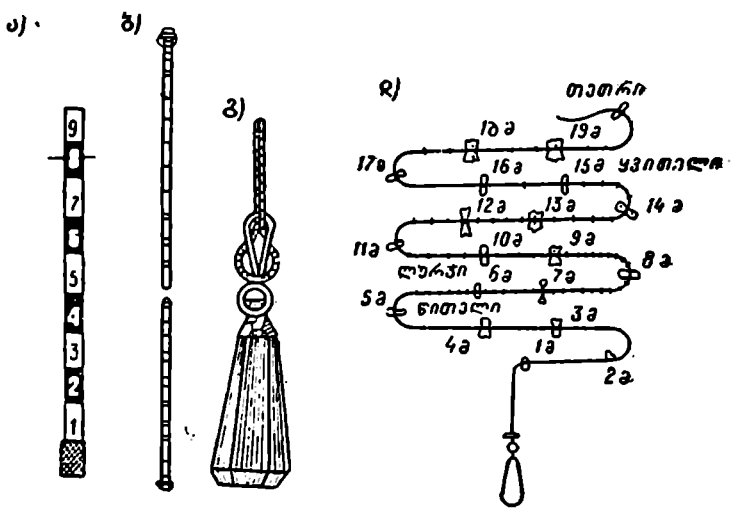
ანალოგიურ პირობებში სიღრმეების გასაზომად შეიძლება გამოიყენონ ტრიალას შტანგაც.

დანაყოფებიანი ლატანი (ნახ. 25 ა) წარმოადგენს ხის მრგვალ ჯოკს 4—6 სმ-ის დიამეტრით და 6—7 მ სიგრძით. ლატანი დაყოფილია ყოველ 0,10 მეტრზე და შეღებილია წითელი და თეთრი ფერის ზოლებივით. თითოეულ დეციმეტრზე შავი ფერით გაკეთებული აქვს წარწერა (შესატყვისი ციფრები). ლატანს ბოლო თავზე გაკეთებული აქვს 0,5—1,0 კგ სიმძიმის ბუნიკი, რომელიც მას ფსკერზე მოხვედრისას იცავს დაკვდომისაგან და გაცვეთისაგან. ლამიანი ფსკერის პირობებში ლატანს უკეთებენ ქვეშსადებს (ლითონის დისკოს 20—25 სმ-ის დიამეტრით). ლატანის ნულოვანი დანაყოფი უნდა ხვდებოდეს ქვეშსადების ქვედა ზედაპირს. დანაყოფებიანი ლატანით სიღრმეების გაზომვის სიზუსტე შეადგენს 1—2% და დამოკიდებულია დინების სიჩქარეზე და ფსკერის გრუნტის ხასიათზე.

დანაყოფებიანი ლატანით სიღრმეების გაზომვა მდგარ წყალსატევში და დინების მცირე სიჩქარეების დროს არ არის ძნელი; მას ვერტიკალურად ჩაუშვებენ წყალში და დონეებს აითვლიან იმ მომენტში, როდესაც ლატანის ქვედა ბოლო ფსკერს შეეხება. დინების 0.5 მ/წამი სიჩქარის დროს დანაყოფებიან ლატანს გადაისვრიან წინ, დინების საწინააღმდეგოდ და ათვლა წარმოებს იმ მომენტში, როდესაც ლატანი დადგება ვერტიკალურ მდგომარეობაში.

დანაყოფებიანი ლატანით გაზომვის დროს სიღრმეების ათვლა წარმოებს 2 სმ-ის სიზუსტით; ამ დროს დეციმეტრებს ამოიკითხავენ ლატანზე დაწერილი ციფრებიდან, ხოლო სანტიმეტრების რიცხვს განსაზღვრავენ თვალით. ღელვის დროს ათვლა კეთდება ტალღის თხემზე და ფსკერზე და სიღრმის მნიშვნელობად ღებულობენ ორივე ანათვალიდან საშუალო რიცხვს.

დიდი სიღრმის და სწორფსკერიან მდინარეებზე სიღრმეების გასაზომად შეიძლება გამოვიყენოთ მცურავი დანაყოფებიანი ლატანი (ნახ. 25 ბ).



ნახ. 25. სიღრმის საზომი მარტივი ხელსაწყოები:
ა—დანაყოფებიანი ლატანი; ბ—მცურავი ლატანი, გ—საძირავი,
დ—საძირავი დანაყოფებიანი ზონარით.

ხელის საძირავი (ნახ. 25 გ) წარმოადგენს 2—5 კგ სიმძიმის თუჯის ან ტყვიის ტვირთს ყუნწით, რომელზედაც მიმაგრე-

ბულია საძირავ-ზონარი (ნახ. 25 დ). ზონარისათვის ხმარობენ ქერელის ან კაპრონის გაჭიმულ თოკს, ან 1—2 მმ დიამეტრის ფოლადის გვარლს. ზონარი დაყოფილია მეტრებად და სანტიმეტრებად.

სიღრმეების საზომი ხელის საძირავით, მდინარეებში სიღრმეები შეიძლება გაიზომოს 25 მ-მდე, ხოლო ტბებში და წყალსაცავებში— 100 მ-მდე, მდინარეში სიღრმის გაზომვის დროს საძირავს გადაადგილებენ წინ, ნაკადის დინების საწინააღმდეგოდ, ხოლო ათვლას საძირავ-ზონარზე აწარმოებენ იმ მომენტში, როდესაც გაჭიმული ზონარი იქნება ვერტიკალურ მდგომარეობაში. საძირავებით გაზომილი სიღრმეების სიზუსტე ვცირეა, შედარებით დანაყოფებიანი ლატანით და ლარტყებით გაზომილ სიღრმეებთან, წყლის დინების მიერ ზონრის გახრისა და საძირავის წაღების შედეგად. ზონარის მიხედვით ათვლის სიზუსტე 5—10 სმ-ია.

მექანიკური საძირავები ძირითადად სამი ნაწილისაგან შედგება: 1) ჯალამბრები ამთვლელი მოწყობილობით, რომლებიც სიღრმის გაზომვის დროს ემსახურება ტვირთის (საძირავის) წყალში ჩაშვებას და ზევით ამოღებას;

2) გვარლი, რომლითაც ჩაიშვება და ამოიღება ტვირთი სიღრმის გაზომვის დროს;

3) საძირავი-ტვირთი.

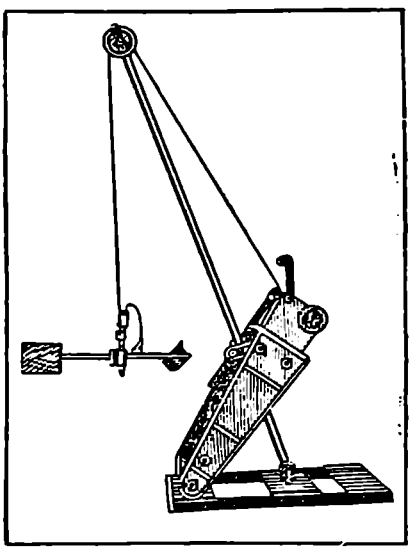
სიღრმეების გასაზომად და სხვადასხვა ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესრულებისათვის უმთავრესად იყენებენ „ნევას“ და „ლუგას“ ტიპის და აგრეთვე მბრუნავისრიან საზღვაო ჯალამბრებს.

„ნევასა“ და „ლუგას“ ტიპის ჯალამბრები ძირითადად აწყობილია ერთნაირი დეტალებით, დამხვევი და ამთვლელი მოწყობილობით. ჯალამბრებზე ამთვლელები უჩვენებენ დარღვეული გვარლის სიგრძეს. მათ აქვს სამი სკალა: ათეულ მეტრობით, მეტრობით და დეციმეტრობით; აქვს მოწყობილობა ნულ დანაყოფზე დაყენებისათვის. ჯალამბარ „ნევას“ სადგამი უფრო მაღალია, აქვს სახსრიანი საყრდენი და მოსრიალე კაუშირი ისართან, ხოლო ჯალამბარ „ლუგას“ ისარი ცალკე სადგარზეა დამაგრებული (ნახ. 26).

ორივე ტიპის ჯალამბრებს გვარლის სიგრძე ერთნაირი აქვთ — 22 მ, დიამეტრი 2,5 მმ. ჯალამბარ „ნევას“ ტვირთამწეობის უნარიანობა 50 კგ-ია, „ლუგასი“ — 30 კგ. ჯალამბარ „ნევას“ მთელი კომპლექტის წონა უდრის 55 კგ-ს, „ლუგას“ — 35 კგ-ს.

ჯალამბარი „ნევა“ მოხერხებულია ჰიდრომეტრიულ ხიდებზე და აკვნებზე გამოსაყენებლად, ხოლო „ლუგას“ კი უფრო მეტად იყენებენ ნავით მუშაობის დროს.

საძირავის ჩასაშვები გვარლი ჯალამბარის კომპლექტში შედის. ზემოთ განხილული ჯალამბრებისათვის იყენებენ 2,5—3,0 მმ დიამეტრის ფოლადის რბილ გვარლს, საძირავზე ფსკერის კონტაქტის არსებობის დროს კი გვარლ-კაბელს. ფოლადის გვარლი მუშაობისათვის უფრო მოხერხებულია, რადგანაც აქვს დიდი გამძლეობა, არ იჭიმება, ზამთარში არ იყინება და არ იმსხვრევა.



ნახ. 26. პიდრომეტრიული ჯალამბარი, „ნევა"

ტვირთები გამოყენებულია საძირავად; მათ თევზისებური ფორმა აქვთ, და აღჭურვილი არიან კუდის ფრთით ნაკადის დინების თანხვდენილად დადგომისათვის. საძირავზე მიმაგრებულია მენჯი, რომელიც უზრუნველყოფს ტვირთის თავისუფალ ბრუნვას ჰორიზონტალურ სიბრტყეში და ნაკადის დინების მიმართულებით დაყენებას. საწარმოებში უმთავრესად ამზადებენ 5—100 კგ-ის სიმძიმის თევზისმაგვარ საძირავებს.

მცურავი გემით სიღრმეების გაზომვის დროს საძირავის ზონარს ჩვეულებრივად არ ამოღებენ ბოლომდე, არამედ თითოეული გაზომვის დროს დოლს რამდენჯერმე შეაბრუნებენ, ხოლო შემდეგ ტვირთს ჩაუშვებენ ფსკერამდე. ზონარზე აიღებენ ანათვლებს და საძირავს წყლიდან ამოიღებენ.

იმ შემთხვევაში, თუ საკიდელის გვარლის სიმაღლე 1 მ-ს აღემატება, შესწორება განისაზღვრება შემდეგნაირად: გაზომავენ მანძილს საკიდელის წერტილიდან წყლის ზედაპირამდე ტვირთის დაშვების გზით, სიგრძის ანათვალს იღებენ ამთვლელის მიხედვით (ნახ. 27 ბ).

$$a = AD = AB_1. \qquad (2)$$

წყლის დინებით საძირავის გვარლის გადახრის შესწორება. სიღრმეების გაზომვისას ნაკადის დიდი სიჩქარეების დროს ადგილი აქვს საძირავის გვარლის გახრას, რის შედეგადაც მიიღება გადიდებული სიღრმეები. ამიტომ ნამდვილი სიღრმეების მისაღებისათვის საჭიროა შევიტანოთ გახრის შესწორება უარყოფითი ნიშნით.

საძირავის გვარლი წყალში იხრება ძალიან რთული მრუდით, რაც დამოკიდებულია საძირავის (ტვირთის) ფორმაზე, გვარლის ხვედვის სტრუქტურაზე, წყალში ჩაშვების სიგრძეზე და ნაკადის სიჩქარის სიდიდეზე. საძირავის გვარლის გახრის მრუდის ფორმა და მისი სიგრძე შეიძლება განისაზღვროს ანალიზური გზით, პრაქტიკულად კი გახრის შესწორება საველე წიგნაკში შეაქვთ წინასწარ გამზადებული ცხრილიდან. ვერტიკალური მიმართულებიდან გვარლის გახრის კუთხეს ზომავენ მარტივი კუთხსაზომით (ნახ. 27), რომელიც გამზადებულია ლითონის თხელი ფურცლისაგან. კუთხსაზომის სექტორის ნაწილზე გახრის კუთხის 1°-ით სიზუსტის გასაზომავად მოთავსებულია დანაყოფებიანი სკალა. სექტორს ზემო ნაწილში აქვს ნაჩვრეტი, სადაც გაყრილია შვეულის ძაფი. სექტორს ერთ მხარეზე აქვს ღარი, რომლითაც კუთხსაზომი გვარლზე მაგრდება. ამის საშუალებით კუთხსაზომის ნულოვანი დანაყოფის ხაზი გვარლის მიმართულებას ემთხვევა; გახრის კუთხის სიდიდე აითვლება გვარლის მიმართულებასა და შვეულის ძაფის ხაზს შორის. იმ შემთხვევაში, როდესაც გვარლის სიგრძე წყალში დაძირული ტვირთიდან ერთ მეტრს არ აღემატება, წყლის სიღრმე განისაზღვრება (ნახ. 27 ა) შემდეგი მარტივი ფორმულით.

$$h = l - a - \Delta_2, \qquad (3)$$

სადაც, l — გაჭიმული გვარლის სიძეა, a — საკიდელის სიმაღლეა, ე. ი. მანძილი ჯალამბარის ჰოპონაქიდან წყლის ზედაპირამდე ვერტიკალის მიხედვით. Δ_2 — შესწორება ცხრილიდან აიღება, გაზომილი სიღრმისა ($l - a$) და α კუთხის დამოკიდებულების მიხედვით.

ტვირთის წყლის ზედაპირთან შეხებისას ამთვლელს აყენებენ ნულოვან დანაყოფზე, შემდეგ ტვირთს უშვებენ წყალში ფსკერამ-

დე: ამთვლელის მიხედვით აითვლიან სიღრმის მანძილს $B_1C=l_1$ (ფაქტიური სიღრმე).

გაზომავენ ვერტიკალიდან გვარლის გახრის კუთხეს α-ს. ამის შემდეგ აწარმოებენ წყლის ნამდვილი სიღრმის h-ის გაანგარიშებას, რისთვისაც განსაზღვრავენ გვარლის წყალქვეშა ნაწილის სიგრძის შეასწორებას Δ_1. ამისათვის სარგებლობენ ცხრილით, რომელიც შედგენილია შემდეგი ფორმულის დახმარებით.

$$\Delta_1=BB_1=\left(\frac{1}{\cos\alpha}-1\right)\alpha, \tag{4}$$

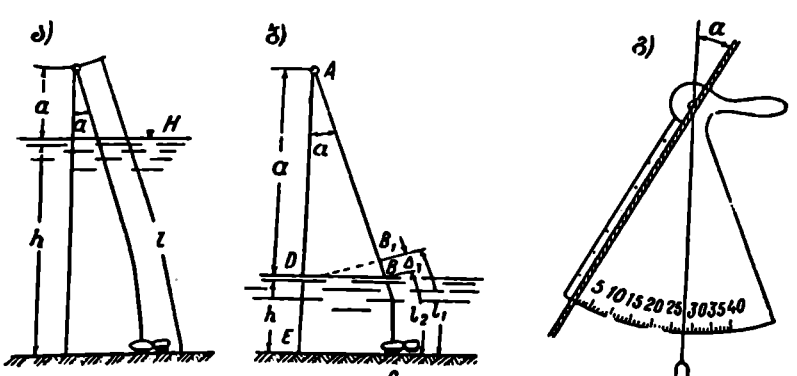
(ამ შემთხვევაში გვარლის წყალქვეშა ნაწილი სწორხაზოვნად ითვლება).

ფაქტიურად სიღრმეს l_1, გამოაკლებენ Δ_1 და ღებულობენ გვარლის წყალქვეშა ნაწილის სიგრძეს:

$$l_2=B_1C-BB_1=BC=l_1-\Delta_1 \tag{5}$$

მიღებული l_2-ის სიგრძისათვის ცხრილის მიხედვით მონახავენ შესწორებას Δ_2; ამის შემდეგ განსაზღვრავენ ნამდვილ სიღრმეს. ამისათვის გვარლის წყალქვეშა ნაწილის სიგრძეს გამოაკლებენ Δ_2 შესწორებას

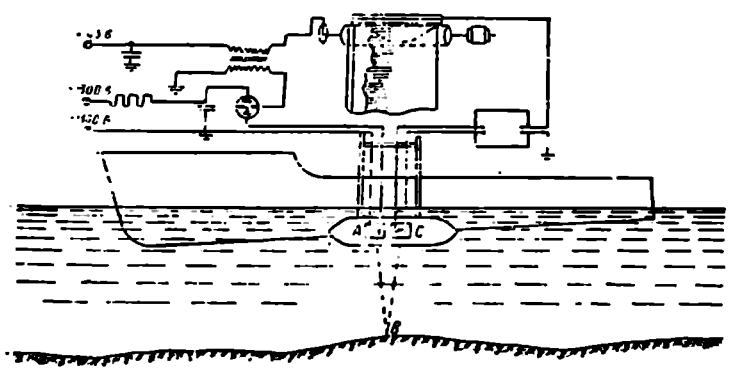
$$h=l_2-\Delta_2 \tag{6}$$



ნახ. 27. დინებით გვარლის გახრის შემასწორებლის განსაზღვრის სქემა (ა, ბ) და მარტივი კუთხსაზომი (გ).

აკუსტიკური მეთოდები დამყარებულია ულტრაბგერის გამოყენებაზე, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც ცალკეულ წერტილებში სიღრმეების გასაზომად, ისე ფსკერის პროფილის უწყვეტი ჩაწერისათვის. ამ მეთოდების პრინციპებს ქვემოთ შევეხებით, ხოლო აქ განვიხილავთ მცირეგაბარიტიანი ექოლოტის TOP—5-ის ტიპს, რომელიც თავისი ტექნიკური მაჩვენებლებით მოხერხებულია ექსპედიციურ პირობებში გამოსაყენებლად.

მცირეგაბარიტიანი ექოლოტი TOP—5-ის დანიშნულებაა სიღრმეების გაზომვა მოტორიანი ან ნიჩბებიანი ნავიდან. სიღრმეების ათვლა წარმოებს ისრიანი მაჩვენებლის მიხედვით. ექოლოტის კომპლექტი შედგება ცენტრალური ხელსაწყოსაგან და ნავის ბორტზე მისამაგრებელი მოწყობილობისაგან (ნახ. 28).



ნახ. 28. მცირეგაბარიტიანი ექოლოტი TOP — 5.

TOP—5 ტიპის ექოლოტში სიღრმეების გასაზომად გამოყენებულია იმპულსის მეთოდი. წამყვანი გენერატორი გამოიმუშავებს სინუსოიდალურ დაძაბულობას, რომელიც გარდაიქმნება სწორკუთხოვან იმპულსად. გაძლიერებული იმპულსები აღაგზნებენ ვიბრატორ-გამომსხივებელს, რის შედეგადაც წყალში წარმოიშობა ულტრაბგერების გამოსხივება. ფსკერიდან არეკლილ იმპულსს მიიღებს ვიბრატორი-მიმღები; იგი გაძლიერდება და ხვდება მიკროამპერმეტრს, რომელიც გრადუირებულია მეტრებში სიღრმეების გაზომვისათვის.

ბორტზე მისამაგრებელი მოწყობილობა შედგება ორი ვიბრატორისაგან, რომელნიც მოთავსებულია გარსადენში.

ჰხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ფსკერის ლამიან გრუნტზე ექოლოტი სიღრმეს უჩვენებს ლამის ფენის ზედაპირამდე, რასაც შეუძლია გამოიწვიოს განსხვავება დანაყოფებიანი ლატანით გაზომილ და ექოლოტით გაზომილ სიღრმეებს შორის.

აკუსტიკური მეთოდით ფსკერის პროფილის ჩაწერა. ამჟამად ეს მეთოდი ძალიან ფართოდაა გამოყენებული წყლების გამოკვლევების ჩატარების დროს წყლის ტრანსპორტისა და სხვადასხვაგვარ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობის მიზნებისათვის. აკუსტიკურ მეთოდზე დამყარებული ექოლოტებით სიღრმეების გაზომვითი სამუშაოების დროს წარმოებს ფსკერის პროფილის ჩაწერა ქაღალდის ბაფთაზე. განხილული მეთოდისათვის იყენებენ მაგნიტოსტრიკციულ ექოლოტებს. აკუსტიკურ მეთოდს აქვს თავისი ღირსება და ნაკლოვანება. მისი ღირსებებიდან შეიძლება აღინიშნოს შემდეგი:

1) გაზომვების უწყვეტობა;

2) სიღრმეების გაზომვის მაღალი სიზუსტე (÷ 2%);

3) სიღრმეების გაზომვების დიდი სიჩქარე (15—17 კმ/საათი);

4) გაზომვების წარმოების შესაძლებლობა დანაგვიანებულ ფსკერისა და ჩაძირული საგნების არსებობის დროს;

ნაკლოვანებებად შეიძლება მივიჩნიოთ შემდეგი:

1) ჩაწერილი პროფილის ჰორიზონტული მასშტაბის არამუდმივობა;

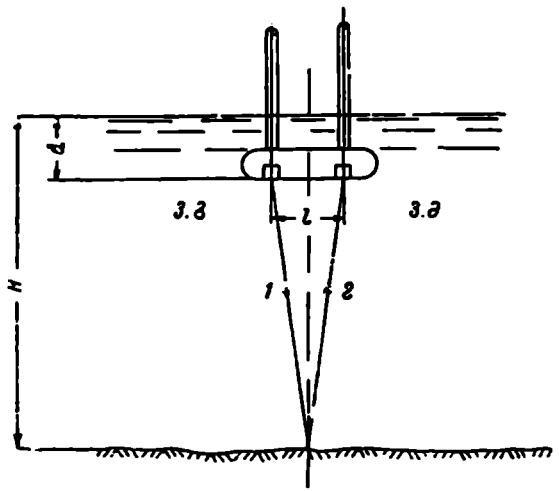
2) სიღრმეების არასაკმარისი სიზუსტით გაზომვები წყლის დიდი სიმღვრივისას და დიდი აერაციის დროს, აგრეთვე წყალმცენარეულობის არსებობის დროს.

მეთოდის არსი დაფუძნებულია ულტრაბგერის იმპულსის წყალში გავლის დროის გაზომვაზე, ე. ი. იზომება, დრო, რომელსაც ვიბრატორ-გამომსხივებლიდან გაგზავნილი ბგერა ანდომებს ფსკერამდე და ფსკერიდან არეკვლის შემდეგ ვიბრატორ-მიმღებამდე მანძილის გავლას.

აღვნიშნოთ: C — წყალში ულტრაბგერის გავრცელების სიჩქარე. Δt ულტრაბგერის იმპულსის გავლის დრო ვიბრატორ-გამომსხივებლიდან ფსკერამდე და ფსკერიდან ვიბრატორ-მიმღებამდე, d— ვიბრატორების წყალში ჩაძირვის სიღრმე, l —მანძილი ვიბრატორებს შორის; მაშინ გეომეტრიული თანაფარდობიდან (ნახ. 30) ნაკადის სიღრმე h შეიძლება გამოისახოს შემდეგი ფორმულით:

$$h = \sqrt{\left(\frac{C\Delta t}{2}\right)^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} + d. \qquad (7).$$

ამ ფორმულაში C, l და d სიდიდეები ცნობილია.



ნახ. 29. ექოლოტით სიღრმის გაზომვის სქემა (ნავზე მიბაძაგრებული მოწყობილობა).
ა—ვიბრატორ-გამომსხივებელი, ბ—ვიბრატორ-მიმღები, 1—პირდაპირი ულტრაბგერითი იმპულსი, 2—არეკლილი ულტრაბგერითი იმპულსი.

წყალში ულტრაბგერების გავრცელების სიჩქარე დამოკიდებულია წყლის ტემპერატურაზე და მარილიანობაზე, მტკნარ წყალში 14° ტემპერატურის დროს ულტრაბგერების გავრცელების სიჩქარე $C = 1462$ მ/წ. შედარებით მცირე სიღრმისა და დიდი სიჩქარის მდინარეებში ულტრაბგერების გავრცელების დრო Δt ძალიან მცირეა ასე მაგალითად, ნაკადის 5 მეტრის სიღრმის და წყლის 14° ტემპერატურის დროს ულტრაბგერების გავრცელების დრო dt შეადგენს

$$\Delta t = \frac{2h}{1462} = \frac{10}{1462} = 0{,}007 \text{ წამს.}$$

სიღრმეების გაზომვის ასეთი მცირე დროის მონაკვეთის აღრიცხვა ძალზე ძნელია.

სიღრმის საზომი ექოლოტი ПЭЛ—2 წარმოადგენს გადასატან.

ექოლოტს და იხვარება სიღრმეების გაზომვისათვის წყალსაცავებში, კატერებზე და მცირე ზომის გემებზე.

ექოლოტის კომპლექტში შედის: ცენტრალური ხელსაწყო, ბორტზე მისამაგრებელი მოწყობილობა კრონშტეინით და გარსაცავი ორი ვიბრატორით, შემაერთებელი შლანგი (3 ცალი), სამი ყუთი სათადარიგო ნაწილებისათვის, იარაღებისათვის და ჩასაწერი ქაღალდის ბაფთებისათვის.

პროფილის ხაზი იწერება ელექტროთერმულ ЭТВ—2-ის ტიპის ქაღალდზე. ქაღალდი შედგება ორი ფენისაგან — ქვედა შავი დენგამტარისაგან და ზედა თეთრი (სულფატ-ცელულოზისაგან), რომელზეც ელექტროდენით გაწვის შედეგად ფსკერის პროფილი ჩაიწერება თეთრ ფონზე შავი ხაზის სახით. სიღრმის მიხედვით ფსკერის პროფილის ჩაწერის მასშტაბი უდრის 1:100, ჰორიზონტალური მასშტაბი მუდმივი არ არის და დამოკიდებულია გამზომი გემის მოძრაობის სიჩქარეზე.

ექოლოტის ცენტრალური ხელსაწყო ემსახურება ფსკერის პროფილის ავტომატურ ჩაწერას და გაგზავნილი და მიღებული ულტრაბგერითი იმპულსების მართვას. მის კორპუსში მოთავსებულია ბაფთის გამჭიმავი მექანიზმი, გამაძლიერებელი, სასაზრდოო ბლოკი და მასთან დაკავშირებული სქემის ელემენტები.

ბაფთაგამჭიმავი მექანიზმი დოლს ანიჭებს ბრუნვის მუდმივ სიჩქარეს, რომელიც შეიძლება ვარეგულიროთ წყლის ტემპერატურასთან დაკავშირებით, ჰიმავს ქაღალდის ბაფთას დოლსა და სახაზავს შორის, მართავს ულტრაბგერითი იმპულსების გაგზავნას და მიღებას. ბაფთგამჭიმავი მექანიზმი მოძრაობაში მოდის ელექტროძრავათი, რომელიც აღჭურვილია ავტომატური ცენტრიდანული რეგულატორით.

გამაძლიერებლის დანიშნულებაა სუსტი იმპულსების გაძლიერება. რომელიც წარმოიქმნა მიმღებ-ვიბრატორის გრაგნილში ფსკერიდან მოსული სიგნალის მიღების მომენტში.

საზრდოობის ბლოკი ემსახურება საზრდოობის წყაროს მუდმივი დენის გარდაქმნას ცვლად დენად ცენტრალური ხელსაწყოს სქემის ელემენტების საზრდოობისათვის.

ბორტის გარეთ მისამაგრებელი ხელსაწყო ემსახურება გარსაცავიანი მაგნიტოსტრიქციული ვიბრატორების წყალში ჩაძირვას.

ექოლოტი მუშაობს შემდეგნაირად: ელექტროძრავა-რედუქტორი მუდმივი სიჩქარით აბრუნებს დოლს. იმავე დროს მოქმედებაში მოდის გამგზავნი მოწყობილობა და ბაფთაგამჭიმავი მექანიზმი. დოლის ზედაპირზე გაჭიმულია სიმი, რომელიც ქმნის კლაკნილ

ხაზს — ერთი ხვეულის ტოლს; დოლის სასურველი მდგომარეობის დროს თითოეული დროის მომენტში სიმს აქვს კონტაქტი დოლის ზევით მოთავსებული სახაზავის ერთ წერტილთან. დოლის ბრუნვის მიხედვით ეს წერტილი გადაადგილდება სახაზავის გასწვრივ.

დოლის ბრუნვის დროს ჩაერთვება კონდენსატორის და ვიბრატორ-გამომსხივებელი გრაგნილის წრედი (რხევითი კონტური). კონდენსატორის განმუხტვის დროს კონტურში წარმოიქმნება რხევითი პროცესი, ამ დროს ვიბრატორ-გამომსხივებლის ნიკელოვანი პაკეტი მაგნიტოსტრიკციული ეფექტის[1] შედეგად გზავნის ულტრაბგერების იმპულსებს, რომლებიც ვრცელდება წყლის გარემოში. ფსკერიდან არეკვლილი იმპულსები მექანიკურად მოქმედებენ ვიბრატორ-მიმღების (შებრუნებული მაგნიტოსტრიკციულ ეფექტი) ნიკელოვან პაკეტზე, რის შედეგადაც მის გრაგნილში წარმოიქმნება სუსტი დაძაბულობა, რომელიც შედის გამაძლიერებლებში და აქედან ხვდება სახაზავს.

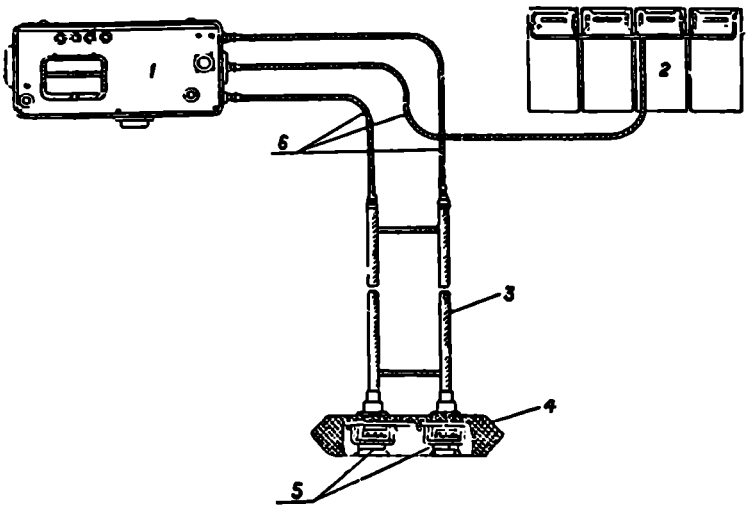
ულტრაბგერების გაგზავნის მომენტის დროიდან იმპულსების სახაზავთან მოსვლამდე სახაზავის კონტაქტის წერტილი დოლის სპირალით გადაინაცვლებს მოცემულ წერტილში წყალსაცავის სიღრმის პროპორციულად. შესატყვის წერტილში ქაღალდის ბაფთაზე ამოიწვება თეთრი ფენა.

ექოლოტის მუშაობის პერიოდში ბაფთაზე მიიღება წერტილების რიგი, რომელნიც წარმოქმნიან ფსკერის პროფილის შესატყვის მთლიან შავ ხაზს.

გემზე ექოლოტის დადგმის დროს ცენტრალური ხელსაწყოს დაამაგრებენ ჭანჭიკებით, ხოლო ბორტგარე მოწყობილობას ამაგრებენ გემის ბორტზე იმ ანგარიშით, რომ ვიბრატორების გარსაცავი მოთავსდეს ჰორიზონტულად ბორტიდან 0,5—0,7—მეტრზე და სიღრმეში 0.25—0,1 მ-ზე. ცენტრალური ხელსაწყოს საზრდოობის წყაროებთან და ვიბრატორებთან ჩართვა შემაერთებელი კაბელების საშუალებით ნაჩვენებია 30-ე ნახაზზე.

---

[1] მაგნიტოსტრიკციული მოვლენა გამოიხატება იმაში, რომ ზოგიერთი ლითონები (რკინა, ნიკელი) იცელის თავის სიდიდეს — იკუმშება და ფართოვდება ცვლადი მაგნიტური ველის მოქმედებით და ირხევა იმავე სიხშირით, როგორც მაგნიტური ველი. ამ დროს გარემოში წარმოიქმნებიან ულტრაბგერითი რხევები 16000—80000 ჰერცის სიხშირით.



ნახ. 30. ავტოლოტი ПЭЛ—2-ის საზრდოობის წყაროებისა და ვიბრატორების ცენტრალურ ხელსაწყოსთან ჩართვის სქემა.
1—ცენტრალური ხელსაწყო; 2—აკუმულატორი; 3—ბორტგარე მოწყობილობის კრონშტეინი; 4—გარსდენი; 5—ვიბრატორები; 6—შემაერთებელი შლანგები.

§ 24. ფსკერის პროფილის თვითმწერი ხელსაწყოები—პროფილოგრაფები

პროფილოგრაფი აწარმოებს სილრმეების გაზომვას განუწყვეტლივ და ხელსაწყოს ბაფთაზე პირობითი მასშტაბით ავტომატურად წერს გაზომილ პროფილს.

მოწყობილობის მიხედვით მრავალი ტიპის პროფილოგრაფები არსებობს, მაგრამ ყველაზე უფრო გავრცელებულია ჰიდროსტატიკური ტიპის პროფილოგრაფები.

ჰიდროსტატიკურ პროფილოგრაფებს ამჟამად იყენებენ სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ჩატარების დროს.

ადრე იყენებდნენ სხვა ტიპის პროფილოგრაფებსაც, მაგრამ მათ ბევრი ნაკლი ჰქონდათ და დღეს აღარ იხმარებიან. ჰიდროსტატიკური პროფილოგრაფით ფსკერის პროფილის გაზომვა წარმოებს წყალსატევის ფსკერზე მოთავსებული სპეციალური მოწყობილობის—ბუქსირების საშუალებით. ხელსაწყო აღჭურვილია გადამწოდით, რომლის ჩვენებაც გადაეცემა ჩამწერ მოწყობილობას ქაღალ-

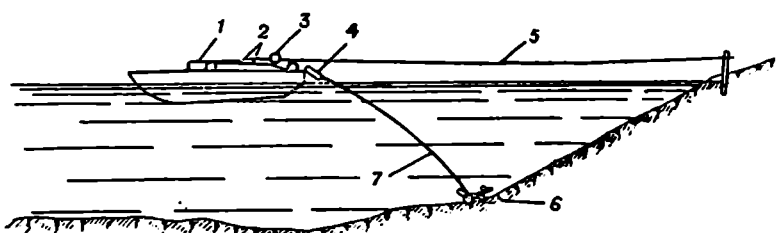
დის ბაფთაზე, რომელზედაც იწერება ფსკერის პროფილი განსაზღვრული ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მასშტაბით.

ფსკერის პროფილის ჩაწერის ჰიდროსტატიკური მეთოდის ღირსებას წარმოადგენს: სიღრმეების განუწყვეტელი გაზომვა. გაზომილი ფსკერის პროფილი მიიღება განსაზღვრული ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მასშტაბით, რაც შემდგომ დამუშავებას აღარ მოითხოვს; იძლევა ჰორიზონტალური მანძილის და სიღრმეების ზუსტ გაზომვებს.

ნაკლოვანებიდან შეიძლება აღინიშნოს: გამოყენების შეზღუდულობა იმ წყალსატევებზე, რომელთაც ფსკერი დანაგვიანებული აქვთ (ჩაძირული საგნებით, დიდი ლოდებით და სხვ.). ასეთ ადგილებში პროფილოგრაფების გამოყენება საერთოდ შეუძლებელია, აგრეთვე მისი გამოყენება შეუძლებელია დიდი სიჩქარეების დროს, რადგანაც ხელსაწყოს ნაკადის დინება წაიღებს და სხვ.

არსებული პროფილოგრაფების აღწერა მოცემულია ჟელეზნიაკოვის და ვასილიევის შრომებში (1960, 1961 წწ.). აქ შევეხებით მხოლოდ დისტანციური ჰიდროსტატისტიკური პროფილოგრაფის მოკლე დახასიათებას.

დისტანციური პროფილოგრაფი გაანგარიშებულია გამოსაყენებლად მცირე ზომის გემებზე, კატერებზე და მოტორიან ნავებზე. სიღრმის აღმრიცხველი მოწყობილობა მოთავსებულია გემის ბორტზე, ხოლო სიღრმეების გადამწოდი (მიმყოლი საძირავი) ბუქსირებს ფსკერის მიხედვით (ნახ. 31).



ნახ. 31. დინტანციური პროფილოგრაფით სიღრმეების გაზომვის სქემა.

პროფილოგრაფის კომპლექტი შედგება რეგისტრატორისაგან (1), შემაერთებელი კაბელისაგან (2), ჰორიზონტალური მანძილის გასაზომი კვანძისაგან (3), საბორტო ამორტიზატორისაგან (4), გასაზომი ძაფისაგან (5) და მიმყოლი საძირავისაგან (6) გვარლ-კაბელით (7).

მიმყოლი საძირავი (6) გაკეთებულია გარსაცავის სახის ფრთა-სხმულობით, რომელიც უზრუნველყოფს ფსკერზე მოუწყვეტელ მოძრაობას. საძირავის შიგნით მოთავსებული სიღრმის გადამწოდი შედგება მგრძნობიარე ელემენტისაგან, რომელიც ღებულობს ჰიდროსტატიკურ წნევას. მიმყოლი საძირავი მოძრაობს სამძარღვიანი გვარლკაბელის საშუალებით.

რეგისტრატორის (1) საშუალებით ქაღალდის ბაფთაზე წარმოებს ფსკერის პროფილის ჩაწერა, მასში ჯამდება ინფორმაცია, რომელიც მოდის სიღრმისა და ჰორიზონტალური მანძილების გადამწოდებისაგან.

ჰორიზონტალური მანძილის გამზომი კვანძი (3) ემსახურება უშუალოდ მანძილის გაზომვას და რეგისტრატორზე დენის იმპულსების გადაწოდებას გავლილი მანძილის ყოველ 0,5 მეტრზე. მანძილის გასაზომავად იყენებენ სპეციალურ კაპრონის ძაფს (5), რომელიც საწყის ნაპირზე მიმაგრებულია ერთი ბოლოთი.

ბორტის ამორტიზატორის (4) დანიშნულებაა სვლის დროს შეამციროს მიმყოლი საძირავის დარტყმები ფსკერზე არსებულ დაბრკოლებებთან და დაიცვას გვარლ-კაბელი (7) გაწყვეტისაგან.

როგორც ცდებმა უჩვენეს (ყელეზნიაკოვი და ვასილევი, 1961), პროფილოგრაფის გამოყენებისას ხელსაწყომ უზრუნველყო ფსკერის პროფილის კარგი ჩანაწერი მოძრაობის 10—12 კმ/საათის სიჩქარის დროს.

§ 33. სიღრმეების გაზომვის მუშაობის წარმოების ხერხები

თითოეულ გასაზომ წერტილში სიღრმეების გაზომვის დროს აუცილებლად უნდა განისაზღვროს წყალსატევის სიღრმე, წერტილის ადგილმდებარეობა (კოორდინატებით) და წყლის დონის ნიშნული, რომლის დროსაც წარმოებდა გაზომვები.

წყალსატევის სიღრმე განისაზღვრება ზემოთ განხილული რომელიმე ხელსაწყოთი.

გასაზომი წერტილის მდებარეობის განსაზღვრა დამოკიდებულია დასმულ ამოცანაზე, მოწყობილობაზე, მუშაობის ხასიათზე და წყლის ობიექტის სიდიდეზე; წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება:

1) უშუალოდ მანძილის გაზომვით საწყისი წერტილიდან ბაფთით ან დანაყოფებიანი გვარლით;

2) ნაპირიდან კუთხმზომი ხელსაწყოებით გასაზომი წერტილის დანიშვნით;

3) კუთხმზომი ხელსაწყოების დანიშვნით, გამზომი ნავიდან ნაპირზე ორიენტირებით;

4) გასაზომი წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება ასტრონომიული მეთოდით და ნავიგაციური გაანგარიშებით;

5) რადიოგეოდეზიური მეთოდებით და სხვ.

სიღრმეების გაზომვის დროს წყლის დონის ნიშნული აუგილზე განისაზღვრება წყალსაზომი საგუშაგოების ჩვენების მიხედვით. დონეების ნიშნულის განსაზღვრისათვის მდინარის უბნის მნიშვნელოვან სიგრძეზე ან დიდი ფართობის ტბებზე და წყალსაცავებზე ჩვეულებრივად აწყობენ დროებით წყალსაზომ საგუშაგოებს. თითოეული გაზომვითი სელის დასაწყისში და დასასრულს (განივი, ჰალსები) წარმოებს წყლის დონის ნიშნულის განსაზღვრა წყალსაზომ საგუშაგოებზე.

დასახული მიზნების სიზუსტესთან, სიღრმეების დეტალურ გაზომვებთან და ადგილობრივ პირობებთან დაკავშირებით გასაზომი სვლები განლაგდება:

1) განივი პროფილების მიხედვით;

2) გრძივი პროფილების მიხედვით,

3) ირიბი ჰალსების მიხედვით,

4) შერეული ხერხებით.

სიღრმეების გაზომვებთან ერთად შეიძლება გამოკვლეულ იქნეს წყალსატევის ფსკერის გრუნტი სპეციალური ხელსაწყოებით ან თვალხედვის საშუალებით. თვალხედვით განსაზღვრის დროს შეიძლება აღნიშნული იქნეს: ლამი, თიხა, ქვიშა, ხრეში, ქვები და წყალმცენარეულობის არსებობა.

სიღრმეების გაზომვების შედეგები ჩაიწერება გასაზომ ჟურნალში. იმ შემთხვევაში, როდესაც სიღრმეების გაზომვისათვის გამოყენებულია ავტომატური იარაღები — ექოლოტები ან პროფილოგრაფები, საანგარიშო დოკუმენტაციას წარმოადგენს ექოგრამები და პროფილოგრამები.

§ 30. სიღრმეების გაზომვები განივი პროფილების მიხედვით

სიღრმეების გაზომვები განივი პროფილების მიხედვით საშუალებას იძლევა უფრო ზუსტად განვსაზღვროთ გასაზომი წერტილების მდებარეობა და უფრო დეტალურად გამოვავლინოთ სიღრმეების განაწილება წინასწარ დადგენილი მიმართულების მიხედვით.

განივკვეთების მიხედვით სიღრმეების გაზომვების წარმოებისათვის მდინარის გასწვრივ მის ერთ-ერთ ნაპირზე გაიყვანენ და რეპერე-

ბით დააჰაგრებენ მაგისტრალს. განივკვეთებს დანიშნავენ მაგისტრალის პერპენდიკულარულად და ამაგრებენ პალოებით. განივკვეთებს შორის მანძილის დანიშვნა დამოკიდებულია მდინარის სიგანეზე, ფსკერის რელიეფის ხასიათზე და საჭირო სიზუსტეზე. საშუალო პირობებში მდინარის 100 მ-მდე სიგანის დროს, განივკვეთები დაინიშნება მდინარის სიგანის 1/2—1/3 მანძილზე, ხოლო 1000 მ-დე სიგანის დროს განივკვეთები დაინიშნება მდინარის სიგანის 1/3—1/4 მანძილზე.

განივკვეთებზე სიღრმის გასაზომი წერტილების რაოდენობის დანიშვნა დამოკიდებულია გაზომვების მიზანზე და წყალსატევის ფსკერის რელიეფის ხასიათზე. საშუალო პირობებისათვის 10-დან 50 მეტრის სიგანის მდინარეებისათვის იღებენ 10—20 გასაზომ წერტილს. 100—300 მ-ს სიგანის მდინარეებზე 20—30 წერტილს, ხოლო 1000 მ-მდე სიგანის მდინარეებზე 40—50 წერტილს. ფსკერის რელიეფის მდოვრე მოხაზულობის დროს სიღრმეების გაზომვა შეიძლება უფრო მცირე რაოდენობის წერტილებზე, ხოლო ფსკერის არასწორი რელიეფის დროს გაზომვები ჩატარდება უფრო ხშირად. ჰიდრომეტრიულ კვეთზე სიღრმეების გაზომვის რიცხვი უნდა გაორკეცდეს, საშუალო პირობებთან შედარებით.

გაზომვები ხიდიდან და აკვნიდან. თუ ჰიდრომეტრიულ კვეთზე მოწყობილია ჰიდრომეტრიული ხიდი ან აკვანი, მაშინ სიღრმეების გაზომვა არ არის ძნელი: ხიდის გასწვრივ მუდმივი საწყისი წერტილიდან გაჭიმავენ ფოლადის ბაფთას და გაზომავენ მანძილს მდინარის ნაპირის კიდემდე და სიღრმის გასაზომ წერტილამდე. სიღრმეებს ზომავენ ჩვეულებრივად, ლარტყით, შტანგით ან დანაყოფებიანი ლატანით.

მდინარეების უბანზე, სადაც არის ჩქარი დინება და ქვიანი კალაპოტი, სიღრმეების გაზომვის სიზუსტე მცირდება, წყლის ზედაპირის დიდი სიჩქარეების დროს გასაზომ წერტილში ხშირად შეუძლებელი ხდება წყლის დონის ნიშნულის აღება. ასეთ შემთხვევაში წარმოებს მდინარის ფსკერის ნიველირება სანიველირო ლარტყის საშუალებით, რომელიც მიმაგრებულ უნდა იქნეს მოძრავი ლითონის შტანგაზე.

თუ კვეთი მოწყობილია ჰიდრომეტრიული აკვნით, მაშინ სიღრმის გასაზომი წერტილის მდებარეობის განსაზღვრისათვის აკვნის სატარებელი გვარლის პარალელურად გაჭიმავენ 2,5—3,0 მმ დიამეტრის ბაზომ გვარლს, რომელიც დაყოფილი იქნება ყოველ 1—2 მეტრზე. წყლის სიღრმეებს გაზომავენ დანაყოფებიანი ლატანით ან მექანიკური საძირავით. აკვნიდან სიღრმეების გაზომვის დროს იღებენ

ორ ანათვალს: პირველს, როდესაც საძირავი შეეხება წყლის ზედაპირს, ხოლო მეორეს — ფსკერთან შეხების დროს. გაზომილი სიღრმე განისაზღვრება აღნიშნული ორი ანათვალის სხვაობით. წყლის ბიერ საძირავი გვარლის გადახრის შემთხვევაში გაზომვაში შეაქვთ შესწორება, როგორც აღნიშნული იყო § 32-ში.

ნავიდან სიღრმის გაზომვები გვარლის საშუალებით. მდინარის 200—300 მეტრის სიგანის და 1,5 მ/წ სიჩქარის დროს გაზომვები წარმოებს ნავიდან გაჭიმული გვარლის მიხედვით. ამ შემთხვევაში მდინარის განივკვეთზე ჰიმავენ 3—5 მმ დიამეტრის ფოლადის გვარლს, რომელიც დაყოფილია ყოველი 2—5 მ-ზე. გვარლის ერთ ბოლოს დაამაგრებენ ნაპირზე, ხოლო მეორე ბოლოს ჰიმავენ მოპირდაპირე ნაპირამდე ხელით ან ჯალამბრის საშუალებით.

მდინარის 100 მეტრზე მეტი სიგანის დროს კვეთის შუა ადგილზე ტივტივას ან ნავს აყენებენ ღუზაზე, რომ გაჭიმული გვარლი თავისი სიმძიმით დაიცვას წყალში ჩაძირვისაგან. გვარლი გაჭიმული უნდა იყოს მაგრად, ისე, რომ მანძილმზომით გაზომილ მდინარის სიგანესა და გვარლით გაზომილ სიგანეს შორის სხვაობა 2%-ს არ აღემატებოდეს.

თუ გვარლი გაჭიმული არ არის მაგისტრალიდან, მაშინ მანძილი უნდა გაიზომოს მაგისტრალიდან გვარლის თავის დამაგრების ადგილამდე.

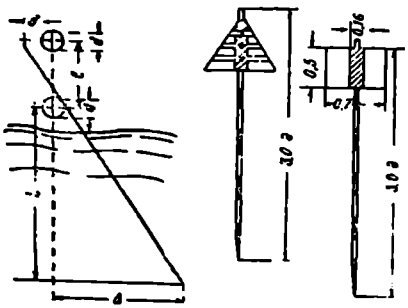
გამზომი ნავი გადაადგილდება გაჭიმული გვარლის გასწვრივ. გამზომი ტექნიკოსი აწარმოებს სიღრმეების გაზომვას გვარლზე დანიშნული ადგილების მიხედვით და ჩაწერს სიღრმეების მნიშვნელობებს საველე წიგნაკში.

25 მეტრამდე სიგანის მდინარეებზე ფოლადის გვარლის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ 10 მმ დიამეტრის კაპრონის დანაყოფებიანი თოკი. პატარა მდინარეების სიღრმეების გაზომვა წარმოებს ფონთან ლარტყით ან დანაყოფებიანი ლატანით.

განივკვეთების პროფილების გაზომვები ნაპირიდან და ნავიდან დანიშვნის მიხედვით. მდინარეებზე, რომელთა სიგანე 200—300 მეტრს აღემატება, პროფილზე გასაზომი წერტილების მდებარეობას განსაზღვრავენ დანიშვნებით, ნაპირიდან მენზულით, კიპრეგელით (თეოდოლიტით) ან ნავიდან სექსტანტით.

ამ შემთხვევაში გასაზომი პროფილი უნდა იქნეს მოწყობილი კვეთის ნიშნებით. 500 მ-მდე სიგანის მდინარეებზე კვეთის ნიშნები შეიძლება მდინარის ერთ სანაპიროზე დაყენდეს, ხოლო 500 მ მეტი სიგანის მდინარეებზე კვეთის ნიშნებს ორივე ნაპირზე აყენებენ.

კვეთის ნიშნების ფორმა და ზომები დამოკიდებულია მდინარის სივანეზე. 300 მ-მდე სიგანის მდინარეებზე კვეთის ნიშნებად (სარაყეებად) იყენებენ ლატანებს ფერადი დროშით, ხოლო დიდი სიგანის მდინარეებზე კვეთის ნიშნები შეიძლება იყოს 3—5 მეტრის ლატანზე მიმაგრებული ფანერების ან მსუბუქი ფიცრის ფარები. უკეთესი ხილვადობისათვის კვეთის ნიშნებს (ფარებსა და სარაყეებს) ღებავენ თეთრი და წითელი საღებავით.



ნახ. 32. კვეთის ნიშნების ტიპები და განლაგების სქემა.

კვეთის ნიშნებს შორის მანძილის სიდიდის დანიშვნა დამოკიდებულია გამზომი ნავის მდინარის მიერ კვეთიდან წაღების დასაშვებ სიშორეზე.

ნავის კვეთიდან გამოსვლა ჩვეულებრივად შესამჩნევი ხდება მაშინ, როდესაც კვეთის ნიშნების ლატანებს შორის დარჩენილი ღრეჩოს სიდიდე მიახლოებით ლატანის სისქის ტოლი იქნება. 32-ე ნახაზზე მოცემულია კვეთის ნიშნების ტიპები და განლაგების სქემა. სქემაზე გამოსახული სამკუთხედების მსგავსებიდან შეიძლება დაიწეროს:

$$\frac{\Delta}{L+\frac{d}{2}}=\frac{1{,}5\,d}{l-\frac{d}{2}}, \tag{8}$$

სადაც, Δ — შუა მდინარეზე ნავის წაღების სიდიდეა; L — მანძილი უკიდურესი სარაყიდან შუა მდინარემდე, d — სარაყის დიამეტრი, l — მანძილი კვეთის ნიშნებს შორის. (8) განტოლებიდან გამომდინარე კვეთის ნიშნებს შორის საძიებელი მანძილი მიახლოებით ტოლი იქნება

$$l=\frac{\left(L+\frac{d}{2}\right)\cdot 1{,}5\,d}{\Delta}+\frac{d}{2}. \tag{9}$$

ხოლო, თუ უგულებელვყოთ $\frac{d}{2}$, როგორც მცირე სიდიდეს, მაშინ

შეიძლება დავწეროთ

$$l = \frac{1{,}5\ d\ L}{\Delta}; \qquad (10)$$

კვეთის ნიშნებს შორის მანძილები შეიძლება დავიცვათ № 10 ცხრილის მიხედვით.

ცხრილი 10

მდინარის სიგანე მ-ბით	100 მ-დე	100—200	200—500	500—1000
კვეთის ნიშნებს შორის მანძ. მ-ბით	5	5—10	10—20	20—50

გაზომვები ნაპირიდან დანიშვნით. ერთი კუთხსაზომი ინსტრუმენტით გაზომვის დანიშვნის დროს პირველად შეარჩევენ გასაზომ განივკვეთს და დაამაგრებენ კვეთის ნიშნებით. შემდეგ სამუშაოდ მოსახერხებელ ნაპირზე მდინარის გასწვრივ გაიყვანენ ბაზისს, განსაზღვრავენ მის სიგრძეს და შერჩეული მასშტაბით დაიტანენ მდინარის უბნის გეგმაზე. ბაზისის ერთ-ერთ ბოლოში (ნახ. 33 ა) აყენებენ კუთხსაზომ ინსტრუმენტს იმ ანგარიშით, რომ კუთხე, წარმოქმნილი უშორეს წერტილში დამიზნების სხივსა და განივკვეთის მიმართულებას შორის, არ უნდა იყოს 30°-ზე ნაკლები. ინსტრუმენტის დასადგამი ადგილი შესაძლებლობის ფარგლებში უნდა შეირჩეს ისე, რომ შეიძლებოდეს დანიშვნები მთელ რიგზედა და ქვედა განივკვეთებზე.

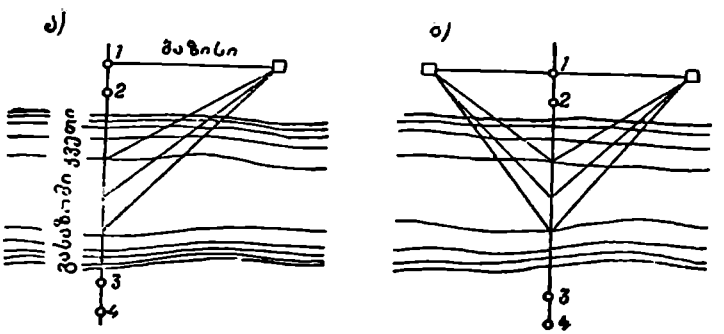
პირველად თითოეულ განივკვეთზე განსაზღვრავენ მდინარის სიგანეს, რისთვისაც სანიველირო ლარტყას აყენებენ მდინარის ორთავე სანაპიროს წყლის კიდეებთან. მენზულისტი იღებს ნიშნულებს ლარტყიდან, ხოლო მანძილმზომით განსაზღვრავს მანძილს ინსტრუმენტიდან წყლის კიდეებამდე, გაზომვის შედეგებით დაიტანს განივკვეთის მდებარეობას პლანშეტზე.

თუ მდინარის უბანს აქვს მაღალი და ციცაბო ნაპირები და არ შეიძლება წესიერად დავაყენოთ კვეთის ნიშნები, ან მდინარეს აქვს არაწესიერი ჩქარი დინება და არ შეიძლება ნავის ერთ ადგილზე დაყენება, მაშინ გაზომვებისათვის იყენებენ ორ ინსტრუმენტს. ორი ინსტრუმენტით დანიშვნების შესრულების დროს კუთხსაზომებს აყენებენ ბაზისის ბოლო წერტილებზე (ნახ. 33 ბ).

სიღრმეების გაზომვის დროს ნავი გადაადგილდება გასაზომ კვეთზე ზუსტად კვეთის ნიშნების ხაზის მიხედვით. თუ მდინარის სიგანე 500 მ-მდეა და შუა ნაწილში დინების სიჩქარე 1,5 მ/წ არ

აღვნატეპა, მაშინ გაზომვების ჩატარება შეიძლება წყვილნიჩბიანი ნავით, ხოლო დიდ მდინარეებზე და დიდი სიჩქარეების დროს გაზომვებს ატარებენ მოტორიანი ნავებით, ან მცირე ზომის გემების საშუალებით.

გასაზომი წერტილების დანიშვნები შეიძლება ჩატარდეს ორნაირად: ერთ შემთხვევაში დანიშვნა იწარმოებს სიღრმის გამზომის



ნახ. 33. პროფილზე გასაზომი წერტილების დანიშვნის სქემა: ა—ერთი ინსტრუმენტით, ბ—ორი ინსტრუმენტით.

მიერ ნავიდან მოცემული სიგნალით, ხოლო მეორე შემთხვევაში მენზულისტის ნაპირიდან გადაცემული სიგნალით. სიღრმის გამზომი ზომავს წინასწარ შერჩეული წერტილის სიღრმეს. პირველ შემთხვევაში მენზულისტი ინსტრუმენტის მილით თვალყურს ადევნებს ნავს, საიდანაც ზომავენ სიღრმეს გარკვეულ დროის პერიოდში. გაზომვის მომენტს ნავიდან ატყობინებს წითელი ან თეთრი დროშის დაქნევით. მენზულისტი სიგნალის მიღებისთანავე პლანშეტის კვეთის ხაზზე დანიშნავს გაზომილი წერტილის ადგილს, გაზომილი წერტილის ნომრით და საწყისი ასოებით და სიგნალის ფერის აღმნიშვნელი ნიშნებით, მაგალითად 1 თუ 2 წ. და ა. შ.

მეორე შემთხვევაში მენზულისტი განივკვეთის ხაზზე გასაზომი წერტილების ადგილს წინასწარ აღნიშნავს პლანშეტზე. უთვალთვალებს ნავის სვლას და როდესაც ნავი მივა შერჩეულ წერტილთან, მენზულისტი ნაპირიდან აძლევს სიგნალს სიღრმის გასაზომავად, მზომავი ნავს აყენებს ღუზაზე და სიღრმეს ზომავს შტანგის ან ხელის საძირავის საშუალებით, გაზომვის შედეგებს სიგნალის საშუალებით გადმოსცემს ნავიდან ნაპირზე, რომელსაც მენზულისტი დანიშნავს პლანშეტზე, სათანადო აღნიშვნებით.

გამზომი რაზმი დიდი მოცულობის გაზომვების დროს იყოფა ორ

ჯგუფად: 1) მდინარის და 2) ნაპირის. ჯგუფი, რომელიც იმყოფება ნავში, შედგება ერთი ტექნიკოსისაგან, გამზომისაგან, მეჯაჭისაგან და მენიჩბეებისაგან. მოტორიან ნავზე მუშაობის დროს მეჯაჭეს და მენიჩბეებს ცვლის ერთი მოტორისტი. ნაპირის ჯგუფი შედგება ერთი ან ორი ტექნიკოსისაგან კუთხსაზომი ინსტრუმენტით, ტექნიკოსი აწარმოებს პროფილზე წყლის კიდეების ნიველირებას (ჰალსებით), ხოლო ოთხი-ხუთი მუშა ეხმარება ტექნიკოსს და აყენებს კვეთის ნიშნებს. სანაპირო ჯგუფს უნდა ჰყავდეს ერთი ან ორი ნავი კვეთების მოსაწყობი სამუშაოების შესასრულებლად.

გაზომვის დანიშვნები სექსტანტით. ნაკლებად მისადგომ ნაპირებიან განიერ მდინარეებზე და ტბებზე გასაზომი წერტილების დანიშვნისათვის მოხერხებულია სექსტანტის გამოყენება. დანიშვნები წარმოებს ნავიდან. კვეთზე გასაზომი წერტილების მდებარეობას განსაზღვრავენ α-კუთხით, რომელიც წარმოიქმნება გასაზომი კვეთის ხაზის მიმართულებასა და ნაპირზე მოთავსებული ორიენტირის მიმართულებას შორის. ორიენტირად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ხარყე ან სხვა რაიმე საგანი. დაკვირვების წერტილის მდებარეობა შეირჩევა ადგილზე, რომელიც კარგად გამოჩნდება რამოდენიმე პროფილიდან. განსაზღვრული უნდა იქნეს მისი მდებარეობა გეგმაზე.

§ 37. ჰიდრომეტრიულ კვეთში სიღრმეების გაზომვების თავისებურებანი

ჰიდრომეტრიულ კვეთში სიღრმეების გაზომვა ხარჯების განსაზღვრის ერთ-ერთ ძირითად შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს.

სიღრმეების ზუსტად გაზომვისათვის 5—6 მეტრზე ნაკლები სიღრმის წყლის ობიექტებში გაზომვებს შტანგით ან დანაყოფებიანი ლატანით აწარმოებენ, ხოლო უფრო დიდი სიღრმეების დროს სიღრმეებს ზომავენ ხელის ან მექანიკური საძირავის საშუალებით.

ტვირთის წონაა და გვარლის დიამეტრს შეარჩევენ ნაკადის სიჩქარეების შესაბამისად, № 11 ცხრილის მიხედვით.

ცხრილი 11

ნაკადის სიჩქარე მ/წმ	ტვირთის წონა კგ-ბით	გვარლის დიამეტრი მმ-ბით
1 მ-ზე ნაკლები	10— 25	1,0
1—2	25— 50	1,5—1,8
2—3.	50— 70	2—3
3-ზე მეტი	75—100	3—4

სიღრმეების გაზომვები საძირავით წარმოებს სიღრმის ამთვლელიანი ჯალამბრების საშუალებით. სიღრმეები განისაზღვრება ტვირთის წყლის ზედაპირთან შეხებისას და ფსკერის ზედაპირთან შეხების დროს აღებულ ორ ანათვალს შორის სხვაობით. სამუშაოს გაადვილების მიზნით მიზანშეწონილია ამთვლელის ჩვენება მივიყვანოთ ნულოვან დანაყოფთან, ტვირთის წყლის ზედაპირთან შეხების მომენტში. ამ შემთხვევაში ტვირთის ფსკერთან შეხების მომენტი მოგვცემს სიღრმეების გაზომილ ჩვენებას.

უამთველელო ჯალამბრით სიღრმეების გაზომვის დროს გვარლი დაყოფილი უნდა იქნეს მეტრებად, იმ ანგარიშით, რომ ანათვალის ნულოვანი დანაყოფი ტვირთის ბოლო ზედაპირს ხვდებოდეს.

ასეთ შემთხვევაში მთელი მეტრები აითვლება გვარლის დანაყოფებიდან, ხოლო მეტრებს შორის მანძილს აითვლიან სახაზავით, რომელიც გვარლთან ერთად პარალელურად ეშვება ჯალამბრის გორგოლაჭიდან.

ჰიდრომეტრიულ კვეთზე სიღრმეების გაზომვის დროს დაცული უნდა იქნეს შემდეგი პირობები.

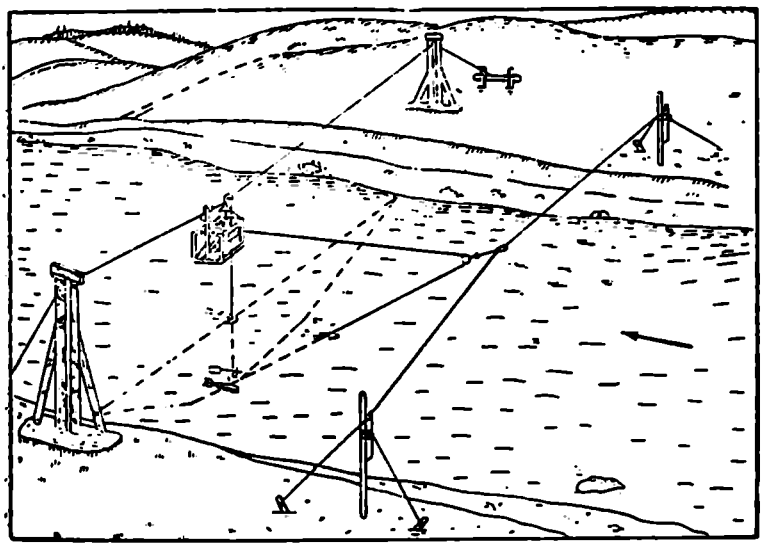
1) თუ შტანგაზე ან დანაყოფებიან ლატანზე გაზომვის დროს წყალი მაღლა იწევს ღელვით ან აშხეფებით, მაშინ სიღრმეების ათვლა წარმოებს წყლის ზედაპირის რყევადობის სიდიდეების გათვალისწინებით.

2) მთის მშფოთვარე — ჩქარ მდინარეებზე ხიდიდან ან აკვნიდან მუშაობის დროს სიღრმეების გაზომვა უნდა ჩატარდეს ხიდის იატაკიდან ან მოაჯირიდან, ან მაგრად გაჭიმული გვარლიდან. გაზომილი სიღრმეების მნიშვნელობები მიიღება ლატანის ან შტანგის ბოლოთავის წყლის ზედაპირთან შეხების სიგრძესა და ფსკერთან შეხების სიგრძეს შორის სხვაობით.

3) საძირავებით სიღრმეების გაზომვის დროს აუცილებლად უნდა შემოწმდეს გაზომვებით მიღებული შედეგები ტვირთის ფსკერიდან მცირედ ამოწევის და განმეორებით ფსკერამდე ჩაშვების გზით. გაზომვებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 5 სმ-ს.

4) დიდი სიჩქარეების მდინარეებზე საძირავით სიღრმეების გაზომვის დროს აუცილებლად უნდა გაიზომოს გვარლის გახრის კუთხე და გაზომილ სიღრმეებში შეტანილი უნდა იქნეს შესწორება (იხ. § 32). პატარა სიგანის მდინარეებზე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სპეციალურად გაჭიმული გვარლი (ნახ. 34), რომლითაც შეიძლება ტვირთიანი გვარლის ჩაშვების რეგულირება, ხოლო სიჩქარეების გაზომვის დროს შეიძლება ტრიალა დაყენებულ იქნეს ვერტიკალურ მდგომარეობაში.

5) გაზომილი სიღრმეების ათვლა და ჩაწერა საველე წიგნაკში წარმოებს 1 სმ-ის სიზუსტით. გაზომვების არახელსაყრელ პირობებში ჩატარების დროს (წყლის ღელვა, ძლიერი დინება და სხვ.) დაიშვება ანათვლების დამრგვალება: ერთ მეტრზე მეტი სიღრმის დროს



ნახ. 34. პიდრომეტრიულ კვეთზე საპიმარის მოწყობის სქემა.

2 სმ-მდე, 3 მ-ზე მეტი სიღრმისას —5 სმ-მდე, 5 მეტრზე მეტი სიღრმის — 10 სმ-მდე და ა. შ.

აკვნის სატარებელ გვარლზე მდინარის განივკვეთზე მანძილების დანიშვნა დაიშვება გამონაკლის შემთხვევაში, იმ პირობით, თუ სატარებელ გვარლზე მანძილები დანიშნული იქნება დანაყოფებიანი გვარლის საშუალებით. სატარებელ გვარლზე მანძილის დანიშვნების დროს აკვანი უნდა იყოს დატვირთული იმავე სიმძიმით, როგორიც იქნება ხარჯების გაზომვის დროს. კვეთებზე, სადაც მოწყობილია გადასაყვანი ბორნები და ნავები, მათ სატარებელ გვარლზე დანიშვნები არ შეიძლება. დიდი სიგანის მდინარეებზე კვეთში გასაზომი ვერტიკალების მდებარეობა განისაზღვრება ნაპირიდან ან ნავიდან კუთხსაზომი ინსტრუმენტებით.

პიდრომეტრიულ კვეთზე გემიდან, ნავიდან ან კატერიდან სიღრმეების საძირავით გაზომვების დროს თითოეულ საზომ ვერტიკალ-

ზე გემი ან ნავი აუცილებლად უნდა გაჩერდეს, რადგანაც სვლის დროს განივმა დინებამ შეიძლება გამოიწვიოს სიღრმეების გაზომვაში მნიშვნელოვანი შეცდომები. გემის გადაადგილება და ვერტიკალებთან დაყენება ხორციელდება ორი ღუზის საშუალებით, რომლებსაც გადაყრიან ცოტათი კვეთის ხაზს ზევით: ერთს ნაპირის მხარისაკენ, მეორეს კი — მდინარის შუა ადგილისაკენ. სანაპირო ღუზიდან გვარლის აკრეფით გემი გადაადგილდება კვეთის მიხედვით. თუ ღუზა გვარლით გადაგდებული იქნა მდინარის შუა ადგილზე და გვარლის აკრეფის შემდეგ მეორე ნაპირისაკენ გემის სვლა შეუძლებელია, მაშინ უნდა გამოიყენონ მესამე ღუზა საწინააღმდეგო ნაპირისაკენ ჩასაგდებად. ღუზების ადგილზე მიტანისათვის და წყლიდან ამოღებისათვის აუცილებლად დამატებით უნდა ჰქონდეთ ერთი ნავი.

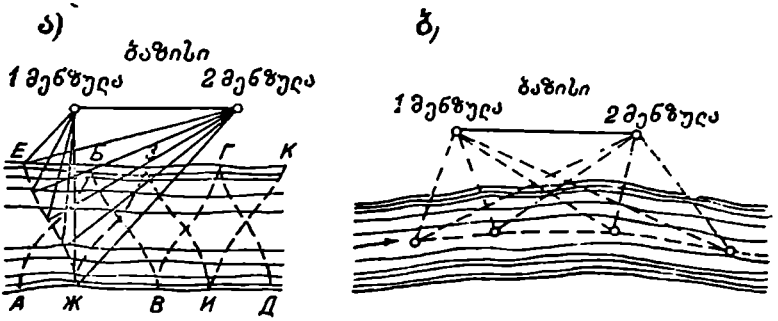
§ 39. გაზომვები ირიბი ჰალსებით, განივრივი პროფილებით და შერეული ხერხებით

გაზომვები ირიბი ჰალსებით. თუ მდინარეს აქვს დინების სიჩქარე 1,5 მ/წ მეტი, კალაპოტში ყრია ლოდნარი მასალა, და მდინარის უბნის მნიშვნელოვან სიგრძეზე განივკვეთების მიხედვით გაზომვების ჩატარება არ ხერხდება, მაშინ გაზომვებს აწარმოებენ ირიბი ჰალსების ან გრძივების ხერხებით, რომელიც აჩქარებს სამუშაოს შესრულებას, განივი კვეთებით ჩატარებულ აგეგმვასთან შედარებით. ეს ხერხები უფრო მოხერხებულია გაზომვების ჩასატარებლად ნაკადის დინების დიდი სიჩქარეების დროს, როდესაც ნავის დაშვება კვეთის პროფილის ხაზზე შეუძლებელია. ირიბი ჰალსებით მდინარის უბნის აგეგმვის დროს ნაკადის დინების ძალით წაღებული ნავი მდინარეს გადაკვეთს ერთი ნაპირიდან მეორე ნაპირამდე, 15—30° კუთხით. მდინარის მნიშვნელოვანი სიგანის დროს იყენებენ ჯვარედინი ჰალსების სისტემას (ნახ. 35). ჰალსები შეიძლება განლაგებული იქნეს მდინარის 1/4—1/2 სიგანის დაშორებით. ჰალსზე გაზომილი წერტილების დანიშვნას აწარმოებენ ბაზისიდან ორი კუთხმზომი ინსტრუმენტის საშუალებით.

პლანშეტზე დანიშვნების სისტემატიზაციისათვის ჩვეულებრივად იყენებენ შემდეგ ხერხებს: ჭენზულის დგომის საწყისი წერტილიდან პლანშეტზე გაატარებენ კონცენტრირებულ ნახევარწრეებს, თითოეულ მათგანს იყენებენ გაზომვების დანიშვნისათვის მხოლოდ ერთ

ჰალსზე. დანიშვნის დროს ჩაწერენ გაზომილი წერტილის ნომერს და ნავიდან გადმოცემული სიგნალის ფერის დასაწყის ასოს.

ირიბი ჰალსებით გამოკვლევების გამარტივების მიზნით გაზომვები შეიძლება ვაწარმოოთ დაუნიშნავად. ამ შემთხვევაში ნავი უნდა მიდიოდეს მთელ ჰალსზე თანაბარი სიჩქარით, ხოლო სიღრმე-



ნახ. 35. ირიბი ჰალსებით გაზომვების სქემა.

ების გაზომვები უნდა წარმოებდეს წამზომით დროის თანაბარ ინტერვალებში.

წყლის კიდეებზე ჰალსის დასაწყისში და დასასრულს ასობენ პალოებს და მათზე აღნიშნავენ პალოს ნომერს.

გაზომვების სამუშაოების დამთავრების შემდეგ დასობილი პალოების მდებარეობას დაიტანენ გეგმაზე, ხოლო ჰალსის ხაზებს მასალების დამუშავების დროს თვლიან როგორც სწორ ხაზს.

გაზომვები გასწვრივი პროფილის მიხედვით. დიდ მდინარეებზე, რომელთაც აქვთ დიდი სიღრმეები და მნიშვნელოვანი სიჩქარეები, ფსკერის რელიეფის აგებვა მოხერხებულია გასწვრივი პროფილების მიხედვით. სიღრმეების გაზომვისათვის იყენებენ თევზის მსგავს საძირავებს, მცურავ დანაყოფებიან ლატანებს ან ჩვეულებრივ დანაყოფებიან ლატანებს. თუ გაზომვებთან ერთად საჭიროა წყლის ზედაპირული დინების მიმართულების გამოკვლევა, მაშინ ნავს გამზომი ჯგუფით აცურებენ ქვეით, დინების მიმართულებით ნაკადის დინების მოქმედებით. თუ წყლის დინების მიმართულებას არ იკვლევენ, მაშინ ნავს აცურებენ ნიჩბების ან მოტორის საშუალებით. გაზომილი წერტილების მდებარეობას დანიშნავენ ბაზისიდან ორი-

კუთხმზომი ინსტრუმენტით (ნახ. 35 ბ), ამგვარადვე, როგორც ხდებოდა ირიბი ჰალსებით გაზომვების დროს. მანძილები გასწვრივ პროფილებს შორის დაინიშნება მდინარის სიგანის 1/10—1/25 მიხედვით. ნაპირებთან ფსკერის რელიეფის უკეთ გამოვლინებისათვის გასწვრივ პროფილებს ნიშნავენ უფრო ხშირად, ვიდრე მდინარის შუა ნაწილში.

გაზომვები შერეული ხერხებით. როდესაც მდინარეს აქვს ძალიან დიდი სიჩქარე და ფსკერის რთული რელიეფი, რომლის გამოსაკვლევადაც ერთი რომელიმე სიღრმეების გასაზომი ხერხი საკმარისი არ იქნება, მაშინ ფსკერის რელიეფის გამოსაკვლევად მიმართავენ შერეული კომბინირებული ხერხით გაზომვებს, რისთვისაც ერთდროულად იყენებენ განივი კვეთების, ირიბი ჰალსების და გასწვრივი პროფილების გაზომვის ხერხებს.

გაზომვები ყინულის ზედაპირიდან. მდინარეებზე და სხვა წყალსატევებზე, სადაც ზაფხულის პერიოდში გაზომვების წარმოება თითქმის შეუძლებელია წყლის დიდი სიჩქარეების, ღელვის და ფსკერის რელიეფის სირთულის გამო, ზამთრის სეზონში ყინულის ზედაპირიდან გაზომვები უფრო ხელსაყრელია და ძალიან ზუსტ შედეგებს იძლევა.

მდინარეებზე ზამთრის პერიოდში გაზომვები ძირითადად განივი პროფილების მიხედვით წარმოებს, ხოლო ტბებზე და წყალსაცავებზე განივი პროფილებით ან კვადრატების ხერხით ხდება.

მდინარეებზე განივი პროფილების გაზომვის ხერხის გამოყენების დროს პროფილებს გეგმაზე მენზულა-კიპრეგელით დაიტანენ, ხოლო გასაზომ წერტილებს განსაზღვრავენ მაგისტრალიდან საზომი ბაფთით ან დანაყოფებიანი გვარლის საშუალებით.

სიღრმეებს ზომავენ დანაყოფებიანი ლატანით, ხოლო დიდი სიღრმეების დროს, სადაც ლატანის გამოყენება შეუძლებელია, ზომავენ ხელის საძირავით. ზამთრის სეზონში გაზომვებისათვის საძირავს ჰკიდებენ რბილ ფოლადის დანაყოფებიან გვარლზე, რადგანაც ჩვეულებრივი ქერელის ან კაპრონის თოკი, ძალიან დაბალი ტემპერატურის დროს იცვლის სიგრძეს და ზოგიერთ შემთხვევაში იყინება კიდეც და ამიტომ მათი გამოყენება შეუძლებელია.

ზამთრის პერიოდში ყინულის ზედაპირიდან ზომავენ წყალსატევის სიღრმეებს, ყინულის სისქეს, ყინულის ზედაპირზე თოვლის სიმაღლეს, წყალში ჩაძირული ყინულის სისქეს, თუ არის — თოშის სისქეს. ზამთრის გაზომვების შედეგები ჩაიწერება ამისათვის განკუთვნილ სპეციალურ ჟურნალში.

ტბებზე და წყალსაცავებზე ზამთრის გაზომვები შეიძლება ჩატარდეს განივი პროფილების ხერხებით, იმ როგორც მდინარეებზე, ან კვადრატების მიხედვით, რისთვისაც კვადრატებად დაყოფა ყინულის საფარის არსებობის დროს ტარდება ძალიან ჩქარა და ზუსტად, ვიდრე ზაფხულის სეზონში წყლის ზედაპირის კვადრატებად დაყოფის დროს.

§ 39. გაზომვები მდგარ წყალსატევებზე

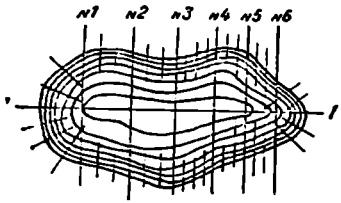
მდგარ წყალსატევებზე გაზომვები შეიძლება ორი სახით ჩატარდეს: 1) გაზომვები მცირე ზომის წყალსატევებზე და ვიწრო წაღრძელებული წყლის სივრცეზე (ტბები და ბუხტები), 2) როდესაც გასაზომ პროფილებს იღებენ მხოლოდ ერთ ნაპირზე, ან ნაპირიდან დაშორებულ მნიშვნელოვან მანძილზე, რაც ართულებს გეგმაზე გასაზომი წერტილების მდებარეობის განსაზღვრას.

გასაზომი პროფილების რაოდენობა დამოკიდებულია წყალსატევის წყლის ზედაპირის (სარკის) ფართობის სიდიდეზე, ფსკერის რელიეფის სირთულეზე და აგეგმვის მასშტაბზე. კალაპოტის კონფიგურაციის სირთულის დროს გასაზომი პროფილები შეიძლება დაინიშნოს ერთმანეთისაგან 50 მეტრის დაშორებით, ხოლო საკმაოდ მოსწორებული ფსკერის რელიეფის შემთხვევაში 200—500 მეტრის შემდეგ. პატარა ზომის წყალსატევებზე, ფსკერის რთული რელიეფის შემთხვევაში განივ პროფილებზე სიღრმეების გასაზომი წერტილების დანიშვნა მიღებულია 5—10 მეტრის დაშორებით, იმ წყალსატევებზე, რომელთა ფსკერის რელიეფი მოსწორებულია, პროფილებზე სიღრმის გასაზომ წერტილებს შორის მანძილებს 10—20 მ-მდე იღებენ.

წყალსატევებზე სიღრმეების გაზომვების დროს სამუშაო რაიონში აუცილებლად უნდა წარმოებდეს დაკვირვება წყლის დონეების რყევადობაზე. წყალსაზომი საგუშაგოების რაოდენობა და დაკვირვების სიხშირე დამოკიდებულია წყალსატევის წყლის დონეების რეჟიმზე. გაზომვების დროს დამატებით აუცილებლად უნდა წარმოებდეს დაკვირვება ამინდზე და წყლის ზედაპირის მდგომარეობაზე.

გაზომვები პროფილების მიხედვით პატარა ტბებში და ვიწროებში. პატარა ზომის ტბებში, წყალსაცავებში და წყლის ვიწრო სივრცეების გაზომვების დროს, გასაზომ პროფილებს დაყოფენ ერთი ნაპირიდან მეორემდე მიახლოებით, წყალსატევის გასწვრივ ღერძის

პერპენდიკულარულად. მცირეწყლიან სანაპირო ზოლში ძირითად პროფილებს შორის ნიშნავენ დამატებით კვეთებს (ნახ. 36).



ნახ. 36. პატარა ტბებზე გაზომვების სქემა.

ყველა პროფილი, როგორც ძირითადი, ისე დამატებითი, დატანილი უნდა იქნეს აგეგმვის პლანშეტზე. გაზომვები წარმოებს დანაყოფებიანი გვარლით ან მცურავი ჯაჭვით. გაზომვის დროს პროფილის ხაზის მიხედვით გვარლს თანდათანობით გაჰიმავენ ჯალამბრის საშუალებით. თუ გვარლი თავისი სიმძიმის გამო დაიწყებს წყალში ჩაძირვას, მაშინ წყლის ზედაპირზე დასაბაგრებლად მის შუა ადგილზე აყენებენ პატარა ნავს, ხოლო მცირე სიღრმეების დროს უკეთებენ საყრდენს ფსკერზე დასობილი ორი სარით.

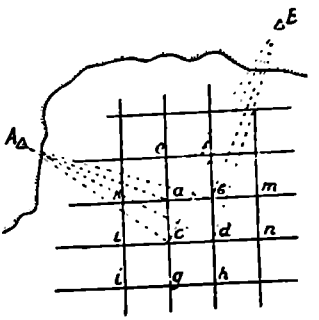
გვარლით გაზომვა წარმოებს იმავე ხერხით, როგორც მდინარეებზე.

თუ წყალსატევებში არ არის დინებები და ქარი, გაზომვები შეიძლება ჩატარდეს მცურავი ჯაჭვით. მცურავ ჯაჭვს ამზადებენ ქერელის ან კაპრონის თოკისაგან, ან 1,5—3 მმ დიამეტრის ფოლადის მოქნილი გვარლისაგან, რომელსაც ყოფენ 1—2 ან 5 მეტრის დაშორებით ხის ან პლასტმასის ტივტივებით.

ჯაჭვის ნულოვან დანაყოფიან თავს ამაგრებენ ნაპირზე, ხოლო მეორე თავი მეორე ნაპირზე გააქვთ ნავით. გატანილ ჯაჭვს გაჰიმავენ კვეთის ხაზის გასწვრივ. თუ ჯაჭვი მეორე ნაპირამდე არ გაწვდა, მაშინ მეორე თავს ამაგრებენ ღუზაზე დაყენებულ ნავზე. სიღრმეების გაზომვებს აწარმოებენ ჯაჭვის დანაყოფებით. თუ გასაზომი პროფილის სიგრძე 200 მეტრს აღემატება, მაშინ კვეთზე სიღრმის გასაზომი წერტილების მდებარეობას მენზულა-კიპრეგელის საშუალებით განსაზღვრავენ. ასეთ შემთხვევებში გასაზომ პროფილებს კვეთის ნიშნებით აწყობენ. გაზომვითი სამუშაოების მეთოდი იგივეა როგორიც იყო მდინარეების გაზომვის დროს.

გაზომვები კვადრატებით. კვადრატებით გაზომვის მეთოდი უფრო მოხერხებულია ტბების, კუნძულიანი ნაპირების და კუნძულებს შორის მუხლებში გაზომვებისათვის. ის შეიძლება გამოყენებული იქნეს ნაპირიდან მნიშვნელოვანი მანძილით დაშორებული ადგილების გასაზომად.

გამოსაკვლევ რაიონს კვადრატებად ყოფენ. კვადრატის წვეროებში ამაგრებენ მცურავ (ღუზაზე დამაგრებით) ან ფსკერზე დასობილ სარყეებს (ნახ. 37).



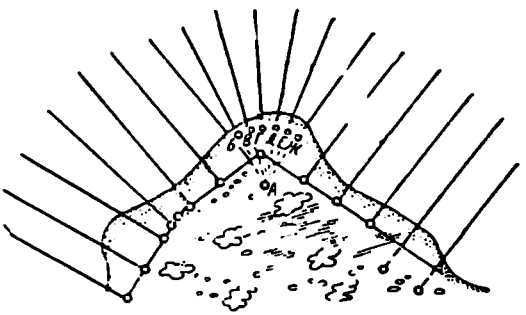
ნახ. 37. კვადრატებით გაზომვების სქემა.

სარყეების მდებარეობა პლანშეტზე განისაზღვრება კიპრეგელის დანიშვნით. ძირითად სარყეებს აყენებენ 200 მ-დან 500 მ-ის მანძილზე. რითაც გასაზომ რაიონში წყლის ზედაპირზე წარმოიქმნება საყრდენი წერტილების სისტემა. კვადრატების სისტემად დაყოფა იწყება რაიონის ცენტრალურ ნაწილში დაყენებული ოთხი სარყიდან, რომელნიც ქმნიან პირველ *abcd* კვადრატს, რომელსაც ძირითად კვადრატს უწოდებენ. ეს სამუშაო სრულდება ძალიან გულდასმით, მენზულისა და კიპრეგელის დახმარებით. დანარჩენი სარყეების დაყენება შეიძლება მხოლოდ სექსტანტის საშუალებით. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ როგორი გულდასმითაც არ უნდა დავაყენოთ ძირითადი სარყეები, მაინც ადგილი ექნება კვადრატების დამახინჯებას, რადგან დაყენებული სარყეები არ დაემთხვევა კვადრატების ნამდვილ წვეროებს. კვადრატების შიგნით სექსტანტის საშუალებით აყენებენ დამხმარე სარყეებს, რომელნიც კვადრატების შიგნით წარმოქმნიან პარალელური ჰალსების სისტემას. ჩვეულებრივად ძირითად ხაზებს შორის ზოლში თავსდება 8 ან 16 გასაზომი ჰალსი. სამუშაოს დაჩქარებისათვის გასაზომ ჰალსებს მაშინვე ყოფენ ორ ან უფრო მეტ მოსაზღვრე კვადრატებად.

გაზომვები ღია წყლის სივრცეებში. ღია წყლის სივრცეებში გაზომვების დროს გასაზომი პროფილები ეყრდნობა მხოლოდ ერთ ნაპირს. პროფილის სიგრძეს განაპირობებს კვეთში გამზომი ნავის დურბინდით ხილვადობის საზღვრები. ჩვეულებრივად პროფილის სიგრძეს 2 კმ-ს იღებენ, ხოლო მხედველობის კარგი პირობების დროს შეიძლება 6 კმ-მდეც აიღონ.

გასაზომ პროფილებს მაგისტრალიდან თეოდოლიტით ყოფენ პარალელური ხაზების სისტემად, როგორც ეს ნაჩვენებია 38-ე ნახაზზე. მაგისტრალის მოხრილ ადგილებში კვეთები დაიყოფა მარაოსებურად. პროფილების მდებარეობა ნაპირებზე დამაგრდება პალოებით, მათი რიგითი ნომრების აღნიშვნით. გამზომი ნავის მიმარ-

თულებისათვის გასაზომ პროფილზე დაყენდება გადასატანი კვეთის ნიშნები. მაგისტრალი, წყლის სანაპირო კიდე, კვეთის ნიშნები და გასაზომი პროფილების ხაზები და აგრეთვე კუთხსაზომი ინსტრუმენტების დგომის ადგილი დატანილი უნდა იქნეს გეგმაზე. გაზომვები წარმოებს იმავე ხერხებით, როგორიც იყო მდინარეების გაზომვების დროს.



ნახ. 38. ღია წყლის სივრცეში გაზომვების სქემა.

თუ ნაპირიდან გაზომვები არ ხერხდება, ან გაძნელებულია სხვადასხვა პირობების გამო, ან გამზომ ჯგუფს ჰყავს მხოლოდ ერთი ტექნიკოსი, მაშინ გაზომვებს აწარმოებენ ერთი სექსტანტის დანიშნებით გამზომი ნავიდან, რომელიც მიემართება დანიშნული კვეთის მიმართულებით.

ასეთი ხერხით გაზომვები შედარებით ნაკლები სიზუსტისაა, ვიდრე ნაპირიდან ორი კუთხსაზომი ინსტრუმენტის საშუალებით გაზომვების აღნიშვნები. მაგრამ სამუშაოს შესრულება წარმოებს უფრო დაჩქარებით.

§ 10. სიღრმეების გასაზომი სამუშაოების ორგანიზაცია ეკოლოტების გამოყენებით

ამჟამად დიდი წყალსატევების სიღრმეების გაზომვა და ფსკერის რელიეფის გამოკვლევა ძირითადად ექოლოტებით წარმოებს. ყველა გაზომვითი სამუშაოები ციმლიანსკის, რიბინსკის, კახოვკის და სხვა წყალსაცავზე და აგრეთვე მდ. მდ. ვოლგაზე, სვირზე, ობზე, ენისეიზე და სხვა, სანავიგაციო რუკების შესადგენად და ნაოსნობის გასაუმჯობესებლად ექოლოტებით იქნა შესრულებული. ექოლოტების გამოყენება სიღრმეების ზუსტად გაზომვასთან ერთად მნიშვნე-

ლოვნად ამცირებს სამუშაო დროს. ეს საშუალებას იძლევა მდინარის მთელ სიგრძეზე, სამუშაოები ჩატარდეს ჰიდროლოგიური რეჟიმის ერთ ფაზაში, რაც თითქმის მთლიანად გამორიცხავს წყლის დონეების ერთ პირობით დონეზე მიყვანის საჭიროებას.

ექოლოტით სიღრმეების გაზომვების წარმოება. სიღრმეების გაზომვების დაწყებამდე ექოლოტი უნდა მოვიყვანოთ მოქმედებაში, რისთვისაც აუცილებელია ექოლოტი დაიდგას გამზომ გემზე. ბაფთგამწევ მექანიზმში უნდა მოვათავსოთ ქაღალდის ბაფთა, ჩავრთოთ საზრდოობის წყაროსთან, უნდა შევამოწმოთ ექოლოტის მთელი მოქმედება, შემდეგ ექოლოტის ინსტრუქციის თანახმად, წარმოებს საველე ტარირება, რომლის არსიც გამოიხატება შემდეგში. ელექტროძრავას ბრუნვა მოყავთ შესატყვისობაში მოცემული წყლის გარემოში ულტრაბგერების გავრცელების სიჩქარეებთან. ტარირებასთან ერთად შეგვაქვს შესწორება, რომლებიც შეესაბამება მანძილს წყლის ზედაპირსა და ვიბრატორებს შორის, რაც აუცილებელია იმისათვის, რომ ექოგრამაზე სიღრმეების ჩანაწერი მივიღოთ უშუალოდ წყლის დონიდან (ზედაპირიდან) და არა ვიბრატორების ქვედა ზედაპირიდან .

ექოლოტს გაზომვების პროცესში ემსახურება ერთი ოპერატორი, რომლის მოვალეობაში შედის ხელსაწყოს ჩართვა გასაზომი ჰალსის დასაწყისში და გამორთვა ჰალსის ბოლოს და ოპერატიული აღნიშვნის დატანა ექოგრამაზე, კოორდინირებული წერტილის დანიშვნის წარმოების მომენტში; აღნიშვნა დაიტანება „ოპერატიული აღნიშვნის“ ღილაკზე დაწოლით, რითაც ექოგრამაზე მიიღება ვერტიკალური სწორი ხაზი, რომელიც გატარდება ბაფთის მთელ სიგანეზე. ექოლოტით გაზომვების ჩატარების დროს აუცილებლად უნდა ვაწარმოოთ წყლის დონეებზე დაკვირვება, რომ შემდეგში განვსაზღვროთ წყლის დონეების ნიშნულები თითოეულ გასაზომ ჰალსზე.

ექოლოტებით გაზომვების კოორდინირება შეიძლება წარმოებდეს გეოდეზიური ან რადიოგეოდეზიური მეთოდებით.

ექოლოტებით გაზომვების კოორდინირება გეოდეზიური მეთოდით. ექოლოტებით გაზომვები შეიძლება წარმოებდეს იმავე სისტემის ჰალსებით, როგორც მექანიკური ხელსაწყოების დროს, ე. ი. განივი პროფილების ირიბი ჰალსებით და სხვა. პატარა სიგანის მდინარეებზე და პატარა ტბებზე გაზომვები შეიძლება ჩატარდეს დანაყოფებიანი გაჭიმული გვარლის გასწვრივ. გამზომი გემის სვლის დროს ოპერატორს ექოგრამაზე ოპერატიული აღნიშვნები დააქვს ვიბრატორის გვარლის დანაყოფთან შეთავსების მომენტში. თუ გამზომი გემი წყლის სიმცირის გამო სანაპირო ხაზამდე ვერ მიდის,

მაშინ ოპერატორი გემიდან სანაპირო ხაზამდე მანძილს დანაყოფებიანი ბაფთით ზომავს.

განიერ მდინარეებზე და დიდ ტბებზე გაზომვების კოორდინირება წარმოებს ნაპირიდან ერთი ან ორი გეოდეზიური ინსტრუმენტის დანიშვნით, ან გამზომი გემიდან სექსტანტის სანაპირო ორიენტირიდან დანიშვნის საშუალებით. ექოგრამაზე დანიშვნის მომენტი აღინიშნება ოპერატიული აღნიშვნით.

გაზომვების კოორდინირება შეიძლება ვაწარმოოთ აეროფოტოგადაღების მასალების მიხედვით. ფოტოსურათებზე, რომლებმაც გაიარა ფოტოგრამმეტრიული დამუშავება, შეარჩევენ გასაზომი ჰალსის ხაზს წყალსატევის წყალქვეშა რელიეფის უფრო მეტად დამახასიათებელი ადგილების გათვალისწინებით. ფოტოჰალაკაის პროექტირების დროს სანიშნებელ წერტილებად იყენებენ კარგად ხილულ ადგილობრივ საგნებს, ნაგებობების კუთხეებს, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს და სხვა. აღნიშნული მიზნებისათვის გამოიყენება აეროფოტოგადაღების სურათები არანაკლებ 1 : 10000 მასშტაბით. შერეული მეთოდით გასაზომი ჰალსის ადგილი დამაგრდება სარყეებით და ჩატარდება გაზომვები გეოდეზიური ინსტრუმენტების კოორდინირების საშუალებით.

ექოლოტებით გაზომვები შეიძლება ვაწარმოოთ „თავისუფალი სვლით", ე. ი. ინსტრუმენტებით დანიშვნის გარეშე, მაგრამ ასეთი გაზომვების სიზუსტე უფრო ნაკლებია, ვიდრე კოორდინირების დროს.

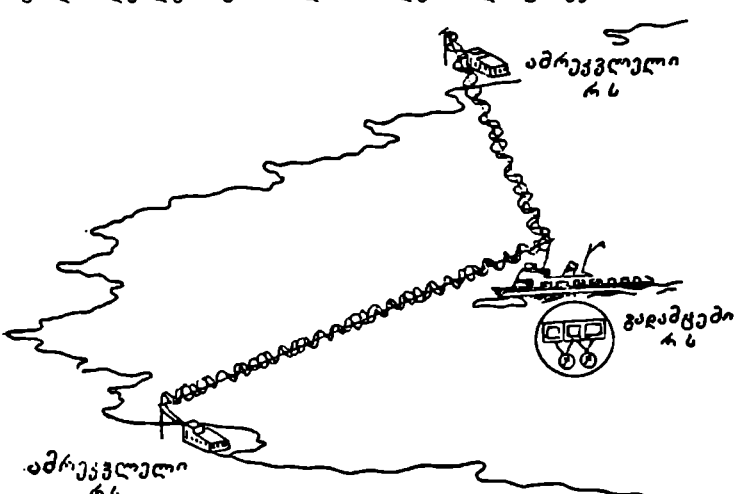
ექოლოტებით გაზომვების კოორდინირება რადიოგეოდეზიური მეთოდებით. გაზომვების კოორდინირების რადიოგეოდეზიური მეთოდი ბოლო დროს ფართოდ არის გამოყენებული წყლის დიდ ობიექტებზე (წყალსაცავებზე, დიდ ტბებზე და ზღვებზე) მუშაობის დროს, და აგრეთვე ღია წყლის სივრცეებზე გაზომვების დროს, როდესაც წყლის სანაპირო ზოლი გარკვეულად არ ჩანს. განსახილველ მეთოდებში გამოიყენება რადიოგეოდეზიური სადგურების კომპლექტი, რომლებიც საშუალებას იძლევა განუწყვეტლივ და ავტომატურად აღირიცხოს მანძილის ზრდა საბაზისო სადგურიდან მზომავი გემის სადგურამდე. აპარატურაში გამოყენებულია საშუალო დიაპაზონის რადიოტალღები. არსებული რადიოგეოდეზიური აპარატურა მოქმედებს ორი ვარიანტით — რადიოლაგით და ფაზური ზონდით.

გამზომი გემის ადგილმდებარეობის განსაზღვრა რადიოლაგის დახმარებით. გამზომ გემზე დადგმულია გადამცემი რადიოსადგური, რომელიც განუწყვეტლივ აწვდის სიგნალებს ნაპირზე მოთავსებულ

ორ ამრეკველელ (საბაზისო) რადიოსადგურს და ღებულობს მათ უკანვე.

მანძილის ზრდას და გამზომ გემის ადგილმდებარეობას საწყისი ადგილიდან საბაზისო სადგურამდე განსაზღვრავენ სიღრმეების გაზომვების დროს ბიპოლარულ კოორდინატთა სისტემაში (ნახ. 39). ბიპოლარულ სისტემაში კოორდინატებს წარმოადგენენ რადიუსები, რომლებიც შეესატყვისება მანძილებს გამზომი გემიდან საბაზისო სადგურებამდე. ამ ხერხში იყენებენ პირდაპირი და არეკვლილი ელექტრომაგნიტური ტალღების ფაზების ცვალებადობას ჰაერში მათ მიერ სხვადასხვა მანძილის გავლის დროს.

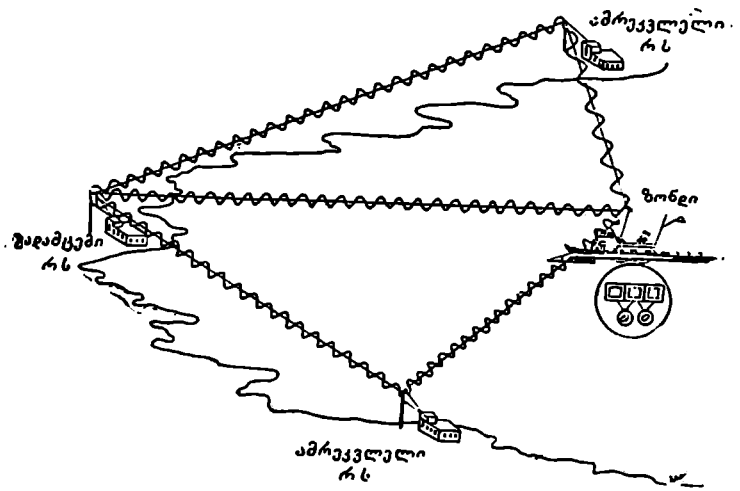
გვაქვს რადიოგეოდეზიური სადგურები ავტომატური გამყვანებით, რომლებიც ავტომატურად აწარმოებენ ფაზური ციკლების რაოდენობის ათვლას გამზომი გემის მანძილის ცვლის დროს. ამთვლელი მექანიზმი გარდაქმნის მოსულ ინფორმაციებს, ამასთანავე ექოგრამაზე სინქრონულად დატანება აღნიშვნები ფაზური ციკლების შესატყვისად გაზომვების ორი არჩის მიხედვით, რაც მნიშვნელოვნად აადვილებს გაზომილი მასალების დამუშავებას.



ნახ. 39. რადიოლაგის მოქმედების სქემა.

გამზომი გემის ადგილმდებარეობის განსაზღვრა ფაზური ზონდის დახმარებით. ნაპირებზე აყენებენ სამ სტაციონარულ რადიოსადგურს (საბაზისო). გადამცემი რადიოსადგური უნდა იმყოფებოდეს კუთხეში, რომელიც წარმოქმნილია ორი ბაზისით, რომელთა ბოლო-

ებშიც არის ამრეკვლელი რადიოსადგურები (ნახ. 40). გაზომვების მთელი პროცესის განმავლობაში აირეკლება არამილევადი რყევადობა, ამასთანავე რყევადობების ფაზებს შორის სხვაობები მუდმივია (რადგან რადიოსადგურებს შორის მანძილები უცვლელია). გამზომ გემზე დაყენდება ფაზური ზონდი, რომელიც საბაზისო რადიოსადგურებიდან ღებულობს იმპულსებს. გადამცემი რადიოსადგურის რყევადობას ფაზების მიხედვით ადარებენ ამრეკვლელი რადიოსადგურების რყევადობასთან. ფაზების სხვაობა გაპირობებულია ტალღების მიერ განვლილი მანძილების სხვადასხვაობით.



ნახ. 40.

ზონდიანი გემის ადგილმდებარეობა განისაზღვრება კოორდინატთა ჰიპერბოლურ სისტემაში. ფაზური ზონდების მუშაობის უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ მუშაობაში შეიძლება ჩართული იქნეს ერთდროულად რამოდენიმე ზონდი, რაც მნიშვნელოვანია დიდი წყალსატევების გამოკვლევების დროს. მანძილების ანათვალი ექოლოტებით გაზომვების დროს შეიძლება აგრეთვე მიღებული იქნეს ექოგრამაზე.

ფაზური ზონდით გაზომვების სიზუსტე უფრო ნაკლებია, რადიოლაგების საშუალებით გაზომვასთან შედარებით.

უნდა შევნიშნოთ, რომ ღამით მუშაობის სიზუსტე დაბალია რადიოტალღების გავრცელებაზე იონოსფეროს გავლენის გამო, დღით მუშაობის სიზუსტე ერთეულ და მეათედ მეტრებში დამოკიდებულია აპარატურის ხარისხზე.

ᲕᲔᲔᲥᲕᲡᲔ ᲗᲐᲕᲘ

ᲡᲘᲚᲠᲛᲔᲔᲑᲘᲡ ᲒᲐᲖᲝᲛᲕᲔᲑᲘᲡ ᲛᲐᲡᲐᲚᲔᲑᲘᲡ ᲓᲐᲛᲣᲨᲐᲕᲔᲑᲐ

§ 41. ᲩᲐᲜᲐᲬᲔᲠᲔᲑᲘᲡ ᲓᲐᲛᲣᲨᲐᲕᲔᲑᲐ „ᲡᲘᲚᲠᲛᲔᲔᲑᲘᲡ ᲒᲐᲖᲝᲛᲕᲘᲡ ᲩᲐᲡᲐᲬᲔᲠ ᲬᲘᲒᲜᲐᲨᲘ“

გაზომვითი სამუშაოების შედეგები იწერება „სიღრმეების გაზომვის ჩასაწერ წიგნაკში“. წიგნაკის ცალკეულ გვერდზე წერენ პროფილის (ჰალსის, გასწვრივი პროფილის) გაზომვაზე მუშაობის შედეგებს, ხოლო ხარჯების გაზომვის დროს კვეთის სიღრმეებს წერენ „ხარჯების გაზომვის ჩასაწერ წიგნაკში“.

თითოეული პროფილის გაზომვებიდან მოჰყავთ შემდეგი ცნობები: 1) პროფილის მდებარეობა მაგისტრალის მიმართ; 2) გაზომილი წერტილის კოორდინატების განსაზღვრის ხერხი; 3) სიღრმის გასაზომი ხელსაწყოს დასახელება; 4) გაზომვების დაწყების და დამთავრების დრო; 5) წყლის დონეების ანათვალი საგუშაგოზე; 6) დამატებითი ცნობები ამინდზე და მდინარის მდგომარეობაზე გაზომვების დროს. მუშაობის შედეგები იწერება წიგნაკში ქვემოთ ნაჩვენები ფორმის მიხედვით.

წერტილის №	მანძილი საწყისი წერტილიდან მ-ბით	სიღრმეები მ-ბით			გვარლის გახრის კუთხე	შესწორებული სიღრმე მ-ბით	ფსკერის ნიშნული მ-ბით	ფსკერის გრუნტი
		I	II	საშუალო				

გაზომვების მასალების დამუშავება გამოიხატება შემდეგში: გაზომვების დამთავრებისთანავე 1) საველე წიგნაკში გამოიანგარიშებენ საშუალო სიღრმეს; 2) წიგნაკის შესატყვის გრაფაში შეიტანენ გვარლის გახრის შესწორებას და შესწორებულ სიღრმეს; 3) ცალკეული გაზომილი წერტილისათვის განსაზღვრავენ ფსკერის ნიშნულს, 4) შეამოწმებენ და შეადარებენ გაზომილი წერტილების რაოდენობას და ნუმერაციას, საველე წიგნაკის მონაცემების მიხედ-

ვით განსინჯავენ მენზულის დანიშვნების პლანშეტზე დატანის სიზუსტეს; 5) განივი პროფილების გაზომვის დროს მუდმივი საწყისი წერტილიდან პლანშეტზე დაადგენენ გაზომილი წერტილების მანძილებს; 6) დაადგენენ წყლის დონის ნიშნულს, მუშაობის დაწყების და მუშაობის დამთავრების მორის და თუ საჭირო აღმოჩნდება. შეაქვთ სეთანადო შესწორება სამუშაო ჰორიზონტში. თუ გაზომვების პერიოდში დონეების რყევადობა 5—10 სმ-ს აღემატება, მაშინ სამუშაო ჰორიზონტად იღებენ დაკვირვების საშუალო დონეს შესწორების გარეშე; 7) წიგნაკში განსინჯავენ ჩანაწერს ფსკერის გრუნტის შესახებ. ხოლო ზამთარში ყინულის სისქეს. ყინულზე თოვლის სიმაღლის ჩანაწერს და სხვა.

გაზომვითი მონაცემები გამოიყენება: 1) განივი პროფილების ასაგებად და კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლების გამოსაანგარიშებლად; 2) მდინარისა და ტბების კალაპოტის გეგმების შესადგენად იზობათებში და ჰორიზონტალებში; 3) მდინარის უბნების გაწვრივი პროფილების შესადგენად; 4) ტბებისა და წყალსაცავების მორფომეტრიული მახასიათებლების გამოსაანგარიშებლად.

§ 42. განივი პროფილების აგება და კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლების გამოანგარიშება

განივ პროფილებს აგებენ მილიმეტრიულ ქაღალდზე. ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომავენ მანძილებს მუდმივი საწყისი წერტილიდან გაზომილ წერტილებამდე, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე წერტილების ნიშნულებს და მათ სიღრმეებს. განივი კვეთის პროფილზე დატანენ სამუშაო დონეს და დაწერენ გაზომვის დროს. თარიღს და ნიშნულს.

პროფილის ქვევით დაწერება:

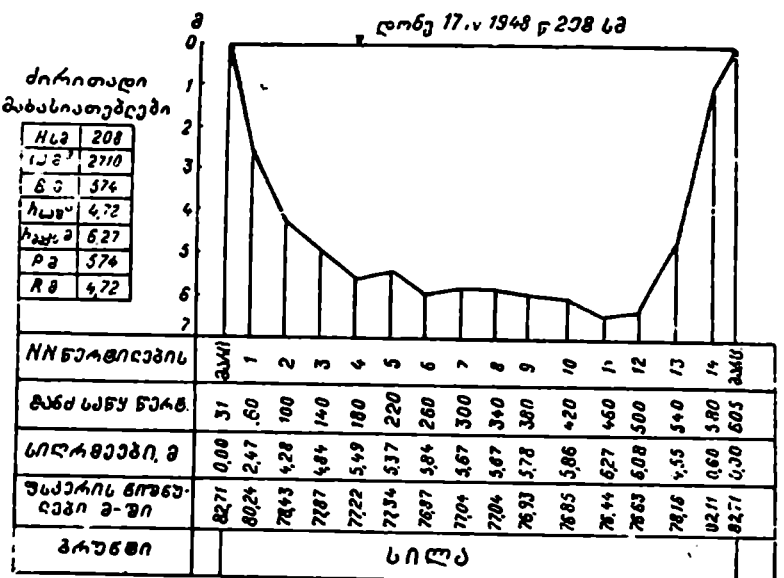
1) გაზომილი ვერტიკალის ნომრები; 2) მანძილი საწყისი წერტილიდან გაზომილ წერტილამდე მ-ში; 3) სიღრმეები მეტრებში; 4) ფსკერის პროფილი ნიშნულები; 5) ფსკერის გრუნტი. განივი პროფილი აგება, ისე როგორც ეს ნაჩვენებია 41-ე ნახაზზე.

კალაპოტის თითოეული პროფილისათვის შეიძლება გამოანგარიშებული იქნეს შემდეგი მორფომეტრიული მახასიათებლები: 1) წყლის კვეთის ფართობი ω მ²; 2) მდინარის სიგანე B მ; 3) სველი პერიმეტრის სიგრძე P მ; 4) უდიდესი სიღრმე $h_{\max}$ მ; 5) საშუალო სიღრმე $h_{\text{საშ.}}$ მ; 6) ჰიდრავლიკური რადიუსი $\mathbf{R}$ მ; აღნიშნულ მახასიათებლებს იყენებენ წყლის ხარჯების გაზომვების დროს, $Q=f(H)$; და $\omega=f(H)$ დამოკიდებულების მრუდების ასაგებად და სხვა

წყლის კვეთის ფართობი შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს პლანიმეტრის საშუალებით. მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში ანგარიშობენ ანალიზური ხერხით. გაზომილი ვერტიკალები (ნახ. 41) კვეთს ყოფენ ტრაპეციებად, ხოლო ნაპირებთან გამოიყოფა სწორკუთხა სამკუთხედები. თუ წყლის ნაპირთან სიღრმე ნულის ტოლია, მაშინ სამკუთხედის ფართობს გამოიანგარიშებენ შემდეგი ფორმულით

$$w_1 = \frac{h_1 b_1}{2}; \qquad (11)$$

სადაც h_1 არის ნაპირიდან პირველ ვერტიკალის სიღრმე, b მანძილი წყლის ნაპირიდან პირველ გაზომილ ვერტიკალამდე.



ნახ. 41. მდინარის განივი პროფილი.

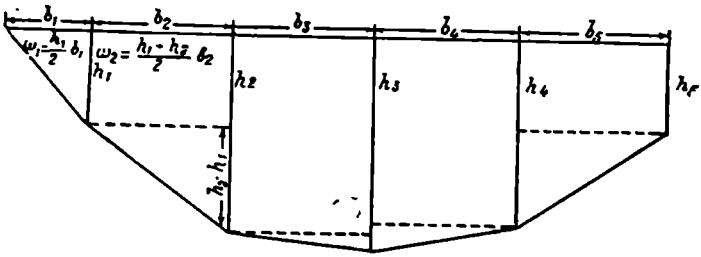
კალკეული ტრაპეციების ფართობები გამოიანგარიშება ფორმულით

$$w_1 = \frac{h_{n-2} + h_{n-1}}{2} \cdot b_{n-1}, \qquad (12)$$

სადაც h_{n-2} და h_{n-1} არის მოსაზღვრე ვერტიკალების სიღრმეები, b_{n-1} — მანძილი ვერტიკალებს შორის.

წყლის კვეთის მთლიანი ფართობი მიიღება ცალკეული ფართობების შეჯამებით, ე. ი.

$$w = \sum_{i}^{n} w_1. \tag{13}$$



ნახ. 42. წყლის კვეთის ფართობის და სველი პერიმეტრის გამოანგარიშების სქემა.

ყინულსაფარის დროს წყლის ფართობთან ერთად ანგარიშობენ წყალში ჩაძირული კრისტალური ყინულის ფართობს, თოშს და პროფილის მთელ ფართობს.

ჰიდრომეტრიულ კვეთზე, სადაც ზომავენ წყლის ხარჯებს, წყლის კვეთის ფართობთან ერთად ზომავენ ცოცხალი კვეთის ფართობს. ცოცხალი კვეთის ფართობი ეწოდება წყლის კვეთის ფართობის ნაწილს, სადაც იზომება წყლის დინების სიჩქარეები, წყლის კვეთის ფართობს აკლდება წყლის მკვდარი სივრცის ფართობები, სადაც ნაკადის სიჩქარეების გაზომვა არ ხერხდება, როდესაც წყალი მთელ კვეთში მიედინება და სიჩქარეების გაზომვა ყველგან შესაძლებელია, ე. ი. წყლის კვეთის ფართობი ტოლია ცოცხალი კვეთის ფართობისა.

მდინარის სიგანე არის წყლის ნაპირებს შორის მანძილი და გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$B = ln — l_1 \tag{14}$$

სადაც, l არის მანძილი პროფილის მუდმივი საწყისი წერტილიდან წყლის მახლობელ ნაპირამდე, ln — მანძილი მუდმივი საწყისი წერტილიდან წყლის მოპირდაპირე ნაპირამდე.

სველი პერიმეტრი P — არის პროფილზე წყლის ნაპირებს შორის მოთავსებული მდინარის ფსკერის სიგრძე. ყინულსაფარის დროს „სველ პერიმეტრში“ კალაპოტის ფსკერის ხაზის სიგრძესთან ერთად

გულისხმობენ ყინულსაფრის ქვედა ზედაპირის სიგრძესაც. თუ ყინულსაფრის ქვეშ არის თოშის ფენა, მაშინ სველი პერიმეტრის სიგრძე გამოიანგარიშება თოშის ქვედა ზედაპირის სიგრძის ჩათვლით. სველი პერიმეტრი გამოიანგარიშება ფორმულით

$$P=\sqrt{b_1^2+h_1^2}+\sqrt{b_2^2+(h_2-h_1)^2}+\ldots+\sqrt{b_{n-1}^2+(h_{n-2}-h_{n-1})^2}+$$
$$+\sqrt{b_n^2+h_{n-1}^2}, \qquad (15)$$

სადაც b არის მანძილები ვერტიკალებს შორის, h — ვერტიკალების სიღრმეები.

ჰ ი დ რ ა ვ ლ ი კ უ რ ი რ ა დ ი უ ს ი R წარმოადგენს წყლის კვეთის ფართობისა და სველი პერიმეტრის სიგრძის შეფარდებით მიღებულ სიდიდეს, ე. ი.

$$R=\frac{w}{P}\ \text{მ}.$$

ჰიდრავლიკურ რადიუსს, ჩვეულებრივად, ანგარიშობენ ვიწრო და ღრმა მდინარეებისათვის, სადაც მდინარის სველი პერიმეტრი დიდად განსხვავდება მდინარის სიგანისაგან.

ს ა შ უ ა ლ ო ს ი ღ რ მ ე $h_{საშ.}$ — გამოიანგარიშება წყლის კვეთის ფართობისა და მდინარის სიგანის შეფარდებით, ე. ი.

$$h_{საშ.}\ \|\ \frac{w}{B}\ \text{მ}.$$

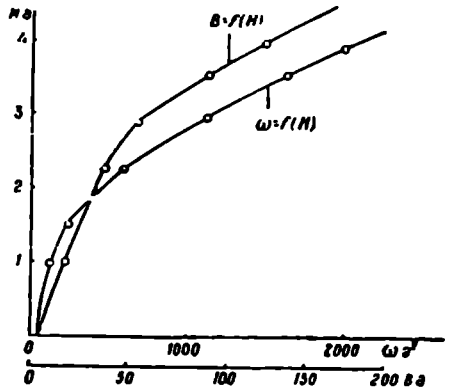
ვაკის მდინარეებისათვის, რომელთაც აქვთ მცირე სიღრმე და განიერი კალაპოტი, ჰიდრავლიკური რადიუსის სიდიდე ახლოს არის მდინარის საშუალო სიღრმესთან, ე. ი.

$$P\cong h_{საშ.}\ \text{მ}.$$

უ დ ი დ ე ს ი ს ი ღ რ მ ე $h_{უდ.}$ დადგინდება გასაზომ ჟურნალში ჩაწერილი გაზომვების შედეგების მონაცემების საფუძველზე.

წყლის კვეთის პროფილის მორფომეტრიული მახასიათებლების ცვალებადობა დამოკიდებულია წყლის დონეების ცვალებადობაზე. თუ წყლის კვეთის პროფილი აგებულია წყლის უდიდესი დონის ნიშნულამდე, მაშინ შეიძლება აიგოს კვეთის პროფილსა და წყლის დონეებს შორის დამოკიდებულების მრუდი. მრუდის აგებისათვის წყლის კვეთის პროფილის ფართობს დაყოფენ განსაზღვრული ინტერვალებით წყლის დონეების სიმაღლის მიხედვით, შემდეგ პლანიმეტრით გამოითვლიან ფართობებს დონეთა ინტერვალებს შორის.

თუ არა გვაქვს პლანიმეტრი, ფართობებს გამოვიანგარიშებთ ანალიზურად ხერხით და ავაგებთ დამოკიდებულების მრუდს $w=f(H)$-ს (ნახ. 43).



ნახ. 43. წყლის კვეთის ფართობსა, კალაპოტის სიგანესა და წყლის დონეებს შორის დამოკიდებულების მრუდები

მრუდს $w=f(H)$ აქვს მდოვრე მოხაზულობა, რომლის ამობურცული ნაწილი H ღერძისაკენაა მიმართული: წყალმცირობის კალაპოტიდან წყლის ჭალაში გადასვლის დროს მრუდის მოხრილობა მკვეთრად იცვლება. კალაპოტის ვერტიკალური ნაპირების არსებობის შემთხვევაში და ხელოვნურ არხებში კვეთის ფართობის გადიდებისას $w=f(H)$ მრუდის მიმართულება სწორხაზოვანი იქნება. კალაპოტის პროფილის უცვლელობის დროს $w=f(H)$ მრუდი მუდმივი იქნება, ხოლო კალაპოტის დეფორმაციის შემთხვევაში $w=f(H)$ მრუდის მდებარეობა იცვლება. წყლის დონეების ცვლასთან ერთად კალაპოტის სიგანე B იცვლება (ნახ. 43). თუ ვიცით მდინარის სიგანის სიდიდეები სხვადასხვა დონეების დროს, მაშინ ადვილად ავაგებთ დამოკიდებულების მრუდს $B=f(H)$ წყლის დონესა და კალაპოტს შორის.

მდგრადი კალაპოტის დროს, როგორც სიღრმეში, ისე განივკვეთში მრუდები $w=f(H)$ და $B=f(H)$ საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ წყლის კვეთის ფართობი და კალაპოტის სიგანე წყლის დონეების ნებისმიერი დგომის დროს.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მდინარის ცალკეულ უბნებზე სიღრმეების გაზომვას აწარმოებენ ჩვეულებრივად განივი კვეთების მიხედვით. თითოეულ მათგანზე ნიველირებით განსაზღვრავენ სამუშაო დონის ნიშნულებს. ბუნებრივია, რომ განივკვეთზე სიღრმეები იმდენად უფრო დიდი იქნება, რამდენადაც უფრო მაღალია წყლის დონე მათი გაზომვის დროს.

მდინარის უბნის მნიშვნელოვანი სიგრძის დროს გაზომვები მოითხოვს საკმაოდ დიდ დროს. გაზომვების პერიოდში შეიძლება წყლის დონეების სიმაღლეები შეიცვალოს, რის შედეგადაც გაზომილი სიღრმეების სიდიდეებიც შეიცვლება. იმისათვის, რომ მდინარის უბნის მთელ სიგრძეზე გაზომილი სიღრმეები დავაკავშიროთ ერთმანეთთან, აუცილებელია თითოეულ განაკვეთზე გაზომილი სიღრმეები მივიყვანოთ გასაანგარიშებლად ერთ მყის დონესთან, რომელსაც პირობით დონეს უწოდებენ.

პირობით დონედ ხშირად ყველაზე დაბალ დონეს იღებენ. სამუშაო დონის პირობით დონესთან მიყვანა დამოკიდებულია გამოსაკვლევი უბნის სიგრძეზე და გაზომვების შედეგად მიღებული მასალების დამუშავების ხარისხზე. ქვემოთ მოცემულია მასალების დამუშავების ხერხების მოკლე დახასიათება.

პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამ ხერხს ძირითადად იყენებენ მდინარის უბნის მცირე სიგრძის გამოკვლევის დროს. უბნის ყველა წერტილებზე, სადაც ადრე ნიველირებით განსაზღვრული იყო სამუშაო დონის ნიშნულები (სიგნალით ან საათის მიხედვით), წყლის ნაპირზე ერთდროულად დაასობენ პალოებს წყლის ზედაპირის სწორად და მთელ გამოსაკვლევ უბანზე რეპერიდან ნიველირებით განსაზღვრავენ ყველა დასობილი პალოების თავების ნიშნულებს, რის შედეგადაც მიიღებენ დონეების მყის ნიშნულს მთელი გამოსაკვლევი უბნისათვის. დონის მონაკვეთის ΔH-ს მიღებისათვის აუცილებლად უნდა განისაზღვროს სამუშაო დონისა H-სა და მყისი პირობითი დონის h ნიშნულებს შორის სხვაობა, ე. ი.

$$\Delta H = H - h.$$

მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. ეს ხერხი გამოიყენება მდინარის მნიშვნელოვან სიგრძეზე პირობითი დონის განსაზღვრისათვის. გამოსაკვლევ მდინარეს დაყოფენ 50—70 კმ-ის სიგრძის უბნებად, იმ ანგარიშით, რომ თითოეული უბნის ბოლოში და შემდეგი უბნის დასაწყისში იყოს ერთი წყალსაზომი საგუშაგო მაინც, რომელზედაც სიღ-

რმეების გაზომვების პერიოდში უნდა წარმოებდეს დონეებზე გახშირებული (ყოველ საათში) დაკვირვება. მდინარის თითოეულ უბანზე გაზომვების ჩატარებას მიანდობენ ერთ ტექნიკოსს, რომელიც ნავით დაეშვება ქვევით, მდინარის მიმართულებით. ყველა რეპერებთან და წერტილებთან აწარმოებს სამუშაო დონის ნიშნულების განსაზღვრას, ჩაატარებს წყლის დონეების ნიველირებას, სამუშაო წიგნაკში აღნიშნავს ნიველირების თარიღსა და დროს. ასეთი სამუშაო უნდა ჩატარდეს უმოკლეს ვადაში, არაუმეტეს ორი-სამი დღისა. მაგრამ გამოსაკვლევ უბანზე ჩატარებული ნიველირებით მიღებული დონეების ნიშნულები ჯერ კიდევ არ წარმოადგენენ მყისი პირობითი დონეების ნიშნულებს, რადგან ისინი განსაზღვრულია სხვადასხვა დროს 2—3 დღის განმავლობაში, როდესაც შეიძლება ადგილი ჰქონდა დონეების ცვალებადობას; თუმცა შეიძლება წყლის დონეების რყევადობა უმნიშვნელოც იყოს, რადგან გაზომვები ტარდება ყველაზე დაბალი დონეების დროს. ნიველირებით მიღებული დონეების პირობით დონეებზე მიყვანისათვის სარგებლობენ თითოეული უბნისათვის წყალსაზომ საგუშაგოებზე ათვლილი დონეების მაჩვენებლებით. ამისათვის შეარჩევენ ერთ განსაზღვრულ დროის მომენტს წყალსაზომი საგუშაგოების მონაცემების მიხედვით და განსაზღვრავენ ΔH დონეების შონაკვეთის სიდიდეს.

მყისი პირობითი მოკვეთილი დონეების ნიშნულების გამოანგარიშების მაგალითი მოცემულია მე-13 ცხრილში.

ცხრილი 13

დაკვირვების პუნქტები	დრო		ნიველირებით მიღებული დონეები მ-ში	წყალსაზომ საგუშაგოზე აღებული დონეები	დონეების მონაკვეთი მ-ში	მყისი პირობითი მოკვეთილი დონე
	დღე	სთ				
ძირითადი რეპერი № 16	26/IX	8	51,481	0,81	0,000	51,481
განივი კვეთები 12		12	50,112	0,81	0.000	50,112
18		19	48,824	0,079	0,020	48.844
22	27/IX	8	47,126	0,82	—0,010	47,116
24		11	46,009	0,83	—0,020	45,989
30		15	45,112	0,83	—0,020	45,092
ძირითადი რეპერი № 172		8	44,246	0,84	—0,030	42,216

მე-13 ცხრილში პირობით დონეებზე მოყვანისათვის მიღებულია დროის მომენტი 21/IX 8 საათზე, რომელზედაც მიყვანილია ნიველირებით გაზომილი ყველა დონეები.

სიღრმეების პირობით დონეებთან მიყვანა. თუ პროფილზე სიღრმეების გაზომვის წარმოებასთან ერთდროულად განსაზღვრული იყო სამუშაო დონის სიმაღლე, მაშინ ΔH მონაკვეთის მიღებისათვის გაზომილ სიღრმეებს აუცილებლად უნდა მივუმატოთ ან გამოვაკლოთ პროფილის სამუშაო დონის სიმაღლეების მონაკვეთის სიდიდეები, რომელიც გამოანგარიშებული იყო ზემოთ ნაჩვენები ხერხების მიხედვით.

თუ პროფილზე სიღრმეების გაზომვები ჩატარდა სამუშაო დონის სიმაღლის განსაზღვრის გარეშე, მაშინ გაზომილი სიღრმეების მონაკვეთის სიდიდეები შეიძლება ასე გამოვანგარიშოთ; მას შესატყვისი ნიშნით ვუმატებთ გამოანგარიშებული დონის მონაკვეთის სიდიდეს, რომელიც მიღებული იყო წყალსაზომი საგუშაგოს ჩვენებისა და განმეორებითი ნიველირებით დონეებისა და სიღრმეების გაზომვით მიღებული დონეების სხვაობით. სიღრმეების გაზომვის მონაკვეთების სიდიდეებს ამრგვალებენ 0,05-მდე.

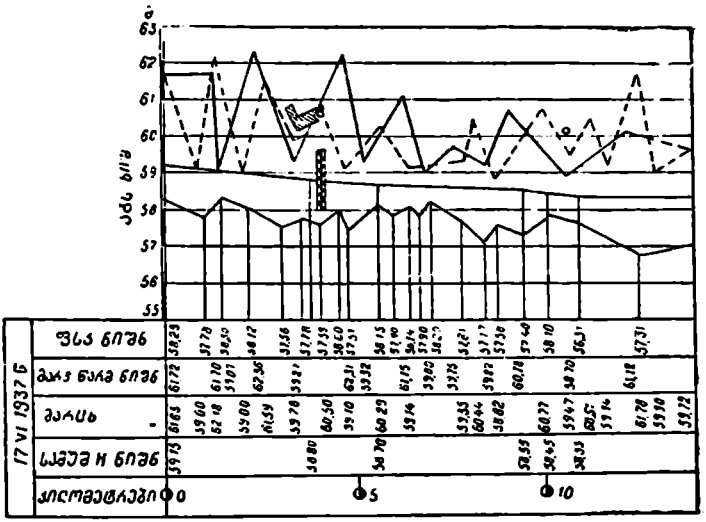
მაგალითი: სიღრმეების გაზომვა № 12 პროფილზე ჩატარდა მაშინ, როცა წყალსაზომ საგუშაგოზე დონე იყო 65 სმ (0,65 მ). სიღრმის მონაკვეთი № 12 პროფილისათვის შეადგენდა 1,10 მ, 75 (0,75 მ) დონის დროს. მონაკვეთის სიდიდე სიღრმისათვის ტოლი იქნება. ---1,10+ (0.75—0,65)=—1,00 მ.

§ 44. მდინარის განივრივი პროფილის შედგენა

მდინარის განივრივი პროფილის შედგენისათვის სარგებლობენ სიღრმეების გაზომვით და ნიველირებით მიღებული მასალების შედეგებით. ცალკეული განივი კვეთების სიღრმითი მონაცემები მიყვანილი უნდა იქნეს ერთ პირობით დონესთან.

განივრივი პროფილის აგება მოსახერხებელია შესრულდეს მილიმეტრიულ ქაღალდზე, სადაც ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომავენ მანძილებს უბნის დასაწყისიდან ან შესართავიდან თითოეულ განიკვეთამდე, რომლებზედაც გაზომილი იყო სიღრმეები და განსაზღვრული იყო წყლის დონეების ნიშნულები, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე გადაზომავენ სიღრმეებისა და წყლის პირობითი დონეების და უდიდესი დონეების ნიშნულებს, და აგრეთვე მდინარის მარჯვენა და მარცხენა მხარეების წარბების სიმაღლეებს (ნახ. 44).

პროფილის ქვეშ მოთავსდება ცხრილი, სადაც მოცემული იქნება პროფილის მახასიათებლების რიცხვობრივი მნიშვნელობები, პრო-



ნახ. 44. მდინარის უბნის გასწვრივი პროფილი.

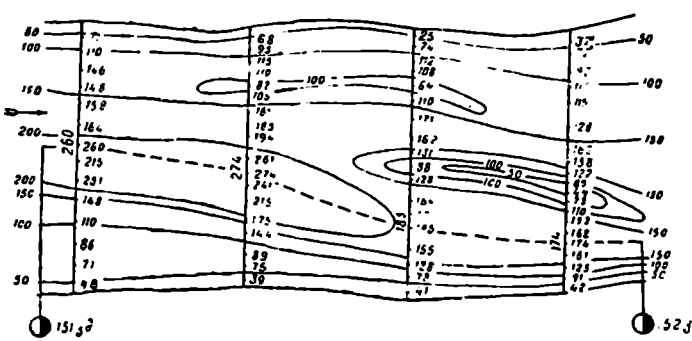
ფილის მასშტაბი შეირჩევა იმ ანგარიშით, რომ მდინარის უბნის სიგრძეზე ამა თუ იმ მახასიათებლის ცვალებადობა ნათლად ჩანდეს ნახაზზე.

§ 45. მდინარის კალაპოტის გეგმის შედგენა იზოგათეებით და ჰორიზონტალებით

ნაოსნობის მიზნებისათვის და მდინარის კალაპოტის დახასიათებისათვის ადგენენ კალაპოტის გეგმას იზობათებში. ე. ი. თანაბარი სიღრმეების შემაერთებელი ხაზებით, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა დაპროექტებისათვის და კალაპოტის დეფორმაციის შესწავლისათვის უფრო მოხერხებულია ჰორიზონტალებით შედგენილი კალაპოტის გეგმა. იზობათებით ან ჰორიზონტალებით კალაპოტის გეგმის შედგენისათვის აუცილებელია წინასწარ ჩავატაროთ გაზომვები პირობითი დონეების მისაღებად და ისინი დავიტანოთ გეგმაზე. თუ მდინარის კალაპოტს გამოვხატავთ ჰორიზონტალებით, მაშინ გამკეთი ხაზები შეესატყვისებიან პირობითი დონეების ნიშნულებს; თუ

გეგმას ავაგებთ იზობათებით, მაშინ გამკვეთი ხაზები იქნებიან იზობათები ხულოვანი სიღრმეებიდან.

გეგმაზე აწერენ (ნახ. 45) ფსკერის (ჰორიზონტალების გეგმისათვის), ან სიღრმეების (იზობათებიანი გეგმისათვის) ნიშნულებს და ყველა გახაზულ პროფილებზე ატარებენ ჰორიზონტალებ ან იზობათებს. იზობათებია (ჰორიზონტალების) გატარებისათვის კვეთზე შეარჩევენ მასშტაბის სიდიდეს, მაგალითად: 1 : 1000 და 1 : 2000 მასშტაბია დროს იზობათებს (ჰორიზონტალებს) ატარებენ 0,25 ან 0,50 მეტრის დაშორებით; 1:5000 მასშტაბის დროს — 0.5 მ-ზე, 1 :10000 მასშტაბის დროს ყოველ 1 მეტრის დაშორებით, ხოლო 1 : 25000 მასშტაბის დროს იზობათებს ან ჰორიზონტალებს ატარებენ 2 მეტრის დაშორებით.

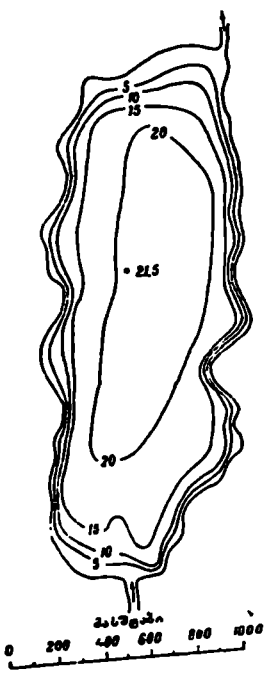


ნახ. 45. მდინარის უბნის გეგმა იზობათებში.

პროფილებზე უდიდესი სიღრმეების წერტილებს შეაერთებენ მდოვრე მრუდი ხაზით, რომელსაც უწოდებენ უდიდესი სიღრმეების ხაზს. მდინარეებზე, რომელთაც ნაოსნობისათვის იყენებენ, ამ ხაზს ზოგჯერ არასწორად უწოდებენ ფარვატერს, ე. ი. გემის სასველელ ხაზს: ფარვატერი წარმოადგენს წყლის ზოლს ისეთი სიღრმეებით, რომელიც საკმარისია ნაოსნობისათვის. მისი ღერძი ყოველთვის არ ემთხვევა უდიდესი სიღრმეების ხაზს. ზოგიერთ შემთხვევაში თვალსაჩინოებისათვის გეგმაზე შეიძლება გამოსახული იქნას კალაპოტის განივი პროფილებიც.

ტბების გაზომვით მიღებული მასალების დამუშავებაში შედის: 1. გაზომვების წიგნაკების შემოწმება; 2. სიღრმეების მიყვანა პირობით დონეზე; 3. გაზომილი სიღრმეების დატანა ტბის კონტურულ გეგმაზე; 4. გაზომილი სიღრმეების ფსკერის ნიშნულის გამოანგარიშება; 5. გეგმაზე ტბის ფსკერის ჰორიზონტალების და იზობათების გატარება; 6. ტბის მორფომეტრიული მახასიათებლების გამოანგარიშება.

ტბის გეგმის შედგენის დროს (ნახ. 46) იზობათების ან ჰორიზონტალების კვეთები შეირჩევა ფსკერის ნიშნულების (სიღრმეების) რყევადობასთან დამოკიდებულებაში ისე, რომ ფსკერის რელიეფის განსაკუთრებული მახასიათებლები (სიღრმეების განაწილება) გამოვლენილი იქნეს კარგად. ჰორიზონტალები (იზობათები) შეიძლება გატარებულ იქნეს ყოველ 0.20; 0,25; 0,50; 1.00; 2,00; 5,00; 10,0; 25,0 მეტრის შემდეგ. დამრეცი ფსკერის შემთხვევაში, სანაპირო ზოლის საზღვრებში შეიძლება გატარებულ იქნეს ნახევარჰორიზონტალები (ნახევარიზობათები), ხოლო ფსკერის მკვეთრად დახრილობის დროს ერთი-ორი ჰორიზონტალის (იზობათის) შემდეგ.



ნახ. 46. ტბის გეგმა იზობათებში.

ფსკერის ყველა წერტილის (სიღრმეების) ნიშნულები და ჰორიზონტალები დამაგრდება ტბის გეგმაზე ტუშით. გარდა ჰორიზონტალებისა გეგმაზე ატარებენ წყლის ნაპირის ხაზს, რომლის დროსაც გაიზომება სიღრმეები და ყველაზე მაღალი (ისტორიული) წყლის დონეების ხაზს, რომელიც განსაზღვრული იქნება წყალსაზომი საგუშაგოების მრავალწლიური დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით, ან წყლის მაღალი მდგომარეობის დროს დარჩენილი ნიშნების მიხედვით.

ტბის ძირითადი მორფომეტრიული მახასიათებლები. ძირითადი მახასიათებლებია შემდეგი: 1. სიგრძე; 2. საშუალო სიგანე; 3. სანა-

პირო ხაზის დანაკვეთულობა; 4. წყლის სარკის ფართობი; 5. წყლის მოცულობა და 6. ფსკერის დახრილობა (ქანობი).

ტბის სიგრძე L — არის უმოკლესი მანძილი წყლის ზედაპირის სანაპირო ხაზის ორ უშორეს წერტილს შორის.

ტბის საშუალო სიგანე $B_{საშ.}$ განისაზღვრება წყლის ზედაპირის ფართობისა და ტბის სიგრძის შეფარდებით:

$$B_{საშ.} = \frac{w}{L} \text{ მ.}$$

ტბის სანაპირო დანაკვთულობა K — განისაზღვრება როგორც სანაპირო ხაზის სიგრძის S (გაზომილი ფარგლით ან კურვიმეტრით) შეფარდება გარშემოწერილობის წრის სიგრძესთან, რომლის ფართობიც წყლის სარკის ფართობის ტოლია და გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$K = \frac{s}{2\pi\sqrt{\frac{w}{\pi}}}. \qquad (16)$$

ტბის წყლის სარკის ფართობი—w განისაზღვრება პლანიმეტრის ან ჰალეტის საშუალებით.

ტბის წყლის მოცულობა ჩვეულებრივ გამოიანგარიშება შემდეგი მიახლოებითი ხერხით. თუ ფართობები შემოსაზღვრულია იზობათებით (ჰორიზონტალებით) და იზობათებს შორის ფართობები ტოლია w_1, w_2 — w_{n-1}, ხოლო იზობათებს შორის მანძილები ტოლია h_1, h_2. . h_{n-1}. მაშინ წყლის მოცულობას ადვილად გამოვითვლით შემდეგი ფორმულით:

$$V = \frac{w_1 + w_2}{2} \cdot h_1 + \frac{w_2 + w_3}{2} h_2 + \ldots + \frac{w_{n-2} + w_{n-1}}{2} \cdot h_{n-2} +$$

$$+ \frac{w_{n-1}}{2} \cdot h_{n-1} \cdots \qquad (17)$$

ტბის საშუალო სიღრმე $h_{საშ.}$ განისაზღვრება ტბის წყლის მოცულობის V და ტბის წყლის სარკის ფართობის w-ს შეფარდებით:

$$h_{საშ.} = \frac{V}{w} \text{ მ.}$$

ტბის ფსკერის დახრილობა (ქანობი) ორ მეზობელ იზობათს (ჰორიზონტალს) შორის მოთავსებული ტბის წყლის მოცულობის ფენისათვის გამოიანგარიშება ფორმულით

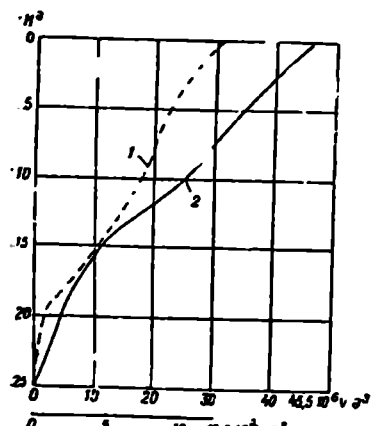
$$i = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot \frac{h}{w}, \qquad (18)$$

სადაც l_1 და l_2 არის იზობათების სიგრძე, h — მანძილი ორ მეზობელ იზობათს შორის, w იზობათებს (ჰორიზონტალებს) შორის ფართობია, რაც გამოიანგარიშება პლანიმეტრით ან პელეტის საშუალებით.

ტბის ფსკერის საშუალო დახრილობა $h = \frac{h_{მაქს.}}{n}$-ის დროს შეიძლება გამოვიანგარიშოთ ფორმულით

$$i_{საშ.} = \frac{\frac{l_0}{2} + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-2} + \frac{l_{n-1}}{2}}{2} \cdot \frac{h_{მაქს.}}{w} \qquad (19)$$

სადაც l_0 — არის ტბის სანაპირო ხაზის სიგრძე: l_1, l_2, ln—იზობათების სიგრძე: n—იზობათების რიცხვი: $h_{მაქს.}$—ტბის უდიდესი აიღრმე; w ტბის ფართობია.



ნახ. 47. დამოკიდებულების ვრცდები: 1) $W = f(H)$; 2) $V = f(H)$.

ტბის წყლის ზედაპირის ფართობი და წყლის მოცულობა არ რჩება უცვლელი. მათ ცვალებადობას განაპირობებს ტბაში წყლის დონეების რყევადობა. ტბაში წყლის დონეების (H), წყლის სარკის ფართობია (W) და წყლის მოცულობის (V) დამოკიდებულებას გამოსახავენ გრაფიკულად, ე. ი. $W = f(H)$ და $V = f(H)$.

აღნიშნული დამოკიდებულების აგებისათვის აუცილებლად უნდა შედგენილ იქნეს ცხრილი ტბის წყლის ფართობებისა და მოცულობებისა წყლის დონეების სხვადასხვა ნიშნულების დროს, ან ტბის აღრმეების მიხედვით.

§ 47. ექოლოტებით გაზომილი მასალების დამუშავება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც აიღრმეები გაზომილია აიღრმის მაჩვენებელი ინსტრიანი ექოლოტით, მაგალითად მცირე გაბარიტიანი TOP—5 ტიპის ექოლოტით, გაზომილი მასალები ჟურნალში მოცე-

შულია ჩანაწერის სახით, მაშინ მასალების დამუშავება წარმოებს დანაყოფებიანი ლატანით ან საძირავით გაზომილი მასალების დამუშავების ანალოგიურად.

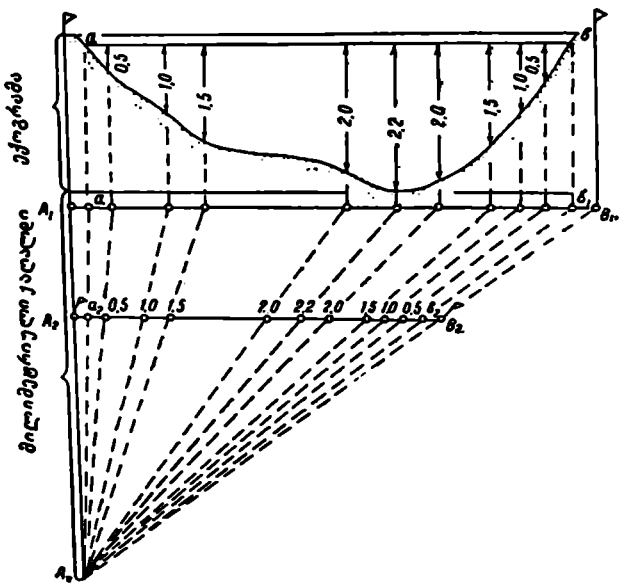
თუ ექოლოტით გაზომვები ჩატარებულია ქაღალდის ბაფთაზე და გაზომვების მასალები მიღებულია ექოგრამის სახით, სადაც მოცემული იქნება ფსკერის ხაზის ჩანაწერი განსაზღვრული ვერტიკალური მასშტაბით, ჩვეულებრივად 1 : 100-თან, მაშინ პროფილის სასურველი წერტილის სიღრმე შეიძლება განისაზღვროს უშუალოდ ბაფთის ბადეზე ათვლით, ან ფარგლისა და მასშტაბიანი სახაზავის საშუალებით. წყალსატევის გეგმის შესადგენად ექოგრამის გამოყენებისათვის უნდა ჩატარდეს მისი დამუშავება, რაც გამოიხატება შემდეგში: აწარმოებენ ექოგრამის პირველად დამუშავებას, ხოლო შემდეგ ექოგრამიდან დამახასიათებელი სიღრმეები გადააქვთ გეგმაზე.

ექოგრამის პირველადი დამუშავება შემდეგნაირად წარმოებს. ექოგრამაზე ფსკერის ხაზის ქვევით ატარებენ ჰორიზონტალურ სწორ ხაზს, რომელზედაც დაიტანენ მახასიათებელი სიღრმეების წერტილებს და ამ წერტილების პირდაპირ დაწერენ სიღრმეების მნიშვნელობებს, მონაკვეთი დონეების გათვალისწინებით, პირობითი დონე გატარდება ექოგრამაზე და მის ქვეშ აღინიშნება მონაკვეთის სიდიდე.

ექოგრამიდან გეგმაზე სიღრმეების დატანისათვის შემდეგნაირად იქცევიან. ექოგრამის ქვევით დებენ მილიმეტრიულ ქაღალდს ისე, რომ დაცული იქნეს პარალელობა ექოგრამაზე წყლის დონის ხაზსა და მილიმეტრიული ქაღალდის ჰორიზონტალურ ხაზს შორის. შემდეგ გაზომვის საწყისი წერტილიდან ატარებენ ვერტიკალურ ხაზს $A_1 A_3$ (ნახ. 48), რომელზედაც შეარჩევენ ნებისმიერად A_3 წერტილს და ამ წერტილიდან ატარებენ სხივებს მახასიათებელი სიღრმეების წერტილებში დამხმარე ხაზზე.

თუ გაზომვები წარმოებდა გეოდეზიური ან რადიოგეოდეზიური მეთოდის კოორდინირებით, მაშინ A_3 წერტილიდან აგრეთვე გატარდება სხივები დამხმარე A_1B_1 ხაზის წერტილებში, შესაფერის დანიშვნის ადგილებზე. გეგმაზე ადებენ გაზომილი ჰალსის ხაზს და მასზე აღნიშნავენ დანიშვნის წერტილებს. ექოგრამიდან სიღრმეების გადატანა გეგმაზე წარმოებს უბნების მიხედვით მეზობელ დანიშვნებს შორის. პრაქტიკულად ამას აკეთებენ შემდეგნაირად: მილიმეტრიული ქაღალდის ზოლზე გეგმიდან იღებენ მანძილს საწყის გაზომვასა და პირველ დანიშვნას შორის. შემდეგ ამ ზოლს გადაადგილებენ ექოგრამაზე წყლის დონის ხაზის პარალელურად ისე, რომ

მასზე აღნიშვნები შეთავსდეს A_2B_2 ხაზთან და სხივთან, რომელიც გაყვანილი იყო პირველი დანიშვნიდან. ამ ადგილში მილიმეტრიული ქაღალდის ზოლზე გადაიტანენ სიღრმეებს, რომლებიც შემდეგ მოთავსდება გეგმაზე. სიღრმეების გადატანა შემდეგ დანიშვნებს შორის წარმოებს პირველის ანალოგიურად.



ნახ. 48. ექოგრამის გრაფიკული ხერხით დამუშავება. A_1B_1 — დამხმარე ხაზი, A_2B_2 — პროფილის ხაზი გეგმით მასშტაბში.

თუ გაზომვები წარმოებდა თავისუფალი სვლით, მაშინ სიღრმეებს გეგმაზე გადაიტანენ მაშინვე მთელი ჰალსისათვის, როგორც ეს 48-ე ნახაზზეა ნაჩვენები.

გარდა აღნიშნული ხერხისა, სიღრმეების გადატანა გეგმაზე შეიძლება მექანიკური ხერხითაც — ფ. ალექსანდროვის ხელსაწყოთი, და აგრეთვე ოპტიკური ხერხებით.

ოპტიკური ხერხებით ძალიან სწრაფად ხდება მასალების კამერალური დამუშავება.

მეშვიდე თავი

წყლის დინების სიჩქარეების გაზომვა

§ 48. საერთო ცნობები წყლის მოძრაობის შესახებ

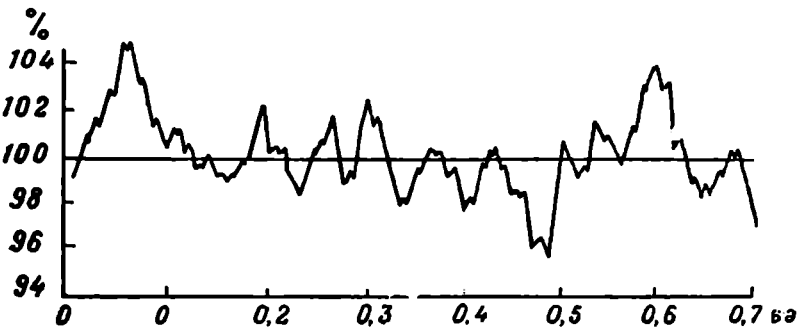
წყლის დინების სიჩქარეების გაზომვა აუცილებელია წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის, მდინარის დინების შესწავლისათვის, ნაოსნობისა და ხე-ტყის დაცურების საჭიროებისათვის, ხიდებისა და ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობისათვის, სიჩქარეთა ველის შესწავლისათვის, მთელი რიგი სამეცნიერო და პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისათვის და სხვა.

წყლის დინების სიჩქარეების გაზომვის საკითხის განხილვის დროს საჭიროა მოკლედ შევეხოთ დინების სიჩქარის ფიზიკურ არსს.

კალაპოტის ნაკადში — მდინარეებში, არხებში, ტბებში და წყალსაცავებში, სადაც წარმოებს დინების სიჩქარეების გაზომვა, გვხვდება წყლის მოძრაობის ტურბულენტური რეჟიმი, რომელიც ხასიათდება თხიერი მასის არევით, რაც იწვევს სიჩქარეთა პულსაციას, როგორც სიდიდით, ისე მიმართულების მიხედვით. ტურბულენტურ არევას იწვევს კალაპოტის მჭისე ზედაპირის შეურილებთან წყლის გრიგალისებური მოძრაობა; გრიგალი. შეურილებიდან მოწყვეტისას იჭრება წყლის ნაკადის სისქეში, რის შედეგად წყლის ნაკადის მთელი მასა მოძრაობს განუწყვეტელი არევის პირობებში. ამასთან დაკავშირებით, ნაკადის სიჩქარეთა ველი წარმოგვიდგება რთული სახით, რომელიც დროში განუწყვეტლივ იცვლება. კალაპოტის მოხრილ ადგილებს, ლოდებს, დიდი ქვების შეურილებს და კალაპოტის ყველა წარმონაქმნებს — ქვიშის სერებს, ჩქერებს და სხვას დამატებით შეაქვთ გართულებები ნაკადის კონტიკურ სტრუქტურაში. კალაპოტში წყლის ნაკადის შეურილებზე გადასვლის დროს მათ უკან წარმოიქმნება მშფოთვარე ზონა, რომელშიც წნევა შეიძ-

ლება ნაკლები იყოს ჰიდროსტატიკურ წნევაზე. ასეთ შემთხვევაში შეიძლება შებრუნებული დინება წარმოიქმნას.

როგორც აღნიშნული იყო, წყლის ტურბულენტური მოძრაობა ხასიათდება პულსირებული სიჩქარეებით. თანამედროვე გამზომი აპარატურა საშუალებას იძლევა გავზომოთ და ოსცილოგრაფის ბაფთაზე ჩავწეროთ სიჩქარეების პულსირებული ცვალებადობა დროში და სიდიდის მიხედვით.



ნახ. 49. დინების გასწვრივი სიჩქარეების პულსაციის გრაფიკი.

49-ე ნახაზზე აბსცისთა ღერძზე გადაზომილია დრო, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — სიჩქარეთა სიდიდეები პროცენტებში მათი მნიშვნელობებიდან გასაშუალოებული დროის მიხედვით.

მსგავსი გრაფიკების ანალიზი საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ცალკეული პულსაციის ამპლიტუდა და მისი ხანგრძლივობა.

დადგენილია, რომ ღია ნაკადში პულსაციის ამპლიტუდა ზედაპირიდან ფსკერისაკენ მატულობს. ნაკადის განივკვეთში პულსაციის ამპლიტუდა იზრდება ნაკადის დინამიკური ღერძიდან ნაპირებისაკენ. პულსაციის სიხშირე მცირედაა დამოკიდებული ნაკადში წერტილის მდებარეობასთან და ნაკადის სიდიდესთან.

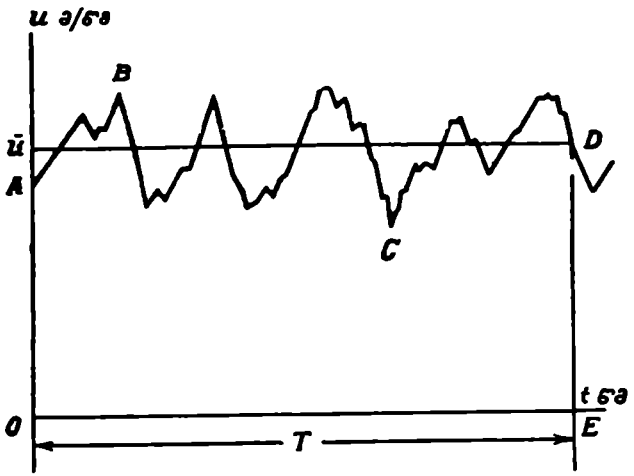
სიჩქარეთა პულსაციის არსებობასთან დაკავშირებით ნაკადის წერტილში არჩევენ მყის სიჩქარეებს და ადგილობრივ სიჩქარეებს.

მყისი სიჩქარე (u) ეწოდება ნაკადის სიჩქარეს მოცემულ წერტილში და მომენტში.

საკმაოდ ხანგრძლივი პერიოდის გასაშუალებული მყისი სიჩქარე არის მდგრადი სიდიდე და მას მოცემულ წერტილში ნაკადის ადგილობრივ სიჩქარეს უწოდებენ, რომელიც გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_{T} u dt, \tag{20}$$

სადაც, $\int udt$ წარმოადგენს მყისი სიჩქარეების გრაფიკის ფართობს T დროის ინტეგრალის ფარგლებში (ნახ. 50).



ნახ. 50. ადგილობრივი სიჩქარეების განსაზღვრის გრაფიკი
OABCDE — პულსაციური სიჩქარეების გრაფიკის ფართობი,
T — დროის ინტეგრალი.

ჰიდრომეტრიული სამუშაოების დროს ჩვეულებრივ ზომავენ ნაკადის ადგილობრივ სიჩქარეებს. მყის სიჩქარეებს განსაზღვრავენ სხვადასხვა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ჩატარების დროს. მდინარეებში ადგილობრივი სიჩქარეების გაზომვების დროს საშუალო დროის გამოსათვლელად საკმარისია რამოდენიმე წუთი. წყლის ხარჯების გაზომვის დროს ცალკეულ წერტილებში სიჩქარეების გაზომვა წარმოებს 100 წამის განმავლობაში, ხოლო ნაკადის დიდი ტურბულენტური მოძრაობის დროს სიჩქარეების გაზომვის ხანგრძლივობის პერიოდი უნდა გადიდდეს.

ნაკადში ადგილობრივი სიჩქარეების ვექტორების მიმართულება შეიძლება ძალზე გადახრილი იყოს ნაკადის დინების საერთო მიმართულებიდან. დაკვირვებებით დადგენილია, რომ მდინარეებში დაბრკოლებების არარსებობის დროსაც კი ადგილი აქვს სიჩქარეთა ვე-

ლის დამახინჯებას, სიჩქარეთა ვექტორების გადახრამ მდინარის დინების საერთო მიმართულებიდან ცოცხალი კვეთის ცალკეულ წერტილებში შეიძლება 45—60°-ს მიაღწიოს.

§ 49. მდინარის ნაკადში სიჩქარეების განაწილება

მდინარის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე ძალზე მრავალფეროვანია. ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია მდინარეთა ტიპებზე (მთისა და ველის მდინარეები), კალაპოტის მოხაზულობაზე, ყინულსაფრის სიდიდეზე, კალაპოტის ფსკერისა და ნაპირების მორფოლოგიაზე და მქისეობაზე, ქარის მიმართულებაზე და სიძლიერეზე, წყლის მოქცევაზე და უკუქცევაზე, მდინარეში წყალმცენარეულობის გავრცელებაზე და სხვა ფაქტორებზე. ამიტომაა, რომ ნაკადის განივი კვეთის სხვადასხვა წერტილებში გაზომილი სიჩქარეები სხვადასხვა სიდიდისაა. მდინარეში დონეების გადიდებისას სიჩქარეები იზრდება, ხოლო დონეების შემცირებისას — კლებულობს. მდინარის დონეებსა და სიჩქარეებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულება $(V=f(H)$ არსებობს.

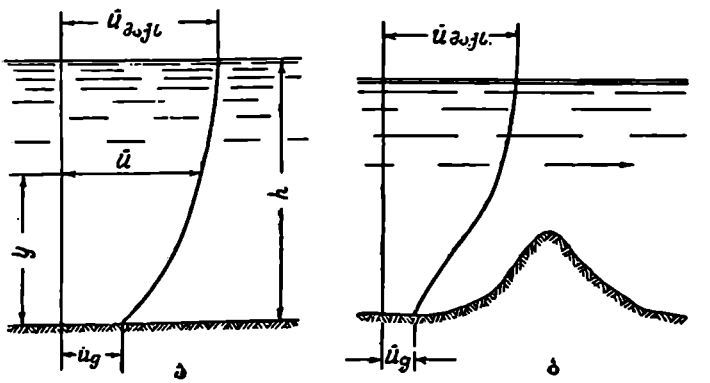
ყველა ზემოაღნიშნულ მრავალ ფაქტორთან ერთად, რომელნიც განაპირობებენ მდინარის ნაკადში სიჩქარეთა სხვადასხვაობას, არსებობს მდინარეში სიჩქარეების განაწილების ზოგიერთი კანონზომიერებაც მდინარის სიღრმისა და სიგანის მიხედვით. მდინარის სიგანის მიხედვით სიჩქარეები ნაპირებიდან ცენტრისაკენ მატულობს, ხოლო სიღრმეში ზედაპირიდან ფსკერისაკენ კლებულობს.

სიჩქარეების განაწილება მდინარის სიღრმით ვერტიკალებზე. თუ ვერტიკალის მიმართულების მიხედვით სხვადასხვა ადგილზე გაზომილი გასწვრივი სიჩქარეების სიდიდეებს ვექტორების სახით დავალაგებთ და მათ ბოლოებს შევაერთებთ მდორე მრუდი ხაზით, მაშინ ეს ხაზი წარმოგვიდგება სიჩქარეების პროფილის სახით. ფიგურას, შემოსაზღვრულს პროფილის ხაზით, ვერტიკალის მიმართულებით, წყლის ზედაპირის ხაზით და ნაკადის ფსკერით, სიჩქარეთა ეპიურს ან გოდოგრაფს უწოდებენ. ღია ნაკადში უდიდესი სიჩქარე $\bar{u}_{\text{ზაჯ.}}$ ჩვეულებრივ წყლის ზედაპირთან გვხვდება. სიჩქარეს ნაკადის ფსკერთან აქვს განსაზღვრული ხასრული მნიშვნელობა $\bar{u}_{\text{ფს.}}$ და მას ფსკერულ სიჩქარეს უწოდებენ (ნახ. 51).

ღია კალაპოტში ვერტიკალის სიჩქარეთა პროფილი საკმაოდ კარგად ხასიათდება ლოგარითმული მრუდის საშუალებით, რომელიც შეესატყვისება განტოლებას

$$\frac{\bar{u}}{\bar{u}_{\text{ზაჯს.}}} = \frac{l_n \frac{y+c}{c}}{l_n \frac{h}{c}}, \tag{21}$$

სადაც h არის ვერტიკალის სიღრმე, $\bar{u}$ — წერტილის ადგილობრივი სიჩქარე, რომელიც ფსკერიდან y მანძილით არის დაშორებული, c — პარამეტრი, რომელიც ხორკლიანობის შეერილების Δ სიმაღლეზეა დამოკიდებული და მიახლოებით 0,06 Δ ტოლია.



ნახ. 51. ა) ვერტიკალზე დინების სიჩქარეთა ეპიური (ვოდოგრაფი). ბ) სიჩქარეთა ეპიური დაბრკოლებასთან.

თუ გავზომავთ სიჩქარეთა ეპიურის ფართობს და მას გავყოფთ ვერტიკალის სიღრმეზე, მივიღებთ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეს, რომელსაც $v_{\text{საშ.}}$ აღნიშნავენ, ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით:

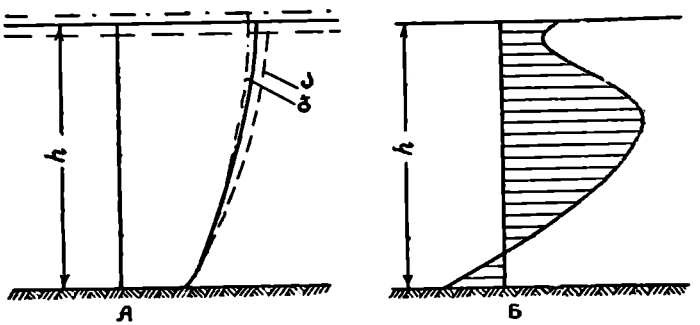
$$v_{\text{საშ.}} = \frac{1}{h}\int_0^h \bar{u}\, d\, h, \tag{22}$$

დაკვირვებებით დადგენილია, რომ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე დაახლოებით ემთხვევა წყლის ზედაპირიდან 0,6 სიღრმეს.

