

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევის მეთოდები

სსრ კავშირის უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათ-
ლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია დამხმარე სახელმძღვა-
ნელოდ უმაღლესი სასწავლებლების „ჰიდროგეოლოგიისა და საინ-
ჟინრო გეოლოგიის“ სპეციალობის სტუდენტებისათვის.

წიგნში დეტალურადაა აღწერილი თანამედროვე მეთოდთა, ხელსაწყოებისა და მოწყობილობა, რომლებიც გამოიყენება ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლისას, მშენებლობის საკითხებთან დაკავშირებით. ამასთან ერთად, დიდი ყურადღება ეთმობა კვლევათა ორგანიზაციას, მათი ჩატარებისა და მიღებული შედეგების დამუშავების რაციონალურ თანამიმდევრობას. წიგნის დასკვნით ნაწილში მოცემულია ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებათა განზოგადებული და საანგარიშო მაჩვენებლების დადგენის მეთოდთა.

წიგნი წარმოადგენს ლაბორატორიული მეცადინეობის დამხმარე სახელმძღვანელოს უმაღლესი სასწავლებლების „ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის“ სპეციალობის სტუდენტებისათვის საინჟინრო-გეოლოგიის კურსის პირველი ნაწილის მიხედვით. იგი დაეხმარება საწარმოო და საკვლევო ლაბორატორიების ინჟინერ-ტექნიკურ მუშაკებსაც, რომლებიც შეისწავლიან ქანების, როგორც გრუნტების, ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს.

1804050000 — 265

М — 602(08) — 89

ქართული თარგმანი.
ჯაშოტყემლობა განათლება, 1985

ISBN 5-505-00182-3

წ ი ნ ა ს ი ტ ყ ვ ა ო ბ ა

უმადლესი სასწავლებლების „ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის“ სპეციალობის სტუდენტების მიერ საინჟინრო გეოლოგიის კურსის პირველი ნაწილის („საინჟინრო პეტროლოგია“) შესწავლისას, ლაბორატორიული მეცადინეობა სასწავლო პროცესის ფრიად მნიშვნელოვან და აუცილებელ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს.

საინჟინრო გეოლოგიის კურსის პირველ ნაწილში სტუდენტები ეცნობიან ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ბუნებას, ე. ი. ყველა იმ პროცესს, რომლებიც განაპირობებენ მათს ფიზიკურ მდგომარეობას, დამოკიდებულებას წყალთან, სიმტკიცესა და დეფორმაციის ცვლილებათა კანონზომიერებას. ამასთან, განხილულია ქანების თვისებებზე მათი წარმოშობის და განლაგების პირობების, შედგენილობის, აღნაგობის (სტრუქტურისა და ტექსტურის), ნაპრალოვნების, გამოფიტვის, დაძაბული მდგომარეობისა და სხვა ფაქტორების გავლენა. საინჟინრო-გეოლოგიის („საინჟინრო პეტროლოგიის“) ამოცანებში შედის აგრეთვე მშენებარე ნაგებობათა და სხვა საინჟინრო საქმიანობის გავლენით ქანების თვისებათა ცვლილების პროგნოზი, მათი თვისებების გასაუმჯობესებლად ხელოვნური მეთოდებისა და საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლის მეთოდების დამუშავება.

თეორიული მასალის ათვისებისას სასწავლო გეგმით და პროგრამით ქანების ფიზიკური თვისებების, მათი ცვლილების გამომწვევი მიზეზებისა და ფაქტორების შესახებ გათვალისწინებულია სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობა ლაბორატორიაში. ლაბორატორიულ მეცადინეობაზე სტუდენტები ეცნობიან თანამედროვე მეთოდებს, ხელსაწყოებსა და მოწყობილობას, რომლებიც გამოიყენება ქანების

ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებათა შესწავლისას, მშენებლობის საკითხებთან დაკავშირებით. დიდი ყურადღება ეთმობა კვლევათა ორგანიზაციას, მათი ჩატარების რაციონალური თანამიმდევრობისა და მიღებული შედეგების შეფასებას. ლაბორატორიული მეცადინეობის ლამაზთაერებელი ნაწილის მიზანს წარმოადგენს ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევის შედეგების დამუშავების მეთოდებისა და განზოგადებულ და საანგარიშო მახასიათებლოა დადგენის მეთოდების გაცნობა.

ლაბორატორიულ პრაქტიკუმში შედის ქანების ყველა ძირითადი თვისების კვლევის სამუშაოები, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა ნაგებობათა (მათ შორის შახტებისა და კარიერების) დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს, აგრეთვე მათი მდგრადობის შეფასებაში.

წინამდებარე წიგნი წარმოადგენს დამხმარე სახელმძღვანელოს საინჟინრო-გეოლოგიის ლაბორატორიულ მეცადინეობაში. იგი შედგენილია მოკმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების, აგრეთვე ვ. ლომთაძის სახელმძღვანელოს „საინჟინრო გეოლოგიის“ (ნაწ. I, „საინჟინრო პეტროლოგია“, 1970 წ.) მიხედვით. მისი შედგენისას გათვალისწინებულია საინჟინრო გეოლოგიის კურსის კითხვის მრავალწლიანი გამოცდილება ლენინგრადის სამთო ინსტიტუტსა და სხვა ინსტიტუტებში.

ქანების თვისებათა ლაბორატორიული კვლევის მეთოდთა და თანამიმდევრობა სახელმძღვანელოში მოცემულია იმ ანგარიშით, რომ მნიშვნელოვნად გაიზარდოს თითოეული სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობა. ლაბორატორიული მეცადინეობის გეგმაში შეიძლება ჩაერთოს მთლიანი სამუშაო ან მისი ნაწილი. იმისდა მიხედვით, თუ როგორია საინჟინრო გეოლოგიის კურსი, რომელიც იკითხება კონკრეტულ უმაღლეს სასწავლებელში ან ფაკულტეტზე და სათანადო ლაბორატორიული ბაზა. სახელმძღვანელოში ლაბორატორიული სამუშაოს შედგენილობა ითვალისწინებს, აგრეთვე, სტუდენტების ინდივიდუალური სასწავლო გეგმის მიხედვით მეცადინეობის შესაძლებლობას.

წიგნი დაეხმარება საწარმოო და კვლევითი ლაბორატორიების ინჟინერ-ტექნიკურ მუშაკებსაც, რომლებიც შეისწავლან ქანების, როგორც გრუნტების, ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს.

ავტორი დიდ მადლობას უძღვნის პროფ. ნ. კოლომენსკის და მოსკოვის გეოლოგიურ-სადაზვერვო ინსტიტუტის საინჟინრო გეოლოგიის კათედრის კოლექტივს, რომელსაც იგი ხელმძღვანელობს, ასევე პროფ. ს. როზას იმ შენიშვნებისა და რეკომენდაციებისათვის, რომლებიც მათ გამოთქვეს წიგნის რეცენზირების დროს.

წარმოდგენილ წიგნში ძირითადად გამოყენებულია ის აღნიშვნები და ტერმინები, რომლებიც მიღებულ იქნა გრუნტების მექანიკისა და საძირკველთმშენებლობის VI საერთაშორისო კონგრესზე 1965 წ. სექტემბერში ქ. მონრეალში (კანადა). ეს საყოველთაოდ მიღებული აღნიშვნები და ტერმინები მიზანშეწონილია, გამოვიყენოთ საინჟინრო-გეოლოგიაშიც. მაგრამ მათ გარდა ავტორს მართებულად მიაჩნია ზოგიერთი ისეთი ტერმინის დატოვებაც, რომელიც იხმარება ჩვენს სამეცნიერო-ტექნიკურ და სასწავლო ლიტერატურაში და ფართოდ გამოიყენება სს და წ-სა და გ.მ.ს.ტ.-ში.

ზ ო გ ა დ ი

| | |
|--|----------------------|
| სიმაღლე | <i>H, h</i> |
| ზრის სიმძლავრე | <i>H, h</i> |
| სიგრძე | <i>L, l</i> |
| ღიამეტრი | <i>D, d</i> |
| მოცულობა | <i>V, v</i> |
| ფართობი | <i>F, f</i> |
| ხივრცის კოორდინატები | <i>x, y, z</i> |
| წონა | <i>G, g</i> |
| ღრო | <i>t</i> |
| ხიჩქარე | <i>v</i> |
| ხიმძიმის ძალის აჩქარება | <i>g</i> |
| ტემპერატურა | <i>T°</i> |
| π | 3,1416 |
| ნატურალური ლოგარითმის ფუნქცია | <i>e=2,4183</i> |
| ნატურალური ლოგარითმი | <i>ln</i> |
| ათობითი ლოგარითმი | <i>lg</i> |
| აბსოლუტური წნევა | <i>P₀</i> |
| წყლის სიბლანტის დინამიკური კოეფიციენტი | <i>η</i> |

ფინიკური თვისებები

| | |
|---|---------------|
| ნაწილაკის ეფექტური ანუ მოქმედი დიამეტრი | d_{10} |
| ნაწილაკის საკონტროლო დიამეტრი | d_{90} |
| გრანულომეტრიული შედგენილობის არაერთგვარობის კოეფიციენტი | K_{ag} |
| ქანში თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა | M |
| საერთო წონა (წონაჟის, მოცულობის ანდა ქანის ნიმუშისა) | g |
| ქანის მყარი ნაწილის (ჩონჩხის) წონა | g_1 |
| წყლის წონა, რომელიც მთლიანად ან ნაწილობრივ აქვებს ქანის ფორებს | g_2 |
| ტენიანი ქანის წონა | g_3 |
| მშრალი ქანის წონა | g_4 |
| ტენიანობა და ქანის ბუნებრივი ტენიანობა (წონით) | W |
| ტენიანობა და ქანის ბუნებრივი ტენიანობა (მოცულობით) | W_0 |
| ფარდობითი ტენიანობა | $W_{ფარდ}$ |
| აბტიმალური ტენიანობა | $W_{ობ}$ |
| ქანის ტენიანობის ხარისხი, ანუ წყალნაჭერობის კოეფიციენტი | G |
| ქანის მოცულობა | V |
| ქანის მყარი ნაწილის (ჩონჩხის) მოცულობა | V_1 |
| ფორების მოცულობა ქანში | V_2 |
| ქანის ერთეულ მოცულობაში მყარი ნაწილის მოცულობა | m |
| ფორების მოცულობა ქანის ერთეულ მოცულობაში | n |
| წყლის მოცულობა ქანში | V_5 |
| პერის (აირის) მოცულობა ქანის ერთეულ მოცულობაში | V_6 |
| ქანის კუთრი წონა | γ_{63} |
| წყლის კუთრი წონა | γ_5 |
| სითხის კუთრი წონა | γ_6 |
| მოცულობითი წონა | γ |
| ჩონჩხის მოცულობითი წონა | γ_1 |
| ქანის მოცულობითი წონა წყალში (შემსუბუქებულა გამოღვენილი წყლის მოცულობის წონის მიხედვით) | γ |
| ფორიანობა | n |
| ფორიანობის კოეფიციენტი | e |
| ბუნებრივი აღნაგობის ქანის ფორიანობისა და ტენიანობის კოეფიციენტი (საწყისი) | e_0 |
| კრიტიკული ფორიანობის კოეფიციენტი | $e_{კრ}$ |
| მეკროფორიანობის კოეფიციენტი | e |
| თიხოვანი ქანის დენადობის ზღვარი | W_{z} |
| თიხოვანი ქანის პლასტიკურობის ზღვარი | W_3 |
| თიხოვანი ქანის პლასტიკურობის რიცხვი | I_n |
| კონსისტენციის მაჩვენებელი | B' |
| ფარდობითი კონსისტენციის მაჩვენებელი | D_3 |
| თიხოვანი ქანის ბუნებრივი შემკვრივებულობის მაჩვენებელი | K_d |
| კოლოიდური აქტივობის მაჩვენებელი | A_3 |
| თიხოვანი ქანის მგრძობიარობის მაჩვენებელი (ინდექსი) | I_{Tf} |
| ქვიშოვანი ქანის ფარდობითი სიმკვრივის კოეფიციენტი | I_d |
| ქვიშოვანი ქანის შემკვრივებულობის კოეფიციენტი | V |

წყლოვანი თვისებების

| | |
|--|--------------------|
| გაფუების ტენიანობა | W_{5+3} |
| სრული ტენტევალობა (ტენტევალი ქანებისა) | W_5 |
| სრული წყალტევალობა (არატენტევალი ქანებისა) | W_6 |
| მაქსიმალური მოლტეულური ტენტევალობა | W_{50} |
| წყალშთანთქმა (კლდოვანი და ნახევარკლდოვანი ქანებისა) | W_5^i |
| წყალნაწერობა (კლდოვანი და ნახევარკლდოვანი ქანებისა) | W_6 |
| წყალნაწერობის კოეფიციენტი (კლდოვანი და ნახევარკლდოვანი ქანებისა) | K_{56} |
| დარბილების კოეფიციენტი | K_2 |
| წყალგაცემა | W_{5+10} |
| წყალგაცემის კოეფიციენტი | μ_5 |
| კაპილარული აწევის სიმაღლე | H_3 |
| წნევა | h |
| წნევის გრადიენტი, ჰიდრაულიკური | I |
| წნევათა სხვაობა | $P_1 - P_2$ |
| ფილტრაციის კოეფიციენტი | K_3 |
| კუშმარტი ფილტრაციის კოეფიციენტი | $K_3 \cdot \alpha$ |
| წყალშედწევალობის კოეფიციენტი | K_3 |
| კუთრი წყალშთანთქმა | ω |
| წყლის ბარჯი | Q |
| ფილტრაციის გზის სიგრძე | |
| წყლის მოძრაობის სიჩქარე | v |

მექანისური თვისებების

| | |
|--|---------------|
| საერთო დატვირთვა | P |
| დატვირთვა, რომელიც შეესაბამება პროპორციულობის ზღვარს | P_{5L} |
| დატვირთვა, რომელიც შეესაბამება დრეკადობის ზღვარს | P_{5r} |
| დატვირთვა, რომელიც შეესაბამება დენადობის ზღვარს | P_2 |
| დატვირთვა, რომელიც შეესაბამება სიმტკიცის ზღვარს | P_{max} |
| დროებითი წინალობა კუმშვაზე | $R_{კუმშ}$ |
| დროებითი წინალობა ახლეჩაზე | R_{5L} |
| დროებითი წინალობა გაჭიმვაზე | $R_{5აჭ}$ |
| დროებითი წინალობა ღუნვაზე | $R_{5Lუნ}$ |
| დროებითი წინალობა, რომელიც შეესაბამება დრეკადობის ზღვარს | R_{5r} |
| დროებითი წინალობა, რომელიც შეესაბამება პროპორციულობის ზღვარს | R_{5L} |
| დროებითი წინალობა, რომელიც შეესაბამება დენადობის ზღვარს | R_2 |
| ქანის ნიმუშის დროებითი წინალობა კუმშვაზე წყლით გაჭერების შემდეგ | $R_3 \cdot 5$ |
| მუდმივ წონამდე გამომშრალი ქანის ნიმუშის დროებითი წინალობა კუმშვაზე | $R_3 \cdot 8$ |

| | |
|--|--|
| ხაერთო ძაბვა | σ |
| მთავარი ძაბვები | $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ |
| ძაბვა შემაღგენელ ღერძებზე x, y | σ_x, σ_y |
| ნორმალური ძაბვა | σ_n |
| შხები ძაბვა | τ |
| ეფექტური ძაბვა | σ |
| ფოროვანი წნევა | μ |
| ფარდობითი დეფორმაცია | ϵ |
| ფარდობითი დეფორმაცია x . . . ღერძებზე | $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ |
| გრძივი (ვერტიკალური) კუმშვის ფარდობითი დეფორმაცია | ϵ_z |
| განივი (ჰორიზონტალური) გაფართოების ფარდობითი დეფორმაცია | ϵ_x, ϵ_y |
| საერთო დეფორმაცია | λ |
| დეფორმაციის ნამატი (აბსოლუტური დეფორმაცია) | $\Delta h, \Delta l, \Delta v$ |
| ფარდობითი ხაზოვანი დეფორმაცია | $\frac{\Delta h}{h}, \frac{\Delta l}{l}$ |
| | $\frac{\Delta v}{v}$ |
| ფარდობითი მოცულობითი დეფორმაცია | ν |
| კუმშვადობის კოეფიციენტი | α |
| ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი | α_0 |
| ფარდობითი დაჭდომადობის კოეფიციენტი | α_m |
| დრეკადობის მოდული (სტატიკური) | E |
| დრეკადობის დინამიკური მოდული | E_d |
| დეფორმაციის საერთო მოდული (სტატიკური) | E_0 |
| საერთო დეფორმაციის მოდული (დინამიკური) | $E_0 \epsilon$ |
| განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი (პუასონის კოეფიციენტი) | μ |
| გვერდითი წნევის კოეფიციენტი | ν |
| კონსოლიდაციის ხარისხი | u |
| კონსოლიდაციის კოეფიციენტი | C_u |
| ძერის (მხლეჩი) ძალვა | τ |
| ნორმალური შემამკვრივებელი წნევა | σ_n |
| შივა ხახუნის კოეფიციენტი | f |
| შივა ხახუნის კუთხე | φ |
| ბუნებრივი ფერდოს კუთხე | α |
| ხაზოვნობის სანგარიშო პარამეტრი (ქვიშებისათვის) | c |
| საერთო შექიდულობა (თიხოვანი ქანებისათვის) | c |
| ძერის კოეფიციენტი ნორმალური წნევის დროს | F_{σ_n} |
| ბმულობის წნევა | P_c |
| პენეტრაციის კუთრი წინალობა | R_{σ_n} |
| პენეტრაციის კოეფიციენტი (პენეტრაციის ფარდობითი კუთრი წინალობა) | N |
| პლასტიკური სიმტკიცე (პირობითი ზღვრული წინალობა ძერაზე) | P_m |
| სიმაგრის კოეფიციენტი | f_{σ_n} |

ზოგადი დებულებანი

§ 1

ცნება ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესახებ

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ეწოდება იმ თვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ქანების ფიზიკურ მდგომარეობას, წყალთან დამოკიდებულებას, სიმტკიცისა და დეფორმირებადობის ცვლილების კანონზომიერებას. არჩევენ ფიზიკურ, წყლოვან და მექანიკურ თვისებებს. მათ გამოხატავენ და აფასებენ გარკვეული მაჩვენებლებით — მ. ა. ს. ოქლებით. ქანების ფიზიკური თვისებები ახასიათებს მათ ფიზიკურ მდგომარეობას, ე. ი. თვისებრივ განსაზღვრულობას. რომელიც გამოიხატება მათ სიმკვრივეში, ტენიანობაში, ფორიანობაში, კონსისტენციაში, ნაპრალოვნებასა და გამოფიტვაში, როგორც ბუნებრივი განლაგების პირობებში, ასევე მიწის ნაგებობებსა და ნაყარში. ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს თვისებრივად შევაფასოთ ქანების სიმტკიცე და მდგრადობა.

ქანების წყლოვანი თვისებები მეტად ემდებება მათ უნარში, შეიცვალონ მდგომარეობა, სიმტკიცე და მდგრადობა წყალთან ურთიერთობაში, შთანთქან და შეიკაფონ წყალი ანდა გაფილტრონ იგი. თუ ვიცით ქანების წყლოვანი თვისებები, შეიძლება გავაკეთოთ მათი წყლის ზემოქმედების პირობებში სხვა თვისებების ცვლილებისა და ამა თუ იმ გეოლოგიური პროცესის განვითარების პროგნოზი. ქანების წყლოვანი თვისებების მახასიათებლები უშუალოდ გამოიყენება სხვადასხვა საინჟინრო გაანგარიშებისას, მაგალითად, წყლის ფილტრაციული დატარების, საინჟინრო ქვაბულებში და წყალსაცავებში. წყლის მოძრაობის, წყალდამწვეი დანადგარების პარამეტრების, აგრეთვე სუფოზიური პროცესების განვითარების შესაძლებლობის შეფასების გასაანგარიშებლად. ქანების მექანიკური თვისებები განსაზღვრავენ მათ ქცევას გარეშე ძალების დატვირთვის მოქმედებისას. ისინი მეტად ემდებება და უშუალოდ ფასდება ქანების მდგრადობითა და დეფორმირებადობით. მექანიკური თვისებების მაჩვენებლები გამოიყენება სხვადასხვა გაანგარიშების დროს, მაგალითად, ნაგებობათა დაჯდომის სიღრმის და დროში განვითარების დასადგენად, ფერდობებისა და ბუნებრივი

კალთების მდგრადობის განსასაზღვრად, საყრდენ ნაგებობებზე და მიწისქვეშა გამონამუშევრების სამაგრებზე ქანების წნევის სიდიდის გამოსათვლელად.

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევას აქვს არა მარტო საინჟინრო მნიშვნელობა, არამედ გეოლოგიურიც. იგი საშუალებას გვაძლევს გავაფართოოთ ქანების გეოლოგიური შესწავლილობა, რადგანაც ეს თვისებები გამოხატავენ იმ ცვლილებებს, რომლებიც ქანებმა განიცადეს გეოლოგიური განვითარების ისტორიაში გამოფიტვის პროცესების, გრავიტაციული და გეოქიმიური შემქმნელობის, ტექტონიკური ძალების მოქმედების გავლენით და ა. შ.

§ 2

ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაცია

ქანებს დაყოფის ბუნებრივი გეოლოგიური ნიშანია მათი წარმოშობა. ამასთან დაკავშირებით გამოყოფენ ამოფრქვეულ, მეტამორფულ და დანალექ ქანებს. თითოეული ეს გენეტიკური ტიპი საკმაოდ თავისებურია და მას ახასიათებს მხოლოდ მისთვის განკუთვნილი ნიშნები და თვისებები. უმთავრესნი მათ შორის — მინერალური შედგენილობა, სტრუქტურა, ტექსტურა, განლაგების პირობები, ფიზიკური მდგომარეობა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები წარმოადგენენ ქანების უშუალოდ წარმოშობის ან შემდეგ მიწის ქერქში მათი გარდაქმნის შედეგს. ამ გენეტიკური ნიშნების მიხედვით შესაძლებელი ხდება, გამოიყოს ქანების პეტროგრაფიული ტიპების ერთმანეთისაგან განსხვავებული მრავალი სახეობა. სხვადასხვა გენეტიკური და პეტროგრაფიული ტიპები შეიძლება გაერთიანდეს გარკვეულ ჯგუფებად ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით (ცხრ. 1-1): ეს კი საშუალებას გვაძლევს, თითოეულ გამოყოფილ ჯგუფს მივცეთ სამშენებლო თვისებათა გარკვეული დახასიათება მათი სიმტკიცის, დეფორმირებადობის, მდგრადობისა და წყალშელწევადობის მიხედვით და ა. შ.

ამრიგად, ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით შეიძლება გამოიყოს ქანების შემდეგი ხუთი ჯგუფი:

- I. სალი ქანები — კლდოვანი;
- II. შედარებით მაგარი ქანები — ნახევრად კლდოვანი;
- III. ფხვიერი შეუქავშირებელი ქანები;
- IV. რბილი შექავშირებული ქანები;
- V. განსაკუთრებული შედგენილობის, მდგომარეობისა და თვისებების ქანები.

ქანების ამ საინჟინრო-გეოლოგიურ დაყოფაში შეიმჩნევა მათი სამშენებლო თვისებების ცვლილება პირველი ჯგუფიდან მეხუთემდე,

ზოგიერთი თვისების გაქრობა და ახალი თვისების გამომჟღავნება. სამშენებლო-საინჟინრო საქმის თვალსაზრისით, კლდოვანი ქანები უფრო სრულყოფილია. ისინი ხასიათდებიან მაღალი მდგრადობითა და სიმტკიცით, დაბალი დეფორმირებადობითა და სუსტი წყალშეღწევადობით. ის უბნები, რომლებიც აგებულია კლდოვანი ქანებისაგან, გაცილებით ხელსაყრელია ნებისმიერი ნაგებობის მშენებლობისათვის, არსებითი შეზღუდვების გარეშე, და ხშირად რთული ღონისძიების განხორციელების გარეშეც, მათი მდგრადობის უზრუნველსაყოფად.

ნახევრად კლდოვანი ქანები გამოირჩევიან კლდოვანისაგან დაბალი სიმტკიცითა და მდგრადობით, მეტი დეფორმირებადობით მნიშვნელოვანი ანდა მაღალი წყალშეღწევადობითაც. ისინი ხშირად ნაპრალოვანია, ხოლო ხსნადი ქანები — კავერნიანი, თუმცაღა ნიმუშში ახასიათებთ მაღალი სიმტკიცე. ასეთი ქანები, ჩვეულებრივ, გამოირჩევიან დიდი არაერთგვაროვნებით და ანიზოტროპულობით. მათი გავრცელების უბნები მეტწილად ხელსაყრელია სხვადასხვა სახის, მათ შორის, ბევრი საპასუხისმგებლო ნაგებობის მშენებლობისათვის, მაგრამ ნაგებობის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად და მათი ნორმალური ექსპლუატაციისათვის ხშირად საჭიროა გარკვეული შეზღუდვების დაცვა და რიგი საინჟინრო ღონისძიებების გატარება. აღსანიშნავია, რომ ტერმინები „კლდოვანი“ და „ნახევარკლდოვანი“ საწარმოო ტერმინებია; ისინი მოკლედ გამოხატავენ ქანების სამშენებლო თვისებებს და გულისხმობენ გარკვეულ პირობებს ნაგებობების მშენებლობისათვის.

ფიზიკური შეუქავეშირებელი და რბილი შექავეშირებული ქანები, კლდოვან და ნახევრად კლდოვან ქანებთან შედარებით, ხასიათდება მნიშვნელოვნად ნაკლები სიმტკიცით, მდგრადობითა და მეტი დეფორმირებადობით. ზოგიერთი მათგანი ძლიერ წყალშეღწევადაა. ეს ჯგუფები მოიცავს დანალექი ქანების სხვადასხვა გენეტიკურ ტიპს. განსაკუთრებით კი მეოთხეული ასაკის ქანებს. ისინი გამოირჩევიან ფიზიკური მდგომარეობისა და თვისებების დიდი ცვალებადობით. ნაგებობათა მშენებლობის პირობები ასეთ ქანებზე ხშირად დიდ შეზღუდვებთანაა დაკავშირებული.

განსაკუთრებული შედგენილობის, მდგომარეობისა და თვისებების ქანები, როგორც წესი, სუსტია სამშენებლო თვალსაზრისით, ნაგებობის განლაგების ადგილის შერჩევისას შეძლებისდაგვარად ცდილობენ, აცდნენ იმ ადგილებს, რომლებიც აგებულია ასეთი ქანებით.

ამრიგად, ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაცია უნდა ეყრდნობოდეს ქანების გენეტიკურ და პეტროგრაფიულ თვისებებებსა და მათ ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს. ამისათვის ქანების

ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაცია
(ფ. ხაყინის შიხიძეთ, ვ. ლომთაძის ცვლილებებითა და დამატებით)

| მაგური | | გეტამორფული | | | დანალექი | | | | |
|-------------------|---|--|---|---------------------------|---------------------------------|--------------|--|--------------------------|--|
| წარმო | სიღრმული ინტრუზიები | ნახევრად სიღრმული და ძ.რ.ღვეული | ამოფრქვეული - მშ. ზედა | მაკური | ფიქსირები | პირაკლასტური | პონტები | თიხიანი | ორგანოგენული და ქვიშური |
| I კლასი | გრანიტები, სიენიტები, გრანიტოიდური, მარბლი და სხვ | გრანიტოიდური, სიენიტური, სიენიტო-პორფირები, გრანიტოიდური, ნოლითური, პორფირები, ლიპოფირები, ლიპოფირები, ლიპოფირები, ფირობები, გაბრო-პორფირები, ფირობები | კვერციანი და უფარსო პორფირები და სიენიტო-პორფირები, ლიპოფირები, ლიპოფირები, ლიპოფირები, ფირობები, გაბრო-პორფირები, ფირობები | მარმარილო, კირქვი, კირქვი | გნაისები, კირქვი, ფიქსირები | — | ქვიშები და კონკლავტები, მტკიცე ცემენტო | — | კირქვი და ლიპოფირები, მარბლი და მტკიცე |
| II ნახევარი კლასი | პირველი ლოვანი | ჩუგუნის ქვიშები, რამდენიმე აგური | გამოფრქვეული აგური | და მარმარილო და მარმარილო | ნახევრად სიენიტური და მარმარილო | პირაკლასტური | ქვიშები და კონკლავტები, მტკიცე ცემენტო | თიხიანი ფიქსირები, აგური | კირქვი და ლიპოფირები, თიხიანი მარბლი, მარბლი, მარბლი, მარბლი, მარბლი |

| კატეგორია | ფაზისი | ფიზიკური მახასიათებლები | მნიშვნელობები |
|-----------------------|---|---|--|
| I კლდეები | სიმკვრივე მაღალი (2,65—3,10 გ/სმ ³) ფორიანობა უმნიშვნელო — პაროციტის ნაწილი, ივითარება მუქი | ფიზიკური-მექანიკური თვისებები წყლიანი | სიმტკიცე და დრეკადობა მაღალი. წინაღობა კუმულატივად 500—4.00 კგ/სმ ² , ახლგაზე 200—1000 კგ/სმ ² , გავლენაზე 20—150 კგ/სმ ² . არაკუმულად, მდგრადი ფერდობებზე. საერთო დეფორმაციის მოდული 100.000 კგ/სმ ² -ზე, მეტი. ბეტონის ძეგის კოეფიციენტი ამ ქანებზე აღწევს 0,65—0,70. სიმკვრივე მაღალი $\rho_{\text{კგ/სმ}^3} > 8$ მუშავდება აფეთქებით. მასივში ხასიათდება ანიზოტროპულობით. |
| II ნახევარ-კლდეები | საშუალო სიმკვრივე (2,20—2,65 გ/სმ ³), ფორიანობა 10—15% ზოგჯერ მუქი ღრულობა იცვლება ფართო საზღვრებში | სუსტადტენიანად, წყალშემწველობა იცვლება ნაპარაკებისა და გომფორების დამოკიდებულებით, ფილტრაციის კოეფიციენტი არ აღემატება 10 მ/დღე-ღამეში, კუთრი წყალშთანქმედი ≤ 5 ლ/წმ | მეტეცი — წინააღმდეგობა კუმულატივად 150—500 კგ/სმ ² , საშუალო სიმტკიცე — 25—150 კგ/სმ ² და დაბალი სიმტკიცის — < 25 კგ/სმ ² წინააღმდეგობა ხლეჩაზე მეტეცი კანებისათვის აღემატება 50 კგ/სმ ² , საშუალო სიმტკიცის ქანებისათვის 10 და 50 კგ/სმ ² და 10 კგ/სმ ² ზეკლები სუსტი ქანებისათვის. წინააღმდეგობა გავლენაზე 1—2-დან 20-30 კგ/სმ ² . სუსტადტენიანი ანდა პრაქტიკულად არაკუმულად არაკუმულად კანებისათვის დრეკადობის საერთო მოდული < 20.000 კგ/სმ ² , შედარებით ნაკლებად სუსტისათვის — 20.000-დან 100.000 კგ/სმ ² , ბეტონის ძეგის კოეფიციენტი ამ ქანებისათვის იცვლება 0,3-დან 0,55. მდგრადობა ფერდობში დამოკიდებულია ნაპარაკების ბარისებზე და გამოყენებაზე. საშუალო სიმკვრივე $\rho_{\text{კგ/სმ}^3} = 2 \div 8$ მუშავდება დარტყმით ინსტრუმენტებით და აფეთქებით. მასივში შეინიშნება თვისებათა ანიზოტროპულობა.. მრავალ სახესხვაობას გააჩნია რეოლოგიური თვისებები. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| III ფეფერი შეკვნი- რებალე | სიმკვრივე (1,40—1,90 გ/სმ³) ფორიანობა (25—40%) იყვლება ფართო საზღვრებში | არატენტივადი ანდა სუსტად ტენტევიანი (წერილი და წმინდამარცვლიანი სახესვაობა), პრაქტიკულად უსხნალი, წყალმულწვადი ფილტრაციის კოეფიციენტი 30 გ/დღე-ღამეში და აღემატება 30 გ/დღე-ღამეს ძლიერი წყალმულწვადი ქანებისათვის | სიმტკიცე დაპოკიდებულა ნაწილაკების განლაგების სიმკიდრეზე. სიმკვრე დღეი არ არის წიმა< ჩვეულებრივ კუმუვალია დ. ფორმაციის საჯართო, მიღული იქილება 50—100 კმ/ღ. შიგა ხაზუნის კოეფიციენტი $f=0,25-0,60$. მღვრალობა ნაგებობის ფუქში და ფერლოზე დამოკიდებულია შიგა ხაზუნის სიდიდეზე და დინამიკური ზემოქმედების ინტენსიურობაზე. მუშავ ვ. ა. თევა ქანისკრად და ხელით. |
| IV ბილი შეკვნი- რებალე | სიმკვრივე (1,10—1,20-დან 1,90—2,10 გ/სმ³-მდე), ფორიანობა (20—30—75—80%) და ტენიანობა (12—15-დან 75—80%-მდე) იყვლება ფართო საზღვრებში | ტენტივადი, უსხნალი, სუსტად წყალმულწვადი ანდა წყალმულწვადი ფილტრაციის კოეფიციენტი 0,1 გ/დღე-ღამეზე ნაკლებია | მღვრალობა იყვლება ფართო საზღვრებში ტენიანობის და სიმკვრივისაკან დამოკიდებულებით. სიმკვრე დაბალია < კმ/ღ-ვადი და ძლიერ კუმუვალი, საერთო დეფორმაციის მოილი იქილება 50-დან 1000 კმ/ღმ. შიგა ხაზუნის კოეფიციენტი $f=0,15-0,35$. მღვრალობა ფერლოზე დამოკიდებულია ტენიანობისა და ფერლოს სიმდიდეზე. მუშავდება ხელით და მექანიკურად ხ. ი. ა. თევაზე. |
| V ვანიკოტი- რებალე შედგენი- ლობის, მღვორაქ- ობის თვის- ებების ქანები | ამ ჩვეულის თვისებებით, თოდებისა და ინდივიდუალურ შეფასებას. | | |

სხვადასხვა გენეტიკური და პეტროგრაფიული ტიპი უნდა დაიყოფა ჯგუფებად, რომლებიც მშენებლობის თვალსაზრისით ძირეულად განსხვავდებიან თავისი ღირსებებით. ასეთი კლასიფიკაცია მოცემულია I—1 ცხრილში.

§ 3

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის ზოგიერთი თვისებურების შესახებ

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა აუცილებელია სხვადასხვა ნაგებობათა დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის, მარგი წიაღისეულის საბადოთა დამუშავებისათვის, გეოლოგიური პროცესების განვითარების და ადგილის მდგრადობასა და არსებულ ნაგებობებზე მათი გავლენის შესაფასებლად. მხედველობაში უნდა ექონიოს, რომ ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ნიმუშში ყოველთვის არსებითად განსხვავდება მათი თვისებებისაგან ბუნებრივ პირობებში — მასივში. მასივში, როგორც წესი, ქანები გაცილებით არაერთგვაროვანია როგორც შედგენილობის მიხედვით, ასევე აღნაგობითა და ფიზიკური მდგომარეობით. აქ ისინი უფრო ანიზოტროპულია მექანიკური თვისებების მიხედვით. ეს განპირობებულია იმით, რომ ქანების მასივებს, ჩვეულებრივ, აქვთ შესუსტების ზედაპირები და ზონები. მასივები მნიშვნელოვნად და არათანაბრად დაანაპრალებული და გამოფიტული. მათში გაცილებით მკაფიოდაა გამოხატული ტექსტურული ნიშნები (შრეულობა, ფიქლოვნება, ზოლოვნება და ა. შ.), ამასთანავე ისინი ხშირად დარღვეულია ტექტონიკური დძვრებით და აქვთ სხვადასხვა დამაბული მდგომარეობა რაიონის გეოლოგიურ სტრუქტურაში მათი ადგილის მიხედვით.

ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური დახასიათებისა და შეფასებისათვის, განსაკუთრებით კი კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების შეფასებისათვის, გადამჭრელი მნიშვნელობა აქვს საველე გეოლოგიურ დაკვირვებასა და კვლევას, ქანების თვისებების მონაცემებს, რომლებიც მიღებულია საველე საცდელი სამუშაოების შედეგად. ამ კვლევის ჩატარებას საფუძვლად უდევს სტრუქტურულ-პეტროგრაფიული და სტრუქტურულ-ტექტონიკური მეთოდები. ეს იმას ნიშნავს, რომ, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ყურადღება მიექცეს ქანების შედგენილობისა და აღნაგობის შესწავლას (ცალკეული მინერალური კომპონენტების განაწილებას, შესუსტებული ზედაპირისა და ზონების ორიენტაციას, მთლიანობაში ქანის არაერთგვაროვნებასა და ანიზოტროპულობას).

ქანების შესწავლა, პირველ რიგში, ხდება საინჟინრო-გეოლოგიური ავეგმების, საძიებო და საცდელი სამუშაოებისა და სტაციონარული დაკვირვებების მსვლელობაში. ამ კვლევების მასალებს გადამწვეტი მნიშვნელობა აქვთ მოცემულ ტერიტორიაზე სხვადასხვაგვარი ნაგებობის მშენებლობის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შეფასებისათვის. ამაშია ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლის პირველი თავისებურება. ამ დროს ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიულ კვლევას აქვს არატოლფსოვანი მნიშვნელობა ქანების სხვადასხვა ჯგუფისათვის. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის ისინი საშუალებას გვაძლევენ, გავაფართოოთ მათი თვისებების დახასიათება, რამდენადმე დავაზუსტოთ ზოგიერთი საველე მონაცემი, მაგრამ მათზე დაყრდნობით არ შეიძლება ძირეულად შეიცვალოს ნაგებობის ადგილმდებარეობა, მშენებლობის პირობებისა და მდგრადობის საველე შეფასება.

კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევის მონაცემებს აქვს გარკვეული, მაგრამ ამავე დროს დაქვემდებარებული მნიშვნელობა კლდოვანი ქანებისაგან განსხვავებით. ნახევრად კლდოვანი ქანების მრავალი პეტროგრაფიული ჯგუფისათვის (არგილიტები, მერგელები, თიხოვანი კირკვები, ქვიშაქვები და ა. შ.) და აგრეთვე შეკავშირებული თიხების, ფხვიერი შეუკავშირებელი და განსაკუთრებული შედგენილობის ქანებისათვის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიულ კვლევას შეუდარებლად დიდი და ხშირად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. ყველა ამ გარემოებას საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების დროს ყოველთვის როდი ითვალისწინებენ. ეს შეადგენს მთელი სირთულით ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს თავისებურებას.

ქანების სიმტკიცის, მდგრადობის, დეფორმირებადობისა და წყალშეღწევადობის შესწავლისას საჭიროა გავითვალისწინოთ ქანების ანოზოტროპულობა, რომელიც გამოწვეულია შესუსტების ზედაპირებითა და ზონებით, განტვირთვისას ძაბვების შემცირებით, რასაც თან ახლავს განტვირთვის ზონებისა და დრეკადი უქუწნევის ნაპრალების წარმოქმნა. ამიტომ ქანების ეს ჩამოთვლილი თვისებები საჭიროა დახასიათდეს არა მარტო საშუალო მაჩვენებლებით, არამედ დირექტიულითაც, რომლებიც განისაზღვრება სახასიათო მაჩვენებლებით. ქანების თვისებათა ასეთი დირექტიული მაჩვენებლები ხშირად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც საანგარიშო. მათი დადგენისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის არა სტანდარტული, არამედ სპეციალური მეთოდებიც. მაგალითად, საძიებო

გამონამუშევრები და საცდელი უბნები სამშენებლო უბანზე უნდა განლაგდეს არა თანაბრად, არამედ გარკვეული მიმართულებით — ნაპრალების ტექტონიკური ზონების და შესუსტების და სხვა ზედაპირებისა და ზონების ორიენტაციის მიხედვით. საძიებო გამონამუშევრები უნდა იყოს არა მარტო ვერტიკალური, არამედ დამრეციც და ჰორიზონტალურიც. ქანების თვისებები საჭიროა შევისწავლოთ არა მარტო თანაბრად სიზრქის მთელ კრილში; არამედ გარკვეულ სიღრმეებზე, გარკვეული ზონების ფარგლებში და ა. შ.

სადაზვერვო, საცდელი და სხვა სამუშაოების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების გეგმა უნდა განისაზღვროს ნაგებობით გამოწვეული ძალების განაწილებისათვის და ქანის სიზრქეში შესუსტების ზედაპირებისა და ზონების განლაგებასა და ორიენტაციასთან დამოკიდებულებაში. ამ მეთოდური რეკომენდაციების შესრულება წარმოდგენილია რაიონის წინასწარი რეგიონალური შესწავლის გარეშე, ე. ი. საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვის წინასწარი ჩატარების გარეშე იმ მასშტაბით, რომელიც შეესატყვისება კვლევის სტადიასა და რაიონის გეოლოგიურ შესწავლილობას. ამაშია ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის ერთ-ერთი ძირითადი თავისებურება.