ვერტიკალებზე სიჩქარეების პროფილი შეიძლება იყოს სხვადასხვაგვარი მოხაზულობის. მათ სხვადასხვაგვარობას განაპირობებს მთელი რიგი ბუნებრივი ფაქტორები, კერძოდ კი კალაპოტის კონფიგურაცია, მიმოქცევა, ყინულოვანი მოვლენები, შეტბორებები და

სხვ. ფსკერის უსწორმასწორობის დროს სიჩქარეები ფსკერთან ძალზე მცირდება, როგორც ეს ნაჩვენებია 51 ბ ნახაზზე.

ნაკადის დინების მიმართულებით ქარის დროს ზედაპირული სიჩქარეები მატულობს, ხოლო წყლის დონეები მცირდება. დინების მიმართულების საწინააღმდეგო ქარის დროს შეიძლება მივიღოთ შებრუნებული სურათი, ზედაპირული სიჩქარეები მცირდება, დონეები კი მატულობს (ნახ. 52 *A*).



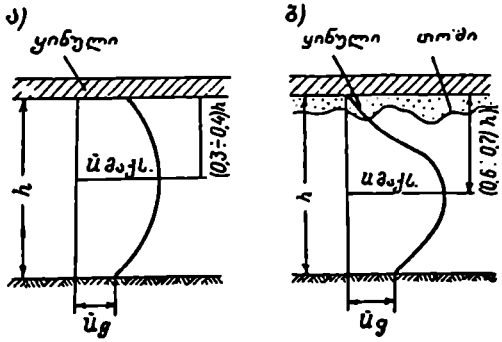
ნახ. 52. *A*. ვერტიკალზე სიჩქარეთა ეპიური ა) დინების მიმართულების ქარის დროს; ბ) დინების მიმართულების საწინააღმდეგო ქარის დროს; Б) სიჩქარეთა ეპიური მოქცევის დროს.

მდინარეთა შესართავების უბნებში, რომელნიც ერთვიან ზღვებს, იქ, სადაც მიმოქცევის მოვლენებს აქვს ადგილი, ზღვის წყალი მოქცევის დროს იჭრება მდინარეში და მოძრაობს სათავისაკენ.

ზღვის წყალს აქვს დიდი სიმკვრივე მდინარის წყალთან შედარებით, ამიტომ ზღვის წყალი მოძრაობს კალაპოტის ფსკერისპირა ნაწილში. ასეთ შემთხვევაში ვერტიკალზე სიჩქარეთა განაწილების ეპიურს ექნება ისეთი სახე, როგორც ეს ნაჩვენებია 52 Б ნახაზზე.

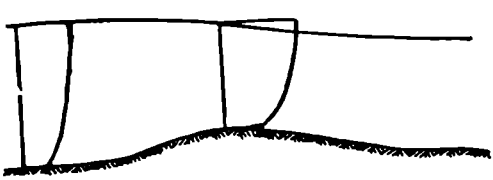
ყინულსაფარის დროს, ყინულის ქვედა ზედაპირის მქისეობის შედეგად ზედაპირული სიჩქარეები განიცდიან დაბრკოლებას და გადაინაცვლებენ ქვევით 0,3—0,4 ვერტიკალის სიღრმემდე (ნახ. 52 ა). თუ ყინულსაფარის ქვეშ მოქცეულია ღრუბლისებური ყინული — თოში, მაშინ ვერტიკალზე სიჩქარეთა ეპიური მიიღებს ისეთ ფორმას, როგორც ნაჩვენებია 53 ბ ნახაზზე. ასეთ შემთხვევაში ნაკადის მაქსიმალური სიჩქარე იქნება 0,5—0,6 სიღრმეზე (წყლის ზედაპირიდან).

ვერტიკალების მიხედვით სიჩქარეების განაწილება განიცდის მნიშვნელოვან ცვალებადობას მდინარის სიგრძის მიხედვით. ამის



ნახ. 53. ყინულსაფარის არსებობის დროს ნაკადის სიღრმეზე სიჩქარეთა განაწილების ეპიური: ა — კრისტალური ყინულების დროს; ბ — თოშის დროს.

მაგალითი ნაკადის მუხლიდან ჩქერზე გადასვლის დროს ნაჩვენებია 54-ე ნახაზზე.

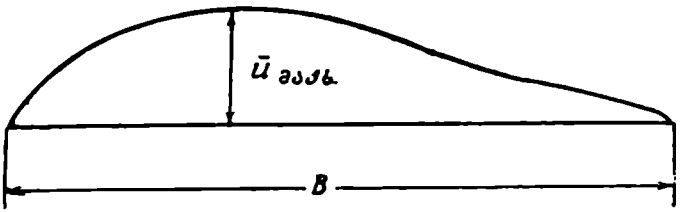


ნახ. 54. სიჩქარეთა ეპიურების ცვალებადობა ვერტიკალებზე მდინარის მუხლიდან ჩქერზე გადასვლის დროს.

მსგავსად ვერტიკალებზე აგებული სიჩქარეთა ეპიურისა, შეიძლება ავაგოთ სიჩქარეთა ეპიური მდინარის სიგანის მიხედვით (ნახ. 55), ზედაპირული ან ვერტიკალების საშუალო სიჩქარეების დახმარებით.

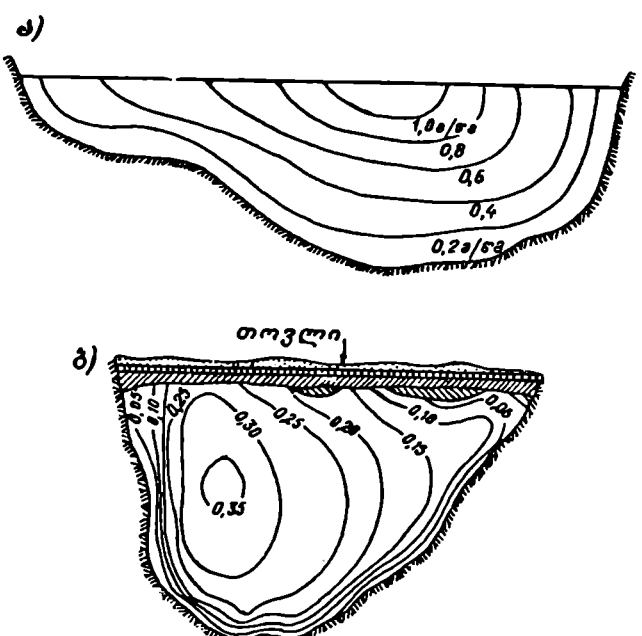
მდინარის სიგანეზე აგებული სიჩქარეთა ეპიურის მოხაზულობა იმეორებს მდინარის ფსკერის მოხაზულობას. უდიდესი სიჩქარეების მდებარეობა დაახლოებით ემთხვევა კალაპოტის უდიდეს სიღრმეებს.

მდინარის ცოცხალ კვეთში სიჩქარეების განაწილების შესახებ წარმოდგენას იძლევა თანაბარი სიჩქარეების შემაერთებელი ხაზები — იზოტაქები, რომლებიც გატარდება ცალკეულ წერტი-



ნახ. 55. მდინარის სიგანეზე აგებული ზედაპირული სიჩქარეების ეპიური.

ლებში გაზომილი სიჩქარეების მონაცემების მიხედვით. იზოტაქების ხასიათი ღია კალაპოტებისათვის და ყინულით დაფარულობის შემთხვევაში სქემის სახით მოცემულია 56-ე ნახაზზე.



ნახ. 56. იზოტაქების განლაგების სქემა; ა — მდინარის ღია კალაპოტში; ბ — ყინულით დაფარულ მდინარის კალაპოტში.

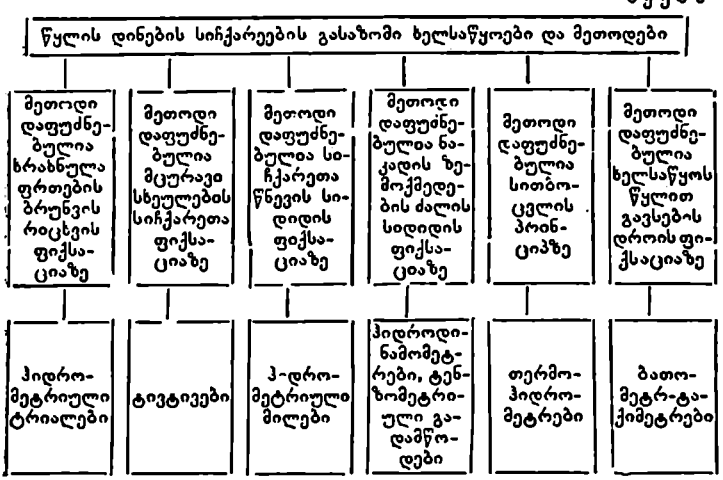
მდინარის ღია კალაპოტში იზოტაქებს ჩვეულებრივად აქვს შედარებით მრუდის სახე და არ იკვრება ცოცხალი კვეთის საზღვრებში, ხოლო მდინარის ყინულით დაფარულ კალაპოტში იზოტაქების ნაწილი ქმნის შეკრულ მრუდებს.

§ 50. წყლის დინების სიჩქარეების გასაზომი ხელსაწყოები და გაზომვის მეთოდები

წყლის დინების სიჩქარეების გასაზომად მრავალრიცხოვანი ხელსაწყოები და მეთოდები არსებობს, რომელთა მოქმედება ძირითადად დაფუძნებულია სხვადასხვა ფიზიკურ პრინციპებზე. აქ ჩვენ შევეხებით მხოლოდ ზოგიერთ მათგანს, რომელნიც ძირითადად გამოიყენება ჰიდრომეტრიაში მუშაობის ჩატარებისათვის. ყველა მეთოდები და ხელსაწყოები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ მოყვანილი სქემის სახით.

სქემაში მოყვანილი კლასიფიკაცია არ ამოწურავს ყველა შესაძლებელ მეთოდებს წყლის დინების სიჩქარეების გაზომად, რადგან უკანასკნელ წლებში მუშავდება ახალი ხელსაწყოები და მეთოდები, კერძოდ კი ულტრაბგერების გამოყენების მეთოდები, ავიოფოტოგადაღების მეთოდები და სხვა.

სქემა



§ 51. ჰიდრომეტრიული ტრიალები

მოკლე ისტორიული ცნობები. სიჩქარის გაზომვის ხელსაწყოს იდეა, რომელიც დამოკიდებულია ფრთების (როტორის) ბრუნვათა რიცხვზე, პირველად გაშუქებული იყო ლეონარდო და ვინჩის შრო-

მებში (XV საუკ.), მაგრამ მან ეს პრინციპი გამოიყენა ქარის სიჩქარეების გასაზომი ხელსაწყოსათვის.

ჰიდრომეტრიული ტრიალას გამოგონებას ლიტერატურულ წყაროებში მიაწერენ ჰამბურგელ ჰიდროტექნიკოს — რ. ვოლტმანს, რომელმაც 1790 წ. გამოსცა შრომა „ჰიდრომეტრიული ტრიალას თეორია და მოხმარება“.

ჰიდრომეტრიული ტრიალები მტკიცედ შევიდა პრაქტიკაში და უკანასკნელ დრომდე წარმოადგენს ძალიან გავრცელებულ და საუკეთესო ხელსაწყოს წყლის დინების სიჩქარის გასაზომად.

ჰიდრომეტრიული ტრიალების კლასიფიკაცია. თანამედროვე ტრიალებს ერთიმეორისაგან სხვადასხვა ნიშნებით განასხვავებენ — მბრუნავი ღერძის მიმართულებით, ხრახნულა ფრთების ან როტორის მოწყობილობით, ამთვლელი და კონტაქტური მოწყობილობის მექანიზმებით, ტრიალას წყალში ჩაშვების ხერხებით და სხვა.

მბრუნავი ღერძის მიმართულების მიხედვით ტრიალებს ჰყოფენ: 1) ჰორიზონტალურ ღერძიანად და 2) ვერტიკალურ ღერძიანად.

ხრახნულა ფრთების, ან როტორის მოწყობილობის მიხედვით ტრიალებს ყოფენ სამ ჯგუფად: 1) ხრახნულფრთებიანი ტრიალები; 2) როტორიანი კონუსური ფინჯნიანი ტრიალები; 3) ფრთიანი ტრიალები (საზღვაო ტრიალა). მდინარეთა დინების სიჩქარეების გასაზომი თანამედროვე ტრიალები, უმთავრესად აღჭურვილია ხრახნულა ფრთებით. ტრიალებს ფინჯნიანი როტორით უმთავრესად იყენებენ ჩრდილოეთ ამერიკის შეერთებულ შტატებში.

ტრიალებს განასხვავებენ ამთვლელი კონტაქტური მოწყობილობის მიხედვით, ფრთების ბრუნვის მექანიკური ამთვლელით და ელექტრული სიგნალიზაციით. თანამედროვე ტრიალების უმრავლესობას აქვთ ელექტრული სიგნალიზაცია, რომლის უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ წყალში ჩაშვებული ტრიალა სიჩქარეების გაზომვის დროს წყლიდან არ ამოაქვთ ფრთების ბრუნვის ასათვლელად. სიჩქარის გაზომვის დროს ტრიალას ფრთების ბრუნვის მექანიკური ამთვლელი აქვს საზღვაო ტრიალასაც. გარდა აღნიშნულისა, არის კიდევ ამთვლელ-კონტაქტური მოწყობილობის სხვა ტიპებიც. ასეთ ხელსაწყოებს იყენებენ ზღვების დინების სიჩქარეებისა და მიმართულების ჩასაწერად, მაგრამ ზოგჯერ მათ იყენებენ დიდ მდინარეებზედაც.

ტრიალების კონტაქტურ კამერებს ელექტრული სიგნალიზაციით ამჟამად ამზადებენ დახურული ტიპისას, მათ ავსებენ ზეთით.

წყალში ჩასაშვები მოწყობილობის მიხედვით ტრიალები იყოფა შემდეგ ტიპებად: შტანგით ჩასაშვები, გვარლით ჩასაშვები და უნი-

ვერსალური ჩასაშვებით. თანამედროვე ტრიალების უმეტესობა უნივერსალური ჩასაშვები მოწყობილობითაა აღჭურვილი, ე. ი. ტრიალას წყალში ჩაშვება შეიძლება როგორც შტანგით, ისე გვარლით.

ტრიალების ძირითადი ნაწილები. თითოეული ტრიალა შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:

1. ხრახნულა ფრთებისა, ან როტორისაგან;
2. ღერძისაგან, რომელზედაც ბრუნავს ტრიალას ფრთები, ან როტორი;
3. ტრიალას კორპუსისაგან;
4. ამთვლელ-კონტაქტური მექანიზმისაგან;
5. კუდისა ან საჭისაგან.

ტრიალა აღჭურვილია წყალში ჩასაშვები მოწყობილობით, სასიგნალო და სხვა სათადარიგო ნაწილებით, ზეთით კამერის ასავსებად და სხვა.

ხრახნულა ფრთები ან როტორი მოძრაობაში მოჰყავს ნაკადის მოძრაობის ძალას. ფრთების ბრუნვა გადაეცემა კონტაქტურ მექანიზმს და წარმოიშობა სათანადო სიგნალი ზარის ან ნათურის საშუალებით. ზოგიერთი ტრიალები აღჭურვილია ორი ხრახნულა ფრთით, რომელთა დანიშნულებაა პატარა და დიდი სიჩქარეების გაზომვა.

ტრიალას ღერძის დანიშნულებაა, დაიმაგროს ხრახნულა ფრთები ან როტორი. ღერძი შეიძლება იყოს მოძრავი, რომელიც უშუალოდ შეერთებულია ხრახნულა ფრთებთან, ან შეიძლება იყოს უძრავი, რომელზედაც ხრახნულა ფრთები მაგრდება სპეციალური მილისით და ბრუნავს უძრავ ღერძზე დამაგრებულ ბურთულა საკისრებით.

ტრიალას კორპუსი ძირითადად ემსახურება ტრიალას ცალკეული ნაწილების და დეტალების დამაგრებას და მოთავსებას. იგი აღჭურვილია ტრიალას შტანგაზე ან გვარლზე დასამაგრებელი მოწყობილობით. ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია კორპუსს ჰქონდეს ისეთი ფორმა, რომ ნაკლები წინააღმდეგობა გაუწიოს ნაკადის დინებას.

ამთვლელ-კონტაქტური მოწყობილობა ემსახურება ხრახნულა ფრთების ან როტორის ბრუნვის რაოდენობის აღრიცხვას. ტრიალებში, რომელთაც მექანიკური ამთვლელი აქვთ, მაგალითად, საზღვაო ტრიალა *BM*-ში, როტორის ბრუნვის რაოდენობის ათვლა წარმოებს უშუალოდ ამთვლელის სკალაზე. ტრიალებში, რომელთაც ელექტროსიგნალი აქვთ მოწყობილი, ხრახნულა ფრთების ბრუნვის აღრიცხვა წარმოებს ელექტროქსელის ჩართვით ზართან, ზუმერთან ან ნათურასთან. ხრახნულა ფრთების ბრუნვის რეგის-

ტრაცია შეიძლება ვაწარმოოთ აღმრიცხველ-იმპულსური მექანიზმით ან ქრონოგრაფის საშუალებით. ტრიალას კონტაქტურ კამერაში მოთავსებულია კბილანა ბორბალი, რომელიც უერთდება ტრიალას ღერძის ჰიახრახნა ნაწილს. კბილანა ბორბალზე დამაგრებულია წკირი, რომელიც ჩართავს კონტაქტს ხრახნულა ფრთების ბრუნთა განსაზღვრული რაოდენობის შემდეგ. კონტაქტურ კამერას ბოლო ხანებში დახურულ ტიპისას აკეთებენ; მისი შიგნითა ღრუ ზეთით არის გავსებული, ამით აღწევენ კონტაქტური მოწყობილობის დაცვას, რომ შიგ არ შევიდეს წყალი და ნატანი მასალა.

კუდის ფრთის ან საჭის დანიშნულებაა ტრიალას ნაკადის დინების მიმართულებით დაყენება, რასაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს გვარლით ჩაშვებული ტრიალას მუშაობის დროს. კუდი ან საჭე არის სხვადასხვა კონსტრუქციისა: ბრტყელი ფირფიტის სახით, რომელიც თავსდება სიგრძით ტრიალას ღერძის გასწვრივ. საზღვარგარეთულ ტრიალებს ზოგჯერ აქვთ გრძელი, ღრუ ოთხკუთხა კუდი, ზოგჯერ კი დამატებით აქვთ ფრთიანი კუდი.

§ 52. ჰიდრომეტრიული ტრიალების თეორიის საფუძვლები[1]

ჰიდრომეტრიული ტრიალების მოწყობილობის მარტივი იდეის მიუხედავად, მათი მუშაობის თეორია ძალიან რთულია და დღემდის არასაკმარისად არის დამუშავებული. ტრიალების მუშაობა განისაზღვრება ნაკადისა და ხელსაწყოს ურთიერთმოქმედებით. ტრიალათი სიჩქარეების გაზომვის დროს გამოიყენება დამოკიდებულება ხრახნულა ფრთების (როტორის) ბრუნთა რაოდენობასა წამში და წყლის ნაკადის დინების სიჩქარეს შორის. იდეალურ შემთხვევაში, როდესაც ტრიალას მექანიზმებში ხახუნი და სითხის სიბლანტე გამორიცხულია, აღნიშნული დამოკიდებულება გამოისახება ფორმულით:

$$\bar{u} = Kn \qquad (23)$$

სადაც $\bar{u}$ არის წყლის მოძრაობის სიჩქარე, n — ტრიალას ფრთების ბრუნთა რიცხვი წამში, K — ტრიალას ფრთების გეომეტრიული ბიჯი.

სინამდვილეში ტრიალას ფრთების ბრუნთა რაოდენობას წამში და ნაკადის დინების სიჩქარეს შორის დამოკიდებულება იქნება უფრო რთული სახის, ჰიდრავლიკური და მექანიკური წინაღობათა არსებობის გამო.

[1] В. Д. Быков и А. В. Васильев, Гидрометрия, изд. второе, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1965, გვ. 170.

ჰიდრავლიკურ წინააღმდეგობას იწვევს ფრთებზე წყლის ხახუნი, ფრთების ნაპირებთან წყლის გრიგალწარმოქმნის პროცესები და ნაკადის სტრუქტურის დარღვევა, მასში ხელსაწყოს შეტანის შედეგად შეგუბებასთან დაკავშირებით.

მექანიკურ წინააღმდეგობას იწვევს ტრიალას მექანიზმების ხახუნი.

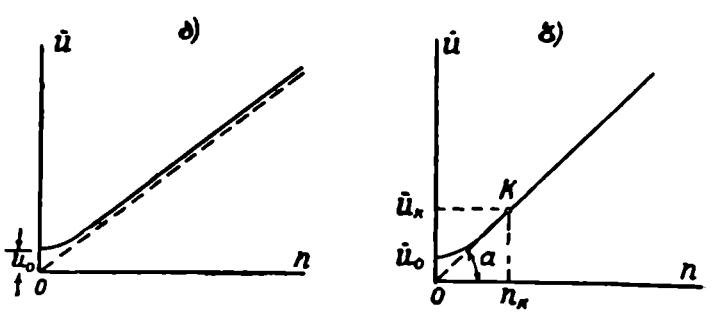
განტოლების მახასიათებლების თეორიული დადგენის ცდებმა უჩვენა, რომ ჰიდრომეტრიული ტრიალებისათვის $\bar{u}=f(n)$-ის დამოკიდებულება არ იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს, რადგანაც ზემოაღნიშნული წინააღმდეგობების ზუსტი აღრიცხვა ჯერჯერობით არ ხერხდება. მათი გამოანგარიშებისათვის არსებობს მრავალრიცხოვანი ემპირიული ფორმულები, მაგრამ ჩვენ აქ შევჩერდებით მხოლოდ მ. შმიდტის განტოლებაზე, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$\bar{u}=(1-\beta)\,kn+\sqrt{(k\beta n)^2+\bar{u}_0^2}, \qquad (24)$$

სადაც $\bar{u}_0$ არის ტრიალას საწყისი სიჩქარე, ე. ი. ნაკადის დინების ყველაზე პატარა სიჩქარე, რომლის დროსაც ტრიალას ფრთები იწყებს ბრუნვას; β — ემპირიული კოეფიციენტია, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$\beta=\frac{\bar{u}_0-0{,}0125}{0{,}1087} \qquad (25)$$

აღნიშნული ემპირიული განტოლება გრაფიკულად გამოისახება ჰიპერბოლის სახით, სადაც ორდინატთა ღერძზე მოიკვეთება $\bar{u}_0$-ს სიდიდე (ნახ. 57).



ნახ. 57. ჰიდრომეტრიული ტრიალას მახასიათებელი მრუდი: ა — ჰიპერბოლა; ბ—ტრიალას მახასიათებელი მრუდი, შემდგარი მრუდხაზოვანი ($\bar{u}_0K$) და სწორხაზოვანი უბნით.

მითითებული განტოლება β კოეფიციენტისათვის არ აკმაყოფილებს ქვედა ფიზიკურ საზღვრებში საწყისი სიჩქარის $\bar{u}_0$ მოთხოვნებს. ამასთან დაკავშირებით გ. ჟელეზნიაკოვმა მოგვცა განზოგადებული განტოლება β კოეფიციენტისათვის:

$$\beta = P_1\bar{u}_0 - P_2 + \sqrt{(P_1'\bar{u}_0 - P_2')^2 + P_0^2}, \qquad (26)$$

ფორმულაში შემავალ კოეფიციენტებს აქვს შემდეგი მნიშვნელობები:

$$P_1 = 6{,}899;\ P_0 = 0{,}060;\ P_2' = 0{,}055;\ P_0^2 = 0{,}000575$$

ტრიალებისათვის დამახასიათებელი განტოლება შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით:

$$\bar{u} = (k - 0{,}01k - \beta k)_n + \sqrt{(k\beta n)^2 + \bar{u}_0^2} = (0{,}99 - \beta)\, k n + \sqrt{(k\beta n)^2 + \bar{u}_0^2} \qquad (27)$$

ეს განტოლება ასახავს ტრიალას მახასიათებელ მრუდზე ორი უბნის არსებობას (ნახ. 57 ა). მრუდხაზოვანი უბანი შეესატყვისება უკანასკნელ განტოლებას, ხოლო სწორხაზოვანი უბანი შეესატყვისება სწორი ხაზის განტოლებას

$$\bar{u} = Kn.$$

მრუდხაზოვანი უბანი ასახავს დამოკიდებულებაზე $u = f(n)$ ჰიდრავლიკურ და მექანიკურ წინააღმდეგობათა გავლენას.

მახასიათებელ მრუდზე (ნახ. 57 ბ) K წერტილი შეესატყვისება მრუდი ხაზის გადასვლის მომენტს სწორ ხაზში და მას კრიტიკულ წერტილს უწოდებენ.

ტრიალას მახასიათებელი მრუდის ფორმა ძალიან კარგად შეესაბამება ტრიალას ტარირების ცდების მონაცემებს და ამიტომ ფართოდ იყენებენ ტარირების მონაცემების დამუშავების დროს.

ტრიალების განტოლება (28) შემოკლებული სახით შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{u} = a n + \sqrt{b n^2 + u_0^2}, \qquad (28)$$

სადაც $a = K(0{,}99 - \beta)$: $b = (K\beta)^2$

ტრიალას მახასიათებელი მრუდის სწორხაზოვანი უბნის განტოლების $\bar{u} - Kn$ ანალიზი გვიჩვენებს, რომ K სიდიდე არის კუთხური კოეფიციენტი, რაც α კუთხის ტანგენსის ტოლია, პრაქტიკულად K სიდიდე განისაზღვრება ტრიალას ტარირების მონაცემების მიხედვით. ტარირების მონაცემების მიხედვით განსაზღვრულ k კოეფი-

ციენტს ხრახნულა ფრთების ჰიდრავლიკურ ბიჯს უწოდებენ. აღნიშნავენ $k_ხ$ (ხრახნულა ფრთების გეომეტრიული ბიჯი განისაზღვრება ხრახნის ზედაპირის პარამეტრებით და უდრის ხრახნულა ხაზის სიგრძეს, რომელიც ფრთების გარეთა კიდეებს ემთხვევა).

ხრახნულა ფრთები ბრუნვას იწყებენ იმ მომენტიდან, როდესაც ნაკადის დინების ძალა აღემატება წინააღმდეგობათა (ჰიდრავლიკურ და მექანიკურ) სიდიდეებს. ამ მომენტს შესატყვისი დინების სიჩქარეს **საწყის სიჩქარეს უწოდებენ**. ნაკადის დინების სიჩქარეების შემდგომი გადიდების დროს ენერგიის ნაწილი იხარჯება წინააღმდეგობათა გადალახვაზე. ამ შემთხვევაში ტრიალას ხრახნულა ფრთების ბრუნვის ნამდვილი რიცხვი დროის ერთეულში იქნება თეორიულზე ნაკლები, ე. ი. ფრთების მოძრაობა ჩამორჩება ნაკადის დინების მოძრაობას. ამ ჩამორჩენას ხრახნის **სრიალს** უწოდებენ. ხრახნის შეფარდებითი სრიალი პროცენტულად გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$S_n = \frac{n - n_{ნამდ.}}{n} \cdot 100\%, \qquad (29)$$

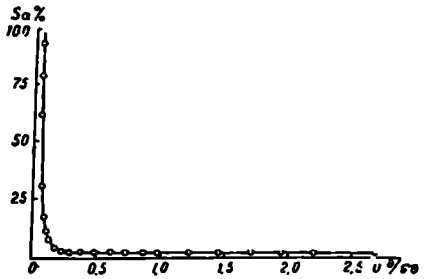
სადაც $n = \frac{\bar{u}}{k}$ არის ხრახნის ბრუნთა თეორიული რიცხვი წამში;

$n_{ნამდ.}$—ხრახნის ბრუნთა ნამდვილი რიცხვი წამში.

თუ ნაკადის დინების სიჩქარე ნაკლებია ტრიალის საწყის სიჩქარეზე, მაშინ შეფარდებითი სრიალი ტოლია 100%-ისა, ე. ი. ხრახნულა ფრთები არ იბრუნებს. ნაკადის სიჩქარის კრიტიკული მნიშვნელობის მიღწევის დროს მახასიათებელი მრუდის სწორხაზოვანში გადასვლის შესაბამისად, ხრახნულა ფრთების შეფარდებითი სრიალი ხდება მუდმივი სიდიდე, რომელიც სხვადასხვა იქნება სხვადასხვა ტრიალებისათვის. პ. ნ. ბურცევის გამოკვლევის მიხედვით Ж—3 ტიპის ტრიალასათვის ხრახნულა ფრთების შეფარდებითი სრიალი მუდმივი ხდება ნაკადის დინების დაახლოებით 0,6 მეტრი/წამის სიჩქარის დროს. ასეთი სიჩქარის დროს ხრახნულა ფრთების შეფარდებითი სრიალი 1,7—1,5%-ს შეადგენს. ხრახნულა ფრთების სრიალის დამოკიდებულება ნაკადის დინების სიჩქარესთან ნაჩვენებია 58-ე ნახაზზე.

ჰიდრომეტრიული ტრიალა ზომავს თავისი ღერძის მიმართულების გასწვრივ სიჩქარეთა ვექტორის მდგენელს ირიბჭავლიანი დინების დროსაც. წყლის ხარჯების გაზომვის დროს ჰიდრომეტრიულ კვეთებზე ტრიალა დაყენდება შტანგაზე ისე, რომ ტრიალას ღერძი იყოს კვეთის მიმართულების პერპენდიკულარული, რადგანაც

წყლის ხარჯი განისაზღვრება კვეთის ფართობისა და სიჩქარის ნამრავლით.



ნახ. 58. ხრახნულა ფრთების სრიალის დამოკიდებულება ნაკადის სიჩქარესთან.

ნაკადის ირიბპავლიანობას შეიძლება ადგილი ექნეს როგორც მდინარეებში, ისე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა და ჰესების წყალსაგდებ ხვრელებში. გარდა ამისა, ნაკადის ტურბულენტურ პირობებში ტრიალა ნაწილობრივ მუშაობს ირიბპავლიან პირობებში. როგორც დაკვირვებები გვიჩვენებს, ნაკადის ცალკეული ჭავლების მიმართულების გადახრამ კვეთის ნორმალიდან შეიძლება 45—60° მიაღწიოს, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება მეტიც იყოს. ჰიდრომეტრიული ტრიალა, რომელსაც შეუძლია გაზომოს სიჩქარეთა ვექტორის პროექცია (ვექტორთა კომპონენტი), კომპონენტ-ტრიალას სახელწოდებას ატარებს.

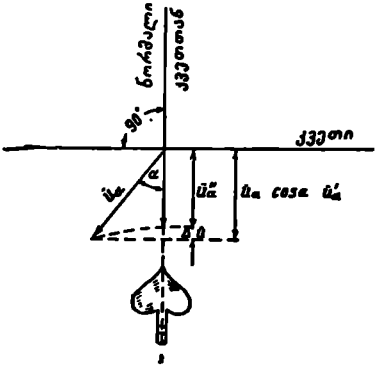
59-ე ნახაზზე გამოსახულია სიჩქარეთა ვექტორი, რომელიც ნიმართულია α კუთხით კვეთის ნორმალისაკენ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. კომპონენტ-ტრიალა, რომლის ღერძი მოთავსებულია კვეთის ნორმალის მიმართულებით, აღრიცხავს სიჩქარეთა ვექტორების შემადგენელს, ე. ი.

$$\bar{u}_\alpha = \bar{u}_\alpha \cos\alpha, \tag{30}$$

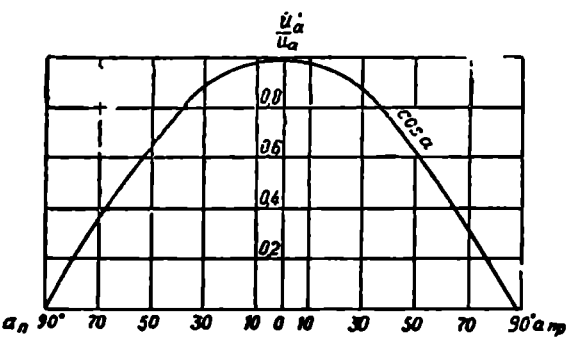
ამ მდგენელთა შეფარდება სიჩქარეთა ვექტორთან ტოლი იქნება

$$\frac{\bar{u}'_\alpha}{\bar{u}_\alpha} = \frac{\bar{u}_\alpha \cos\alpha}{u_\alpha} = \cos\alpha; \tag{31}$$

დამოკიდებულება $\frac{\bar{u}'_\alpha}{\bar{u}_\alpha} = f(\alpha)$. ამ შემთხვევაში გრაფიკულად გამოისახება კოსინუსის ხაზით (ნახ. 60).



ნახ. 59. ტრიალას ჩვენება კვეთის ნორმალიდან α სიჩქარეთა ვექტორის გადახრის დროს.

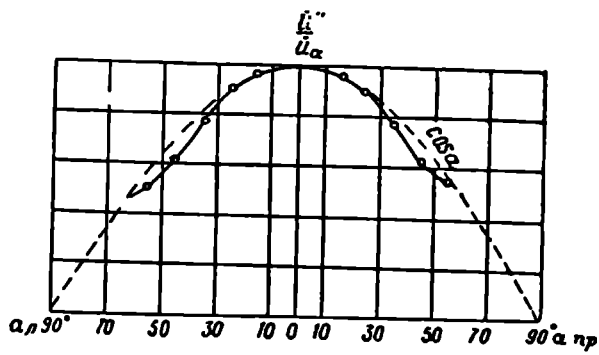


ნახ. 60. დამოკიდებულება $\frac{u'_\alpha}{u_\alpha}$ -სა და ჰორიზონტალურ კუთხეს შორის კომპონენტური ტრიალასათვის.

ამჟამად გამოყენებული ჰიდრომეტრიული ტრიალები არ არის სრულკომპონენტური. ირიბჭავლიან ნაკადში ისინი იძლევიან სიჩქარეთა ვექტორის მდგენლის შემცირებულ მნიშვნელობებს, რისთვისაც შემცირების სიდიდე დამოკიდებულია სიჩქარეთა ვექტორის ნორმალიდან გადახრის კუთხეზე, აგრეთვე ხრახნულა ფრთების ფორმაზე. ამ შემთხვევაში ტრიალას ჩვენება ტოლი იქნება;

$$\bar{u}''_\alpha = \bar{u}'_\alpha \cos\alpha - \Delta\bar{u}. \qquad (32)$$

დამოკიდებულება $\frac{\bar{u}'_\alpha}{\bar{u}_\alpha} = f(\alpha)$ ამ შემთხვევაში არ გამოისახება კოსინუსის ხაზით. 61-ე ნახაზზე მსხვილი მუქი ხაზით ნაჩვენებია დამოკიდებულება $\frac{\bar{u}''_\alpha}{\bar{u}_\alpha} = f(\alpha)$ ВЖМ—3 ტრიალასათვის (ტურბულენტურ ნაკადში ცდის მონაცემების მიხედვით).



ნახ. 61. დამოკიდებულება $\frac{\bar{u}''_\alpha}{\bar{u}_\alpha}$ და ჰორიზონტალურ α კუთხეს შორის ВЖМ—3 ტრიალასათვის.

ამავე ნახაზზე წყვეტილი ხაზით გატარებულია კოსინუსის ხაზი. როგორც ჩანს, ტრიალას ჩვენება არ ეთანხმება ზუსტად კოსინუსის კანონს. კომპონენტური თვისებები მოცემულ შემთხვევაში ვლინდება გადახრის კუთხეების 20—25° დროს (მარჯვნივ და მარცხნივ); დიდი კუთხეების დროს ტრიალა იძლევა სიჩქარეთა ვექტორის მდგენელის სიდიდის შემცირებულ მნიშვნელობას.

სიჩქარის სიდიდე ირიბპაერიან ნაკადში პრაქტიკულად არ ახდენს გავლენას ტრიალას ჩვენების ცდომილებაზე. გ. ჟელეზნიაკოვმა დაადგინა, რომ ნაკადის სიჩქარის სიდიდემ შეიძლება გავლენა მოახდინოს ჩვენების ცდომილებაზე უმცირესი კრიტიკული სიჩქარეების დროს, ე. ი. ტრიალას მახასიათებელი მრუდის მოხრილი ხაზის უბანზე.

ვერტიკალურღერძიანი ტრიალები კომპონენტური თვისებებით განსხვავდებიან ჰორიზონტალურღერძიანი ტრიალებისაგან. ასე მაგ., პრაისის ტიპის ტრიალებისათვის სიჩქარის მიმართულებიდან მისი მარცხნივ გადახრისას დამოკიდებულების ხაზი $\frac{\bar{u}''_\alpha}{\bar{u}_\alpha} = f(\alpha)$ გაიელის

კოსინუსის ხაზს ქვევით (შემცირებული სიჩქარეები), ხოლო მარჯვნივ გადახრისას — დამოკიდებულების ხაზი $\frac{\bar{u}'_\alpha}{\bar{u}_\alpha} = f(\alpha)$ გაივლის კოსინუსის ხაზს ზევით (სიჩქარის გადიდება); იგივე მოვლენები გვხვდება ტრიალას ზევით და ქვევით გადახრის დროსაც.

ტრიალების კომპონენტური თვისებების განხილვის შედეგად შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები: შტანგაზე დამაგრებული ტრიალათი სიჩქარეების გაზომვის დროს, აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ ირიბპავლიანობის კუთხის სიდიდე. თუ ეს კუთხე დიდია მოცემული ტრიალას ავტომატურად აღნუსხულ გადახრის კუთხის სიდიდეზე, მაშინ ვექტორთა სიჩქარის მდგენელთა სიდიდე განისაზღვრება დინების ნამდვილი სიჩქარეების გაზომვის გზით და მისი გადამრავლებით კოსინუსის კუთხეზე, რომელიც მოთავსებულია ნაკადის მიმართულებასა და კვეთის ნორმალს შორის.

§ 30. ჰიდრომეტრიული ტრიალების ძირითადი ტიპების აღწერა

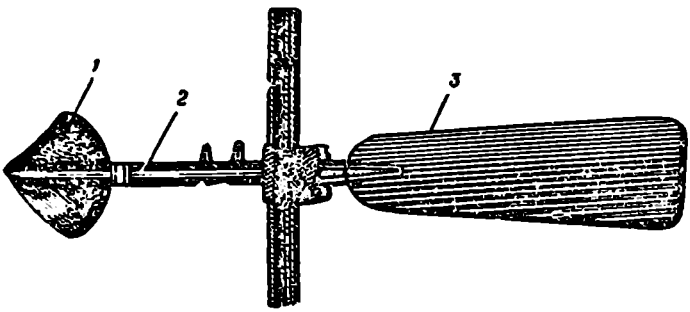
ჰიდრომეტრიული ტრიალას ტიპები ამჟამად ძალიან ბევრია. ქვემოთ მოგვყავს ტრიალების ძირითადი ტიპების აღწერა, რომელთაც უკანასკნელ დროს იყენებენ საბჭოთა კავშირში, და აგრეთვე მოცემულია საზღვარგარეთული ზოგიერთი ტრიალას მოკლე დახასიათებაც, რომელთა კონსტრუქციის გაცნობაც ინტერესმოკლებული არ იქნება.

რევოლუციამდელ რუსეთში ჰიდრომეტრიული ტრიალების წარმოება თითქმის არ იყო. ტრიალებს ჩვეულებრივად იძენდნენ საზღვარგარეთიდან. ამჟამად საბჭოთა კავშირში წარმოებს მაღალხარისხოვანი ტრიალების სერიული გამოშვება, რომელიც აკმაყოფილებს ჩვენი ქვეყნის მოთხოვნილებას და დიდი რაოდენობით გააქვთ საზღვარგარეთულ ქვეყნებშიც.

საბჭოთა კავშირის ჰიდროლოგიურ ქსელში ყველაზე უფრო გავრცელებულია Ж—3 ტიპის (ნ. ე. ჟესტოვსკის კონსტრუქციის) ტრიალები, რომელნიც ხმარებაში მყოფი ტრიალების საერთო რაოდენობის 80% შეადგენენ. მაგრამ ამჟამად უკვე წარმოებს უფრო მაღალი კონსტრუქციის ტრიალების დამზადება, კერძოდ კი ВЖМ—3 (ინდექსი: ГР—21), ВБ—52 (ინდექსით: ГР—11), დამუშავებულია და დამზადებულია მასობრივი მოხმარებისათვის მცირეგაბარიტიანი ტრიალა ВБ—61 (ინდექსით ГР—55) და სხვა.

Ж—3 ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალა ძირითადად შედგება სამი ნაწილისაგან: 1. ხრახნულა ფრთებისაგან, 2. კორ-

პუსისაგან, 3. კუდისაგან (ნახ. 62). ტრიალას კორპუსში აგრეთვე შედის სასიგნალო მოწყობილობა. კორპუსი ემსახურება ტრიალას ყველა ნაწილების შეწევრებას და დამაგრებას. კორპუსს წინა ნა-



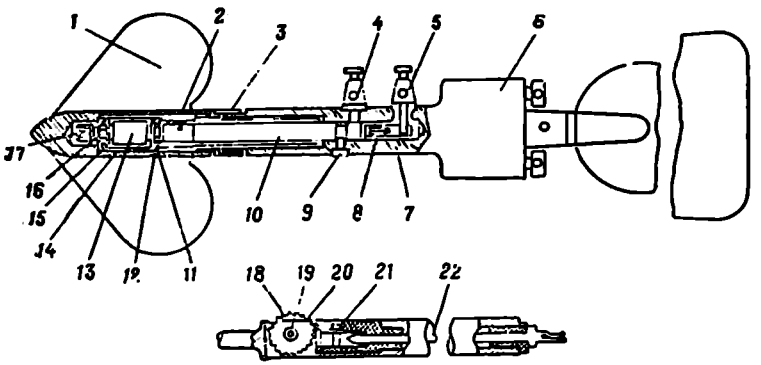
ნახ. 62. Ж—3 ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალა შტანგაზე. 1—ხრახნული ფრთები, 2. კორპუსი, 3. კუდი.

წილში აქვს ცილინდრული ღრუ, რომელშიც მოთავსებულია ხრახნული ფრთების ღერძი, რომელიც დამაგრებულია საჩერებელი ხრახნით. კორპუსს ზედა ნაწილში აქვს ორი კლემა, რომლითაც ჩაერთვება სასიგნალო ქსელის დენსადენები; ერთი კლემა იზოლირებულია კორპუსისაგან, მასთან ჩართულია ბატარეის უარყოფითი პოლუსი. კორპუსს უკანა ნაწილში აქვს განიერი ვერტიკალური ხვრელი, რომლის დანიშნულებაა ტრიალას შტანგაზე ან მენჯზე დამაგრება გვარლით მუშაობის დროს. ტრიალას შტანგაზე ან მენჯზე დამაგრება წარმოებს მომჭერი ხრახნის საშუალებით. კორპუსის უკანა ნაწილში მაგრდება კუდის ფრთა თხელი ფირფიტის სახით.

ტრიალას მოძრავი ნაწილი შედგება ხრახნულა ფრთებისაგან, კონტაქტურ მექანიზმიანი ღერძისაგან, ორი ბურთულა-საკისრისაგან, შიგა საყრდენი მილისისაგან, გარეთა საყრდენი მილისისაგან, ღერძული ქანჩისაგან, მასრისაგან ჰიახრახნა მილისით და მომჭერი ქანჩებისაგან.

კონტაქტური მექანიზმი შედგება ჰიახრახნა კბილანასაგან 20 კბილით. ღერძზე, ჩაჭოცმული ებონიტის დისკოსაგან ერთი კონტაქტური წკირით, კონტაქტური ზამბარებისაგან, დენგამტარი ღეროსაგან გამხოლოებული კორპუსისაგან და შეერთებულია კონტაქტური ზამბარაკით შტეფსელის ბუდესთან (ნახ. 63). ხრახნულა ფრთების ბრუნვის დროს ელექტრული ჯაჭვი ჩაერთვება 20 ბრუნის შემდეგ, რომელიც შეესატყვისება 20-კბილანიან ჰიახრახნა ღეროს ერთ შემობრუნებას.

ტრიალას ელექტრული წრედის სქემა (ნახ. 64). ბატარეის უარყოფითი პოლუსი სადენით უერთდება კორპუსიდან გამხოლოებულ კლემას, საიდანაც დენი მიდის შტეფსელის ბუდეში, შემდეგ უეროთი საკონტაქტო ზამბარაში, აქედან კონტაქტურ წკირში,



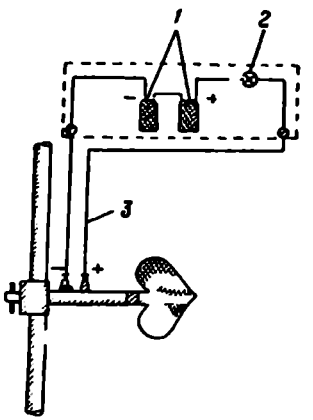
ნახ. 63: Ж—3 ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალას მოწყობილობა.

1—ხრახნულა ფრთები; 2—მასრა ჰიახრახნა ღერძით; 3—ქანჩი; 4—კორპუსიდან გაუმხოლოებული კლემა; 5—კორპუსიდან გამხოლოებული კლემა; 6—კორპუსი; 7—შტეფსელის ბუდე; 8—შტეფსელი; 9—საჩერებელი ხრახნი; 10—ღერძი; 11—და 16—ბურთულა-საკისრების შიდა გარსაკრი; 12—15—ბურთულა-საკისრების გარეთა გარსაკრი; 13—შიგა საბჯენი მილისი, 14—გარეთა საბჯენი მილისი; 17—ღერძული ქანჩი ბურთულა-საკისრების დასამაგრებლად; 18—ჰიახრახნა ღერო; 19—საკონტაქტო წკირი; 20—საკონტაქტო ზამბარა: 21 — ხრახნი კონტაქტური ზამბარის დასამაგრებლად; 22 — დენგამტარი ღერო.

შემდეგ კბილანების ღერძზე, აქედან ტრიალას ღერძზე, ტრიალას კორპუსსა და მეორე (კორპუსიდან გაუმხოლოებელ) კლემაზე, შემდეგ მეორე სადენით ბატარეის დადებით პოლუსზე. ტრიალას სიგნალები შეიძლება გადაეცეს ზარს, ზუმერს, ნათურას ან ქრონოგრაფს, სადაც სინქრონულად წარმოებს დროის აღნიშვნის ჩაწერა ყოველი ერთი ან ორი წამის შემდეგ. ქრონოგრაფის გამოყენება აუცილებელია სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დროს. ტრიალადან სიგნალის ზარით, ნათურით ან ზუმერით მიღების შემთხვევაში სიგნალებს შორის დრო განისაზღვრება წამმზომით.

Ж--3 ტიპის ტრიალას ტექნიკური მონაცემები:

1) სიჩქარეთა გაზომვის დიაპაზონი . .	0,04—5,0 მ/წ;
2) № 1 ხრახნულა ფრთების გეომეტრიული ბიჯი	250 მმ;
3) ხრახნულა ფრთების დიამეტრი	120 მმ;
4) ელექტროწრედით საზრდოობა	1,5 ვ
5) კომპლექტის წონა . .	6,5 კგ.



ნახ. 64. 2Ж—3 ტიპის ტრიალას სიგნალის სქემა. ელექტრული წრედის სქემა.
1—საზრდოობის წყარო, 2—ზარი, ან ნათურა; 3—სადენი.

ტრიალას კომპლექტში შედის: კორპუსი, ხრახნულა ფრთების სასვლელი ნაწილი და კონტაქტური მექანიზმი, კუდის ფრთა, მენჯი გვარლზე მუშაობისათვის, კავი გვარლზე ჩამოსაკიდად, მიმართულების მაჩვენებელი, სასიგნალო მოწყობილობა ზარით, ზუმერით ან ელექტრონათურით, საზეთავი ტრანსფორმატორის ზეთით; კომპლექტში შედის აგრეთვე სათადარიგო ნაწილები სადენი სიგნალიზაციისათვის (12 მ) და ხელსაწყოები.

ტრიალას შტანგა ორი ნაწილისაგან შედგება, რომლის საერთო სიგრძე 3,1 მ უდრის, დიამეტრი—27 მმ; შტანგის ზედაპირზე დატანილია დანაყოფები ყოველი 10 სმ-ს შემდეგ.

მუშაობის დროს ტრიალას მომჭერი ხრახნით ამაგრებენ შტანგას საჭირო ადგილზე. გვარლით მუშაობის დროს ტრიალას მომჭერი ხრახნით ამაგრებენ მენჯზე და კავის საშუალებით აერთებენ გვარლთან, ხოლო მენჯის ქვედა ხვრელში უერთებენ მეორე კავს და შემდეგ საჭირო სიმძიმის ჰიდრომეტრიულ ტვირთს.

მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ერთი კავით მენჯთან შეერთება შეიძლება მხოლოდ მცირე სიდიდის ტვირთის ხმარების დროს. დიდ ტვირთებს შეაქვთ დამახინჯება ნაკადში, რაც გავლენას ახდენს ტრიალას ჩვენებაზე. ამისათვის ტვირთსა და ტრიალას შორის უნდა იყოს მანძილი 20—25 სმ, რაც მიიღწევა საჭირო სიგრძის გვარლის ან ლითონის ღეროს ჩამატებით.

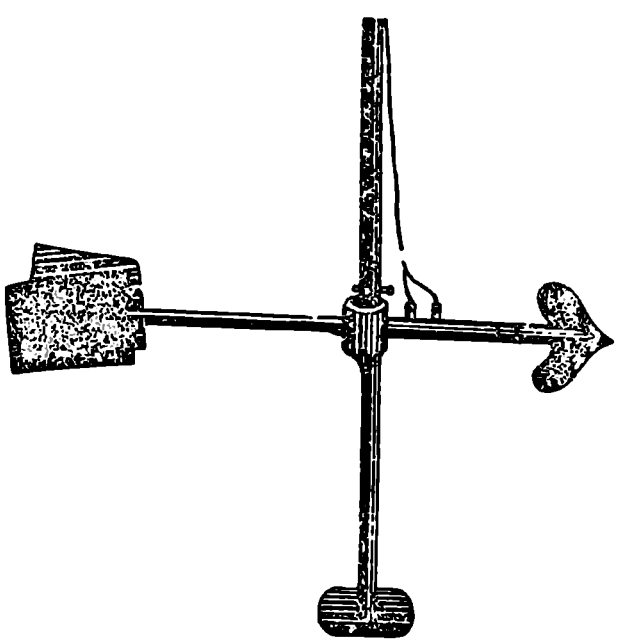
ტრიალას მოხმარების დროს აუცილებლად უნდა შესრულდეს საექსპლოატაციო ინსტრუქციის ყველა მოთხოვნა.

ჰიდრომეტრიული ტრიალა ВЖМ—3 (ინდექსით ГР—21) წარმოადგენს Ж—3 ტიპის ტრიალას გაუმჯობესებულ სახესხვაობას. იგი განსხვავდება Ж—3 ტიპის ტრიალაგან შემდეგით:

1) გაუმჯობესებული აქვს ხრახნულა ფრთების ფორმა, რის ვამოც მას აქვს უკეთესი კომპონენტური თვისებები — დაახლოებით სამჯერ ამცირებს დამახინჯებას შტანგაზე მუშაობის დროს.

2) გაუმჯობესებულია საჭვლელი ნაწილის კონსტრუქცია—გადიდებულია მანძილი ბურთულა-საკისრებს შორის და გაკეთებული აქვს კონუსური ფორმის ღერძი, რითაც მიღწეულია სისტემის უკეთესი ბალანსირება და აცილებულია სრიალის ხახუნის წარმოქმნის შესაძლებლობა.

3) გაუმჯობესებულია კუდის ფრთის ფორმა, რაც უზრუნველყოფს ნაკადში ხელსაწყოს დიდ მდგრადობას, ამასვე ხელს უწყობს მენჯის ახალი კონსტრუქცია, რომელიც აღჭურვილია ბურთულა-საკისრებით. ВЖМ—3 ტიპის ტრიალას გარეგანი სახე მოცემულია 65 ნახაზზე.



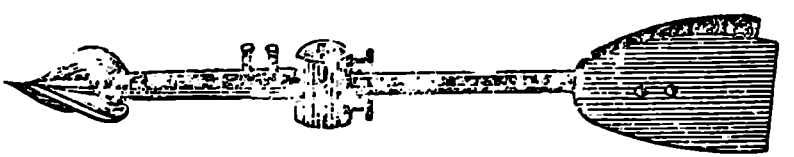
ნახ. 65. ВЖМ—3 ტიპის ტრიალას გარეგანი სახე.

ტრიალა აღჭურვილია ორი ხრახნულა ფრთით: № 1 ხრახნულა ფრთების დიამეტრი 120 მმ-ია, გეომეტრიული ბიჯი — 215 მმ; № 1 ხრახნულა ფრთებით მუშაობა რეკომენდებულია ნაკადის სიჩქარის 0,1-დან 2 მ/წ დიაპაზონში, ამ დროს სიჩქარის გაზომვის ცდომილება 2% არ აღემატება (0,1 მ/წ-ზე ნაკლები სიჩქარის დროს ცდომილება იზრდება).

№ 2 ხრახნულა ფრთების დიამეტრი უდრის 120 მმ-ს, გეომეტრიული ბიჯი—500 მმ. № 2 ხრახნულა ფრთების მუშაობა რეკომენდებულია 2,0—5,0 მ/წ. სიჩქარის დროს, ამ დროს სიჩქარის გაზომვის ცდომილება 2% არ აღემატება.

ВЖМ—3 ტიპის ტრიალას კუდის ფრთასხმულობა შედგება ორი ფირფიტისაგან. ფირფიტებს მიცემული აქვს მოხრილი ფორმა, რომელიც უზრუნველყოფს ტრიალას დაყენებას ნაკადის დინების მიმართულებით მცირე სიჩქარეების დროსაც კი.

ჰიდრომეტრიული ტრიალა ВБ—52 (ინდექსი ГР—11). ამ ტრიალას აქვს არსებითი კონსტრუქციული განსხვავება წინა ორ აღწერილ ტრიალასთან შედარებით. ხელსაწყო ძირითადად შედგება თვით ტრიალასაგან და ამთვლელ-იმპულსური მექანიზმისაგან (ნახ. 66).

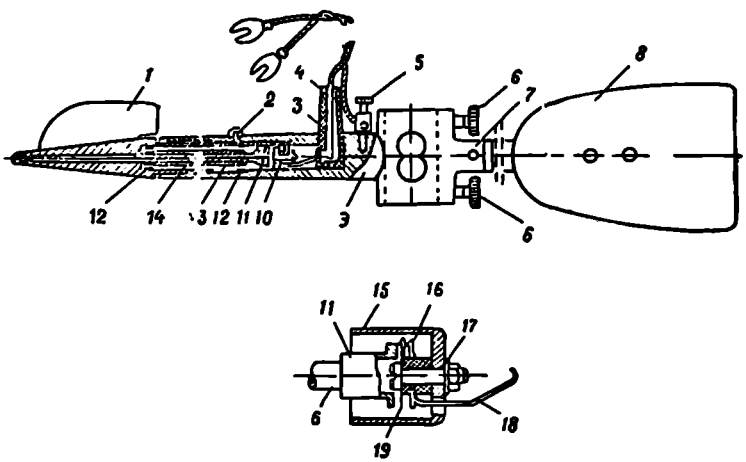


ნახ. 66. ВБ—52 ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალა.

ტრიალა შედგება კორპუსისაგან, სასვლელი ნაწილისაგან, კონტაქტური მოწყობილობისა და კუდის ფრთებისაგან. კორპუსის მოწყობილობა გარკვევით არის მოცემული 67-ე ნახაზზე.

ტრიალას სასვლელ ნაწილს აქვს სამფრთიანი ხრახნი 70 მმ-ის დიამეტრით, მისი გეომეტრიული ბიჯი უდრის 110 მმ-ს. ხრახნულა ფრთებს აქვს უკეთესი კომპონენტური თვისებები, შედარებით ВЖМ—3 ტიპის ტრიალასთან, ის საშუალებას იძლევა ღერძის მიმართულებით გაიზომოს შემადგენელი სიჩქარე, რომლის ცდომილება 3% არ აღემატება. ნაკადის ჭავლის 40°-ით გადახრის დროს (ტურბულენტური მოძრაობის გადიდების დროს) ცდომილება იზრდება.

კონტაქტური მოწყობილობა მოთავსებულია კორპუსის შიგნით და ელექტროჯაჭვის ჩართვა წარმოებს ხრახნულა ფრთების ყოველი ერთი შემობრუნების შემდეგ (ნახ. 68).



ნახ. 67. ВБ—52 ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალას მოწყობილობა.

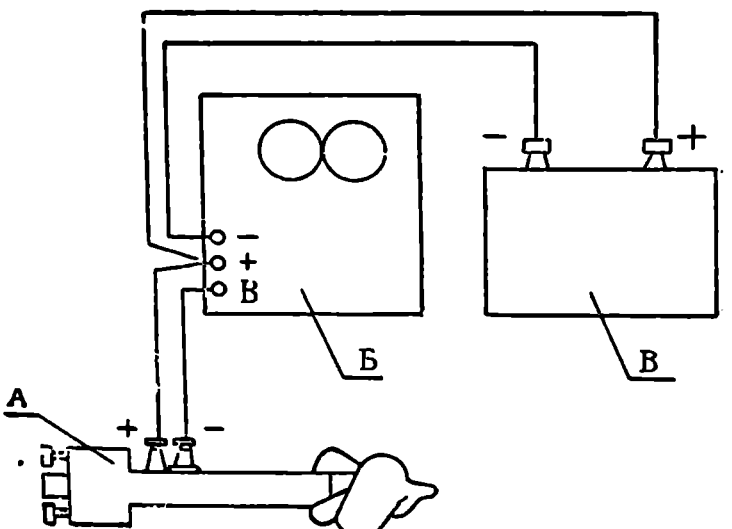
1 — ხრახნულა ფრთები; 2 — სასვლელი ნაწილის სამაგრი ხრახნი; 3—შტეფსელი ბუდე; 4—კორპუსიდან გამამხოლოებელი კლემა; 5—კლემა: 6—მომჭერი ხრახნი; 7—კუდის დასამაგრებელი მომჭერი ხრახნი; 8—კუდი; 9—კორპუსი; 10—კონტაქტური მოწყობილობა; 11 — ექსცენტრიკი; 12 — ბურთულა-საკისრები; 13—საველე ნაწილის მილისი; 14—ღერძი; 15 — კონტაქტური მექანიზმის კორპუსი; 16—უძრავი კონტაქტური ფირფიტა. 17—კონტაქტური ხრახნი; 18—კონტაქტური ზამბარა; 19—მოძრავი კონტაქტური ფირფიტა.

კუდის ფრთა ისეთივე აქვს, როგორც ВЖМ—3 ტიპის ტრიალას.

ამთვლელ-იმპულსური მექანიზმის დანიშნულებაა ხრახნულა ფრთების ბრუნთა ათვლის რეგისტრაცია. სიჩქარეების გაზომვის დროს ამთვლელ-იმპულსური მექანიზმი ავტომატურად ჩაერთვება ყოველ 100 წამში და ამ დროის მონაკვეთში იძლევა ხრახნულა ფრთების ბრუნთა რაოდენობის შეჯამებულ რიცხვს. სიჩქარის განსაზღვრისათვის მიღებულ რიცხვს ყოფენ 100-ზე, რითაც მიიღება ბრუნთა რიცხვი 1 წამში, ხოლო შემდეგ ტარირების დამოკიდებულებიდან განსაზღვრავენ ნაკადის სიჩქარეს.

ВБ—52 ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალას ტექნიკური მონაცემები:

სიჩქარის გაზომვის დიაპაზონი	0,06—5,0 მწ;
№ 1 ხრახნულა ფრთების გეომეტრიული ბიჯი	110 მმ;
№ 1 ხრახნულა ფრთების დიამეტრი .	70 მმ;
№ 2 ხრახნულა ფრთების გეომეტრიული ბიჯი	200 მმ;
№ 2 ხრახნულა ფრთების დიამეტრი	70 მმ;
დაძაბულობის წყარო	26 ვ.



ნახ. 69. ВБ—52 ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალას პრინციპული ელექტრული სქემა.
А—ტრიალა; Б—ამთვლელ-იმპულსური მექანიზმი; В—ელექტროსაზრდოობის ბატარეა.

ასეთი ტრიალა წყლის სამ მეტრ სიღრმეზე გამოიყენება შტანგაზე, ხოლო უფრო ღრმა ადგილებში — გვარლზე.

ტრიალას წონა ამთვლელ-იმპულსული მექანიზმით და ყუთით 7 კგ-ია.

ბოლო დროს ტრიალას კონტაქტური მოწყობილობა გაუმჯობესებულია. ვერცხლის კონტაქტები შეცვლილია ვოლფრამით, რომელსაც აქვს უკეთესი ექსპლოატაციური ღირსება, და აგრეთვე გაკეთებულია ხრახნი კონტაქტებს შორის ღრეჩოს რეგულირებისათვის.

ბახირევის ტრიალა. დამუშავებული იყო შუა აზიის საირიგაციო სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში. ბახირევის ტრიალა წარმოადგენს პრაისის ტიპის ტრიალას გაუმჯობესებულ სახეს.

ტრიალა შედგება კორპუსისა, როტორისა და კუდისაგან. კორპუსის წინა ნაწილში მოთავსებულია ზეთით სავსე კონტაქტური კამერა, იქვე მოთავსებულია ღერძული კამერა, რომელიც აგრეთვე ზეთით არის ავსებული, კორპუსს უკანა ნაწილში აქვს ხვრელი შტანგაზე მოსათავსებლად და აგრეთვე ორი მცირე ნახვრეტი ტრიალას კუდის დასამაგრებლად.

როტორი შედგება ექვსი კონუსისებური ფინჯნისაგან. თითოეული ფინჯნის დიამეტრი 5 სმ-ს უდრის. კონტაქტური სისტემა ჩაერთვება როტორის ორჯერ შემობრუნების შემდეგ. ტრიალა გამოირჩევა გამძლე კონსტრუქციით, მაგრამ მისი გამოყენება ბოლო დროს ძალზე შეზღუდულია. კონტაქტური და ღერძული კამერები კარგად არის დაცული წყლისა და ნატანი მასალის შესვლისაგან. ბახირევის ტრიალას პრაისის ტიპის ტრიალასთან შედარებით აქვს უპირატესობა, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ იგი მოხერხებულია წყალთან მისადგომად და როტორის წყალში ჩასაშვებად.

ზემოაღნიშნულ ტრიალებს გარდა ჰიდრომეტრიული მუშაობის დროს, რომელსაც ატარებენ სხვადასხვა ორგანიზაციები, იყენებენ მოძველებული ტიპის ტრიალებსაც, როგორიც არის „ЛАГ—4“ და „ИВХ“ ტიპის ტრიალები და აგრეთვე საზღვარგარეთულ ტრიალებიდან ოტის ფირმის ტრიალებს, პრაისის ტიპის ტრიალებს და სხვა. აქ მოკლედ განვიხილავთ ოტის — V და პრაისის ტიპის ტრიალებს.

ოტის —V ტიპის ტრიალას ამზადებენ გერმანიის ფედერაციული რესპუბლიკის ქ. კემპტენში, ა. ოტის ფირმაში. ტრიალას კორპუსი ჩამოსხმულია თითბერისაგან, აქვს სწორკუთხოვანი კვეთი, ტრიალა აღჭურვილია სხვადასხვა ფორმის ხრახნულა ფრთებით, მათ რიცხვში ხრახნიანი ფრთებით, რომელსაც აქვს მაღალი კომპონენტური თვისებები. ხრახნის ღერძი უძრავია და აღჭურვილია ორი ბურთულა-საკისრით, მათზე ეცმება მილისი, რომელიც ჭუროს დახმარებით შეერთებულია ხრახნულა ფრთებთან, მილისს უკანა გარე ბოლოზე აქვს ჩიახრახნა ამოკვეთილი, რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს ჩიახრახნა ბორბალი მექანიკური კონტაქტის კამერაში.

ხრახნულა ფრთების შიგა სიღრუეს ავსებენ ზეთით, რომელიც იცავს მას ხახუნისაგან და წყლის შესვლისაგან.

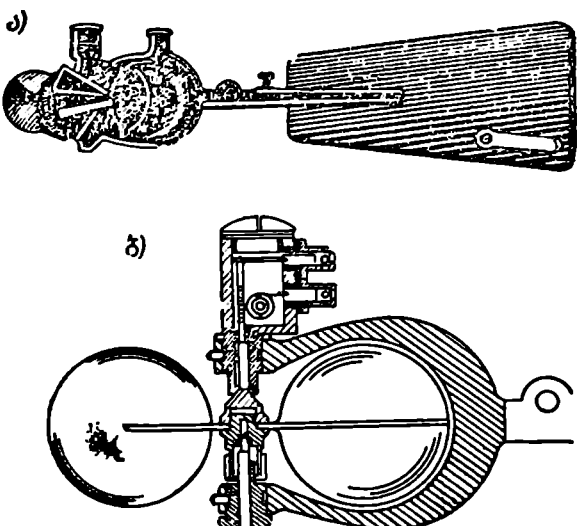
კონტაქტური კამერა ორგვარია: მექანიკური-წყალგამტარიანი და ელექტრული-წყალგაუმტარიანი, ზეთით გავსებული.

ტრიალა შეიძლება გამოყენებული იქნეს შტანგაზე და გვარლზე. გვარლზე მუშაობის დროს კორპუსს უკანა ბოლოზე უკეთებენ სწორკუთხოვანი ან მრგვალი კვეთის ღრუიან კუდს.

ფირმა ამზადებს ტრიალას ტვირთებს ფრთიანი კუდით, რომლის წინა ნაწილზე მაგრდება ტრიალა. ასეთ ტვირთებს აქვთ ფსკერული კონტაქტები.

შტანგით მუშაობის დროს ტრიალას შტანგაზე ამაგრებენ ხრახნით. ტრიალას ფრთები ფსკერს რომ არ მოხვდეს, კორპუსს გაკეთებული აქვთ ფეხები.

პრაისის ტიპის ტრიალა ჩრდილო ამერიკის შეერთებულ შტატებში წყლის დინების სიჩქარეების გასაზომ ძირითად ხელსაწყოს წარმოადგენს. ტრიალას გარეგანი სახე ნაჩვენებია 69-ე ნახაზზე.



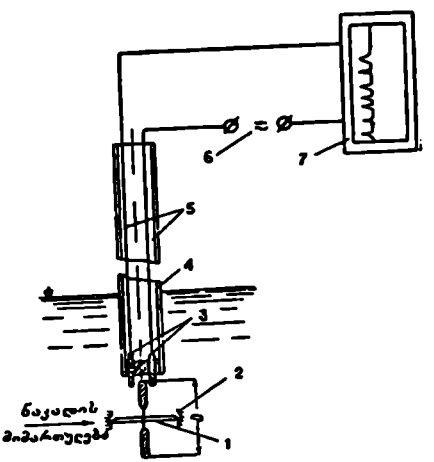
ნახ. 69. პრაისის ტიპის ჰიდრომეტრიული ტრიალა:
ა—საერთო სახე; ბ—ჭრილი;

ტრიალა შედგება კორპუსისა, როტორისა, და კუდისაგან. როტორი შედგება 6 კონუსური ფინჯნისაგან, რომლებიც მიმაგრებულია ვერტიკალურ ღერძზე. ღერძი ქვევით დაყრდნობილია ქუსლზე, რომელიც მოთავსებულია კორპუსის ქვედა ჩანგალზე, ხოლო ღერძის

ზედა ნაწილი გადის კორპუსის ზედა ჩანგლის ნახვრეტში. ღერძის ბოლო გადის კონტაქტურ კამერაში, სადაც ღერძზე მოთავსებულია ჰიახრახნა ღერო, რომელიც ედება კონტაქტური მოწყობილობის კბილანას. კბილანაზე მოთავსებულია წკირი, რომელიც როტორის ბრუნვის დროს ჩართავს კონტაქტურ ზამბარას. კონტაქტური კამერა ზევიდან მაგრად არის დახრახნილი, რის წყალობითაც ტრიალას წყალში ჩაძირვის დროს კამერაში მყოფი ჰაერი იცავს კონტაქტურ სისტემას გაუუჯყიანებისაგან.

პრაისის ტიპის ტრიალას არ აქვს კარგი კომპონენტური თვისებები, რადგან სიჩქარეების გაზომვის დროს დინების მიმართულებიდან ოდნავი გადახრისას იძლევა დიდ შეცდომებს. ამიტომ პრაისის ტიპის ტრიალა ვერ გავრცელდა ვერც ჩვენში, ვერც დასავლეთ ევროპის სახელმწიფოებში.

ზემოთ განხილული ტრიალები ძირითადად გამოიყენება ველად მუშაობის დროს. ლაბორატორიულ პირობებში დინების სიჩქარეების გაზომვისათვის, როცა ნაკადის სიდიდე გაცილებით მცირეა, იყენებენ სპეციალურ ლაბორატორიულ ტრიალას. ასეთ ტრიალებს ჩვეულებრივად ამუშაებენ და ამზადებენ ის ორგანიზაციები, რომლებიც ასრულებენ ამა თუ იმ ლაბორატორიულ ჰიდრავლიკურ გამოკვლევას. აქ მოგვყავს ერთ-ერთი ლაბორატორიული მიკროტრიალას აღწერა;



ნახ. 70. მიკროტრიალას პრინციპული სქემა.

1—როტორი ფრთებით; 2—ბურთულა-საკისრებე; 3—ელექტროდები; 4—ღრუიანი შტანგა; 5—სადენები; 6—საზრდოობის წყარო; 7—სარეგისტრაციო ხელსაწყო.

მიკროტრიალა შედგება ფრთიანი როტორისაგან, ბურთულა - საკისრებისაგან, ორი ელექტროდისა და ღრუიანი შტანგისაგან (ნახ. 70).

შტანგის შიგნით გადის იზოლირებული სადენი ელექტროდებიდან საზრდოობის წყაროსაკენ და სარეგისტრაციო ხელსაწყოსაკენ — ოსცილოგრაფისაკენ, სადაც წარმოებს ტრიალას ჩვენების და დრო-

ის ჩაწერა. ჩანაწერის დამუშავება საშუალებას იძლევა მივიღოთ დინების სიჩქარის სიდიდე სხვადასხვა დროის მომენტში, ე. ი. შევისწავლოთ სიჩქარეთა პულსაცია, გარდა ამისა, განვსაზღვრავთ ადგილობრივი სიჩქარის სიდიდეს გასაშუალებულ დროში.

ასეთი მიკროტრიალას როტორის დიამეტრი 15—25 მმ-ს უდრის. ფრთოვანა კეთდება 8 ფრთით. ელექტროდებს შორის თითოეული ფრთის გავლის დროს დენი ელექტროწრედში მკვეთრად იზრდება წყალში დენგამტარობის გადიდების შედეგად.

საზღვარგარეთული მიკროტრიალებიდან შეიძლება აღვნიშნოთ ოტის ლაბორატორიული ტრიალა. მას აყენებენ შტანგაზე, რომლის დიამეტრი 9 მმ-ს უდრის. ტრიალა კომპლექტში შედის ტრიალას ბრუნვის ამთვლელი და აწყობილი ხრახნულა ფრთები (9 ცალი), რომელთაც აქვთ სხვადასხვა დიამეტრი 20 მმ-დან 50 მმ-მდე. სხვადასხვა ჰიდრავლიკური ბიჯი და მაღალი კომპონენტური თვისება.

§ 54. ტრიალების კუთვნილება და მოწყობილობა

ტრიალათი მუშაობისათვის აუცილებლად უნდა გვქონდეს: შტანგა, გვარლი, სხვადასხვა წონისა და ფორმის ჰიდრომეტრიული ტვირთი, ქრონოგრაფი და სხვა ხელსაწყოები და მოწყობილობა.

ტრიალას წყალში სასურველ სიღრმეზე ჩასაშვებად იყენებენ შტანგასა და გვარლს. შტანგაზე ტრიალას გამოყენება შეიძლება ნაკადის 3 მეტრზე ნაკლები სიღრმისა და 1,5 მ/წ სიჩქარის დროს.

კვეთის ხაზთან ტრიალას ღერძის მიმართულების პერპენდიკულარულად დადგომის განსაზღვრისათვის იყენებენ მიმართულების მაჩვენებელს, რომელიც ტრიალას კომპლექტში შედის. მას ამაგრებენ შტანგის თავზე ტრიალას ღერძის პარალელურად (ზოგჯერ მას ამაგრებენ ტრიალას ღერძის პერპენდიკულარულად).

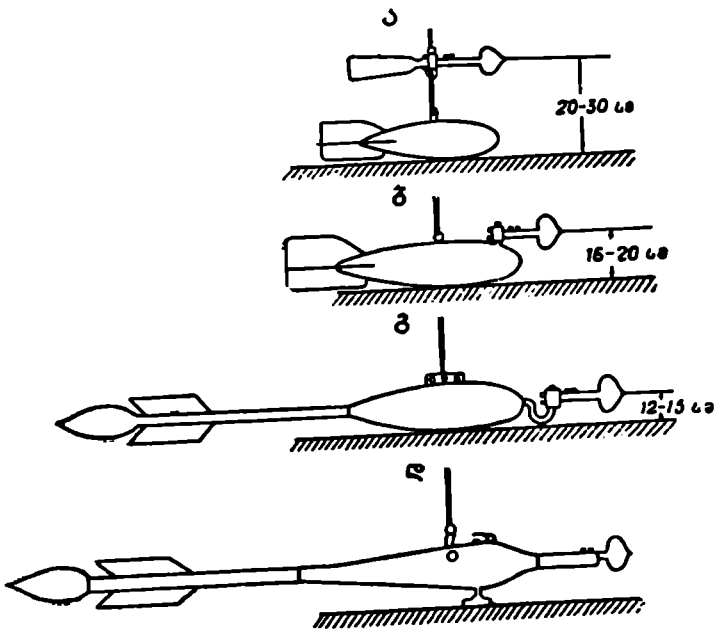
შტანგით მუშაობის ორი ხერხი არსებობს: 1) სიჩქარეების გაზომვის დროს შტანგა ქვედა ბოლოთი ეყრდნობა ფსკერს, ხოლო ზედა ნაწილში იპყრენ ხელით: ტრიალას სასურველ სიღრმეზე დასაყენებლად შტანგა წყლიდან უნდა ამოიღონ და ტრიალა გადაანაცვლონ მეორე ადგილზე.

2) შტანგას სპეციალური დამჭერით ამაგრებენ ხიდზე. ტრიალას ამაგრებენ შტანგის ბოლოზე. ტრიალას სიღრმეში გადაადგილება შტანგასთან ერთად ხდება შტანგდამჭერის საშუალებით.

საბჭოთა კავშირში უფრო მეტად გავრცელებულია პირველი ხერხი.

მდინარის მნიშვნელოვანი სიღრმის დროს და აგრეთვე ჰიდრომეტრიულ ხიდზე და აკვანზე წყლის ზედაპირიდან სათანადო სიმაღლეზე მუშაობისას ტრიალას წყალში ჩასაშვებად იყენებენ გვარლს ჯალამბარით. ტრიალა რომ წყალმა არ წაიღოს ან ვერტიკალიდან დიდად არ გადახაროს, იყენებენ ჰიდრომეტრიულ ტვირთებს. ტვირთის წონას და გვარლის დიამეტრს შეარჩევენ დინების სიჩქარესთან დამოკიდებულებით მე-11 ცხრილის მიხედვით.

71-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ტრიალას ჰიდრომეტრიულ ტვირთზე მიმაგრების სხვადასხვა ხერხები. ყველაზე უფრო ხშირად ტრიალას მისამაგრებლად იყენებენ 71-ე ა ნახაზზე აღნიშნულ სქემას. მის



ნახ. 71. ტრიალას ჰიდრომეტრიულ ტვირთზე მიმაგრების სხვადასხვა ხერხები.

უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ ტრიალა დიდი მანძილით არის დაშორებული ფსკერიდან და არ აღრიცხავს ფსკერის მახლობელ სიჩქარეებს. ფსკერისპირა დინების სიჩქარის აღრიცხვისათვის მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ 71-ე გ ნახაზზე ნაჩვენები მოწყობილობა.

სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დროს ტრიალას ჩვენებების ჩაწერა წარმოებს ქრონოგრაფის დახმარებით. ქრონოგრაფის ბაფთაზე სინქრონულად იწერება ტრიალას სიგნალები და აღინიშნება დრო ერთი ან ორი წამის ინტერვალით. ქრონოგრაფები არიან სხვადასხვა რაოდენობის კალმით. ტრიალების ტარირების დროს ხშირად ხმარობენ სამკალმიან ქრონოგრაფებს, რომლებიც ერთდროულად ჩაწერენ n — ტრიალას ფრთების ბრუნთა რაოდენობას, t — დროს და l — ტარირების ურიკას გავლილ მანძილს.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, ტრიალას კუთვნილებაში შედის: 1) წამმზომი; 2) ბატარეა, ზარი და სადენი, 3) სხვადასხვა დამხმარე ხელსაწყოები.

წამმზომის ციფერბლატი დაყოფილია 0—60 წამამდე, იგი საშუალებას იძლევა დრო ავითვალოთ 0,2 წამის სიზუსტით. სპეციალურად ჰიდრომეტრიული მუშაობისათვის ამზადებენ წამმზომებს, რომლებიც დროს ითვლიან 600 წამამდე 0,1 წმ-ის სიზუსტით; წამმზომები აუცილებლად უნდა შემოწმდეს წელიწადში ერთხელ მაინც.

ბატარეა შედგება გალვანომეტრის მშრალი ან სველი ელემენტებისაგან, რომელთა მუშაობა მოწმდება ზარის ან ნათურის საშუალებით.

ტრიალების სიგნალების მისაღებად ხმარობენ ზარს, ნათურას ან ზუმერს, რომელნიც წინასწარ უნდა გაისინჯოს მუშაობის დაწყებამდე.

სხვადასხვა დამხმარე ხელსაწყოებში შედის: მკვნეტარა (გაზი), ბრტყელტუჩა (გაზი), სახრახნისი, ქლიბი, ჩაქუჩი, ლურსმანი, საიზოლაციო ბაფთა, ზეთი ტრიალას კამერისათვის და სხვა.

§ 55. ჰიდრომეტრიული ტრიალების ტარირება

ტარირება ეწოდება ცდის გზით დადგენილ დამოკიდებულებას დინების სიჩქარესა და ტრიალას ხრახნულა ფრთების ბრუნთა რაოდენობას შორის 1 წამის განმავლობაში. ეს დამოკიდებულება შეიძლება გამოისახოს გრაფიკული ან ანალიზური ხერხით. ტრიალა შეიძლება გამოვიყენოთ სიჩქარეების გასაზომად მხოლოდ მაშინ, თუ გვაქვს ასეთი დამოკიდებულება. ტარირება უკეთდება ახლად დამზადებულ ყველა ტრიალას, რის შედეგადაც შეადგენენ ტარირების მოწმობას, რომელიც წარმოადგენს აუცილებელ დოკუმენტს თითოეული ტრალასათვის. მუშაობის პროცესში ტრიალას ნაწილები ცვდება ან ზიანდება, განსაკუთრებით ხრახნულა ფრთები, რის შედეგადაც იცვლება ტარირების მონაცემები. ასეთ შემთხვევაში აუცილებლად უნდა ჩატარდეს განმეორებითი ტარირება.

საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტსამსახურის ქსელში მუშაობის პრაქტიკაში დადგენილია ტრიალების განმეორებითი ტარირების ვადები: ტრიალას მიერ გაზომილი ხარჯების რაოდენობის მიხედვით დიდი სიმღვრივის მდინარეებში მუშაობისას 20 ხარჯის გაზომვის შემდეგ, ხოლო მცირე სიმღვრივისას 50 ხარჯის გაზომვის შემდეგ ტრიალა იგზავნება განმეორებითი ტარირებისათვის. ტრიალები, რომელთაც აქვთ ზეთიანი კამერა (Ж—3, ВЖМ—3, ВБ—52 და სხვა) განმეორებითი ტარირებისათვის იგზავნება მუშაობის დაწყებიდან ორი წლის შემდეგ, ხოლო ის ტრიალები, რომელთა კამერაში ზეთი არ არის ჩასხმული. ერთი წლის შემდეგ, როგორც კი შეიმჩნევა ტრიალას დაზიანება, იგი მაშინვე უნდა გაიგზავნოს განმეორებითი ტარირებისათვის.

ტარირება წარმოებს უძრავი წყლის გარემოში ტრიალას სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილების გზით. ტარირების ასეთი მეთოდი საერთოდ არის მიღებული, თუმცა მდგარ წყალში მუშაობის პირობები განსხვავდება იმ პირობებისაგან, როცა ტრიალა მუშაობს ტურბულენტური ნაკადის პირობებში, მაგრამ ეს განსხვავება იმდენად მცირეა, რომ მას პრაქტიკულად დაშაშვებად თვლიან.

ტრიალას ტარირებას ჩვეულებრივად აწარმოებენ სპეციალურად მოწყობილ არხებში და სატარირო აუზებში. სატარირო არხები და აუზები არის სხვადასხვაგვარი მოწყობილობის: სწორხაზოვანი, მრგვალი, რკალისებური და სხვ. ყველაზე უკეთესია სწორხაზოვანი სატარირო არხები. ტარირების სიზუსტის მიღწევისათვის სატარირო არხები უნდა უპასუხებდეს განსაზღვრულ მოთხოვნას. არხის სიგრძე განისაზღვრება უდიდესი სიჩქარის შესატყვისად, სადაც უნდა მოძრაობდეს ტრიალა გარბენისა და დამუხრუჭების უბნების გათვალისწინებით.

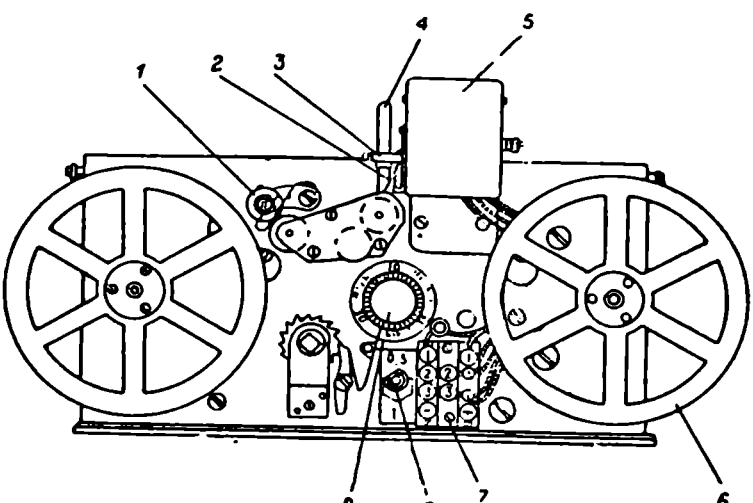
ტარირების სიზუსტეზე არხის სიგანე გაცილებით მეტ გავლენას ახდენს, ვიდრე არხის სიღრმე. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ტარირების შედეგებზე არხის სიგანის ცვალებადობა გავლენას წყვეტს დაახლოებით 3 მეტრის სიგანის დროს, მაგრამ პრაქტიკული მიზნებისათვის შესაძლებლად თვლიან, რომ სატარირო არხები გააკეთონ უფრო მცირე სიგანის.

ტარირების სიზუსტეზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ტრიალას მდებარეობა წყლის ზედაპირიდან, არხის კედლებთან და ფსკერთან. ტრიალას სიახლოვეს არხის კედლებთან და ფსკერთან შეაქვს დამატებითი დამახინჯებები ტარირების შედეგებში, ამისათვის ხელ-

საწყო უნდა იყოს არხის შუა ნაწილში, წყლის ზედაპირიდან და ფსკერიდან 30 სმ-ის დაშორებით.

სწორხაზოვან სატარირო არხებს აქვთ სწორხაზოვანი განივი კვეთი, რომელსაც გვერდები და ფსკერი გაკეთებული აქვს ბეტონისაგან, კედლების გასწვრივ აწყობენ ლიანდაგს რელსებით, რომელზედაც მოძრაობს სატარირო ურიკა. ტარირების სიზუსტისათვის რელსების ზედაპირს შლიფავენ. სატარირო ურიკა ელექტროძრავას საშუალებით სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობს. ტრიალას ურიკაზე ამაგრებენ შტანგით ან გვარლით. ურიკის მიერ გავლილი მანძილის აღრიცხვისათვის არხის გასწვრივ განსაზღვრული მანძილების დაშორებით აწყობენ კონტაქტებს, რომლებიც ჩაირთვება ურიკის საშუალებით ტარირების დროს.

ტარირების მონაცემები იწერება ავტომატურად, ქრონოგრაფის საშუალებით. ქრონოგრაფის ბაფთაზე სინქრონულად აღირიცხება ტრიალას ხრახნულა ფრთების ბრუნთა რაოდენობა, გავლილ მანძილზე დახარჯული დრო წამებში და გავლილი მანძილის სიგრძე მ-ში (ნახ. 72).



ნახ. 72. 512П—ტიპის ქრონოგრაფი.

1—დამჭერი გორგოლაჭი; 2—ზამბარა; 3—კალმის მაბრუნებელი ბერკეტი; 4—კალმები; 5—საწერი მოწყობილობა; 6—კასეტი ქაღალდის ბაფთისათვის; 7—კლემიანი პანელი; 8—იმპულსების ხანგრძლივობის გადამრთველი 0,5—1,0 წამის შემდეგ; 9—სამართავი სახელური.

ქრონოგრაფის დამუშავება საშუალებას იძლევა მივიღოთ ტრიალას გადაადგილების სიჩქარე

$$\bar{u} = \frac{l}{t}, \tag{33}$$

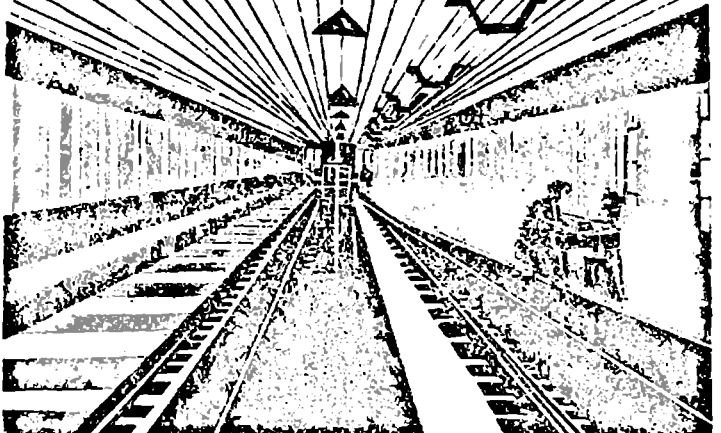
სადაც l არის ტრიალას მიერ გავლილი გზის სიგრძე, t—დრო, რომელიც დაიხარჯა გზის გავლაზე: ხრახნულა ფრთების ბრუნთა რიცხვი წამებში გამოიანგარიშება ფორმულით

$$n = \frac{N}{t} \tag{34}$$

სადაც N არის ხრახნულა ფრთების ბრუნთა საერთო რიცხვი, t — დახარჯული დრო წამებში.

თითოეულ გზობაზე ტრიალას გადაადგილებით დაადგენენ სხვადასხვა სიჩქარეებს, დაწყებული უმცირესიდან, რომლის დროსაც შეშჩნეულ იქნა ტრიალას ხრახნულა ფრთების ბრუნვა, უდიდეს სიჩქარემდე, ჩვეულებრივად 3—5 მ/წ-მდე, თითოეული ტრიალასათვის სიჩქარეების ათვლა სულ წარმოებს 20—25-ჯერ.

სწორხაზოვანი სატარირო არხის გარეგანი სახე ნაჩვენებია 73-ე ნახაზზე.



ნახ. 73. სწორხაზოვანი სატარირო არხი.

საბჭოთა კავშირში სწორხაზოვანი სატარირო არხები არის სხვადასხვა ქალაქებში. მაგალითად, თბილისის ჰიდრომეტეოროლოგიური ხელსაწყოების ქარხნის სატარირო არხის სიგრძე 80 მეტრს უდრის, სიგანე — 2 მეტრს, სიღრმე — 2 მ-ს. არხის სამუშაო უბანი, რომელზედაც ტარირება წარმოებს, სიგრძით 40 მ-ია, ხოლო დარჩენილი მანძილი საჭიროა სატარირო ურიკის გარბენისათვის და დამუხრუჭებისათვის.

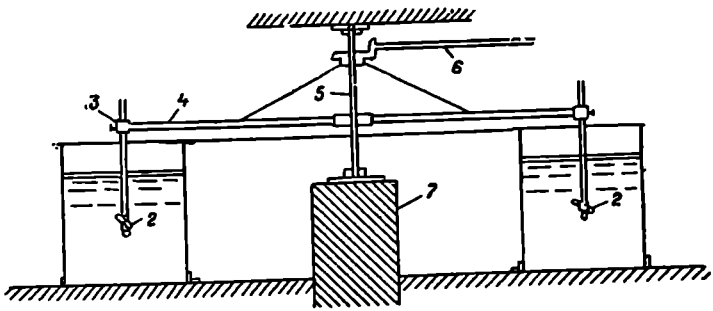
სატარირო არხები იძლევიან კარგ შედეგებს შემდეგი პირობების დაცვის დროს:

1) სატარირო ურიკა ტრიალათი უნდა მოძრაობდეს თანაბრად, ამ მიზნისათვის რელსიანი გზა უნდა დაგებულ იქნას ისე, რომ ურიკა გადაადგილდეს ბიძგების გარეშე; 2) ტრიალას ღერძი უნდა იდგეს ზუსტად ტრიალას მოძრაობის მიმართულების პარალელურად; 3) ურიკის ცალკეულ სვლებს შორის დაცული უნდა იქნეს სათანადო დროის მონაკვეთი, რომ არხში წყალი დაწყნარდეს; 4) შტანგიანი ტრიალა უნდა გატარდეს შტანგაზე, ხოლო გვარლიანი ტრიალა—გვარლზე.

წრიულ სატარირო აუზებში ტრიალები მოძრაობენ წრის მიხედვით. წრიული აუზები უფრო მარტივია მოწყობილობის მიხედვით, ვიდრე სწორხაზოვანი სატარირო არხები. წრიულ სატარირო აუზებში ტარირების შედეგებს უფრო ნაკლები სიზუსტე აქვს. გარდა ამისა, ასეთ აუზებში შეიძლება ტრიალები გატარირდეს მხოლოდ შტანგაზე, რადგან გვარლზე ტრიალა განიცდის ცენტრიდანული ძალების გავლენას. წრიულ აუზებში უშუალოდ ტრიალების ტარირება შეიძლება წარმოებდეს მხოლოდ იმ პირობებში, როდესაც მას შეიძლება მოწყობილია სპეციალური რადიალური სახის განივი ტიხრები, რომლებიც ჩაშვებულია ფსკერამდე და ამცირებს წყლის წრიულ მოძრაობას აუზში. ამავე მიზნით სატარირო ტრიალების ცალკეულ სვლებს შორის დაცული უნდა იქნეს საკმარისი დროის მონაკვეთი, რომელიც აუცილებელია აუზში წყლის დაწყნარებისათვის.

წრიულ სატარირო აუზებში ტრიალების ტარირება წარმოებს ეტალონირების მეთოდით, ე. ი. შედარების გზით, გამოსაცდელი ტრიალას ტარირების შედეგების შედარებით ტრიალა-ეტალონის ჩვენებებთან, რომელიც წინასწარ გატარირებულია სწორხაზოვან არხებში. წრიული სატარირო აუზი მოწყობილია ლენინგრადში, სახელმწიფო ჰიდროლოგიურ ინსტიტუტთან (ნახ. 74). იგი შედგება ორი კონცენტრული ცილინდრისაგან. შიგნითა წრის დიამეტრი უდრის 3,0 მ-ს, გარეთა — 5,0 მ-ს, ცილინდრებს შორის

ნივრცეში მოთავსებულია წყალი, რომლის სიღრმე 0,90 მ-ია. აუზის ცენტრში მრგვალ საფუძველზე დადგმულია მბრუნავი კარუსელი ჰორიზონტალური ისრით, რომლებზედაც ვერტიკალურ მდგომარეობაში მაგრდება შტანგები. შტანგებზე შეიძლება დამაგრდეს 6 ტრიალა. მათ შორის ორი არის სანიმუშო, ე. ი. სწორხაზოვან



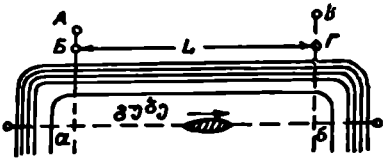
ნახ. 74. წრიული სატარირო აუზი.

არხში გატარირებული. კარუსელი მოძრაობაში მოჰყავს ელექტრომოტორს; მის სიჩქარეს არეგულირებენ რეოსტატით: ბრუნთა რიცხვის რეგისტრაცია წარმოებს ქრონოგრაფის 9 კალმის საშუალებით, რომლიდანაც 4 წერს გამოსაცდელი ტრიალების ფრთების ბრუნთა რიცხვს, ორი წინასწარ სატარირო არხში გატარებული ტრიალების ფრთების ბრუნთა რიცხვს, ორი კარუსელის ბრუნთა რიცხვს, ხოლო ერთი კალამი აღნიშნავს დროს წამებში, ერთი კალამი კი მარაგშია.

ტარირების შედეგების განსაზღვრისათვის ამუშავებენ ქრონოგრაფის ბაფთას; მასზე განსაზღვრავენ თითოეული ტრიალასათვის ხრახნულა ფრთების ბრუნთა რიცხვს ერთ წამში. სანიმუშო ტრიალების ფრთების ბრუნთა რიცხვის მიხედვით სიჩქარეების განსაზღვრისათვის სარგებლობენ მათი ტარირების მრუდებით. ამ სიჩქარეებს ღებულობენ საცდელი ტრიალების ფრთების ბრუნთა რიცხვის შესატყვისად და მის მიხედვით აგებენ ტარირების გრაფიკებს.

ტრიალების ტარირება საველე პირობებში წარმოებს იმ შემთხვევაში, როდესაც არ არის საშუალება გასატარირებელი ტრიალა გადააგზავნონ სატარირო სადგურში. ტრიალას საველე პირობებში ტარირებისათვის შეარჩევენ მდგარ წყალსატევს (ტბას, გუბურას და სხვა), სიგრძით 100 მეტრამდე და სიღრ-

ჭით არანაკლებ 1,5—2,0 მეტრისა, სადაც არ იქნება წყალმცენარეები და ლამი (ნახ. 75).



ნახ. 75. ტრიალას ტარირება საველე პირობებში.

ტბის სანაპიროს გასწვრივ (ნახ. 75) გაჰყავთ 50—75 მ სიგრძის ВГ ბაზისი. ბაზისის პერპენდიკულარულად გაიყვანენ ორ კვეთს АБ და ВГ-ს, რომლებსაც ნაპირზე ამაგრებენ სარყეებით. АБ პარალელური *ab* ხაზით განსაზღვრავენ ნავის სვლის გზას *L* ტარირების დროს. რეკომენდებულია, რომ ტბაში წერტილები *a* და *b* დამაგრებული იქნეს სარყეებით.

ტრიალა შტანგით დამაგრდება ნავის ცხვირზე სპეციალურად მოწყობილ ხის ან ლითონის შვერილზე. ნავი მოძრაობს *ab* ხაზზე ნიჩბებით, ან მოტორით, ან გვარლით და ჯალამბარით. ყველა შემთხვევაში მიღწეულ უნდა იქნეს ნავის თანაბარი მოძრაობა *ab* საცდელ უბანზე. ტრიალას ფრთების ბრუნთა და *L* გზის გავლაზე გახარჯული დროის რეგისტრაციას აწარმოებენ წამმზომით. ნავის თანაბარი მოძრაობის კონტროლისათვის მის გზაზე ერთმანეთისაგან 10—15 მ დაშორებით გაჭიმავენ დანაყოფებიან გვარლს, რომლითაც შეიძლება ჩავატაროთ ათვლილი დროის კონტროლი.

ნავის თითოეული სვლა წარმოებს შემდეგნაირად: ნავმა უნდა განავითაროს აუცილებელი სიჩქარე *ab* მონაკვეთში შესვლამდე და ამ სიჩქარით უნდა გაიაროს *L* გზა. ტრიალიანი ნავის მოძრაობის სიჩქარის აღრიცხვისათვის АБ კვეთზე ჩართავენ წამმზომს და გამორთავენ უკანასკნელ ВГ კვეთთან მისვლისთანავე. *t* დროის ათვლა წამმზომით საშუალებას მოგვცემს მოვნახოთ სიჩქარე $v = \frac{L}{t}$ მ/წამში. ტრიალას სიგნალების ათვლა უმჯობესია ვაწარმოოთ მეორე წამმზომით, რომელსაც ჩართავენ პირველ ზარის მომენტში, როდესაც ნავი გავა АБ კვეთიდან, შემდეგში ჩაწერენ ანათვლებს ტრიალას ყოველი ზარისათვის, ხოლო უკანასკნელი ანათვალი ჩაიწერება, როდესაც ნავი ВГ კვეთთან მივა. ექნებათ რა ტრიალას ფრთების ბრუნთა საერთო რიცხვი *N*, *t* — დროის განმავლობაში მეორე წამმზომზე, ადვილად იპოვნიან ტრიალას ფრთების ბრუნთა რიცხვს ერთი წამისათვის ე. ი. $n = \frac{N}{t}$ ბრ/წამში.

საველე პირობებში ნავის სვლას იმეორებენ არანაკლებ 20—30-ჯა-

საველე ტარირების შედეგები შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი ფორმის მიხედვით:

სატარირო ჟურნალი

_____ ორგანიზაციის დასახელება

ტარირების თარიღი _____

ტარირების ადგილი _____

ტრიალას სისტემა _____ № _____ ფრთების № _____

ბრუნვის კონტაქტი _____

სასვლელი გზის სამუშაო სიგრძე _____ მ.

ტარირების ხერხი _____

№ სვლის	ტრიალას მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრა		ანათვალი მეორე წამმზომზე					ფრთების ბრუნთა საერთო რიცხვი	ფრთების ბრუნთა რიცხვი წამში
	ანათვალი № 1 წამმზომზე l წამ.	მოძრაობის სიჩქარე $v=\frac{L}{l}$ მ/წ.	1	2	3	4	და ა. შ.	N	$n=\frac{N}{l_2}$

ტრიალების ეტალონირება. ტრიალას შემოწმებისას შეიძლება მისი ჩვენება შევადაროთ ცნობილი გასწორებული ტრიალა-ეტალონის ჩვენებებს. ეტალონირება შეიძლება ჩატარდეს როგორც მდგარ წყალსატევში, ისე მიმდინარე წყალში.

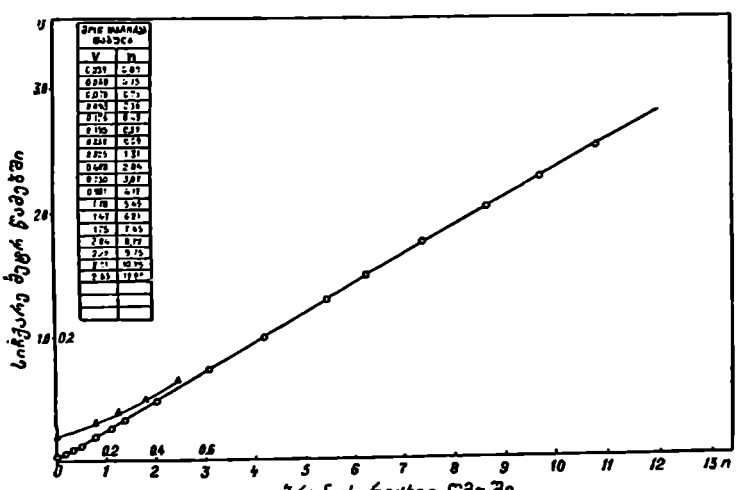
პირველ შემთხვევაში ეტალონირების ჩასატარებლად მოხერხებულია მოტორიანი ნავი, რომლის სპეციალურ შვერილზე დამაგრებულ შტანგაზე აწყობენ ორ ტრიალას ერთნაირ სიღრმეში ჩაძირვით (0.50—0,60 მ-ზე). ნავი ასრულებს სიგრძის მიხედვით ნებისმიერ, მაგრამ სწორხაზოვან სვლებს, რომლის განმავლობაში წამმზომით აღნიშნავენ ტრიალას სიგნალებს.

ეტალონირება შეიძლება აგრეთვე მიმდინარე წყალშიც რამოდენიმე ვერტიკალზე. ცალკეულ წერტილებში თანმიმდევრულად ზომავენ სიჩქარეებს გამოსაცდელი ტრიალათი და ტრიალა-ეტალონით და შეაუღლებენ მათ მონაცემებს ერთმანეთთან. თუ გამოსაცდელი ტრიალას მიერ გაზომილი სიჩქარეები განსხვავდება ტრიალა-ეტალონის მიერ გაზომილი სიჩქარეებისაგან, მაშინ შეიძლება ავაგოთ კავშირი ტრიალების ჩვენებების მიხედვით და გამოვიანგარიშოთ გადამყვანი შემასწორებელი კოეფიციენტი გამოსაცდელი ტრიალასათვის. თუ გამოსაცდელ ტრიალას არ აქვს განტოლება,

შეიძლება მისი ფრთების ბრუნთა n მ/წ ჩვენების მიხედვით და ტრიალა-ეტალონით განსაზღვრულ v სიჩქარის მიხედვით ავაგოთ ტარირების მრუდი, რომელიც გამოიყენება შესამოწმებელი ტრიალას შემდგომი სიჩქარეების გაზომვებისათვის.

ტარირების მონაცემების დამუშავება გრაფიკული და ანალიზური ხერხებით. ტარირების მონაცემები წარმოადგენს სიჩქარეებისა და ერთი წამის განმავლობაში შესატყვისი ფრთების ბრუნთა რიცხვის წყვილ მნიშვნელობათა ჯამს. ასეთი ცხრილის ნიმუში მოცემულია 76-ე ნახაზზე.

ამჟამად უმთავრესად იყენებენ გრაფიკულ ხერხს მისი დამუშავების სიმარტივისა და თვალსაჩინოების გამო. ტარირების ცხრილის მონაცემების მიხედვით აგებენ დამოკიდებულების მრუდს $\bar{u}=f(n)$. აბსცისთა ღერძზე ალაგებენ ტრიალას ბრუნთა რიცხვს წამებში n—1 წმ, ხოლო ორდინატთა ღერძზე შესატყვის სიჩქარეებს v მ/წ. კოორდინატთა ველზე დატანილ წერტილებზე ატარებენ მრუდს.



ნახ. 76. ტრიალას ტარირების მრუდი.

ტარირების მრუდის ქვედა მოხრილი ნაწილი შეესატყვისება უმცირეს სიჩქარეებს, ამიტომ ამ ნაწილისათვის იმავე ტარირების მრუდზე დამატებით აგებენ მრუდს უფრო მსხვილი მასშტაბით (ნახ. 76).

კარგად გასწორებული ტრიალათი ტარირების დროს კოორდინატთა სისტემაზე წერტილები ლაგდება წესიერად და მასზე მრუდის

გატარება გაადვილებულია. წერტილების გაფანტვას ადგილი ექნება ტრიალას უწესივრობის ან არასწორად ტარირების დროს.

დამუშავების ანალიზური ხერხი გამოიხატება ტარირების მრუდის განტოლების შერჩევაში. როგორც აღნიშნული იყო, ტარირების მრუდი იყოფა მრუდხაზოვან და სწორხაზოვან უბნებად. მრუდხაზოვანი უბანი ანალიზურად აღინიშნება განტოლებით (35):

$$\bar{u} = a n + \sqrt{b n^2 + \bar{u}_0^2}; \tag{35}$$

სადაც $a = K(0{,}99 - \beta)$; $b = (K\beta)^2$; $\bar{u}_0$—არის ტრიალას საწყისი სიჩქარე, განისაზღვრება ტარირების მონაცემებით (ტარირების ცხრილიდან).

სწორხაზოვანი უბანი გამოისახება სწორი ხაზის განტოლებით, რომელიც გადის კოორდინატთა სათავეში:

$$\bar{u} = Kn,$$

სადაც K არის ფრთების ჰიდრავლიკური ბიჯი, n — ფრთების ბრუნთა რიცხვი წამებში.

განტოლების შერჩევას იწყებენ კოეფიციენტი β-ს გამოანგარიშებით, რომელიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\beta = 6{,}9\,\bar{u}_0 - 0{,}06 + \sqrt{(2{,}3\bar{u}_0 - 0{,}055)^2 + 0{,}00058} \tag{36}$$

კოეფიციენტი β-ს. მონახვის შემდეგ შეიძლება განვსაზღვროთ კრიტიკული სიჩქარის სიდიდე, რომელიც შეესატყვისება ტარირების მრუდზე მრუდხაზოვანი უბნის სწორხაზოვანში გადასვლის მომენტს, ამისათვის სარგებლობენ გ. ვ. ჟელეზნიაკოვის ემპირიული ფორმულით:

$$\bar{u}_k = 7{,}1\,\frac{\bar{u}_0}{\sqrt{\beta}} \tag{37}$$

$\bar{u}_k$-ის გაგების შემდეგ შეიძლება ტარირების ცხრილის მიხედვით შევარჩიოთ სიჩქარეების მნიშვნელობები და ფრთების ბრუნთა რიცხვი წამებში, რომელიც მიეკუთვნება ტარირების მრუდის სწორხაზოვან უბანს. ამ მნიშვნელობების მიხედვით განსაზღვრავენ ფრთების ბრუნთა ჰიდრავლიკურ ბიჯს K-ს, რისთვისაც სარგებლობენ შემდეგი დამოკიდებულებით

$$K = \frac{\Sigma \bar{u}}{\Sigma n}, \tag{38}$$

სადაც $\Sigma \bar{u}$ არის სიჩქარეთა მნიშვნელობების ჯამი და $\bar{u}_k$-ს იღებენ ტარირების ცხრილიდან არსებული მონაცემების შეჯამების გზით;

Σn არის ფრთების ბრუნთა მნიშვნელობების ჯამი, $\bar{u} > \bar{u}_k$ დროს იღებენ აგრეთვე ცხრილის მიხედვით.

ჰიდრავლიკური ბიჯის გაგების შემდეგ, განვსაზღვრავთ ტარირების მრუდის სწორხაზოვან უბანს, K-ს მნიშვნელობის $\bar{u} = Kn$ განტოლებაში ჩასმით.

ტარირების მრუდზე მრუდხაზოვანი უბნის მონახვისათვის მასში შემავალი a და b პარამეტრების მნიშვნელობის განსაზღვრა ზემოთ მოყვანილი ფორმულების მიხედვით არ არის ძნელი, რადგანაც მათში შემავალი β და K სიდიდეები უკვე ცნობილია.

დინების სიჩქარეების გაზომვის დროს ტრიალას ტარირების მონაცემების გამოყენება შეიძლება ტარირების მრუდის უშუალო გამოყენების გზით, ან ცხრილის მიხედვით განსაზღვრავენ სიჩქარეთა მნიშვნელობებს წამში, ტრიალის ფრთების ბრუნთა რიცხვის მიხედვით.

ტრიალების მრუდის უშუალოდ გამოყენების დროს იქცევიან ასე: აბსცისთა ღერძზე მონახავენ ფრთების ბრუნთა რიცხვს წამებში, ამ წერტილიდან აღმართავენ პერპენდიკულარულს ტარირების მრუდის გადაკვეთამდე და ამ უკანასკნელის გადაკვეთაზე აითვლიან ორდინატთა ღერძის სკალაზე საძიებელი სიჩქარის რაოდენობას.

პრაქტიკული მიზნებისათვის მიზანშეწონილია შევადგინოთ ცხრილი სიჩქარეების განსაზღვრისათვის წამში ფრთების ბრუნთა რიცხვის მიხედვით (ცხ. 14).

ცხრილი 14

ტარირების ცხრილი Ж—3 ტრიალახი № 4882 (შედგენილია 1948 წ. 17/IX ტარირების მონაცემების მიხედვით).

ფრთების ბრუნთა რიცხვი წამში	სიჩქარეები მ/წ-ში									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,060	0,061	0,062	0,063	0,064	0,065	0,067	0,069	0,071	0,073
0,10	0,075	0,077	0,079	0,081	0,083	0,085	0,087	0,089	0,091	0,093
0,20	0,095	0,098	0,101	0,103	0,106	0,109	0,112	0,115	0,118	0,121
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1,40	0,501	0,504	0,507	0,510	0,513	0,516	0,520	0,523	0,526	0,530
1,50 და ა. შ.	0,535	0,538	0,541	0,545	და	ა. შ.	...	...	...	...

მაგალითად 14 ცხრილში გვაქვს:

როცა $n = 0{,}20$; $n = 1{,}45$; $n = 1{,}53$

$v = 0{,}095$; $v = 0{,}516$; $v = 0{,}545$

და ა. შ.

ასეთი ცხრილი დგება ტარირების მრუდის საფუძველზე, ძირითად მნიშვნელობებს იღებენ უშუალოდ მრუდიდან, ხოლო მათ შორის მნიშვნელობებს განსაზღვრავენ სწორხაზოვანი ინტერპოლაციის გზით.

§ 16. ტრიალას მოვლა და შენახვა

ჰიდრომეტრიული ტრიალა ზუსტი საზომი ხელსაწყოა და სათანადო ყურადღებით მოვლას მოითხოვს.

სიჩქარეების გაზომვის შემდეგ ტრიალა და მისი კუთვნილი ნაწილები უნდა გაიწმინდოს მშრალი ჩვრით და ჩაიწყოს ყუთში. ყუთში ჩაწყობა უნდა მოხდეს ისე, რომ ყველა დეტალი და კუთვნილი ნაწილები ზუსტად ჩავიდეს თავის ადგილზე და ყუთის სახურავი დაიხუროს თავისუფლად, ყოველგვარი დამატებითი დაწოლის გარეშე.

შენობაში ტრიალა უნდა გაშრეს, კორპუსი და კუდი უნდა დაიზეთოს ზეთის თხელი ფენით. ტრიალას სასვლელი ნაწილი, გარდა ბურთულა-საკისრებისა, უნდა დაიშალოს და ყველა ნაწილი გაირეცხოს ნავთით. კონტაქტური მოწყობილობა გაირეცხება ძალიან ფრთხილად; თუ შესაძლებელია, ხელი არ უნდა ვახლოთ კონტაქტურ ზამბარას, რომელმაც შეიძლება გადაიწიოს და ამით დაირღვეს კონტაქტური მოქმედება. დაშლის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს ბურთულების მდგომარეობას და საკისრის გარსაკრავს, თუ მათზე აღმოჩნდება ნაკაწრები, ნაპრალები ან ჟანგი, ტრიალა მაშინვე იგზავნება შესაკეთებლად და ტარირებისათვის. გაწმენდის დამთავრების შემდეგ ტრიალას სასვლელ ნაწილს ააწყობენ, ხრახნულა ფრთების ღრუში ჩაასხამენ ტრანსფორმატორის ზეთს. თუ აღმოჩენილ იქნა არსებითი უწესრიგობა, მაგალითად: ხრახნულა ფრთების გაღუნვა, კონტაქტური მექანიზმის უწესრიგობა და სხვა არსებითი დეფექტები, ტრიალა აუცილებლად უნდა გაიგზავნოს შეკეთებისა და ტარირებისათვის.

ზამთარში მუშაობისას ტრიალა წყლიდან ამოღების დროს შეიძლება შემოიყინოს და შეწყვიტოს მუშაობა. ამ შემთხვევაში არ შეიძლება ტრიალადან ავახლიჩოთ ყინულები; ტრიალა უნდა ჩავუშვათ ცხელ წყალში, ან მდინარეში და ვუცადოთ სანამ ყინული არ გადნება.

ყურადღებით მოვლას მოითხოვს ტრიალას ყველა კუთვნილება და მოწყობილობა: შტანგები, გვარლი, ჯალამბარის ნაწილები, ტვირთები და სხვა. ნაწილები უნდა გაიწმინდოს ტალახისა და ჟან-

გისაგან და დაიზეთოს. ტრიალა და მისი კუთვნილი ნაწილები უნდა შევინახოთ მშრალ, განიავებულ შენობაში.

ВЖМ—3-სა და Ж—3-ის ტიპის ტრიალებით წყლის ხარჯის გაზომვის წინ 0,5 მ/წ-ზე ნაკლები სიჩქარის დროს, დამატებით გამოიცდება ტრიალას სასველე ნაწილი მუდმივ ხახუნზე. ხახუნის შეცვლა შეიძლება გამოწვეული იქნეს ღერძისა და საკისრების დაზიანებით, ქანგის გაჩენით, არაწესიერი აწყობით და სხვა, რის შედეგადაც ხახუნის სიდიდე შეიძლება გაიზარდოს და ტრიალამ მოგვცეს სიჩქარეების არასწორი ჩვენება, განსაკუთრებით მცირე სიჩქარეების გაზომვების დროს. აღნიშნული გამოცდა წარმოებს შემდეგნაირად. ტრიალას ამაგრებენ შტანგაზე იატაკიდან 1,2—1,3 მ-ის სიმაღლეზე. მომჭერ ქანჩზე ერთ რიგად ახვევენ ერთი მეტრის სიგრძის № 10 კოპრის ძაფს, რომლის ბოლოზე მიამაგრებენ 100-გრამიან ტვირთს, როდესაც მთელი ძაფი დაეხვევა ქანჩზე ტვირთამდე, ტვირთს გაუშვებენ და იმ მომენტში, როდესაც ძაფი მთლიანად დაიშლება და ტვირთი იატაკზე დაეცემა, ჩართავენ წამმზომს. ხრახნულა ღერძი იბრუნებს თავისუფლად. ფრთების გაჩერების მომენტში წამმზომს გამორთავენ და ჩაწერენ ხრახნულა ფრთების ბრუნვის ხანგრძლივობას წამებში. ცდას ჩაატარებენ ორჯერ. ხრახნულა ფრთების ბრუნვის ხანგრძლივობას შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 20%. დიდი სხვაობის დროს ტრიალა უნდა დაიშალოს, გულდასმით გაიწმინდოს, გაიწმინდოს და ხელახლა აიწყოს.

ფრთების თავისუფალი ბრუნვისას მიღებული ხანგრძლივობიდან უმცირესს ადარებენ დროსთან, რომელსაც იღებენ ტარირების ცხრილიდან, მაგალითად:

$$\frac{t_0}{t} = \frac{25}{18} 1,4,$$

სადაც t_0 არის ხრახნულა ფრთების თავისუფალი ბრუნვის ხანგრძლივობა, რომელიც განისაზღვრება ტარირების დამთავრებისთანავე და მითითებულია ტარირების ცხრილში, t ხრახნულა ფრთების თავისუფალი ბრუნვის ხანგრძლივობა წამებში მიღებულია ცდის ჩატარების დროს.

როცა ხრახნულა ფრთების თავისუფალი ბრუნვა შემცირდება t_0-თან შედარებით არაუმეტეს 1,5-ჯერ, დასაშვებია, სიჩქარეები გავზომოთ 0,08 მ/წამიდან დაწყებული. თუ შემცირება მიაღწევს 1,5—2,5-მდე, მაშინ დასაშვებია გაიზომოს სიჩქარეები 0,25 მ/წ-დან და მეტი. თავისუფალი ბრუნვის ხანგრძლივობის t_0-თან შედარებით 2,5-ჯერ შემცირების დროს ტრიალა 0,5 მ/წ ნაკლები სიჩქარეების გასაზომად არ დაიშვება.

ჰიდრომეტრიული მუშაობის პრაქტიკაში ნაკადის დინების სიჩქარეების გასაზომად იყენებენ სხვადასხვა სახის ტივტივებს: ზედაპირულს, სიღრმის, ორმაგს და ტივტივა-ინტეგრატორებს. ამჟამად დინების სიჩქარეების გასაზომად ტივტივების გამოყენება ძალზე შეზღუდულია, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში მათი გამოყენება აუცილებელია, განსაკუთრებით მცირე სიჩქარეების დროს, რომელთა გაზომვა თანამედროვე ტრიალებით არ ხერხდება.

ტივტივათი გაზომვები ფართოდ არის გამოყენებული სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დროს, უმთავრესად ლაბორატორიულ პირობებში, უკანასკნელ წლებში ტივტივები გამოყენებულია აეროფოტოგადაღებით ნაკადის სიჩქარეების გასაზომად, დინების მიმართულების დასადგენად და წყლის ხარჯების გაზომვისათვის.

ტივტივებით ნაკადის დინების სიჩქარეების გაზომვის დროს უშვებენ, რომ ნაკადის სიჩქარე ტოლია ტივტივას მიერ გავლილი გზის სიგრძის — L-ის და ამ გზის გავლაზე დახარჯული დროის t-ს შეფარდებისა. ე. ი.

$$V=\frac{L}{t}.$$

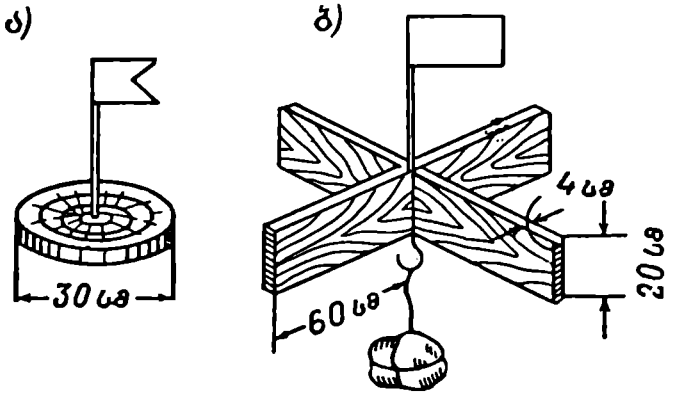
ასეთი დაშვება მნიშვნელოვნად აადვილებს სიჩქარეების განსაზღვრის პროცესს, თუმცა ექსპერიმენტული და თეორიული ხერხებით დადგენილია, რომ ნაკადის მიმართულების მიხედვით მცურავი სხეული მოძრაობს უფრო ჩქარა, ვიდრე მის გარშემო მყოფი წყლის ნაწილაკები.

ზედაპირული ტივტივები. ნაკადის დინების ზედაპირული სიჩქარეების და მიმართულების გასაზომად იყენებენ სხვადასხვა ფორმის ზედაპირულ ტივტივებს, რომელთა ფორმა და სიდიდე დამოკიდებულია მდინარის სიღრმეზე, სიგანეზე და ნაკადის სიჩქარეზე.

ჩვეულებრივად ზედაპირულ ტივტივებს ამზადებენ ხისაგან. 100 მ-მდე სიგანის მდინარეებისათვის შეიძლება გამზადდეს რგოლების სახით ტივტივები, მშრალი ხის მორის დახერხვით (ნახ. 77 ა); მათი სისქე უდრის 3—5 სმ-ს, დიამეტრი 15—30 სმ; 100—300 მ სიგანის მდინარეებისათვის ფიცრისაგან ამზადებენ ჯვარედინი სახის ტივტივებს (ნახ. 77 ბ).

ზედაპირული ტივტივების უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ქარიან ამინდში მათი გამოყენების სიძნელე. ტივტივებით სიჩქარეების გაზომვის დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს შემდეგი მომენტები:

1. მდინარეში წყლის დონეების აწევის დროს ხდება ტივტივების მოძრაობის ტრაექტორიის გადახრა მდინარის შუა ნაწილიდან ნაპირებისაკენ, დონეების დაკლების დროს კი—პირიქით. ამ შემთხვევაში შეიძლება დაშვებული იქნეს შეცდომა ტივტივების მიერ განვლილი მანძილის სიგრძის განსაზღვრაში, რადგან განსაზღვრულ კვეთებს შორის მანძილი იქნება უფრო მცირე, ვიდრე ტივტივას მიერ განვლილი გზის მანძილი.



ნახ. 77. ზედაპირული ტივტივები.

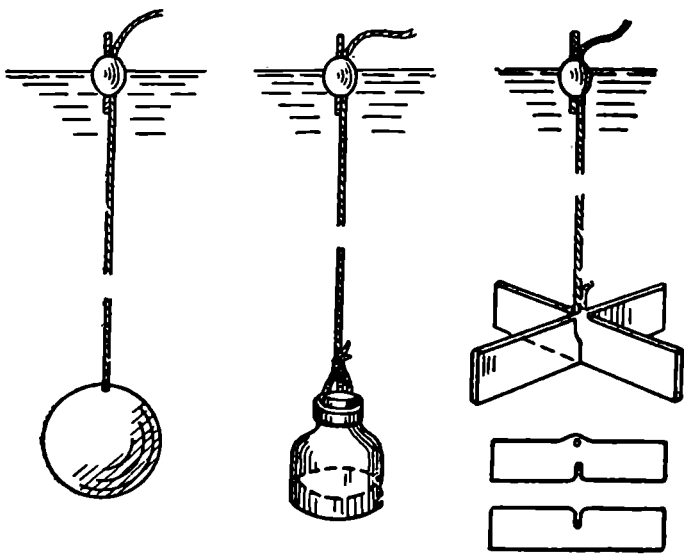
2. ტივტივებით სიჩქარეების გაზომვის დროს მიღებული დინების სიჩქარე არის საშუალო სიჩქარე განსაზღვრულ უბანზე. ეს სიჩქარე მიეკუთვნება შუა კვეთს, კერძოდ, იმ წერტილს, რომელიც გადაკვეთა ტივტივამ ტრაექტორიით; ამ წერტილში ფაქტიურად ადგილობრივი სიჩქარე განსხვავებული იქნება ტივტივებით გაზომილი სიჩქარისაგან. მათ შორის სხვაობის დადგენა ძალზე რთულია.

სილრმის ტივტივები. ამ ტივტივებს იყენებენ სიჩქარეების გასაზომად და დინების მიმართულების დასადგენად ნაკადის რომელიმე სილრმეზე. სილრმის ტივტივები შედგება ორი ერთიმეორეზე თოკით გადაბმული ტივტივასაგან, რომელთაგან ზედა იმყოფება წყლის ზედაპირზე, ხოლო მეორე ქვედა ტივტივა ნაკადის რომელიმე წინასწარ შერჩეულ სიღრმეში.

ზედა ტივტივა კეთდება მცირე სიდიდის ქვედა ტივტივასთან შედარებით, პრაქტიკულად ის წარმოადგენს ტივტივა-მაჩვენებელს, ამიტომ მთელი სისტემის მოძრაობის სიჩქარე დაახლოებით უდრის

იმ სიღრმის ნაკადის დინების სიჩქარეს, რომელზედაც დაძირული იყო ქვედა ტივტივა (ნახ. 78).

სიღრმის ტივტივები გამოიყენება 0,15 მ/წ-ზე ნაკლები სიჩქარეების გაზომვისათვის, რომელნიც ზუსტად არ იზომება ტრიალების საშუალებით. მსგავს ტივტივებს იყენებენ ხარჯების გაზომვის



ნახ. 78. სიღრმის ტივტივების ტიპები.

დროს და აგრეთვე ცოცხალი კვეთის მკვდარი სივრცის საზღვრების დასადგენად. ზედა ტივტივა კეთდება კორპისაგან, ქვედა კი ოლიფაში გამოხარშული ხის ბურთულასაგან (დიამეტრი 4—5 სმ). იგი შეიძლება აგრეთვე დამზადდეს შუშის ბუშტისა, ან ცელულოიდის ორი გადაჯვარედინებული ფირფიტისაგან.

ორმაგი ტივტივები. ასეთი ტივტივები გამოიყენება ნაკადის დინების სიღრმეში სიჩქარეების და მიმართულების გასაზომად.

ორმაგი სიღრმის ტივტივებს უწოდებენ ისეთებს, რომელთა ზედა და ქვედა ნაწილს დაახლოებით ერთნაირი სიდიდე, ფორმა და მოცულობა აქვთ.

ქვედა ტივტივას დაძირვის სიღრმეზე ნამდვილი სიჩქარის $v_{\text{სიღ.}}$ გაზომვისათვის, ერთდროულად უნდა ჩატარდეს ორმაგი ტივტივას მოძრაობის მიმართულების და სიჩქარის ($v_{\text{ორმ.}}$-ის) გაზომვა და მის

პარალელურად ერთი ტივტივას საშუალებით წყლის ზედაპირული სიჩქარისა $v_{ზ.}$-ს და მიმართულების გაზომვა.

თუ წყლის ზედაპირული მიმართულება და ძაძირული ქვედა ტივტივას მიმართულება ერთიმეორეს დაემთხვა, მაშინ ორმაგი ტივტივას სიჩქარე ტოლი იქნება ზედაპირული სიჩქარის და ქვედა ძაძირული ტივტივას სიჩქარის ჯამის ნახევრის, რომელიც განისაზღვრება უშუალო გაზომვით

$$v_{ორმ.} = \frac{v_{ზ.} + v_{სიღ.}}{2}, \qquad (39)$$

საიდანაც ქვედა ტივტივას სიღრმეზე სიჩქარე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

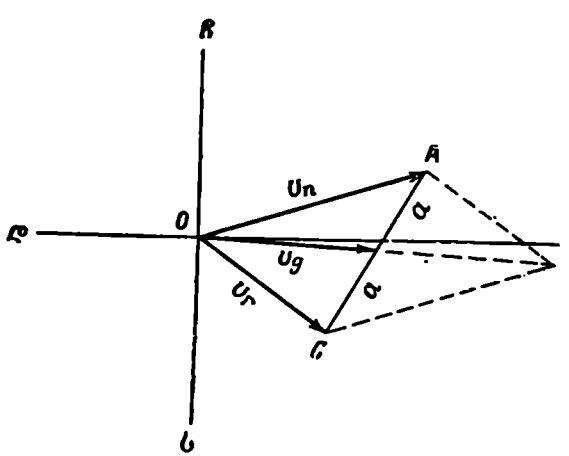
$$v_{სიღ.} = 2\,v_{ორმ.} - v_{ზ.} \qquad (40)$$

თუ ზედაპირული და სიღრმის ტივტივების დინების მიმართულება ერთიმეორეს არ ემთხვევა, მაშინ ორმაგი ტივტივას სიჩქარედ ღებულობენ ზედაპირულ და ქვედა ტივტივას დინების სიჩქარეების გეომეტრიული ჯამის ნახევარს.

$$\bar{v}_{ორმ.} = \frac{\bar{v}_{ზ.} + \bar{v}_{სიღ.}}{2}, \qquad (41)$$

აქედან

$$\bar{v}_{სიღ.} = 2\bar{v}_{ორმ.} - \bar{v}_{ზ.}. \qquad (42)$$



ნახ. 79. სიღრმითი ტივტივებით სიჩქარისა და დინების მიმართულების განსაზღვრა გრაფიკულად.

სიღრმის სიჩქარის სიდიდე და მიმართულება შეიძლება მოინახოს გრაფიკული ხერხით (ნახ. 79), რისთვისაც განსაზღვრული მას-

შტაბით ქაღალდზე გაატარებენ ზედაპირული სიჩქარის ვექტორს, მისი მიმართულება ზუსტად გაიყვანება ტრანსპორტირის საშუალებით. ამავე წერტილიდან გაიყვანენ ვექტორს, ორმაგი ტივტივას სიჩქარის მიმართულების და სიდიდის შესატყვისად (ნახ. 79). ვექტორების ბოლოებს აერთებენ სწორი ხაზით, რომლის გაგრძელებაზე გადაზომავენ ვექტორების ბოლოებს შორის მანძილის ტოლ მონაკვეთს. მიღებულ წერტილს აერთებენ *O* წერტილთან და ღებულობენ *OC*—ხაზს, რომელიც მიღებული მასშტაბით გამოსახავს სიჩქარის სიდიდეს და მიმართულებას ქვედა ტივტივას სიღრმეზე.

ქარის 6 მ/წ სიჩქარის დროს ორმაგი ტივტივები არ გამოიყენება.

ნახ. 80. ორმაგი ტივტივა.

ორმაგ ტივტივებს ძირითადად იყენებენ ზღვებში, ტბებში და წყალსაცავებში სიჩქარეების გასაზომად და დინებების მიმართულების შესასწავლად. ორმაგი გადაბმული სილრმის ტივტივები წარმოადგენს ცილინდრის მსგავს ორ ვედროს 26 სმ დიამეტრით და 23 სმ სიმაღლით (ნახ. 80). ზედა ვედროს აქვს ყელიანი ბიდონის სახე, რომელიც იხურება საცობით. უკეთესად რომ დავინახოთ, მის კონუსურ ნაწილს ღებავენ მკვეთრი ფერით და თავზე უკეთებენ პატარა ალამს.

ქვედა ვედრო წარმოადგენს თავლია ჭურჭელს სახელურით, რომლითაც გვარლის ან თოკის დახმარებით ჩამოკიდებულია ზედა ჭურჭლის ქვედა ყურზე.

ზედა ჭურჭელი ყურით მიმაგრებულია დანაყოფებიან 200 მეტრი სიგრძის დაუძირავ მანილის გვარლზე.

ზედაპირული სიჩქარეების და მიმართულების გაზომვის დროს ორივე ჭურჭელს ერთმანეთთან აახლოებენ.

მთელი სისტემის საიმედო ცურვისთვის ტივტივას ქვედა ჭურჭელში ყრიან ბალასტს (ხრეშს, ქვიშას) იმ ანგარიშით, რომ ზედა ჭურჭელი წყალში ჩაიძიროს მხოლოდ კონუსის ფუძემდე.

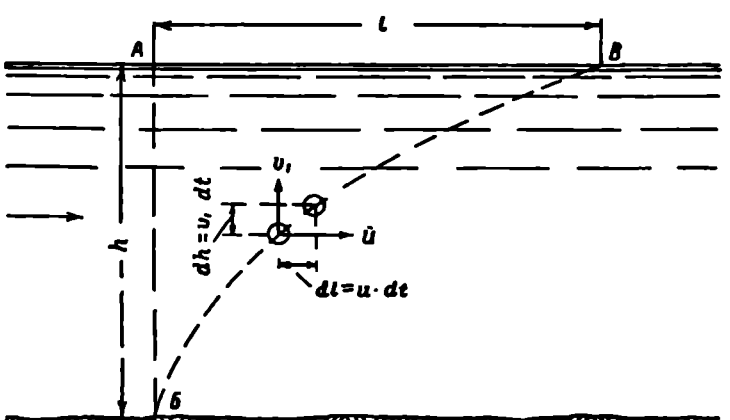
ტივტივებით დინების სიჩქარეების გაზომვები ამჟამად ფართოდაა გამოყენებული ლაბორატორიული გამოკვლევის დროს, ნაკადებში სიჩქარეთა ველისა და სხვადასხვა ჰიდრავლიკური მოვლენების შესასწავლად. ასეთი გამოკვლევები ძირითადად ტარდება მინისგვერდებიან ჰიდრავლიკურ ღარებში, რაც საშუალებას იძლევა

დაკვირვება ვაწარმოოთ წყლის ზედაპირზე, ან მის შიგნით გაშვებულ ტივტივებზე.

ტივტივებად იყენებენ ემულსიის ბურთულებს, რომელთა კუთრი წონა წყლის კუთრი წონის ტოლია. ყველაზე უფრო ხშირად იყენებენ ემულსიას, რომელიც შედგება ქლორბენზოლისა, ვაზელინის ზეთისა და თეთრასაგან, მათი პროპორცია შეირჩევა წყლის ტემპერატურასთან დაკავშირებით. ემულსიის ბურთულების ნაკადში გაშვება წარმოებს სპეციალური მილის საშუალებით, რისთვისაც თითოეული ბურთულა გაიშვება ნაკადის იმ წერტილში, სადაც ეს აუცილებელია. გაშვებული ბურთულას მოძრაობა ზუსტად მიიღებს ნაკადის ჭავლის შესატყვის ტრაექტორიას. გარდა ემულსიისა ბურთულებისა, იყენებენ აგრეთვე პლასტიკური ნივთიერების ბურთულებს, რომელთა კუთრი წონაც წყლის კუთრი წონის ტოლი იქნება.

ბურთულების მოძრაობის აღრიცხვა წარმოებს ფოტო- ან კინოგადაღებით. მილებული მონაცემების დამუშავება შესაძლებლობას იძლევა განვსაზღვროთ წყლის მოძრაობის სიჩქარე ნაკადის სხვადასხვა უბანში, და აგრეთვე შევისწავლოთ წყლის ჭავლების მოძრაობის ტრაექტორიები.

ტივტივა-ინტეგრატორი. ტივტივას ათავსებენ ფსკერთან ვერტიკალის ბოლო წერტილში, უშვებენ განსაზღვრულ მომენტში, ტივტივა ამწევი ძალის მოქმედებით იწყებს ამოტივტივებას, ხოლო ნაკადის სიჩქარის ძალით გადაადგილდება წყლის მიმართულებით



ნახ. 81. ტივტივა ინტეგრატორის ამოტივტივება.

(ნახ. 81). დინების სიჩქარის გაზომვის დროს განსაზღვრავენ მანძილს — l მოცემული ვერტიკალიდან ტივტივას ამოტივტივების წერტილამდე და t დროს გაშვების მომენტიდან ამოტივტივებამდე. ვერტიკალზე საშუალო სიჩქარე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$v_{\text{საშ.}} = \frac{l}{t} \tag{43}$$

რადგანაც მოცემული ტივტივას ამოტივტივების სიჩქარის სიდიდე მდგარ წყალში პრაქტიკულად მუდმივია, შეიძლება მისი განსაზღვრა ადრე. აქედან შეგვიძლია ვაწარმოოთ სიჩქარის გაზომვა, ისე რომ არ განვსაზღვროთ ამოტივტივების სიჩქარე. ამიტომ

$$v_{\text{საშ.}} = Cl \tag{44}$$

სადაც $C = \frac{v_1}{h}$, v_1 არის მოცემული ტივტივას ამოტივტივების სიჩქარე მდგარ წყალში, ხოლო h—წყლის სიღრმე მოცემულ ვერტიკალზე.

ტივტივა-ინტეგრატორად იყენებენ ხის, ცელულოიდის ან სხვა მსუბუქ მცურავ ბურთულებს.

დინების სიჩქარეების გაზომვა რადიაქტიური ინდიკატორის გამოყენებით. დინების სიჩქარეების გაზომვის ეს ხერხები დაფუძნებულია იმავე პრინციპზე, როგორც სიჩქარეების გაზომვა ტივტივების საშუალებით. სიჩქარე განისაზღვრება ხსნარ-ინდიკატორის გაშვების ადგილიდან ინდიკატორის მიმღებ-აღმრიცხველ ადგილამდე მანძილის სიდიდისა და დახარჯული დროის ფარდობით. ტივტივას ნაცვლად აქ იღებენ ხსნარ-ინდიკატორის ღრუბელს.

ამ ხერხს უმთავრესად იყენებენ მცირე სიჩქარეების გაზომვის დროს, და აგრეთვე ისეთი ნაკადებისათვის, რომელთაც აქვთ ძალიან მცირე წყლიანობა. ე. ი. იქ, სადაც ტრიალას გამოყენება შეუძლებელია. ამ ხერხით შეიძლება გაიზომოს თოვლის დნობის დროს ფერდობზე ჩამოდენილი მდნარი წყლის სიჩქარეები, ნიადაგისა და გრუნტის წყლების სიჩქარეები, აგრეთვე ღია ან ბუნებრივ დახურულ ნაკადებში და ლაბორატორიულ პირობებში და სხვა.

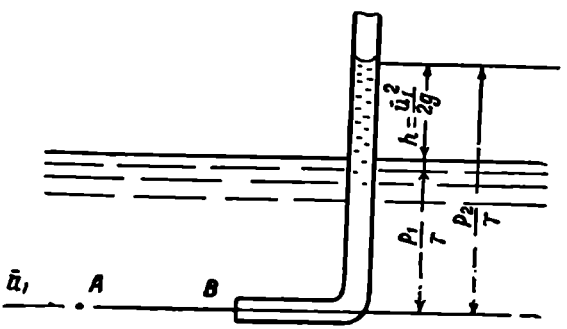
§ 58. ჰიდრომეტრიული მილები

ჰიდრომეტრიული მილებით დინების სიჩქარეთა გაზომვა დამყარებულია სიჩქარულ და წნევის სიმაღლის რეგისტრაციის პრინციპზე. დინების სიჩქარეების და სიჩქარული და წნევის სიმაღლის

ურთიერთდამოკიდებულების განსაზღვრისათვის იყენებენ დ. ბერნულის განტოლებას AB წყლის ჭავლისათვის (ნახ. 82).

$$z_1+\frac{P_1}{\gamma}+\frac{\bar{u}_1^2}{2g}=z_2+\frac{P_2}{\gamma}+\frac{\bar{u}_2^2}{2g}, \tag{45}$$

სადაც $z_1=z_2$ მდებარეობის სიმაღლე ერთნაირია ორივე წერტილში, ამიტომ შემდეგში იგი მხედველობაში მიღებული არ იქნება; P_1 ნაკადის წნევაა A წერტილში, რომელიც განისაზღვრება ამ წერტილში ჩაძირვის სიღრმით. $\bar{u}_1$ ადგილობრივი სიჩქარეა A წერტილში; P_2 წნევაა B წერტილში; განისაზღვრება მილში წყლის სვეტის სიმაღლით; $\bar{u}_2$ — სიჩქარეა B წერტილში, რომლის სიდიდე ნულის ტოლია; γ წყლის კუთრი წონაა.



ნახ. 82. ჰიდრომეტრიული მილის სქემა.

აღნიშნული განტოლებით ღებულობენ სიჩქარულ და წნევის სიმაღლეს ან მილში წყლის აწევის სიმაღლეს.

$$\frac{P_2-P_1}{\gamma}=\frac{\bar{u}_1^2}{2g}=h, \tag{46}$$

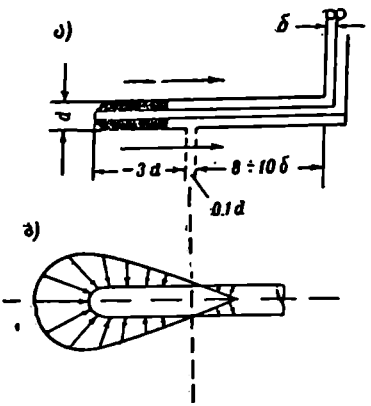
აქედან მიიღება სიჩქარის განსაზღვრის ფორმულა

$$\bar{u}_1=\sqrt{2gh}, \tag{47}$$

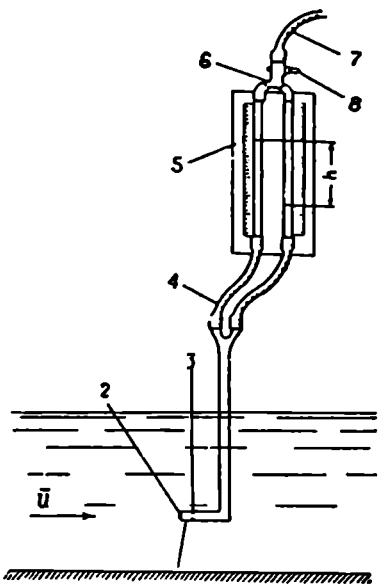
მოყვანილი დასკვნები სამართლიანია იდეალური სითხეებისათვის. რეალური სითხეებისათვის წყლის ტურბულენტური მოძრაობის დროს სიჩქარეთა წნევის სიდიდე რამდენადმე შემცირებულია. გარდა ამისა, მასზე გავლენას ახდენს მილის მიმღები ნაწილის მოხაზულობა. ამ ფაქტორების გათვალისწინებისათვის შეაქვთ შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომლის სიდიდეს ტარირებით ადგენენ. ამჟა-

მად გამოყენებულ მილებს წყლის შესასვლელ ნაწილში აქვთ მდოვრე მოხაზულობა, სადაც კოეფიციენტის სიდიდე ერთს უახლოვდება (ნახ. 83).

მილის (1) მიმღებ ნაწილს აქვს ორი ხვრელი: დინამიკური (2), რომელიც მიმართულია ნაკადის შესახვედრად, და სტატიკური (3),



ნახ. 83. ა—ჰიდრომეტრიული მილის მიმღები ნაწილის სქემა და ბ — ჰიდროდინამიკური წნევის ეპიური.



ნხ. 84. ჰიდრომეტრიული მილით დინების სიჩქარეების გაზომვის სქემა.

მიმართული ნაკადის პერპენდიკულარულად. სტატიკური ხვრელი მდებარეობს იმ ადგილში, სადაც ნაკადის წნევა მილის ზედაპირზე უდრის ნულს. დინამიკური ხვრელის დიამეტრი კეთდება 0,5—2,0 მმ-ის საზღვრებში სიჩქარეთა პულსაციის შემცირების მიზნით.

ვერტიკალური ნაწილი (4) შედგება ორი რეზინის მილისაგან, ერთი მათგანი უერთდება დინამიკურ ხვრელს, მეორე — სტატიკურს. დინამიკურ მილში წყლის დონე აიწევს სიჩქარული და წნევის სიმაღლეზე, ხოლო სტატიკურ მილში წყლის დონე დადგება ნაკადის დონის სიმაღლეზე. დონეების ათვლის გაადვილებისათვის ორივე მილში წყალს ხელოვნურად აწევენ მაღლა. ამისათვის დინამიკური და სტატიკური მილების წყლის შესასვლელ ხვრელებს

აერთებენ შლანგით მანომეტრის მინის მილთან (5), რომელსაც ზედა ნაწილში აქვს სამკაპი (6). სამკაპზე აერთებენ რეზინის შლანგს (7) და აქედან ხელის საჰაერო დგუშით მანომეტრიდან ამოქაჩავენ ჰაერს. რითაც დინამიკურ და სტატიკურ მილებში იქმნება ჰაერის ერთნაირი გაიშვიათება. ამის წყალობით ორივე მილში წყლის დონეები აიწევს; როდესაც ისინი მიაღწევენ ისეთ სიმაღლეს, როცა მათი ათვლა მოხერხებული იქნება მანომეტრის სკალაზე, ჰაერის ამოქაჩვას შეწყვეტენ და სამკაპს დახურავენ ონკანით (8), ამ დროს დონეების საწყისი სხვაობა რჩება უცვლელად. მანომეტრს აქვს სკალა და საჩვენებელი ვერნიერი. დონეების ათვლა წარმოებს მენისკის ქვედა ნაწილში.

ჩვეულებრივი ჰიდრომეტრიული მილი არ იძლევა საშუალებას გავზომოთ 0,2 მ/წ-ზე ნაკლები სიჩქარე, რადგან დინამიკურ და სტატიკურ მილებში წყლის დონეების სიმაღლითი სხვაობა იქნება ძალიან მცირე.

ჰიდრომეტრიულ მილებს ფართოდ იყენებენ ლაბორატორიულ პირობებში სიჩქარეების გასაზომად. ამ მიზნისათვის არსებობს ძალიან ბევრი კონსტრუქციის ჰიდრომეტრიული მილები, ყოველმხრივ გაუმჯობესებული როგორც წყალში ჩასაშვებად, ისე დონეების ათვლისათვის.

საველე ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესრულების დროს ჰიდრომეტრიულ მილებს ამჟამად არ იყენებენ, მისი სირთულისა და წყალში ჩაშვების მოუხერხებლობის გამო. მისი გამოყენება შეუძლებელია იმ ნაკადებში, რომელთაც დიდი რაოდენობით ჩამოაქვს მყარი მასალა, და აგრეთვე იმ ნაკადებში, რომლებიც ზამთარში იყინებიან.

§ 50. დინების სიჩქარის განსაზღვრა სხეულზე ნაკადის ძალის მოქმედებით

ამ ხერხით დინების სიჩქარეების გასაზომ ხელსაწყოებს შორის უველაზე უფრო მარტივია ჰ ი დ რ ო მ ე ტ რ ი უ ლ ი ფ ლ უ გ ე რ ი. ფლუგერის სამუშაო ნაწილს წარმოადგენს ბრტყელი ფირფიტა, რომელიც ნაკადის წნევას ღებულობს. დინების სიჩქარე განისაზღვრება ფირფიტის გადახრის კუთხით. რამდენადაც დიდი იქნება გადახრის კუთხე, იმდენად დიდი იქნება დინების სიჩქარე. ნაკადის სიჩქარისა და ფირფიტის გადახრის კუთხეს შორის დამოკიდებულება მიიღება ტარირების გზით. ფლუგერის ფირფიტა ღებულობს ნაკადის დინების სიჩქარის პულსაციას, ამიტომ ცალკეული გაზომვები მყისი სიჩქარეების სიდიდეებს იძლევიან. ადგილობრივი სიჩ-

ქარის ზუსტად მიღებისათვის აუცილებელია თითოეულ წერტილში აწარმოონ რამდენიმე თანმიმდევრული გაზომვა, მაგალითად 40—50-ჯერ და აქედან იღებენ საშუალო არითმეტიკულ მნიშვნელობას. როგორც ჩატარებულმა გამოკვლევებმა უჩვენა, მაგავსი გაზომვები არ იძლევიან ადგილობრივი სიჩქარეების ზუსტ მაჩვენებლებს. ამჟამად ჰიდრომეტრიულ ფლუგერებს იყენებენ იშვიათად და ისიც: უმთავრესად ლაბორატორიულ პირობებში.

ბოლო ხანებში დინების სიჩქარეების გასაზომად ლაბორატორიულ პირობებში ხშირად გამოიყენება ხელსაწყო, რომლის მიმღებზეც ნაკადის წვევა იზომება ელექტრული მეთოდით. ასეთი ხელსაწყოები ძირითადად შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან:

1. წნევის მიმღები, რომელსაც ჩაუშვებენ წყალში სასურველ სიღრმეზე (წნევის მიმღებად ხშირად იყენებენ სფეროს ან დისკოს);

2. გადამწოდი, რომელიც გასაზომ სიდიდეს გარდაქმნის ელექტრულ სიდიდედ; გადამწოდებად იყენებენ სხვადასხვა ტიპის ტენზომეტრებს, ინდუქტივებს და სხვა.

3. გამაძლიერებელი ემსახურება სუსტი ელექტროდენის დაძაბუელობის გაძლიერებას.

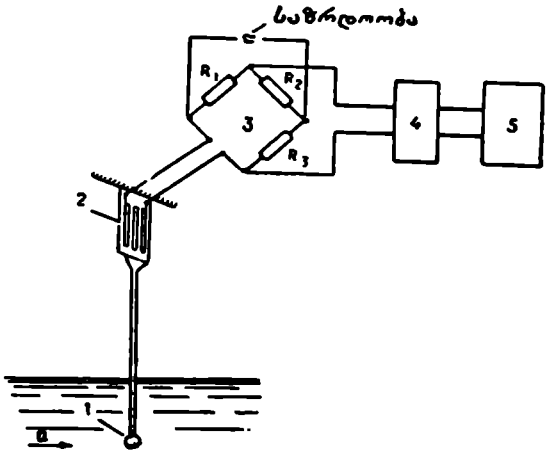
4. ოსცილოგრაფი ემსახურება გადამწოდის ჩვენების რეგისტრაციას ქაღალდის ბაფთაზე ან კინოფირზე.

5. ელექტრული ქსელის საზრდოობის წყარო.

გადამწოდი. გასაზომი სიდიდის გარდამქმნელი ელექტრულში, ჩვეულებრივად აწყობილია ხიდურა სქემის მიხედვით (უინსტონის ხიდურა), მისი ერთი დიაგონალი უერთდება საზრდოობის წყაროს, ხოლო მეორე დიაგონალი შეერთებულია გამაძლიერებელთან და ოსცილოგრაფთან.

აღნიშნული მეთოდით დინების სიჩქარეების გაზომვის სქემა მოცემულია 85-ე ნახაზზე. წნევის მიმღებს (1), აქვს სფეროს სახე, რომელსაც უშვებენ წყალში საჭირო წერტილში; წვრილი ღერო წნევის მიმღებს აერთებს დრეკად ელემენტთან — ფირფიტასთან (2), რომელიც მაგრად იკეტება ზევიდან. ღერო რომ დაცული იქნეს წნევისაგან, გაკეთებული აქვს გარსაცავი, რომელიც ნახაზზე ნაჩვენები არ არის. ნაკადის წნევა სფეროზე გადაეცემა დრეკად ელემენტს; რამდენადაც დიდი იქნება სიჩქარე, იმდენად დიდი იქნება ფირფიტის დეფორმაცია. ფირფიტაზე აწებებენ ტენზომეტრიულ გადამწოდს, რომელიც შედგება 0,02—0,03 მმ-ს დიამეტრის წვრილი მავთულის რამდენიმე ხვიისაგან. მავთულის ხვიები მოთავსებულია თხელი ქაღალდის ფენებს შორის. ფირფიტის გაღუნვის დროს

გადამწოდის მავთულები განიცდიან დეფორმაციას—გაიჭიმებიან ან შემოკლდებიან, რის შედეგადაც იცვლება გადამწოდის ელექტრული წინაღობა, რაც იწვევს გამზომი უინსტონის ხიდურას (3) ბალან-



ნახ. 85. დინების სიჩქარის გაზომვის სქემა ტენზომეტრიული გადამწოდის გამოყენებით.

სის დარღვევას; ამ დროს ელექტრული ქსელის პარამეტრების ცვალებადობას აძლიერებს გამაძლიერებელი (4) და გადაეცემა მაგნიტოელექტრულ ოსცილოგრაფს (5), რომელზედაც წარმოებს პროცესის ჩაწერა.

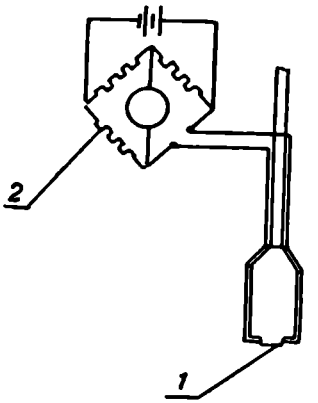
ხელსაწყოები, რომელნიც დაფუძნებულია აღნიშნულ პრინციპზე და იყენებენ სხვადასხვა გადამწოდებს, მოითხოვენ წინასწარ ტარირებას. მათი საშუალებით წარმოებს ნაკადის დინების სიჩქარეების ძალიან ზუსტი გაზომვა. ოსცილოგრაფის ბაფთაზე გადამწოდების ჩვენებების ჩანაწერები საშუალებას იძლევიან აღვრიცხოთ სიჩქარეების პულსაციური ცვლილებები, რომელნიც წარმოშობიან დიდი სიხშირით; ეს მონაცემები სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობისათვის დიდ ღირებულებას შეადგენს.

§ 60. დინების სიჩქარეების გაზომვა სითბოცვლის პრინციპზე დაფუძნებული ხელსაწყოებით

წყალში ჩაშვებულ სხეულსა და წყლის გარემოს შორის მყარდება სითბოცვლა, რომლის ინტენსივობა დამოკიდებულია დინების სიჩქარეზე, ეს დამოკიდებულება უდევს საფუძვლად განსახილველი ხელსაწყოების მოქმედებას.

პირველად ეს დამოკიდებულება გამოყენებული იყო ქარის სიჩქარის გასაზომად 1913 წ. (თერმოანემომეტრი). შემდეგში სითბოცვლის პრინციპი გამოიყენეს წყლის დინების სიჩქარეების გასაზომად, ასეთ ხელსაწყოს თერმოჰიდრომეტრი უწოდეს. თერმოჰიდრომეტრის სამუშაო ორგანოს წარმოადგენს წვრილი პლატინის მავთული, რომელშიც უშვებენ ელექტროდენს და ახურებენ. ნაკადში მავთული ცივდება დინების სიჩქარესთან დამოკიდებულების მიხედვით, რის შედეგადაც იცვლება მისი წინააღმდეგობა ელექტროდენის მიმართ. სიჩქარის საზომი ხელსაწყო ერთი მხრით უერთდება გამზომ ხიდურას (ნახ. 86), რომლის დიაგონალში ჩართულია აღმრიცხველი ხელსაწყო, რომლის საშუალებითაც განისაზღვრება დინების სიჩქარე. ხელსაწყო წინასწარ უნდა იყოს გატარირებული.

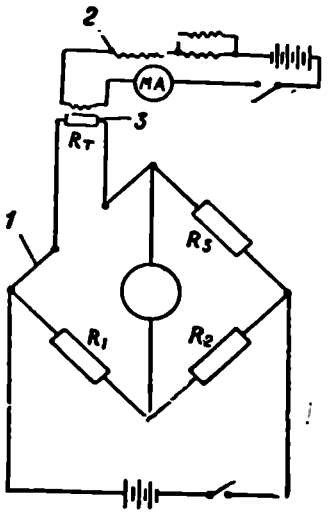
ზემოთ აღწერილი თერმოჰიდრომეტრს ამჟამად აღარ იყენებენ, რადგან მას სათანადო ნაკლოვანება ახასიათებს: პლატინის მავთული ხშირად მოითხოვს ტარირებას და აქვს არასაკმარისი მექანიკური გამძლეობა.



ნახ. 86. თერმოჰიდრომეტრის სქემა. 1—პლატინის მავთული; 2—გამზომი ხიდურა.

თანამედროვე თერმოჰიდრომეტრებს პლატინის მავთულის ნაცვლად უკეთებენ პლატინის აპკს, რომელიც დადებულია ძალიან თხელი ფენის სახით მინის ან კვარცის საფუძველზე. პლატინის აპკირებული ზონდი გაშოირჩევა დიდი მექანიკური გამძლეობით და უკეთესი მახასიათებლებით დინების სიჩქარეების გაზომვისათვის. ხელსაწყოს ელექტრული სქემა ნმიშვნელოვნად გაუმჯობესებულია, გადამწოდის ტემპერატურის რეგულირებისათვის იყენებენ ავტომატურ სტაბილიზატორებს. ასეთი სახის თერმოჰიდრომეტრი საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ სიჩქარეებისა და აგრეთვე სიჩქარეთა პულსაციის ზუსტად გაზომვა, რადგანაც აქვს ძალიან მცირე ინერცია. ხელსაწყოს აქვს ძალიან დიდი მგრძნობიარობა, იმით შეიძლება დინების სიჩქარე გაიზომოს 1—2 მმ/წ სიზუსტით. აღწერილ თერმოჰიდრომეტრს ძირითადად იყენებენ ნაკადების დინების სიჩქარეების გამოკვლევისათვის ლაბორატორიულ პირობებში.

სითბოცვლის პრინციპზე დაფუძნებული სხვა ხელსაწყოებიდან აღსანიშნავია თერმოგადამწოდი ნახევრადგამტარიანი თერმოწინაღობით. ამ ხელსაწყოების გადამწოდები შედგება თერმოწინაღობისა და გამხურებლისაგან. ელექტრული სქემა შედგება ორი დამოუკიდებელი წრედისაგან: 1 გამზომი და 2 გამხურებელი (ნახ. 87). თერმოწინაღობა (3) ერთვება გამზომი ხიდურას ერთერთ მხარეს, რომელიც წარმოადგენს გამზომ წრედს. მახურებელი წრედის დანიშნულებაა წარმოქმნას ტემპერატურული შხივი გადამწოდის ზედაპირსა და ნაკადს შორის. მსგავს თერმოგადამწოდებს იყენებენ ლაბორატორიულ პირობებში და აგრეთვე წყალსადენ მილებში სიჩქარეების და ხარჯების გასაზომად, ხოლო მდინარეებზე და სხვა წყალსატევებში აღნიშნულ პრინციპზე მოწყობილი ხელსაწყოები არ გამოიყენება.



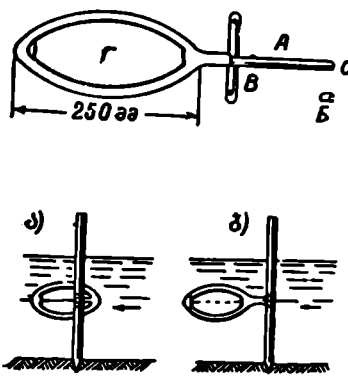
ნას. 87. დინების სიჩქარის გასაზომის სქემა ნახევრად გამტარებიანი თერმოწინაღობით.

§ 61. დინების სიჩქარეების განსაზღვრა ხელსაწყოს წყლით ავსების დროის გაზომვის დახმარებით

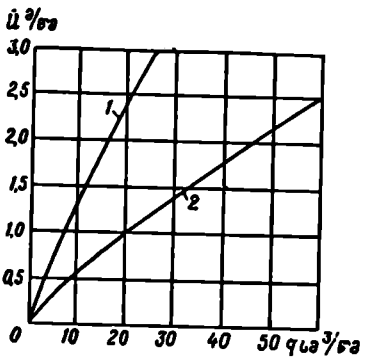
მოცემული ხერხით სიჩქარეების გასაზომი ხელსაწყოები მოითხოვენ წინასწარ ტარირებას, რის შედეგადაც ღებულობენ დამოკიდებულებას დინების სიჩქარესა და დროის ერთეულში ხელსაწყოში შესული წყლის მოცულობას შორის.

მოცემული მეთოდის საფუძველზე მოწყობილი ხელსაწყოებიდან ყველაზე უფრო ცნობილია ვ. გ. გლუშკოვის ბათომეტრ-ტაქომეტრი (ნახ. 88—ა. 89), რომელიც შედგება დაკეცილი რეზინის ბალონისა და ლითონის მილისაგან. სიჩქარეების გაზომვის დროს ხელსაწყოს აყენებენ დაკვირვების წერტილში შტანგაზე, პირველად მილით ნაკადის დინების მიმართულებით, ხოლო წამზომის ჩართვის მომენტში მილს შეაბრუნებენ დინების საპირისპიროდ. ელოდებიან

დროს, რომელიც საკმარისი იქნება ხელსაწყოს ბალონის მოცულობის 1/4—3/4 ავსებისათვის, შემდეგ ბათომეტრს მილით შეაბრუნებენ ნაკადის დინების მიმართულებით, გამორთავენ წამზომს და იღებენ წყლიდან. ხელსაწყოს ბალონში შესული წყლის მოცულობას ზომავენ მენზურის საშუალებით. მიღებული წყლის მოცულობის დხაარჯულ დროზე გაყოფით იგებენ ერთი წამის განმავლობაში შესული წყლის რაოდენობას სმ³. ტარირების მრუდის აბსცისთა ღერძზე აითვლიან ერთ წამში შესული წყლის მოცულობის რაოდენობას, შემდეგ აღმართავენ პერპენდიკულარს მრუდის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის წერტილიდან მონახავენ ორდინატთა ღერძზე შესატყვისი სიჩქარის მნიშვნელობას. ბათომეტრ-ტაქიმეტრის სიჩქარეების გაზომვასთან ერთდროულად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს წყლის სიმღვრივის სინჯის აღებისათვის.



ნახ. 88. ბათომეტრ-ტაქიმეტრი.



ნახ. 89. ბათომეტრ-ტაქიმეტრის ტარირების მრუდი: 1—ბუნიკით, 2—უბუნიკოდ.

ამჟამად ბათომეტრ-ტაქიმეტრებს იშვიათად იყენებენ, ვინაიდან ნაკადის დინების სიჩქარეების გასაზომად კარგად არის ათვისებული თანამედროვე ჰიდრომეტრიული ტრიალები და სხვადასხვა ხელსაწყოები.

მეორე თავი

წყლის ხარჯების განსაზღვრა

§ 62. წყლის ხარჯების განსაზღვრის მეთოდები

წყლის რაოდენობას, რომელიც მოცემულ ცოცხალ კვეთში დროის ერთეულში გაედინება, ნაკადის ხარჯი ეწოდება. დროის ერთეულად მიღებულია წამი. წყლის მოცულობა დიდ მდინარეებში, არხებში, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა წყალსაშვებებში და სხვ. იზომება კუბურ მეტრებში, ხოლო წყლის მცირე ობიექტების პატარა ზომის წყალსადინარებში — წყაროებში, ჭებში და სხვ. ლიტრწამებში.

წყლის ხარჯი წარმოადგენს ნაკადის ერთ-ერთ ძირითად ჰიდრავლიკურ ელემენტს. მდინარის წყლის ხარჯის ცვალებადობა იწვევს წყლის დონეების, სიჩქარეების და სხვა მახასიათებლების ცვალებადობას. წყლის ხარჯი მდინარეში წარმოადგენს ჯამს ჩამონადენის პროცესებისას, რომლებსაც ადგილი აქვს აუზის ზედაპირზე და მიწისქვეშა წყლების გამოსავლებთან, ვინაიდან ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ჩამონადენის პროცესები გარეგანი მოქმედი ფაქტორების შედეგად განუწყვეტლივ იცვლება, მდინარის ხარჯიც ასევე იცვლება დროში.

წყლის ხარჯების სისტემატური განსაზღვრის საფუძველზე გამოიანგარიშება საშუალო დღეღამური, მაქსიმალური და მინიმალური ხარჯები, აგრეთვე მდინარის ჩამონადენის წყლის მოცულობა ამა თუ იმ დროის ინტერვალისათვის.

წყლის ხარჯების განსაზღვრის არსებული მეთოდები შეიძლება ორ ძირითად ჯგუფად გავყოთ:

I. ხარჯების უშუალოდ გაზომვა.

II. არაპირდაპირი გზით ხარჯების განსაზღვრა.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ე. წ. მოცულობითი მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია საზომი ჭურჭლის ავსებაზე, რისთვისაც ზო-

მაევნ ჰურჰლის ავსების დროს; წყლის ხარჯი განისაზღვრება ჰურჰელში ჩასხმული წყლის მოცულობის ავსებაზე დახარჯულ დროზე გაყოფით. პრაქტიკულად ეს მეთოდი გამოიყენება მცირე ნაკადულების, წყაროების, ჭაბურღილების ხარჯების გასაზომად. ამ მეთოდით ხარჯების გაზომვა წარმოებს ძალიან ზუსტად.

არაპირდაპირი გზით წყლის ხარჯის განსაზღვრა შეიძლება შესრულებულ იქნეს სხვადასხვა მეთოდით, მაგრამ ამ დროს იზომება არა წყლის ხარჯი, არამედ ნაკადის ცალკეული ელემენტები, ხოლო წყლის ხარჯი მიიღება გაანგარიშების გზით. ასეთ მეთოდებს მიეკუთვნება:

1) წყლის ხარჯის განსაზღვრა ნაკადის დინების სიჩქარისა და ცოცხალი კვეთის ფართობის გაზომვის შედეგით, რომელსაც შემოკლებით „სიჩქარე — ფართობის“ მეთოდს უწოდებენ.

2) წყლის ხარჯის განსაზღვრა საზომი მოწყობილობის დახმარებით: ჰიდრომეტრიული ღარებით, წყალსაშვებით და სხვ. ამ შემთხვევაში იზომება წყალსაშვებზე წყლის წნევის სიდიდე, ან ღარის შესავალ ნაწილში წყლის წნევა, ხოლო ხარჯები განისაზღვრება ჰიდრავლიკური დამოკიდებულებებით.

3) წყლის ხარჯის განსაზღვრა შერევითი მეთოდით; ეს მეთოდი რამდენიმე სახესხვაობისაა (ელექტროლიტური, სითბური, კალორიმეტრული). ამჟამად ყველაზე უფრო გავრცელებულია ელექტროლიტური მეთოდი, რომლითაც განისაზღვრება წყლის ხარჯი ელექტროგამტარობის ცვალებადობის მიხედვით ნაკადში შეტანილი ელექტროლიტის ხსნარის წყლის გარემოში შერევის დროს.

მდინარეთა ჰიდრომეტრიაში ყველაზე უფრო გავრცელებულია „სიჩქარე—ფართობის“ მეთოდი. ნაკადის განივი კვეთის ფართობს განსაზღვრავენ სიღრმეების გაზომვების შედეგების მიხედვით, ხოლო სიჩქარეებს ცოცხალი კვეთის ცალკეულ წერტილებში ზომავენ ჰიდრომეტრიული ტრიალებით; იშვიათად ზედაპირული ან სიღრმის ტივტივებით. ამავე მეთოდს მიეკუთვნება ცოცხალი კვეთის ფართობისა და ნაკადის საშუალო სიჩქარის მეთოდიც, რომელიც მიიღება შეზის ფორმულის მიხედვით. ამ შემთხვევაში კვეთის ფართობს მონახავენ გაზომვების შედეგებით, ხოლო საშუალო სიჩქარის გამოსაანგარიშებლად ზომავენ წყლის ზედაპირის დახრილობას და დაადგენენ კალაპოტისა და ჭალის მახასიათებლებით კალაპოტის მჭისეობის კოეფიციენტებს.

შერევით მეთოდს ძირითადად იყენებენ დიდი სიჩქარის და ლოდნარიანი კალაპოტის პირობებში, მთის მდინარეებზე, სადაც ტრი-

ალების გამოყენება არ იძლევა ხარჯების განსაზღვრის ზუსტ მონაცემებს.

ქვემოთ, მე-15 ცხრილში მოგვყავს ამა თუ იმ მეთოდით ხარჯების განსაზღვრის მეთოდები და დასაშვები სიზუსტეები.

ცხრილი 15.

ხარჯების განსაზღვრის მეთოდი	განსასაზღვრავი ხარჯების საზღვრები ლ/წ-ში		სიზუსტე %, ხელსაყრელ პირობებში გაზომვის დროს
	უმცირესი	უდიდესი	
„სიჩქარე-ფართობი"			
ა) ტრიალათი: ბუნებრივ და არხისებურ კალაპოტში	15—30	—	2— 5
ბ) იგივე ზედაპირული ტივტივებით	15—30	—	5—10
საზომი მოწყობილობა:			
ა) ჰიდრომეტრიული ღარებით	6	7000	2— 5
წყალსაშვებებით			
სწორკუთხოვანი, ტრაპეციული	5	10000	2— 4
და სამკუთხოვანი 90° კუთხით	0,8	1400	2— 3
შერევითი მოცულობითი	50	50000	5—10
ა) საზომი ჭურჭლის გავსების დროის მიხედვით	ძალიან მცირე	5	0,5— 1
ბ) საზომ ბაკში წყლის დონეების მატებით	0,8	20	1— 2

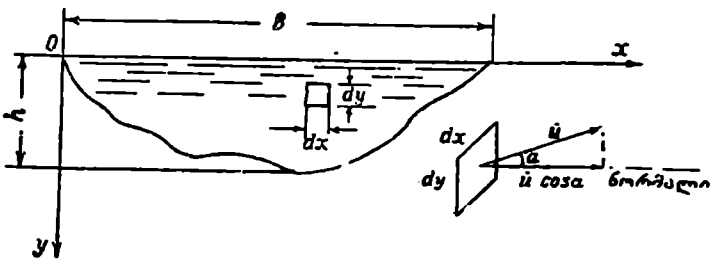
„სიჩქარე—ფართობის" მეთოდის ძირითადი არსი მდგომარეობს ხარჯის მოდელის მოცულობის განსაზღვრაში, ე. ი. წყლის ისეთი სხეულის მოცულობის განსაზღვრაში, რომელიც რიცხობრივად ტოლია ნაკადის ცოცხალ კვეთში გავლილი წყლის ხარჯისა.

როგორც ვიცით, დინების სიჩქარე ნაკადის განივკვეთში სხვადასხვა წერტილში არ არის ერთნაირი: უდიდესი სიჩქარეები არის ზედაპირთან და ნაკადის შუა ადგილზე, უმცირესი კი—ფსკერთან და ნაპირებთან. შესატყვისად ამისა, წყლის ხარჯებიც სხვადასხვაა ცოცხალი კვეთის ელემენტარულ მცირე ფართობებზე, რომელნიც მოთავსებულია კვეთის სხვადასხვა ადგილზე. რომ განვსაზღვროთ ცოცხალი კვეთის ელემენტარული ფართობების წყლის ხარჯები, ამისათვის ამ ფართობების სიდიდეები უნდა გადავამრავლოთ დინების სიჩქარეზე, მაგრამ ადგილობრივი სიჩქარეები შეიძლება გადახრილი იყოს ნორმალიდან რომელიმე კუთხით. ამიტომ მხედველობაში უნდა მივიღოთ არა თვით ვექტორი, არამედ მისი პროექცია ნაკადის კვეთის ნორმალზე. ამგვარად, წყლის ხარჯი კვეთის ელე-

მენტარული ფართობისათვის შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულით:

$$dQ = \bar{u} \cos \alpha \cdot dw, \tag{48}$$

სადაც — $\bar{u}$ არის სიჩქარე ელემენტარული ფართობის საზღვრებში, α — კუთხეა, სიჩქარის მიმართულებასა და ფართობის ნორმალს შორის, dw — ელემენტარული ფართობის სიდიდე: $dw = dx \cdot dy$



ნახ. 90. ნაკადის ცოცხალი კვეთი.

წყლის ხარჯი ცოცხალი კვეთის მთელი ფართობისათვის მიიღება შემდეგი ფორმულით

$$Q = \int_w \bar{u} \cos \alpha \cdot dw = \int_{x=0}^{x=B} \int_{y=0}^{y=h} \bar{u} \cos \alpha \cdot dx\, dy, \tag{49}$$

თუ α კუთხე ყველა ელემენტარული ფართობებისათვის ერთნაირი იქნება, მაშინ წინა ფორმულა (49) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Q = \cos \alpha \int_0^B \int_0^h \bar{u}\, dx\, dy. \tag{50}$$

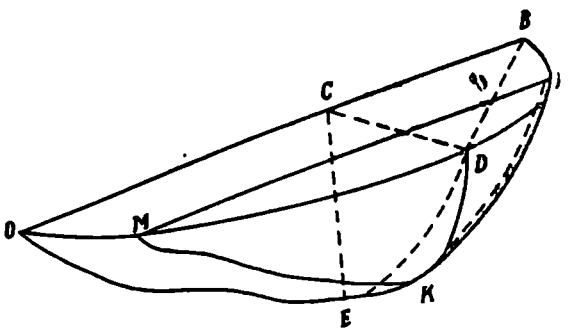
იმ შემთხვევაში, როდესაც ყველა ელემენტარულ ფართობებზე სიჩქარეთა ვექტორები მიმართულია ნორმალურად, ე. ი. $\alpha = 0$, მაშინ

$$Q = \int_0^B \int_0^h \bar{u}\, dx\, dy = \int_w \bar{u}\, dw, \tag{51}$$

მიღებული გამოსახულება წარმოადგენს წყლის ხარჯის მოცულობას, არ წყლის ხარჯის მოდელს, რომლის სახეც მოცემულია 91-ე ნახაზზე.

ეს სხეული უკანა მხრიდან ისაზღვრება ნაკადის განივი კვეთის ბრტყელი ზედაპირით, ზევიდან — ბრტყელი ზედაპირით, რომელიც

წარმოადგენს ნაკადის ზედაპირული სიჩქარეების ეპიურას, ხოლო ქვევიდან ისაზღვრება მრუდხაზოვანი ზედაპირით, რომელიც განისაზღვრება დამოკიდებულებით $u=f(x+y)$.



ნახ. 91. ხარჯის მოდელი.

DEB — ცოცხალი კვეთი; *OMDNB* — ზედაპირულ სიჩქარეთა ეპიური, *CDE* — ვერტიკალზე სიჩქარეთა ეპიური, *MKN* — იზოტაქი.

ნათქვამიდან ჩანს, რომ წყლის ხარჯის განსაზღვრა „სიჩქარე-ფართობის“ მეთოდით ჯამდება ზემოთ ნაჩვენები ინტეგრალის განსაზღვრით (51), მაგრამ ასეთი ხერხი პრაქტიკულად არ გამოიყენება. რადგან ფუნქცია $u=f(x,y)$ უცნობია. პრაქტიკულად წყლის ხარჯს საზღვრავენ შემდეგნაირად: ზომავენ ნაკადის განივი კვეთის ფართობს და დინების სიჩქარეს ვერტიკალზე, შემდეგ ანგარიშობენ წყლის ხარჯს მიახლოებითი ფორმულის მიხედვით, რომლის გაინტეგრალებას ცვლიან შეჯამებით. წყლის ხარჯის განსაზღვრას (49) ფორმულის გამოყენებით ანალიზურ ხერხს უწოდებენ.

ფორმულაში (51), სადაც გამოსახულია წყლის სხეულის მოცულობა, ანუ წყლის ხარჯი, დაშვებულია, რომ სიჩქარეთა ვექტორები არის ნორმალურად მიმართული კვეთის სიბრტყისადმი, მაგრამ მდინარეებში ეს პირობები მხოლოდ მიახლოებით სრულდება. რადგანაც მდინარეში ცოცხალი კვეთი წარმოდგენილია ძალიან რთული მრუდხაზოვანი ზედაპირით, რომლის სახეც იცვლება დროში, ამიტომ წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის „სიჩქარე—ფართობის“ მეთოდით აუცილებლად უნდა შეირჩეს მდინარეთა ისეთი უბანი, სადაც წყლის დინება იქნება ნაკლებ ცვალებადი და პარალელურჯავლიანი. იმ შემთხვევაში, თუ სიჩქარეთა ვექტორები მნიშვნელოვ-

ნად იხრებიან კვეთის ნორმალიდან, მაშინ შეაქვთ შესწორება სიჩქარეების სიდიდეების გადახრის კუთხის კოსინუსზე გადამრავლებით.

წყლის ხარჯის განსაზღვრა შეიძლება აგრეთვე სხვა ხერხებითაც:

1) თუ ცნობილია წყლის ხარჯები ვერტიკალებზე (ელემენტარული ხარჯები), მაშინ უსასრულოდ დიდი რიცხვის ვერტიკალების დროს წყლის ხარჯის მოდელის მოცულობა ტოლი იქნება:

$$Q = \int_{x=0}^{x=B} q\,dx, \tag{52}$$

სადაც, q არის ვერტიკალზე ელემენტარული ხარჯი, რომელიც ტოლია ვერტიკალის სიღრმისა და ვერტიკალის საშუალო სიჩქარის ნამრავლისა და გამოისახება კვადრატულ მეტრ/წამებში, ე. ი. $q = v_{\text{ვერ.}} \cdot h_{\text{ვერ.}}$ მ²/წ; B არის მდინარის სიგანე მეტრებში.

2) თუ ცოცხალ კვეთში გავატარებთ იზოტაქებს (თანაბარ სიჩქარეთა შემაერთებელ ხაზებს) და განვსაზღვრავთ ფართობს თითოეულ იზოტაქსა და წყლის დონის ხაზს შორის, მაშინ უსასრულოდ დიდი რიცხვის იზოტაქების დროს წყლის ხარჯის მოდელის მოცულობა ტოლი იქნება

$$Q = \int_{0}^{v_{\text{ზაკ.}}} w\bar{u}\,d\bar{u}, \tag{53}$$

სადაც w არის იზოტაქით შემოსაზღვრული ფართობი $\bar{u}$ სიჩქარის დროს; $v_{\text{ზაკ.}}$ — უდიდესი სიჩქარე ცოცხალ კვეთში.

§. 69. წყლის ხარჯების განსაზღვრა ტრიალების გამოყენებით

წყლის ხარჯების გასაზომად მდინარეზე უბნის შერჩევა და დამაგრება. წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის მდინარეზე უბნის შერჩევის მოთხოვნები ძირითადად ემთხვევა სიღრმეების გაზომვებისათვის შერჩეული უბნის მოთხოვნებს, რომელიც მოცემულია § 12-ში. აქ კი შევეხებით ზოგიერთ დამატებით საკითხებს, რაც აუცილებელია ტრიალას გამოყენებით ხარჯების გაზომვების ჩასატარებლად.

წყლის ხარჯების ზუსტად გაზომვების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია, რომ შერჩეულ უბანზე წყლის მოძრაობა მცირედ იცვლებოდეს, წყლის დინებას როგორც ძირითად კალაპოტში, ისე ჭალაში ჰქონდეს ერთი მიმართულება მდინარის მთელ სიგანეზე. დინების სიჩქარე წყალმცირობის პერიოდში არ უნდა იყოს 0,15 მ/წ-ზე

ნაკლები, წყალდიდობის დროს კი სასურველია არ აღემატებოდეს 3,0—4.0 მ/წ. უბანზე არ უნდა იყოს დამდგარი წყლის ზონა ან შებრუნებული დინება.

შერჩეულ უბანზე არ უნდა იყოს უბნის ზევით არსებულ ჰიდროტექნიკური ნაგებობებით გამოწვეული მკვეთრად გამოსახული წყლის არამდგრადი მოძრაობა და სხვა.

აღნიშნული მოთხოვნის დაკმაყოფილება მთლიანად ყოველთვის შეუძლებელი ხდება, მაგრამ ყოველ შემთხვევაში უნდა ვეცადოთ მაქსიმალურად გავითვალისწინოთ ისინი. ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმათ, რომელნიც განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს დაბმული ამოცანების შესრულებაზე.

ჰიდრომეტრიული კვეთის მიმართულების განსაზღვრა ხარჯების გასაზომად შერჩეულ უბანზე. ხარჯების ზუსტად გაზომვისათვის ჰიდრომეტრიული კვეთის მიმართულება ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ მდინარის განივი კვეთი მდებარეობდეს ნორმალურად ნაკადის დინების საშუალო მიმართულებასთან. მიახლოებით, ექსპედიციური მუშაობის დროს ეს შეიძლება გაკეთდეს უშუალოდ თვალით, მდინარის მიმართულების პერპენდიკულარულად გაყვანილი კვეთით, ნაპირებთან ორიენტირების მიხედვით. სისტემატური გაზომვებისათვის კვეთების მიმართულება უნდა განისაზღვროს უფრო ზუსტად.

მდინარეებში, რომელთაც აქვთ განიერი ჭალა, ძირითადი კალაპოტის ნაკადის დინება შეიძლება მიმართულებით არ დაემთხვეს ჭალაში გადასული წყლის ნაკადის დინებას და შეიძლება მასთან წარმოქმნას გარკვეული კუთხე. თუ წარმოქმნილი კუთხე 10°-ზე ნაკლებია, მაშინ შესაძლებელია კალაპოტისათვის დანიშნულ იქნეს კვეთის ერთი მიმართულება, ხოლო 10°-ზე მეტი კუთხის დროს, კვეთის მიმართულება დაინიშნება ცალ-ცალკე, ტეხილი ხაზის მსგავსად.

თუ უბანზე კალაპოტი ცალკეულ ტოტებად იყოფა, მაშინ თითოეული ტოტისათვის შეარჩევენ ცალ-ცალკე კვეთებს და მდინარის ჭრილიან ხარჯს გამოვიანგარიშებთ, როგორც ცალკეული ტოტების ხარჯების ჯამს.

როგორც წესი, მდინარის შერჩეულ უბანზე დაინიშნება ერთი ჰიდრომეტრიული კვეთი, რომელიც ემსახურება წყალსაზომი საგუშაგოს კვეთს ან იმყოფება მასთან ახლოს. მაგრამ ზოგჯერ ორსამ კვეთს ნიშნავენ. ასეთ შემთხვევაში თითოეული კვეთისათვის მიმართულება განისაზღვრება იმავე ხერხებით, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული.

თუ ჰიდრომეტრიული კვეთი დაშორებული იქნება ძირითადი წყალსაზომი საგუშაგოს კვეთიდან, მაშინ ჰიდრომეტრიულ კვეთთან უნდა მოეწყოს წყალსაზომი საგუშაგო, რომლის გრაფიკის ნულად შეიძლება მიღებულ იქნეს ძირითადი საგუშაგოს გრაფიკის ნულის ნიშნული.

კალაპოტის მდგრადობის დროს კვეთის მიმართულების შემოწმება შეიძლება ჩატარდეს სამ წელიწადში ერთხელ, ხოლო თუ კალაპოტი არამდგრადია და კვეთის მიმართულება იცვლება, კვეთი მაშინვე გადააქვთ ახალ ადგილზე.

კვეთის მიმართულება შერჩეულ უნდა იქნეს ისე, რომ წყლის ჭავლის მიმართულების გადახრის კუთხე კვეთის ნორმალიდან არ უნდა აღემატებოდეს 30°-ს. თუ სიჩქარეების ვექტორების მიმართულება ცალკეულ ვერტიკალებზე აღემატება აღნიშნულ საზღვარს, მაშინ აუცილებლად შერჩეულ უნდა იქნეს ახალი კვეთი. თუ ცალკეულ ვერტიკალზე გადახრა 10—30°-ს არ აღემატება, მაშინ გადახრა გათვალისწინებულ უნდა იქნეს სიჩქარეების გაზომვის დროს; ამ შემთხვევაში გაიზომება სიჩქარის სიდიდე და სიჩქარეთა ვექტორის გადახრის კუთხე კვეთის ნორმალიდან; ხარჯის გამოანგარიშების დროს, გაანგარიშებაში შეიტანენ გაზომილი სიჩქარის მნიშვნელობას, გადამრავლებულს გადახრის კუთხის კოსინუსზე. ჭავლის გადახრას 10°-ზე ნაკლებს არ ითვალისწინებენ, რადგან ამით შესაძლებელი ცდომილება ხარჯების გაზომვის დროს 1,5% არ აღემატება.

ჰიდრომეტრიული კვეთის მიმართულების განსაზღვრა ტრიალას საშუალებით. დინების სიჩქარეებისა და მიმართულების გაზომვისათვის იყენებენ ჰიდრომეტრიულ ტრიალებს (ЖК—3 ტიპის და სხვ.) ბიფილიარულ საკიდელს და აგრეთვე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საზღვაო ტრიალა.

კვეთის მიმართულების განსაზღვრის სამუშაოები სრულდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) წინასწარ შერჩეულ და დამაგრებულ კვეთზე ჩატარდება სიღრმეების გაზომვა, რის შემდეგ, შეადგენენ მდინარის სიგანის და კვეთის პროფილის მოხაზულობას და დანიშნავენ არაუმეტეს 10—12 სიჩქარეთა ვერტიკალს;

2) ყველა სიჩქარეთა ვერტიკალზე ერთ წერტილში 0,6 h სიღრმეზე გაზომავენ სიჩქარეებს და მიმართულებას, გაზომილ სიჩქარეებს ღებულობენ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარედ;

3) გამოიანგარიშებენ ვერტიკალებზე ელემენტარულ ხარჯებს, საშუალო სიჩქარის ვერტიკალის სიღრმეზე გადამრავლების გზით

$$q = v_{\text{ვერტ.}} \cdot h \text{ მ}^2/\text{წმ}, \qquad (54)$$

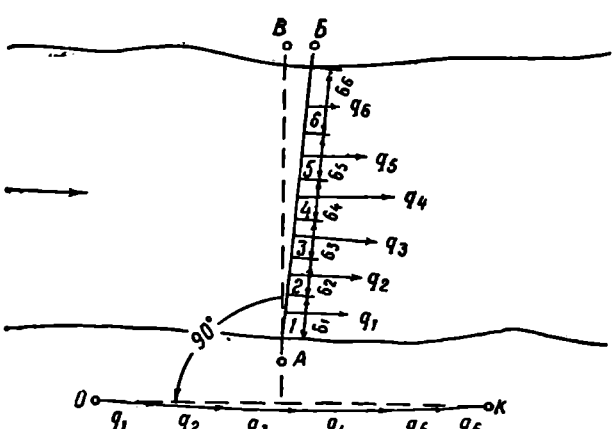
სადაც q არის ვერტიკალზე ელემენტარული ხარჯი მ²/წმ; $v_{\text{ვერტ}}$ არის ვერტიკალზე საშუალო სიჩქარე მ/წ.; h—ვერტიკალის სიღრმე მ-ში.

4) პროფილის მიხედვით გამოიანგარიშებენ ნაწილობრივ (უბნურ) ხარჯებს შემდეგი ფორმულით

$$q_{\text{უბ.}} = q\, b \text{ მ}^3/\text{წ}, \qquad (55)$$

სადაც b არის მანძილი ვერტიკალებს შორის. სანაპირო უბნისათვის b იქნება მანძილი ნაპირიდან პირველ ვერტიკალამდე, ხოლო მოწინააღმდეგე მხარეზე მანძილი ბოლო ვერტიკალიდან ნაპირამდე.

5) მიღებულ ნაწილობრივი ხარჯების მნიშვნელობებს ვექტორების სახით დაიტანენ უბნის გეგმაზე განსაზღვრული მასშტაბით. ვექტორთა მიმართულება გეგმაზე ზუსტად უნდა შეესატყვისებოდეს აზიმუტის სიდიდეებს, რომელიც მიღებული იყო დინების მიმართულების გაზომვის დროს (ნახ. 92).



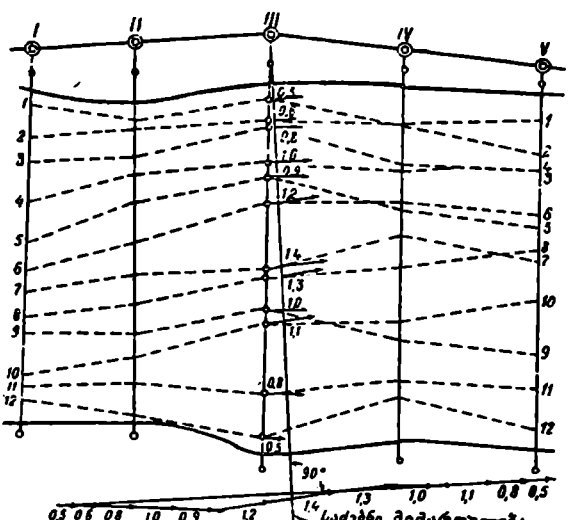
ნახ. 92. ტრიალას გამოყენებით კვეთის მიმართულების განსაზღვრის სქემა.
АБ—წინასწარ შერჩეული კვეთი; АВ—კვეთის საძიებელი მიმართულება.

6) ამგვარად მიღებულ ვექტორებს აჯამებენ ვექტორთა შეკრების გრაფიკული წესის მიხედვით ნებისმიერი წერტილიდან; მათი გეომეტრიული ჯამი წარმოადგენს მდინარეში წყლის ხარჯის მასის

ძირითადი მიმართულების ხაზს: ჯამური ვექტორის მიმართ პერპენდიკულარი იძლევა ჰიდრომეტრიული კვეთის საძიებელ მიმართულებას.

ჰიდრომეტრიული კვეთის მიმართულების განსაზღვრა ტივტივების საშუალებით. ჰიდრომეტრიული კვეთის მიმართულება შეიძლება განისაზღვროს გადაბმული ან ზედაპირული ტივტივების მოძრაობის ტრაექტორიით. ტივტივების მოძრაობის ზოგიერთი თავისებურების გამო ვაკისა და მთის მდინარეებზე, კვეთის მიმართულების განსაზღვრისათვის მუშაობა შეიძლება ჩატარებულ იქნეს სხვადასხვაგვარად.

კვეთის მიმართულების განსაზღვრა ვაკის მდინარეებზე. მდინარის შერჩეულ უბანზე გაიყვანენ სამ-ხუთ დამხმარე კვეთს; კვეთებს შორის მანძილს იღებენ მდინარის ნახევრის ან ორი სიგანის სიდიდის საზღვრებში. ზედა და ქვედა კვეთებს შორის მანძილს ზომავენ ბაფთის საშუალებით (ნახ. 93).



ნახ. 93. ვაკის მდინარეებზე ტივტივების საშუალებით კვეთის მიმართულების განსაზღვრის სქემა.

ნაპირზე აყენებენ მენზულას ისე, რომ მდინარის უბანზე მუშაობის მთელი პროცესი ჩანდეს. კიპრეგელის დახმარებით პლანშეტზე დააქვთ კვეთები და მდინარის ორივე ნაპირი, რითაც მიიღება მდინარის უბნის გეგმა.

კვეთის მიმართულების განსაზღვრისათვის მუშაობას შემდეგი თანმიმდევრობით ატარებენ:

1) გასაშვებ კვეთზე, რომელიც იმყოფება პირველი კვეთიდან ზევით 5—10 მეტრზე, მდინარეში თანმიმდევრულად თანაბარი დაშორებით ყრიან 10—15 ტივტივას მდინარის სიგანის მიხედვით.

2) დამკვირვებლის სიგნალის მიხედვით კიპრეგელით დანიშნავენ მენზულის პლანშეტზე ტივტივას მიერ ყველა კვეთების გადაჭრის წერტილებს.

3) წამმზომის დახმარებით განსაზღვრავენ ტივტივას სვლის დროს ზედა კვეთიდან ქვედა კვეთამდე.

თითოეული ტივტივასათვის გამოიანგარიშებენ მოძრაობის სიჩქარეს

$$v = \frac{l}{t} \text{ მ/წ},$$

სადაც l არის მანძილის სიგრძე მ-ში ზედა კვეთიდან ქვედა კვეთამდე. t—ტივტივას სვლის ხანგრძლივობა წ-ში ზედა კვეთიდან ქვედა კვეთამდე.

კვეთებზე ტივტივების გავლის ნიშნულებს მენზულის პლანშეტზე თანმიმდევრულად აერთებენ წყვეტილი ხაზით.

შუა კვეთის ხაზზე ტივტივას მიერ გადაკვეთის წერტილებში შერჩეული მასშტაბით (ჩვეულებრივად 0,1 ან 0,2 მ/წ—სმ-ში) დაალაგებენ სიჩქარეთა ვექტორებს. თითოეული ვექტორის სიგრძე განისაზღვრება დინების სიჩქარის სიდიდით, ხოლო მიმართულება მიიღება პარალელური ხაზებით, რომლებიც შეერთებულია კვეთის ტივტივებით გადაკვეთის წერტილების საზღვრებს შორის საშუალოსთან (ნახ. 93).

მიღებულ ვექტორებს აჯამებენ გრაფიკული შეჯამების წესის მიხედვით ნებისმიერი შერჩეული წერტილიდან. ვექტორების გეომეტრიული ჯამი წარმოადგენს ზედაპირული დინების კვეთის საშუალო მიმართულებას. ჯამური ვექტორის მიმართ პერპენდიკულარი გვაძლევს ჰიდრომეტრიული კვეთის საძიებელ მიმართულებას.

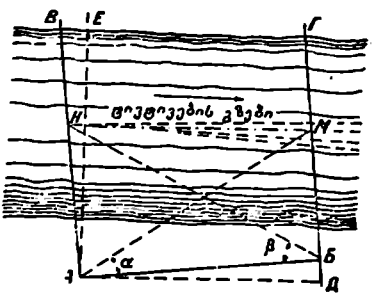
კვეთის მიმართულების განსაზღვრა მთის მდინარეებზე. მთის მდინარეებზე ტივტივების გაშვება მთელ სიგძეზე არ ხერხდება, რადგანაც ნაკადის ჰავლები გროვდება მდინარის შუა ნაწილში. ასეთ შემთხვევაში კვეთის მიმართულებას საზღვრავენ შემდეგნაირად: ნაპირზე გაყავთ ბაზისი АБ (ნახ. 94) და მის პერპენდიკულარულად ატარებენ AB და $БГ$ ორ კვეთს. AB კვეთის H მუდმივი წერტილიდან მდინარის შუა ადგილზე თანმიმდევრულად უშვებენ 5—7 ტივტივას და მათ $БГ$ კვეთზე გავლის ადგილს კუთხმზომი ინსტრუ-

მენტით დანიშნავენ, რის შედეგადაც მიიღებენ 5—7 მნიშვნელობის კუთხე α-ს, რომლიდანაც გამოიანგარიშებენ მის საშუალო მნიშვნელობას (ნახ. 94. კუთხე $MAБ$).

HM ხაზის მიმართულება შეესატყვისება უბნის დინების საშუალო მიმართულებას.

თუ ბაზისის სიგრძე $AБ=l$, მაშინ $AH=l\operatorname{tg}\beta$. ხოლო $БM=l\operatorname{tg}\alpha$. AD ხაზის მიმართულების მიღებისათვის, რომელიც პარალელური იქნება HM ხაზის, $Б$ წერტილიდან $БI'$ კეთის გაგრძელებაზე გადაზომავენ მანძილს

$$БD=AH-БM=l\,(\operatorname{tg}\beta-\operatorname{tg}\alpha),$$



ნახ. 94. მთის მდინარეებზე კვეთის მიმართულების განსაზღვრის სქემა.

ჰიდრომეტრიული კვეთის მიმართულება AE-ს გაიყვანენ AD ხაზის პერპენდიკულარულად და დაამაგრებენ ადგილზე რეპერით.

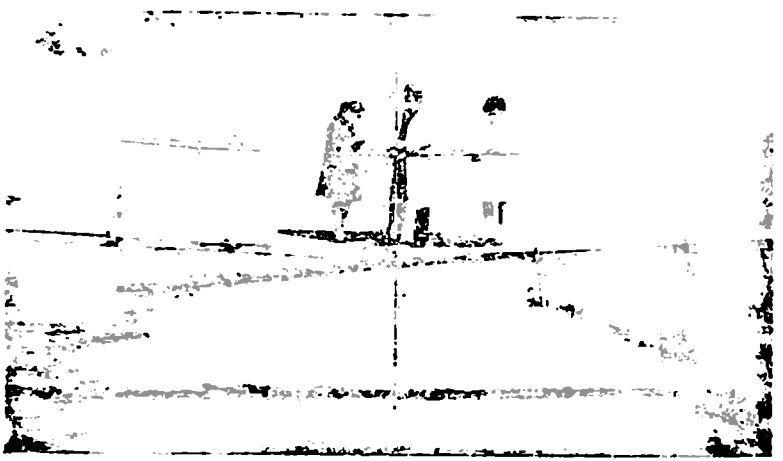
§ 61. ჰიდრომეტრიული კვეთის მოწყობა

ჰიდრომეტრიულ კვეთს, სიღრმეების და დინების სიჩქარეების გაზომვისათვის აწყობენ სხვადასხვა სახის გადასასვლელებით, რაც დამოკიდებულია მდინარის სიგანეზე, დინების სიჩქარეზე და წყლის სიღრმეების სიდიდეზე. ჰიდრომეტრიულ გადასასვლელებად იყენებენ ხის ხიდებს, აკვნებს, ნავებს, ბორნებს, ნავტიკებს და სხვ. კვეთზე ჰიდრომეტრიული გაზომვებისათვის ყველაზე უფრო სრულყოფილი და მოხერხებულია დისტანციური ჰიდრომეტრიული დანადგარები.

ჰიდრომეტრიული ხის ხიდები გამოიყენება პატარა მდინარეებზე და არხებზე. მდინარის 15 მ სიგანის დროს აკეთებენ კოჭიან ხიდებს ფიცრების საფენით, 0,75—1,00 მ-ის სიგანით.

მდინარეებზე, რომელთა სიგანე 50 მ-მდეა და აქვთ დიდი სიღრმე და დინების დიდი სიჩქარე, აწყობენ დაკიდებულ ხიდებს. ასეთ ხიდებს შემდეგნაირად აკეთებენ: ორ წყვილ ფოლადის გვარლს გადაჭიმავენ მდინარეზე. ნაპირებზე მათ აბჯენენ სპეციალურ ჩარჩოზე. გვარლის ბოლოებს ამაგრებენ ორმოში ჩამარხულ მორზე, ან ცემენტის მონოლითში მოთავსებულ ღუზებზე. ქვედა წყვილ გვარლზე ალაგებენ 6×12 სმ კვეთის და 1,10 მ სიგრძის კოჭებს, ერთიმეორისაგან 1,2 მეტრით დაშორებით. კოჭებს ქვევიდან აქვს ამონაკ-

ვეთი, რომლითაც ეყრდნობა გვარლსა და მაგრდება მავთულით ან მოქნილი 3—5 მმ დიამეტრის გვარლით; იმავე გვარლით ამაგრებენ ზედა წყვილ გაჭიმულ გვარლზე. ზედა წყვილი გვარლი, ერთის მხრივ, ღებულობს ხიდის დატვირთვის ნაწილს, ხოლო, მეორე მხრივ, წარმოადგენს ხიდის სახელურს, რაც აადვილებს ხიდზე მუშაობას. ხიდის კოჭებზე აწყობენ ფიცრების იატაკს (ნახ. 95).



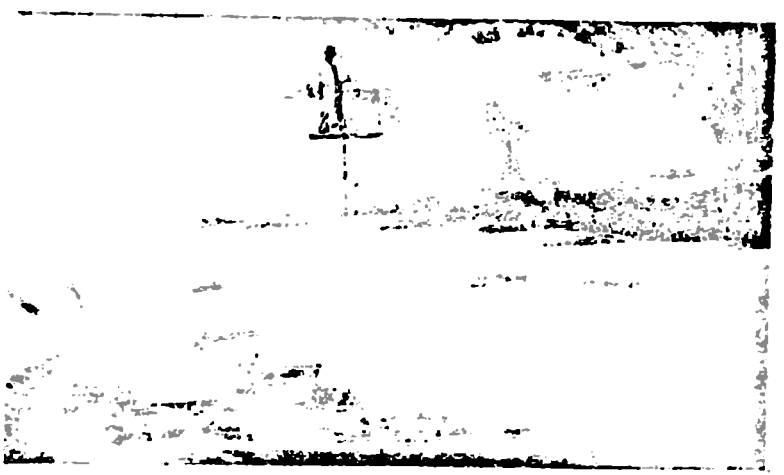
ნახ. 95. დაკიდებული ხიდი მდ. ვერეზე.

ასეთი ხიდები შედარებით მაუბუქია და მისი გვერდითი რყევადობის შესამცირებლად შუა ადგილზე ნაპირებისაკენ უკეთებენ გვარლ-საჭიმარებს.

ჰიდრომეტრიულ აკვანს აწყობენ ჩქარი დინების და მაღალნაპირებიან მთის მდინარეებზე (ნახ. 96), სიღრმეებისა და სიჩქარეების გასაზომად აკვანში შეიძლება მოთავსდეს 1—2 თანამშრომელი საჭირო იარაღებით.

აკვანი შეიძლება გადაადგილებულ იქნეს ერთი ნაპირიდან მეორეზე და პირიქით, შეიძლება აიწიოს საჭირო სიმაღლემდე და დაიწიოს დაბლა სათანადო გვარლების საშუალებით. აკვნის სატარებელი გვარლები ნაპირებზე დაყრდნობილია სპეციალურ ჩარჩოზე, ხოლო გვარლების ბოლოები დამაგრებულია მიწაში მოთავსებულ ცემენტის მონოლითში დატანებულ ღუზებზე. აკვნის გადაადგილება კვეთის გასწვრივ ხორციელდება ჯალამბარის ან ხელით საქაჩი გვარლის საშუალებით. აკვანზე მუშაობის დროს დაცული უნდა

იქნეს უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნები. მუშაობის წინ უნდა გულდასმით გაისინჯოს მოწყობილობის მდგომარეობა. აკვანზე სამუშაოდ დაიშვება მხოლოდ გამოცდილი და ჯანსაღი მუშაკები, რომელთაც წყალზე მუშაობის დროს არ ეხვევათ თავბრუ. არ ეწყებათ თავის ტკივილი და სხვ.



ნახ. 96. ჰიდრომეტრიული აკვანი მდ. ვერეზე.

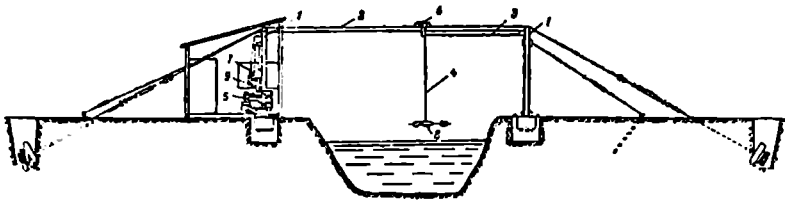
ჰიდრომეტრიული დისტანციური დანადგარების დანიშნულებაა ჰიდრომეტრიული გაზომვების დისტანციური ჩატარება. მათი საშუალებით შეიძლება ვაწარმოოთ სიღრმეების გაზომვა, დინების სიჩქარეების გაზომვა, წყლის სინჯის აღება სიმღვრივისათვის და ქიმიური ანალიზისათვის.

დისტანციური დანადგარი შედგება სანაპირო საყრდენებისაგან და გვარლ-ბლოკური სისტემისაგან, რომლის დახმარებითაც შეიძლება ტრიალას ან სხვა ხელსაწყოს გადაადგილება კვეთის სასურველ ვერტიკალზე და ნაკადში ჩაძირვა საჭირო სიღრმეზე. ხელსაწყოს გადაადგილებისათვის და მისი ჩვენების რეგისტრაციისათვის მდინარის ნაპირზე მოწყობილია ჯიხური მართვის პულტით და მექანიზმებით.

ამჟამად ამზადებენ ჰიდრომეტრიულ დისტანციურ დანადგარებს *ГР*—64 და *ГР*—70, რომელნიც გათვალისწინებულია 100 მ-მდე სიგანის და 12 მ-მდე სიღრმის მდინარეებზე მუშაობისათვის.

ჰიდრომეტრიული დისტანციური დანადგარი *ГР*—64 ელექტ-

რული ბრავითა და ღილური მართვით საშუალებას გვაძლევს შეეასრულოთ ჰიდრომეტრიული გაზომვები დინების 5 მ/წ-მდე სიჩქარის დროს. დანადგარის მუშაობისათვის აუცილებელია ცვლადი დენი 220 ვ დაძაბულობით.

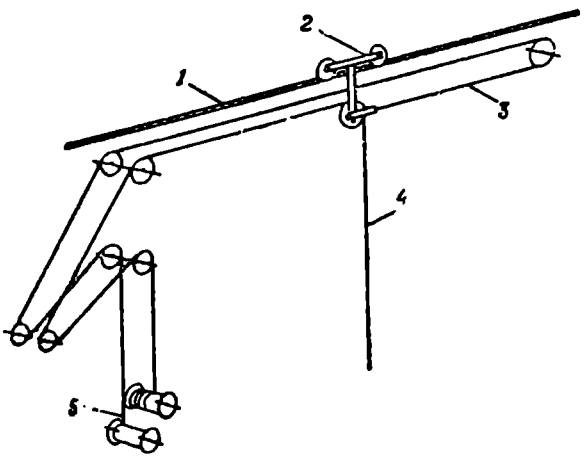


ნახ. 97. ჰიდრომეტრიული დისტანციური დანადგარი (ГР—64).

დანადგარი შედგება (ნახ. 97, 98) სანაპირო საყრდენებისაგან (1), მასზე გადაყრილი ორი გვარლისაგან (2—4), ორდოლიანი ჯალამბარისაგან (5), ურიკისაგან (6), ამთვლელი ბლოკისაგან (7), სპეციალური 100 კგ-იანი ტვირთისაგან (8), ოპტიკურ კუთხსაზომისა და მართვის პულტისაგან (9).

ურიკას (6) გადაადგილება, და აგრეთვე ტვირთის (8) ჩაშვება და ზევით ამოწევა ხორციელდება ორი გვარლის დახმარებით, გვარლით (3) ხდება ურიკას გადაადგილება და გვარლი 4-ით წარმოებს ტვირთის ამოწევა, ორივე გვარლი დახვეულია ჯალამბარ 5-ზე. ჯალამბარის დოლების ცალკ-ცალკე ან ორივეს ერთდროული ჩართვით შეიძლება ხელსაწყოს კვეთის გასწვრივ გადაადგილება, აგრეთვე ქვევით ჩაშვება და ზევით ამოწევა. სიღრმეების განსაზღვრისათვის საძირავი ტვირთი აღჭურვილია ზედაპირული და ფსკერული კონტაქტებით. რომელიც საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ტვირთის შეხების მომენტი წყლის ზედაპირთან და ფსკერთან. ამწევ გვარლს აქვს გამხოლოებული დენგამტარი ძარღვი, რომელიც ემსახურება ტრიალას სიგნალისა და ტვირთის კონტაქტების გადაცემას. ტრიალას ფრთების ბრუნვის რეგისტრაცია წარმოებს იმპულსური მრიცხველით ტვირთის წყლის ზედაპირთან და ფსკერთან შეხების დროს ის ავტომატურად ჩერდება და აინთება სასიგნალო ნათურები „ზედაპირის“ და „ფსკერის“ სამართავ პულტზე. ტრიალა მაგრდება ტვირთის კრონშტეინზე ტვირთის წინა ნაწილში. ტვირთს აქვს კუდის ფრთა, რომლის ბოლოზე მიმაგრებულია ტივტივა. ტვირთის ასეთი აგებულება უზრუნველყოფს ნაკადში ტვირთის სწორ და წესიერ დაყენებას. ამომწევი გვარლის გადახრის კუთხე განისაზღვრება ოპტიკური კუთხმზომით.

დანადგარების მართვა თავმოყრილია პულტზე, რომელზედაც აგრეთვე მოთავსებულია საერთო ელექტრული ელემენტების სქემა, რაც უზრუნველყოფს დანადგარის მუშაობას. ჯალამბარი შეიძლება მოქმედებაში მოვიყვანოთ ხელითაც.



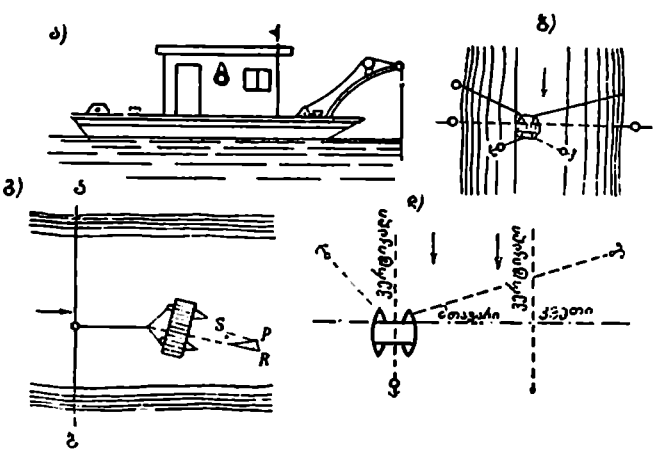
ნახ. 98. ჰიდრომეტრიული დისტანციური დანადგარის კინემატიკური სქემა. 1—სატარებელი გვარლი; 2 — ურიკა, 3 — ურიკას გადასაადგილებელი გვარლი, 4 — ამწევი გვარლი; 5 — ჯალამბარი.

ჰიდრომეტრიულ დისტანციურ დანადგარს $ГР$—70-ს აქვს მხოლოდ ხელით სამართავი მიწყობილობა და გათვალისწინებულია გაზომვების ჩატარებისათვის დინების 2.0—2.5 მ/წ სიჩქარის დროს 25—50 კგ წონის ტვირთის გამოყენებით. დანადგარის მოწყობილობა ძირითადად იგივეა, როგორიც არის ჰიდრომეტრიული დისტანციური დანადგარი $ГР$ — 64.

ჰიდრომეტრიული გადასაყვანი ნავი ეწყობა 150—200 მ სიგანის და წყნარი დინების მდინარეებზე. კვეთს ზევით გაჭიმავენ სასვლო გვარლს, ერთ ბოლოს ამაგრებენ ნაპირზე დასობილ ხიმინჯზე, ხოლო მეორეს — მეორე ნაპირზე ჯალამბარზე. კვეთის განწვრივ გაჭიმავენ მეორე გვარლს, რომელზედაც დანიშნულია ვერტიკალების მდებარეობა. გაზომვები წარმოებს ნავიდან, რომელიც სამართავი კავით მიმაგრებულია სასვლო გვარლზე.

ჰიდრომეტრიულ გადასაყვან პონტონს აწყობენ ძლიერი დინების დიდსა და საშუალო მდინარეებზე, სადაც ხელსაწყოები წყალში უნ-

და ჩაუშვან მძიმე ტვირთით. ჰიდრომეტრიული პონტონი (ნახ. 99) წარმოადგენს ორ დიდ ნავტიკს, ან ორ სიგარისებურ ლითონის ტივტივას, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია მაგარი ჩარჩოთი, რომელზედაც მოწყობილია გემბანი. ნავებს შორის მანძილი 1,5—2,0 მ უნდა იყოს, რომ ნავებმა გავლენა არ მოახდინონ წყლის ზედაპირულ სიჩქარეებზე. პონტონის გემბანზე აწყობენ ჯიხურს, ხოლო წინ ნავებს შორის, გაკეთებულია ისარი ჰოჰონაქით. ხელსაწყოს წყალში ჩასაშვებად გემბანზე დგამენ ჰიდრომეტრიულ ჯალამბარს. ჯიხურში მოთავსებულია მაგიდა მასალების ჩასაწერად, მაგიდაზე მოთავსებულია აღმრიცხველი მოწყობილობა, სადგარი წყლის სინჯიდან ნატანი მასალის გამოსაყოფად. პონტონს კვეთის გასწვრივ გადაადგილებენ სასვლო გვარლზე ხელით ან წყლის ნაკადის ძალის საშუალებით. დაკვირვების ადგილზე პონტონს აჩერებენ ღუზების საშუალებით.



ნახ. 99. ჰიდრომეტრიული პონტონი.
ა—საერთო ხედი, ბ—ნავტიკები ორი ღუზით, გ—ნავტიკი თვალთ-მფრინავი, დ—ნავტიკი, ვ—ღუზები.

მოწყობილობა ზამთარში მუშაობისათვის. ზამთრის პერიოდში, როდესაც მდინარე დაფარულია ყინულსაფარით, კვეთზე მუშაობისთვის იყენებენ დათბუნებულ ჯიხურს, რომელიც მარხილზეა დაყენებული. ჯიხური წარმოადგენს ხის ან რკინის ჩონჩხს, გარედან შეშოკრულია ფანერი ან ბრეზენტი, ხოლო შიგნიდან გათბობისათვის გამოკრულია სათბილებელი ქეჩით. ჯიხურს ათბობენ პატარა ღუმელით.

ჯიხურის იატაკში ხელსაწყოების წყალში ჩასაშვებად აკეთებენ ხვრელს, ხოლო სინათლისათვის აქვს ერთი ან ორი ფანჯარა. ხელსაწყოების დასაწყობად, საწერად ჯიხურში დადგმულია მაგიდა.

იმ შემთხვევაში თუ არა გვაქვს ჯიხური, მის ნაცვლად იყენებენ კარავს.

კვეთზე სიჩქარეთა ვერტიკალების დანიშვნა და დამაგრება. სიჩქარეთა ვერტიკალების რაოდენობა, განაწილება და ნუმერაცია. წყლის ხარჯების ტრიალებით განსაზღვრის დროს აუცილებელია დინების სიჩქარეების გაზომვა სიჩქარეთა ვერტიკალების ცალკეულ წერტილებზე.

სიჩქარეთა ვერტიკალების რაოდენობა და მათი მდინარის სიგანის მიხედვით განაწილება დამოკიდებულია მდინარის სიგანეზე, ფსკერის კონფიგურაციაზე. კვეთის პროფილზე და ხარჯის გაზომვის მიღებულ ხერხებზე.

წყლის ხარჯების ტრიალათი გაზომვის დროს იყენებენ სამ ხერხს: დეტალურს, ძირითად და შემოკლებულს.

დეტალური ხერხი ითვალისწინებს დიდი რიცხვის ვერტიკალების მრავალრიცხოვან წერტილებზე სიჩქარეების გაზომვას. მას იყენებენ სიჩქარეების შესასწავლად ახლად გახსნილ კვეთზე, პირველ სამ წელს.

ხარჯის გასაზომად დეტალური ხერხის გამოყენების დროს მდინარის სიგანის მიხედვით სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის მანძილები დაინიშნება თანაბარი დაშორებით (ცხრილი 16).

ცხრილი 16

მდინარის სიგანე მ-ში	ვერტიკალებს შორის მანძილი მ-ში	მდინარის სიგანე მ-ში	ვერტიკალებს შორის მანძილი მ-ში
20 მ-ზე ნაკლები	0,5—2.0	100— 200	10
20 — 30	2,0	200— 300	20
30— 40	3,0	300— 500	30
40— 60	4,0	500— 800	40
60— 80	6.0	800—მეტი	50
80—100	8,0		

გ. ნ. ხმალაძის[1] მიხედვით, მთის მდინარეებზე, სადაც განუწყვეტლივ მიმდინარეობს კალაპოტის დეფორმაცია, პირველ რიგში ვერტიკალების ადგილი უნდა დაინიშნოს კალაპოტის პროფილის

[1] Г. Н. Хмаладзе — К методике измерения и подсчета расхода воды на горных реках. Труды Тбилисского научно-исследовательского гидрометеорологического института, выпуск 4. Гидрометеоиздат. Ленинград. 1959 г., стр. 160.

გარდატეხის ადგილებთან. გარდატეხის წერტილებს შორის ვერტიკალების რიცხვი შეიძლება განსაზღვრული იყოს.

სიჩქარეთა ვერტიკალების რიცხვი მდინარის 100 მ-ის სიგანემდე შეიძლება შემცირებულ იქნეს 7—5-მდე წესიერი კალაპოტისათვის, სადაც ადგილი არ ექნება კალაპოტის პროფილის გარდატეხებს.

მდინარის ჭალაში წყნარი რელიეფის დროს სიჩქარეთა ვერტიკალების რიცხვი შეიძლება შემცირდეს ძირითად კალაპოტთან შედარებით.

ძირითადი ხერხით ხარჯების გაზომვის დროს სიჩქარეთა ვერტიკალების მცირე რიცხვს იღებენ (მაგრამ არანაკლებ ხუთი ვერტიკალისა) და ვერტიკალზე სიჩქარის გასაზომად ორ-სამ წერტილს ნიშნავენ. ძირითადი მეთოდით გაზომილი ხარჯების შედეგები დეტალური ხერხით გაზომილი ხარჯებისაგან არ უნდა განსხვავდებოდეს ±3%-ზე მეტად.

სიჩქარეთა ვერტიკალების რაოდენობა და მათი მდინარის სიგანის მიხედვით განაწილება დადგინდება წლის სხვადასხვა სეზონებში წყლის დონეების სხვადასხვა სიმაღლის დროს, დეტალური ხერხით 20—30 გაზომილი ხარჯის ანალიზის საფუძველზე.

ანალიზისათვის აგებენ თითოეული ხარჯისათვის ვერტიკალზე საშუალო სიჩქარეთა განაწილების ეპიურს მდინარის სიგანის მიხედვით. ეპიურის ანალიზის შედეგად გაითვალისწინებენ ვერტიკალების რაოდენობის შემცირებას ორჯერ მაინც, წინასწარ შერჩეულ ვერტიკალების რაოდენობასთან შედარებით.

შემოკლებული ხერხი ითვალისწინებს ხარჯების განსაზღვრას ვერტიკალზე ორ ან ერთ წერტილში სიჩქარეების გაზომვით თავისუფალი კალაპოტის დროს, ხოლო ყინულით დაფარულ ან მცენარეულიან კალაპოტში ვერტიკალზე ორ-სამ წერტილში სიჩქარის გაზომვით .

შემოკლებული მეთოდით წყლის ხარჯების გაზომვას იყენებენ მდგრად კალაპოტიან მდინარეებზე და ხარჯების ხშირი ცვლის დაუმყარებელი რეჟიმის მდინარეებზე.

კვეთზე სიჩქარეთა ვერტიკალების ადგილმდებარეობა განისაზღვრება კვეთის მუდმივი საწყისი წერტილიდან (რეპერიდან) მაგისტრალზე, საიდანაც მათ ეძლევათ რიგითი ნუმერაცია.

მუშაობის წარმოების პროცესში შეიძლება წამოიჭრას საკითხი დამატებითი სიჩქარეთა ვერტიკალების დანიშვნის შესახებ: მაგალითად, წყლის ნაპირის მახლობლად, ან კვეთზე მკვდარი სივრცის საზღვრების დადგენის დროს და სხვა. დამატებითი ვერტიკალი

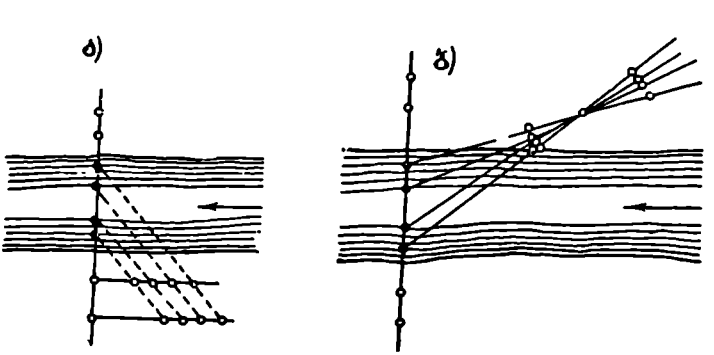
ინოვრება მახლობელი ძირითადი ვერტიკალის საწყისი წერტილიდან № 2+3,5, ან *NO*+14,5, ამ შემთხვევაში დამატებითი ვერტიკალი მოთავსებულია წყლის ნაპირსა და № 1 ვერტიკალს შორის, მუდმივი საწყისი წერტილიდან 14,5 მ-ზე.

ადგილზე სიჩქარეთა ვერტიკალების დამაგრება. კვეთზე სიჩქარეთა ვერტიკალების მდებარეობის დამაგრება დამოკიდებულია მდინარის სიგანეზე და კვეთის მოწყობილობაზე.

მცირე სიგანის მდინარეებზე, სადაც კვეთი მოწყობილია ხიდით, სიჩქარეთა ვერტიკალების მდებარეობას ამაგრებენ უშუალოდ ხიდის საფენზე ზეთიანი საღებავით ან საფენის ფიცარზე ამოჭრით და აწერენ ნომერს მუდმივი საწყისი წერტილიდან.

თუ კვეთი მოწყობილია გადასაყვანი აკვნით, ნავით ან პონტონით, მაშინ სასვლო გვარლის პარალელურად გაჭიმავენ დამატებით დანაყოფებიან გვარლს, რომელზედაც სიჩქარეთა ვერტიკალების ადგილს ამაგრებენ სპეციალური ნიშნებით, სადაც წარწერილი იქნება ვერტიკალის ნომერი. თვით სასვლო გვარლზე ვერტიკალების დამაგრება ან დანიშვნა მიზანშეწონილი არ არის.

განიერ მდინარეებზე, სადაც გვარლის გაჭიმვა არ ხერხდება, სიჩქარეთა ვერტიკალების მდებარეობა დაინიშნება მუდმივად ირიბი ან მარაოსებური კვეთების მიხედვით და აგრეთვე კუთხმზომი ინსტრუმენტით, კიპრეგელით, მენზულით ან სექსტანტით. ვერტიკალების დანიშვნის ხერხი ნაჩვენებია 100 ა და ბ ნახაზებზე.



ნახ. 100. ა—ირიბი კვეთები. ბ—მარაოსებური კვეთები.

სიჩქარეთა ვერტიკალების მდებარეობის დანიშვნისათვის, კიპრეგელის ან თეოდოლიტის გამოყენების დროს, აუცილებლად უნდა შეირჩეს ინსტრუმენტის დასადგმელი მუდმივი ადგილი, ხოლო

თეოდოლიტისათვის უნდა გამოანგარიშებულ იქნეს ჰორიზონტალური ანდა ვერტიკალური კუთხეების ცხრილი, რომლებიც შედგენილია ვიზირებული სხივებით სიჩქარეთა ვერტიკალებთან და ბაზისის მუდმივ ორიენტირთან.

განიერ ჭალებში ვერტიკალები კარგად უნდა დამაგრდეს ხიმინჯებით, რომელთაც უნდა დაეწეროს ვერტიკალის ნომერი.

§ 65. წყლის ხარჯების გაზომვა

როგორც აღნიშნული იყო, ტრიალათი ხარჯების გაზომვის დროს იყენებენ სამ ხერხს — დეტალურს, ძირითადს და შემოკლებულს. ჰიდროლოგიურ სადგურებზე დეტალური ხერხით ხარჯებს ზომავენ ჰიდროლოგიური საგუშაგოს დაარსებიდან პირველ ორსამ წელიწადს, იმ მიზნით, რომ დაადგინონ ხარჯების გაზომვის ძირითადი მეთოდი. შემოკლებითი ხერხით ხარჯების გაზომვა წარმოებს ერთ-სამ ვერტიკალზე და, როგორც წესი, ორ ვერტიკალზე თავისუფალ კალაპოტში, ხოლო სამ ვერტიკალზე — ყინულით დაფარულ ან მცენარეულიან კალაპოტში. შემოკლებითი ხერხით ხარჯების გაზომვა დაიშვება მდინარის მდგრადი კალაპოტის შემთხვევაში, ან როდესაც საშუალება არ არის გამოვიყენოთ ხარჯების გაზომვის ძირითადი მეთოდი (წყალმოვარდნის დროს). ამასთან ერთად ნამდვილი ხარჯის სიდიდე ჩვეულებრივ შეიძლება მივიღოთ წინასწარი ცდით დადგენილი გადამყვანი კოეფიციენტის გამოყენებით

$$K=\frac{Q_{\text{ნამდ.}}}{Q_{\text{შემოკ.}}}$$

სადაც, $Q_{\text{ნამდ.}}$ არის ყველა ვერტიკალებზე გაზომილი ხარჯი; $Q_{\text{შემოკ.}}$ —ერთ ან ორ-სამ ვერტიკალზე გაზომილი ხარჯი.

შემოკლებული ხერხით ხარჯის გაზომვის დროს ჩვეულებრივ მდინარის სილრმეებს არ ზომავენ, ხოლო ცოცხალი კვეთის ფართობს განსაზღვრავენ წინასწარ აგებული გრაფიკის $w=f(H)$-ის მრუდის მიხედვით.

წყლის ხარჯების გაზომვის დროს უნდა შესრულდეს შემდეგი სამუშაოები:

1) მუშაობის წარმოების პერიოდში მდინარის მდგომარეობის, ამინდის და სხვა პირობების აღწერა;

2) წყლის დონეებზე დაკვირვება;

3) ჰიდრომეტრიულ კვეთზე სილრმეების გაზომვა;

4) სიჩქარეების გაზომვა სიჩქარეთა ვერტიკალების ცალკეულ წერტილებზე;

5) დახრილ წყალსაზომ საგუშაგოზე წყლის დონეებზე დაკვირვება ან წყლის ზედაპირის ნიველირება.

ცნობები უნდა ჩაიწეროს „წყლის ხარჯების გაზომვის წიგნაკში“.

მდინარის მდგომარეობის აღწერაში შედის: 1) მდინარე თავისუფალია, თუ ყინულით არის დაფარული; 2) წყალმცენარეების არსებობა კვეთში და კვეთის ქვევით; 3) კალაპოტში თუ აღინიშნება მეჩეჩები, წყალთაშუები, ნაპირების ჩამოქცევის გაჩენის პირობები, გასაღრმავებელი და გასასწორებელი სამუშაოები; 4) ხე-ტყის დაცურება და მისი სახეები; 5) ქარის მიმართულება და სიმძლავრე, ღელვა, წყლის მიდენ-მოდენა და წყლის სიმღვრიეე; 6) ყინულოვანი მოვლენების არსებობა: წინაპირები, ნაწიბურები, ყინულსვლა, თოშსვლა და მათთან დართული მოვლენები, ყინულხერგილების გაჩენა და სხვ. ყინულდგომა, ყინულჭრილები, მინაყინების არსებობა და სხვ.

წყლის დონეებზე დაკვირვება წარმოებს ძირითად საგუშაგოზე, ხოლო თუ კვეთთან არის მოწყობილი საგუშაგო, მაშინ — კვეთის საგუშაგოზე. წყლის დონეების მცირე რყევადობის დროს დონეებს ზომავენ სამუშაოს დაწყებისა და დამთავრების დროს, ხოლო თუ დონეების ცვალებადობა მოსალოდნელია 10 სმ-ზე მეტი სიმაღლით, მაშინ დონეებს ზომავენ ყოველი 30 წუთის შემდეგ, როგორც ძირითად საგუშაგოზე, ისე ჰიდრომეტრიული კვეთის საგუშაგოზე.

ჰიდრომეტრიულ კვეთზე სიღრმეების გაზომვის ხერხები მოცემულია მეხუთე თავში.

ვერტიკალებზე დინების სიჩქარეების გაზომვა. ეს მუშაობა შეიძლება შესრულდეს ერთი ტრიალათი, რომელსაც თანდათანობით გადაადგილებენ ვერტიკალის სიღრმის სხვადასხვა წერტილზე, და აგრეთვე ერთბაშად რამოდენიმე ტრიალათი, რომლებიც შტანგაზე სიღრმის სხვადასხვა წერტილებზე დამაგრდება.

პირველი ხერხი წარმოადგენს ძირითადს წყლის ხარჯების გაზომვისათვის, ხოლო მეორე— მრავალი ტრიალათი გაზომვის ხერხს უმთავრესად იყენებენ სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დროს ლაბორატორიულ პირობებში. ამ შემთხვევაში ტრიალების ჩვენებების ჩაწერა ქრონოგრაფის საშუალებით წარმოებს.

თითოეულ ვერტიკალზე სიჩქარეების გაზომვის დროს უნდა ჩატარდეს შემდეგი სამუშაოები: 1) მდინარისა და ამინდის მდგომარეობის აღნიშვნა; 2) წყალსაზომ საგუშაგოებზე დონეების ათვლა

მუშაობის დაწყებისა და დამთავრების მომენტში; 3) ვერტიკალებზე სიღრმის გაზომვა, ზამთარში დამატებით გაიზომება კრისტალური ყინულის სისქე, წყალში ჩაძირული ყინულის სისქე, ყინულზე თოვლის საფარის სისქე, თოშის სისქე; 4) გამოანგარიშება ვერტიკალის სამუშაო სიღრმე და ვერტიკალის სიღრმეზე ტრიალას ჩასაშვები წერტილების ადგილი სიჩქარეების გასაზომად; 5) დინების სიჩქარეების გაზომვა ვერტიკალის სხვადასხვა წერტილებზე.

ვერტიკალის სამუშაო სიღრმე არის მანძილი წყლის ზედაპირიდან ფსკერამდე, ხოლო ყინულსაფარის შემთხვევაში სამუშაო სიღრმე იქნება ყინულის ქვედაპირიდან ფსკერამდე. როდესაც ყინულსაფარი გადაფარებულია წყლის ზედაპირს ზევით და ყინულსაფარსა და წყლის ზედაპირს შორის არის თავისუფალი სივრცე, მაშინ სამუშაო სიღრმედ თვლიან მანძილს წყლის ზედაპირსა და ფსკერს შორის. წყალქვეშა თოშის არსებობის დროს სამუშაო სიღრმე იქნება თოშის ქვედაპირიდან ფსკერამდე.

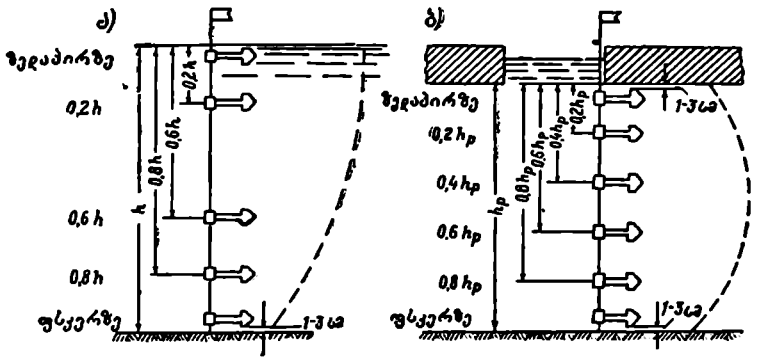
დინების სიჩქარეებს ზომავენ კვეთის მუდმივ ვერტიკალებზე, მაგრამ თუ სანაპირო ვერტიკალი წყლის პირიდან დაშორებულია მოსაზღვრე ვერტიკალის ნახევარზე მეტი მანძილით, მაშინ ნიშნავენ დამატებით ვერტიკალს წყლის ნაპირსა და პირველ სანაპირო ძირითად ვერტიკალს შორის. ჩამოქცეულ ნაპირთან, ან ხიდის საყრდენთან დამატებითი სანაპირო ვერტიკალი დაინიშნება არა სანაპირო წყლის გრიგალისებურ ზონაში, არამედ ამ ზონიდან 0,3 მ დაშორებით.

თუ სანაპირო ზოლში გვხვდება 0,08—0,10 მ/წ-ზე ნაკლები სიჩქარეები, რომელთა ზუსტი გაზომვა ტრიალებით არ ხერხდება, მაშინ ასეთი სივრცე უნდა გამოვიკვლიოთ სიღრმის ტივტივების საშუალებით. სიღრმის ტივტივების საშუალებით უნდა დავადგინოთ მკვდარი სივრცის საზღვარი და მისი ფართობი უნდა გამოვაკლოთ ცოცხალი კვეთის ფართობს. ასევე იქცევიან სხვა ვერტიკალებთანაც, სადაც კვეთზე გვხვდება მკვდარი სივრცეები.

ვერტიკალზე საშუალო სიჩქარის განსაზღვრისათვის მიზანშეწონილია, რაც შეიძლება ვერტიკალის დიდი რაოდენობის წერტილებზე გავზომოთ სიჩქარეები, რომ კარგად გამოვლინდეს ვერტიკალის სიჩქარეთა ეპიურის (გოდოგრაფის) ფორმა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს პლანიმეტრით ზუსტად გავზომოთ მისი ფართობი და გამოვიანგარიშოთ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე, ეპიურის ფართობის ვერტიკალის სიღრმეზე გაყოფის საშუალებით.

დეტალური ხერხით ხარჯების გაზომვის დროს თავისუფალი კალაპოტის პირობებში მიღებულია, ვერტიკალზე სიჩქარები გაი-

ზომის ხუთ წერტილში: ზედაპირის მახლობლად, სიღრმის 0,2h, 0,6h, 0,8h და ფსკერის მახლობლად, ხოლო ყინულსაფარიან და მცენარეულიან კალაპოტში ექვს წერტილზე: ზედაპირთან, 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 სიღრმეებზე და ფსკერთან (ნახ. 101).



ნახ. 101. ვერტიკალის სიღრმის მიხედვით სიჩქარეების გასაზომ წერტილებში ტრიალების მდებარეობა.
ა—თავისუფალ კალაპოტში; ბ—ყინულით დაფარულ კალაპოტში.

დეტალური ხერხით სიჩქარეების გაზომვის დროს, გაზომვების დამთავრებისთანავე თითოეული ვერტიკალისათვის აგებენ სიჩქარეთა ეპიურს (გოდოგრაფს) ხარჯების წიგნაკში მოცემულ უჯრედულაზე.

ძირითადი ხერხით წყლის ხარჯების გაზომვის დროს სიჩქარეთა ვერტიკალების შემცირებასთან ერთად ამცირებენ ვერტიკალზე სიჩქარეთა გასაზომი წერტილების რიცხვსაც. მდინარის თავისუფალი კალაპოტის დროს, სიჩქარეებს ზომავენ ვერტიკალის ორ წერტილში: სამუშაო სიღრმის 0,2h და 0,6h-ზე, თუ სიღრმე საკმარისი არ არის, მაშინ ვერტიკალზე სიჩქარეს ზომავენ ერთ წერტილში 0,5h ან 0,6h სამუშაო სიღრმეზე. თუ მოცემულ კვეთზე გათვალისწინებულია ტივტივების საშუალებით ხარჯების გაზომვა, მაშინ დამატებით ტრიალათი ზომავენ დინების ზედაპირულ სიჩქარეს, რომ განსაზღვრონ გადამყვანი კოეფიციენტი K_1 (ან K_2), ფიქტიური ხარჯის ნამდვილ ხარჯად გადასაყვანად.

ყინულსაფარისა და წყალმცენარეულობის დროს ძირითადი ხერხით ხარჯების განსაზღვრისას აგრეთვე ადგენენ ვერტიკალებზე სიჩქარეების გასაზომ დამატებით წერტილებს. ამ შემთხვევებში

ვერტიკალზე დინების სიჩქარეების გაზომვა სამ წერტილში წარმოებს: 0.15*h*; 0.50*h* და 0.85*h* სამუშაო სიღრმეზე. მცირე სიღრმეების დროს ვერტიკალზე ზომავენ სიჩქარეებს მხოლოდ ერთ წერტილში 0,5*h* სამუშაო სიღრმეზე.

შემოკლებითი ხერხით ხარჯების გაზომვის დროს ვერტიკალებზე სიჩქარეებს ზომავენ ორ წერტილში: 0,2*h* და 0,8*h* სამუშაო სიღრმეზე, ან ერთ წერტილში 0,6*h* სამუშაო სიღრმეზე. თუ შემოკლებითი ხერხით ხარჯების გაზომვა წარმოებდა ერთ ვერტიკალზე, მაშინ გაზომვები ორ-სამჯერ უნდა განმეორდეს.

სიჩქარეების გაზომვის ხანგრძლივობა ვერტიკალის ცალკეულ წერტილებში. როგორც აღნიშნული იყო ნაკადის რომელიმე წერტილში პულსაციის არსებობის შედეგად გაზომილი მყისი სიჩქარეები იცვლება სიდიდისა და მიმართულების მიხედვით. პულსაციის ამპლიტუდის სიდიდე დამოკიდებულია ნაკადის ტურბულენტურ მოძრაობაზე; ის მთის ჩქარ მდინარეებზე გაცილებით დიდია, ვიდრე ვაკის წყნარ მდინარეებზე. წყლის ხარჯების გაზომვის დროს აუცილებლად უნდა გაიზომოს წერტილში არა მყისი სიჩქარეები, არამედ მათი გასაშუალებული ადგილობრივი სიჩქარეები. ამისათვის ტრიალა უნდა დადგეს ვერტიკალზე სიჩქარის გასაზომ წერტილში რომელიმე განსაზღვრული დროის განმავლობაში, რომ მივიღოთ ამ წერტილისათვის საშუალო სიჩქარის მნიშვნელობა.

დადგენილია, რომ რამდენადაც დიდი ხნით გავაჩერებთ ტრიალას ერთ წერტილში, იმდენად უფრო ზუსტად მიიღება წერტილის საშუალო სიჩქარის მნიშვნელობა. მაგრამ ასეთი გაზომვები მოითხოვს დიდი დროის დახარჯვას, რაც სასურველი არ არის.

ცდის საფუძველზე დადგენილია, რომ წერტილში სიჩქარის გაზომვის საშუალო ხანგრძლივობა არ უნდა იყოს 100 წამზე ნაკლები, მაგრამ ეს დრო ცალკეულ შემთხვევებში აუცილებლად უნდა შემოწმდეს, რომ თვალყური ვადევნოთ დაკვირვების წერტილებში პულსაციის ხასიათს, აუცილებელია ჩაიწეროს ტრიალას ცალკეული სიგნალების მოსვლის დრო.

დროის ათვლა და ჩაწერა ტრიალას თითოეული სიგნალისათვის შესაძლებელია მხოლოდ დინების შედარებით მცირე სიჩქარეების დროს; დიდი სიჩქარეების დროს სიგნალები ხშირად ერთიმეორეს მიჰყვება და დროის ანათვალს იღებენ ტრიალას 2—5 სიგნალის მოსვლის შემდეგ.

სიგნალების რიცხვს და მის შესატყვის ტრიალას ფრთების ბრუნთა რიცხვს, ჩაწერილს დროებს შორის, მიმღებს უწოდებენ.

მიმღებების საერთო რიცხვი წერტილში დინების სიჩქარის გაზომვის დროის განმავლობაში უნდა იყოს წყვილი, ჩვეულებრივ არაუმეტეს რვისა და არანაკლებ ორისა, იმ ანგარიშით, რომ დაკვირვების საერთო ხანგრძლივობა უნდა იყოს არანაკლებ 100 წამისა.

დაკვირვებათა დროის ხანგრძლივობის საკმარისობის შემოწმება წარმოებს დაკვირვების ხანგრძლივობის პირველი ნახევრის დაკვირვების ხანგრძლივობის მეორე ნახევართან შედარებით. ისინი ერთიმეორისაგან არ უნდა განსხვავდებოდეს 5 წამზე მეტი დროით. თუ გაზომვის პირველი პერიოდის ხანგრძლივობა განსხვავდება მეორე პერიოდისაგან 5 წამით, მაშინ დაკვირვება უნდა გაგრძელდეს კიდევ 2,4 და 6 მიმღებამდე.

მაგალითად:

მიმღების (სიგნალის) ნომერი	0	1	2	3	4	5	6
წამმზომის ჩვენება	0	20	39	59	80	100	121

ამ შემთხვევაში, დაკვირვების ხანგრძლივობის პირველი ნახევარი შეადგენს 59 წამს, აქედან მთელი დაკვირვების პერიოდისათვის უნდა იყოს 59+59=118 წამი, მაგრამ მივიღეთ 121 წამი, სხვაობა შეადგენს 121—118=3 წამს, რაც ნაკლებია 5 წამზე, ამიტომ მოცემულ შემთხვევაში დაკვირვება შეიძლება შეწყდეს.

ვერტიკალის წერტილში დინების თითოეული სიჩქარის გაზომვის დროს, სანამ დაიწყებოდეს ტრიალადან მოსული სიგნალების დროის აღრიცხვა, პირველ 2—3 სიგნალს უშვებენ ჩაუწერლად. ეს აუცილებელია იმისათვის, რომ ტრიალას ფრთებმა მიიღოს ბრუნვის სიჩქარე წყლის დინების სიჩქარის შესატყვისად.

ჩქარი დინების დროს უმჯობესია დრო აღვნიშნოთ სიგნალის დამთავრების შემდეგ, ხოლო ნელი დინების დროს კი სიგნალის მოსვლის დასაწყისში, რადგანაც ამ შემთხვევაში სიგნალი იქნება ხანგრძლივი და შეიძლება წყვეტილი, რამაც შეიძლება აღრიცხვაში არევ-დარევა გამოიწვიოს.

მუშაობის მთელი პერიოდის განმავლობაში უნდა ვაკვირდებოდეთ ტრიალადან მიღებულ სიგნალებს და მუშაობის დამთავრების შემდეგ უნდა გაისინჯოს ჩანაწერები. ნაკლოვანებების აღმოჩენის შემთხვევაში დაკვირვება აუცილებლად უნდა განმეორდეს.

§ 66. დინების სიჩქარის და წყლის ხარჯების განსაზღვრა ინტეგრაციული ხერხებით

ვერტიკალზე სხვადასხვა წერტილში სიჩქარეების გაზომვის ხერხების გარდა ზოგჯერ იყენებენ ეგრეთ წოდებულ სიჩქარეების გაზომვის ინტეგრაციულ ხერხებს. ამ ხერხის არსი შემდეგში მდგომა-

რეობს: ტრიალას ფრთებს დავაყენებთ დინების საპირისპიროდ და ნელა გადავაადგილებთ ცოცხალი კვეთის სიბრტყეში რომელიმე მიმართულებით ერთი წერტილიდან მეორე წერტილამდე და პირუკუ. ამ დროს აღვრიცხავთ ტრიალას ფრთების საერთო ბრუნთა რიცხვს N-ს და გაზომვის პერიოდის ხანგრძლივობას t-ს, მაშინ ნაკადის დინების საშუალო სიჩქარე გავლილი გზის მონაკვეთზე განისაზღვრება ტრიალას ფრთების ბრუნთა რიცხვის n-ის მიხედვით წამებში:

$$n=\frac{N}{t};\ v=f(n)$$

შეიძლება მოინახოს გრაფიკზე.

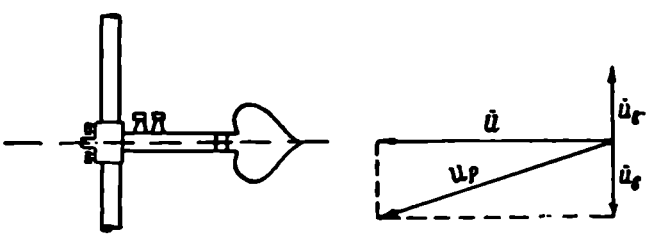
სიჩქარეების ინტეგრაციული გაზომვები შეიძლება ვაწარმოოთ ვერტიკალების, ჰორიზონტალების და მთელი ცოცხალი კვეთის მიხედვით. ამ შემთხვევაში ტრიალას გადაადგილებენ ნელი თანაბარი მოძრაობით 0,01—0,10 მ/წ სიჩქარით, წყლის ზედაპირიდან ფსკერამდე, შემდეგ ამავე სიჩქარით ამოიღებენ ფსკერიდან წყლის ზედაპირამდე, ეს ორჯერ განმეორდება. ფრთების ბრუნთა საერთო რიცხვს გაყოფენ გაზომვის დროის ხანგრძლივობაზე და ღებულობენ ფრთების ბრუნთა რიცხვს წამში, რომელიც შეესატყვისება ვერტიკალის საშუალო სიჩქარის მნიშვნელობას.

ვერტიკალზე ინტეგრაციული ხერხით გაზომილი საშუალო სიჩქარის სიზუსტე დამოკიდებულია მთელ რიგ მიზეზებზე. კერძოდ კი გავლენას ახდენს ტრიალას გადაადგილების სიჩქარე: ამ დროს ტრიალას ფრთებზე მოქმედებს. როგორც ნაკადის დინების სიჩქარე, ისე გვერდით სიჩქარეთა მდგენელი, რომლის სიდიდე განისაზღვრება ტრიალას გადაადგილების სიჩქარით (ნახ. 102).

ამგვარად, ტრიალას ფრთები იბრუნებს სიჩქარის ძალის მოქმედებით, რომელიც უდრის ადგილობრივი სიჩქარეების ვექტორების გეომეტრიულ ჯამს და ტრიალას გადაადგილების სიჩქარეს. რამდენადაც მცირედ იქნება განსხვავებული ჯამური ვექტორის სიდიდე დინების სიჩქარის ვექტორისგან, იმდენად ზუსტი იქნება გაზომვები. აქედან ცხადია, რომ ტრიალას გადაადგილების სიჩქარე არ უნდა იყოს მნიშვნელოვანი სიდიდის. ის აგრეთვე დამოკიდებულია ნაკადის დინების სიჩქარის სიდიდეზე. ნაკადის დინების დიდი სიჩქარეების დროს დასაშვებია გადიდდეს ტრიალას გადაადგილების სიჩქარეც.

ინტეგრაციული ხერხით გაზომილი სიჩქარეების სიზუსტეზე აგრეთვე გავლენას ახდენს ნაკადის დინების სიჩქარის პულსირებული

ცვალებადობის დროში არასაკმარისი გასაშუალოება. და აგრეთვე ის, რომ გაზომვების დროს ტრიალა არ ამოაქვთ ზუსტად წყლის ზედაპირამდე და არ ჩადის ფსკერამდე. ამიტომ ინტეგრაციული ხერხით გაზომილი საშუალო სიჩქარეების სიდიდის სიზუსტე 1—3% ნაკლებია წერტილებზე გაზომილი სიჩქარეებიდან გამოანგარიშებულ საშუალო სიჩქარესთან შედარებით. ინტეგრაციული ხერხი შეიძლება აგრეთვე გამოყენებულ იქნეს მდინარის მთელ სიგანეზე ზედაპირული საშუალო სიჩქარის განსაზღვრისათვის და აგრეთვე მთელ ცოცხალ კვეთზე საშუალო სიჩქარის გასაზომად.



ნახ. 102. სიჩქარეები, რომლებიც მოქმედებენ ტრიალას ფრთებზე ინტეგრაციული ხერხით გაზომვის დროს.

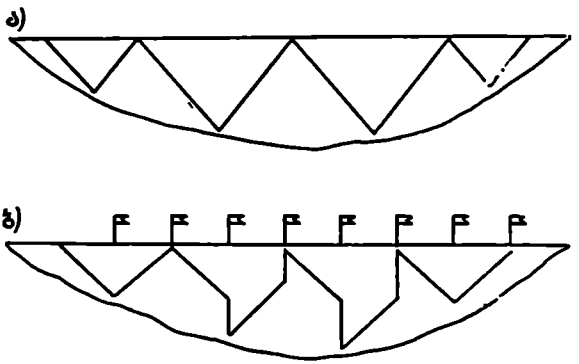
$\bar{u}$—წყლის დინების სიჩქარე; $\bar{u}_\rho$—სიჩქარე ტრიალას განივი გადაადგილებისას; $\bar{u}_\delta$—გეერდითი მდგენელი, რომელიც მოქმედებს ტრიალას ფრთებზე, რაც ტოლია გადაადგილების სიჩქარის და საწინააღმდეგო მიმართულებისაა, $\bar{u}_\rho$—ჯამური ვექტორი.

დინების ზედაპირული საშუალო სიჩქარის განსაზღვრის ინტეგრაციული ხერხი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის, ანალოგიურად ზედაპირული ტივტივებით ხარჯების განსაზღვრისა. ინტეგრაციული ხერხით წყლის ხარჯების განსაზღვრა მოითხოვს მცირე დროს, ტივტივებით ხარჯების განსაზღვრასთან შედარებით. ამიტომ ინტეგრაციული ხერხის გამოყენება უფრო ხელსაყრელია წყალმოვარდნების ხარჯების გაზომვის დროს, რადგანაც გაზომვისათვის მცირე დროს მოითხოვს.

ნაკადის დინების ცოცხალ კვეთში ინტეგრაციული ხერხით საშუალო სიჩქარის გაზომვა მიზნად ისახავს ნაკადის მთელი დინების საშუალო სიჩქარის განსაზღვრას, რომლის საშულებითაც გამოიანგარიშება ნაკადის ხარჯი ($Q = F \; V$ მ³/წ).

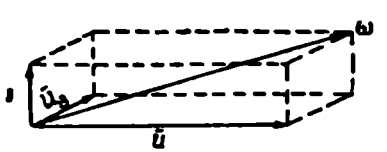
ინტეგრაციული ხერხით ნაკადის ცოცხალი კვეთის საშუალო სიჩქარის განსაზღვრა შეიძლება ვაწარმოოთ ცოცხალ კვეთში

ტრიალას ზიგზაგური გადაადგილების გზით, ნაკადის ზედაპირიდან ფსკერამდე და პირიქით, ფსკერიდან ზედაპირამდე, ერთი ნაპირიდან მეორე ნაპირამდე და ა. შ. (ნახ. 103). ამ დროს ხდება რეგისტრაცია



ნახ. 103. ცოცხალ კვეთში ტრიალას გადაადგილების სქემა ინტეგრაციული ხერხით სიჩქარეების გაზომვის დროს.

ტრიალას ფრთების ბრუნთა მთელი რიცხვისა და გაზომვის მთელი დროის ხანგრძლივობისა. ამით მოინახება ტრიალას ფრთების ბრუნთა რაოდენობა ერთ წამში, ამ უკანასკნელით კი ტარირების გრაფიკზე ადვილად განვსაზღვრავთ მთელი კვეთისათვის საშუალო სიჩქარის მნიშვნელობას.



ნახ. 104. სიჩქარეთა ვექტორების სქემა ცოცხალი კვეთის მიხედვით სიჩქარეთა ინტეგრაციის დროს.

$\bar{u}$—დინების სიჩქარე; $\bar{u}_{ვერტ.}$ — ტრიალას ვერტიკალური გადაადგილების სიჩქარე; $\bar{u}_{ჰორ.}$—ტრიალას ჰორიზონტალურად გადაადგილების სიჩქარე; w—ჯამური ვექტორი.

ინტეგრაციული ხერხით ცოცხალ კვეთის საშუალო სიჩქარის განსაზღვრის დროს ტრიალას ფრთებზე სამი სიჩქარე მოქმედებს:

1) ნაკადის დინების სიჩქარე; 2) ტრიალას ვერტიკალურად გადაადგილების სიჩქარე და 3) ტრიალას ჰორიზონტალურად გადაადგილების სიჩქარე (ნახ. 104). ამის შედეგად ტრიალა აკეთებს ჯამური ვექტორის ფიქსირებას:

$$w = \sqrt{\overline{u}^2 + \overline{u}_y^2 + \overline{u}_z^2}, \qquad (55)$$

ე. ი. იძლევა სიჩქარის გადიდებულ მნიშვნელობას, რომ ეს გადიდება შემცირდეს, ამისათვის $\overline{u}_{\text{ვერტ.}}$ და $\overline{u}_{\text{ჰორიზ.}}$ უნდა შემცირდეს.

მთელ ცოცხალ კვეთში ნაკადის საშუალო სიჩქარის განსაზღვრა მნიშვნელოვნად ამცირებს მუშაობის ხანგრძლივობას, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ხარჯების გაზომვის დროს, განსაკუთრებით წყლის ნაკადის არამდგრადი მოძრაობის დროს (წყალმოვარდნების და წყალსაშვებებიდან წყლის გაშვების შემთხვევაში) კალაპოტის ინტენსიური დეფორმაციის დროს, როდესაც ჩვეულებრივი წერტილობრივი წესით გაზომვების ხერხებმა შეიძლება მოგვცეს არაზუსტი შედეგები, ხანგრძლივი პერიოდის გაზომვის შედეგად.

ცოცხალ კვეთში საშუალო სიჩქარის გაზომვის ინტეგრაციული ხერხი, შეიძლება წარმატებით იქნას გამოყენებული პატარა და საშუალო მდინარეებზე, სადაც კვეთზე მოწყობილია დისტანციური დანადგარები, ან გვარლიანი გადასასვლელები (აკვანი, ბორანი, ნავი, პონტონი და სხვ.). გულდასმით მუშაობის დროს ინტეგრაციული ხერხით ხარჯის გაზომვის ცდომილება შეადგენს 1—4%, დეტალური ხერხით გაზომილ ხარჯებთან შედარებით.

§ 67. წყლის ხარჯების გამოანგარიშების ხერხები

ყველა გაზომვები, რომელიც ჩატარებულ იქნა წყლის ხარჯების ტრიალათი გაზომვის დროს, ჩაიწერება ხარჯების გაზომვის სტანდარტული ნიმუშის სპეციალურ ჟურნალში, სადაც ცალკეულ გრაფებში წერენ: 1) ხარჯების გაზომვის დროს მდინარისა და ამინდის საერთო დახასიათებას; 2) დონეებზე დაკვირვების შედეგებს; 3) ნიველირებით ჩატარებულ წყლის ზედაპირის დახრილობის გაზომვის შედეგებს; 4) ჰიდროკვეთში გაზომილ სიღრმეებს; 5) მდინარის სანაპირო უბნის გამოკვლევის შედეგებს ჰკვდარი სივრცის არსებობის შესახებ; 6) სიჩქარეების ცალკეული ვერტიკალების ცალკეულ წერტილებზე გაზომვის მონაცემებს. გარდა ამისა, ჟურნალში არის განსაკუთრებული ცხრილი, რომელშიაც წარმოებს ანალიზური ხერხით გაანგარიშებული ხარჯების ჩაწერა.

წყლის ხარჯების გაზომვის ჟურნალში ძირითადი ადგილი უჭირავს დინების სიჩქარეთა გაზომვის ჩანაწერებს, რომელიც ცხრილ-

ში მოყვანილია თითოეული სიჩქარეთა ვერტიკალისათვის, სადაც ვერტიკალის ცალკეული წერტილის (ზედაპირის, $0,2h$; $0,6h$; $0,8h$; და ფსკერის) სიჩქარეების ჩასაწერად არის ცალკეული გრაფები, რომელშიაც იწერება: ა) ტრიალას წყალში ჩაძირვის სიღრმე; ბ) ცალკეული სიგნალისათვის დროის აღრიცხვა წამმზომის მიხედვით; გ) ტრიალას ფრთების ბრუნვის საერთო ჯამი; დ) ტრიალას ფრთების ბრუნვის რიცხვი ერთ წამში და ე) წერტილში გამოანგარიშებული სიჩქარე.

ტრიალათი გაზომილი წყლის ხარჯების გამოანგარიშებისათვის ძირითადად იყენებენ შემდეგ ხერხებს: 1) ანალიზურს; 2) გრაფიკულს და 3) იზოტაქების ხერხს.

ანალიზური ხერხი ყველაზე უფროა გამოყენებული და მოხერხებულია, რადგან არ მოითხოვს სპეციალური გრაფიკების აგებას. ხანგრძლივდება გაანგარიშების სიმარტივით. ცოცხალ კვეთში სიჩქარეების წესიერად განაწილების დროს იძლევა სრულიად დამაკმაყოფილებელ შედეგს. საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოსამსახურის სისტემაში ანალიზური ხერხით წყლის ხარჯების გამოანგარიშება წარმოადგენს ძირითად ხერხს.

გრაფიკული და იზოტაქების ხერხები მოითხოვს ხარჯების გამოანგარიშებისათვის დიდ დროს და სპეციალური გრაფიკების აგებას. ეს ხერხები იძლევა უფრო ზუსტ გაანგარიშებას ანალიზურ ხერხთან შედარებით. გრაფიკული ხერხით წყლის ხარჯების გამოანგარიშებას მიმართავენ ყველა შემთხვევაში დეტალური ხერხით გაზომვების დროს და აგრეთვე რთულ შემთხვევებში, როცა კალაპოტში არის ძლიერი თოშსვლა, როცა კალაპოტი დატოტიანებულია და წყალი ძირითადი კალაპოტიდან გადადის განიერ ჭალებში, სადაც დინებათა სიჩქარეები არაწესიერად არის განაწილებული და ა. შ.

იზოტაქებით ხარჯების გამოანგარიშების ხერხი გამოირჩევა დიდი შრომატევადობით. მას იყენებენ უმთავრესად სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დროს, რადგან ცოცხალ კვეთში სიჩქარეების განაწილების საუკეთესო გამოვლინების საშუალებას იძლევა.

წყლის ხარჯების ანალიზური ხერხით წინასწარ გამოანგარიშება რეკომენდებულია ვაშარმოოთ ველად სამუშაოს დამთავრებისთანავე, რომ შეცდომის აღმოჩენის შემთხვევაში შესაძლებელი იყოს განმეორებითი გაზომვების ჩატარება.

თუ მდინარის წყლის ხარჯების გაზომვები ჩატარდა ცალ-ცალკე ძირითად კალაპოტში, ჭალაში, ან განაკადებში, მაშინ ხარჯები გაიზომება ცალ-ცალკე, ხოლო მთლიანი ხარჯი მიიღება მათი შეჯამების შედეგად წყლის საერთო დონესთან მიყვანით.

ანალიზური ხერხით წყლის ხარჯების გამოანგარიშება. ანალიზური ხერხით წყლის ხარჯების განსაზღვრა წარმოებს 53-ე ფორმულით (§ 62, გვ. 211). თუ გამარტივებისათვის მას შევცვლით ინტეგრალური შეჯამებით, მაშინ აღნიშნული ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Q = kv_1w_0 + \frac{v_1+v_2}{2} \cdot w_1 + \frac{v_2+v_3}{2} \cdot w_2 + \ldots + \frac{v_{n-1}+v_n}{2} \cdot w_{n-1} + kv_nw_n, \qquad (57)$$

სადაც Q—წყლის ხარჯია, მ³/წ; v_1; v_2; v_3; v_n—1, 2, 3, და n ვერტიკალების საშუალო სიჩქარეებია მ/წ. w_0—ცოცხალი კვეთის ფართობია (პირველი ვერტიკალისა და წყლის ნაპირის შორის, w_1; w_2; w_3—სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის ცოცხალი კვეთის ფართობებია; w_n ცოცხალი კვეთის ფართობია ბოლო სიჩქარის ვერტიკალსა და მდინარის მეორე ნაპირს შორის, ან მკვდარი სივრცის საზღვარს შორის, k კოეფიციენტია, რომლის სიდიდეს სხვადასხვა შემთხვევებისათვის ღებულობენ შემდეგი ცხრილის მიხედვით (ცხრ. 17).

ცხრილი 17

კალაპოტში წყლის სანაპირო ზოლის ხასიათი	k
დამრეცი სანაპირო წყლისპირთან ნულოვანი სიღრმით	0,7
ჩამოქცეული ნაპირი ან არასწორი კედლით	0,8
კალაპოტის ნაპირი სწორი გლუვი კედლით	0.9
კალაპოტის ნაპირზე მკვდარი სივრცის არსებობის დროს	0,5

57-ე ფორმულაში მოყვანილი თითოეული შესაკრები წარმოადგენს წყლის ნაწილობრივ ხარჯს; პირველი შესაკრები არის ნაწილობრივი ხარჯი ნაპირსა და პირველ ვერტიკალს შორის; მეორე შესაკრები—ნაწილობრივ ხარჯი პირველ და მეორე ვერტიკალს შორის და ა. შ. თითოეული ნაწილობრივი ხარჯი გამოიანგარიშება ცოცხალი კვეთის ნაწილის ფართობის საშუალო სიჩქარეზე გადამრავლებით. ამგვარად, ხარჯის გამოანგარიშებისათვის, აუცილებლად უნდა განისაზღვროს საშუალო სიჩქარე, სიჩქარეთა ვერტიკალებისთვის და ცოცხალი კვეთის ნაწილობრივი ფართობები.

ვერტიკალის საშუალო სიჩქარის სიდიდე გამოიანგარიშება ემპირიული ფორმულების საშუალებით, მათში ვერტიკალის წერტილებზე გაზომილი სიჩქარეების ჩასმით. გაზომილი წერტილების რაოდენობასთან და კალაპოტის მდგომარეობასთან დამოკიდებულების მიხედვით, ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე განისაზღვრება ერთერთი რომელიმე ფორმულით:

1) ხარჯის განსაზღვრისათვის იმ შემთხვევაში, როდესაც კალაპოტი თავისუფალია ყინულისაგან და წყალმცენარეებისაგან და დინების სიჩქარეები გაზომილია ვერტიკალზე ხუთ წერტილში, ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$v_{\text{ვერტ.}} = 0{,}1\,(\bar{u}_{\text{ზ}} + 3\bar{u}_{0{,}2} + 3\bar{u}_{0{,}6} + 2\bar{u}_{0{,}8} + \bar{u}_{\text{ფს.}}). \qquad (58)$$

ვერტიკალის სამ წერტილზე სიჩქარეების გაზომვის დროს:

$$v_{\text{ვერტ.}} = 0{,}25\,(\bar{u}_{0{,}2} + 2\bar{u}_{0{,}6} + \bar{u}_{0{,}8}). \qquad (59)$$

ვერტიკალის ორ წერტილში სიჩქარეების გაზომვის დროს:

$$v_{\text{ვერტ.}} = 0{,}5\,(\bar{u}_{0{,}2} + \bar{u}_{0{,}8}). \qquad (60)$$

ერთ წერტილში გაზომვის დროს $v_{\text{ვერტ.}} = \bar{u}_{0{,}6}$.

2) ხარჯის განსაზღვრა იმ შემთხვევაში, როდესაც კალაპოტი დაფარულია ყინულითა და წყალმცენარეებით:

ვერტიკალზე ექვს წერტილში სიჩქარეების გაზომვის დროს, ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$v_{\text{ვერტ.}} = 0{,}1\,(\bar{u}_{\text{ზ.}} + 2\bar{u}_{0{,}2} + 2\bar{u}_{0{,}4} + 2\bar{u}_{0{,}6} + 2\bar{u}_{0{,}8} + \bar{u}_{\text{ფს.}}); \qquad (61)$$

სამ წერტილში სიჩქარეების გაზომვის დროს:

$$v_{\text{ვერტ.}} = {}^1/_3\,(\bar{u}_{0{,}15} + \bar{u}_{0{,}5} + \bar{u}_{0{,}85}); \qquad (62)$$

ერთი წერტილში სიჩქარეების გაზომვის დროს:

$$v_{\text{ვერტ.}} = k\bar{u}_{0{,}5}, \qquad (63)$$

სადაც კოეფიციენტი $k = 0{,}9$.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ვერტიკალის სიღრმე არ არის საკმარისი გასაზომი სიღრმეებისათვის და სიჩქარეებს ზომავენ თანაბარ სიღრმეებზე, მაშინ საშუალო სიჩქარე გამოიანგარიშება როგორც გოცემული ვერტიკალისათვის გაზომილი სიჩქარეების საშუალო არითმეტიკული სიდიდე.

მოყვანილ ფორმულაში 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 ინდექსებით აღნიშნულია ვერტიკალზე სიჩქარეთა გასაზომი წერტილების შეფარდებითი მდებარეობა წყლის ზედაპირიდან ფსკერისაკენ.

ცოცხალი კვეთის უბნური ფართობები განისაზღვრება სიჩქარეთა და გასაზომი ვერტიკალების სიღრმეების გათვალისწინებით (ნახ. 105).

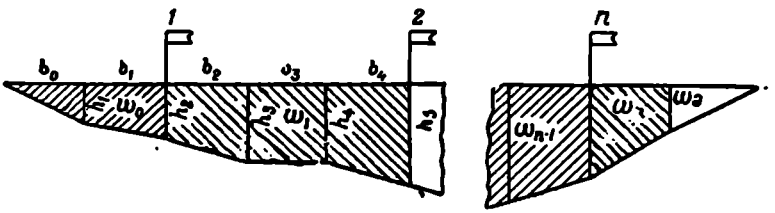
ცოცხალი კვეთის უბნური ფართობი ნაპირებსა და პირველ ვერტიკალებს შორის გამოიანგარიშება ფორმულით.

$$w_0 = {}^1/_2\,h_1\,b_0 + \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot b_1. \qquad (64)$$

ცოცხალი კვეთის უბნური ფართობი პირველ და მეორე სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$w_1 = \frac{h_2+h_3}{2} b_2 + \frac{h_3+h_4}{2} b_3 + \frac{h_4+h_5}{2} b_4 \text{ და ა. შ.} \qquad (65)$$

სადაც h_1, h_2, h_3, h_4 და ა. შ. არის გაზომილი ვერტიკალების სამუშაო სიღრმეები მ-ში, b_0—არის მანძილი წყლის ნაპირიდან პირველი სიღრმის ვერტიკალამდე მ-ში, b_1, b_2, b_3, b_4 და ა. შ. მანძილები განაზომი სიღრმის ვერტიკალებს შორის.



ნახ. 105. ცოცხალი კვეთის უბნური ფართობების გამოანგარიშების სქემა.

თუ ნაპირებთან წყლის სიღრმეები არ არის ნულის ტოლი, მაშინ ნაპირთან სიღრმე უნდა გავითვალისწინოთ პირველ ვერტიკალამდე ნაწილობრივი ფართობების გაანგარიშების დროს ორივე სანაპიროსათვის.

თუ წყლის ხარჯის გაზომვა წარმოებდა რეცხად კალაპოტში, მაშინ ცოცხალი კვეთის ფართობის გასაანგარიშებლად ღებულობენ საშუალო სიღრმეს, ხარჯის გაზომვამდე და გაზომვის შემდეგ.

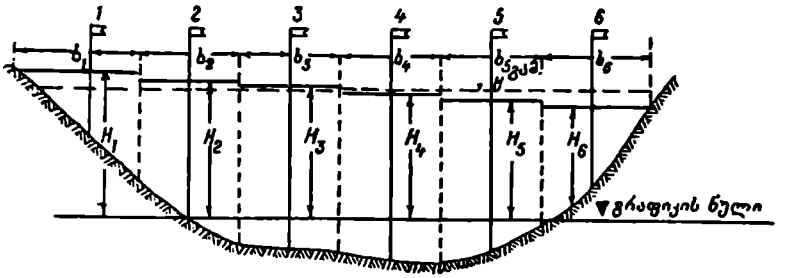
ანალიზური მეთოდით წყლის ხარჯების გამოანგარიშება წარმოებს ქვემოთ მოყვანილი ფორმის (ცხრ. 18) მიხედვით.

ცხრილი 18

სიჩქარეთა ვერტიკალები №№	დინების საშუალო სიჩქარე მ/წმ-ში		ცოცხალი კვეთის ფართობი სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის, მ-ში	წყლის ნაწილობრივი ხარჯი მ³/წ.
	ვერტიკალზე	ვერტიკალებს შორის		

მდინარის მთლიანი ხარჯი მიიღება ნაწილობრივი ხარჯების შეკრებით.

იმ შემთხვევაში, თუ ხარჯის გაზომვის დროს მდინარეში წყლის დონეები იცვლებოდა, მაშინ აუცილებლად უნდა განისაზღვროს საანგარიშო დონე, რომელიც მიიღება ხარჯის გამოანგარიშების დროს. საანგარიშო დონის განსაზღვრა აუცილებელია აგრეთვე ხარჯის მრუდის აგების დროს (ნახ. 106).



ნახ. 106. საანგარიშო დონის გახსაზღვრის სქემა.

თუ დონეების ცვალებადობა 10 სმ-ზე მეტი არ არის, მაშინ საანგარიშო დონედ მიიღება მისი საშუალო არითმეტიკული სიდიდე, ხარჯის გაზომვის დაწყებისას და დამთავრების დროს ათვლილი დონეებიდან, ე. ი.

$$H_{\text{საანგ.}} = \frac{H_1 + H_2}{2}, \tag{66}$$

სადაც H_1 არის ხარჯის გაზომვის დაწყების დროს ათვლილი დონე, H_2—ხარჯის გაზომვის დამთავრების დროს ათვლილი დონე.

ხარჯების გაზომვების დროს წყლის დონეების მნიშვნელოვანი ცვალებადობისას, როდესაც დონეებზე წარმოებდა დამატებითი დაკვირვებები, საანგარიშო დონე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$H_{\text{საანგ.}} = \frac{H_1 q_1 b_1 + H_2 q_2 b_2 + + \cdots + H_n q_n b_n}{q_1 b_1 + q_2 b_2 + + \cdots + q_n b_n}, \tag{67}$$

სადაც H_i არის მოცემული ვერტიკალისათვის წყლის დონე გრაფიკის ნულიდან, რომელიც მიეკუთვნება $0{,}6h$ სიღრმეზე სიჩქარის გაზომვის მომენტს (ნახ. 106); $qi = v_i h_i$ არის მოცემული ვერტიკალის ელემენტარული ხარჯი მ²/წ, b_i მდინარის ნაწილობრივი სიგანე, ან მანძილი ვერტიკალებს შორის მ-ში.

წყლის ხარჯების განსაზღვრის ხერხი დაზუსტებულ იქნა პ. ბრასლავსკის მიერ, რომელიც ითვალისწინებს კვეთის ვერტიკალებზე წყლის დონეების საშუალო სიჩქარეების ეპიურის სიმრუდეს,

ზემო აღნიშნულ ანალიზურ ხერხში ვერტიკალებს შორის უბნური ხარჯი იანგარიშებოდა კვეთის ნაწილობრივი ფართობის ორი მოსაზღვრე ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეების ნახევარ ჯამზე გადამრავლებით (ფორ. 57).

დაზუსტებული ხერხით ვერტიკალებს შორის უბნური ხარჯის გამოანგარიშება ხდება შემდეგი ფორმულით

$$Q_{\text{ნაწ.}} = wkv_{\text{ვერ.}},$$

სადაც, w არის ცოცხალი კვეთის ფართობი ვერტიკალებს შორის: $v_{\text{ვერ.}}$ არის უდიდესი საშუალო სიჩქარე უბნის საზღვრებზე; K კოეფიციენტი განისაზღვრება შემდეგი დამოკიდებულებით: $K = \frac{v_{\text{ვამც.}}}{v_{\text{ვერ.}}}$, ცხრილის მიხედვით[1] ($v_{\text{ვამც}}$ არის ვერტიკალის საზღვრებზე უმცირესი საშუალო სიჩქარე).

მდინარის მთლიანი ხარჯი მიიღება ნაწილობრივი ხარჯების შეჯამებით. წყლის ნაპირებთან ნაწილობრივი ხარჯების გამოანგარიშების დროს კოეფიციენტი K მიიღება იგივე, რაც მოცემულია მე-17 ცხრილში, ანალიზური ხერხით ხარჯების გამოანგარიშებისათვის.

აღნიშნული დაზუსტებული ხერხი კარგ ეფექტს იძლევა, როდესაც გვაქვს მდინარის კალაპოტის ვარცლისებური ფორმა და ცოცხალ კვეთში დინების სიჩქარეები მცირედ ცვალებადობს.

ხარჯის გამოანგარიშება გრაფიკული ხერხით. ამ ხერხით წყლის ხარჯის გამოანგარიშებისათვის უნდა ჩატარდეს შემდეგი სამუშაოები:

1) მილიმეტრიულ ქაღალდზე აგებენ ჰიდრომეტრიული განივი კვეთის პროფილს, რომელზედაც გატარდება საანგარიშო დონე (ნახ. 107).

2) იმავე ფურცელზე, პროფილის ქვეშ ან მარჯვენა მხარეზე, აგებენ ვერტიკალების სიჩქარეთა ეპიურებს (გოდოგრაფებს). ეპიურისათვის ვერტიკალური მასშტაბი უნდა იყოს პროფილის ვერტიკალური მასშტაბის ტოლი, ხოლო სიგანის მასშტაბს აიღებენ ვერტიკალურ მასშტაბთან შედარებით უფრო მცირეს, რომ სიჩქარის ეპიურის სიმაღლე შეესამჩნევად მეტი იყოს მის სიგანესთან შედარებით.

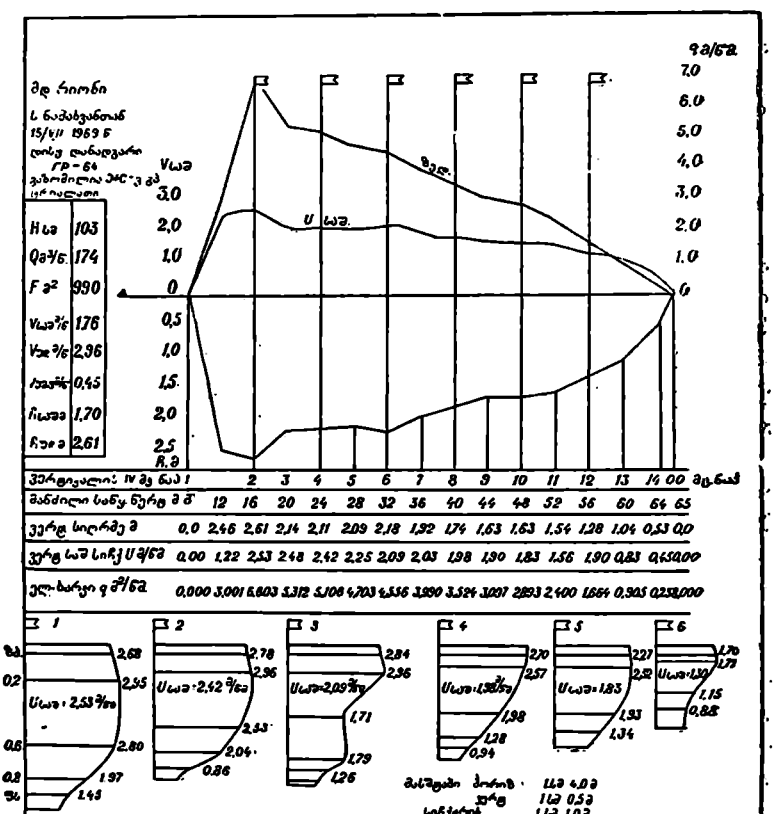
3) ანგარიშობენ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეს. სიჩქარეთა ეპიურის ფართობის ვერტიკალის სამუშაო სიღრმეზე გაყოფით.

---

[1] Дополнения и уточнения к наставлению гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 6, ч. 1. Гидрометеоиздат. Ленинград. 1963.

სიჩქარეთა ეპიურის ფართობს ზომავენ პლანიმეტრის ან პალეტის დახმარებით.

4) პროფილის ზევით, წყლის ზედაპირიდან სათანადო მასშტაბით, სიჩქარეთა ვერტიკალების გაგრძელებაზე აღმართავენ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეთა მნიშვნელობებს და მათ ბოლო წერტილებს აერთებენ მდოვრე მრუდი ხაზით (ნახ. 107), რაც იძლევა



ნახ. 107. გრაფიკული ხერხით ხარჯის გამოანგარიშება.

პროფილის ზევით ვერტიკალების საშუალო სიჩქარეთა ეპიურს, საიდანაც თითოეული სიღრმის ვერტიკალისათვის ჩამოიღებენ საშუალო სიჩქარეს და წერენ პროფილის ქვევით შესატყვის გრაფაში.

5) ყველა სიღრმისა და სიჩქარეების ვერტიკალებისათვის გამო-

იანგარიშებენ ელემენტარულ ხარჯებს. ამისათვის ვერტიკალის სამუშაო სიღრმეს ამრავლებენ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეზე

$$q_i = v_1 \cdot h_1 \text{ მ}^2/\text{წმ}.$$

გაანგარიშებით მიღებულ ელემენტარული ხარჯების მნიშვნელობებს წერენ პროფილის ქვევით უკანასკნელ გრაფაში.

6) ელემენტარული ხარჯების სიდიდეებს შესატყვისი მასშტაბით გადაზომავენ პროფილის წყლის ზედაპირს ზევით, ვერტიკალების გაგრძელებაზე და მიღებულ წერტილებზე ატარებენ მდოვრე მრუდ ხაზს, რაც გამოსახავს ელემენტარული ხარჯების ეპიურს. ელემენტარული ხარჯების ეპიურისათვის მასშტაბი უნდა შეირჩეს ისეთნაირად, რომ ხარჯების ეპიურის ხაზი გადიოდეს სიჩქარეთა ეპიურის ხაზს ზევით.

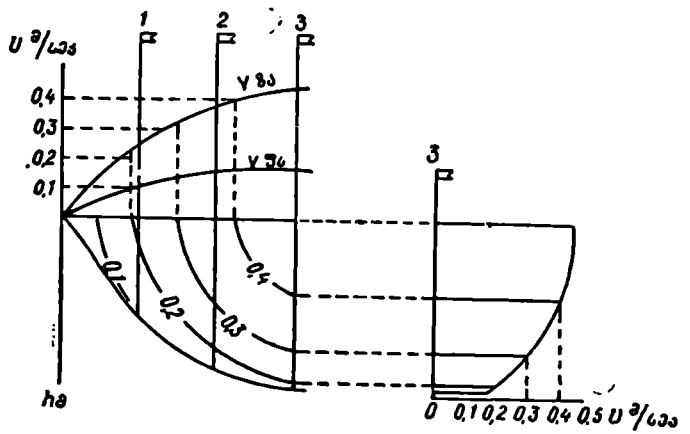
7) მდინარის მთლიანი ხარჯის გამოანგარიშებისათვის პლანიმეტრის ან პალეტის დახმარებით განსაზღვრავენ ფართობს ელემენტარული ხარჯების ეპიურის ხაზსა და მდინარის ზედაპირს შორის. ეს უკანასკნელი ტოლი იქნება მდინარის მთლიანი ხარჯისა, რაც შეესატყვისება 54-ე ფორმულით მიღებულ წყლის ხარჯს.

ხარჯის გამოანგარიშების შემდეგ მიღებული მონაცემების მიხედვით ნახაზზე შეადგენენ ცხრილს.

წყლის ხარჯის გამოანგარიშება იზოტაქების მიხედვით. ხარჯის გამოანგარიშება იზოტაქების მიხედვით წარმოებს იმ შემთხვევისათვის, როდესაც მოითხოვენ არა მარტო ხარჯის მნიშვნელობის განსაზღვრას, არამედ აგრეთვე ნაკადის ცოცხალ კვეთში სიჩქარეების განაწილების გრაფიკულად წარმოდგენასაც. ცოცხალ კვეთში სიჩქარეების განაწილების შესახებ თვალსაჩინოდ წარმოდგენისათვის პროფილზე გამოხაზავენ იზოტაქებს (თანაბარი სიჩქარეების შემაერთებელ ხაზებს). მათი გატარება მიზანშეწონილია გრაფიკული აგების გზით (ნახ. 108).

იზოტაქების გატარებისათვის უნდა აიგოს ზედაპირული და ფსკერის სიჩქარეების ეპიურები; ისინი აიგება ზედაპირული და ფსკერული სიჩქარეების მონაცემების მიხედვით, რომელიც ჩამოიღება ვერტიკალებზე სიჩქარეების ეპიურებიდან, და გაიყვანება მდოვრე მრუდის სახით ცოცხალი კვეთის პროფილის წყლის დონის ხაზს ზევით. იზოტაქები გატარდება სიჩქარეთა თანაბარ ინტერვალებს შორის, ნაკადის უდიდეს სიჩქარესთან დამოკიდებულების მიხედვით. მაგალითად, 108-ე ნახაზზე იზოტაქები გატარებულია 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 მ/წ უდიდესი სიჩქარის 0,456 მ/წ მნიშვნელობის დროს. იზოტაქების გატარებისათვის სიჩქარეთა განაწილების ეპი-

ურზე (გოდოგრაფებზე) სიღრმის მიხედვით დანიშნავენ წერტილებს შესატყვის სიჩქარეთა ინტერვალების მიხედვით. ეს წერტილები პროექტირდება პროფილზე იმავე ვერტიკალებზე. იზოტაქის წყლის ზედაპირზე და ფსკერთან გამოსვლის წერტილებს მონახავენ ზედაპირული და ფსკერული სიჩქარეების ეპიურების დახმარებით, როგორც ეს ნაჩვენებია 108-ე ნახაზზე.



ნახ. 108. იზოტაქების აგების სქემა.

იზოტაქების მიხედვით ხარჯის გამოანგარიშება დამყარებულია (53) დამოკიდებულების გამოყენებაზე. პრაქტიკულად ხარჯის გამოანგარიშება წარმოებს მიახლოებითი ხერხით, გაინტეგრალების ნაცვლად ხარჯის მოდელი დაყოფილია ელემენტების რიცხვის შეჯამებით. ხარჯის მოდელის დაყოფა წარმოებს ცოცხალი კვეთის პარალელურ სიბრტყეებად (ნახ. 109). დაყოფით მიღებული ელემენტები წარმოადგენენ წყლის მოცულობას იზოტაქებს შორის. ცალკეული ელემენტის მოცულობა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულის მიხედვით

$$\Delta Q_i = \frac{w_i + w_{n+1}}{2}\ \alpha,\ მ^3/წ, \qquad (68)$$

სადაც w_i, w_{n+1} არის მოსაზღვრე იზოტაქებით შემოსაზღვრული ფართობები მ²-ში; α—სიჩქარეების ინტერვალი იზოტაქებს შორის მ/წ.

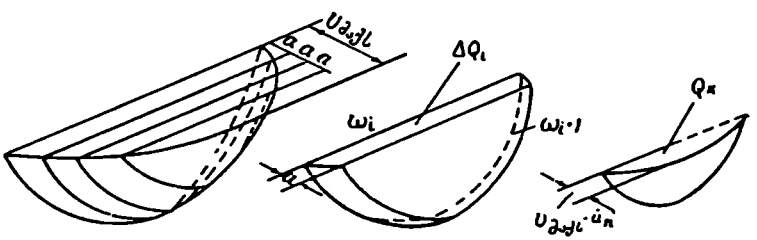
მთელი მოდელის ხარჯის მოცულობა, ანუ წყლის ხარჯი ტოლი იქნება

$$Q=\frac{w_0+w_1}{2}\alpha+\frac{w_1+w_2}{2}\alpha+\ldots+\frac{w_{n-1}+w_n}{2}\alpha+Q_k, \qquad (69)$$

სადაც w_0 არის ცოცხალი კვეთის ფართობი; w_1: w_2 არის ფართობი, შემოსაზღვრული პირველი იზოტაქით და ა. შ. Q_k ბოლო მონაკვეთის მოცულობაა, რაც უდრის

$$Q_k=^2/_3\, w_n(v_{\text{მაქს.}}-\bar{u}_n), \qquad (70)$$

სადაც w_n არის ფართობი, შემოსაზღვრული უკანასკნელი იზოტაქით; $v_{\text{მაქს.}}$ უდიდესი სიჩქარეა; $\bar{u}_n$ არის სიჩქარე, რომელიც შეესატყვისება უკანასკნელ იზოტაქს.



ნახ. 109. წყლის ხარჯის გამოანგარიშება იზოტაქების მიხედვით.

რადგანაც იზოტაქები გატარებულია სიჩქარეთა თანაბარი ინტერვალების შემდეგ, ზემოაღნიშნული ფორმულა (69) შეიძლება შემდეგნაირად გამარტივდეს

$$Q=\alpha\left(\frac{w_0}{2}+w_1+w_2+\ldots+\frac{w_1}{2}\right)+Q_k, \qquad (71)$$

წყლის ხარჯის გამოანგარიშება იზოტაქების მიხედვით წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) მილიმეტრიულ ქაღალდზე ამოხაზავენ მდინარის განივ კვეთს;

2) იმავე ნახაზზე თითოეული ვერტიკალისათვის დახაზავენ სიჩქარეთა ეპიურებს (გოდოგრაფებს). ეპიურის ვერტიკალური მასშტაბი იგივე უნდა იყოს, რა მასშტაბიც აქვს პროფილს;

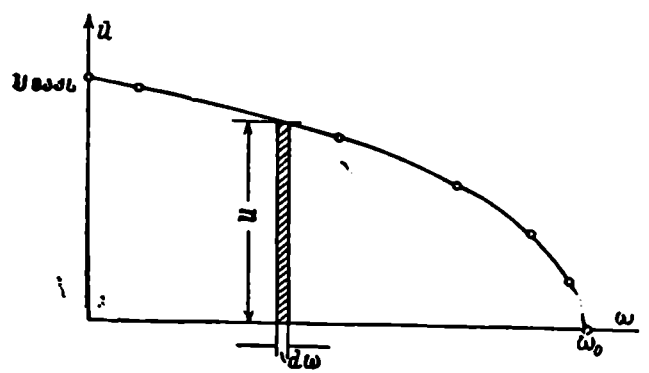
3) წყლის კვეთის პროფილზე წყლის დონის ზაზის ზევით დახაზავენ ზედაპირულ და ფსკერის სიჩქარეების ეპიურებს.

4) წყლის კვეთის პროფილზე გრაფიკული ხერხით, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ატარებენ იზოტაქებს. იზოტაქების რიცხვი უდრის 6—10;

5) პლანიმეტრის ან პალეტის საშუალებით განსაზღვრავენ ფართობებს იზოტაქებს შორის;

6) გამოიანგარიშებენ წყლის ხარჯს (69) ან (71) ფორმულის მიხედვით.

იზოტაქების ხერხით გაზომილი წყლის ხარჯი შეიძლება გამოვიანგარიშოთ ტაქიგრაფიული მრუდის საშუალებითაც, რომლის აგება შემდეგნაირად ხდება: კოორდინატთა სისტემის აბსცისთა ღერძზე გადაზომავენ იზოტაქებს შორის ფართობებს, ხოლო ორდინატთა ღერძზე—მათ შესატყვის სიჩქარეთა მნიშვნელობებს და მიღებულ წერტილებზე ატარებენ მრუდს, რომელსაც ტაქიგრაფიულ მრუდს უწოდებენ (ნახ. 110).



ნახ. 110. ტაქიგრაფიული მრუდი.

თუ განვიხილავთ ელემენტარულ ფართობებს, რომელთა სიმაღლეა $d\bar{u}$, ხოლო სიგრძე w, მაშინ ტაქიგრაფიული მრუდით და კოორდინატების ღერძებით შემოსაზღვრული ფართობი შეიძლება გამოისახოს ფორმულით.

$$Q=\int_0^{\omega_{max}} w_{\bar{u}}\, d\bar{u}.$$

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ფორმულა (53) გამოსახავს ხარჯს.

ელემენტარული ფართობისათვის udw ფართობი, შემოსაზღვრული ტაქიგრაფიული მრუდით და კოორდინატთა სისტემის ღერძებით, შეიძლება წარმოდგენილ იქნას ფორმულით:

$$Q=\int_{\omega} \bar{u}\, d_w,$$

რომელიც, როგორც ვიცით, გამოსახავს ხარჯს (51).

პრაქტიკულად იზოტაქების მიხედვით ხარჯის სიდიდეს განსაზღვრავენ ტაქიგრაფიული მრუდის ფართობის პლანიმეტრით გაზომვის საშუალებით.

§ 68. წყლის ხარჯების გაზომვა პატარა მდინარეებში და წყალსადინარებში

წყლის ხარჯის განსაზღვრა პატარა მდინარეებზე, განსაკუთრებით წყალმცირობის პერიოდში, მშრალ ხევებში, ღელეებზე და სხვა ძალიან გაძნელებულია, რადგანაც ხარჯების გასაზომად შესაფერისი კვეთის მონახვა არ ხერხდება. კალაპოტში მცირე სიჩქარეების, დიდი ქვებისა და უსწორმასწორო ფსკერის არსებობის გამო. ნაკადის ჰაერების არაწესიერი განაწილება და მცირე სიღრმეები არ ძძლევა საშუალებას ტრიალას მოხმარებისათვის. ზემოაღნიშნული ბუნებრივი პირობები ართულებს წყლის ხარჯის გაზომვის შესაძლებლობას.

ადგილობრივი პირობების და ტექნიკური შესაძლებლობის მიხედვით, მცირე ზომის წყალსადინარებში ხარჯების გაზომვა შესაძლებელია ბუნებრივ მოწესრიგებულ და არხისებურად შოწყობილ კალაპოტში, ხელოვნურ საკონტროლო კვეთებში.

ხარჯების გაზომვა ბუნებრივ კალაპოტში. ხარჯების გაზომვის სიზუსტის უზრუნველყოფისათვის მდინარის ბუნებრივ კალაპოტს აწესრიგებენ წყალმცირობის პერიოდის კალაპოტის სიგანის 10-ჯერ მეტ სიგრძეზე. ყოველგვარი სამუშაოები სრულდება წყალმცირობის პერიოდში, წყლის დაბალი დონეების დროს.

კალაპოტის მოწესრიგებისათვის ტარდება შემდეგი ღონისძიებები:

1) კალაპოტის გასწორება:

2) სანაპირო ფერდობების დახრილობის თარგით გასწორება, ერთნაირი დახრილობის კუთხის მიცემა, ისე, რომ დახრილობის კუთხე შეესატყვისებოდეს ბუნებრივი ფერდობის დახრილობის კუთხეს.

3) ნაპირების დამაგრება ბელტებით, თუ ბელტები არ მოიპოვება მაშინ ფერდობებზე თესავენ ბალახს. იმ შემთხვევაში, როდე-

საკ ფერდობები ირეცხება, სანაპირო ფერდობებს ამაგრებენ ქვა-ფენილით.

4) კალაპოტის გაწმენდა: კალაპოტიდან იღებენ ქვებს, ძირკვებს და სხვ. ავსებენ ორმოებს და ასწორებენ კალაპოტის ფსკერს ისე, რომ არ დაირღვეს კალაპოტის ფსკერის დახრილობის ბუნებრივი პირობები.

5) კალაპოტში არხის გაყვანა, რისთვისაც კალაპოტის 5 მეტრის სიგრძეზე გაჰყავთ ტრაპეციული ფორმის არხი 0,5 მეტრის სიგანის ფსკერით და 0,5 მეტრის სიღრმის, 1 : 2 კუთხის დახრილი ფერდობებით. არხის მოწყობა რეკომენდებულია 0.2 მ³/წ-ზე ნაკლები ხარჯის გაზომვის დროს.

ხარჯის გაზომვა მოწესრიგებულ კალაპოტში ჩვეულებრივ წარმოებს ჰიდრომეტრიული ტრიალას საშუალებით.

ხარჯების გაზომვა ხელოვნურ საკონტროლო კვეთში. ხელოვნურ საკონტროლო კვეთებს აწყობენ იმ შემთხვევაში, როდესაც ხარჯების გაზომვა შეუძლებელია ბუნებრივ კალაპოტში.

ხელოვნური საკონტროლო კვეთების მოწყობის აუცილებლობა შეიძლება შემდეგ შემთხვევაში წამოიჭრას:

1) კალაპოტის არამდგრადობის დროს, როგორც თვით ჰიდრომეტრიულ კვეთზე, ისე ქვევით;

2) ძალიან მცირე სიჩქარეების დროს, როდესაც დინების სიჩქარე ნაკლებია ტრიალას საწყის სიჩქარეზე;

3) ძალიან დიდი სიჩქარეების და პატარა სიღრმეების დროს, როდესაც ნაკადის სიღრმე ნაკლებია ტრიალას ფრთების დიამეტრზე;

ხელოვნურ საკონტროლო კვეთებს ძირითადად ორი ტიპისას აკეთებენ: 1) ფსკერის კონტროლს და 2) საკონტროლო ზღურბლს, და აგრეთვე იყენებენ დროებითი ტიპის საკონტროლო კვეთებს.

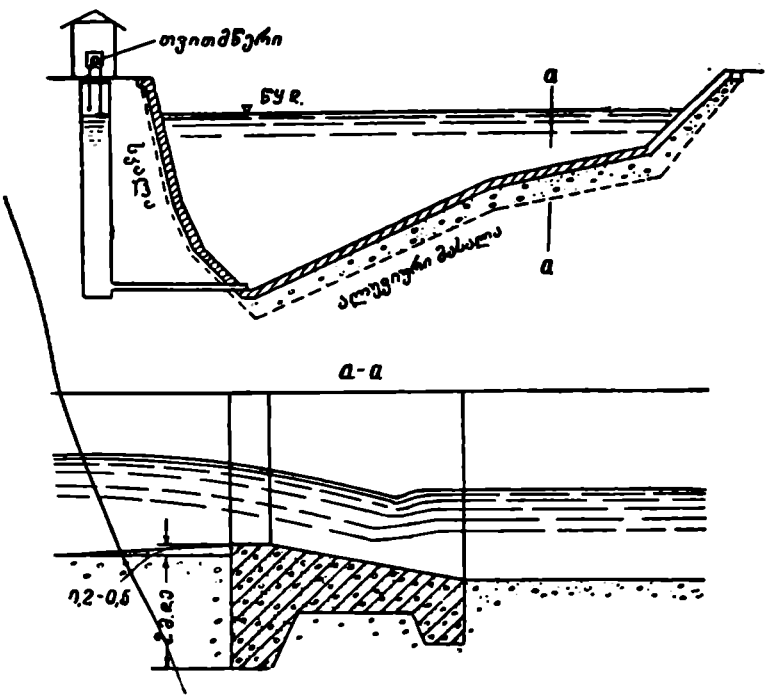
ფსკერის კონტროლს ძირითადად აწყობენ მთის მდინარეებზე (ნახ. 111), რომელთაც აქვთ დიდი დახრილობა, კლდიანი კალაპოტი და ამოვსებულია მსხვილი ალუვიური მასალით.

მას აკეთებენ კალაპოტის დახრილობის მკვეთრი გარდატეხის ადგილებთან, სადაც არის ჩანჩქერები, ჩქერები, ჭორომები და სხვ.

ფსკერის კონტროლი წარმოადგენს ბეტონის ან რკინაბეტონის ზოლს მდინარის 0,1—0,2 სიგანის სიგრძეზე, მაგრამ არაუმეტეს 2 მეტრის სიგანისა, რომელიც ამაღლებულია ბუნებრივი კალაპოტის ფსკერიდან 0,2—0,5 მ-ზე. შემდგომ მდინარის ფსკერს ასწორებენ ზღურბლის თანაბრად, ნატანი მასალის დალექვის შედეგად. ზღურბლს აძლევენ რამდენადმე გადიდებულ განივ დახრილობას, რომ მცირე ხარჯების დროს წყალი შეკრიბოს ერთი ნაპირისაკენ,

ვიწრო და ღრმა კალაპოტის ნაწილში, რაც ხელს შეუწყობს წყლის ხარჯების ზუსტად გაზომვას და ამავე დროს ხატანი მასალის ზღურბლის ქვემოთ სწრაფად გადატანას.

მდინარის ფსკერში ზღურბლის გაყვანის სიღრმე, კლდიანი კალაპოტის დროს 0,5 მ-ს უდრის, ხოლო ალუვიურ ფხვიერ გრუნტში — 2 მ-ს.



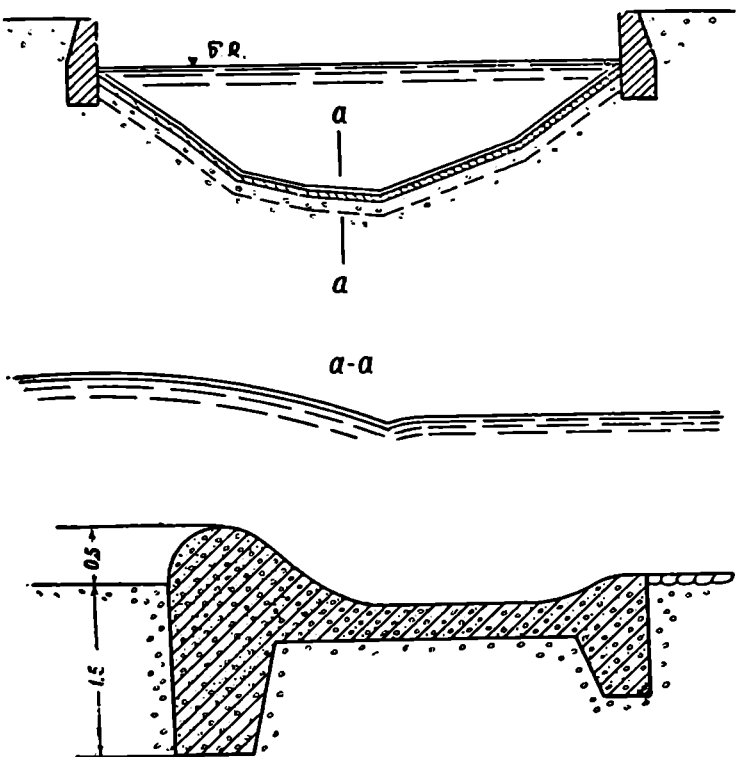
ნახ. 111. ფსკერის კონტროლი.

წყლის დონეების რყევადობის აღრიცხვისათვის კვეთზე აწყობენ დონეების თვითმწერს. საკონტროლო საგუშაგოს ნულოვანი დანაყოფი უნდა იყოს ერთნაირ ნიშნულზე ზღურბლის ყველაზე უფრო ღრმა ნაწილში. წყლის ხარჯს ზომავენ ჩვეულებრივი ჰიდრომეტრიული ტრიალათი.

ზღურბლ-კონტროლს უმთავრესად იყენებენ ვაკის მდინარეებზე. რომელთაც მცირე დახრილობა აქვთ. ვაკის მდინარეებზე ზღურბლ-

კონტროლის მოწყობა იცავს ფსკერს გარეცხვისაგან, და აგრეთვე სპობს ცვლადი შეგუბებების გავლენას მდინარის ქვედა უბნიდან.

ზღურბლ-კონტროლი წარმოადგენს დაბალწნევიან ყრუ კაშხალს, რომელიც კეთდება ბეტონისა ან რკინაბეტონისაგან და რომლის საფუძველი ჩაყრილია მდინარის ფსკერში 0,5—1,5 მ-ს სიღრმეზე (ნახ. 112).



ნახ. 112. ზღურბლ-კონტროლი.

მდინარის ფსკერიდან ზღურბლის თხემის სიმაღლეს ჩვეულებრივ 0,5 მ-ს იღებენ. ზღურბლიან განივკვეთს აკეთებენ მომრგვალო ფორმისას, ან ამაგრებენ ფოლადის კუთხეებით, რომელიც ჩაშვებულია ბეტონში, ზღურბლის თხემის ზედაპირის პირდაპირ.

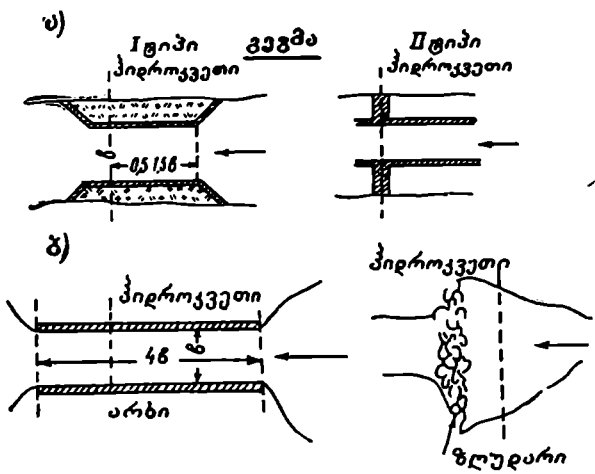
მდინარის შუა ნაწილში ზღურბლს აძლევენ მდოვრე მოხაზუ-

ლობას ბუნებრივი კალაპოტის პროფილის შესატყვისად, ხოლო ნაპირებთან აძლევენ ვერტიკალური ან დახრილი კედლის სახეს.

წყალსაზომ საგუშაგოს აწყობენ ზღურბლიდან ზედა დინებისაკენ 2—5 მ-ის დაშორებით, წყლის შეტბორვის საზღვრებში. წყლის დონეების რყევადობის აღრიცხვისათვის აწყობენ დონეების თვითმწერს.

თუ ზღურბლ-კონტროლით უნდა გაიზომოს, როგორც მცირე წყლის ხარჯები (რამოდენიმე ლიტრწამში), ასევე დიდი ხარჯები (რამდენიმე მ³/წ), მაშინ ზღურბლ-კონტროლთან დამატებით უნდა მოეწყოს წყალსაშვებები.

დროებითი საკონტროლო კვეთები წარმოადგენენ გამარტივებული კონსტრუქციის კვეთებს და აწყობენ ისეთ მდინარეებზე და წყალსადინარებზე, სადაც ხარჯები უნდა გაიზომოს ძალიან მცირე სიჩქარეების და მცირე სიღრმეების დროს.



ნახ. 113. დროებითი ტიპის საკონტროლო კვეთები.
ა) პატარა სიჩქარეების კალაპოტში; ბ) პატარა სიღრმის კალაპოტში.

სიჩქარეებისა და სიღრმეების გადიდებისათვის აწარმოებენ ნაკადის შევიწროვებას ძელური ან გასალაშინებული ფიცრის კედლების ნაპირებზე მიყრდნობით (ნახ. 113 ა). კედლებსა და ნაპირებს შორის დარჩენილ სივრცეს ავსებენ გრუნტით და მაგრად ტენიან, რომ წყალი არ გაიპაროს.

წყლის სიღრმეების გადიდებისათვის დროებით საკონტროლო კვეთებს ორი ვარიანტით აკეთებენ.

პირველი ვარიანტი წარმოადგენს ხელოვნურად მდინარის კალაპოტში არხის გაყვანას (ნახ. 113 ბ მარცხენა). შევიწროებული ნაწილის სიგრძე უნდა იყოს მდინარის სიგანეზე ორჯერ მეტი. ჰიდრომეტრიულ კვეთსა და დონეების თვითმწერს აწყობენ მდინარეში არხის ზევით მისი სიგრძის 0,6—0,8 მანძილის დაშორებით.

მეორე ვარიანტი (113 ბ მარჯვენა) წარმოადგენს საფილტრავ ზღუდეს ქვებისაგან, რომელიც წყალს შეაგუბებს და სიღრმეს გაზრდის. ამ ვარიანტს იყენებენ ისეთ მდინარეებზე, რომელთაც აქვთ მცირე ნატანი მასალა, რადგან დიდი რაოდენობის ნატანი მასალის დროს შეგუბების ზედა ბიეფი ჩქარა ამოისილება, რაც ხელს შეუშლის გაზომვების ჩატარებას.

ჰიდრომეტრიულ კვეთს და დონეების თვითმწერს ათავსებენ შეგუბების ზონაში, ზღუდიდან 5—10 მ-ით ზევით.

ორივე ვარიანტი სიღრმეების გადიდების დროს უნდა უზრუნველყოფილ იქნას ისეთი პირობებით, რომ დონეების სიჩქარეები 0,20—0,25 მ/წ-ზე ნაკლები არ იყოს.

დროებით საკონტროლო კვეთებში წყლის ხარჯების გაზომვა ჩვეულებრივ წარმოებს ჰიდრომეტრიული ტრიალების საშუალებით.

§ 69. წყლის ხარჯის განსაზღვრა მდინარის შესართავთან მიმოქცევის შებანზე

მდინარის შესართავთან ზღვის მიმოქცევის შებანზე წყლის რეჟიმი ხასიათდება: 1) წყლის დონეების განუწყვეტელი და სისტემატური ცვალებადობით მოქცევისა და უკუქცევის (1/2-ს დღეღამის) პერიოდის განმავლობაში, ასეთი ცვალებადობის სიდიდემ შეიძლება რამოდენიმე მეტრს მიაღწიოს.

2) მდინარის დინების მიმართულების ცვლით: მოქცევის დროს წყალი შესართავიდან მოძრაობს ზევით, სათავის მიმართულებით, ხოლო უკუქცევის დროს მოძრაობს ქვევით; ამ დროს მიმდინარე წყლის ნაწილს წარმოადგენს მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენი, ხოლო ნაწილი იქნება უკუქცევის წყალი.

მდინარის მიმოქცევის უბნებზე წყლის ხარჯების რეჟიმის შესწავლა შეიძლება მხოლოდ განუწყვეტელი დაკვირვების საშუალებით არანაკლებ მთვარის თვის ნახევრის პერიოდში, ან როგორც მინიმუმი სიზიგიის დროს, კვადრატურისა და რომელიმე შუალედურ მომენტში. დაკვირვებას აწარმოებენ განუწყვეტლივ, დღეღამური სრული მიქცევის განმავლობაში.

ხარჯების განსაზღვრის დროს დინების სიჩქარეებისა და მიმართულების გაზომვისათვის იყენებენ საზღვაო ტრიალას თვითმწერით. მუშაობის პერიოდში წყლის დონეების ცვალებადობის აღრიცხვისათვის იყენებენ დონეების თვითმწერებს, თუ ეს უკანასკნელი არ აქვთ, დონეების ათვლა საგუშაგოზე წარმოებს ყოველ 10—30 წუთის შემდეგ.

კვეთის შერჩევა და ვერტიკალების დანიშვნა წარმოებს ჩვეულებრივი წესით, მაგრამ ვერტიკალების რიცხვი რამდენადმე შემცირდება გაზომვების პროცესების შრომატევადობისა და სირთულის შედეგად.

თითოეულ ვერტიკალზე დაკვირვებას იწყებენ ფსკერის უახლოესი წერტილიდან. შემდეგ ტრიალას თანდათანობით ამოწევენ ზემოთ, მოცემული ვერტიკალის ერთ მეხუთედ სიღრმემდე, რომელიც ამ ვერტიკალს აქვს უკუქცევის უმცირესი დონის დროს. ამ სიღრმის ინტერვალზე ტრიალას აჩერებენ სიჩქარეების გაზომვისათვის მთელი მოქცევისა და უკუქცევის პერიოდში. ამის შემდეგ ტრიალას ისევ უშვებენ ფსკერამდე და ვერტიკალზე განმეორდება დაკვირვების იგივე ციკლი. თუ ახალი ციკლის დროს წყლის დონეები აიწევს ერთი ან ორი ინტერვალით ($1/5h$). მაშინ ვერტიკალზე დაკვირვების წერტილების რიცხვს გაადიდებენ, ხოლო წყლის დონეების დაცემის დროს წერტილების რიცხვს შეამცირებენ.

გაზომვის აღწერილი პროცესი მოცემულ ვერტიკალზე შენარჩუნებული იქნება მთელი დაკვირვების პერიოდში. ასეთი ხერხის გამოყენების დროს დაკვირვების წერტილების მდებარეობა მდინარის ფსკერთან შედარებით დარჩება მუდმივი დაკვირვების მთელი პერიოდისათვის.

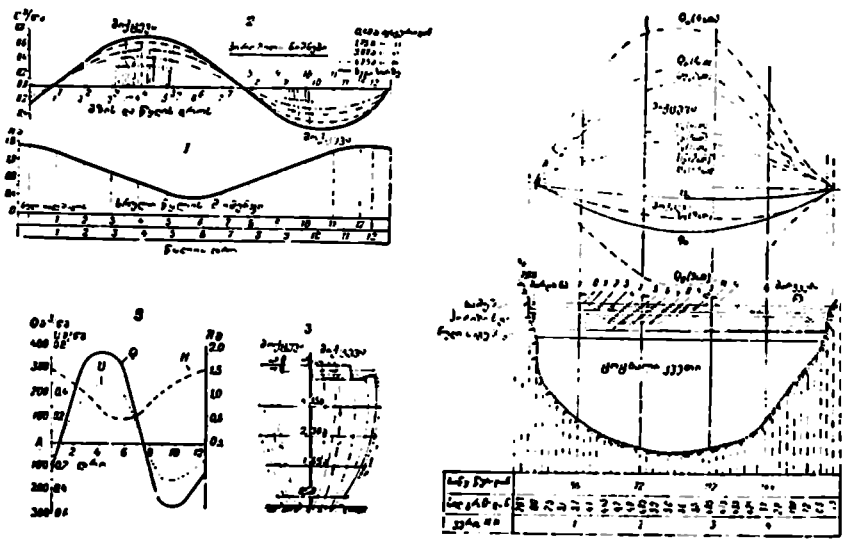
დინების სიჩქარეებისა და მიმართულების გაზომვებს თითოეულ ვერტიკალზე აწარმოებს ცალკეული რაზმი (ჯგუფი). ხარჯის განსაზღვრისათვის მუშაობა დაიწყება ნახევარი საათით ადრე მოქცევის სრული წყლის მოსვლამდე და დამთავრდება ნახევარი საათით გვიან შემდეგი სრული წყლის ტალღის მოსვლამდე.

ხარჯების გამოანგარიშება მდინარის მიმოქცევის უბანზე. მდინარის მიმოქცევის უბანზე წყლის ხარჯების გამოანგარიშება წარმოებს გრაფიკული ხერხებით, წყლის ხარჯების გამოანგარიშების ანალოგიურად, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ მიმოქცევის უბანზე ანგარიშობენ არა ერთ ხარჯს, არამედ ხარჯების სერიას, თითოეული საათისათვის მზის და წყლის დროის 1/2 დღე-ღამის განმავლობაში, ხოლო შემდეგ გამოიანგარიშებენ მოქცევის, უკუქცევის და მდინარის წყლის საშუალო ხარჯებს.

ხარჯების გამოანგარიშება წარმოებს შემდეგნაირად:

1) დაკვირვების პერიოდისათვის აგებენ დონეების რყევის გრაფიკს (1) (ნახ. 114-ზე, 13 საათისათვის), სრული წყლიანობის პერიოდს 12 ნაწილად ყოფენ და ნახაზზე დაიტანენ „წყლის“ დროს.

2) ყველა ვერტიკალზე გამოიანგარიშებენ სიჩქარეს და დინების სიმართულებას თითოეული წერტილისათვის და ფაზების მიხედვით აგებენ კვეთის თითოეული ვერტიკალის, თითოეული წერტილის სიჩქარეების სვლის მრუდებს. ამისათვის სიჩქარეები დააქვთ მრუდზე იმ კუთხეებით, რომლებიც ფიქსირებული იყო ტრიალას მიერ და შემდეგ აპროექტებენ მათ კვეთის მიმართულებას პროფილის პერპენდიკულარულად. ნორმალურ პროფილთან მდოვრე ხაზებით შეერთებული მონაკვეთებით მიიღებენ სიჩქარეების სვლის სერიულ მრუდებს (ნახ. 114,2).



ნახ. 114. მდინარის მიმოქცევის უბანზე ხარჯების გამოანგარიშების სქემა.

3) მდინარეთა მიმოქცევის უბნების სიჩქარეთა ეპიურებს (გოდოგრაფებს) აგებენ არა უშუალოდ დაკვირვების მასალების საფუძველზე, არამედ ისინი წარმოადგენენ გრაფიკების ნაწარმებს, რომლებსაც ადგენენ სიჩქარეების სვლის მრუდების მონაცემების მიხედვით მიმოქცევის ფაზის განმავლობაში. ამ მიზნისათვის (ნახ. 114,2)

გრაფიკიდან ჩამოიღებენ სიჩქარეთა მნიშვნელობებს ვერტიკალების ყველა წერტილისათვის, მზის ან წყლის დროის თითოეულ საათისათვის ცალკეული მიღებული სიჩქარეთა მაჩვენებლების მიხედვით, თითოეულ ვერტიკალისათვის აგებენ სიჩქარეთა გოდოგრაფებს (ნახ. 114.3) წყლის მოქცევისა და უკუქცევისათვის. გრაფიკულ-მექანიკური ან ანალიზური ხერხებით თითოეული გოდოგრაფისათვის განსაზღვრავენ საშუალო სიჩქარეს, ე. ი. ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეს თითოეული საათისათვის.

4) მდინარის სიჩქარის მიხედვით თითოეული საათისათვის აგებენ საშუალო სიჩქარეთა განაწილების მრუდებს და ანგარიშობენ ელემენტარულ ხარჯებს (ნახ. 114—4). ელემენტარული ხარჯებია ეპიურებს პლანიმეტრით იღებენ წყლის ხარჯების მიმოქცევის ფაზის თითოეული საათისათვის, ხოლო მიღებული ხარჯის ცოცხალი კვეთის ფართობზე გაყოფით მიიღებენ იმავე საათის შესატყვისად მდინარის დინების საშუალო სიჩქარეს მზის ან წყლის დროის მოცემულ საათში.

5) თითოეული საათისათვის გამოანგარიშებული დონეების, ხარჯების და საშუალო სიჩქარეების მიხედვით აგებენ გრაფიკს (ნახ. 114—5). წყლის ჩამონადენის განსასაზღვრად, მოქცევის მთელი პერიოდისათვის ($W_{\text{მოქც.}}$) და უკუქცევის მთელი პერიოდისათვის ($W_{\text{მიქც.}}$), ამისთვის პლანიმეტრას საშუალებით გაზომავენ ფართობებს, რომლებიც შემოსაზღვრულია ხარჯების (Q) მრუდით და დროის AA' ხაზით (ცალკე მოქცევის და ცალკე უკუქცევის პერიოდებისათვის).

მდინარის ჩამონადენს მიმოქცევის **მთლიანი პერიოდისათვის** განსაზღვრავენ შემდეგი გამოსახულებით:

$$W_{\text{მღ}} = W_{\text{მოქც}} - W_{\text{მიქც.}}$$

საშუალო წამური ხარჯები $Q_{\text{მოქც.}}$, $Q_{\text{მიქც.}}$ და $Q_{\text{მღ.}}$-ის მიიღება შემდეგი თანაფარდობით:

$$Q_{\text{მოქც}} = \frac{W_{\text{მოქც}}}{t_1}; \quad Q_{\text{მიქც}} = \frac{W_{\text{მიქც}}}{t_1}; \quad Q_{\text{მღ}} = \frac{W_{\text{მღ}}}{t+t_2},$$

სადაც t_1 და t_2 არის მიმოქცევისა და უკუქცევის პერიოდების შესატყვისი ხანგრძლივობა.

მოქცევისა და უკუქცევის პერიოდში ამ ხერხით გამოანგარიშებული წყლის ხარჯები უნდა შევაუღლოთ ხარჯებს, რომელიც გაზომილი იყო მდინარეზე მოქცევის ტალღის გავრცელების ზევით,

სათავისაკენ. სადაც წყლის ხარჯების სიდიდეები შეიძლება განსაზღვრული იყოს უფრო ზუსტად, ვიდრე $W_{მაქს.} — W_{მაქს.}$ სხვაობის მიხედვით.

§ 70. წყლის ხარჯების გაზომვის სიზუსტე

ჰიდრომეტრიული ტრიალათი წყლის ხარჯების გაზომვის დროს, ისე როგორც სხვაგვარი გაზომვებისას, აუცილებლად მიიღება ცდომილება. ტრიალებით გაზომილი სიჩქარეების დროს, „სიჩქარე—ფართობის“ მეთოდით განსაზღვრული წყლის ხარჯი განსხვავდება ნამდვილი ხარჯებისაგან. ამ შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს

$$\Delta Q = \frac{Q_{გაზ.} — Q_{ნამდ.}}{Q_{ნამდ.}}, \qquad (72)$$

სადაც $Q_{გაზ.}$ გაზომილი ხარჯია; $Q_{ნამდ.}$—ნამდვილი ხარჯი, ΔQ—ხარჯის განსაზღვრის ცდომილება (აბსოლუტური).

თუ ცდომილებას გამოვსახავთ პროცენტებში ნამდვილი ხარჯიდან. მაშინ შეიძლება დავწეროთ:

$$\Delta Q^0/_0 = \frac{Q_{გაზ.} — Q_{ნამდ.}}{Q_{ნამდ.}} \cdot 100. \qquad (73)$$

წყლის ხარჯის განსაზღვრის სიზუსტეზე გავლენას ახდენს:

1) გასაზომი ხელსაწყოს თვისება და ხარისხი;
2) გაზომვების წარმოების მეთოდები და პირობები;
3) გასაზომი სიდიდეების ცვალებადობა დროში.

გაზომვების დროს დაშვებული შეცდომის გარდა, ხარჯის განსაზღვრის სიზუსტეზე გავლენას ახდენს ხარჯის გამოანგარიშების ხერხი და დაშვებული შეცდომები. კარგი კონტროლის დროს აღნიშნული შეცდომები შეიძლება აცილებულ იქნეს. მაგრამ ამა თუ იმ ხერხით გამოანგარიშების დროს თავიდან ვერ ავიცილებთ ზოგიერთ შეცდომას, რომლებიც დასაშვებია საველე გაზომვების დროს.

ხარჯის განსაზღვრის დროს ყველა ცდომილება შეიძლება გაიყოს ორ ჯგუფად: 1) სისტემატურ და 2) შემთხვევით ცდომილებად.

შემთხვევითი ცდომილება შეიძლება წარმოიქმნას, როგორც ცოცხალი კვეთის ფართობის გაზომვის დროს, ისე დინების სიჩქარეებია გაზომვის დროს: სიღრმეების, სიჩქარეების, ვერტიკალებს შორის მანძილების გაზომვის დროს დაშვებული შეცდომები შეიძლება იყო დადებითი ან უარყოფითი ნიშნით.

ცოცხალი კვეთის ფართობის გაზომვის დროს შემთხვევითი შეცდომების მიზეზია: 1) სიღრმეებსა და ვერტიკალებს შორის მანძილების მიახლოებითი განსაზღვრა; 2) სიღრმის გასაზომი ვერტიკალების ზუსტად დაჭერის მუდმივობის შესაძლებლობა. ცოცხალი კვეთის ფართობის გაზომვების დროს დაშვებული შეცდომები მიახლოებით 3%-ს შეადგენს.

დინების სიჩქარეების გაზომვის დროს შემთხვევითი შეცდომების მიზეზებია: 1) გაზომვების ხანგრძლივობის მიახლოებითი განსაზღვრა; 2) სიჩქარეების პულსაციური ცვალებადობის არაზუსტი გასაშუალოება დროში; 3) ვერტიკალზე მიახლოებითი საშუალო სიჩქარის გამოანგარიშება.

შემთხვევითი ცდომილების საერთო სიდიდე წყლის ხარჯის განსაზღვრის დროს დაახლოებით 3—4%-ს შეადგენს.

ცოცხალი კვეთის ფართობის განსაზღვრის დროს სისტემატური ცდომილებების მიზეზებია: 1) სიღრმის გაზომვის დროს შტანგის ან გვარლის არავერტიკალურად დაჭერა; 2) წყლის მოვარდნა ან აშხეფება შტანგაზე ან დანაყოფებიან ლატანზე; 3) სიღრმის გაზომვაზე ფსკერის გრუნტის გავლენა — ფსკერის რბილი გრუნტის დროს სიღრმეები მოიმატებს, მაგარი გრუნტის დროს — მოიკლებს.

აღნიშნული მიზეზებით ცოცხალი კვეთის ფართობის საერთო ცდომილება მიახლოებით 2—3% შეადგენს.

დინების სიჩქარეების გაზომვის დროს სისტემატური ცდომილებების მიზეზები შემდეგია: 1) ტრიალას ტარირებაში დაშვებული ცდომილებები (ტარირების მრუდის სწორხაზოვანი უბნის ცდომილება ჩვეულებრივ 2% არ აღემატება, ხოლო მრუდხაზოვანი უბნის 5—6%-ს უდრის); 2) ტრიალას სხვადასხვა პირობებში მუშაობა ტარირების დროს და ტურბულენტურ ნაკადში სიჩქარეების გაზომვის დროს; 3) ტრიალას მექანიზმში ხახუნის ცვალებადობის სიდიდე მისი ექსპლოატაციის დროს; 4) ზეთის სიბლანტის გავლენა სხვადასხვა ტემპერატურის დროს; 5) ირიბპაველიანობის გაუთვალისწინებლობა მუშაობის დროს; 6) ვერტიკალზე ფსკერთან და წყლის ზედაპირთან სიჩქარეების გაუზომავად სიჩქარეთა ეპიურის მიახლოებითი გატარება ხარჯის განსაზღვრის დროს. სისტემატურ ცდომილებათა სიდიდე მიახლოებით —1—5%-ს შეადგენს.

ხარჯის განსაზღვრის სიზუსტეზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სამუშაოს წარმოების პირობები, მაგალითად, კალაპოტში თოშის მნიშვნელოვანი არსებობა, წყალმცენარეულობის არსებობა, ჭალის შამბნარით დაფარულობა და სხვ. მე-19 ცხრილში მოცემუ-

ლია საორიენტაციო ცდომილებათა სიდიდეები სხვადასხვა პირობებში წყლის ხარჯების გაზომვის დროს.

ცხრილი 19

წყლის ხარჯების გაზომვის პირობები	საალბათო ცდომილება %	
	წყალსადენი დენის	ძრითადი დენის
ნორმალური პირობები, რომელნიც უზრუნველყოფენ უდიდეს სიზუსტეს (წყლის სიღრმე ტრიალას ფრთების დიამეტრზე ორჯერ მეტი; სწორი ფსკერი; დინების სიჩქარე არანაკლები 0,1 მ/წ; მდინარის კალაპოტი, თავისუფალი ყინულებისაგან, თოშისაგან და წყალმცენარეულობისაგან; ირიბპავლიანობას ადგილი არა აქვს; წყლის ხარჯის გაზომვის დროს დონეები არ იცვლება)	2—3	3—5
გაზომვებისათვის არახელსაყრელი პირობები:		
ა) მცირე სიღრმეები — ტრიალას ფრთების დიამეტრზე ორჯერ ნაკლები სწორი ფსკერის დროს (ძოწესრიგებული კალაპოტი)	3—5	5—10
ბ) იგივე არასწორი კალაპოტით (რიყნარით)	5—10	
გ) დინების სიჩქარე 0,1 მ/წმ ნაკლები	5—10	10—20
დ) ირიბპავლიანობა (გაუთვალისწინებლად) 10°-დან 20°-მდე	4—8	5—10
ე) წყალმცენარეულობა: გათიბული უბანი, 8 მ-ზე ნაკლები ან ცუდად გათიბული	4—6	5—8
ვ) ყინულწარმონაქმნები — წანაპირები. მცირე ყინულსვლა	3—5	5—8
ზ) ყინულსაფარი თოშის გარეშე	3—5	5—8
თ) თოშსვლა 10% მეტი მდინარის ცოცხალ კვეთში	7—10	10—15
ი) ხე-ტყის დაცურება (მცირედ)	3—5	5—8
კ) მკვდარი სივრცე (მთელი კვეთიდან 10%-ზე მეტი)	3—5	5—8

წყლის ხარჯების განსაზღვრის ცდომილებათა შეფასების პრინციპული საფუძვლები ჩამოაყალიბა გ. ვ. ჟელეზნიაკოვმა და პ. ვ. დანილევიჩმა შემდეგი დამოკიდებულების მიხედვით

$$\Delta Q = w_p \Delta h + w \Delta v + \Delta b \Sigma q, \qquad (74)$$

სადაც Δh—არის გაზომილი სიღრმეების აბსოლუტური ცდომილება მ-ში; Δv დინების გაზომილი სიჩქარეების აბსოლუტური ცდომილება მ/წ-ში: Δb—ვერტიკალებს შორის გაზომილი მანძილების ცდომილება მ-ში; w_p ფართობი, საშუალო სიჩქარეთა განაწილების ეპიურით შემოსაზღვრული მ²/წ; w ცოცხალი კვეთის ფართობი მ²-ში; Σq — ჯამური ელემენტარული ხარჯები სიჩქარეთა ვერტიკალებზე მ²/წ.