კლდოვანი ქანები თავისი თვისებებით არსებითად განსხვავდებიან ნახევრად კლდოვანი ქანებისაგან. ეს განსხვავება არა მარტო რაოდენობრივია, არამედ თვისობრივიც. ისინი ხასიათდებიან მაღალი სიმტკიცით, დრეკადობითა და აბსოლუტური და ფარდობითი დეფორმაციების სიმცირით. ისინი ირღვევიან მყიფედ, ერთბაშად მთლიანობის დაკარგვით. ჩვეულებრივ პირობებში დრეკად-ბლანტი და ბლანტი-პლასტიკური დეფორმაციები, ე. ი. დეფორმაციები, რომლებიც ვითარდებიან დროში, მათთვის დამახასიათებელი არაა. კლდოვან ქანებში ასეთი დეფორმაციები შეიძლება ვითარდებოდეს მხოლოდ განსაკუთრებულ პირობებში — დედამიწის ქერქში დიდ სიღრმეზე, ხანგრძლივი გეოლოგიური დროის განმავლობაში (პერიოდი, ეპოქა და ა. შ.). ამის გამო, ჩვეულებრივ პირობებში ისინი შეიძლება დახასიათდნენ მხოლოდ მყისიერი სიმტკიცით.

ნახევრად კლდოვან ქანებს აქვთ ნაკლები სიმტკიცე და დრეკადობა. მათ ახასიათებთ უფრო დიდი დეფორმირებადობა. მათი რღვევა მყიფე-პლასტიკური ან პლასტიკური ხასიათისაა. ჩვეულებრივ ატმოსფერულ პირობებში მათთვის დამახასიათებელია დეფორმაციების განვითარება დროში, მუდმივი დატვირთვის ზემოქმედების ქვეშ. ცოცხის დეფორმაციების განვითარების დრო თანაზომადია ქანების გამოცდის დროისა სავსე და ლაბორატორიულ პირობებში, აბევე თანაზომადია იგი ნაგებობის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ვადებისა. ასეთი

ქანებისათვის საჭიროა გავითვალისწინოთ არა მარტო მყისიერი სიმ-
ტკიცე, არამედ ხანგრძლივიც. ყველაფერი ეს გვიჩვენებს, რომ ნახევ-
რად კლდოვანი ქანებისათვის დამახასიათებელია რეოლოგიური თვი-
სებები, რომელთა შესწავლაც აუცილებელია.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი
ქანები პრინციპულად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, ვნახავთ რომ
მათი გაერთიანება კლდოვანი და სალი ქანების ჯგუფში სავსებით მცდ-
არია. ასეთი შეცდომა დაშვებულია მოქმედ ნორმებსა და წესებში
(ხს და V II ნ. 1—62), სხვადასხვა ავტორთა მრავალ სახელმძღვანელო-
სა და სამეცნიერო ნაშრომში.

მსხვილმარცვლოვანი, ქვიშოვანი და, განსაკუთრებით, თიხოვანი
ქანების თვისებების ბუნების გასაგებად უნდა გავითვალისწინოთ არა
მარტო მათი გეოლოგიურ-პეტროგრაფიული თავისებურებები, არამედ
ეს თვისებებიც, რომლებიც განპირობებულია დისპერსიულობით, რად-
განაც ეს ქანები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც მრავალფაზიანი გარ-
კვეული სისტემები, რომლებიც შედგება მინერალური ნაწილაკებისა-
გან, წყლისა და ჰაერის ან აირებისაგან. სისტემებს, რომლებიც შედ-
გება ორი ან მეტი ფაზისაგან, რომელთაგანაც ერთი ანდა რამდენიმე
ფაზაწილებულია მეორეში, ეწოდება დისპერსიული. მყარი ფაზის
დანაწილების ხარისხისაგან დამოკიდებულებით (დისპერსიის ხარის-
ხი) ისინი იყოფიან უხეშ დისპერსიებად (> 2 მკმ), წვრილ დისპერ-
სიებად (2-დან 0,1 მკმ), კოლოიდებად (0,1-დან 1 ნმ) და მოლეკულურ
სისტემებად (1 ნმ). დისპერსიულობის ხარისხის ცვლილებასთან ერ-
თად იცვლება დისპერსიულ სისტემათა თვისებები.

თუ შევადარებთ სხვადასხვა დისპერსიული სისტემის თვისებებს,
შეიძლება შევნიშნოთ, რომ უხეში დისპერსიები მნიშვნელოვნად გან-
სხვავდებიან წვრილი დისპერსიებისა და კოლოიდებისაგან. ასეთი დის-
პერსიები და კოლოიდები ხასიათდება მრავალი საერთო თვისებით,
ამიტომ ისინი შეიძლება განვიხილოთ ერთად, როგორც ქანის წვრილ-
დისპერსიული ნაწილი. თიხოვანი და მონატეხი ქანების ამ ნაწილს აქვს
განსაკუთრებული მინერალური შედგენილობა, რომელიც განსაზღვ-
რავს მის მაღალ დისპერსიულობას და საკმაოდ დიდ კუთრ ზედაპირს.
ამის შესაბამისად, ის ხასიათდება დიდი ზედაპირული ენერგიით მყა-
რი და თხევადი ფაზების გაყოფის საზღვარზე და დიდი ფიზიკურ-ქი-
მიური აქტიურობით წყალთან ურთიერთქმედებისას.

წვრილდისპერსიული ნაწილაკების გაზრდილი შემცველობა ქანი-
ში განსაზღვრავს მათ „თიხოვან“ თვისებებს და პრინციპულად განასხ-
ვავებს ქვიშოვანი და სხვა მონატეხი ქანებისაგან. ეს განსხვავება გან-

საკუთრებით კარგად შელავნდება შთანთქმის უნარში, ე. ა. სხვადასხვა მყარ, თხევად და აირისებრ ნივთიერებათა იონების, მოლეკულულებისა და კოლოიდური ნაწილაკების შთანთქმაში გარემოდან. ამიტომ ფხვნილი შეუკავშირებელი ქვიშოვანი და სხვა მონატეხი ქანებისა და რბილი შეკავშირებული თიხოვანი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებში შესწავლისას პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს მათ დისპერსიულობის ხარისხსა და წერილდისპერსიული ნაწილის მინერალური შედგენილობის განსაზღვრას. ხოლო თიხოვანი ქანებისათვის, აგრეთვე, კოლოიდურ-ქიმიური თვისებების (შთანთქმის ტევადობის, მიმოცვლათი იონების შედგენილობის, კოლოიდური აქტიურობისა და სხვ.) განსაზღვრას. ამაში მდგომარეობს ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ძირითადი თავისებურება.

რაც უფრო პატარაა მასივი, ანდა ქანის ნიმუში, მით უფრო ნაკლები დეფექტები შეიძლება ჰქონდეს მას. ამიტომ მცირე სიდიდის ნიმუშების გამოცდის მონაცემები ხშირად უფრო კარგია, ვიდრე დიდი ზომის ნიმუშებისა. ამ შემთხვევაში მნიშვნელობა ენიჭება მასშტაბურ ფაქტორს. მისი გათვალისწინება აუცილებელია ქანების ნებისმიერი თვისებების შესწავლის დროს, მაგრამ კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების შესწავლისას ის უფრო ძლიერად ვლინდება, რადგანაც ეს ქანები უფრო ჰეტეროგენულია სხვადასხვა დეფექტების, შესუსტების ზედაპირებისა და ზონების განლაგების თვალსაზრისით. ამაში მდგომარეობს ქანების თვისებათა შესწავლის კიდევ ერთი თავისებურება. მაგრამ მასივის, გამონამუშევრის გამოსაკვლევი ინტერვალისა ან ნიმუშის ზომების შემცირება გამოცდის შედეგებში ყოველთვის როდი იძლევა მაღალ მაჩვენებლებს. შეიძლება პირიქითაც მოხდეს. ასე, მაგალითად, თუ პატარა ნიმუში მთლიანად გამოჭრილია ქანის შესუსტების ან ჩაშლის ზონიდან, ან კიდევ თუ ჰაბურღილის გამოცდისათვის განკუთვნილი მოკლე ინტერვალი მოექცევა ქანების განსაკუთრებულად ტენიან ან ნაპრალოვან ზონაში, მაშინ გამოცდის შედეგების მიხედვით ქანების თვისებათა შეფასება დაქვეითებულად გამოვა.

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლისას საჭიროა დავასანიათოთ მათი შედგენილობა, ე. ი. ბუნებრივი ტექტურის აშლის ხარისხი და ბუნებრივი ტენიანობის ცვლილება. აგებულება შეიძლება იყოს ბუნებრივი ანდა აშლილი. ბუნებრივი აგებულებისას ქანში შენარჩუნებულია შემადგენელი კომპონენტების ბუნებრივი ურთიერთგანლაგება — მისი ტექსტურა, რომელიც წარმოქმნილია ქანის ფორმირების პროცესში. ქანის ბუნებრივ აგებულებასთან განუყრელადაა

დაკავშირებული მისი ფიზიკურა მდგომარეობა — კომპონენტების ბუნებრივი ურთიერთგანლაგების — ტექსტურის აშლა. შესაბამისად იცვლება ფიზიკური მდგომარეობაც.

ქანი შეიძლება იყოს გაქყლეთილი, აზელილი ანდა დამტკრეული ცალკეულ ლოდებად, ნაჭრებად, ნატეხებად, რომლებიც უწესრიგოდაა არეული ერთმანეთში და ამავე ქანის ფხვიერ ქვიშათიხოვან მასაში. ქანების ასეთი ცვლილება შეიძლება გამოწვეულ იქნეს მექანიკური (სამთო გამონამუშევრების გაყვანით, ქაბურღილების ბურღვით, მეწყერული მოვლენებით და ა. შ.), ფიზიკური (გაყინვითა და გაღობით, გამოშრობით, ინტენსიური გატენიანებით და ა. შ.) ანდა ქიმიური (ქიმიური გამოფიტვით, ინტენსიური გამოტუტვით და ა. შ.) ფაქტორებით.

თუ გათვალისწინებულია ქანის გამოყენება ამა თუ იმ ნაგებობის ბუნებრივ ფუძედ ან გარემოდ, მისი თვისებები უნდა შევისწავლოთ ბუნებრივი აგებულებისა და ტენიანობის პირობებში (მონოლითებში), ხოლო თუ იგი გამოიყენება როგორც სამშენებლო მასალა მიწაყრილების, ჭებირების, მიწის კაშხალების ამოსაყვანად, მაშინ მისი თვისებები შეისწავლება დაშლილი ქანის ნიმუშებზე, მაგრამ იმ ტენიანობისას, რომელიც ახლოსაა ბუნებრივთან ან მოცემულთან, რადგანაც გამოშრობისას ქანის ზოგიერთი თვისების ცვლილება შეუქცევადია ზასიათისაა.

ყოველთვის არ ხერხდება ქანების თვისებების გამოხატვა რაოდენობრივი მახასიათებლებით. ამიტომ შედგენილობის, მდგომარეობისა და თვისებების დასახასიათებლად ფართოდ გამოიყენება აღწერილობითი ხერხები, შედარებითი მაჩვენებლები და სხვადასხვაგვარი არაპირდაპირი მეთოდები. დაბოლოს, ზოგჯერ აწარმოებენ მსხვილმასშტაბიან ცდებს, მაგალითად, ქანების დიდი ბლოკების საცდელ დაჭერებს, რომლებიც სრულდება საწარმოო პირობებში (სამშენებლო ქვაბურებში, სამთო გამონამუშევრებში) და, აგრეთვე, იყენებენ მრღე-ლირების სხვადასხვა ხერხსა და სტაციონალურ დაკვირვებებს.

სხვადასხვა საინჟინრო-გეოლოგიური ამოცანის გადაწყვეტისას, რომელიც დაკავშირებულია ნაგებობათა დაპროექტებასა და მშენებლობასთან, სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავებასა და მელიორაციული სამუშაოების ჩატარებასთან, ზოგადი ცნობების გარდა ქანების შესახებ განლაგების ფორმა და პირობები, დაძაბული მდგომარეობა, ქანის მასივის საერთო აღნაგობა, რომელიც გამოხატავს მის არაერთგვაროვნებას და ანიზოტროპულობას, შესუსტების ზონებისა და ზედაპირების, განტვირთვის, გამოფიტვისა და ნაპრალოვნების

ზონების განლაგებასა და ორენტაციას, ფრად საყურადღებოა შემდეგი მახასიათებლები:

1. ნივთიერი შედგენილობა (მინერალური, გრანულომეტრული, ქიმიური);

2. აღნაგობის თავისებურება (სტრუქტურა, ტექსტურა და აგებულება);

3. ფიზიკური თვისებები (კუთრი და მოცულობითი წონა, ფორმანობა, ტენიანობა, თიხოვანი ქანებისათვის — კონსისტენცია, ფარობითი სიმკვრივე) ქვიშოვანი ქანებისათვის;

4. წყლოვანი თვისებები (წყალმდეგობა, ტენტევალობა და წყალტევალობა, კაპილარობა და წყალშელწვევალობა);

5. მექანიკური თვისებები (სიმტკიცე კუმშვაზე და გაწყვეტაზე, წინაღობა ხლეჩაზე და ძვრაზე, საერთო დეფორმირებალობა, კუმშვალობა და დაჯდომადობა, ცოცვალობა და ხანგრძლივი სიმტკიცე);

6. სპეციალური დანიშნულების (სიმაგრე, სისალე, ცვეთა, აბრაზიულობა, წინაღობა ჭრაზე, ფხეიერადობა, ყინვაგამძლეობა).

ქანების ყველა ამ თვისების შესასწავლად იყენებენ საველე დალაბორატორიულ კვლევის სხვადასხვაგვარ მეთოდს, ხელსაწყოებსა და დანადგარებს. მოცემული სახელმძღვანელო იფარგლება მხოლოდ ლაბორატორიული მეთოდების აღწერით.

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა მხოლოდ მაშინაა სრულყოფილი, როდესაც იგი კომპლექსურია, ე. ი. როდესაც მას თან ახლავს პეტროგრაფიული თავისებურების სრული შესწავლა. მონაცემებს ქანების თვისებების შესახებ, პეტროგრაფიული ცნობების გარეშე, გაცილებით ნაკლები მნიშვნელობა აქვთ, ისინი არასრულყოფილია და ნაკლებად საიმედო. საყურადღებოა ისიც, რომ საბასუხსაგებო დანკვნები და ქანების თვისებების შეფასება არ შეიძლება დაყრდნოს ერთეულ განსაზღვრებებს. ამისათვის საჭიროა განსაზღვრების მინიმალურად აუცილებელი რიცხვი, რომელიც უზრუნველყოფს ქანების თვისებათა დასაბუთებულ საშუალო — განზოგადებულ და დირექციულ მახასიათებელთა მიღებას, აგრეთვე იმ მაჩვენებელთა მიღებას, რომლებიც გვიჩვენებენ ქანების არაერთგვაროვნებისა და ცვალებადობის ხარისხს. ასეთმა მაჩვენებლებმა უნდა უზრუნველყოს ხანჭინრო გამოთვლების და გადაწყვეტათა საიმედოობა. განსაზღვრათა რიცხვი ისეთი უნდა იქნეს, რომ შესაძლებელი იყოს მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენება კვლევის შედეგების და მუშავებისა და ანალიზისათვის.

ქანების სინჯების აღება მათი ნივთიერი შედგენილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესასწავლად

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიულად შესწავლა იყოფა ორ დამოუკიდებელ ნაწილად. პირველი მდგომარეობს ქანების სინჯების აუცილებელი ჩაოდენობის აღებაში ბუნებრივი გაშიშვლებებიდან, სამთო გამონამუშევრებიდან და ბურღილებიდან საველე სამუშაოების ჩატარების პროცესში; მეორე მდგომარეობს აღებული სინჯების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების საკუთრივ ლაბორატორიულ კვლევაში.

სინჯების აღებას ანდა, როგორც ამბობენ, ქანების დასინჯვას აწარმოებენ როგორც საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვის დროს, ასევე საღაზვერვო და საცდელი სამუშაოების დროს საინჟინრო ძიების თითოეულ სტადიაში. დასინჯვის დეტალურობა იზრდება საინჟინრო-გეოლოგიური ძიების დეტალურობის ზრდასთან ერთად. მეთოდის, დასინჯვის ტექნიკისა და ამისათვის გამოსაყენებელი მოწყობილობის აღწერა მოცემულია საინჟინრო-გეოლოგიის კურსის შესაბამის ნაწილში, ნებისმიერი საველე სამუშაოების აღწერისას და, მათ შორის საველე საცდელი სამუშაოებისა, რომლებიც სრულდება ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების საველე მეთოდებით შესწავლის დროს. აქვე დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს იმასაც, რომ ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიულ კვლევათა მონაცემების უტყუარობა და საიმედოობა ბევრად არის დამოკიდებული სინჯების აღების ხერხზე, სინჯების შეფუთვაზე, ტრანსპორტირებასა და შენახვაზე.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, გადასაწყვეტი პრაქტიკული ამოცანებისაგან დამოკიდებულებით, ქანების ნიმუშები შეიძლება ავიღოთ ან მონოლითების, ე. ი. ბუნებრივი აგებულებისა და ტენიანობის ნიმუშების სახით (დამზრალი ქანისა და მშრალ მდგომარეობაში), ან გარკვეული წონისა და მოცულობის დაშლილი ნიმუშების სახით. ქანის სინჯის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების სრული კომპლექსის განსაზღვრისათვის იგი უნდა შედგებოდეს ორი ან სამი მონოლითისაგან. რეკომენდებულია სხვადასხვა ტიპის ქანების მონოლითების შემდეგი ზომები: კლდოვანი და ნახევარკლდოვანი ქანებიდან 25X25X25 სმ-დან 30X30X30 სმ-მდე; კენჭნარისა და ლორღისაგან 25X25X25 სმ-დან 30X30X30 სმ-მდე; ხრეშისა და ხეივანისაგან 20X20X20 სმ-დან 25X25X25 სმ-მდე; ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანებისაგან 15X15X15 სმ-დან 20X20X20 სმ-მდე.

1 მონოლითებს შეიძლება ჰქონდეს კუბის, პარალელპიპედის, კერ-
ნის მონაკერის ფორმა (დიამეტრით არანაკლებ 80 მმ, საერთო სიგრ-
ძით 1,2—1,5 მ). უნდა წარმოადგენდეს არა სწორი ფორმის შტუცერს,
მაგრამ არანაკლებ ზემოთ აღნიშნული ზომისა: ღია გამონამუშევრებ-
ში (შურფებში, ქვაბურებში და სხვ.) მათ იღებენ გაწმენდილი სანგ-
რევიდან ანდა კედლებიდან, ჭაბურღილებში გაწმენდილი სანგრევიდან,
სასწრაფოდ და გულმოდგინედ გაპარაფინავენ და აღნიშნავენ მათ
ორიენტაციას (ზედა, ქვედა).

მონოლითების აღების ხერხმა ღია გამონამუშევრებსა და ბურღი-
ლებში უნდა უზრუნველყოს ბუნებრივი აგებულება და ტენიანობის
შენარჩუნება. მათი აღებისას, განსაკუთრებით კი თიხოვან და ქვიშო-
ვან ქანებში, ერთდროულად იღებენ ნიმუშებს და ბუნებრივი ტენიან-
ობის აგზავნიან ლაბორატორიაში.

მონოლითების გაპარაფინვისათვის რეკომენდებულია შემდეგი
თანამიმდევრობა: მონოლითს ფარავენ პარაფინის თხელი ფენით.
რასაც ახორციელებენ 57—60°C ტემპერატურაზე გამდნარ პარაფინში
მონოლითის სწრაფი ჩაშვებით, და მკიდროდ ახვევენ დოლბანდს, რო-
მელიც წინასწარ გაელენთილია პარაფინით. შემდეგ კვლავ ფარავენ
პარაფინით და მკიდროდ ახვევენ დოლბანდის მეორე ფენას, რომე-
ლიც, აგრეთვე, წინასწარ არის გაელენთილი პარაფინით; ბოლოს კი
კვლავ ფარავენ პარაფინის ფენით და ასეთ მდგომარეობაში მონოლი-
თებს აგზავნიან ლაბორატორიაში.