აბსოლუტური ცდომილების Δh; Δv; Δb სიდიდეები განისაზღვრება მუშაობის წარმოების პირობების და გამოყენებული ხელსაწ-

ყოს დამოკიდებულების მიხედვით, შემთხვევით და სისტემატურ ცდომილებათა გათვალისწინებით.

§ 71. წყლის ხარჯების გაზომვა ზედაპირული ტივტივებით

ზედაპირული ტივტივებით ხარჯების გაზომვისათვის ძირითადი ჰიდრომეტრიული კვეთიდან, ზევით და ქვევით თანაბარ მანძილებზე გაიყვანენ ორ დამატებით კვეთს, იმ ანგარიშით, რომ ტივტივების სვლის ხანგრძლივობა ზედა და ქვედა კვეთებს შორის იყოს არანაკლებ 20 წამისა, ხოლო 2 მ/წ დინების სიჩქარის დროს ტივტივების სვლის ხანგრძლივობა შეიძლება იყოს ნაკლები, მაგრამ არანაკლებ 10 წამისა.

მანძილი ზედა და ქვედა კვეთებს შორის უნდა გაიზომოს ძალიან ზუსტად ფოლადის ბაფთით, ორჯერ.

ზედა კვეთის ზევით, 5—10 მეტრის დაშორებით, დანიშნავენ გასაშვებ კვეთს, რომელსაც ორივე სანაპიროზე დაამაგრებენ სარყეებით. გასაშვები კვეთიდან გაუშვებენ ზედაპირულ ტივტივებს. დანარჩენი კვეთებიც დამაგრებული უნდა იქნეს სარყეებით, ხოლო 50—100 მ სიგანის მდინარეებზე კვეთები შეიძლება დამაგრდეს დანაყოფებიანი გვარლებით: ძირითადი კვეთის გვარლი დაყოფილი უნდა იყოს ყოველი ერთი მეტრის დაშორებით, ხოლო ყოველ ხუთ მეტრზე უკეთდება შესამჩნევი ნიშანი.

ტივტივებით დინების სიჩქარეების გაზომვა წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) მდინარეში გასაშვებ კვეთზე თანმიმდევრულად ჩაყრიან 15—30 ტივტივას, მცირე სიგანის მდინარეებზე ნაპირებიდან, ხოლო განიერ მდინარეებზე — ნავიდან. მდინარის მთელ სიგანეზე ტივტივების წესიერად განაწილებისათვის მათ უშვებენ 5—8 ადგილიდან ისე, რომ შუა ძირითად კვეთზე გაიაროს ჯგუფურად 2—4 ტივტივამდე, მიახლოებით ერთნაირ მანძილზე კვეთის მუდმივი საწყისი წერტილიდან.

2) კვეთზე თითოეული ტივტივას გავლის დროს დამკვირვებელი იძლევა სიგნალს. თითოეული ტივტივას სვლის ხანგრძლივობას ზედა კვეთიდან ქვედა კვეთამდე განსაზღვრავენ წამმზომით.

3) შუა ძირითად კვეთზე ტივტივას გავლის მომენტში აღნიშნავენ მანძილს კვეთის მუდმივი საწყისი წერტილიდან. 20—30 მეტრის სიგანის მდინარეებზე ეს შეიძლება გაკეთდეს ნაპირიდან დაკვირვებით, თუ მდინარეზე გაჭიმულია დანაყოფებიანი გვარლი. დიდი სიგანის მდინარეებზე დაკვირვება წარმოებს ნავიდან, ან იყენებენ

კუთხაზომი ინსტრუმენტებით დანიშვნას. თუ ძირითად კვეთზე მოწყობილია ხიდი, მაშინ ტივტივას გავლის ადგილს საწყისი წერტილიდან ზომავენ ბაფთით, ან იყენებენ ხიდის საფენებზე დანიშნულ ადგილებს.

ნაპირებთან დინების სიჩქარეების გაზომვის დროს, სადაც ტივტივების სვლას აფერხებს წყალმცენარეები და სადაც მკირეა სიჩქარეები, შეიძლება მანძილი ზედა და ქვედა კვეთს შორის შემცირდეს.

თუ შესაძლებელი არ არის ტივტივები გაშვებულ იქნას მდინარის მთელ სიგანეზე, მაშინ ზომავენ მხოლოდ უდიდეს ზედაპირულ სიჩქარეს. ასეთი შემთხვევები გვხვდება მთის მდინარეებზე.

§ 72. ზედაპირული ტივტივებით გაზომილი წყლის ხარჯის გამოანგარიშება

ზედაპირული ტივტივებით გაზომილი წყლის ხარჯების გამოანგარიშება შემდეგი თანმიმდევრობით წარმოებს:

1) ძირითად კვეთზე გამოიანგარიშებენ ცოცხალი კვეთის ფართობს.

2) „ტივტივებით წყლის ხარჯის გაზომვის ჩასაწერ წიგნაკში“ მოთავსებულ უჯრედულაზე დაიტანენ ტივტივების ძირითად შუა კვეთზე გავლის წერტილებს. ამისათვის აბსცისთა ღერძზე გადაზომავენ მანძილებს მუდმივი საწყისი წერტილიდან ტივტივას გავლის ადგილამდე, ხოლო ორდინატთა ღერძზე ტივტივას სვლის ხანგრძლივობის დროს ზედა კვეთიდან ქვედა კვეთამდე. დატანილი წერტილების მიხედვით ატარებენ მდორე ეპიურის ხაზს მდინარის სიგანის მიხედვით, რისთვისაც ტივტივების ჯგუფების სიმძიმის ცენტრებს თვალხედვით განსაზღვრავენ.

3) თუ ეპიურს აქვს მდორე მოხაზულობა, მაშინ მასზე თანაბარი მანძილების დაშორებით დანიშნავენ სიჩქარეთა ვერტიკალებს, ხოლო თუ ეპიურზე არის გარდატეხის ადგილები, მაშინ გარდატეხის ადგილებთან დამატებით დანიშნავენ სიჩქარეთა ვერტიკალებს: ორივე შემთხვევაში სიჩქარეთა ვერტიკალები უნდა შეთავსებულ იქნას სიღრმის ვერტიკალებთან.

4) თითოეული სიჩქარეთა ვერტიკალისათვის ჩამოიღებენ ტივტივას სვლის ხანგრძლივობის დროს და გამოიანგარიშებენ დინების ზედაპირულ სიჩქარეს

$$v = \frac{l}{t},$$

სადაც l არის მანძილი ზედა და ქვედა კვეთს შორის, t — ტივტივას სვლის ხანგრძლივობა.

5) გამოიანგარიშებენ მოსაზღვრე ვერტიკალების სიჩქარეების ნახევარჯამს და ცოცხალი კვეთის ფართობის სიდიდეს სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის.

ბ) სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის გამოიანგარიშებენ ნაწილობრივ ფაქტიურ ხარჯებს ფორმულით

$$q_{ნაწ.} = \frac{v_i + v_{i+1}}{2} \omega_i \ \text{მ}^3/\text{წმ}, \tag{75}$$

სადაც q არის ნაწილობრივი ფაქტიური ხარჯი სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის მ³/წ; v_i და v_{i-1} მოსაზღვრე ვერტიკალების ზედაპირული სიჩქარეები; ω_i — ცოცხალი კვეთის ფართობი სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის.

ნაწილობრივი ხარჯები სანაპირო უბნებში ნაპირებსა და პირველ ვერტიკალებს შორის გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$q_0 = K\, v_1\, \omega_0, \tag{76}$$

$$q_n = K\, v_n\, \omega_n, \tag{77}$$

სადაც q_0 და q_n არის ცოცხალი კვეთის სანაპირო უბნების ნაწილობრივი ხარჯები, v_1 v_n არის დინების სიჩქარეები პირველ და უკანასკნელ სიჩქარეთა ვერტიკალებზე; ω_0, ω_n ცოცხალი კვეთის ნაწილობრივი ფართობები პირველ და ბოლო ვერტიკალებსა და წყლის ნაპირს შორის. K გადამყვანი კოეფიციენტია, სანაპირო ვერტიკალის სიჩქარისა და საშუალო სიჩქარის შეფარდებით მიღებული; განისაზღვრება იმავე წესით, როგორც ტრიალებით ხარჯის განსაზღვრის დროს.

7) გამოიანგარიშებენ წყლის მთლიან ფიქტიურ ხარჯს ნაწილობრივი ხარჯების შეჯამებით:

$$Q_{ფიქტ.} = K v_1 \omega_0 + \frac{v_1 + v_2}{2} \omega_1 + \ldots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2} \omega_{n-1} + K\, v_n\, \omega_n \tag{78}$$

8) გამოიანგარიშებენ მდინარის მთლიან ფაქტიურ ხარჯს ფორმულით

$$Q_{ფაქტ.} = Q_{ფიქტ.}\, K_1, \tag{79}$$

სადაც K_1 არის გადამყვანი კოეფიციენტი, ფიქტიური ხარჯის ნამდვილ ხარჯში გადასაყვანად.

გადამყვანი კოეფიციენტის (K) სიდიდის განსაზღვრა შეიძლება

მხოლოდ ცდის საშუალებით, ერთდროულად ტრიალათი და ტივტივებით წყლის ხარჯების გაზომვის გზით. ტრიალათი გაზომილ ხარჯს ღებულობენ ნამდვილ ხარჯად, მაშინ გადამყვანი კოეფიციენტის სიდიდე მიიღება ტრიალათი გაზომილი ხარჯისა და ტივტივებით გაზომილი ხარჯის შეფარდებით, ე. ი.

$$K_1 = \frac{Q_{\text{ნამდ.}}}{Q_{\text{ფაქტ.}}}, \tag{80}$$

სხვადასხვა დონეების მნიშვნელობის დროს კოეფიციენტი K_1-ს განსაზღვრისათვის ჩაატარებენ რამოდენიმე გაზომვას და აგებენ დამოკიდებულების მრუდებს დონეებსა და K_1-ს შორის, საიდანაც ჩამოიღებენ საპურველი დონის სიდიდის დროს K_1 კოეფიციენტის მნიშვნელობას. თუ არ არის K_1 კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ცდით მიღებული მასალები, მაშინ მიახლოებით მის მნიშვნელობებს იღებენ 21-ე ცხრილის მიხედვით.[1]

ცხრილი 20

კალაპოტის დახასიათება და ნაკადის დინების პირობები	კოეფიც. K_1	საშუალო სიღრმე		
		1 მ-ზე ნაკლები	1—5 მ	5 მ-ზე მეტი
ვაკის მდინარეები (საშუალო და დიდი) დინების ხელსაყრელი პირობებით	K_1	0,78—0,86	0,87—0,88	0,89—0,90
	K_2	0,55—0,67	0,68—0,77	0,78—0,79
საშუალო და დიდი მდინარეები დინების რახელსაყრელი პირობებით (მნიშვნელოვანი შამბნარით, კლაკნილი, ქვიანი დაუწყნარებელი დინება)	K_1	0,70—0,77	0,78—0,85	0,86—0,87
	K_2	0,43—0,54	0,55—0,65	0,66—0,70
მდინარეები ძალზე ცუდი დინების პირობებით (შამბნარი, ადგილებზე დამ. დგარი წყალი, მთის მდინარეები მეფოთარე დინებით)	K_1		0,70—0,79	0,80—0,84
	K_2		0,43—0,60	0,61—0,69

ცხრილში მოყვანილი K_2 მნიშვნელობა გამოანგარიშებულია ფორმულით

$$K_2 = \frac{v_{\text{მაქს.}}}{v_{\text{საშ.}}}, \tag{81}$$

გადამყვანი კოეფიციენტის K_1 მიახლოებითი გამოანგარიშებისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ გ. ვ. ჟელეზნიაკოვის ემპირიული ფორმულით:

[1] В. Д. Быков и А. В. Васильев, Гидрометрия, Изд. II, Гидрометеоиздат. 1965, გვ. 275.

$$K_1 = 1 - 1{,}85\sqrt{\frac{i}{Fr_i}}, \qquad (82)$$

სადაც i არის წყლის ზედაპირის გასწვრივი დახრილობა: Fr_i არის ფურდას რიცხვი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$Fr_i = \frac{v^2_{\text{ბვ. საშ.}}}{g h_{\text{საშ.}}}, \qquad (83)$$

სადაც $v_{\text{ბვ. საშ.}}$ არის საშუალო ზედაპირული სიჩქარე, $g = 9{,}81$ მ/წ^2, $h_{\text{საშ.}}$—ცოცხალი კვეთის საშუალო სიღრმეა.

საშუალო ზედაპირული სიჩქარე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$v_{\text{ბვ. საშ.}} = \frac{Q_{\text{ფაქტ.}}}{w}, \qquad (84)$$

ცოცხალი კვეთის საშუალო სიღრმე კი

$$h_{\text{საშ.}} = \frac{w}{B}, \qquad (85)$$

სადაც w არის ცოცხალი კვეთის ფართობი, B—მდინარის სიგანე.

გ. ნ. ხმალაძემ[1] გამოიანგარიშა გადამყვანი კოეფიციენტი K_1 მდ. მტკვრისათვის თბილისთან, მდ. რიონისა რიონჰესის ზემოთ და შავი არაგვისა შესართავთან და დაადგინა K_1 კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა: მდ. მტკვრისათვის ქ. თბილისთან $K_1 = 0{,}85$; მდ. რიონისათვის რიონჰესის ზემოთ $K_1 = 0{,}81$ და შავი არაგვისათვის შესართავთან K_1—0,86.

ზოგჯერ მდინარის სხვადასხვა მდგომარეობის შედეგად ხარჯების განსაზღვრა გვიხდება ძალზე გამარტივებული ხერხით. ამ მიზნით გ. ხმალაძემ ჩაატარა გამოკვლევა ზემოხსენებულ ჰიდრომეტრიულ კვეთებზე ერთი მაქსიმალური ზედაპირული სიჩქარის გაზომვის შედეგად. ამისათვის ფაქტიური ხარჯი გამოიანგარიშა ცოცხალი კვეთის ფართობის ზედაპირულ მაქსიმალურ სიჩქარეზე გადამრავლებით ($Q_{\text{ფაქტ.}} = F v_{\text{ბვ.}}$) და ის შეადარა დეტალური ხერხით გაზომილ სიჩქარეებთან. გრაფიკული ხერხით გამოანგარიშებული ხარჯისთვის დაადგინა K_2 გადამყვანი კოეფიციენტი, შემდეგი ფორმულით

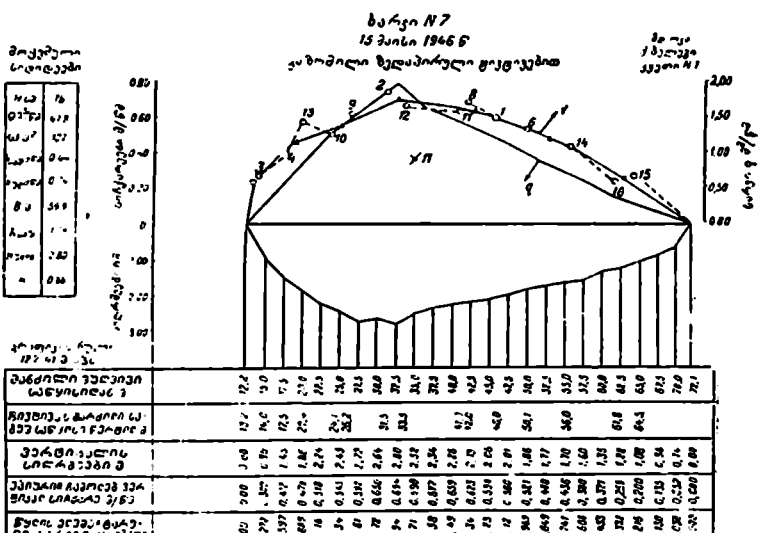
---

[1] Г. Н. Хмаладзе, К методике измерения и подсчета расхода воды на горных реках. Труды Тбилисского научно-исследовательского гидрометеорологического института. Вып. 4. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1959, გვ. 158—159.

$$K_2 = \frac{Q_{\text{გრაფ. ჩამოღ.}}}{Q_{\text{ჭაბ.}}}, \qquad (86)$$

გადამყვანი კოეფიციენტი K_2 გ. ნ. ხმალაძის გაანგარიშებით მდ. მტკვრისათვის ქ. თბილისთან უდრის საშუალოდ 0.70; მდ. რიონისათვის რიონჰესის ზევით — 0,61; მდ. შავი არაგვისათვის შესართავთან — 0.61 . თუ აღნიშნული ხერხით გაანგარიშებულ ხარჯებს შევადარებთ, იმავე კვეთების ნამდვილ ხარჯებთან მივიღებთ ყველა საშვიე კვეთისათვის საშუალო კვადრატულ გადახრას 3,4—6—3% ფარგლებში. ხოლო ცალკეულ შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ 6,7—12.5%.

ზედაპირული ტივტივებით გაზომილი წყლის ხარჯი შეიძლება გამოანგარიშებულ იქნეს გრაფიკულ-ანალიზური ხერხით, შემდეგი თანმიმდევრობით (ნახ. 115).



ნახ. 115. ტივტივებით გაზომილი ხარჯის გრაფიკული ხერხით გამოანგარიშება.

1) ძირითად კვეთის მიხედვით აგებენ ცოცხალი კვეთის პროფილს;

2) გამოიანგარიშებენ ყველა ტივტივების სიჩქარეებს და მათ სიდიდეებს დაიტანენ გრაფიკზე წყლის დონის ზევით და ატარებენ

ზედაპირული სიჩქარეების ეპიურის ხაზს მდინარის მთელ სიგრძეზე, ამ ეპიურიდან ჩამოიღებენ ყველა ვერტიკალისათვის სიჩქარეების მნიშვნელობებს.

4) გამოიანგარიშებენ ელემენტარულ (ფიქტიურ) წყლის ხარჯებს თითოეული სიღრმის ვერტიკალისათვის ფორმულით

$$q = vh \text{ მ}^2/\text{წმ}, \tag{87}$$

სადაც v ვერტიკალის სიჩქარეა, h—ვერტიკალის სიღრმე.

5) ანგარიშობენ მდინარის მთლიან ფიქტიურ ხარჯს ფორმულით

$$Q_{\text{ფიქტ.}} = K_1 q_1 b_1 + \frac{q_1 + q_2}{2} b_2 + \ldots + \frac{q_{n-1} + q_n}{2} b_n + K q_n b_{n+1}, \tag{88}$$

სადაც q_i არის ელემენტარული ფიქტიური ხარჯები, b_i მანძილი ვერტიკალებს შორის; K_1 გადამყვანი კოეფიციენტია,

6) ნამდვილი ხარჯი განისაზღვრება ფიქტიური ხარჯის გადამყვან კოეფიციენტზე (K_1) გადამრავლებით.

წყლის ხარჯის გამოანგარიშება ზედაპირული მაქსიმალური სიჩქარის განსაზღვრის მიხედვით წარმოებს შემდეგი სახით:

1) განისაზღვრება ცოცხალი კვეთის ფართობი და ზედაპირული მაქსიმალური სიჩქარე;

2) ფიქტიური წყლის ხარჯი გამოიანგარიშება ცოცხალი კვეთის ფართობის ზედაპირულ მაქსიმალურ სიჩქარეზე გადამრავლებით;

3) ნამდვილი ხარჯი გამოიანგარიშება ფიქტიური ხარჯის გადამყვან კოეფიციენტზე (K_2-ზე) გამრავლებით.

ფიქტიური ხარჯი გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$Q_{\text{ფიქტ.}} = w v_{\text{მ.ჯს.}}, \tag{89}$$

გადამყვანი კოეფიციენტი (K_2) გამოიანგარიშება ცდით მიღებული მონაცემებით ტრიალათი და ტივტივათი გაზომილი ხარჯის შეფარდებით ან (88) ფორმულით; თუ არა გვაქვს ცდით მიღებული მონაცემები, უნდა ვისარგებლოთ 21-ე ცხრილით.

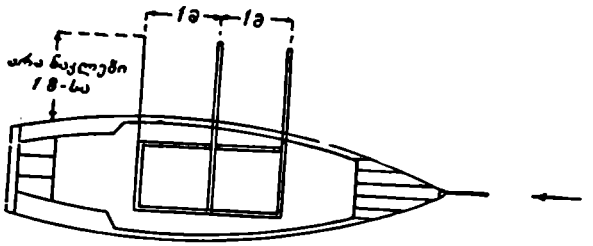
გადამყვანი კოეფიციენტის მონახვის შემდეგ ადვილად გამოიანგარიშება ნამდვილი ხარჯი ფორმულით

$$Q_{\text{ნამდ.}} = Q_{\text{ფიქტ.}} K_2 \tag{90}$$

სიღრმითი ტივტივებით წყლის ხარჯის გაზომვა. სიღრმით ტივტივებს წყლის ხარჯების გასაზომად იყენებენ ისეთ მდინარეებზე, რომელთა დინების სიჩქარეები 0,15 მ/წ-ს არ აღემატება. სიღრმითი ტივტივებით დინების სიჩქარეებს ზომავენ კვეთის სიჩქარეთა ვერტიკალებზე შემდეგი სიღრმის წერტილების მიხედვით:

წყალმცენარეულობიდან თავისუფალ კალაპოტში 0,5 მ-ზე ნაკლები სიღრმის დროს ერთ წერტილში 0,6h სიღრმეზე; ვერტიკალის 0,5 მ-ზე მეტი სიღრმის დროს — ორ წერტილში 0,2h და 0,8h სიღრმეზე.

ჰიდრომეტრიულ კვეთზე სიჩქარეებს ზომავენ ღუზაზე დამდგარი ნავიდან. ტივტივას გავლილი გზის განსაზღვრისათვის ნავზე აწყობენ კვეთის ლარტყებს, რომელიც დამაგრებულია მაგარი ჩარჩოთი (ნახ. 116). კვეთის ლარტყების ბოლოები ერთმანეთისაგან დაშორე-



ნახ. 116. სიღრმითი ტივტივებით სიჩქარეების გასაზომად ნავზე კვეთის ლარტყების მოწყობის სქემა.

ბული უნდა იყოს ზუსტად ერთი მეტრით და მოთავსებულ უნდა იქნენ ერთ ხაზზე.

ვერტიკალებზე სიჩქარეების გაზომვის დროს დაცული უნდა იყოს შემდეგი წესები:

1) ნავზე კვეთის ლარტყები უნდა იყოს მოთავსებული დინების მიმართულებასთან პერპენდიკულარულად;

2) ტივტივებს უშვებენ ჰოკის საშუალებით ზედა კვეთის ლარტყის ზევით 0,25—0,5 მეტრის დაშორებით და ნავის გვერდიდან არანაკლებ 1 მეტრის დაშორებით.

3) ზედა კვეთის ხაზის ტივტივათი გადაკვეთის დროს ჩართავენ წამმზომს. თუ ტივტივას სვლის ხანგრძლივობა ზედა კვეთიდან შუა კვეთამდე 20 წამზე მეტი იყო, მაშინ წამმზომს აჩერებენ ტივტივას მიერ მეორე კვეთის გადაკვეთის მომენტში; თუ ტივტივას სვლის ხანგრძლივობა მეორე კვეთამდე 20 წამზე ნაკლები აღმოჩნდება, დაკვირვებას აგრძელებენ მესამე ქვედა კვეთის გადაკვეთამდე;

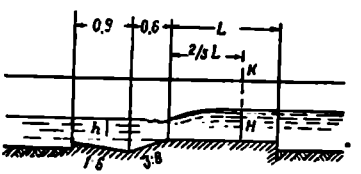
4) ვერტიკალის თითოეულ წერტილზე გაზომვა წარმოებს არანაკლებ სამჯერ. ტივტივების სვლის ხანგრძლივობის სხვაობა არ უნდა იყოს 10%-ზე მეტი, წინააღმდეგ შემთხვევაში წარმოებს დამატებითი გაზომვები;

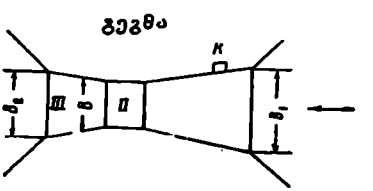
5) მკვდარი სივრცის საზღვრის დაახლოებით ნულოვან სიჩქარედ მიიღება ის ადგილი, სადაც ტივტივა უძრავად დადგება, ან დაიწყებს მოძრაობას შებრუნებითი მიმართულებით.

სიღრმითი ტივტივებით სიჩქარეების გაზომვების შედეგებს წერენ „ტრიალებით ხარჯის გაზომვის წიგნაკში". ხარჯის გამოანგარიშება წარმოებს ტრიალებით გაზომილი ხარჯების ანალოგიურად.

§ 73. წყლის ხარჯების განსაზღვრა ჰიდრომეტრიული ღარებისა და წყალსაშვებების საშუალებით

პატარა მდინარეების, ღელეების, ნაკადულების და ძირითადად სარწყავ არხებში და ლაბორატორიებში წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის ძალიან ხელსაყრელი და მოხერხებულია ჰიდრომეტრიული ღარები და სხვადასხვა ტიპისა და კონსტრუქციის წყალსაშვებები.





ნახ. 117. სტანდარტული ტიპის ჰიდრომეტრიული ღარის სქემა. მიმღები მილაბრას სიგრძე გასწვრივი ღერძის მიხედვით L=0,5 მ; B=1,2 მ. წყლის შესასვლელის სიგანე B=1.2 მ; B+0.48: წყლის გასასვლელის სიგანე $B_2=B_1+0,30$ მ.

ჰიდრომეტრიული ღარები. წყლის ხარჯების გასაზომად ჩვეულებრივად იყენებენ სტანდარტული ტიპის ჰიდრომეტრიულ ღარს, რომელიც შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: მიმღები მილაბრასაგან, ყელისა და გამყვანი მილაბრასაგან (ნახ. 117). სტანდარტული ღარების ზომები განისაზღვრება ყელის სიგანის მიხედვით.

ყელისა და წყლის გასაშვები მილაბრას სიგრძე ყველა ზომის სტანდარტულ ღარებს ერთნაირი აქვთ: ყელის სიგრძე უდრის 0,60 მეტრს, ხოლო წყლის გასაშვები მილაბრას სიგრძე 0,90 მ-ს. ღარის ვერტიკალური კედლების სიმაღლე ჩვეულებრივ არ უნდა იყოს ერთ მეტრზე მეტი. ღარის ფსკერი მიმღები მილაბრას ფარგლებში კეთდება ჰორიზონტალური, ყელის ფსკერი კეთდება დახრილი (3 : 8) დინების მიმართულებით, ხოლო გამყვანი მილაბრას ფსკერს ეძლევა დახრილობა (1:6) დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

მცირე ზომის ღარებს ამზადებენ ფურცლოვანი ფოლადისაგან, უფრო დიდს—ხისაგან. ხოლო კიდევ უფრო დიდს—რკინაბეტონისაგან. ღარის მოწყობის დროს მტკიცედ უნდა იყოს დაცული ზომები. ღარის შიგნითა ნაწილი უნდა იყოს გაშლიფულ-გაპრიალებული.

ღარს აყენებენ მდინარის სწორხაზოვან უბანზე, სადაც არის ერთნაირი დახრილობა და კალაპოტს აქვს ვარცლისებური ფორმა. წყალმა რომ არ გადარეცხოს კალაპოტი, მას ღარის მიდამოებში და წყლის მისაყვანელ და გასაყვანელ ადგილებთან ამაგრებენ ქვებით ან ბეტონით.

წყლის ხარჯი განისაზღვრება მიმღებ მილძაბრაში წყლის დონეების რეგისტრაციით ყელის დასაწყისიდან სიგრძის $^2/_3$ მანძილზე. ამ ადგილზე აკეთებენ ჭას, რომელზეც აწყობენ დონეების თვითმწერს ან კაუჭიან ლარტყას. დაიშვება აგრეთვე დონეების ათვლა ღარის კედელზე მიმაგრებულ ლარტყაზე.

ღარში ზომავენ ხარჯებს სხვადასხვა დონეების დროს და ამყარებენ მუდმივ დამოკიდებულებას დონეებსა და ხარჯებს შორის $[Q=f(H)]$, აგებენ მათ შორის დამოკიდებულების გრაფიკს, საიდანაც შეუძლიათ ჩამოიღონ ხარჯები სასურველი დონის დროს.

წყლის ხარჯების განსაზღვრა წყალსაშვებების საშუალებით. წყლის ხარჯის გაზომვისათვის იყენებენ თხელკედლიან წყალსაშვებებს, რომელთათვისაც ცნობილია ფორმულები წნევის მიხედვით წყლის ხარჯის გამოანგარიშებისათვის. წყალსაშვებებით შეიძლება წყლის ხარჯების გაზომვა 0,0005 მ³/წ-დან 10,0 მ³/წ-მდე.

წყლის ხარჯების გაზომვისათვის არსებობს მრავალი ტიპის წყალსაშვებები, ჩვენ აქ მხოლოდ ზოგიერთს განვიხილავთ.

სწორკუთხოვანი წყალსაშვები გვერდული კუმშვის გარეშე (ნახ. 118). ეწყობა სწორკუთხოვან არხებში. მისი სიგრძე უნდა იყოს წნევაზე 7—8-ჯერ მეტი ($l=7—8\ H_{max}$). წყალსაშვები წიბო ფსკერიდან ამოწეული უნდა იყოს არანაკლებ 0,2 მ-სა, ხოლო ქვედა ბიეფში წყლის დონე წიბოს ნიშნულის ქვევით უნდა იყოს არანაკლებ 0,1 მ-სა. უდიდესი წნევა P_{max} უნდა იყოს არაუმეტეს 1.0 მ-სა. ხოლო უმცირესი წნევა — არანაკლებ 0,05 მ-სი.

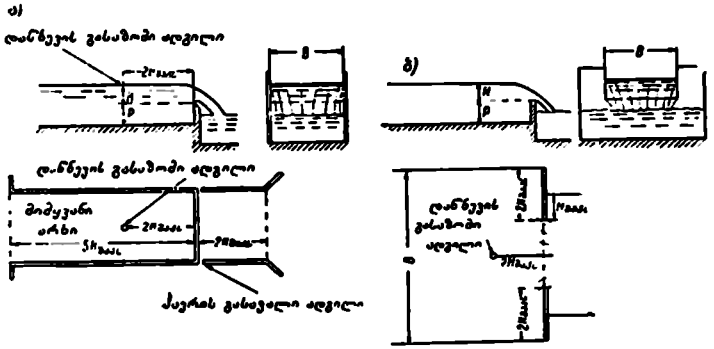
ასეთი ტიპის წყალსაშვებით წყლის ხარჯი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$Q=m_0 b \sqrt{2g}H^{3/2}, \qquad (91)$$

სადაც m_0 არის ხარჯის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$m_0 = \left(0{,}405 + \frac{0{,}0027}{H}\right)\left[1 + 0{,}55\,\frac{H^2}{(H+P)^2}\right]. \qquad (92)$$

b არის წყალსაშვების ხვრელის სიგანე, H—წნევა წყალსაშვებზე, რაც უდრის სხვაობას წყლის დონის ნიშნულსა ზედა ბიეფში და წიბოს ნიშნულს შორის. წყლის დონის ნიშნული ზედა ბიეფში განისაზღვრება წყალსაშვების წიბოდან $2H$ მანძილის დაშორებით; P წყალ-



ნახ. 118. სწორკუთხიანი წყალსაშვების სქემა: ა) გვერდითი კუმშვის გარეშე და ბ) გვერდითი კუმშვით.

საშვების ზღურბლის სიმაღლეა ზედა ბიეფის მხრიდან; $g = 9{,}81$— სიმძიმის ძალის აჩქარება.

პრაქტიკულად ხარჯს საზღვრავენ ცხრილის დახმარებით, წნევასთან, ზღურბლის სიმაღლესთან და წყალსაშვებ ხვრელთან დამოკიდებულებით. ასეთი ცხრილები მოიპოვება სხვადასხვა ცნობარებში და დარიგებებში.

სწორკუთხოვანი წყალსაშვები გვერდული კუმშვით (ნახ. 118 ბ). ამ ტიპის წყალსაშვების ზღურბლის სიგანე მცირეა წყალსადენ არხთან შედარებით, ამიტომ წყალსაშვების ხვრელში წყლის გასვლის დროს ნაკადი განიცდის ორივე მხრიდან შეკუმშვას, რაც იწვევს წყლის ხარჯის შემცირებას გარკვეული სიდიდით ისეთ წყალსაშვებებთან შედარებით, სადაც არ არის გვერდითი კუმშვა.

წყლის ხარჯი გვერდითი კუმშვის მქონე წყალსაშვებებში განისაზღვრება ზემოაღნიშნული (91) ფორმულით, იმ განსხვავებით, რომ ხარჯის კოეფიციენტის ფორმულა მოინახება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$m_0 = \left(0.405 + \frac{0{,}0027}{H} - \right.$$

$$\left. - 0{,}03\,\frac{B-b}{B}\right)\left[1 + 0{,}55\,\frac{b^2}{B^2}\cdot\frac{H}{(H+P)^2}\right], \qquad (93)$$

სადაც B არის არხის სიგანე ზედა ბიეფში (დანარჩენი აღნიშვნები იგივეა, რაც (92) ფორმულაში).

პრაქტიკულად ხარჯი გამოიანგარიშება ცხრილის საშუალებით.

სამკუთხოვან წყალსაშვებებს (ნახ. 118) ჩვეულებრივ იყენებენ შედარებით მცირე სიდიდის ხარჯების გაზომვის დროს, უმთავრესად ჰიდრავლიკურ, ჰიდრომეტრიულ ლაბორატორიებში და მელიორაციული სისტემის არხებში. ყველაზე უფრო იყენებენ დაუტბორავ სამკუთხოვან წყალსაშვებებს, ამოკვეთილს 90° კუთხით.

წყლის ხარჯი ასეთი წყალსაშვებებით განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Q = 1{,}4\ H^{5/2}, \qquad (94)$$

ან რამდენადმე უფრო ზუსტად

$$Q = 1{,}343\ H^{2{,}47} \qquad (95$$

ტრაპეციულ წყალსაშვებს აქვს ტოლფერდიანი ტრაპეციის ფორმის წყალსაშვები ხვრელი (ნახ. 119).

წყალსაშვებებიდან წყლის ხარჯების საიმედო შედეგების მიღებისათვის მათი მოწყობის დროს დაცული უნდა იქნეს შემდეგი ძირითადი პირობები:

1) ნაკადი წყალსაშვებამდე უნდა მიედინებოდეს სწორხაზობრივად. ნაკადის ღერძი უნდა ემთხვეოდეს წყალსაშვების ღერძს;

2) წყლის დონე ქვედა ბიეფში ყოველთვის უნდა იყოს წყალსაშვები წიბოს ქვევით, რომ აცილებულ იქნეს წყალსაშვების შეტბორება;

3) წყალსაშვების ზღურბლიდან გადასხმული წყლის ჭავლის ქვეშ უნდა იყოს თავისუფალი არე ჰაერის შესასვლელად;

4) წყალსაშვების ხვრელის ნაპირები უნდა იყოს გალესილი, არ უნდა იყოს დაკბილული და ჩაჟანგებული.

5) სწორკუთხოვანი და ტრაპეციული წყალსაშვებების წიბო დაყენებული უნდა იყოს ჰორიზონტალურად, ხოლო წყალსაშვების ჩარჩო — ვერტიკალურად:

6) წყალსაშვების კედლის წინ არ შეიძლება იყოს ნატანი მასალა და ნაგავი;

7) წნევის სიდიდის განსაზღვრისათვის წყალსაზომი ლარტყა მოთავსებულ უნდა იყოს წყალსაშვების ჩარჩოს ზევით $2H_{\text{მაქს.}}$ მაწ-

ნახ. 119. ტრაპეციული წყალსაშვები.

ძილზე. ლარტყის ნული და წყალსაშვების ზღურბლი უნდა იყოს ერთ ნიშნულზე. წყალსაშვებთან დამატებით შეიძლება მოწყობილ იქნეს დონეების თვითმწერები.

§ 74. წყლის ხარჯის განსაზღვრა ცოცხალი კვეთის ფართობის და ნაკადის საშუალო სიჩქარის მიხედვით

წყლის ხარჯის განსაზღვრა ცოცხალი კვეთის ფართობისა და საშუალო სიჩქარის ნამრავლის მიხედვით. ჩვეულებრივ წარმოებს იმ მიზნით, რომ დავადგინოთ წყლის ხარჯის სიდიდე, როდესაც კალაპოტი წყლით გავსებულია უდიდეს დონემდე, და ისეთ წყალსადინარზე, სადაც სისტემატურად არ წარმოებს ხარჯების გაზომვა, ან წყალმოვარდნის დროს საშუალება არ გვაქვს თანამედროვე იარაღებით გავზომოთ დინების სიჩქარეები. წყლის უდიდესი დონეების

დადგენას ასეთ შემთხვევაში აწარმოებენ წყლის მიერ მასალის ნაპირზე დატოვების შედეგით, ან ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვით: უდიდესი დონის დადგენის დროს უნდა გამოვიკვლიოთ, რომ იგი არ იყო გამოწვეული შეტბორების შედეგად, მაგალითად ყინულხერგილებით და სხვა მიზეზით.

ასეთ შემთხვევებში წყლის ხარჯს ანგარიშობენ შეზის ფორმულის საშუალებით. წყლის ხარჯი მიიღება ცოცხალი კვეთის ფართობის ნაკადის დინების საშუალო სიჩქარეზე გადამრავლებით:

$$Q = \omega v,$$

სადაც ω ცოცხალი კვეთის ფართობია მ²; v—მდინარის დინების საშუალო სიჩქარეა მ/წ-ში, რაც გამოიანგარიშება შეზის ფორმულით:

$$v = c\sqrt{Ri} \qquad (96)$$

სადაც c არის შეზის კოეფიციენტი, რომელსაც აქვს განზომილება მ^{0,5}/წ R—ჰიდრავლიკური რადიუსია; i—წყლის ზედაპირის დახრილობა უბანზე. წყლის ზედაპირის დახრილობა განისაზღვრება ნიველირებით, წყლის უდიდესი დონეების დროს. ნაპირებზე ნარჩენი მასალების ნიშნულების მიხედვით. შეზის ფორმულა სამართლიანია წყლის თანაბარი მოძრაობის დროს (ლამინალური მოძრაობა), რომელიც მდინარეების პირობებში იშვიათად გვხვდება, მაგრამ ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მდინარეებზე რამდენადმე მიახლოებით გაანგარიშებისათვის.

შეზის კოეფიციენტი (C), რომელიც დამოკიდებულია კალაპოტის მჭისეობაზე და ჰიდრავლიკური რადიუსის სიდიდეზე, განისაზღვრება ემპირიული ფორმულების საშუალებით, მაგალითად, ბაზენის ფორმულით

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}, \qquad (97)$$

სადაც R არის ჰიდრავლიკური რადიუსი, γ — მჭისეობის კოეფიციენტი, რომლის დადგენაც ცდის საშუალებით წარმოებს, ანდა წინასწარი მოცემული ცხრილიდან აიღება.

C კოეფიციენტის გამოსაანგარიშებლად ნ. ნ. პავლოვსკი იძლევა შემდეგი ხასიათის ემპირიულ ფორმულას

$$C = \frac{1}{n} R^{y}, \qquad (98)$$

სადაც n არის მჭისეობის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება მ. ფ. სრიბნის ცხრილით[1], რომელიც დამოკიდებულია მდინარის კალაპოტისა და ჭალის ხასიათზე. R არის ჰიდრავლიკური რადიუსი ან საშუალო სიღრმე $h_{საშ.}$, ხარისხის მაჩვენებელი y განისაზღვრება ნ. ნ. პავლოვსკის ფორმულით

$$y = 2{,}5n = 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R}\ \ (\sqrt{n} - 0{,}10), \qquad (99)$$

ხარჯის გამოანგარიშება შეიძლება დაჩქარდეს, თუ გამოვიყენებთ შემდეგ გამარტივებულ ფორმულას

$$Q = w\,A\,\sqrt{i} \qquad (100)$$

A კოეფიციენტი განისაზღვრება ცხრილის მიხედვით, რომელიც დამოკიდებულია $h_{საშ.}$ და $\frac{1}{n}$-ზე.

წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის შერჩეულ უბანზე გამოყოფენ სამ კვეთს: დასაწყისში, შუაში და ბოლოში, ისინი უნდა განლაგდეს უბნისათვის დამახასიათებელ ადგილებზე. ხარჯის განსაზღვრისათვის ცოცხალი კვეთის ფართობს და საშუალო სიღრმეს ღებულობენ, როგორც საშუალო არითმეტიკულ რიცხვს, გამოანგარიშებულს თითოეული კვეთის სამივე კვეთიდან. მჭისეობის კოეფიციენტს აგრეთვე ღებულობენ საშუალო მნიშვნელობისას, განსაზღვრულს თითოეული კვეთისათვის სამივე კვეთიდან.

უბნის სიგრძეს იღებენ ისეთი სიდიდით, რომელიც უზრუნველყოფს მდინარის ზედაპირის დახრილობის ზუსტად განსაზღვრას იმ ანგარიშით, რომ უბნის ვარდნა არ უნდა იყოს 0,5 მ-ზე ნაკლები.

განიერჭალიანი მდინარის ხარჯის გამოანგარიშების დროს ხარჯები გამოანგარიშებულ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ძირითადი კალაპოტისათვის და მარჯვენა და მარცხენა სანაპირო ჭალებისათვის. მთლიანი ხარჯი მიიღება მათი შეჯამებით.

§ 75. წყლის ხარჯის განსაზღვრა ბათომეტრ-ტაქიმეტრით

ტრიალათი ხარჯის გაზომვისათვის მოწყობილი ჰიდრომეტრიული კვეთი სრულიად საკმარისია ბათომეტრ-ტაქიმეტრით წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის. ბათომეტრ-ტაქიმეტრით სიჩქარეების გაზომვა წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით:

---

[1] მ. ფ. სრიბნის ცხრილი, იხილეთ ნ. უკლება. ზოგადი ჰიდროლოგიის სახელმძღვანელო, თბილისი, 1968, გვ. 114 — 115.

1) ბათომეტრს წყალში ჩასაშვებად ამაგრებენ შტანგაზე, შესატყვისი სიღრმის წერტილზე, ისე როგორც ტრიალას შტანგით მუშაობის დროს.

2) ბათომეტრის კამერას წინასწარ გამორეცხავენ წყლით და როდესაც იქიდან მთლიანად გამოვა წყალი, ბათომეტრს შტანგით ჩაუშვებენ დაკვირვების წერტილში მილით წყლის დინების მიმართულებით, რომ ბათომეტრში წყალი არ შეივიდეს მანამ, სანამ იგი დადგებოდეს სიჩქარის გასაზომ წერტილში.

3) ბათომეტრის სიჩქარის გასაზომ წერტილზე მოთავსების შემდეგ შტანგას ბათომეტრით შეაბრუნებენ, ისე, რომ ბათომეტრის მილი დადგეს წყლის დინების საწინააღმდეგოდ და იმავე მომენტში ჩართავენ წამმზომს. ასეთ მდგომარეობაში ბათომეტრს იჭერენ რამდენიმე წამის განმავლობაში. აღნიშნული მიმართულებით ბათომეტრის დაჭერის ხანგრძლივობა წინასწარ უნდა იყოს დადგენილი, იმ ანგარიშით, რომ წყლით გაივსოს ბათომეტრის მთელი მოცულობის — 1/4—3/4.

4) დაკვირვების შეწყვეტის დროს შეაბრუნებენ შტანგას და იმავე მომენტში გამორთავენ წამმზომს, ჩაწერენ დახარჯულ დროს t წამებში. ბათომეტრი უნდა შებრუნდეს მილით წყლის ნაკადის მიმართულებით, რომ წყლიდან ამოღების დროს ბათომეტრში წყალი არ შევიდეს. ბათომეტრს ამოიღებენ წყლიდან და განსაზღვრავენ მასში შესული წყლის მოცულობას მენზურის საშუალებით.

თუ აქვთ ხუთი ბათომეტრი, მათ ამაგრებენ ერთ შტანგაზე $0{,}1h$; $0{,}3h$; $0{,}5h$; $0{,}7h$ და $0{,}9h$ ვერტიკალის სიღრმეზე. შეიძლება სიჩქარეების გასაზომად გამოიყენონ ინტეგრაციული მეთოდიც, რომლითაც ღებულობენ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეს, ხოლო ბათომეტრის კომპლექტი უნდა შეირჩეს ისე, რომ ყველა ბათომეტრის ტარირების მრუდები პრაქტიკულად ერთმანეთს ემთხვეოდეს. ყველა ბათომეტრის წყალს ერთ ჭურჭელში ასხამენ და განსაზღვრავენ საერთო მოცულობას A სმ³-ში. ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$v_{საშ.} = \frac{A}{KT} \text{ მ/წმ.}, \qquad (101)$$

სადაც $v_{საშ.}$ არის ბათომეტრების წყლით გავსების საშუალო სიჩქარე მ/წ-ში. A—ხუთ ბათომეტრში შეგროვილი წყლის მოცულობა სმ³; T—დაკვირვების დრო წამებში; K — ბათომეტრების რიცხვი (ამ შემთხვევაში ხუთი).

საშუალო სიჩქარის განსაზღვრა მიახლოებითი მეთოდით შეიძ-

ლება ორი ბათომეტრის საშუალებით, მათი $0{,}2h$ და $0{,}8h$ ვერტიკალის სიღრმეზე ჩაშვებით.

თუ ხუთი ბათომეტრით მუშაობის დროს განვსაზღვრავთ თითოეულ ბათომეტრში შესული წყლის რაოდენობას, ეს საშუალებას მოგვცემს ავაგოთ ვერტიკალის სიჩქარეთა ეპიური (გოდოგრაფი) და მისი საშუალებით გავიგოთ ვერტიკალის საშუალო სიჩქარე. ვერტიკალის საშუალო სიჩქარის განსაზღვრის შემდეგ ადვილად შეიძლება ელემენტარული ხარჯების განსაზღვრა ($q = vh$ მ²/წ). ელემენტარული ხარჯების ეპიურის აგებით მდინარის სიგანის მიხედვით და მისი ფართობის პლანიმეტრით გაზომვის შედეგად გავიგებთ მდინარის მთლიან ხარჯს, ანალოგიურად ტრიალათი გაზომილი ხარჯების გამოანგარიშებისა.

ბათომეტრ-ტაქიმეტრით სიჩქარეების გაზომვის დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ბათომეტრი იძლევა მნიშვნელოვან შეცდომას, თუ ის მილით ზუსტად არ დგას წყლის დინების პერპენდიკულარულად, ან თუ ნაკადის დინების სიჩქარე 0,15 მ/წ-ზე ნაკლებია. ბათომეტრი აგრეთვე არასწორ ჩვენებას იძლევა, თუ რეზინის კამერის გვერდები ერთმანეთთან შეწებებულია რეზინის უვარგისობის გამო, აგრეთვე მილსაცობის თავი ჩაშყლეტილი ან დაკბილულია. ზამთრის პერიოდში ბათომეტრით მუშაობის დროს არ უნდა დავუშვათ მილის გაყინვა, რის შედეგადაც შემცირდება მილის შიდა დიამეტრი და სიჩქარეებს არაზუსტად გაზომავს.

§ 70. წყლის ხარჯების განსაზღვრა მოცულობითი ხერხით

მოცულობით ხერხს წყლის ხარჯების გასაზომად იყენებენ ისეთ წყალსადინარებში, რომელთა წყლის ხარჯი 5—10 ლ/წ არ აღემატება (წყაროები, პატარა ნაკადები და სხვ.). მას აგრეთვე იყენებენ როგორც დამხმარეს, მცირე ზომის ჰიდრომეტრიული ღარებისა და წყალსაშვებების ტარირებისათვის.

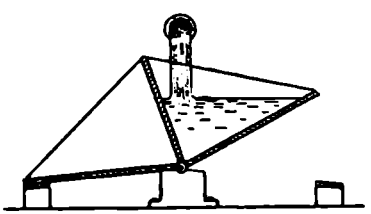
მოცულობითი მეთოდით წყლის ხარჯის გაზომვა ხდება ძალიან დიდი სიზუსტით, რაც მნიშვნელოვანია პატარა ხარჯების გაზომვისათვის. ამ მეთოდით ხარჯის გაზომვა წარმოებს საზომ ჭურჭელში დაგროვილი წყლის მოცულობისა (W) და დროის მონაკვეთის (T) განსაზღვრით, რომლის პერიოდშიც ჭურჭელში წყალი დაგროვდა ე. ი.

$$Q = \frac{W}{T}; \qquad (102)$$

სადაც W არის ჭურჭელში დაგროვილი წყლის მოცულობა; T — წყლის დაგროვების დროის ხანგრძლივობა წამებში.

საზომ ჭურჭლად ძალიან პატარა ხარჯებისათვის იყენებენ ვედროს, ხოლო უფრო მნიშვნელოვანი სიდიდის ხარჯებისათვის რკინის ან ცემენტის აუზს. ჭურჭელი უნდა იყოს ზუსტად დაკალიბრებული და სახელმწიფო დაღით დანიშნული. საზომი ჭურჭელი უნდა დადგეს სპეციალურად შერჩეულ ადგილზე, რომ მასში მოხვდეს წყლის მთლიანი ნაკადი. თუ წყარო გაჰოედინება რამდენიმე ნაკადის სახით, ერთიმეორედან მცირე მანძილის დაშორებით, მაშინ იგი უნდა შეიკრიბოს ერთ ნაკადად.

ასეთი გაზომვის დროს ადგილი უნდა შეირჩეს იქ, სადაც ნაკადს ექნება მკვეთრი ვარდნა. ნაკადს გადაღობავენ ვერტიკალური კედლით და მასში მოაწყობენ სპეციალურ ღარს ან მილს, რომლის ქვეშაც დადგამენ საზომ ჭურჭელს. ღარიდან ან მილიდან წყლის ჩასხმით ჭურჭლის ავსების დროს განსაზღვრავენ წამებში და ჩასხმული წყლის მოცულობის რაოდენობის დროზე გაყოფით მიიღებენ წყლის ხარჯს.



ნახ. 120. მილნეს ჭურჭელი.

ავტომატურად მოქმედი საზომი ჭურჭლებიდან ცნობილია მილნეს ჭურჭელი (ნახ. 120), რომელიც შედგება ერთნაირი მოცულობის ორი სექციისაგან; როდესაც ერთი სექცია წყლით აივსება განსაზღვრულ დონემდე, ის გადაყირავდება და მეორე სექცია იწყებს ავსებას და ა. შ.

თუ ვაწარმოებთ ჭურჭლის დაცლის აღრიცხვას და ვიცით სექციის წყლის მოცულობა, მაშინ ხარჯი გამოიანგარიშება ზემოაღნიშნული (103) ფორმულის მიხედვით. ჩამონადენის აღრიცხვა შეიძლება ავტომატური თვითმწერის საშუალებით, რომლის ბაფთაზე იწერება სექციის რყევადობის რაოდენობა და დრო წამებში.

იმ ნაკადულებზე, რომლებიც შრებიან ან მოწყობილია წყალსაშვებები, რეკომენდებულია წყალსაშვების კედლის წინ მოეწყოს საზომი აუზი ჩამონადენის აღრიცხვისათვის მისი დაწყების პერიოდში. საზომი აუზის მოცულობა გამოიანგარიშება აუზის ზუსტი გაზომვის მონაცემების მიხედვით; მის მოცულობასა და წყალსაზომი ლარტყის ან დონეების თვითმწერს მონაცემებს შორის ადგენენ კავშირს.

დანადგარის აუზი პერიოდულად უნდა გაიწმინდოს ნატანი მასა-

ლისაგან და უნდა შემოწმდეს კავშირი წყლის მოცულობასა და წყალსაზომ მოწყობილობათა შორის. დონეების გაზომვა საზომ ჭურჭელში წარმოებს კავიანი ლარტყების საშუალებით 1 მმ-ის სიზუსტით.

§ 77. წყლის ხარჯების განსაზღვრა შერევითი მეთოდით

მთის მდინარეები, რომლებშიც წყალი დიდი სიჩქარით მიედინება და მშფოთვარეა, ხასიათდება დიდი ტურბულენტობით. მათ კალაპოტში მიმდინარეობს გაძლიერებული სიღრმითი ეროზიული პროცესები. ასეთ პირობებში წყლის ხარჯის განსაზღვრა ჩვეულებრივი ხერხებით ძნელია, რადგან არ შეიძლება ვაწარმოოთ სიჩქარეებისა და სიღრმეების ზუსტი გაზომვები. ასეთ შემთხვევაში ხარჯების განსაზღვრისათვის იყენებენ ე. წ. შერევით მეთოდს.

წყლის ხარჯის განსაზღვრა შერევითი მეთოდით შემდეგში გამოიხატება: ნაკადში ასხამენ რომელიმე ნივთიერების ხსნარს, ჩვეულებრივ სუფრის მარილის ხსნარს ცნობილი კონცენტრაციით და ზომავენ ამ კონცენტრაციას ჩასხმის ადგილიდან ქვევით, როდესაც ხსნარი სრულიად აირევა ნაკადის წყლის გარემოში.

წყლის ხარჯის გაზომვა შერევითი ხერხით საკმაოდ ზუსტად შეიძლება შემდეგ პირობებში: 1) მდინარეს შერჩეულ უბანზე არ უნდა ჰქონდეს შენაკადები; 2) არ უნდა ერთვოდეს კანალიზაციის და სარწყავი არხის წყლები; 3) ხსნარის ჩასხმის ადგილსა (ზედა კვეთსა) და ქვედა სინჯის ასაღებ კვეთებს შორის უნდა იყოს კარგი ბუნებრივი პირობები ხსნარ-ინდიკატორის წყალში შერევისათვის; 4) უბანზე არ უნდა იყოს დამდგარი წყლის ზონა, ორმოები, მკვდარი სივრცე და განაკადები.

შერევითი მეთოდის გამოყენების ორი ვარიანტია ცნობილი:

1) ნაკადში ხსნარ-ინდიკატორის ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ჩასხმა მუდმივი მცირე ხარჯით: 2) ხსნარ-ინდიკატორის ნაკადში ერთბაშად ჩასხმა. ამჟამად პირველი ვარიანტით ხარჯების განსაზღვრას არ აწარმოებენ, რადგან იგი მოითხოვს ხსნარ-ინდიკატორის დიდ რაოდენობას და რთულ მოწყობილობას ხსნარის განუწყვეტლად და მუდმივად ჩასასხმელად.

მეორე ვარიანტით წყლის ხარჯების გაზომვის ხერხები მოცემულია ქვემოთ.

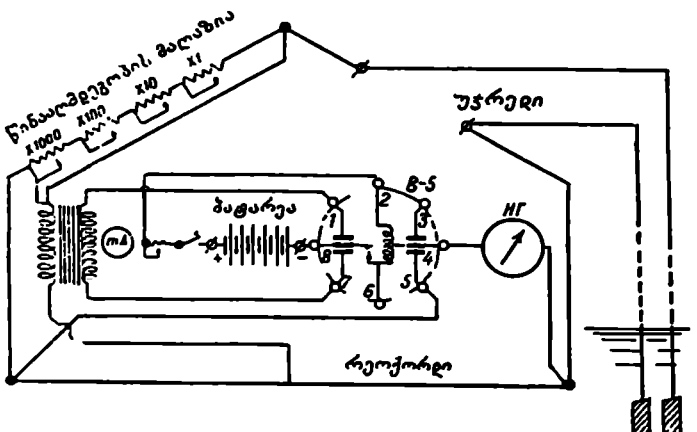
წყლის ხარჯების განსაზღვრა ИРВ—52-ის გამოყენებით. ნაკადში ჩასხმული ხსნარ-ინდიკატორი (ელექტრონული) წყლის გარემოში კარგად შერევის შემდეგ ქვემო გასაზომ კვეთში ჯერ ქმნის კონცენ-

ტრაციის მატებას, ხოლო შემდეგ თანდათანობით დაკლებას. იონების ასეთი ცვალებადობა დროში გრაფიკზე მოხაზულობით ემსგავსება წყალმოვარდნის გრაფიკს, ამიტომ წყლის ხარჯების გაზომვის ამ ხერხმა მიიღო სახელწოდება „იონური მოვარდნა“.

იონების კონცენტრაციის მომატებასთან დაკავშირებით მდინარის წყალში იზრდება ელექტროგამტარობა, რაც აღირიცხება გამზომი ხიდურის საშუალებით. მაშასადამე, მოცემულ ხერხში ხსნარის კონცენტრაციის გაზომვა იცვლება ელექტროგამტარობის გაზომვით. ეს დასაშვებია იმიტომ, რომ ხსნარში კონცენტრაცია ელექტროგამტარობის პროპორციულია.

ИРВ—52-ის კომპლექსის დანიშნულებაა 5 მ³/წ-მდე წყლის ხარჯის გაზომვა. იგი შედგება ელექტროგამზომი ხიდურისაგან, ელექტროდული უჯრედისაგან ზონარით, ორი ათლიტრიანი ვედროსაგან, 1 მლ მოცულობის პიპეტებისაგან. გარდა ამისა, ხარჯის გაზომვისათვის აუცილებლად უნდა გვქონდეს ორი საზომი აუზი 60—70 ლიტრის მოცულობით.

ელექტროგამზომი ხიდურა წარმოადგენს ხაზობრივ წონასწორულ ხიდს (ნახ. 121), რომლის ორი მხარე წარმოქმნილია რეოქორდით.



ნახ. 121. ელექტროგამზომი ხიდურას სქემა.

მესამე მხარედ ითვლება წინაღობათა წყობილი, ხოლო მეოთხე მხარედ—ელექტროდული უჯრედი, რომელიც ჩაიძირება ნაკადში ელექტროგამტარობის გაზომვის დროს. ელექტროდულ უჯრედში ხვდება 50 ჰერცის სიხშირით ვიბროგარდამქმნელით გამომუშავებული ცვლადი ელექტროდენი. წინაღობის მაღაზია ემსახურება მდინარის

წყალში ბუნებრივი ელექტროგამტარობის პირველდაწყებით გაწონასწორებას (ნაკადში ელექტროლიტის შეტანის მომენტიდან). ხაზობრივი რეოქორდი ემსახურება წყლის ელექტროგამტარობის ზრდის გაზომვას, მისი სკალა გაანგარიშებულია შეფარდებითი ელექტროგამტარობის გაზომვაზე — 50-დან +500%-მდე.

ელექტროდული უჯრედი შედგება ფოლადის უჟანგავი ორი ელექტროდისაგან. ელექტროდების ზედაპირი დაფარულია აქტიური ფენით ელექტროლიზის პროდუქტების შთანთქმისათვის. ელექტროდული უჯრედი ჩართულია გასაზომ ხიდურასთან ორსადენიანი ზონარით.

საზომი აუზები გვეხმარება ნაკადში ჩასხმული ხსნარის 1 : 10000-ჯერ გასახსნელად და მოცულობის გასაზომად, რაც აუცილებელია გაანგარიშებელი ელექტროგამტარობის ხსნარ-ინდიკატორის განსაზღვრისათვის. დონეების ზუსტი ათვლისათვის აუზები აღჭურვილია ნემსიანი დონმზომებით.

ხსნარის საანგარიშო ელექტროგამტარობა პიპეტებით სწრაფად და ზუსტად იზომება 1 მლ. ხსნარი 1 : 10000-ჯერ შერევის დროს.

წყლის ხარჯის გასაზომად მდინარის შერჩეულ უბანზე ნიშნავენ ორ კვეთს: ხსნარის ჩასასხმელ-გასაშვებ კვეთს და გასაზომ კვეთს: მათ შორის მანძილის სიდიდე დამოკიდებულია მდინარის ხასიათზე და მის სიგანეზე. მთის ჩქარ და დიდი დახრილობის მდინარეებზე, რომელთა სიგანე 10 მ-მდეა, კვეთებს შორის მანძილი დაინიშნება 75—100 მ-მდე, 25—50 მ-ის სიგანის მდინარეებზე — 250—500 მ-მდე, ვაკისა და მთის წყნარ მდინარეებზე, რომელთა სიგანე 10 მ-მდეა, კვეთებს შორის მანძილი ინიშნება 150—200 მ-მდე, ხოლო 20—25 მ სიგანის მდინარეებზე — 500—1000 მ-მდე.

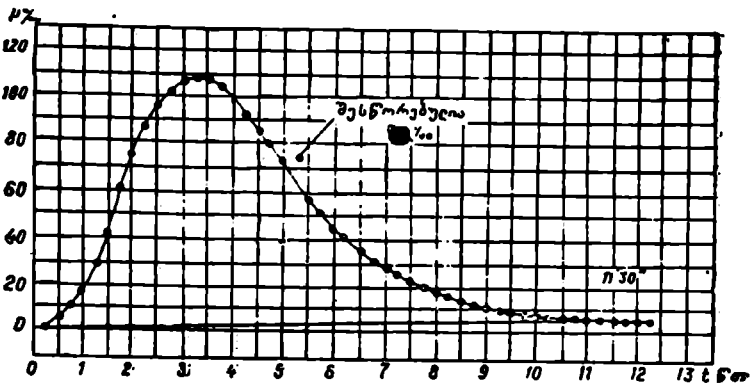
წყლის ხარჯის განსაზღვრის დაწყებამდე ზედა გასაშვებ კვეთთან ამზადებენ ელექტროლიტს (ხსნარს). ხსნარის საერთო რაოდენობას იღებენ იმ ანგარიშით, რომ 1 მ³/წ გასაზომ წყლის ხარჯზე მოდიოდეს 1—2 კგ სუფრის მარილი, ხოლო მის კონცენტრაციაზე 2—3 კგ 10 ლიტრ წყალზე. შემდეგ გამზადებულ ხსნარს ასხამენ მდინარის შუა ნაწილში მისი ნაკადში უკეთესად შერევის მიზნით.

ქვედა გასაზომ კვეთთან, მოხერხებულ ადგილზე ნაპირთან მოათავსებენ გამზომ ხიდურს, სადაც წარმოებს წყლის შეფარდებითი ელექტროგამტარობის ათვლა ყოველი 15 წამის შემდეგ და წერენ სათანადო სპეციალურ წიგნაკში. მიღებული მონაცემების მიხედვით აგებენ იონური მოვარდნის გრაფიკს (ნახ. 122).

ორდინატთა ღერძის მიხედვით ალაგებენ შეფარდებითი ელექ-

ტროგამტარობის მნიშვნელობებს P‰, ხოლო აბსცისთა ღერძზე დროს t—წუთებში, 15 წამის ინტერვალების მიხედვით.

წყლის ხარჯის გამოანგარიშებისათვის აუცილებლად უნდა ვიცოდეთ ხსნარ-ინდიკატორის საანგარიშო ელექტროგამტარობა. ამისათვის პიპეტით აღებულ სინჯს 1 მლ-ის რაოდენობით ხსნიან აუზში



ნახ. 122. იონური მოვარდნის გრაფიკი.

მოთავსებულ 10000 მლ მდინარის წყალში. შემდეგ მასში ჩაუშვებენ ელექტროდულ უჯრედს და იღებენ ანათვალს რეოქორდის სკალაზე, რომელიც წარმოადგენს 10000-ჯერ განზავებული საწყისი ხსნარის შეფარდებით ელექტროგამტარობას. საანგარიშო ხსნარ-ინდიკატორის P_p ელექტროგამტარობა მიიღება მიღებული სიდიდის 10000-ზე გადამრავლებით.

ხარჯის გამოანგარიშება წარმოებს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$Q = \frac{v_1 P_p}{F}, \qquad (103)$$

სადაც v_1 არის მდინარეში ჩასხმული ხსნარ-ინდიკატორის მოცულობა მ³-ში, P_p ხსნარ-ინდიკატორის საანგარიშო ელექტროგამტარობა ‰-ში, F იონური მოვარდნის გრაფიკის ფართობი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით $F = \Delta t \, \Sigma P$ ‰/წამ (სადაც Δt არის დროის ინტერვალი 15 წამი, ΣP იონური მოვარდნის ორდინატთა ჯამი).

შეფარდებითი ელექტროგამტარობა მდინარის წყალში ხარჯის გაზომვის დროს შეიძლება შეიცვალოს. ასეთ შემთხვევაში შეაქვთ

შესწორება, რის გათვალისწინებით წყლის ხარჯი გამოიანგარიშება ფორმულით

$$Q = \frac{vP_p}{F \pm \Delta F} \qquad (104)$$

ΔF არის იონური მოვარდნის ფართობის შესწორება. მდინარის წყალში ელექტროგამტარობის შესწავლის ანგარიშზე, რაც უდრის $\Delta F = \frac{\Delta P t}{2}$ (ΔP არის სიდიდე, რომლითაც შეიცვალა შეფარდებითი ელექტროგამტარობა მდინარის წყალში ხარჯის გაზომვის დროს %,-ში, t—გაზომვის ხანგრძლივობა წამებში).

წყლის ხარჯის განსაზღვრა ЭИРВ (ГР—54) აპარატის გამოყენებით. წყლის ხარჯის განსაზღვრა ЭИРВ აპარატის გამოყენებით, ე. ი. ელექტროლიტური მეთოდი წარმოადგენს იონური მოვარდნის ხერხით ხარჯების განსაზღვრის შემდგომ განვითარებას. ამ ხერხით ხარჯის განსაზღვრისათვის არ არის აუცილებელი მდინარის წყალში შეტანილი ელექტროლიტის მთელ სიგანეზე არევა. შეიძლება შემცირებულ იქნეს ინდიკატორისათვის საჭირო ნივთიერება.

ЭИРВ-ის კომპლექტი გაანგარიშებულია 50 მ³/წ წყლის ხარჯის გაზომვისათვის და შედგება წყლის ელექტროგამტარობის საზომისაგან, ქ'აელური ელექტროდებისაგან კოჭით და სათადარიგო ზონარით, 10 ლიტრის მოცულობის საზომი ავზისაგან, 1 ლიტრი მოცულობის საშხეფისაგან, ეედროსაგან, შუშის ქილისაგან სინჯარისათვის. დამატებით აუცილებლად უნდა იყოს ერთი-ორი ავზი ხსნარის გასახსნელად.

ელექტროგამტარობის გამზომი აწყობილია ელექტროგამზომი ხიდურის სქემის მიხედვით, რომლის ერთი დიაგონალი ჩართულია მიკროამპერმეტრთან, რომელსაც აქვს სკალა 100 დანაყოფით. ამ სკალის მიხედვით წარმოებს წყლის ელექტროგამტარობის ათვლა პირობით ერთეულებში. ხიდურას მეორე დიაგონალს ეცემა დაძაბულობა ხმის სიხშირის გენერატორიდან. ჯაჭვური ელექტროდები ჩართულია გამზომი ხიდურის ერთ მხარესთან, ამ გზით ხიდურის ეს მხარე ჩართულია მდინარის წყლის წინაღობასთან.

ჯაჭვური ელექტროდები წარმოადგენს ზონარს, რომელიც შედგება ორი იზოლირებული სადენისაგან, მას ერთ მხარეზე აქვს ჩანგალი წყლის ელექტროგამტარობის გამზომთან ჩართვისათვის, ხოლო მეორე მხარე იზოლირებულია. ზონარის შუა ნაწილში ერთმანეთისაგან 15 სმ-ს მანძილით დაშორებით მოთავსებულია წყვილი ელექ-

ტროდი, რომელიც წარმოადგენს ორივე სადენის გაშიშვლებულ უბანს: თითოეული წყვილი ელექტროდი მოთავსებულია ერთმანეთისაგან 8—10 მმ-ის დაშორებით. წყვილი ელექტროდების საერთო რაოდენობა უნდა იყოს 50—70-მდე.

წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის მდინარის შერჩეული უბანი უნდა პასუხობდეს ზემოთ მითითებულ მოთხოვნებს. ზედა ხსნარის გასაშვები კვეთი უნდა იყოს შევიწროებული, ხოლო ქვედა გასაზომ კვეთში წყალი უნდა მიედინებოდეს წუნარად და ჰქონდეს თანაბარი სიღრმეები.

ხარჯების გაზომვის წინ გასაშვებ კვეთთან ამზადებენ ხსნარს. ელექტროლიტის კონცენტრაციას იღებენ იმ ანგარიშით, რომ 0,1 კგ სუფრის მარილი მოდიოდეს 1 ლიტრ წყალზე, ხოლო ელექტროლიტის მოცულობას განსაზღვრავენ იმ ანგარიშით, რომ 0,1—0,8 კგ მარილი მოდიოდეს 1 მ³/წ გასაზომი წყლის ხარჯზე. მარილის მთლიანად გახსნის შემდეგ იღებენ ელექტროლიტის სინჯს შუშის ჭილაში, ხოლო ელექტროლიტს დაუმატებენ იმავე მოცულობის წყალს. ამასთანავე ერთდროულად გასაზომ კვეთზე მდინარეზე გაიყვანენ ზონარს ჯაჭვური ელექტროდებით, იმ ანგარიშით, რომ ზონარი არ ამოვიდეს წყლის ზევით და არ დაედოს ფსკერზე; მისი იზოლირებული თავი დამაგრდება საწინააღმდეგო ნაპირზე, ხოლო მეორე თავი ჩანგლით ჩაერთვება წყლის ელექტროგამტარობის საზომს, რომელიც მოთავსებული იქნება მდინარის ნაპირის მოხერხებულ ადგილზე.

ელექტროლიტს ნაკადში უშვებენ ჰურჰლის გადაყირავებით, იმავე დროს გასაზომ კვეთში დაიწყებენ წყლის ელექტროგამტარობის გაზომვას, რისთვისაც იღებენ ანათვალს ელექტროგამტარობის გასაზომ სკალაზე Ei ყოველი 5 წამის შემდეგ და ჩაწერენ სპეციალურად გამზადებულ წიგნაკში. ანათვლების ჩაწერას შეწყვეტენ იონური ღრუბლის გავლის შემდეგ.

წყლის ხარჯის გამოანგარიშებისათვის აუცილებლად უნდა გაიზომოს ნაკადში შესატანი ელექტროლიტის ელექტროგამტარობა. ეს ოპერაცია მოცემულ ხერხში ატარებს ელექტროდების ტარირების სახელწოდებას და სრულდება შემდეგნაირად: საზომ ავზში ჩაასხამენ მდინარის წყალს 10000 მლ-ის მოცულობით, მასში ჩაძირავენ კოპზე დახვეულ ელექტროდებს და იღებენ ანათვალს ელექტროგამტარობის საზომ სკალაზე (Σ_0). ამის შემდეგ საზომ ავზში შპრიცის საშუალებით შეაქვთ სინჯიდან აღებული 1 მლ-ის მოცულობის ელექტროლიტი და მისი არევის შემდეგ იღებენ ანათვალს ხელსაწყოს სკალაზე (E_p). ანათვლებს შორის სხვაობის მიხედვით განსაზღვრა-

ვენ ელექტროგამტარობის მატებას. წყლის ხარჯი გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$Q = \frac{K v_э \Delta E}{s} \quad მ^3/წმ \qquad (105)$$

სადაც $K = \frac{v_i}{v_p \Delta t}$ წამს. v_i არის მდინარის წყლის მოცულობა სატარიირო ჭურჭელში; v_p — ტარირების ჭურჭელში შეტანილი ელექტროლიტის მოცულობა განზავების დროს მლ-ში; Δt—დროის ინტერვალი ელექტროგამტარობის გაზომვის დროს წყლის ხარჯის გაზომვის პერიოდში, ე. ი. 5 წამი; $\Delta E = E_p - E_b$ არის ელექტროგამტარობის ნაზრდი (E_p განსაზღვრული ხსნარის ელექტროგამტარობა, E_b მდინარის წყლის ელექტროგამტარობა, $v_э$ —ხსნარის მოცულობა, რომელიც შეტანილი იქნება ნაკადში ლ-ში; $S = \Sigma E_i - nE_0$; E_i — არის ნაკადის წყლის ელექტროგამტარობა ელექტროლიტის ღრუბლის გავლის დროს, E_0—მდინარის წყალში ბუნებრივი ელექტროგამტარობა; n—ელექტროგამტარობის ანათვლების რაოდენობა კვეთზე ხსნარის მოძრაობის დროს.

გულმოდგინე მუშაობის ჩატარების დროს ელექტროლიტური ხერხის გამოყენება საშუალებას იძლევა წყლის ხარჯები გავზომოთ $\pm 10\%$-ის სიზუსტით.

მეცხრე თავი

წყლის ხარჯებსა და დონეებს შორის დამოკიდებულების მრუდების აგება და ჩამონადენის გამოანგარიშება

§ 78. ხარჯების მრუდების აგება ერთნიშნა დამოკიდებულების დროს

სხვადასხვა დონის დროს გაზომილი ხარჯების საკმაო რაოდენობის არსებობისას უმრავლეს შემთხვევაში შეიძლება დადგინდეს დამოკიდებულება გაზომილ ხარჯებსა და დონეებს შორის. ასეთი დამოკიდებულების საფუძველზე შეიძლება ყოველდღიურად გაზომილი დონეებით განსაზღვრულ იქნეს ყოველდღიური ხარჯები.

მდინარეში წყლის თანაბარი მოძრაობის დროს ხარჯების განსაზღვრისათვის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

$$Q = \omega v_{საშ.}$$

როგორც ვიცით, დინების საშუალო სიჩქარე ($v_{საშ.}$) დამოკიდებულია მდინარის კალაპოტის ჰიდრავლიკურ მახასიათებლებზე (ცოცხალი კვეთის ფართობზე, ჰიდრავლიკურ რადიუსზე, კალაპოტის მქისეობაზე და დახრილობაზე). დადგენილია, რომ კალაპოტის ჰიდრავლიკური მახასიათებლების ურთიერთმოქმედება განაპირობებს კვეთში საშუალო სიჩქარის ცვალებადობას, რაც დამოკიდებულია მდინარის წყლის დონეებზე (H). მეორე მხრივ კი, კვეთის ფართობის ცვალებადობა ძირითადად დამოკიდებულია წყლის დონეების ცვალებადობაზე. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ კვეთის ფართობი (ω) და საშუალო სიჩქარე ($v_{საშ.}$) წარმოადგენს წყლის დონეების სიმაღლის ფუნქციას (H) ამიტომ შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახის დამოკიდებულება:

$$Q = \omega v_{საშ.} = f(H) \qquad (106)$$

ასეთი დამოკიდებულება ხარჯებსა და დონეებს შორის გამოისახება გრაფიკულად ხარჯების მრუდის სახით, რომელსაც აგებენ ჩამონა-

დენის განსაზღვრისათვის. ჩამონადენი ეწოდება წყლის რაოდენობას, რომელიც გაივლის მდინარის ცოცხალ კვეთში რომელიმე დროის პერიოდში. ჩამონადენს ანგარიშობენ, როგორც წესი, ყოველწლიურად, წინა წლის მასალებიდან. ჩამონადენის შიგა წლიური ციკლები გამოიყოფა ცალკეული პერიოდების მიხედვით, რომელთა ჩამონადენიც გამოიანგარიშება სხვადასხვა პერიოდისათვის (მაგალითად, ყინულსაფარის პერიოდი, მდინარეში წყალმცენარეულობის განვითარების პერიოდი, წყალმცირობის პერიოდი და სხვ.).

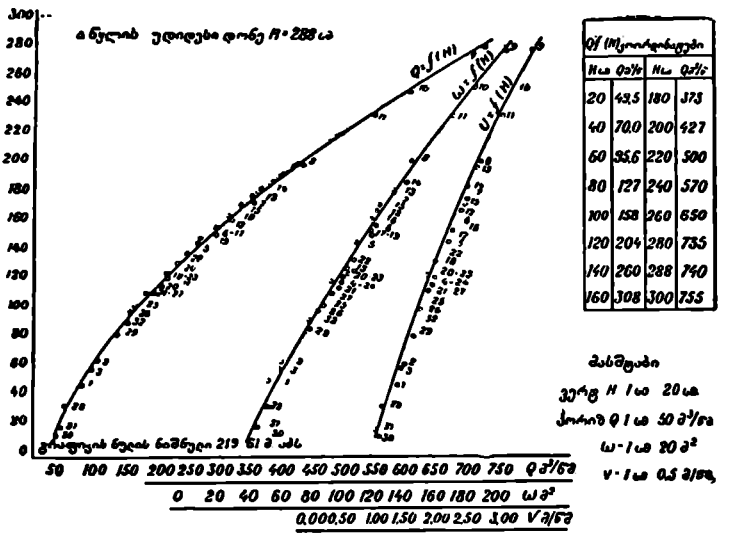
ჰიდრომეტრიაში მიღებულია განსაზღვრონ დამოკიდებულება $Q=f(H)$, ე. ი. ხარჯები დონეებიდან, თუმცა ფაქტიურ დამოუკიდებელ ცვლად სიდიდეს წარმოადგენს ხარჯები, ხოლო ფუნქციას—დონეები. მაგრამ ასეთი დამოკიდებულება მიღებულია იმიტომ, რომ წყლის დონეების გაზომვები წარმოებს სისტემატურად, დღე-ღამეში ორჯერ, ხოლო ხარჯების გაზომვები დიდი შრომატევადობის გამო რამდენჯერმე წელიწადში. პრაქტიკულად კი ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის ხარჯები განისაზღვრება დაკვირვებულ დონეებთან დამოკიდებულებით, რისთვისაც აგებენ ხარჯების მრუდს, ე. ი. ხარჯებისა და დონეების ურთიერთდამოკიდებულების მრუდს $Q=f(H)$.

ხარჯების გაზომვის სიხშირე სხვადასხვაა ჰიდროლოგიური რეჟიმის სხვადასხვა პერიოდისათვის, ასევე, ის ერთნაირი არ არის სხვადასხვა რეჟიმის მდინარეებისათვისაც. ხარჯებს უფრო ხშირად ზომავენ წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების დროს, მაგალითად, გაზაფხულის წყალდიდობის მატების პერიოდში ზომავენ 4—5 ხარჯს, დაკლების პერიოდში კი—5—8 ხარჯს. წვიმებით გამოწვეული წყალმოვარდნის დროს, წყლის მატების დროს ზომავენ 1—2 ხარჯს, დაკლების დროს — 2—3 ხარჯს. წყალმცირობის პერიოდში წყლის ხარჯებს ზომავენ ერთხელ 7—10 დღე-ღამის განმავლობაში, ხოლო ყინულსაფარის დროს კი ერთხელ 10 — 20 დღე-ღამის შემდეგ და ა. შ.

ხარჯების მრუდს აგებენ სწორკუთხოვან კოორდინატთა სისტემაში, რისთვისაც ორდინატთა ღერძზე ალაგებენ სათანადო მასშტაბში წყლის დონეების მნიშვნელობებს გრაფიკის ნულიდან ($H_{ხვ.}$), ხოლო აბსცისთა ღერძზე ხარჯებს (Q მ³/წმ), (ნახ. 123).

დამოკიდებულება $Q=f(H)$, შეიძლება გამოისახოს გრაფიკულად, ერთი მდოვრე მრუდის სახით. ამგვარ შემთხვევაში განსაზღვრული დონის მნიშვნელობას შეესატყვისება მხოლოდ ერთი განსაზღვრული ხარჯის მნიშვნელობა. ასეთ დამოკიდებულებას საერთოდ ერთნიშნას უწოდებენ.

ერთნიშნა დამოკიდებულება ჩვეულებრივ მოიცავს რომელიმე დროის განსაზღვრულ პერიოდს, მაგრამ ზოგიერთ მდინარეებზე ერთნიშნა დამოკიდებულება $Q=f(H)$ შეიძლება დაცულ იქნეს წლიური ციკლების განმავლობაში, ან კიდევ მრავალწლიურ პერიოდში. ერთნიშნა დამოკიდებულების მრუდის $Q=f(H)$-ის მიმართულება ყოველთვის ამოზნექილია ზევით ორდინატთა ღერძისაკენ (ნახ. 123).



ნახ. 123.

ხშირ შემთხვევაში დამოკიდებულება $Q=f(H)$ იღებს ძალიან რთულ სახეს, რაც სხვადასხვა ფაქტორების გავლენით აიხსნება. ასეთ ფაქტორებს მიეკუთვნება: 1) წყლის არამდგრადი მოძრაობა; 2) ყინულოვანი წარმონაქმნები; 3) წყალმცენარეულობით კალაპოტის დაფარვა; 4) არამდგრადი კალაპოტი — გარეცხვა და მოლამვა; 5) ცვლადი შეტბორების პირობები და სხვ. აღნიშნულ შემთხვევაში ერთნიშნა დამოკიდებულება $Q=f(H)$ ირღვევა და მისი განსაზღვრა დაკავშირებულია დიდ სიძნელეებთან.

ხარჯების მრუდის აგების დაწყებამდე პირველად უნდა გაკეთდეს

მიღებული მასალების ანალიზი! ტრიალათი დეტალური ხერხით გაზომილი ხარჯები წარმოადგენს საიმედო და საყრდენ მასალას ხარჯების მრუდის აგებისათვის, ძირითადი და შემოკლებული ხერხებით გაზომილ ხარჯებთან შედარებით. მიღებული მასალების ანალიზის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს: ხარჯების გაზომვის დროს მუშაობის პირობებს, ქარს, ნაკადის დინების ირიბჭაელიანობას და სხვ. რომლებმაც შეიძლება გაზომვებში სათანადო დამახინჯება გამოიწვიოს.

ხარჯების მრუდების აგება. ხარჯების მრუდის აგებისათვის კოორდინატთა სისტემის ველზე დაიტანენ Q და H მნიშვნელობების წერტილებს, რომელნიც ჩვეულებრივად განლაგდებიან ვიწრო ზოლის სახით. ხარჯების მრუდს ატარებენ თვალით ხარჯების წერტილების ზოლის შუა ადგილზე. იმავე ნახაზზე აგებენ ცოცხალი კვეთის ფართობისა და დონეების დამოკიდებულების მრუდს $w=f(H)$ და საშუალო სიჩქარეებსა და დონეებს შორის დამოკიდებულების მრუდს $v_{საშ.}=f(H)$. ამ მრუდების აგებისათვის სარგებლობენ ორდინატთა ღერძზე დალაგებული დონეების (H) სკალით, რომლითაც ხარჯების მრუდი იყო აგებული. აბსცისთა ღერძზე ალაგებენ წყლის დონეების შესატყვისად ცოცხალი კვეთის და საშუალო სიჩქარეების მნიშვნელობებს, რისთვისაც კვეთის ფართობის და საშუალო სიჩქარეების სკალა აბსცისთა ღერძზე გადაადგილდება ოდნავ მარჯვნივ ხარჯების სკალიდან, როგორც ეს ნაჩვენებია 123-ე ნახაზზე. ცოცხალი კვეთის ფართობებს და საშუალო სიჩქარეების მნიშვნელობებს იღებენ ხარჯების ცხრილიდან.

ცოცხალი კვეთის ფართობების მრუდს $w=f(H)$-ს აქვს ამოზნექილობა ზევით, ორდინატთა ღერძისაკენ. წყლის ჭალაში გადასვლის დროს მრუდი ხდება დამრეცი. საშუალო სიჩქარეების მრუდს $v_{საშ.}=f(H)$ აქვს ჩაზნექილი მიმართულება ქვევით, აბსცისთა ღერძისაკენ, ხოლო წყლის ჭალაში გადასვლის დროს ხდება მრუდის გარდატეხა ორდინატთა ღერძისაკენ; ეს ხდება იმიტომ, რომ წყლის ჭალაში გადასვლის შედეგად გადიდდა ცოცხალი კვეთის ფართობი და გაიზარდა ჭალაში კალაპოტის ფსკერის მქისეობა, რაც იწვევს ნაკადის დინების სიჩქარეების შემცირებას. $Q=f(H)$, $v_{საშ.}=f(H)$ და $w=f(H)$ მრუდების აგების შემდეგ წარმოებს მათი შემოწმება $Q=wv_{საშ.}$ დამოკიდებულების მიხედვით.

შემოწმება წარმოებს წყლის დონეების სხვადასხვა მნიშვნელობების მიხედვით შესატყვისი ცოცხალი კვეთის ფართობის საშუალო სიჩქარეზე გადამრავლების გზით. ხარჯების 1%-ზე მეტი სხვაობის

დროს (ხარჯების მრუდიდან ჩამოღებულ ხარჯებსა და გაანგარიშებულ ხარჯებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 1%) უნდა შემოწმდეს ცდომილების მიზეზები და შევიტანოთ სათანადო შესწორება. შემოწმებისა და შესწორების შემდეგ მრუდებს გაატარებენ ტუშით.

მრუდებს აგებენ მილიმეტრიანი ქაღალდის სტანდარტულ ფურცელზე: 203×288; 288×407; 407×576 მმ.

სკალის მასშტაბს შეარჩევენ წყლის დონეების რყევადობის, ცოცხალი კვეთის ფართობისა და დინების საშუალო სიჩქარეების რყევადობის ამპლიტუდის მიხედვით. მიღებულია, რომ ხარჯების მრუდი ნახაზზე მოთავსდეს ისე, რომ მისი ქორდის დახრილობა კოორდინატის ღერძთან 45° იყოს. ფართობები და სიჩქარეები მოთავსდეს ისე, რომ მათი ქორდები აბსცისთა ღერძთან გადიოდეს 60°-იანი კუთხით. მრავაწლიური ხარჯების მრუდის აგების დროს ცალკეული წლების ხარჯების წერტილებს ნახაზზე დაიტანენ სხვადასხვა პირობითი ნიშნებით (წრეებით, სამკუთხედებით), ან სხვადასხვა ფერებით (შავი, წითელი, ლურჯი და სხვ.).

მრუდების აგების შემდეგ შეადგენენ ხარჯების გასაანგარიშებელ ცხრილს, რომლითაც სარგებლობენ ყოველდღიური წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის (ცხრ. 23). ხარჯების მნიშვნელობებს იღებენ

ცხრილი 21.

დონეები H სმ-ებით გრაფიკის ნულიდან	წყლის ხარჯები მ³/წ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5
20	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,2	29,9	30,6	31,3
30	32,0	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36,8	37,6	38,4	39,2
40	40,0	და ა. შ.								

$Q=f(H)$ მრუდიდან დონეების განსაზღვრული ინტერვალების შემდეგ, იმ ანგარიშით, რომ მრუდის მონაკვეთები ინტერვალების საზღვრებში მივიღოთ სწორხაზოვანი ინტერპოლაციისათვის. მრუდიდან ჩამოღებულ ხარჯებს სვამენ ცხრილის „O“ სვეტში შესატყვისი დონეების საპირისპიროდ. ხარჯების მნიშვნელობები შუალედური დონეებისათვის გამოიანგარიშება ინტერპოლაციის გზით და შეიტანება შესატყვისი გრაფაში (მაგალითად 11, 12, 13, 14 სმ ცხრ. 23 ხარჯების გამოანგარიშება ინტერპოლაციით).

§.79. ხარჯების მრუდების აგება წყლის არამდგრადი მოძრაობის დროს

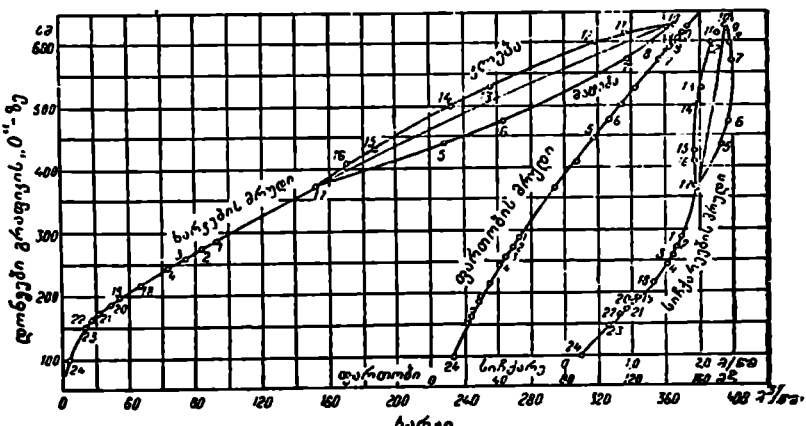
წყლის არამდგრადი მოძრაობა მდინარეებში გვხვდება გაზაფხულის წყალდიდობის და წყალმოვარდნების დროს და აგრეთვე მდინარეების უბნებზე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ქვევით, კაშხალის ხვრელებში წყლის გაშვების დროს და ჰესის ტურბინებიდან წყლის რეგულარულად გაშვებისას, მათი დატვირთვით მუშაობის შესატყვისად.

წყლის არამდგრადი მოძრაობა გაზაფხულის წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების დროს წარმოგვიდგება ტალღების ფორმის სახით, რომლებიც გადაადგილდებიან კალაპოტის მიხედვით და აქვთ დამრეცი ფრონტი, ხოლო უფრო დამრეცია მისი ზურგის ნაწილი. წყალმოვარდნის ტალღის ჰიდროკვეთში გავლის დროს პირველად წყლის დონეები იწევენ მაღლა, ხოლო შემდეგ ეცემიან ქვევით. წყლის დონეების აწევის დროს წყლის ზედაპირის დახრილობა უფრო დიდია, ვიდრე წყლის დონეების დაცემის დროს. ამისათვის ერთი და იგივე ღონის სიმაღლის დროს, წყლის მატების პერიოდში გვხვდება უფრო დიდი ხარჯები (Q_1), ვიდრე დაცემის პერიოდში (Q_2), რადგან წყლის მატების დროს წყლის ზედაპირის დახრილობა და მასთან დაკავშირებით დინების სიჩქარე მეტია, ვიდრე წყლის დონეების დაცემის პერიოდში.

თუ წყალდიდობის ან წყალმოვარდნის დროს სისტემატურად გავზომავთ წყლის ხარჯებს, პირველად წყლის მატების დროს და შემდეგ წყლის დონეების დაცემის დროს, მაშინ ხარჯების მრუდზე წარმოიშობა რამდენიმე ტოტი; წყლის მატებასა და დაცემას შეესატყვისება ცალ-ცალკე ტოტები. წყლის მატების ტოტი ყოველთვის მოთავსდება მარჯვნივ წყლის დონის დაცემის ტოტიდან. იგივე სურათი გვხვდება სიჩქარეების მრუდზეც $v=f(H)$, რადგანაც სიჩქარეები დამოკიდებულია წყლის დახრილობაზე, ხოლო ცოცხალი კვეთის ფართობების მრუდი $w=f(H)$ არ იცვლება, რადგან ცოცხალი კვეთის ფართობი ძირითადად დამოკიდებულია წყლის დონეების სიმაღლესთან.

წყლის არამდგრადი მოძრაობის შემთხვევისათვის წყალმოვარდნის გავლის დროს შედგენილი ხარჯების მრუდების $Q=f(H)$, $v=f(H)$ და $w=f(H)$ გამოსახულება მოცემულია 124-ე ნახაზზე. ამ შემთხვევაში 5—9 ხარჯები გაზომილია წყლის მატების დროს, ხოლო № 11—16 ხარჯები წყალმოვარდნის დაკლების დროს. ცოცხალი კვეთის ფართობების წერტილები ძლევა ერთ საერთო დამოკიდე-

ბულებას, ხოლო ხარჯებისა და სიჩქარეების წერტილები კოორდინატთა ველზე თავსდებიან გაფანტულად. ხარჯებისა და სიჩქარეების წერტილების მრუდი ხაზებით შეერთება იძლევა მარყუჟებს ორი ტოტით, რომლიდანაც მარჯვენა მხარის ტოტები უჩვენებენ წყლის მატებას, ხოლო მარცხენა მხარის — წყლის დაკლებას.



ნახ. 124. ხარჯების მრუდები წყლის დონეების მატებისა და დაკლების დროს.

განვიხილოთ უფრო დაწვრილებით ხარჯების მარყუჟისებული მრუდების, ე. წ. წყალმოვარდნის მარყუჟების წარმოშობის პირობები.

წყლის დონეების ინტენსიური მატების დასაწყისში, ხარჯების მრუდი გადის მარჯვნივ წყლის დამყარებული მოძრაობის ძირითად მრუდიდან. მატების მრუდის დასაწყისი უბანი ჩვეულებრივად იქნება გაშუქებული ხარჯების გაზომვით, რადგან ამ დროს ყინულსვლის დროს ხარჯები იშვიათად იზომება. წყლის უდიდესი ხარჯების სიდიდეები გვხვდება რამდენადმე უფრო ადრე უდიდესი დონეების დადგომის მომენტამდე, ამიტომ მატების მრუდი, მიაღწევს რა უდიდეს მნიშვნელობას აბსცისთა ღერძის მიხედვით, შებრუნდება მარცხნივ; როდესაც მიაღწევს ორდინატთა ღერძის მიმართულებით მაქსიმალურ მნიშვნელობას, ის გადადის წყლის დაკლების მრუდში. დაკლების მრუდის ძირითად მრუდთან შეხების წერტილი შეესატყვისება წყალმოვარდნის დაკლების მომენტს და კალაპოტში წყლის მდგრადი მოძრაობის დაწყებას. წყლის მდგრადი მოძრაობის მრუდი

გატარდება წყვეტილი ხაზით წყლის მატებისა და დაკლების მრუდებს შორის, ზედა ნაწილში ის მიჰყავთ წყლის უდიდეს დონემდე.

რამდენადაც დიდი იქნება დონეების მატებისა და დაკლების ცვალებადობის ინტენსივობა დროში, იმდენად დიდი იქნება მატებისა და დაკლების მრუდების გადახრა ძირითადი წყლის მდგრადი მოძრაობის მრუდიდან. უდიდესი ცვალებადობა ჩვეულებრივ გვხვდება წყალმოვარდნის დროს წყლის მატებისას, ამიტომ წყლის მატების ხარჯების მრუდი ძირითადი მრუდიდან უფრო მეტად არის გადახრილი, ვიდრე წყლის დაკლების მრუდი.

თუ წყალმოვარდნის გავლის დროს გვხვდება დონეების რამდენჯერმე მატება და დაკლება, მაშინ ხარჯების მრუდი მიიღებს უფრო რთულ სახეს. ასეთი მრავალჯერადი წყალმოვარდნების გავლის დროს ხარჯების მრუდის წესიერად აგებისათვის უნდა გვქონდეს საკმაო რაოდენობის გაზომილი ხარჯები.

წყლის მატების პერიოდის წყლის ჩამონადენის გამოთვლა წარმოებს მატების და დაკლების მრუდების მიხედვით. წყლის ხარჯები განისაზღვრება დღეღამური საშუალო დონეების მიხედვით იმ მარყუჟწარმომქმნელი მრუდიდან, რომელიც შეესატყვისება მოცემულ პერიოდს.

§ 80. ხარჯების მრუდების ექსტრაპოლაცია

ყოველდღიური ხარჯების განსაზღვრისათვის აუცილებელია, აგებულმა ხარჯების მრუდებმა სრულად მოიცვას დონეების დაკვირვების მთელი ამპლიტუდა.

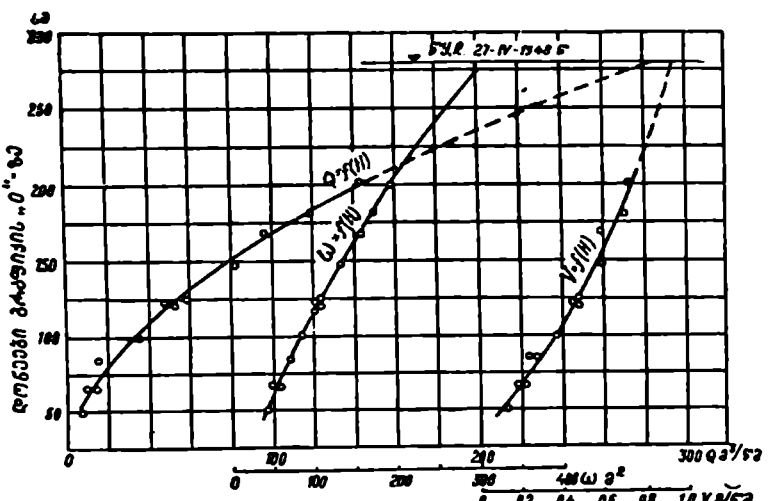
განსაზღვრული ყოველდღიური ხარჯები მაშინ ითვლება საიმედოდ, თუ ის შესრულებულია ხარჯების მრუდების მიხედვით, რომელმაც მოიცვა ნამდვილი გაზომილი დონეების მთელი რყევადობის ამპლიტუდის 80—90%. მაგრამ ძალიან ხშირად არ ხერხდება უდიდესი და უმცირესი დონეების დროს ხარჯების გაზომვა, რაც აუცილებელია მდინარეთა რეჟიმის დახასიათებისათვის. ასეთ შემთხვევაში იძულებული ვხდებით გამოვიყენოთ ხარჯების მრუდების $Q=f(H)$-ის ექსტრაპოლაცია უდიდესი და უმცირესი დონეებისათვის.

ექსტრაპოლაციის ხერხები ძალიან ბევრია, მაგრამ ძირითადად იყენებენ შემდეგს: 1) ხარჯების მრუდის უშუალოდ გაგრძელებას; 2) ხარჯების ელემენტების მიხედვით ე. ი. $w=f(H)$ და $v=f(H)$ მრუდების გაგრძელებას; 3) $Q=f(w\sqrt{h_{საშ}})$ მრუდის გაგრძელებას (სტივენსის ხერხით) და 4) შეზის ფორმულის დახმარებით.

1) ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია მრუდის უშუალო გაგრძელებით. ეს ხერხი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ ხარჯის მრუდის გაზომვებით გაუშუქებელი ნაწილი შეადგენს დონეების რყევის ამპლიტუდის არაუმეტეს 10% და მდინარის განივი კვეთის პროფილის ამ ზონის საზღვრებში არ აქვს მკვეთრი გარდატეხები, ხოლო კალაპოტის მშისეობა არსებითად არ იცვლება.

ასეთ შემთხვევაში ხარჯების მრუდს თვალით აგრძელებენ იმავე მიმართულებით წყვეტილი ხაზით, გაზომილი უდიდესი ხარჯების ყველა წერტილების გასაშუალებით უდიდესი დონის ნიშნულამდე.

2) ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია ხარჯების ელემენტების მიხედვით. ამ ხერხით ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაციისათვის ცოცხალი კვეთის ფართობს ანგარიშობენ უდიდესი დონისათვის ნიველირებით გაზომილი კვეთის ფართობის მიხედვით, ხოლო დინების საშუალო სიჩქარეებს იღებენ სიჩქარეთა $v=f(H)$ მრუდის თვალით გაგრძელებაზე უმაღლეს დონემდე. უდიდეს ხარჯს გამოიანგარიშებენ ცოცხალი კვეთის ფართობისა და მრუდიდან ჩამოღებული საშუალო სიჩქარის ნამრავლით (ნახ. 125).



ნახ. 125. ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია $w=f(H)$ და $v=f(H)$ მრუდების მიხედვით.

იმ შემთხვევაში, თუ წყალსაზომი საგუშაგოს კვეთი, სადაც იზომება დონეები, და ჰიდრომეტრიული კვეთი, სადაც ზომავენ ხარჯებს,

ერთმანეთს არ ემთხვევიან და ამ კვეთების პროფილებს აქვს სხვადასხვა კონფიგურაცია, მაშინ ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლიციას ხარჯების ელემენტების მიხედვით არ იყენებენ. მსგავსი შემთხვევებისათვის უმჯობესია გამოვიყენოთ ხარჯების მრუდის უშუალოდ გაგრძელების მეთოდი.

3) ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია სტივენსის მეთოდით. სტივენსის მეთოდი ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაციისათვის კარგ შედეგს იძლევა შედარებით დიდი მდინარეებისათვის, რომელთაც საშუალო სიღრმე აქვთ არანაკლებ 3,5—4.0 მეტრისა და იმავე დროს მიედინებიან ვარცლისმაგვარი ფორმის კალაპოტში.

ასეთი შემთხვევის დროს შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შეზის ფორმულა

$$Q = wc\sqrt{Ri},$$

ან

$$Q = wc\sqrt{h_{საშ.}\, i}; \qquad (R \cong h_{საშ.})$$

განხილულ პირობებში $c\sqrt{i}$ პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული ხარჯებზე და შეიძლება დავწეროთ

$$c\sqrt{i} \cong \text{const}. \qquad (107)$$

ამის საფუძველზე შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ წყლის ხარჯი არის ფუნქცია $w\sqrt{h_{საშ.}}$ გამოსახულებისა, ე. ი.

$$Q = f\left(w\sqrt{h_{საშ.}}\right). \qquad (108)$$

ეს დამოკიდებულება განსახილველი მდინარეებისათვის გრაფიკულად გამოსახავს მიახლოებით სწორ ხაზს, ან ზემო ნაწილში უფრო ხშირად გადადის სწორ ხაზში. რაც ძალიან მოსახერხებელია ექსტრაპოლაციისათვის; თუ მრუდს ზემო ნაწილში აქვს დიდი მოხრილობა და ხარჯის წერტილები კოორდინატის სისტემის ველზე გაფანტულია, მაშინ ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაციისათვის სტივენსის მეთოდი არ გამოიყენება. მდინარის ჭალის ნაწილში ხარჯების ექსტრაპოლაციის დროს აუცილებლად უნდა გვქონდეს ორი გაზომილი ხარჯი მაინც. ამ შემთხვევაში $Q = f(w\sqrt{h_{საშ.}})$ შეიძლება წარმოგვიდგეს ორი სწორი ხაზის სახით, რომლებიც ერთმანეთს უერთდებიან რომელიმე კუთხით.

ამ ხერხის პრაქტიკული გამოყენებისათვის აუცილებლად უნდა გვქონდეს განივი კვეთის პროფილი, აგებული უდიდეს დონემდე. ამ პროფილის მიხედვით სხვადასხვა დონეებისათვის 10—20 სმ ინტერვალით განისაზღვრება; განივი კვეთის ფართობები w, მდინარის

სიგანეები B. საშუალო სიღრმეები $h_{საშ.}=\frac{w}{B}$ და $w\sqrt{h_{საშ.}}$ ყველა მნიშვნელობების გაანგარიშების შედეგები თავსდება ქვემოთ მოყვანილ № 22 ცხრილში.

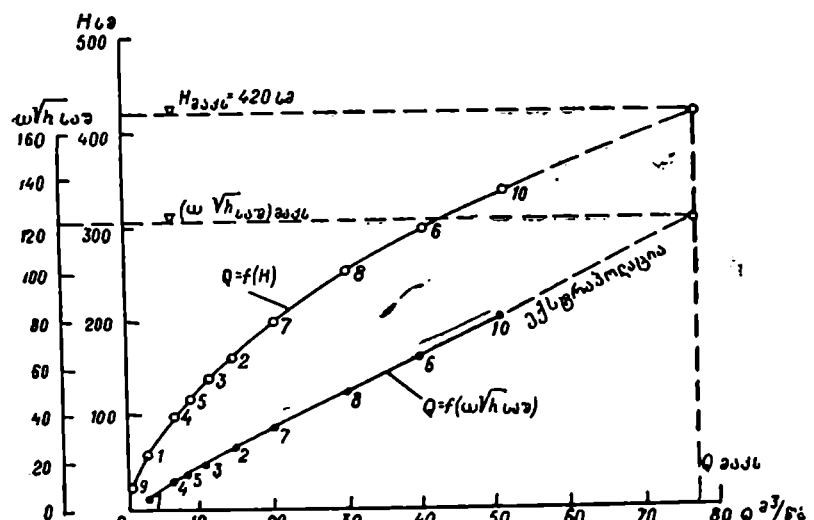
ცხრილი 22

ხარჯების №	H სმ	Q მ³/წ	w მ²	B მ-ში	$h_{საშ.}=\frac{w}{B}$	$\sqrt{h_{საშ.}}$	$w\sqrt{h_{საშ.}}$

შემდეგ ერთ ნახაზზე (ნახ. 126) აგებენ სამი დამოკიდებულების მრუდს:

1) $Q=f(H)$, 2) $w\sqrt{h_{საშ.}}=f(H)$ და 3) $Q=(w\sqrt{h_{საშ.}})$

პირველი დამოკიდებულების მრუდი $Q=f(H)$ აიგება ჩვეულებრივად. დონეებს (H) ალაგებენ ორდინატთა ღერძზე. ხარჯებს (Q) აბსცისთა ღერძზე და ატარებენ ხარჯების მრუდს.



ნახ. 126. ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია სტივენსის მეთოდით.

მეორე დამოკიდებულების მრუდს $w\sqrt{h_{საშ.}}=f(H)$ აგებენ დონეების (H) აბსცისთა ღერძზე დალაგებით, ხოლო $w\sqrt{h_{საშ.}}$ მნიშ-

ვნელობებს ორდინატთა ღერძზე და ატარებენ მრუდს, რომელსაც ჩაზნექილობა ექნება აბსცისთა ღერძისაკენ.

მესამე დამოკიდებულების მრუდს $Q=f(w\sqrt{h_{საშ.}}$ აგებენ Q და $w\,h_{საშ.}$ მნიშვნელობების მიხედვით გაზომილი ხარჯებისათვის, რისთვისაც აბსცისთა ღერძზე ალაგებენ ხარჯების (Q) მნიშვნელობებს, ორდინატთა ღერძზე კი $w\sqrt{h_{საშ.}}$ მნიშვნელობებს, დატანილი წერტილების მიხედვით ატარებენ სწორ ხაზს, რომლის ექსტრაპოლირება ადვილია დაკვირვების უდიდესი დონის მნიშვნელობამდე.

აგებული დამოკიდებულებები $w\sqrt{h_{საშ.}}=f(H)$ და $Q=f(w\sqrt{h_{საშ.}}$ წარმოადგენენ დამხმარე მრუდებს, რომელთა საშუალებით, შეიძლება გრაფიკული ხერხით სასურველი დონისათვის. ექსტრაპოლაციის საზღვრებში განვსაზღვროთ ხარჯების მნიშვნელობა. ამისათვის $w\sqrt{h_{საშ.}}$ დამოკიდებულების გრაფიკის მიხედვით მოცემული უდიდესი დონისათვის უნდა განვსაზღვროთ პირველად $w\sqrt{h_{საშ.}}$ მნიშვნელობა. შემდეგ ამ დონის მნიშვნელობის შესატყვისად $Q=f(w\sqrt{h_{საშ.}}$ გრაფიკზე განისაზღვრება წყლის ხარჯი. ამგვარად, განვსაზღვრავთ რამდენიმე ხარჯს სხვადასხვა დონეებისათვის და მათ დავიტანთ $Q=f(H)$ დამოკიდებულების მრუდზე. შემდეგ გაზომილი ხარჯების მრუდის ბოლო მონაკვეთიდან წყვეტილი ხაზით გავატარებთ ექსტრაპოლაციის ხაზს უდიდესი დონის მნიშვნელობამდე. ზოგჯერ ხარჯების მრუდის ექსპლოატაციისათვის კმაყოფილდებიან მხოლოდ ერთი მაქსიმალური ხარჯის განსაზღვრით.

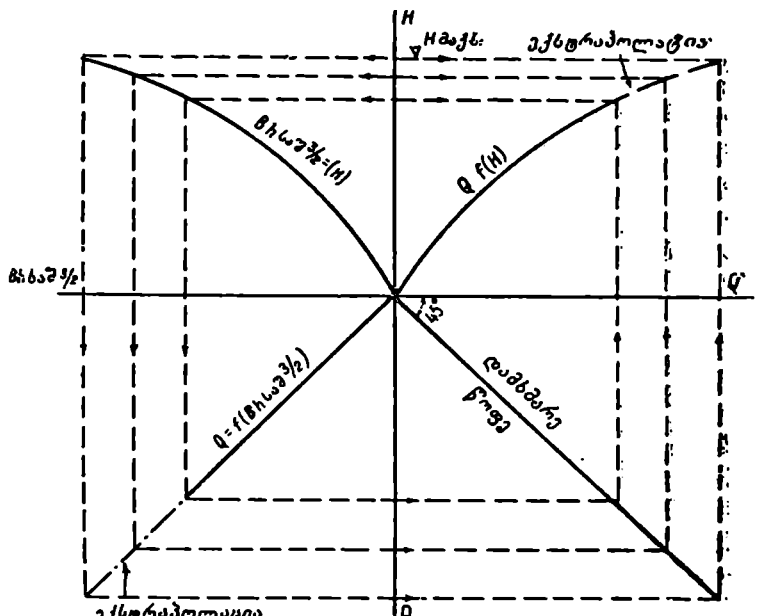
სტივენსის ხერხის მიხედვით შეიძლება ვაწარმოოთ ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია წყალმოვარდნის მარყუჟის არსებობის დროს, იმ პირობებში, როდესაც კარგად არის გაშუქებული ხარჯების გაზომვით წყლის მატებისა და დაკლების ტოტები.

ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაციის სტივენსის ხერხის გაუმჯობესებას წარმოადგენს მ. ა. ველიკანოვის ხერხი, სადაც აგრეთვე მიღებულია, რომ $c\sqrt{i}=\text{const}$, ხოლო ფორმულა $Q=wc\sqrt{h_{საშ.}i}$ წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

$$Q=B\,h_{საშ.}^{3/2}\,c\sqrt{i} \qquad (109)$$

ზემოალნიშნული პირობების მიხედვით $Q=f(Bh_{საშ.}^{3/2})$, სადაც $hB_{საშ.}^{3/2}$ წარმოადგენს ცოცხალი კვეთის ფიქტიურ ფართობს, რაც შეიძლება განისაზღვროს სასურველი დონისათვის, რის შედეგადაც შეგვიძლია ავაგოთ დამოკიდებულება $B\,h_{საშ.}^{3/2}=f(H)$. გაზომილი ხარჯების მო-

ნაკეთების მიხედვით აგებენ $Q=f(B\ h_{საშ.}^{3/2})$ დამოკიდებულების გრაფიკს, რომელიც ექსტრაპოლირდება $B\ h_{საშ.}^{3/2}$ მნიშვნელობამდე, უდიდესი დონის შესატყვისად. აგებული გრაფიკების მიხედვით წარმოებს $Q=f(H)$ ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია უდიდესი დონის მნიშვნელობამდე. ყველა გრაფიკების აგება სრულდება სქემის მიხედვით, რომელიც მოცემულია 127-ე ნახაზზე.



ნახ. 127. ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია მ. ა. ველიკანოვის ხერხის მიხედვით.

$Bh_{საშ.}^{3/2}=f(H)$ და $Q=f(B\ h_{საშ.}^{3/2})$ დამოკიდებულების მრუდებიდან წერტილების გრაფიკულად გადატანისათვის ხარჯების $Q=f(H)$ მრუდზე ატარებენ დამხმარე სწორ ხაზს კოორდინატთა სათავიდან 45°-იანი კუთხით.

ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია შეზის ფორმულის დახმარებით შეიძლება ვაწარმოოთ მხოლოდ მაშინ, როდესაც გვაქვს წყლის ზედაპირის დახრილობის საიმედოდ გაზომილი მონაცემები. დახრილობის გაზომვა წარმოებს დახრილობის წყალსაზომ საგუშაგოებზე. შეიძლება აგრეთვე ვისარგებლოთ შედარებით მცირე მანძილით და-

შორებული ზედა და ქვედა წყალსაზომი საგუშაგოების მონაცემებით, რომლის მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ დახრილობა. წყლის დონეების სხვაობის საგუშაგოებს შორის მანძილზე გაყოფით. ექსტრაპოლაციის ეს ხერხი კარგ შედეგს იძლევა წყლის მდგრადი (თანაბარი) მოძრაობის დროს და როდესაც მდინარეების საშუალო სიღრმე 3, 5—4, 0 მეტრზე ნაკლები არ არის და აქვთ სწორი კალაპოტი.

ექსტრაპოლაციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ხარჯების მრუდის საექსტრაპოლაციო ნაწილში წყლის ხარჯი გამოიანგარიშება განსაზღვრული პროფილის მიხედვით, ცოცხალი კვეთის ფართობის დინების საშუალო სიჩქარეზე გადამრავლებით, რომელიც გამოანგარიშებულ იქნა შეზის ფორმულით,

$$Q = \omega v \ მ^3/წმ.$$

ცოცხალი კვეთის ფართობის გამოანგარიშების ხერხი ჩვენთვის უკვე ცნობილია, საშუალო სიჩქარე კი გამოიანგარიშება შეზის ფორმულით $v = c\sqrt{h_{საშ.} i}$. $h_{საშ}$ განისაზღვრება კვეთის პროფილის მიხედვით, ხოლო i-ს მნიშვნელობა და შეზის კოეფიციენტი c. $Q = f(H)$ მრუდის საექსტრაპოლაციო უბნისათვის განისაზღვრება $i = f(H)$ და $c = f(H)$ აგებული მრუდების ექსტრაპოლაციის გზით. $i = f(H)$ დამოკიდებულების მრუდი აიგება წყლის ზედაპირის დახრილობის გაზომილი მასალებით და ექსტრაპოლირდება უშუალო გაგრძელებით წყლის უდიდეს დონემდე (ნახ. 128 ა), ხოლო $c = f(H)$ მრუდის აგებისათვის კოეფიციენტი c მნიშვნელობა გამოიანგარიშება ფორმულით

$$c = \frac{v}{\sqrt{h_{საშ.} i}}, \qquad (110)$$

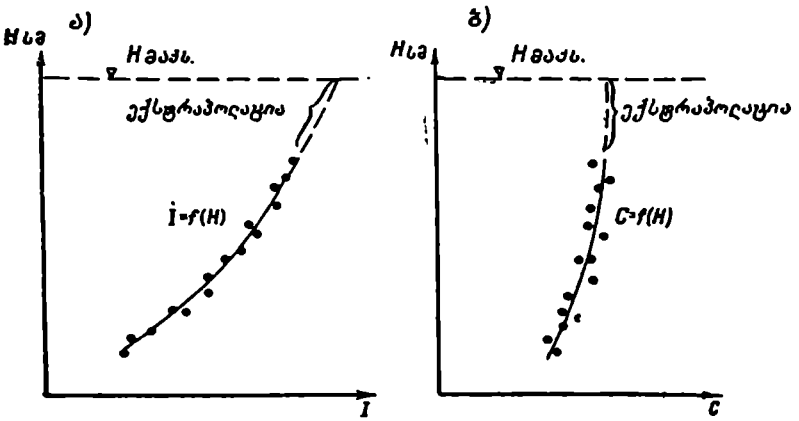
რისთვისაც v, $h_{საშ.}$ და i-ს იღებენ ხარჯების გაზომვის უწყისიდან. $c = f(H)$ მრუდის ექსტრაპოლაციას აწარმოებენ უშუალო გაგრძელებით წყლის უმაღლეს დონემდე (ნახ. 128).

მდინარეებზე, რომელნიც უპასუხებენ ზემოაღნიშნულ პირობებს, უდიდესი ხარჯების დროს, უმრავლეს შემთხვევაში $i = f(H)$ და $c = f(H)$-ის მრუდებს ზემო ნაწილში აქვთ ძალიან მცირე მოხრილობა, ხოლო $c = f(H)$-ის მრუდი უახლოვდება სწორ ხაზს. რაც აადვილებს მის ექსტრაპოლაციას წყლის უდიდეს დონემდე. მაგრამ თუ $i = f(H)$-ის და $c = f(H)$-ის მრუდებს აქვს მნიშვნელოვანი მოხრილობა ან გარდატეხები, მაშინ ექსტრაპოლაცია შეზის ფორმულის გამოყენებით არ ხერხდება.

ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია ქვევით. ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია ქვევით წარმოებს იმ შემთხვევაში, როდესაც უმ-

ცრეული დონეების დროს არ არის გაზომილი ხარჯები, ხოლო წყლის ჩაჭონადენია გაანგარიშებისათვის აუცილებელია ხარჯების ცოდნა ყველა გაზომილი დონეებისათვის.

ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია ქვევით შეიძლება ორი ხერხით ვაწარმოოთ. პირველი ხერხი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ ცნობილია ნულოვანი ხარჯის ნიშნული, ე. ი. დონე, რომლის დრო-



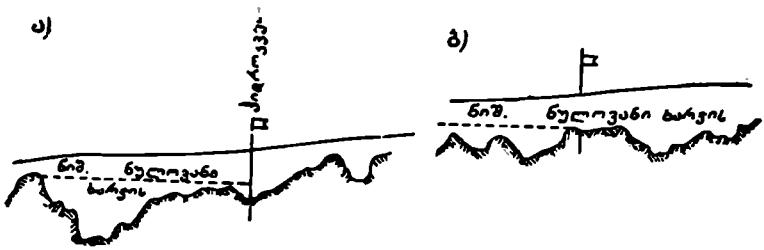
ნახ. 128. $i=f(H)$ და $c=f(H)$ დამოკიდებულების მრუდები.

საც ხარჯი უდრიდა ნულს. ამ დროს ხარჯების მრუდი გატარდება ორდინატთა ღერძზე იმ წერტილში, რომელიც შეესატყვისება ნულოვანი ხარჯის ნიშნულს. მაგრამ ნულოვანი ხარჯების ნიშნულის დადგენა ყოველთვის არ ხერხდება. 129-ე ნახაზზე მოყვანილია ორი დამახასიათებელი შემთხვევა, რომლის დროსაც შეიძლება განვსაზღვროთ ნულოვანი ხარჯების ნიშნული. თუ ჰიდროკვეთი მოთავსებულია მუხლთან, მაშინ ნულოვანი ხარჯების ნიშნულს წარმოადგენს მუხლს ქვევით მდებარე ჩქერის თხემის ნიშნული. თუ ჰიდროკვეთი მოთავსებულია ჩქერზე, მაშინ ნულოვანი ხარჯების ნიშნული წარმოადგენს კვეთის ფსკერის უდაბლეს წერტილს. ორივე შემთხვევაში მითითებულ წერტილებს ქვევით დონეების დაკლების დროს წყლის მოძრაობა წყდება და ხარჯები ნულის ტოლი იქნება.

ადგილზე ნულოვანი ხარჯების ნიშნულების განსაზღვრისათვის აუცილებლად უნდა ჩატარდეს სიღრმეების გაზომვები და გაზომილი წერტილების ნიველირებით რეპერთან დაკავშირება.

მეორე ხერხი გამოიყენება მაშინ, როდესაც არ არის შესაძლებლობა დავადგინოთ ნულოვანი ხარჯების ნიშნული. ამ შემთხვევაში

ხარჯების მრუდის ექსტრაპოლაცია ქვევით ხდება ხარჯების ელემენტების მიხედვით, რისთვისაც ცოცხალი კვეთის ფართობი ω განისაზღვრება პროფილის მიხედვით, ხოლო $v_{საშ.}$ სიჩქარე $v=f(H)$ მრუ-



ნახ. 129. ნულოვანი ხარჯისათვის წყლის დონეების ნიშნულის განსაზღვრა: ა—მუხლს ქვემოთ მდებარე ჩქერზე ფსკერის ნიშნულის მიხედვით; ბ—ჰიდროკვეთზე ფსკერის ნიშნულის მიხედვით.

დის უშუალოდ თვალით გაგრძელებით. უმცირესი ხარჯი გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულის მიხედვით: $Q_{უმც.}=\frac{1}{2}\omega v$ მ³/წ.

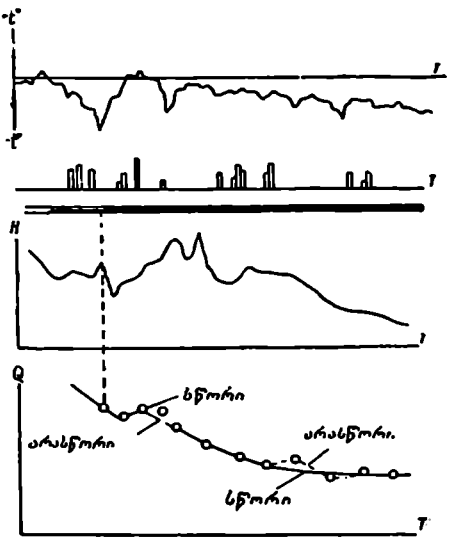
§ 81. ჩამონადენის გამოანგარიშება ყინულოვანი მოვლენების დროს

ყინულოვანი მოვლენების დროს ირღვევა მდინარეების ჰიდრავლიკური რეჟიმი. ყინულოვანი წარმონაქმნების, კერძოდ ყინულსაფრის დროს, მცირდება ცოცხალი კვეთის ფართობი, იზრდება კალაპოტის მქისეობა. ყინულების სვლის პერიოდში ყინულების მოძრაობა, ყინულხერგილების წარმოქმნა იწვევს წყლის ცვლად შეტბორებებს. ყინულჭრილები და ხვრელები ხელს უწყობენ წყალშიგა ყინულების გაჩენას და მის დაგროვებას მდინარის ქვემო დინების უბნებში.

ასეთ შემთხვევაში არ ხერხდება საკმაოდ მდგრადი $Q=f(H)$ დამოკიდებულების მიღება და ამიტომ წამოიჭრა ჩამონადენის გაანგარიშების სხვა ხერხების გამოყენების აუცილებლობა. ასეთ შემთხვევაში ყველაზე უფრო მეტად იყენებენ ინტერპოლაციის მეთოდს გაზომილ წყლის ხარჯებს შორის და გადამყვანი კოეფიციენტების ხერხებს.

ინტერპოლაცია გაზომილ ხარჯებს შორის. ამ მეთოდის გამოყენება შეიძლება ხშირად გაზომილი ხარჯების არსებობის დროს (თვეში არანაკლებ 5—6 გაზომილი ხარჯისა). გაზომილი ხარჯების მონა-

ცემებით ადგენენ ქრონოლოგიურ გრაფიკს ხარჯების ცვალებადობის მიხედვით. გრაფიკზე დალაგებული ხარჯების წერტილების მიხედვით ატარებენ მდოვრე მრუდს — ჰიდროგრაფს, ან დამოკიდებულებას $Q=(T)$ ცალკეული წერტილების საერთო მრუდიდან მკვეთრი გადახრის დროს, აწარმოებენ გადახრილი წერტილების მიზეზების



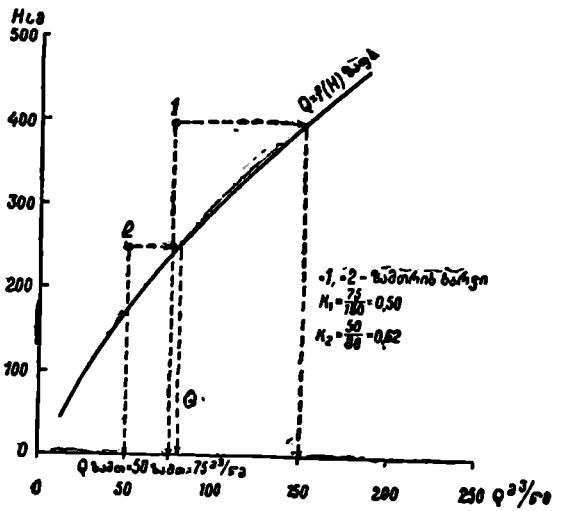
ნახ. 130. ინტერპოლაცია გაზომილ ხარჯებს შორის.

გამოკვლევას, რისთვისაც სარგებლობენ კომპლექსური გრაფიკებით (ნახ. 130); ამით იქმნება შესაძლებლობა დავადგინოთ წერტილების საერთო მრუდიდან გადახრის მიზეზები. მაგალითად, საერთო ათბობის დაწყებამდე, ჰაერის ტემპერატურის მომატებით შეიძლება წარმოიშვას ჩამონადენის გადიდება და $Q=f(T)$ გრაფიკიდან წერტილების გადახრა ზევით. იგივე შესაძლებელია მოხდეს წყლის გაშვების დროს ჰიდროკვანძიდან ან ყინულხერგილიდან. ყოველდღიური ხარჯები განისაზღვრება გრაფიკული ხერხით $Q=f(T)$ მრუდის მიხედვით, ე. ი. მრუდხაზოვანი ინტერპოლაციის გზით.

ქრონოლოგიური გრაფიკის აგება ზამთრის გადამყვანი კოეფიციენტებით. ყოველდღიური წყლის ხარჯების გამოანგარიშება ზამთრის გადამყვანი კოეფიციენტების ($K_{\text{ზთ.}}$) გამოყენებით დაფუძნებულია ემპირიულად დადგენილ ფაქტებზე, რომელიც ხასიათდება შედარე-

ბით მცირე ცვალებადობით დროში, წყლის ხარჯების ცვალებადობასთან შედარებით $K_{ზთ.} = \frac{Q_{ზთ.}}{Q_{ზფ.}}$.

ჩამონადენის გამოანგარიშებისათვის აგებენ ქრონოლოგიურ გრაფიკს $K_{ზთ.} = f(T)$. ყინულსაფარის დროს თითოეული გაზომილი ხარჯისათვის ზაფხულის $Q = f(H)$ მრუდის მიხედვით განსაზღვრავენ ხარჯის სიდიდეს თავისუფალი კალაპოტის დროს იმავე დონისათვის, და ამის მიხედვით გამოიანგარიშებენ ზამთრის გადამყვანი კოეფიციენტის ($K_{ზთ.}$) მნიშვნელობას (ნახ. 131).



ნახ. 131. ზამთრის გადამყვანი კოეფიციენტის $\left(K_{ზთ.} = \frac{Q_{ზთ.}}{Q_{ზფ.}}\right)$ განსაზღვრის სქემა.

გრაფიკზე მიღებული $K_{ზთ}$ მნიშვნელობების დალაგების შედეგად და მათი ხაზით შეერთებით მიიღება მდორე მრუდი. ჩვეულებრივად $K_{ზთ.} = f(T)$ მრუდს აგებენ კომპლექსური გრაფიკის შედგენილობაში.

ყოველდღიურ წყლის ხარჯებს განსაზღვრავენ ზაფხულის ხარჯების მრუდის შესწორებით ზამთრის გადამყვანი კოეფიციენტით ($K_{ზთ.}$).

$$Q_{ზთ.} = Q_{ზფ.} \cdot K_{ზთ.} \qquad (111)$$

ყოველი დღისათვის $K_{ზთ.}$ სიდიდეს იღებენ $K_{ზთ.}=f(T)$ გრაფიკიდან.

აღნიშნული ხერხის გამოყენება შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როდესაც წყლის დონეების რყევადობა დაკავშირებულია წყლის ხარჯების რყევადობასთან და ეს უკანასკნელი წარმოებს მდორედ. თუ კავშირი დონეებსა და წყლის ხარჯებს შორის დარღვეულია, მაგალითად, ცვლადი შეტბორების მოვლენების დროს (ყინულხერგილის არსებობისას), მაშინ ამ ხერხის გამოყენება არ არის მიზანშეწონილი.

ზამთრის ხარჯების მრუდების აგება. ზოგიერთ შემთხვევაში ზამთარში გაზომილი ხარჯების წერტილების მიხედვით შეიძლება ავაგოთ ცალკე, ე. წ. ზამთრის ხარჯების მრუდი $Q=f(H)$. ასეთი შემთხვევები შეიძლება იყოს დიდ მდინარეებზე, რომელნიც ხასიათდებიან ზამთრის მდგრადი ყინულოვანი რეჟიმით, რაზეც გავლენას არ ახდენს დროებითი დათბობები.

მაგრამ, ზამთრის ხარჯების წერტილების ერთ მრუდზე წესიერად განლაგება იშვიათ მოვლენას წარმოადგენს. ჩვეულებრივ ზამთრის ხარჯების წერტილები კოორდინატთა სისტემის ველზე გაფანტულად ლაგდება; წერტილების გაფანტულობა რომ შემცირდეს, გამოყოფენ ხარჯების გაფანტული წერტილების ცალკეულ ჯგუფებს, რომლებიც გაზომილი იყო ყინულსაფარის სხვადასხვა მდგომარეობის დროს.

ბოლო დროს ზამთრის ჩამონადენის გამოანგარიშებისათვის იყენებენ აგრეთვე ზამთრის ხარჯების მრუდების აგების ხერხებს, მაგრამ ხარჯებს იღებენ არა ყინულსაძრომიდან აღებული წყლის დონეებიდან, არამედ ყინულსაფრის ქვედაპირის ნიშნულიდან. ზოგიერთ შემთხვევაში ასეთი ხერხით აგებულ მრუდებზე წერტილების განლაგება უფრო წესიერია, რადგანაც გამორიცხულია შეტბორების გავლენა ზედაპირული ყინულების არსებობის გამო.

შეტბორებული დონეების მოკვეთა. ყველა შემთხვევაში, როდესაც ზამთრის პერიოდის ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის იყენებენ მონაცემებს წყლის დონეების შესახებ (ზამთრის გადამყვანი კოეფიციენტის ($K_{ზთ.}$) ხერხებს, ან $Q=f(H)$ დამოკიდებულების გრაფიკებს და სხვ.) აუცილებლად უნდა გაკეთდეს გულდასმითი ანალიზი დონეების მსვლელობის შესახებ იმ პერიოდისათვის, როდესაც მრუდებიდან ხარჯები ჩამოგვაქვს და მოვკვეთოთ წყლის დონეების ის პიკები, რომლებიც არ წარმოშობილან ამა თუ იმ დღის წყლიანობის ზრდის შედეგად, არამედ განპირობებულნი არიან წყლის დონეების პირობების მკვეთრი ცვალებადობით.

დონეების პიკების მოკვეთა აუცილებელია იმ შემთხვევაში, როდესაც ისინი ყინულხერგილებით არიან წარმოშობილი. ზამთრის პერიოდში დონეების მკვეთრად აწევის მიზეზების დადგენისათვის ანალიზი უნდა გაუკეთდეს მეტეოროლოგიური ელემენტებით აგებულ გრაფიკებს: თუ ჰაერის ტემპერატურების და ატმოსფერული ნალექების მსვლელობა უჩვენებს, რომ დონეების აწევა არ შეიძლებოდა გამოწვეული ყოფილიყო ხარჯების გადიდებით, მაშინ დონეების მომატება არ უნდა იქნეს მიღებული გაანგარიშების დროს და უნდა ვაწარმოოთ გრაფიკული ინტერპოლაცია, წყლის დონეების სიდიდეებზე შეტბორების დაწყებიდან და მის შემდეგ ორიენტირებით; მიღებული დონეების მიხედვით განვსაზღვრავთ ხარჯებს შეტბორების დაწყების პერიოდამდე.

შეიძლება აგრეთვე ვისარგებლოთ მახლობლად მდებარე წყალსაზომი საგუშაგოს მონაცემებით. შესატყვისი დონეების გრაფიკის არსებობის დროს. მაშინ შეტბორების დროის პერიოდის დონეები განისაზღვრება შესატყვისი დონეების გრაფიკიდან და მათი საშუალებით განისაზღვრება წყლის ხარჯები. ამ შემთხვევაში დარწმუნებული უნდა ვიყოთ, რომ მეზობელ წყალსაზომ საგუშაგოზე შეტბორებას ადგილი არ ჰქონდა.

§ 82. ხარჯების მრუდის აგება და ჩამონადენის გამოანგარიშება შამბნარიან კალაპოტში

შამბნარიან კალაპოტში წყალმცენარეულობა ამცირებს ცოცხალი კვეთის ფართობს, ადიდებს წყლის მოძრაობის წინააღმდეგობას, რის შედეგადაც მცირდება კალაპოტის წყალგამტარობის უნარი და წარმოიქმნება წყლის შეტბორება. უშამბნარო კალაპოტთან შედარებით წყალმცენარეულობით გაბარდულ კალაპოტში ერთნაირი დონეების დროს გაედინება მცირე წყლის ხარჯი. შამბნარიანი კალაპოტის შეიწროვება უფრო მეტად გვხვდება წყალმცენარეულობის სრული განვითარების პერიოდში. წყალმცენარეულობის ზრდის დასაწყისში და კვდომის პერიოდში მისი მოქმედება წყლის დონეებზე მცირდება, ვეგეტაციის განვითარების პერიოდთან შედარებით. ვეგეტაცია იწყება გაზაფხულის წყალდიდობის დაცხრომის შემდეგ, ხოლო წყალმცენარეულობის სრული კვდომა ხდება ყინულოვანი მოვლენების დასაწყისში.

აღნიშნულ შემთხვევებში ჩამონადენის გამოანგარიშების ძირითად ხერხს წარმოადგენს გადამყვანი კოეფიციენტების ქრონოლოგიური გრაფიკის აგება და მისი გამოყენება. გადამყვანი კოეფიციენტები გამოიანგარიშება შამბნარიანი კალაპოტის ხარჯისა და შამბ-

ნარიდან თავისუფალი კალაპოტის ხარჯებს შორის შეფარდებით; ერთნაირი დონეების დროს გამოანგარიშება ხდება შემდეგი ფორმულით:

$$K_{\text{შამბ.}} = \frac{Q_{\text{შამბ.}}}{Q_{\text{თავისუფ.}}} \qquad (112)$$

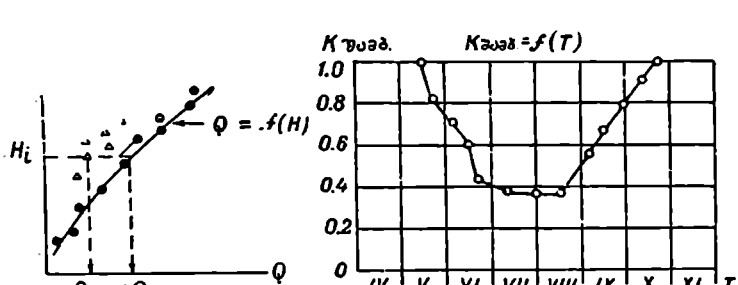
გარდა ამისა, შამბნარიანი კალაპოტის დროს ჩამონადენის გამოსაანგარიშებლად იყენებენ ხარჯების მრუდს. ცალკეულ შემთხვევაში იყენებენ გაზომილ ხარჯებს შორის ინტერპოლაციის ხერხს.

გადამყვანი კოეფიციენტების ქრონოლოგიური გრაფიკის მიხედვით ჩამონადენის გამოანგარიშება. ეს ხერხი გამოიყენება წყლის ხარჯების მცირე რყევადობის დროს. შამბნარიან კალაპოტში თითოეული გაზომილი წყლის ხარჯისათვის გამოიანგარიშება გადამყვანი კოეფიციენტი:

$$K_{\text{შამბ.}} = \frac{Q_{\text{შამბ.}}}{Q_{\text{თავისუფ.}}},$$

სადაც $Q_{\text{შამბ.}}$ არის შამბნარიან კალაპოტში გაზომილი წყლის ხარჯი, $Q_{\text{თავისუფ.}}$ არის ხარჯი, ჩამოღებული თავისუფალი კალაპოტისათვის აგებული ხარჯების მრუდიდან, იმავე დონის დროს.

საკმაო რაოდენობის $K_{\text{შამბ.}}$ მნიშვნელობების მიღების შემდეგ აგებენ გრაფიკს $K_{\text{შამბ.}} = f(T)$ ჩვეულებრივ კომპლექსური გრაფიკების შემადგენლობაში (ნახ. 132).



ნახ. 132. შამბნარიან კალაპოტში ჩამონადენის გამოანგარიშების სქემა.

ყოველდღიური ხარჯები განისაზღვრება თავისუფალი კალაპოტის დროს აგებული ხარჯების მრუდიდან და შემდეგ შეაქვთ გაშამბნარების შესწორება, ე. ი.

$$Q_{\text{ჯამ.}} = Q_{\text{თაეს.}} \cdot K_{\text{ჯამ.}}$$

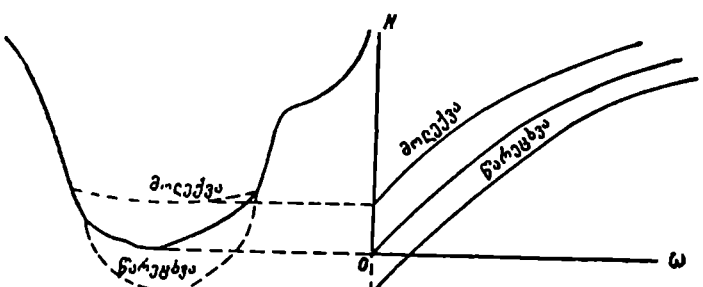
გადამყვანი კოეფიციენტების ($K_{\text{ჯამ.}}$) მნიშვნელობებს იღებენ ყოველი დღისათვის $K_{\text{ჯამ.}} = f(T)$ გრაფიკიდან.

§ 63. ხარჯების მრუდის აგება და ჩამონადენის გამოანგარიშება არამდგრადი კალაპოტის დროს

არამდგრადი კალაპოტებით ძირითადად ხასიათდებიან მთისა და მთისწინების მდინარეები, რომელთა წყლიანობის რეჟიმი ხშირი წყალმოვარდნებით ხასიათდება. კალაპოტის დეფორმაცია შეიძლება იყოს პერიოდული ან განუწყვეტელი. პერიოდული დეფორმაცია უფრო მეტად დაკავშირებულია წყალმოვარდნებთან, რომელთა გავლია შემდეგ კალაპოტი სტაბილურია.

განუწყვეტელი დეფორმაცია გვხვდება ზოგიერთ მდინარეებზე. სადაც კალაპოტის დეფორმაცია მთელი წლის განმავლობაში მიმდინარეობს და იცვლება მხოლოდ დეფორმაციის ინტენსივობა.

არამდგრადი კალაპოტის მდინარეებზე გაზომილი წყლის ხარჯები შეიძლება შეიცავდეს ცდომილებებს ნაკადის გადიდებული ტურბულენტობის, დინების დიდი სიჩქარეების, მათი სიგანის მიხედვით მკვეთრი ცვალებადობის და ხარჯების გაზომვის დროს კალაპოტის დეფორმაციის გამო და სხვა. აღნიშნული ფაქტორები გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის მასალების ანალიზის დროს. გარდა ამისა, აუცილებლად გაანალიზებული უნდა იქნეს დამოკიდებულება $w = f(H)$ (ნახ. 133.) და კალაპოტის შეთავსებითი პროფილი.



ნახ. 133. $w = f(H)$-ის მრუდი კალაპოტის გარეცხვისა და მოლამვის დროს.

არამდგრადი კალაპოტის მქონე მდინარეების ჩამონადენის გამოანგარიშებისათვის იყენებენ შემდეგ ხერხებს: 1) $Q = f(H)$ დროები-

თი მრუდების სისტემის აგებას; 2) ხარჯების მრუდის ძირითად კვეთთან მიყვანას; 3) სტაუტის ხერხს, 4) გაზომილ ხარჯებს შორის ინტერპოლაციას.

ხარჯების მრუდების მოყვანას ძირითად კვეთთან იყენებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც კალაპოტის დეფორმაცია ხდება მხოლოდ კერტიკალური მიმართულებით წყლის ზედაპირის დახრილობის შეუცვლელად (ამ შემთხვევაში შეიძლება აგრეთვე გამოიყენონ დროებითი მრუდები). ამ ხერხის გამოყენების მოხერხებულობისათვის სასურველია გვქონდეს სიღრმეების გაზომვების მასალები ხარჯების გაზომვების პერიოდებს შორის. ხარჯების გაზომვის და სიღრმეების გაზომვის დროს მიღებულ კვეთის პროფილებს ერთიმეორეს შეაუღლებენ და მათგან თვალით შეარჩევენ საშუალო კვეთს სიღრმეების მიხედვით და მას ძირითად კვეთს უწოდებენ. ძირითადი კვეთის შერჩევის დროს აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ, რომ წყლის დონეების გაზომილი მნიშვნელობები პროფილზე არ აღმოჩნდეს ფსკერის ყველაზე დაბალი წერტილის ქვევით. ძირითადი კვეთისათვის აგებენ ფართობების მრუდს $w=f(H)$ და იმავე ნახაზზე დაიტანებენ კვეთის ფართობების წერტილებს ხარჯებისა და სიღრმეების გაზომვების მონაცემების მიხედვით (ნახ. 134). გატარებული მრუდისა და დატანილი წერტილების მიხედვით განსაზღვრავენ შესწორებული დონეების ΔH-ის სიდიდეებს თითოეული დატანილი წერტილისათვის. შემდეგ აგებენ შესწორებების ΔH ქრონოლოგიურ გრაფიკს, რომელსაც უწოდებენ „დონეების შესწორების მრუდს წყლის კვეთის დეფორმაციაზე". შესწორებები დალაგდება ძირითადი კვეთის ბოლოდან შესატყვისი წერტილების (wH) საწინააღმდეგო მხარეზე. შესწორების მრუდზე დაიტანება (ნახ. 134). უარყოფითი ნიშნით ($-\Delta H$), ხოლო ძირითად მრუდის ქვევით მოთავსებული წერტილები შესწორების მრუდზე დაიტანება დადებითი ნიშნით ($+\Delta H$).

ამის შემდეგ თითოეული გაზომილი ხარჯისათვის განისაზღვრება შესწორებული დონეები

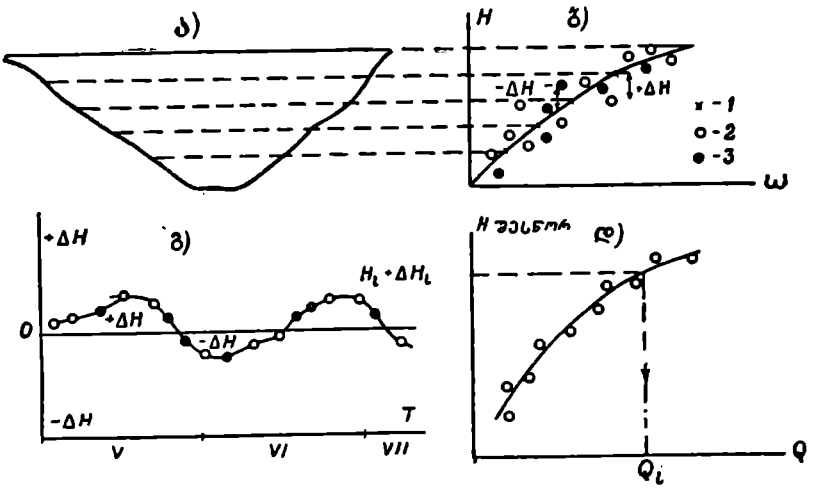
$$H_{\text{შეს.}} = H \pm \Delta H. \qquad (114)$$

საბოლოოდ ხარჯების მრუდს აგებენ გაზომილი ხარჯებისა და შესწორებული დონეების მიხედვით $Q=f(H\pm\Delta H)$ და მას უწოდებენ „მიყვანილი ხარჯების მრუდს".

ყოველდღიურ ხარჯებს განსაზღვრავენ შესწორებული დონეების და მიყვანილი ხარჯების მრუდის მიხედვით.

სტაუტის ხერხს იყენებენ, როდესაც კალაპოტის დეფორმაცია

დაკავშირებულია განუწყვეტელი ხშირი წყალმოვარდნების პროგნოზასთან, რაც ართულებს ხარჯების დროებითი მრუდების აგებას.



ნახ. 134. ხარჯების მრუდის ძირითად კვეთთან მიყვანის სქემა.
ა—ძირითადი კვეთის პროფილი, ბ—ძირითადი კვეთის ფართობის მრუდი;
1—ფართობები, გამოანგარიშებული ძირითადი კვეთის პროფილის მიხედვით;
2—წყლის ხარჯების განსაზღვრის დროს მიღებული ფართობები;
3— სიღრმეების გაზომვის დროს მიღებული ფართობები;
გ—შესწორების მრუდი, დ—ხარჯების მრუდი, შესწორებული დონეებით (მიყვანილი ხარჯების მრუდი).

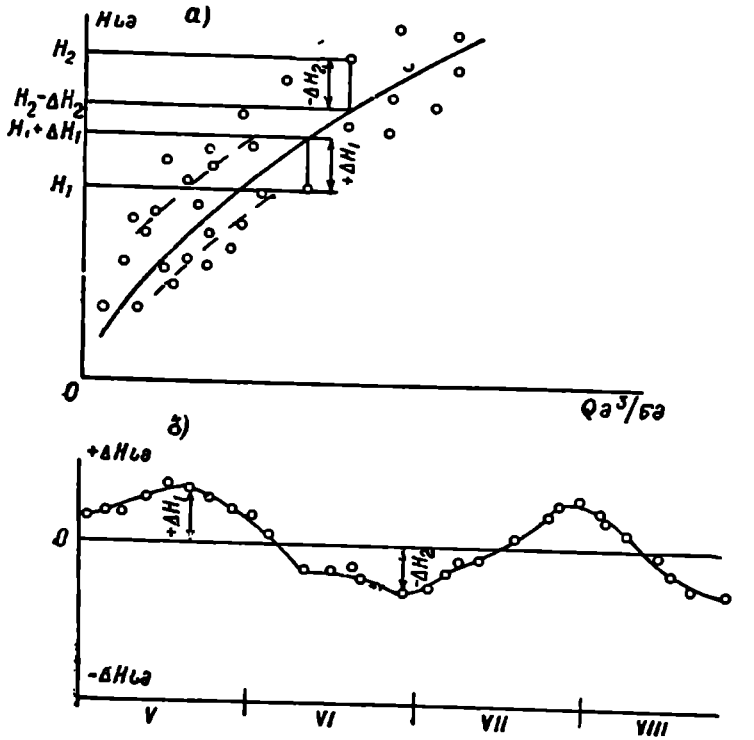
ყოველდღიური ხარჯების გამოანგარიშებისათვის აგებენ შემდეგ გრაფიკს (ნახ. 135).

კოორდინატთა სისტემის ველზე დაიტანენ გაზომილი ხარჯების (Q, H) წერტილებს. ველზე დატანილი წერტილების მიხედვით ატარებენ სტანდარტულ მრუდს, რომლის მიმართულებას განსაზღვრავენ 2—3 დროებითი ქრონოლოგიური მრუდის $Q=f(H)$-ის აგების გზით; მრუდის სიმაღლით მდებარეობას მნიშვნელობა არ აქვს, რადგან მას ატარებენ წერტილების შუა ადგილზე.

სტანდარტული მრუდიდან ორდინატის მიხედვით განსაზღვრავენ გაზომილი ხარჯების გადახრის წერტილებს $\pm\Delta H$ (სტაუტის შესწორება); სტანდარტული მრუდის ზევით გადახრას თვლიან უარყოფითად, ხოლო ქვევით მოთავსებულ წერტილებს დადებითად.

აგებენ შესწორებათა ქრონოლოგიურ გრაფიკს (ნახ. 135 ბ).

ყოველდღიურ ხარჯებს განსაზღვრავენ სტანდარტული მრუდის და საშუალო დღეღამური დონეების (H) მიხედვით, რომელიც შესწორდება $\pm\Delta H$-ით მოცემული თვის ყოველი რიცხვისათვის ქრონოლოგიური გრაფიკის მიხედვით.



ნახ. 135. სტანდარტული მრუდისა და ΔH შესწორებათა გრაფიკის აგების სქემა სტაუტის მიხედვით.

ი ნ ტ ე რ პ ო ლ ა ც ი ა გაზომილ ხარჯებს შორის გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც წარმოებს კალაპოტის განუწყვეტელი და ინტენსიური დეფორმაცია და საკმაოდ ხშირად გაზომილი ხარჯების დროს, რაც შესაძლებლობას იძლევა გაშუქებულ იქნეს გამოტოვებული ადგილები $Q=f(T)$ გრაფიკზე.

§ 84. ჩამონადენის გამოანგარიშება ცვლადი შეტბორების დროს

ცვლადი შეტბორების არსებობის დროს აუცილებლად უნდა გამოვლინდეს შეტბორების წარმოშობის მიზეზები და ხასიათი.

ცვლადი შეტბორების პირობებში ხარჯების გამოანგარიშებისათვის უნდა გვქონდეს საიმედო მონაცემები წყლის ზედაპირის დახრილობის შესახებ;

ასეთ შემთხვევაში ყოველდღიური ხარჯების განსაზღვრისათვის აუცილებელია მონაცემები განლაგდეს წყლის ზედაპირის დახრილობის მიხედვით.

ჩამონადენის გამოანგარიშებისათვის გამოიყენება შემდეგი ხერხები:

1) ინტერპოლაცია გაზომილ ხარჯებს შორის;

2) ხარჯების მრუდის აგება არამდგრადი კავშირით ცვლადი შეტბორების დროს;

3) შეტბორებული დონეების მოკვეთა;

4) ყოველდღიური ხარჯების განსაზღვრა ხარჯების მახასიათებელი მრუდის მიხედვით;

5) ხარჯების გამოანგარიშება ხარჯების მრუდთა ჯგუფის მიხედვით, შესატყვისი სხვადასხვა დახრილობით ან ნიშნულების სხვაობით.

„1“. „2“, „3“ ხერხები გამოიყენება, როდესაც არა გვაქვს წყლის ზედაპირის დახრილობის საიმედო გაზომვები; წყლის ზედაპირის დახრილობის საიმედო გაზომვების არსებობის დროს გამოიყენება „4“ და „5“ ხერხები.

1) ინტერპოლაცია გაზომილ ხარჯებ შორის გამოიყენება ხშირად გაზომილი ხარჯების არსებობის დროს.

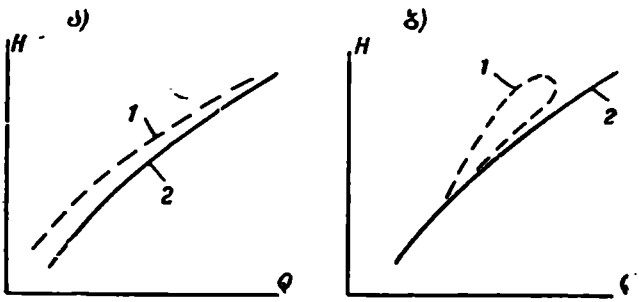
2) ხარჯების მრუდების აგება არამდგრადი კავშირით ცვლადი შეტბორების დროს რეკომენდებულია. როდესაც შეტბორება მიმდინარეობს ნელი ცვალებადობით ხარჯების ჩქარ ცვალებადობასთან შეხამებით.

ამ დროს ხარჯების კავშირს შეიძლება ჰქონდეს მეტისმეტად ინდივიდუალური გამოსახულება. ამიტომ მათი საიმედო ახსნისათვის აუცილებლად უნდა გვქონდეს საკმარისად ხშირად გაზომილი ხარჯები.

136-ე ა ნახაზზე მოყვანილია შეტბორების დროს დროებითი მრუდების მაგალითი, რომელიც გამოწვეულია ცოცხალი კვეთის შევიწროებით და ატარებს მდგრად ხასიათს; ამ შემთხვევაში შეტბო-

რების პერიოდისათვის აგებული მრუდი ზედა ნაწილში უახლოვდება მდგრადი კავშირის მრუდს.

136-ე ბ ნახაზზე ნაჩვენებია შეტბორების დროს დროებითი მრუდის მაგალითი, რომელიც გამოწვეულია კვეთის ქვევით დონეების მუდმივი აწევით. იმ შემთხვევისათვის, როდესაც მთავარი მდი-



ნახ. 136. ხარჯების მრუდების სქემა ცვლადი შეტბორების დროს. ა) — დროებითი მრუდი შეტბორების პერიოდისათვის, ბ) — მდგრადი კავშირის მრუდი ხარჯებსა და დონეებს შორის.

ნარის მოცემულ ჰიდროკვეთში წყალმოვარდნის გავლის დროს ადგილი ჰქონდა წყლის შეტბორებას.

თუ არამდგრადი კავშირის მრუდები სათანადოდ გაშუქებულია გაზომილი ხარჯებით, მაშინ შეტბორების პერიოდისათვის ყოველდღიური ხარჯები განისაზღვრება აღნიშნული არამდგრადი კავშირის მრუდების მიხედვით.

§ 86. წყლის ჩამონადენისა და მისი მახასიათებლების გამოანგარიშება

წყლის ჩამონადენის გაანგარიშება მთელი დაკვირვების პერიოდისათვის წარმოებს ხარჯებისა და დონეების დამოკიდებულების $Q=f(H)$ მრუდების საფუძველზე. ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის აუცილებლად უნდა გვქონდეს: 1) ყოველდღიური წყლის დონეების წლიური ცხრილები მთელი დაკვირვების პერიოდისათვის; 2) ხარჯების ერთი ან რამდენიმე მრუდი ან გრაფიკები და ცხრილები, დადგენილი გასაანგარიშებელი დამოკიდებულებები ხარჯებსა და დონეებს შორის თავისუფალი წყლის ზედაპირის დროს, და 3) გასაანგარიშებელი დამოკიდებულება ზამთრის ჩამონადენის გამოსაანგარიშებლად.

ხარჯების მრუდების $Q=f(H)$ მიხედვით ადგენენ ყოველდღიური ხარჯების ცხრილს. ყოველდღიური ხარჯებისა და ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის იყენებენ ხარჯების გასაანგარიშებელ ცხრილს. ყოველდღიურ საშუალო დღიურ ხარჯებს განსაზღვრავენ საშუალო დღეღამური დონეებით. ხოლო დღე-ღამის განმავლობაში დონეების მკვეთრი რყევადობის დროს გაზომილი დონეების $Q=f(H)$ მრუდიდან ჩამოიღებენ ხარჯებს და შემდეგ გამოიანგარიშებენ საშუალო დღეღამურ ხარჯს.

ყოველდღიური ხარჯების ცხრილში მოცემულია წყლის საშუალო ხარჯი დღე-ღამისათვის, დეკადისათვის, თვისა და წლისათვის. იქვე უჩვენებენ უდიდეს და უმცირეს წყლის ხარჯებს თვისა და წლისათვის. ექსტრემალური წყლის ხარჯების მნიშვნელობებს თითოეული თვისათვის იღებენ დონეების ვადიანი გაზომვების მიხედვით. ამგვარად შედგება წლიური ყოველდღიური ხარჯების ცხრილები ხარჯებსა და დონეებს შორის ერთნიშნიანი დამოკიდებულების დროს.

თუ არა გვაქვს ხარჯებსა და დონეებს შორის ერთნიშნიანი დამოკიდებულება (ყალაპოტის ცვალებადობის და გაშამბნარების დროს, ცვლადი შეტბორების დროს და სხვ.), მაშინ ყოველდღიური ხარჯების გამოანგარიშება რამდენადმე გართულებულია და წარმოებს სპეციალური დამუშავების ხერხებით, როგორც ეს მითითებულია § 82, 83, და 84-ში.

ზამთრის ყოველდღიური ხარჯების გამოანგარიშების დროს აუცილებლად წინასწარ უნდა შევადგინოთ დამხმარე ცხრილი, რომელშიც ზამთრის პერიოდის ყოველ დღეს მიეწერება გადამყვანი კოეფიციენტის K-ს მნიშვნელობა ან დონეების შესწორება ΔH. ნიმუში მოცემულია ქვემოთ 23-ე ცხრილში.

ცხრილი 23

თარიღი	ხარჯის გამოანგარიშება გადამყვანი K კოეფიციენტით				ხარჯის გამოანგარიშება დონეების შესწორებით			
	ზამთრის დღე-ღამის საშუალო დონე $H_{ზთ.}$ სმ	ხარჯი წყლის მრუდიდან Q ლ/წმ	გადამყვანი კოეფიციენტი K	ზამთრის ხარჯი $Q_{ზთ.}=Q_{ფდ.}\cdot K$	ზამთრის დღე-ღამის საშუალო დონე H სმ	დონის შესწორება ΔH სმ	შესწორებული დონეები $H_{ფდ.}=H_{ფდ.}+\Delta H$	ხარჯი, რომელიც ეკუთვნის წყლ. დონეს Q ლ/წმ
19/XII	152	34,3	0,46	15.8	152	—16	136	15.2
20/XII	156	44.2	0.48	21,4	156	—15	141	21,0
21/XII	153	38,1	0,52	19,8	153	—13	140	19,8

ზამთრის ხარჯების გამოანგარიშების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს ყინულხერგილების არსებობას, თუ ადგილი აქვს ყინულ-

ხერგვის მოვლენებს, მაშინ უნდა მოხდეს დონეების მოკვეთა ან უნდა ვისარგებლოთ მეზობელი წყალსაზომი საგუშაგოდან, როგორც მოცემულია § 83-ში.

წლიური დღეღამური ხარჯების ცხრილების შედგენის შემდეგ აგებენ ყოველდღიური ხარჯების რყევის გრაფიკებს — „ჰიდროგრაფებს", და შეიძლება აგრეთვე ააგონ განმეორებისა და უზრუნველყოფის მრუდები, იმავე წესით როგორც აგებენ დონეების განმეორებისა და უზრუნველყოფის მრუდებს.

ყოველდღიური ხარჯების ცხრილები ქვეყნდება ყოველწლიურ ჰიდროლოგიურ ცნობარებში.

§ 86. საშუალო წლიური ჩამონადენის მახასიათებლების გამოანგარიშება

თუ გვაქვს გამოანგარიშებული წყლის ჩამონადენი მრავალწლიური პერიოდისათვის (20—40 წელი), შეიძლება განვსაზღვროთ საშუალო მრავალწლიური მახასიათებლები, როგორც წლისათვის, ისე წლის ცალკე პერიოდისათვის (მაგალითად, სეზონების მიხედვით, ზამთრის პერიოდისათვის, გაზაფხულის პერიოდისათვის და სხვ.). ჩამონადენი საშუალო მრავალწლიური მახასიათებლებისათვის მიღებულია გამოვსახოთ შემდეგ სიდიდეებში:

1) მრავალწლიური საშუალო წლიური წამური ხარჯი (ჩამონადენის ნორმა) განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Q_0 = \frac{\Sigma Q_i}{n} \tag{115}$$

სადაც ΣQi არის საშუალო წლიური ხარჯების ჯამი, n—დაკვირვების წლების რიცხვი.

2) ჩამონადენი კუბურ მეტრებში, ანუ ჩამონადენის ჯამური მოცულობა, განისაზღვრება საშუალო წამური ხარჯის წლის წამების რიცხვზე გადამრავლებით:

$$W = Q_0 \cdot T \text{ მ}^3. \tag{116}$$

მრავალწლიური პერიოდისათვის საშუალოდ წელიწადში მიღებულია 365 1/4 დღე-ღამე ან 31 557 600 წამი, ან $T = 31{,}56$ მილიონი წამი. დიდი რიცხვისათვის ხშირად ჯამურ ჩამონადენს გამოსახავენ კუბურ კილომეტრებში (ერთი კუბური კმ უდრის 1 მილიარდ კუბურ მეტრს).

3) ჩამონადენის მოდული ეწოდება წყლის რაოდენობას, რომელიც ჩამოედინება ცოცხალი კვეთის ზევით აუზის ფართობის ერთი

კვადრატული კილომეტრიდან ერთი წამის განმავლობაში და აღინიშნება ასე: M ლიტრ/წამი. 1 კმ²-დან გამოიანგარიშება ფორმულით

$$M = \frac{Q_0 \cdot 1000}{F} \text{ ლ/წმ } 1\text{კმ}^2, \qquad (117)$$

სადაც M—ჩამონადენის მოდულია, Q_0—საშუალო ხარჯია, F—აუზის ფართობი კვ. კმ-ში, 1000 — კუბ. მეტრი გადაყვანილი ლიტრებში (1 მ³ წყალი შეიცავს 1000 ლიტრს).

4) ჩამონადენის ფენის სიმაღლე არის წლიური ჩამონადენის ფენა მდინარის მოცემულ ცოცხალ კვეთს ზევით, აუზის მთელ ფართობზე. იგი გამოისახება მმ-ში და გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$A = \frac{Q_0 \cdot T \cdot 1000}{F \cdot 1000000} = \frac{Q_0 T}{F \cdot 1000} \text{ მმ}. \qquad (118)$$

სადაც A არის ჩამონადენის ფენის სიმაღლე მმ-ბით, Q_0—საშუალო წლიური ხარჯი მ³/წ, T—წლის წამების რიცხვი, F—აუზის ფართობი ცოცხალ კვეთს ზევით. მრიცხველში (1000) 1 კუბ. მეტრი გადაყვანილია მილიმეტრებში. მნიშვნელში (1000000) 1 კვ კმ გადაყვანილია კვ. მეტრებში.

5) ჩამონადენის კოეფიციენტი α არის მდინარის ჩამონადენის ფენის სიმაღლისა და იმავე მდინარის აუზში მოსული ატმოსფერული ნალექების შეფარდებით მიღებული რიცხვი, რომელსაც განზომილება არა აქვს. გამოიანგარიშება ფორმულით

$$\alpha = \frac{A_0}{X_0}, \qquad (119)$$

სადაც α—ჩამონადენის კოეფიციენტია, A_0—ჩამონადენის ფენის სიმაღლე, X_0—ატმოსფერული ნალექების ჯამი მმ.

6) მოდულის კოეფიციენტი K არის რომელიმე პერიოდის ჩამონადენის შეფარდება საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენის მნიშვნელობასთან, ე. ი.

$$K = \frac{Q_i}{Q_0} = \frac{M_i}{M_0} = \frac{A_i}{A_0}, \qquad (120)$$

სადაც i ინდექსით აღნიშნულია ჩამონადენის სიდიდე რომელიმე

რეალური წლისათვის, ხოლო „O“ ინდექსით აღნიშნულია საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენის მნიშვნელობა.

მოდულის კოეფიციენტის გამოანგარიშება ხელსაყრელია ცალკეული წლების წყლიანობის შედარების დასახასიათებლად. თუ $K = 1$-ს, ეს იმას ნიშნავს, რომ მდინარის წყლიანობა საშუალო მრავალწლიური წყლიანობის ტოლია. თუ $K \leqslant 1{,}0$ მცირეწყლიანი წელია, ხოლო $K \geqslant 1{,}0$—დროს უხვწყლიანი წელია.

მეათე თავი

მუარი ჩამონადენის და ფსკერის ნალექების შესწავლა

§ 87. ზოგადი ცნობები მუარი ჩამონადენის შესახებ

მიმდინარე წყლები ყოველთვის შეიცავს ამა თუ იმ რაოდენობის მყარ ნაწილაკებს და გახსნილ ნივთიერებებს. ამ პროდუქტების საერთო რაოდენობას განსაზღვრული პერიოდისათვის (მაგალითად წელიწადში) მყარ ჩამონადენს უწოდებენ. წყლის მიერ ტრანსპორტირებულ მყარ ნაწილაკებს ნატან მასალას უწოდებენ. ნატანი მასალა შედგება სხვადასხვა ზომის მინერალური ნაწილაკებისაგან; ნატან მასალაში აგრეთვე შედის ორგანული ნივთიერებებიც.

მყარი ჩამონადენის არსებობა განპირობებულია მექანიკური და ქიმიური ეროზიის პროცესებით. მექანიკური ეროზია —გადარეცხვა ძირითადად წარმოებს ზედაპირული წყლების მოქმედებით, ხოლო ქიმიური ეროზია — უმთავრესად გრუნტის წყლებით. ნატანი მასალის ძირითადი მასა მდინარეებში შემოდის მათი წყალშემკრები აუზებიდან, ხოლო ნაწილი წარმოიქმნება კალაპოტის გადარეცხვით.

მდინარეში შემოსული მყარი მასალის რაოდენობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული: რამდენადაც აუზის ზედაპირი დანაკვთულია და მდინარეებს აქვს დიდი დახრილობა, იმდენად დიდია მდინარის წყლის სიმღვრივე. გარდა ამისა, ნატანი მასალის რაოდენობა ნაკადში დამოკიდებულია აუზის ზედაპირის ხასიათზე: მთიან რაიონებში მთის კალთებზე დიდი რაოდენობით გამოფიტული მასალის დაგროვებისას, თავსხმა წვიმების დროს ნაკადულებს ჩამოაქვთ დიდი რაოდენობით მყარი მასალა და სელურ ღვარებად იქცევიან, სადაც მყარი მასალის რაოდენობა ზოგჯერ ნაკადის წყლის მასას აღემატება.

შავმიწა და თიხნარი ნიადაგები ადვილად ირეცხებიან და იძლევიან დიდი რაოდენობით ატივნარებულ მასალას.

მდინარეთა აუზებში მცენარეული საფარის არსებობა ამცირებს

გამოფიტვის პროცესებს და ამის შედეგად ამცირებს მდინარეების წყლების სიმღვრივეს. ტყეები და ბუჩქნარები ანელებენ თოვლის დნობის ინტენსივობას, ამცირებენ ფერდობის ჩამონადენი წყლების დინების სიჩქარეებს და თავისი ფესვებით იცავენ ნიადაგს გადარეცხვისაგან.

მდინარეებში მოხვედრილი მყარი მასალა მოძრაობს ქვევით მდინარის წყალთან ერთად და ნაწილდება სიმსხოს მიხედვით. ლამიანი, თიხიანი, მტვრიანი და წვრილი ქვიშნარი მასალა მოძრაობს წყალში ატივნარებული სახით, ხოლო უფრო მსხვილი მასალა წყალს გადააქვს კალაპოტის ფსკერის მახლობელ ფენებში. წყლის ნაკადის მიერ ტრანსპორტირებულ ნატან მასალას ჩვეულებრივად ყოფენ ატივნარებულ და ფსკერულ მასალად. ასეთი დაყოფა პირობითია, რადგან ერთი და იგივე სიმსხოს ნაწილაკები შეიძლება გადაადგილდნენ როგორც ატივნარებულ მდგომარეობაში, ისე ფსკერზე ნაკადის სიჩქარეებთან დამოკიდებულებაში. რამდენადაც დიდია ნაკადის დინების სიჩქარე, იმდენად უფრო მსხვილი ნაწილაკები გადაველენ ატივნარებულ მდგომარეობაში, მაგრამ ნატანი მასალის ატივნარებულ და ფსკერულ მასალად დაყოფა მოხერხებულია პრაქტიკული თვალსაზრისით, რადგან ნატანის ცალკეული სახეების შესწავლა წარმოებს სხვადასხვა ხელსაწყოებით და სხვადასხვა მეთოდებით.

მდინარეების მყარი ჩამონადენის მთლიანი განსაზღვრა შეიძლება მხოლოდ ყველა ზემოაღნიშნული კატეგორიის ნატანი მასალისა და წყალში გახსნილი ნივთიერებების აღრიცხვის შედეგების მიხედვით. ჰიდრომეტრიული გაზომვების დროს ცალკე შეისწავლება ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯი R კგ/წამ, ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯი G კგ/წამ. და გახსნილი ნივთიერებების ხარჯი S კგ/წამ.

მდინარეების მყარი ჩამონადენის შესწავლას აქვს დიდი სამეცნიერო და პრაქტიკული მნიშვნელობა. მაგალითად, მდინარეების გამოყენება ნაოსნობისათვის შეუძლებელია, თუ არა გვაქვს შესწავლილი ჩქერებზე კალაპოტის გადარეცხვისა და მოსილვა-მოლამვის მოვლენები, რადგანაც ეს უკანასკნელი მოითხოვს შრომატევად მუშაობას კალაპოტის გასაღრმავებლად და გასასწორებლად, გემების მისადგომი ადგილების მოსაწყობად და სხვა. მდინარეთა ნატანი მასალის შესწავლას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივ პირობებში დიდ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობისათვის, რადგან იგი მდინარეზე ახალ რეჟიმს ქმნის. ამის გამო ნატანი მასალის დაგროვება და გადარეცხვის პროცესები სულ სხვაგვარ ხასიათს ღებულობს. მდინარეზე კაშხალის აგებით მოწყობილ წყალსაცავში მკვეთრად იზრდება ნატანი მასალის დალექვა.

ნატანი მასალის არაზუსტმა განსაზღვრამ შეიძლება დიდ შეცდომამდე მიგვიყვანოს წყალსაცავის მოსილვის პერიოდის დროის დადგენის დროს.

ნატანი მასალის რაოდენობისა და შედგენილობის აღრიცხვას დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰიდროელექტროსადგურების დაპროექტების დროს, რადგან ნატანი მასალის მოქმედებით შეიძლება დაზიანდეს ტურბინების ფრთები და მიმყვანი წყალსადენი მილები.

მდინარეების წყლის გამოყენების დროს წყლით მომარაგებისათვის, გაწყლიერებისათვის, მორწყვისათვის და სხვა. აუცილებლად შესწავლილ უნდა იქნეს წყლის ქიმიური შედგენილობა და მასში გახსნილი ნივთიერებების რაოდენობა. ძალიან მნიშვნელოვანია წყლის ქიმიური შედგენილობის ცოდნა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობის დროს, რადგანაც წყალში გახსნილი ქიმიური ნივთიერებები იწვევს ბეტონის ნაგებობების ქიმიურ გამოფიტვას.

§ 88. ნატანი მასალის მოძრაობა კალაპოტის ნაკადში

წყლის ნაკადს კალაპოტში გადააქვს სხვადასხვა ფორმისა და სიმსხოს მასალა.

ჰიდრომეტრიაში მიღებულია ნატანი მასალის დაყოფა ნაწილაკების სიმსხოს მიხედვით (ცხრ. 24).

ცხრილი 24

მდინარეული ნატანი მასალის კლასიფიკაცია ნაწილაკების სიმსხოს მიხედვით მმ

	თიხა	ლამი	მტვერი	ქვიშა	ხრეში	კენჭი	კაპარი
წვრილი	<0,001	0.001—0005	0,01—0,05	0,1—0,2	1—2	10—20	>100
საშუალო	—	—	—	0,2—0,5	2—5	20—50	
მსხვილი	—	0,005—0,1	0.05—0,1	0,5—1	5—10	50—100	

მდინარეული ნატანის კუთრი წონა საშუალოდ შეადგენს 2.65, იგი ცვალებადობს 2,45-დან 2,75-მდე.

გარდა ნატანი მასალის ნაწილაკების სიმსხოს მიხედვით კლასიფიკაციისა იყენებენ აგრეთვე მათ დაყოფას ჰიდრავლიკური სიმსხოს მიხედვით.

უძრავი წყლის გარემოში ნაწილაკის თანაბარი სიჩქარით ჩაძირვას ჰიდრავლიკურ სიმსხოს უწოდებენ. ჰიდრავლიკური სიმსხო იზომება სანტიმეტრობით წამში, ან მილიმეტრობით წამში. რამდენადაც მცი-

რეა ნაწილაკი. იმდენად მცირეა მისი ჰიდრავლიკური სიმსხო. 25-ე ცხრილში მოგვყავს შეფარდება ნაწილაკის ზომასა და ჰიდრავლიკურ სიმსხოს შორის 15° ტემპერატურის დროს.

ცხრილი 25

ნაწილაკის დიამეტრი მმ-ბით	1,0	0,5	0.2	0,1	0,05	0,01	0.005	0,001
ჰიდრავლიკური სიმსხო W მმ/წამ.	100	60	21	8	2	0,08	0,03	0,0008

წვრილი ნაწილაკების ჰიდრავლიკური სიმსხო დამოკიდებულია წყლის ტემპერატურაზე.

ფსკერული ნატანი მასალის გადაადგილება ხდება ფსკერული სერების გარეშე ან ფსკერული სერებით, რაც დამოკიდებულია ნაკადის სიჩქარეზე და ნატანის მასალის სიმსხოზე. ნაკადის მცირე სიჩქარეების დროს გვხვდება ნატანი მასალის გადაადგილება მდინარის ფსკერზე სერების გარეშე. მდინარის ფსკერთან სიჩქარეების გაზრდის დროს წარმოქმნას დაიწყებს სერები ცალკეული ბორცვების სახით, რომლებიც დიდდებიან სიჩქარეების გადიდებასთან ერთად. შემდეგში სიჩქარეების გადიდების დროს სერები თანდათანობით ქრებიან და კალაპოტის ფსკერი სწორდება, დგება მეორე სერების გარეშე რეჟიმი.

ფსკერული ნატანი მასალის ნაწილაკები გადაადგილდებიან ნახტომებისგვარად. ნაკადის მოქმედებას ფსკერის გრუნტის ნაწილაკები მოჰყავს რყევად მდგომარეობაში და მათ გლეჯს ფსკერიდან. ნაწილაკი მოგლეჯის დროს იძენს ბრუნვით მოძრაობას და აიწევა ზევით გარკვეულ სიმაღლემდე, შემდეგ გაივლის გარკვეულ მანძილს ატივნარებულ მდგომარეობაში და ბოლოს ეცემა ფსკერზე. ნატანი მასალის ასეთ მოძრაობას უწოდებენ სალტაციას. გვხვდება აგრეთვე ფსკერული ნატანი მასალის ნაწილაკების გადაადგილება გორვითი და ცოცვითი გზით.

სერულფსკერიანი რეჟიმის დროს, ნატანი მასალის ნაწილაკები გადაადგილდებიან სერის ზედა დამრეცი ფერდობის მიხედვით. მივლენ რა სერის თხემთან, ისინი გადაიყრებიან სერის ქვედა სარდაფში და გროვდებიან სერის ქვევითა ნაწილში. ამგვარად წარმოიშობა ნაწილაკების გადარეცხვა სერის ზედა ფერდობებიდან და სერის წაზრდა ქვედა მხარისაკენ, ე. ი. მთელი სერის თანდათანობითი გადაადგილება ნაკადის დინების გასწვრივ (ნახ. 137). ნაკადის დინების გადიდების დროს ნაწილაკები ერთი სერიდან შეიძლება გადატანილ

იქნეს მეორეზე, მესამეზე და ა. შ. შემდეგ, რის გამოც სერები დადაბლდება, გარკვეული დიდი სიჩქარის დროს სერები ქრებიან და წარმოიშობა ნატანი მასალის მეორე სერის გარეშე მოძრაობის რეჟიმი.

ნახ. 137. ნატანი მასალის მოძრაობის სერულფსკერიანი რეჟიმი.

ვაკის მდინარეებში, რომელთაც აქვთ ქვიშიანი ფსკერი, ჩვეულებრივ სერულფსკერიანი რეჟიმი გვხვდება კალაპოტის შუა ნაწილში, ხოლო ნაპირებთან, დინების მცირე სიჩქარეების ზონაში, პირველი სერგარეშე რეჟიმი. უშუალოდ ნაპირებთან ფსკერული ნატანი მასალის მოძრაობა არ გვხვდება.

მთის მდინარეებში, რომელთაც აქვთ დინების დიდი სიჩქარეები და მცირე სიღრმეები, როგორც წესი, გვხვდება ნატანი მასალის მოძრაობის მეორე სერგარეშე რეჟიმი.

ნატანი მასალა ატივნარებულ მდგომარეობაში გადაადგილდება წყლის ტურბულენტური მოძრაობის შედეგად. ნატანი მასალის ნაწილაკები კუთრი წონით მნიშვნელოვნად აღემატებიან წყლის კუთრ წონას, მათ შეუძლიათ ფსკერიდან აიწიონ ზევით მხოლოდ წყლის დენების არსებობის წყალობით, რომლებიც მიემართებიან ზევით და თან იტაცებენ ნატანი მასალის ნაწილაკებს. რომელთა ჰიდრავლიკური სიმსხო ნაკლებია ვერტიკალურად წყლის მოძრაობის სიჩქარესთან შედარებით.

ტურბულენტურ დინებაში აღმავალი დენები წარმოიშობიან კალაპოტის ფსკერის მჭისეობის შედეგად. მჭისეობის გამოსასვლელებზე წარმოიშობიან ვერტიკალური ღერძით მბრუნავი გრიგლები, რომლებიც იწევიან მაღლა და წყლის გარემოში წარმოქმნიან აღმავალ დენებს. ეს აღმავალი წყლის მასები მოიტაცებენ ფსკერიდან მყარ ნაწილაკებს და ასწევენ მათ ზევით ნაკადის წყლის სისქეში.

ლაბორატორიული და საველე გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მდინარის ფსკერზე მოთავსებული ნატანი მასალის ცალკეული ნაწილაკები გადაადგილებას იწყებს მას შემდეგ, როდესაც მასზე მოქმედი ნაკადის სიჩქარე მიაღწევს ისეთ ზღვრულ მნიშვნელობას, რომ-

ლის დროსაც ნაწილაკი კარგავს მდგრად მდგომარეობას, მოსწყდება ფსკერს და დაიწყებს მოძრაობას.

საერთოდ ნაწილაკზე მოქმედებს ორი ძალა: შუბლური წინაღობაა და აწევი ძალები (ამწევი დენები). აქედან გამომდინარე, ერიმ 1885 წ. მოგვცა შემდეგი ფუნქციონალური დამოკიდებულება ფსკერული ნატანი მასალის ცალკეული ნაწილაკის წონასა და ნაკადის ზღვრულ სიჩქარეთა შორის, რომლის დროსაც ნაწილაკი იწყებს მოძრაობას:

$$P = Au^6, \tag{121}$$

სადაც P არის ნაწილაკის წონა, u—ნაწილაკის მოძრავი სიჩქარე, A კოეფიციენტია, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია ნაწილაკის ფორმაზე და კუთრ წონაზე. აღნიშნული დამოკიდებულება ($P = Au^6$) ცნობილია ერის კანონის სახელწოდებით, რომელიც გვიჩვენებს, რომ მოძრავი ნაწილაკების წონა პროპორციულია სიჩქარის მეექვსე ხარისხისა. ერის კანონი ეხება ძირითადად ფსკერული ნატანი მასალის ძალიან დიდ ფრაქციებს.

წვრილი ნაწილაკებისათვის $0{,}1 \leqslant d \leqslant 5{,}0$ მმ ზომის ფარგლებში ვ. ა. ველიკანოვი იძლევა შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$v_0 = 3{,}14\sqrt{15\,d + 0{,}006}\ \text{მ/წ}, \tag{122}$$

სადაც v_0 არის საშუალო სიჩქარე, d—ნაწილაკის დიამეტრი. ფსკერული ნატანი მასალის ნაწილაკების მოძრაობის დაწყების ზღვრული სიჩქარის დასადგენად მრავალი ემპირიული ფორმულა არსებობს, მათ შორის ჩვენ აქ მოგვყავს ლ. გველესიანის (1946 წ.) და გ. შამოვის (1959 წ.) ფორმულები: ლ. გველესიანის ფორმულას შემდეგი სახე აქვს:

$$v_{\text{ზღ.}} = 3{,}4\,\frac{\lg\dfrac{8{,}8}{d}}{\lg\dfrac{12\,D + d}{d}}\sqrt{d}\ \text{მ/წმ},^1 \tag{123}$$

სადაც h არის ნაკადის საშუალო სიღრმე, d—ნაწილაკის საშუალო დიამეტრი, D—ფსკერული ნატანი მასალის მაქსიმალური დიამეტრი, ყველა სიდიდე გამოსახულია მეტრობით.

---

[1] გ. ჩიჯავაშვილი, ნ. დანელია, ლ. გველესიანი, ნ. კუპაიძე, ა. პაპაშვილი, ჰიდროლოგია, თბილისი, 1968, გვ. 159.

გ. შამოვის ფორმულა შემდეგი სახისაა:

$$U = 4{,}4 \sqrt{d} \left(\frac{h}{d}\right)^{1/6} \text{მ/წმ} \qquad (124)$$

U არის ზღვრული სიჩქარე, d—ნაწილაკის დიამეტრი, ყველა სიდიდე გამოსახულია მეტრობით. ნაკადის დამყარებული მოძრაობის რეჟიმის დროს გვხვდება გაწონასწორება წყლის მასებით ფსკერიდან მაღლა გადაადგილებული ნატანის ნაწილაკების რაოდენობასა და სიმძიმის ძალით ჩაძირული ნაწილაკების რაოდენობას შორის.

მაღლა აწეული ნაწილაკების გასწვრივ გადაადგილება წარმოებს ნაკადის დინების სიჩქარეთა მდგენელის გასწვრივი მოქმედების შედეგად. ნაწილაკების ატივნარებულ მდგომარეობაში ყოფნის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მათ ჰიდრავლიკურ სიმსხოზე. რამდენადაც მცირე იქნება ნაწილაკების ჰიდრავლიკური სიმსხო, იმდენად დიდხანს დაჰყოფს ნაწილაკი ატივნარებულ მდგომარეობაში.

ნაკადის ცოცხალ კვეთში ატივნარებული ნატანი მასალის შემცველობა თანაბარი განაწილებით არ ხასიათდება. ატივნარებული მასალით უფრო გაჯერებულია ნაკადის წყლის ქვედა ფენები, სადაც ჭარბობს უფრო მსხვილი ნაწილაკები.

ზოგჯერ გვხვდება ნატანი მასალის ე. წ. ძარღვისებური მოძრაობა, როდესაც ნაკადის გასწვრივ გაჭიმულია ნატანი მასალის ზოლი, რომელშიც ნატანი მასალის კონცენტრაცია მაღალია, შედარებით ნაკადის სხვა ნაწილებთან. ატივნარებული ნატანი მასალის ძარღვული განაწილება ჩვეულებრივ გვხვდება მდინარეთა იმ უბნებში, სადაც წარმოებს კალაპოტის აქტიური ფორმირების პროცესები, მაგალითად, ჩქერებთან.

ატივნარებული მასალის მოძრაობა ატარებს პულსირებულ ხასიათს შესატყვისად ნაკადის დინების სიჩქარეების პულსაციისა.

ატივნარებული ნატანი მასალა შეადგენს მდინარეთა ნატანი მასალის ხარჯის ძირითად ნაწილს. ვაკის მდინარეებში ატივნარებული ნატანი მასალის რაოდენობამ შეიძლება შეადგინოს მთლიანი მყარი მასალის ჩამონადენის 90—95%-მდე, ხოლო მთის მდინარეებში 70 ... 80% მთელი მყარი ჩამონადენის რაოდენობიდან. მაგრამ მთის მდინარეებში ნატანი მასალის მნიშვნელოვანი ნაწილი ზოგჯერ წარმოდგენილი იქნება მსხვილი ალუვიონით, რომელიც არ გადადის ატივნარებულ მდგომარეობაში დიდი სიჩქარეების დროსაც კი. ასეთ შემთხვევაში ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენი მნიშვნელოვნად აღემატება ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის რაოდენობას.

ნატანი მასალის ჩამონადენი და წყლის სიმღვრივე (ρ გ/მ³) სხვადასხვა მდინარისთვის სხვადასხვაა. ამის საილუსტრაციოდ ქვემოთ

26-ე ცხრილში მოგვყავს საბჭოთა კავშირის ზოგიერთი მდინარისათვის წყლის სიმღვრივის, ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯებისა და ჩამონადენის მნიშვნელობები გ. შამოვისა და საქართველოს მდინარეებზე ლ. გველესიანის მიხედვით.

ცხრილი 26

მდინარე	დაკვირვების პუნქტები	აუზის ფართობი კვ კმ ბით	საშუალო წლიური		
			სიმღვრივე გ/მ	ხარჯი კგ/წმ	მყარი ჩამონადენი მლნ ტ/წლ.
ენისეი	იგარკასთან	2 472 000	18,8	333	10,5
ობი	სალეხარდთან	2 430 000	34,0	410	12,9
ამური	კომსომოლსკთან	1 714 600	10.7	1950	61,0
ვოლგა	დუბოვკასთან	1 351 000	105	810	25.5
ამუ-დარია	კერკთან	225 800	3500	6900	217,0
მტკვარი	სარბირაბათთან	178 200	1950	1150	36,3
რიონი	საქორციხესთან	13 320	640	264	8.0
ენგური	ჯვართან	3170	490	713	2,25
არაგვი	ჟინვალთან	1900	681	275	0,87
ალაზანი	ჭიაურთან	458.0	434	27,2	0,86

მყარი ნატანი მასალის შემცველობა იცვლება მდინარეების ჰიდროლოგიური რეჟიმის სხვადასხვა ფაზებში. მათი უდიდესი რაოდენობა გადააქვთ წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების დროს, ხოლო უმცირესი—წყალმცირობის პერიოდში. მაგრამ წყალდიდობის მატების პიკისა და სიმღვრივის მატების პიკის სრული დამთხვევა გვხვდება მხოლოდ პატარა მდინარეებზე. დიდ მდინარეებზე სიმღვრივის პიკი წინ უსწრებს წყლის ხარჯების პიკს. მარადიული მზრალობის რაიონებში გვხვდება შებრუნებული მოვლენა: წყლის ხარჯების პიკი ეჭვნება სიმღვრივის პიკზე უფრო ადრე.

ნატანი მასალის საშუალო წლიური ჩამონადენი განიცდის ცვალებადობას, ის დამოკიდებულია მდინარეების საშუალო წლიური წყლიანობის ცვალებადობაზე, რაც დაკავშირებულია აუზში მიმდინარე მეტეოროლოგიურ პირობებზე.

მდინარებს გახსნილი ნივთიერება გადააქვს წყლის მთელი სისქის მიხედვით. წყლის ტურბულენტური მოძრაობის შედეგად მდინარეთა ცოცხალ კვეთში გახსნილი ნივთიერება თანაბარი განაწილებით ხასიათდება.

მდინარეებში გახსნილი ნივთიერება ძირითადად გრუნტის წყლებს შემოაქვს. ამიტომ მდინარეთა წყლებს მაღალი მინერალიზაცია აქვთ ზამთრისა და ზაფხულის წყალმცირობის პერიოდში, როდესაც მდინარეები უმეტესად გრუნტის წყლებით საზრდოობენ. უმ-

ცირესი მინერალიზაცია მდინარეების წყლებს აქვთ წყალმოვარდნების და, განსაკუთრებით გაზაფხულის წყალდიდობის დროს. მიუხედავად იმისა, რომ გაზაფხულის წყალდიდობის და წყალმოვარდნის დროს წყლის მინერალიზაცია მცირეა, მარილების საერთო რაოდენობა, ე. ი. გახსნილ ნივთიერებათა ჩამონადენი აღნიშნულ პერიოდში მატულობს მდინარეებში წყლიანობის ზრდასთან ერთად. მაგალითად მდ. დონ'ს სად. აქსაისთან გაზაფხულის წყალდიდობის დროს ჩამოაქვს გახსნილი ნივთიერების 60% წლიური ჩამონადენიდან.

გახსნილი ნივთიერების წლიური ჩამონადენის სიდიდე სხვადასხვა მდინარეებზე სხვადასხვაა. ამის საილუსტრაციოდ 27-ე ცხრილში მოგვყავს საბჭოთა კავშირის ზოგიერთი მდინარეების გახსნილი ნივთიერების წლიური ჩამონადენის მაჩვენებლები ო. ალეკინის მიხედვით.

ცხრილი 27

მდინარე	აუზის ფართობი ათას კვ კმ-ბით	საშუალო წლიური ჩამონადენი	
		წყლის ჩამონადენი კმ³-ბით	გახსნილი ნივთიერებები მლნ ტ-ბით
ვოლგა	138000	255	46,5
ლენა	2,25	488	41 3
ენისეი	2599	548	29,5
ჩრ. დვინა	360	111	17,2
ამუ-დარია	277	42	17,7
დნეპრი	503	53	8,13

გახსნილი ნივთიერების ჩამონადენის სიდიდე დამოკიდებულია მდინარეთა წყლიანობის სიდიდეზე და წყალშემკრები აუზის ნიადაგგეოლოგიურ პირობებზე.

§ 80. ატივნარებული ნატანი მასალის აღრიცხვისათვის წყლის სინჯის ასაღები ხელსაწყოები

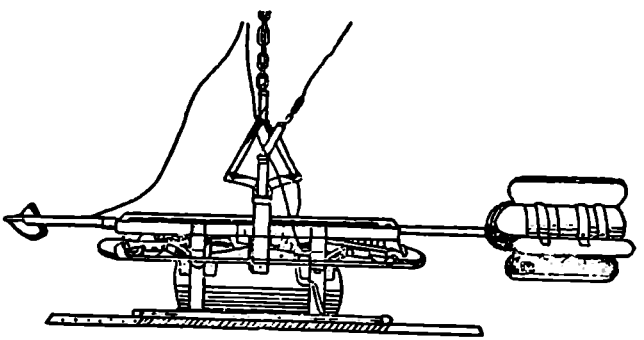
ატივნარებული ნატანი მასალის აღრიცხვისათვის წყლის სინჯს იღებენ ბათომეტრის საშუალებით ცოცხალი კვეთის სხვადასხვა წერტილებზე.

პრაქტიკაში გამოყენებული ბათომეტრები შეიძლება ორ ჯგუფად დავყოთ: 1) მყისი ავსებით და 2) ხანგრძლივი ავსებით.

მყისი ავსების ბათომეტრით ცოცხალი კვეთის რომელიმე წერ-

ტილში წყლის სინჯის აღების დროს არ ხერხდება წყლის სიმღვრივის პულსაციის ვათვალისწინება, რისთვისაც აუცილებელია სინჯის რამოდენიმეჯერ აღება ერთსა და იმავე წერტილში. პრაქტიკაში ყველაზე უფრო გავრცელებულია ხანგრძლივი ავსების ბათომეტრების გამოყენება, რომლებიც წყლის სინჯის აღებისას ჰურჩლის გასაასებად საჭიროებენ ხანგრძლივ პერიოდს და ამით ითვალისწინებენ გასაზომ წერტილში სიმღვრივის პულსაციას.

მყისი ავსების ბათომეტრებიდან ყველაზე უფრო ცნობილია ნ. ნ. ჟუკოვსკის ბათომეტრი (ნახ. 138).



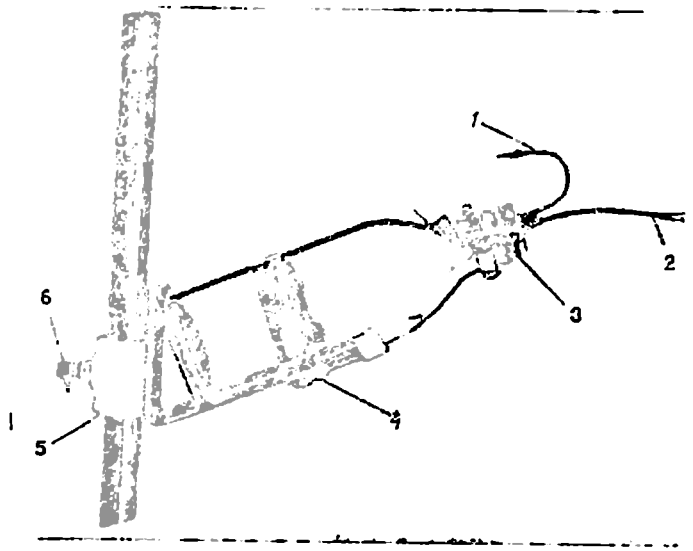
ნახ. 138. ნ. ნ. ჟუკოვსკის ბათომეტრი.

მყისი ავსების ბათომეტრებს არსებული ნაკლოვანებების გამო ამჟამად ჰიდრომეტსამსახურის სისტემაში არ იყენებენ.

ამჟამად უფრო მეტად იყენებენ ხანგრძლივი ავსების ბათომეტრების შემდეგ ტიპებს: ა) ბათომეტრ-ბოთლს შტანგაზე და ტვირთში, ბ) ვაკუუმურ ბათომეტრებს; გ) ბოთლებს შტანგაზე და ტვირთზე. ზოგჯერ იყენებენ ბათომეტრ-ტაქიმეტრს.

ბათომეტრი-ბოთლი შტანგაზე (ნახ. 139) თავისი მოწყობილობით მარტივ ხელსაწყოს წარმოადგენს ვაკის მდინარეებზე ატივნარებული ნატანი მასალის სინჯის აღებისათვის. ხელსაწყო შედგება ლიტრიანი ბოთლისაგან, რომელიც შტანგაზე მაგრდება სპეციალური ბუდის საშუალებით. შტანგის ვერტიკალურად დაშერის დროს ბოთლის გასწვრივი ღერძი ჰორიზონტალურ ხაზთან წარმოქმნის 25°-იან კუთხეს. ბოთლს გაკეთებული აქვს ლითონის სახურავი, რომელშიაც გადის ორი მილი, რომელთაგან ერთი ემსახურება ბოთლში წყლის შესვლას, ხოლო მეორე ბოთლიდან ჰაერის გამოსვლას. ამ მილების

ბუნიკები შეირჩევა სხვადასხვა დიამეტრის ხვრელებით, წყლის დინების სიჩქარეების შესატყვისად. სტანდარტული თავსაცობების



ნახ. 139. ბათომეტრი-ბოთლი შტანგაზე.
1—პაერგამშვები მილი, 2—წყალმიმღები მილი, 3—ლითონის სახურავი, 4—ბოთლის მოსათავსებელი ბუდე, 5—ქურო შტანგისათვის, 6—დასამაგრებელი ხრახნი.

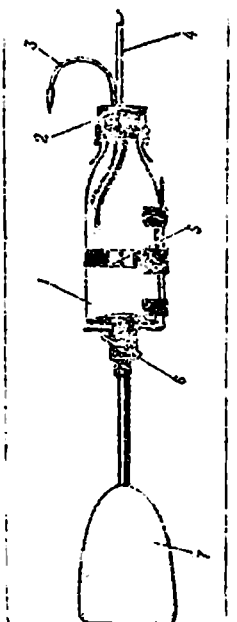
ხვრელების დიამეტრი და სიჩქარეები, რომლის დროსაც ისინი გამოიყენებიან, ნაჩვენებია 28-ე ცხრილში.

ცხრილი 28

დინების სიჩქარე მ/წ-ბით	თავსაცობის დიამეტრი მმ-ბით	
	წყლის მიმღები მილი	პაერგამშვები მილი
1	6	15
1—2	4	2
2	4	4

წყლის სინჯს სიმღვრივეზე იღებენ ბათომეტრ-ბოთლით შტანგაზე ინტეგრაციული ან წერტილობრივი ხერხით.

ინტეგრაციული ხერხით წყლის სინჯის აღება დასაშვებია ნაკადის არანაკლებ 2 მეტრის სიღრმის დროს. უდიდესი სიღრმე, რომლის დროსაც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ინტეგრაციული ხერხი, განისაზღვრება შტანგის სიგრძით და მისი ხელში დაჭერის მოხერხებულობით დინების დიდი სიჩქარეების დროს.



ნახ. 140. მოდერნიზებული ბათომეტრი-ბოთლი შტანგაზე. 1—ბოთლი, 2—ლითონის საჭურავი. 3—ჰაერგამყვანი მილი, 4—წყლის მიმღები მილი. 5—ბოთლის ჩასასმელი ბუდე, 6—ქურო შტანგისათვის და მომჭერი ხრახნი. 7—კუდი.

სინჯის აღების წერტილობრივი ხერხი გამოიყენება ნაკადის 0,5-დან 2,0-მეტრამდე სიღრმის დროს. დიდ სიღრმეებზე ბათომეტ-ბოთლის წყალში ჩაშვების დროს ბოთლში შესულმა წყალმა შეიძლება იმოქმედოს სიმღვრივის სიზუსტით განსაზღვრაზე.

წერტილში ბათომეტრ-ბოთლის დაჭერის დროს შეირჩევა იმ ანგარიშით რომ ბოთლი წყლით სრულად არ იქნება გავსებული.

მოდერნიზებული ბათომეტრ-ბოთლი შტანგზე (ნახ. 140) განსხვავდება წინათ აღწერილი ბათომეტრისაგან კუდის ფრთით, რომელიც უზრუნველყოფს ხელსაწყოს ნაკადის დინების მიხედვით დაყენებას; გარდა ამისა, ბათომეტრს ეძლევა ჰორიზონტული მიმართულება შტანგაზე დამაგრების დროს, რაც საშუალებას იძლევა ავიღოთ სინჯი ნაკადის ფსკერისპირა წყლის ფენებიდან. მაგრამ მოდერნიზებული ბათომეტრი-ბოთლის დაუცველობა მთის მდინარეებზე ზღუდავს მის გამოყენებას, რადგან ბოთლი შეიძლება გატყდეს წყალში მოძრავი ქვების მოხვედრის შედეგად.

არსებული კონსტრუქციის ბათომეტრი-ბოთლი ტვირთში უფრო მოხერხებულია მთის მდინარეებზე გამოყენებისათვის, რადგანაც ბოთლი დაცულია ქვების მოხვედრისაგან, და აგრეთვე მოხერხებულია ჯალამბარის საშუალებით წყალში ჩასაშვებად. მაგრამ დინების დიდი სიჩქარეების დროს ბათომეტრის ტვირთი გარბი-გამორბის ერთი მხრიდან მეორე მხრისაკენ, ხოლო წყალში ჩაშვების დროს

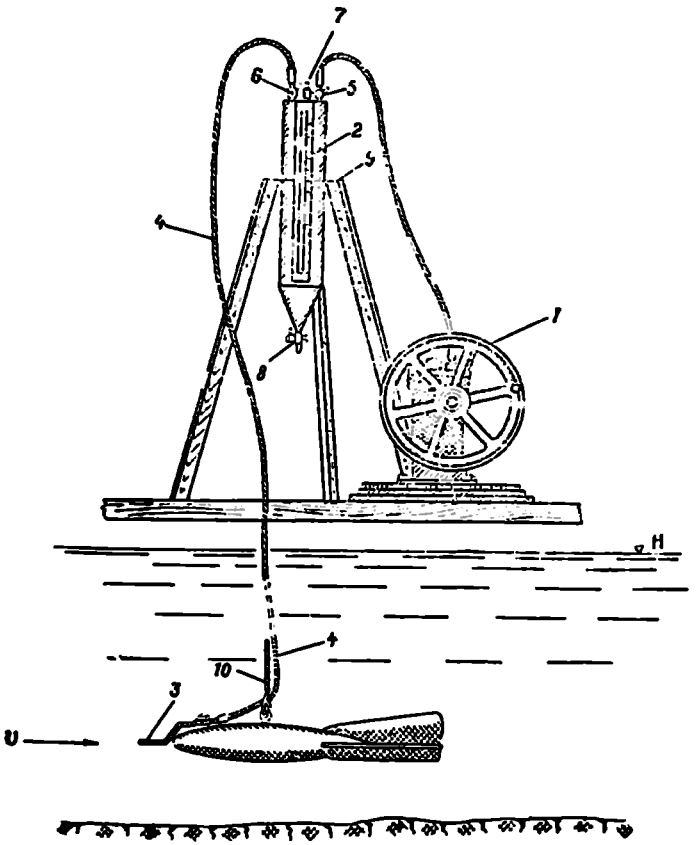
წინა ნაწილით მიდის სიღრმისაკენ. აღნიშნული ნაკლოვანებების თავიდან აცილების მიზნით ბათომეტრ-ბოთლს ტვირთში გაუკეთეს კუდის ფრთა სპეციალური მოწყობილობით — ტვირთი გაწეულია უკან, მრგვალ შტანგაზე, რომლის ბოლოზეც მიმაგრებულია ტივტივა. ასეთი კონსტრუქციის წყალობით ხელსაწყოს წყალში ჩაშვების დროს კუდი თავსდება ქვევით და როგორც კი შეეხება წყლის ზედაპირს, ბათომეტრს აძლევს წესიერ მდებარეობას ხელსაწყოს წინა ნაწილის წყალში ჩაძირვამდე. მოდერნიზებულ ბათომეტრებს ტვირთით წონა აქვს 15,5 და 75 კგ. განზრახულია მოდერნიზებულ ბათომეტრებზე მოაწყონ წყალმიმღები მილის დასახური მოწყობილობა, რაც შესაძლებლობას მოგვცემს წყლის სინჯის აღება ვაწარმოოთ საჭირო სიღრმემდე, ისე, რომ ბათომეტრში წყალი არ შევიდეს წყლის ზედა ფენებში გავლის დროს.

ვაკუუმური ბათომეტრი (ნახ. 141). ხელსაწყოს მოქმედება დამყარებულია ბათომეტრის კამერაში ვაკუუმის შექმნაზე, რის წყალობითაც მდინარიდან წყალი შეიწოვება კამერაში რეზინის მილის საშუალებით. რეზინის მილს თავზე აქვს სპეციალური საცობი, რომელიც წყალში თავსდება ვერტიკალის საჭირო სიღრმეზე.

ვაკუუმური ბათომეტრი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილისაგან: 1—ტუმბოსაგან, 2—ვაკუუმური კამერისაგან, 3—წყალმიმღები ბუნიკისაგან, 4— რეზინის მილებისაგან. ტუმბო ემსახურება ხელსაწყოს კამერაში ვაკუუმის შექმნას. ტუმბოებად გამოყენებულია კამოვკის ტუმბო ან ორმაგი მოქმედების ხელის ტუმბო.

ვაკუუმური კამერა წარმოადგენს ლითონის ცილინდრული ფორმის ჭურჭელს კონუსური ფორმით ქვედა ნაწილში. ვაკუუმური კამერები უმთავრესად არის ორი მოცულობის —3 და 6-ლიტრიანი. კამერის ზედა ნაწილში მოთავსებულია სამი ონკანი. ონკანი 5 რეზინის მილით შეერთებულია ტუმბოსთან, ონკანი 6—აგრეთვე რეზინის მილით შეერთებულია წყალმიმღებთან. ონკანი 7-ით ვაკუუმურ კამერაში შედის ატმოსფერული ჰაერი. სახურავის ცენტრში არის ხვრელი, რომელიც ჰერმეტულად დახურულია საცობით. ხვრელი ემსახურება კამერის გამორეცხვას. ის აგრეთვე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ვაკუუმმეტრის დასაყენებლად. კამერას ქვედა ნაწილში აქვს ონკანი 8, ხელსაწყოდან წყლის ჩამოსასხმელად. კამერას ორივე მხარეზე აქვს ვერტიკალური სარკველები, რომლებზედაც გაკეთებულია სკალა დანაყოფებით, კამერაში შეპული წყლის მოცულობის განსაზღვრისათვის. მუშაობის დროს ბათომეტრის კამერას ვერტიკალურ მდგომარეობაში დამაგრებისათვის აქვს სამაჯური საყურეებით 9.

წყალმიმღების თავი შეიძლება მიმაგრებულ იქნეს შტანგაზე ან ტვირთზე. რომელიც ჩაიშვება საჭირო სიღრმეზე გვარლის (10) საშუალებით.



ნახ. 141. ვაკუუმური ბათომეტრი.

წყლის სინჯის აღების დროს ბათომეტრის კამერაში ტუმბოს საშუალებით შეიქმნება საწყისი ვაკუუმი, რომლის სიდიდე უნდა იყოს ისეთი, რომ წყლის შემოსვლის სიჩქარე წყალმიმღებ მილში ტოლი იყოს მოცემულ წერტილში ნაკადის დინების სიჩქარისა. ტუმბოთი შექმნილი ვაკუუმის სიდიდე მოწმდება ვაკუუმმეტრის მიხედვით. ვაკუუმმეტრის უქონლობის დროს წყლის მიღების სიჩქარე შეიძლება

განსაზღვრით კამერის გავსების ხანგრძლივობის მიხედვით. არსებობს ცხრილები დინების სხვადასხვა სიჩქარეებისას კამერის გავსების დროის შესახებ. კამერის გავსების აუცილებელი დრო რეგულირდება ტუმბოს მოქმედების ინტენსივობით: რამდენადაც ჩქარა იბრუნებს ტუმბოს ბორბალს მქნეველა, იმდენად უფრო ჩქარა გაივსება კამერა და პირიქით.

წყლის სინჯის აღების წინ ხელსაწყოს კამერა უნდა გამოირეცხოს, ხოლო რეზინის მილები უნდა გაიქაროს, რომ იქიდან გამოიდევნოს დარჩენილი წყალი და ნატანი მასალა.

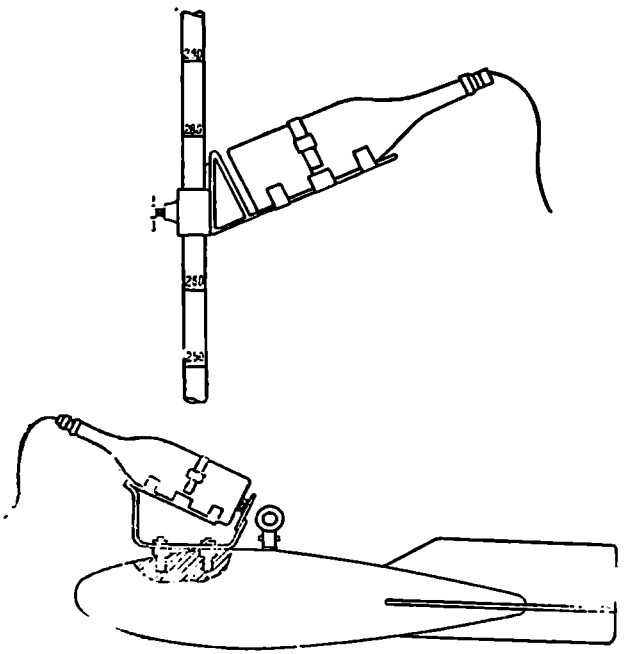
ვაკუუმერი ბათომეტრით წყლის სინჯის აღება შეიძლება წერტილობრივი და ინტეგრაციული ხერხებით. ინტეგრაციული ხერხის გამოყენება სინჯის ასაღებად რეკომენდებულია არანაკლებ ერთი მეტრი სიღრმის დროს. ვაკუუმის კამერა უნდა დაიდგას წყლის ზედაპირიდან ზევით არაუმეტეს 5 მეტრისა.

მთის მდინარეებზე ვაკუუმური ბათომეტრით სინჯის აღების დროს წამოიჭრება სიძნელეები, მასთან დაკავშირებით, რომ დიდი სიჩქარეებისას (3,0—3.5 მ/წ) ტუმბოებში შემავალი კომპლექტით კამერაში არ შეიძლება შეექმნათ ისეთი გაიშვიათება, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის მიღების აუცილებელ სიჩქარეს. გარდა ამისა, ზღვის დონიდან დიდი სიმაღლის პირობებში ატმოსფერული წნევა დაბალია, რაც დამატებით ამცირებს ბათომეტრის კამერაში წყლის შესვლის სიჩქარეს.

ვაკუუმური ბათომეტრით წყლის სინჯის აღება შემდეგნაირად წარმოებს: პირველად ტუმბოთი ბათომეტრის კამერაში შექმნიან ნაწყის ვაკუუმს, შემდეგ გააღებენ წყალმიმღები რეზინის მილის ონკანს და კამერაში ინარჩუნებენ საჭირო ვაკუუმს ტუმბოს საშუალებით, იმავე დროს აკვირდებიან კამერის წყლით გავსებას. კამერის საჭირო მოცულობამდე ავსების შემდეგ ხსნიან ონკანს და კამერაში უშვებენ ატმოსფერულ ჰაერს, რის შედეგადაც შეწყდება კამერაში წყლის მიღება. სინჯის მოცულობას კამერაში განსაზღვრავენ სკალის მიხედვით, შემდეგ კამერის ქვედა ნაწილში მოთავსებული ონკანის გაღებით სინჯს ასხამენ ბოთლებში. კამერის წყლით მთლიანად გავსება დაუშვებელია.

მდინარეებში და წყალსადინარებში წყლის სინჯის აღებისათვის იყენებენ აგრეთვე ლიტრიან გამჭვირვალე ბოთლებს. წყლის სინჯებს იღებენ წერტილობრივი ხერხით. ბოთლს წყალში უშვებენ შტანგაზე (ნახ. 142) ან ტვირთზე. ორივე შემთხვევაში ბოთლი უნდა მოთავსდეს ბოთლის ღერძის ჰორიზონტთან 25°-იანი კუთხით, რადგანაც ბოთლის ვერტიკალური მდგომარეობის დროს მიიღება სიჩქა-

რივის შემცირებული მნიშვნელობა. ბოთლი შტანგაზე და ტვირთზე მაგრდება სპეციალური ბუდის საშუალებით. საცობით დახურულ ბოთლს უშვებენ ვერტიკალის მოცემულ სიღრმემდე. როდესაც ბოთლი დადგება მოცემული წერტილის სიღრმეზე თავით ნაკადის დინე-



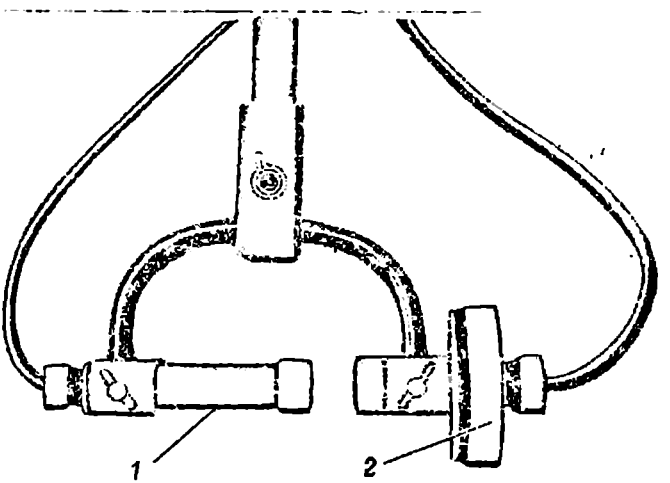
ნახ. 142. სინჯის ასაღები ბოთლი.
ა—ბოთლი შტანგაზე, ბ — ბოთლი ტვირთზე.

ბის საწინააღმდეგოდ, საცობს იღებენ ზონარის საშუალებით. თითოეული სინჯის ასაღებ წერტილში ბოთლს იჭერენ იმ დრომდე, სანამ მისგან ჰაერის ბუშტუკების გამოსვლა არ შეწყდება, რაც კარგად ჩანს წყლის ზედაპირზე.

სიმღვრივეების გაზომვის ფოტომეტრიული მეთოდი. ატივნარებული ნატანი მასალის წყლის სინჯის ასაღები ზემოთ აღწერილი ხელსაწყოები ვაკის მდინარეებზე იძლევიან დამაკმაყოფილებელ შედეგებს, ხოლო ნაწილობრივ დამაკმაყოფილებელ შედეგებს — მთის მდინარეებზე. მაგრამ ისინი არ შეიძლება მივიჩნიოთ სრულყოფილად; რადგან არ იძლევიან საშუალებას ვაწარმოოთ დისტანციური

გაზომვები. სიმღვრიეების განსაზღვრისათვის საჭიროა სინჯის დიდი შრომატევადი ლაბორატორიული დამუშავება, გარდა ამისა, თვით ხელსაწყოები არ არის პორტატული და ხშირად იწვევს გართულებებს ექსპლოატაციის დროს. ამასთან დაკავშირებით დიდი ხანია დაიწყეს ცდების ჩატარება, რომ წყლის სიმღვრივის განსაზღვრისათვის გამოიყენონ ფიზიკური მეთოდები, რომელთაც არ ექნებათ ზემოაღნიშნული უარყოფითი მხარეები. არსებული პერსპექტიული მეთოდებიდან ერთ-ერთს წარმოადგენს ფოტომეტრიული მეთოდი.

ერთ-ერთ ისეთ ხელსაწყოს, რომელიც დამყარებულია აღნიშნულ პრინციპზე, წარმოადგენს სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტი-



ნახ. 143. სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტი ფოტოსიმღვრივისმზომი. 1—ნათურით განათებული მილი. 2—კამერა ფოტოელემენტით.

ტუტის მიერ დამუშავებული ფოტოსიმღვრივისმზომი აპარატი. ეს ხელსაწყო ჯერ კიდევ შექმნილია როგორც საცდელი ნიმუში. ხელსაწყოს მოქმედება დაფუძნებულია დენის გაზომვაზე, რაც წარმოიქმნება ფოტოელემენტში სინათლის ნაკადის მოქმედების შედეგად, რომელიც გაედინება ატივნარებულ ნატან მასალიან წყლის გარემოში. ფოტოსიმღვრივისმზომის მოწყობილობა ნაჩვენებია 143-ე ნახაზზე.

დენის რეგისტრაციისათვის გამოყენებულია მგრძნობიარე სარკული გალვანომეტრი. სიმღვრივის გაზომვა ფოტოსიმღვრივემზომის საშუალებით შეიძლება ინტერპოლაციური მეთოდით. ამ ხელსაწყოთი სიმღვრივე განისაზღვრება ხშირად და სისტემატურად. პარალელური გაზომვების შედარების მიხედვით აგებენ ტარირების გრაფიკს, რომლის მიხედვითაც დამუშავდება ფოტოსიმღვრივისმზომით მიღებული მაჩვენებლები. ფოტოსიმღვრივისმზომით ჩატარებულმა ცდებმა უჩვენა, რომ ამ მეთოდის გამოყენება შესაძლებელია ნატანი მასალის ნაწილაკების 1 მმ-მდე სიმსხოს დროს და მსხვილი ფრაქციების მცირე შემცველობის დროს.

§ 90. ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვა

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვა ჩვეულებრივ უთავსდება წყლის ხარჯის გაზომვას, რაც გამოიხატება წყლის სინჯის აღებაში, რომ შემდეგ სინჯში უნდა განისაზღვროს ნატანი მასალის წონა და გამოანგარიშებულ იქნეს წყლის სიმღვრივე, ე. ი. ნატანი მასალის წონითი რაოდენობა წყლის ერთეულ მოცულობაში. წყლის სინჯებს იღებენ ზემოაღნიშნული ხელსაწყოების საშუალებით, სიჩქარეთა ვერტიკალების სიღრმის წერტილებზე დინების სიჩქარეების გაზომვასთან ერთად.

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვის დროს იღებენ წყლის შემდეგ სინჯებს:

1) წყლის სინჯს სიმღვრივეზე, შერჩეული ვერტიკალების განსაზღვრულ წერტილებში, ან ინტეგრაციული ხერხით, რომელიც საჭიროა ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშებისათვის.

2) საკონტროლო ერთეულოვან წყლის სინჯებს სიმღვრივეზე, ცოცხალ კვეთზე შერჩეულ ერთ ვუდვივ წერტილში, რომელიც ემსახურება ერთეულოვანი სინჯის სიმღვრივისა და მდინარის წყლის საშუალო სიმღვრივის კავშირის დადგენას.

3) წყლის სინჯს, აღებულს ატივნარებული ნატანი მასალის ნაწილაკების სიმსხოს განსაზღვრისათვის.

ზემოთ ჩამოთვლილი სინჯების გარდა, იღებენ კიდევ ყოველდღიურ ერთეულოვან სინჯებს, ცოცხალი კვეთის იმავე წერტილებზე, სადაც აიღეს საკონტროლო ერთეულოვანი სინჯები წყლის ხარჯის გაზომვის დროს.

ყოველდღიური სინჯების აღება აუცილებელია ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოსაანგარიშებლად. ამგვარად, ატივ-

ნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის იღებენ ოთხი სანის წყლის სინჯს.

ატივნარებული ნატანი მასალის ნამდვილი ჩამონადენის აღრიცხვისათვის კვეთი უნდა იქნეს შერჩეული მდინარის ისეთ უბანზე, სადაც არ არის დამახინჯებული ბუნებრივი წყლის სიმღვრივის მსვლელობა (მაგალითად, კალაპოტში მიწის თხრა, წარმოებებიდან და დაწესებულებებიდან ნახმარი ჭუჭყიანი წყლის ჩაშვება და სხვ.).

ატივნარებული ნატანი მასალის გაზომილი ხარჯების რაოდენობა წლის განმავლობაში დადგინდა მოცემულ კვეთში მდინარის რეჟიმისა და ნატანი მასალის ჩამონადენის შესწავლის ხარისხთან კავშირში.

ნატანი მასალის ხარჯების რაოდენობა დაკვირვების დაწყებიდან ორ-სამ წელიწადს ვაკის მდინარეებისათვის უნდა იყო არანაკლებ 20—25 ხარჯისა წელიწადში, ხოლო მთის მდინარეებისათვის პირველ სამ-ხუთ წელიწადს 30—40 ხარჯი. ხარჯების უდიდესი რიცხვი (10—12) იზომება წყალდიდობის პერიოდში. წყალმცირობის პერიოდში იზომება 2—3 ხარჯი თვის განმავლობაში, ხოლო წყალმოვარდნების გავლის დროს ზომავენ არანაკლებ ორ ხარჯს, წყლის მატებისას და ორ ხარჯს წყლის დაკლების დროს. წყალმოვარდნების რეჟიმის მთის მდინარეებზე ხარჯების გაზომვა წარმოებს თანაბრად მთელი წყალმოვარდნების პერიოდის განმავლობაში.

შემდეგ წლებში, თუ დადგენილ იქნა მდგრადი დამოკიდებულება ნატანი მასალის ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის, ხარჯების გაზომვის რაოდენობა შეიძლება შემცირდეს და მათი რაოდენობა დაინიშნება ცალ-ცალკე თითოეული კვეთისათვის, მიღებული შედეგებისა და ნატანი მასალის რეჟიმის მიხედვით.

თუ კვეთი მოთავსებულია კალაპოტის ძლიერი დეფორმაციის უბანზე. მაშინ ნატანი მასალის ხარჯები უნდა გაიზომოს თვეში ხუთ-ექვსჯერ.

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯების გულდასმით გაზომვის დროს სიზუსტე ვაკის მდინარეებზე აღწევს საშუალოდ 10—15%, ხოლო მთის მდინარეებზე—20%-მდე.

როგორც აღნიშნული იყო, ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯების გაზომვა წარმოებს წყლის ხარჯების გაზომვასთან ერთად და ამიტომ იგი ითავსებს ყველა ოპერაციას, რაც აუცილებელია წყლის ხარჯების გაზომვისათვის (წყლის დონეების გაზომვა, წყლის ზედაპირის დახრილობის გაზომვა, სიღრმეების გაზომვა, დინების სიჩქარეების გაზომვა და სხვ.), ხოლო დამატებით იღებენ წყლის სინჯს სიმღვრივის გასაზომად.

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯების გამოსაანგარიშებლად წყლის სინჯებს სიმღვრივეზე იღებენ წერტილობრივი, ჯამური და ინტეგრაციული ხერხებით.

წერტილობრივი ხერხის გამოყენების დროს წყლის სინჯს სიმღვრივეზე იღებენ სიჩქარეთა ვერტიკალების ცალკეულ წერტილებზე. თითოეულ ვერტიკალზე წყლის სინჯს იღებენ ხუთ წერტილში წყლის ზედაპირიდან: 0,2*h*; 0.6*h*; 0,8*h*-ზე და ფსკერთან. ნაკადის 1 მ-ზე ნაკლები სიღრმის დროს, ვერტიკალებზე სინჯის ასაღებ წერტილების რაოდენობას სამამდე ამცირებენ. ამ შემთხვევაში სინჯს იღებენ 0,2*h*, 0,6*h* და 0,8*h*-ზე, ხოლო ნაკადის 0,3 მ-ზე ნაკლები სიღრმის დროს სინჯს იღებენ მხოლოდ ერთ წერტილში 0.6*h* სიღრმეზე.

დეტალურ ხერხს, ე. ი. ხუთ წერტილზე სინჯის აღებას მიმართავენ ნატანი მასალის ხარჯის უფრო ზუსტად განსაზღვრისათვის, ჩვეულებრივად დაკვირვების დაწყებიდან პირველ ორ-სამ წელიწადს და როდესაც მდინარის საშუალო სიმღვრივე 100 გრ/მ³ მეტია. ხოლო შემდეგ შეიძლება გადავიდნენ შემოკლებულ ხერხზე (3 ან 1 წერტილზე). შემოკლებულ ხერხზე გადასვლა დასაშვებია იმ პირობით, რომ შემოკლებული ხერხით გაზომილი ხარჯები განსხვავდება დეტალური ხერხით გაზომილი ხარჯებისაგან, არაუმეტეს 10%-სა.

ყინულსაფარის არსებობის დროს და კალაპოტის შამბნარიანობის პირობებში იყენებენ ორწერტილოვანი სინჯის აღების ხერხებს. სინჯს ასეთ პირობებში იღებენ 0,15*h* და 0,85*h* სიღრმის წერტილებზე.

ჯამური ხერხი. ამ ხერხის გამოყენების დროს წყლის სინჯს სიმღვრივეზე იღებენ ორ წერტილში, თითოეული სიჩქარეთა ვერტიკალიდან 0,2*h* და 0,8*h* სიღრმეზე, შემდეგ ყველა აღებულ სინჯს ასხამენ ერთ საერთო ჭურჭელში და წარმოიქმნება ერთი ჯამური სინჯი, საიდანაც განსაზღვრავენ წყლის სიმღვრივეს. ეს ხერხი ძირითადად გამოიყენება მხოლოდ მდინარის უმნიშვნელო სიმღვრივის შემთხვევაში, კერძოდ კი როდესაც მდინარის სიმღვრივე საშუალოდ 50 გრ/მ³-ზე ნაკლებია. 20 გრ/მ³-ზე ნაკლები სიმღვრივის დროს დასაშვებია ცოცხალ კვეთზე აღებული ყველა სინჯები ჩავასხათ ერთ ჭურჭელში, ამ შემთხვევაში ჯამური სინჯის მოცულობა 10 ლიტრზე ნაკლები არ უნდა იყოს. სხვადასხვა წერტილებზე აღებული სინჯების მოცულობა უნდა იყოს ერთნაირი რაოდენობის, მათ შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 10%-ს.

ინტეგრაციული ხერხი. ამ ხერხის გამოყენების დროს წყლის სინჯს სიმღვრივეზე იღებენ ბათომეტრის მთელ სიღრმეზე თანდათა-

ნობით ჩაშვებით და იმავე სიჩქარით ზევით ამოწევით წყლის ზედაპირამდე. ამ ხერხით გაზომილი ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯი. როგორც ცდებმა უჩვენა, ნაკლები სიზუსტის არის. მისი გამოყენება მიზანშეწონილია წყლის ნაკადის არამდგრადი მოძრაობის დროს, როდესაც ნაკადის ჰიდრავლიკური ელემენტები სწრაფ ცვალებადობას განიცდის. ამ დროს გაზომვები უნდა ჩატარდეს დაჩქარებით, რაც მიიღწევა ინტეგრაციული ხერხის გზით. ხელსაწყოს გადაადგილების სიჩქარე ვერტიკალის სიღრმეში დადგენილი უნდა იქნეს ცდის საშუალებით. მდინარეში 50 გრ/მ³ ნაკლები საშუალო სიმღვრივის დროს დასაშვებია ცალკეულ ვერტიკალებზე ინტეგრაციული ხერხით აღებული სინჯები გავაერთიანოთ ერთ ჭურჭელში მთელი ცოცხალი კვეთისათვის.

სინჯის მოცულობა თითოეული ხერხის გამოყენების დროს დადგინდება იმ ანგარიშით, რომ გაფილტვრის შემდეგ ნატანი მასალის ნალექი ფილტრზე დარჩეს არანაკლებ 0,1 გრამისა. ამის უზრუნველსაყოფად წყლის სინჯის მოცულობა გაბატონებული სიმღვრივის დამოკიდებულების მიხედვით ცოცხალ კვეთში განისაზღვრება 29-ე ცხრილის მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 29

გაბატონებული სიმღვრივე გრ/მ³-ში	სინჯის მოცულობა ლ-ბით
100	არანაკლებ 1 ლიტრისა
50—100	„ 2 „
20— 50	„ 5 „
20	„ 10 „

თუ საჭირო სინჯის მოცულობის ერთბაშად აღება არ ხერხდება, მაშინ სინჯი აღებულ უნდა იქნეს განმეორებით. თითოეული სინჯის მოცულობა უნდა გაიზომოს ადგილზე. როგორც აღნიშნული იყო, ვაკუუმურ ბათომეტრებს ამისათვის გაკეთებული აქვთ სკალა, ხოლო შუშის ბათომეტრები უნდა დაგრადუირდეს მათ ზემოთ ნაწილში.

აღებულ წყლის სინჯებს ატივნარებული ნატანი მასალით ასხამენ ცალ-ცალკე ჭურჭლებში და ახურავენ თავზე. სინჯით სავსე ჭურჭელს აწებებენ იარლიყს, სადაც დაწერილი უნდა იყოს მდინარის სახელწოდება, კვეთი, ხარჯის ნომერი, წერტილი ვერტიკალზე, სინჯის მოცულობა და სინჯის აღების თარიღი. სინჯის პირველად დამუშავებას აწარმოებენ საგუშაგოზე, რაც გამოიხატება ნატანი მასალის

გამოყოფაში ავტომატური ფილტრაციის გზით. სინჯიდან გამოყოფილ ფილტრზე ნარჩენ ნატან მასალას აშრობენ ჰაერზე. შემდეგ ფილტრს ნატანი მასალით გულდასმით შეფუთავენ პერგამენტის ქაღალდში და აგზავნიან ლაბორატორიაში, სადაც ზუსტად განსაზღვრავენ მის წონას. სინჯში ნატანი მასალის წონით მონაცემებს იყენებენ წყლის სიმღვრივის განსაზღვრისათვის და ნატანი მასალის ხარჯის გამოსაანგარიშებლად.

საკონტროლო ერთეულოვან წყლის სინჯებს სიმღვრივეზე იღებენ ატივნარებული ნატანი მასალის ყოველი ხარჯის გაზომვის დროს იმავე ადგილზე, სადაც იღებენ ყოველდღიურ ერთეულოვან სინჯებს, იმავე ხელსაწყოებით და იმავე მოცულობით. სინჯის პირველადი დამუშავება უნდა ჩატარდეს საგუშაგოზე, ხოლო შემდეგ ფილტრს ნატანი მასალით აგზავნიან სტაციონალურ ლაბორატორიაში. ატივნარებული ნატანი მასალის წონის მიხედვით, სინჯში და სინჯის მოცულობის მიხედვით განსაზღვრავენ წყლის სიმღვრივის საკონტროლო ერთეულოვან სინჯში ($\rho_{ერთ.}$ საკონტ. გრ/მ³).

სინჯებს ატივნარებული ნატანი მასალის ნაწილაკების სიმსხოს განსაზღვრისათვის იღებენ არა თითოეული ხარჯის გაზომვის დროს, არამედ მხოლოდ ჰიდროლოგიური რეჟიმის დამახასიათებელ პერიოდებში — წყალდიდობისას, წყალმოვარდნებისას და წყალმცირობის პერიოდში (50გმ³-ზე მეტი სიმღვრივის დროს). წლის განმავლობაში ატივნარებული ნატანი მასალის ნაწილაკების სიმსხოს განსაზღვრავენ 4—10-ჯერ. სინჯს იღებენ ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვის დროს, იმავე ხელსაწყოებით და იმავე ხერხებით, როგორიც იყო ხარჯის გაზომვის დროს, მაგრამ მათგან გამოყოფილად მთელი კვეთის სინჯებს ასხამენ ერთ ჭურჭელში. დეტალური ხერხის დროს, სინჯს ნაწილაკების სიმსხოს განსაზღვრისათვის იღებენ ვერტიკალის ორ წერტილში 0,2h და 0,8h სიღრმეზე. სინჯის მოცულობა დამოკიდებულია მდინარეში წყლის სიმღვრივეზე და როგორ წონას მოითხოვენ ანალიზის ჩასატარებლად: მაგალითად, ფრაქციომეტრით ანალიზის დროს წონილი მასალა უნდა შეადგენდეს 0,5—2,0 გრამს, პიპეტა-ფრაქციომეტრით ანალიზის დროს 2—7 გრამს, სინჯის მოცულობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულის მიხედვით

$$v = \frac{a \cdot 1000}{\rho}, \qquad (125)$$

სადაც a არის მოთხოვნილი წონილი მასალა გ-ბით, ρ—წყლის სიმღვრივე გრ/მ³-ში. სინჯის დამუშავებას აწარმოებენ სტაციონალურ ლაბორატორიაში.

ყოველდღიურ ერთეულოვან წყლის სინჯებს სიმღვრივეზე იღებს დამკვირვებელი წყლის დონეების გაზომვის ვადებში ერთხელ (8 საათზე) ან ორჯერ (8 და 20 საათზე), მცირე სიმღვრივის დროს წყალმცირობის პერიოდში სინჯს იღებს ერთხელ დაკვირვების ვადაში, სიმღვრივის მომატების დროს (100 გრ/მ³—მეტზე), წყალმოვარდნების და წყალდიდობის დროს სინჯს იღებენ ორჯერ დღე-ღამეში. სიმღვრივის მკვეთრი ცვალებადობის დროს სინჯს იღებენ გახშირებულად, მაგალითად, მთის მდინარეების პირობებში. მცირე სიმღვრივეების დროს ხუთი დღის აღებულ სინჯებს ასხამენ ერთად და ანალიზს უკეთებენ ჯამურ სინჯს (50 გრ/მ³). 20 გრ/მ³-ზე ნაკლები სიმღვრივისას დასაშვებია ათდღიური ჯამური სინჯის ანალიზი.

ყოველდღიურ ერთეულოვან სინჯებს იღებენ ერთ მუდმივ ადგილზე, ნაკადის შუა ნაწილის ერთ მუდმივ ვერტიკალზე. ერთეულოვანი სინჯების აღება არ შეიძლება სანაპირო უბანში.

ყოველდღიური ერთეულოვანი სინჯების აღებისათვის იყენებენ იმავე ხელსაწყოებს, რომლითაც იზომება ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯები. ყოველდღიური სინჯები აღებულ უნდა იქნეს შეუცვლელი ერთნაირი ტიპის ხელსაწყოებით. სინჯის აღებისათვის იყენებენ შემდეგ ხერხებს: ჯამურს (ორ წერტილში $0{,}2h$ და $0{,}8h$), ერთწერტილოვანს ($0{,}6h$) და ინტეგრაციულს. სინჯის პირველადი დამუშავება წარმოებს საგუშაგოზე. გამშრალ ფილტრს ნატანი მასალით აგზავნიან ასაწონად სტაციონალურ ლაბორატორიაში, სადაც განსაზღვრავენ ნატანი მასალის წონას. ნატანი მასალის წონისა და სინჯის წყლის მოცულობის შეფარდებით განსაზღვრავენ წყლის სიმღვრივეს ($\rho_{ერთ.}$ გრ/მ³).

§ 91. ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშება

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯების გამოანგარიშების დროს, სარგებლობენ წყლის გაზომილი ხარჯების მონაცემებით და ნატანი მასალის ლაბორატორიული დამუშავების (აწონის) შედეგებით.

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯებს ანგარიშობენ გრაფიკული და ანალიზური მეთოდებით. გრაფიკულ მეთოდს იყენებენ ხარჯის გამოანგარიშებისათვის, მაშინ როდესაც გაზომკები ტარდება დეტალური ხერხით, ხოლო ანალიზურ მეთოდს ჯამური და ინტეგრაციული ხერხებით გაზომილი ხარჯების დროს, მაგრამ ხარჯის ამ მეთოდით გამოანგარიშება შეიძლება დეტალური ხერხით გაზომილი ხარჯების დროსაც.

როდესაც ხარჯების გასაზომ კვეთთან მდინარეს აქვს განაკადები, მაშინ ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯებს გამოიანგარიშებენ მთავარ მდინარეზე და განაკადებზე ცალ-ცალკე. მდინარის მთლიანი ატივნარებული მასალის ხარჯი მიიღება ცალ-ცალკე გაზომილი ხარჯების შეკრებით.

გრაფიკული მეთოდი. ამ მეთოდით ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშებისათვის იყენებენ ცოცხალი კვეთის სიჩქარეთა ვერტიკალების თითოეულ წერტილში აღებული სინჯის ლაბორატორიული წესით გამოანგარიშებულ წონით მონაცემებს და თითოეული წერტილისათვის ანგარიშობენ წყლის სიმღვრიევის შემდეგი ფორმულით:

$$\rho = \frac{P_{\text{H}}\, 10^6}{v} \text{ გრ/მ}^3, \tag{126}$$

სადაც P_{H} არის სინჯში ნატანი მასალის წონა გ-ებით, v - სინჯის მოცულობა მლ-ში, 10^6—არის მილილიტრების რიცხვი 1 მ^3-ში.

ამ ფორმულის მიხედვით ანგარიშობენ ყველა სინჯის სიმღვრიევეს, რომლებიც აღებული იყო, როგორც წერტილობრივი, ისე ჯამური ინტეგრაციული ხერხებით.

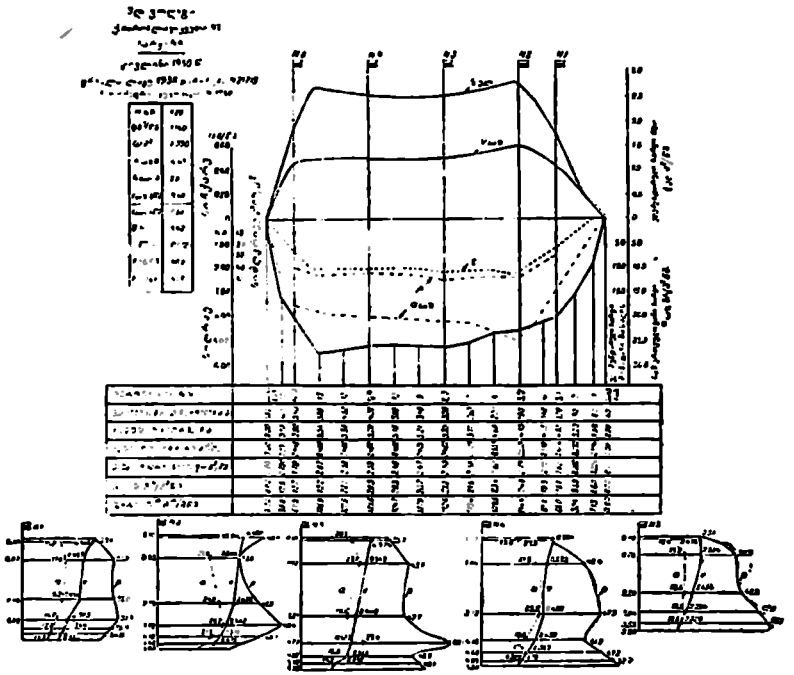
ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გრაფიკული მეთოდით გამოანგარიშება წარმოებს იმავე ნახაზზე, რომელზედაც წყლის ხარჯი გამოანგარიშებული იყო გრაფიკული ხერხით. ასეთი გამოანგარიშების ხერხი მოყვანილია 144-ე ნახაზზე. ხარჯის გამოანგარიშება სრულდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) აგებენ სიმღვრიევეების ეპიურს, ამისათვის დინების სიჩქარის განაწილების წერტილებში, სადაც გაზომილი იყო დინების სიჩქარეები და აღებული იყო წყლის სინჯი, ალაგებენ სიმღვრიევის მნიშვნელობებს (ნახ. 144). მასშტაბს იღებენ იმ ანგარიშით, რომ სიმღვრიევის ეპიურის სიგანე და სიჩქარეების ეპიურის სიგანე ერთნაირი იყოს. სიმღვრიევის წერტილების დატანის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს წერტილების საერთო განლაგებას. ზოლიდან მკვეთრად გადახრილ წერტილებს ყურადღება არ უნდა მიექცეს ეპიურის ხაზის გატარების დროს.

2) ანგარიშობენ ატივნარებული ნატანი მასალის ერთეულოვან ხარჯებს. ამისათვის ეპიურის შესატყვის წერტილებთან ერთეულოვან ხარჯს გამოანგარიშებენ სიმღვრივისა და სიჩქარის ნამრავლით, ე. ი.

$$\alpha = \rho\overline{u} \text{ გრ/მ}^3 \tag{127}$$

3) აგებენ ატივნარებული ნატანი მასალის ერთეულოვანი ხარჯების ეპიურს, რისთვისაც სიჩქარეთა ეპიურების შესატყვის წერტილებში დაალაგებენ მიღებული ერთეულოვანი ხარჯების მნიშვნელობებს და მათზე ატარებენ მდორე ხაზს (ნახ. 144).



ნახ. 144. ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გრაფიკული ხერხით გამოანგარიშება.

4) განსაზღვრავენ ატივნარებული ნატანი მასალის ელემენტარულ ხარჯებს r გრ.მ²/წ., რაც რიცხობრივად უდრის ერთეულოვანი ხარჯების ეპიურების ფართობს. ფართობებს განსაზღვრავენ პლანიმეტრით ან პალეტით ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მასშტაბის გათვალისწინებით.

5) ვერტიკალებზე განსაზღვრავენ ატივნარებული ნატანი მასალის საშუალო ერთეულოვან ხარჯებს, რისთვისაც მიღებულ ელემენტარულ ხარჯებს ყოფენ ვერტიკალის სიღრმეზე:

$$\alpha_{\text{საშ.}} = \frac{r}{h} \text{ გრ/მ}^2\text{წმ} \qquad (128)$$

6) წყლის ელემენტარული ხარჯების მრუდზე აგებენ ატივნარებული ნატანი მასალის საშუალო ერთეულოვანი ხარჯების $\alpha_{საშ.}$ ეპიურს (ნახ. 144). $\alpha_{საშ.}$ სიდიდეებს ალაგებენ თითოეული ვერტიკალისათვის იმავე მასშტაბით, რა მასშტაბისაც იყო α-ს მნიშვნელობები სიჩქარეთა ეპიურებზე. სიჩქარეთა ვერტიკალების ქვევით წერენ გამოანგარიშებულ სიდიდეებს, ხოლო სიღრმითი ვერტიკალის ქვევით ეპიურიდან ჩამოღებულ საშუალო ერთეულოვანი ხარჯების მნიშვნელობებს.

7) იმავე ხარჯების ნახაზზე აგებენ ატივნარებული ნატანი მასალის ელემენტარული ხარჯების (r) ეპიურს, ამისათვის გრაფიკზე განსაზღვრული მასშტაბით დაალაგებენ სიჩქარეთა ვერტიკალებზე ნატანი მასალის ელემენტარული ხარჯების მნიშვნელობებს. სიღრმითი ვერტიკალებისათვის ელემენტარულ ხარჯებს გამოიანგარიშებენ საშუალო ერთეულოვანი ხარჯის (რომელიც ჩამოიღება მოცემულ ვერტიკალზე ეპიურიდან) იმავე ვერტიკალის სიღრმეზე გადამრავლებით. ელემენტარული ხარჯების (r-ის) მნიშვნელობებს ნახაზს მიუწერენ ქვევიდან.

8) განსაზღვრავენ ატივნარებული მასალის ხარჯს R, რომელიც რიცხობრივად უდრის ელემენტარული ხარჯების (r-ის) ეპიურის ფართობს. ატივნარებული ნატანი მასალის ელემენტარული ხარჯების ეპიურის ფართობს განსაზღვრავენ პლანიმეტრირებით ან პალეტის დახმარებით ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მასშტაბების გათვალისწინებით; მიღებული ხარჯის მნიშვნელობა გადაჰყავთ კილოგრამ/წამებში.

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშების შემდეგ განსაზღვრავენ მდინარის საშუალო სიმღვრიეს ფორმულით:

$$\rho_{საშ.} = \frac{R \cdot 1000}{Q} \text{ გრ/მ}^3, \qquad (129)$$

სადაც R არის ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯი კგ/წ-ბით. Q—წყლის ხარჯი მ³/წ-ბით.

გარდა ამისა, საშუალო სიმღვრიეს ანგარიშობენ თითოეული სიჩქარეთა ვერტიკალისათვის ფორმულით

$$\rho_{საშ.\ ვერტ.} = \frac{r}{p} \text{ გრ/მ}^2, \qquad (130)$$

სადაც r არის მოცემული ვერტიკალის ატივნარებული ნატანი მასალის ელემენტარული ხარჯი გრ/მ² წმ-ბით. q—იმავე ვერტიკალის

წყლის ელემენტარული ხარჯი მ²/წმ. ამავე ნახაზზე შეიძლება აგრეთვე აგებულ იქნეს ვერტიკალის საშუალო სიმღვრივის ეპიური, რომელიც საშუალებას იძლევა ანალიზი გაუკეთდეს სიმღვრივის განაწილებას მდინარის სიგანის მიხედვით.

ანალიზური მეთოდი. ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის ანალიზური მეთოდით გამოანგარიშება წარმოებს სხვადასხვა ფორმულების მიხედვით, რომლებიც დამოკიდებულია სიმღვრივეზე და სინჯის აღების ხერხებზე.

წერტილობრივი ხერხით სინჯის აღების დროს აუცილებლად წინასწარ უნდა გამოვიანგარიშოთ ატივნარებული ნატანი მასალის საშუალო ერთეულოვანი ხარჯები $\alpha_{საშ.}$ თითოეული სიჩქარეთა ვერტიკალისათვის. ვერტიკალის ორ წერტილზე აღებული სინჯების დროს საშუალო ერთეულოვანი ხარჯი გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$\alpha_{საშ.} = \frac{\alpha_{0,2} + \alpha_{0,8}}{2} \text{ გრ/მ}^3.\text{წ}, \qquad (131)$$

სადაც $\alpha_{0,2}$ არის ატივნარებული ნატანი მასალის ერთეულოვანი ხარჯი ვერტიკალის O_2h სიღრმის წერტილში, რომელიც ტოლია დინების სიჩქარისა $\overline{u}_{0,2}$ და სიმღვრივის $\rho_{0,2}$ ნამრავლისა ე. ი.

$$\alpha_{0,2} = u_{0,2}\, \rho_{0,2} \text{ გრ/მ}^2/\text{წმ}.$$

ატივნარებული ნატანი მასალის ერთეულოვანი საშუალო ხარჯი ვერტიკალის $0{,}8h$ სიღრმის წერტილში უდრის

$$\alpha_{0,8} = \overline{u}_{0,8}\, \rho_{0,8};$$

ვერტიკალის ერთ წერტილზე სინჯის აღების დროს საშუალო ერთეულოვანი ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯი გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$\alpha_{საშ.} = \alpha_{0,8} \text{ გრ/მ}^2\text{წმ}, \qquad (132)$$

სადაც $\alpha_{0,8}$ არის ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯი ვერტიკალის $0{,}6h$ სიღრმის წერტილში, რაც უდრის

$$\alpha_{0,6} = \overline{u}_{0,6} \cdot \rho_{0,6} \text{ გრ/მ}^2\text{წმ}.$$

თუ ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვა წარმოებდა კალაპოტის შამბნარიანობის ან ყინულით დაფარულობის დროს და სინჯები აღებულ იქნა ვერტიკალის $0{,}15h$ და $0{,}85h$ სამუშაო სიღ-

რვეზე. მაშინ საშუალო ერთეულოვანი ხარჯი გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$\alpha_{საშ.} = \frac{\alpha_{0,15} + \alpha_{0,85}}{2} \text{ გრ/მ}^2\text{წმ}, \qquad (133)$$

სადაც $\alpha_{0,15}$ და $\alpha_{0,85}$ არის ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯები ვერტიკალის $0,15h$ და $0,85h$ საშუალო სიღრმის წერტილებში.

დეტალური ხერხით აღებული სინჯის აღების დროს ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯები შეიძლება გამოანგარიშებულ იქნეს ანალიზური მეთოდით, მაგრამ უნდა მივიღოთ მხედველობაში, რომ გრაფიკული მეთოდით გამოანგარიშებული ხარჯები უფრო ზუსტი იქნება, ვიდრე ანალიზური ხერხით გამოანგარიშებული ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯები. ვერტიკალზე ხუთ წერტილში აღებული წყლის სინჯით შეიძლება გამოვიანგარიშოთ ვერტიკალის საშუალო სიმღვრივე შემდეგი ფორმულით:

$$\alpha_{საშ.} = 0,1\ (\alpha_{ზ.} + 3\alpha_{0,2} + 3\alpha_{0,6} + 2\alpha_{0,8} + \alpha_{ფს.}) \text{ გრ/მ}^2\text{წმ}, \qquad (134)$$

სადაც $\alpha_{ზ.}$; $\alpha_{0,2}$; $\alpha_{0,6}$; $\alpha_{0,8}$ და $\alpha_{ფს.}$ არის ატივნარებული ნატანი მასალის ერთეულოვანი ხარჯები სიჩქარეთა ვერტიკალების შესატყვის წერტილებში.

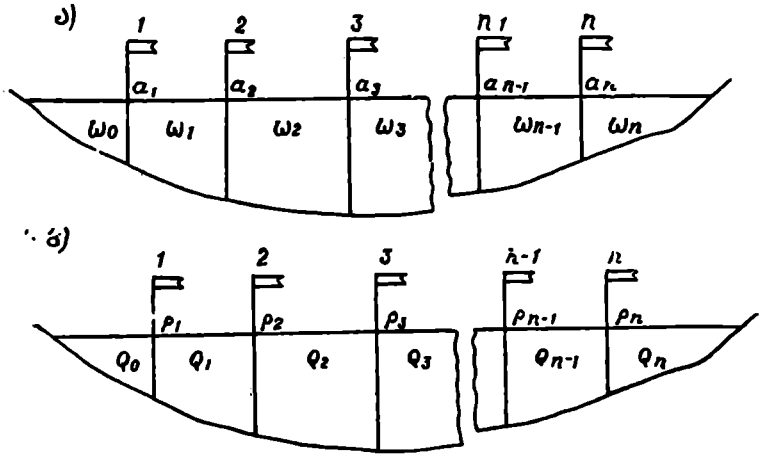
როდესაც კვეთის ყველა ვერტიკალისათვის გამოანგარიშებული იქნება ნატანი მასალის საშუალო ერთეულოვანი ხარჯები, გამოიანგარიშებენ მდინარის მთლიან ხარჯს შემდეგი ფორმულის მიხედვით.

$$R = 0,001\Big(K\alpha_1 w_0 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} w_1 + \dots +$$

$$+ \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2} w_{n-1} + K\alpha_n w_n\Big) \text{კგ/წმ}, \qquad (135)$$

სადაც α_1; α_2; α_n არის სიჩქარეთა ვერტიკალების საშუალო ერთეულოვანი ხარჯები, № 1.2. n ვერტიკალებზე გრ/მ^2/წამ. . . K— არის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია სანაპირო ზონაში სიჩქარეების განაწილების ხასიათზე: w_0; w_1; w_2 არის ცოცხალი კვეთის ნაწილობრივი ფართობები მ^2-ში, განისაზღვრება განივი კვეთის პროფილის მიხედვით (ნახ. 145); ცოცხალი კვეთის ნაწილობრივი ფართობები გამოიანგარიშება იმავე წესით, როგორც ანალიზური ხერხით წყლის ხარჯის გამოანგარიშების დროს. ფორმულაში რიცხობრივი მამრავლი 0,001 შეტანილია იმისათვის, რომ ატივნარებული ნატანი მასალების ხარჯები გამოვსახოთ კილოგრამ/წამებში.

ჯამური და ინტეგრაციული ხერხებით აღებული წყლის სინჯების დროს ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯები გამოიანგარიშება სხვა ფორმულის მიხედვით. ნატანი მასალის ხარჯების გამოანგარიშებისათვის წინასწარ გამოანგარიშებული უნდა იქნეს წყლის ნაწილობრივი ხარჯები ცოცხალი კვეთის სიჩქარეთა ვერტიკალებს შორის და



ნახ. 145. ანალიზური მეთოდით ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშების სქემა.

ნაპირიდან პირველ ვერტიკალამდე და ბოლო ვერტიკალიდან მეორე ნაპირამდე. ნაწილობრივი წყლის ხარჯები გამოიანგარიშება წყლის ხარჯების გაზომვის მონაცემების მიხედვით. ატივნარებული ნატანი მასალის ნაწილობრივი ხარჯები ორ ვერტიკალს შორის განისაზღვრება ამ ვერტიკალების სიმღვრივის ნახევარჯამის იმავე ვერტიკალებს შორის წყლის ნაწილობრივ ხარჯზე გადამრავლებით. ატივნარებული ნატანის მასალის მთლიანი ხარჯი გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$R=0{,}001\left(\rho_1 Q_0+\frac{\rho_1+\rho_2}{2}Q_2+\ldots+\right.$$

$$\left.+\frac{\rho_{n-1}+\rho_n}{2}Q_{n-1}+\rho_n Q_n\right), \qquad (136)$$

სადაც ρ_1; ρ_2; ρ_3 არის № 1, 2 n ვერტიკალებზე საშუალო სიმღვრივეები; Q_0—ნაწილობრივი წყლის ხარჯები ნაპირსა და პირველ ვერტიკალებს შორის; Q_1; Q_2; Q_{n-1} —წყლის ნაწილობრივი ხარჯები

ბიჭქარეთა ვერტიკალებს შორის; Q_n—ნაწილობრივი წყლის ხარჯი ბოლო ვერტიკალსა და ნაპირს შორის; ფორმულაში სიმღვრივეები წარმოდგენილია გრ/მ³-ში, ხოლო წყლის ნაწილობრივი ხარჯები მ³/წ-ში. ფორმულაში რიცხობრივი მამრავლი 0,001 შეტანილია გრამებიდან კილოგრამებში გადასაყვანად. 146-ე ბ ნახაზზე მოყვანილია ატივნარებული ნატანი მასალების გამოანგარიშების სქემა ვერტიკალებზე საშუალო სიმღვრივეების მიხედვით.

მდინარის 50 გრ/მ³-ზე ნაკლები საშუალო სიმღვრივის დროს, ვერტიკალზე აღებულ სინჯებს ჯამური ან ინტეგრაციული ხერხით, ასხამენ ერთ ჭურჭელში და ღებულობენ ერთ საშუალო სინჯს, რომლითაც ხასიათდება ნაკადის საშუალო სიმღვრივე. ამეთ შემთხვევაში ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯი გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$R=0{,}001\ \rho_{საშ.}\cdot Q\ კგ/წმ., \qquad (137)$$

სადაც $\rho_{საშ.}$ არის ჯამური სინჯის სიმღვრივე გრ/მ³; Q—წყლის ხარჯი მ³/წ.

ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშების შემდეგ ანგარიშობენ საშუალო სიმღვრივეს მთელი მდინარისათვის.

§ 82. ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოანგარიშება

ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენი ორი ხერხით გამოიანგარიშება. პირველი ხერხი დაფუძნებულია ყოველდღიური ერთეულოვანი წყლის სინჯის სიმღვრივისა ($\rho_{ერთ.}$) და მდინარის ერთეულოვანი სინჯის საშუალო სიმღვრივეს შორის კავშირზე, ე. ი. $\rho_{საშ.}=f(\rho_{ერთ.})$ მონაცემების გამოყენებით. მეორე ხერხი დაფუძნებულია ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯებსა და წყლის ხარჯებს შორის კავშირის $R=f(Q)$ გამოყენებაზე.

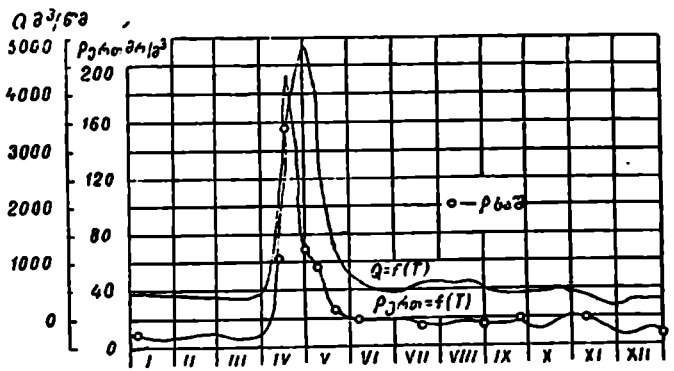
პირველი ხერხი უფრო გავრცელებულია და ითვლება ძირითადად, რადგან საშუალებას იძლევა ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენი განვსაზღვროთ მცირე ხარჯების რიცხვით (10—15 წელიწადში), მეორე ხერხი კი — $R=f(Q)$-ით ჩამონადენის განსაზღვრა მოითხოვს ატივნარებული ნატანი მასალის გაზომილი ხარჯების დიდ რაოდენობას (20—40 წელიწადში), რაც სრულდება მხოლოდ დაკვირვების პირველი ორი-სამი წლის განმავლობაში ან სპეციალური გამოკვლევების დროს.

ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოანგარიშების

დრო'ს სარგებლობენ შემდეგი მონაცემებით: 1) ყოველდღიური ერთეულოვანი წყლის სინჯის სიმღვრივით $\rho_{ერთ.}$; 2) მდინარის საშუალო სიმღვრივით $\rho_{საშ.}$, რომელიც განისაზღვრება ატივნარებული მასალის ხარჯის გაზომვის დროს; 3) საკონტროლო ერთეულოვანი წყლის სინჯის სიმღვრივის $\rho_{ერთ.\,საკ.}$ და 4) წყლის ხარჯებით Q მ³/წ.

ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოანგარიშება წარმოება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) აგებენ ყოველდღიური ერთეულოვანი წყლის სინჯების სიმღვრივეების გრაფიკს, წყლის ყოველდღიური ხარჯების გრაფიკთან ერთად (ნახ. 146).



ნახ. 146. ერთეულოვანი წყლის სინჯების სიმღვრივის და წყლის ხარჯების ქრონოლოგიური გრაფიკი.

ჰიდროლოგიურ სადგურებზე აგებენ ქრონოლოგიურ კომპლექსურ გრაფიკს, სადაც დაიტანენ ყოველდღიური წყლის სინჯის სიმღვრივეს, წყლის ხარჯებს, წყლისა და ჰაერის ტემპერატურებს, წყლის დონეების ყოველდღიურ მსვლელობას და სხვ.

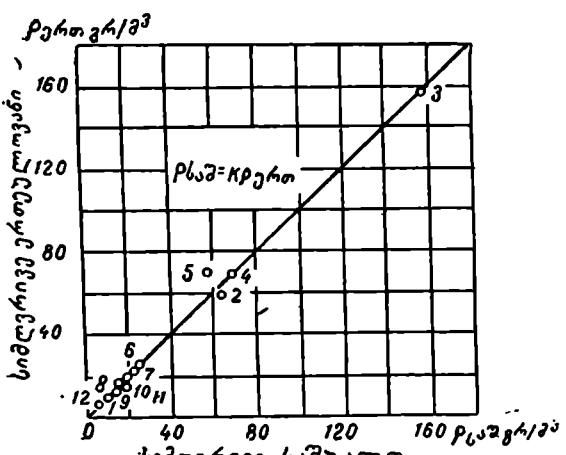
ერთეულოვანი წყლის სინჯის სიმღვრივეების გრაფიკი გაანალიზდება ყოველდღიური წყლის ხარჯების რყევადობის გრაფიკით, რადგან წყლის ხარჯების გადიდების დროს იზრდება მდინარის სიმღვრივეც.

ყოველდღიური ერთეულოვანი სინჯის სიმღვრივის გრაფიკზე შესატყვის წერტილებში დააქვთ ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯების დროს მიღებული მდინარის საშუალო სიმღვრივეების მნიშ-

ვნელობები. ყოველდღიური ერთეულოვანი წყლის სინჯის სიმღვრივის და წყლის ხარჯის გრაფიკებისა და მდინარის საშუალო სიმღვრივის წერტილების ერთობლივი ანალიზი საშუალებას იძლევა მოვნახოთ ერთეულოვანი სიმღვრივეების მცდარი მნიშვნელობები, რომელიც აუცილებლად უნდა შეესწორდეს და უვარგისობის შემთხვევაში გადაგდებულ იქნეს.

2) აგებენ მდინარის საშუალო სიმღვრივის $\rho_{საშ.}$ და საკონტროლო ერთეულოვანი წყლის სინჯების სიმღვრივეებს შორის დამოკიდებულების მრუდებს $\rho_{საშ.} = f(\rho_{ერთ.საკ.})$. ამისათვის მილიმეტრიული ქაღალდის ფურცელზე ორდინატთა ღერძზე გადაზომავენ საკონტროლო ერთეულოვანი სიმღვრივეების მნიშვნელობებს, რომლებიც ამოიკრიბება ნატანი მასალის ხარჯების გაზომვების მონაცემებიდან, ხოლო აბსცისთა ღერძზე გადაზომავენ მდინარის საშუალო სიმღვრივეების მნიშვნელობებს, რომლებიც განსაზღვრული იყო ნატანი მასალის გაზომილი ხარჯების მიხედვით.

წერტილების $\rho_{საშ.}$ და $\rho_{საკ.}$ მნიშვნელობები უმეტეს შემთხვევაში გრაფიკზე იძლევიან სწორი ხაზს (ნახ. 147), რომელიც გაივლის



ნახ. 147. გაფიაი $\rho_{საშ.} = f(\rho_{ერთ.საკ.})$

კოორდინატთა სათავეში. მის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე $\rho_{საკ.} = k\rho_{ერთ.}$ მიღებული გრაფიკი საშუალებას იძლევა ყოველდღიური ერთეულოვანი წყლის სინჯის სიმღვრივით განვსაზღვროთ მდინარის

საშუალო სიმღვრიველები. ამგვარად შეგვიძლია განვსაზღვროთ მდინარის საშუალო სიმღვრიველები წლის სასურველი დღისათვის ატივნარებული ნატანი მასალის გაზომილი ხარჯების თარიღებს შორის. კოეფიციენტ K-ს მნიშვნელობა, რომელიც შეტანილია სწორი ხაზის განტოლებაში, განისაზღვრება შემდეგნაირად. კავშირის სწორ ხაზზე დანიშნავენ წერტილს და განსაზღვრავენ მის კოორდინატებს—აბსცისთა ღერძზე $\rho_{საშ.}$, ხოლო ორდინატთა ღერძზე $\rho_{ვრთ.საკ.}$ კოეფიციენტი K-ს მნიშვნელობა მიიღება შემდეგი ფარდობით:

$$K=\frac{\rho_{საშ.}}{\rho_{ვრთ.\ საკ.}}.$$

3) გამოიანგარიშებენ ატივნარებული ნატანი მასალის დეკადის საშუალო ხარჯებს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$R_{საშ.\ დეკ.}=0{,}1\sum_{1}^{10}R_{საშ.\ დღ.}\ 0{,}001\ \text{კგ/წმ}, \tag{138}$$

სადაც $R_{საშ.\ დღ.}$ არის ატივნარებული ნატანის საშუალო დღეღამური ხარჯი, რაც უდრის $QK\rho_{ვრთ.}$ (Q მ³/წ ρ გრ/მ³). აღნიშნული ფორმულა შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით:

$$R_{საშ.\ დეკ.}=0{,}1\ \ K(Q_1\rho_{ვრთ.1}+Q_2\rho_{ვრთ.2}+\cdots+$$
$$+Q_{10}\rho_{ვრთ.10})\ 0{,}001\ \text{კგ/წმ}, \tag{139}$$

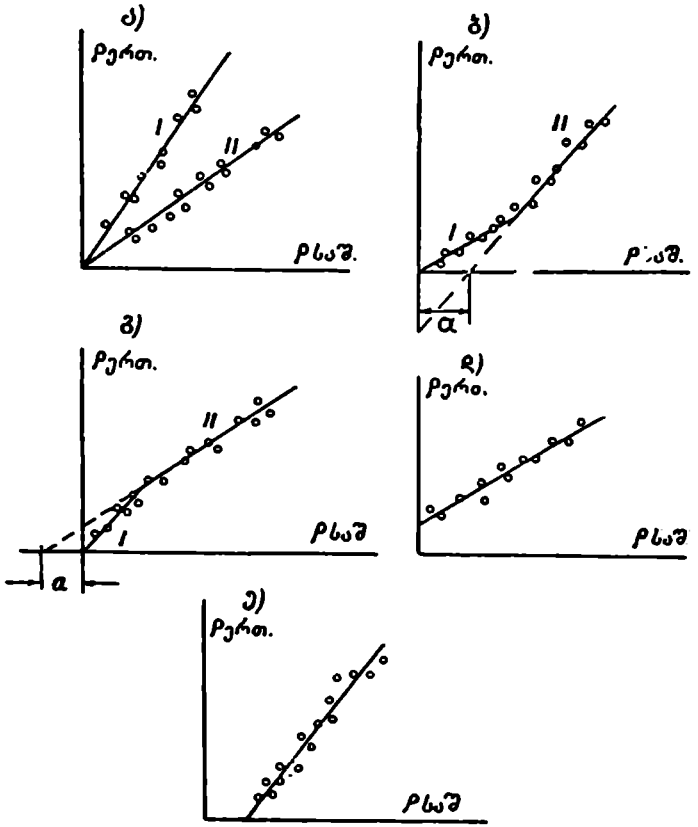
სადაც $Q_1\rho_{ვრთ.}$ არის საშუალო დღეღამური წყლის ხარჯი და ერთეულოვანი სიმღვრივე დეკადის პირველ დღე-ღამეში; $Q_2\rho_{ვრთ.}$ იგივე დეკადის მეორე დღე-ღამეში და ა. შ. (Q მ³/წ, ρ გრ/მ³).

4) ანგარიშობენ ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენს, ამისათვის პირველად გამოიანგარიშებენ ნატანი მასალის ჩამონადენს დეკადების მიხედვით, ხოლო შემდეგ შეაჯამებენ და განსაზღვრავენ წლიური ჩამონადენის სიდიდეს.

უნდა მივიღოთ მხედველობაში, რომ ზოგჯერ დამოკიდებულება $\rho_{საშ.}=f(\rho_{ვრთ.})$ მიიღება უფრო რთული სახით. ასეთი რთული სახის კავშირი ნაჩვენებია 148-ე ნახაზზე.

148-ე ნახაზზე ნაჩვენებია შემთხვევა, როდესაც $\rho_{საშ.}$ და $\rho_{ვრთ.საშ.}$ წერტილები განლაგებულია ისე, რომ მათზე შეძილება გატარდეს

ორ სწორი ხაზი, რომლებიც გაივლიან კოორდინატთა სათავეში. ასეთი შემთხვევა შეიძლება მოხდეს, თუ წლის განმავლობაში შეიცვალა ერთეულოვანი სინჯების აღების ადგილი ან ცოცხალი კვეთი გადატანილი იქნება სხვა ადგილზე: ამ შემთხვევაში ერთეულოვან



ნახ. 148. მდინარის საშუალო სიმღვრიველსა და საკონტროლო ერთეულოვან სიმღვრიველებს შორის კავშირის შესაძლებელი (იშვიათი) შემთხვევები.

სიმღვრიველებსა და მდინარის საშუალო სიმღვრიველებს შორის დამოკიდებულება გამოისახება ორი განტოლებით $\rho_{საშ.} = K_1\rho_{ერთ.}$ და $\rho_{საშ.} = K_2\rho_{ერთ.}$. თითოეული მათგანი შეესატყვისება განსაზღვრული დროის პერიოდს.

148-ე ბ და გ ნახაზზე ნაჩვენებია შემთხვევები, როდესაც მცირე სიმღვრიეების დროს კავშირი $\rho_{\text{საშ.}} = f(\rho_{\text{ერთ.}})$ გამოსახავს სწორ ხაზს, რომელიც გაივლის კოორდინატთა სათავეში, ხოლო შემდეგ იგი გადაიხრება და მისი გაგრძელება აღარ გადის კოორდინატთა სათავეში. ასეთი დამოკიდებულება მიიღება იმ შემთხვევაში, როდესაც მცირე სიმღვრიეები არაზუსტად იქნა გაზომილი, ან როდესაც ატივნარებულმა ნატანმა მასალამ შეიცვალა გადაადგილების ხასიათი წლის სხვადასხვა პერიოდებში. ამ შემთხვევაში $\rho_{\text{საშ.}} = f(\rho_{\text{ერთ.}})$ დამოკიდებულება შეიძლება გამოისახოს ორი განტოლებით: I სწორი ხაზისათვის $\rho_{\text{საშ.}} = K_{\text{I}}\,\rho_{\text{ერთ.}}$ და II სწორი ხაზისათვის $\rho_{\text{საშ.}} = K_{\text{II}}\rho_{\text{ერთ.}} + \alpha$.

გ — შემთხვევისათვის:

I სწორი ხაზისათვის $\rho_{\text{საშ.}} = K_{\text{I}}\,\rho_{\text{ერთ.}}$ და II სწორი ხაზისათვის $\rho_{\text{საშ.}} = K_{\text{II}}\,\rho_{\text{ერთ.}} - \alpha$. ამ განტოლებებში α-ს მნიშვნელობა წარმოადგენს აბსცისთა ღერძის მონაკვეთს კოორდინატთა სათავიდან II სწორი ხაზის გადაკვეთის წერტილამდე: მისი სიდიდე განისაზღვრება ნახაზზე სწორი ხაზის გატარების შემდეგ უშუალოდ გაზომვის გზით. K_{II} კოეფიციენტის სიდიდე გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$K_{\text{II}} = \frac{\rho_{\text{საშ.}} \pm \alpha}{\rho_{\text{საშ. ერთ.}}}.$$

ასეთ შემთხვევაში საშუალო დეკადური ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯები გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

I სწორი ხაზისათვის $R_{\text{საშ. წელ.}} = 0{,}1\ K_{\text{I}}(Q_1\rho_{\text{ერთ.}_1} + Q_2\rho_{\text{ერთ.}_2} + \cdots + Q_{10}\rho_{\text{ერთ.}_{10}})\ 0{,}001$ კგ/წმ.

II სწორი ხაზისათვის $R_{\text{საშ. წელ.}} = [0{,}1\ K_{\text{II}}(Q_1\rho_{\text{ერთ.}_1} + Q_2\rho_2 + \cdots + Q_{10}\rho_{10}) \pm 0{,}1 \approx (Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_{10})] \cdot 0{,}001$ კგ/წმ.

უკანასკნელ ფორმულაში კვადრატულ ფრჩხილებში მეორე წევრის α წინ ბ შემთხვევის დროს დაისმება ნიშანი პლუსი, ხოლო გ შემთხვევის დროს — მინუსი.

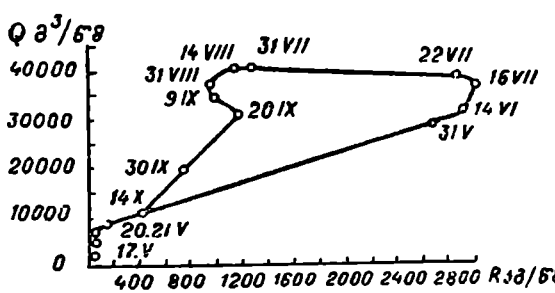
148 დ და ე ნახაზებზე ნაჩვენებია ისეთი შემთხვევები, როდესაც $\rho_{\text{საშ.}} = f(\rho_{\text{ერთ.}})$ დამოკიდებულების დროს სწორი ხაზი არ გაივლის კორდინატთა სათავეში. ასეთი შემთხვევები გამოწვეულია მცირე სიმღვრივის გაზომვის დროს, კვეთის არასწორად შერჩევით და დამუშავების მეთოდების დარღვევით.

ცალკეულ შემთხვევაში ადგილი აქვს კოორდინატთა ველზე წერტილების გაფანტვას, რაც არ იძლევა დამოკიდებულების მრუდის გატარების საშუალებას. ასეთი შემთხვევები გამოწვეულია ძირითადად მუშაობის მეთოდების უხეში დარღვევით ან ბუნებრივად კავშირის არარსებობით, რაც ხშირად შეგვხვდება ჰოხეტიალე მდინარეების კალაპოტებში.

ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოსაანგარიშება წყლის ხარჯებსა და ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯების შორის დამოკიდებულების მიხედვით. ეს ხერხი გამოიყენება ატივნარებული ნატანი მასალის გაზომილი ხარჯების დიდი რაოდენობის არსებობის დროს, რომელიც მოიცავს მდინარის ჰიდროლოგიური რეჟიმის ყველა ფაზებს.

ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოსაანგარიშებლად აგებენ დამოკიდებულების გრაფიკს წყლის ხარჯებსა და იმავე დღის გაზომილი ნატანი მასალის ხარჯებს შორის $R=f(Q)$. გრაფიკის აგებისათვის ორდინატთა ღერძზე გადაზომავენ წყლის ხარჯების მნიშვნელობებს Q მ³/წ, ხოლო აბსცისთა ღერძზე—ნატანი მასალის ხარჯების მნიშვნელობებს R კგ/წმ. წყლის ხარჯისა და ნატანი მასალის ხარჯების გადაკვეთის წერტილებზე წერენ ხარჯების გაზომვის თარიღებს.

დატანილი წერტილების მდებარეობა საშუალებას იძლევა გავატაროთ მდოვრე მრუდი. ასეთ მრუდებს ხშირად აქვთ მარყუჟისებური სახე (ნახ. 149). ცალკეულ შემთხვევაში ღებულობენ უფრო



ნახ. 149. $R=f(Q)$ დამოკიდებულების მრუდი.

რთული სახის მრუდებს — ორ და სამ მარყუჟს და მეტს, რომლებიც უმთავრესად წყალმოვარდნებს შეესატყვისებიან. პირველი ქვედა მარყუჟის ტოტი მიეკუთვნება წყლის მატების პერიოდს, ხოლო ზედა მარცხენა ტოტი—წყლის დაკლების პერიოდს.

ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენისათვის აგებული გრაფიკიდან ჩამოიღებენ ატივნარებული ნატანი მჟავალის საშუალო დღეღამურ ხარჯებს $R_{საშ.\ დღ.}$, საშუალო დღეღამური წყლის ხარჯების Q მ/წ მიხედვით. ამ გზით მიღებულ ნატანი მასალის საშუალო დღეღამურ ხარჯებს აჯამებენ დეკადების მიხედვით, ამის შემდეგ ანგარიშობენ საშუალო დეკადურ ხარჯებს ფორმულით:

$$R_{საშ.\ დკ.} = 0{,}1 \sum_{1}^{10} R_{საშ.\ დღ.} \qquad (140)$$

დეკადის ჩამონადენის სიდიდეს გამოიანგარიშებენ ატივნარებული ნატანის საშუალო დეკადური ხარჯის დეკადის წამების რაოდენობაზე გადამრავლებით (ე. ი. $R_{საშ.\ დ.} \times 8{,}64 \cdot 10^5$).

თუ ამა თუ იმ ხერხით მივიღეთ ყოველდღიური საშუალო ნატანი მასალის ხარჯების მნიშვნელობები, ამით ვავსებთ წლიური დღეღამური ხარჯების ცხრილს, მის ქვეით გამოიანგარიშება ატივნარებული ნატანი მასალის საშუალო დეკადური, თვიური და წლიური ხარჯები.

წყლის საშუალო წლიური ხარჯებისა და ნატანი მასალის საშუალო წლიური ხარჯების მიხედვით აგებენ დამოკიდებულების მრუდს და ანგარიშობენ გამოტოვებული წლის ნატანის მასალის ხარჯების მნიშვნელობებს და ნატანი მასალის მრავალწლიურ ხარჯს ანუ ნორმას.

§ 69. ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის შესწავლა

ზოგადი ცნობები. ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის შესწავლას ძალიან დიდი პრაქტიკული და მეცნიერული მნიშვნელობა აქვს. მაგრამ ფსკერული ნატანი მასალის მოძრაობის სირთულე მნიშვნელოვნად აძნელებს მის შესწავლას. თანამედროვე მეთოდები და ხელსაწყოები ფსკერული ნატანი მასალის გაზომვისათვის ჯერ კიდევ სრულყოფილი არ არის და მათ გასაუმჯობესებლად წარმოებს დიდი ლაბორატორიული და საველე გამოკვლევები.

ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის სიდიდე ვაკის მდინარეებზე როგორც წესი, შეადგენს მთელი ნატანი მასალის მცირე პროცენტს ატივნარებულ ნატან მასალასთან შედარებით.

ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის შესწავლისათვის სინჯს იღებენ ფსკერთან ბათომეტრის საშუალებით. სინჯის ასაღები ბათომეტრების მოქმედების პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ნაკადის ფსკერზე მოთავსებული ბათომეტრი, კალაპოტის ფსკერის უბანზე თავისი ხვრელის სიგანის სიდიდის მიხედვით, განსაზღვრული დროის პერიოდის განმავლობაში იკერს ფსკერულ მასალას. ფსკერიდან ბათომეტრის ზევით ამოღების შემდეგ განსაზღვრავენ სინჯის მოცულობას და წონას, ამუშავებენ ანალიზურად.

არსებობს მრავალი კონსტრუქციის ბათომეტრები, რომელთაგან უმრავლესობა, სათანადო ნაკლოვანებების გამო, უკვე გამოვიდა ხმარებიდან; ამჟამად გამოყენებული ბათომეტრებიც არ შეიძლება სრულყოფილად ჩავთვალოთ. ისინი ჯერ კიდევ ვერ უზრუნველყოფენ ფსკერული ნატანი მასალის გაზომვებს საკმარისი სიზუსტით.

სრულყოფილი ფსკერული ბათომეტრების შექმნის სიძნელეებს წარმოადგენს შემდეგი:

1) იარაღის უსწორმასწორო ფსკერზე დადგმის დროს ძნელად მიიღება ხელსაწყოს წინა ნაწილის შეუღლება ფსკერთან. ფსკერის უსწორმასწორო ზედაპირის დროს, მათ რიცხვში ფსკერის სერებიანი ზედაპირის დროს, ფსკერული ნატანი მასალის ნაწილი გაიყლის იარაღის ფსკერის ქვეშ, ხოლო ხელსაწყოს ნაკადის ფსკერში ჩაფლობის დროს მასში შეტანილი მასალა იქნება გადიდებული.

2) ფსკერზე მოთავსებული ხელსაწყო წყლის ფენაში არღვევს ბუნებრივ სიჩქარეთა ველს და ამასთან დაკავშირებით ფსკერთან ირღვევა ფსკერული ნატანი მასალის ბუნებრივი გადაადგილება;

3) ნაკადში ფსკერული ნატანი მასალის არათანაბარი და ზოგიერთ შემთხვევაში დროგამოშვებით მოძრაობა;

4) ხელსაწყოს ნაკადის ფსკერზე მდებარეობის და აგრეთვე მოძრავ წყალში ან წყლის დიდ სიღრმეებში მუშაობის დროს არ შეიძლება მისი გაკონტროლება.

ფსკერული ნატანი მასალის გასაზომი წინათ არსებული ხელსაწყოებიდან შეიძლება აღინიშნოს ვ. ნ. გონჩაროვის, მ. კ. პასტრიულინის, ბ. ვ. პოლიაკოვის ბათომეტრები, ბ. ა. აპოლოვის, ვ. მ. სოკოლნიკოვის ბათომეტრი — აბაზანები და სხვ. ამჟამად ეს ხელსაწყოები თითქმის გამოსულია ხმარებიდან.

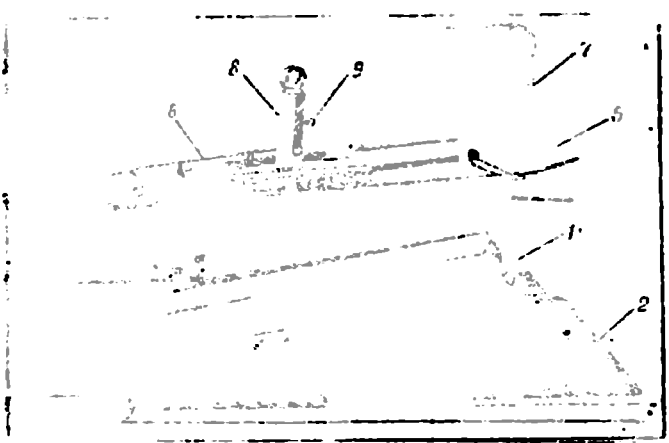
ფსკერული ნატანი მასალის გაზომვების მეთოდების შემდეგი განვითარება ალბათ დამყარებული იქნება ახალი ფიზიკური პრინციპების გამოყენებაზე, კერძოდ კი რადიაქტიური იზოტოპების, ლიუმინოფორების გამოყენებაზე და სხვ. მითითებულ პრინციპებს

იყენებენ ზღვების სანაპირო ზოლში ნატანი მასალის გადაადგილების შესწავლისათვის, რაც ცალკეულ შემთხვევებში საიმედო შედეგებს იძლევა, მათი გამოყენება მდინარეებში ფსკერული ნატანი მასალის აღრიცხვისათვის მოითხოვს სპეციალური გამოკვლევების ჩატარებას.

ფსკერული ნატანი მასალის გასაზომი ყველა ხელსაწყო ორ ჯგუფად იყოფა: 1) ხელსაწყოები ფსკერული ნატანი წვრილი მასალის (ქვიშის) გაზომვისათვის და 2) ხელსაწყოები მსხვილი (ხრეში, კენჭი) მასალის დაჭერისათვის. პირველი ჯგუფის ხელსაწყოებს იყენებენ ვაკის მდინარეებზე, ხოლო მეორე ჯგუფის ხელსაწყოებს—მთის მდინარეებზე.

ხელსაწყოები წვრილი ფსკერული ნატანი მასალის დაჭერისათვის. როგორც, აღნიშნული იყო წვრილი ფსკერული ნატანი მასალის დაჭერისათვის მრავალი კონსტრუქციის ხელსაწყო არსებობს, მაგრამ ბოლო დროს ძირითადად ბათომეტრ „დონს“ იყენებენ.

ბათომეტრი „დონი“ (ნახ. 150). ამ ხელსაწყოში განზოგადებულია პოლიაკოვის, გონჩაროვის და პასტრიულინის ბათომეტრების უფრო მოხერხებული კონსტრუქციის დეტალები და გათვალისწინებულია მათი გამოყენების გამოცდილება.



ნახ. 150. ბათომეტრი „დონი“.

ბათომეტრი „დონი“ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს 1 სმ-მდე დიამეტრის ქვიშიან-ხრეშიან ნატანმასალიან კალაპოტებში. ბათო-

მეტრის წონა დაახლოებით 30 კგ-ს უდრის. მას ფსკერზე უშვებენ ჯალამბარის საშუალებით, იყენებენ 1,5—2,0 მ/წ სიჩქარეების და 20 მეტრამდე სიღრმის დროს. მით შეიძლება ვიპარგებლოთ დიდი სიჩქარეების დროსაც, მაგრამ ამისათვის მას უნდა გაუკეთდეს საჭიმარი ან მძიმე ტვირთი.

ბათომეტრი „დონი“ ორი ძირითადი ნაწილისაგან შედგება: 1) საშერისაგან და 2) გარსაცმისაგან. საშერი წარმოადგენს 70 სმ-ის სიგრძის ბრტყელძირიან ღარს, რომელშიაც მოთავსებულია გადამღობ ფირფიტებიანი ჩარჩო (2). ღარის წინა ნაწილი ღარის შესასვლელთან ქმნის ტრამპლინს. ღარის გვერდებს თითოეულ მხარეზე გაკეთებული აქვს ორ-ორი ყური, რომლითაც საშერი მიმაგრებულია ხელსაწყოს გარსაცმზე (3).

გარსაცმი წარმოადგენს კოლოფს, რომელსაც წინა ნაწილში აქვს კარი (4), რომლითაც ბათომეტრი წყლიდან ამოღების დროს იხურება. როდესაც ბათომეტრი ფსკერზე იმყოფება, კარი ზამბარების საშუალებით გადაისროლება გარსაცმის ზედა სახურავზე. გარსაცმის უკანა კედელზე ზევით გაკეთებული აქვს გამოსასვლელი ხვრელი, რომელიც კარით იხურება წყლიდან ამოღების დროს. ორივე კარი ერთდროულად მოდის მოქმედებაში წვრილი გვარლისა და ზამბარების დახმარებით. გარსაცმის უკანა გამოსასვლელ ხვრელთან მოთავსებულია მილძაბრა, რომლითაც ბათომეტრიდან წყალი გამოდის.

გარსაცმის ზედა ბრტყელ სახურავზე ფირფიტის სახით ჭანჭიკებით დამაგრებულია თუჯის ტვირთი (6). გარსაცმს გაკეთებული აქვს საკე (7), რომლის საშუალებით ბათომეტრი დგება დინების მიმართულებით; ხელსაწყოს ზედა სახურავზე გაკეთებული აქვს საკიდი ღრუ შილისის სახით, რომლის შიგნით მოთავსებულია ლითონის მოძრავი ღერო რგოლით გვარლზე ბათომეტრის დასაკიდებლად. ლითონის ღეროს ქვედა ნაწილში მიმაგრებული აქვს გორგოლაჭი, სადაც გაყრილია წვრილი გვარლი კარების გასაღებად. ბათომეტრის წყალში ჩაშვების დროს კარებს ღია მდგომარეობაში იჭერს ლითონის წკირი (9). ხელსაწყოს ფსკერზე მოთავსების დროს კარები რჩება ღია მდგომარეობაში, ხოლო ამოღების დაწყების მომენტში კარები იხურება გორგოლაჭში გაყრილი წვრილი გვარლების საშუალებით, ამით იცავენ საშერში დალექილ ფსკერულ ნატან მასალას გარეცხვისაგან.

გარსაცმს ბრტყელ გვერდებზე აქვს ორ-ორი ურდული, რითაც გარსაცმი მიმაგრებულია საშესთან და ქმნიან ერთობლიობას.

ბათომეტრში წყლის შესასვლელი და გამოსასვლელი ხვრელები ერთნაირი მოცულობისაა. ხელსაწყოს დადგმის ადგილზე ნაკადის

სიჩქარე ბათომეტრში შესვლის დროს დაახლოებით ნაკადის დინების სიჩქარის ტოლია. ბათომეტრის შიგნით სიჩქარე მცირდება, რადგანაც მისი კვეთის ფართობი მდორედ იზრდება, რაც ხელს უწყობს ფსკერული ნატანი მასალის დალექვას.

ხელსაწყოს ფსკერზე დაჭერის დროს იღებენ იმ ანგარიშით, რომ ბათომეტრში შესული სინჯის მოცულობა შეადგენდეს 30—500 სმ³ ან 50—750 გრამს წონით ერთეულებში. ბათომეტრის ფსკერზე დაჭერის დრო არ უნდა აღემატებოდეს 10 წუთს, რომ ნატანი მასალა არ გაირეცხოს.

ბათომეტრ „დონს" მთელ რიგ დადებით მხარეებთან ერთად აქვს უარყოფითი მხარეებიც: გარსაცმის ღართან მისაშვაგრებელი ურდულები არ არის საიმედო; ღარი შეიძლება გარსაცმს გამოეყოს და დაიკარგოს. ხელსაწყო დიდია და მძიმე. მიუხედავად იმისა, რომ ბათომეტრის კონსტრუქცია გაუმჯობესებულია, მას მაინც არ შეუძლია სრულად გაზომოს ფსკერული ნატანი მასალა.

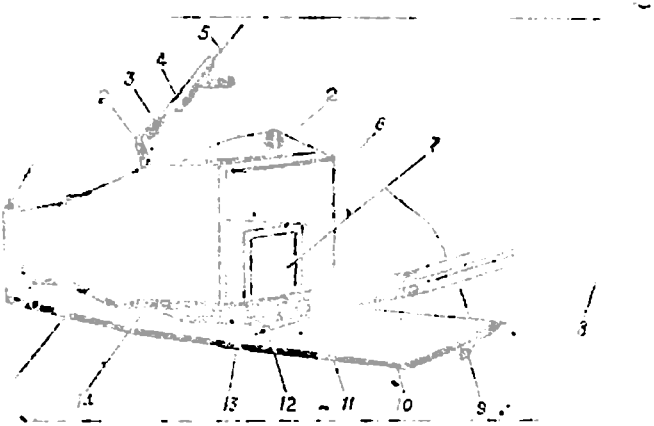
ფსკერული მსხვილი ნატანი მასალის დასაჭერი ხელსაწყოები. ფსკერული ნატანი მასალის სინჯის ასაღებად, რომელიც ხრეშისა და კენჭისაგან შედგება, არსებობს რამდენიმე სახის ბათომეტრი, რომლებსაც ძირითადად მთის მდინარეებზე იყენებენ. მთის მდინარეებზე ფსკერული მსხვილი მასალის ჩამონადენის აღრიცხვას ართულებს ნატანი მასალის არაერთგვაროვანი ფრაქციების სიმსხო; კალაპოტის ფსკერის უსწორმასწორობა და ნაკადის დინების დიდი სიჩქარე.

მთის მდინარეებისათვის ფსკერული ნატანი მასალის სინჯის ასაღები უნივერსალური ხელსაწყო ჯერჯერობით არ არსებობს. მთის მდინარეების ფსკერული ნატანის ძირითად ნაწილს შეადგენს ხრეში და კენჭნარი, ამიტომ მათთვის ბათომეტრებს ამზადებენ იმ ანგარიშით, რომ რაც შეიძლება სრულად დაიჭიროს აღნიშნული ფრაქციები. ასეთ ბათომეტრებს, რომლებიც გამოყენებულია როგორც ჩვენ ქვეყანაში, ისე საზღვარგარეთ, წარმოადგენს ბადიანი ტომრები ან ყუთები.

გ. ი. შამოვის ბათომეტრი (ნახ. 151) შედგება კორპუსისაგან, ბადიანი ყუთისაგან, გამოსასვლელი ხვრელების სახურავებისაგან, საჭისა და წყალში ჩასაშვები და ამოსაღები მოწყობილობისაგან.

კორპუსს აქვს გარსაცმის ფორმა და გაკეთებულია ფურცლოვანი რკინისაგან, რომლის ზედაპირი წინ არის დახრილი, რაც ეხმარება ხელსაწყოს ფსკერზე დაწოლაში ნაკადის ქვეით მიმართული დინამიკური წნევის გამო. ბათომეტრში წყლის შესასვლელი ხვრელის ზომებია 20×20 სმ, გამოსასვლელი ხვრელის კი 43—35 სმ. კორპუსის

შიგნით, ორ მიმმართველ თამასას შორის ჭანჭიკებით დამაგრებულია ბადიანი ყუთი. ყუთის ბადის უჯრედების სიდიდე შეირჩევა შესწავლილი მდინარის ფსკერული ნატანი მასალის ფრაქციების სიმსხოს მიხედვით. ბათომეტრს წყალში უშვებენ გვარლის ჯალამბარის სა-



ნახ. 151. გ. ი. შამოვის ბათომეტრი.
1—რგოლი საჭიმარისათვის; 2—მიმმართველი გორგოლაჭი; 3—მომჭერი; 4—გვარლის დასამაგრებელი დამჭერი; 5—ჯალამბარის გვარლი; 6 — სახურავის დასახურავი გვარლი; 7 — ბადიანი ყუთი; 8 — საჭე; 9 — საყრდენი ბიგი; 10—ტეიროი; 11—გამოსასვლელი ხვრელის სახურავი; 12—საჭის დასამაგრებელი ჭანჭიკი; 13—მიმმართველი თამასა; 14—საჭის დამჭერი; 15 — კორპუსი.

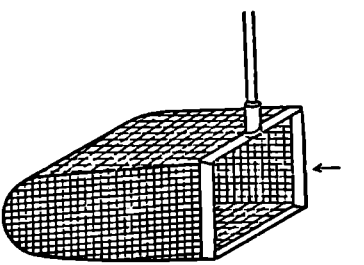
წუალებით, წყალში ჩაშვების დროს სახურავი ახდილი აქვს. ასეთ მდგომარეობაში ის იმყოფება ფსკერზე, სადაც საჭის დახმარებით თავსდება ნაკადის ფსკერული დინების მიმართულების მიხედვით. ფსკერული ნატანი მასალა ხვდება ბათომეტრის შესასვლელ ხვრელში; მახვილ მასალას, ხრეშსა და კენჭნარს იჭერს ბადიანი ყუთი. ქვიშის ნაწილაკების დაჭერისათვის ბადიან ყუთს აქვს ქვევიდან ქვიშსაჭერი, რომელიც ზევიდან გადახურულია ბრტყელი ნაჩვრეტებიანი ფირფიტით, სადაც გადის 1 სმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნატანი მასალა.

ბათომეტრის ფსკერზე გაჩერების ხანგრძლივობა შეირჩევა ცდის გზით.

ბათომეტრის წყლიდან ამოღების დროს ჯალამბარით გვარლის დაჭიმვა გადაეცემა დამხმარე გვარლს, რის საშუალებითაც იხურება

გამოსასვლელი ხვრელის კარები და იცავს ბათომეტრში შესულ ნატანი მასალას გარეცხვისაგან.

გ. ი. შამოვის ბათომეტრს აქვს უარყოფითი მხარეებიც, რომელთაგან აღსანიშნავია: მთია მდინარეების კალაპოტის ფსკერის არასწორი რელიეფის გამო ბათომეტრი სრულად არ ეყრდნობა ფსკერს და ნატანი მასალის ნაწილი გაედინება ხელსაწყოს ქვეშ: ძნელია ბათომეტრის გამოყენება 1,5—2,0 მ/წ-ზე მეტი სიჩქარეების დროს. რთულია ბათომეტრის წერტილზე გაჩერების დროის ხანგრძლივობის ცდით დადგენა—მცირე დროის ხანგრძლივობით ბათომეტრის დასაკვირვებელ წერტილში გაჩერების დროს არ იქნება გათვალისწინებული ნატანი მასალის მოძრაობის პულსაცია, ხოლო დიდი ხნით მისი წერტილში დაჭერის დროს შეძლება ხელსაწყოდან ნატანი მასალის გარეცხვა.



ნახ. 152. ბათომეტრი-ბადე.

სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის ბათომეტრი - ბადის (ნახ. 152) დანიშნულებაა ფსკერული ნატანი მასალის მსხვილი ხრეშის დაჭერა. ბათომეტრი-ბადე შესდგება ლითონის ჩარჩოსაგან, რომელზედაც გადაჭიმულია მავთულის ბადე. ბათომეტრს წყალში უშვებენ შტანგის საშუალებებით. ბადის უჯრების ზომა დადგინდება ხრეშის უმცირესი დიამეტრის ზომის მიხედვით. წყლის შესასვლელი ნაწილის ხვრელის სიგანეს იღებენ 0,2—0,4 მ-ს.

ლ. გ. გველესიანის დიფერენციალური რბილბადიანი ბათომეტრი წარმოადგენს ლითონის ხამუტზე გადაჭიმულ თოკის რბილ ბადეს, რომელსაც წყალში უშვებენ შტანგის საშუალებით. ბადის სიგანე უდრის 25 სმ, წყლის შესასვლელი ხამუტის სიმაღლე — 20 სმ-ს, ხოლო ბათომეტრის სიგრძე 75 სმ. ბადე ბოლო ნაწილში გაგანიერებულია 40 სმ-მდე.

ბადის უჯრედების ზომა წინა ნაწილში უდრის 10×10 მმ-ს, ხოლო ბოლო ნაწილში 5×5 მმ-ს. ბათომეტრი საშუალებას იძლევა დავიჭიროთ ფსკერული ნატანი მასალა 15 მმ-დან 5 მმ-ის დიამეტრის ფარგლებში.

ბათომეტრ-ბადეების უარყოფით მხარეებს წარმოადგენს ფსკერული ნატანი მასალის არასრული აღრიცხვა, რადგან ბადის უჯრედებზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებს ვერ იჭერენ. გარდა ამისა,

შავოვის ბათომეტრზე აღნიშნული ნაკლოვანებები ვრცელდება ზემოაღნიშნულ ბათომეტრზედაც.

§ 63. ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯების გაზომვა

მდინარეთა ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯების გაზომვის რაოდენობა დამოკიდებულია მდინარეთა წყლიანობის რეჟიმზე. მდინარის ცოცხალ კვეთში წლის განმავლობაში უნდა გაიზომოს არანაკლებ 10 ხარჯისა. ხარჯები უფრო ხშირად უნდა გაიზომოს წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების პერიოდებში. ხარჯების გაზომვა ჭარმოებს წყლისა და ატივნარებული მასალის ხარჯების გაზომვასთან ერთად. ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯის განსაზღვრისათვის სინჯები აღებული უნდა იქნეს ცოცხალი კვეთის ყველა სიჩქარეთა ვერტიკალებთან. ფრაქციების სიმსხოს განსაზღვრისათვის სპეციალურად ცალკე სინჯებს არ იღებენ, ხოლო ფრაქციების სიმსხოს განსაზღვრავენ იმ სინჯების მიხედვით, რომელიც აღებულ იქნა ფსკერული ნატანი მასალის მოცულობის განსაზღვრისათვის.

ვაკის მდინარეებზე ხარჯების გაზომვის დროს კვეთის თითოეული სიჩქარის ვერტიკალზე ბათომეტრის ჩაშვებამდე აუცილებლად უნდა ჩატარდეს კალაპოტის ფსკერის გაზომვები ქვიშის სერების მდებარეობის განსაზღვრისათვის, რომ ბათომეტრი დაიდგას სწორად ქვიშის სერის თხემის მახლობლად ზედა ძდოვრედ დახრილ ფერდობზე. თუ ბათომეტრი მოთავსდა სერის ქვედა ძირში—სარდაფში, ბათომეტრში ფსკერული ნატანი მასალის შესვლა მოხდება არანორმალურად და გაზომვის შედეგები ზუსტი არ იქნება.

თითოეულ სიჩქარის ვერტიკალზე სინჯის ასაღებად ბათომეტრს უშვებენ ფსკერამდე ოთხ-ხუთჯერ, ფსკერული ნატანი მასალის მოძრაობის პულსაციის გასაშუალოებისათვის. იმ შემთხვევაში, თუ ბათომეტრში ნატანი მასალა არ შევიდა, ნიშნავენ დამატებით ვერტიკალს და გაზომვებს იმეორებენ, რომ გამოარკვიონ ფსკერული ნატანი მასალის მოძრაობის საზღვრები.

ქვიშიანი ფსკერის ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვის დროს, ხელსაწყოს წყლიდან ამოღების შემდეგ ნატან მასალას ყრიან აბაზანაში, სინჯს მოცულობის გასაზომავად გადაიტანენ საზომ ცილინდრში, შემდეგ აშრობენ ჰაერზე. კარგად გაშრობის შემდეგ შეფუთავენ, გაუკეთებენ იარლიყს და აგზავნიან ლაბორატორიაში ასაწონად და ნაწილაკების სიმსხოს გასაზომად; მასთან ერთად აგზავნიან სტანდარტული ნიმუშის (КГ—8) „ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვის ჩასაწერ წიგნაკს", რომელშიც იწერება ხარჯის გაზომვის დროს ჩატარებული მუშაობის შედეგები.

მაბვილი ფრაქციისაგან შემდგარი ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვის დროს სინჯის მოცულობას არ საზღვრავენ, ხოლო დანარჩენი ოპერაციები სრულდება იმავე წესით, როგორც ქვიშიანი ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვის დროს.

§ 96. ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშება

ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯს ჩვეულებრივ ანალიზური მეთოდით ანგარიშობენ, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში თვალსაჩინოებისათვის გრაფიკულ მეთოდსაც იყენებენ. პირველ რიგში ყველა სიჩქარეთა ვერტიკალისათვის გამოიანგარიშებენ ელემენტარულ ხარჯებს შემდეგი ფორმულით:

$$G = \frac{1000 \cdot P_{\text{ფს.}}}{tl} \text{ გრ/მ}^3 \text{ წმ} \qquad (141)$$

სადაც $P_{\text{ფს.}}$ არის სინჯში ფსკერული ნატანი მასალის წონა გრამებში; t—ბათომეტრის დაკვირვების წერტილში დაჰერის ხანგრძლივობა წამებში; l—ბათომეტრის შესასვლელი ხვრელის სიგანე სმ-ში.

სინჯში ნატანი მასალის წონას იღებენ ლაბორატორიაში აწონის შედეგების მიხედვით.

ფსკერული ნატანი მასალის მთლიანი ხარჯი გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულის მიხედვით

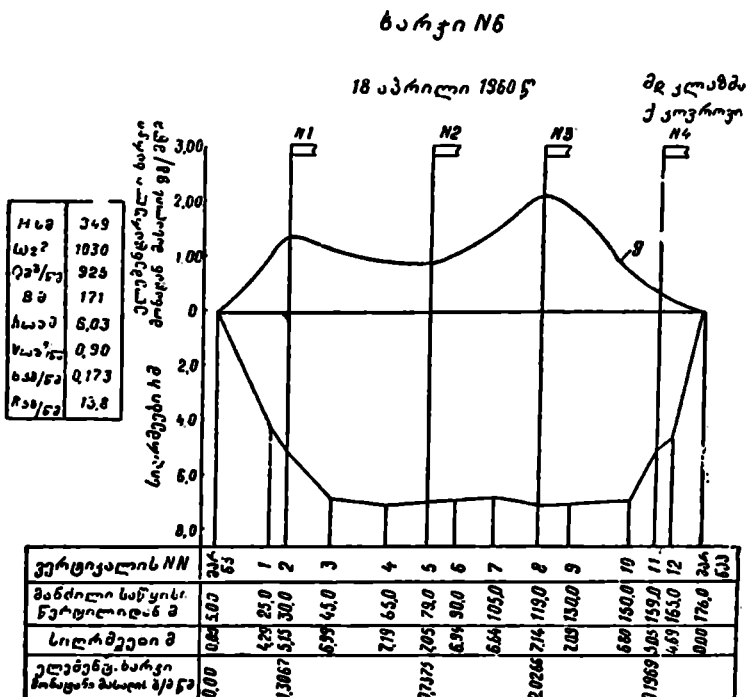
$$G = 0{,}001 \left(\frac{g}{2} b_0 + \frac{g_1 + g_2}{2} b_1 + \dots + \right.$$
$$\left. + \frac{g_{n-1} + g_n}{2} b_n + \frac{g_n}{2} b_n \right) \text{კგ/წმ.}, \qquad (142)$$

სადაც g_1, g_n არის ვერტიკალზე ელემენტარული ხარჯები გრ/მ. წმ (კალაპოტის ერთი მეტრის სიგანეზე), b_1. b_{n-1}—მანძილები ვერტიკალებს შორის მ-ში; b_0 და b_n—მანძილი ბოლო ვერტიკალებსა და წყლის ნაპირს შორის, ან ფსკერული ნატანი მასალის მოძრაობის საზღვრების ზოლი.

ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯის გრაფიკული მეთოდით გამოანგარიშების დროს აგებენ ელემენტარული ხარჯების ეპიურს მდინარის სიგანის მიხედვით (ნახ. 153).

ეპიურის ფართობს განსაზღვრავენ პლანიმეტრის ან პალეტის დახმარებით. ეპიურის ფართობი რიცხობრივად უდრის ფსკერული ნატანი მასალის მთლიან ხარჯს.

ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯების გამოსაანგარიშებლად მრავალი ემპირიული ფორმულა არსებობს: ა. შოკლიჩის, გ. ლოპატინის, ი. ლევის, ლ. გველესიანის, ვ. გონჩაროვის, გ. შამოვის და სხვ. ჩვენ აქ მოგვყავს მხოლოდ ლ. გველესიანის ფორმულა, რომელიც ძირი-



ნახ. 153. ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯების გამოანგარიშება გრაფიკული მეთოდით.

თადად მთის მდინარეებისათვის არის დამუშავებული და გ. შამოვის ფორმულა.

ლ. გველესიანის ფორმულას შემდეგი სახე აქვს:

$$G = 13\frac{dv_H}{\lg\frac{12D+d^2}{d}}\left(\frac{v^2}{v_H}\right)\left(\frac{v}{v_H}-1\right) \text{ კგ/წმ 1 მეტრის სიგანეზე} \qquad (143)$$

სადაც D არის ნაწილაკის მაქსიმალური დიამეტრი მმ-ში, d ნაწილაკის საშუალო დიამეტრი მმ-ში. v_{II}—ზღვრული არაგადამძრავი სიჩქარე, რომელიც გამოითვლება (143) ფორმულით.

გ. შამოვი ფსკერული ნატანის მასალის ხარჯის გამოსათვლელად შემდეგი სახის ფორმულას იძლევა (როცა $d>0{,}15$—$0{,}2$ მმ):

$$G=0{,}95\sqrt{d}\left(\frac{v}{u}\right)\left(v-u\right)\sqrt[4]{\frac{d}{h}}\ \text{კგ/წმ 1 მ სიგანეზე} \qquad (144)$$

სადაც d არის ფსკერული ნატანი მასალის ნაწილაკების საშუალო დიამეტრი მმ-ბით; v — ნაკადის საშუალო სიჩქარე მ/წ-ში; u—ნაკადის ის საშუალო ზღვრული სიჩქარე, რომლის დროსაც ნაწილაკი გადადის მოძრავ მდგომარეობაში. h ნაკადის საშუალო სიღრმეა მ-ბით.

§ 87. ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოანგარიშება

ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის აგებენ წყლის ხარჯებსა და ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯებს შორის დამოკიდებულების მრუდს $G=f(Q)$. გრაფიკს აგებენ მილიმეტრიული ქაღალდის ფურცელზე, რისთვისაც ორდინატთა ღერძზე ალაგებენ წყლის ხარჯების მნიშვნელობებს, ხოლო აბსცისთა ღერძზე ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯებს. Q-სა და G-სათვის შეარჩევენ მასშტაბს იმ ანგარიშით, რომ დამოკიდებულების გრაფიკი მოთავსდეს მილიმეტრიული ქაღალდის ფურცელზე 20×20 სმ-ის გვერდებიან კვადრატში.

თუ დამოკიდებულების $G=f(Q)$ წერტილები კოორდინატთა სისტემის ველზე დალაგდება მჭიდროდ და ადგილი არ ექნება წერტილების გაფანტვას, მაშინ წერტილების განლაგების საშუალო ზოლის მიხედვით თვალით გაატარებენ მდორე მრუდ ხაზს, რომლის ამოზნექილობა იქნება ორდინატთა ღერძის მიმართულებით. მიღებული დამოკიდებულების მრუდიდან ყოველდღიური წყლის ხარჯებით ჩამოიღებენ ფსკერული ნატანი მასალის ყოველდღიურ ხარჯებს.

თუ Q და G-ს წერტილები გრაფიკზე განლაგდა ძალზე გაფანტულად და მათ მიხედვით არ შეიძლება დამოკიდებულების ერთი მრუდის გატარება, მაშინ დატანილ წერტილებს უნდა გაუკეთდეს ანალიზი, თითოეული წერტილთან უნდა აღინიშნოს წყლის ზედაპირის დახრილობა, ნაკადის დინების საშუალო სიჩქარე, ან ნაკადის საშუალო სიღრმე. შეიძლება საჭირო აღმოჩნდეს, რომ ნაკადის ელემენტების მნიშვნელობებსა და ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯებს

შორის გატარდეს დამოკიდებულების მრუდები განსაზღვრული დროის პერიოდების მიხედვით. ამ მრუდების დახმარებით განსაზღვრავენ ფსკერული ნატანი მასალის საშუალო დღეღამურ ხარჯებს, საშუალო დღეღამური წყლის ხარჯების მნიშვნელობების მიხედვით.

მაგრამ ზოგჯერ Q და G-ს წერტილები ძალიან გაფანტულია და მათზე შეუძლებელია $G=f(Q)$ დამოკიდებულების მრუდის გატარება აღწერილი მეთოდების საშუალებით; ამ შემთხვევაში, თუ გვაქვს ფსკერული ნატანი მასალის გაზომილი ხარჯების დიდი რაოდენობა და წლის განმავლობაში გაზომილი ხარჯები თანაბრადაა განაწილებული, შეგვიძლია გაზომილ ხარჯებს შორის ინტერპოლაციის გზით განვსაზღვროთ ფსკერული ნატანი მასალის ყოველდღიური ხარჯები. ასეთი ხერხი შეგვიძლია გამოვიყენოთ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც გაზომილ ხარჯებს შორის პერიოდში ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენი არ იცვლებოდა.

ამა თუ იმ ხერხით განსაზღვრული ფსკერული ნატანი მასალის საშუალო დღეღამური ხარჯების მონაცემები შეაქვთ წლიურ ცხრილებში, რომლის საშუალებითაც გამოიანგარიშება ფსკერული ნატანი მასალის წლიური ჩამონადენი. ცხრილის მონაცემების მიხედვით შეიძლება ავაგოთ ქრონოლოგიური გრაფიკი, რომლის ფართობი გამოსახავს ფსკერული ნატანი მასალის წლიურ ჩამონადენს.

§ 98. წყალსაცავების ამოსილვის პერიოდის ხანგრძლივობის მიახლოებით გამოანგარიშება. წყალსაცავებსა და წყალსატევებში ნატანი მასალის ჩამონადენის ჯამური ხერხით აღრიცხვა

წყალსაცავების ამოსილვის ხანგრძლივობა ძირითადად დამოკიდებულია მის მოცულობაზე და ნატანი მასალის წლიური ჩამონადენის რაოდენობაზე.

ჩვეულებრივად, ნატანი მასალის რაოდენობას წონით ერთეულებში გამოსახავენ, შემდეგ კი მოცულობით წონაში გადაჰყავთ. ამისათვის საჭიროა წინასწარ განსაზღვრული იქნეს მდინარის ნატანის მოცულობითი წონა, რაც თავის მხრივ დამოკიდებულია ნატანი მასალის ნაწილაკების სიმსხოსა და სიმჭიდროეზე. ასე, მაგალითად, დალექილი ლამის მოცულობითი წონა 0,5—0,8 ტ/მ^3 უდრის, ქვიშის 1,3—1,6 ტ/მ^3, ხრეშის 1,8—2,0 ტ/მ^3.

წყალსაცავში ჩასული ნატანი მასალის საშუალო წლიური რაოდენობა, გამოსახული კუბურ მეტრობით, შეიძლება მიახლოებით შემდეგი ფორმულით იქნეს გამოანგარიშებული:

$$R_0 = \frac{\rho_{საშ.}\, W\,(1+K)}{\gamma_{ნატ.}\, 10^6} = \frac{31{,}56\ \rho_{საშ.}\ Q_{საშ.}\ (1+K)^1}{\gamma_{ნატ.}}, \qquad (145)$$

სადაც $\rho_{საშ.}$ არის მდინარის საშუალო სიმღვრივე გრ/მ³; W წყლის საშუალო წლიური ჩამონადენია (ე. ი. $W = Q_{საშ.}\ 31.56.10^6$); $\gamma_{ნატ.}$ ნატანი მასალის მოცულობითი წონა ტ/მ³; K—კოეფიციენტია, რომელიც ვაკის მდინარეებისათვის 0,10-დან — 0,7-მდე მერყეობს; Q—წყლის საშუალო ხარჯია მ³/წმ-ბით.

თუ ვიცით წყალსაცავის მოცულობა $W_{წყ.}$ და ნატანი მასალის წლიური ჩამონადენის რაოდენობა R_0, მაშინ შეიძლება განსაზღვრული იქნეს წყალსაცავის დალექვის პერიოდის n-ის ხანგრძლივობა შემდეგი ფორმულით

$$n = \frac{W}{R_0(1-\alpha)}, \qquad (146)$$

სადაც α არის ნატანი მასალის ის ნაწილი, რომელიც წყალსაცავში გაივლის და წყლის მიერ ქვედა ბიეფში გადაიტანება. ვაკის მდინარეებისათვის $\alpha = 0{,}3—0{,}4$.

წყალსაცავებში ნატანი მასალის ჩამონადენის ჯამური ხერხით გამოანგარიშებას ძირითადად იყენებენ მთის მდინარეების პირობებში, სადაც ფსკერის ბათომეტრები ვერ უზრუნველყოფენ საკმარისი სიზუსტით ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის აღრიცხვას. ამ ხერხის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ნატანი მასალის მოცულობას და წონას საზღვრავენ ჰიდროკვანძებიან მოწყობილ წყალსაცავებში და სალექარებში, განსაზღვრული დროის პერიოდების მიხედვით.

დალექილი ნატანი მასალის მოცულობის განსაზღვრისათვის სისტემატურად აწარმოებენ წყლის სიღრმეების გაზომვებს. განივი კვეთებისა და სიღრმეების გაზომი წერტილების რაოდენობა დამოკიდებულია წყალსაცავის ან სალექარის ფსკერის რელიეფის პირობებზე. განივკვეთზე სიღრმეების გაზომვის დროს აუცილებლად აღნიშნული უნდა იქნეს წყლის სამუშაო დონის მდგომარეობა. ფსკერის ნიშნულის განსაზღვრისათვის, სიღრმეების გაზომვის შედეგების მიხედვით თითოეული გაზომვის მონაცემი მიყვანილი უნდა იქნეს ერთ პირობით დონეზე. დონის მოკვეთის გზით, რომლის სიდიდე უდრის პირობით დონესა და სამუშაო დონეს შორის სხვაობას.

---

[1] ბ. ჩიკვაშვილი, ნ. დანელია, ლ. გველესიანი — ჰიდროლოგია, თბილისი, 1968 წ., გვ. 176.

ნატანი მასალის წონის განსაზღვრისათვის ფსკერის სხვადასხვა წერტილებში იღებენ სინჯებს, ისე, რომ იგი მოიცავდეს ნატანი მასალის ყველა კატეგორიას. წყალსაცავის ზედა ნაწილში მდინარისაკენ უფრო მეტად ილექება მსხვილი ნატანი მასალა (ხრეში და კენჭნარი), რომლის მოცულობითი წონა როგორც ვიცით საშუალოდ 1,8—2,0 ტ/მ³-ს უდრის, ხოლო კაშხალის მახლობლად ილექება წვრილი ნაწილაკები (ლამი მოცულობითი წონით 1 ტ/მ³). აღებული სინჯების მიხედვით განსაზღვრავენ მოცულობით წონას.

წლის განმავლობაში სინჯებს სამ-ოთხჯერ იღებენ. ჩვეულებრივ კი წყალმცირობისა და წყალდიდობის დროს.

წყალსაცავის ან სალექარის გარეცხვის დროს, აუცილებლად უნდა ჩატარდეს სიღრმეების გაზომვები გარეცხვის დაწყების წინ და გარეცხვის შემდეგ.

ნატანი მასალის ჩამონადენის გაანგარიშებისათვის განსაზღვრავენ ცალკეული პერიოდისათვის დანალექი მასალის წონას, ხოლო მოცულობას განსაზღვრავენ სიღრმეების გაზომვების მონაცემების მიხედვით; ნატანი მასალის წონის მიღებისათვის სარგებლობენ განსაზღვრული წონითი მოცულობის მონაცემების მიხედვით. ამისათვის წინასწარ ანგარიშობენ თითოეული განაზომი ვერტიკალის წონით დეფორმაციას, რომელსაც შემდეგი ფორმულით გამოიანგარიშებენ:

$$\Delta P = \Delta h \gamma_{\text{დაქვ.}}, \qquad (147)$$

სადაც Δh არის ვერტიკალური სიღრმეების სხვაობა წინათ გაზომილ სიღრმესა და უკანასკნელად გაზომილ სიღრმეებს შორის; $\gamma_{\text{დაქვ.}}$ — დალექილი მასალის მოცულობითი წონაა.

იმ შემთხვევაში, როდესაც წყალსაცავის ან სალექარის მთელ ფართობზე სიღრმის გაზომვი წერტილები ერთნაირად არის განაწილებული, ნატანი დალექილი მასალის ჯამური წონა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$P_{\text{დაქვ.}} = \Delta P_{\text{საშ.}} \cdot w_{\text{წონა}}, \qquad (148)$$

სადაც ΔP არის საშუალო ერთეულოვანი დეფორმაცია ტ/მ²-ში, რომელიც განისაზღვრება ერთეულოვანი წონითი დეფორმაციის ΔP_i-ს ჯამის გაყოფით ვეოტიკალების საერთო რიცხვზე; w—წყალსაცავის ან სალექარის ფართობი მ²-ში.

როგორც ფსკერული, ისე ატივნარებული ნატანი მასალის მთლიანი აღრიცხვისათვის, აუცილებელია დამატებით გაიზომოს ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯი წყალსაცავიდან წყლის გასაცვლელ კვეთებში, აგრეთვე უნდა აღრიცხოთ ატივნარებული ნატანი მასა-

ლის ხარჯების წყალსაცავში წყლის შემოსასვლელ კვეთში, ე. ი. წყალსაცავის ზევით მდინარის კვეთში; მაშინ შეიძლება მოცემული მდინარისათვის საერთო ნატანი მასალიდან გამოიყოს ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენი.

§ 90. კალაპოტის ფსკერის ნალექების შესწავლა

მდინარეთა კალაპოტების ფორმირების შესწავლისათვის, არხების, მდგარი წყალსატევების დალამვისათვის და აგრეთვე ჰიდროქიმიური და ჰიდრობიოლოგიური გამოკვლევების დროს აუცილებლად შესწავლილ უნდა იქნეს ფსკერის ნალექების აგებულება და შედგენილობა.

მდინარეებში კალაპოტის ფსკერის ნალექი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც დროებითი უძრავი ნატანი მასალა, რომლითაც ფსკერი ფორმირდება. ჰიდროლოგიური რეჟიმის განსაზღვრულ ფაზებში შეიძლება წარმოიქმნას ადრე დალექილი ნატანი მასალის გადარეცხვა. ხოლო სხვა ფაზებში მათი აკუმულაცია — დალექვა.

მდგარ წყალსატევებში. და განსაკუთრებით ტბებში ფსკერის ნალექები გროვდება დიდი ხნის განმავლობაში, ის განსხვავდება მდინარეთა ნალექების შედგენილობისაგან და წარმოდგენილია უფრო წვრილი ფრაქციების სახით.

ფსკერული ნალექები შეიძლება იყოს როგორც მინერალური, ისე ორგანოგენული წარმოშობისა. ისინი უმთავრესად წარმოდგენილია სხვადასხვა კომბინაციური შერევით ლამისაგან, თიხისაგან, ქვიშისაგან, ხრეშისაგან, კენჭნარისა და ნიქარებისაგან. მინერალური გრუნტები, რომლებიც შედგება გამოფიტვის პროდუქტებისაგან, იყოფიან ფრაქციული სიმსხოს მიხედვით.

ორგანოგენული წარმოშობის გრუნტი ჩვეულებრივ შედგება სხვადასხვა სახის საპროპელებისაგან: როგორც წესი, ისინი შედიან ტბიური ნალექი მასალის შემადგენლობაში. საპროპელი ნედლ მდგომარეობაში წარმოადგენს სხვადასხვას ფერის ლაბნებურ. სხვადასხვა კონსისტენციის ერთგვაროვან წვრილმარცვლოვან მასას: ყავისფერს, ნაცრისფერს, ყვითელს და სხვა. გაშრობის შემდეგ საპროპელი მაგრდება და წყალში არ სველდება.

ფსკერის ნალექების შესწავლა წარმოებს სინჯების აღების გზით. ჰიდრომეტრიულ კვეთზე ფსკერის ნალექების სინჯებს იღებენ ნატანი მასალის სინჯის აღებასთან ერთად და ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯების გაზომვის დროს კვეთის ყველა სიჩქარეთა ვერტიკალებზე.

ფსკერის ნალექების სინჯებს ანალიზს უკეთებენ ლაბორატორი-

აში, სადაც .განსაზღვრავენ მის მექანიკურ შედგენილობას, ე. ი. ფრაქციების სიმსხო'ს.

წყალსატევებში ფსკერის ნალექების შესწავლა წარმოებს ხშირად სპეციალური მიზნებისათვის, რომელიც ჩვეულებრივ არ არის დაკავშირებული ჰიდრომეტრიული სამუშაოების ციკლთან. მსგავს შემთხვევებში მუშაობა წარმოებს ხშირად სპეციალური პროგრამის მიხედვით. ასეთი სამუშაოები წარმოებს მაგალითად, წყალსაცავების მოლამვის შესწ•ავლის დროს, სანაოსნო მდინარეებზე ჩქერების შესწავლის დროს. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა დაპროექტების დროს და სხვ.

ფსკერია ნალექების ზრდის შესწავლისათვის მდინარის კალაპოტის და ჭალის მცირე უბნებზე გაიყვანენ რამდენიმე განივკვეთს და მათზე დანიშნავენ საკონტროლო ფართობებს, რისთვისაც მდინარის ფსკერზე მოაყრიან საფანტს. ლითონის ნახერხს ან დაასხამენ მძიმე საღებავს. განსაზღვრული პერიოდის შემდეგ (მაგ. წყალდიდობის შემდეგ) საკონტროლო ფართობიდან სპეციალური ბურღებით იღებენ სინჯს დაურღვეველი სტრუქტურით და საფანტის, ნახერხის ან საღებავის მიხედვით საზღვრავენ აღნიშნულ პერიოდში დალექილი ფენის სიდიდის ზრდას.

§ 100. ფსკერის ნალექების სინჯის ასაღები ხელსაწყოები

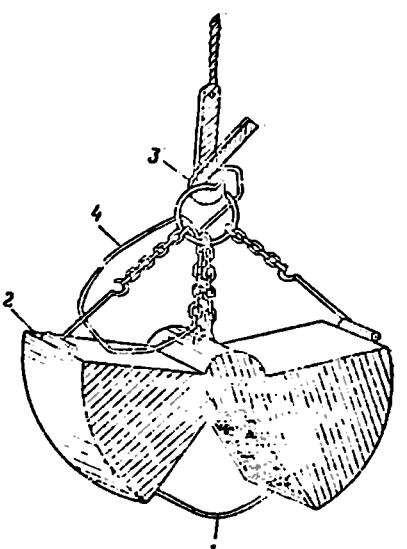
ფსკერის გრუნტს გამოკვლევების დროს მიახლოებით საზღვრავენ თვალხედვით ან სხვადასხვა სახის ხელსაწყოებით. მდინარეებში და ტბებში სიღრმეების გაზომვის დროს განსაზღვრავენ ლამს, ქვიშას, კენჭნარს, ხრეშს, კლდეს და სხვ. დანაყოფებიანი ლატანის ფსკერთან შეხებით ან სმენით. საძირავით გაზომვის დროს, საძირავის ტვირთს ბოლოზე უკეთებენ ამოღრმავებას და მას ამოავსებენ ცვილით: გრუნტის ნაწილაკები მიეკვრება ცვილს და საძირავის წყლიდან ამოღების დროს გრუნტის ნაწილაკებიც ზევით ამოყვება.

გრუნტებს, რომელთაგანაც შედგება ფსკერული ნალექები, აქვთ სხვადასხვა მექანიკური თვისებები, რაც ართულებს სინჯის აღებისათვის უნივერსალური ხელსაწყოს შექმნას. ამიტომ არსებობს მრავალი სახის ხელსაწყოები, რომელნიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გამოსაკვლევი გრუნტის ხასიათის შესატყვისად. გარდა ამისა, ხელსაწყოს მოწყობილობა დიდად არის დამოკიდებული წყალსატევის სიღრმეზე, საიდანაც აღებულ უნდა იქნეს ფსკერის ნალექების სინჯი.

ფსკერის ნალექების სინჯის ასაღები ყველა ხელსაწყო შეიძლება გავყოთ ორ ჯგუფად: 1) ხელსაწყოები, რომლებიც სინჯს იღებენ გრუნტის დარღვეული სტრუქტურით და 2) ხელსაწყოები, რომ-

ლებიც სინჯს იღებენ გრუნტის დაურღვეველი სტრუქტურით. პირველი ჯგუფის ხელსაწყოებიდან ამჟამად უმთავრესად იყენებენ ფსკერიხაპიებს და ზოგჯერ მარტივი მოწყობილობის დრაგებს. მეორე ჯგუფის ხელსაწყოებიდან იყენებენ სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის, ბრედისის, აპოლოვის ბურღებს და სინჯის ამოსაღებ მილებს.