მონოლითებს, რომლებიც კერ ინარჩუნებენ ბუნებრივ აგებულე-
ბას ხისტი ტარის გარეშე, გამონამუშევრებიდან იღებენ მჭრელი რგო-
ლით, ხოლო ჭაბურღილებიდან — გრუნტმზიდით, რომელიც სპეცია-
ლური მასრებითაა აღჭურვილი. ასეთი მონოლითების დიამეტრი არ
უნდა აღემატებოდეს 80 მმ, ხოლო მათმა საერთო სიგრძემ უნდა უზ-
რუნველყოს ნიმუშის აუცილებელი მოცულობა. მონოლითები, რომ-
ლებიც აღებულია ხისტი ტარაში, მასშივე იპარაფინება; ამ დროს მის
გახსნილ ბოლოებს გაპარაფინვის შემდეგ ხურავენ რეზინის საფენიან
ხისტი ხუფებით.

დაშლილი ქანების სინჯებს იღებენ ტარაში, რომელიც უზრუნ-
ველყოფს წვრილი ნაწილაკების შენახვას (მკიდრო ქსოვილის, პოლი-
ეთალენის, მკიდრო წყალგამძლე ქაღალდის პარკები). ასეთი ნიმუშე-
ბის მოცულობა თიხოვანი და ქვიშოვანი ქანებისათვის უნდა იყოს
600-დან 1000 სმ³-მდე (1—1,5 კგ), ღორღისა და ხრეშისათვის —
1000-დან 2000 სმ³-მდე (1,5—3 კგ), ხოლო კენჭარისა და ღორღისა-
თვის კი — 2000-დან 3000 სმ³ (3—4 კგ).

ბუნებრივი ანდა დაშლილი ქანის თითოეულ ნიმუშს თან უნდა

ახლდეს ეტიკეტი, რომელშიც მოცემული უნდა იყოს შემდეგი ცნობები.

- ა) ორგანიზაციის დასახელება, ექსპედიცია ანდა პარტია;
- ბ) სინჯის ნომერი;
- გ) სინჯის ალების ადგილი;
- დ) სინჯის ალების სიღრმე;
- ე) ქანის დასახელება საველე განსაზღვრის მიხედვით;
- ვ) ნიმუშის ამლების ხელის მოწერა;
- ზ) სინჯის ალების თარიღი.

ტრანსპორტირებისათვის სინჯებს აწყობენ მაგარ ყუთებში, რომელთა საერთო წონა არ უნდა აღემატებოდეს 30—40 კგ. ბუნებრივი აგებულებისა და ტენიანობის ნიმუშებს აწყობენ ტენიან ნახერხში, ბურბუშელაში, ჩალაში ანდა სხვა რბილ მასალაში, რათა ისინი დიაცივან დაშლისა და გაშრობისაგან. ასეთი ნიმუშების შენახვა სასურველია მსუფთო შენობებში, სადაც ფარდობითი ტენიანობა 70—80%-ზე ნაკლები არ არის, ხოლო ტემპერატურა არ სცილდება ფარგლებს $+1—2^{\circ}\text{C}$ -დან $+18—20^{\circ}\text{C}$ -მდე. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი, აგრეთვე, დაბალტენიანი ქვიშაქვიანი და თიხოვანი გაპარაფინული ქანების შენახვის დრო არ უნდა აღემატებოდეს ალების დღიდან თვენახევარს, ხოლო დანარჩენისა კი — ერთ თვეს, გარდა ზოგიერთი ლამებისა და ტორფის სინჯებისა, რომელთა გამოკვლევა უნდა მოხდეს რაც შეიძლება მოკლე ვადებში, რადგან მათი თვისებები ძალიან სწრაფად და შეუქცევად იცვლება.

ქანების სინჯების აღება, შეფუთვა, შენახვა და ტრანსპორტირება, მათი თვისებების განსაზღვრა ყველა სახის ნაგებობათა მშენებლობისას რეგლამენტირებულია ГОСТ 12071—66-ით.

ქანის ყოველი სინჯი, რომელიც მოდის ლაბორატორიაში ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრისათვის, რეგისტრირებული უნდა იყოს სპეც. ჟურნალში (ცხრ. 1—2), ხოლო გამოცდის საბოლოო შედეგები უნდა ჩაიწეროს კრებისით ცხრილში და პერფორირატზე (იხ. დანართი 3 და 4).

§ 5

ქანების ნივთიერი შეღავანილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული შესწავლის თანამიმდევრობის სქემა

ნებისმიერი ქანის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევას საკურონო წინ უსწრებდეს მისი დეტალური მაკროსკოპული შესწავლა და აღწერა, რომელთაც თან უნდა ახლდეს განსაზღვრის უბრალო სტრ-

ხები და მეთოდები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ქანის შედგენილობა, აღნაგობა (სტრუქტურული და ტექსტურული თავისებურებანი), ფიზიკური მდგომარეობა და თვისებები. ქანების მაკროსკოპული შესწავლის შემდეგ იწყება სინჯების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული შესწავლა სხვადასხვა სპეციალური მეთოდების გამოყენებით.

გადასაწყვეტი ამოცანებისა და ტექნიკური შესაძლებლობებისაგან დამოკიდებულებით კვლევის პროგრამაში შეიძლება შევიდეს თვისებათა სრული კომპლექსის შესწავლა (ნივთიერი შედგენილობა და აღნაგობა, ფიზიკური, წყლოვანი და მექანიკური თვისებები) ანდა მათი კვლევა წარმოებდეს შეკვეცილი პროგრამით, ასე, მაგალითად, შევისწავლოთ მხოლოდ ნივთიერი შედგენილობა, აღნაგობა და ფიზიკური თვისებები. ყოველ შემთხვევაში, უპირველეს ყოვლისა უნდა გექონდეს სრული წარმოდგენა ქანზე, ე. ი. მის ნივთიერ შედგენილობაზე, აღნაგობაზე და ფიზიკურ მდგომარეობაზე, რომლებიც მისი წარმოშობის პირობებისა და ისტორიის კანონზომიერი შედეგია. ქანების ფორმირების თავისებურებით განისაზღვრება მისი თვისებების ბუნება. ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს, გავაკეთოთ ქანების თვისებების პროგნოზი, სწორად განვსაზღვროთ შესწავლის მეთოდიკა და აუმაღლოთ შეფასებათა საიმედოობა.

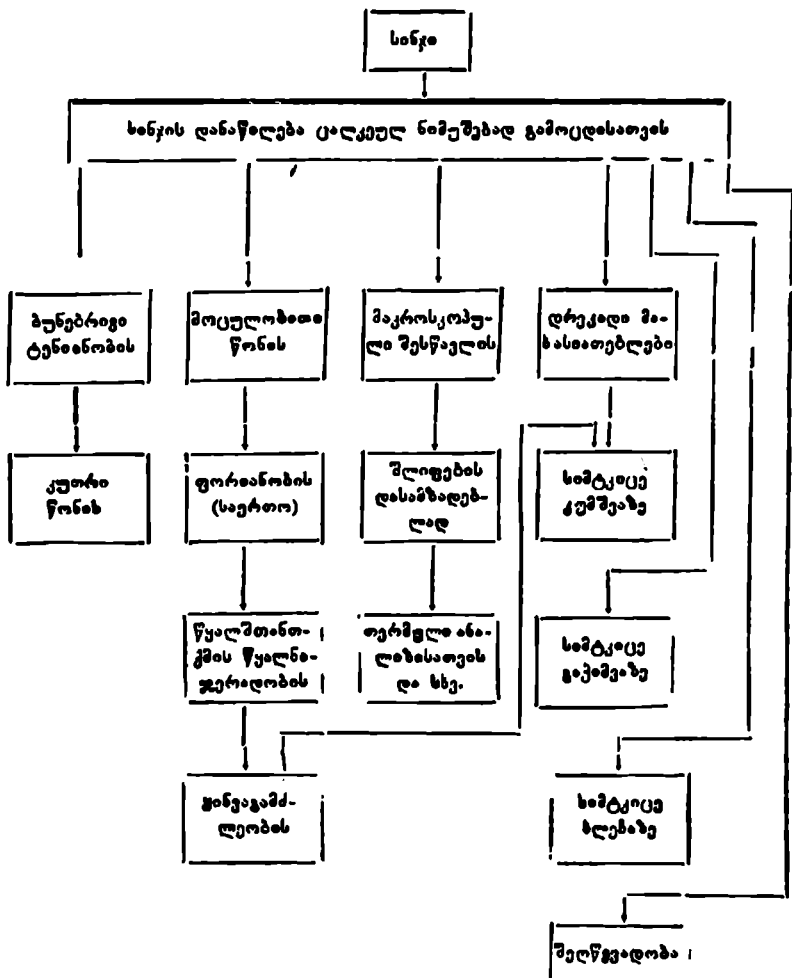
კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების შესწავლის თანამიმდევრობის რაციონალური სქემა შემდეგნაირია (ნახ. 1—1):

1. ლაბორატორიაში მოტანილ სინჯს ატარებენ რეგისტრაციაში (იხ. ცხრ. 1—2), ათავისუფლებენ პარაფინისაგან და ყოფენ ცალკეულ ნიმუშებად. გამოსაცდელ ნიმუშებს გამოზურღავენ, გამოხერხავენ, გამოტეხავენ ანდა, იშვიათად გამოჭრიან სინჯიდან. დაახლოებით მი-

ცხრილი 1—2

ლაბორატორიაში შემოსული ქანების ნიმუშების რეგისტრაციის ურჩალო

| ლაბორატორიული ნიმუში | სინჯის მიღების თარიღი | სინჯის აღების ადგილი | გამონამუშევრის, კაბურღლის, გაშიშვლების ნომერი | სინჯის აღების სიღრმე, მ | ქანის საველე დასახელება | ქანის აგებულება | შეფუთვის სახე | ლაბორატორიული განსაზღვრის დასახელება | ლაბორატორიული გამოცდის დამოყენების თარიღი | შენიშვნა | ხელმოწერა შეღებვის მიწების შესახებ |
|----------------------|-----------------------|----------------------|---|-------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|--------------------------------------|---|----------|------------------------------------|
| | | | | | | | | | | | |



ნახ. I—1. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ნივთიერი შედგენილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის თანამიმდევრობის სქემა.

თითველზე ქანის ნიმუშის ასეთი გამოცდებისათვის საჭირო აგებული-ბის, ფორმის, ზომების, წონისა და რაოდენობის შესახებ მოცემულია I—3 ცხრილში.

2. სინჯის დამუშავებისას, პირველ რიგში, სხვადასხვა ადგილი-დან იღებენ ქანის ორ-სამ ნატეხს ბუნებრივი ტენიანობის განსაზღვ-

ქანის ნიმუშის აგებულება, ფორმა, წონა ანდა ზომა, მათი შედგენილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევებისათვის

| მ. ჩვენებლები | ქანები | ქანის აგებულება და ტენიანობა ნიმუში | ნიმუშის ფორმა | ნიმუშის წონა ან ზომა | ფუნქციონირება |
|--|--|--|---------------|--|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| შედგენილობა და აგებულება მინერალური შედგენილობა | კლდეანი, ნახევრად-კლდეოვანი და შეკეპირებული-თიხიანი (წეროლდისკერ-საული ნაწილი) ქვიშები და სხვა მინა-ტები | ბუნებრივი ნებასმეერი აშლილი ნებასმეერი | ნებასმეერი | 200-300 გ 100-200 გ 100-200 გ 100-200 გ | 2-3 1-2 1-2 1-2 |
| წყალში სხნადი მარილების შემცველობა. | თიხიანი და ზოგეითი ნახევრად კლდეოვანი | ნებასმეერი | | 100-200 გ | 1-2 |
| ორგანული ნაფიქრება შემცველობა | მეტწიდად თიხიანი | | | 100-200 გ | 1-2 |
| შთანთქმის ტენციულობა და ტყვითი თიხის შედგენილობა | იგივე | | | 100-200 გ | 1-3 |

ცხრილი 1-3 (გაგრძელება)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|---|-----------------------------------|-------------------------|-----|
| განედლომტ- რიული შეღწე- ლობა | ბრეშინი და სხვა უფ- რო უხეშპარცელოვანი | აშლილი | | 600-3000 სკვ | 1 |
| ფიბრაული თვის- ბეზი | ქვიშები | - | | 200-600 სკვ | -1 |
| ტენიანობა და ბუნებრივი ტენიანობა | თიხიანი | ბუნებრივი | | 50-200 სკვ | 1 |
| მოკულობითი წონა | ყველა ქანი | ტენიანობა ბუნებრივი, იგებულულება ნებისმიერი | | 20-50 გ | 1 |
| კუთრი წონა ფორიანობა | ყველა ქანი | ბუნებრივი | არასწორი ფორმა, კუბი, ცილინდრი | 1000 სკვ-მდე | 1 |
| ლა ფორიანობა | მკერი და ფხვიერი ქვიშები და სხვ. ფხვიერი მონატეხი ქა- ნები | აშლილი, შრალი, სერ- ზე გამშრალი | ნებისმიერი | 200-3000 სკვ | 1 |
| კუთრი წონა ფორიანობა | ყველა ქანი | აშლილი განისაზღვრება | - | 200-50 გ | 1 |
| ლა ფორიანობა | ქვიშები და ზოგიერთი სხვა ქანი | იგებულულება ნებისმიერი, ამოცანასაგან დამოკიდე- ბულუებით | ნებისმიერი ანდა კუბი, ცილინდრი | 500 გ-მდე ან 5X5X5სმ | 1-3 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|---|----------------|---|-----|
| პლასტკურობის ზღვარი | თიხოვანი | აგებულება ნებისმიერი, ტენიანობა ბუნებრივი | ნებისმიერი | 300—500 გ | 1 |
| წებოვნება | | იგივე | | 200—300 გ | 1-3 |
| წყლიანობის თვისებები დახვედრება | | ბუნებრივი | კუბი, ცილინდრი | 5X5X5 სმ | 1-3 |
| გაიჩივება | | | იგივე | ფიამერტი 50—70 გმ სიმაღლე 15—20 გმ 5X5X5 სმ | 1-3 |
| ჩაქდობა | | ბუნებრივი ან აშლილი, ამოცანისაგან დამოკიდებული | | | 1-3 |
| ხრული ტანბე- ვალი | ზ | განისაზღვრება გამოთვლით | | | |
| ხრული წყალბე- ვალი | ქვიშები ანდა სხვა ფხვი- ერი მონატები | დაშლილი | ნებისმიერი | 200—300 სმ | 1 |
| წყალმოაწეობა | კლდოვანი და ნახევარდ კლდოვანი | ბუნებრივი | კუბი, ცილინდრი | 5X5X3 სმ | 3-5 |
| მაქისალური ში- ლაქაუღარი ტენ- ტევალი | თიხოვანი ქანები და წმინდა და წერილმარტე- ლოვანი ქვიშები | დაშლილი | ნებისმიერი | 300 გ | 1-3 |
| მაქისალური მო- ლიქაუღარი | ქვიშები და სხვა უხეშ- მარცვლოვანი | | | | |
| წყალტევადი- ბა | | | | 500—1000 გ | 1 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--|-------------------------------|--|-----|
| წყობილობები | ქვიშები და სხვა უხეშ- მიონტაჟიანი | დაშლილი შეიძლება ბუ- ნებრივად | განსაზღვრება გამოთვლით | 1000 გ-მდე | |
| კაბინარული აწვეა | ქვიშები და ნაწილობ- რივ თიხიანი | დაშლილი ან ბუნებრივი ბუნებრივი | ნებისმიერი ანდა ცი- ლინდრი | 500-2000 სმ ³ და მ ციხი 50-70 მმ | |
| წყალშლურად ხ | ქვიშიანი თიხიანი | დაშლილი ან ბუნებრივი ბუნებრივი | ნებისმიერი ცილინდრი | სიმაღლე 15-20 მმ დიამეტრი 35-50 მმ | |
| შეღ.მ.კ. დობა | კლდოვანი, ნახევრად- კლდოვანი, თიხოვანი | | კუბი, ცილინდრი | 5X5X5 სმ 10X10X10 სმ | 3-5 |
| მკანკარი ფეხბეჭები ხორკოც კუშუბე | კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი | | კუბი, ცილინდრი, პრიზმა | 50-70 მმ დიამეტრი 50-70 მმ, | 3-5 |
| სიმაკრი სტეხი | კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი | | კუბი, ცილინდრი, პრიზმა | 5X5X5-10X10X10 სმ | 1-3 |
| სიმაკრი გაბეჭები | კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი | | ცილინდრი, პრიზმა | | |
| ღრვედი მახა- სიათბლუხები | კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი | ბუნებრივი ან აშლილი დამოკიდებულება ამოკა- ნაზე | კუბი, ცილინდრი, პრიზმა | | |
| კომპარტული ფეხბეჭები | თიხოვანი, ქვიშიანი | | ცილინდრი | ფეხბეჭები 50-70 მმ სიმაღლე 15-20 სმ | |

| სტრიალი 1-3 (გაგრძელება) | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------|--|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| წინააღმდეგობა ძერაზუა... | თიხოვანი, ქვიშნარი | ფიფე | | ლიპეტრი 50-70 მმ სიმაღლე 15-20 სმ | 3-5 |
| ბუნებრივი ფერ- ლის კუთხე | ქვიშები და სხვა უხეშ- მინატუროვანი | იშლილი | წებისმიერი | 1000-2000 სმმ | |
| პენტრაკოსის წინააღმდეგობა | თიხოვანი, ქვიშანი | ბუნებრივი ანდა აშლილი | ცილინდრი, კუბი | ლიპეტრი 50-70 მმ სიმაღლე 40-50 მმ | |

* განისაზღვრება გაჭერების შეთოლით

** განისაზღვრება პიტის შეთოლით

*** განისაზღვრება მაღალ სევეტთა შეთოლით

**** განისაზღვრება სტაბილიზატორზე გამოცდით

რისათვის. შემდეგში ეს ნატეხები იმსხვრევა და მათ მიხედვით ზღება ქანის კუთრი წონის განსაზღვრა.

3. ამავე დროს კუბური, ცილინდრული ანდა არასწორი ფორმის ნიმუშების მიხედვით აწარმოებენ ქანის მოცულობითი წონის განსაზღვრას. ამის შემდეგ იგივე ნიმუშებს იყენებენ ფორიანობის განსაზღვრისათვის გაჭერების მეთოდით, აგრეთვე მისი წყალშთანთქმის, წყალნაჭერობისა და ყინვაგამძლეობის განსაზღვრისათვის.

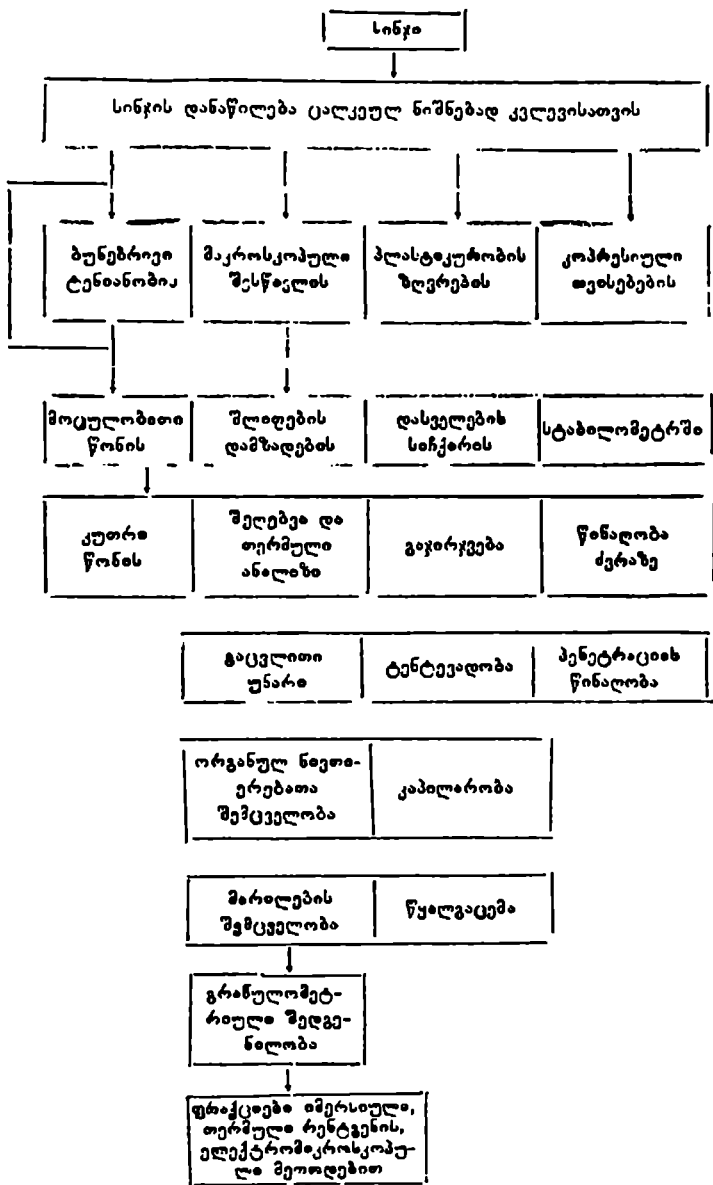
4. ბუნებრივი ტენიანობისა და მოცულობითი წონის განსაზღვრის პარალელურად აწარმოებენ ქანის მაკროსკოპულ შესწავლას და აღწერას, იღებენ მონატეხებს შლიფების დასამზადებლად, თერმული (კარბონატული და თიხიანი ქანებისათვის) ანდა სხვა სპეციალური ანალიზებისათვის ნივთიერი შედგენილობისა და აგებულების შესასწავლად. ამა თუ იმ ფორმის დანარჩენი ნიმუშები გამოიყენება მშრალ და წყლით გაჭერებულ მდგომარეობაში შეღწევადობის, დრეკადი თვისებების (დინამიკური და სტატიკური მეთოდებით). კუმშვაზე, გაჭიმვაზე და ხლეჩაზე სიმტკიცის განსასაზღვრავად. დრეკადი მახასიათებლები დინამიკური მეთოდებით განისაზღვრება იმ ნიმუშებზე, რომლებიც განკოონილა კუმშვაზე, ღუნვაზე და ხლეჩაზე ქანის სიმტკიცის განსასაზღვრავად, ხოლო სტატიკური მეთოდებით ქანების ნიმუშებზე, რომლებიც განკუთვნილია სიმტკიცის განსაზღვრისათვის კუმშვაზე. ზემოთ ჩამოთვლილი თვისებების განსაზღვრისათვის განკუთვნილი ნიმუშები სინჯიდან მათი გამოჭრის ან გამობურღვის შემდეგ ინახება ექსიკატორში.