დარღვეული სტრუქტურით სინჯის ასაღები ხელსაწყოები. ფსკერიხაპია (ნახ. 154). ფსკერიხაპია შედგება ღერძზე მბრუნავი ორი საგდულისაგან, რომლებიც საწყისი მდგომარეობიდან 60—65°-ით იღება. ხელსაწყოს დანიშნულებაა წყალსატევის ფსკერიდან კენჭნარ-ხრეშნარი სინჯის ამოღება. ფსკერის ფართობი, რომელსაც პირს მოსდებს გაღებული საგდულები, 0,025 მ²-ს უდრის. საგდულების გარეთა ბრტყელ სახურავზე გაკეთებული აქვს ბადით დახურული სარკმლები, რომელთა დანიშნულებაა წყალში ჩაძირვის დროს ხელსაწყოდან გაუშვას ჰაერი. საგდულების გარეთა გვერდებზე მიმაგრებულია ტვირთები, რაც ხელს უწყობს მჭიდროდ დახურვას წყლიდან ამოღების დროს.

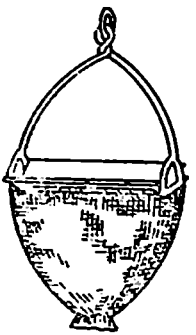


ნახ. 154. ფსკერიხაპია (*Dr*—0,025). 1—საგდულები, 2—ტვირთები, 3—კავი. 4—წვრილი გვარლი.

საგდულებზე გარედან მიმაგრებული ჯაჭვები ცენტრში შეერთებულია რგოლით, რომელზეც კავი ედება. შიგნითა მხარეზე ერთ საგდულზე მიმაგრებულია წვრილი მოქნილი გვარლის ერთი თავი, რომელიც გაყრილია გორგოლაჭში და მეორე თავით შიგა მხარეზე მიმაგრებულია მეორე საგდულზე, ხოლო შემდეგ ღერძზე დამაგრებული გორგოლაჭით გამოდის გარეთ და უერთდება ჯალამბარის გვარლს.

ფსკერის გრუნტის სინჯის ასაღებად ფსკერიხაპიას ჰიდრომეტრიული ჯალამბარის საშუალებით უშვებენ წყალში გაღებულ მდგომარეობაში. ფსკერზე მოხვედრის დროს კავი გადავარდება და რგოლი

განთავისუფლდება. ფსკერიხაპიას ამოღების დროს წვრილი გვარლი ამოწევის შედეგად დაიჭიმება, რის საშუალებითაც საგდულები იხურება და მისი წალესილი ბასრი პირებით ხვეტს გრუნტს შიგნითა სიღრუეში.

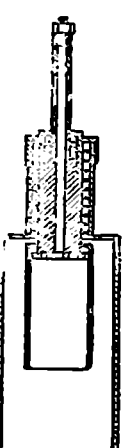


ნახ. 155. დრაგა.

ფსკერიხაპიას წყლიდან ამოღების შემდეგ საგდულებს აღებენ, ამოტანილი გრუნტის სინჯს გამოიღებენ და ხელსაწყოს შიგნითა სიღრუეს კარგად გამორეცხავენ.

ფსკერიხაპია *Dr*—0,025-ის წონა 13.2 კგ-ია.

დრაგა (ნახ. 155). დრაგა მარტივი აგებულების ხელსაწყოა, რომელიც შედგება ორი ნაწილისაგან: 1) ლითონის ჩარჩოსაგან და 2) გრუნტის შესაგროვებელი ტომარისაგან. დრაგას საყურეთი ამაგრებენ გვარლზე და წყალსატევის ფსკერიდან გრუნტის სინჯის შესაგროვებლად ნავიდან გადააგდებენ. ნავის ცურვის დროს დრაგა გადადგილდება ფსკერზე და ჩარჩოს გალესილი ნაპირებით ხვეტს ფსკერზე გრუნტის სინჯს, რომელიც ჩარჩოს ხვრელიდან იყრება ტომარაში. მუშაობის დროს გვარლი, რომელზედაც მიბმულია დრაგა, უნდა იყოს დაჭიმულ მდგომარეობაში. ნავის მოძრაობის დროს დრაგა რომ ფსკერს არ მოშორდეს, მის წინ, 3—4 მეტრის დაშორებით გვარლზე ჰკიდებენ ტკირთს. დრაგას წყლიდან ამოღების დროს ნავი უნდა იდგეს ხელსაწყოს ზევით. ფსკერზე შეგროვილ გრუნტის სინჯს გამოყრიან ტომრის ქვედა ნაწილიდან.

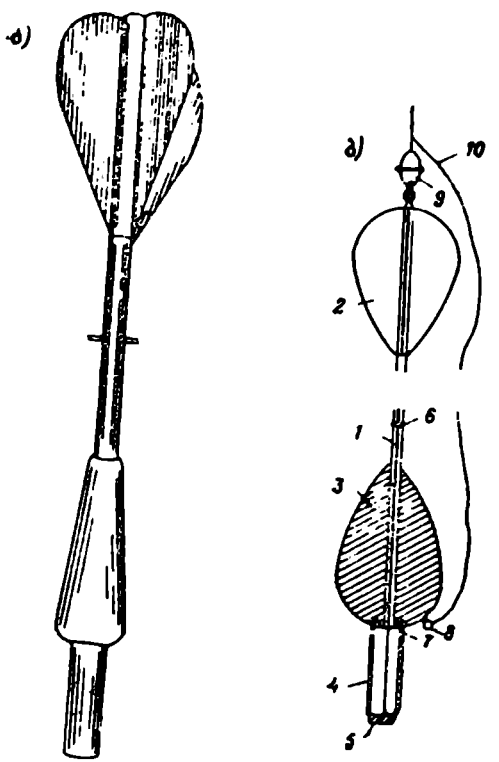


ნახ. 156. სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის ფსკერის ბურღი.

სტრუქტურის დაურღვევლად გრუნტის სინჯის ასაღები ხელსაწყოები. სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის ფსკერის ბურღის (ნახ. 156.) დანიშნულებაა პატარა და საშუალო მდინარეებიდან ქვიშიანი და ხრეშიანი ფსკერის ნალექების სინჯის ამოღება. ივი შედგება ორი ერთიმეორეში ჩადგმული, ქვევიდან ღია ფოლადის ცილინდრებისაგან. შიგა ცილინდრის დანიშნულებაა გრუნტის სინჯის აღება. გარეთა ცილინდრი წარმოადგენს ჰაერის ზარხუფს, რომელიც იცავს შიგა ცილინდრის მიერ აღებულ გრუნტის სინჯს გამორეცხვისაგან. ბურღის ფსკერზე დაწოლის დროს გარეთა ცილინდრი თავისუფლად გადაადგილდება ზევით და გრუნტში არ ჩადის. ბურღის

ამოღების დროს გარეთა ცილინდრი ზამბარების დაწოლის შედეგად დაიწევს ქვევით და დადგება პირვანდელ მდგომარეობაში. შიგნითა ცილინდრიდან გრუნტის სინჯს გამოიღებენ მილში მოთავსებული დგუშის დაწოლით.

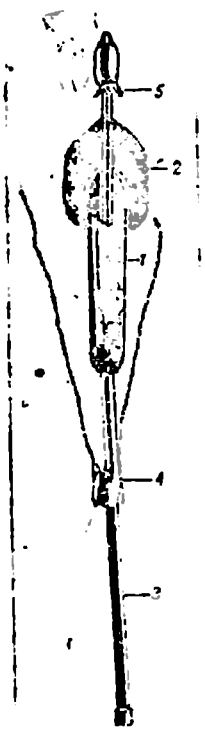
აპოლოვის ფსკერის ბურღის (ნახ. 157) დანიშნულებაა შედარებით დიდი სიღრმიდან გემის სვლის დროს აიღოს სინჯი ქვიშიან ან



ნახ. 157. აპოლოვის ფსკერის ბურღი. ა—გარეგანი სახე, ბ—მოწყობილობა.

ფხვიერი და რბილი ფსკერის ნალექებიდან. ხელსაწყო შედგება ფოლადის მილისაგან (1), რომელსაც ზედა ბოლოში აქვს სტაბილიზატორი (2), ბურღის წყალში ჩაშვების დროს მიმართულების მისაცემად, ხოლო ქვედა ბოლოზე გარსაცმის ფორმის ტვირთი (3), წონით 10 კგ-მდე. ტვირთის ქვედა პოლოზე მიმაგრებულია მჭრელი ფოლადის მილი (4), გრუნტის სინჯის ასაღებად. მილის სიგრძეა

12 სმ და დიამეტრი 4 სმ, მჭრელი მილის შიგნით მოთავსებულია დგუში სინჯის გამოსაგდებად. დგუშის ღერო გადის ლითონის მილის (1) შიგა ნახვრელში და ბოლოში აქვს სახელური (6), რომელიც გამოდის მილის გასწვრივი ხვრელიდან. საჭრელი მილიდან წყლის გამოსასვლელად სინჯის აღების დროს აქვს ხვრელი (7). ტვირთს ქვედა ბოლოზე აქვს რგოლი (8), ხოლო სტაბილიზატორზე არის რგოლი მომჭერი ზამბარებით (9), რომლითაც ეჭირება გვარლზე (10) დამაგრებულ რგოლში (8).



ნახ. 158. სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის გრუნტის სინჯის ასაღები მილი.

სინჯის აღების დროს ბურღს აგდებენ მცურავი გემის ცხვირიდან; როდესაც ბურღი მიაღწევს ფსკერს, საჭრელი მილი გრუნტში იჭრება და დგუში აიწევს ზევით. ბურღის ამოღების დროს გვარლი გაიჭიმება, რის გამოც ზამბარიანი რგოლი წყდება ზედა რგოლიდან და ბურღი გადაბრუნებულ მდგომარეობაში ამოაქვთ წყლიდან. სინჯს საჭრელი მილიდან იღებენ დგუშის დაწოლის საშუალებით.

სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის გრუნტის სინჯის ასაღებ მილებს (ნახ. 158) იყენებენ წვრილმარცვლოვანი და ლამიანი ფსკერის გრუნტის სინჯის ასაღებად დამდგარ წყალსატევებში, მდინარეულ წყალსაცავებში და მდინარის ისეთ უბნებში, სადაც მცირე სიჩქარეებია. სინჯის ასაღებად გვარლზე დაკიდებულ მილს გადაისვრიან წყალში. იგი იძირება ვერტიკალურ მდგომარეობაში ტვირთისა და ფრთების (სტაბილიზატორის) მოქმედებით.

ხელსაწყო შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: 1) ტვირთი (1) ფრთით (2); 2) მილი (3) სინჯის ასაღებად; 3) ბუნიკი (4).

მილი საშუალებას იძლევა ავიღოთ გრუნტის სინჯის 80 სმ სიგრძის სვეტი. მილის შიგნით მოთავსებულია დაჭრილი ცელულოიდის სადებები, რომლებიც ხელს უწყობენ სინჯის სტრუქტურის დაურღვეველად მილიდან გამოღებას და შემდეგ მის შენახვას. მილის (3) წყალში ჩაშვების წინ ბუნიკს (4) ორი ძეწკვის საშუალებით ჩამოკიდებენ კავებზე (5). გრუნტზე დაცემის დროს ძეწკვები სხლტებიან კავებიდან, ბუნიკი

მილით მისრიალებს ქვევით და ხურავს მილის ბოლოს გრუნტის სინჯის ზევით ამოღების დროს.

ფსკერის ნალექების გამოკვლევა შეიძლება ვაწარმოოთ ახალი ულტრაბგერების მეთოდით, რომელიც ბოლო დროს უკვე გამოიყენება წყლების გამოკვლევებში და ძალიან პერსპექტიულია; ამ მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა ქაღალდის ბაფთაზე მივიღოთ ავტომატური ჩანაწერები ფსკერის გრუნტის ფენობრივობის შესახებ, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს გამოკვლევების სამუშაო დროს.

§ 101. კალაპოტის დეფორმაციის შესწავლა

კალაპოტის დეფორმაციის შესწავლას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჩქერების რეჟიმის დახასიათებისათვის.

ჩქერებზე კალაპოტის ფორმირებას აქვს განსაზღვრული პერიოდულობა წყლის მაღალ და დაბალ დონეებთან დაკავშირებით. წყალდიდობის დროს ჭალაში გადადის წყალი, ნაკადის დინება კი მიემართება პირდაპირი გზით და ლექავს ძირითად კალაპოტს. წყლის დონეების დაცემის დროს მდინარე მიედინება წყალმცირობის ძირითად კალაპოტში და რეცხავს წყალდიდობის დროს მოტანილ დანალექ მასალას და გადააქვს ქვემოთ მდებარე მუხლში.

კალაპოტის დეფორმაციის შესწავლის მიზანია მოგვცეს კალაპოტის თანმიმდევრული ცვალებადობის სურათი მდინარის გამოსაკვლევი უბნისათვის და დაადგინოს კანონზომიერება, რომელსაც ემორჩილება ეს პროცესები.

ამ სახის სამუშაოები ძირითადად ტარდება სპეციალურად ორგანიზებულ კალაპოტის შემსწავლელ სადგურებზე, რომლებსაც ჩვეულებრივ აწყობენ მდინარეების ჩქერებიან უბნებზე.

კალაპოტების შემსწავლელი სადგურების გამოკვლევების პროგრამაში შეტანილ უნდა იქნეს საკითხების კომპლექსი, რომლებიც დაკავშირებული იქნება კალაპოტის წარმომშობ პროცესებთან[1]. ასეთ საკითხებს მიეკუთვნება:

1) კალაპოტის რელიეფის სისტემატური შესწავლა მიმდინარეობს გამოსაკვლევ უბანზე პერიოდულად აგეგმვის გზით და სიღრმეების გაზომვებით დამაგრებულ განივკვეთზე;

2) ჩქერის მდებარეობის უბანზე და მის ზედა და ქვედა მუხლებთან მდინარის სიჩქარეების რეჟიმის შესწავლა, ჭალის წყლით და-

[1] Н. А. Соломенцев, Гидрометрия, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1950, გვ. 327—329.

ბორების ხარისხის განსაზღვრა და მასთან დაკავშირებით კალაპოტში და ჭალაში წყლის დინების მიმართულების შესწავლა;

3) წყალზომითი დაკვირვების წარმოება და წყლის ზედაპირის დახრილობის განსაზღვრა;

4) წყლის ხარჯების გაზომვების წარმოება;

5) ატივნარებული და ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯების გაზომვა და ფსკერის ნალექი მასალის შესწავლა;

6) დაკვირვება ყინულოვანი მოვლენების რეჟიმზე;

7) მდინარის ზედა და ქვედა უბნების პერიოდული გამოკვლევა მათზე კალაპოტის ძირითადი ცვალებადობის განსაზღვრის მიზნით.

ამ საკითხების შესწავლისათვის წარმოებს სხვადასხვაგვარი სამუშაოები, რომელთა შესრულების მეთოდები გაშუქებულია შესატყვის თავებში, ამიტომ ქვემოთ მოგვყავს მხოლოდ კალაპოტის შემსწავლელი სადგურების ძირითადი სამუშაოების სახეების მოკლე დახასიათება.

უბნის აგეგმვა. მდინარის გამოსაკვლევ უბანზე წარმოებს პერიოდული აგეგმვა დადგენილი გეგმით და სიმაღლითი რეპერებით. აგეგმვის მასშტაბი შეირჩევა მდინარის სიდიდესა და გამოკვლევის საჭირო სიზუსტესთან დაკავშირებით; ჩვეულებრივად ჩქერების უბნების აგეგმვისათვის იღებენ 1 : 5000 მასშტაბს. გეგმაში უნდა შეიტანდეს: ძირითადი კალაპოტი, მეორეხარისხოვანი განტოტებები და მთლიანად ჭალა. ასეთი აგეგმვა წარმოებს წელიწადში ერთხელ, მდგრადი წყალმცირობის უმცირესი დონის დროს. გამოსაკვლევი მდინარის უბნის სხვადასხვა წლების გეგმების შედარება თვალსაჩინო წარმოდგენას იძლევა მდინარის კალაპოტის ფორმირების ცვალებადობაზე.

სიღრმეების გაზომვა. მდინარის გამოსაკვლევ უბანზე სიღრმეების გაზომვა წელიწადში წარმოებს რამდენჯერმე, მუდმივ დამაგრებულ განივკვეთებზე. გაზომვების ვადებს ადგენენ მდინარის წყლიანობის რეჟიმთან დამოკიდებულებით, მაგალითად, ვაკის მდინარეებისათვის: 1) მდინარეებზე ყინულების დნობის პერიოდში; 2) გაზაფხულის წყალდიდობის პიკის გავლის დროს; 3) გაზაფხულის წყალდიდობის დაცემის შემდეგ; 4) წყალმცირობის უმცირესი დონის დასაწყისის შემდეგ. გარდა ამ გაზომვებისა, სიღრმეების გაზომვები ტარდება ჩქერის თხემზე ყოველ 5—10 დღის შემდეგ, 3—5 საკონტროლო კვეთის მიხედვით. კვეთებს შორის მანძილი დადგინდება დაახლოებით მდინარის სიგანის 1/50 ნაწილი. ცალკეული განივკვეთების სიღრმეების გაზომვების შედეგებს დაიტანენ შეთავსებით პროფილზე, რომლის განხილვაც გვიჩვენებს თანმიმდევრულად კალაპოტის ცვალებადობის ხარისხს, რომელიც შეიძლება გამოისა-

ხოს რიცხობრივად, ცოცხალი კვეთის ფართობის გამოთვლით ან ნატანი მასალის მოცულობის ნაზრდით.

დაკვირვება ნაკადის მიმართულებაზე წელიწადში წარმოებს რამდენჯერმე, ზედაპირული ტივტივების საშუალებით. ამ დროს ყველაზე უფრო საინტერესოა ჭალაში გადასული წყლის დინების მიმართულების დადგენა. თუ დინების ზედაპირული და სიღრმის სიჩქარეები არ შეესატყვისება მიმართულებას, აუცილებლად უნდა ჩატარდეს დაკვირვება აგრეთვე დინების მიმართულებაზე სხვადასხვა სიღრმეებში, ასეთ გაზომვებს აწარმოებენ სიღრმითი ტივტივების, ტრიალების ან ბიფილიარული საკიდის გამოყენებით.

ნატან მასალაზე დაკვირვება წარმოებს იმ მიზნით, რომ განსაზღვრონ ნატანი მასალის ბალანსი ჩქერის მდებარეობის ზონაში. რომ შეისწავლონ ნატანი მასალის გადაადგილების ხაიათი მდინარის გამოსაკვლევ უბანზე, ამისათვის ნატანი მასალის ხარჯებს ზომავენ რამდენიმე კვეთზე, ზედა მუხლის დასასრულთან, ჩქერის თხემთან და ქვედა მუხლის დასაწყისთან. ამ გაზომვების შედეგებით შეიძლება დადგინდეს კალაპოტის ფორმირება.

მეთერთმეტე თავი

ნატანი მასალის და ფსკერის ნალექების სინჯების ლაბორატორიული დამუშავება

§ 102. ზოგადი შენიშვნები

ნატანი და ფსკერის ნალექების სინჯების ლაბორატორიული დამუშავება წარმოებს სინჯში ნალექების რაოდენობრივი (წონითი) და გრანულომეტრიული (მექანიკური) შედგენილობის განსაზღვრის მიზნით. გარდა ამისა, ზოგიერთ აუცილებელ შემთხვევაში წარმოებს ჰიგროსკოპიული ტენის, აგრეთვე კუთრი წონისა და მოცულობითი წონის განსაზღვრაც.

ნატანი და ფსკერული ნალექების სინჯების ლაბორატორიულ დამუშავებას საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტსამსახურის ჰიდროლოგიურ ლაბორატორიაში ჩვეულებრივ ორი ხერხით აწარმოებენ:

სინჯების პირველადი დამუშავება წარმოებს უშუალოდ საგუშაგოებზე, საველე ლაბორატორიებში, ხოლო მეორადი დამუშავება — ჰიდროლოგიური სადგურების სტაციონარულ ლაბორატორიებში.

სინჯის პირველად დამუშავებაში შედის ნატანი მასალის წყლიდან გამოყოფა და გაშრობა. მეორადი დამუშავების დროს კი სინჯში ნატანი მასალის რაოდენობრივი (წონითი) განსაზღვრა, ნატანი მასალის და ფსკერული ნალექების შედგენილობის დაყოფა სიმსხოს მიხედვით, მოცულობის, ჰიგროსკოპიული ტენის და კუთრი წონის განსაზღვრა.

§ 103. სინჯის პირველადი დამუშავება

სინჯის დალექვის ხერხი. ნატანი მასალის დასალექად იყენებენ სამლიტრიან გამჭვირვალე მინის ბოთლს, და აგრეთვე მრგვალი ან კონუსური ფორმის გამჭვირვალე მინის ჭურჭელს არანაკლებ 10 სმ-ის დიამეტრისა. ჭურჭელზე აკრავენ იარლიყს სინჯის ნომრით და სხვა საჭირო წარწერებით; სალექავ ჭურჭლებს დგამენ ჰორიზონტალურად თაროზე, იმ-ე, რომ დაცული იქნეს მზის სხივებისაგან და მტვრისაგან.

დალექვის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ნატანის მასალის სიმსხოზე, ჰურჭელში წყლის სიმაღლეზე და წყლის ტემპერატურაზე. რამდენადაც წვრილია ნაწილაკები, იმდენად მცირეა მათი ჰიდრავლიკური სიმსხო და დიდი დრო სჭირდებათ დასალექად. რამდენადაც დიდია წყლის ფენის სიმაღლე ჰურჭელში, იმდენად დიდია დალექვის ხანგრძლივობა.

დალექვის დრო განისაზღვრება როდესაც 0,0005 მმ დიამეტრის ნაწილაკები დაილექება მთლიანად, წყლის ტემპერატურის 15°-ის დროს სინჯის დალექვის ხანგრძლივობა გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით.

$$t = 0{,}4\ hk \qquad (149)$$

სადაც t არის დალექვის ხანგრძლივობა დღეღამობით, h— წყლის სვეტის სიმაღლე ჰურჭელში სანტიმეტრობით; k არის კოეფიციენტი, რომლითაც ითვალისწინებენ ტემპერატურის სხვადასხვაობით გამოწვეულ წყლის სიბლანტეს. იგი განისაზღვრება 30-ე ცხრილის მიხედვით

ცხრილი 30

წყლის ტემპერატურა C^0	40	30	25	15	12	10	6
K კოეფიციენტი	0,58	0,70	0,78	0,88	1,00	1,08	1,30

წყლის ტემპერატურას იღებენ შენობაში ჰაერის ტემპერატურის ტოლს. სინჯის დალექვის ხანგრძლივობა დღეღამეში შეიძლება განისაზღვროს 31-ე ცხრილის მიხედვით, რომელიც გაანგარიშებულია ზემოაღნიშნულ (149) დამოკიდებულების მიხედვით.

ცხრილი 31

წყლის ფენის სიმაღლე მმ-ებით	წყლის ტემპერატურა t^0							
	40—30	30—25	25—20	20—15	15—12	12—9	9—7	7—5
44—40	12	13	15	16	18	20	21	23
39—35	10	12	13	14	16	17	19	20
34—30	9	10	11	12	14	15	16	17
29—25	7	8	9	10	11	12	13	14
24—20	6	7	8	8	10	11	11	10
19—15	5	5	6	6	7	8	8	9
14—10	3	4	4	4	5	5	6	6

წყლის სიმღვრივის განსაზღვრისათვის სინჯში ნატანი მასალის დალექვის დასაჩქარებლად, 200 გრ/მ³-ზე მეტი სიმღვრივის დროს და-

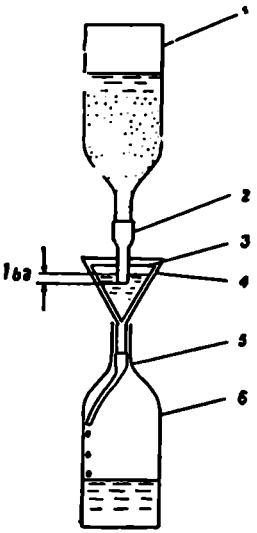
საშვებია ნატანი მასალის კოაგულირება (შედედება), რისთვისაც სინჯს დაუმატებენ 20%-იან ქიმიურად სუფთა ქლორიანი კალციუმის ხსნარს, იმ ანგარიშით, რომ 1 მლ მოდიოდეს სინჯის 100 მლ-ზე. კოაგულაციის დროს დალექვის ხანგრძლივობა ორ-სამჯერ მცირეა, მაგრამ მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ნატანი მასალის კოაგულაცია რთულია და დამოკიდებულია მრავალ მიზეზებზე და ამიტომ მას ყოველთვის არ იყენებენ, რადგან დალექვა შეიძლება დამუხრუჭებულ იქნეს: ნატანში წვრილი კოლოიდური ზომის ნაწილაკების (<0,001 მმ) არასაკმარისი რაოდენობის არსებობით, ორგანული ნივთიერებების არსებობით, სინჯის წყლის დაბალი ტემპერატურით და სხვა მიზეზებით.

დალექვის შემდეგ გაწმენდილ წყალს ბოთლიდან სიფონის საშუალებით გადმოასხამენ, ხოლო დარჩენილ წყალს დალექილ მასალასთან ერთად შეანჯღრევენ და სუფთა ბოთლში გადაასხამენ. თუ სინჯი აღებული იყო ნატანი მასალის ნაწილაკების სიმსხოს განსაზღვრისათვის, მაშინ ბოთლს თავს დაუცობენ და საცობზე პარაფინს ან ლუქს დააცხამენ (სინჯის კონსერვაციისათვის სასარგებლოა დაუმატონ 10%-იანი ფორმალინის ხსნარის რამოდენიმე წვეთი) და სხვა სინჯებთან ერთად აგზავნიან ლაბორატორიაში; თუ სინჯი აღებული იყო სიმღვრივის განსაზღვრისათვის, მაშინ სუფთა დაწმენდილი წყლის გადმოსხმის შემდეგ სინჯს ტოვებენ გასაფილტრად.

სინჯის გაფილტვრის ხერხები. წყლიდან ნატანი მასალის გამოყოფა გაფილტვრით წარმოებს უფრო სწრაფად, ვიდრე დალექვის ხერხით. იყენებენ აგრეთვე ავტომატური გაფილტვრის და წნევის ქვეშ გაფილტვრის ხერხებსაც. წყლიდან ნატან მასალას გამოყოფენ წინასწარ გამზადებულ, სტაციონარული ლაბორატორიიდან გამოგზავნილ უნაცრო ქაღალდის ფილტრზე. სტაციონარულ ლაბორატორიაში ფილტრს წინასწარ წონიან და თითოეულ მათგანზე უბრალო ფანქრით აწერენ ნომერს. წყლის თითოეული სინჯი ცალკეულ ფილტრზე იფილტრება. სინჯში ნატანი მასალის დიდი რაოდენობით შემცველობის დროს შეიძლება იგი რამოდენიმე ფილტრზე გაიფილტროს.

ავტომატური გაფილტვრის ხერხი. ავტომატურ გაფილტვრას მიმართავენ იმ შემთხვევებში, როდესაც სინჯის მოცულობა 1 ლიტრს არ აღემატება. გაფილტვრა ასე მიმდინარეობს: სინჯიან ბოთლს აყენებენ გადაბრუნებული სახით ძაბრის ზევიდან (ნახ. 159), ბოთლის თავს სძირავენ ძაბრზე წყალში; ძაბრის ქვეშ შეუდგამენ ბოთლს გაფილტრული წყლის შესაგროვებლად. როდესაც სინჯის გარკვეული რაოდენობის წყალი ძაბრიდან გაიფილტრება და წყლის დონე ძაბრ-

ში ქვევით დაიწევს, სინჯიან ბოთლში შევა ჰაერის ბუშტუკები და ბოთლიდან გამოდევნის წყლის შესატყვის მოცულობას, რომელიც ჩაისხმება ძაბრში და აღადგენს პირველდაწყებით დონეს. ამ დროს გაფილტვრა წარმოებს მუდმივი წნევის ქვეშ და აღარ საჭიროებს ზედამხედველობას.



ნახ. 159. ავტომატური გაფილტვრა.
1—ბოთლი წყლის სინჯით: 2—რეზინის ბუნიკი; 3—ქაღალდის ფილტრი; 4 — ძაბრი; 5 — ძაბრზე რეზინის ბუნიკი; 6 — გაფილტრული წყლის შესაგროვებელი ბოთლი.

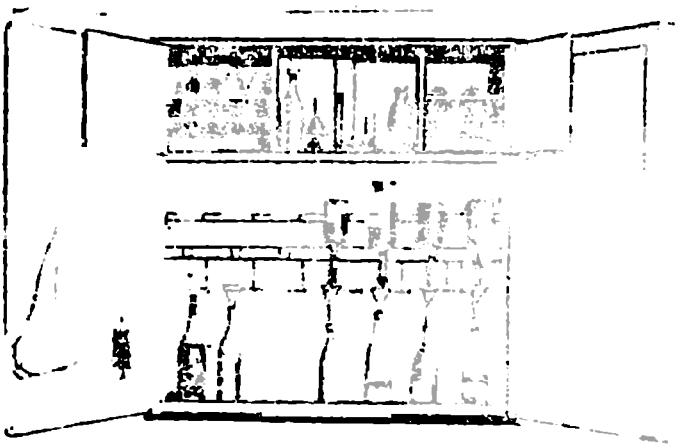
ავტომატური გაფილტვრისათვის აკეთებენ სპეციალურ კარადას (ნახ. 160); ამავე კარადაში წარმოებს ნატანმასალიანი ფილტრის გაშრობა და აგრეთვე ინახება მოწყობილობა და მასალები, რომლებიც აუცილებელ საჭიროებას წარმოადგენს გაფილტვრის დროს.

ავტომატური ხერხით გაფილტვრის დროს ფილტრი ძაბრში ჩადებამდე აუცილებლად უნდა დასველდეს სუფთა წყლით, რომ ფილტრის ქაღალდი უკეთესად მიეკრას ძაბრის კედლებს და გაფილტვრისათვის უზრუნველყოფილ იქნეს ფილტრის მთელი ზედაპირი. თუ იფილტრება სინჯი წვრილი ნატანი მასალით, მაშინ რეკომენდებულია სინჯში ჩაასხან ქლორიანი კალციუმის ხსნარი, იმ ანგარიშით, რომ 100 მლ სინჯზე 1 მლ ხსნარი მოდიოდეს.

ნატანმასალიანი ფილტრის გაშრობა პირველად წარმოებს ძაბრებში საფილტრავი კარადის მარცხენა ზედა განყოფილებაში. შემდეგ ფილტრს საბოლოოდ უძაბროდ აშრობენ; ამისათვის მათ გადაიტანენ კარადის მარჯვენა ზედა განყოფილებაში. გაშშრალ ფილტრებს ალაგებენ, ისე, რომ ნატანი დალექილი მასალა იყოს მოქცეული შიგნით და მასა არ შეეძლოთ იქიდან გამოცვენა, ხოლო ფილტრის ნომერი გარედან უნდა ჩანდეს; ასეთი სახით დალაგებულ ფილტრებს აწყობენ პერგამენტის კონვერტში და აგზავნიან ლაბორატორიაში ასაწონად (თითოეული ფილტრი უნდა ჩაიდოს ცალკეულ კონვერტში).

სინჯის წნევის ქვეშ გაფილტვრა გამოიყენება სამუშაოს სწრაფად შესრულებისათვის, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ექსპედიციურ პი-

რობებში. სინჯის წნევის ქვეშ გაფილტვრის ხერხი დაამუშავა ე. კუპრინამ, რომლის ხელსაწყო ნაჩვენებია 161-ე ნახაზზე. ამ ხელსაწყოს საფილტრავ კამერაში (1) წნევას ადიდებენ ჰაერის დაჭირხვნის საშუალებით. 1 ლიტრი მოცულობის წყლის სინჯს ასხამენ მინის ბალონში (2), რომელიც მონტირებულია საფილტრავი კამერის სა-

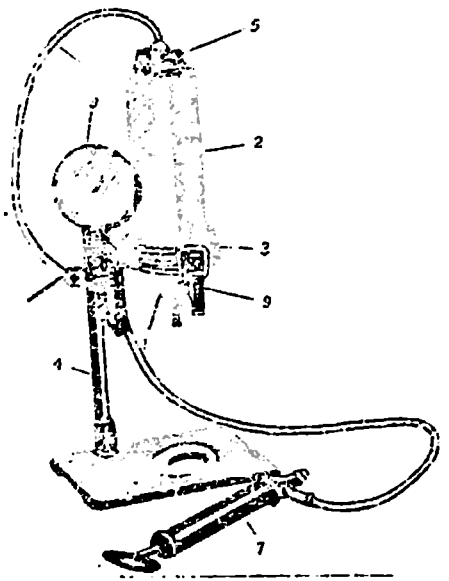


ნახ. 160. კარადა ნატანმასალიანი სინჯის ავტომატური გაფილტვრისათვის.

ხურავში (3). ბალონი და საფილტრავი კამერა სახსარისა და კრონშტეინის საშუალებით მიმაგრებულია სადგარზე (4). ბალონის ზედა ნაწილში ხვრელი იხურება სახურავით (3), მილყელით (5), რომელთანაც შეერთებულია რეზინის მილი (6). ბალონში ჰაერს ჭირხნიან ხელის ტუმბოთი (7). ჰაერის მიწოდების რეგულირებისათვის და წნევის სიდიდეზე დაკვირვებისათვის ხელსაწყო აღჭურვილია მანომეტრით (8).

სინჯის გაფილტვრა წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით: ხსნიან მომჭერს (9), ბალონს სახსარზე გადახრიან და სუფთა წყლით გამორეცხავენ. ძაბრის ბადეზე ადებენ წინასწარ წყლით დასველებულ ფილტრს. შემდეგ ბალონს დააყენებენ თავის ადგილზე და დაამაგრებენ მოჭერით. ახდიან ბალონის ზედა სახურავს, მასში წყლის სინჯს ჩაასხამენ და სახურავს ბოლომდე დაახრახნიან. ბალონში დაჭირხნული ჰაერის წნევით დაიწყება დაჩქარებული ფილტრაციის პროცესი. სინჯის გაფილტვრის სიჩქარე დამოკიდებულია წნევის

სიდიდეზე, წყლის სიმღვრივეზე და ნატანი მასალის ხასიათზე. 50 გრ/მ³-ზე ნაკლები სიმღვრივისას წვრილი ლამის ნაწილაკების არარსებობისას და დამატებითი წნევით 0,5—1,0 ატმოსფეროს სიდიდით 6 ლიტრამდე მოცულობის სინჯის გაფილტვრა 15—20 წამს გრძელ-



ნახ. 161. ვ. ს. კუპრინას ხელსაწყო სინჯის წნევის ქვეშ გაფილტვრისათვის.

დება. 200 გრ/მ³ სიმღვრივის ფარგლებში და წვრილი ნატანი მასალის დროს გაფილტვრის ხანგრძლივობა 1 ლიტრი მოცულობის სინჯისა იზომება ააათობით და ამიტომ ასეთ შემთხვევაში უფრო მიზანშეწონილია ავტომატური გაფილტვრა. 2—3 ატმოსფეროს წნევის ქვეშ გაფილტვრის დროს აუცილებელია დაცული იქნეს სიფრთხილე, რომ ხელსაწყო არ გაფუჭდეს. არ უნდა დავუშვათ ბალონზე დარტყმა. 3 ატმოსფეროზე მეტად წნევის გადიდება დაუშვებელია.

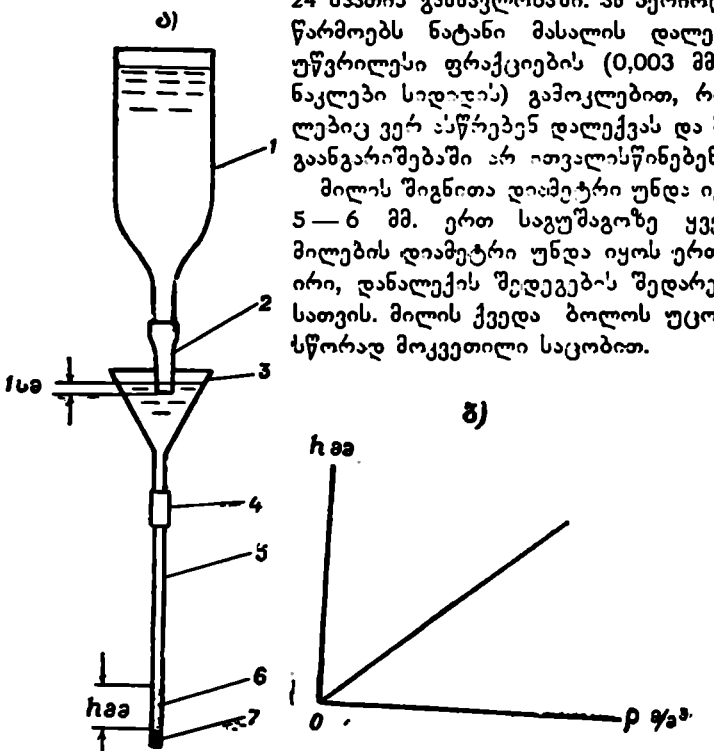
გაფილტრული წყალი ჩაედინება შუშის ქილაში. წყლის პირველი ჯერები შეიძლება იყოს მღვრიე, ამიტომ, როგორც კი გამოჩნდება სუფთა წყალი, მღვრიე წყალს აბრუნებენ ბალონში, რისთვისაც ბალონში უნდა შემცირდეს წნევა ატმოსფერულ წნევამდე. გაფილტვ-

რის დამთავრების შემდეგ ბალონის შიგნითა კედლებს ჩამორეცხავენ ნარჩენი ნატანი მასალის გაფილტვრისათვის .

სინჯის სიმღვრივის განსაზღვრა მილებში დღეღამური დალექვის გზით. ეს ხერხი გამარტივებულია და ძირითადად დამყარებულია მილში დღე-ღამის განმავლობაში ნალექი მასალის ფენის სიმაღლესა და სინჯის საშუალო სიმღვრივის სიდიდეს შორის კავშირზე. მოცემული ხერხის გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს მუშაობის მოცულობას, რადგან ფილტრი გაშრობას და აწონვას არ საჭიროებს.

სიმღვრივეზე თითოეულ აღებულ სინჯს, საგუშაგო შენობაში ნატანი მასალის დალექვისათვის მუშის მილებში აყენებენ დაზგაზე 24 საათის განმავლობაში. ამ პერიოდში წარმოებს ნატანი მასალის დალექვა, უწვრილესი ფრაქციების (0,003 მმ-ზე ნაკლები სიდიდის) გამოკლებით, რომლებიც ვერ ასწრებენ დალექვას და მათ გაანგარიშებაში არ ითვალისწინებენ.

მილის შიგნითა დიამეტრი უნდა იყოს 5—6 მმ. ერთ საგუშაგოზე ყველა მილების დიამეტრი უნდა იყოს ერთნაირი, დანალექის შედეგების შედარებისათვის. მილის ქვედა ბოლოს უცობენ სწორად მოკვეთილი საცობით.



ნახ. 162. მილებში დღეღამური დალექვის ხერხი.
ა—დანადგარი დალექვისათვის: 1—ბოთლი სინჯით; 2—რეზინის მილი, 3—ძაბრი, 4—რეზინის მილი, 5—შუშის მილი, 6—დალექილი ნატანი მასალის ფენა, 7—საცობი, ბ—ნატანი მასალის ფენის სიმაღლესა და საშუალო სიმღვრივეს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი.

ბოთლს სინჯით ამაგრებენ დაზგაზე ყელით ქვევით, ისე როგორც ავტომატური ფილტრაციის დროს და ნატანი მასალა ილექება მილში (ნახ. 162). დალექვის დამთავრების შემდეგ მილში ზომავენ დალექილი მასალის სიმაღლეს 1 მმ-მდე სიზუსტით.

დიდი სიმღვრივის შემთხვევაში, როდესაც დანალექი გაავსებს მილს და დალექვა იწყება ძაბრში, იღებენ მეორე მილს, სადაც ძაბრიდან გადაასხამენ ნატან მასალას. მოცემული სინჯისათვის იღებენ საერთო სიმაღლეს ყველა მილებში დალექილი ნატანი მასალის სიმაღლეების შეჯამებით. მცირე სიმღვრივის დროს, როდესაც მილებში ნატანი მასალის ნალექის ფენის სიმაღლე 2 მმ-ზე ნაკლებია, აწარმოებენ ცალკეული სინჯების ჯამურ დალექვას ერთ მილში რამდენიმე დღე-ღამის განმავლობაში.

სინჯების სიმღვრივეების მნიშვნელობებს განსაზღვრავენ ნატანი მასალის ნალექი ფენის სიმაღლესა და საშუალო სიმღვრივეს შორის დამოკიდებულების გრაფიკის მიხედვით (ნახ. 162 ბ).

მილებში ნატანი მასალის ფენის სიმაღლის სინჯის საშუალო სიმღვრივესთან კავშირის დასამტკიცებლად წარმოებს საკონტროლო სიმღვრივეების განსაზღვრა წელიწადში 12—18-ჯერ; 1—2-ჯერ ზამთარში, 4—6-ჯერ წყალდიდობის პერიოდში და 2—4-ჯერ ზაფხულში და შემოდგომაზე. მდგრადი კავშირის დროს საკონტროლო სიმღვრივეების განსაზღვრის რიცხვი შეიძლება შემცირდეს.

§ 104. სინჯის დამუშავება სტაციონარულ ლაბორატორიაში

სტაციონარულ ლაბორატორიებში სრულდება ნატანი მასალისა და ფსკერის ნალექის სინჯების მეორადი დამუშავების ყველა ოპერაცია: სინჯში ნატანი მასალის წონითი რაოდენობის განსაზღვრა, ნატანი და ფსკერის ნალექის შედგენილობისა და ნაწილაკების სიმსხოს მიხედვით განსაზღვრა. აგრეთვე საზღვრავენ კუთრ და მოცულობით წონას და ჰიგროსკოპიულ ტენიანობასაც.

სინჯში ნატანი მასალის რაოდენობას საზღვრავენ ლაბორატორიაში საგუშაგოდან მოსულ ნატანმასალიანი ფილტრის აწონის გზით. აწონის წინ ფილტრს ათავსებენ ბიუქსში და დებენ თერმოსტატში, სადაც ახდილი სახურავით აჩერებენ 5 საათის განმავლობაში 105 — 110° ტემპერატურის დროს. ექსიკატორში გაცივების შემდეგ ფილტრს ნატანი მასალით წონიან ანალიზურ სასწორზე 0,0001 გრ-ის სიზუსტით. სინჯში ნატანი მასალის წონა მიიღება საერთო წონიდან ფილტრის წონის გამოკლებით.

საჭიროების დროს წარმოებს ორგანული ნატანი მასალის წონის განსაზღვრაც. ამ შემთხვევაში ყველა ფილტრებს ნატანი მასალით

წონიან ორჯერ. აწონის შემდეგ ფილტრებს ნატანი მასალით ათავსებენ წინასწარ გამომწვარ და აწონილ ფაიფურის ტიგელებში და ახურებენ (გავარვარებამდე) 1,0 — 1,5 საათის განმავლობაში. ნაცრიან ტიგელს აცივებენ ექსიკატორში და წონიან. მიღებულ წონასა და ტიგელის წონას შორის სხვაობა იძლევა ნატანი მინერალური მასალის წონას, ხოლო თუ მასას გამოვაკლებთ პირველდაწყებითი (ტიგელის გავარვარებამდე) ნატანი მასალის წონას, მიიღება ორგანული ნივთიერების წონა. თუ ფილტრის ნაცრიანობა 0,0001 გრ-ზე მეტია, მაშინ მას უნდა გამოაკლდეს ტიგელში დარჩენილი ნაცრის წონა.

სინჯში ფსკერული ნატანი მასალის რაოდენობა განისაზღვრება ჰაერზე გამშრალ მდგომარეობაში, ქიმიურ ტექნიკურ სასწორზე აწონის გზით 0,01-ის სიზუსტით. აწონა წარმოებს ფაიფურის ფინჯანში: ფსკერული ნატანი მასალის წონა მიიღება, თუ ნატანმასალიანი ფინჯნის წონას გამოვაკლებთ ცარიელი ფინჯნის წონას.

ნატანი და ფსკერის ნალექი მასალის სიმსხოს განსაზღვრა. ნატანი და ფსკერის ნალექების დაყოფა ფრაქციებად სიმსხოს მიხედვით ძირითადად დაფუძნებულია მექანიკურ და ჰიდრავლიკურ პრინციპებზე.

მექანიკური პრინციპის ძირითადი მეთოდებია: 1) ნაწილაკის (ბზხვილის) უშუალოდ გაზომვა; 2) ნაწილაკების გაცრა ცხავზე და საცერზე; 3) ა. ვ. კარაუშევის მიკროფოტოგრაფიული მეთოდი.

ჰიდრავლიკური პრინციპის ძირითადი მეთოდებია: 1) ფრაქციომეტრიული და 2) პიპეტური მეთოდები.

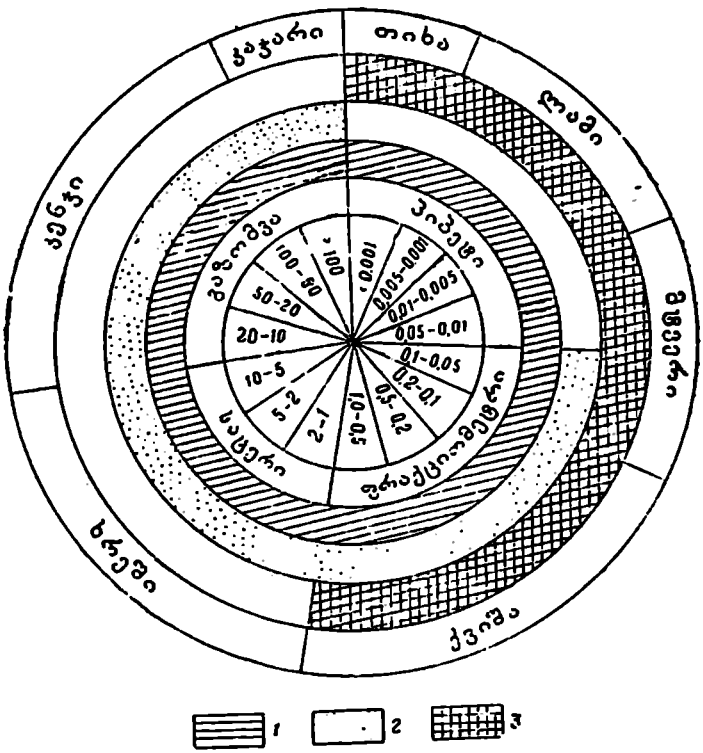
სხვადასხვა მეთოდების გამოყენება დამოკიდებულია ნაწილაკების სიმსხოზე და ნატანი მასალის სახეობაზე. ნაწილაკების სიმსხოზე დამოკიდებული ანალიზის გამოსაყენებელი მეთოდები ნაჩვენებია 163-ე ნახაზზე.

სიმსხოს მიხედვით სინჯის სხვადასხვაგვარობისათვის გამოიყენება კომბინირებული მეთოდები. მაგალითად, პიპეტა-ფრაქციომეტრის, საცერი-ფრაქციომეტრის, გაზომვა-საცრის-ფრაქციომეტრის მეთოდი და სხვ.

ანალიზის წარმოებისათვის საჭიროა სინჯის განსაზღვრული წონა, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია გამოყენებულ მეთოდზე. საცრის მეთოდის და საცერ-ფრაქციომეტრის გამოყენების დროს სინჯის წონა უნდა იყოს: ერთნაირი სიმსხოს ქვიშის ნაწილაკებისთვის 100—150 გ., ქვიშნარ-ხრეშნარისათვის 300—500 გრამი, ქვიშნარ-ხრეშნარ-კენჭნარისათვის 1—2 კგ: ხოლო ფრაქციომეტრიული მე-

თოდით ანალიზის დროს 2—0,5 კგ; პიპეტის და პიპეტო-ფრაქციომეტრის მეთოდით ანალიზის დრო—3—2 გრამი.

ფსკერის ნალექების ანალიზისათვის სინჯის წონას იღებენ უფრო დიდი რაოდენობით, რაც აუცილებელია გარდა ნაწილაკების სიმსხ-



ნახ. 163. ნაწილაკების სიმსხოზე დამოკიდებული ანალიზის გამოსაყენებელი მეთოდები.
1—ფსკერის ნალექები, 2—ფსკერული ნატანი მასალა, 3—ატივნარებული ნატანი მასალა.

ოს განსაზღვრისა, ნალექი მასალის კუთრი წონის, მოცულობითი წონის და ჰიგროსკოპიული ტენის განსაზღვრისათვის. წვრილი ფრაქციების (0,1 მმ-ზე ნაკლები) სიჭარბის დროს სინჯის წონას იღებენ 10 გ-მდე, 0,1—1 მმ დიამეტრის ნაწილაკების სიჭარბის დროს

100 გ-მდე; 1 მმ-ის დიამეტრის დროს — 200 გ-მდე, ხოლო 10 მმ-ის დიამეტრის ნაწილაკების დროს—300 გ-მდე.

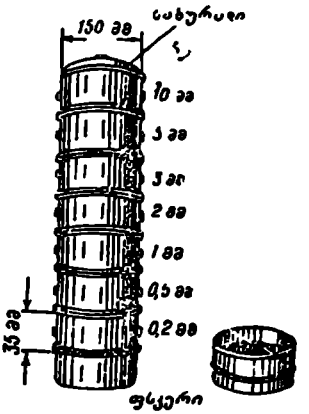
თუ ნატანი მასალისა და ფსკერის ნალექის წონა სინჯში აღემატება ანალიზისათვის აუცილებელ საჭირო წონას, მაშინ, როგორც წესი, მისგან იღებენ მხოლოდ ნაწილს, ე. წ. „საშუალო სინჯს". მსხვილმარცვლოვანი გრუნტისათვის საშუალო სინჯის შერჩევა წარმოებს ოთხად გაყოფით, რისთვისაც მთელ სინჯს წინასწარ დაქუცმაცებენ და ჰაერზე გააშრობენ, შემდეგ გულდასმით ერთმანეთში აურევენ და კონუსის მსგავსად შეაგროვებენ და ნიჩბით ოთხ ნაწილად გაყოფენ. თუ სინჯის წონის კიდევ უფრო მცირე ნაწილი ესაჭიროებათ, მაშინ მიღებული სინჯის მეოთხედს კიდევ იმავე ხერხით ოთხად გაყოფენ და ა. შ., წვრილმარცვლოვანი ნატანი მასალის (0,2 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრით) საშუალო სინჯის შერჩევა შემდეგნაირად წარმოებს: დაქუცმაცებულ და გაშრალ მასალას წინასწარ ერთმანეთში აურევენ, ქაღალდის ფურცელზე თანაბრად გაშლიან, შემდეგ ნატანი მასალის გაშლილ ფენას ექვს ან რვა ნაწილად ყოფენ, თითოეული ნაწილიდან იღებენ დაახლოებით ერთნაირი რაოდენობის ნატან მასალას, ერთმანეთში შეურევენ და ამით იღებენ საშუალო წონას ანალიზისათვის.

ანალიზი ცხვრებზე და საცრებზე. თუ სინჯში ჭარბობს 10 მმ-მდე სიმსხოს ნაწილაკები, მაშინ ანალიზს ცხვრებზე აწარმოებენ. თუ ცხვრები არ აქვთ, მაშინ 10, 20, 50, 100 მმ ნაწილაკების სიმსხოს რგოლოვანი ყალიბის საშუალებით ან დანაყოფიანი ბაფთის საშუალებით საზღვრავენ, რისთვისაც ბაფთით ზომავენ ნაწილაკის სამ გარშემოწერილობას და საშუალო დიამეტრის სიგრძეს გამოიანგარიშებენ. ერთნაირი საშუალო დიამეტრის ფრაქციებს აჯგუფებენ და წონიან ტექნიკურ სასწორზე. სინჯის საერთო წონას ანგარიშობენ ცალკეული ფრაქციების წონილების შეჯამებით.

საცრებზე ნაწილაკების სიმსხოს განსაზღვრის ანალიზის დაწყების წინ სინჯს კარგად გააშრობენ. თუ ქვიშიანი, კენჭნარ-ხრეშიანი ნატანი მასალის და ფსკერის ნალექები დაფარულია თიხის თხელი ფენით, ხელით გაწმენდენ, ხოლო თუ ნატანი მასალის და ფსკერის ნალექების ნაწილაკები დაფარულია თიხის ან წმინდა ნატანი მასალის თხელი ფენით, მათ დაასველებენ თავის მოცულობაზე ორჯერ მეტი გამოხდილი წყლით და სველ მდგომარეობაში ინახავენ ერთი დღეღამის განმავლობაში. შემდეგ რეზინის ფილთაქვით გაქნიან ფაიფურის ფინჯანში, ამით სინჯის ნაწილაკებს აშორებენ 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებს. ასეთი წვრილი ნაწილაკების წონის რაოდენობას ცალკე არ ანგარიშობენ და უმატებენ იმ ნაწილაკების

წონას, რომელთა სიმსხო 0,5 მმ-ზე ნაკლებია, რომელიც განისაზღვრება სინჯის პირველდაწყებითი წონისა და ფრაქციომეტრზე გამოყოფილი ფრაქციების ჯამური წონის სხვაობის მიხედვით.

ქვიშიანი ნატანი მასალის და ფსკერის ნალექების გარეცხილ ნაწილაკებს აშრობენ, ცალკეულ კოშტებს დაფხვნიან და შეუდგებიან სინჯის საცრულ ანალიზს. სინჯს წონიან ტექნიკურ ქიმიურ სასწორზე 0,01 გ-ის სიზუსტით. ნატანი მასალის და ფსკერის ნალექების სინჯებს ჰყოფენ ფრაქციების მიხედვით, ისეთ აწყობილ საცრებში გაკრის საშუალებით, რომელთაც აქვთ სხვადასხვა დიამეტრის ნაჩვრეტები (ნახ. 164). საცრებით აწყობილი სვეტი ზევიდან და ქვევიდან დახურულია ყრუ სახურავით. აწყობილ საცრებს აქვს სხვადასხვა დიამეტრი. ზევიდან ქვევით ნაჩვრეტების დიამეტრი თანდათან მცირდება.



ნახ. 164. აწყობილი საცრები.

ასე მაგალითად, ზედა საცრის ნაჩვრეტების დიამეტრი უდრია 10 მმ-ს, მის ქვევით 5, 2, 1 და ბოლოს უკანასკნელი საცრის ნაჩვრეტების დიამეტრი 0,5 მმ ტოლია. გაკრა წარმოებს ერთბაშად საცრების მთელ სვეტში.

საცრებში გატარებული სინჯი უკვე დაყოფილი იქნება ფრაქციების მიხედვით: სიმსხოთი 10 მმ-ზე მეტი, 10—5 მმ-მდე, 5—2 მმ-მდე, 2—1 მმ-მდე და 1—0,5 მმ-ზე ნაკლები. თითოეულ საცერზე დარჩენილი მასალა გადააქვთ ფაიფურის ფინჯანში; საცერი აუცილებლად უნდა გაისინჯოთ დაკაკუნებით, რომ ნაწილაკები არ დარჩეს საცრის ნაჩვრეტებში. შემდეგ ფინჯანს მასალით ტექნიკურ ქიმიურ სასწორზე წონიან 0,01 გ-ის სიზუსტით. მასალიანი ფინჯნის მთელ წონას აკლებენ ცარიელი ფინჯნის წონას და ღებულობენ ნატანი მასალის ან ფსკერის ნალექის სინჯის ფრაქციის წონას. ცალკეული ფრაქციების ჯამური წონა ტოლი უნდა იყოს სინჯის საერთო წონისა, მაგრამ გაცრის დროს მტვრის დაკარგვის გამო ფრაქციების ჯამური წონა ნაკლები იქნება სინჯის საერთო წონაზე. ამიტომ ფრაქციების წონის დანაკარგს ან ფრაქციების საერთო წონასა და სინჯის საერთო

წონას შორის სხვაობის სიდიდეს უმატებენ 0,5 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციის წონას. 0.5 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციის შემდეგი ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს ფრაქციომეტრზე.

ნახ. 165. სტაციონალური ფრაქციომეტრი.

თიხოვანი ფრაქციის წონას პროცენტებში ანგარიშობენ აღებული სინჯის მთელი წონიდან.

ანალიზი ფრაქციომეტრზე. ნატანი მასალა და ფსკერის ნალექის ნაწილაკების სიმსხოს მიხედვით ანალიზი ფრაქციომეტრზე გამოიყენება ნაწილაკების 1,0-დან 0,05 სიმსხოს დროს. ფრაქციომეტრზე ანალიზი დაფუძნებულია სხვადასხვა ზომის ნაწილაკების უძრავი წყლის გარემოში სხვადასხვა დროის ხანგრძლივობით ჩაძირვაზე, ანუ ჰიდრავლიკურ სიმსხოზე.

ფრაქციომეტრი შედგება მინის მილისაგან, რომლის სიგრძე 1565 მმ-ს უდრის, მილის შიგა დიამეტრი 46—50 მმ-ის ტოლია (ნახ. 165). მილის ქვემო ნაწილის შიგა დიამეტრი 13 მმ-მდეა შევიწროებული. მილის ქვედა ბოლოში მიმაგრებულია დანაწევრებული მინის მილები, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია რეზინის მილებით. ქვედა რეზინის მილი მთავრდება შუშის თხელკედლებიანი სინჯარით. რეზინის მილებს ხურავენ მომჭერების საშუალებით (1—4), რომლებიც მოთავსებული არიან ფრაქციომეტრის ზედა ნიშნულიდან განსაზღვრულ მანძილზე: 153, 162, 172 და 188 სმ-ზე. ფრაქციომეტრის მილზე დატანილია ორი ნიშნული, ზედა იმყოფება ძაბრის ზედა ნაწილის ქვევით 50 მმ-ზე, ხოლო ქვედა ნიშნული ფრაქციომეტრის ზედა ნიშნულიდან 1400 მმ-ზე, ე. ი. მილის ქვედა ბოლოში. ფრაქციომეტრის მილი მიმაგრებულია ვერტიკალურ მდგომარეობაში ხის დაფაზე. ხელსაწყო დადგმული უნდა იქნეს გასათბობი საშუალებებიდან მოშორებით და არ უნდა ხვდებოდეს მზის სხივები, რადგან დამატებით გათბობამ წყალში შეიძლება გამოიწვიოს კონვექციური დენები, რაც ხელს შეუშლის ნაწილაკების ნორმალურ დაძირვას.

ანალიზის დაწყების წინ ფრაქციომეტრს გაღებული მომჭერებით ავსებენ სუფთა წყლით ზედა ნიშნულამდე. წყალს ასხამენ თანდა-

თანობით, ნელა, რომ წყალში არ გაჩნდეს ჰაერის ბუშტები. ანალიზს იწყებენ 10—15 წუთის შემდეგ, როდესაც წყლის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურის ტოლი იქნება. ანალიზი წარმოებს შემდეგნაირად; საანალიზოდ მოსული სინჯიდან იღებენ 0,5 — 2.0 გრამს, ათავსებენ ფაიფურის ფინჯანზე და ასველებენ სუფთა წყლით და ქნიან რეზინის ფილთაქვით 3—5 წუთის განმავლობაში, სანამ მასა თხელი ფაფისმაგვარი არ გახდება. გაქნილ სინჯს გადაიტანენ თხელ პატარა კონუსურ კოლბაში, ანჯღრევენ ძლიერი ბრუნვითი მოძრაობით და კარგად შერევის შემდეგ ასხამენ ფრაქციომეტრში. ჩასხმის მომენტში უშვებენ წამმზომს. პირველ ყველაზე დიდი ნაწილაკის ქვედა ნიშნულთან გავლის მომენტს აღნიშნავენ წამმზომზე. იციან რა მანძილი ზედა ნიშნულიდან ქვედა ნიშნულამდე, განსაზღვრავენ მაქსიმალურ ჰიდრავლიკურ სიმსხოს მილიმეტრ/წამობით, ხოლო ნაწილაკის ზომას, რომელიც ყველაზე დიდი იყო სინჯში, განსაზღვრავენ 35-ე ცხრილის მიხედვით. მომჭერების გადახურვის ვადები დაწყებული პირველი ქვედა მომჭერიდან 15° ტემპერატურის დროს მოცემულია 32-ე ცხრილში.

ცხრილი 32

მომჭერის №	მომჭერის დახურვის დრო	ნაწილაკის გავლილი გზა სმ-ებით	გადამკვეთი ნაწილაკის დიამეტრი მმ/წმ-ებით	გადამკვეთი ნაწილაკის ჰიდრავლიკური სიმსხო მ/წმ-ით	ფრაქციის ზომა მმ-ებით
1	31	188	0,5	60	1,0—0,5
2	92	172	0,2	21	0,5 - 0,2
3	203	162	0,1	8	0,2—0,1
4	765	153	0,05	2	0,1—0,05

თუ ფრაქციომეტრში წყლის ტემპერატურა არ უდრის 15°, მაშინ მომჭერების დახურვის ვადები სხვადასხვა იქნება, რადგან წყლის ტემპერატურის შეცვლის დროს, წყალში იცვლება ნაწილაკების დაძირვის ვადები, ე. ი. იცვლება ჰიდრავლიკური სიმსხო.

ფრაქციომეტრში წყლის სხვადასხვა ტემპერატურის დროს მომჭერების დახურვის ვადები მოცემულია 33-ე ცხრილში.

უკანასკნელი (4) მომჭერით დახურვის შემდეგ ფრაქციომეტრის ქვეშ დგამენ ფაიფურის ფინჯანს და გამოაცლიან ქვედა სინჯარას, რომლიდანაც ნალექ მასალას გადაიტანენ ფინჯანზე ან ბიუქსში. ამრიგად მოიხსნება სხვა მომჭერებიც, დაწყებული პირველი მომჭერიდან უკანასკნელ მომჭერამდე. მომჭერებს შორის მილებში დალექილ ნაწილაკებს რეცხავენ ცალკეულ ფინჯნებში.

მომჭერის №	წყლის სხვადასხვა ტემპერატურების დრო მომჭერების დახურვის დროს წმ-ებით					
	10°	15°	20°	25°	30°	35°
1	35	32	27	24	21	19
2	94	82	72	63	57	51
3	253	203	178	158	142	128
4	919	765	673	596	535	482

ფაიფურის ფინჯნებს ნატანი მასალის სხვადასხვა ფრაქციით დგამენ წყლის ან ქვიშის აბაზანებზე ფინჯნიდან წყლის ასაორთქლებლად, ხოლო შემდეგ გამშრალ მასალას წონიან 0,01 გ-ის სიზუსტით. ოთხივე გამოყოფილი ფრაქციის ჯამურ წონასა და სინჯის მთელ წონას შორის სხვაობით განსაზღვრავენ სინჯში 0,05 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებს.

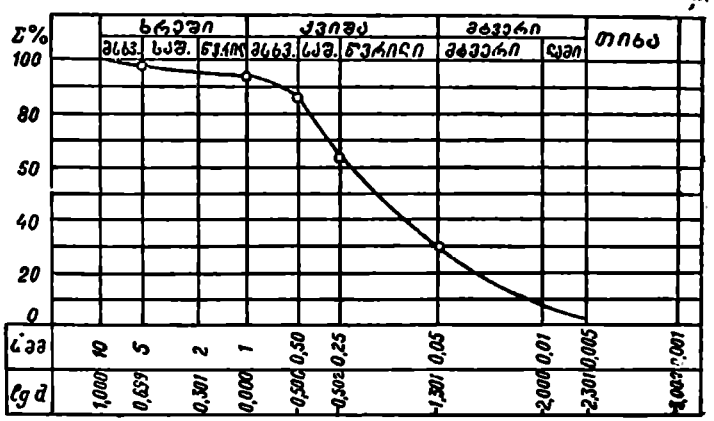
თითოეული ფრაქციის წონას პროცენტებში გამოიანგარიშებენ სინჯის მთლიანი წონიდან და შედეგებს ჩაწერენ ჟურნალში.

ნატანი მასალის მექანიკური ანალიზის შედეგების გრაფიკის აგება. ნატანი მასალის მექანიკური ანალიზის შედეგების გრაფიკი წარმოადგენს სინჯის მექანიკური შედგენილობის უწყვეტობის მრუდს (ნახ. 166).

გრაფიკის აგებისათვის სინჯის საერთო წონიდან გამოიანგარიშებენ თითოეული ფრაქციის წონას პროცენტებით და ინტეგრალური წესით ჯამებენ თანმიმდევრულად უმცირესი დიამეტრის ფრაქციიდან უდიდესი დიამეტრის ფრაქციამდე. ამ ჯამებს ალაგებენ ორდინატთა ღერძზე, ხოლო აბსცისთა ღერძზე ალაგებენ შესატყვისი დიამეტრის ფრაქციებს. ლოგარითმული მასშტაბის მიღებული წერტილების მეხედვით ატარებენ მდოვრე ხაზს, რომელზედაც შეიძლება განისაზღვროს სინჯში სასურველი ფრაქციის შემცველობა და ვღებულობთ თვალსაჩინო წარმოდგენას სინჯის ნატანი მასალის შედგენილობის შესახებ.

ჰიგროსკოპიული ტენის განსაზღვრა. ჰიგროსკოპიული ტენის განსაზღვრისათვის 1.0 მმ დიამეტრის საცერში გაცრილი სინჯიდან იღებენ 1.0—1.5 გრ. მშრალ წონას, რომელსაც ათავსებენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში და წონიან ანალიზურ სასწორზე 0,0001 გრამის სიზუსტით. ბიუქსს წონაკით (თავდაუბურავად) ათავსებენ გასაშრობად 105—110°-ით გახურებულ თერმოსტატში, ხუთი საათის განმავლობაში. გაშრობის შემდეგ ბიუქსს იღებენ თერმოსტატიდან და გასაცივებლად ათავსებენ ექსიკატორში. გაციებულ ბიუქსს წონიან.

მეორედ აწონილ სინჯიანი ბიუქსის წონას აკლებენ ცარიელი ბიუქსის წონას და მათ შორის სხვაობა იქნება ჰიგროსკოპიული ტენის წონა, რომელსაც ანგარიშობენ პროცენტებით სინჯის პირველადი წონიდან.



ნახ. 166. გრუნტის მექანიკური შედგენილობის უზრუნველყოფის მრუდი.

ჰიგროსკოპიული ტენის განსაზღვრა წარმოებს მხოლოდ ფსკერის გრუნტის სინჯისათვის, რომელიც განკუთვნილია პიპეტური ანალიზისათვის და შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით თიხის ნაწილაკებს.

ნატანი მასალის კუთრი წონისა და მოცულობითი წონის განსაზღვრა. კუთრ წონას უწოდებენ ნატანი მასალის ნაწილაკების წონის შეფარდებას იმავე მოცულობის წყლის წონასთან. კუთრი წონის სიდიდე დამოკიდებულია ნატანი მასალის მინერალურ შედგენილობაზე, ხოლო მოცულობითი წონის სიდიდე დამოკიდებულია მინერალურ შედგენილობაზე და ნატანი მასალის სიმსხოზე (რამდენადაც მცირეა ნაწილაკების სიმსხო, იმდენად მცირეა მოცულობითი წონა).

ნატანი მასალის კუთრი წონის განსაზღვრისათვის იღებენ ზუსტად გრადუირებულ 50—100 მლ მოცულობის პიკნომეტრს, რომელსაც ნიშნულამდე გამოხდილი წყლით ავსებენ და წონიან ტექნიკურ ჭიმიურ სასწორზე 0,01 გრამის სიზუსტით. შემდეგ ნატანი მასალის მშრალი სინჯიდან იღებენ 10—15 გრამს და წონიან იმავე სიზუსტით. პიკნომეტრიდან წყლის ნაწილს გადმოღვრიან და აწონილ ნატან მასალას პიკნომეტრში ჩაყრიან, ადუღებენ 30 წუთის განმავლობაში,

რომ ნატანი მასალის ფორებიდან ჰაერი გამოდევნოს. ადუღების შემდეგ აცივებენ, განმეორებით ნიშნულამდე გამოხდილ წყალს დაასხამენ და ხელახლა წონიან. ნატანი მასალის სინჯის ნარჩენიდან იღებენ 1,0—1,5 გრამ წონაკს ჰიგროსკოპიული ტენის განსაზღვრისათვის.

ნატანი მასალის კუთრ წონას განსაზღვრავენ შემდეგი ფორმულით:

$$d = \frac{P}{R+P-m}, \qquad (150)$$

სადაც P არის ნატანი მასალის წონა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში, m—პიკნომეტრის წონა სინჯით, ე. ი. წყლითა და ნატანი მასალით, R — პიკნომეტრის წონა წყლით.

ნატანი მასალის წონას აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში განსაზღვრავენ ფორმულით:

$$P = \frac{100\,f}{100+e}, \qquad (151)$$

სადაც f არის ჰაერზე გამშრალი ნატანი მასალის წონა, e—ჰიგროსკოპიული ტენის შემცველობა %-ში.

მსხვილი ნატანი მასალის (ხრეში, კენჭი, ქვები) კუთრ წონას განსაზღვრავენ საზომი ჭურჭლიდან გამოძევებული წყლის მოცულობით. იგი უდრის ნატანი მასალის წონასა და გამოძევებული წყლის წონას შორის შეფარდებით მიღებულ სიდიდეს.

მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის იღებენ სინჯს 0,1 მმ-ზე ნაკლები წვრილი ნატანი მასალისათვის 20—25 გრამს, 0,1—1,0 მმ საშუალო სიმსხოს მასალისათვის 50—70 გრამს, 1,0 მმ-ზე მეტი მსხვილი მასალისათვის 150—300 გრამს, ხოლო სინჯის დანარჩენი მასალიდან იღებენ 1,0—1,5 გრ-ს ჰიგროსკოპიული ტენის განსაზღვრისათვის. წვრილი ნატანი მასალის სინჯს წინასწარ გაქნიან წყლიანი ფაიფურის ფინჯანზე. შემდეგ იღებენ წონაკს მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის, რომელსაც მოათავსებენ საზომ ცილინდრში 100—500 მლ მოცულობამდე (დამოკიდებულია სინჯის მოცულობაზე) და ასხამენ წყალს ნატანი მასალის ზევით 3—4 სმ-ის სიმაღლემდე. მასალის სრულად შემჭიდროებისათვის ცილინდრის კედელზე უკაკუნებენ რეზინის ჩაქუჩით. მასალის სრულად შემჭიდროების დროს მისი ზედაპირი ცილინდრში უნდა იყოს ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. ნატანი მასალა ცილინდრში უნდა დაილექოს და შემჭიდროვდეს მსხვილი მასალის დროს ორ დღეში, ხოლო წვრილი

ნატანი მასალის დროს ხუთ დღეში. ნატანი მასალის თითოეული შემჭიდროების წინ წარმოებს მათი მოცულობის ათვლა ცილინდრის დანაყოფების მიხედვით. მოცულობითი წონა განისაზღვრება ფორმულით

$$d = \frac{P}{V},$$

სადაც P არის ნატანი მასალის წონა გრამებში ჰაერზე გამშრალ მდგომარეობაში; V—შემჭიდროებული ნატანი მასალის მოცულობა სმ³-ში.

ნატანი მასალის ნაწილაკების სიმსხოს მიხედვით ანალიზის მიკროფოტოგრაფიული მეთოდი. ეს მეთოდი ახალია და ჯერ კიდევ არ არის გავრცელებული. ამ მეთოდით ნატანი მასალის ანალიზი დამყარებულია სინჯის ნიმუშის მიკროსკოპის ქვეშ ფოტოგრაფირებაზე და მის სტანდარტულ ნიმუშთან შედარებაზე, რაც საშუალებას იძლევა დაადგინონ, თუ რომელ ფრაქციას მიეკუთვნება ნაწილაკი. განსხვავებით ძირითადი ჰიდრავლიკური პრინციპებისაგან, განსახილველი მეთოდი გამოიყენება 2 გრამზე ნაკლები სინჯის ანალიზის დროს.

მიკროფოტოგრაფირებით ანალიზისათვის საჭიროა მის ძირითად— მიკროსკოპის მოწყობილობაზე ფოტოაპარატის დაყენება. ამ მიზნისათვის მოხერხებულია გამოვიყენოთ ბიოლოგიური მიკროსკოპი МБИ-1 სამი გადამღები ობიექტივით და okულარით. ამ მიკროსკოპები საგნებს ადიდებს 80, 400 და 900-ჯერ.

ანალიზის არსი შემდეგში მდგომარეობს: ანალიზისათვის გამზადებულ ნატანი მასალის ნიმუშს გულდასმით აურევენ ერთმანეთში, მისგან იღებენ სინჯს და ყრიან სასაგნო მინაზე, რომელზედაც სინჯი გაიფანტება ან სპირტის წვეთში გაიხსნება. სპირტის გაშრობის შემდეგ ნიმუშის სხვადასხვა ადგილიდან აკეთებენ რამდენიმე ფოტოსურათს. ფოტოგრაფიული სურათი დამუშავდება მასზე ნაწილაკების გამოსახულების სტანდარტულ ნიმუშებთან შედარების გზით. სტანდარტული ნიმუშები გადიდებული მასშტაბით მოცემულია გამჭვირვალე ქაღალდზე — კალკზე. შემდეგ გამოიანგარიშება თითოეული ფრაქციის პროცენტული შემცველობა მთელი ფოტოსურათის მიხედვით. გაანგარიშება ხდება წონით ერთეულებში შემდეგი წესის მიხედვით: გამოიანგარიშებენ თითოეული ფრაქციიდან საშუალო ნაწილაკის პირობით მოცულობას, ფრაქციის ნაწილაკის საშუალო დიამეტრი აჰყავთ კუბში და მიღებულ მოცულობას ამრავლებენ ნატანი მასალის კუთრ წონაზე და ნაწილაკის ფორმას კოეფიციენტზე. შემ-

დეგ გამოიანგარიშებენ თითოეული ფრაქციის ყველა ნაწილაკების წონას და პოულობენ მის პროცენტულ შემცველობას მთელი ნატანი მასალის ნარევში, რაც საშუალებას იძლევა ავაგოთ გრაფიკი ნატანი მასალის შედგენილობის სიმსხოს მიხედვით განაწილებისათვის.

მიკროფოტოგრაფიული მეთოდის გამოყენების დროს წამოიჭრება სიიძნელეები 0.001 მმ-ზე ნაკლები ნაწილაკების ანალიზის დროს და აგრეთვე წვრილი ნაწილაკებისათვის სტანდარტული ნიმუშების გამზადების დროს. გარდა ამისა, ჯერ კიდევ კარგად არ არის დამუშავებული ნაწილაკების ფორმის აღრიცხვის მეთოდიკა მათი მოცულობის განსაზღვრით და ფრაქციიდან გეომეტრიული განზომილებიდან ჰიდრავლიკურ სიმსხოზე გადასვლა.

სინჯში 0.2 მმ-ზე მეტი სიმსხოს ნაწილაკების არსებობის დროს მიზანშეწონილია მსხვილი ნაწილაკები გამოიყოს საცერზე, ხოლო 0,2 მმ-ზე ნაკლები სიმსხოს ნაწილაკების ანალიზი ჩატარდეს ფოტომიკროგრაფიული ანალიზით.

მეთორმეტე თავი

დაკვირვება წყალში გახსნილ ნივთიერებებზე

§ 105. წყალში გახსნილ ქიმიურ ნივთიერებათა შესწავლა

ზოგადი შენიშვნები. ბუნებაში ქიმიურად სუფთა წყალი იშვიათად გვხვდება. ბუნებრივ წყლებში ქიმიურ ნივთიერებათა შედგენილობის შესწავლას ძალიან დიდი პრაქტიკული და სამეცნიერო მნიშვნელობა აქვს.

წყლის ობიექტებს იყენებენ საყოფაცხოვრებო და საწარმოო წყლით მომარაგებისათვის, თევზის მეურნეობისათვის, სოფლის მეურნეობაში ირიგაციისათვის და ჰიდროენერგიის მისაღებად. წყლით მოსარგებლე სამეურნეო დარგები მოითხოვენ სახმარი წყლის ქიმიური და ფიზიკური თვისებების ცოდნას მათი რაციონალურად გამოყენებისათვის.

მდინარეების წყლების ქიმიური შედგენილობა და მათი მინერალიზაციის სიდიდე დამოკიდებულია: 1) მდინარეების საზრდოობის წყაროებზე და წყლიანობის რეჟიმზე; 2) აუზის ნიადაგის შედგენილობაზე, რომელსაც ზედაპირული წყლები ეხება თავისი მოძრაობის დროს; 3) იმ აუზის გეოლოგიურ და მინერალოგიურ შედგენილობაზე, საიდანაც გამოედინებიან მიწისქვეშა წყლები, რომლებიც მდინარეებს უერთდებიან და ასაზრდოებენ; 4) წყლებში ცოცხალი ორგანიზმების მოქმედებაზე და სხვ. ძირითად ფაქტორებთან დამატებით მდინარეების წყლების ქიმიურ შედგენილობაზე არაპირდაპირ გავლენას ახდენს აუზის კლიმატური პირობები და მცენარეული საფარი. წყლების ქიმიურ შედგენილობაზე მნიშვნელოვანი გავლენა შეიძლება მოახდინოს ქალაქებიდან და წარმოებებიდან ნახმარი ჩუჩუიანი წყლების მდინარეებში ჩაშვებამ.

მდინარეთა წყლების ქიმიურ შედგენილობას აქვს მკვეთრი ზონალური გამოხატულება, შესატყვისად ბუნებრივი ლანდშაფტური ზონებისა მაგრამ ცალკეულ მდინარეთა აუზებში ეს კანონზომიე-

რება შეიძლება დარღვეულ იქნეს თავისებური გეოლოგიური აგებულების შედეგად. ზონალობა აგრეთვე დარღვეულია ზოგიერთ დიდ მდინარეთა აუზებში, რომელთაც ერთვის მრავალი პატარა-პატარა შენაკადები და მათი აუზების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების სხვადასხვანაირობით ხასიათდება.

წყლის სინჯის აღების ხელსაწყოები. ქიმიური ანალიზისათვის წყლის სინჯს იღებენ წყლის ზედა ფენებში, ან გარკვეულ სიღრმეზე.

მდინარეებზე, სადაც წყლის დინება ტურბულენტურ ხასიათს ატარებს და წყლის შედგენილობა თითქმის მთელ სისქეში ერთნაირია, სინჯს ზედაპირული ფენებიდან იღებენ, ხოლო ტბებიდან და ზღვებიდან კი სინჯს იღებენ როგორც ზედაპირული ფენებიდან, ისე სხვადასხვა სიღრმეში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სინჯის აღება წყლის ტემპერატურების (ზედა ან ქვედა) ნახტომების ზონებში.

ზედაპირული ფენიდან წყლის სინჯს იღებენ სპეციალურად ამ მიზნისათვის განკუთვნილი ვედროთი. სინჯის აღების წინ ვედროს გამორეცხავენ ორ-სამჯერ საანალიზო წყლის გამოვლებით და შემდეგ სინჯს აიღებენ განსაზღვრული რაოდენობით.

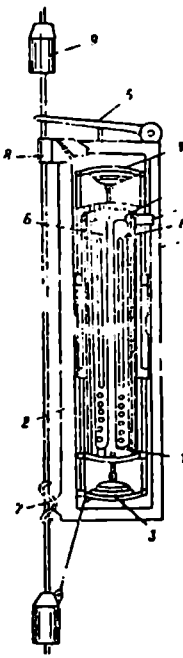
სიღრმის ფენებიდან წყლის სინჯს იღებენ სპეციალური ხელსაწყოებით, ე. წ. ღრმა წყლის ბათომეტრებით. ბათომეტრს კიდებენ გვარლზე და ჯალამბარის საშუალებით წყალში საჭირო სიღრმეზე უშვებენ. თუ სინჯი უნდა აიღონ წყლის სხვადასხვა ჰორიზონტებზე, მაშინ გვარლზე ამაგრებენ ბათომეტრების სერიას, რომლებითაც სინჯს იღებენ ერთდროულად სხვადასხვა საჭირო სიღრმეებიდან. ამჟამად წყლის სიღრმიდან სინჯის აღებისათვის იყენებენ საერთაშორისო ნიმუშის ბათომეტრს და საზღვაო ბათომეტრს БМ—48-ს, ხოლო ტბებზე და წყალსაცავებზე ი. ვ. მოლჩანოვის ბათომეტრს. აღნიშნული ბათომეტრები მოწყობილია საყირაო პრინციპზე და მომარაგებულია წყლის თერმომეტრებით, რაც საშუალებას იძლევა სინჯის აღების ერთდროულად გაიზომოს წყლის ტემპერატურაც, იმავე ჰორიზონტში, სადაც სინჯი აიღეს.

ღრმა წყლის ბათომეტრების დაწვრილებითი აღწერა მოცემულია პრაქტიკული ოკეანოგრაფიის კურსში, აქ ვიძლევით მხოლოდ განსაკუთრებული კონსტრუქციის ზოგიერთი ბათომეტრის მოკლე აღწერას.

საერთაშორისო ნიმუშის ბათომეტრი (ნახ. 167) შედგება ცილინდრისაგან (1), რომელიც ბრუნავს ჰორიზონტალურ ღერძზე ჩამოსხმულ სწორკუთხოვან ჩარჩოში (2), ცილინდრი იხურება ბრინჯაოს ორი (ზედა და ქვედა) სარქველით (3), ბათომეტრის სახურავები იხდე-

ბა ცილინდრის 180°-ით შებრუნების დროს, ამ მდგომარეობაში მათ იჭერს ღრეჩოზე მოდებული საჭერი (4), რომელიც დაკავშირებულია სასხლეტ ბერკეტთან (5).

საყირაო თერმომეტრები დაყენებულია მასრაში (6). ბათომეტრი გვარლზე მაგრდება რგოლისა (7) და მომჭერის (8) საშუალებით. ბათომეტრის გადაყრავება წარმოებს გასაგზავნი ტვირთის (9) ზვიდან დარტყმით, რომელიც ხვდება ბერკეტზე (5). საერთაშორისო ნიმუშის ბათომეტრი საშუალებას იძლევა წყლის სინჯი ავიღოთ ფსკერის მახლობელი ფენებიდან.

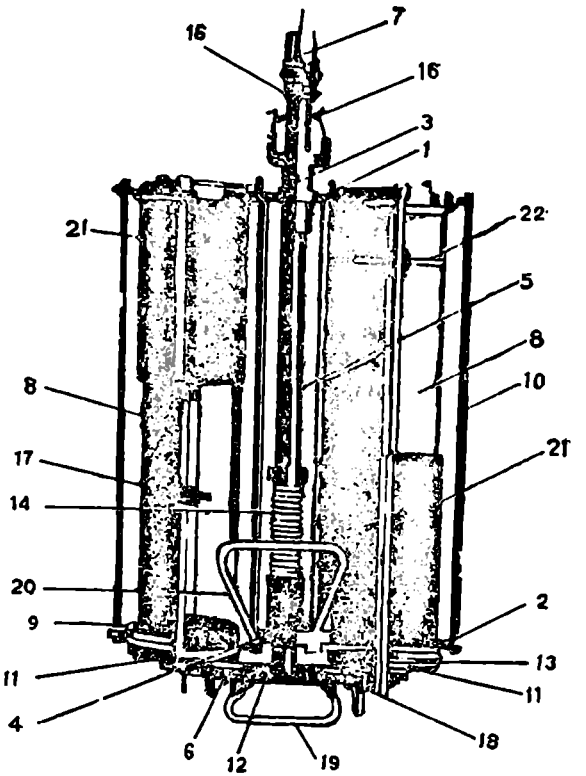


ნახ. 167. საერთაშორისო ნიმუშის ბათომეტრი

ი. მოლჩანოვის ბათომეტრის (ГР—18) დანიშნულებაა წყლის სინჯის აღება და მასთან ერთად წყლის ტემპერატურის გაზომვა ტბებში და წყალსაცავებში (ნახ. 168). ბათომეტრი შედგება ლითონის ჩარჩოზე მიმაგრებული ორ-ორლიტრიანი მოცულობის ორგანული შუშის ორი ცილინდრისაგან. ჩარჩოს აქვს ორი საყრდენი: ზედა (1) და ქვედა (2), რომელთა ცენტრალურ ნაწილში მიდუღებულია მილისები (3, 4), რომელთა შორის გადის ჩარჩოს ცენტრალური ღერძი (5): ღერძი მთავრდება მხრულით (6) ქვედა ნაწილში, ხოლო ზედა ნაწილი მაგრდება თავში (7). ჩარჩოს საყრდენები შედგება ორი ლითონის რგოლისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია ლითონის თამასით. თითოეული რგოლის ხვრელს აქვს კინძი, რომელზედაც ეყრდნობა ცილინდრის (8) ტორსები. კინძსა და ცილინდრს შორის დადებულია რეზინის რგოლი (9), ცილინდრი (8) ჩასმულია საყრდენების კინძებში და გაჭიმულია საჭიმარი ღეროებით (10). მხრული (6), დაყენებული ღერძის (5) ქვედა ნაწილში, შედგება ლითონის ორი დისკოსაგან (12). დისკოებს შიგნითა მხრიდან მიმაგრებული აქვთ რეზინის სადებები (13). ღერძის შუა ნაწილში დაყენებულია ზამბარა (14), რომლითაც მხრულის დისკოები მიჭერილია ქვედა საყრდენზე და ამით ცილინდრის ქვედა ნაწილი ჰერმეტულად იხურება. ქვედა მილისს აქვს სპირალური ამონაჭერი, რომლითაც გადაადგილდება ღერძზე დამაგრებული წკირი. ამის საშუალებით მხრული დისკოებით 90°-ით შემობრუნდება ღერძის

გარშემო, რაც აუცილებელია ცილინდრში წყლის თავისუფალი შესვლისათვის.

ზედა მილისზე მოთავსებულია ორი საკეტი (15), რომლებიც ზამ-



ნახ. 16მ. ი. ვ. მოლჩანოვის ბათომეტრი.

1, 2—ჩარჩოს საყრდენი, 3, 4—მილისები, 5—ჩარჩოს ცენტრალური ღერძი, 6—მბრუნავი ჭ—ჯაკი, 8 ცილინდრები, რეზინის რგოლი, 10—მომჭერი ღეროები, 11— დისკოები, 12—თამასა, 13—რეზინის სადებები, 14—ზამბარა, 15—საკეტები, 16—ღერძის შვერილი, 17—დამჭერი რგოლი, 18—წყლის ჩამოსასხმელი ონკანი, 19—20—სასელურები ზამბარების მომართვისათვის და მხრულების გასაწევად, 21 გაუმჭვირვალე რგოლები, 22 — საბრჯენი თერმომეტრის დასამაგრებლად.

ბარების მომართვის დროს შედიან ღერძის (16) შვერილებში და იჭერენ ზამბარებს მომართულ მდგომარეობაში. ცენტრალურ ღერძს

(5) ზედა ბოლოში აქვს ხრახნი ჩანაჭერით ბათომეტრის გვარლზე ჩამოსაკიდებლად. გვარლი გადის თავის (7) ხვრელში, რომელიც გვარლის დამაგრების შემდეგ ჩანაჭერი ხრახნით ჩამოეცმება ღერძის ზედა ბოლოზე.

სინჯის აღებისათვის ბათომეტრს გვარლით უშვებენ საჭირო სიღრმეზე, და გასაგზავნი ტვირთით ზამბარული მექანიზმი მოჰყავთ მოქმედებაში. გასაგზავნი ტვირთის მოხვედრის დროს თავი (7) გამოერთვება დამჭერ რგოლებს (15), განთავისუფლდება ზამბარა (17) და ცილინდრი დაიხურება ქვევიდან. თავზე (7) მიმაგრებულია ორი დამჭერი ზამბარა, რომლებიც შედიან ცილინდრის ზედა სახურავის შვერილებში. ბათომეტრის ჩაშვების წინ ზედა სახურავი ახდილია, ხოლო გამგზავნი ტვირთის დარტყმის დროს სახურავის შვერილები გამოდიან დამჭერებიდან და ცილინდრი ზევიდან იხურება. წყლის ტემპერატურის გაზომვისათვის სადგარებზე (22) დაყენებულია თერმომეტრები. მათი რეზერვუარების მზის სხივებისაგან დასაცავად, ცილინდრების ბოლო ნაწილზე გაუმჭვირვალე რგოლებს (21) აცმევენ. ცილინდრიდან სინჯს ასხამენ ონკანით (18). ბათომეტრის წონა უდრის 7.5 კგ-ს. მას იყენებენ 50 მ-ის სიღრმემდე.

ბათომეტრის მოვლა. ბათომეტრები გამართული მუშაობისათვის მოითხოვენ გულდასმით მოვლას. მუშაობის შემდეგ ბათომეტრის ცილინდრები და ყველა შემადგენელი ნაწილი ცხელი წყლით უნდა გაირეცხოს, რომ არ მოხდეს წყალში არსებული მარილების დალექვა; მუშაობის წინ ბათომეტრის მოძრავი ნაწილები მანქანის ზეთით უნდა დაიზეთოს.

§ 100. ქიმიური ანალიზისათვის წყლის სინჯის აღება, ადგილის შერჩევა და სინჯის აღების ვადების დადგენა

ქიმიური ანალიზისათვის წყლის სინჯს იღებენ ჰიდრომეტრიულ კვეთთან, ისეთ პირობებში, როდესაც სადგურის (საგუშაგოს) რაიონში ადგილი არ აქვს ბუნებრივი წყლის ქიმიური შედგენილობის დამახინჯებას. მდინარეების წყლის სინჯს იღებენ შუა ადგილზე, წყლის ზედა ფენიდან.

ტბებზე და წყალსაცავებზე წყლის სინჯს იღებენ მუდმივ (ერთ ან რამდენიმე) ვერტიკალზე, ზედა და ფსკერისპირა ჰორიზონტებიდან. ჰორიზონტებად შორის წყლის სინჯის აღება დამოკიდებულია წყლის თერმულ სტრატიფიკაციაზე. წყლის სინჯის აღების რაოდენობა და ვადები დადგინდება წყლის ობიექტების წყლის რეჟიმის შესატყვისად და პრაქტიკული მოთხოვნილების მიხედვით. ყოველ შემთხვევაში ქიმიური ანალიზისათვის მდინარეებზე წლის განმავ-

ლობაში იღებენ 7—8 სინჯს, მათ შორის: 1—2 სინჯს ზამთარში, 3—4 სინჯს გაზაფხულის წყალდიდობის პერიოდში, 1—2 სინჯს ზაფხულის მდგრადი წყალმცირობის პერიოდში და წვიმებით გამოწვეული წყალმოვარდნების დროს, ხოლო ერთ სინჯს შემოდგომაზე, ყინულდგომის დასაწყისში. მდინარეებზე, რომელთაც აქვთ ზაფხულის მდგრადი წყალმცირობა, წყლის სინჯს წელიწადში ხუთ-ექვსამდე იღებენ, ხოლო წყალმოვარდნის რეჟიმის მქონე მდინარეებზე წყლის სინჯების აღების რაოდენობას რვამდე ზრდიან. დროებით წყალსადინარებში იღებენ სამ-ოთხ სინჯს გაზაფხულის თოვლის მდნარი წყლის ჩამონადენის პერიოდში.

იმ მდინარეებზე, რომლებიც წყლის განსაკუთრებული ქიმიური შედგენილობით ხასიათდებიან და იმ საგუშაგოებზე, რომლებიც მოთავსებულია მახვილ დასახლებულ სამრეწველო ცენტრებთან, ქიმიური ანალიზისათვის წელიწადში 18—22 სინჯს იღებენ, მათ შორის გაზაფხულის წყლის მატების დროს სამ-ოთხ სინჯს, წყალმოვარდნებს შორის პერიოდში ერთ-ორ სინჯს, წვიმებით გამოწვეული დიდი წყალდიდობის დროს ერთ-ორ სინჯს და ერთ სინჯს ყოველი თვის ბოლო დღეს. ტბიურ სადგურებზე, რომელთაც აქვთ წყლის განსაკუთრებული ქიმიური შედგენილობის რეჟიმი და თუ მათ იყენებენ სახალხო მეურნეობაში, წელიწადში იღებენ 4—6-დან 12-მდე სინჯს. სინჯებს ყოველი თვის ბოლო რიცხვებში იღებენ.

მუშაობის წესი: 1) ჭურჭელში იღებენ გამოსაკვლევ წყალს; 2) აწარმოებენ წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების განსაზღვრას; 3) წყლის სინჯს იღებენ ლაბორატორიული ანალიზისათვის.

წყალში გახსნილი ქიმიური ნივთიერებების ზუსტად განსაზღვრისათვის აუცილებლად თვალყური უნდა ვადევნოთ: 1) სინჯის ასაღები ხელსაწყოების და ანალიზისათვის სამუშაო მოწყობილობის სისუფთავეს. 2) უნდა დაცული იქნეს ხსნარის გატიტვრისათვის საჭირო რეაქტივების წონა სტანდარტის მიხედვით; 3) ყველა ოპერაცია სინჯის აღებისას და ანალიზის წარმოების დროს უნდა წარმოებდეს დადგენილი მეთოდით და წესების დაცვით.

წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების განსაზღვრა საველე მუშაობის დროს; წყლის სინჯის აღების დროს აუცილებლად ადგილზე უნდა განისაზღვროს წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, რომელთაც ახასიათებს ჩქარი ცვალებადობა. ასეთ თვისებებს წარმოადგენს:

1) წყლის ტემპერატურა, 2) ფერი, გამჭვირვალობა, გემო და სუნი, 3) pH-ის რეაქცია; 4) თავისუფალი ნახშირორჟანგის (CO_2) შემცველობა, 5) მონოკარბონატული იონების (CO_3'') შემცველობა, 6) ჟანგბადის შემცველობა და სხვა.

უშუალოდ წყლის ობიექტებზე არამდგრადი კომპონენტების (pH, CO_2, CO_3'', O_2) რიცხობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის იყენებენ სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის საველე ჰიდროქიმიურ ლაბორატორიას.

წყლის გემოს განსაზღვრავენ იმ შემთხვევაში, თუ წყალს იყენებენ ან უნდა გამოიყენონ სასმელად. ჩანაწერებში წყლის გემოს შემდეგნაირად აღნიშნავენ: მწარე, მწარე-მლაშე, მარილიანი, რკინიანი, მჟავე და სხვა. თუ წყალი აღმოჩნდება განსაზღვრული გემოს გარეშე, წერენ: „უგემო“.

წყლის სუნს აღნიშნავენ მოკლედ: არა, შმორიანი, დამპალი. თუ გასინჯვის დროს წყლის ტემპერატურა 15°-ზე დაბალია, წყალს შეიტანენ ოთახში და წყლის სუნსა და გემოს განსაზღვრავენ მაშინ, როდესაც წყლის ტემპერატურა მიაღწევს 18—20°-ს.

წყლის ქიმიური თვისებების განსაზღვრა წარმოებს „ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების დარიგებებით“[1], ან ო. ა. ალეკინის[2] ჰიდროქიმიის საფუძვლების მიხედვით.

წყლის სინჯის აღება სრული ქიმიური ანალიზისათვის. სრული ქიმიური ანალიზისათვის წყლის სინჯს იღებენ 2,5 ლიტრის მოცულობით (ორ ბოთლს თითო ლიტრიანს და ერთს ნახევარ ლიტრიანს). ბოთლებს ორ-სამჯერ გამორეცხავენ გამოსაკვლევი წყლით და შემდეგ მათ საცობამდე 2—4 სმ ქვევით სინჯით ავსებენ. სინჯის ბაქტერიოლოგიური პროცესებისაგან დასაცავად ლიტრიან ბოთლებში უმატებენ 2 მლ ქლოროფორმის ხსნარს, ხოლო ნახევარლიტრიან ბოთლში — 1 მლ 25%-იან გოგირდის სიმჟავის ხსნარს. ამის შემდეგ ბოთლებს თავს უცობენ და ლუქით ან პარაფინით დალუქავენ. თითოეული სინჯის ბოთლს ყელზე აბამენ იარლიყს, რომელზედაც აწერენ: სინჯის აღების ადგილს და ველად განსაზღვრული წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შედეგებს. ბოთლებს შეფუთავენ ბურბუშელათი ან თივიან უთში და აგზავნიან ლაბორატორიაში სრული ანალიზისათვის.

§ 107. წყალში გახსნილ ქიმიურ ნივთიერებათა ხარჯების გამოანგარიშება და ქიმიური ჩამონადენის გამოთვლა

წყალში გახსნილ ნივთიერებათა ხარჯი გამოიანგარიშება ლაბორატორიაში ჩატარებული წყლის სრული ქიმიური ანალიზის შედეგების მიხედვით.

---

[1] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам, ГУГ МС СССР, вып. 6, ч. II, Гидрометеоиздат, Л., 1957.

[2] Алёкин О. А., Основы гидрохимии, Гидрометеоиздат, Л., 1953.

ქიმიურად გახსნილ ნივთიერებათა წონას (მშრალი ნაშთი) ერთეულ მოცულობაში წყლის მინერალიზაციას უწოდებენ და გამოისახება შემდეგი ფორმულით

$$\alpha = \frac{P_c \, 10^6}{V}. \qquad (152)$$

სადაც α არის წყლის მინერალიზაცია გრ/მ³-ში ან მგ/ლ-ბით, P_c მშრალი ნაშთის წონა გრამებით, V—აღებული წყლის სინჯის მოცულობა მლ-ბით.

წყლის მინერალიზაციის α-ს განსაზღვრით, იგულისხმება, რომ ის ერთნაირია მთელი ცოცხალი კვეთისათვის. მაშინ წყალში გახსნილ ნივთიერებათა საწარმოო ხარჯი S შეიძლება გამოვიანგარიშოთ შემდეგი ფორმულით:

$$S = \frac{\alpha Q}{10^3}. \qquad (153)$$

სადაც S არის წყალში გახსნილ ნივთიერებათა ხარჯი კგ/წმ. α—წყლის მინერალიზაცია გრ/მ³, Q—წყლის ხარჯი მ³/წ.

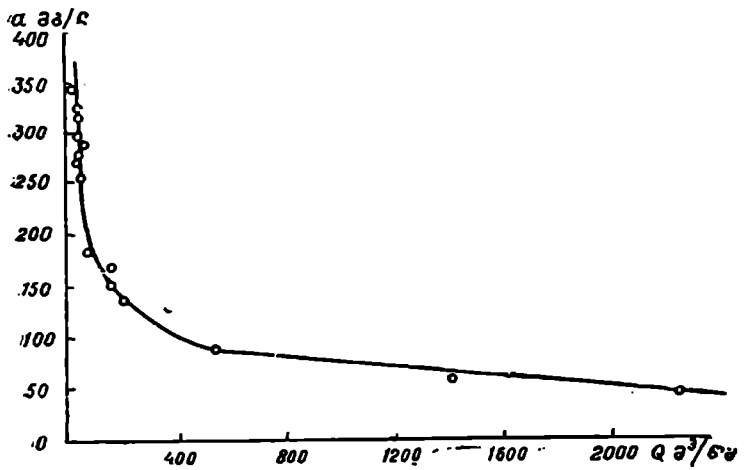
გახსნილ ნივთიერებათა ყოველდღიური ხარჯები განისაზღვრება ყოველდღიური წყლის ხარჯების ქრონოლოგიური გრაფიკის (ჰიდროგრაფის) და მინერალიზაციის α მნიშვნელობების შეთავსებითი გრაფიკის საშუალებით. ამავე გრაფიკზე სასარგებლოა დავიტანოთ გამოანგარიშებული გახსნილ ნივთიერებათა ხარჯის სიდიდეები.

მითითებული გრაფიკის გამოყენებით გახსნილ ნივთიერებათა ყოველდღიური ხარჯები განისაზღვრება ინტერპოლაციის მიხედვით. საკმარისი რაოდენობის ხარჯების არსებობის დროს სასარგებლოა ჩავატაროთ ცდები, რომ დავადგინოთ კავშირი $\alpha = f(Q)$ ან $S = f(Q)$, ე. ი. მინერალიზაციის ან ხარჯების კავშირი წყლის ხარჯებთან (ნახ. 169). თუ კავშირი $\alpha = f(Q)$ ან $S = f(Q)$ აღმოჩნდება საკმაოდ მკვიდრო, მაშინ კავშირის მრუდის საშუალებით ადვილად შეგვძლებთ ყოველდღიურ გახსნილ ნივთიერებათა ხარჯების მნიშვნელობების განსაზღვრას. მრუდიდან ჩამოღებულ ყოველდღიური ხარჯების შედეგებს მთელი წლისათვის ჩაიწერენ გახსნილ ნივთიერებათა ყოველდღიური ხარჯების ცხრილში; დამატებით გამოიანგარიშებენ საშუალო თვიურ ხარჯებს და საშუალო წლიურ ხარჯებს S_0, ცხრილიდან შეარჩევენ ხარჯების ექსტრემალურ მნიშვნელობებს თითოეული თვისათვის და მთელი წლისათვის და შემდეგი ფორმულით გამოითვლიან გახსნილი ნივთიერების წლიურ ჩამონადენს (ქიმიურ ჩამონადენს):

$$V_{\text{გახ. ნივთ.}} = 0{,}001\ (S_0 \cdot 31{,}54)\ \text{ტონა} \qquad (154)$$

წყალში ქიმიურად გახსნილი ნივთიერებების ხარჯების წლიური ცხრილით შეიძლება აგებულ იქნას ჰიდროგრაფი.

ზოგიერთ შემთხვევაში ანგარიშობენ ცალკეული იონების შემადგენელ ჩამონადენს, მაგალითად SO_4 და Cl იონები და სხვ. ცალ-



ნახ. 169. $\alpha = f(Q)$ დამოკიდებულების გრაფიკი.

კეული იონებისათვის ხარჯების გაანგარიშება და წლიური ჩამონადენის გამოთვლა შეიძლება ვაწარმოოთ ზემოაღნიშნული ხერხებით ჯამური ქიმიური ჩამონადენის მიხედვით.

ცალკეული იონების ყოველდღიური ხარჯებიდან შეიძლება აგებულ იქნეს წლიური ჰიდროგრაფები.

მ ე ო თ ხ ე ნ ა წ ი ლ ი.

სპეციალური დაკვირვებები და გამოკვლევები

მეცამეტე თავი

ნაკადის დინების მიმართულების განსაზღვრა

§ 108. საერთო ცნობები

მდინარეებში ნაკადის მიმართულების შესწავლას აქვს ძალიან დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა კალაპოტის პროცესების გამოკვლევისათვის, სანაოსნო პირობების გაუმჯობესებისათვის, კალაპოტის გასასწორებელი სამუშაოების დაპროექტებისათვის, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობისათვის და სხვ.

ნაკადის მიმართულების შესწავლას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს გადასასვლელი ხიდების დაგეგმვისათვის, ხიდის მიმართულების შერჩევისათვის მდინარის დინების მიმართულებასთან შეფარდებით.

დასმული ამოცანებისა და ადგილობრივი პირობების მიხედვით ნაკადის დინების მიმართულების გაზომვა შეიძლება ჩატარდეს ერთ ან რამდენიმე კვეთზე ცალკეული ვერტიკალების ცალკეულ წერტილებში.

ნაკადის ზედაპირული დინების მიმართულების შესწავლა შეიძლება აწარმოონ ზედაპირული ტივტივების საშუალებით, ხოლო ნაკადის სიღრმის ფენებში ნაკადის მიმართულების გაზომვისათვის შეიძლება გამოიყენონ სიღრმის ტივტივები, ან ერთიმეორეზე გადაბმული ორმაგი ტივტივები. ცოცხალი კვეთის ცალკეულ წერტილებში მიმართულების შესასწავლად იყენებენ სპეციალურ ტრიალებს ან ბიფილარულ (ორძაფა) საკიდლებს.

ნაკადის მიმართულების განსაზღვრისათვის მდინარის უბნის სიგრძეს იღებენ დაახლოებით მდინარის სიგანეზე ხუთჯერ მეტს. მიმარ-

თულებას ზომავენ წყალდიდობის დროს, წყლის მატების ან დაკლების პერიოდში და წყალმცირობის პერიოდში.

§ 109. ნაკადის მიმართულების განსაზღვრა ზედაპირული ტივტივებით

მდინარის ნაკადის ზედაპირული დინების მიმართულება უქარო ამინდში საკმაო სიზუსტით განისაზღვრება ზედაპირული ტივტივების საშუალებით. ტივტივები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს იგივე ტიპის, როგორიც იყო ნაკადის სიჩქარეების გაზომვის დროს, ხოლო მიმართულების გასაზომად უმჯობესია ტივტივების ზომა რამდენადმე გადიდდეს — შორ მანძილიდან უკეთესად დასანახად.

ზედაპირული ტივტივებით მიმართულების გასაზომად მდინარის შერჩეული უბნის გასწვრივ ნაპირზე გაიყვანენ მაგისტრალს და მის პერპენდიკულარულად თეოდოლიტის დახმარებით დანიშნავენ განივ კვეთებს.

მანძილი l კვეთებს შორის დაინიშნება თანაფარდობით $l = (20 \div 50)\, v_{მაქს.}$, სადაც $v_{მაქს.}$ არის უბანზე ნაკადის დინების მაქსიმალური სიჩქარე.

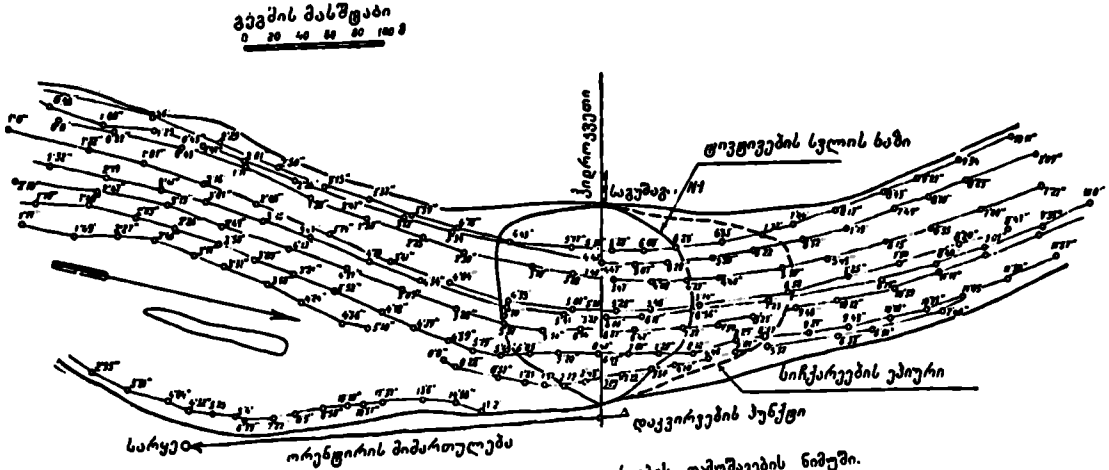
კვეთებს ამაგრებენ მაგისტრალურ სანაპიროზე ორი სარყით, ხოლო მოპირდაპირე ნაპირზე ერთი სარყით.

50 მეტრზე ნაკლები სიგანის მდინარეების განივკვეთებზე ჰიმავენ დანაყოფებიან გვარლებს.

ნაკადის დინების მიმართულების გაზომვისათვის ტივტივების გასაშვები კვეთის 5—10 მეტრის ზევით ჩაყრიან 15—30 ტივტივას, ისე, რომ ტივტივები თანაბრად განაწილდეს მდინარის სიგანის მიხედვით.

მენზულური დანიშვნით ან დანაყოფებიან გვარლზე ათვლით დამკვირვებლის სიგნალის მიხედვით განსაზღვრავენ თითოეულ კვეთზე ტივტივას მიერ გადაკვეთილ ადგილს. აითვლიან დროს წამებში, რომელიც დაიხარჯა თითოეული ტივტივას მიერ გავლილ გზაზე (l) ზედაპირული კვეთიდან ქვედა უკანასკნელ კვეთამდე, და აგრეთვე ჩაწერენ ტივტივების მიერ თითოეული განივი კვეთის გადაკვეთის დროსა და ადგილს. თუ ტივტივებზე დაკვირვება წარმოებდა მენზულა-კიპრეგელით, მაშინ დაკვირვების მასალების დამუშავება შემდეგი სახით ჩატარდება:

1) მდინარის უბნის გეგმაზე (ნახ. 170) დაიტანენ ტივტივების მოძრაობის ტრაექტორიებს კვეთებზე წარმოებული დანიშვნების მიხედვით.



ნახ. 170. დინების მიმართულებაზე დაკვირვების დამუშავების ნიმუში.

2) გამოიანგარიშებენ ცალკეული ტივტივის მოძრაობის სიჩქარეს გამოსაკვლევ უბანზე და დაიტანენ გეგმაზე.

ზოგიერთ შემთხვევაში ცალკეული კვეთებისთვის აგებენ სიჩქარეთა ვექტორებს და დინების მიმართულებას. ვექტორის სიგრძე განისაზღვრება ტივტივას მოძრაობის სიჩქარით და მიეკუთვნება იმ წერტილს, სადაც მან კვეთის ხაზი გადაკვეთა. ვექტორის მიმართულებას დაადგენენ მოცემულ უბანზე ტივტივას ტრაექტორიასთან მხების მიხედვით.

ზედაპირული დინების მიმართულების გაზომვა ძაფზე მიბმული ტივტივათი. ძაფზე მიბმულ ტივტივას იყენებენ განიერ ჭალებში, სადაც სიჩქარეები ძალიან მცირეა და ტრიალებს გამოყენება შეუძლებელია. ტივტივა წარმოადგენს 3 ლიტრი მოცულობის თუნუქის ცილინდრს ან იმავე მოცულობის ბოთლს, რომელშიაც ასხამენ წყალს იმ ანგარიშით, რომ წყლის ზედაპირზე კარგად ჩანდეს ჰურჭლის ყელი, რომელზედაც მიბმულია განსაზღვრული სიგრძის მაგარი ძაფი. შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე ხის ჩარჩოს ტივტივაც (ნახ. 171).

გაზომვის დროს ნავს საჭირო წერტილში აყენებენ ღუზაზე. ტივტივას უშვებენ ნავის ცხვირიდან და როდესაც იგი გემის ბოლოსთან გაივლის, ჩართავენ წამმზომს. ტივტივას სვლის თანმიყოლებით უშვებენ ძაფს, რომლის სიგრძის დამთავრებისთანავე ტივტივა შებრუნდება, ამ მომენტში გამორთავენ წამმზომს და ათვლიან დახარჯულ დროს წამობით. ძაფის სიგრძეს ანუ ტივტივას მიერ გავლილი გზის სიგრძეს გაყოფენ წამმზომზე ათვლილი წამების რიცხვზე და მიიღებენ დინების სიჩქარეს მ/წმ-ში.

ნაკადის დინების მიმართულებას აზიმუტით ან რუმბის მიხედვით განსაზღვრავენ ტივტივას მიერ გაჟიმულ ძაფზე ბუსოლის მიბრჯენით და აითვლიან კვეთის ნორმალიდან ძაფის გადახრის კუთხეს.

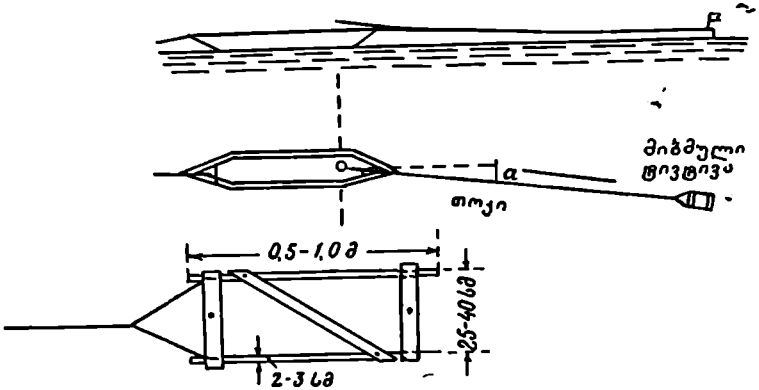
კონტროლისათვის გაზომვებს იმეორებენ ორ-სამჯერ.

§ 110. ცალკეულ წერტილებში დინების მიმართულებისა და სიჩქარის გასაზომი ხელსაწყოები

დინების მიმართულებისა და სიჩქარეების გასაზომად ნაკადის ცალკეულ წერტილებში ყველაზე უფრო გავრცელებულია და ამჟამად ყველაზე ხშირად გამოიყენება ბიფილარული (ორძაფა) საკიდელი და საზღვაო ტრიალა *BM*.

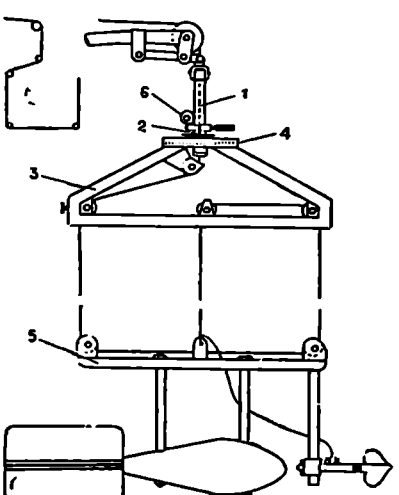
ბიფილარულ საკიდელს (ნახ. 171) იყენებენ ნაკადის დინების მიმართულების განსაზღვრისათვის ჰორიზონტალურ სიბრტყეში, სხვადასხვა სიღრმეებზე. ჰიდრომეტრიული გამოკვლევების დროს

ბიფილარულ საკიდელს იყენებენ ტრიალასთან ერთად, ერთდროულად ნაკადის დინების სიჩქარეების და მიმართულების გასაზომად.



ნახ. 171. ნაკადის დინების მიმართულების გაზომვა მიბმული ტივტივათი.

ხელსაწყო შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: ღერძისაგან (1), რომელზეც მიმაგრებულია მაჩვენებელი (2), ზედა (ფერმისაგან) წამწესაგან (3), მასზე მიმაგრებული გრადუსებად დაყოფილი ლიმბით (4), რომელიც თავისუფლად ბრუნავს ბურთულა-საკისარიანი ღერძის გარშემო და წამწეთი (5), რომელზედაც მიმაგრებულია ტვირთი საჭით. ეს წამწე ჩამოკიდებულია ზედა ჩარჩოზე წვრილი გვარლით რომლებიც გატარებულია გორგოლაჭების სისტემაში, რაც საშუალებას იძლევა შევცვალოთ მანძილი ზედა და ქვედა წამწეებს შორის.

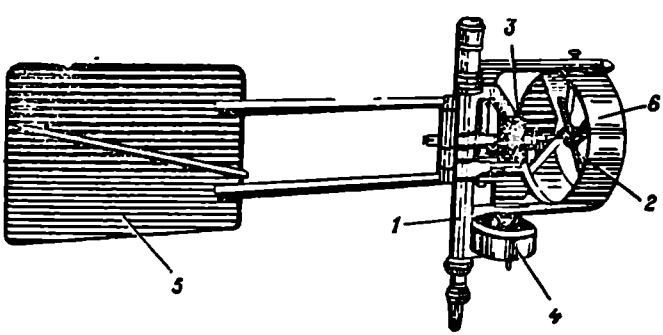


ნახ. 172. ბიფილარული საკიდელი.

მაჩვენებლის უფრო ზუსტად დაყენებისათვის და კუთხეების ათვლისათვის ჰიდროკვეთის მიმართულების მიხედვით ბიფილარულ საკიდელს აქვს სამიზნებელი მოწყობილობა (6).

ბიფილარულ საკიდელს წყალში უშვებენ ამწე კოჭით, რომელსაც აქვს ბლოკამთვლელი. ხელსაწყოს დაკვირვების წერტილში დაყენების შემდეგ სამიზნებელ მოწყობილობას ჰიდროკვეთის ხაზის მიხედვით აყენებენ და მაჩვენებლით ყოველ 5—10 წამში ითვლიან კუთხეებს ლიმბზე 1,5—2,0 წუთის განმავლობაში. მიღებული ანათვლებიდან იღებენ საშუალოს. კუთხე, მოთავსებული დინების მიმართულებასა და ჰიდროკვეთის ნორმალს შორის ტოლი იქნება კუთხისა მიღებულ საშუალო ანათვალსა და ლიმბის იმ ანათვალს შორის, რომელიც იმყოფებოდა ზედა ჩარჩოს პერპენდიკულარულ სიბრტყეში და მიმართული იყო დამკვირვებლისაკენ. ლიმბის ასეთი ანათვლები შეიძლება იყოს 90°-დან 270°-მდე, რაც დამოკიდებულია ლიმბის დამაგრებაზე და დამიზნებაზე მარჯვენა თუ მარცხენა ნაპირზე. ხელსაწყოს უარყოფითი მხარეა მისი სიდიდე და დიდი წონა.

საზღვაო ტრიალა. საზღვაო ტრიალა *BM*-ის დანიშნულებაა ზღვებში, ტბებში და წყალსაცავებში დინების სიჩქარეებისა და მიმართულების გაზომვა, მაგრამ ის შეიძლება აღნიშნული მიზნისათვის გამოყენებული იქნეს 1,5—2,0 მ-ზე მეტი სიღრმის მდინარეებშიც (ნახ. 173).



ნახ. 173. საზღვაო ტრიალა.
1—კორპუსი, 2—ფრთების მოწყობილობა, 3—ამთვლელი მექანიზმი, 4—ყაბლანის კოლოფი, 5—კუდის ფრთა — საპე.

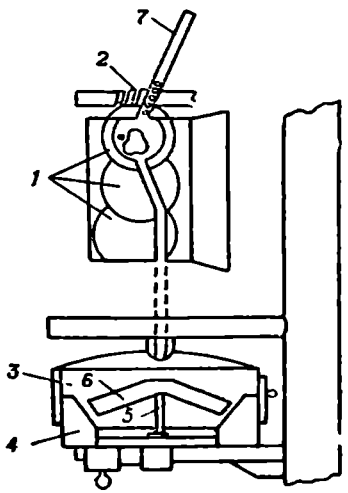
ტრიალას კორპუსი შედგება მილისმაგვარი ვერტიკალური ღერძისაგან 8 კორძით, რომლებიც საჭიროა ტრიალას დანარჩენი ნაწილების დასამაგრებლად.

ორი წინა კორძი ატარებს დამცველი თუნუქის რგოლს (6), ქვნის ჩარჩოს, რომლის შიგნით აქატის საქუსლეში დამაგრებულია ხრახნულა ფრთების ღერძი.

უკანა სამ კორძზე ხრახნის საშუალებით მაგრდება მოსახსნელი კუდის ფრთა. კუდის ფრთა შედგება ლითონის ორი ფირფიტისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია დახრილი კუთხით და ტრიალას უერთდებიან ორი შვერილი მილის საშუალებით.

ხრახნულა ფრთების ბრუნვის რეგისტრაცია ხდება ამთვლელის საშუალებით.

ამთვლელი წარმოადგენს სწორკუთხოვან კოლოფს (1), რომელშიც მოთავსებულია სამი მრგვალა კბილანა (ნახ. 174); მათ ღერძზე, ამთვლელის წინა მხარეზე ჩამოცმულია ბრუნვის რიცხვის მაჩვენებელი ისრები. ზედა და ქვედა ისრები ბრუნავენ საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით, ხოლო შუა ისარი — პირიქით, საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ.



ნახ. 174. საზღვაო ტრიალას ამთვლელი მექანიზმისა და ყიბლანის კოლოფის სქემა.

ზედა საჩვენებელი ისრით აითვლება ტრიალას ფრთების ბრუნვის რაოდენობა ერთეულებით და ათეულებით, შუათი აითვლება— ათასამდე, ხოლო ქვედა საჩვენებელი ისრით ათასეულები — 10 000-მდე.

ზედა კბილანას კბილები გამოდის კოლოფიდან და შეიძლება მისი შეერთება ტრიალას ხრახნულა ფრთების ჭიახრახნა ღერძის ამონაკვეთებში (2), ან მისი გამოთიშვა ჭიახრახნა ღერძისაგან გამომთიშავი მექანიზმის საშუალებით. მექანიზმს წინასწარ მართავენ სახელურით, ხოლო აღმრიცხველის ჩართვა და გამორთვა წარმოებს ზევიდან გაგზავნილი ტვირთის ტრიალას ვერტიკალური ღერძის თავზე მოხვედრით. დინების განსაზღვრისათვის ყიბლანის კოლოფი (3) მაგრდება ტრიალას კორპუსის ქვედა წინა კორძებზე.

კოლოფი (3) დაყოფილია ტიხრებით (4) ოცდათექვსმეტ სექტორად და დანომრილია 0-დან 36-მდე. თითოეული სექტორის კუთხე უდრის 10°-ს. ნულოვანი სექტორი მდებარეობს ტრიალას კუდის ფრთასხმულობის პირდაპირ; ხრახნულა ფრთებისაკენ მიმართულია მე-18 სექტორი.

კოლოფის ცენტრში დამაგრებულია ნემსი (5), რომლის წვერო-

ზედაც ბრუნავს მაგნიტური ისარი (6), რომლის ცენტრში მოთავსებული ფინჯანი შეერთებულია ღართან. ღარი მიემართება ისრის ჩრდილო ნახევრისაკენ.

დინების მიმართულებას საზღვრავენ ბრინჯაოს ბურთულებით, რომლებიც კოლოფში იყრებიან ამთვლელზე ქვევით მიმაგრებული მილიდან (7).

აიღებენ 20—30 ბრინჯაოს ბურთულას და ყრიან ამთვლელის ზევით მოთავსებულ მილში. ამთვლელს აქვს სპეციალური მოწყობილობა, რომელიც ტრიალას ფრთების ყოველ 33 1/3 შემობრუნების შემდეგ უშვებს ერთ ბურთულას. ბურთულას ხელსაწყოს ჩარჩოს ხვრელში და ყიბლანის სახურავში გავლის შემდეგ ხვდება მაგნიტური ისრის ფინჯანზე, საიდანაც მიგორავს ისრის ამოღარულ ნაწილში და ვარდება ყიბლანის კოლოფის განსაზღვრულ სექტორში. ბურთულები ყოველთვის მიგორავენ ჩრდილოეთის მიმართულებით, მაგრამ, რადგანაც ყიბლანის კოლოფი ტრიალასთან ერთად შემობრუნდება დინების მიმართულებით, ბურთულები სხვადასხვა სექტორში ჩაცვივდებიან.

დინების მიმართულების აზიმუტს აითვლიან ყიბლანის ისრის ჩრდილოეთის მაჩვენებელი ბოლოდან, ე. ი. იმ სექტორიდან, რომელშიც მოხვდება ბურთულა ნულოვან სექტორამდე (ნახ. 175).

ტრიალას წყალში უშვებენ გვარლის საშუალებით, რომელიც მაგრდება ტრიალას კორპუსის თავში. ვერტიკალური ღერძის ქვედა ნაწილზე ამაგრებენ ტვირთს, იმ მიზნით, რომ ტრიალა ძლიერმა დინებამ არ წაიღოს. ტვირთი შეიძლება იყოს 10, 25, 50 კგ და მეტი. ტვირთის წონა შეირჩევა დინების სიჩქარის მიხედვით.

დაკვირვება საზღვაო ტრიალათი და მასალების დამუშავება. დინების სიჩქარეს და მიმართულებას ვერტიკალების ცალკეულ დაკვირვების წერტილებში ზომავენ ცალკეული კონკრეტული შემთხვევისათვის. დაადგენენ კვეთების, ვერტიკალების და მათზე დაკვირვების წერტილების რაოდენობას.

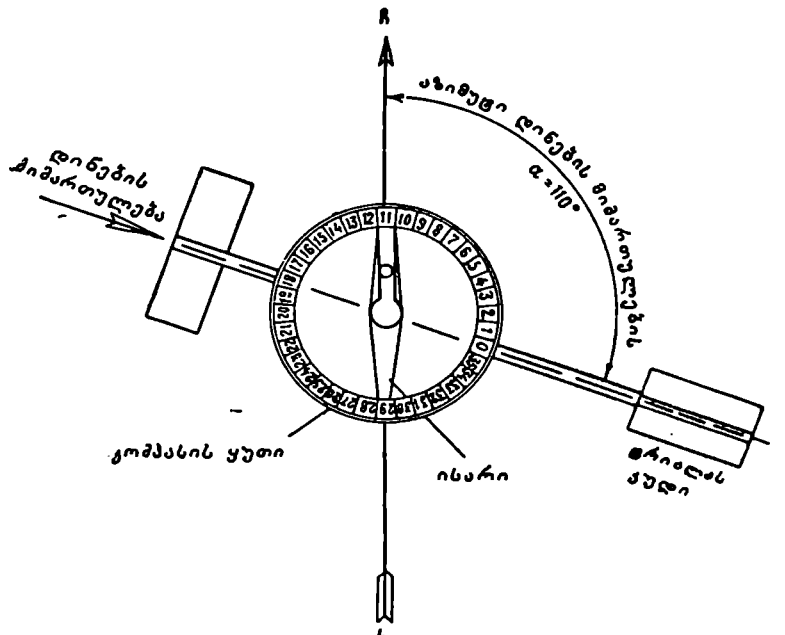
დაკვირვების წარმოების დროს ვერტიკალებზე გემს ღუზაზე აჩერებენ; ტრიალას ჩაუშვებენ ვერტიკალზე სიღრმეში დაკვირვების წერტილზე.

ვერტიკალის თითოეულ წერტილში დაკვირვება და ჩაწერა ხდება შემდეგი წესის მიხედვით:

1) გაზომავენ და ჩაწერენ ვერტიკალის სიღრმეს;

2) გამოიანგარიშებენ და დაკვირვების წიგნაკში ჩაწერენ ვერტიკალზე ტრიალას ჩაშვების სიღრმეს.

3) ტრიალას მოამზადებენ დაკვირვების წერტილში ჩაშვებისათვის, რისთვისაც ამთვლელის მაღაზიას დატენიან ბრინჯაოს ბურთულებით სპეციალური მილის საშუალებით, მომართავენ გამშვები მექანიზმის ზამბარას და გასინჯავენ გამშვები მექანიზმის მოწყობილობის მოქმედებას.



ნახ. 175. ყიბლანის კოლოფის მიხედვით დინების მიმართულების გაზომვის სქემა.

4) დაკვირვების წიგნაკში ჩაწერენ ანათვალს, ტრიალას ამთვლელის ბრუნვის მიხედვით, სიზუსტით ერთ ბრუნამდე.

5) გასაგზავნ ტვირთს აცმევენ გვარლზე და წვრილი მავთულის მარყუჟით ამაგრებენ ჯალამბარის ისრის კაუჭზე.

6) ტრიალას უშვებენ მოცემულ სიღრმემდე ისე, რომ მისი ღერძი მოხვდეს დაკვირვების წერტილში. ტრიალას სიღრმეში უშვებენ ნელა, რომ მაგნიტური ისარი ყიბლანის კოლოფში შეჭრილი წყლის დენების მოქმედებით არ გადავარდეს ნემსის წვერიდან.

7) უცდიან 1—2 წუთს, სანამ ტრიალა დადგებოდეს მიმართულების მიხედვით, ხოლო მაგნიტური ისარი დადგებოდეს მერიდიანის მიმართულებით.

8) ზევიდან უშვებენ გასაგზავნ ტვირთს და მის ტრიალას თაგზე მოხვედრის მომენტში ჩართავენ წამმზომს.

9) წერტილში დაკვირვების ხანგრძლივობას დანიშნავენ დინების სიჩქარესთან დამოკიდებულების ცხრილის მიხედვით (ცხრ. 34).

ცხრილი 34

დინების სიჩქარე მ/წმ-ბით	0,20 მ/წ-ზე ნაკლები	0,20—0,35	0,35—0,75	0,75 მ/წ მეტი
დაკვირვების ხანგრძლივობა წთ-ბით	20	10	5	2,5

უნდა ვეცადოთ, რომ წერტილში დაკვირვების დროის განმავლობაში კოლოფში ჩაყრილი ბურთულების რიცხვი არ იყოს 10-ზე ნაკლები და 18—20-ზე მეტი.

10) დაკვირვების ვადის გასვლის შემდეგ აგზავნიან მეორე გასაგზავნ ტვირთს და ტვირთის ტრიალაზე მოხვედრის მომენტში აჩერებენ წამმზომს. დაკვირვების ხანგრძლივობის დროს ჩაწერენ დაკვირვების წიგნაკში.

11) ტრიალას ამოიღებენ ზევით, აიღებენ ანათვალს ამთვლელიდან სიზუსტით ერთ ბრუნამდე და ჩაწერენ დაკვირვების წიგნაკში.

12) მოხსნიან ტრიალადან ყიბლანის კოლოფს, ახდიან სახურავს და მოხსნიან ნემსიდან მაგნიტურ ისარს. წიგნაკში ჩაწერენ სექტორის ნომრებს, რომელშიაც იყო ბურთულები და დაითვლიან ცალკეულ სექტორში ჩაყრილი ბურთულების რაოდენობას.

დაკვირვების მასალების დამუშავების დროს კრიტიკულად გასინჯავენ დაკვირვების წიგნაკში ჩანაწერებს.

1) შეადარებენ დატენილ და სექტორებში ჩაყრილ ბურთულების რაოდენობას;

2) შეაპირისპირებენ ტრიალას ფრთების ბრუნთა რიცხვს ყიბლანის კოლოფში ჩაყრილი ბურთულების რიცხვთან, გამომდინარე იქედან, რომ ყოველ 33 1/3 ბრუნის შემდეგ კოლოფში უნდა ჩავარდნილიყო ერთი ბურთულა. ამრიგად, კოლოფში ჩაყრილი ბურთულების რიცხვის ნამრავლი 33 1/3-ზე არ უნდა აღემატებოდეს ტრიალას ფრთების ბრუნთა საერთო ჯამს დაკვირვების პერიოდში.

3) უგულებელყოფენ ცალკეული ბურთულების მაჩვენებლებს, თუ ისინი განაპირა სექტორებში ჩაყრილი ბურთულების მონაცემებიდან გადახრილი იქნება 90°-ზე მეტი კუთხით.

4) გამოიანგარიშებენ დინების სიჩქარეს და მიმართულებას.

საშუალო სიჩქარის გამოანგარიშებისათვის აუცილებელია:

ა) უნდა განვსაზღვროთ ამთვლელზე საწყისსა და საბოლოო ანათვლებს შორის სხვაობა, რაც მოგვცემს ტრიალას ფრთების საერთო ბრუნთა რიცხვს N-ს დაკვირვების t პერიოდის განმავლობაში.

ბ) უნდა განვსაზღვროთ დაკვირვების პერიოდის ხანგრძლივობა t წამებში, პირველი და მეორე გასაგზავნი ტვირთის გაშვების შორის დროის სხვაობით.

გ) გამოიანგარიშებენ ტრიალას ფრთების ბრუნთა რიცხვს ერთი წამისათვის შემდეგი შეფარდებით: $n = \frac{N}{t}$.

დ) გამოსაანგარიშებელი ტარირების ცხრილის ან ტარირების გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრავენ დინების სიჩქარეს, რომელიც შეესატყვისება ტრიალას ფრთების ბრუნთა მოცემულ რიცხვს წამში.

დინების მიმართულების საშუალო აზიმუტს შემდეგნაირად გამოიანგარიშებენ: დაადგენენ ბურთულების გაფანტვის კუთხეს, რომელიც უდრის სექტორების ბოლო ნომრების სხვაობას, გადამრავლებულს 10°-ზე. თუ ბურთულების გაფანტვის კუთხე ნაკლებია $30° + 4n$-ზე (სადაც n არის ბურთულების საერთო რიცხვი), მაშინ დინების საშუალო აზიმუტის გამოსაანგარიშებლად იყენებენ არითმეტიკულ ხერხს.

ზემოაღწერილ ხელსაწყოებს გარდა დინების მიმართულების გაზომვისათვის არსებობს მრავალი ხელსაწყო, როგორიც არის ჟესტოვსკის ტრიალა-ჟავლმზომი, სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის შტანგიანი ჟავლმზომი, ი. კ. ალექსეევის ასოთმბეჭდავი ტრიალები БПВ—2 და БПВ—2Р, დინების საზომი ГР—42 და სხვა ავტომატური თვითმწერი ხელსაწყოები, რომელთა აღწერა აქ არ ხერხდება წიგნის მოცულობის გამო. მსურველთ აღნიშნული ხელსაწყოების აღწერა და მუშაობის პრინციპები შეუძლიათ ნახონ ი. ვ. ბუტომინის საზღვაო ჰიდრომეტრიის კურსში (1967)[1] და ვ. ა. სნეჟინსკის პრაქტიკული ოკეანოგრაფიის სახელმძღვანელოში (1954)[2].

§ 111. დინების მიმართულებაზე დაკვირვების მასალების დამუშავება

ბიფილარული საკიდელით და საზღვაო ტრიალათი გაზომვის შედეგებით თითოეული სიჩქარის ვერტიკალისათვის ვღებულობთ რამდენიმე წერტილის სიჩქარესა და მიმართულების მნიშვნელობებს.

[1] Ю. В. Истошин, Морская гидрометрия, Л., 1967.

[2] В. Л. Снежинский, Практическая океанография, Л., 1954.

ასეთი გაზომვების შედეგებით თითოეული ვერტიკალისათვის შეიძლება ავაგოთ გრაფიკები:

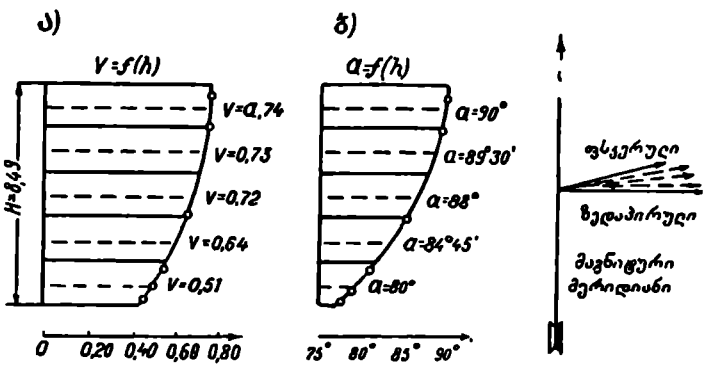
1) სიჩქარეთა ეპიური ვერტიკალის მიხედვით:

$$v=f(H);$$

და 2) მაგნიტური აზიმუტების ეპიური:

$$\alpha=f(H);$$

სადაც α არის დინების მიმართულების მაგნიტური აზიმუტი ცალკეული სიღრმის წერტილების მიხედვით (ნახ. 176).



ნახ. 176 ა) ვერტიკალზე დინების სიჩქარეების მიმართულების ეპიურები და ბ) სიჩქარეთა ვექტორების გამოსახულება.

აგებული ეპიურები საშუალებას იძლევიან ვიპოვოთ გეგმაზე სიჩქარეთა ვექტორების განაწილება ვერტიკალის მიხედვით სასურველ წერტილში, რისთვისაც თითოეული წერტილისათვის შერჩეული მასშტაბით დაალაგებენ სიჩქარის ტოლი სიგრძის ვექტორების მიხედვით, რომელსაც ჩამოიღებენ სიჩქარეთა ეპიურიდან ($v=f(H)$) და მიმართულების მიხედვით, რომელიც ჩამოღებულია ($\alpha=f(H)$) გრაფიკიდან.

აგებული გრაფიკების დახმარებით შეიძლება განვსაზღვროთ მთელი ვერტიკალისათვის დინების საშუალო მიმართულება. ეს შეიძლება გაკეთდეს, თუ მთელ ვერტიკალს სიღრმის მიხედვით გავყოფთ რამდენიმე თანაბარ ნაწილად და თითოეული მათგანისათვის გრაფიკის მიხედვით განვსაზღვრავთ v და α-ს მნიშვნელობებს. პრაქტიკულად საკმაოდ ზუსტი შედეგი მიიღება, თუ ვერტიკალის

სიღრმეს ხუთ თანაბარ ნაწილად გავყოფთ. ვერტიკალის მიხედვით დინების საშუალო მიმართულება გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sum v_i \sin\alpha_i}{\sum v_i \cos\alpha_i}, \qquad (151)$$

სადაც α არის ვერტიკალის მიხედვით დინების საშუალო მიმართულების მაგნიტური აზიმუტი; v_i და α_i არის ვერტიკალის თითოეული წერტილიდან ჩამოღებული სიჩქარეები და მიმართულების მაგნიტური აზიმუტები.

მეთოთხმეტე თავი

წყლის ხარჯების განსაზღვრა ჰიდროელექტროსადგურებთან

§ 112. წყლის ხარჯების განსაზღვრა ჰიდროელექტროსადგურებთან

საბჭოთა კავშირში წყალსამეურნეო ღონისძიებათა განხორციელების შედეგად შეიცვალა დიდი მდინარეების ჩამონადენის რეჟიმი, აგრეთვე შეიცვალა საშუალო და პატარა მდინარეების წყლიანობის რეჟიმი წყალსაცავებისა და გუბურების მშენებლობასთან დაკავშირებით.

ხელოვნურად შეცვლილი ჩამონადენის რეჟიმის მქონე მდინარეთა რიცხვი ჩვენს ქვეყანაში შემდეგში კიდევ უფრო გაიზრდება.

დარეგულირებული მდინარეების ჩამონადენის აღრიცხვა და, კერძოდ, წყლის ხარჯების გაზომვა ჰიდრომეტრიის ჩვეულებრივი ხერხებით ძლიერ გართულებულია და ზოგიერთ შემთხვევაში კი შეუძლებელიც.

თუ ჰიდრომეტრიული კვეთი მდინარეზე კაშხალის აგების შემდეგ აღმოჩნდება ზედა ბიეფში, ე. ი. შეტბორების ზონაში, მაშინ კვეთთან ვნიშვნელოვნად გადიდდება წყლის სიგანე, სიღრმე, კვეთის ფართობი და ამავე დროს იმდენად შემცირდება დინების სიჩქარე, რომ მას ვერ გაზომავს ჰიდრომეტრიული ტრიალა. გარდა ამისა, ზედა ბიეფში ცვლადი შეტბორების შედეგად ძალზე რთულდება წყლის ხარჯის გაზომვა.

თუ მდინარეზე კაშხალის აგების შემდეგ, კვეთი მოხვდება ქვედა ბიეფში. მაშინ ხარჯების გაზომვა ძალზე რთულდება კვეთთან წყლის არამდგრადი მოძრაობის შედეგად, ამით კი ხარჯების გაზომვის სიზუსტე ძალზე ეცემა.

ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლებელი ხდება ჰიდრომეტრიული კვეთის გადატანა შეტბორების ზევით ან ჰესის ქვევით, სადაც წყლის არამდგრადი მოძრაობა მცირე იქნება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც მდინარეზე აგებულია კასკადური ელ-

ელექტროსადგურები. როცა ქვევით მოთავსებული ჰიდროკვანძიდან წყლის შეტბორება ვრცელდება ზევით მოთავსებულ ჰიდროკვანძამდე, მაშინ ჰიდრომეტრიული კვეთის გადატანა შეუძლებელი ხდება და ჩვეულებრივი ჰიდრომეტრიული ხერხებით წყლის ხარჯების გაზომვა არ არის შესაძლებელი. ასეთ შემთხვევებში უმჯობესია ჩამონადენი შესწავლილ იქნეს ჰიდროკვანძებთან. ამისათვის წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის უნდა გამოვიყენოთ ჰესის ტურბინების ტრაქტი, კაშხალის წყალსაშვებების ხვრელები, გემსასვლელი რაბები, და აგრეთვე სპეციალური დანიშნულების სხვადასხვა სახის წყალსაშვებები, თოშსასვლელები, გამრეცხი მოწყობილობა და სხვ. ამასთან ერთად გათვალისწინებული უნდა იქნეს წყლის დანაკარგი ფილტრაციაზე და წყლის გადინების ხარჯი ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა საკეტების არამჭიდროდ დახურვის გამო წყლის გასვლის დროს.

ჰესთან ხარჯების განსაზღვრას აქვს ზოგიერთი უპირატესობა, ჰიდრომეტრიული ხერხით განსაზღვრულთან შედარებით, რადგან ამ დროს გამორიცხულია ისეთი არასასურველი ფაქტორების გავლენა, როგორიცაა წყალმცენარეების არსებობა მდინარეში, კალაპოტის ეროზიული პროცესები, ცვლადი შეტბორება, ყინულწარმოქმნის პროცესები და სხვ.

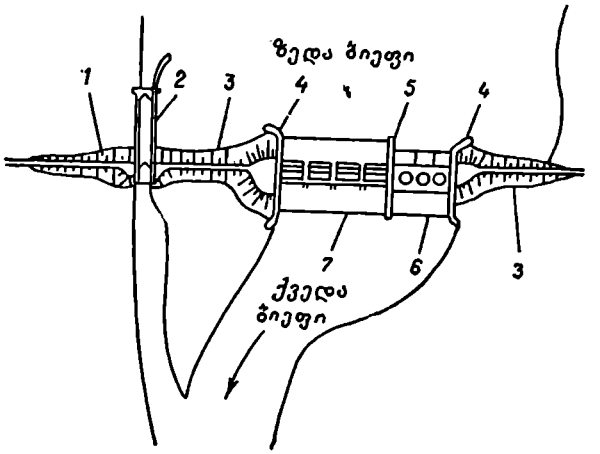
ჰესებთან წყლის ხარჯის განსაზღვრის მეთოდიკა დამოკიდებულია ჰესის ტიპზე. 177-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ჰიდროკვანძი ჰესის კაშხალთან, რომლის შემადგენლობაში შედის მიწის კაშხალი, წყალსაშვიანი კაშხალი, ჰესის შენობა, გემსავალი რაბი.

178-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ჰიდროკვანძი დერივაციით. ამ შემთხვევაში ჰესის შენობა მოთავსებულია არა კაშხალის კვეთზე, არამედ ცალკე. დერივაციულ ჰესებს ჩვეულებრივ აგებენ მთის მდინარეებზე.

ჰიდროკვანძები შეიძლება იყოს შერეული ტიპის. ერთ ჰიდროკვანძთან შეიძლება მოწყობილ იქნეს როგორც სადერივაციო ჰესი, ისე კაშხალიანი ჰესიც.

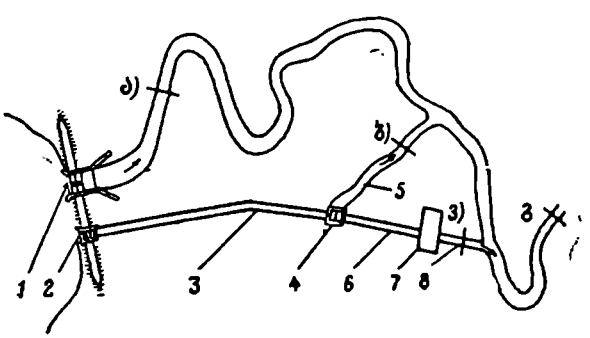
წყლის ჩამონადენის აღრიცხვის და წყლის ხარჯების გაზომვის ხერხები განსხვავებულია პატარა და დიდ ჰესებზე. პატარა ჰესებზე ჩვეულებრივ არ არის სპეციალური განყოფილება და სპეციალისტები ჩამონადენის აღრიცხვისათვის — დონეების გაზომვისათვის და ხარჯების განსაზღვრისათვის. ამ სამუშაოებს პატარა ჰესებზე აწყობს ჰიდრომეტსამსახური.

დიდ ჰესებზე არის სპეციალური განყოფილება, რომლის მოვალეობაში შედის აწარმოოს წყალზომითი დაკვირვებები და განსაზ-



ნახ. 177. კაშხალთან შეთავსებული ჰესის ჰიდროკვანძის სქემა.

1—მიწის ჯებირი; 2 — გემსავალი რაბა; 3 — მიწის კაშხალი; 4—შემაუღლებელი ბერკეტი; 5—გამყოფი კედელი; 6—ჰესის შენობა; 7 — წყალსაშვიანი კაშხალი.



ნახ. 178. დერივაციული ჰესის სქემა სატარირო კვეთებით.

1—კაშხალი; 2—დერივაციული არხის სათავის ნაგებობა; 3—დერივაციული არხი; 4—საწნეო აუზი; 5—დერივაციის საავარიო წყალსაშვები; 6—მილსადენი; 7—ჰესის შენობა; 8—ჰესის წყალგამყვანი არხი.
ა)—ძირითადი კვეთი კაშხალის ხვრელის ტარირებისათვის; ბ)—ჰესის გამყვანი არხის კვეთი; ვ)—ავარიული წყალსაშვების ხვრელის კვეთი ტარირებისათვის, გ) — ჯამური საკონტროლო კვეთი.

ღვრონ წყლის ხარჯები. დიდ ჰესებზე ჩამონადენის აღრიცხვა წარმოებს სისტემატურად, თანამედროვე მეთოდებით და გასაზომი იარაღებით.

აქ აღნიშნულ საკითხს მოკლედ ვეხებით; მისი დეტალურად შესწავლა შეიძლება სპეციალური ლიტერატურის საშუალებით.

§ 113. წყლის ხარჯების განსაზღვრა პატარა ჰესებთან

პატარა ჰესებს მიეკუთვნება ისეთი ჰიდროელექტროსადგურები, რომელთა სიმძლავრე 20000 კვტ-ზე ნაკლებია და შედიან კომუნალურ და სოფლენერგოს სისტემაში.

პატარა ჰესებზე ჩამონადენის აღრიცხვისათვის აუცილებელია ვაწარმოოთ ჰიდროკვანძის ყველა ხვრელების ტარირება: ჰესის ტურბინების ტრაქტების, კაშხალის წყალსაშვებების ხვრელების და სხვ. რის შედეგადაც დადგინდება მათი წყალგაშვების მახასიათებლები. ამისათვის აუცილებლად უნდა მოეწყოს რეგულარული დაკვირვება დონეებზე ზედა და ქვედა ბიეფებზე დამახასიათებელ ადგილებთან, რადგანაც ტარირებაში იგულისხმება წყლის წნევასა და ხარჯებს შორის დამოკიდებულების მიღება; წყლის ხარჯები განისაზღვრება მიღებული ტარირების დამოკიდებულების მიხედვით, შემდეგში კი საჭირო იქნება მხოლოდ მიღებული დამოკიდებულების შემოწმება.

თუ ჰესზე ჩამონადენის აღრიცხვას ვაწარმოებთ პირველად, მაშინ აუცილებელია ჰიდროკვანძის გამოკვლევა; უნდა ჩატარდეს ტურბინებისა და კაშხალების ყველა წყალსაშვები ხვრელების ტარირება, უნდა გაიზომოს წყლის დანაკარგი ფილტრაციაზე და გადინებაზე, უნდა მოეწყოს ჰიდრომეტრიული სამუშაოები და რეგულარული დაკვირვება ჰიდროკვანძზე.

ჰიდროკვანძის გამოკვლევის მიზანია გამოვაელინოთ მისი ყველა ტექნიკური მახასიათებლები, ცალკეული მოწყობილობების მდგომარეობა, აგრეგატების მოწყობილობა, ჰესის დანიშნულება და მისი მუშაობის რეჟიმი ტარირების გეგმის დამუშავების მიზნით.

ჰიდრომეტრიული სამუშაოები წარმოებს იმ მიზნით, რომ მოვახდინოთ ჰიდროკვანძის წყალსაშვები ხვრელების ტარირება და მთავრდება წყლის ხარჯების გაზომვით, რომელიც გაედინება ჰესის ტურბინებში, კაშხალის ხვრელებში, რაბების კამერებში და სხვ. სხვადასხვა წნევის და სხვადასხვა ხვრელების გაღებისას. გარდა ამისა, ცალკე განისაზღვრება წყლის ხარჯები ფილტრაციაზე და გაჟონვაზე.

ჰიდროკვანძიდან გასული ჯამური წყლის ხარჯი შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით:

$$Q = Q_{ტ.} + Q_{კშ.} + Q_{ფილ.} + Q_{სხვ.} \qquad (155)$$

სადაც, $Q_{ტ.}$ არის ტურბინებიდან გამოსული წყლის ხარჯი, $Q_{კშ.}$—კაშხალიდან გამოსული წყლის ხარჯი, $Q_{ფილ.}$—ფილტრაციის და გაჟონვის ხარჯი, $Q_{სხვ.}$ —წყლის ხარჯი სხვადასხვა საჭიროებისათვის (რაბებისათვის, მორწყვისათვის. ხე-ტყის დაცურებისათვის და სხვ.).

ჰიდროკვანძის ტარირება მდგომარეობს აღნიშნულ ფორმულაში მოცემულ ყველა შესაკრებთა განსაზღვრაში სხვადასხვა წნევის დროს ტურბინებისა და სხვადასხვა წყალსაშვებების ხვრელების გაღების დროს.

ჰიდრომეტრიული სამუშაოების ორგანიზაციის დროს აუცილებლად უნდა შეირჩეს და მოეწყოს ჰიდრომეტრიული კვეთები წყლის ხარჯების განსაზომად და აგრეთვე წყალსაზომი საგუშაგოები.

სატარირო კვეთების მდებარეობა განისაზღვრება ჰესების ტიპებით (კაშხალთან მდებარე, დერივაციული). უმჯობესია კვეთები მოვაწყოთ მიმყვან და გამყვან არხებში, უნდა შეირჩეს სწორხაზოვანი უბნები.

კაშხალთან მდებარე ჰესზე კაშხლის ხვრელების ტარირების დროს და აგრეთვე ფილტრაციის და გაჟონვის წყლის ხარჯების განსაზღვრის დროს, ჰიდრომეტრიულ კვეთებს აწყობენ მდინარის კალაპოტის ქვედა ბიეფში, ნაგებობასთან რაც შეიძლება ახლოს (100—400 მ). ამ კვეთებზე წყლის ხარჯებს ზომავენ ჰიდრომეტრიული ტრიალების საშუალებით.

სადერივაციო ჰესის შემთხვევაში სატარირო კვეთების განლაგების მაგალითი ნაჩვენებია 178-ე ნახაზზე. ა, ბ, გ კვეთებში წყლის ხარჯებს ზომავენ ჰიდრომეტრიული ტრიალებით.

წყალსაზომ საგუშაგოებს აწყობენ ზედა და ქვედა ბიეფებში. ორივე საგუშაგოზე გრაფიკის ნულს ერთნაირს იღებენ, რაც საშუალებას იძლევა წყლის დონეების სხვაობის მიხედვით მიიღონ წნევის სიდიდე. აუცილებლობის შემთხვევაში საგუშაგოებთან დგამენ დონეების თვითმწერებს, ესენი საშუალებას იძლევიან ზუსტად აღრიცხონ წყლის დონეების რყევადობა დაუმყარებელი წყლის მოძრაობის დროს.

თითოეულ სატარირო კვეთთან უნდა მოეწყოს წყალმზომი საგუშაგო. ჰიდროკვანძის ქვევით მდინარის კალაპოტში სატარირო კვეთთან ჩვეულებრივად აწყობენ ხიმინჯებიან ან ლარტყიან საგუშაგოს.

ჰიდროკვანძებზე რეგულარული დაკვირვება ჩამონადენის აღრიცხვისათვის წარმოებს:

1) რეგულარული (ყოველსაათობრივი) დაკვირვება წყლის დონეებზე ზედა და ქვედა ბიეფებში;

2) ტურბინების გაღების და დახურვის დროის რეგისტრაცია (ხშირად გაღებისა და დახურვის დროს რეგისტრაცია წარმოებს ყოველ საათში).

3) კაშხალის ყველა წყალსაშვებების ხვრელების გაღებისა და დახურვის დროის რეგისტრაცია;

4) მდინარის რეჟიმის ყველა ცვალებადობის (ყინულდნობა, ყინულსვლა, თოშსვლა და სხვ.) და ჰესის მუშაობის რეგისტრაცია (ტურბინების ავარიული გაჩერება, კაშხალის საკეტების მუშაობის შეფერხება, წყალსაშვებების მოწყობილობის დაზიანება და სხვა.).

დონეების აღრიცხვის და ტურბინების დახურვის ჩანაწერები შეაქვთ ჰესის გამომუშავების ჟურნალში, რომელშიც აღირიცხება ელექტროხელსაწყოების ჩვენება და ელექტროენერგიის გამომუშავება კილოვატსაათებში.

კაშხალის წყალსაშვებების ხვრელების გაღებისა და დახურვის შესახებ ჩანაწერები შეაქვთ მეორე ჟურნალში, რომლის ფორმაც თითოეულ ჰიდროკვანძზე დადგინდება მისი კონსტრუქციის შესატყვისად.

ტ უ რ ბ ი ნ ე ბ ი ს ტ ა რ ი რ ე ბ ი ს მიზანია მივიღოთ ჰესის სიმძლავრეს, წნევასა და წყლის ხარჯებს შორის დამოკიდებულება. თუ ასეთი დამოკიდებულება იქნა მიღებული, მაშინ წყლის ხარჯი განისაზღვრება ცნობილი სიმძლავრისა და წნევის მიხედვით. გენერატორის სიმძლავრე განისაზღვრება ამთვლელით, რომლის ჩვენებას კილოვატსაათებში ყოფენ საათების რაოდენობაზე. წნევა განისაზღვრება წყალსაზომ საგუშაგოებზე დაკვირვების მიხედვით.

სიმძლავრის, ხარჯისა და წნევის დამოკიდებულება განისაზღვრება შემდეგი თანაფარდობით. მუშაობა გამოისახება ძალისა და გზის ნამრავლით. ჩვენს შემთხვევაში ის განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$F = Qt\gamma, \tag{156}$$

სადაც Q არის წყლის ხარჯი $მ^3/წ$; t—დრო წამებში; γ—წყლის კუთრი წონა $კგ/მ^3$-ში.

გზა, რომელზედაც F ძალა ასრულებს მუშაობას, H წნევის სიდიდის ტოლია. მაშინ სიმძლავრე N გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$N = \frac{Q\iota\gamma H}{t} = 1000\ QH \frac{\text{კგ/მ}}{\text{წმ}} \qquad (157)$$

ჩვეულებრივ სიმძლავრეს გამოხატავენ კილოვატებში (კვტ) 1 კვტ.= 102 $\frac{\text{კგ·მ}}{\text{წმს}}$, მაშინ

$$N = 9{,}81\ QH \text{ კვტ.} \qquad (158)$$

აგრეგატის ფაქტიური სიმძლავრე (ე. ი. ტურბინისა და გენერატორისა ერთად) ნაკლებია, ვიდრე აღნიშნულ ფორმულაშია მოცემული, რადგან ენერგია იხარჯება ტურბინის, გენერატორის და რედუქტორის ხახუნზე და სხვ. ამ დანაკარგს ითვალისწინებენ მარგი ქმედების კოეფიციენტით (მ. ქ. კ.). მარგი ქმედების კოეფიციენტი η უდრის ტურბინის მარგი ქმედების კოეფიციენტის $\eta_{\text{ტურბ.}}$, გენერატორის $\eta_{\text{გენ.}}$ და რედუქტორის $\eta_{\text{რედ.}}$ ჯამს (თუ ეს უკანასკნელი აქვს). მაშასადამე,

$$\eta = \eta_{\text{ტ.}} + \eta_{\text{გენ.}} + \eta_{\text{რედ.}}$$

მაშინ აგრეგატის სიმძლავრე მარგი ქმედების კოეფიციენტის გათვალისწინებით უდრის

$$N = 9{,}81\ \eta QH \text{ კვტ.}$$

აქედან $$Q = \frac{N}{9{,}81\ \eta H} \text{ მ}^3/\text{წმ}, \qquad (159)$$

ან $$Q = \frac{N}{KH} \text{ მ}^3/\text{წმ}; \qquad (160)$$

სადაც $K = 9{,}81\ \eta$

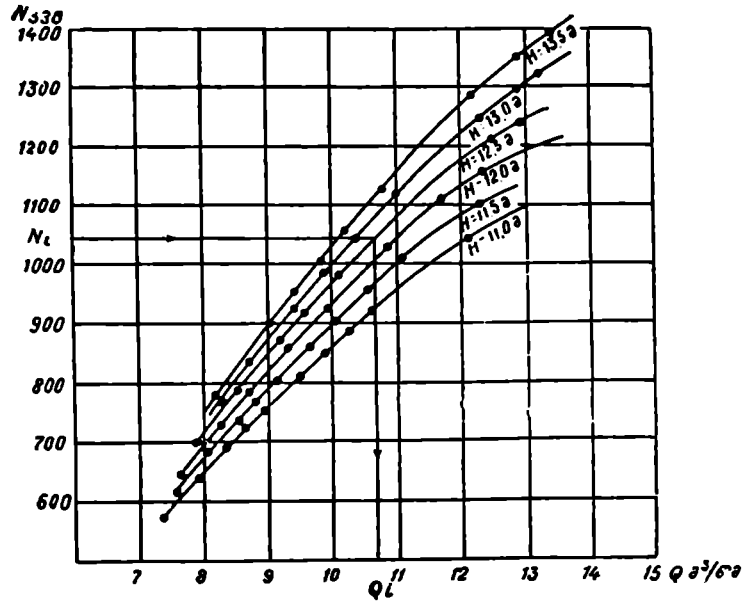
პატარა ჰესებისათვის K კოეფიციენტის სიდიდე მერყეობს 6.5—7,5 საზღვრებში.

ტურბინების ტარირება გამოიხატება მთელი რიგი წყლის ხარჯების გაზომვაში, რომელსაც ტურბინი უშვებს სხვადასხვა წნევის დროს.

თუ ჰესი მოწყობილია ერთნაირი ტიპის ტურბინებით, მაშინ საკმარისია დეტალურად გავატარიროთ ერთი ტურბინი, ხოლო თუ სხვადასხვა ტიპის ტურბინებია, მაშინ მათი ტარირება ხდება ცალ-ცალკე.

ტურბინების ტარირების შედეგები ფორმდება გრაფიკის სახით, წყლის ხარჯების, სიმძლავრეების და წნევის დამოკიდებულების მიხედვით ($Q = f(NH)$) (ნახ. 179). თუ ვისარგებლებთ გრაფიკით, ცნობილი N და H-ით ადვილად განვსაზღვრავთ წყლის ხარჯს.

წყალგამტარი ხვრელების ტარირება გამოიხატება ხარჯების კოეფიციენტების განსაზღვრაში შესატყვისი ჰიდრავლიკური ფორმულებით, სადაც ხვრელიდან გასული წყლის ხარჯი ივყოფება ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაში წნევასთან და ხვრე-



ნახ. 179. წყლის ხარჯის, სიმძლავრისა და წნევის დამოკიდებულების გრაფიკი.

ლის სიდიდესთან. ჰიდროკვანძების წყალგამტარი ხვრელები ჰიდრავლიკური დამოკიდებულების მიხედვით შეიძლება იყოს როგორც წყალსაშვიანი, ისე თხელკედლიანი ხვრელების სახის. ძირითადი შემთხვევები წყალსაშვებებში და თხელკედლიან ხვრელებში წყლის გასვლის მაგალითები ნაჩვენებია 180-ე ნახაზზე.

წყალგამტარებში წყლის გასვლის გამოსაანგარიშებელი ჰიდრავლიკური ფორმულები ძირითადი შემთხვევებისათვის შემდეგია:

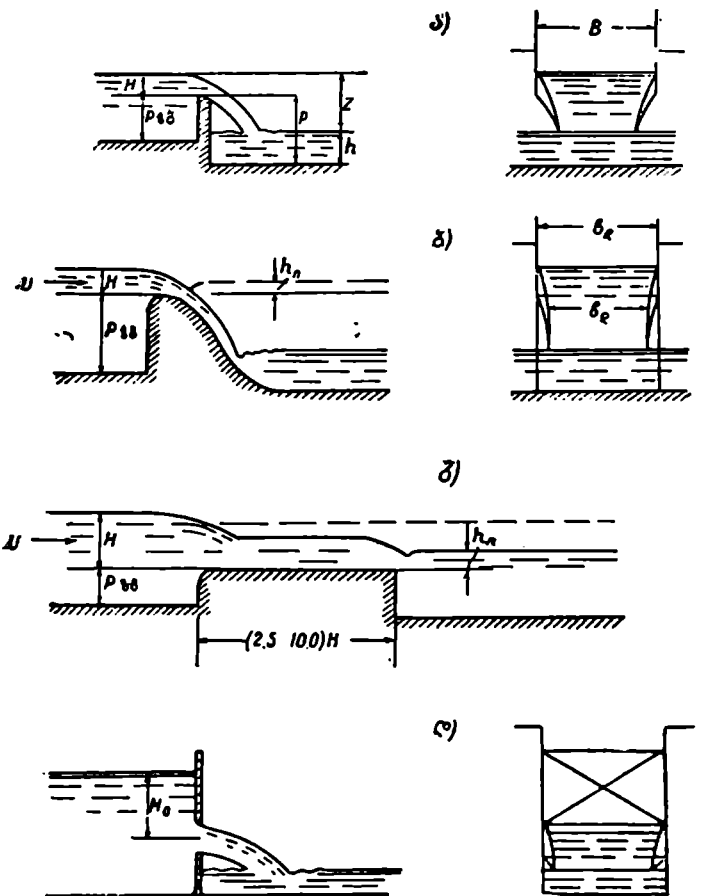
ა) თხელკედლიან წყალსაშვებებში წყლის გასვლის დროს (ნახ. 180 ა)

$$Q = m_0 b \sigma_0 \sqrt{2gH}^{3/2} \qquad (162)$$

სადაც m_0—არის ხარჯის კოეფიციენტი, აქ აგრეთვე გათვალისწინე-

ბულია წყლის მოსვლის სიჩქარე და ნაკადის გვერდითი შეკუმშვა, რაც საშუალოდ უდრის 0,42—0,50, *b* წყალსაშვების სიგანეა, $\sigma_{შტ.}$ — შეტბორების კოეფიციენტია.

წყალსაშვებს შეუძლია მუშაობა შეტბორილ მდგომარეობაში,



ნახ. 180. წყლის გადინება წყალსაშვებებიდან და თხელკედლიანი ხვრელებიდან.

ა—თხელკედლიანი წყალსაშვები, ბ—პრაქტიკული პროფილის წყალსაშვები, გ—წყალსაშვები განიერი ზღურბლით, დ—ხვრელი თხელ კედელში (შეუტბორავი).

შემდეგი პირობების შესრულების დროს: 1) $h_{ჯვ.\,ბ.} > P_{ჯვ.\,ბ.}$ 2) $\frac{Z}{P_{ჯვ.ბ.}} <$ $> 0{,}75$ შეტბორების კოეფიციენტის სიდიდე გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$\sigma_{შეკ.} = 1{,}05\left(1 + 0{,}2\ \frac{H - Z}{P_{ჯვ.\,ბ.}}\right)\sqrt[3]{\frac{Z}{H}}, \qquad (162)$$

სადაც H არის წყალსაშვებზე წნევა, ე. ი. წყლის დონის ნიშნულის სხვაობა ზედა ბიეფსა და წყალსაშვების ზღურბლის თხემებს შორის; Z—წყლის ვარდნა (ნახ. 180 ა), $P_{ჯვ.ბ.}$—წყალსაშვების სამაღლე ქვედა ბიეფის მხრიდან.

ბ) პროფილიდან წყლის გადინების დროს (ნახ. 180 ბ) ხარჯი გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$Q = mb_c\sqrt{2g}\,H_0^{3/2}, \qquad (163)$$

სადაც m არის ხარჯის კოეფიციენტი (უვაკუუმო წყალსაშვისათვის $m = 0{,}49$), b_c — წყალსაშვების სიგანე ნაკადის გვერდებიდან შეკუმშვით, g—სიმძიმის ძალის აჩქარება, H_0—წნევა წყლის სიჩქარის გათვალისწინებით, ე. ი.

$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g} \qquad (164)$$

v_0—დინების სიჩქარე ზედა ბიეფში წყალსაშვების წინ.

პრაქტიკული პროფილის წყალსაშვები შეტბორილად ითვლება, თუ $\frac{h_n}{H_0} \geqq 0{,}35$—$0{,}50$ (ნახ. 180 ბ). წყლის ხარჯი შეტბორილი წყალსაშვებიდან განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q = \sigma_{შეტ.}\, mb_c\sqrt{2g}\,H_0^{3/2} \qquad (165)$$

$\sigma_{შეტ.}$ არის შეტბორების კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ცნობარებით $\frac{h_n}{H_0}$ დამოკიდებულების მიხედვით [1].

ზ) განიერზღურბლიან წყალსაშვებში წყლის გასვლის დროს (ნახ. 180 გ) ხარჯი განისაზღვრება (166) ფორმულის მიხედვით, მაგ-

[1] П. Г. Киселев, Справочник по гидравлическим расчетам. Гидроэнергоиздат, М.—Л., 1952.

რამ ხარჯის კოეფიციენტი m საშუალოდ უდრის 0,32—0,38. წყლის ხარჯი შეტბორილ განიერზღურბლიან წყალსაშვებში განისაზღვრება (165) ფორმულის მიხედვით; კოეფიციენტი m და $\sigma_{ვბ.} = \frac{h_0}{H_0}$ განისაზღვრება ცნობარის მიხედვით.

დ) შეუტბორავი თხელკედლიანი წყალსაშვების ხვრელში წყლის გასვლის დროს ხარჯი განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q = \mu w \sqrt{2g H_0}, \qquad (166)$$

სადაც μ ხარჯის კოეფიციენტია, რომელიც განისაზღვრება ცნობარებით. w ხვრელის ფართობია, H_0—ხვრელის ცენტრზე წყლის წნევა წყლის მოსვლის სიჩქარის (v_0) გათვალისწინებით.

წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის უშუალოდ ზემოთ მოყვანილი ფორმულების გამოყენება ყოველთვის არ დაიშვება, რადგანაც ხარჯების კოეფიციენტების მნიშვნელობები m და μ შეიძლება კონკრეტულ შემთხვევებში განსხვავდებოდნენ ცნობარებში მოცემული მნიშვნელობებიდან, ნაგებობათა კონსტრუქციის თავისებურების ან წყლის გადმოღვრის დარღვევის ხასიათის მიხედვით. ასეთ შემთხვევაში კოეფიციენტებს m-სა და μ-ს მონახავენ ტარირების შედეგების მიხედვით.

კაშხალის ხვრელებში წყლის გასვლის ტარირება გამოიხატება ჰიდროკვეთზე წყლის ხარჯის გაზომვით, კაშხალის ნაწილის წყალსაშვების ამა თუ იმ ხვრელის გაღების განსაზღვრის შესატყვისად.

კოეფიციენტების m და μ ცდის გზით განსაზღვრა წარმოებს წყლის ხარჯის სიდიდიდან, რომელიც გაზომილი იყო ტარირების დროს, ხვრელის სიგანის (bc) შეკუმშვის და წნევის (H_0) გათვალისწინებით.

ჩატარებული სამუშაოების და გამოანგარიშების საფუძველზე შეადგენენ გასაანგარიშებულ ცხრილებს წყალსაშვების და მისი ხვრელების წყლის გამშვებუნარიანობაზე სხვადასხვა წნევის დროს.

ჰიდროკვანძის ნაგებობაზე ფილტრაციის და გაჟონვის ჯამურ ხარჯში შედის: ა) ჰესის შენობის და კაშხალის ქვეშ გასული ფილტრირებული წყლის ხარჯი; ბ) წყლის ხარჯი, რომელიც იპარება ტურბინების მიმმართველი აპარატის, გ) წყალსაშვების საკეტების არამჭიდროდ დახურვის დროს.

ფილტრაციული და გაჟონილი წყლის ხარჯი შეიძლება გაიზომოს ორი გზით: უშუალოდ კვეთში, რომელიც მოთავსებულია კაშხალის ქვევით, მაგრამ ცოტათი ზევით კალაპოტში ჰესის გამყვანი არხის შესართავამდე. ან კვეთში, რომელიც მოთავსებულია ჰესის გამ-

ყვანი არხის ქვევით (როდესაც ტურბინები არ მუშაობს). უკანასკნელ შემთხვევაში მიღებულ ხარჯს უნდა გამოაკლდეს ტურბინების გიმმართველი აპარატიდან გასული წყლის ხარჯი.

ფილტრაციაზე წყლის დანაკარგის მიახლოებით გაანგარიშება შეიძლება ასეთი თანმიმდევრობით იქნეს ჩატარებული[1]:

„როგორც ცნობილია, წვრილმარცვლოვან გრუნტში წყლის ხარჯი გამოიანგარიშება ფილტრაციის ძირითადი კანონით (დარსის კანონი), რომელიც ასეთი ფორმულით გამოისახება:

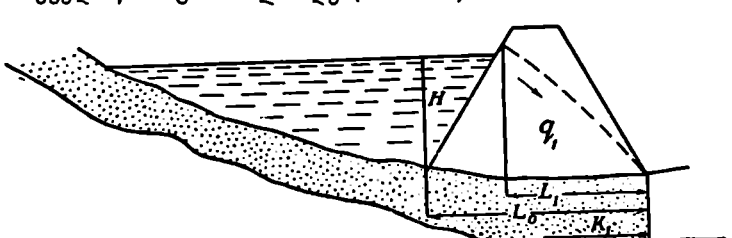
$$q = w'ki = wk\frac{H}{L}, \qquad (167)$$

სადაც q არის წყლის ხარჯი მ³-ში დღე-ღამეში, w — ფილტრაციული ნაკადის განივკვეთის ფართობი მ²-ში, i—ნაკადის პიეზომეტრიული ქანობი. H—ორ წერტილს შორის წნევათა სხვაობა; L—ფილტრაციის გზის სიგრძე ამ წერტილებს შორის მ-ში; K — გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტია მ³ დღე-ღამეში.

კაშხალის ტანში ფილტრაციით გასული წყალი შემდეგი ფორმულით გამოიანგარიშება:

$$Q = KB\frac{H^2}{2(L_1 + 0{,}5H)}, \qquad (168)$$

სადაც H არის წნევა კაშხალთან, B კაშხალის სიგანეა, L—მანძილი კაშხალის საწნეო წახნაგის ნორმალური შეტბორების ჰორიზონტიდან ქვედა წახნაგის ბოლომდე (ნახ. 181).



ნახ. 181. კაშხალის ტანში და კაშხალის ქვეშ გამავალი ფილტრაციული წყლის ხარჯის საანგარიშო სქემა.

თუ კაშხალის ტანი წყალგამტარ გრუნტზე მდებარეობს, მაშინ ფილტრაციას ადგილი ექნება კაშხალის ქვეშ, ამ შემთხვევაში ხარჯი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

---

[1] გ. ჩ ი კ ვ ა შ ვ ი ლ ი, ნ. დანელია, ლ. გველესიანი, ნ. კუპაიძე, ა. პაპაშვილი—. ჰიდროლოგია, თბილისი, 1968, გვ. 209.

$$Q = K_1 BT \frac{H}{L_0}, \tag{169}$$

სადაც K_1 არის კაშხალის ქვეშ გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტი, L_0 კაშხალის ფუძის სიგანეა.

კაშხალის ქვეშ და გვერდებიდან ჯამური ფილტრაციული წყლის ხარჯი გამოითვლება ნიფონტოვის ფორმულით:

$$Q = Kw \frac{L}{H} \tag{170}$$

w წყალსაცავის სარკის ფართობია:
L არის მანძილი წყალსაცავის სარკის სიმძიმის ცენტრიდან კაშხალის ქვედა კიდემდე. ეს ფორმულა საერთოდ იძლევა ხარჯის გადიდებულ მნიშვნელობას და გამოიყენება ძირითადად წინასწარ გაანგარიშების ჩასატარებლად.

ფილტრაციის ხარჯი წყალსაცავის ფსკერიდან გამოითვლება ფორმულით:

$$Q = Kw \frac{h}{d} \tag{171}$$

სადაც h არის სხვაობა წყალსაცავის საპროექტო დონესა და მსხვილმარცვლოვან გრუნტში პიეზომეტრიული წნევის ნიშნულებს შორის. K წყალსაცავის ფსკერის ფილტრაციის კოეფიციენტია. ფილტრაციის ხარჯი დიდია წყალსაცავის მოწყობის პირველ წელს, შემდეგ კი თანდათან მცირდება ნატანი მასალის დალექვის გამო.

§ 114. წყლის ხარჯების განსაზღვრა მსხვილ ჰიდროელექტროსადგურებთან

მსხვილ ჰესებზე ჩამონადენის აღრიცხვისათვის წყლის დონეებზე დაკვირვება წარმოებს ზედა და ქვედა ბიეფში. კაშხალთან მოწყობილ ჰესებზე წყლის დონეებზე დაკვირვება ტარდება ზედა ბიეფში ჰესის წყალსატარში შესვლის წინ და ქვედა ბიეფში — საგდებ არხში გამწოვი მილების გასასვლელთან.

დერივაციულ ჰესებზე დაკვირვება ტარდება: 1) მთავარ კვანძზე — წყლის დონეებზე კაშხალის წინ; 2) საწნეო აუზში, სანამ წყალი მილსადენში შევიდოდეს; 3) ჰესის გამყვან არხში გამწოვი მილებიდან წყლის გამოსვლის ადგილზე.

წყლის დონეებზე დაკვირვება ძირითადად წარმოებს დისტანციური ხელსაწყოების საშუალებით, რომელთა ჩვენებაც მართვის პულტს გადაეცემა. დონეების გასაზომად იყენებენ ტივტივურ მოწყობილობას ან პიეზომეტრიულ მილებს. პირველ შემთხვევაში ტივ-

ტივური გადამწოდის ჩვენება გადაეცემა სარეგისტრაციო მოწყობილობას სელსინების[1] საშუალებით. მეორე შემთხვევაში პიეზომეტრიული მილებით განსაზღვრავენ ზედა და ქვედა ბიეფებში წნევის სხვაობას შესატყვისი დონეების მიხედვით და აღრიცხავენ დიფერენციალური მანომეტრით, რომელიც უჩვენებს წნევის სიდიდეს.

ჰიდროკვანძებზე ზედა ბიეფიდან ქვედა ბიეფში წყალი შეიძლება გავიდეს ჰესის ტურბინებიდან, კაშხალის წყალსავალი ხვრელებიდან, ტივსასვლელებიდან, მორსაშვებებიდან, თევზსაშვებებიდან, სპეციალური დანიშნულების ხვრელებიდან (მაგალითად თოშასვლელები), გამრეცხავი მოწყობილობიდან, ინფილტრაციის გზით და სხვ.

წყლის მთავარი მასა ზედა ბიეფიდან ქვედა ბიეფში გადის ჰესის ტურბინებიდან; ეს არის ის წყლები, რომელიც გამოყენებულია ელექტროენერგიის გამოსამუშავებლად. ჰიდროკვანძიდან გასული წყლის ხარჯის დანარჩენი შემადგენელი ნაწილი უმნიშვნელოა. ჰესებში, რომელთაც აქვთ შედარებით მცირე მოცულობის წყალსაცავები, საერთო წყლის ხარჯის მნიშვნელოვანი ნაწილი წყალმოვარდნების და წყალდიდობის დროს შეიძლება გაშვებულ იქნეს კაშხალის წყალსავალი ხვრელებიდან.

კაშხალთან მდებარე მსხვილი ჰესების ტურბინებიდან გასული წყლის ხარჯების გაზომვამ ჰიდრომეტრიული ტრიალებით დიდ სიძნელეს წარმოადგენს, ამიტომ ტურბინების ტარირება არ ხერხდება. წყლის ხარჯის განსაზღვრა ტურბინიდან წარმოებს ტურბინების ექსპლოატაციური მახასიათებლების დახმარებით, რომელიც გამოისახება წნევასა და სიმძლავრეს შორის დამოკიდებულებით. სხვადასხვა მარგი ქმედების კოეფიციენტის დროს (ნახ. 182) ხარჯი გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$Q = \frac{N}{9{,}81 H \eta_{\text{ტ}} . \eta_{\text{გ}} . \text{ს}} \qquad (172)$$

სადაც N სიმძლავრეა. განისაზღვრება გენერატორის ამთველით მიხედვით, განსაზღვრული დროის პერიოდისათვის (საათი, დღე-ღამე და ა. შ.); H—წყლის წნევა, ე. ი. ზედა და ქვედა ბიეფის დონეებს შორის (ნახ. 182);

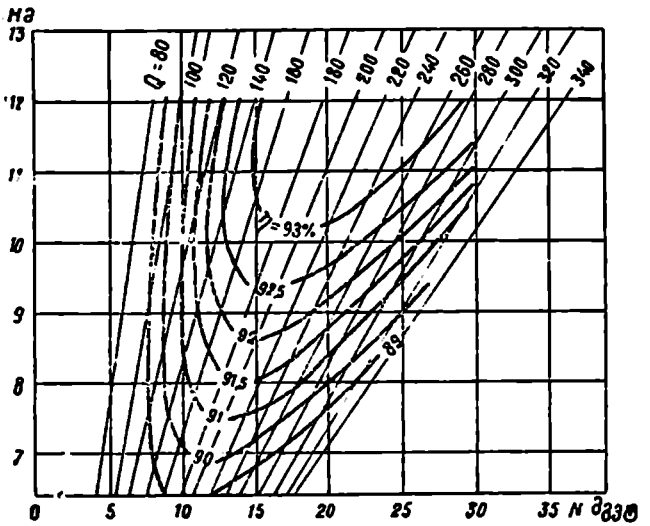
$\eta_{\text{ტ}}$—ტურბინების მარგი ქმედების კოეფიციენტი; $\eta_{\text{გ}}$—გენერა-

---

[1] სელსინები არის მოწყობილობა, რომლის საშუალებითაც ხდება მექანიკური მოძრაობის შორ მანძილზე გადაცემა ელექტრული დენით ელექტროგამტარების ნეშვეობით.

ტორის მარგი ქმედების კოეფიციენტია, რომელიც მიიღება მუდმივ სიდიდედ. რადგან ის ძალიან მცირედ არის დამოკიდებული სიმძლავრის ცვალებადობაზე.

წყლის ხარჯები დერივაციულ ჰესებთან მათი ექსლოატაციური მახასიათებლებით, როგორც წესი, არ განისაზღვრება, რადგანაც



ნახ. 182. ტურბინების საექსპლოატაციო მახასიათებლები.
H წნევა; *N*—დატვირთვა ღერძზე.

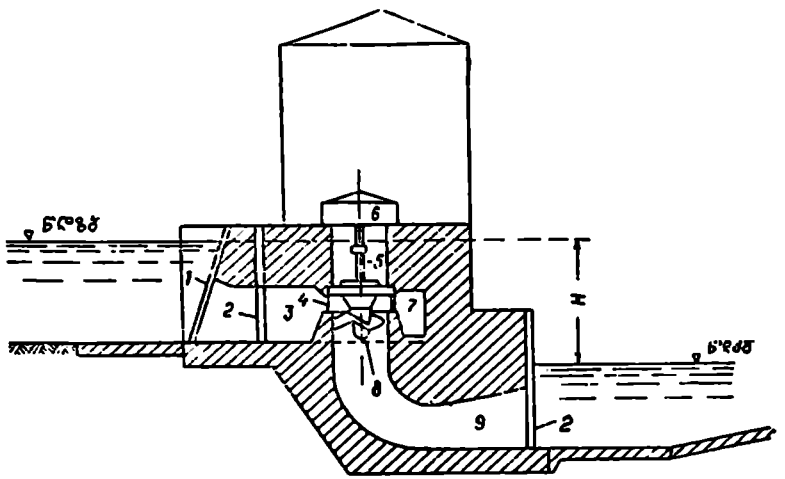
მათი ტურბინების მარგი ქმედების კოეფიციენტი არ არის მუდმივი და მცირდება ექსპლოატაციის პროცესში. წყლის ხარჯებს უფრო ხშირად საზღვრავენ გაანგარიშების გზით: 1) ხარჯებისა და სიმძლავრის დამოკიდებულების მრუდებით $Q=f(N)$; 2) ხარჯებისა და წნევის დამოკიდებულების მრუდებიდან $Q=f(H)$-ის მიხედვით. რომელსაც აგებენ დერივაციული არხისათვის.

$Q=f(N)$ დამოკიდებულების მისაღებად წარმოებს ტურბინების ნატურალური ტარირება წნევის რამოდენიმეჯერ გაზომვის დროს. წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის სიჩქარეებს ზომავენ ტრიალებით, სიღრმეებს ჰესის საგდებ არხში, ხოლო სიმძლავრეს აითვლიან გენერატორის ამთველზე.

$Q=f(H)$ დამოკიდებულების მისაღებად დერივაციული არხისა-

თვის ხარჯს ზომავენ ტრიალების საშუალებით სხვადასხვა H დონეების დროს წყლის არამდგრადი მოძრაობის პირობებში.

ტურბინებიდან გამოსული წყლის ხარჯები შეიძლება განისაზღვროს ხარჯთსაზომის საშუალებით, რომლის მოქმედებაც დაფუძნე-

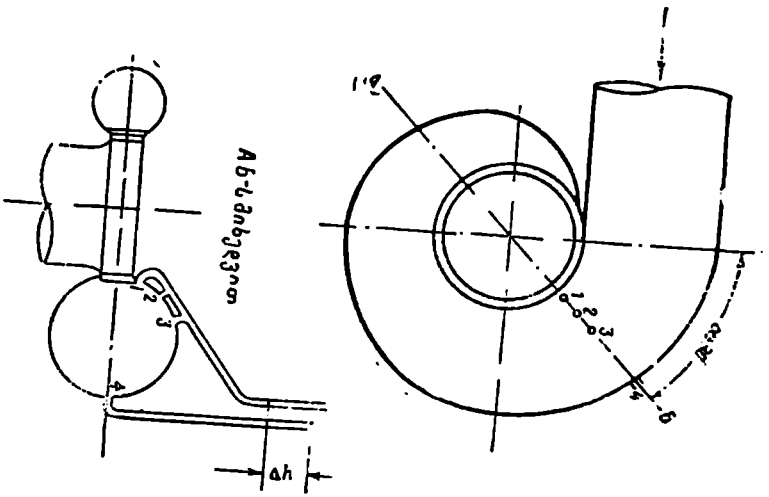


ნახ. 183 ჰესის შენობის სქემა.
1—გისოსი, 2—საკეტები, 3—საწნეო გალერეა, 4—ტურბინის მიმმართველი აპარატი, 5—ლივლივა, 6—გენერატორი, 7—სპირალური კამერა, 8—ტურბინი, 9—გამწოკ. მილი. H — წნევა დანაკარგის აღრიცხვის გარეშე.

ბულია ტურბინიდან გამოსული წყლის ხარჯისა და წყალვარდნილის სპირალურ კამერაში სხვადასხვა წერტილში წნევას შორის დამოკიდებულებაზე.

ტურბინის სპირალურ კამერაში წყლის მოძრაობის დროს ნაკადში წარმოიქმნება ცენტრიდანული ძალები, რომელთა სიდიდეები ხარჯების ერთი და იგივე სიდიდის დროს დამოკიდებულია მოხრილობის რადიუსზე. ნაკადის სითხის ნაწილაკებს სპირალური კამერის გარეთა ზედაპირზე აქვთ უფრო დიდი ცენტრიდანული ძალები, ვიდრე შიგნით მოთავსებულ ნაწილაკებს, რის შედეგადაც სპირალური კამერის ერთ და იმავე კვეთში, რომელიც მოთავსებულია ცენტრიდან სხვადასხვა მანძილზე, იქნება სხვადასხვა წნევა. სპირალური კამერის კედელში აკეთებენ მცირე ზომის ხვრელს და მილის საშუალებით წყალში შეაქვთ დიფერენციალური მანომეტრი, რომელიც ზომავს ორ წნევას.

184-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ტურბინის სპირალური კამერა და ხვრელის მდებარეობის ადგილი. რამდენადაც დიდია მანძილები ხვრელებს შორის (რადიუსის მიხედვით), იმდენად დიდი იქნება წნევის ვარდნა.



ნახ. 184. ხარჯსაზომი ხვრელის მდებარეობა ტურბინის სპირალურ კამერაში.

წყლის ხარჯის წნევის ვარდნილთან დამოკიდებულება გამოისახება ფორმულით:

$$Q = K\ (\Delta h)^n, \tag{173}$$

სადაც K არის ხარჯსაზომის კოეფიციენტი, Δh—წნევის ვარდნილი, n—ხარისხის მაჩვენებელი, რომლის სიდიდე ცდის მონაცემების მიხედვით მიიღება და მერყეობს 0,48—0,54 საზღვრებში. უმეტეს შემთხვევაში $n = 0{,}5$. მაშინ ფორმულა (173) მიიღებს შემდეგ სახეს:

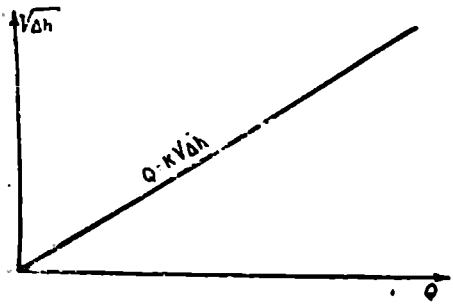
$$Q = K\sqrt{\Delta h} \tag{174}$$

ეს დამოკიდებულება შეიძლება გამოისახოს სწორი ხაზის სახით (ნახ. 185). ხარჯსაზომები ჩვეულებრივ ტარირდება ნატურალურ პირობებში, რის შედეგად განისაზღვრება K კოეფიციენტის სიდიდე. ტარირება გამოიხატება ოთხი-ხუთი ხარჯისა და შესატყვისი წნევის ვარდნილების მნიშვნელობების განსაზღვრაში.

ხარჯსაზომის ჩვენება გადაეცემა ისრიან ხელსაწყოზე ან თვითმწერზე. ხარჯსაზომი აგრეთვე აღჭურვილია ინტეგრატორებით, რომ-

ღებიც იძლევიან წყლის ჯამურ ხარჯს (მოცულობას) განსაზღვრული დროის მონაკვეთში.

ხარჯთსაზომები შეიძლება დაიდგას როგორც მსხვილ, ისე პატარა ჰიდროელექტროსადგურებზე.



ნახ. 185. დამოკიდებულება $Q = K\sqrt{\Delta h}$

წყლის ხარჯების განსაზღვრა კაშხალის წყალსაშვები ხვრელებიდან. წყალსაცავიდან წყალი ვარდება კაშხალის წყალსაშვები ხვრელებიდან ჩვეულებრივად წყალდიდობების და წყალმოვარდნების პერიოდში.

კაშხალის ხვრელებიდან გადმოვარდნილი წყლის ხარჯები განისაზღვრება ჰიდრავლიკური ფორმულებით, წნევის სიდიდის, წყალსაშვების ტიპის და წყლის გასვლის ხასიათის მიხედვით. გადმოვარდნილი წყლის ხარჯის განსაზღვრის რეკომენდებული ფორმები ჩვეულებრივ მითითებულია ჰიდროკვანძის პროექტში. წყალსაშვებების ნატურალური ტარირება წარმოებს იშვიათად, რადგან ეს დიდ დროს მოითხოვს და ძალიან რთულ სამუშაოს წარმოადგენს.

პრაქტიკული მიზნებისათვის ადგენენ კაშხალის ხვრელების წყლის გამშვები უნარიანობის გრაფიკებს, რომლითაც ხარჯი განისაზღვრება წნევასთან ან ზედა ბიეფებში წყლის დონესთან დამოკიდებულების მიხედვით, სხვადასხვა სიდიდით გახსნის დროს.

წყლის ხარჯები თოშსასვლელებთან, გამრეცხავ მოწყობილობებთან და სხვა სპეციალური დანიშნულების ხვრელებთან განისაზღვრება ანალოგიურად.

წყლის ხარჯების განსაზღვრა სანაოსნო რაბებთან. სანაოსნო რაბებში წყალს ზედა ბიეფიდან აგდებენ ქვედა ბიეფში. წყლის ხარჯი თითოეულ რაბში განისაზღვრება ჩასასხმელი პრიზმის მოცულობის მიხედვით, რომელიც უდრის წყლის მოცულობას რაბის კამერაში.

საშუალო დღეღამური წყლის ხარჯი უდრის

$$Q_{\text{დ.ღ.}} = \frac{V_n}{86400} \text{ მ}^3, \qquad (175)$$

სადაც V წყლის ჩასასხმელი პრიზმის მოცულობაა, n—დღე-ღამეში ავსებული რაბების რიცხვი, 86400—დღე-ღამეში წამების რიცხვი.

ჩასასხმელი პრიზმის მოცულობა ერთკამერიანი რაბისათვის უდრის

$$V = \omega h_{\text{საშ.}}, \qquad (176)$$

სადაც ω არის რაბის კამერის ფართობი მ²-ში, $h_{\text{საშ.}}$—წნევა (დღე-ღამეში საშუალო).

წყლის ხარჯი რაბიანი ტევსაშვებებიდან გამოიანგარიშება ანალოგიურად.

ფილტრირებული და გაუონილი წყლის ხარჯის განსაზღვრა. ფილტრირებული წყლის ხარჯი გაიზომება მოცულობითი ხერხით ან სატუმბავი მანქანებით წყლის ამოტუმბვით, ზოგჯერ საზომი წყალსაშვებით.

ბეტონის კაშხალში წყლის ფილტრაცია შეიძლება შევისწავლოთ გალერეაში (გვირაბში). რომელიც გაყვანილია კაშხალის შიგნით. ფილტრაციის წყლის ხარჯი წინასწარ გათვალისწინებულია პროექტებით. ჩვეულებრივ ის ძალიან მცირეა. ფილტრაციის გადიდების დროს მიღებული უნდა იქნეს ზომები მის შესამცირებლად (კაშხალის ფსკერის თიხით დაფარვით, ნაპრალების ცემენტაციით და სხვ.).

წყლის ხარჯი საკეტებიდან და მიმმართველი აპარატიდან წყლის გაშვების დროს ძალიან მცირეა და მას სწავლობენ ვიზუალური დაკვირვებით, ხარჯის სხვა მდგენელები ძალიან მცირეა და ხშირად არ ანგარიშობენ.

თევზსაშვებებიდან გასული წყლის ხარჯის გამოანგარიშება. თევზსაშვებებიდან გასული წყლის სიდიდე დამოკიდებულია მათ კონსტრუქციაზე და ჩვეულებრივად არ არის დიდი. მაგალითად თევზსაშვები—ღარების შემთხვევაში (ქეგუშისა და ნიჟნი-ტულომის ჰესებთან) წყლის ხარჯები მერყეობს 0,5—1.5 მ³/წ-ის საზღვრებში. წყლის ხარჯის გამოანგარიშების დროს ითვალისწინებენ თევზსაშვების მუშაობის ხანგრძლივობას.

ჰიდროკვანძთან თევზამყვანი მოწყობილობის დროს წყლის ხარჯის სიდიდე დამოკიდებულია თევზამყვანის სიდიდეზე და დაპროექტებული ხარჯების სიდიდეზე (1 მ³/წ-დან 10—20 მ³/წ-მდე).

რაბიანი თევზსაშენებების შემთხვევაში (ციმლიანსკის წყალსაცავთან) წყლის ხარჯებს ანგარიშობენ რაბების რიცხვის მიხედვით.

წყლის ხარჯების აღრიცხვა ქალაქებისა და საწარმოების წყლით მომარაგებაზე. კომუნალური მეურნეობის და საწარმოებისათვის საჭირო წყლის რაოდენობა გაიანგარიშება წყალსამეურნეო განყოფილების მიერ ტუმბოების წყალგამტარობის უნარისა და მათი მუშაობის საათების რაოდენობის მიხედვით ან წყალსაზომების საშუალებით.

მორწყვაზე დახარჯული წყლის რაოდენობის აღრიცხვა. მორწყვისათვის დახარჯული წყლის აღრიცხვა წარმოებს წყალსამეურნეო საექსპლოატაციო ჰიდრომეტრიული განყოფილების მიერ წყალსაშვების მახასიათებლების მიხედვით, მაგისტრალური არხების სათანადო ნაგებობებთან.

ჰიდროელექტროსადგურებზე მდინარეთა წყლის რეჟიმის შესახებ მონაცემების შეჯამება. წყლის ხარჯების სიდიდეების შესახებ ყველა ცნობები ჰიდროკვანძის ნაგებობათა განყოფილებიდან, დაწყებული წყალსაცავიდან წყლით მომარაგებისათვის და მორწყვისათვის წაღებული წყლიდან, მოდის ჰესის სამმართველოს საწარმოო-ტექნიკურ (საექსპლოატაციო) განყოფილებაში. თუ მითითებულ განყოფილებაში წარმოებს წყალსაცავის წყლის ბალანსის გაანგარიშება, მაშინ დამატებით ცნობებს აგროვებენ (ჰიდრომეტსამსახურიდან, ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიიდან და სხვა ორგანიზაციებიდან), წყალსაცავის საგუშაგოების ქსელიდან აგროვებენ ცნობებს მისი დონეების რეჟიმის გაანგარიშებისათვის, გვერდითი შენაკადებისას, აორთქლებას წყლის ზედაპირიდან, ატმოსფერულ ნალექებზე, ყინულის საფარზე და აგრეთვე ყინულჩაჯდომაზე, ყინულების ცურვაზე და გადნობაზე. ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კვეთში ყინულის ხარჯების მონაცემების შესახებ ცნობებს შეიტანენ წყლის ენერგეტიკული ჩვენებების უწყისში და თვიურ ანგარიშებში. ამ უკანასკნელში იძლევიან ცნობებს შემდინარე წყლების წყლის თვიური მოცულობის შესახებ, ჰესზე გავლილი საერთო ჩამონადენის რაოდენობის შესახებ ენერგიის გამომუშავებაზე დახარჯული წყლის მოცულობის შესახებ, თავისუფალ წყალგდებაზე, გაჟონვაზე, ჰესის საკუთარ საჭიროებაზე და სხვ. ასეთი ანგარიშები ყოველთვიურად იგზავნება ჰიდროკვანძის სამმართველოდან რაიონის ენერგოსამმართველოში.

მეთხუთმეტე თავი

წყლის ხარჯების განსაზღვრა აეროგადაღებით

§ 115. ზოგადი ცნობები

თვითმფრინავიდან დედამიწის ხილული ზედაპირის ფოტოგრაფირებას აეროგადაღება ეწოდება.

თანამედროვე მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების შედეგად საინჟინრო ძიების საქმეში ფართოდ ინერგება აეროგადაღება, რომელიც მთელ რიგ შემთხვევებში ცვლის ბუნებრივ პირობებში რთულ და შრომატევად გამოკვლევებს.

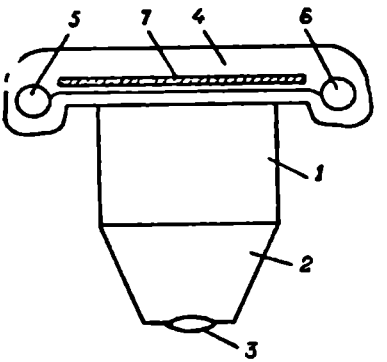
აეროფოტოგადაღება ფართო პოპულარობით სარგებლობდა საველე ტოპოგრაფიული, გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური და ჰიდროგრაფიული გამოკვლევების დროს, ხოლო მდინარეთა აუზებში თოვლის საფარის აგეგმვისათვის, მდინარეებზე, ყინულოვანი მოვლენების შესწავლისათვის და ჰიდრომეტრიული ელემენტების განსაზღვრისათვის აეროგადაღება გამოყენებულ იქნა ბოლო ათწლეულებში.

წინასწარი გამოკვლევები გვიჩვენებენ, რომ აეროგადაღებით შეიძლება საკმაოდ მაღალი სიზუსტით მივიღოთ მდინარეების სიჩქარეები და დინების მიმართულება, ხოლო ცოცხალი კვეთის ფართობი და წყლის ხარჯი ისეთი მიახლოებით, რაც სრულიად საკმარისი იქნება წინასწარი საინჟინრო გამოკვლევებისათვის.

აეროგადაღება თვითმფრინავის სპეციალურად მოწყობილ ხვრელში მოთავსებული ფოტოაპარატით წარმოებს (ნახ. 186).

კორპუსის ზედა და ქვედა ნაწილები ამოჭრილია, ხოლო გვერდები შუქშეუღწევადი, იგი შეერთებულია კონუსთან (2), რომლის ვიწრო ყელში მოთავსებულია ობიექტივი (3). კორპუსში მოთავსებულ ერთ კოჭზე დახვეულია 35—60 მ სიგრძის ფოტოფირი, რომელიც გადაღების მომენტში კადრების მიხედვით ეხვევა მეორე მიმღებ კოჭზე.

აეროფოტოაპარატს აქვს მამოძრავებელი მექანიზმი, რომლის საშუალებითაც მუშაობს ობიექტივის ჩამკეტი, ასწორებს და ახვევს ფოტოფირს. ეს მექანიზმი აეროფოტოაპარატთან დაკავშირებულია ინტერვალომეტრით, რომლის საშუალებითაც წარმოებს ჰაერიდან სურათების გადაღება. მამოძრავებელი მექანიზმიდან მოძრაობა გადაეცემა ინტერვალომეტრს, ხოლო ეს უკანასკნელი აეროფოტოაპარატის სპეციალური გვარლების საშუალებით შეერთებულია ელექტრომოტორთან.



ნახ. 186. აეროფოტოაპარატის სქემა. 1—კორპუსი, 2—კონუსი, 3—ობიექტივი, 4—აეროფირის კოლოფი, 5—6—ფირის დასახვევი კოჭები, 7—ფირის დამჭერი.

ამგვარად, თანამედროვე ერთობიექტივიანი აეროფოტოაპარატები, რომლებიც გამოყენებულია დედამიწის ზედაპირზე სხვადასხვა ობიექტების აეროგადაღებისათვის, წარმოადგენენ ავტომატურად მომუშავე რთულ აგრეგატებს [1].

ფოტოგრაფირების მასშტაბს განსაზღვრავენ, როგორც ფოკუსური მანძილის შეფარდებას (fk) ფრენის სიმაღლესთან, ე. ი.

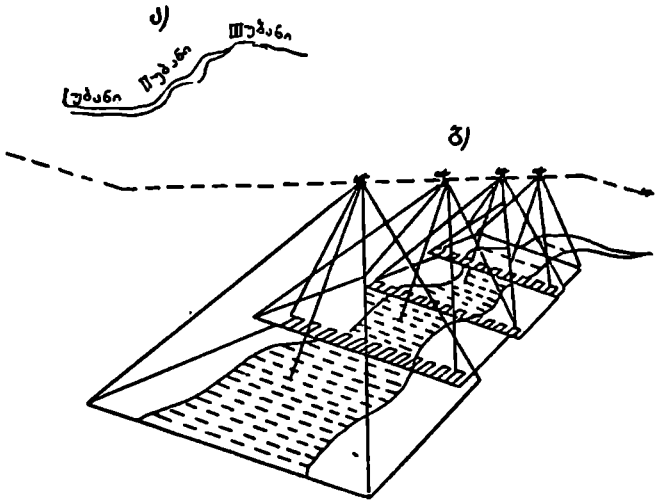
$$\frac{1}{m} = \frac{f_k}{H}$$

მაგალითად, რომ მივიღოთ ადგილმდებარეობის გეგმა 1 : 10000 მასშტაბში, ვსარგებლობთ აეროფოტოაპარატის ფოკუსური მანძილით 200 მმ, მაშინ თვითმფრინავი უნდა ფრენდეს 2000 მ სიმაღლეზე, ხოლო თუ $f_k = 50$ მმ-ს მაშინ მან უნდა იფრინოს დედამიწის ზედაპირიდან 500 მ სიმაღლეზე. აეროგადაღებას აწარმოებს სპეციალურად მოშზადებული რაზმი.

მდინარის ხეობის გადაღების დროს თვითმფრინავიდან წარმოებს მარშრუტული გადაღება, ფართობრივი გადაღების დროს თვითმფრინავი აკეთებს რამდენიმე პარალელურ მარშრუტს, 30—40%-ს გადახურვით. აეროგადაღების შემდგომი კამერალური დამუშავებისათვის გასწვრივი გადაღებისათვის გადახურვა უნდა უდრიდეს 60% (ნახ. 187).

---

[1] რ. ჩეკურიშვილი—ფოტოგრამმეტრია, თბილისი, 1965 წ. გვ. 21—22.



ნახ. 187. მარშრუტული აეროგადაღება.
ა—მარშრუტების მდებარეობა, ბ—მარშრუტების გადაღების სქემა.

§ 110. მდინარის დინების სიჩქარის განსაზღვრა აეროგადაღებით

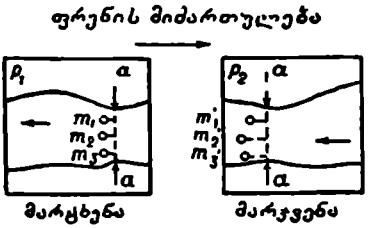
როგორც ვიცით, წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის აუცილებელია მდინარის დინების, მიმართულების და სიჩქარეების განსაზღვრა, რისთვისაც იყენებენ საკმაოდ რთულ და შრომატევად ჰიდრომეტრიული გაზომვის ხერხებს — ტრიალებითა და ტივტივებით. ბოლო დროს მდინარეების მიმართულებისა და დინების სიჩქარეების განსაზღვრისათვის ზოგიერთ შემთხვევაში, განსაკუთრებით დიდ მდინარეებზე იყენებენ აეროგადაღების სტერეოსკოპიულ მეთოდს[1], რომლის არსიც შემდეგში გამოიხატება.

დავუშვათ, რომ მდინარის გასწვრივი მიმართულებით აეროგადაღებით მივიღებთ ერთიმეორეზე გადახურვით ორი P_1 და P_2 სურათი (ნახ. 188), სადაც გამოსახულია ტივტივები m_1, m_2, m_3... m_n, რომელნიც თავისუფლად გადაადგილდებიან დინების მიმართულებით, მდინარის წყლის მოძრაობასთან ერთად.

აეროგადაღება უნდა შესრულდეს იმგვარად, რომ სურათზე გამოსახული იქნეს მდინარის ორივე ნაპირი. გადაღების მომენტის

[1] Малявский Б. К., Методы определения гидрологических характеристик рек с самолета. М., 1965, გვ. 10.

დროს Δt ინტერვალში ტივტივები გადაადგილდებიან მდინარის დინების მიმართულებით Δl_1; Δl_2... Δl_n მანძილზე, სიჩქარის პროპორციულად. Δt დროის მომენტს თანამედროვე აეროფოტოაპარატები ავტომატურად აღრიცხავს გადაღების პროცესში.



ნახ. 188. აეროფოტოსურათების მდებარეობის სქემა დინების სიჩქარეების განსაზღვრის დროს.

გადაღებებს შორის დროის ინტერვალში ტივტივების გადაადგილების მანძილები (x) შეიძლება გავზომოთ თითოეულ სურათზე, რომელიმე პირობითი a_1a_1 კვეთიდან, რომელიც გატარებული იქნება სურათზე წყვეტილი ხაზით, მდინარის ერთი ნაპირიდან მეორე ნაპირამდე, წყლის დინების პერპენდიკულარულად. მანძილის სხვაობა კვეთიდან ტივტივამდე იქნება x^1—x; x'_n—x_n. ამით განისაზღვრება ტივტივების გადაადგილების მანძილი კვეთიდან ტივტივამდე, აეროგადაღების დროს მიღებულ მასშტაბში გადაყვანით. რომ მივიღოთ დინების სიჩქარის აბსოლუტური მნიშვნელობა, აუცილებლად უნდა ვიცოდეთ აეროგადაღების მასშტაბი; მაშინ მდინარის დინების სიჩქარე გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$v_i = \frac{(x'_i - x_i)}{\Delta t\, fk} H, \qquad (177)$$

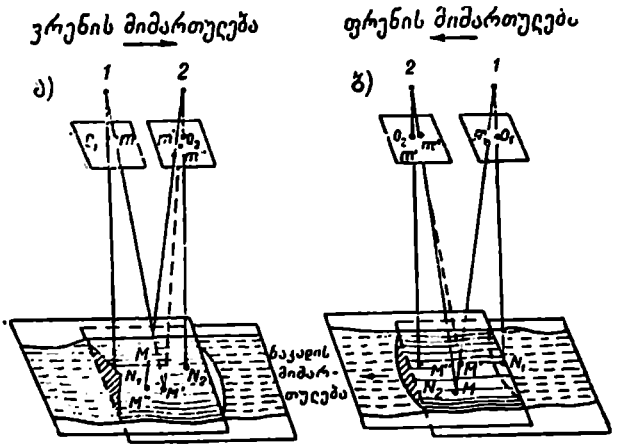
სადაც H არის თვითმფრინავის ფრენის სიმაღლე მ-ში; fk აეროფოტოაპარატის მთავარი ფოკუსური მანძილი მმ-ში, Δt—გადაღების მომენტებს შორის დროის ინტერვალი წამებში.

როგორც 188-ე ნახაზიდან ჩანს, წერტილების გადაადგილება, ამ შემთხვევაში წარმოიშვა ნაკადის დინების მოქმედებით, ანალოგიურად გასწვრივი პარალაქსების ΔP სხვაობისა, სადაც წერტილების გადაადგილება შეესატყვისება ადგილის რელიეფის გავლენას. სტერეოსკოპული მეთოდით დინების სიჩქარის განსაზღვრის სქემა მოცემულია 189-ე ნახაზზე.

გასწვრივი პარალაქსების სხვაობა, გაზომილი ნაკადის დინების მიმართულების გასწვრივ, შეესატყვისება Δl-ის სიდიდეს, მაშინ სიჩქარის განსაზღვრის ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$V_i = \frac{\Delta p_i H}{\Delta t\, fk}, \qquad (178)$$

ხადაც Δp მიიღება გაზომვის საფუძველზე აეროგადაღების ხილული ორდინატას მიხედვით მდინარის ნაპირებთან შეფარდებით; Δt—დროის ინტერვალია გადაღების მომენტებს შორის; H—ფოტოგადა-



ნახ. 189. დინების სიჩქარის განსაზღვრის სქემა სტერეოსკოპული მეთოდით.
ა—ნაკადის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით ფრენის დროს, ბ—დინების მიმართულებით ფრენის დროს.

ღების სიმაღლეა მდინარის წყლის ზედაპირიდან; fk—აეროფოტოკამერის მთავარი ფოკუსური მანძილია.

თანამედროვე თვითმფრინავებიდან აეროგადაღებისათვის მდინარეთა სიჩქარეებისა და მიმართულების გასაზომად ყველაზე უფრო მოხერხებულია AH—2 ტიპის თვითმფრინავი, რომლის საშუალო სიჩქარე 40 მ/წ უდრის. ასე მაგალითად, 1 : 5000 მასშტაბში გადაღების დროს, ფოტოგრაფირების მომენტებს შორის დროის ინტერვალი 8—9 წამს უდრის; ასეთი შემთხვევის დროს ინტერვალის ფიქსირების ცდომილება 0,15 წამს არ აღემატება, ეს კი საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ნაკადის დინების სიჩქარის აბსოლუტური მნიშვნელობა ±1,5—2% სიზუსტით, რაც დასაშვებად უნდა მივიჩნიოთ.

წინათ ნაკადის სიჩქარეების გასაზომად თვითმფრინავიდან სიგნალის მომენტში გასაშვები კვეთიდან უშვებდნენ ფარებს, რომლის მოძრაობასაც იღებდა თვითმფრინავი ცალ-ცალკე. შემდეგ ფარები

შეცვალეს წყლის ზედაპირზე ზეთის ლაქების გაშვებით, რისთვისაც გადამუშავებულ საავიაციო ზეთს ასხამენ 100—150 სმ³ მოცულობის თხელკედლიან შუშის ჭურჭლებში, რომლებსაც თვითმფრინავიდან ყრიან სიჩქარის გასაზომად წინასწარ განსაზღვრულ კვეთში. ზეთიანი ჭურჭელი წყლის ზედაპირზე დაცემისას იმსხვრევა, ზეთი წყლის ზედაპირზე იშლება და იძლევა წყლიდან კარგად განსხვავებულ სურათს. ამგვარი წესით აეროგადაღებით გაზომილი სიჩქარეების სიდიდეების სხვაობა, ტივტივებით და ტრიალებით გაზომილ სიჩქარეებთან ±0,8—0,1 მ/წ არ აღემატება.

§ 117. წყლის ხარჯების განსაზღვრა აეროგადაღებით

წყლის ხარჯების განსაზღვრა ჰიდრომეტრიული ხერხებით მოითხოვს კვეთის სიჩქარეთა ვერტიკალებზე საშუალო სიჩქარეების გამოანგარიშებას და ცოცხალი კვეთის ფართობის განსაზღვრას.

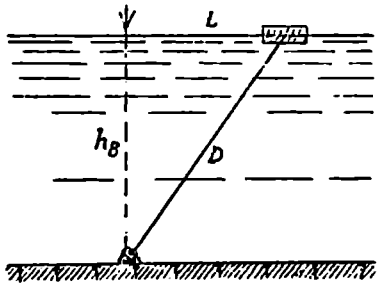
ნაკადის საშუალო სიჩქარეების სიდიდეთა განსაზღვრა შეიძლება ზედაპირული სიჩქარეების გაზომვით სათანადო გადამყვანი კოეფიციენტების დახმარების გზით. ზედაპირული სიჩქარეების გაზომვა სათანადო სიზუსტით მიიღება აეროგადაღების გზით, როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული. წყლის სიღრმეების გაზომვა და ცოცხალი კვეთის ფართობის განსაზღვრა შესაძლებელია აეროგადაღებით, აეროფოტოსურათების სტერეოფოტოგრამმეტრიული და ფოტომეტრიული ხერხების გამოყენებით, მაგრამ ამ მეთოდების გამოყენება ხშირად არ ხერხდება, რადგან ამჟამად ჯერჯერობით არ არსებობს აეროგადაღების ისეთი ხერხი, რომ უშუალოდ შეიძლებოდეს მდინარის წყლის სიღრმის სიზუსტით გაზომვა, რადგან აეროგადაღებისათვის საჭიროა მდინარეს მთელ სიღრმეში ჰქონდეს დიდი გამჭვირვალობა, რომ ფოტოაპარატმა სურათზე აღბეჭდოს წყალში სინათლის სხივების გარდატეხის კუთხეები და ფსკერის რელიეფი. ამიტომ აეროგადაღების დროს სიღრმეების გასაზომად ხშირად მიმართავენ უფრო მარტივ ხერხებს, რაც შემდეგში გამოიხატება: თვითმფრინავიდან მდინარის განივკვეთზე განსაზღვრული მანძილების დაშორებით ყრიან ტვირთზე მიბმულ კარგად დასანახავ ტივტივებს. ტვირთზე ტივტივები მიმაგრებულია კაპრონის ძაფით, რომლის სიგრძე (D) უნდა იყოს წყლის სიღრმეზე (h) 1,5—2,0-ჯერ მეტი (ნახ. 190).

წყლის სიღრმის გასაგებად აუცილებელია ზუსტად ვიცოდეთ ძაფის სიგრძე D და მანძილი L ტვირთიანი ტივტივას ჩაშვების ადგილიდან ტივტივას ამოცურვის წერტილამდე, რაც აეროგადაღე-

ბის სურათზე განისაზღვრება, მაშინ მდინარის სიღრმე ტვირთიანი ტივტივას ჩავარდნის ვერტიკალზე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$h^2_{\text{ვერტ.}} = D^2 - L^2, \qquad (179)$$

ამგვარად, აეროგადაღებით მდინარის სიღრმითი ვერტიკალების სიზუსტით გაზომვის შემდეგ ჰიდრომეტრიული ხერხით ადვილად შეეძლებთ ცოცხალი კვეთის ფართობის განსაზღვრას, ხოლო საშუალო სიჩქარისა და ცოცხალი კვეთის ფართობის ნამრავლით მივიღებთ მდინარის ხარჯს ($Q = \omega v$ მ³/წ)[1].



ნახ. 190. ტივტივა-ინტეგრატორით წყლის სიღრმის გაზომვის სქემა.

თვითმფრინავიდან წყლის ხარჯის განსაზღვრის საიმედო შედეგები რომ მივიღოთ, აუცილებელია ხარჯების გაზომვის დროს განივკვეთზე მოვახერხოთ ტივტივების გაწლაგება კვეთის ვერტიკალების მიხედვით ისე, რომ ტივტივების გაშვება უზრუნველყოფილ იქნეს საგრძნობი ხანგრძლივობის დროის ინტერვალებით. მაშინ გადაღების მომენტში თითოეული ვერტიკალის საწინააღმდეგოდ აღრიცხული იქნება ტივტივას წყლის ზედაპირზე ამოსვლის წერტილი, რაც მოგვცემს საშუალებას გავზომოთ მანძილი ვერტიკალიდან ტივტივას ამოცურვის წერტილამდე.

ამ მეთოდის გამოყენებისათვის ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ სითხე-ინდიკატორით, რომლის კუთრი წონა ერთზე ნაკლებია. სითხე-ინდიკატორი წყლის ზედაპირზე ამოსვლის შემდეგ 1—2 წამის განმავლობაში გადაიქცევა წყალთან შედარებით მკვეთრი გამოსახულების დიდ ლაქად, რომელიც ადვილად აღიბეჭდება ფოტოფირზე.

ასეთ სითხე-ინდიკატორად შეიძლება გამოვიყენოთ გადამუშავებული ზეთი ან ნავთი, რომელიც წყლის ზედაპირზე იღებს ღრუბლის სახეს.

სითხე-ინდიკატორის მდინარის ფსკერიდან გასაშვებად უმჯობესია გამოვიყენოთ ლითონის ცილინდრი (წყალსადენი მილის ნაჭერი

[1] Б. К. Малявский. Методы определения гидрологических характеристик рек с самолета. М., 1965, გვ. 79.

და სხვ.), რომელსაც ბოლოები დახურული აქვს. ცილინდრს ზედა სახურავის მახლობლად სიმეტრიულად სამ ადგილზე აქვს 4—5 მმ დიამეტრის ნაჩვრეტი. ცილინდრს მდინარის ფსკერზე დახრილობა რომ მიეცეს, ზედა სახურავთან მიდუღებული აქვს ოთხი ფოლადის ღერო, რომლებიც ცილინდრს აყენებს ფსკერზე დახრილ მდგომარეობაში და იცავს მას წყლის მიერ წაღებისაგან. მდინარის ფსკერზე დაცემის შემდეგ ცილინდრიდან ცალკეული წვეთების სახით გამოედინება სითხე-ინდიკატორი, რომელიც შემდეგ ამოტივტივდება წყლის ზედაპირზე, როგორც ტივტივა-ინდიკატორები და წარმოშობს ადვილად შესამჩნევ ლაქებს. ცილინდრს ქვედა სახურავის მახლობლად აქვს ორი ნაჩვრეტი, საიდანაც ცილინდრში წყალი შედის და სითხე-ინდიკატორს ავიწროებს და აძევებს ზედა ნაჩვრეტებისაკენ, რის შედეგადაც სითხე-ინდიკატორი ცილინდრიდან ადვილად გამოედინება.

თვითმფრინავიდან ან ვერტმფრენიდან ფრენის დროს წინასწარ დამუშავებულ განივკვეთზე ჩამოყრიან ხსნარ-ინდიკატორით სავსე რამდენიმე ცილინდრს. ცილინდრების რაოდენობა დამოკიდებულია მდინარის სიგანეზე. ცილინდრების ჩაყრასთან ერთად აწარმოებენ აეროგადაღებას საფრენი ხაზისა და ცილინდრის წყალში ჩაყრის ადგილის განსაზღვრისათვის.

ცილინდრების ჩაყრის შემდეგ თვითმფრინავი ასრულებს მდინარის დინების გასწვრივ ფრენას და აეროგადაღებას მდინარის წყლის ზედაპირზე ამოტივტივებული ხსნარ-ინდიკატორის წერტილების აღრიცხვისათვის.

აეროგადაღების მასალების დამუშავების საფუძველზე განსაზღვრავენ მანძილებს (L) განივკვეთიდან სითხე-ინდიკატორის წყლის ზედაპირზე ამოსვლის წერტილამდე, რომელთა მრუდი ხაზით შეერთება იძლევა სიჩქარეთა ეპიურს (w_1), რომლის საშუალებითაც გამოიანგარიშება წყლის ხარჯი.

დავუშვათ, რომ მდინარის ფსკერამდე ჩავუშვით ტივტივა, რომლის კუთრი წონა ერთზე ნაკლებია, ნაკადის დინების ჯამურ სიჩქარეთა მოქმედება წყლის სხვადასხვა ფენაში ამოაცურებს ტივტივას განივკვეთიდან რომელიმე L მანძილის დაშორებით. მაშინ ელემენტარული ხვედრითი ხარჯი dq წყლის i ფენაში ტოლი იქნება $dq = v_i dH$, სადაც v არის დინების სიჩქარე i წყლის ფენაში. თუ v_i და dH შევცვლით შესატყვისი სიდიდეებით $\frac{dL}{dt}$ და $v_{ვერტ.} \cdot dt$ ($v_{ვერტ.}$ —ტივტივას ამოტივტივების ვერტიკალური სიჩქარე), მივიღებთ:

$$dq = v_{\text{ვერტ.}}\, dL \ \text{მ}^2/\text{წმ} \qquad (180)$$

თუ ვიგულისხმებთ, რომ ვერტიკალური სიჩქარე ($v_{\text{ვერტ.}}$) უცვლელია სიღრმის მიხედვით, მაშინ ელემენტარული ხარჯი ტოლი იქნება.

$$q = v_{\text{ვერტ.}}\, L \ \text{მ}^2/\text{წმ} \qquad (181)$$

მდინარის მთლიანი ხარჯი Q გამოიანგარიშება იმ შემთხვევაში, როდესაც განივკვეთის მთელ სიგანეზე (B) ერთდროულად გაშვებული იქნება n—რიცხვი ტივტივა-ინტეგრატორებისა. მათი გაინტეგრალებით მივიღებთ მდინარის მთლიან ხარჯს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

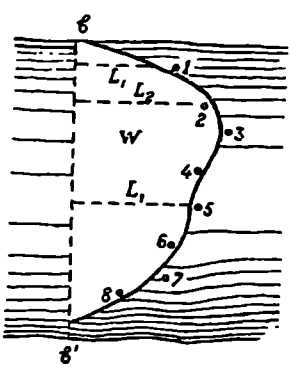
$$Q = \int_0^B q\, dB = v_{\text{ვერტ.}} \int_0^B \int_0^L dL\, dB \ \text{მ}^3/\text{წმ} \qquad (182)$$

როგორც ჩანს, ეს ინტეგრალი უდრის ეპიურის ($w_{\text{ეპ.}}$) ფართობს, რომელიც შემოსაზღვრულია ერთი მხრიდან ჰიდროკვეთის ფართობით, ხოლო მეორე მხრიდან ტივტივების ზედაპირზე ამოტივტივების წერტილების შემაერთებელი მრუდი ხაზით (ნახ. 191).

მაშასადამე, მდინარის მთლიანი წყლის ხარჯი იქნება

$$Q = V_{\text{ვერტ.}}\, W_{\text{ეპ.}} \ \text{მ}^3/\text{წმ}. \qquad (183)$$

მაგრამ, განტოლება 182 და 183 წყლის ხარჯს გამოსახავს იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაკადის დინება ლამინალური იქნება და მდინარის ფსკერიდან ტივტივების ამოტივტივება თანაბარი სიჩქარით მოხდება. სინამდვილეში კი მდინარეებში ტურბულენტურ მოძრაობასთან გვაქვს საქმე, ამიტომ აღნიშნული განტოლებებით ელემენტარულ ან მდინარის მთლიან ხარჯებს არაპიზუსტით მივიღებთ.



ნახ. 191. მდინარის მთლიანი ხარჯის განსაზღვრის სქემა აეროგადაღების დროს, სადაც b—b_1 არის განივკვეთი, 1—8 სითხე ინდიკატორის ამოცურვის წერტილები.

ამისათვის საჭიროა ზემოაღნიშნულ განტოლებებში შევიტანოთ K კოეფიციენტის გარკვეული მნიშვნელობა, რომელიც დაკავშირებულია ტივტივების ზედაპირზე ამოტივტივებასთან რეალური შემთხვე-

ვი'ათვა'; მაში'ნ ზემოაღნიშნული განტოლებები ელემენტარული ხარჯისათვის მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$q = Kv_{\text{ზერტ.}}\, L \ \text{მ}^2/\text{წმ}, \qquad (184)$$

ხოლო მთლიანი ხარჯი'ათვი'ს:

$$Q = Kv_{\text{გვ.}}\, W_{\text{ეკ.}} \ \text{მ}^3/\text{წმ}. \qquad (185)$$

კოეფიციენტის დადგენა ხდება ლაბორატორიული ხერხით.

მეთექვსმეტე თავი

დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე, ფერზე, გამჭვირვალობაზე და წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე

§ 113. დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე

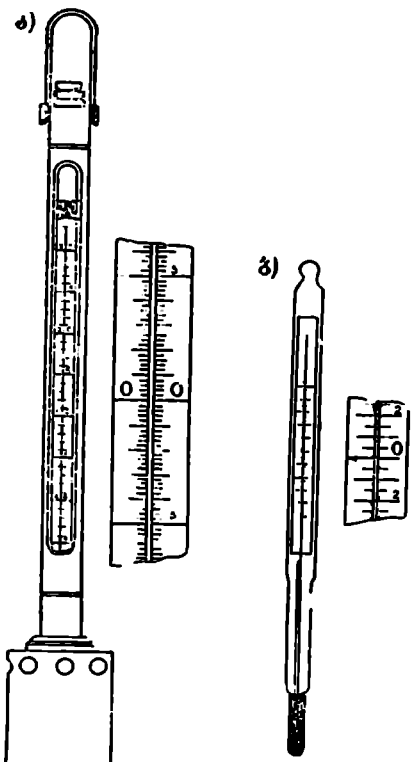
ზ ო გ ა დ ი ც ნ ო ბ ე ბ ი: წყალსატევების თერმული რეჟიმის შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს წყლის ზედაპირიდან აორთქლების შესწავლის დროს, წყალსატევების გაყინვის და ყინულების დნობის და მასთან დაკავშირებული ყინულოვანი მოვლენების გამოკვლევის დროს, წყალსადენებისა და ჰიდროელექტროსადგურების წყალმიმღებ ნაგებობათა ყინულოვანი რეჟიმის შესწავლისათვის და აგრეთვე წყალსატევებში ქიმიური და გაზობრივი რეჟიმის და ბიოლოგიური პროცესების გამოკვლევის დროს და სხვ.

დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე ზედაპირულ ფენებში. წყლის ტემპერატურაზე დაკვირვება წარმოებს ყველა ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე, სადაც ხდება წყლის დონეებზე დაკვირვება. წყლ-ს ტემპერატურების დაკვირვებაში შედის: 1) ყოველდღიური დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე მუდმივ ადგილზე — სანაპირო ზოლში ან მდინარის შუა ადგილას; 2) მუდმივი გაპაზომი ადგილის გამოვლინების მიზნით დროებითი — ეპიზოდური გაზომვები წარმოებს რამდენიმე წერტილზე, მდინარის სიგანისა და სიგრძის მიხედვით.

წყლის ტემპერატურის გაზომვისათვის ადგილი უნდა შეირჩეს მდინარის კვეთზე ან წყალსაზომი საგუშაგოს მახლობლად, სანაპირო ზოლში, სადაც წყლის სიღრმე არ უნდა იყოს 0,3—0.5 მ-ზე ნაკლები. ტემპერატურის გაპაზომ ადგილთან მდინარეს არ უნდა ერთვოდეს წყაროები და წარმოების მიერ მოხმარებული წყლები. გაზომვის ადგილის წყლის ტემპერატურა რაც შეიძლება მცირედ უნდა განსხ-

ვავდებოდეს კვეთის მთელი წყლისა და საგუშაგოს უბანზე მდინარის წყლის საშუალო ტემპერატურებისაგან. ამ პირობის დაცვა გაისინჯება ეპიზოდური გამოკვლევების დროს. მდინარის 10 მ-ზე ნაკლები სიგანის დროს წყლის ტემპერატურას ზომავენ ნაკადის შუა ადგილზე, ხოლო მცირე სიღრმეების დროს დინების უღრმეს ადგილებში.

წყლის ტემპერატურას დამკვირვებელი ზომავს წყლის თერმომეტრით 0,1°-ის სიზუსტით (ნახ. 192 ა). დაკვირვების შედეგები შეაქვს „წყალზომის დაკვირვების წიგნაკში“ (КГ—1).



ნახ. 192. წყლის ტემპერატურის გასაზომი თერმომეტრები:
ა—წყლის თერმომეტრი ბუდით; ბ—მიკროთერმომეტრი (უბუდოდ).

თოშის მატარებელ მდინარეებზე წყლის ტემპერატურას ზომავენ შემოდგომის და გაზაფხულის გარდამავალ პერიოდებში, როდესაც წყლის ტემპერატურა 0°-ს უახლოვდება (0,5°-ზე დაბალია), გაზომვისათვის იყენებენ მიკროთერმომეტრებს (ნახ. 192 ბ), რომელიც საშუალებას იძლევა ავითვალოთ წყლის ტემპერატურები 0,01-მდე სიზუსტით— 0,8-დან + 1,2°-მდე, მიკროთერმომეტრს წყალში აჩერებენ 5 წუთის განმავლობაში.

ჩვეულებრივ წყლის თერმომეტრს (ნახ. 192 ა) დანაყოფები აქვს ყოველ 0,2°-ის შემდეგ. თერმომეტრი ჰოთავსებულია ლითონის ბუდეში, რომელიც შედგება გასწვრივ ამოკვეთილი, ერთმანეთში შედგმული ლითონის ორი მილისაგან, ბუდეს ზედა ბოლოში აქვს რგოლი ზონარის მისაბმელად. ბუდის ქვედა ნაწილი მთავრდება მისახრახ-

ნი წყლის შესასვლელი ნახვრეტებიანი ჰქონდეთ. როდესაც თერმომეტრს წყლიდან იღებენ, ჰაერში დარჩენილი წყალი წყლის ტემპერატურას იცავს ჰაერის ტემპერატურის გავლენისაგან. თერმომეტრის წყალში ჩაშვების დროს გარეთა მილს შეაბრუნებენ და დახურავენ თერმომეტრის სკალას, რომ წყალმა არ დააზიანოს. წყლიდან ამოღების შემდეგ კი გარეთა მილს შეაბრუნებენ ისე, რომ კარგად გამოჩნდეს თერმომეტრის სკალა ტემპერატურის ასათვლელად. დაკვირვების შედეგების პირველად დამუშავებას დამკვირვებელი აწარმოებს.

პირველად დამუშავებაში შედის:

1) ანათვლების მიყვანა ინსტრუმენტალურ შესწორებაზე;

2) ყოველდღიური 8 და 20 საათზე ათვლილი მნიშვნელობებიდან საშუალო დღეღამური წყლის ტემპერატურის გამოანგარიშება;

3) საშუალო დეკადური და თვიური წყლის ტემპერატურების გამოანგარიშება და ცხრილებიდან უდიდესი და უმცირესი ტემპერატურების ამოკრება.

სადგურები ყოველთვიურად ამოწმებენ დაკვირვების პირველად დამუშავების შედეგებს და დამატებით:

1) აგებენ საშუალო დღეღამური წყლის ტემპერატურების სვლის ქრონოლოგიურ გრაფიკებს.

2) აკეთებენ დაკვირვების შედეგების ანალიზს;

3) ადგენენ „წყლის ტემპერატურის“ ცხრილებს ყოველწლიურ ცნობებში შესატანად.

ცალკეულ შემთხვევებში შეიძლება გამოიანგარიშონ სითბური ჩამონადენი, ე. ი. სითბოს რაოდენობა, მოტანილი მდინარის მიერ ცოცხალ კვეთში განსაზღვრულ დროის განმავლობაში (წამებში, წუთებში, საათებში, დღე-ღამეში, თვეში და წელიწადში). სითბოს რაოდენობას ანგარიშობენ დიდი კალორიებით, რომელიც მოტანილი იქნება წყლის მიერ ცოცხალ კვეთში 1 წამის განმავლობაში, წყლის ხარჯის Q მ³/წმ-ის დროს და წყლის ტემპერატურის $t°i$ დროს

$$T_0 = 1000 \; tiQ \text{ კგ/კალ. წმ.}$$

მდინარეთა უმრავლესობისათვის ფორმულაში მოყვანილი წყლის ti შეიძლება მიიღონ საგუშაგოზე მუდმივ წერტილში გაზომილი წყლის ტემპერატურის ტოლად. ცალკეული დიდი მდინარეებისათვის, სადაც სანაპირო ზოლში გაზომილი წყლის ტემპერატურები განსხვავდება მდინარის შუა ადგილზე გაზომილ წყლის ტემპერატურებისაგან (მდ. ენისეი, მდ. ლენა და სხვ.)—მოყვანილ ფორმულაში

დამატებით შეტანილი უნდა იქნეს კოეფიციენტი K, რაც უდრის, მდინარის მუდმივ წერტილზე გაზომილი წყლის ტემპერატურისა და მდინარის ცოცხალი კვეთის წყლის საშუალო ტემპერატურის შეფარდებით მიღებულ რიცხვს. ასეთ შემთხვევებში, კოეფიციენტის მნიშვნელობას დაადგენენ სპეციალური გამოკვლევებით წლის სხვადასხვა სეზონებში, სათანადო ტემპერატურული ჰრილების აგებით.

§ 119. წყლის ტემპერატურებზე დაკვირვება სიღრმით ფენებში

ტბებისა და წყალსაცავების თერმული რეჟიმის შესწავლის დროს წყლის ტემპერატურებს ზომავენ როგორც ზედაპირულ, ისე სიღრმის ფენებში. წყლის ზედაპირულ ფენებში ტემპერატურას ზომავენ სადგურის მახლობლად შერჩეულ დაკვირვების პუნქტებზე, ბუდიანი თერმომეტრით, წყლის ზედაპირიდან 0,1 მ სიღრმეზე.

სიღრმით ფენებში წყლის ტემპერატურებს ზომავენ რეიდულ ვერტიკალებზე ან ჰიდროლოგიური ჰრილების ვერტიკალებზე, რომლებზედაც აგრეთვე წარმოებს დაკვირვება წყლის ფერზე და გამჭვირვალობაზე, ქიმიურ შედგენილობაზე, წყლის დინებებზე, ხოლო ზამთრის პერიოდში ყინულის სისქეზე და აგებულებაზე. წყლის ტემპერატურას ზომავენ განსაზღვრულ ჰორიზონტებზე. რომელთა მდებარეობა სიღრმის მიხედვით განისაზღვრება ვერტიკალის სიღრმით და წყლის ტემპერატურის სხვაობით ზედაპირსა და ფსკერს შორის.

ტემპერატურების გასაზომი ჰორიზონტის შერჩევის დროს უნდა ვეცადოთ კარგად იქნეს გაშუქებული ტემპერატურების უდიდესი გრადიენტის მხარეები, ამისათვის წარმოებს ტემპერატურების გაზომვა ორ-სამ წერტილში სიღრმის მიხედვით, ტემპერატურების უდიდესი ცვალებადობის ადგილებში.

წყლის ტემპერატურებზე სისტემატური სტაციონარული დაკვირვებები სიღრმეში წარმოებს ერთ ან რამოდენიმე ვერტიკალზე, ხოლო სპეციალური გამოკვლევების დროს — რამოდენიმე კვეთზე (ჭრილზე) და თითოეული კვეთის რამოდენიმე ვერტიკალზე.

ვერტიკალის სხვადასხვა სიღრმეზე წყლის ტემპერატურის გასაზომად იყენებენ ღრმაწყლოვან საყირაო თერმომეტრებს. მათ ამაგრებენ სპეციალურ ჩარჩოებზე, ჩამოკიდებენ გვარლზე და გემიდან უშვებენ საჭირო ჰორიზონტებზე. დაკვირვების ვადის გასვლის შემდეგ (5—7 წუთის შემდეგ) სინდიყის სვეტის მოწყვეტისათვის თერმომეტრის ჩარჩოს გადააყირავებენ გვარლზე გასაგზავნი ტვირთის დარტყმის საშუალებით (დაწვრილებითი აღწერა იხილეთ ჰიდრო-

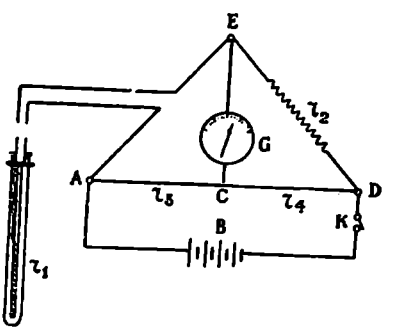
მეტეოროლოგიური სადგურების და საგუშაგოების დარიგებებში, 1957 წლის გამოცემა)[1].

ელექტროთერმომეტრები. ამჟამად სპეციალური გამოკვლევების დროს წყლის, ყინულისა და თოვლის ტემპერატურების გასაზომად იყენებენ ელექტროთერმომეტრებს. ტემპერატურების მიმღების მოწყობილობის დამოკიდებულების მიხედვით ელექტროთერმომეტრებს ასხვავებენ: 1) წინაღობიან თერმომეტრებს და თერმოელემენტებს (თერმოწყვილებს).

წინაღობიანი თერმომეტრები. წინაღობიანი თერმომეტრების მოქმედება დამყარებულია ტემპერატურების ცვალებადობით გამტარების წინაღობათა ცვალებადობაზე (ნახ. 193).

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \tag{187}$$

სადაც R_t არის წინაღობა t ტემპერატურის დროს, R—წინაღობა 0°-ის დროს, α—წინაღობათა ტემპერატურული კოეფიციენტი. წინაღობათა თერმომეტრების გადამწოდებს აყენებენ წყლის (ყინულის, თოვლის) იმ ჰორიზონტებზე. სადაც გათვალისწინებულია ტემპერატურების რეჟიმის შესწავლა.



ნახ. 193. ელექტრული თერმომეტრის წინაღობათა სქემა.

ტემპერატურა განისაზღვრება შემდეგნაირად: კონტაქტი C გადაადგილდება AD რეოქორდის გასწვრივ (ჩაკეტილი ჯაჭვის დროს), შეიძლება მოინახოს მისი ისეთი მდგომარეობა, რომლის დროსაც გალვანომეტრის ისარი G არ იქნება გადახრილი, ასეთ შემთხვევაში წინაღობათა შეფარდება იქნება

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4}, \tag{188}$$

აქედან $$r_1 = r_2 \frac{r_3}{r_4}. \tag{189}$$

სადაც r_1 არის თერმომეტრის საძიებელი წინაღობა მოცემული ტემპერატურის დროს, r_2—განსაზღვრული მუდმივი წინაღობაა, r_3 და r_4—ცვლადი წინაღობა.

[1] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 7, ч. I, Гидрометеоиздат, Л., 1957.

თუ სიგრძე $AC=l_1$, ხოლო $CD=l_2$ მაშინ

$$r_1=r_2\frac{l_1}{l_2}, \qquad (190)$$

წინაღობის r_1-ის სიდიდიდან გადასვლა შესატყვის ტემპერატურაზე წარმოებს ხელსაწყოს წინასწარ ტარირების (გრადუირების) საფუძველზე.

თერმოელემენტები (თერმოწყვილები). თერმოელექტრული თერმომეტრების მოქმედება დაფუძნებულია თერმოწყვილების პრინციპზე. თერმოწყვილები შეიძლება შედგენილ იქნას ორი ლითონის შედუღებით (რკინა და სპილენძი).

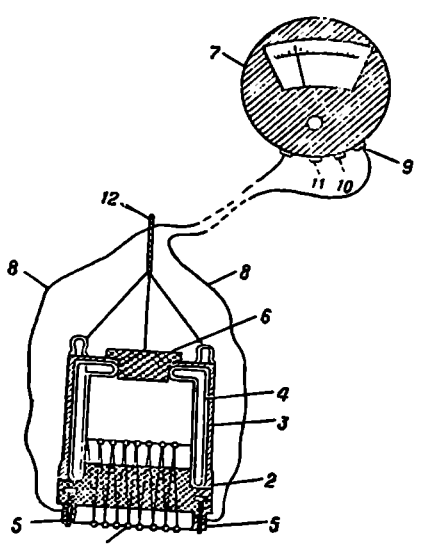
ტემპერატურის სხვადასხვაობის დროს t_1 და t_2 თერმოწყვილის სისტემაში წარმოშობს დენს ელექტრომამოძრავებელი ძალით E

$$E=\alpha(t_1-t_2), \qquad (191)$$

სადაც α არის მუდმივი კოეფიციენტი, t_1—განსაზღვრავი ტემპერატურა, t_2—მუდმივი ტემპერატურა, რომელიც 0°-ის ტოლია.

E სიდიდე განისაზღვრება გალვანომეტრის საშუალებით, საძიებელ t_1 გამოიანგარიშებენ ფორმულით:

$$t_1=\frac{E}{\alpha}.$$



ნახ. 194. თერმობატარეა. 1—თერმოწყვილები (რკინა-სპილენძი); 2—სითბოგაუმტარი ბუდე; 3—ლითონის ხუფი; 4—იზოთერმული ჭურჭელი; 5—თერმობატარეის კლემები; 6—სითბოგაუმტარი საცობი; 7—გალვანომეტრი. 8—გამყვანი სადენი; 9—გალვანომეტრის კლემები; 10—ნულოვანი ადგილის კორექტორი; 11—საჩერებელი (არეტირი); 12—გვარლი.

თერმოელექტრული თერმომეტრის მგრძნობიარობის გასიდიდებისათვის თერმობატარეებს ადგენენ რამოდენიმე (მაგალითად. 100) თერმოწყვილისაგან. ამ შემთხვევაში ტემპერატურა შეიძლება გაიზომოს 0.01°-დან 0.001° სიზუსტით.

თერმობატარეის მოწყობილობა ნაჩვენებია 194-ე ნახაზზე.

ზოგადი ცნობები. წყალი შუქდება მზის პირდაპირი და გაფანტული რადიაციით. წყლის ზედაპირზე დაცემული მზის სხივების ნაწილი ატმოსფეროში აირეკლება, ნაწილი კი გადატყდება და წყალში ჩაიძირება.

წყალი წარმოადგენს ნახევრად გამჭვირვალე გარემოს, რის გამოც სინათლე დიდ სიღრმეში ვერ აღწევს. იგი იფანტება, შთაინთქმება და აირეკლება წყლის ზედაპირული ფენებიდან.

წყლის სიღრმეში ჩასმული სხივები თავის გზაზე ხვდება წყალში არსებულ ორგანულ და არაორგანულ ნაწილაკებს, რის შედეგადაც სხივები წყალში სხვადასხვა მიმართულებით იფანტება და ადგილი აქვს წყლის განათებას ანუ გამჭვირვალობას.

წყლის მიერ უფრო მეტად წითელი და ყვითელი სხივები შთაინთქმება, უფრო ნაკლებად — ლურჯი და იისფერი.

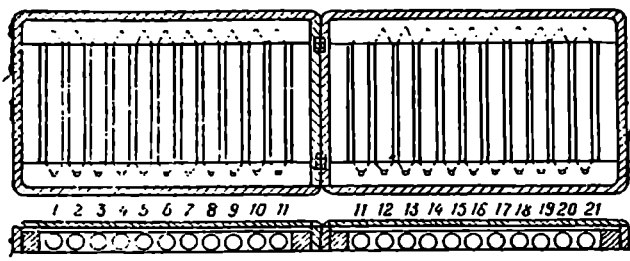
ვ. ვ. შულეიკინის მიხედვით წყლის ფერი ადამიანის მიერ შემდეგნაირად შეიგრძნობა: როდესაც ადამიანი წყლის ზედაპირს აკვირდება, მის თვალს ხვდება წყლის ზედაპირიდან არეკლილი და სიღრმიდან ამოსული სხივები. არეკლილ სხივთა სპექტრული შედგენილობა ისეთივეა, როგორიც არის წყლის ზედაპირზე, ხოლო წყლის სიღრმიდან ამოსული სხივები სპექტრულ შედგენილობას წყალში გარდატეხის შემდეგ ადამიანის თვალი სხვანაირად შეიგრძნობს. წყლის მიერ შთანთქმული წითელი და ყვითელი სხივები წყლიდან გამოსვლის შემდეგ ლურჯ-მწვანე ფერის შთაბეჭდილებას ქმნის. წყლის ფერი საერთოდ მტრედისფერია, მაგრამ იგი ძირითადად დამოკიდებულია წყალში არსებული ორგანული და არაორგანული მინარევების რაოდენობაზე და ხასიათზე.

წყლის ფერისა და გამჭვირვალობის შესწავლას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ნაოსნობისათვის და წყალში ფიტოცენოზის განვითარების გამოკვლევებისათვის.

დაკვირვება წყლის ფერზე. წყლის ფერს სტაციონარულ პირობებში საზღვრავენ ერთ მუდმივ ვერტიკალზე, რომლის მდებარეობას ღუზაზე დამაგრებული ტიეტივათი ნიშნავენ.

წყლის ფერს საზღვრავენ წყლის სინჯის სტანდარტული ხსნარის წყლის ფერის ნაკრებთან შედარებით. შესადარებული სკალა წარმოადგენს 21 დანომრილ და თავებშედუღებულ სინჯარას, რომლებიც ფერადი ხსნარებით არის გავსებული. ეს ხსნარები შერჩეულია ისე, რომ ქმნიან თანდათანობით გადასვლას წყლის ძირითადი—ზღვებისა და ტბების ლურჯი ფერიდან ჭაობის მწვანე და ყავისფერს შორის.

ხნარიანი სინჯარები დამაგრებულია ორი თანაბარი ზომის ხის ჩარჩოში. თითოეულ ჩარჩოში ვერტიკალურ მდგომარეობაში მოთავსებულია თერთმეტი ხსნარიანი სინჯარა, ხოლო ჩარჩოები სინჯარებით ჩაწყობილია ხის ყუთში (ნახ 195).



ნახ. 195. წყლის ფერის განსასაზღვრავი ფორუელის სკალა

ყუთის მარცხენა მხარეზე მოთავსებულია (№№ 1— 11) თერთმეტი სინჯარა ლურჯი ფერიდან (№ 1) მწვანე ფერამდე (№ 11). ხოლო ყუთის მარჯვენა მხარეზე მოთავსებულია თერთმეტი სინჯარა (№ 11—№ 21). მწვანე ფერიდან (№ 11) ყავისფერამდე (№ 21). № 11 მწვანე ფერის ხსნარი ორჯერ არის განმეორებული უკეთესად შედარებისათვის.

სკალისათვის ხსნარებს ამზადებენ სხვადასხვა პროპორციით, შაბიამნის და ქლორმჟავა კალიუმის ხსნარების ერთიმეორეში შერევით და განსაზღვრული რაოდენობით უმატებენ გოგირდმჟავა კობალტისა და ამიაკის ნაერთს. სკალა აღჭურვილია სტრატიფიკატორით, რომელზედაც ნაჩვენებია შეკოწმების დრო.

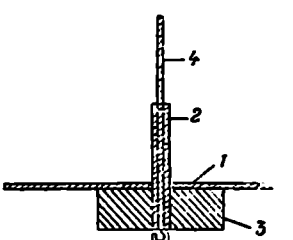
სკალის სინჯარებში მოთავსებული ხსნარები ორი-სამი წლის შემდეგ უფერულდება, ამიტომ ჰიდროლოგიურ სადგურებზე უნდა იყოს ორი სკალა, ერთი სამუშაო, რომლის მიხედვითაც წარმოებს დაკვირვება, ხოლო მეორე იქნება ეტალონი, რომელსაც სამუშაო სკალის შედარებისათვის ხმარობენ. სკალა-ეტალონი ინახება სინათლისაგან დაცულ ადგილზე, მას იყენებენ მხოლოდ სამუშაო სკალასთან შედარების დროს. წყლის ფერზე დაკვირვება წარმოებს წყლის გამჭვირვალობის გაზომვასთან ერთად.

წყლის ფერის განსაზღვრისათვის დამკვირვებელი წყლის სიღრმეში გამჭვირვალობის გასაზომ სეკის დისკოს ამოწევს ზევით გამჭვირვალობის გასაზომი მანძილის ნახევარზე, გასინჯავს გამჭვირვალობას და დისკოსთან მოთავსებულ წყლის ფერს ადარებს სინჯარებში მო-

თავსებული ხსნარების ფერებთან. ფერების უკეთესად შედარებისათვის სკალა უნდა იმყოფებოდეს ჩრდილში, ხოლო სინჯარების ქვემოთ ყუთზე დამაგრებული უნდა იყოს თეთრი ქაღალდის ფურცელი. სინჯარის ნომერს, რომლის ხსნარის ფერიც უახლოვდება გასასინჯი წყლის ფერს, დამკვირვებელი წერს დაკვირვების წიგნაკის შესაბამყვის გრაფაში. მაგრამ სინჯარებში მოთავსებული ხსნარების წყლის ფერთან ზუსტად დამთხვევა ზოგჯერ არ ხერხდება, ამიტომ თუ გასასინჯი წყლის ფერი თავსდება სინჯარაში მოთავსებული ხსნარების ორ ფერს შორის, მაშინ დამკვირვებელი დაკვირვების წიგნაკში წერს ორივე ფერის ნომრებს დეფისით.

§ 121. დაკვირვება წყლის გამჭვირვალობაზე

წყლის გამჭვირვალობაზე დაკვირვება წარმოებს სტანდარტული თეთრი ფერის დისკოს (სეკის დისკოს) წყალში ჩაძირვით. დისკო წარმოადგენს ლითონის ემალირებული თეთრი საღებავით შეღებილ ლითონის თხელი ფურცლის წრეს (1) 300 მმ დიამეტრით, რომლის ცენტრში ზონარის (4) დასამაგრებლად მოთავსებულია 10 სმ სიგრძის მილი (2) და დისკოს ქვედა ზედაპირზე მიმაგრებული ტვირთი (3) (ნახაზი 196).



ნახ. 196. სეკის დისკო.

წყლის გამჭვირვალობის გაზომვისათვის დისკოს გემის დაჩრდილული გემბანიდან უშვებენ წყალში ნელი ჩაძირვით; როდესაც დისკო თვალთხედვიდან გაუჩინარდება, ზონარის დანაყოფების მიხედვით აღნიშნავენ დისკოს დაძირვის სიღრმეს, შემდეგ ზონარს დისკოთი წყალში კიდევ უშვებენ 1—2 მეტრის სიღრმემდე და აჩერებენ 10—15 წამის განმავლობაში, რომ დამკვირვებლის მხედველობიდან გაქრეს დისკოს ფერის შთაბეჭდილება, შემდეგ ზონარს ამოწევენ ზევით დისკოს გამოჩენის მომენტამდე.

წყლის სიღრმეში დისკოს ჩაძირვის მანძილის ათვლა მხედველობიდან გაქრობისა და გამოჩენის მომენტს შორის წარმოებს 0,1 მეტრის სიზუსტით. თუ მანძილის სხვაობა დისკოს მხედველობიდან გაქრობასა და გამოჩენას შორის 0,5 მეტრს აღემატება, მაშინ დაკვირვება აუცილებლად უნდა განმეორდეს. მანძილს (წყლის ფენის სისქეს) დისკოს გამოჩენის ადგილიდან წყლის ზედაპირამდე წყლის გამჭვირვალობას უწოდებენ და გამოსახავენ მეტრობით.

დაკვირვების წიგნაკში მითითებულ უნდა იქნეს დამკვირვებლის თვალის სიმაღლე წყლის ზედაპირიდან. ეს სიმაღლე რეიდული დაკვირვების დროს შესაძლებლობის ფარგლებში უნდა შეადგენდეს მუდმივ სიდიდეს.

მდინარეებში სეკის დისკო შეიძლება გამოყენებული იქნეს მიახლოებით გამჭვირვალობის განსაზღვრისათვის, რისთვისაც საჭიროა დისკოს წინასწარი ტარირება. მდინარეებში დისკოს უშვებენ შტანგა- დახმარებით, რომ დისკო წყალმა არ გაიტაცოს.

წყლის ფერისა და გამჭვირვალობის მასალების დამუშავება გამოიხატება თვიური და წლიური ცხრილების შედგენაში და ყოველდღიური დაკვირვების მონაცემების მსვლელობის გრაფიკის აგებაში.

§ 122. დაკვირვება წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე

წყლის ზედაპირიდან აორთქლების შესწავლას ძალიან დიდი სამეცნიერო და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. აორთქლების შესწავლა აუცილებელია სხვადასხვა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა დაპროექტების დროს, წყალსაცავებში და ტბებში წყლის ბალანსის გაანგარიშებისათვის, ბუნებაში წყლის ბრუნვის დაზუსტებისათვის და სხვ. წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე დაკვირვებას აწარმოებენ სხვადასხვა ხელსაწყოებით, რომელთა შორის უფრო გავრცელებულია სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის კონსტრუქციის ამაორთქლებელი „ГГИ—3000“.

ამაორთქლებელი „ГГИ—3000“, წარმოადგენს ცილინდრულ ქვაბს კონუსური ფსკერით. მისი სიმაღლე ღერძის გასწვრივ 605 მმ უდრის, შიგა დიამეტრი — 618 მმ, ფართობი—3000 სმ². ხელსაწყოს შიგნით შუა ადგილზე დაყენებულია თითბრის 8—10 მმ-იანი სადგარი, რომლის ზედაპირზე დაკვირვების დროს დგამენ სპეციალურ ბიურეტს ამაორთქლებელში წყლის დონის სიმაღლის გასაზომად. ქვაბის შუა ნაწილში სადგარი მილი დამატებით დამაგრებულია სამი რადიალური ლითონის ჩხირის საშუალებით. ცენტრალური სადგარის მილის ზედა თავზე ჩამოცმულია მილისი, რომელშიც ჩასმულია სწორი კუთხით მოხრილი „ნემსი“. ნემსის ზედა წვერის ნაწილი ამოღებულია სადგარი მილის ზევით, ისე რომ მისი წვერი მდებარეობს ხელსაწყოს ზედა ნაპირის ქვევით 75 მმ-ზე.

ამაორთქლებელ „ГГИ—3000“-ს ათავსებენ წყალსატევის ზედაპირზე სპეციალურად მოწყობილ ხის ჩარჩოზე (ტივზე), ასევე წყალსატევის მახლობლად ხმელეთზე გაჭრილ ორმოში. ამაორთქლებლის ზედაპირი ნიადაგის ზედაპირიდან უნდა მდებარეობდეს 6—10 სმ

ზევით. ამაორთქლებლის ქვაბს ზედა ნაპირზე გარშემო მიდუღებული აქვს წარბი წინაფრით, რომელიც კუთხით გადახრილია გარედან ქვევით, რომ ამაორთქლებელში გარედან არ ჩავიდეს წვიმის ან წყლიდან აშხეფებული წყალი.

ამაორთქლებელს ნიადაგზე ან მცურავ ჩარჩოზე დასამაგრებლად გაკეთებული აქვს ოთხი ყური.

ამაორთქლებლის მახლობლად დადგმულია სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის კონსტრუქციის წვიმსაზომი, რომელსაც აქვს ქვაბი ბრტყელი ფსკერით. წვიმსაზომში ჩადგმულია ვედრო, რომელიც გათვალისწინებულია 15 ლიტრი მოცულობის წყლის დაგროვებისათვის, რაც შეესატყვისება 50 მმ ნალექის ფენას 3000 კვ სმ-ზე.

წვიმსაზომის ქვაბი დახურულია 3000 მილიმეტრის ფართობის ძაბრით, რომლის მილიდან ატმოსფერული ნალექების წყალი ჩაედინება ქვაბში მოთავსებულ ვედროში.

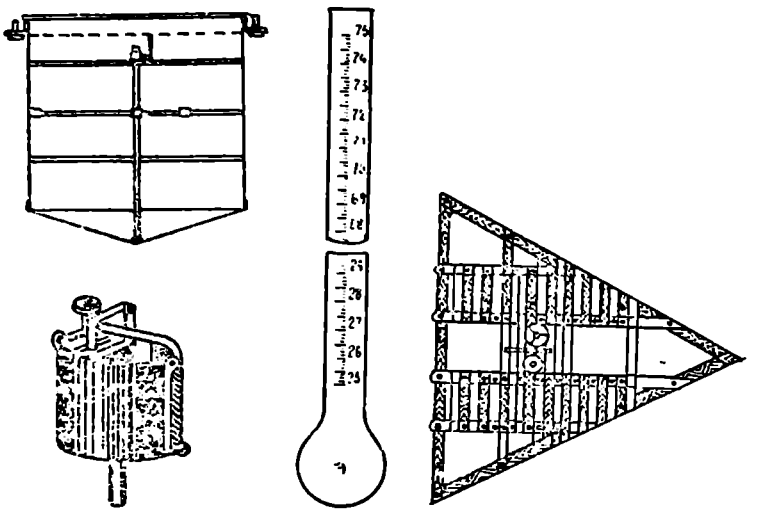
მცურავ ჩარჩოზე მოთავსებული მთელი ამაორთქლებელი დანადგარის წონასწორობისათვის ამაორთქლებელსა და წვიმსაზომს შორის დარჩენილ ღრეჩოებს ავსებენ ქვიშით ან სილით. მათ ქვევით გაკეთებულია ხვრელი კაუჩუკის საცობით. ღრეჩოში წვიმით ან აშხეფებით ჩასულ წყალს გარკვეული პერიოდის განმავლობაში ტუმბოთი ამოქაჩავენ. ჩარჩოს ამზადებენ ხის მორებისაგან, სამკუთხედის ან რუმბის ფორმისას. მცირე სიღრმის წყალსატევებზე მას ხიმინჯზე ამაგრებენ, ხოლო დიდი სიღრმის დროს ღუზაზე მობმულ გვარლზე. ამაორთქლებელს და წვიმსაზომს ჩარჩოზე ჭანჭიკებით ამაგრებენ მორებში სპეციალურად გაკეთებულ ბუდეში.

ამაორთქლებლის და წვიმსაზომის დადგმის დროს უნდა დაცული იქნეს შემდეგი წესები: წყალი ამაორთქლებელში და წყალსატევში უნდა იქნეს ერთ დონეზე; მთელი ამაორთქლებლის დანადგარი თავისუფლად უნდა მოძრაობდეს ვერტიკალური მიმართულებით წყალსატევის წყლის დონეების რყევის შესატყვისად (ნახ. 197).

დაკვირვების წარმოება. ამაორთქლებელი დანადგარის დაყენებისათვის ადგილი უნდა შეირჩეს იმ ანგარიშით, რომ ის იყოს ტიპიური მთელი წყალსატევისათვის. თუ წყალსატევის ფართობი ძალიან დიდია და ან შერჩეული ადგილი ტიპიური არ არის, მაშინ მთელი წყალსატევის ზედაპირიდან აორთქლების შესასწავლად დგამენ რამოდენიმე ამაორთქლებელ დანადგარს. დადგმის დროს აუცილებლად ყურადღება უნდა მიექცეს წყალსატევის ნაპირების ხასიათს დანადგარის რაიონში.

ამაორთქლებელ დანადგარზე დაკვირვება წარმოებს: 1) აორთქ-

ლებაზე და ატმოსფერულ ნალექებზე: 2) დამხმარე ჰიდრომეტეოროლოგიურ ელემენტებზე: ა) ამაორთქლებლის და წყალსატევის წყლის ტემპერატურაზე: ბ) ქარის მიმართულებაზე და სიჩქარეზე; გ) ჰაერის ტენიანობაზე; დ) წყალსატევის წყლის დონეების რყევა-



ნახ. 197. მცურავი ამაორთქლებლის სქემა.
ა—წყლის ჩასასხმელი ქვაბი; ბ—ბიურეტი; გ—წყლის გასაზომი დანაყოფებიანი მილი, დ—მცურავი ჩარჩო.

დობაზე; დაკვირვება ზემოთ აღნიშნულ ელემენტებზე წარმოებს დღის 8 საათზე და საღამოს 20 საათზე.

ამაორთქლებლის დანადგარზე ყველა დაკვირვება უნდა წარმოებდეს განსაზღვრული თანმიმდევრობით. წყლის ტემპერატურა ამაორთქლებელში და წყალსატევში უნდა გაიზომოს 0,1°-ის სიზუსტით, ყოველთვის ერთსა და იმავე ადგილზე. ამაორთქლებელში თერმომეტრს ჩაძირავენ 5 სმ სიღრმეზე, ხოლო წყლის ნაპირიდან 18 სმ-ის დაშორებით. თერმომეტრის რეზერვუარი სკალით დაცული უნდა იქნეს მზის სხივებისაგან. წყალსატევის წყლის ტემპერატურის გასაზომად თერმომეტრს ბუდით ჩაძირავენ 10 სმ სიღრმეზე, ამაორთქლებლიდან 0,3—0,5 მეტრის დაშორებით. ჰაერის ტენიანობას ზომავენ ფსიქრომეტრით, მშრალი თერმომეტრის საშუალებით. ქარის სიჩქარეს ზომავენ ანემომეტრის დახმარებით 0,1 მ/წ სიზუსტით, წყლის ზედა-

პირიდან 1,0—2,0 მ სიმაღლეზე. ქარის მიმართულებას საზღვრავენ სანაპიროზე დადგმული ფლუგერის საშუალებით.

ჰაერის ტემპერატურას და ტენიანობას დამატებით აკვირდებიან ჯიხურში მოთავსებულ თვითმწერებზე, რომელიც დადგმულია მცურავ ჩარჩოზე ორი მეტრის სიმაღლეზე, ამაორთქლებლიდან 2—3 მეტრის დაშორებით.

წვიმსაზომზე დაკვირვება წარმოებს ჩვეულებრივი ხერხით. საზომი ჭიქის ერთ დანაყოფში იზომება 5 სმ³ წყალი, რაც შეესატყვისება წვიმსაზომი მიმღები ზედაპირის (3000 სმ²) ფართობის 1/60 წყლის ფენის სიმაღლეს. აორთქლებული წყლის რაოდენობას გაზომვა წარმოებს სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის სპეციალური ბიურეტის საშუალებით (ნახ. 197 ბ), ამ ბიურეტს ათავსებენ ამაორთქლებლის ცენტრალური სადგარი მილის თავზე და ზომავენ ამაორთქლებელში წყლის დონის სიმაღლეს. ბიურეტი წარმოადგენს ღრუიან ცილინდრს, აქვს ბრტყელი ძირი—სადგარი მილის თავზე მოსათავსებლად, გვერდით კედელში გაკეთებული აქვს წყლის შესასველელად 4 მმ დიამეტრის ხვრელი. რომელიც მჭიდროდ იხურება რეზინის სახურავით სპეციალური ბერკეტისა და ბიურეტის თავზე მოთავსებული მარეგულირებელი ხრახნის დახმარებით. ბიურეტს ზედა მხარეზე აქვს მილი ცხვირით, რომლითაც ბიურეტიდან წყალი ისხმება 1 კვ სმ ფართობის დანაყოფებიან საზომ შუშის მილში (ნახ. 197). საზომი მილის ერთი დანაყოფი შეესატყვისება ამაორთქლებელში 0,05 მმ წყლის სვეტის სიმაღლეს.

დაკვირვების დაწყებამდე ბიურეტსა და საზომ მილს გამოავლებენ წყალსატევის წყალს და ამშრალებენ დაბერტყვით. შემდეგ ბიურეტს აყენებენ ამაორთქლებლის ცენტრალურ მილზე, ხრახნის საშუალებით ხსნიან სარქველს შესასველელ ხვრელს ბიურეტში წყლის შესასველელად. 1,5—2,0 წუთის შემდეგ ბიურეტს ხურავენ, ხსნიან მას ცენტრალური მილიდან, წყალს გადაასხმევენ საზომ მილში, აითვლიან წყლის სიმაღლეს დანაყოფების მიხედვით და წერენ დაკვირვების წიგნაკში. ჩაწერის შემდეგ საზომი მილიდან წყალს უკანვე ასხამენ ამაორთქლებლებში. კონტროლისათვის აღნიშნულ დაკვირვებას იმეორებენ ორ-სამჯერ.

გაზომვის შემდეგ თვალზომით უნდა დააკვირდნენ ამაორთქლებელში მდგარი წყლის დონის სიმაღლეს. ცენტრალურ მილზე მოთავსებული ნემსის წვერთან შეფარდებით. თუ ამაორთქლებელში წყლის დონე ნემსის წვერის ქვეით არის, მაშინ წყალს ასხამენ მანამ, სანამ წყლის დონე ამაორთქლებელში ნემსის წვერს არ გაუთანასწორდება. წყალს ასხამენ გავსებული წვიმსაზომი ჭიქით. თუ ნემსის წვერი

წყლით იქნება დაფარული, მაშინ ზედმეტ წყალს ამაორთქლებლიდან ღვრიან წვიმსაზომი ჰიქით და განსაზღვრავენ ამოღვრილი წყლის მოცულობას.

მტკნარწყლიან წყალსატევებზე ამაორთქლებელში ასხამენ წყალსატევის წყალს, ხოლო მარილიან წყალსატევში გამოხდილ ან წვიმის წყალს. თუ მითითებული პირობის შესრულება შეუძლებელია, მაშინ ხუთ დღეში ერთხელ ამაორთქლებლიდან წყალი უნდა გადაღვაროს და ჩაასხან ახალი წყალი წყალსატევიდან.

მარილიან წყალსატევებზე აორთქლებაში დაკვირვების დროს სასურველია გაიზომოს ამაორთქლებლის წყლის და წყალსატევის წყლის სიმკვრივე ცალ-ცალკე. თუ გაზაფხულისა და შემოდგომის წაყინვების პერიოდში ამაორთქლებელში აღმოჩნდება ყინულის ქერქი, მაშინ დაკვირვება წარმოებს დათბობების შემდეგ რამოდენიმე დღის შეჯამებით. ზამთრის დადგომიდან დაკვირვება აორთქლებაზე წყდება.

ამაორთქლებელი და წვიმსაზომი უნდა გამოირეცხოს თვეში ორჯერ.

დაკვირვების მასალების დამუშავება. ამაორთქლებელ დანადგარზე დაკვირვების მასალების დამუშავებაში შედის: ა) დაკვირვების საველე წიგნაკში დამუშავება; ბ) დაკვირვების შედეგებით თვიური ცხრილების შედგენა; გ) ქრონოლოგიური გრაფიკების აგება.

წვიმსაზომზე დაკვირვების მიხედვით ატმოსფერული ნალექების ფენის სიმაღლე x გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$x = \frac{1}{60}\, n_1 \qquad (192)$$

სადაც n_1 არის წვიმსაზომ ჰიქაზე დანაყოფების ანათვალი დაკვირვების დროს.

თუ გაზომვის დროს ამაორთქლებელში წყალი არც ჩაგვისხამს და არც გადმოგვისხამს, აორთქლებული წყლის ფენის სიმაღლე მილიმეტრებით გამოიანგარიშება, შემდეგი ფორმულით:

$$z = \frac{1}{2}\,(m_1 - m_2) + x, \qquad (193)$$

სადაც m_1 არის საზომ მილში სამი ანათვალიდან საშუალო რიცხვი პირველ დაკვირვების დროს; m_2—საზომ მილში სამი ანათვალიდან საშუალო რიცხვი შომდევნო მეორე დაკვირვების დროს; x—ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა მმ-ში, რომელიც მოვიდა დაკვირვებებს შორის.

გამოანგარიშების მაგალითი მოცემულია 35-ე ცხრილში.

ცხრილი 35

თვის რიცხვი	დაკვირვება 8 საათზე						ცდომილების შეტანა I—III საათ.	დაკვირვება 20 საათზე						ცდომილების შეტანა 20—21 საათ.
	ამაორთქლებელი				წვიმსაზომი			ამაორთქლებელი				წვიმსაზომი		
	ანათვალი მილზე მმ				ანათვალი ჭიქაში			ანათვალი მილზე მმ				ანათვალი ჭიქაში		
	1	2	3	საშუალო	დანაყრდი პეპები	ნალექები მმ-ებით		1	2	3	საშუალო	დანაყრდი პეპები	ნალექები მმ-ებით	
24/VII	32.2	32.5	32,0	32,2	6,8	1,1	0.2	36,4	36,2	36,4	36,3	228	3,8	3,6

ცხრილის მონაცემების მიხედვით შეიძლება მივიღოთ შემდეგი:

$$x = 1/60 \cdot 228 = 3{,}8 \text{ მმ}$$

$$z = 1/20 \cdot (32{,}2 — 36{,}3) + 3{,}8 = 3{,}6 \text{ მმ}$$

თუ დაკვირვება წარმოებდა ამაორთქლებელზე და ყოველი დაკვირვების დროს ამაორთქლებელში წყლის დონე უთანასწორდება ცენტრალურ მილზე მოთავსებულ ნემსის წვერს, მაშინ ამაორთქლებლიდან აორთქლებული წყლის ფენა გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$z = \frac{1}{16} (\pm y + n), \qquad (194)$$

სადაც $\pm y$ არის ამაორთქლებლიდან გადმოსხმული ან ამაორთქლებელში ჩასხმული წყლის მოცულობა; n—ატმოსფერული ნალექების ფენა წვიმსაზომის მონაცემების მიხედვით.

სანაპირო ამაორთქლებელი აუზი. საბჭოთა კავშირში პირველი სანაპირო ამაორთქებელი აუზი მოწყობილ იქნა ქ. ერშოვში, 1935 წელს, ბ. ვ. პოლიაკოვის ინიციატივით. აუზის შიგა დიამეტრი უდრის 12 მ-ს, სიღრმე — 2 მ-ს, წყლის სარკის ფართობი — 112,5 მ² და მოცულობა—226მ³-ს. აუზი გაკეთებულია ასქვაბე ფურცლოვანი რკინისაგან და ჩადგმულია ქვაბულში სათანადო სიძირკველზე. გვერდებზე გაკეთებული აქვს დონეების ზუსტად ათვლისათვის წყლის დასაწყნარებელი ყუთები. მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვებისათვის აუზის ცენტრალურ ნაწილში, წყლის ზედაპირიდან 6 სმ სიმაღლეზე რკინის ჩარჩოზე დადგმულია უფსკერო ფსიქომე-

ტრიული ჯიხური, რომელშიაც მოთავსებულია ხელსაწყოები: ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის გასაზომი თვითმწერები, ფსიქრომეტრი, წყლის ტემპერატურის გასაზომი თერმომეტრები 1,0 სმ და 1.5 მ სიღრმეზე. ჯიხურზე დადგმულია ანემომეტრი. 1936 წ. სანაპირო ამაორთქლებელ აუზზე დადგმულ იქნა ევაპაროგრაფი, რომლის ბაფთაზე ავტომატურად წერს აუზიდან აორთქლების შედეგებს.

ზემოაღნიშნულ დანადგარებს გარდა ამაორთქლებელი აუზის სანაპიროს მახლობლად მოწყობილია მუდმივმოქმედი მეტეოროლოგიური სადგური. ამჟამად საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე მოწყობილია მთელი რიგი სანაპირო ამაორთქლებელი აუზები, რომელთა წყლის სარკის ფართობი 20—50 კვ მეტრს აღწევს.

უკანასკნელ დროს ფართოდ გაიშალა სამეცნიერო და მეთოდური დაკვირვებები სანაპირო ამაორთქლებელ აუზებში წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე. როგორიც არის, მაგალითად, სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის ვალდაის ჰიდროლოგიურ ლაბორატორიაში და სხვ.

მეჩვიდმეტე თავი

დაკვირვება ყინულოვან რეჟიმზე და მოვლენებზე

§ 128. დაკვირვება ყინულოვან რეჟიმზე და ყინულების ჩამოწნადენის გაანგარიშება

ზოგადი ცნობები. ჰიდროლოგიურ სადგურებზე ყინულოვანი მოვლენების შესწავლისათვის წარმოებს შემდეგი სახის დაკვირვებები:

1) ყინულების მდგომარეობაზე. მისი გაჩენის პირობებზე და გადნობაზე;

2, ყინულის საფარის სისქის ზრდაზე, მისი ზედაპირის ხასიათზე და ყინულოვან მოვლენებზე ყინულდგომის პერიოდში;

3) წყალშიგა ყინულების და თოშის გაჩენაზე და თოშსვლაზე.

გარდა ზემოაღნიშნული საკითხებისა, სამუშაო პროგრამაში შეიძლება შევიდეს სპეციალური გამოკვლევები და დაკვირვებები, როგორიც არის ყინულების აგებულებისა და მისი ფიზიკური თვისებების გამოკვლევა, ყინულების წარმონაქმნების გავლენის შესწავლა მდინარეების წყლის დინების რეჟიმზე, ტბებიდან და წყალსაცავებიდან წყლების გამოსვლაზე, ჰესების ქვედა ბიეფში ყინულხვრელების რეჟიმის შესწავლა და სხვ. მსგავსი გამოკვლევებისათვის პროგრამა და მეთოდიკა დამუშავებული უნდა იქნეს თითოეული შემთხვევისათვის ადგილობრივი ბუნებრივი პირობების და ტექნიკური შესაძლებლობის გათვალისწინებით.

დაკვირვება ყინულოვან მდგომარეობაზე [1]. ჰიდროლოგიურ სადგურებზე და საგუშაგოებზე ყინულოვან მდგომარეობაზე დაკვირვება წარმოებს მთელი ზამთრის პერიოდში. დაკვირვების უბნის დანიშნა

---

1 დარიგება ჰიდრომეტეოროლოგიურ სადგურებსა და საგუშაგოებს. ნაკ. 2. ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებანი საგუშაგოებზე. ნაწ. I და II, ქართული თარგმანი გ. ლეჟავას რედაქციით, თბილისი, 1948 წ. გვ. 74—83.

დამოკიდებულია მდინარის სიგანეზე. სასურველია, რომ დაკვირვების უბანზე იყოს ჩქერები და მუხლები.

ყინულების წარმოქმნის ინტენსიური განვითარების და ცვალებადობის დამოკიდებულების მიხედვით, დაკვირვება წარმოებს ყოველდღიურად ან 3—5 დღეში ერთხელ. შემოდგომის და გაზაფხულის გარდამავალ პერიოდში ყინულოვან მდგომარეობაზე დაკვირვება წარმოებს როგორც ძირითად ვადებში, ისე წყალზომითი დაკვირვების დამატებით ვადებში და მათ შორის ჰიდრომეტეოროლოგიური პირობების და ყინულოვანი მდგომარეობის ჩქარი ცვლის შემთხვევებში.

ყინულოვან მდგომარეობაზე დაკვირვების შედგენილობაში შედის თვალსედვით შეფასება (ყინულების მდგომარეობაზე, ყინულების განვითარებაზე) და ყინულების ფორმების კარტირება.

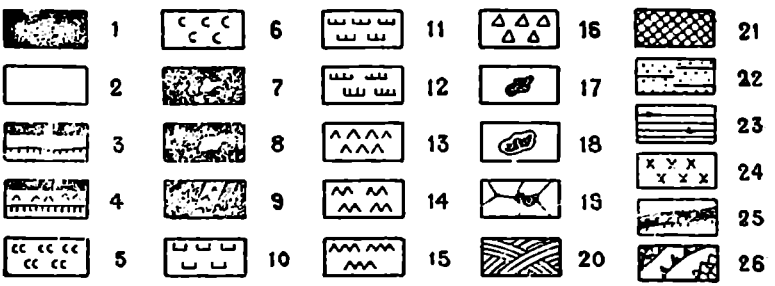
საგუშაგოს უბანზე თვალსედვითი დაკვირვება წარმოებს დღე-ღამის განმავლობაში ყინულოვანი წარმონაქმნების და მოვლენების განვითარების ქრონოლოგიური გაშუქების მიზნით. ყინულოვანი მდგომარეობის ჩაწერის დროს დამკვირვებელი ვალდებულია იხელმძღვანელოს ჰიდრომეტსამსახურის სისტემისათვის დადგენილი ტერმინოლოგიით, რომელიც მოცემულია 1957 წ. გამოსულ „დარიგებებში".[1] თუ საგუშაგოს უბანზე ყინულოვანი მდგომარეობა ძალზე რთულად და მრავალფეროვნად არის წარმოდგენილი, მაშინ დამკვირვებელი, გარდა აღწერისა, აწარმოებს მის კარტირებას მდინარის უბნის გეგმის ბლანკზე. ამ შემთხვევაში ყინულოვან მდგომარეობას და მის წარმონაქმნებს უჩვენებს პირობითი ნიშნებით.

ყინულოვანი წარმონაქმნების აღწერის დროს აღნიშნავენ მათი განვითარების ხარისხს, წანაპირებს და ყინულებიდან თავისუფალი წყლის სივრცეების სიგანეს, მდინარის ორივე სანაპიროზე განსაზღვრავენ მათ სიხშირეს მეათედებში. ნულოვან სიმკვრივედ ღებულობენ სრულიად სუფთა წყლის ზედაპირს, ხოლო ერთად—მთლიანად მოძრავი ყინულებით დაფარული წყლის ზედაპირს.

თუ ყინულები, ან თოში მიედინება ზოლის სახით, არა მთელი მდინარის სიგანეზე. მაშინ აღნიშნავენ ზოლის სიგანეს მდინარის მთელ სიგანესთან შეფარდებით: მაგალითად, ჩაიწერება „ყინულსვლა 0,7×0,3", რაც ნიშნავს, რომ ყინული 0,7 სიხშირით მოედინება ზოლის სახით, რომელსაც უჭირავს მდინარის მთელი სიგანის 3/10 ნაწილი, ხოლო მდინარის სიგანის დანარჩენი ნაწილი თავისუ-

[1] Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 6, ч. I, гидрометеоиздат. Ленинград. 1957.

ფალია ყინულისაგან. ნამრავლი 0,7×0,30=0,21 იძლევა ყინულოვანი მოვლენების ჯამურ მახასიათებელს და მას ყინულსვლის (თოშის) კოეფიციენტს უწოდებენ. თუ აუცილებელია მივიღოთ უფრო ზუსტი მახასიათებლები ყინულსვლის სიხშირის და ყინულსაფარის



ნახ. 198. ყინულოვანი წარმონაქმნების პირობითი ნიშნები:

1—სუფთა წყალი, 2—მთლიანი და სწორი ყინულსაფარი, 3—წანაპირები, 4—ნარჩენი წანაპირები, 5—თოვლწყალი, 6—ქონი, 7—წყალშიგა ყინულები (ფსკერისა და სიღრმის), 8—ფსკერის სოკოსმაგვარი ყინულები, 9—ყინულის ზღუდარი, 10—ოშვიათი თოშსვლა, 11—საშუალო თოშსვლა, 12—ხშირი თოშსვლა, 13—იშვიათი ყინულსვლა, 14—საშუალო ყინულსვლა, 15—ხშირი ყინულსვლა, 16—ტოროსები, 17—ყინულღრუები, 18—ყინულებში გახსნილი წყლის სივრცეები, 19—ყინულის ნაპრალები, 20—მინაყინები, 21—მთლიანად გაყინული მდინარის უბანი, 22—წყალი ყინულის ზედაპირზე, 23—წყალი მიედინება ყინულის ზედაპირზე, 24—ახალგაზრდა ყინულის საფარი ან მღვრიე ყინული, 25—წყლის სივრცე ნაპირებთან, 26—ყინულხერგილი.

ხარისხის შესახებ, მაშინ აღნიშნული მახასიათებლები განსაზღვრული უნდა იქნეს გეოდეზიური ინსტრუმენტებით ან ფოტომეტრიული ხერხებით. ზოგიერთ შემთხვევაში ანგარიშობენ ყინულის ხარჯებს, ე. ი. ყინულების რაოდენობას კუბურ მეტრებში, რომელიც გაივლის მოცემულ ცოცხალ კვეთში ერთი წამის განმავლობაში.

ყინულის ხარჯის განსაზღვრისათვის ზომავენ მცურავი ყინულების სიჩქარეს და ყინულის სისქეს. ყინულების მოძრაობის სიჩქარეს ზომავენ დანიშნული ყინულებით, რომლებიც გაივლის ადრე დანიშნულ კვეთებს შორის მანძილს დროის ერთეულში, იმ ანგარიშით, რომ კვეთებს შორის დანიშნული ყინულების მოძრაობის ხანგრძლივობა უნდა იყოს არა ნაკლები 8—10 წამისა. ყინულებით სიჩქარის გაზომვა წარმოებს მდინარის სიგანის სხვადასხვა ადგილებში, სიჩქარის გაზომვა განმეორდება 5—10-ჯერ.

ყინულის სისქეს საზღვრავენ ნაპირებთან ყველაზე დიდი სისქის ადგილზე 5—10-ჯერ.

ყინულის ხარჯი გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$Q_{\text{ყინ.}} = Khv\,B \ \text{მ}^3/\text{წ}, \qquad (195)$$

სადაც K—ყინულსვლის კოეფიციენტია, h—ყინულის საშუალო სისქეა მეტრობით, v—ყინულების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე მ/წამში, B—მდინარის სიგანეა მ-ში.

ყინულების ცალკეული ხარჯების განსაზღვრის საფუძველზე ანგარიშობენ საშუალო დღეღამურ ხარჯებს, ხოლო შემდეგ ყინულების ჭოცულობას (ჩამონადენს) გაზაფხულის და შემოდგომის ყინულსვლის პერიოდისათვის.

დიდ სანაოსნო მდინარეებზე, ტბებზე და წყალსაცავებზე ყინულსაფარის მდგომარეობის, ყინულების დნობის და მათი სვლის დაწყებისა და დამთავრების შესახებ წარმოებს დაზვერვა აეროგადაღების საშუალებით. ეს საშუალებას იძლევა მოკლე დროის განმავლობაში გამოვავლინოთ ყინულიანობის მდგომარეობა და რეჟიმი დიდ მანძილზე და მივიღოთ სინქრონული მასალები.

§ 124. თოვლის, ყინულისა და თოვლის სისქის საზომი ხელსაწყოები

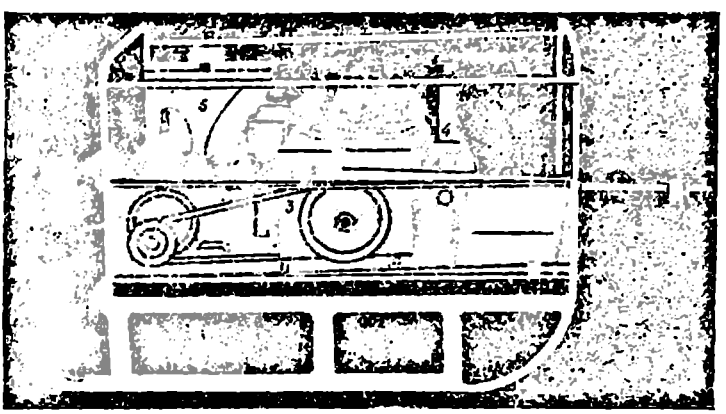
ყინულზე თოვლის საფარის სისქეს ზომავენ გადასატანი თოვლსაზომი ლარტყით. გაზომვა წარმოებს ოთხ წერტილში წინასწარ შერჩეული გასაკრელი ხვრელის მახლობლად. თითოეულ გასაზომ წერტილში, გარდა თოვლის სისქისა, განსაზღვრავენ სველი წყლით გაჟღენთილი და მშრალი თოვლის სისქეს ცალ-ცალკე. საბოლოოდ გაზომვების შედეგებიდან იღებენ საშუალო რიცხვს.

ყინულის სისქის გაზომვისათვის შერჩეულ წერტილში ჭრიან ხვრელს. ხვრელი შეიძლება გაიკრას წვეტიანი სატეხი ძალაყინით, ღრუსატეხით, ან გაიბურღოს სპეციალურად მოწყობილი სახვრეტი ბურღით.

ყ ი ნ უ ლ ი ს ს ა კ რ ე ლ ი ს ა ტ ე ხ ი წარმოადგენს მარტივ ხელსაწყოს, რომელიც შესდგება 2,5 კგ წონისა და 40 სმ სიგრძის ფოლადის ძალაყინისაგან. მის ზემო ნაწილში ჩასმულია ხის სახელური. ყინულის სატეხით შეიძლება ხვრელი გავხვრიტოთ სასურველი სისქის ყინულში, მაგრამ მას ესაჭიროება დიდი დრო. მაგალითად, 2,0 მეტრის სისქის ყინულის გასახვრეტად საჭიროა 50—80 წუთი.

ყინულის სახვრეტ ბურღს (ГГИ—47) იყენებენ ყინულის სისქის მასობრივად გაზომვების დროს, კერძოდ კი ყინულზომვის აგეგმვის დროს, მის კომპლექტში შედის ბურღი ხვრელის გასაჭრელად და ლარტყა სისქის გასაზომავად. ბურღს აქვს ორსვლიანი საჭრელი ხრახნი, რომლის დიამეტრი 4.0 სმ უდრის. ბურღის სიგრძეა 150—200 სმ. ბურღის ბრუნვა ხორციელდება ციბრუტის საშუალებით, რომელიც მოთავსებულია ბურღის ზემო ნაწილში. ყინულსაზომი ლარტყა გაკეთებულია ფოლადის ბაფთისაგან. როშელიც დაყოფილია სანტიმეტრებად.

მექანიზებული ყინულის სახვრეტ ბურღს (ГР—54) იყენებენ მასიური ყინულხვრელების გაჭრისათვის. ხელსაწყო შედგება საბურღავი კომპლექტისა და გენერატორული აგრეგატისაგან (ნახ. 199).

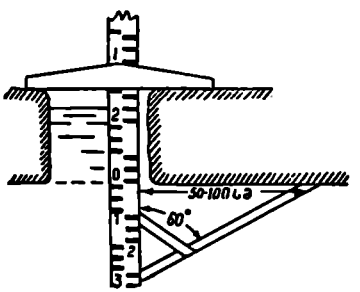


ნახ. 199. მექანიზებული ყინულის სახვრეტი ბურღი (ГР—54).
1—სპირალური ბურღი, 2—ბენზინის ძრავა, 3—ელექტრომხვრეტი (დრელი), 4—ავზი ბენზინისათვის.

საბურღი კომპლექტი შედგება ელექტროდრელისაგან, 70 და 133 დიამეტრიანი სპირალური ბურღისაგან და 100 მმ დიამეტრის ბურღისაგან წამაგრძელებელ თ. ელექტროდრელი ემსახურება ბურღის ბრუნვას. გენერატორული აგრეგატი შედგება გენერატორისა და ბენზინის ძრავისაგან. ყინულის სახვრეტი ბურღი ГР—54 საშუალებას იძლევა გაკხვრიტოთ ყინულის ხვრელი 1.2 მეტრის სიღრმეზე. ხოლო წამაგრძელებელით—2.0 მეტრამდე. მთელი კომპლექტის წონა უდრის 75 კილოგრამს.

ხელსაწყო სატარებლად დამაგრებულია მარხილზე. აღნიშნული ბურღის უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს მისი გადაადგილების სიძნელე ღრმა თოვლისა და ტოროსიანი ყინულების პირობებში, აგრეთვე მისი მდინარის ციცაბო ნაპირებზე ჩატანის და ამოტანის სიძნელე.

ყინულის სისქის საზომი ლარტყა. სატეხით ან ბურღით გახვრეტილ ხვრელში ყინულის სისქეს ზომავენ ყინულის სისქის საზომი ლარტყით. ლარტყა დაყოფილია ორ-ორ სანტიმეტრად. ლარტყაზე მოხერხებულად დაკვირვებისათვის აცვამენ თამასას, რომელიც ათვლის დროს დაედება ყინულის საფარის ზედაპირზე. ლარტყის ქვევიდან 30 სანტიმეტრის დანაყოფთან მიმაგრებული აქვს დამრეცად გადასახსნელი თამასა, რომლის დახრის კუთხე 60°-ს უდრის, გადასახსნელი თამასის ზედა თავის გასწვრივ მოთავსებულია ყინულის საზომი ლარტყის ნულოვანი დანაყოფი, საიდანაც აითვლება ყინულის სისქე. ყინულის სისქის გასაზომად ლარტყას გადასახსნელი თამასით უშვებენ ყინულის ხვრელში, ჩაძირვის შემდეგ საწევის საშუალებით ხსნიან გადასახსნელ თამასას და ლარტყას ზევით ამოსწევენ, სანამ გადასახსნელი თამასის ზედა თავი არ მიებჯინება ყინულის ქვედა ზედაპირს. ყინულსაზომი ლარტყის მოწყობილობა და ყინულის სისქის გაზომვის ხერხი ნაჩვენებია მე-200 ნახაზზე. ამ ნახაზზე ყინულის საერთო სისქე 32 სმ-ს უდრის, ხოლო წყალში ჩაძირული ყინულის სისქე — 26 სმ. ნულს ქვევით ლარტყის დანაყოფზე აითვლება მანძილი წყლის ზედაპირსა და ყინულის ქვედაპირს შორის, როდესაც ყინულსაფარი დაკიდებულია წყლის ზედაპირზე.



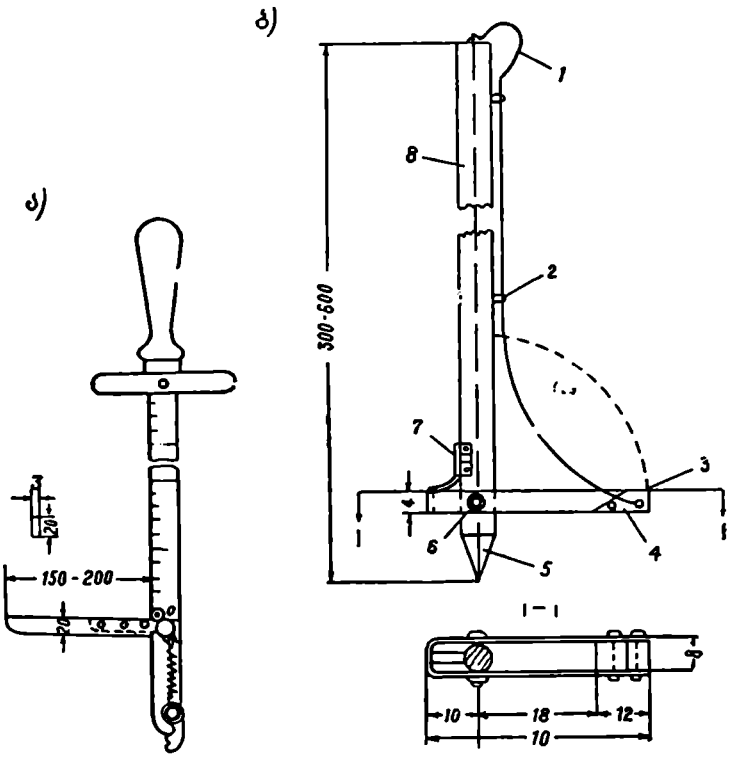
ნახ. 200. ყინულის სისქის გაზომვა ლარტყით.

ზუსტი შედეგების მიღებისათვის ყინულის სისქეს ზომავენ ხვრელის ორივე მხრიდან და შემდეგ ანგარიშობენ საშუალო სისქეს.

სტაციონარული დანადგარი ყინულის სისქის გასაზომად. 1932 წელს სახელმწიფო ჰიდროლოგიურმა ინსტიტუტმა დაამუშავა ყინულის სისქის გაზომვის სტაციონარული მეთოდი, რომლის არსიც შემდეგში მდგომარეობს: ყინულდგომის დაწყების პერიოდში ყინულის ქვეშ მდინარის ფსკერზე ჩაუშვებენ ფოლადის მძიმე ფირფიტას, რომელზედაც მიდუღებულია დანაყოფებიანი ნიკელირებული ფო-

ლადის მავთულები (დენგამტარები), მათი ბოლოები ყინულის საფარის ზემოთ არის ამოყვანილი. ყინულის სისქის გაზომვის დროს ხელსაწყოს მავთულებს გასათბობად შეუერთებენ ელექტროდენს. შემდეგ ფირფიტას ზევით ამოწევენ ყინულის ქვედა ზედაპირამდე და ყინულის სისქეს ზომავენ ხელსაწყოს მავთულების დანაყოფებზე.

თოშსაზომი ლარტყები. საშუალო სიმკვრივის 1,0—1,5 მეტრზე მეტი სისქის თოშის არსებობის დროს თოშის სისქე შეიძლება გაიზომოს ლითონის ლარტყით (ნახ. 201 ა), რომელიც მიმაგრებულია



ნახ. 201. ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის თოშსაზომი ლარტყების ტიპები.

ა—ლითონის ლარტყა გადასახსნელი თამასით, ბ—ხის ლარტყა-ლატანი ლითონის ბუნიკით და გადასახსნელი თამასით. 1—გვარლი, 2—კავი გვარლისათვის, 3—ხის საბრჯენი, 4—რკინის კავი, 5—რკინის ბუნიკი, 6—უანჭოკი, 7—რკინის საყრდენი, 8—ხის ლატანი.

ყინულის საჭრელ ბურღთან. ამ ლარტყის გადასახსნელი თამასა შეიძლება გაგრძელებულ იქნეს 15—20 სმ-მდე. ლარტყის სიგრძეზე მეტი ყინულისა და თოშის სისქის შემთხვევაში იყენებენ ხის ლარტყა-ლატანს (ნახ. 201 ბ) ხუთსანტიმეტრიანი დანაყოფებით. ლატანი აღჭურვილია ლითონის ბუნიკით და გადასახსნელი საყრდენიანი თამასით.

თუ თოშის სისქე 4 მეტრს არ აღემატება, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დობრინსკის ლარტყა. ლარტყა წარმოადგენს ლატანს 5—7 სჰ დიამეტრით, ქვედა ბოლოზე გაკეთებული აქვს ფოლადის ჩანგალი.

განსაკუთრებულ მძიმე პირობებში, ხამსხვრევი ყინულებით შეერეული თოშის მჭიდროდ დაგროვების დროს, ლარტყა-ლატანს და დობრინსკის ლარტყას ცვლიან ტრიალას ფოლადის შტანგით ან გრომშევის თამასით, რომელიც წარმოადგენს 10—13 კგ სიმძიმის ფოლადის ფირფიტას წაწვეტებული ბოლოებით. ფირფიტას ბოლოები გახვრეტილია. ბოლოებზე მაგრად მიბმულია დეციმეტრებად დაყოფილი 3—5 მმ დიამეტრის რბილი გვარლები. ერთ-ერთი გვარლზე, ფირფიტიდან 150—180 სმ დაშორებით, მიმაგრებულია რგოლი, რომელშიაც გაყრილია მეორე გვარლი. თოშის სისქის გაზომვის დროს ფირფიტას ვერტიკალურ მდგომარეობაში ერთ-ერთი გვარლით უშვებენ ყინულის გაბურღილ ხვრელში. ფირფიტა თავისი სიმძიმით გაჰრის თოშის ფენას. როგორც კი თოშის ფენა გაიჭრება, ფირფიტას გვარლების საშუალებით მოიყვანენ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში, შემდეგ მას ამოწევენ თოშის ქვედა ზედაპირამდე და თოშის სისქეს აითვლიან გვარლზე დანაყოფების მიხედვით. თოშიდან ამოღებისათვის ფირფიტას ერთ-ერთი გვარლის მეშვეობით მოიყვანენ ისევ ვერტიკალურ მდგომარეობაში და მეორეთი ამოწევენ.

§ 125. ყინულის, ყინულზედა თოვლის და ყინულქვეშა თოშის სისქის გაზომვისათვის ადგილის შერჩევა და გაზომვის ვადები

ყინულის, ყინულზედა თოვლისა და ყინულქვეშა თოშის სისქის გაზომვები წარმოებს თვის 10, 20 რიცხვებში და თვის ბოლო დღეს. არამდგრად ყინვიან ზამთარში, დათბობების მორიგეობის დროს და მდინარეებზე, რომელნიც ხასიათდებიან არამდგრადი ყინულოვანი რეჟიმით და მნიშვნელოვანი თოშსვლით, ინფორმაციის გაცემისათვის საგუშაგოზე გაზომვები წარმოებს თვის 5, 10, 15, 20, 25 რიცხვებში და თვის ბოლო დღეს. არამთლიანი ყინულსაფარის მქო-

ნე მდინარეებზე წანაპირების სისქეს აგრეთვე ზომავენ თვის 5, 10, 15, 20, 25 რიცხვებში და თვის ბოლო დღეს.

დაკვირვების ადგილი შეირჩევა წყალსაზომი საგუშაგოს კვეთში ან მის მახლობლად, იმ ანგარიშით, რომ ყინულის სისქის გაზრდაზე და ყინულზე თოვლის საფარის გადიდებაზე არ მოქმედებდეს ადგილობრივი პირობები. ამიტომ უნდა ვერიდოთ დაკვირვების ადგილის შერჩევის დროს მახლობლად არ იყოს გზები, თავთხელები და სხვ.

საშუალო და დიდ მდინარეებზე პირველ თვეებში გაზომვებს აწარმოებენ ყინულში გაბურღილ სამ ხვრელში, რომლებიც მოთავსებული იქნება მდინარის შუა ადგილზე. ერთი ხვრელი უნდა იყოს საგუშაგოს კვეთში, ხოლო დანარჩენი ორი ხვრელი მის ზევითა და ქვევით 5—10 მეტრის დაშორებით. პატარა მდინარეებზე (25 მ-მდე სიგანის) გაზომვები წარმოებს საგუშაგოს კვეთზე მდინარის შუა ადგილზე. თითოეული გაზომვისათვის ყინულის ხვრელი უნდა გაიბურღოს ადრინდელი ხვრელის მახლობლად. დაკვირვება დაიწყება ყინულის ზედაპირზე გადასატანი ლარტყების თოვლის სისქის გაზომვით. თოვლის სისქის გაზომვის შემდეგ, ხვრელის გასაჭრელი ადგილის გარშემო ყინულს თოვლისაგან წმენდენ და განსაზღვრავენ მისი ზედაპირის ხასიათს (სწორი, ტოროსიანი და სხვ).

ყინულის ხვრელის გაბურღვის შემდეგ ზომავენ ყინულის სისქეს და წყალში დაძირული ყინულის სისქეს; თუ მდინარეში არის ყინულქვეშა თოში, ზომავენ მის სისქეს. ყველა გაზომვითი მასალები ჩაიწერება დამკვირვებლის საველე წიგნაკში.

დაკვირვების მასალებს ამუშავებენ ყოველთვიურად და შედეგები დააქვთ კომპლექსურ გრაფიკზე. ყინულის სისქის გაზომვების სისწორე შემოწმდება კომპლექსური გრაფიკის ანალიზის საშუალებით. გაზომვების მასალები შემოწმების შემდეგ შეტანილ იქნება ყოველწლიური ცნობების „ყინულის სისქის გრაფაში".

§ 120. ყინულზომვითი აგეგმვა

ყინულზომვითი აგეგმვა წარმოებს იმ სადგურებზე და საგუშაგოებზე, სადაც ყინულსაფარზე დაკვირვება სისტემატურად ტარდება. აგეგმვის მიზანია გამოავლინონ ტიპიური ადგილი, სადაც უნდა ჩატარდეს ყინულსაფარის სისტემატური გაზომვები. ყინულზომვით აგეგმვას აგრეთვე აწარმოებენ კალაპოტის პროცესების შესწავლის დროს, განსაკუთრებით ჩქერებზე, რომელთა ფორმირებაშიაც სათანადო როლს ასრულებს ყინულოვანი პირობები.

ყინულზომვით აგეგმვას მთელი ზამთრის განმავლობაში ორჯერ აწარმოებენ; პირველად ყინულდგომის დასაწყისში, მაშინვე როდესაც ყინულზე გადასვლა შეიძლება უშიშრად და მეორედ — ზამთრის ბოლოს, ყინულსაფარის უდიდესი სისქის დროს. მდინარეებზე, სადაც გვხვდება ყინულსაფარის მდგრადი ფორმირება, ყინულზომვითი აგეგმვა ტარდება ორი ზამთრის განმავლობაში, შემდეგ კი წყდება, ხოლო კონტროლისათვის აგეგმვას ახდენენ 10 წელიწადში ერთხელ. იმ მდინარეებზე, სადაც ყინულსაფარის ფორმირების რეჟიმი რთულ ხასიათს ატარებს და ყოველწლიურად ცვალებადობს, აგრეთვე რეგულირებულ მდინარეებზე კაშხალის ქვედა ბიეფში, დეტალურ ყინულზომვით აგეგმვას ატარებენ ორი-სამი წლის განმავლობაში. შემდეგ კი ყოველწლიურად წარმოებს შემოკლებითი აგეგმვა (პროფილების და წერტილების მიხედვით) 10 წლის განმავლობაში ერთხელ.

პატარა მდინარეებზე ყინულზომვითი აგეგმვის ნაცვლად წარმოებს ყოველდეკადური დაკვირვება ხუთ-ექვს წერტილში, მდინარის სიგრძის მიხედვით კალაპოტის ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით.

დიდ და საშუალო მდინარეებზე ყინულზომვით აგეგმვას აწარმოებენ განივი კვეთების მიხედვით, რომელნიც შიბმული იქნებიან საგუშაგოს რეპერზე. კვეთების რაოდენობა უნდა იყოს არანაკლებ ხუთისა. ორი მათგანი მოთავსდება ასაგეგმავი უბნის საზღვრებზე, დანარჩენი დაინიშნება ერთიმეორისაგან დაშორებით, სახვადასხვა მანძილზე. თითოეულ კვეთზე შეარჩევენ არანაკლებ შვიდ გასაზომ წერტილს. კვეთზე სანაპირო გასაზომავ წერტილებს ათავსებენ ნაპირიდან 5—10 მეტრის დაშორებით, ხოლო დანარჩენი წერტილები კვეთზე დალაგდება თანაბარი მანძილებით. კვეთზე სიღრმეების რთული განაწილების დროს ნიშნავენ დამატებით გასაზომ წერტილებს ფსკერის გარდატეხის ადგილებთან.

თითოეულ წერტილში ზომავენ: 1) თოვლის სისქეს ყინულის ზედაპირზე; 2) ყინულის სისქეს; 3) წყალში დაძირული ყინულის სისქეს; 4) ყინულქვეშა თოშის სისქეს; 5) გაბურღილი ყინულის ხვრელის სიღრმეს წყლის ზედაპირიდან. ყინულზომვითი აგეგმვის დროს აღწერენ ყინულების სტრუქტურას და ზომავენ მისი ცალკეული ფენების სისქეს.

აღწერის დროს გამოყოფენ ყინულის შემდეგ ფენებს:

ა) თოვლ-ყინულის ფენას, რომელიც წარმოიშობა ყინულზე დასველებული თოვლის გაყინვით; თოვლის წყლით ხანგავ დასველების დროს თოვლ-ყინული ინახავს თოვლის ცალკეული კრისტალების

სტრუქტურას, ხოლო მნიშვნელოვანი დასველების დროს თოვლწყალი გარდაიქმნება აგრეგატულ კრისტალურ სტრუქტურად. თოვლ-ყინულს აქვს რუხი ნაკრისფერი და გაუმჭვირვალეა.

ბ) კრისტალური ყინული წარმოიშობა წყლის გაყინვით. კრისტალური ყინული არის გამჭვირვალე, აქვს მტრედისფერი ან მომწვანო ფერი; დარტყმის დროს დაიმსხვრევა ცალკეულ პრიზმულ სტრუქტურებად, დათბობის შემდეგ შეიძლება შეიცავდეს ჰაერის ბუშტუკებს. რის წყალობითაც მას ეძლევა რუხი-თეთრი ფერი.

გ) თოშყინული წარმოიშობა თოშის გაყინვით; ეს ყინული შეიძლება შეიცავდეს კრისტალური ყინულის წვრილ ნამსხვრევებს, ლამს, ქვიშას, და კენჭებს.

ყინულზომვითი აგეგმვის დროს ცალკეულ შემთხვევაში უნდა ვათვალისწინებულ იქნეს ყინულოვანი მდგომარეობის განსაკუთრებულობა. მაგალითად, ასაგეგმავ უბანზე ყინულქვეშა თოშის არათანაბარი განაწილებისას უნდა დადგინდეს თოშის გავრცელების საზღვრები; ამისათვის უნდა დაინიშნოს დამატებითი გასაზომი წერტილები, როგორც ძირითად კვეთებზე, აგრეთვე მათ შორისაც. ყინულის საფარის ტოროსიანობის დროს გასაზომ წერტილებს შორის დაინიშნება ტოროსებს შორის შუა ადგილი. გაბატონებული ტოროსების სიმაღლეები შეფასდება ან თვალზომით გაიზომება. ყინულის ღრუები, ნაპრალები, ნაწიბურები, მინაყინები და სხვ. აუცილებლად უნდა გამოვიკვლიოთ აგეგმვის დროს და დავიტანოთ გეგმაზე.

ყინულზომვის აგეგმვის მასალების დამუშავება გამოიხატება განივი პროფილების შედგენაში, ყინულზომვითი გადაღების გეგმის შედგენაში და გადაღების მასალების საფუძველზე ახსნა-განმარტებითი ბარათის შედგენაში. პროფილზე დაიტანება: თოვლის სიმაღლე, ყინულის საერთო სისქე, ყინულქვეშა თოშისა და წყალში ჩაძირული ყინულის სისქე, თოშის გამოყოფით მდინარის ფილრმე.

11§7. დაკვირვება წყალშიგა ყინულებზე, თოშის წარმოქმნაზე და მათ მოძრაობაზე

დაკვირვება წყალშიგა (ფსკერულ) ყინულებზე. წყალშიგა (ფსკერული) ყინული წარმოადგენს ყინულოვან ქერქს, ღრუბლისებურ ან ქაშისმაგვარ მასას, მიყინულს ფსკერზე ან წყალში ჩაძირულ რომელიმე საგანზე. გარეგანი შეხედულების მიხედვით ის ძალიან ჰგავს წყლით გაღენთილ თოვლს. ფსკერული ყინული არ არის გამჭვირვალე, არის მსუბუქი და ხშირად შეიცავს ქვიშას, ლამსა და

ქვებს. თუ ფსკერის ყინული დიდი რაოდენობით დაგროვდა, თავისი სიმსუბუქის გამო დაიწყებს ცურვას, ეკვრება ზედაპირულ ყინულს ქვევიდან და ხურავს მდინარის კალაპოტს ქვემო დინებისაკენ.

წყალშიგა (ფსკერულ) ყინულებზე დაკვირვება წარმოებს იმ მიზნით, რომ დაადგინონ წარმოქმნის ინტენსივობის პირობები და განსაზღვრონ მისი არსებობის ხანგრძლივობის პერიოდი მდინარის მდგომარეობასთან და ამინდთან დამოკიდებულების მიხედვით.

დაკვირვება წარმოებს საგუშაგოს უბანზე, ან მის მახლობლად, სადაც არის პირობები წყალშიგა ყინულების წარმოქმნისათვის.

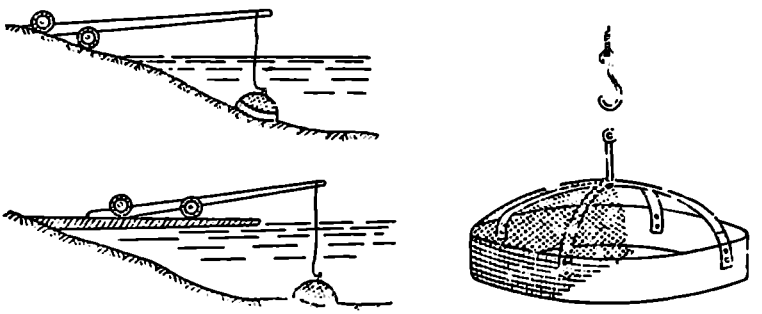
დაკვირვებას აწარმოებენ სპეციალური საცრების საშუალებით, რომლებიც შეიძლება დადგმულ იქნეს როგორც ფსკერზე, ისე ვერტიკალის სხვადასხვა სიღრმეზე. ფსკერის ყინულებზე დაკვირვებისათვის მოწყობილ საცრებს აქვს 30 სმ დიამეტრის ნახევარსფეროს ფორმა. მისი სიმაღლე 8—10 სმ უდრის. წონით 1.4 1.6 კგ-ია.

საცერი შედგება გვირგვინის მაგარი ჩარჩოსაგან 30 სმ დიამეტრით. რკინის ჯვარედინულასაგან 2×20 სმ კვეთით. ჩარჩოზე გადაჭიმულია რკინის ან თითბრის საცერი, რომლის უჯრედების სიდიდე 2×2 მმ უდრის. უჯრედულის შუა ადგილზე დამაგრებულია 10 სმ სიგრძის რკინის ღერო, რომლის ბოლოში გაკეთებულია რგოლი საცრის ჩამოსაკიდებლად. გამზადებული საცერი უნდა იყოს დაწონილი, აწონილი 5 გ-მდე სიზუსტით, ხოლო მისი შიგნითა ზედაპირი გამოანგარიშებული 1 სმ²-ის სიზუსტით. საცერს მდინარის ფსკერზე ჩაშვებისათვის და ზევით ამოღებისათვის ჩაბმული აქვს წვრილი ქერელის გვარლი, რომლის ერთი ბოლო მიმაგრებულია საცრის რგოლთან, ხოლო მეორე—ბოლო ლატანთან (ნახ. 202).

წყალშიგა ყინულებზე დაკვირვება წარმოებს ძირითად საგუშაგოებზე ყოველდღიურად შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში. როდესაც ტემპერატურა +0,5°-მდე დაეცემა. საცერს დგამენ მდინარის ფსკერზე ყოველდღიურად 20 საათზე და იღებენ მეორე დღეს დილის 8 საათზე. საცერს იღებენ ძალიან ფრთხილად, რომ ყინულები არ დაიბერტყოს. საცერის ამოღების შემდეგ აღწერენ კრისტალური ყინულების სახეებს, ფორმებს და ზომებს. შემდეგ საცერს წყალშიგა ყინულით შეიტანენ ცივ შენობაში და აწონიან. წყალშიგა ყინულის რაოდენობის გამოსაანგარიშებლად ყინულიანი საცრის წონას გამოაკლებენ სუფთა საცრის წონას.

სასწორის უქონლობის დროს საცერს გვარლზე მოხსნის შემდეგ ჩადებენ ტაშტში, სადაც ყინულები გადნება. წყლის მოცულობას, რომელიც მიღებულ იყო ყინულების გადნობით, გაზომავენ დანაყოფებიან ჭიქაში 1 სმ³-მდე სიზუსტით.

დაკვირვება თოშწარმოქმნის პირობებზე და თოშსვლაზე წარმოებს სადგურის ჰიდრომეტრიულ კვეთზე, ან სპეციალურად შერჩეულ კვეთზე, სადაც მდინარის მთელ უბანზე კარგად ჩანს თოშის მოძრაობა. თოშის წარმოქმნასა და მის მოძრაობასთან ერთად დაკ-



ნახ. 202. საცრები წყალშიგა (ფსკერის) ყინულზე დაკვირვებისათვის.

ვირება წარმოებს სხვა ელემენტებზეც: 1) წყლის ტემპერატურაზე მიკროთერმომეტრის საშუალებით; 2) ჰაერის ტემპერატურაზე და სინოტივეზე, ღრუბლიანობაზე, ნისლიანობაზე და ქარის სიჩქარეზე; 3) თოშის სიხშირეზე და იმით მდინარის დაფარულობის ხარისხზე, თოშის მოძრაობის სიჩქარეზე და რაოდენობაზე.

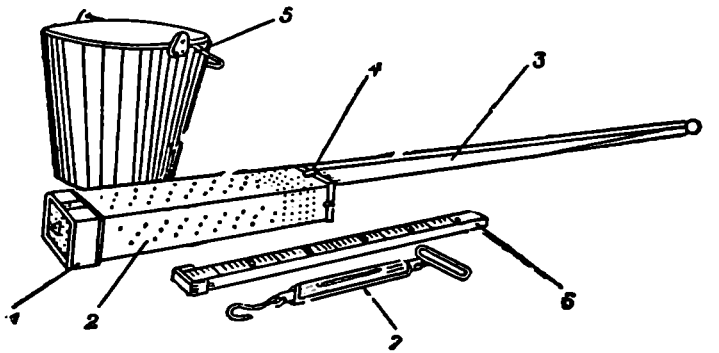
მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვება წარმოებს უშუალოდ საგუშაგოზე, ან სარგებლობენ საგუშაგოს მახლობლად მდებარე მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვების მასალებით.

თოშის მოძრაობას და თოშით მდინარის დაფარულობას განსაზღვრავენ თვალხედვით. დაკვირვებას აწარმოებენ დღის საათებში; ყოველი 2 ან 4 საათის შემდეგ. თუ თოშის მოძრაობასთან ერთად მოძრაობს ყინულის ქონი, თოვლწყალი, ბლინისებური ყინულები და წანაპირა ყინულების ნამსხვრევები, მაშინ მათ არსებობას აღნიშნავენ დამკვირვებლის საველე წიგნაკში.

თოშის რაოდენობას საზღვრავენ თოშის საზომი ბათომეტრებით (ნახ. 203). თოშის საზომი ბათომეტრი წარმოადგენს ლითონის კვადრატული კვეთის მქონე დასვრეტილ მილს, რომლის კვეთის ფართობი უდრის 50 სმ²-ს, ხოლო სიგრძე 1 მ-ის ტოლია. მილის ქვედა ბოლოზე მიმაგრებულია ფოლადის საყრდენები წამახული თავებით. ბათომეტრს თოშის დაჭერისათვის ქვევიდან გაკეთებული აქვს კარები, რომელიც იღება შიგნით თოშის სისქეში ბათომეტრის ჩაძირ-

ის დროს. წყლის გამოსასვლელად ხელსაწყოს გვერდებზე და კარებზე აქვს ნახვრეტები.

თოშის სინჯის ასაღებისათვის ბათომეტრს ვერტიკალურად ჩაუშვებენ მცურავი თოშის ფენაში და ამოკვეთენ მისგან 50 სმ²-ის ფარ-



ნახ. 203. თოშის საჭერი ბათომეტრი.
1—ფოლადის საყრდენი; 2—კვადრატული კვეთის მქონე ლითონის ძილი; 3—სახელური; 4—საყურე გვარლისათვის; 5 — ვედრო; 6—ლარტყა; 7—ცალსასწორი (ბეზმენი).

თობის მქონე თოშის ფენის სიმაღლის სვეტს. თოშის სისქეს ზომავენ სპეციალური ლარტყით, რომელიც შედის ხელსაწყოს კომპლექტში, ამის შემდეგ მილიდან თოშს ჩაყრიან ვედროში და წონიან ცალსასწორზე 5 გრამის სიზუსტით.

თოშის სინჯს იღებენ მდინარის სიგანისა და თოშით დაფარულობის ხარისხის მიხედვით, ხუთ-ექვს ვერტიკალზე. თითოეულ ვერტიკალზე იღებენ ხუთ-ათ სინჯს. საბოლოო შედეგად მიიღებენ საერთო სინჯებიდან თოშის სისქის და წონის საშუალო არითმეტიკულ მნიშვნელობას.

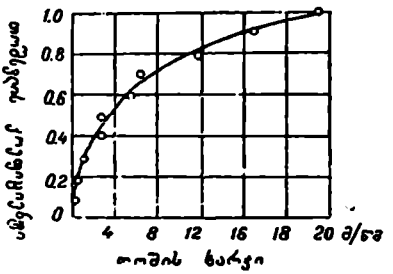
თოშის მოძრაობის სიჩქარე განისაზღვრება კარგად შესამჩნევი შეგროვილი თოშის კოშტების მიერ 25—100 მეტრი მანძილის ამ მანძილის გავლაზე დახარჯულ დროზე გაყოფით. თოშის მოძრაობის სიჩქარეების გაზომვა წარმოებს 5—10-ჯერ, რისთვისაც შესამჩნევი თოშის შეგროვილ კოშტებს შეარჩევენ ნაპირიდან სხვადასხვა მანძილის დაშორებით, რომ მიიღონ თოშის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე მთელი მდინარის სიგანისათვის.

თოშის ხარჯი, რომელიც ცურავს მდინარის მთელი სიგანის ზედაპირზე, გამოიანგარიშება ფორმულით.

$$N_{\text{თოშ.}} = \gamma \alpha v_{\text{თოშ.}} B \text{ ტონა/წმ}, \qquad (196)$$

სადაც γ არის თოშსვლის კოეფიციენტი, რაც უდრის თოშსვლის სიხშირის შესატყვისი მნიშვნელობისა და მცურავი თოშით მდინარის სიგანის დაფარულობის ხარისხის ნამრავლს; α—თოშის რაოდენობა ერთეულ ფართობზე ტ/მ²; υ—თოშის მოძრაობის სიჩქარე მ/წმ-ში. *B*—მდინარის სიგანე თოშის მოძრაობის საზღვრებში (მ-ში).

სამუშაოს მოცულობის შემცირების მიზნით თოშის გაზომილი ხარჯების მიხედვით აგებენ თოშის ხარჯების $N_{თოშ.}$ და თოშსვლის კოეფიციენტს შორის დამოკიდებულების გრაფიკს $\gamma = f(N_{თოშ.})$, რომელიც მთელ რიგ შემთხვევებში იძლევა საშუალებას თვალხედვითი დაკვირვებების მიხედვით განსაზღვრონ თოშის ხარჯები (ნახ. 204).



ნახ. 204. თოშის ხარჯების დამოკიდებულება თოშსვლის კოეფიციენტთან.

თოშსვლაზე დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით ადგენენ ანგარიშს, სადაც დაკვირვებების მონაცემებთან ერთად შეტანილი იქნება: ა) დაკვირვების მეთოდი; ბ) თოშსვლის რეჟიმი და ხასიათი ამინდთან დაკავშირებით; გ) თოშის საშუალო და მაქსიმალური ხარჯები და მათი დამოკიდებულება თოშსვლის კოეფიციენტთან; დ) მოცემული წლის შემოდგომა-ზამთრის პერიოდის მდინარის ყინულოვანი რეჟიმი და მისი შედარება მრავალწლიურ საშუალო ყინულოვან რეჟიმთან; თუ ეს უკანასკნელი არ არის, მონაცემები უნდა შეუდარდეს წინა წლის ყინულოვან რეჟიმს.

მეთვრამეტე თავი

დაკვირვება ღელვაზე

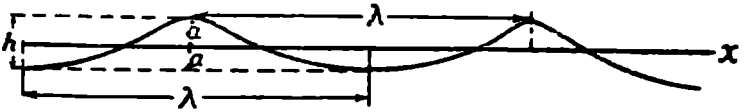
§ 128. შესწავლის მიზანი

წყალსატევებში ნაოსნობამ, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობამ და სხვადასხვა საწარმოო დარგების განვითარებამ გამოიწვია ღელვის შესწავლის აუცილებლობა. ღელვის ყველა სახეებიდან უფრო მნიშვნელოვანია ქარების მიერ გამოწვეული ღელვა. ღელვის დროს ტალღების მოძრაობის გზაზე მდგარ დაბრკოლებებზე (ციცაბო ნაპირი, ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კედლები, გემის გვერდი და სხვ.) ტალღას შეუძლია განავითაროს 70 ტონა/მ² წნევა. ტალღის დარტყმის ძალას შეუძლია ათასტონიანი ჰიდროტექნიკური ნაგებობა რამოდენიმე წუთში დაანგრიოს. ასე, მაგალითად, ერთ-ერთ ნავსადგურში ჯებირის მშენებლობის დროს ტალღის დარტყმის შედეგად გადაბრუნებული იქნა ცემენტის მონოლითი, რომლის სიგანე 7,5 მეტრი და წონა 4500 ტონა იყო. არის შემთხვევები, რომ 40—50 წლის განმავლობაში ტალღების მიერ დანგრეულ იქნა რამდენიმე ათეული მეტრის სიმაღლის ციცაბო სანაპირო და მის ადგილზე წარმოიშვა 7—10 მეტრის წყლის სიღრმე. მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, თუ რამდენად აუცილებელია წყალსატევებში ღელვის რეჟიმის შესწავლა. იგი საჭიროა მთელი რიგი საკითხების გადაწყვეტისათვის, რომლებიც დაკავშირებულია ნაოსნობასთან, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მშენებლობასთან და სხვა. ღელვის დროს ტალღების სიდიდე დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე და მიმართულებაზე.

ტალღის ელემენტები. თუ ტალღას გავყოფთ, ვერტიკალური სიბრტყით, რომელიც ტალღის მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევა, მივიღებთ ტალღის პროფილსა და ფორმას. ტალღის ფორმას ოთხი ძირითადი ელემენტი ახასიათებს: ტალღის სიგრძე, სიმაღლე, პერიოდი და სიჩქარე (ნახ. 205).

ჰორიზონტალური მიმართულებით ორი მეზობელი ტალღის შე-

სატყვის წერტილებს შორის მანძილს (თხემებს ან ფსკერებს შორის) ტალღის სიგრძე (λ) ეწოდება: ტალღის თხემსა და ფსკერს შორის მანძილს ტალღის სიმაღლე (*h*) ეწოდება, იმ დროს. რომელიც ტალღას სჭირდება მისი სიგრძის ტოლი მანძილის გავლისათვის — ტალღის



ნახ. 205. ტალღის ელემენტები.

პერიოდი (τ); ტალღის თხემის ან ფსკერის მიერ დროის ერთეულში გავლილ მანძილს — ტალღის სიჩქარე (*v*), ტალღის სიმაღლის (*h*) შეფარდებას მისი სიგრძის ნახევართან $\left(h:\frac{\lambda}{2}\right)$ — ტალღის ციცაბობა. ტალღის სიგრძე (λ). პერიოდი (τ) და სიჩქარე (*v*) შემდეგი მარტივი ფორმულით არის ერთმანეთთან დაკავშირებული:

$$v = \frac{\lambda}{\tau}; \quad \lambda = v\tau; \quad \tau = \frac{\lambda}{v}; \tag{197}$$

ე. ი. საკმარისია ვიცოდეთ ტალღის ორი ელემენტი, რომ გავიგოთ ტალღის მესამე ელემენტი. ზემოაღნიშნულ განტოლებაში პრაქტიკულად ტალღის სიჩქარე და სიგრძე იზომება სხვადასხვა იარაღების საშუალებით, ხოლო ტალღის პერიოდი აღნიშნული განტოლებით გამოიანგარიშება.

ტალღის მიმართულებას განსაზღვრავენ რუმბის ან აზიმუტის მიხედვით, საიდანაც ისინი მოძრაობენ (ჩ; ჩა; ა; სა; ს: სდ; დ: ჩდ).

დაკვირვებას ღელვაზე აწარმოებენ ნაპირიდან ან ნაპირიდან დაშორებით — გემიდან.