5. სინჯის ნარჩენებიდან საზღვრავენ ცვეთალობას, აბრაზიულობასა და ქანების სხვა სპეციალურ მახასიათებლებს.

ჭეიშოვანი და ფხვიერი მონატეხი ქანებისა და თიხოვანი ქანების შესწავლის სქემა რამდენადმე განსხვავდება კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების შესწავლის სქემისაგან (იხ. ნახ. 1—2).

1. სინჯის რეგისტრაციას ახდენენ ლაბორატორიულ ეურნალში, ანთავისუფლებენ პარაფინისაგან და მისგან ჰრიან ცალკეულ ნიმუშებს სხვადასხვა თვისების შესასწავლად (იხ. ცხრილი 1—2). ნიმუშთა უმრავლესობა მეტწილად იჭრება მკრელი რგოლის მეთოდით (თავი 111, § 5) ქანების გამოსაცდელად ძვრაზე, კომპრესიაზე, გაჭირავებაზე, დალობაზე და სხვ.

2. სინჯის დამუშავების პროცესში ცალკეულ ნიმუშებზე დაუყოვნებლივ საზღვრავენ ქანის მოცულობით წონისა და ბუნებრივ ტენიანობის



ნახ. 1. 2. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქვების ნივთიერი შედგენილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის თანამიმდევრობის სქემა.

ნიანობას. შემდეგ ამავე ნიმუშებიდან იღებენ წონაკს კუთრი წონის განსაზღვრისათვის. ქვიშოვანი და სხვა ფხვიერი ქანების მონოლითებს, რომლებიც ხისტი ტარის გარეშე არ ინარჩუნებენ ბუნებრივ აღნაგობას, ფრთხილად აცილებენ პარათინს, წონიან და საზღვრავენ მათ მოცულობით წონას.

3. ტენიანობისა და მოცულობითი წონის განსაზღვრის პარალელურად აწარმოებენ ქანის მაკროსკოპულ შესწავლასა და აღწერას, იღებენ თიხოვანი ქანების ნატეხებს შლიფების დასამზადებლად, თერმული ანალიზისათვის, შთანთქმის მოცულობის, გაცვლითი იონების შედგენილობის, ორგანიკისა და მარილების შემცველობის განსაზღვრისათვის. ამასთან ერთად, ბუნებრივი ტენიანობის თიხოვანი ქანებიდან იღებენ წონაკს ქანის გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის. გრანულომეტრიული ანალიზების შესრულების პროცესში აგროვებენ ცალკეულ ფრაქციებს ქანის მინერალური და პეტროგრაფიული შედგენილობის შესასწავლად (უხეშმარცვლოვანი ფრაქცია). ამ დროს წვრილი და წმინდა ფრაქციისათვის სასურველია კომპლექსური მეთოდების (იმერსიული, თერმული, რენტგენული, ელექტრონულმიკროსკოპული) გამოყენება.

4. ტენიანი თიხოვანი ქანების ცალკეულ ნაჭრებს ანდა გამოჭრილი ნიმუშების ნარჩენებს აგროვებენ და ათავსებენ ექსიკატორში პლასტიკურობის განსაზღვრავად. თუ ქანი ნაკლებად ტენიანია, საჭიროა მისი დატენიანება, ხოლო თუ ძლიერ ტენიანია, ამის გაკეთება არაა საჭირო. მონოლითების ნარჩენებს ნიმუშების საჭირო რაოდენობის გამოჭრის შემდეგ კვლავ აპარათინებენ.

5. ამის შემდგომ აგრძელებენ ქანის ნივთიერი შედგენილობის, აღნაგობის, ფიზიკური, წყლოვანი და მექანიკური თვისებების კვლევას. უპირველეს ყოვლისა, მიზანშეწონილია, ჩატარდეს ქანების გამოცდა კომპრესიაზე, გაირკვეს დაღობისა და გაჯირკვების სიჩქარე და ხასიათი. შეკუმშვის დატვირთვის განსაზღვრის შემდეგ, კომპრესიაზე გამოცდის პროცესში, ადგენენ მის სტრუქტურულ სიმტკიცეს, აირჩევენ ძვრაზე გამოცდის სქემას და შეუდგებიან მის განხორციელებას. ამრიგად, დასაწყისში სრულდება ის კვლევები, რომლებისთვისაც საჭიროა ბუნებრივი ტენიანობა და აგებულება და რომლებიც მოითხოვენ დიდ დროს. მათ პარალელურად შეიძლება ჩატარდეს ზოგიერთი სხვა განსაზღვრებაც.

ზოგადი მითითებანი ქანების შედგენილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევების შესრულებისათვის

იმისათვის რომ, უზრუნველყოთ ქანების თვისებების ლაბორატორიული კვლევის სიზუსტე, აუცილებელია დავიცვათ შემდეგი ზოგადი წესები:

1. საჭიროა ვიცოდეთ შესატყვისი თეორიული მასალა და ნათლად წარმოვიდგინოთ, რა მიზნით უნდა გამოვიკვლიოთ ქანის ესა თუ ის თვისება.

2. უნდა ვიცოდეთ და გვეხერხებოდეს ქანების გამოცდისა თუ გამოკვლევის მეთოდიკა. ამისათვის საჭიროა გავითვალისწინოთ, რომ არსებობს შემდეგი მეთოდები:

ა) სტანდარტული, რეგლამენტირებული ГОСТ-ით.

ბ) სპეციალური, რომლებიც გამოიყენება ქანების სპეციფიკური თვისებების შესასწავლად. ანდა დაკავშირებულია ნაგებობათა მშენებლობისა და დაპროექტების სპეციალურ ამოცანებთან.

გ) გამარტივებული, საველე მეთოდიკები, რომლებიც საშუალებას გვძლევს, შევისწავლოთ ქანები გამარტივებული ხერხების საშუალებით მათი თვისებების მასობრივი წინასწარი მონაცემების მისაღებად; საჭირო არაა მეთოდიკათა ურთიერთდაპირისპირება. უნდა შეგვეძლოს ამა თუ იმ მეთოდიკის არჩევა ანდა მათი შერწყმა.

3. უნდა დავიცვათ ქანების გამოცდის გარკვეული რეჟიმი, ე. ი. გამოვიკვლიოთ ისინი გარკვეული ტენიანობის, სიმკვრივის, დატვირთვის სიჩქარისა და ხანგრძლივობის პირობებში.

4. უნდა ვიცოდეთ ხელსაწყოებისა და დანადგარების მოწყობილობა. მათი დანიშნულება და მათზე მუშაობის ხერხები.

5. ნათლად გვქონდეს წარმოდგენილი, რომ კვლევების შედეგებზე ძალიან დიდ გავლენას ახდენს ნიმუშის წონის, ზომისა და ფორმისადმი არსებული მოთხოვნების დარღვევა. მათი გამოკრის ანდა ხელსაწყოს სამუშაო ნაწილზე მათი მორგების უზუსტობა. დაუშვებელია დეფორმირებული ნიმუშების გამოცდა. დაბოლოს, აუცილებელია, მკაცრად დავიცვათ ხელსაწყოში ქანის ნიმუშის დაყენების ანდა დატვირთვის და თვით ხელსაწყოს გამართვის წესები.

6. გულმოდგინედ უნდა ვაწარმოოთ აუცილებელი დაკვირვებები, გაზომვები, ჩანახატები და ჩანაწერები, ნათლად უნდა გვქონდეს წარმოდგენილი, რა სიზუსტით უნდა შესრულდეს დაკვირვება, გაზომვები

ბი და გათვლები ქანების ამა თუ იმ თვისებათა მაჩვენებლების განსასაზღვრად.

7. მკაცრად დავიცვათ სამუშაოთა უსაფრთხოების ტექნიკის წესები ხელსაწყოების დაყენების, ჩატვირთვისა და განტვირთვის დროს; მანქანების, ელექტრომოწყობილობის, სახურებელი ხელსაწყოების ჩართვისა და გამორთვისას.

8. შეგვეძლოს მიღებული შედეგების გაანალიზება და კრიტიკულად შეფასება; შეგვეძლოს ცდომილებათა გამოძვევევი მიზეზების დადგენა და მისი თავიდან აცილება. ამისათვის საჭიროა ვიცოდეთ, რომ ცდომილება ლაბორატორიული კვლევების დროს შეიძლება იყოს შემთხვევითი, სისტემატური და უხეში. შემთხვევითი შეცდომები არა მუდმივი სიდიდითა და ნიშნით, შეუძლებელია მათი თავიდან აცილება, მაგრამ შეიძლება მათი გამოვლენა და შეფასება რაოდენობრივ-სტატისტიკური მეთოდებით. ეს ცდომილებანი განსაზღვრავენ ექსპერიმენტის სიზუსტეს, მეთოდის სიზუსტეს და ძირითადად დამოკიდებულია ქანების არაერთგვაროვნებაზე, სინჯების ალების ხერხზე, გამოცდის პირობების ცვლილებაზე და ა. შ. შემთხვევითი ცდომილების გამოსავლენად აწარმოებენ განმეორებით დაკვირვებას, გაზომვას; ხელმეორედ ანდა პარალელურად აწარმოებენ განსაზღვრვას, შემთხვევითი ცდომილების არსებობას და ქანის შედგენილობასა და თვისებებს. არაერთგვაროვნებასთან დაკავშირებით არ შეიძლება ერთი ნიმუშის კვლევის მონაცემების მიხედვით ქანის თვისებების შესახებ მსჯელობა.

სისტემატური ცდომილებანი ჩვეულებრივ მუდმივია სიდიდითა და ნიშნით. ისინი წარმოიშობიან ხელსაწყოს ცალკეული ნაწილების არასწორად მორგებისას, ხელსაწყოთა დეფორმაციით ნიმუშის დატვირთვისას, ხელსაწყოს სკალის არაზუსტი გრაღულირებით, ხელსაწყოს დაყენებით ნულზე და სხვ.

სისტემატური ცდომილების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ხელსაწყოებისა და დანადგარების ტარირება და შემოწმება. გარდა ამისა, გაზომვებისა და განსაზღვრების შედეგებში შეაქვთ სათანადო შესწორებები იმ მითითებათა საფუძველზე, რომლებიც მოცემულია ხელსაწყოებისა და დანადგარების პასპორტებში.

უხეში შეცდომები, როდესაც ცალკეული განსაზღვრები მკვეთრად განსხვავდება დაკვირვებების, გაზომვებისა და განსაზღვრების მთელი მასისაგან, წარმოიქმნება ჩვენების შეცდომით ჩაწერით, ხელ-

საწყოს უსწორობით, ნიმუშის არასწორი ჩატვირთვით ანდა სხვა მიზეზებით. განსაზღვრებებს, რომლებიც შეიცავენ უხეშ შეცდომებს, ჩვეულებრივ, გამორიცხავენ და არ იღებენ მხედველობაში შედგეგბის დამუშავების და ანალიზის დროს.

ასეთია ქანების ლაბორატორიული კვლევის ძირითადი წესები. კონკრეტული მითითებანი მათი გამოყენების შესახებ მოცემულია ამა თუ იმ თვისებათა განსაზღვრის აღწერის დროს.

საკონტროლო კითხვები

1. რომელ თვისებებს ეწოდება ფიზიკურ-მექანიკური?
2. ჩამოთვალეთ ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მაჩვენებლები.
3. რა ახასიათებს ქანების ფიზიკური თვისებების მაჩვენებლებს?
4. ქანების წყლოვანი თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები და მათი გამოყენება საინჟინრო პრაქტიკაში.
5. ქანების მექანიკური თვისებების მაჩვენებლები.
6. ლაბორატორიული შესწავლის მონაცემების როლი სხვადასხვა ჯგუფის ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლაში.
7. ქანების ჯგუფები, რომლებიც გამოყოფილია საინჟინრო-გეოლოგიურ კლასიფიკაციაში და მათი დახასიათება.
8. როგორია ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის თავისებურებანი?
9. მოთხოვნები, რომლებიც უნდა შესრულდეს ქანების ნიმუშების აღების დროს, მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლისას.
10. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევისათვის განკუთვნილი სინჯების შეფუთვის ხერხები. სინჯების შენახვის აუცილებელი პირობები.
11. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის თანამიმდევრული სქემა.
12. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის სქემა.
13. ჩამოთვალეთ ქანების ლაბორატორიული კვლევის ძირითადი ზოგადი წესები.
14. ქანების თვისებათა შესაძლო ცდომილებათა მიზეზები ლაბორატორიული კვლევის დროს. როგორ შეიძლება მათი თავიდან აცილება ანდა გათვალისწინება?

ქანების ნივთიერი შედგენილობისა და
აღნაგობის კვლევა

§ 1

ზოგადი აღაზრება

ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლისას, უპირველეს ყოვლისა, იკვლევენ მათ ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს, აქ თვისებათა ბუნებასა და იმ ფაქტორებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ მათ ცვლილებაზე. მართალია, ქანების ნივთიერი შედგენილობისა და აღნაგობის კვლევა პეტროგრაფიული მეთოდებითა და ხერხებით ხორციელდება, მაგრამ იგი ყოველთვის სპეციალიზებული ხასიათისაა, რადგან ამ დროს მთავარი ყურადღება ექცევა იმას, თუ რა ახდენს გავლენას ქანების ფიზიკურ მდგომარეობაზე, სიმტკიცეზე, დეფორმაციაზე, მდგრადობასა და წყალშედლწვეადობაზე. ამიტომ ამ თავში არ არის მოყვანილი ქანების ნივთიერი შედგენილობისა და აღნაგობის კვლევის ყველა ცნობილი მეთოდის აღწერა. ისინი საკმაოდ სრულყოფილად არის მოცემული პეტროგრაფიის შესაბამის სახელმძღვანელოებში. აქ კი მთავარი ყურადღება ექცევა ამ მეთოდების გამოყენებას საინჟინრო ამოცანების გადასაწყვეტად და მოცემულია ქანების შედგენილობისა და აღნაგობის იმ თვისებებზე მათა შესწავლის ის მეთოდები, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დახასიათებისა და შეფასებისათვის.

§ 2

ქანების მაკროსკოპული შესწავლა და აღწერა.

ქანების მაკროსკოპული შესწავლა და აღწერა ლაბორატორიულ პირობებში აფართოებს საველე დაკვირვებებს და აზუსტებს მათ ქანის გარკვეული ნიმუშებისათვის. შემდგომში ეს ქანები უფრო დეტალურად შეისწავლება სპეციალური მეთოდებით.

ქანების მაკროსკოპული შესწავლისას მოცემულია მათი ყველა ძირითადი ნიშნის აღწერა: ფერი და შეფერილობა, აღნაგობა (სტრუქტურა და ტექსტურა), ე. ი. ქანის შემადგენელი მინერალური მარცვლებისა და მონატეხების ზომები, ფორმები და ზომათა ერთგვაროვნება, ზოლო მაგმური და მეტამორფული ქანებისათვის ნაჩვენებია მათი

განკრისტალები ხარისხი, ორიენტირებულად განწყობილი მარცვლებისა და მონატეხების არსებობა თუ არარსებობა, შრეებრიობა, ზოლოვნება, ფიქლებრიობა, მაკროფორიანობა და ტექსტურის სხვა თავისებურებანი. შემდეგ მოყვანილია ძირითადი ქანთმაშენი მიწერალებისა და მონატეხების პეტროგრაფიული შედგენილობა, ხოლო დანალექი ქანებისათვის — ცემენტის შედგენილობა და ცემენტაციის ხასიათი. განსაკუთრებით აღინიშნება სხვადასხვა მინარევებისა და ჩანართების არსებობა, შედგენილობის და აღნაგობის მეორეული ცვლილებანი. და, ბოლოს, ქანების მაკროსკოპული აღწერა მთავრდება ქანის ფიზიკური მდგომარეობის ისეთი დახასიათებით, როგორცაა ტენიანობა, სიმკვრივე, კონსისტენცია, სიმტკიცე, გამოფიტვა და სხვ.

მაკროსკოპული აღწერისას იყენებენ ლუპას და 10%-იან მარლის მეყავას, აკვირდებიან ქანის ქვევას წყლით დასველების, გახეხვის, გადაზელის, ჩაქუჩით დამტკრევისა და დანით პენეტრაციის დროს. იყენებენ აგრეთვე კლასიფიკაციურ ცხრილებსა და ეტალონებს. აღწერას შეიძლება თან ახლდეს ჩანახატები და შემადგენელი ნაწილების ფოტოსურათები.

§ 8

ქანების მიკროსკოპული შესწავლა შლიფებში

მაგმური, მეტამორფული, დანალექი შეცემენტებული და თიხოვანი ქანების შესწავლა მიკროსკოპის ქვეშ, შლიფებში, წარმოადგენს მათი მაკროსკოპული შესწავლის ზუნებრივ გაძლიერებას.

ის საშუალებას გვაძლევს, წარმოადგენა ვიქონიოთ ქანის შედგენილობასა და აღნაგობაზე მთლიანად, ე. ი. მის მინერალურ შედგენილობაზე, სტრუქტურასა და მიკროსტრუქტურაზე, სახასიათო მიწარევებისა და ჩანართების არსებობაზე, მეორეულ ცვლილებებზე, ცემენტის შედგენილობასა და ქანის ცემენტაციის ხასიათზე, მის ფორიანობაზე, შედგენილობასა და აღნაგობის სხვა თავისებებზე. ამიტომ ქანების ჩამოთვლილი ჯგუფების ლაბორატორიული შესწავლა ყოველთვის უნდა დაეწყოს მათი მიკროსკოპული შესწავლით შლიფებში.

ბუნებრივია, რომ მიკროსკოპული შესწავლა ყველა ქანისათვის იძლევა ერთნაირად სრულ ინფორმაციას, რაც განაპირობებს ზოგჯერთი პეტროგრაფიული ჯგუფის ქანების აღნაგობისა და შედგენილობის შესწავლისას სპეციალური მეთოდების გამოყენებას. ასე, მაგალითად, თიხოვანი ქანების ნივთიერი შედგენილობის შესწავლისას, აღნიშნული მეთოდების გარდა, იყენებენ გრანულომეტრიულ, თერმულ და რენტგენულ ანალიზს, ორგანული საღებავებით შეფერვასა და ელექ-

ტრონული მიკროსკოპით შესწავლას. კარბონატული ქანებისათვის, გარდა შლიფური კვლევისა, აწარმოებენ თერმულ ანალიზს და ქანის შემადგენელი მინერალების ნაწილების შესწავლას იმერსიული მეთოდით.

ფხვიერი შეუკავშირებელი ქანების (ქვიშების და სხვ.) შესწავლისას შლიფებს არ ამზადებენ და მაკროსკოპული შესწავლის შემდეგ პირდაპირ გადადიან მათ გრანულომეტრიული შედგენილობის ანალიზზე, რის შემდეგაც სწავლობენ (ფრაქციების შემადგენელი) ნაწილაკების მინერალურ შედგენილობას, ლუპის ქვეშ ბინოკულიარით, ანდა მიკროსკოპის ქვეშ იმერსიული მეთოდით.