§ 129. ნაპირიდან დაკვირვება

წყალსატევის ნაპირიდან ღელვაზე დაკვირვების მიზანია, რომ გაშუქებულ იქნეს ღელვის რეჟიმი სანაპიროს ზოლში. ღელვის რეჟიმზე დაკვირვება წარმოებს სპეციალურ ტალღსაზომ საგუშაგოებზე.

ტალღსაზომი საგუშაგოს მოსაწყობად ადგილის შერჩევისათვის დაცული უნდა იქნეს შემდეგი პირობები:

1) საგუშაგოს უბანი უნდა იყოს ღია ძირითადი გაბატონებული მიმართულების ქარებისათვის;

2) საგუშაგო არ უნდა მოეწყოს ვიწრობში, რომელიც უბის სახით იჭრება ხმელეთში, რადგან ასეთ ადგილებში ღელვა დამახინჯებული იქნება ადგილობრივი ფაქტორების მიერ;

3) დაკვირვების ადგილს რაიონში არ უნდა იყოს კუნძულები, მეჩეჩები, დიდი ქვები და ქვაყრილები;

4) ტალღსაზომი საგუშაგო არ შეიძლება მოეწყოს ისეთ ადგილებთან, სადაც ნაპირები ფლატეა და ადგილი აქვს ნაპირების ჩამოქცევას, რადგან ასეთ ადგილებზე ტალღები აირეკლება; საგუშაგოდან წყალსატევის სიღრმე თანდათან უნდა მატულობდეს ნაპირიდან შუაგულისაკენ;

5) საგუშაგოს მოსაწყობ ადგილზე წყლის სიღრმე სამ-ხუთჯერ უნდა აღემატებოდეს მოსალოდნელი ტალღის მაქსიმალურ სიმაღლეს;

6) მანძილი ნაპირიდან ტალღის აღმრიცხველ დანადგარამდე უნდა იყოს ისეთი, რომ დურბინდში ან თეოდოლიტში ადვილად შეიძლებოდეს ანათვლების აღება. მიახლოებით ეს მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 150—200 მეტრს.

7) ადგილი საიდანაც იწარმოებს დაკვირვება წყლის ზედაპირიდან უნდა იყოს არანაკლებ 5—7 მ სიმაღლეზე.

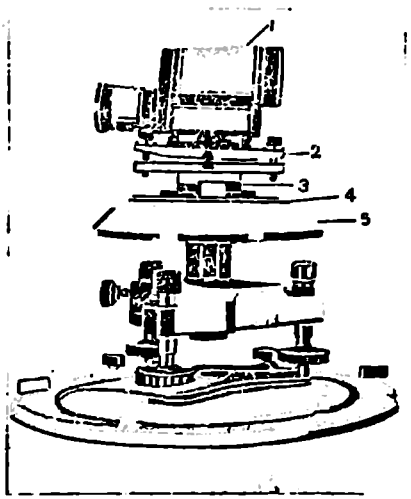
საგუშაგოს რაიონში უნდა მოხდეს სიღრმეების გაზომვა 0,5×0,5 კმ ფართობზე და შედგეს ფსკერის რელიეფის გეგმა 0,25—1,0 მ-ის ჰორიზონტალებით.

ფსკერის ნიშნული აუცილებლად მიყვანილ უნდა იქნეს უახლოეს საგუშაგოს წყლის დონესთან, გეგმაზე უჩვენებენ ყველა ტალღსაზომ დანადგარს.

ნაპირიდან ტალღის ელემენტების გასაზომი იარაღები. ნაპირიდან ტალღის ელემენტების გასაზომი ხელსაწყოებიდან ყველაზე უფრო სრულყოფილი და გავრცელებულია სანაპირო ტალღსაზომი ВБ—49. ამასთან ერთად არსებობს აგრეთვე ბოგდანოვიჩისა და შულეიკინის ტალღსაზომი და ლოიდსის სამკუთხა ტალღსაზომი სარყის დანადგარი, მაგრამ მათ ბოლო დროს არ იყენებენ, როგორც მოძველებულ ხელსაწყოებს, ამიტომ მათი აღწერა არ მოგვყავს.

სანაპირო ტალღსაზომი ВБ—49 (ნახ. 206). ხელსაწყოს ძირითად ნაწილს წარმოადგენს საჭვრეტი მილი (1), რომელიც წარმოადგენს ნახევრად პრიზმულ დურბინდს (6×30). მილის შიგნით მოთავსე-

ბულია პერსპექტიული ბადე. საკვრეტი მილი უძრავად დამაგრებულია ბაქანზე (2), ბაქანი კი დამაგრებულია დგარზე (3). რომელიც დისკოსთან (4) არის შეერთებული. დისკო სადგარითა და საკვრეტი მილით ჰორიზონტალურად ბრუნავს ლიმბით (5). ლიმბი ბრუნავს ვერტიკალურ ღერძზე 360°-ით და მაგრდება სასურველ მდგომარეობაში ხრახნის საშუალებით.



ნახ. 206. სანაპირო ტალღასაზომი ВБ—49.

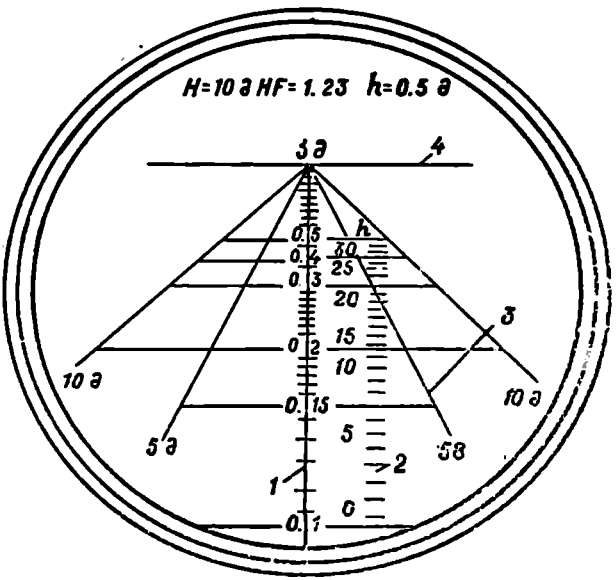
პერსპექტიულ ბადეს (ნახ. 207) აქვს ორი სკალა: მანძილის[1] გასაზომი სკალა (1) მოთავსებულია საკვრეტი მილის შუა ველის ვერტიკალის მიხედვით, რომლის დანიშნულებაა წყალსატევის ზედაპირზე მანძილის გაზომვა ხელსაწყოდან ორიენტირამდე. მეორე—ტალღის საზომი სკალა (2) მოთავსებულია მანძილის საზომი სკალის მარჯვნივ, მისი დანიშნულებაა ტალღის სიმაღლის გაზომვა.

პერსპექტიული ბადის მანძილის სკალას ცვალებადი მასშტაბი აქვს. სკალის ერთი დანაყოფი 0.1-დან 0,3-მდე შეესატყვისება 10 მეტრს წყლის ზედაპირზე, 0,3—0,5 შორის ერთი დანაყოფი შეესატყვისება 50 მეტრს, 0,5—1,0 შორის ერთი დანაყოფი—100 მეტრს, ხოლო 1,0—2,0 შორის ერთი დანაყოფი—500 მეტრს. მაგალითად, თუ დასაკვირვებელი წერტილი წყლის ზედაპირზე დაემთხვა სკალის 0,15 დანაყოფს, მაშინ დამკვირვებლიდან დასაკვირვებელ წერტილამდე მანძილი იქნება 0,15 კმ.

ტალღის სიმაღლის სკალა 32 ნაწილად არის გაყოფილი; თითოეული დანაყოფის საფასური 0,5 მეტრს უდრის, რაც აღნიშნულია ბადეზე ზევით ($h=0{,}5$ მ). მაგალითად, თუ ტალღის სიმაღლე მოთავსდა ბადის 9—14 დანაყოფს შორის, ე. ი. მოიცავს სიმაღლის სკალის 5 დანაყოფს, მაშინ ტალღის ნამდვილი სიმაღლე იქნება $5\times0{,}5=2{,}5$ მ.

[1] Ю. В. Истомин, Морская гидрометрия. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1967, გვ. 148—152.

ბადის მესამე სკალის დანიშნულებაა წყლის ზედაპირზე ჰორიზონტალური მანძილის გაზომვა; ამ სკალის ხაზი, რომელიც პროექტირებულია წყლის ზედაპირზე, შეესატყვისება პარალელურ ხაზებს, რომელნიც იმყოფება ერთმანეთისაგან 5 მეტრის დაშორებით, ისინი



ნახ. 207. რ. ნ. ივანოვის პერსპექტიული ბადე.

თანდათანობით უახლოვდებიან ხილული ჰორიზონტის ხაზს. მაგალითად. ბადეზე ხაზი, რომლის ბოლოში წერია 5 მ, პარალელურია მანძილის საზომი სკალის და მისგან დაშორებულია 5 მეტრით. ეს ხაზი აგრეთვე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მცურავი საგნების (ყინულების, მორის, ფრინველის და სხვ.) მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის, რომლებიც გადაადგილდებიან თვალხედვის სხივების პერპენდიკულარულად.

მაგალითად, მცურავი საგანი მესამე სკალის ხაზიდან. რომლის ბოლოში წერია 10, მოძრაობს მარცხნიდან მარჯვნივ; როდესაც საგანი გადაკვეთს მანძილის საზომი ხაზის მარცხნივ მდებარე ხაზს. რომელსაც ბოლოში აწერია 5 მ, მაშინ ის გაივლის 5 მ გზას, ამ მანძილს გავლის მიხედვით განისაზღვრება საგნის მოძრაობის სიჩქარე. თუ ისევე საგანი განაგრძობს მოძრაობას იმავე მიმართულებით და

გადაკვეთს საზომი ხაზის მარჯვნივ მდებარე ხაზს, რომელსაც აწერია 5 მ, ეს იმას ნიშნავს, რომ ჰან გაიარა 15 მ სიგრძის გზა.

ბადის მეოთხე ხაზი ხელსაწყოს დადგმის დროს უნდა შეთავსებულ იქნეს წყალსატევზე ხილული ჰორიზონტის გამოსახულების ხაზთან.

207-ე ნახაზზე აღნიშნული $H = 10$ მ, რაც ნიშნავს, რომ მოცემული ბადე გაანგარიშებულია წყლის დონიდან ხელსაწყოს 10 მეტრის სიმაღლეზე დადგმისათვის: $HF = 1{,}23$ წარმოადგენს ბადის მუდმივ კოეფიციენტს, რომელიც უდრის ხელსაწყოს დადგმის სიმაღლის (10 მ) და საჭვრეტი მილის ფოკუსური მანძილის ($F = 0{,}123$) ნამრავლს.

ტალღსაზომი ხელსაწყოს დასადგმი ადგილი უნდა შეირჩეს იმ ანგარიშით, რომ წყალსატევის ზედაპირი ღია იყოს სხვადასხვა მიმართულებით. ხელსაწყოს დგამენ მაგარი ქვის ან ხის ბოძზე და ამაგრებენ მუდმივად ჭანჭიკების საშუალებით.

ხელსაწყოს დადგმის დროს დაცული უნდა იქნეს შემდეგი წესები:

1) ლიმბის დიამეტრალური ხაზი 0—180° უნდა მოვათავსოთ მერიდიანის სიბრტყეში, რისთვისაც 0°-ის დანაყოფი მიმართული უნდა იყოს ჩრდილოეთისაკენ, ხოლო 180°-ის დანაყოფი სამხრეთისაკენ. ლიმბის დაყენება წარმოებს ყიბლანით. მაგნიტური გადახრის გათვალისწინებით;

2) ხელსაწყოს მბრუნავი ღერძი უნდა დავაყენოთ ზუსტად ვერტიკალურ მდგომარეობაში ამწევი ხრახნისა და თარაზოს დახმარებით;

3) ხელსაწყოს თარაზოს მიხედვით დაყენების შემდეგ საჭვრეტ მილს დახრიან ისე, რომ ზედა ჰორიზონტული მე-4 ხაზი შეთავსებული იქნეს წყალსატევის წყლის ზედაპირის ჰორიზონტალურ ხაზთან.

ხელსაწყო დაკვირვებისათვის მომზადებულად ითვლება მაშინ, თუ მისი ვერტიკალური ღერძის გარშემო ბრუნვის დროს ბადის მეოთხე ხაზი ემთხვევა ხილული ჰორიზონტის გამომსახველ ხაზს მხედველობის ყველა სექტორში.

ხელსაწყოს საბოლოოდ დაყენების შემდეგ დადგმის ადგილის გარშემო მდებარე საგნებიდან (სახლი, ჰიდროტექნიკური ნაგებობა და სხვ.) შეარჩევენ ორიენტირს, რომლის მიხედვით აღინიშნება ბადის მე-4 ხაზის მდებარეობა დაკვირვების დროს ხელსაწყოს დაყენების კონტროლისათვის.

ტალღსაზომით ტალღის ელემენტების გაზომვა. ტალღის პერიოდის განსაზღვრისათვის საჭვრეტ მილს აყენებენ, ისე, რომ ტალღები მოდიოდეს დამკვირვებლისაკენ, ხოლო ტალღების თხემები ემთხვე-

ოდეს ბადის სისტემის ჰორიზონტალურ ხაზებს; როდესაც ერთ-ერთი ტალღის თხემი დაემთხვა ბადის ერთ-ერთ ჰორიზონტალურ ხაზს—ჩართავენ წამზომს. როდესაც ბადის იმავე ჰორიზონტალურ ხაზთან ერთიმეორისადმი თანმიმდევრობით გაივლის ტალღების სერია, წამზომს გამორთავენ და გაიანგარიშებენ ტალღის პერიოდს შემდეგი მაგალითის მიხედვით: მაგალითად, 250 წამში გაიარა 51 ტალღის თხემმა, რაც შეესატყვისება 50 ტალღას. მაშინ ტალღის პერიოდი იქნება:

$$\tau = 250 : 50 = 5 \text{ წმ.}$$

ტალღის სიგრძის განსაზღვრისათვის. დაკვირვებას აწარმოებენ მანძილის საზომ სკალაზე. ამისათვის აითვლიან სკალის დანაყოფების რაოდენობას ორი თანმიმდევრობით მიყოლებული ტალღების თხემებს შორის და მათ შორის მანძილით გამოიანგარიშებენ ტალღის სიგრძეს.

მაგალითი: ორ მეზობელ ტალღის თხემს შორის მანძილი მოთავსდა მანძილის სკალის 0,1-დან 0,3-მდე 4 დანაყოფში, მოცემული ინტერვალისათვის თითოეული დანაყოფის საფასური უდრის 10 მეტრს. მაშინ ტალღის სიგრძე იქნება $\lambda = 10 \times 4 = 40$მ.

ტალღის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის მანძილის საზომ სკალაზე აღინიშნება ტალღების თხემების გაელა ბადის ერთ ან რამოდენიმე დანაყოფში; მანძილს ჩვეულებრივ 100 მეტრს იღებენ. გაიგებენ რა ტალღის თხემის გავლის მანძილს l და გავლის დროს t (რომელიც წამზომით განისაზღვრება), გამოიანგარიშებენ ტალღის მოძრაობის სიჩქარეს.

მაგალითი: ტალღის თხემმა სკალაზე გაიარა მანძილი 0,3—0,2 შორის ($l = 100$ მ) 20 წამის განმავლობაში. ამ შემთხვევაში ტალღის მოძრაობის სიჩქარე v მ/წ იქნება

$$v = \frac{100}{20} = 5 \text{ მ/წ.}$$

ტალღის მოძრაობის მიმართულებას ასაზღვრავენ გრადუსებით ლიმბის მიხედვით. თუ ტალღები მოდიან დამკვირვებლის საშვრეტი მილის ოპტიკური ღერძის პერპენდიკულარულად, მაშინ ტალღების მოძრაობის მიმართულებას იღებენ შეუსწორებლად, უშუალოდ ლიმბის ანათვლების მიხედვით, ხოლო თუ ტალღები მიდიან დამკვირვებლიდან, მაშინ მათი მოძრაობის მიმართულების განსაზღვრისათვის ლიმბის ანათვალს უმატებენ ან აკლებენ 180°-ს.

ტალღის სიმაღლის (h) განსაზღვრა წარმოებს ბადის მე-2 სკალის

დახმარებით (ნახ. 207), რომელიც მოთავსებულია მაძიძის საზომი სკალის მარჯვნივ და ტალღსაზომ ღუზაზე დაბმული ტივტივას მიწევდით. საჭვრეტ მილს აბრუნებენ ვერტიკალური ღერძის გარშემო, ისე რომ ღუზაზე დაბმული ტივტივა მოხვდეს ტალღის სიმაღლის საზომ სკალას (2-ს). შემდეგ სკალაზე აითვლიან დანაყოფებს, რომელთა შორის მოთავსდა ტივტივა მისი ქვემო მდებარეობიდან (ტალღის ფსკერზე) ზემო მდებარეობამდე (ტალღის თხემზე). ბადეზე წილადური დანაყოფები შეფასებული იქნება თვალით. იცით რა ბადის ერთი დანაყოფის საფასური, ადვილად განსაზღვრავენ ტალღის სიმაღლეს (h).

მაგალითად, ტივტივა მოძრაობს სამ დანაყოფს შორის, ერთი დანაყოფის საფასური ტოლია 0,5 მ-ის, მაშინ ტალღის სიმაღლე იქნება

$$h = 3 \times 0.5 = 1{,}5 \text{ მ}.$$

ტალღის სიმაღლის სკალა (2) გაანგარიშებულია ისე, რომ მისი დანაყოფის საფასური რჩება მუდმივი და არ არის დამოკიდებული ტივტივას სიშორეზე. ამიტომ ტივტივამდე მანძილს არ ანგარიშობენ.

წყალსატევის წყლის ზედაპირზე მოთავსებული საგნის სიშორეს და მიმართულებას განსაზღვრავენ შემდეგნაირად: მცურავ საგანს დაუმიზნებენ საჭვრეტ მილს და მას პერსპექტიული ბადის სკალას შეუთავსებენ. მანძილს საჭვრეტი მილიდან საგნამდე აითვლიან სკალის საშუალებით. მანძილის განსაზღვრის შემდეგ აკეთებენ აზიმუტის ანათვალს ლიმბის მიხედვით.

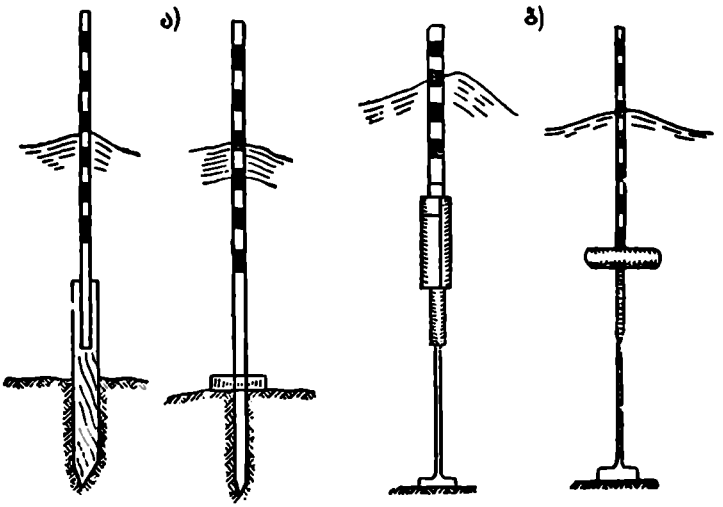
სიჩქარეების გაზომვისათვის, დინების მიმართულების და ყინულების დრეიფის განსაზღვრისათვის საკმარისია დაკვირვება აწარმოონ წყალსატევის ზედაპირზე მოძრავ საგანზე, მაგალითად ტივტივაზე ან დანიშნულ ყინულზე და სხვა.

§ 130. ტალღსაზომი ლარტყები და სარყეები

მიუხედავად იმისა, რომ ნაპირებიდან ღელვაზე დაკვირვების პრაქტიკაში ამჟამად ძირითადად გამოყენებულია სანაპირო ტალღსაზომი ВБ—49, ტალღების ელემენტებზე დაკვირვებებისათვის ჯერ კიდევ არ დაუკარგავს მნიშვნელობა ტალღსაზომ ლარტყებსა და სარყეებს. ცალკეულ შემთხვევებში ტალღების ელემენტებზე დაკვირვება ტალღსაზომი ლარტყებისა და სარყეების საშუალებით უფრო მოხერხებულია, ვიდრე სანაპირო ტალღსაზომი ВБ—49, რადგან ისინი საშუალებას იძლევიან განვსაზღვროთ ტალღის ელემენ-

ტები ისეთ რაიონებში, სადაც ივანოვის ტალღსაზომი ВБ—49 არ გამოდგება.

ტალღსაზომი ლარტყა (ნახ. 208 ა) წარმოადგენს მრგვალ დანაყოფებიან ლატანს, რომლის ქვედა პირველი მეტრი დაყოფილია დეციმეტრებად, თითოეული დეციმეტრი მონაცვლეობით შეღები-

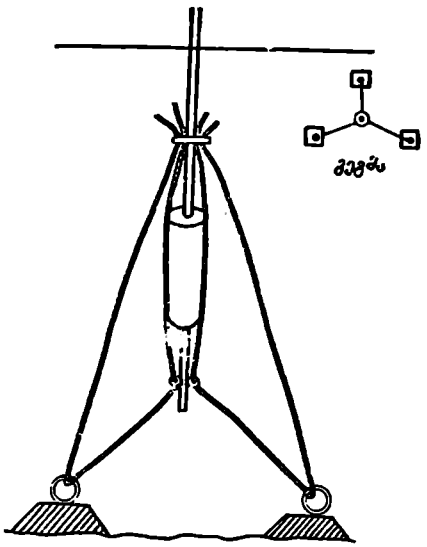


ნახ. 208. ტალღსაზომი ლარტყები და სარყეები.
ა—ლარტყები, ბ—სარყეები.

ლია თეთრი და შავი ფერის ზეთიანი საღებავით, მეორე მეტრი თეთრი და წითელი საღებავით, მესამე მეტრი თეთრი და შავი საღებავით და ა. შ. ლარტყის კვეთის დიამეტრი 10 სმ უდრის. მისი სიგრძე შერჩეული უნდა იქნას იმ ანგარიშით, რომ შეიძლებოდეს უდიდესი ტალღის სიმაღლის გაზომვა. ტალღსაზომი ლარტყის საშუალებით წყალსატევის მცირე სიღრმეებში განსაღვრავენ ტალღის სიმაღლეს და პერიოდს. მას მიამაგრებენ ღრმად დასობილ ხიმინჯზე, ან თვითონ ლარტყას ღრმად ჩასობენ გრუნტში.

უფრო ღრმა ადგილებში, სადაც ლარტყის დაყენება გაძნელებულია, იყენებენ წყალსაზომ სარყეებს. ჰიდროგრაფიული სარყე წარმოადგენს მრგვალ ხის ლარტყას 8—12 მეტრის სიგრძით, რომელიც დაყენებულია მკვდარ ღუზაზე. სარყეს ცურვის მიცემისათვის და მდგრადობისათვის მას ქვედა ნაწილზე უკეთებენ 2—2,0 მეტრის

სიგრძის გახვრეტილ ხის ტივტივას. მაგრამ ხის ტივტივა ხშირად წყლით იჟღინთება და კარგავს ტივტივის უნარს, ამიტომ ხანგრძლივი მუშაობის დროს სარყეს აყენებენ 80—100 ლიტრის მოცულობის რკინის კასრზე. სარყე რომ ქარმა და დინებამ არ გადახაროს, ამისა-



ნახ. 209. ტალღსაზომი სარყის დაყენების სქემა.

ი ვის მას აყენებენ სამ ღუზაზე და გვარლით ამაგრებენ ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია 209-ე ნახაზზე. ამგვარად დაყენებული სარყე ღელვის დროს რყევას არ დაიწყებს.

ღუზებისათვის ჩვეულებრივად იყენებენ 80—100 კილოგრამის წონის ბრტყელ ქვას ან სხვა ტვირთს. სარყეს მკვდარ ღუზაზე ამაგრებენ 8—10 მმ ფოლადის გვარლებით.

სარყის დაყენების შემდეგ განსაზღვრავენ მისი დაყენების აღგილმდებარეობას და სარყის ნულოვანი დანაყოფის ნიშნულს. მითითებული მახასიათებლების გასინჯვა წარმოებს ყოველდღიურად და დამატებით კიდევ ძლიერი შტორმის გავლის შემდეგ. სარყის ნულოვანი ნიშნული განისაზღვრება ღუზაზე მიბმული გვარლების დაჭიმვის ან მოშვების შემდეგ.

ღელვაზე დაკვირვების წარმოება ტალღსაზომი სარყეებით. ღელვაზე დაკვირვება წარმოებს დღის 7, 13 და 19 საათზე. ძლიერი

შტორმის დროს დაკვირვება დამატებით ვადებში ხდება. თუ წყლის ტალღური ჰორიზონტები პატარა წყალსატევებზე 10 სმ-ზე ნაკლებია და დიდ წყალსატევებზე 20 სმ-ზე ნაკლები, მაშინ ზომავენ მხოლოდ ქარის სიჩქარეს და მიმართულებას, ტალღების საშუალო პერიოდს (თუ შესაძლებელია ანათვლების აღება) და აღნიშნავენ წყლის ზედაპირის მდგომარეობას.

ტალღსაზომ საგუშაგოებზე დაკვირვება წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) დაკვირვების დაწყების და დამთავრების დროს განსაზღვრავენ ქარის სიჩქარეს და მოძრაობას ანემომეტრის საშუალებით და აგრეთვე, თუ გვაქვს, ფლუგერის მიხედვით.

2) ტალღსაზომი სარკის მიხედვით გაზომავენ ტალღის საშუალო პერიოდს და ტალღის ჰორიზონტების უდიდეს სხვაობას.

3) აღნიშნავენ ღელვის მიმართულებას, ღელვის განვითარების სტადიას და სხვა მახასიათებლებს.

ტალღის საშუალო პერიოდის პოვნისათვის წამზომზე აითვლიან სარკეზე თანმიმდევრობით 101 ტალღის თხემის გავლის დროს, შემდეგ წამზომზე ათვლილ დროს გაყოფენ 100-ზე და მიიღებენ ტალღის საშუალო პერიოდს. დაკვირვებას აწარმოებენ ორჯერ: ორ დაკვირვებას შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 5%-ს. საბოლოო შედეგად ორჯერ განსაზღვრული რიცხვებიდან ღებულობენ საშუალო რიცხვს.

დაკვირვება უნდა ვაწარმოოთ სარკეზე გავლილ ყველა ტალღის თხემზე და არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება დავაკვირდეთ მხოლოდ მკვეთრად გამოხატულ ტალღის თხემებს.

ტალღების ჰორიზონტებს შორის უდიდესი სხვაობა მიიღება სარკეზე გავლილი ტალღების უდიდესი თხემების ანათვალს და უმცირესი ტალღების ფსკერების ანათვალს შორის სხვაობით, რომლებიც შეირჩევა განსაზღვრულ დროის მონაკვეთში დაკვირვების დიდი რაოდენობის რიცხვებიდან. ეს სხვაობა იქნება დიდი ტალღის სიმაღლეებთან შედარებით, რადგანაც ტალღის ყველაზე მაღალი თხემი არ შეესატყვისება ყველაზე ღრმა ტალღის ფსკერს.

დაკვირვება შემდეგნაირად უნდა მოეწყოს: ტალღის საშუალო პერიოდთან დამოკიდებულებით დაინიშნება ტალღების უმაღლეს თხემებზე დაკვირვების დრო, იმ ანგარიშით, რომ როდესაც სარკეზე გაიარა დაახლოებით 50 ტალღამ, ამ დროში დამკვირვებელმა უნდა აღრიცხოს სარკის უდიდესი დანაყოფები, სანამდეც აიწია ტალღის თხემმა. იმავე პერიოდში წარმოებს დაკვირვება ტალღების

ფსკერებზედაც და აღირიცხება სარყის უმცირესი დანაყოფები, სანამდისაც ისინი დაეშვნენ. ათვლა წარმოებს 5 სმ სიზუსტით.

დაკვირვება განმეორდება ორჯერ და ტალღის უმაღლესი ანათვალი სარყის მიხედვით აიღება ორი დაკვირვების მაქსიმალური სიმაღლიდან, ხოლო უდაბლესი ანათვალი აიღება ორი უმცირესი ანათვლიდან. უდიდეს ანათვალს გამოაკლებენ უმცირეს ანათვალს და იღებენ ტალღების ჰორიზონტების უდიდეს სხვაობას, რომელიც შეესატყვისება 100 ტალღის გავლას.

ღელვაზე დაკვირვებასთან ერთდროულად ზომავენ ქარის სიჩქარეს და მიმართულებას. ქარის სიჩქარის გაზომვა წარმოებს ხელის ანემომეტრის საშუალებით, რომელსაც მოათავსებენ სანაპიროს მახლობლად წყლის დონიდან 2 მეტრის სიმაღლეზე. ანემომეტრი უნდა გვეჭიროს ხელში და მუშაობდეს არანაკლებ 10 წუთისა. თუ დაკვირვების პუნქტის მახლობლად არის დაყენებული ფლუგერი, მაშინ ქარის სიჩქარესა და მიმართულებას განსაზღვრავენ ფლუგერის მიხედვით.

§ 131. დაკვირვება წყალსატევის ნაპირიდან დაშორებით მოძრავი ან ღუზაზე დამდგარი გემიდან

დიდი ფართობის გაშლილ წყალსატევებში ღელვაზე დაკვირვება წარმოებს ჰიდროლოგიურ ჭრილებზე და რეიდულ ვერტიკალებზე და აგრეთვე წყალსატევის გაშლილ ნაწილებში ტალღის ელემენტების სპეციალური გამოკვლევების დროს.

დაკვირვების შედგენილობაში შედის:

1) ქარის სიჩქარისა და მიმართულების განსაზღვრა;

2) ღელვის ხარისხისა და წყლის ზედაპირის მდგომარეობის თვალსაჩინო შეფასება;

3) ტალღების მიმართულებისა და გავრცელების განსაზღვრა;

4) ტალღების ცალკეული ელემენტების (სიმაღლე, პერიოდი, სიგრძე და მოძრაობის სიჩქარე) განსაზღვრა.

ტალღების ცალკეული ელემენტების განსაზღვრისათვის მრავალი სახისა და ტიპის ხელსაწყოები არსებობს, მაგრამ მათ აღწერას ჩვენ აქ ვერ შევეხებით და მოვიყვანთ მხოლოდ ზოგიერთი მარტივი ტალღსაზომის აღწერას, როგორიც არის მაგალითად ტალღსაზომი სარყეები.

ფრუდას ტალღსაზომი სარყე წარმოადგენს 5 სმ დიამეტრის და 10 მეტრის სიგრძის ხის ლატანს. სარყის ბოლო დამაგრებულია კვადრატულ ფარზე, რომელიც წარმოადგენს ხის ან რკინის ჩარჩოზე

გადაკრულ ტილოს. სარეე დამაგრებულია ფარზე წერილი გაჭიმული გვარლების საშუალებით. ფარის ქვეშ სარეის ქვემო ნაწილის პირდაპირ მიმაგრებულია ტვირთი, რომელიც ფარს სარეით სძირავს ტალღების ფსკერის ქვევით. სარეის ზედა ნაწილი შეღებილია და დაყოფილია 10 სმ-ბით.

სარეეს აყენებენ კურვაზე წყალსატევის გამოსაკვლევ რაიონში. დაკვირვება წარმოებს დურბინდით, საექსპედიციო გემიდან.

დაკვირვების წარმოება ღუზაზე დამდგარი გემიდან. ტალღის პერიოდი განისაზღვრება ორი მეზობელი ტალღის გავლის მომენტს შორის დროის შუალედით, რომელსაც უთვალთვალებს გემზე დამდგარი დამკვირვებელი. ტალღის სიჩქარე (v) განისაზღვრება გემის ორ წერტილს შორის მანძილის (l) იმ დროზე გაყოფით, რომელიც ტალღამ მოანდომა ორ წერტილს შორის მანძილის გავლას.

სიჩქარის გაზომვის დროს გემი უნდა იდგეს ცხვირით ტალღების მოძრაობის პერპენდიკულარულად, ხოლო ორი დამკვირვებელი უნდა იდგეს ერთი გემის ცხვირთან, ხოლო მეორე—გემის ბოლოში.

თუ ტალღის სიგრძე (λ) გემის სიგრძეზე მოკლეა, იგი განისაზღვრება ორი დამკვირვებლის მიერ, რომლებიც გემზე დადგებიან ერთმანეთისაგან ისეთი დაშორებით, რომ ერთდროულად იყვნენ ორი მეზობელი ტალღის თხემის გავლის პირდაპირ. მანძილი დამკვირვებლებს შორის იქნება ტალღის სიგრძე (λ).

თუ ტალღის სიგრძე მეტია გემის სიგრძეზე, მაშინ გემის ბოლოდან უშვებენ ხის ტივტივას ისე, რომ ტივტივა იყოს ტალღის თხემზე იმ მომენტში, როდესაც მეზობელი ტალღის თხემი გაივლის გემზე მდგარი დამკვირვებლის მახლობლად. მანძილი დამკვირვებელსა და ტივტივას შორის იქნება ტალღის სიგრძე (λ).

ტალღის სიმაღლის (h) განსაზღვრისათვის დამკვირვებელი გემზე უნდა იდგეს ისეთ ადგილზე, რომ იმ მომენტში, როდესაც გემი იმყოფება ტალღის ფსკერზე, დამკვირვებლის თვალი უნდა იყოს ტალღის თხემის სიმაღლეზე. მანძილი ვერტიკალების მიხედვით დამკვირვებლის თვალსა და წყალხაზს შორის იქნება ტალღის სიმაღლე. ყველაზე უფრო ხშირად ტალღის სიმაღლეს საზღვრავენ გაუმჯობესებული სარეეების საშუალებით. გარდა ზემოაღნიშნული ხერხებისა, წყალსატევის ღელვის შესასწავლად და ტალღის ელემენტების განსაზღვრისათვის არსებობს მრავალგვარი ავტომატური ხელსაწყოები, თვითმწერები და სხვადასხვა სახის დანადგარები.

მცურავი გემიდან დაკვირვების დროს ტალღის სიჩქარე გაიზომება იმავე ხერხით, როგორც ღუზაზე დამდგარი გემის დროს, მაგრამ

გათვალისწინებული უნდა იქნას გემის მოძრაობის სიჩქარე. მცურავი გემიდან ტალღის სიჩქარის გასაზომად იყენებენ შემდეგ ფორმულას:

$$v=\left(\frac{l}{t}\pm u\right)\cos K, \tag{198}$$

სადაც l არის დამიზნების ხაზებს შორის მანძილი მეტრობით, t— წამმზომზე ათვლილი დრო წამობით. $\pm u$—გემის სიჩქარე მ/წმ-ბით. დადებითი ნიშანი იწერება, თუ გემი მიცურავს ტალღების წინააღმდეგ, ხოლო უარყოფითი ნიშანი იქნება თუ გემი მიდის ტალღების მოძრაობის მიმართულებით, K ღელვის საკურსო კუთხეა.

მცურავი გემიდან ტალღების პერიოდის გამოანგარიშებისათვის აუცილებლად უნდა ვიცოდეთ გემის სიჩქარე (u), ღელვის საკურსო კუთხე K, მაშინ ტალღის პერიოდს გამოიანგარიშებენ ფურმულით:

$$\tau=\frac{\tau_0+\sqrt{\tau_0+1{,}32u\cos K}}{2}, \tag{199}$$

სადაც τ_0 არის წამმზომზე ანათვალი დრო, რომლითაც გაიზომება დრო ტალღების სერიული თხემების გავლისა, გაყოფილი ტალღების რიცხვზე. გემის ღუზაზე დაყენების დროა τ—τ_0.

გემიდან ღელვაზე დაკვირვების დროს დამკვირვებლის წიგნაკში აუცილებლად ჩაწერილი უნდა იქნას: დაკვირვების ადგილი (გემის კოორდინატები), დაკვირვების დრო (საათები და წუთები), თვის რიცხვი, თვე, წელიწადი და ქარის სიჩქარისა და მიმართულების მონაცემები.

§ 132. ტალღების სტერეოფოტოგრამმეტრიული გადაღების და აეროგადაღების მეთოდის შესახებ

დიდ წყალსატევებში ტალღების ფორმებისა და ელემენტების დეტალური შესწავლისათვის იყენებენ სტერეოფოტოგრამმეტრიულ და აეროგადაღების მეთოდებს, რაც გამოიხატება იმაში, რომ წყლის ზედაპირის შერჩეულ უბანს იღებენ ორი ფოტოთეოდოლიტის საშუალებით. გადასაღები უბნის ბაზისის ბოლოებს შორის მანძილის სიგრძე არ უნდა იყოს 10 მ-ზე ნაკლები. ღელვის ფოტოთეოდოლიტური აგეგმვა შეიძლება აწარმოონ როგორც ნაპირიდან, ისე გემიდან. მიღებული წყვილი ფოტოსურათი (სტერეოწყვილი) წარმოადგენს გამოსასვლელ მასალას წყლის ზედაპირის რელიეფის სტერეოფოტოგრაფირების განსაზღვრისათვის. მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული, რომ ერთი სტერეოწყვილი ასახავს წყლის ზედაპირის მეტად თუ ნაკლებად შემთხვევით მდგომარეობას, ამიტომ აუცილე-

ბელია ჩატარდეს ასეულობით გადაღება. ღელვის გადაღების დროს სერიოზული ყურადღება უნდა მიექცეს ფოტოთეოდოლიტების დადგმისათვის ადგილის შერჩევას და გადაღების ექსპოზიციის სიზუსტეს.

სტერეოწყვილის დამუშავება წარმოებს სპეციალური ოპტიკურ-მექანიკური ხელსაწყოებით. ამჟამად ამ ტიპის ხელსაწყოებს შორის

ნახ. 210. წყალსატევის ზედაპირის სტერეოფოტოგეგმა.

უველაზე უფრო სრულყოფილია სტერეოპლანიგრაფი კოორდინატოგრაფით, რომელიც საშუალებას იძლევა ავტომატურად, ფოტოაპარატების ოპტიკური ღერძების არაპარალელობის შემთხვევაშიც კი, ზუსტად აიგოს გადაღებული მღელვარე წყლის ზედაპირის გეგმა ჰორიზონტალებით.

უკანასკნელ დროს მღელვარე წყლის ზედაპირის გადაღებისათვის ფართოდ იყენებენ საჰაერო სტერეოფოტოგადაღებას, რომელსაც აქვს დიდი უპირატესობა ზედაპირიდან გადაღებასთან შედარებით. აეროგადაღება წარმოებს სინქრონულად ორი თვითმფრინავიდან, რომლებიც ფრენენ ერთმანეთის მიყოლებით განსაზღვრული

მანძილით ერთიმეორისაგან. ფრენის სიმაღლე 200 მ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

სტერეოფოტოგადაღებას ზოგჯერ ერთი თვითმფრინავიდანაც აწარმოებენ, ამ შემთხვევაში ფოტოაპარატებს ათავსებენ თვითმფრინავის ფრთების ბოლოებში.

ამჟამად საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის აერომეთოდების ლაბორატორიაში დამუშავდა ზღვის ღელვის აეროფოტოგადაღების მეთოდიკა ორი თვითმფრინავის საშუალებით. ამასთანავე ბაზისი შეიძლება აღებულ იქნას სასურველი სიდიდით, გადაღება შეიძლება წარმოებდეს წვრილი მასშტაბით, რაც საშუალებას იძლევა აგეგმონ ზღვის ზედაპირის უფრო დიდი რაიონები. ფოტოაპარატების სინქრონიზაცია მიიღწევა სპეციალური რადიოსინქრონიზატორების გამოყენებით. აეროფოტოგადაღების შედეგების დამუშავებისათვის იყენებენ იმავე მეთოდებს და ხელსაწყოებს. რასაც იყენებდნენ წყალსატევების ღელვის სტერეოფოტოგადაღების დროს

მეცხრამეტე თავი

საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის ქსელში დაკვირვების მასალების დამუშავების მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის ზოგადი პრინციპები

§ 133. ზოგადი შენიშვნები

საბჭოთა კავშირი მდიდარია მდინარეებით, ტბებით, ზღვებით, ჭაობებით, მიწისქვეშა წყლებით, წყაროებითა და მინერალური წყლებით, სხვადასხვა სახის კლიმატური ზონებითა და სხვ. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი წყლის ობიექტები და მრავალრიცხოვანი მეტეოროლოგიური ელემენტები ჩვენი ქვეყნის სახალხო მეურნეობის შემდგომი განვითარებისათვის მოითხოვს სათანადო აღრიცხვასა და შესწავლას სტაციონარული და ექსპედიციური მეთოდებით, რის შემდეგაც გროვდება დიდი რაოდენობით დაკვირვების მასალა, რომელიც შემდეგში სათანადო დამუშავებას, მოვლასა და შენახვას მოითხოვს. დღევანდელი პერიოდის ტექნიკა და სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგები მოითხოვს ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების ადრინდელი დაკვირვების მასალების სათანადო დამუშავებას მათი რაციონალურად გამოყენების მიზნით.

როგორც ცნობილია, საბჭოთა კავშირის ტერიტორიას უჭირავს მსოფლიო ტერიტორიის ერთი მეექვსედი ნაწილი, სადაც მიედინება 100 კვ კმ-ზე მეტი აუზების მქონე მდინარეები 200000 მეტი რაოდენობით, რომელთაც სწავლობს 34 ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სამმართველო. მათზე დაკვირვების მასალების შედეგების მიღებისათვის ყოველწლიურად წარმოებს მილიარდზე მეტი გამოანგარიშებითი ოპერაცია, და თუ ამ რიცხვს დავუმატებთ სხვა ჰიდროლოგიურ ობიექტებზე და მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე ახალი ტელემეტრიული და ავტომატური სადგურების დაკვირვებების ყო-

ველწლიური მასალების დამუშავებას, რამოდენიმე მილიარდი გაასაანგარიშებელი ოპერაცია უნდა ჩატარდეს.

ხელით ჩატარებული დიდი შრომატევადი სამუშაოების შესრულება იწვევს დაკვირვების მასალების შედეგების დაგვიანებით გამოქვეყნებას, რაც თავის დროზე ვერ უზრუნველყოფს სახალხო მეურნეობების მოთხოვნილებებს: მეორე მხრივ, მასალების ხელით დამუშავება ყოველთვის რამდენადმე სუბიექტურია, რის შედეგადაც ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფს მიღებული მონაცემების მაღალხარისხოვნებას.

ყველა ჰიდროლოგიური მონაცემები სტადიების მიხედვით იყოფა სამ კატეგორიად: ა) პირველად მასალებად: ბ) შუალედურ და გ) შემაჯამებელ კატეგორიად.

პირველადი ჰიდროლოგიური ცნობები წარმოიქმნებიან დაკვირვების შედეგების რეგისტრაციის მომენტში. მის ხარისხიან დამუშავებას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს შემდეგში დამუშავების პროცესების შესრულებისას და წყლის ობიექტთა ჰიდროლოგიური რეჟიმის აუცილებელი მახასიათებლების მისაღებად.

ავტომატიზაციის განვითარებასთან ერთად დაკვირვების მასალების მოცულობა კიდევ უფრო გაიზრდება. უკვე ამჟამად დამუშავების სტადიაშია მთელი რიგი ავტომატური და ტელემხედველობითი მოწყობილობები, როგორიც არის — გაუმჯობესებული ავტომატური ტელემხედველობითი ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები (УАТГМС); რეჟიმის სარეგისტრაციო ჰიდროლოგიური სადგურები (АРРГТ) და სხვა.

ავტომატური ოპერაციული რეგისტრაციული სადგურების (АОРГП) თითოეული მოწყობილობა ავტომატურად ასრულებს კომპლექსურ დაკვირვებებს მოცემული პროგრამის მიხედვით. რეგისტრაციულ მასალებს ბაფთაზე ან კაუშირის არხების გზით გადასცემს დამუშავების ცენტრებს და სხვა.

გამოთვლითი ტექნიკის განვითარება ძირითადად ორი მიმართულებით მიმიდნარეობდა:[1] 1) უწყვეტი მოქმედების გამოთვლითი მანქანები და ხელსაწყოები და 2) დისკრეტიული გამოთვლების ანუ ციფრობრივი გამოთვლების გამოთვლითი მანქანები.

უწყვეტი მოქმედების გამოთვლით მანქანებში მათემატიკური სიდიდეები გამოისახება რომელიმე ფიზიკური სიდიდეების (სიგრძეები, კუთხეები და სხვა) უწყვეტი მნიშვნელობებით.

უწყვეტი მოქმედების გამოთვლითი მოწყობილობების მაგალითს

[1] А. И. Китов и Н. А. Криницкий, Электронные цифровые машины и программирование, Москва, 1959, გვ. 13.

წარმოადგენს ჩვეულებრივი ლოგარითმული სახაზავი და სხვადასხვა მათემატიკური ხელსაწყოები. როგორიც არის პლანიმეტრები, ინტეგრაფები და სხვ.

სათვლელი მანქანები დღეს ჩვენ ქვეყანაში მრავალგვარია, ისინი თავისი კონსტრუქციის მიხედვით ხუთ ჯგუფად იყოფა: 1) გამომთვლელი მანქანები. რომელთაც მიეკუთვნება: ა) არითმომეტრი „ВК—1"; ბ) ნახევრადავტომატური მანქანები ათკლავიშიანი „ВК—2" და მრავალკლავიშიანი „ВМП—2" და გ) ავტომატური მრავალკლავიშიანი „ВММ—2" და სხვ. 2) მაჯამებელი მანქანები. ამ ჯგუფში შედის ათკლავიშიანი მანქანები „СДМ—107", СДМ—133 და სხვ. 3) სათვლელ-სატაბულო მანქანები, რომელთაც ეკუთვნის საფაქტურო და საბუღალტრო მანქანები. მე-4 ჯგუფში შედის სათვლელი-პერფორაციული მანქანები, რომლებიც ჩვენში ხუთი სახისაა: პერფორატორი, ვაკონტროლე, დამახარისხებელი, ტაბულატორი და ჯამითი პერფორატორები. მე-5 ჯგუფს მიეკუთვნებიან მათემატიკური ელექტრონული მანქანები. ელექტროგამოთვლითი მანქანები წამში ასრულებს 10000 მათემატიკურ და ლოგიკურ ოპერაციას, ხოლო ზოგიერთი თანამედროვე ტექნიკურად აღჭურვილი მანქანა— წამში ერთ მილიონ ოპერაციას. ტაბულატორის სისწრაფე წუთში 75 სტრიქონს უდრის, ხოლო ელექტროგამოთვლითი მანქანისა კი— 900 სტრიქონსაც აღემატება.

ზემოაღნიშნული სათვლელი მანქანების ხუთი ჯგუფიდან ბოლო დროს უფრო გავრცელებული და რენტაბელურია ორი უკანასკნელი ჯგუფი: სათელელ-პერფორაციული მანქანები და ელექტრონული გამოთვლელი მანქანები, რადგან ისინი უფრო მეტად გამოიყენება ჰიდროლოგიური მასალების დამუშავებისათვის, როგორც ცალკეულ ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სამმართველოებში, ისე საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიურ გამოთვლით ცენტრებში. ზემოაღნიშნული მანქანების მოწყობილობა და მუშაობის მეთოდები შეისწავლება სპეციალურ კურსში.

§ 131. მდინარეების საშუალო თვიური ხარჯების მრავალწლიური მასალების მომზადება და პერფობარათების ფონდის შექმნა

საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის სისტემაში 1969 წლიდან დაიწყო გასული წლების ძირითადი ჰიდროლო-

[1] Инструкция по подготовке материалов и по созданию перфкартотеки многолетних данных по среднемесячным расхода воды на реках СССР. Главное Управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР. Москва. 1969

გიური მონაცემების მექანიზებული წესით დამუშავებული ფონდის შექმნა. ამ ფონდის ძირითადი დანიშნულებაა დამუშავების პროცესების მექანიზაცია, შენახვა და გამოცემა ჰიდროლოგიური ინფორმაციების ელექტრონულ-გამოთვლითი მანქანების დახმარებით, ამის საფუძველზე სხვადასხვა სახის ჰიდროლოგიური გაანგარიშების ჩატარება სამეცნიერო და საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტისათვის.

აღნიშნული ფონდის შექმნის პირველ ეტაპზე გათვალისწინებული იყო პერფობარათების მომზადება საბჭოთა კავშირის მდინარეების საშუალო თვიური წყლის ხარჯების დაკვირვების მთელი პერიოდის მრავალწლიური მონაცემებისათვის. საშუალოთვიური ხარჯების მონაცემების ვიხედვით ელექტრონული გამოთვლითი მანქანის საშუალებით ადვილად შეიძლება მივიღოთ საშუალო წლიური წყლის ხარჯები. იმავე დროს შეიქმნება პერფობარათების მასივი ინფორმაციით მდინარეთა აუზების ძირითადი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლების შესახებ, რაც მნიშვნელოვნად გაიფართოებს ამ ფონდის გამოყენების შესაძლებლობას.

თვიური ჩამონადენის მახასიათებლების პერფობარათების შექმნა ძირითადად სამ ეტაპად იყოფა:

1) საწყისი მონაცემების პირველადი დამუშავება წარმოებს ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველოებში;

2) საწყისი მასალების კონტროლი და საბოლოო დამუშავება ხორციელდება საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტცენტრის ჰიდროლოგიური მონაცემების დამუშავების სამანქანო ლაბორატორიაში.

3) პერფობარათების მასივების შექმნას ახორციელებს მთავარი ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველოს ნოვოსიბირსკის ფილიალის მთველელ-მანქანათა ფაბრიკა.

„საშუალო თვიური ხარჯების“ პერფობარათის მაკეტი. გასული წლების საშუალო წლიური ხარჯების მონაცემების ძირითადი მოცულობა მოცემულია „ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების“ ცნობარის მე-3 ცხრილში. მაკეტი აგებულია პერფობარათზე ამ ცხრილის მონაცემების სტრიქონებრივად გადატანის პრინციპზე (მაკეტი 1), აქ ერთი წლის ცნობები მოცემულია ნახევარწლიურებად და იშვრს ორ პერფობარათს. ნიშნობრივი მონაცემები ორივე პერფობარათში განმეორდება. როგორც № 1 მაკეტიდან ჩანს, პირველი 16 სვეტი და აგრეთვე (მე-80) დაკავებულია ნიშნობრივი მონაცემებით, მათ რიცხვში:

საშუალო თვიური წყლის ხარჯების პერფობარათის მაკეტი ■ ნიშანი

შიფრი	ობიექტის №	ობიექტის დასახელება	წელი	ინდექსი	ნაკვეთის №	საშუალო წლიური ხარჯები მ³/წ						ზედნადები
						I(VII) ■	II(VIII) ■	III(IX) ■	IV(X) ■	V(XI) ■	VI(XII) ■	
1—3	4—5	6—14	15—16	17—18	19	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69	70—79	80

1—3 სვეტი უკავია პერფობარათის შიფრს, რომელიც გამომდინარეობს დამახარისხებელის ფონდის შექმნის საერთო სქემიდან, იგი აღინიშნება რიცხვით 732. 4—5 სვეტში თავსდება — აუზის ნომერი; 6—14 სვეტში საგუშაგოს ნომერი; 15—16 სვეტში წელიწადი (ორი უკანასკნელი რიცხვი); 80 სვეტში საუკუნე. ამ ნიშნის შეტანა დაკავშირებულია იმასთან, რომ ზოგიერთ საგუშაგოებს აქვს დაკვირვების მასალები გასული საუკუნიდან.

საერთო სქემის გათვალისწინებით 17—18 სვეტები მიჩნეულია დამატებითი ნიშნულებისათვის (ინდექსებისათვის), რაც იმას ნიშნავს, რომ მოცემული პერფობარათი განსხვავებულია სხვა ბარათებისაგან. მოცემულ შემთხვევაში 17—18 სვეტებში გახვრეტენ რიცხვს 40, რომლითაც აღინიშნება, რომ პერფობარათები შეიცავენ ცნობებს საშუალო თვიური ხარჯების შესახებ.

19 სვეტში გახვრეტენ რიცხვებს I ან II ნახევარწლიურის აღნიშვნისათვის, ე. ი გამოიყოფა პერფობარათები, რომლებიც შეიცავენ ცნობებს შესატყვისად I—VI და VII—XII თვეებისას.

20—29 სვეტში შეაქვთ ძირითადი ცნობები საშუალო თვიური წყლის ხარჯების შესახებ. თითოეული თვისათვის მიჩნეულია 10 სვეტი, რომელთაგან პირველი შეიცავს ხარჯის აღნიშვნას, რომელიც გაიხვრიტება მოცემული კოდის მიხედვით (მაკეტი 1), ხოლო შემდეგ ცხრა სვეტში ჩაიწერება წყლის ხარჯები მ³/წ მეათედის სიზუსტით.

ცხრილი 36.

დამატებითი ნიშნები	აღნიშვნები მიღებული გამოქვეყნებულ გამოცემაში	კოდი	
		ნიშნებისათვის	ხარჯებისათვის
1	2	3	4
მიახლოებითი მონაცემები	რიცხვები მრგვალ ფრჩხილებში (ან კურსივით ნაბეჭდი)	4	რიცხვი

1	2	3	4
ჰალაში ჩამონადენის არასრული აღრიცხვა	რიცხვი ნიშნით	7	რიცხვი
დამატებითი ნიშნები არ არის	რიცხვი დამატებითი ნიშნების გარეშე	0	რიცხვი
მონაცემები არა გვაქვს	რიცხვის აღგილზე ტირე	9	999999999

„ძირითადი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლების“ პერფობარათის მაკეტი. დამატებაში თვიური ჩამონადენის მახასიათებლების ჰიდრომეტრიულ კვეთამდე იქმნება მდინარეთა აუზების ძირითადი მახასიათებლების პერფობარათი. ყველა ეს მახასიათებლები ერთი დაკვირვების პუნქტისათვის თავსდება ერთ პერფობარათზე. ამგვარად, პერფობარათების რაოდენობა შეესატყვისება დაკვირვების პუნქტების რაოდენობის რიცხვს.

მაკეტი 2.

„ძირითადი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლების“ პერფობარათის მაკეტი

ციფრი	აუზის №	დაკვირვების პუნქტის №	ძირითადი ჰიდრომეტრიული მახასიათებლების ცხრილის რიგითი ნომერი	მანძილი შესართავიდან კმ.	აუზის ფართობი: საერთო	აუზის ფართობი: მიქცეული	მანძილი სათავიდან კმ-ით	მდინარის სიგრძის %	აუზის საშ. სიმაღლე მ	აუზის საშ. დაქანება %	ტბიანობა %	ჭაობიანობა %	ტყიანობა %	მიწულობა %	თოვლსაფარი აღგილი
123	4—5	6—14	15—18	19—21	25—34	35—44	45—50	51—56	57—61	62—67	68—70	71—73	74—76	77—79	80

ამ ცხრილის შევსების დროს აუცილებლად მუდამ უნდა გვახსოვდეს ცხრილის მაკეტირების შესახებ მიღებული სპეციფიკა.

ამ ცხრილის შევსების განსაკუთრებულობა გამოიხატება იმაში, რომ ციფრების რიცხვი თითოეულ გრაფაში უნდა შეესატყვისებოდეს მასში მოთავსებული სვეტების (თანრიგების) რაოდენობას, ე. ი. ყველა სვეტი, მარჯვნიდან და მარცხნიდან ციფრების მნიშვნელობებიდან, უნდა შეივსოს ნულებით. მოცემულ შემთხვევაში სამუშაოს შეკვეცის მიზნით მიღებულია ისეთი სქემა, რომლის დროსაც ცხრილის ყველა გრაფაში ციფრის მნიშვნელობებიდან მარცხნივ ნულები

არ იწერება (ჩასინი ოპერატორის მიერ პერფობარათზე გაიხვრიტება მაშინვე). მაშასადამე, იმ თანრიგებს, რომელთაც ციფრები შესავსებად არ ჰყოფნის, ციფრების მნიშვნელობების მარჯვნივ აუცილებლად უნდა დავუმატოთ ნულები. ამასთანავე ნულების რიცხვი უნდა შეესატყვისებოდეს სვეტების შევსებული ციფრების რაოდენობას.

ჰოპერხებულობისათვის შევსებას ატარებენ ვერტიკალური წყვეტილი ხაზებით, დაკვირვების პუნქტის გრაფაში (დაკვირვების პუნქტის განედისა და გრძედის ჩანაწერის გამოყოფისათვის) და ძირითადი ჰიდრომახასიათებლების რიგითი ნომრების გრაფაში (ძირითადი ნომრების ნიშნისაგან და დამატებითი ნიშნების გამოყოფისათვის).

ცხრილი 37

№ №	გრაფების დასახელება	სვეტის ნომერი	სვეტების რაოდენობა	მონაცემების წყაროს დასახელება, ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცნობარის № დასახელება	ჩაწერის წესი
1	მანძილი შესართავიდან	19—24	6	დაკვირვების პუნქტების სია	მეათედის სიზუსტით
2	წყალშემკრები აუზის ფართობი	25—34	10		მეასედის სიზუსტით კმ²
3	წყალშემკრები აუზის ფართობი (საერთო)	35—44	10		თუ საერთო ფართობი წარმოადგენს მოქმედს (ცხრილში ჩაიწერება მხოლოდ ერთი რიცხვი), მაშინ მისი მნიშვნელობა 35—44 სვეტში მეორდება.
4	მანძილი სათავიდან	45—50	6	ცხრილი I	მეათედის სიზუსტით კმ
5	მდინარის საშუალო დახრილობა	51—56	6		მეასედის სიზუსტით ‰
6	აუზის საშუალო სიმაღლე	57—61	5		აბსოლუტურ მ-ში.
7	აუზის საშუალო დახრილობა	62—67	6		მეასედის სიზუსტით %
8	ტბიანობა	68—70	3		
9	ჭაობიანობა	71—73	3		%-ში (ნიშნით არ გათვალისწინება)
10	ტყიანობა	74—76	3		
11	მოხნულობა	77—79	3		

სვეტების შევსების თანმიმდევრობის წესი, ზემოთ მითითებული ძირითადი წესების დაცვით, მოცემულია 37-ე ცხრილის სახით.

ცნობების უქონლობის შემთხვევაში სათანადო გრაფებში ჩაისმება ტირე. მახლობელი ნიშნები ჩაისმება ფრჩხილებში.

§ 135. პერფორაციის შექმნისა და შენახვის წესი

1. მითითება საშუალო თვიური წყლის ხარჯების მონაცემების პერფორაციის შესახებ. საშუალო თვიური წყლის ხარჯების შესახებ მონაცემების პერფორაცია წარმოებს მთელი პერფორაციული მანქანებით შემდეგი მასალების მიხედვით.

1) „ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების" ცნობარებით (orx);

2) „საბჭოთა კავშირის ზედაპირული წყლების რესურსების" ცნობარებით, რომელთაც აქვთ თანდართული ცხრილები ჰიდროლოგიური მახასიათებლებით (იმ შემთხვევაში, თუ არ არის ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცნობები მოცემული რაიონისათვის).

3) სახელმწიფო ჰიდროლოგიური ინსტიტუტის მონოგრაფიები „ზედაპირული წყლების რესურსების" შესახებ ცალკეული რაიონისათვის.

4) დამატებითი ხელნაწერი ცხრილები უკანასკნელი წლების მონაცემების მიხედვით.

პერფორაცია ხასიათდება მაკეტის მიხედვით (ნაჩვენებ № 1 მაკეტზე). ერთ პერფობარათზე მოთავსდება მხოლოდ ერთი ნახევარწლიურის საშუალო თვიური ხარჯების მონაცემები. გამოცემული მასალები პერფორირდება მხოლოდ ყოველთვიური მონაცემებით, ხოლო ცხრის ქვეშ მოთავსებული საშუალო და ექსტრემალური (უდიდესი და უმცირესი) მაჩვენებლები არ პერფორირდება. თითოეული თვისათვის განკუთვნილია 10 სვეტი, რომელთაგან პირველი (20, 30, 40, 50, 60, 70) სვეტი წინასწარ დანიშნულია ნიშნის აღსანიშნავად (მაკეტი № 1), დანარჩენი 9 სვეტი განკუთვნილია წყლის ხარჯების აღნიშვნისათვის. პირველ ექვს სვეტში ჩაინიშნება მთელი რიცხვები, ხოლო უკანასკნელ სამ სვეტში მეათასედი ნაწილი მ³/წ.

პერფორაციის დროს შეიძლება ვიხელმძღვანელოთ შემდეგი საერთო წესით:

1) ყველა შემთხვევაში პერფობარათებზე გახვრეტილი უნდა იქნეს ყველა 80 სვეტი.

2) რომელიმე პერიოდში მონაცემების უქონლობის დროს მისთვის გამოყოფილი სვეტი გაიხვრიტება ცხრიანებით.

3) თუ წყლის ხარჯის სიდიდე გამოისახება ნაკლები ნიშნების

რიცხვით (თანრიგით), ვიდრე მისთვის არის განკუთვნილი მაკეტში (ცხრა), მაშინ პერფორაციის დროს დაემატება ნულები და ყველა შეუვსებელი სვეტები შეივსება ნულებით.

ცხრილი 38.

მითითებულია ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცნობებში	პერფობარათზე ნახვრეტები		
	ნიშანი (1 სვეტი)	წყლის ხარჯები მ³/წ. ი სვეტი	
		მთელები (6 სვეტი)	მეათასედი ნაწილები (3 სვეტი)
10600	0	010 600	000
216	7	000 216	000
(1,25)	4	000 001	250
0,005	0	000 000	005
0	0	000 000	000
	9	999 999	999

დამატებითი ხელნაწერი ცხრილები უკანასკნელი წლების მონაცემებით უმჯობესია შევავსოთ პერფორაციული სახით. მათში შეიკვსება ყველა სვეტი ნიშნის ციფრის მარჯვნივ, ამისათვის აუცილებლად ყველა შეუვსებელი სვეტი შევსებულ უნდა იქნეს ნულებით. უკანასკნელ სვეტში (80) გაიხვრიტება 9. თუ ნახევარწლიური (პირველი ან მეორე) მონაცემები სრულიად არ არის, მაშინ ამ ნახევარწლიურის პერფობარათი არ გაიხვრიტება.

2. „ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების" მონაცემების ცხრილის პერფორაციის შესახებ. ამ მონაცემების პერფორაცია წარმოებს „ძირითადი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლების" ცხრილიდან, მე-2 მაკეტის მიხედვით. ამ მაკეტის ყველა პერფობარათისათვის 1—3 და 80 სვეტების მნიშვნელობა მუდმივია; 1—3 სვეტები ივსება რიცხვით 770 (კარტოთეკის შიფრი, რომელიც იწერება ცხრილის სათაურთან). მე-80 სვეტში გაიხვრიტება ციფრი 9.

ისევე, როგორც ხელნაწერის დამატებით ცხრილებში, ყველა სვეტი შეივსება მარჯვნიდან ბოლომდე, ხოლო თავისუფალი შეუვსებელი სვეტები (მათ რიცხვში ნიშნებიც) მარცხნიდან. ამიტომ პერფორაციის დროს ყველა გრაფის პირველ სვეტებში გაიხვრიტება ნიშნები, და აგრეთვე ნულებით შევსებული ყველა სვეტი ციფრული ნიშნების მარცხნიდან. როგორც პირველ შემთხვევაში, პერფობარათში გახვრეტილი უნდა იყოს მე-80 სვეტი.

პერფობარათების მასივის მეორე ეგზემპლარი მე-2 მაკეტის მიხედვით რეპროდუქტირდება. შეიქმნება პერფობარათების ორი ეგზემპლარი მე-2 მაკეტის მიხედვით.

ცხრილი 39

საშუალო წლიური და თვიური წყლის ხარჯები

(9 უკანასკნელი წლის მონაცემები)

ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველო . შიფრი 770

ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცნობარი — ტომი — გამოც.

№ № რიგზე	მდინარე დაკვირვების პუნქტი	№ ზონის	დაკვირვების პუნქტის №	წელი	ინდექსი	ნახევარწლიური	საშუალო თვიური წყლის ხარჯები I (VII)	II (VIII)	III (IX)	IV (X)	V (XI)	VI (XII)	წლის საშუალო ხარჯი
—	—	4—5	6—14	15—16	17—18	19	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69	70—79	80
					40								
	შევსების მაგალითი			63		1	3 50	3 700	4 690	15 400	78 100	5 940	13 200
						2	2 850	3 250	5 490	6 500	13 500	9 750	
111	მდ. ბერდი ს. მასლიანინოსთან	61	5420029414	64		1	7 270	4 8 0	5 030	59 900	205 000	24 300	31 100
						2	16 100	16 2 0	7 630	10 600	11 000	4 770	
				65		1	4 740	3 710	4 240	75 600	104 000	—	
						2	—	—	—	—	—	—	
				66		1	4 110	4 160	7 390	75 000	44 800	4 0.0	21 100
						2	5 270	4 500	3 560	17 700	7 870	3 010	

3. **პერფობარათების კონტროლი** — „საშუალო თვიური წყლის ხარჯებით“ დახვრეტილი მაკეტის მიხედვით წარმოებს ორ ეტაპად:

პ ი რ ვ ე ლ ი ე ტ ა პ ი, ე. წ. ვერიფიკაცია, წარმოებს საკონტროლე მანქანაზე ყველა პერფორირებული პერფობარათების მონაცემების განმეორებით აკრებით. კონტროლირდება ყველა 80 სვეტის მონაცემები.

მ ე ო რ ე ე ტ ა პ ი. თითოეული პუნქტის უკანასკნელი წლების მონაცემების პერფობარათები დახარისხდება ძირითად მასივებად და დალაგდება ქრონოლოგიური რიგით (წლების მიხედვით). პირველი და მეორე ნახევარწლიურების პერფობარათები უნდა იყოს დაწყობილი ერთიმეორესთან.

ამის შემდეგ პერფობარათებს გაატარებენ ტაბულატორში, რომელიც ბეჭდავს აუზის და პუნქტების ნომრებს და აწარმოებს პერფობარათების დათვლას. ტაბულატორის მიღებულ ჯამს ადარებენ ჰიდრომეტცენტრში გამოთვლილ ჯამს.

4. **პერფობარათების სისტემატიზაცია და შენახვა.** ა) **ს ა შ უ ა ლ ო თ ვ ი უ რ ი წ ყ ლ ი ს ხ ა რ ჯ ე ბ ი** (მაკეტი 1). როგორც აღნიშნული იყო, პერფობარათების მასივები საშუალო თვიური წყლის ხარჯებით დახარისხდება ქრონოლოგიური რიგით დაკვირვების პუნქტების მიხედვით. მასივის წინ თითოეული პუნქტის მიხედვით ჩაიდება ერთი ეგზემპლარი პერფობარათი „ძირითადი ჰიდროგრაფიული ზახასიათებლების“ ამავე პუნქტის ნომრით.

სადგურები და საგუშაგოები ჯგუფდება „ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცნობარების“ გამოცემის მიხედვით, ხოლო გამოცემებს შიგნით ჩაიწყობა „ჰიდროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების“ ცხრილები რიგითი ნომრების მიხედვით.

დახარისხების დროს ყუთებში ცალკეული პუნქტების პერფობარათებს გამოყოფენ ერთიმეორისაგან სადებებით, რომელზედაც დაწერენ რიგით ნომერს, აუზის ნომერს, მდინარის დასახელებას და პუნქტს. ყუთები შენახვისათვის ინომრება და პუნქტების სიაში აღნიშნავენ რომელ ყუთში ინახება ესა თუ ის პერფობარათი.

თითოეულ ყუთზე მიუთითებენ ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცნობარის გამოცემის ნომერს და მდინარის აუზის ნომერს, ჰიდრომეტსამსახურის დასახელებას და მდინარის აუზებს. ერთი სადგურის პერფობარათების მასივების დაყოფა სხვადასხვა ყუთებში და სხვადასხვა შენობებში არ შეიძლება.

ბ) **ძ ი რ ი თ ა დ ი ჰ ი დ რ ო ლ ო გ ი უ რ ი მ ა ხ ა ს ი ა თ ე ბ ლ ე ბ ი** (მაკეტი 2). როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ამ მაკეტის პერფობარათის ერთი ეგზემპლარი დახარისხდება ძირითად მასივთან.

მეორე ეგზემპლარი გაკონტროლებული პერფობარათებისა სისტემატიზირდება ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცნობარების გამოშვების მიხედვით, სადაც პერფობარათები დალაგდება „ჰიდროლოგიური სადგურის და საგუშაგოების სიის“ ცხრილის რიგითი ნომრების მიხედვით. ძირითადი ჰიდროლოგიური მახასიათებლების ცალკეული გამოცემის მასივები დალაგდება თანმიმდევრობით ტომების მიხედვით და გამოიყოფა ერთიმეორისაგან სადებებით, რომელთაც დაეწერება ტომის ნომერი და გამოცემის წელი.

პერფობარათების დამზადებული მასივები საშუალო თვიური წყლის ხარჯების მონაცემების და ძირითადი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლების შესახებ შესანახად გადაეცემა მოსკოვის ჰიდრომეტფონდის განყოფილებას.

მეოცე თავი

უშიშროების ტექნიკა

§ 136. შრომითი კანონმდებლობა და უშიშროების ტექნიკა საბჭოთა კავშირში

უშიშროებისა და შრომის დაცვის საკითხებს საბჭოთა კავშირში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა.

საბჭოთა ხელისუფლების დამყარებისთანავე პირველი კანონი რვასაათიანი სამუშაო დღის შესახებ მიღებულ იქნა 1917 წლის 11 ნოემბერს, ხოლო 1918 წლის 17 მაისს ვ. ი. ლენინმა ხელი მოაწერა დეკრეტს ფაბრიკა-ქარხნებში და დაწესებულებებში შრომის ინსპექციის შესახებ.

1918 წ. 14 ივნისს გამოცემულ იქნა დეკრეტი შვებულების შესახებ, ხოლო 1918 წლის 10 დეკემბერს კოდექსი შრომის შესახებ. შემდეგ დროებში შრომით კანონმდებლობას ემატებოდა ახალი კანონები და დადგენილებები.

საბჭოთა კავშირში შრომის დაცვისა და უშიშროების ტექნიკის ღონისძიებანი სისტემატურად ხორციელდება მეცნიერულ საფუძვლებზე. გეგმური მუშაობის შედეგად უკანასკნელი ოცი წლის განმავლობაში საბჭოთა კავშირში საწარმოო ტრავმატიზმი ოთხჯერ და მეტად შემცირდა, მაგრამ ტრავმატიზმს ჯერ კიდევ აქვს ადგილი, ამიტომ საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭომ და პროფესიულ კავშირთა სრულიად საკავშირო ცენტრალურმა საბჭომ 1962 წლის 23 იანვარს გამოიტანა დადგენილება „დაწესებულებებსა და მშენებლობებზე შრომის დაცვის შემდგომი გაუმჯობესების შესახებ“, რომელიც იძლევა წინადადებას შემდეგში ტრავმატიზმის შემცირების შესახებ, სისტემატური ღონისძიებების ჩატარებით. შეიძლება ითქვას, რომ შემდეგში შრომის შემსუბუქებით და უშიშროების ტექნიკის მაღალ დონეზე დაყენებით საბოლოოდ აღმოიფხვრება საწარმოო ტრავმატიზმის და სხვადასხვა სახის პროფესიული დაავადებების მიზეზები.

საბჭოთა კავშირში შრომის დაცვის არსი მოიცავს უშიშროების ტექნიკის ღონისძიებათა მთელ სისტემას, შრომის დაცვის კანონმდებლობას, საწარმოოს სანიტარული და ჰიგიენური პირობების დაცვას და სხვ.

უშიშროების ტექნიკა წარმოადგენს შრომის დაცვის ნაწილს. იგი ამუშავებს ჯანმრთელი და უშიშარი შრომის პირობების შექმნის საკითხს, ამოფხვრის უბედური შემთხვევების მიზეზებს წარმოებაში მისი უდიდესი შრომის ნაყოფიერების დროს.

თავისთავად ტექნიკა წარმოებაში რამდენადაც არ უნდა იყოს სრულყოფილი, ეფექტურია მხოლოდ მაშინ, როდესაც იმით სარგებლობენ შეგნებულად და დაცული იქნება უშიშროების წესები. უშიშროების ტექნიკა ქმედითია მხოლოდ იმ პირობებში, როდესაც საწარმოს ინჟინერ-ტექნიკურ მუშაკებს ექნებათ სათანადო მომზადება. შრომის დაცვის საქმეში.

საკითხების კომპლექსი, რომელსაც სწავლობს უშიშროების ტექნიკა, ძალიან სხვადასხვაგვარია, რადგან უშიშროების ხარისხი დამოკიდებულია მრავალ საკითხზე. მაგალითად, იმაზე, თუ როგორი წესით აწარმოებენ მუშაობას, როგორაა დაყენებული ტექნოლოგია მეცნიერებისა და ტექნიკის ახალ მიღწევებთან დაკავშირებით, როგორი ზომებია მიღებული საწარმოო ტრავმატიზმის თავიდან აცილებისათვის, როგორ წარმოებს სამუშაოზე უშიშროების მეთოდების სწავლება და სხვ.

ყველა ღონისძიებებს შორის უშიშროების ტექნიკის მიხედვით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ეძლევა პროფილაქტიკურ ღონისძიებებს, რომლის დამუშავებაც წარმოებს ცალკეული საწარმოს სახის მიხედვით უბედური შემთხვევებისა და მისი გამომწვევი მიზეზების კლასიფიკაციის საფუძველზე.

საწარმოო ჰიგიენა და სანიტარია სწავლობს შრომის საწარმოო პირობებს, თუ როგორ გავლენას ახდენს იგი ადამიანის ორგანიზმზე და გამოიმუშავებს ნორმებს, წესებსა და ღონისძიებებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ წარმოებაში შრომის ჯანსაღ პირობებს. უშიშროების ტექნიკის მთავარი ამოცანაა ადამიანზე ზრუნვა, რომ მან მუშაობის დროს არ მიიღოს საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადება.

§ 187. ზედამხედველობა შრომის დაცვაზე

1933 წლამდე სახელმწიფოებრივ ზედამხედველობას შრომის დაცვაზე და უშიშროების ტექნიკაზე ახორციელებდა საბჭოთა კავშირის სახალხო კომისარიატი, ხოლო 1933 წელს საბჭოთა კავშირის

სახალხო კომისარიატის სახკომსაბჭოსა და პროფესიულ კავშირთა სრულიად საკავშირო საბჭოს დადგენილებით, შრომის სახალხო კომისარიატის ფუნქციები გადაეცა პროფესიონალურ კავშირებს. შრომის დაცვის ზედამხედველობა ტარდება სპეციალური ტექნიკური ინსპექციის საშუალებით, რომელიც ჩამოყალიბდა საწარმოო დარგობრივი პრინციპების მიხედვით უშუალოდ პროფკავშირების ცენტრალურ კომიტეტთან.

პროფკავშირის ცენტრალური კომიტეტის ტექნიკურ ინსპექტორს აქვს უფლება:

1) დაუბრკოლებლად შევიდეს დღე-ღამის სასურველ დროში მისი ზონისახურების ტერიტორიაზე მდებარე დაწესებულებებსა და საწარმოებში და დათვალიეროს ყველა სამუშაო ადგილი, საწყობები, სათავსო შენობები და სხვ.

2) მისცეს დაწესებულებია ხელმძღვანელებს და ცალკეულ თანამდებობის პირებს სავალდებულო მითითება და ბრძანებები დარღვეული შრომითი კანონმდებლობის გამოსწორების შესახებ, უშიშროების ტექნიკის დაცვის წესების შესახებ და სხვ. თვალყური ადევნოს მათ თავის დროზე შესრულებას.

3) შეწყვიტოს მუშაობა იმ უბანზე, სადაც არის საშიშროება.

4) იმ შემთხვევაში, თუ დარღვეული წესები შრომის კანონმდებლობისა და უშიშროების ტექნიკის შესახებ არ გამოსწორდება—მიწერილობის თანახმად ინსპექტორს შეუძლია პასუხისმგებელი პირი დააჯარიმოს ან დამნაშავე პირი გადაცეს სასამართლო ორგანოებს.

რიგ შემთხვევებში პროფკავშირების ცენტრალური კომიტეტის ინსპექტორებს გარდა ზედამხედველობას ახორციელებს სახელმწიფოებრივი ინსპექციები.

1) სახელმწიფო სამთო-ტექნიკური ინსპექცია აკონტროლებს კანონების შესრულებას, წესებს და ნორმებს უშიშროების ტექნიკის მიხედვით სამთოგასასვლელების აფეთქებისას და სხვა სამუშაოთა დროს.

2) სანაპირო ინსპექცია, რომელიც იმყოფება სამდინარო ფლოტის სამინისტროს უწყებებში, ახორციელებს ზედამხედველობას ცურვის წესებზე.

3) სახელმწიფო სანიტარული ინსპექცია, რომელიც ამუშავებს სანიტარულ-ჰიგიენურ ნორმებს შრომის დაცვის საკითხებზე და თვალყურს ადევნებს მათ შესრულებას სანიტარი ექიმებისა და მათი თანაშემწეების საშუალებით.

ყველა ამ ინსპექტორებს აქვთ პირდაპირი დამოკიდებულება ჰიდროლოგიური სამუშაოების წარმოებასთან.

პროფკავშირების საშტატო ინსპექტორების გვერდით დაწესებულებების ადგილკომებთან იქმნება კომისიები შრომის დაცვისათვის 3-დან 21 კაცის შემადგენლობით (კომისიის რაოდენობა დამოკიდებულია დაწესებულებაში მომუშავე პირთა რაოდენობაზე). გარდა ამისა, საზოგადოებრივი დატვირთვის სახით საერთო კრებაზე ირჩევენ შტატგარეშე ტექნიკურ ინსპექტორებს. შტატგარეშე ტექნიკურ ინსპექტორებს იგივე უფლებები აქვთ, როგორიც პროფკავშირის ცენტრალური კომიტეტის ინსპექტორებს.

საწარმოებში და დაწესებულებებში შრომის დაცვის სამუშაოებს ხელმძღვანელობს წარმოების დირექტორი (მმართველი) და მთავარი ინჟინერი ან ტექნიკური ხელმძღვანელი.

ექსპედიციებში. საკვლევ პარტიებში და ჰიდრომეტეოროლოგიურ საგუშაგოებზე შრომის დაცვასა და უშიშროების ტექნიკას ხელმძღვანელობს ექსპედიციის უფროსი, ჰიდრომეტსადგურის უფროსი, ხოლო ცალკეულ ჯგუფებში ხელმძღვანელობას ბრძანებით ავალებენ ჯგუფის ხელმძღვანელებს.

§ 138. ინსტრუქტაჟი უშიშროების ტექნიკის შესახებ და ცოდნის შემოწმება

ველად მუშაობისას და ყოველგვარი სამუშაოების შესრულების დროს, როგორც ინჟინერ-ტექნიკურმა, ისე. ყველა მომუშავემ კარგად უნდა იცოდეს უშიშროების ტექნიკის დაცვის მეთოდები, სამუშაო იარაღების მოხმარება და მოწყობილობა.

უშიშროების ტექნიკის ცოდნა სავალდებულოა ყველა მუშაკისათვის, რისთვისაც მომუშავე პირებთან წინასწარ უნდა ჩატარდეს სათანადო ინსტრუქტაჟი შემდეგი სახით:

1) მუშაკებს სამუშაოს დაწყებისას უნდა ჩაუტარდეს ინსტრუქტაჟის შესავალი ნაწილი;

2) ინსტრუქტაჟი სამუშაო ადგილზე;

3) ყოველდღიური მიმდინარე ინსტრუქტაჟი;

4) პერიოდული (განმეორებითი) ინსტრუქტაჟი;

5) მოსამზადებელ კურსებზე სწავლებით;

6) შრომის დაცვისა და უშიშროების ტექნიკის მთელი კომპლექსის პროპაგანდის ჩატარებით.

როგორც სპეციალისტები. ისე მუშები სამუშაოზე დაიშვებიან მხოლოდ წინასწარი ინსტრუქტაჟის შემდეგ. ხოლო დამოუკიდებელ სამუშაოზე — მხოლოდ სამუშაო ადგილზე წინასწარი სწავლების შემდეგ.

კანსაკუთრებულ სწავლებას გადიან ის პირები, რომელთაც საქმე ექნებათ იზოტოპებთან, ან იმ დანადგარებთან, რომლებთანაც მოსალოდნელია უდიდესი საშიშროება.

წინასწარი ინსტრუქტაჟის მიზანს წარმოადგენს გააცნოს ახლად მიღებულ მუშაკებს სამუშაოს წარმოების მდგომარეობა, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰიდროლოგებისათვის ველად მუშაობის დროს. ამ ინსტრუქტაჟის შემდეგ ჰიდროლოგმა უნდა იცოდეს:

1) სამუშაო უბანზე საწარმოო-ბუნებრივი პირობები;

2) სამუშაო ადგილის შინაგანაწესი, ხოლო საკვლევ გემებზე მუშაობის დროს, უნდა იცოდეს განგაშის ყველა ცხრილი (სახანძრო, საწყლო და სხვ.).

3) შრომის დაცვის საკითხების კომპლექსის ძირითადი კანონები;

4) უშიშროების ტექნიკის წესები;

5) მუშაობის დროს საშიშროების მოქმედები და უშიშროების სათანადო ზომები;

6) სახანძრო უშიშროების წესები;

წინასწარი ინსტრუქტაჟის სწავლების ფორმა ლექციური მეთოდია. ლექცია ტარდება სათანადო პროგრამის მიხედვით. წინასწარი ინსტრუქტაჟის ლექცია ტარდება სამუშაო საათებში, რომელსაც ატარებს პასუხისმგებელი პირი. ისინი იყენებენ თვალსაჩინო ხელსაწყოებს და დამხმარე სახელმძღვანელოებს, პლაკატებს და სხვ. წინასწარ ინსტრუქტაჟს ატარებენ სამუშაო მოედანზე, მისთვის გამოყოფილი სამუშაო დრო გათვალისწინებულია 6—10 საათი. წინასწარ ინსტრუქტაჟის შემდეგ მომუშავეები დამატებით ღებულობენ ინსტრუქტაჟს სამუშაო ადგილზე, სადაც გაეცნობიან სამუშაო ადგილის ორგანიზაციულ წესებს, ტექნოლოგიურ პროცესებს და სხვ. როდესაც მუშაკი გაივლის სამუშაო ადგილის ინსტრუქტაჟს, მას აძლევენ მოწმობას, ასეთი პირი სამუშაოზე პირველად დაიშვება გამოცდილ მუშაკთან ერთად.

შემდეგ სამუშაოს უფროსი ატარებს ყოველდღიურ ინსტრუქტაჟს, რომელიც უნდა ჩატარდეს მოკლედ და კონკრეტულად.

მუშაკები, რომელთაც უხდებათ მუშაობა რთულ სამუშაო პირობებში, მაგალითად, ყინულსვლის დროს, ქარიშხლების დროს და სხვ.. გადიან საკურსო მეცადინეობას სპეციალური პროგრამის მიხედვით, რომლის შედეგებიც გაფორმდება სათანადო ოქმით და სპეციალური მოწმობით.

პერიოდული განმეორებითი ინსტრუქტაჟი ტარდება წელიწადში ერთხელ მაინც.

ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველოები დაწესებულებებში, გან-

ყოფილებებში, სადგურებში და ქსელის დანაყოფებში ვალდებულია უზრუნველყონ უშიშროების ტექნიკის შესწავლა ჰიდრომეტეოროლოგიური მუშაობის წარმოების დროს. შედგენილი უნდა იქნეს უშიშროების ტექნიკის შესახებ დარიგებები ცალკეული სამუშაოების მიხედვით. დარიგებები იწერება იმ ენაზე, რომელზედაც წერენ და კითხულობენ დაწესებულებების მუშა-მოსამსახურეები.

ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველო სისტემატურად ამოწმებს თავის დაქვემდებარებულ დაწესებულებებში უშიშროების ტექნიკის ცოდნას და საათანადო იარაღების მზადყოფნას. თუ ადგილი აქვს წესების დარღვევას უშიშროების საქმეში, ინსპექცია მაშინვე აცნობებს ზემდგომ ორგანოებს არსებული ნაკლოვანებების შესახებ.

§ 139. ნარმოებასთან დაკავშირებულ უბედურ შემთხვევათა აღრიცხვა და რეგისტრაცია

პროფესიულ კავშირთა სრულიად საკავშირო ცენტრალური საბჭოს პრეზიდიუმის 1959 წლის 4 სექტემბრის დადგენილებით, წარმოებასთან დაკავშირებულ უბედურ შემთხვევათა აღრიცხვა და რეგისტრაცია ვრცელდება სახალხო მეურნეობის ყველა საწარმოო-დაწესებულებებზე.

ყველა უბედურ შემთხვევათა შესახებ, რომელიც შეემთხვა მუშასა და მოსამსახურეს საწარმოში მუშაობასთან დაკავშირებით და გამოიწვია შრომის უნარიანობის დაკარგვა არანაკლებ ერთი სამუშაო დღისა. შეადგენენ სავალდებულო აქტს, ხოლო უბედური შემთხვევა, რომელმაც გამოიწვია შრომისუნარიანობის დაკარგვა სამ სამუშაო დღეზე მეტი ხანგრძლივობით, ექვემდებარება აღრიცხვას.

პასუხისმგებლობა უბედური შემთხვევების სრულ და დროულ რეგისტრაციაზე და აღრიცხვაზე ეკისრება საშუშაოს ხელმძღვანელს, საამქროს უფროსს, პარტიისა და ექსპედიციის უფროსს და დაწესებულების მთავარ ინჟინერს.

უბედურ შემთხვევათა გამოძიება (ფორმა *II*—1). უბედურ შემთხვევათა შედეგად თითოეულმა დაზარალებულმა სამუშაო ადგილზე, სადაც მოხდა უბედური შემთხვევა, ან თვითონ ან უახლოესი მოწმის დახმარებით სასწრაფოდ უნდა აცნობოს სამუშაოს უფროსს ან სამუშაოს საერთო ხელმძღვანელს. სამუშაოს ხელმძღვანელი ვალდებულია, დაზარალებულს მაშინვე აღმოუჩინოს პირველადი დახმარება, შეატყობინოს წარმოების მთავარ ინჟინერს და ადგილკომს მომხდარი უბედური შემთხვევის შესახებ არაუგვიანეს 24 საათისა, უნდა გამოიძიოს მისი მიზეზები შრომის დაცვის საზოგადოებრივი

ინსტრუქტორის თანდასწრებით და უნდა შეადგინოს აქტი უბედური შემთხვევის შესახებ ფორმა H—1-ის მიხედვით, სამ ეგზემპლარად.

განსაკუთრებულ თანრიგით რეგისტრირდება და შესწავლება ისეთი უბედური შემთხვევები, როდესაც მოხდება ჯგუფური და საკვდილო უბედური შემთხვევები.

ჯგუფურად ითვლება ისეთი უბედური შემთხვევა, როდესაც ერთდროულად დაზარალდა სამი ან მეტი მოშუშავე. ასეთი უბედური შემთხვევის დროს სამუშაოს ხელმძღვანელი ვალდებულია მაშინვე შეატყობინოს დაწესებულების ხელმძღვანელს და ადგილობრივ დაწესებულების ხელმძღვანელი, თავის მხრივ, უბედური შემთხვევის შესახებ სასწრაფოდ ატყობინებს ზემდგომ ორგანოებს და პროფკავშირის ტექნიკურ ინსპექტორს.

მითითებული ასეთი შემთხვევა საჩქაროდ უნდა გამოიძიოს პროფკავშირის ტექნიკურმა ინსპექტორმა და შეადგინოს სათანადო დოკუმენტაცია.

§ 140. უშიშროების ტექნიკა ჰიდროლოგიური გამოკვლევების შესრულების დროს

ჰიდროლოგიური სამუშაოების შესრულების დროს უშიშროების ტექნიკას აქვს მეტისმეტად სპეციფიკური თავისებურება, მოითხოვს სხვადასხვა ბუნებრივი ფაქტორების ცოდნას, რომლებიც სათანადო გავლენას ახდენს ველად მუშაობის წარმოებაზე.

ჰიდროლოგიური სამუშაოების უმრავლესობა დაკავშირებულია მდინარეების, ტბების, წყალსაცავების, ჭაობების აუზების შესწავლასთან. ამ შემთხვევაში მაძიებელ ჰიდროლოგს შეიძლება შეხვდეს ისეთი საშიში ბუნებრივი ფაქტორები, როგორიცაა შტორმი, ღელვა, ნაკადის დიდი სიჩქარეები, წყალბრუნვები, ყინულსვლები და სხვ.

გამოკვლევების დროს, რომლებიც ტარდება შორეულ ტაიგაში, მთებში და პოლარულ მბარეებში, ჭაობების მასივებში ჰიდროლოგებს უხდებათ მუშაობა განსაკუთრებულ კლიმატურ პირობებში, თოვლის ზვავებთან, დამეწყრილ ადგილებში და სხვ. მკვლევარს შეიძლება მოუსწროს ქარბუქმა, შეიძლება მოუხდეს ღამის გათევა დაუსახლებელ ადგილებში და სხვ.

გარდა ბუნებრივი ფაქტორებისა, მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ სხვა მდგომარეობაც. მაგალითად, სანაოსნო და ხე-ტყის დაცურების მდინარეების გამოკვლევის დროს, მხედველობაში უნდა მიიღოს სამუშაო გემის და მასზე მოთავსებული პერსონალის უშიშროება.

ველად მუშაობის დროს ჰიდროლოგების განკარგულებაშია სხვადასხვა სახის მცურავი საშუალებები და სპეციალური მოწყობილობები ბორნებისა და ჰიდრომეტრიული აკვნების სახით. ჰიდრომეტრიული ხიდები და სხვადასხვაგვარი ტაკელაჟები (გვარლები, ბლოკები და სხვა მოწყობილობები). ამეთ მოწყობილობებთან მუშაობისას უშიშროების დაცვისათვის საჭიროა სათანადო შემოწმება და მათი მოვლა, რომ შენარჩუნებულ იქნეს საჭირო ხარისხი მუშაობის ხანგრძლივი პერიოდისათვის.

უშიშროების ტექნიკაში მთავარი წამყვანი როლი მიეკუთვნება პროფილაქტიკურ ღონისძიებებს, წარმოებაში მოსალოდნელი უბედურების შემთხვევის წინასწარ გამაფრთხილებელ საშუალებებს. ამიტომ ინჟინერ-ჰიდროლოგმა უნდა იცოდეს უბედური შემთხვევის თავიდან აცილების ხერხები. მაგრამ თუ მოხდა უბედური შემთხვევა, უნდა იცოდეს დაზარალებულისათვის სათანადო დახმარების აღმოჩენა.

ჰიდროლოგიური სამუშაოების შესრულების დროს საწარმოო ტრავმატიზმის ძირითადი მიზეზებია:

1) ინსტრუქტაჟისა და მეცადინეობის არადამაკმაყოფილებლად ჩატარება უშიშროების ტექნიკის საქმეში;

2) შრომის არასწორი ორგანიზაცია;

3) არადამაკმაყოფილებელი ზედამხედველობა სამუშაოსადმი;

4) საწარმოო დისციპლინის არადამაკმაყოფილებელი მდგომარეობა;

5) წყალში მუშაობისათვის უვარგისობა ჯანმრთელობის მიხედვით;

6) წყალში ჩავარდნისას ცურვის უცოდინარობა;

7) სამუშაო გემის არასწორი შერჩევა (ან მისი არადამაკმაყოფილებელი მდგომარეობა) და მისი მართვის არცოდნა და, აგრეთვე, გემის დაზიანებული ნაწილის სწრაფად შეკეთების უცოდინარობა;

8) ნიჩბების ჭოსვის უცოდინარობა;

9) არადამაკმაყოფილებელი ხარისხის მოწყობილობის შერჩევა (ღუზები, ტაკელაჟი და სხვ.);

10) შეუსწორებელი ინსტრუმენტების და სხვადასხვა ხელსაწყოების სამუშაოდ გამოყენება;

11) ჭაშველი საშუალებების უქონლობა ან მათი მოხმარების უცოდინარობა;

12) ბორნებითა და აკვნებით გადაყვანის არასწორი ორგანიზაცია;

13) ამინდის პირობების უგულებელყოფა;

14) სამუშაოს წარმოების ადგილის ბუნებრივი პირობების უგულებელყოფა;

15) ბუნებრივ პირობებში ორიენტირების უცოდინარობა;

16) სპეცტანსაცმელის ან ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების უქონლობა ან არასაკმარისობა და სხვ.

§ 141. უშიშროების ტექნიკის წესები ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესრულების დროს

ჰიდრომეტრიული გაზომვები და დაკვირვებების წარმოება ძირითადად დაკავშირებულია მდინარეებთან, ტბებთან და წყალსაცავებთან. ზოგ შემთხვევაში ჰიდროლოგებს უხდებათ მუშაობა ძალიან ღრმა და დინების დიდი სიჩქარეების წყლის ობიექტებზე. ამიტომ მუშაობის დროს მომუშავეებს მოეთხოვებათ წინდახედულება და უშიშროების ტექნიკის წესების დაცვა.

ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესრულების დროს ყველაზე უფრო საშიშია მუშაობა ბორნებით, ნავებით, დაკიდული ხიდებიდან, ჰიდრომეტრიული აკვნებიდან, განსაკუთრებით ყინულსვლის პერიოდში და არამდგრადი ყინულსაფარის დროს.

ჰიდრომეტრიული სამუშაოების წარმატებით და შეუფერხებლად ჩატარება შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ორგანიზებულად იქნება მოწყობილი სამუშაო, თუ ყველა მომუშავე პირი კარგად არის დაუფლებული თავის საქმეს, მასთან დაკავშირებულ უშიშროების ტექნიკას და მუშაობის დროს იცავს მტკიცე დისციპლინას. ამ მხრივ დიდი მნიშვნელობა აქვს თავის დროზე სათანადო ინსტრუქტაჟის ჩატარებას, მუშაობის დაწყებამდე მცურავი მოწყობილობის და საჭირო იარაღების გულმოდგინედ გასინჯვას, რომ უშიშრად ჩაატაროს მუშაობა საშიშ პირობებშიაც კი.

რომ დადგენილი იქნეს ერთიანი წესრიგი და დაცული იქნეს ჰიდრომეტრიული მუშაობის წარმოების დროს უშიშროების ტექნიკა, ჰიდრომეტსამსახურის მთავარმა სამმართველომ შეადგინა სპეციალური „ინსტრუქცია უშიშროების ტექნიკის შესახებ ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესრულების დროს“ (1949 წ.).

ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესრულების დროს უბედური შემთხვევების თავიდან აცილებისათვის ბრძოლა გამოიხატება შემდეგში:

ა) ჰიდრომეტრიული კვეთები და სადგურები მოწყობილ უნდა იქნეს ისე, რომ სამუშაოს მწარმოებელი დაცული იყოს საფრთხისაგან, აღჭურვილი უნდა იქნეს აუცილებელი ინვენტარით, რაც საჭი-

როა უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად და წყალში ჩავარდნილის გადასარჩენად: აგრეთვე მომარაგებულ უნდა იყოს საველე აფთიაქით.

ბ) სადგურის ყველა თანამშრომელმა და მომუშავე პირმა უნდა შეძლოს ნავის მართვა, უნდა იცოდეს და დაიცვას ცურვის წესები საბჭოთა კავშირის შიდა სანაოსნო წყლებზე დადგენილი წესების მიხედვით. უნდა იცოდნენ წყალწაღებული ადამიანის გადარჩენის ხერხები და პირველადი დახმარების წესები.

გ) სამუშაო ხელმძღვანელი ვალდებულია მუშაობის ვადები თავის დროზე აცნობოს წყალმაშველ სადგურს, რომ მათ გააძლიეროს თავის მხრივ ყურადღება სამუშაოს წარმოების მთელ პერიოდში.

ველად მომუშავე ხელმძღვანელი ვალდებულია გამოიმუშაოს უშიშროების ტექნიკის წესები თანამშრომლებთან ერთად ადგილობრივი ბუნებრივი პირობების შესატყვისად. შეამოწმოს თავისი თანამშრომლების ცოდნა დადგენილი წესების შესახებ.

წყალზე მუშაობისათვის გამოცხადებული მუშაკები უნდა გაისინჯოს და არავითარ შემთხვევაში არ დაუშვას სამუშაოზე: მთვრალები, მცირეწლოვანები, ფიზიკურად სუსტი პირები. გულით ავადმყოფები, ეპილეფსიით დაავადებულნი და პირები, რომელთაც წყალზე მუშაობის დროს თავბრუ ეხვევათ.

წყალზე მუშაობის დროს მომუშავენი უზრუნველყოფილი უნდა იქნენ მაშველი საშუალებებით შემდეგი რაოდენობით: თითოეულ მუშაკზე უნდა მოდიოდეს ერთი მაშველი ხელსაწყო მაინც (მაშველი რგოლი, სამკერდე და სხვ.).

§ 112. ავარიის შემთხვევაში მოქცევის წესები

მდინარეზე მომუშავე ყველა მონაწილემ კარგად უნდა აითვისოს მდინარეზე მომხდარი ავარიის დროს მოქცევის შემდეგი წესები:

1) ხის ნავის წყალში გადაბრუნების დროს თანამშრომელმა არ უნდა გაცუროს ნაპირზე მარტო. არამედ უნდა დამაგრდეს ნავზე და მასთან ერთად გაცუროს ნაპირზე.

2) უნდა ეცადოს განთავისუფლდეს ზედმეტი საგნებისაგან და ტანსაცმლისაგან.

3) თუ ნაპირიდან ეწყობა დახმარების ორგანიზაცია, მაშინ არ უნდა აჩქარდეს ნაპირზე გასასვლელად. დაზოგოს თავისი ძალ-ღონე და შემაგრდეს ადგილზე ტივტივათი.

4) საშველად მოსულ ნავზე არ უნდა აცოცდეს კვერდიდან. რომ ნავი არ გადაბრუნდეს.

5) ყინულქვეშ ჩავარდნის დროს, თუ მუშაკს ხელში არა აქვს ფიცარი, ლარტყა, ჰოკი, ან სხვა რაიმე, ხელები უნდა გაშალოს ბოლო სიგანეზე, რომ ყინულქვეშ არ ჩავარდეს. ყინულიდან ამოძრომის დროს ფეხები უნდა მიაჭიროს ყინულის მოპირდაპირე ნაპირს, ყინულზე ზევით ამოსვლის შემდეგ არ უნდა დადგეს ფეხზე და წოლილა უნდა გაცოცდეს ნაპირამდე.

ყინულში ჩავარდნილს გადასარჩენად ხელში აწვდიან რომელიმე მახლობელ საგანს: ფიცარს, ჰოკს, თოკს, უკიდურეს შემთხვევაში პალტოს ან სხვა საგანს. მშველელი პირი ყინულში ჩავარდნილს უნდა მიუახლოვდეს წოლილა. სასურველია, რომ მშველელი მიბმული იქნეს მეორე ამხანაგთან თოკით, რომელიც უფრო მდგრად ყინულზე იმყოფება. ან მეორე ამხანაგმა მშველელი უნდა დაიჭიროს ფეხით.

უბედური შემთხვევის დროს პირველადი დახმარების ზომები მიღებულ უნდა იქნეს ადგილზევე. დაზარალებული მოკლე დროში უნდა გაიგზავნოს უახლოეს სამედიცინო პუნქტში.

§ 148. უშიშროების ტექნიკის დაცვა ნავებით, კატერებით და სხვა მცურავი მოწყობილობით სარგებლობის დროს

ყველა მცურავ საშუალებებს უნდა ჰქონდეს:

1) წესიერ მდგომარეობაში მყოფი (გამართული) კორპუსი, რომელშიაც ადგილი არ უნდა ჰქონდეს წყლის შეჟონვას, როგორც ფსკერიდან, ისე გვერდებიდან.

2) ცურვისათვის მოწყობილობის სრული კომპლექტი: ნიჩბები, ღუზები, თოკები და სხვა ხელსაწყოები საკმარისი რაოდენობით, აგრეთვე აუცილებელი მოწყობილობა ძრავას შეკეთებისათვის და სხვ.

3) წყლის ამოსაღვრელი ხელსაწყოები; მცირე ზომის საცურაო ნავებზე ვედრო, ციცხვი, ხოლო დიდი მცურავი ნავებისათვის და გემბებისათვის სატუმბავი საშუალებები.

4) ნაპრალისა და ნახვრელის შესაკეთებლად უნდა იყოს სხვადასხვა სახის შესაკეთებელი ხელსაწყოები: ძენძი საკმაო რაოდენობით, სალბუნი (პლასტირი) — ბრეზენტის სწორკუთხოვანი ნაჭერი, რომელსაც გარშემო შემოჭერილი უნდა ჰქონდეს თოკი. ბრეზენტის კუთხეებში გაჭრილია მარყუჟები, სადაც მიებმება თოკები, რომლის საშუალებითაც სალბუნი გარედან შევა ნახვრელში. აუცილებელია მაშველი საშუალებები: მაშველი რგოლები, ხსულოვის სფერო სამკერდე და სხვ.

5) ნაოსნობისა და ბე-ტყის დაცურების დროს უნდა იყოს დად-

გენერალი სიგნალიზაცია დღისით დროშებით, ხოლო ღამით—ფანარით, ხმამაღალი საყვირით ან ზარით.

ნავითა და ნავტიკით მუშაობის დროს ღუზაზე დასაყენებლად არ უნდა გამოვიყენოთ ფოლადის გვარლი, ან ჯაჭვი. უკეთესია გამოვიყენოთ ქერელის ან კაპრონის ბაგირი. ბაგირის ბოლო ნაზე უნდა იყოს დამაგრებული ისე, რომ შეიძლებოდეს მისი სწრაფად გადაგდება ნაპირზე. ნავტიკზე ყოველთვის უნდა იყოს ნაჯახი, რომ აუცილებლობის შემთხვევაში ბაგირი გადავჭრათ.

სანაოსნო მდინარეების ფარვატერზე ნავტიკით მუშაობის დროს ყოველთვის უნდა იყოს ერთი მორიგე მუშა, რომ უთვალთვალოს გემების მოძრაობას, მას უნდა ჰქონდეს ნაჯახი. მორებით დაცურების დროს უნდა ჰქონდეს ბარჯი. გაძლიერებული ყინულსვლის ან ხე-ტყის დაცურების დროს ნავტიკით მუშაობა დაუშვებელია.

ყინულსვლის, ხე-ტყის დაცურების ან ძლიერი ღელვის დროს, მდინარეზე ყველა მომუშავე პირს უნდა ჰქონდეს შემოკრული მაშველი ქამარი, გარდა ამისა, მზად უნდა ჰქონდეთ მორიგე ნავი მენიჩბეებით და მაშველი ხელსაწყოებით.

ყველა მოტორიანი ნავი აღჭურვილი უნდა იყოს ქიმიური ცეცხლმქრობით, ქვიშიანი ყუთით და 2 ვედროთი. საწვავი მასალა მოტორიან ნავებზე უნდა ინახებოდეს სპეციალურ ჭურჭელში.

სასურველია მცურავი მოწყობილობის გამოყენების დროს არ დავუშვათ მისი გადატვირთვა. ამისათვის სადგურის უფროსი ადგენს დატვირთვის მაქსიმალურ ნორმას, რომლის შესახებაც დგება აქტი. აქტი გამოიკვრება სადგურის შენობაში თვალსაჩინო ადგილზე.

ნავში ჩასაჯდომი მუშაკების რაოდენობის განსაზღვრის დროს, ჩვეულებრივად ერთი კაცის წონად ითვლება 80 კგ. ჭარიან ამინდში დატვირთვის მაქსიმალური ნორმა მცირდება ჭარის სიძლიერესთან და ტალღების სიმაღლესთან დამოკიდებულებით.

პრაქტიკულად ნავის ტვირთამწეუნარიანობის განსაზღვრა წარმოებს დატვირთვით ნაპირზე, წყნარ წყალში, ისე, რომ, ნავის ზღვრული დატვირთვის დროს მისი მშრალი გვერდი უნდა იყოს წყლის ზევით 20 სმ-ზე, ხოლო ჩქარი დინების საშუალო და განიერ მდინარეებზე—30—40 სმ-ზე.

თუ არ არის ნავის ტვირთამწევუნარიანობის პრაქტიკულად განსაზღვრის საშუალება, მაშინ ნავში ჩამსხდომი ხალხის რაოდენობას განსაზღვრავენ დროებით, შემდეგი ფორმულით:

$$V = 0.6\ LBH. \qquad (200)$$

სადაც V არის ნავის ტვირთამწეუნარიანობა მ³-ით; B—ნავის სიგანე კ-ში; L—ნავის სიგრძე მეტრობით; H—ნავის გვერდების სიმაღლე ფსკერიდან მეტრობით. გაანგარიშებულია, რომ ერთი ადამიანის მოცულობა საშუალოდ უდრის 0,23 მ³-ს, მაშინ ნავში ჩასასხდომი პირების რაოდენობა გამოიანგარიშება ფორმულით

$$n = \frac{V}{0{,}23} = \frac{0{,}6\ LBH}{0{,}23} \qquad (201)$$

მიღებული რიცხვი n იძლევა ხალხის რაოდენობას, რომელიც შეუძლია ნავს აზიდოს. ნავის უმნიშვნელო გადატვირთვაც კი დაუშვებელია.

თუ მუშაობის დროს ამოვარდება ქარი და წყალი იწყებს მნიშვნელოვან ღელვას. პატარა ნავებით და ნაკტიკებით მუშაობა უნდა შეწყდეს და გავიდეთ ნაპირზე, რომ აცილებოთ ტალღებისაგან ნავის გადაბრუნებას და ტალღების აშხეფებით ნავის წყლით ავსებას, ნავი უნდა წავიდეს ცხვირით ტალღისაკენ და არა ტალღის პარალელურად.

საჭურველია ნავიდან მუშაობა ვაწარმოოთ დამხდრებმა, არ უნდა ხდებოდეს მომუშავეების გადასვლა ერთი ადგილიდან მეორეზე. ერთი ნავიდან მეორეში გადასხდომა უნდა მოხდეს ისეთ ადგილზე, სადაც მდინარეს აქვს დინების მცირე სიჩქარე. არ შეიძლება ნავის ნაპირზე ჩამოსხდომა, ან ფეხზე დგომა.

ზოგიერთ შემთხვევაში ჰიდროლოგებს უხდებათ ტივიდან მუშაობა. ამ შემთხვევაში ტივი უნდა იყოს სათანადო ტვირთამწეუნარიანი, უნდა ჰქონდეს სამართავი საჭე და მაშველი ხელსაწყოები. ტივის გასაკეთებლად იყენებენ ხმელი ხის ღეროებს, რომელთა კუთრი წონა 0,4—0,5-ს არ აღემატება (მაგალითად, ხმელი ნაძვის კუთრი წონა უდრის 0.3—0,7; ფიჭვის — 0,3—0,8; ფოთლოვანების 0,4—0,8). ტივის გადატვირთვა დაუშვებელია. სამუშაოდ მოწყობილი ტივი უნდა აღიჭურვოს ყოველგვარი მაშველი მოწყობილობით. სამუშაო იარაღები და ტვირთი ტივზე უნდა დაიწყოს გასწვრივი ღერძის მიხედვით და არავითარ შემთხვევაში გვერდებზე.

§ 144. ხიდებიდან და ავტოხიდან მუშაობის წესები

ჰიდრომეტრიული ხიდები აგების შემდეგ უნდა გამოვცადოთ ავსარჯი ტვირთის შეყვანით დაწყობის გზით. ტვირთი უნდა დაიწყოს იმაზე მეტი რაოდენობით, ვიდრე იგი დაიტვირთებოდეს მუშაობის დროს.

ჰიდრომეტრიული ხიდიდან მუშაობის დაწყებამდე აუცილებლად სისტემატიურად უნდა წარმოებდეს მისი დათვალიერება, განსაკუთრებით უნდა დათვალიერდეს გვარლის ის ადგილები, სადაც შემჩნეულია მათი გაცვეთა. აუცილებლად ყურადღებას უნდა აქცევდნენ გვარლებზე ჟანგის გაჩენას. ამისათვის სისტემატურად უნდა ხდებოდეს ხიდის მთელი შემადგენლობის გასინჯვა და შეღებვა.

ჰიდრომეტრიულ ხიდზე აწყობენ მოაჯირს, რაც შეიძლება მსუბუქი ტიპისას, ორთავე მხარეზე ან ერთ გასაზომ მხარეზე. იმ პერიოდში როდესაც ხიდქვეშ გაედინება 1.5 მ-ზე მეტი სიღრმის წყალი, მუშაობის დროს ხიდზე აუცილებლად უნდა გქონდეს მაშველი საშუალებები (მაშველი რგოლები, სფეროები, თოკები, სამკერდეები და სხვ.) და მის მახლობლად სასტუმრველია გვყავდეს ნავი.

ჰიდრომეტრიული აკვნის მოწყობის შემდეგ უნდა მოხდეს მისი ტვირთამწეუნარიანობის შემოწმება. შესამოწმებელი ტვირთის რაოდენობა 3-ჯერ უნდა აღემატებოდეს გაანგარიშებულ დატვირთვას. ყოველთვის მუშაობის დაწყების წინ აუცილებლად უნდა ჩატარდეს დათვალიერება და საჭიროების მიხედვით უნდა მოხდეს მისი შეკეთება და ზეთიანი საღებავით შეღებვა. თუ შემჩნეულ იქნა მისი რომელიმე ნაწილის დაზიანება, უნდა შეკეთდეს და ხელახლა უნდა მოხდეს ტვირთამწეუნარიანობის შემოწმება.

აკვნიდან მუშაობის დაწყებამდე უნდა მოხდეს მომეშავე პირების შემოწმება. უნდა გაისინჯოს მათი ამტანიანობა (თავბრუხვევის შემთხვევის აცილებისათვის). უნდა მოეწყოს სასინჯი გატარება იმ პირის მიერ, რომელიც მასზეა მივაგრებული. აკვნის ნაპირიდან გაშვების შემდეგ არ შეიძლება მასზე დადგომა, აღგილის შეცვლა. გვერდზე გადაკიდება და სხვ.

§ 143. მუშაობის წესები მდინარეებზე ყინულდგომისა და ყინულხვლის დროს

მდინარის უბანზე დინების მნიშვნელოვანი სიჩქარეებისას და ინტენსიური ყინულსვლის დროს დაშაშვებია იცუროს და იმუშაოს მხოლოდ შედარებით დიდმა გემებმა, რომელთაც კორპუსზე შემოკრული აქვთ რკინის ფურცლები და აქვთ მძლავრი ძრავები.

საშუალო ინტენსივობის ყინულსვლის ან თოშსვლის დროს შეიძლება გამოყენებული იქნეს დიდი მრავალნიჩბიანი ნავები (ბარკასი) და მოტორიანი ნავები, რომელთაც აქვთ მაგარი კორპუსი. გემის რაზმი ყინულსვლის დროს მუშაობისას გაძლიერებული იქნება დამა-

ტებითი მუშაკებით, ყინულებზე დამკვირვებლებით, ყინულების მოწმორებლებით და სხვ.

აკრძალულია ცურვა და მუშაობა მდინარის უბანზე, სადაც ყინულხერგილები არის წარმოშობილი, ყინულხერგილის ზედა და ქვედა მხარეზე, სადაც იქმნება წყლის დონეების მაღლა აწევა და უეცარი დაცემა.

მდინარის ამ უბნებზე, სადაც შესწავლილი არაა ყინულების რეჟიმი და აგრეთვე ყინულების სიმაგრე, ზამთრის დასაწყისში აწარმოებენ ყინულების საფარის გამოკვლევას მისი სიმაგრის თვალსაზრისით. ყინულებთან მუშაობის დროს დაცული უნდა იქნეს შემდეგი წესები:

1) გამოკვლევა წარმოებს არანაკლებ ორი გამოცდილი მუშაკის მიერ;

2) მკვლევარები ყინულზე მოძრაობენ ერთიმეორის მიყოლებით, რამოდენიმე მეტრის დაშორებით;

3) პირველი და მეორე პირი ერთმანეთზე მიბმულია თოკებით; მათ შორის დაცული უნდა იქნას სათანადო მანძილი;

4) პირველს აქვს ყინულის საჭრელი სატეხი, ნაჯახი ან ძალაყინი და გადაადგილებასთან ერთად განუწყვეტლივ სინჯავს ყინულის სიმაგრეს, ხოლო დანარჩენ მკვლევარებს მიაქვთ ჩოკები, ფიცრები ან სხვა რაიმე იარაღი უბედური შემთხვევის თავიდან აცილებისათვის.

5) სასურველია წინ გასული მკვლევარები იყვნენ თხილამურებით, მაგრამ თხილამურები უნდა დაიმაგრონ ისე, რომ საჭიროების შემთხვევაში სწრაფად მოიხსნან და გადაყარონ.

გაზაფხულზე დათბობისას, როგორც კი გაჩნდება ყინულის ნაპრალები, ყინულზე მუშაობა უნდა შეწყდეს.

უბედური შემთხვევის აცილებისათვის ყინულის განიერ ხვრელებთან უნდა დაისოს სარყეები, ან გამაფრთხილებელი ნიშნები.

§ 146. უშიშროების ტექნიკა სასწავლო და საწარმოო პრაქტიკაზე

ჰიდროლოგი სტუდენტების უშიშროების ტექნიკის სწავლება სასწავლო საწარმოო პრაქტიკის გავლის დროს ძირითადად სამ მიზანს ისახავს:

1) თვით სტუდენტების უშიშროების დაცვას საწარმოში ჰიდროლოგიური მუშაობის დროს, რაც გათვალისწინებულია პრაქტიკის პროგრამაში.

2) ყოველდღიურად, მთელი პრაქტიკის პროცესში უნდა გამოვიყენოთ კონკრეტული მაგალითები, რომ მომავალ ინჟინრებში აღვ-

ზარდოთ პასუხისმგებლობის გრძნობა უშიშარი · მუშაობისათვის, შევაგნებინოთ მათ შრომის დაცვისა და უშიშროების ტექნიკის ამოცანები.

3) გამოვიმუშავოთ სტუდენტებში შველისა და დახმარების აღმოჩენის ხერხები, რომლებიც შემდეგში ამ ჩვევებს გადაცემენ თავის ხელქვეითებს.

დასახული ამოცანის გადაწყვეტისათვის აუცილებელია:

1) სწორად მოვაწყოთ სამუშაო ადგილი და დავიცვათ უშიშროების ტექნიკისა და შრომის დაცვის მოთხოვნები.

2) ველად მუშაობის დაწყებამდე სტუდენტებთან უნდა ჩატარდეს ინსტრუქტაჟის შესავალი ნაწილი, ხოლო შემდეგ უნდა ვასწავლოთ სამუშაო ადგილზე. ამის განხორციელებისათვის საკმარისია 6—8 საათი. სტუდენტების მოკლე გამოკითხვის შემდეგ (ცოდნის შესამოწმებლად), თითოეულ სტუდენტზე შეივსება საკონტროლო ფურცელი. შემდეგი სამუშაოს დაწყების წინ თითოეულ სტუდენტს გააცნობენ წესებს უშიშროების ტექნიკის შესახებ. ძალიან სასარგებლოა ყოველდღიურად მოვაწყოთ შედეგების შეჯამება პრაქტიკის პროგრამის მიხედვით უშიშროების ტექნიკის განყოფილების ჩატარების შესახებ და თითოეულ სტუდენტს სათანადო შეფასება მიეცეს.

ველად გასვლის წინ პრაქტიკის ხელმძღვანელი ვალდებულია იყოს მაგალითის მიმცემი, რომ სამუშაო ჩატარდეს უშიშროების ტექნიკის წესების ყოველმხრივი დაცვით. ყოველთვის, ველად მუშაობის დაწყებამდე ხელმძღვანელმა უნდა დაავალოს სტუდენტებს დამოუკიდებლად, მათი შეხედულების მიხედვით უშიშროების უზრუნველყოფის ზომები; თუ აუცილებელი იქნება, გაუკეთდეს შესწორება და შემდეგ უნდა ვაიძულოთ სტუდენტები ჩააბარონ ანგარიშები მუშაობის ცალკეული განყოფილებების მიხედვით. თითოეული შემთხვევა ტრავმის, დაცემის, წყალში ჩავარდნის, ორიენტირების დაკარგვის და სხვა უნდა წარმოადგენდეს ყოველმხრივი ანალიზის საგანს სტუდენტებისათვის, ხელმძღვანელის მონაწილეობით.

ბრიგადაში უშიშროების მთავარი პასუხისმგებლობა ეკისრება სტუდენტებს მორიგეობით. მათი მუშაობის შედეგები ხელმძღვანელმა უნდა შეაჯამოს ერთმანეთს და აღნიშნოს, თუ რომელმა სტუდენტმა შეასრულა დაკისრებული მოვალეობა მაღალხარისხოვნად.

ხელმძღვანელი ვალდებულია შეასწავლოს სტუდენტებს ველად მუშაობის დროს უშიშროების ტექნიკის ყველა წესი, მათ რიცხვში ცურვა, სწორად ნიჩბის მოსმა, წყალწაღებულის გადარჩენა, პირვე-

ლი დახმარების აღმოჩენა, ადგილმდებარეობაში ორიენტირება, გზადაკარგულის მოძებნა და სხვ. ყველა ეს ხერხები სისტემატურად უნდა დამუშავდეს წვრთნის დროს, გადასვლის დროს და საჩვენებელი სწავლების გზით, მაგრამ ყოველივე უნდა ჩატარდეს დიდი დაინტერესებით. ამ ამოცანების შესრულებას ძალიან გააადვილებს, თუ კელად მუშაობაში მონაწილეობას მიიღებენ ფიზიკური აღზრდისა და სპორტის კათედრის თანამშრომლები.

§ 147. პირველადი დახმარების ზოგიერთი ხერხები სხვადასხვა უბედური შემთხვევის დროს[1]

1. **ჭრილობა.** პარტიის მთელმა შემადგენლობამ აუცილებლად უნდა იცოდეს პირველადი დახმარების ხერხები და უნდა შეეძლოს სათანადო ღონისძიების ჩატარება ჭრილობის, მოყინვის და სხვა უბედური შემთხვევის დროს, აგრეთვე უნდა იცოდეს უახლოესი სამედიცინო პუნქტის ადგილმდებარეობა, სადაც უნდა მიიყვანონ დაზარალებული პირველადი დახმარების აღმოჩენის შემდეგ, აგრეთვე აუცილებლად უნდა იცოდნენ მოხერხებული და უმოკლესი გზა დაზარალებულის გადასაყვანად.

ჭრილობის დროს არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება შევეხოთ ჭრილობას თითებით და მოვბანოთ წყლით. ჭრილობის გარშემო უნდა წავუსვათ იოდის ხსნარი ან სპირტი (ჭრილობაზე იოდის დასხმა არ შეიძლება) და უნდა დავადოთ ორმაგი მშრალი სტერილიზებული სახვევი ინდივიდუალური პაკეტიდან. სასტიკად აკრძალულია ჭრილობაზე მიწის, თოვლის დაყრა და მცენარის ფოთლების დადება, რადგანაც ამით შეიძლება ჭრილობაში შევიტანოთ მიკრობები, რომლებიც გამოიწვევენ ქსოვილების სიკვდილს და შეიძლება წარმოქმნას გაზები, განგრენა და გაშეშება.

ხელზე ან ფეხზე ჭრილობიდან შეხვევის შემდეგ ძლიერი სისხლის დენის დროს უნდა ვეცადოთ შევაჩეროთ სისხლის დენა, ამისათვის დაფარულ ჭრილობაზე უნდა დავადოთ მაგრად შეხვეული ბამბის კოშტი და მჭიდროდ შევახვიოთ მარლით. თუ ამ ხერხით სისხლის დენა არ შეწყდა, ვაშინ იდაყვის ან მუხლის ზევით უკეთებენ ჩალიჩს (ჟგუტს). უნდა შევნიშნოთ, რომ ძალიან მოკერილმა ჩალიჩმა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შეიძლება გამოიწვიოს კიდურის სიკვდილი, ამიტომ ჩალიჩი უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ ძლიერი სისხლის დენის დროს და არაუმეტეს ნახევარი საათით.

---

[1] С. В. Шмидт. Техника безопасности при гидрологических работах. Ленинград, 1964. გვ. 166—168.

2. **დამწვრობა.** დაწვის სიმძიმე დამოკიდებულია სხეულის დამწვარი ზედაპირის ფართობზე და დაწვის ხარისხზე.

ასხვავებენ სამი ხარისხის დამწვრობას:

პირველი ხარისხის დამწვრობის დროს გაჩნდება სიწითლე, შესიება და ტკივილი. მეორე ხარისხის დამწვრობის დროს გაჩნდება კანზე სითხით სავსე ბუშტუკები. მესამე ხარისხის დამწვრობა ხასიათდება დამწვარი ქსოვილის სიკვდილით.

დამწვრისათვის პირველადი დახმარების აღმოჩენის დროს, ყველაზე პირველად სხეულის ზედაპირის დამწვარი ადგილი უნდა გავათავისუფლოთ ტანსაცმლისაგან, ხოლო შემდეგ პირველი ხარისხის დამწვრობის დროს დამწვარი უბანი უნდა დავამუშავოთ სპირტით, კალიუმპერმანგანეცის ძლიერი ხსნარით ან 2%-იანი საჭმელი სოდის ხსნარით, ხოლო შემდეგ ვუხვევთ დაწვის საწინააღმდეგო საცხისით: თუ საცხისი არა გვაქვს, შეიძლება მის ნაცვლად ვიხმაროთ უმარილო ქონი.

მეორე და მესამე ხარისხის დამწვრობის დროს არ უნდა გავხსნათ ბუშტუკები. ბუშტუკების გარშემო კანი უნდა დამუშავდეს კალიუმპერმანგანეცის ძლიერი ხსნარით, რის შემდეგ დამწვარ ზედაპირს ვადებთ მშრალ სტერილიზებულ სახვევს და დაზარალებულს ვგზავნით ექიმთან.

3. **მოყინულობა.** მოყინულობის დროს, შესაძლებლობის მიხედვით დაზარალებული უნდა მოვათავსოთ თბილ შენობაში და სხეულის მოყინული უბანი ფრთხილად დავუზილოთ სპირტით, არყით ან ოდეკოლონში დასველებული მარლით ან ბამბით. იმ შემთხვევაში თუ თბილი შენობა არ არის, სხეულის გაციებულ უბანს ვზელთ სუფთა შალის ხელთათმანით ან ქუდით ან სხვ. მაგრამ არავითარ შემთხვევაში თოვლით, რადგან თოვლში არის ყინულის კრისტალები, რომელიც გამოიწვევს მოყინული კანის დაკაწვრას და მის ანთებას. უხეშმა მატუდმა და ჯაგრისმა დაზელის დროს შეიძლება გამოიწვიოს კანის ანთება. დაზელა შეიძლება შეწყდეს მაშინ, როდესაც სხეულის მოყინულ ნაწილზე წარმოიშობა სისხლის მიმოქცევა. ამ დროს შეიძლება დაზარალებულს მივცეთ ცხელი საჭმელი (ჩაი) ან მცირე რაოდენობით არაყი.

როდესაც სიცოცხლის გარეგანი ნიშნები თითქმის არ მჟღავნდება, დაზარალებული აუცილებლად უნდა შევიყვანოთ შენობაში, გავხადოთ და სხეული შალის ხელთათმანით ვზილოთ მანამ, სანამდე სხეულის ფერი ჩვეულებრივი არ გახდება. თუ დაზარალებული აღარ სუნთქავს, უპირველესად უნდა გავუკეთოთ ხელოვნური სუნთქვა.

სუნთქვის აღდგენის შემდეგ უნდა მივცეთ ცხელი ჩაი ან მცირე რაოდენობით არაყი და ფრთხილად მივიყვანოთ ექიმთან.

4. **მზის დარტყმა.** მზეზე დიდი ხნის დაყოვნების შემდეგ (განსაკუთრებით თავდაუხურავი), შეიძლება მოხდეს ორგანიზმის გადახურება, ან ე. წ. მზის დარტყმა. ამასთან დაკავშირებით მოიმატებს ტემპერატურა, განჩდება თავის ტკივილი, ყურებში ხმაური, პირის ღებინება, მძიმე შემთხვევაში დაზარალებული კარგავს მგრძნობელობას. დაზარალებული მაშინვე უნდა გადავიყვანოთ ჩრდილში და დავაწვინოთ ისე, რომ თავი აუცილებლად ჰქონდეს ფეხებზე მაღლა. უნდა გაუკეთდეს ცივი კომპრესი ან ცივი წყლის გადასხმა და ხელოვნური სუნთქვა. აუცილებლად უნდა გამოვიძახოთ ექიმი.

მზით კანის დაწვის დროს დაზიანებული ადგილი უნდა დავზილოთ სპირტით, არყით ან ოდეკოლონით. მეორე ხარისხის დამწვრობის დროს კანზე გაჩნდება სითხით გავსებული ბუშტუკები. ასეთ შემთხვევაში კანი უნდა მოიბანოს კალიუმმარგანეცის ხსნარით. შემდეგ უნდა შევუხვიოთ მშრალი სტერილური სახვევით და გავგზავნოთ ექიმთან.

5. **მოტეხილობა და ღრძობა.** ნაღრძობ და სისხლჩაქცეულ ადგილზე სასწრაფოდ უნდა დავადოთ სველი საფენი.

დახურული გადატეხის ნიშნებს წარმოადგენს გასივება, ტკივილი, სისხლის ჩაქცევა, ასეთ შემთხვევაში სალტეს დაადებენ დაზიანებულ ადგილზე.

ღია გადატეხილობის დროს პირველად შეახვევენ ჭრილობას, ხოლო შემდეგ დაადებენ სალტეს, მის ნაცვლად შეიძლება ვიხმაროთ ხის ტკეჩები ან სუფთა გათლილი ჯოხები და სხვ.

6. **მოწამვლა.** საჭმლით მოწამვლის დროს (შხამიანი სოკოთი, მცენარეებით, გაფუჭებული პროდუქტით ან მოუკალავი ჭურჭლით), ძალიან მნიშვნელოვანია გამოვარკვიოთ მოწამვლის მიზეზები.

მოწამვლის შემთხვევაში დაზარალებულს აუცილებლად უნდა დავალევინოთ 4—5 ჭიქა თბილი წყალი, რომ გამოვიწვიოთ პირღებინება (თუ არ გამოიწვია პირისღებინება, მაშინ იქნება სხვა რამეთი მოწამლული); უნდა მივცეთ სასაქმებელი ზეთი, უნდა გავუთბოთ სხეული სათბურით. წამალი მიეცემა მხოლოდ ექიმის მითითებით.

7. **ცხოველებისა და მწერების ნაკბენი.** გველის კბენის დროს ნაკბენი ადგილის ზევით სასწრაფოდ უნდა დავადოთ ჩალიჩი (ჩალიჩის დადება შეიძლება არაუმეტეს ნახევარი საათისა). ჭრილობა უხვად დავასველოთ 1% მარგანეცმჟავა კალიუმის ხსნარით ხოლო შემდეგ დავადოთ იმავე ხსნარით კარგად გაჟღენთილი, ხელ-

სახოცი. შეიძლება დავალევინოთ მაგარი ყავა. შემდეგ გავაგზავნოთ ექიმთან.

ძაღლის კბენის დროს ნაკბენი ჭრილობა უნდა დამუშავდეს და შეეუხვიოთ. სასწრაფოდ უნდა მივიყვანოთ ექიმთან. თუ საეჭვოა, რომ ძაღლი ცოფიანია, იგი უნდა მივიყვანოთ უახლოეს ვეტპუნქტში.

მწერების კბენის დროს (ფუტკარი და სხვა) ჭრილობიდან უნდა ამოვიღოთ ნესტარი და ჭრილობა მოვბანოთ ნიშადურის სპირტით. საჭარგებლოა ციკი კომპრესი.

8. **მეხითა და ელექტროდენით დაზიანება.** მეხით დაზიანების დროს დაზარალებულს უნდა გაუკეთდეს ხელოვნური სუნთქვა (ორ საათზე მეტი ხნით) და ვუმკურნალოთ ტრავმატულად დაზიანებულ ადგილზე.

ელექტროდენით დაზიანების დროს ადამიანი აუცილებლად, რაც შეიძლება სწრაფად, უნდა მოვაშოროთ დენის წყაროს. ამავე დროს უნდა უზრუნველვყოთ ჩვენი თავის დაცვაც (რეზინის ფეხსაცმლით ან ხელთათმანებით, ან მათი არქონების დროს, უნდა დავდგეთ მშრალ ხმელ ფიცარზე). აუცილებლობის შემთხვევაში დენგამტარი მავთულები გადავყაროთ ხმელი ჯოხით ან გადავჭრათ ნაჯახით.

დაზარალებული უგრძნობლად ყოფნის შემთხვევაში უნდა დავაწვინოთ რბილ საგებზე, შევუხსნათ ტანსაცმელი, ვაყნოსოთ ნიშადურის სპირტი, დავუზილოთ სხეული მაუდით და დავაფაროთ თბილად. ცუდი სუნთქვის დროს უნდა გავუკეთოთ ხელოვნური სუნთქვა. დაზარალებულის მიწაში ჩამარხვა დაუშვებელია.

9. **წყალწაღებულის შველა.** წყალში ნავიდან ჩავარდნის დროს არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება ნაპირზე გაცურვა ნავის გარეშე, არამედ უნდა დავმაგრდეთ ნავზე, თუ გინდ გადაბრუნებული იყოს და უნდა დაველოდოთ დახმარებას.

წყალში ჩავარდნილის დახმარების აღმოჩენის დროს უნდა ვიცოდეთ არამარტო კარგი ცურვა, არამედ დაზარალებულის ნაპირზე გამოყვანის ხერხებიც, უნდა ვიცოდეთ, მისგან დაჭერის დროს, გახთავისუფლება და ხელოვნური სუნთქვის გაკეთება.

წყალში ჩავარდნილის შველის ძირითადი წესი — მოფიქრებულად, დაწყნარებულად და ფრთხილად მოქმედებაა. ყოველ შემთხვევაში წყალში ჩავარდნილს როგორმე უნდა შევატყობინოთ, რომ მდგომარეობა შემჩნეულია და მას აღმოუჩენენ დახმარებას. ეს მას გაამხნევებს და ძალას მოუმატებს.

ნაპირიდან დიდი დაშორებისას უეცრად წყალში ჩავარდნისას, უნდა ვეცადოთ, გავიძროთ ზედმეტი ტანსაცმელი.

წყლის დაბალი ტემპერატურის დროს, ან დაღლილობის შედეგად მცურავს შეიძლება მოუვიდეს ბარძაყის ან თითების კრუნჩხვა. ამ დროს უნდა იცურონ ზურგით გულაღმა და კრუნჩხვიანი ფეხი ან ხელი ამოსწიონ წყლის ზევით. თითების კრუნჩხვის დროს თითები უნდა მოხარონ, გააკეთონ მუშტი და ამოიღონ წყლიდან ზევით.

წყალწაღებულის სახეობის მიხედვით უპირველესად უნდა განვსაზღვროთ მდგომარეობა. თუ შესაძლებელია წყალწაღებულს მივაწოდოთ ჯოკი, ნიჩაბი, თოკი, პალტო ან მაშველი ხელსაწყოები. მაგრამ მაშველი ხელსაწყოები წყალში უნდა გადავაგდოთ ისე, რომ წყალწაღებულს არ მოხვდეს თავში.

თუ წყალწაღებულის მშველელმა არ იცის წყლის სიღრმე და ფსკერის გრუნტი, არავითარ შემთხვევაში არ უნდა გადახტეს თავით, უნდა ჩახტეს ფეხებით და წყალწაღებულიდან ქვევით. დაზარალებულთან მიცურვის დროს მშველელი უნდა ეცადოს, რომ წყალწაღებულმა არ მოხვიოს ხელები და წყალში არ ჩაიტაცოს და თუ ის მაინც მოხვევს ხელებს, ყოველმხრივ უნდა ეცადოს მისგან განთავისუფლებას.

წყალწაღებულის ნაპირზე გამოყვანა შეიძლება შემდეგი ხერხებით:

1) დაღლილ წყალწაღებულთან მისვლისთანავე მაშველი აძლევს წინადადებას დააწვეს მკერდით ზურგზე და ხელები მოკიდოს მშველელის მხრებს და ამგვარად გამოიყვანს ნაპირზე.

2) დაზარალებულის წყალში გულაღმა გადაბრუნებისათვის მას უნდა მოჰკიდოთ ხელი ნიკაპზე ან იღლიაში და გადააბრუნოთ, შემდეგ მოჰკიდოთ ხელი მხრებში და ზურგზე წოლილა ცურვით გაიყვანოთ ნაპირზე. ყველა შემთხვევაში წყალწაღებულს წყლიდან გამოყვანის დროს პირი და ცხვირი უნდა ჰქონდეს წყლის ზევით.

3) წყალწაღებულის ნავიდან შველის დროს, თუ ნავზე არის მხოლოდ ერთი მშველელი, მან არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დატოვოს ნავი, რომ იგი წყალმა არ წაიღოს.

მშველელმა ნავი უნდა მიიყვანოს დაზარალებულთან კიჩოთი ან ცხვირით და ამოიყვანოს ნავში. ნავის გვერდით მიყენება არ შეიძლება, რადგან შეიძლება წყალწაღებულმა ნავი გადააბრუნოს. თუ ნავში არ არის მაშველი საშუალებები, ნავიდან დაზარალებულს უნდა მივაწოდოთ ჯოკი, თოკი, ნიჩაბი და სხვა სახელდახელო საშუალებანი.

4) დაზარალებულს წყლიდან ამოყვანის შემდეგ უნდა გაუთავისუფლდეს წყლისაგან კუჭი და ფილტვები, ამისათვის მას მუცლით აწვენენ მოხრილ მუხლზე, ისე რომ ფეხებით და თავით დაკიდებული

იქნეს ქვევით, მშველელი ერთი ხელით თავს უწევს მაღლა, რომ პირი ექნეს თავისუფალი, მეორე ხელით რბილად ურტყამს მხრებზე, რომ მოეხმაროს წყლისაგან განთავისუფლებაში. დაზარალებულს ხელოვნურ სუნთქვას უკეთებენ მანამ, სანამ არ დაიწყებს ჩვეულებრივ სუნთქვას. სუნთქვა შეიძლება დაიწყოს 30—40 წუთის ან 1.5—2 საათის შემდეგ.

ხელოვნური სუნთქვისათვის დაზარალებულს აწვენენ პირაღმა, ქვეშიდან უდებენ შეხვეულ ტანსაცმელს, რომ მკერდი იყოს აწეული თავისა და ფეხების ზევით. შემდეგ მას თავი უნდა მოუბრუნოთ გვერდზე, გაუღოთ პირი, გამოუწიოთ ენა და დაუჭიროთ სუფთა ხელსახოცით ან მარლით. ვკიდებთ მაჯებში ხელს და ვამოძრავებთ მის ხელებს ზევით და ქვევით მოხრილი სახით. ხელების ასეთი მოძრაობა უნდა გაკეთდეს ნელა, 3—4 სეკუნდში ერთხელ და გაგრძელდეს 15—16 წუთის განმავლობაში, სანამ დაზარალებული ჩვეულებრივ სუნთქვას არ დაიწყებს.

აღნიშნული დახმარების შემდეგ დაზარალებული იგზავნება უახლოეს სამედიცინო პუნქტში.

ლიტერატურა

1. ასათიანი ლ., გოცირიძე ა., კონიაშვილი გ., — გამოთვლით სამუშაოთა მექანიზაციისა და პროგრამირების საფუძვლები. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1968.
2. გველესიანი ლ., შემლეული ნ. — მთის მდინარეებზე ჰიდროელექტროსადგურების წყალსაცავების დალამვა და მასთან ბრძოლა.
3. დარიგება ჰიდრომეტეოროლოგიურ სადგურებსა და საგუშაგოებს. ნაკვეთი 2. ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებანი საგუშაგოებზე, ნაწ. I და II. გ. ღლონტის რედაქციით, თბილისი, 1948.
4. ოგიევსკია. ხმელეთის ჰიდროლოგია (ზოგადი და საინჟინრო). თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1948.
5. უკლება ნ. ზოგადი ჰიდროლოგია. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1968.
6. უკლება ნ. საბჭოთა კავშირის წყლის მეურნეობა. თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1958.
7. ყავრიშვილი ბ. მდინარეთა ჰიდროლოგიის კურსი (პოტამოლოგია). თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1932.
8. შაქარიშვილი ი. საქართველოს წყლების შესწავლის მოკლე ისტორია. საქ. სსრ მეცნ. აკადემია, გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი III, თბილისი, 1948.
9. შაქარიშვილი ი. მდინარეთა დონეების დამუშავების უმთავრესი ხერხები (საქართველოს მასალების მიხედვით). საკანდიდატო დისერტაცია (ხელნაწერი ნაბეჭდი), თბილისი, 1942.
10. ჩიკვაშვილი ბ., დანელია ნ., გველესიანი ლ., კუპაიძე ნ., პაპაშვილი ა., — ჰიდროლოგია, გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1968.
11. ჩეკურიშვილი რ., ფოტოგრამეტრია. გამომცემლობა „განათლება“ თბილისი, 1965.
12. ცუცუნაშვილი ო. სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის პრაქტიკუმი. გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1965.
13. Алекин О. А. Обшая гидрохимия, Л., 1948.
14. Андреанов В. Г. Гидрологические расчеты при проектировании малых и средних гидроэлектростанций, Л., 1957.
15. Аполов Б. А., Лукашин М. А., Гидрометрия, Тифлис. 1932.
16. Аристовский В. В. Гидротехнические сооружения и конструкции. Л., 1949.

17. Близняк Е. В. Водные исследования. М., 1952.
18. Быков В. Д. Гидрометрия, Л., 1949.
19. Быков В. Д. и Васильев А. В. Гидрометрия. Л., 1965.
20. Великанов М. А. Гидрология суши. Л., 1963.
21. Великанов М. А. Динамика русловых потоков. Л., 1954.
22. Владимиров Л. А. Методика измерения и подсчета стока взвешенных насосов (кандидатская диссертация. Рукопись), Тбилиси, 1943.
23. Гаврилов А. М., Кабакова К. С., Проскурантова А. К Основы учета стока на гидроэлектростанциях. Л., 1960.
24. Гирилович Н. А. Гидрометрия, М., 1937.
25. Гончаров В. Н. Динамика русловых потоков. Л., 1962.
26. Давыдов Л. К. и Конкина Н. Г. Общая гидрология, Л., 1958.
27. Дацкевич М. Ф, Землянский А. С., Каганович А. Ю., Никифоров Т. М. Эксплуатация счетных машин в учреждениях госбанка. М., 1959.
28. Евдокимов И. С., Евстигнеев Г. П., Крушев В. Н. Цифровые вычислительные машины. М., 1961.
29. Ильин И. Л. Исследования вод суши, Л., 1953.
30. Истошин Ю. В. Морская гидрометрия. Л., 1967.
31. Истошин Ю. В. Океанография. Л., 1953.
32. Инструкция по подготовке материалов и по созданию перфокартотеки многолетних данных по среднемесячным расходам воды на реках СССР. Новосибирский филиал гидрометцентра СССР. М., 1969.
33. Железняков Г. В. Гидравлическое обоснование методов речной гидрометрии., М., 1950.
34. Караушев В. А. Микрофотографический метод механического анализа насосов. Труды ГГИ, вып. 28 (82). Л., 1951.
35. Киров А. И. и Крыницкий Н. А. Электронные цифровые машины и программирование. М., 1959.
36. Кусков Л. С. Водное хозяйство гидроэлектростанций. М.—Л., 1954.
37. Лейвиков М. Л. Метеорология, гидрология и гидрометрия. М., 1949.
38. Лучшева А. А. Практическая гидрометрия. Л., 1957.
39. Лучшева А. А. Практическая гидрология. Л., 1950.
40. Линсей Р. К., Колер М. А., Паулюс Д. Л. Прикладная гидрология. Перевод с английского В. М. Бицилли, Э. Л. Гурмана и др. Л., 1962.
41. Малявский Б. К. Методы определения гидрологических характеристик рек с самолета. М., 1965.
42. Малявский Б. К. Определение скорости и направления поверхностных течений и расходов воды в реках аэрометодом. Журнал «Метеорология и гидрология». № 7. Л., 1960.
43. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам ГУГМС СССР, вып. 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10. Гидрометеоиздат, Л., 1940—1960.
44. Огиевский А. В. Гидрометрия и производства гидрометрических работ. М.—Л., 1937.

45. Поляков Б. В. Гидрологический анализ и расчеты. Л., 1946.
46. Попов И. В. Жизнь речного русла. Л., 1955.
47. Руководство по проверке гидрологических приборов. Гидрометеоиздат, Л., 1954.
48. Снежинский В. А. Практическая океанография. Л., 1954.
49. Соломенцев Н. А. Гидрометрия. Л., 1957.
50. Соколовский Д. Л. Речной сток. Л., 1952.
51. Справочник по гидротехнике. Гос. изд. литературы по строительству и архитектуре. М., 1955.
52. Тяпкин Н. Д. Приборы для определения скоростей и расходов воды в открытых руслах. М., 1901.
53. Уриваев В. А. Экспериментальные гидрологические исследования на Валдае. Л., 1953.
54. Федосеев И. А. Развитие гидрологии суши в России. М., 1960.
55. Чеботарев А. И. Гидрология суши. Л., 1955.
56. Чеботарев А. И. Общая гидрология (вод суши). Л., 1960.
57. Чебатарев В. И., Скуе А. Р. Гидрометрические сооружения. Л., 1954.
58. Шамов Г. И. Речные наносы. Л., 1959.
59. Шмидт С. В. Техника безопасности при гидрологических работах. Л., 1964.
60. Хмаладзе Г. Н. К методике измерения и подсчета расхода воды на горных реках. Труды Тбилисского научно-исследовательского гидрометеорологического института, вып. 4. Л., 1959.
61. Основные периодические издания (журналы):
«Метеорология и гидрология»
«Гидрологическое строительство»
«Водный транспорт»
Труды гос. гидрологического института.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

წინასიტყვაობა 3

პირველი თავი

ზოგადი მიმოხილვა

§ 1. ჰიდრომეტრიის საგანი და ამოცანები . . 5
§ 2. ჰიდრომეტრიის სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობა . 7
§ 3. ჰიდრომეტრიის განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა . 8
§ 4. საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევების ორგანიზაციის ძირითადი პრინციპები 14
§ 5. საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მთავარი სამმართველოს სისტემაში შემავალი ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის კლასიფიკაცია 16

ᲞᲘᲠᲕᲔᲚᲘ ᲜᲐᲬᲘᲚᲘ

მეორე თავი

ძირითადი ცნობები წყლის დონეების რეჟიმის შესახებ და წყალზომითი დაკვირვების ხასიათი

§ 6. ძირითადი ცნობები წყლის დონეების რეჟიმის შესახებ . . 20
§ 7. წყლის დონეების რაოდენობაზე დაკვირვების მიზანი და ამოცანები 22
§ 8. წყალსაზომ საგუშაგოებზე ანათვლებისა და ნიშნულების სისტემა 22

მესამე თავი

წყალსაზომი საგუშაგოების ტიპები და მათი მოწყობა

§ 9. წყალსაზომი საგუშაგოების კლასიფიკაცია 26
§ 10. მარტივი წყალსაზომი საგუშაგოები 27
§ 11. გადამცემი საგუშაგოები . . . 35
§ 12. წყალსაზომი საგუშაგოსათვის ადგილისა და ტიპის შერჩევა სხვადასხვა პირობებში 37
§ 13. საგუშაგოს მოწყობა და ნიველირება. საგუშაგოს გახსნა. დამკვირვებლის დაქირავება და მისი მოვალეობა 46
§ 14. წყალსაზომი საგუშაგოების გადატანა . . 49
§ 15. დონეების სიზუსტით ასათვლელი მოწყობილობა 51
§ 16. მოწყობილობა და ხელსაწყოები მაქსიმალური და მინიმალური დონეების რეგისტრაციისათვის 53
§ 17. თვითმწერიანი წყალსაზომი საგუშაგოები 56
§ 18. წყლის დონეების თვითმწერის დადგმის ხერხები 61

§ 19. დისტანციური წყალსაზომი საგუშაგოები . . 63
§ 20. წყლის ზედაპირის დახრილობის საზომი საგუშაგოები 63
§ 21. მინისქვეშა წყლის დონეებზე დაკვირვების წყალსაზომი საგუშაგოები 69
§ 22. წყალსაზომი საგუშაგოების განლაგება და მოწყობა ჰაობებში 70

მეოთხე თავი

წყლის დონეებზე დაკვირვების ორგანიზაცია

§ 23. სამუშაოს შედგენილობა და დაკვირვების ვადები 73
§ 24. წყალსაზომ საგუშაგოზე დაკვირვების წარმოება 77
§ 25. დაკვირვების მასალების დამუშავება 79
§ 26. თვითმწერის ბაფთების დამუშავება . 93
§ 27. დღეღამური საშუალო დონეების გამოანგარიშება 85
§ 28. წლიური ცხრილების შედგენა და დონეების რყევის გრაფიკის აგება 86
§ 29. შესატყვისი დონეების კავშირის მრუდები 88
§ 30. წყლის დონეების სპეციალური დამუშავება 90

მეხუთე თავი

წყლის სიღრმეების გაზომვის სამუშაოების წარმოება

§ 31. წყლის სიღრმეების გაზომვის სამუშაოების არსი 95
§ 32. სიღრმის საზომი ხელსაწყოები და მოწყობილობა 96
§ 33. სიღრმეების გაზომვა აკუსტიკური მეთოდებით . 103
§ 34. ფსკერის პროფილის თვითმწერი ხელსაწყოები პროფილოგრაფები 108
§ 35. სიღრმეების გაზომვის მუშაობის წარმოების ხერხები 110
§ 36. სიღრმეების გაზომვები განივი პროფილების მიხედვით . . 111
§ 37. ჰიდრომეტრიულ კვეთში სიღრმეების გაზომვის თავისებურებანი 117
§ 38. გაზომვები ირიბი ჰალსებით, გასწვრივი პროფილებით და შერეული ხერხებით . 120
§ 39. გაზომვები მდგარ წყალსატევებზე . . . 123
§ 40. სიღრმეების გასაზომი სამუშაოების ორგანიზაცია ექოლოტების გამოყენებით 126

მეექვსე თავი

გაზომილი სიღრმეების მასალების დამუშავება

§ 41. ჩანაწერების დამუშავება „სიღრმეების ჩასაწერ წიგნაკში“ . 131
§ 42. განივი პროფილების აგება და კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლების გამოანგარიშება 132
§ 43. გაზომვების შედეგების პირობით დონესთან მიყვანა 137
§ 44. მდინარის გასწვრივი პროფილის შედგენა . . 139
§ 45. მდინარის კალაპოტის გეგმის შედგენა იზობათებით და ჰორიზონტალებით 140
§ 46. ტბების სიღრმეების გაზომვების მასალების დამუშავება 142
§ 47. ექოლოტებით გაზომილი მასალების დამუშავება 144

მეშვიდე თავი

წყლის დონეების სიჩქარეების გაზომვა

§ 48. საერთო ცნობები წყლის მოძრაობის შესახებ 147
§ 49. მდინარის ნაკადში სიჩქარეების განაწილება 150
§ 50. წყლის დონეების სიჩქარეების გასაზომი ხელსაწყოების და გაზომვის მეთოდები . 155
§ 51. პიდრომეტრიული ტრიალები 155
§ 52. პიდრომეტრიული ტრიალების თეორიის საფუძვლები 158
§ 53. პიდრომეტრიული ტრიალების ძირითადი ტიპების აღწერა 165
§ 54. ტრიალების კუთვნილება და მოწყობილობა 176
§ 55. პიდრომეტრიული ტრიალების ტარირება 178
§ 56. ტრიალას მოვლა და შენახვა 189
§ 57. ტიეტივები 191
§ 58. პიდრომეტრიული მილები 197
§ 59. დინების სიჩქარის განსაზღვრა სხეულზე ნაკადის ძალის მოქმედებით 200
§ 60. დინების სიჩქარეების გაზომვა სითბოცვლის პრინციპზე დაფუძნებული ხელსაწყოებით 202
§ 61. დინების სიჩქარეების განსაზღვრა ხელსაწყოს წყლით ავსების დროს გაზომვის დახმარებით 204

მერვე თავი

წყლის ხარჯების განსაზღვრა

§ 62. წყლის ხარჯების განსაზღვრის მეთოდები 208
§ 63. წყლის ხარჯების განსაზღვრა ტრიალების გამოყენებით 211
§ 64. პიდრომეტრიული კვეთის მოწყობა 217
§ 65. წყლის ხარჯების გაზომვა . . . 226
§ 66. დინების სიჩქარისა და წყლის ხარჯების განსაზღვრა ინტეგრაციული ხერხებით 231
§ 67. წყლის ხარჯების გამოანგარიშების ხერხები 235
§ 68. წყლის ხარჯების განსაზღვრა პატარა მდინარეებში და წყალსადინარებში 247
§ 69. წყლის ხარჯის განსაზღვრა მდინარის შესართავთან მიმოქცევის უბანზე . 252
§ 70. წყლის ხარჯების გაზომვის სიზუსტე 256
§ 71. წყლის ხარჯების გაზომვა ზედაპირული ტიეტივებით . . 259
§ 72. ზედაპირული ტიეტივებით გაზომილი წყლის ხარჯის გამოანგარიშება 260
§ 73. წყლის ხარჯების განსაზღვრა პიდრომეტრიული ღარებისა და წყალსაშვებების საშუალებით 267
§ 74. წყლის ხარჯის განსაზღვრა ცოცხალი კვეთის ფართობისა და ნაკადის საშუალო სიჩქარის მიხედვით . . . 271
§ 75. წყლის ხარჯის განსაზღვრა ბათომეტრ-ტაქომეტრით 273
§ 76. წყლის ხარჯის განსაზღვრა მოცულობითი მეთოდით 275
§ 77. წყლის ხარჯების განსაზღვრა შერევითი მეთოდით 277

მეცხრე თავი

წყლის ხარჯებსა და დონეებს შორის დამოკიდებულების მრუდების აგება და ჩამონადენის გამოანგარიშება

§ 78. ხარჯების მრუდების აგება ერთნიშნა დამოკიდებულების დროს . 234
§ 79. ხარჯების მრუდების აგება წყლის არამდგრადი მოძრაობის დროს 239
§ 80. ხარჯების მრუდების ექსტრაპოლაცია . . 291
§ 81. ჩამონადენის გამოანგარიშება ყინულოვან მოვლენების დროს 299
§ 82. ხარჯების მრუდის აგება და ჩამონადენის გამოანგარიშება შამბნარიან კალაპოტში 303
§ 83. ხარჯების მრუდის აგება და ჩამონადენის გამოანგარიშება არამდგრადი კალაპოტის დროს . . . 305
§ 84. ჩამონადენის გამოანგარიშება ცვლადი შეტბორების დროს 309
§ 85. წყლის ჩამონადენის და მისი მახასიათებლების გამოანგარიშება 310
§ 86. საშუალო წლიური ჩამონადენის მახასიათებლების გამოანგარიშება 312

მეათე თავი

მყარი ჩამონადენის და ფსკერის ნალექების შესწავლა

§ 87. ზოგადი ცნობები მყარი ჩამონადენის შესახებ 315
§ 88. ნატანი მასალის მოძრაობა კალაპოტის ნაკადში . 317
§ 89. ატივნარებული ნატანი მასალის აღრიცხვისათვის წყლის სინჯის ასაღები ხელსაწყოები . . 323
§ 90. ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გაზომვა 332
§ 91. ატივნარებული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშება 337
§ 92. ატივნარებული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოანგარიშება 344
§ 93. ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის შესწავლა 351
§ 94. ფსკერული ნატანი მასალის სინჯის ასაღები ხელსაწყოები 352
§ 95. ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯების გაზომვა . 358
§ 96. ფსკერული ნატანი მასალის ხარჯის გამოანგარიშება 359
§ 97. ფსკერული ნატანი მასალის ჩამონადენის გამოანგარიშება 361
§ 98. წყალსაცავების ამოსილების პერიოდის ხანგრძლივობის მიახლოებით გამოანგარიშება და წყალსაცავებსა და წყალსატევებში ნატანი მასალის ჩამონადენის ჯამური ხერხით აღრიცხვა 362
§ 99. კალაპოტის ფსკერის ნალექების შესწავლა 365
§ 100. ფსკერის ნალექების სინჯის ასაღები ხელსაწყოები 366
§ 101. კალაპოტში დეფორმაციის შესწავლა 371

მეთერთმეტე თავი

ნატანი მასალის და ფსკერის ნალექების სინჯის ლაბორატორიული დამუშავება

§ 102. ზოგადი შენიშვნები . 374
§ 103. სინჯის პირველადი დამუშავება . 374
§ 104. სინჯის დამუშავება სტაციონარულ ლაბორატორიაში 381

მეთორმეტე თავი

დაკვირვება წყალში გახსნილ ნივთიერებებზე

§ 105. წყალში გახსნილ ნივთიერებათა შესწავლა . 393
§ 106. ქიმიური ანალიზისათვის წყლის სინჯის აღება. ადგილის შერჩევა და სინჯის აღების ვადების დადგენა . . . 397
§ 107. წყალში გახსნილ ქიმიურ ნივთიერებათა ხარჯების გამოანგარიშება და ქიმიური ჩამონადენის გამოთვლა 399

მეორე ნაწილი

სპეციალური დაკვირვებები და გამოკვლევები

მეცამეტე თავი

ნაკადის დინების მიმართულების განსაზღვრა

§ 108. საერთო ცნობები . . 402
§ 109 ნაკადის მიმართულების განსაზღვრა ზედაპირული ტიტიველებით 403
§ 110. ცალკეულ წერტილებში დინების მიმართულებისა და სიჩქარის გასაზომი ხელსაწყოები 305
§ 111. დინების მიმართულებაზე დაკვირვების მასალების დამუშავება 312

მეთოთხმეტე თავი

წყლის ხარჯების განსაზღვრა ჰიდროელექტროსადგურებთან

§ 112. წყლის ხარჯების განსაზღვრა ჰიდროელექტროსადგურებთან 415
§ 113. წყლის ხარჯების განსაზღვრა პატარა პესებთან 415
§ 114. წყლის ხარჯების განსაზღვრა მსხვილ ჰიდროელექტროსადგურებთან 427

მეთხუთმეტე თავი

აეროგადაღებით წყლის ხარჯების განსაზღვრა

§ 115. ზოგადი ცნობები . . . 435
§ 116. მდინარის დინების სიჩქარის განსაზღვრა აეროგადაღებით 437
§ 117. წყლის ხარჯების განსაზღვრა აეროგადაღებით 440

მეთექვსმეტე თავი

დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე, ყინულზე, გამქვირვალობაზე და წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე

§ 118. დაკვირვება წყლის ტემპერატურაზე . 445
§ 119. წყლის ტემპერატურებზე დაკვირვება სიღრმით ფენებში 448
§ 120. დაკვირვება წყლის ყინულზე და გამქვირვალობაზე 451
§ 121. დაკვირვება წყლის გამქვირვალობაზე . 453
§ 122. დაკვირვება წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე 454

მეჩვიდმეტე თავი

დაკვირვება ყინულოვან რეჟიმზე და მოვლენებზე

§ 123. დაკვირვება ყინულოვან რეჟიმზე და ყინულების ჩამონადენის გაანგარიშება 461
§ 124. თოვლის, ყინულისა და თოშის სისქის საზომი ხელსაწყოები 464
§ 125. ყინულის, ყინულზედა თოვლის და ყინულქვეშა თოშის სისქის გაზომვისათვის ადგილის შერჩევა და გაზომვის ვადები 468
§ 126. ყინულზომვითი აგეგმვა 469
§ 127. დაკვირვება წყალშიგა ყინულებზე. თოშის წარმოქმნაზე და მათ მოძრაობაზე 471

მეთვრამეტე თავი

დაკვირვება ღელვაზე

§ 128. შესწავლის მიზანი 476
§ 129. ნაპირიდან დაკვირვება 477
§ 130. ტალღსაზომი ღარტყუები და სარყეები 483
§ 131. დაკვირვება წყალსატევის ნაპირიდან დაშორებით მოძრავი ან ღუზაზე დამდგარი გემიდან . . 497
§ 132. ტალღების სტერეოფოტოგრამმეტრიული გადაღების და აეროგადაღების მეთოდის შესახებ 489

მეცხრამეტე თავი

საბჭოთა კავშირის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის ქსელში დაკვირვების მასალების დამუშავების მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის ზოგადი პრინციპები

§ 133. ზოგადი შენიშვნები . . 492
§ 134. მდინარეების საშუალო თვიური ხარჯების მრავალწლიური მასალების მომზადება და პერფობარათების ფონდის შექმნა 494
§ 135. პერფობარათების შექმნისა და შენახვის წესი 497

მეოცე თავი

უშიშროების ტექნიკა

§ 136. შრომითი კანონმდებლობა და უშიშროების ტექნიკა საბჭოთა კავშირში 504
§ 137. ზედამხედველობა შრომით დაცვაზე . 505
§ 138. ინსტრუქტაჟი უშიშროების ტექნიკის შესახებ და ცოდნის შემოწმება 507
§ 139. წარმოებასთან დაკავშირებით უბედურ შემთხვევათა აღრიცხვა და რეგისტრაცია 509
§ 140. უშიშროების ტექნიკა ჰიდროლოგიური გამოკვლევების შესრულების დროს 510
§ 141. უშიშროების ტექნიკის წესები ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესრულების დროს 512

§ 142. ავარიის შემთხვევაში მოქცევის წესები . . 513
§ 143. უშიშროების ტექნიკის დაცვა ნავებით, კატერებით და სხვა მცურავი მოწყობილობით სარგებლობის დროს 514
§ 144. ხიდებიდან და აკვნებიდან მუშაობის წესები . . . 516
§ 145. მუშაობის წესები მდინარეებზე ყინულდგომისა და ყინულსვლის დროს . . 517
§ 146. უშიშროების ტექნიკა სასწავლო და საწარმოო პრაქტიკაზე 518
§ 147. პირველადი დახმარების ზოგიერთი ხერხები სხვადასხვა უბედური შემთხვევის დროს 520
§ 153. ლიტერატურა 526

Ной Лукич Уклеба

ГИДРОМЕТРИЯ

(на грузинском языке)

Издательство Тбилисского университета
Тбилиси 1972

რედაქტორი ო. ხმალაძე
გამომცემლობის რედაქტორი დ. ღლონტი
ტექრედაქტორი ი. ხუციშვილი
კორექტორი მ. ჯანელიძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20/VI—72
ქაღალდის ფორმატი 60×90/16
ნაბეჭდი თაბახი 33,5
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 29,24

შეკვეთა 1481 უე 11527 ტირაჟი 1400

ფასი 1 მან. 25 კაპ.

თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა,
თბილისი, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 14
Издательство Тбилисского университета,
Тбилиси, пр. И. Чавчавадзе, 14

თბილისის უნივერსიტეტის სტამბა,
თბილისი, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 1
Типография Тбилисского университета,
Тбилиси, пр. И. Чавчавадзе, 1