ქანების მიკროსკოპის ქვეშ შლიფებში შესწავლისას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მათ აღნაგობას, განსაკუთრებით კი წვრილ და წმინდამარცვლოვანი ფარულკრისტალური ქანებისათვის. ამ დროს საზღვრავენ მარცვლებისა და მონატეხების აბსოლუტურ და ფარდობით ზომებს, მათ შემადგენლებს, ქანში მათ ფარდობით რაოდენობრივ შემცველობას, მავგური და მეტამორფული ქანების კრისტალურობის ხარისხს, ანდა დანალექი ქანების შეცემენტებისა და ცემენტაციის ხასიათს. აღნიშნავენ მინერალური მარცვლების, მონატეხების და ფორების არსებობას ან არარსებობას, ახასიათებენ ცალკეული ელემენტების ურთიერთგანლაგების მოწესრიგებულობას, დიდი ყურადღება ითმობენ ჰინიზის გრანულათაშორისო და ნაპრაღურ ფორიანობას, ფორების ფორმასა და ზომას, მათ შეერთებას ერთმანეთთან და ამ შეერთებათა მასალის შედგენილობას.

თიხოვანი ქანების მიკროსტრუქტურის რაოდენობრივად შესაფასებლად მიზანშეწონილია ნაწილაკების ორიენტირების *S* კოეფიციენტისა და ტექსტურის ფარდობითი მოწესრიგებულობის *L* კოეფიციენტის დადგენა (ვ. მურავიოვი, 1962, ვ. შიბაკოვა, 1965, 1967). აღნიშნული კოეფიციენტების მიღება დამყარებულია სინათლის ორმაგ გადატეხასთან თიხოვანი ნივთიერებით. ცალკეული თიხოვანი ნაწილაკები უშუალოდ არ შეიმჩნევა ჩვეულებრივ პოლარიზაციული მიკროსკოპის ქვეშ. მაგრამ თუ თიხოვან ნაწილაკებს ქანში მთლიანად ანდა მის ცალკეულ ნაწილებში აქვთ ერთნაირი ორიენტირება, მაშინ გადაჭვარდინებულ ნიკოლებში მათ ექნებათ ერთნაირი ორმაგი გადატეხვა ერთდროული ჩაქრობის ანდა განათების ეფექტით.

ეს ეფექტი მით უფრო ნათლად გამოვლინდება, რაც უფრო ერთგვაროვნად იქნება ორიენტირებული ნაწილაკები ქანში მთლიანად ანდა მის ცალკეული ნაწილების ფარგლებში, ე. ი. რაც უფრო მკაფიოდაა გამოხატული ქანების მიკროტექსტურული თავისებურებანი — შრებრიობა, ზოლოვნება და სხვ. ნაწილაკების ორიენტირების ხარის-

ხი ქანის ნებისმიერ ნაწილში ფასდება ნაწილაკების ორიენტირების კოეფიციენტის საშუალებით, რომელიც ვ. მურავიოვის მიერ მიღებულ იქნა 1962 წ.

$$C = \left(1 - \frac{I_{\min}}{I_{\max}} \right) \cdot 100.$$

სადაც I_{\min} არის სინათლის ნაკადი ხედვის არის ჩაქრობისას, იზომება ФЭМ-1 მიკროსკოპის ფოტოელექტრული საცმით; I_{\max} — სინათლის ნაკადი ხედვის არის გაშუქებისას, რომელიც იზომება იგივე მეთოდით.

რაც უფრო მაღალია ნაწილაკთა ორიენტირების ხარისხი ცალკეულ ნაწილებში, მით უფრო მეტად უახლოვდება C კოეფიციენტი 100%-ს. ნაწილაკების ორიენტირების არარსებობისას C კოეფიციენტი უახლოვდება ნულს, რადგანაც ნაწილაკების ორიენტირება ცალკეულ უბნებზე შეიძლება იყოს არაერთნაირი, აუცილებელია, განვსაზღვროთ ტექსტურის ფარდობითი მოწესრიგებულობის კოეფიციენტიც, რომელიც ვ. შიბაკოვას მიერ მიღებულია 1965 წელს.

$$U = \frac{S_1}{S} \cdot 100,$$

სადაც S_1 არის შლიფის ფართობი ერთნაირად ორიენტირებულ ნაწილაკებით;

S — შლიფის საერთო ფართობი.

თუ U კოეფიციენტი ტოლია 100%-ისა, ქანს აქვს მიკროტექსტურის სრული მოწესრიგებულობა, ე. ი. ნაწილაკების ორიენტირების სრული ერთგვაროვნება შლიფის მხედველობის არეში; როცა $U = 0$, ქანი შედგება მასისაგან, რომლის ცალკეულ უბნებზე ნაწილაკების ორიენტაცია სხვადასხვანაირია; რის გამოც მიკროტექსტურა ქანში მოუწესრიგებელია.

შლიფებში ქანების მიკროსკოპული შესწავლის დროს განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევენ ქანმაშენი მინერალების ზუსტ დიფერენტიაციას, მონატეხების პეტროგრაფიულ შედგენილობას, მეორეული მინერალების არსებობასა და იმ პროცესების გამოკვლევას, რომლებიც იწვევენ მინერალებსა და მონატეხებს შორის კავშირების შესუსტებას, ქანის მექანიკური სიმტკიცის დაქვეითებას (სერიციტიზაციის, კაოლინიზაციის, ქლორიტიზაციისა და სხვ.). თიხრვან ქანებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ორგანიკის არსებობის დადგენას. მის რაოდენობასა და განაწინის ხარისხს.

ქანების მიკროსკოპული შესწავლის შედეგებს გამოხატავენ აღწე-

რილობით, ჩანახატებით, მიკროფოტოსურათებითა და ცხრილებით. მიღებული შედეგების საფუძველზე ადგენენ დასკვნას თითოეული ქანის ტიპის პეტროგრაფიული თვისებების შესახებ, რომელიც განსაზღვრავს მათ სიმტკიცეს, მდგრადობას, დეფორმირებადობასა და სხვა თვისებებს.

§ 4

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრა

ფხვიერი შეუქავშირებელი ქვიშოვანი ქანების მაკროსკოპულ, ხოლო რბილ შექავშირებულ თიხოვანი ქანების მაკროსკოპულ და შლიფებში მიკროსკოპული შესწავლისა და აღწერის შემდეგ (ქვიშები ჩვეულებრივ შლიფებში არ შეისწავლება) აწარმოებენ ანალიზს გრანულომეტრიული შედგენილობისა, რომელიც არსებითად მოქმედებს ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე.

გრანულომეტრიული ანუ მექანიკური შედგენილობა ახასიათებს დანალექ ქანებს მათი დისპერსიულობის — შემადგენელი ნაწილების ზომების თვალსაზრისით, ე. ი. იძლევა ქანების სტრუქტურის რაოდენობრივ დახასიათებას. ის გამოხატავს ქანში ნაწილაკთა ჯგუფების, სხვადასხვა ზომის ფრაქციების პროცენტულ შემცველობას, რომელიც აღებულია აბსოლუტურად მშრალი ქანის წონის მიმართ. ფრაქციის ზომებს, რომლისგანაც შედგება ესა თუ ის ქანი, ჩვეულებრივ, მილიმეტრობით გამოხატავენ. თუ გავითვალისწინებთ ამა თუ იმ ფრაქციის გარკვეულ შემცველობას მონატებ ანდა თიხოვან ქანებში, შეიძლება მათი კლასიფიკაცია გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით (ა. ლომთაძე, 1970).

ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსასაზღვრავად აწარმოებენ გრანულომეტრიულ ანალიზს. მეთოდები, რომელნიც უფრო ხშირად გამოიყენება იმ ანალიზებისათვის, შეიძლება დაიყოს პირდაპირ და ირიბ მეთოდებად (ცხრ. II—1). პირდაპირი მეთოდებ-

ცხრილი II—1

ქანების გრანულომეტრიული ანალიზის მეთოდები

| მეთოდები | მეთოდის დასახელება | შემადგენელი ფრაქციის განსაზღვრის ხერხი |
|-----------|------------------------------------|--|
| პირდაპირი | საცრული საბანისის, პიეტკის და სხვ. | გაფანტვა საცრებზე წყალში განლექვა |
| ირიბი | ვიზუალური აერომეტრული | ქანების ვიზუალური კვლევა სუსპენზიის სიმკვრივის გაზომვა |

საშუალებას გვაძლევს, უშუალოდ გამოვეყოთ საჭირო ფრაქციები, ავწონოთ და განვსაზღვროთ ქანში მათი პროცენტული შემცველობა, აგრეთვე, გამოვიყენოთ გამოყოფილი ფრაქციები მინერალური შედგენილობის შესასწავლად. ირიბი მეთოდები არ ითვალისწინებენ ქანების დაყოფას ფრაქციებად. ისინი ეყრდნობიან საკვლევი ქანის ზოგიერთ თვისებას, რომელთა ცვლილებით შეიძლება ვიმსჯელოთ ქანში ამა თუ იმ ფრაქციის შემცველობაზე.

ქვიშიან-ლორღიანი ქანებისათვის დღესდღეობით ძირითად მეთოდს წარმოადგენს საცრული მეთოდი. ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ქანში 0,1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ფრაქციების შემცველობა. საცრული მეთოდი არ მოითხოვს რთული აპარატურის გამოყენებას, იგი მარტივია გამოსაყენებლად და გვაძლევს საკმაოდ ზუსტ შედეგებს.

თიხოვანი, წვრილმარცვლოვანი და წმინდამარცვლოვანი ქვიშოვანი ქანების ანალიზის დროს ფრაქციას ჩვეულებრივ გამოყოფენ განლექვიით. წყალში ნაწილაკების ვარდნის სიჩქარის მიხედვით, რომლის განსაზღვრისათვისაც ძირითადად იყენებენ სტოქსის ფორმულას:

$$v = \frac{2}{9} \frac{g r^2 (\rho - \rho_f)}{\eta}$$

- სადაც v არის ნაწილაკების დალექვის სიჩქარე წყალში, სმ/წმ;
 g — სიმძიმის ძალის აჩქარება, სმ/წმ²;
 r — ნაწილაკების რადიუსი, მმ;
 ρ — ნაწილაკების კუთრი წონა, გ/სმ³;
 ρ_f — წყლის კუთრი წონა, გ/სმ³;
 η — წყლის სიბლანტე, პუაზობით.

გრანულომეტრიული ანალიზის მეთოდებიდან, რომლებიც დამყარებულია ქანის განლექვაზე წყალში, უფრო გავრცელებულია საბანინის ორმაგი განლექვის მეთოდი და პიპეტის მეთოდი. ამ მეთოდებით ანალიზის შესრულება მოითხოვს გაცილებით მეტ დროს, აწონის და გამოშრობის მრავალრიცხოვან ოპერაციას და შედარებით რთულ აპარატურას. საბანინის მეთოდი შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს წვრილქვიშოვანი ქანებისათვის, რომელთაც აქვთ 0,01 მმ-ზე ნაკლები სიდიდის ნაწილაკების მცირე შემცველობა (არა უმეტეს 10%-ისა). გარდა ამისა, ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საცრულ მეთოდთან ერთად (0,1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ფრაქციების შემცველობისას) და პიპეტის მეთოდთან ერთად (0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციის შემცველობის განსაზღვრისათვის).

საბანინის მეთოდის გამოყენებისას ყოველთვის მიიღება მნიშვნე-

ნელოვანი ცდომილებიდან 0,01 მმ-ზე ნაკლები ზომის დიამეტრის ნაწილაკთა პროცენტული შემცველობის განსაზღვრის დროს, ვინაიდან მასთან ერთად, ჩვეულებრივ, ილექება უფრო მსხვილი ნაწილაკებიც და ანალიზის შედეგები გვაძლევს ამ ფრაქციის გაზრდილ შემცველობას. ამიტომ საბანინის მეთოდი რეკომენდებულია გამოიყენოთ წვრილქვიშურ ქანში 0,01 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციის შეზღუდული შემცველობის დროს. ამ მეთოდით ამჟამად სარგებლობენ ძირითადად მაშინ, როდესაც აუცილებელია, გამოიყოს და შეგროვდეს ცალკე ქვიშური და მტვრისებური ფრაქციები.

პიპეტის მეთოდი შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს წვრილქვიშიანი და თიხოვანი ქანებისათვის. ამ მეთოდით ჩვეულებრივ სარგებლობენ ქანში 0,1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციის შემცველობის განსაზღვრად. თუ ქანში არის უფრო მსხვილი ფრაქცია, მაშინ გამოიყენება მისი კომბინაცია საცრულ მეთოდთან. პიპეტის მეთოდი, მიუხედავად ზოგიერთი პრინციპული არასიზუსტისა, მაინც გვაძლევს გაცილებით სწორ შედეგებს (სხვებთან შედარებით), რომლებიც უფრო კარგად ეთანადება ქანების თვისებებს. ამიტომ, მოცემული მეთოდი შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს, როგორც საკონტროლო. გარდა ამისა, ის მოსახერხებელია კიდევ იმითაც, რომ საშუალებას გვაძლევს ერთდროულად შევასრულოთ 20—30 ანალიზი.

ირიბი მეთოდი — ვიზუალური — წარმოდგენს საველე მეთოდს, ის გვაძლევს მიახლოებით წარმოდგენას ქანის გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე. თუ ჩავთვლით, რომ ამ მეთოდით ანალიზს სჭირდება მოკლე დრო და თითქმის არ მოითხოვს მოწყობილობას, იგი შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს მასიური კვლევისათვის და მიახლოებითი მსჯელობისათვის როგორც ქვიშოვანი, ასევე თიხოვანი ქანების შედგენილობის შესახებ.

გრანულომეტრიული ანალიზის არეომეტრიული მეთოდი ემყარება ქანისაგან დამზადებული სუსპენზიის სიმკვრივის გაზომვას. რომელიც იცვლება უფრო მსხვილი ნაწილაკების გამოყოფის მიხედვით. ეს მეთოდი ხასიათდება შედარების მაღალი სიზუსტით, რომელიც ამ შემთხვევაში უახლოვდება პიპეტის მეთოდს. ქანის არეომეტრიული მეთოდით ანალიზისას არ არის საჭირო. ვაწარმოთ მრავალრიცხოვანი ოპერაცია ფრაქციის გამოორქვლაზე. გამოშრობასა და აწონაზე. ეს გარემოება შესაძინევად ამსუბუქებს და აჩქარებს ანალიზების შესრულებას. ამიტომ ეს მეთოდი შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს თიხოვანი და წვრილქვიშოვანი ქანებისათვის. არეომეტრიული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს. განვსაზღვროთ 0,1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკების შემცველობა. ქანში უფრო მსხვილი ფრაქციის შემცველობისას იგი საცრულ მეთოდთან კომბინაციაში გამოიყენება.

მყარი ნაწილაკები, რომლებიც შეადგენენ ქვიშოვან და თიხოვან ქანებს, შეიძლება წარმოშობილ იყვნენ მინერალების მონატეხებისა და ქანების მონატეხეზისაგან, აგრეთვე ნაწილაკების აგრეგატებისაგან, რომლებიც წარმოიქმნება წვრილი პირველადი ნაწილაკების შეწებებით. ეს აგრეგატები სხვადასხვა ზომისა და სიმტკიცისაა. ისინი წარმოიქმნება ქანის ფორმირების სხვადასხვა ეტაპზე კოაგულაციის პროცესების, ცემენტაციის, გადაკრისტალებისა და სხვათა შედეგად. თიხოვანი ნაწილაკების აგრეგატები შეიძლება, აგრეთვე, წარმოიქმნან ანალიზის პროცესში სუსპენზიაში თიხოვანი ნაწილაკების კოაგულაციის გამო ელექტროლიტების გავლენით, რომლებიც ქანებში არსებული მარილების გახსნის შედეგადაა წარმოშობილი.

გრანულომეტრიული ანალიზის პროცესში აგრეგატების ნაწილი (არაწყალმედეგი) წყალში იშლება შემადგენელ ნაწილაკებად ან უფრო წვრილ აგრეგატებად, ხოლო ნაწილი (წყალმედეგი) რჩება. აგრეგატების წარმოქმნა, მათ შორის ანალიზის პროცესში წარმოქმნილებისა, მოქმედებს გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგებზე — ამცირებს წვრილდისპერსიული და ადიდებს მსხვილდისპერსიული ნაწილაკების გამოსავალს. ეს ამახინჯებს სწორ წარმოდგენას ქანის და მასში შემავალი ამა თუ იმ ნაწილაკების შემცველობის შესახებ, აგრეთვე მის კლასიფიკაციას. იმისათვის, რომ ქანს მიეცეს საკუთარი დისპერსიულობის ხარისხი, ქანის საანალიზოდ მოსამზადებლად იყენებენ შემდეგ სამ ხერხს.

1. დისპერსიული ხერხი, რომლის დროსაც ქანი მიჰყავთ მაქსიმალურ შესაძლო დანაწევრებამდე, როგორც მედეგი, ასევე ნაწილობრივ არამედეგი აგრეგატების დაშლით, მექანიკური და ქიმიური დამუშავების შედეგად. ამ ხერხის გამოყენების დროს ქანს გულმოდგინედ სრესენ, ამუშავებენ მარილის სიმყავით და რეცხავენ. იმ შემთხვევაში, როდესაც ორგანიკის შემცველობა მეტია, ქანს წინასწარ ამუშავებენ წყალბადის ზეჟანგით.

2. ნახევარდისპერსიული ხერხი, რომლის დროსაც ქანი მიჰყავთ ბუნებრივ-ელემენტარულ დანაწევრებამდე, არაწყალმედეგი აგრეგატების მექანიკური და ფიზიკური დამუშავებით. ამ ხერხის გამოყენების დროს ქანს ანალიზის წინ ალბობენ, აღულებენ და სრესენ სტაბილიზატორისა და პეპტიზატორების (ამიაკის, ნატრიუმის მყავას და სხვ.) თანხლებით. ამ დროს ქიმიური ხერხით ქანს არ ამუშავებენ.

3. აგრეგატული ხერხი, რომლის დროსაც ქანები არ ექვემდებარება არც მექანიკურ და არც ქიმიურ დამუშავებას. მისი მომზადება

ანალიზისათვის მდგომარეობს წყლით დასველებაში და, შესაბამისად, არამედვეი მსხვილი აგრეგატების დაშლაში.

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების დროს გრანულომეტრიული ანალიზისათვის წინასწარ მოსამზადებლად უნდა გამოიყენოთ მხოლოდ ნახევრად დისპერსიული ხერხი (ГОСТ 12536-67). ქიმიურ ხერხებს უნდა მიემართოთ განსაკუთრებულ შემთხვევაში, სპეციალური საკითხების გადაჭრისას, მაგალითად, ლითიფიკაციისას ქანების დისპერსიულობის ხარისხის ცვალებადობის განსაზღვრისათვის, დიდი რაოდენობით პირველადი ნაწილაკების გამოსაყოფად, მათი მინერალური შედგენილობის შესასწავლად და სხვ. ქანში არამედვეი აგრეგატების განსაზღვრისათვის გრანულომეტრიულ ანალიზს აწარმოებენ პარალელურად ორი ნიმუშისათვის: ერთს — ნახევარდისპერსიული ხერხით, მეორეს — დისპერსიულით.

იმისათვის, რომ ანალიზის პროცესიდან გამოერიცხოთ აგრეგატების წარმოშობა და მივიღოთ სწორი წარმოდგენა ქანის გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე, ანალიზის შესასრულებლად გამოიყენებენ შესატყვის ხერხებს, რომლების შესახებაც ნათქვამია ქვემოთ, ანალიზის მიმდინარეობის აღწერისას.

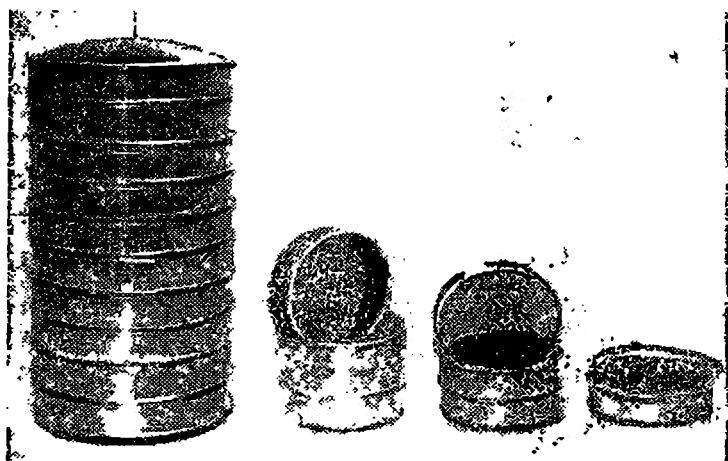
საცრული მეთოდი

ქვიშოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრის ძირითად მეთოდს წარმოადგენს საცრული მეთოდი. სპეციალური საცრების წყებით ქანს ცრიან ცალკეულ ფრაქციებად. ამის შემდეგ საზღვრავენ წონას და მასში ცალკეული ფრაქციის შემცველობას.

საცრული მეთოდით ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის საჭიროა გვექონდეს:

1. სტანდარტული საცრების წყება;
2. ტექნიკური სასწორი წვრილსაწონებით;
3. ფაიფურის სანაყი და რეზინისბუნიკიანი წკარი;
4. ფაიფურის ჯამები, ტიგელები, ანდა ბიუქსები;
5. კოვზი ან აქანდაზი;
6. ფურცელი ქაღალდი;
7. სამუშაო ყურნალი (იხ. ცხრ. II—2).

საცრების სტანდარტული წყება შედგება ცხრა საცრისაგან, ნახვრეტებით — 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5, 0,25 და 0,1 მმ. პირველი ექვსი საცერი უნდა იყოს დახვრეტელი მრგვალი ფორმის ნახვრეტებით. საცრებს 0,5, 0,25 და 0,1 მმ ნახვრეტებით ჩვეულებრივ ამზადებენ მარტივი ქსოვის სპილენძის ბადისაგან. როგორც



ნახ. II. I. საცრების ნაკრები.

გამონაკლისი. დასაშვებია სპილენძის საცრის ბადე 1,0 მმ კვადრატული ნახვრეტებით. საცრებს კრებენ სვეტში ისე, რომ ნახვრეტები მცირედბოდეს ზემოდან ქვემოთ. ქვედა საცრის ქვეშ დგამენ ქვეშს, ხოლო ზევითას ახურებენ ხუფს. ხელსაწყოს საერთო ხელი ნაჩვენებია II—1 ნახაზზე.

განსაჯღვრის თანამიმდევრობა

საცრული მეთოდით გრანულომეტრიული ანალიზის ზოგადი სქემა წარმოადგენს შემდეგ ოპერაციათა თანამიმდევრობას:

1. ქანის ნიმუში დაჰყავთ ჰაერზე გამშრალ მდგომარეობამდე, რისთვისაც შლიან ქაღალდზე თხელ ფენად და აშრობენ ჰაერზე 1—2 დღე-ღამის განმავლობაში.

2. მშრალი ქანიდან იღებენ საშუალო სინჯს:

ა) ქანებისათვის, რომლებიც არ შეიცავენ 2 მმ-ზე მსხვილ ნაწილაკებს, 200 გ; ბ) ქანებისათვის, რომლებიც შეიცავენ 10%-მდე ხაუშს და კენჭებს, 500 გ; გ) ქანებისათვის, რომლებიც შეიცავენ ხრეშსა და კენჭებს 10%-დან 30%-მდე — 2000 გ. ხოლო მათი უფრო დიდი შემცველობისას — 3000 გ.

3. თუ ლაბორატორიაში მოვიდა ზემოაღნიშნულზე უფრო დიდი წონის სინჯი, მაშინ საშუალო სინჯს იღებენ ოთხვით. ქანს გულმოდ-

გინედ ურევენ, შლიან თხელ ფენად და შპატელის ანდა კოვზის ბოლოთი ორი ურთიერთპერპენდიკულარული ხაზით ყოფენ ოთხ ტოლ ნაწილად (კვადრანტებად). ურთიერთსაწინააღმდეგო კვადრანტს გადაყრიან, ხოლო ორ დანარჩენს ტოვებენ შემცირებული სინჯის სახით.

ასე იქცევი ნ მ ნ მღე. სანამ არ დარჩება საჭირო წონის საანალიზო ქანი.

4. თუ ქანი შედგება შეწებებული კოშტებისაგან, მაშინ მას აფხვიერებენ ფაიფურის სანაყში რეზინისბუნიკიანი ფილთაქვით. ქანის გაფხვიერება საჭიროა ფრთხილად, რათა თავიდან ავიცილოთ ცალკეული მარცვლების დაშლა.

5. ქანის სინჯს წონიან ტექნიკურ სასწორზე. საერთო წონას იწერენ საპუშაო ეურნალში (ცხრ. II—2). ანალიზის გასამართივებლად და მოსახერხებლად სასურველია, რომ სინჯის საერთო წონა ტოლი იყოს მთელი გრამებისა.

6. აწონილ ქანს ათავსებენ საცრების სვეტში და ფრთხილად ანჯღრევენ მანამდე, სანამ არ მოხდება ქანის ნაწილაკების სრული დახარისხება საცრებში ფრაქციებად. დახარისხების სისწორის შესამოწმებლად იქცევიან შემდეგნაირად: სვეტიდან იღებენ საცერს დახარისხებული ფრაქციით და ამ ფრაქციას ცრიან ქალღღზე, თუ ანაცერი შეიმჩნევა, მაშინ მოცემული ფრაქციის ცალკეული ნაწილების დახარისხება მოხდა არასრულად. აღებულ საცერს ისევ ათავსებენ საცრების სვეტში და აგრძელებენ დახარისხებას, ხოლო ქანების მარცვლებს, რომლებიც გაიცრებიან ქალღღზე. ყრიან ქვევით მდებარე ფრაქციის საცერში. შემოწმება საჭიროა 3 მმ-დან დაწყებული წვრილი ფრაქციებისათვის.

7. თიხოვანი ქვიშების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის იღებენ საშუალო სინჯს, როგორც ნაჩვენებია მე-2 პუნქტში. აწონილი ქვიშის სინჯს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და რეცხავენ მისგან მტერისა და თიხოვან ნაწილაკებს. ამისათვის ფაიფურის ჯამში ქვიშას ასხამენ წყალს და სრესენ რეზინისბოლოიანი წკირით 30—60 წთ-ის განმავლობაში. წყლის დაწდომის შემდეგ, მის ზედა შრეს, სადაც მტერიან-თიხიანი ნაწილაკებია ატივტივებული, ფრთხილად გადაღრიან. ქვიშების გარეცხვის რამდენჯერმე გამეორებით აღწევენ ქვიშის ფენის ზევით მდებარე წყლის სრულ გამჟვირვალებას.

ფაიფურის ჰიქაში დარჩენილ გარეცხილ ქვიშას აშრობენ, წონიან და შემდეგ ცრიან საცრების წყებაში ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-6 პუნქტში.

ფურცალი ქანების გრანულიტებრებული შედგენილობის განსაზღვრისათვის

| შემკვნიერებლები | ფრაქციები, მმ | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|--------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|---------|----------|
| დაბლა | <table border="1"> <tr><td>< 10,0</td></tr> <tr><td>10,0-7,0</td></tr> <tr><td>7,0-5,0</td></tr> <tr><td>5,0-3,0</td></tr> <tr><td>3,0-2,0</td></tr> <tr><td>2,0-1,0</td></tr> <tr><td>1,0-0,5</td></tr> <tr><td>0,5-0,25</td></tr> <tr><td>0,25-0,05</td></tr> <tr><td>0,05-0,01</td></tr> <tr><td>0,01-0,002</td></tr> <tr><td>0,002-0,001</td></tr> <tr><td>> 0,001</td></tr> <tr><td>შენიშვნა</td></tr> </table> | < 10,0 | 10,0-7,0 | 7,0-5,0 | 5,0-3,0 | 3,0-2,0 | 2,0-1,0 | 1,0-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,002 | 0,002-0,001 | > 0,001 | შენიშვნა |
| < 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,0-7,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7,0-5,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5,0-3,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,0-2,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,0-1,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,0-0,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5-0,25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25-0,05 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05-0,01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,01-0,002 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,002-0,001 | | | | | | | | | | | | | | | |
| > 0,001 | | | | | | | | | | | | | | | |
| შენიშვნა | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |
| შეიშვნიერებული | | | | | | | | | | | | | | | |

ბუნების წონა ანა ტიგელის წონა შუა-
ლი ქანით
ბუნების ან ტიგელის ნიმუში და წონა
ფრაქციის წონა პაბეტის მოცულობაში
ფრაქციის სტოვა წონა წიანის მოცულობაში
ბაშა ანდა სუბსენზიაში
ფრაქციის ქაბური შედგენილობა, %
თითოეული ფრაქციის შედგენილობა, %

გაცრის შედეგად საცრებზე რჩება შემდეგი ფრაქციები:

| საცრის ნახვრეტი, მმ | ფრაქციები, მმ | საცხის ნახვრეტები, მმ | ფრაქციები, მმ |
|---------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| 10 | > 10 | 1 | > 2 — 1 |
| 7 | > 10—7 | 0,5 | > 1 — 0,5 |
| 5 | > 7—5 | 0,25 | > 0,5 — 0,25 |
| 3 | > 5—3 | 0,1 | > 0,25 — 0,1 |
| 2 | > 3—2 | | |

0,1 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციები იცრება საცრებში, ხოლო 0,1 მმ-ზე მეტი ფრაქციები რჩება ქვეშეში.

8. ფრაქციებს, რომლებიც დარჩა საცრებზე გაცრის შემდეგ და ქვეშეში, აგროვებენ წინასწარ აწონილ ფაფურის ჰიქებში ან ბიუქსებში. შემდეგ ფრაქციებიან ჰიქებს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,1 გ სიზუსტით და ითვლიან თითოეული ფრაქციის სუფთა წონას. ყველა ფრაქციის წონების ჯამი ტოლი უნდა იყოს წონაყის საერთო წონისა.

9. ვიცით რა წონაყის საერთო წონა, თითოეული ფრაქციის პროცენტული შემცველობას ვანგარიშობთ ფორმულით

$$x = \frac{A \cdot 100}{B}$$

სადაც x არის ფრაქციის პროცენტული შემცველობა ქანში;

- A — ფრაქციის წონა;
- B — წონაყის საერთო წონა.

თიხოვანი ქვიშის ანალიზის შედეგებს გამოთვლიან პროცენტობით, პერზე გამშრალი სინჯის წონასთან შეფარდებით, მის გარეცხვამდე. 0,1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციის შედგენილობას გამოითვლიან, როგორც საერთო წონისა და მთელი ფრაქციების წონათა ჯამის სხვაობას, ანდა 100%-სა და ყველა მსხვილი ფრაქციის პროცენტთა ჯამის სხვაობას.

10. თუ 0,1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციების შემცველობა ქვიშაში 10%-ზე მეტია, მაშინ გრანულომეტრიული ანალიზი საჭიროა გაგრძელდეს იმ ერთ-ერთი მეთოდით, რომელიც აღწერილია ქვემოთ, ამ ფრაქციების უფრო წვრილად დასაყოფად.

11. ყველა მონაცემს იწერენ ეურნალში (იხ. ცხრ. II—2), ხოლო საბოლოოს კი — პერტობრახი (იხ. დანართი 4).

ბ. სპილენძის მარილის

ა. მარილის უფრო წვრილმარცვლოვანი და უფრო მკვრივი მარილებს გრანულომეტრიული შედგენილობის განსასაზღვრავად. ამ მეთოდით საკმაოდ სიზუსტით გამოყოფენ

0,1; 0,1—0,05; 0,05—0,01 მმ და ნაკლები ზომის ფრაქციებს. ქვიშაში 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციის 10%-ზე მეტი შემცველობისას საბანინის მეთოდით სარგებლობა არაა რეკომენდებული. ამ შემთხვევაში საჭიროა გამოვიყენოთ პიპეტის მეთოდი.

ა. საბანინის მეთოდს სხვანაირად უწოდებენ ორმაგი განლექვის მეთოდს, რადგანაც ქანი წინასწარ განილექება ჰიქაში, ხოლო შემდეგ ა. საბანინის ხელსაწყოს ჰიქაში. როგორც ცნობილია, განლექვისას ქანის სხვადასხვა ზომის ნაწილაკები ილექება წყალში სხვადასხვა სიჩქარით: უფრო მსხვილი ნაწილაკები ილექება შედარებით სწრაფად, ხოლო წვრილი — ნელა. წყალში ნაწილაკების დალექვის სიჩქარის გასაზომად სარგებლობენ სტოქსის ფორმულით, რომელიც მოცემულია ზემოთ.

მოცემულ სახელმძღვანელოში მიღებულია სიჩქარეები, რომლებიც გამოთვლილია სტოქსის მიერ (ცხრ. II—3).

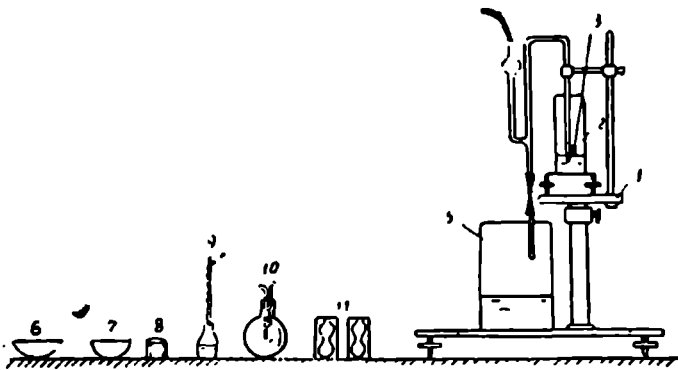
ა. საბანინის მეთოდით ანალიზისათვის საჭიროა გვექონდეს:

1. ტექნიკური სასწორი წვრილსაწონებით;
2. ა. საბანინის ხელსაწყო;
3. ფაიფურის სანაყი რეზინის ბუნიკიანი წვირით;
4. ბიუქსები ან ფაიფურის ტიგელები;
5. საათი და წამმზომი;
6. საშრობი კარადა;
7. ქვიშის ან წყლის აბანო;
8. თერმომეტრი 0,5°C სიზუსტით;
9. კოვზი;
10. ფუნჯი საცრებისა და ქალაღის გასასუფთავებლად ფრაქციებისაგან;
11. 25%-იანი ამიაკის ხსნარი;
12. ქალაღის ფურცელი;
13. გარკვეული ფორმის ჟურნალი (იხ. ცხრილი II—2).

ცხრილი II—3

წყალში ნაწილაკთა დალექვის სიჩქარე სტოქსის მიხედვით
(2.05 გ/სმ³ კუთრი წონის დროა)

| ნაწილაკის დიამეტრი, მმ | წყალში ნაწილაკთა დალექვის სიჩქარე (მმ/წმ) წყლის ტემპერატურის °C დროს | | | | |
|------------------------|--|---------|----------|----------|---------|
| | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 |
| 0,05 | 1,71597 | 1,81284 | 1,96325 | 2,06610 | 2,22566 |
| 0,01 | 0,06864 | 0,07251 | 0,07853 | 0,08264 | 0,08903 |
| 0,005 | 0,01716 | 0,01813 | 0,01963 | 0,02066 | 0,02226 |
| 0,002 | 0,002746 | 0,00290 | 0,00314 | 0,003306 | 0,00356 |
| 0,000686 | 0,001 | 0,00725 | 0,000785 | 0,000826 | 0,00890 |



ნახ. II—2. ა. საბანინის ხელსაწყო.

ა. საბანინის ხელსაწყო, რომელიც ნაჩვენებია II—2 ნახაზზე, შედგება შტატივისაგან 1, რომელზედაც ამაგრებენ მაგიდას ზუსტად ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. დანაყოფებიანი ჭიქისაგან 2 განლექვისათვის, რომელზედაც ქვემოდან ზემოთ დატანილია დანაყოფები ყოველ 1 სმ-ზე. თანაბარმუხლიანი სიფონისაგან 4, ორი დამჭერით სუსპენზიის გადმოსასხმელად; სიფონის ბოლო, ჩაშვებული გრადუირებულ ჭიქაში 2, რეკომენდებულია შეიფუთოს ლითონის ქსოვილით (0,25 მმ ნახერცებიანი ბადით), რომელიც სიფონს საშუალებას აძლევს, უკეთ დაიკავოს მასში არსებული სითხე; 5,0 ლ მოცულობის ორბატარეიანი ჭილისაგან 5; დიდი 6 და პატარა 7 ფაიფურის ჭიქებისაგან: 0,1 მმ ნახერცებიანი საცრისაგან 8, 300 სმ³ მოცულობის კოლბისაგან 9 უკუმაცივრით, გამრეცხისაგან 10, სარევისაგან 3, 60-და 30-წამიანი ქვიშის საათისაგან 11.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

ა. საბანინის მეთოდით გრანულომეტრიული ანალიზის საერთო სქემა ითვალისწინებს შემდეგ ოპერაციებს.

1. ქვიშოვანი ქანის ნიმუში დაჰყავთ ჰაერზე გამშრალ მდგომარეობამდე; თუ ქანში არის კოშტები, მაშინ მას ათავსებენ ფაიფურის საწაყში და ფრთხილად ულიან რეზინისბუნეიკიანი წკირით.

2. დაშლილი ქანიდან იღებენ საშუალო სინჯს, აწარმოებენ საცრულ ანალიზს და ითვლიან 0,25 მმ-იანი ფრაქციის პროცენტულ შედგენილობას.

3. 0,25 მმ-იან საცერში გასული ქანის ნაწილიდან იღებენ საშუალო სინჯს 5—6 გ. წონით უფრო წვრილი ფრაქციის შემცველობის განსასაზღვრად. ამ სინჯს წონიან ტექნიკურ სასწორზე. გრანულომეტრიული ანალიზისათვის ერთდროულად იღებენ სინჯს ბიუქსში ქანის ტენიანობის განსასაზღვრად (იხ. თავი III, § 5) და ანალიზისათვის აღებული სინჯის წონის გადათვლა აბსოლუტურად მშრალ წონაზე წარმოებს ფორმულით

$$t = \frac{B \cdot 100}{100 + W},$$

სადაც t არის ქანის წონა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში, გ;

B — ქანის წონა ჰაერზე გამომშრალ მდგომარეობაში (პიგროსკოპიული ტენით) ანდა ბუნებრივი ტენიანობისას, გ;

W — ქანის ტენიანობა, %-ობით.

თხოვანი ქვიშების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისას აუცილებელია მათი სინჯების მიტანა ლაბორატორიაში ბუნებრივ ტენიანობის შენარჩუნებით. ლეზულობენ 5—6 მ წონაკს, რომელიც უნდა გამოხატავდეს ქანის საშუალო შედგენილობას. ამისათვის ქანის მოტანილ ნიმუშს ასუფთავებენ შესაფუთი მასალისაგან და გრძივი ჩამოჭრებით გამოყოფენ ნაჭირო მოცულობას. გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრის პარალელურად იღებენ სინჯს მათი ტენიანობის განსასაზღვრავად. შემდეგ ანალიზს აგრძელებენ ისე, როგორც ნაჩვენებია 4, 5 და ა. შ. პუნქტებში.

4. ქანის წონაკს ათავსებენ უკუმაცივირიან კოლბში 9, ასხამენ ათქერადი რაოდენობის დისტილირებულ წყალს, რომელსაც უმატებენ 1 სმ³ ამიაკს და აღულებენ ერთი საათის განმავლობაში ქვიშის ან წყლის აბანოზე.

5. გაცივებულ სუსპენზიას ატარებენ 0,1 მმ ნახვრეტებიან საცერში 8, რომელიც ფაიფურის დიდ ჯამშია ჩადგმული. აღულების შემდეგ ავრეგატებს სრესავენ ხელით, ანდა რეზინისბუნიკიანი წკირით. სუსპენზიის საცერში გადატანისას აუცილებელია ყურადღების მიქცევა იმაზე, რომ კოლბის კედლებში არ დარჩეს ნაწილაკები, რისთვისაც კოლბს გულმოდგინედ რეცხავენ გამრეცხით 10.

6. 0,25—0,1 მმ-იანი დიამეტრის ნაწილაკებს, რომლებიც არ გაიცირა, გულმოდგინედ რეცხავენ, შემდეგ გადააქვთ წინასწარ აწონილ ბიუქსში ანდა ჰიქაში. წყალს ჰიქაში აორთქლებენ ქვიშის აბანოზე, ზოლო ნალექს ამრობენ თერმოსტატში და წონიან ტექნიკურ სასწორზე (ნალექიან ჰიქას წინასწარ აციებენ ექსიკატორში). შემდეგ

0,25—0,1 მმ-იანი ფრაქციის პროცენტულ შედგენილობას ქანში გამო-
თვლიან ფორმულით

$$x = -\frac{A}{b}$$

სადაც A არის ფრაქციის წონა, გ; „ — 0,25 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციის ჯამური პროცენტული შედგენილობა, რომელიც მიღებულია საცრული ანალიზის შედეგად; როცა ქანში 0,25 მმ-ზე მეტი ფრაქცია არ არსებობს, მაშინ $i = 100\%$ -ს; b — აღებული წონაყის წონაა, გადათვლილი ქანის აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაზე, გ.

7. მთელი სუსპენზია, რომელიც 0,1 მმ-იანი საცრიდან გავიდა დიდ ფაიფურის ჭიქაში 6, განიცდის ორმაგ განლექვას 6 და 7 ფაიფურის ჭიქებში. ა. საბანიანის გრადულირებულ ჭიქაში 2, რომელსაც დგამენ შემდგენიარად: მაგიდაზე, რომელიც მიხრახნილია შტატივზე 1, დგამენ გრადულირებულ ჭიქას 2. მასში ათავსებენ წყლით გავსებულ სიფონს 4 ისე, რომ მისი ბოლო ზუსტად იყოს დაყენებული ჭიქის ფსკერიდან 2 სმ სიმაღლეზე. ასეთ მდგომარეობაში სიფონს მყარად ამაგრებენ. სიფონის მეორე ბოლოს ქვეშ დგამენ ბატარეის ერთ-ერთ ჭილას 5.

8. სუსპენზიის ტემპერატურას ზომავენ დიდ ფაიფურის ჯამში 6. შემდეგ სუსპენზიას ურევვენ და აყოვნებენ მშვიდ მდგომარეობაში 30 წმ-ის განმავლობაში.

9. 30 წამის შემდეგ დაულექავ სუსპენზიას ფაიფურის დიდი ჯამიდან ასხამენ პატარაში 7. პატარა ფაიფურის ჯამში სუსპენზიას ამღვრევენ სარევით და აყოვნებენ 60 წმ-ის განმავლობაში.

10. 60 წმ-ის შემდეგ სუსპენზიას პატარა ფაიფურის ჯამიდან 7 ასხამენ გრადულირებულ ჭიქაში 2. ჭიქის ფსკერიდან 8 სმ დონემდე, იმ შემთხვევაში, თუ სუსპენზია არასაკმარისია ჭიქის შესავსებად, სათანადო დონემდე, იმეორებენ ქანის ორმაგ განლექვას ჯამში, დიდ ჯამში სუფთა წყალს უმატებენ გამრეცხიდან 10 და ამის შემდეგ კი ჭიქაში სუსპენზიას უმატებენ საჭირო დონემდე.

ჭიქებში სუსპენზიის განლექვის დროს დაუშვებელია წარმოქმნილი ნალექის გადასვლა ერთი ჭიქიდან მეორეში და გრადულირებულ ჭიქაში.

11. გრადულირებულ ჭიქაში სუსპენზიას ამღვრევენ სარევით და აყოვნებენ II—4 ცხრილში ნაჩვენები დროით.

12. II—4 ცხრილში ნაჩვენები დროის გასვლის შემდეგ სითხეს გრადულირებული ჭიქიდან 2 სიფონის 4 საშუალებით ასხამენ ბატარეის ჭილაში 5, ფსკერიდან 2 სმ სიმაღლეზე. ამ დროის განმავლობაში

| სუსპენზიის დაწლომის დრო 0,01 მმ დიამეტრის ფრაქციის დალექვისას | |
|---|-----------------------------|
| სუსპენზიის ტემპერატურა | სუსპენზიის დაწლომის დრო, წმ |
| 10 | 14 ან 34 წმ |
| 12 | 13 47 |
| 15 | 12 44 |
| 17 | 12 06 |
| 20 | 11 14 |

| სუსპენზიის დაწლომის დრო 0,05—0,01 მმ დიამეტრის ფრაქციის დალექვისას | |
|--|-----------------------------|
| სუსპენზიის ტემპერატურა | სუსპენზიის დაწლომის დრო, წმ |
| 10 | 35 |
| 12 | 33 |
| 15 | 31 |
| 17 | 29 |
| 20 | 27 |

0,01 მმ-ზე დიდი დიამეტრის ნაწილაკები ასწრებენ წყლის სვეტის გავლას; რომელიც ჰიქის ფსკერიდან 2 სმ-ზე მაღლაა, მასში დარჩება 0,01 მმ-ზე ნაკლები ნაწილაკები, რომლებიც გადაისხმება ბატარეის ქილაში და, ამრიგად, გამოეყოფა უფრო მსხვილ ნაწილაკებს.

13. ჰიქიდან განლექვას აგრძელებენ მანამდე, სანამ ნალექიან წყალი დიდ ჯამში 30 წმ-ის, ხოლო პატარა ჯამში კი 60 წმ-ის ამღვრვის შემდეგ სრულიად გამჟღავნა არ გახდება. ამის შემდეგ დიდი ჯამის მთლიანი შიგთავსი გამრეცხის საშუალებით გადააქვთ პატარა ჯამში, ხოლო უქანასკნელის შიგთავსი — გრადუირებულ ჰიქაში. შემდგომ კი განლექვას აგრძელებენ მხოლოდ ჰიქაში, გამრეცხიდან სუფთა წყლის დამატებით.

ქანის წინასწარ განლექვას ჯამში აწარმოებენ იმისათვის, რომ დააჩქარონ მისი დაყოფა ფრაქციებად.

14. ჰიქაში განლექვას აგრძელებენ მანამდე, სანამ წყლის სვეტი, რომელიც 2 სმ-ზეა ფსკერიდან, შენჯღრევისა და დალექვის შემდეგ II—4 ცხრილზე ნაჩვენები დროის მონაკვეთში არ გახდება სრულიად გამჟღავნა. ამ გზით 0,01 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციის ნაწილაკები მთლიანად გამოიყოფა. ეს ნაწილაკები წყალთან ერთად გადაისხმება ბატარეის ქილაში და მთი შემდგომი დაყოფისათვის უფრო მცირე ფრაქციებად უნდა გამოვიყენოთ პიპეტის მეთოდი.

15. 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკების გამოყოფის დროს გრადუირებულ ჰიქაში რჩება 0,1—0,05 და 0,05—0,01 მმ ხიდილის ნაწილაკები. ამ ფრაქციების დანაწევრებას აგრძელებენ განლექვით გრადუირებულ ჰიქაში, რისთვისაც სიფონის 4 ქვეშ დგამენ შეორე ბატარეის ქილას 5, ხოლო ჰიქაში ამატებენ სუფთა წყალს 8 სმ-ის სიმაღლეზე ჰიქის ძირიდან.

16. გრადუირებულ ჰიქაში სუსპენზიას ანჯღრევენ მოსარევით და

ტოვებენ მშვიდ მდგომარეობაში გარკვეული დროით, რომელიც ნაჩვენებია II—5 ცხრილში.

17. აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ (ცხრ. II—5) გრადუირებული ჰიქიდან 2 სიფონის 4 საშუალებით ასხამენ სითხეს ბატარეის ქილაში 2 სმ სიმაღლეზე ჰიქის ფსკერიდან. ამ ხნის განმავლობაში 0,1—0,05 მმ-ზე უფრო მსხვილი ნაწილაკები ასწრებს ჰიქის ფსკერზე დალექვას, ხოლო უფრო წვრილი ფრაქცია (0,05—0,01) რჩება ჰიქის ფსკერიდან 2 სმ სიმაღლეზე და გადაისხმება ბატარეის ქილაში.

18. ჰიქაში განლექვას აგრძელებენ მანამდე, სანამ II—5 ცხრილში ნაჩვენები დროის განმავლობაში, სუსპენზიის ამღვრევისა და დალექვის შემდეგ, წყლის სვეტში, რომელიც იმყოფება 2 სმ-ის ზემოთ ჰიქის ფსკერიდან, აღარ დარჩება ატოვტივებული ნაწილაკები, ე. ი. სანამ იგი გახდება სრულიად გამჭვირვალე. ამით ამთავრებენ 0,1—0,25 და 0,05—0,01 მმ ფრაქციათა დანაწევრებას და განლექვის მთელ პროცესს.

ა. საბანინის მეთოდით ქანის ანალიზის საფუძველზე ლებულობენ შემდეგ ფრაქციებს: 0,1 მმ-ზე მეტს, ე. ი. რაც დარჩა 0,1 მმ-იანი დიამეტრის საცერზე; 0,01 მმ-ზე ნაკლებს, რაც გადაიღვარა პირველი ბატარეის ქილაში; 0,05—0,01 მმ-მდე, რაც გადაიღვარა მეორე ბატარეის ქილაში; 0,1—0,25 მმ, რაც დარჩა ნალექის სახით გრადუირებულ ჰიქაში განლექვის შემდეგ.

19. გრადუირებული ჰიქიდან სიფონის საშუალებით ფრთხილად, ნალექის აუმღვრევლად გადმოღვრიან ზედმეტ წყალს. ჰიქის ფსკერზე დარჩენილი ნალექი გადააქვთ წინასწარ აწონილ ბიუქსში ანდა ჯამში, საიდანაც შემდეგ აორთქლებენ წყალს, ხოლო ნალექს აშრობენ და წონიან ტექნიკურ სასწორზე (ნალექიან ჯამს წინასწარ აცივებენ ექსიკატორში). ამის შემდეგ ითვლიან 0,1—0,05 მმ ფრაქციის შემცველობას ფორმულით, რომელიც მოყვანილია მე-6 პუნქტში. ამავე გზით გამოყოფენ 0,05—0,01 მმ-იან ფრაქციას, რომელიც იმყოფება მეორე ბატარეის ჰიქაში. 0,05—0,01 მმ-იანი ფრაქციის პროცენტულ შედგენილობას ითვლიან იმავე ფორმულით.

20. 0,01 მმ-ზე ნაკლები ზომის ფრაქციის პროცენტულ შემცველობას ითვლიან სხვაობის მიხედვით, რისთვისაც 100%-დან აკლებენ უფრო მსხვილი ფრაქციების პროცენტების ჯამს, ე. ი. ფრაქციებს, რომლებიც განსაზღვრულია საცრული მეთოდით და საბანინის ხელსაწყოში.

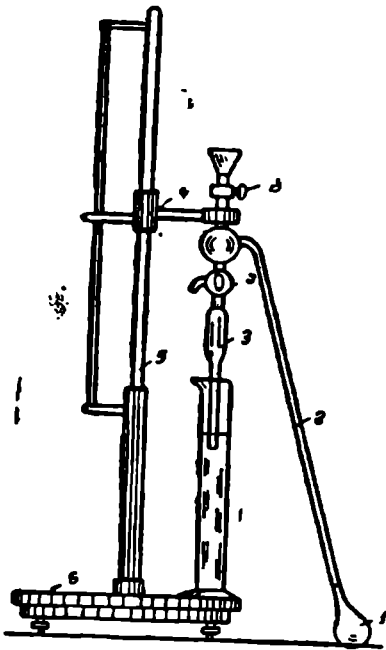
21. ანალიზის პროცესში მიღებული ყველა რიცხობრივი მონაცემები შეაქვთ ქურნალში, ხოლო საბოლოო შედეგი — ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფომბარათზე (იხ. დანართი 4).

პიპეტის მეთოდი ძირითადად გამოიყენება თიხოვანი ქანების გრანულმეტრიული შედგენილობის განსასაზღვრავად (თიხა, თხიწარი და ა. შ.), მაგრამ წარმატებით შეიძლება გამოიყენოთ ქვიშნარი და წვრილქვიშოვანი ქანების ანალიზისათვისაც. ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს, საკმაო სიზუსტით განვსაზღვროთ ქანში 0,1-ზე მეტი — 0,1—0,05; 0,05—0,01; 0,01—0,002; 0,002—0,001 და 0,001 მმ-ზე უფრო ნაკლები დიამეტრის ფრაქციების შემცველობა ქანებში. ქანში

უფრო მსხვილი ფრაქციების ირსებობისას ეს მეთოდი გამოიყენება საცრულ მეთოდთან ერთად. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული. პიპეტის მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საბანინის მეთოდთან ერთადაც. ამ შემთხვევაში პიპეტის მეთოდით საზღვრავენ 0,01 მი-ზე ნაკლები სიდიდის ფრაქციის შემცველობას.

როგორც საბანინის მეთოდის დროს, ასევე პიპეტის მეთოდის გამოყენებისას ქანის ფრაქციებად დაყოფა დაფუძნებულია ნაწილაკთა ვარდნის სხვადასხვა სიჩქარეზე. განღეკვის დროს ქანის ნაწილების ვიოდნის სიჩქარეს ანგარიშობენ სტოქსის ფორმულით. განღეკვის პროცესში ფრაქციის საზღვრავენ დამზადებული სუსპენზიიდან სინჯის გარკვეული სიღრმიდან პიპეტით აღებით (ნახ. II—3).

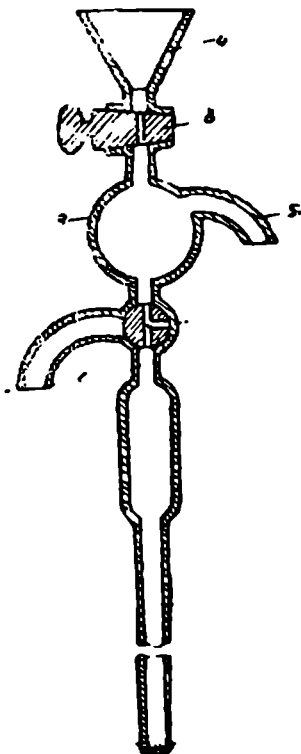
პიპეტის მეთოდით გრანულმეტრიული ანალიზის ჩასატარებლად უნდა გვქონდეს: 1) ტექნიკური სასწორი წვრილსაწონე-



ნახ. II—3. პიპეტის მეთოდით ქანების გრანულმეტრიული შედგენილობის განსაზღვრის ხელსაწყო:

- 1 — რეზინის ბუშტა; 2 — რეზინის მუხი; 3 — პიპეტი სამსვლიანი (ა) და ჩვეულებრივი ორსვლიანი (ბ) ონკანით;
- 4 — პიპეტის დამკერი; 5 — შტატივი;
- 6 — მბრუნავი მაგიდა სუსპენზიის ცენტრების დასადგმელად.

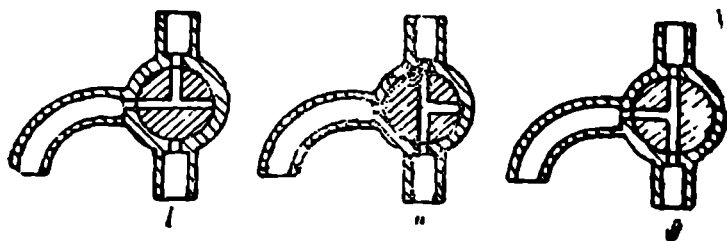
ბით; 2) ანალიზური სასწორი წვრილ-
საწონებით; 3) 1200—1300 სმ² მოცუ-
ლობის, 45 სმ სიმაღლის, 6 სმ დია-
მეტრის ცილინდრი; 4) პიპეტი 25 სმ³;
5) 250 სმ³ მოცულობის ბრტყელძირი-
ანი კალბა უკუმატივით; 6) 16 სმ
დiameterის ფაიფურის ჯამი; 7) ბიუ-
სები ანდა ფაიფურის ტიგელები; 8) სა-
ცერი 0.1 შმ-იანი ნახერტებით; 9) ფაი-
ფურის სანაყი და რეზინისბუნეიანი
ფილთაქვეა; 10) საშრობი კარადა; 11)
ქვიშის ანდა წყლის აბანო; 12) სარე-
ცხელა ანდა რეზინის ბუშტა; 13) სა-
რევი; 14) 25%-იანი ამიაკის ხსნარი; 15)
ნატრიუმის პიროფოსფატის გაჯერებუ-
ლი ხსნარი; 16) წამსაზომი, საათი; 17)
თერმომეტრი 0,05° დანაყოფის სიზუს-
ტით; 18) ქალაღის ფურცელი; 19)
շურნალი (რხ. ცხრ. II—2).



ნახ. II—4. შ. ზახაროვის
კონსტრუქციის პიპეტი.

სუსპენზიის სინჯის ასაღებად შე-
იძლება რეკომენდაცია გაეუწიოთ შ. ზა-
ხაროვის კონსტრუქციის პიპეტს (ნახ.
II—4). ამ პიპეტის ქვედა ბოლო მირჩი-
ლულია. მასში სითხე შედის პიპეტის
ბოლოში დიამეტრალურად განლაგე-
ბული გვერდითი ნახერტებიდან 1.
პიპეტის ცილინდრული გასქელებიდან
5 სმ-ით ზემოთ პიპეტზე მირჩილულია
სამსვლიანი მინის ონკანი 2 და სარინი შილი 2. ზემოთ აქვს ბუშტის-
მაგვარი გასქელება 3 და მეორე შილი 5, რომელიც შლანგით მიერ-
თებულია რეზინის ბუშტასთან (იხ. ნახ. II—3). უფრო ზემოთ განლა-
გებულია ჩვეულებრივი მინის ონკანი 6 და ძაბრი 4, პიპეტის გასა-
რეცხად ზემოდან ქვემოთ. პიპეტი უნდა გაირეცხოს სუსპენზიის ყო-
ველი სინჯის ალებისას. პიპეტს ატარირებენ, მის მოცულობას საზღვ-
რავენ 0,01 სმ³-ის სიზუსტით (წონითი მეთოდით წყლის 10 სინჯის
მიხედვით).

სინჯის ასაღებად პიპეტის ქვედა ბოლოს უშვებენ სუსპენზიაში.
შესაბამის სიღრმემდე. პიპეტის 6 ონკანს გადაეკეტავენ, ხოლო 2



ნახ. II—5. შ. ზახაროვის კონსტრუქციის პიპეტის
 ონკანის (ა) სამი საშუალო მდგომარეობა:
 1 — სუსპენზიის სინჯის ასაღებად მომზადებისას; 2 — პი-
 პეტით სუსპენზიის შეწოვისას; 3 — პიპეტიდან სუსპენზიის
 გადმოსხმისას.

ონკანს აყენებენ I მდგომარეობაში (ნახ. II—5). შემდეგ რეზინის ბუშტას კუმშავენ და II ონკანს აყენებენ II მდგომარეობაში; სუსპენზია შეიწოვება პიპეტში მანამდე, სანამ არ დაიკავენ ონკანზე უფრო ზედა მდგომარეობას. ამის შემდეგ ონკანს შემოაბრუნებენ, აყენებენ I მდგომარეობაში და პიპეტს იღებენ სუსპენზიიდან. ზედმეტ სუსპენზიას, რომელიც ონკანის ზემოთაა, პიპეტში გამრღვენიან სარინი მილით 2, ხოლო სუსპენზიას, რომელიც ონკანის ქვემოთაა, ასხავენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში ანდა ტიგელში, რისთვისაც ონკანს აყენებენ III მდგომარეობაში.

განსაზღვრის თანაბრებურობა

პიპეტის მეთოდით გრანულომეტრიული ანალიზის ზოგადი სქემა ითვალისწინებს შემდეგ ოპერაციებს:

1. ქანების ნიმუშები, განსაკუთრებით კი თიხოვანი ქანებისა, გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის უნდა იყოს ბუნებრივი ტენიანობის მდგომარეობაში: მათ ასუფთავებენ შესაფუთი მასალისაგან, გრძივი ჩამოკრით გამოყოფენ ანალიზისთვის საჭირო მოცულობას, რომელიც უნდა გამოხატავდეს ქანის საშუალო შედგენილობას.

2. ქანის ნაწილიდან, რომელიც აღებულია საანალიზოდ, იღებენ წონაკს ისეთი რაოდენობით, რომ აბსოლუტურ მშრალ წონაზე გადათვლით უდრიდეს თიხებისათვის 10 გ-ს, თიხნარებისათვის — 15 გ-ს, ქვიშოვანი და ქვიშნარი ქანებისათვის 20-დან 40-მდე გ-ს. ქანებში 0,1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ფრაქციები მნიშვნელოვანი შემცველობის

დროს (დგინდება ვიზუალურად), იღებენ ცალკეულ წონაკს საცრული ანალიზისათვის. გრანულომეტრიული ანალიზის სინჯთან ერთად ლე-ბულობენ სინჯს ტენიანობის განსაზღვრისათვის (იხ. III თავი, § 5).

ანალიზისათვის აღებული სინჯის წონის გადათვლას აბსოლუტურად მშრალ წონაზე აწარმოებენ ფორმულით

$$b = \frac{B \cdot 100}{100 + IV},$$

სადაც b არის ქანის წონაკის წონა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში, გ;

B — ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში ქანის წონაკის წონა, გ;

IV -- ქანის ტენიანობა, %-ობით.

3. ქანის წონაკს, აღებულს ანალიზისათვის, ათავსებენ უკუმაციკრიან კოლბაში და ასხამენ ათჯერადი რაოდენობის დისტილირებულ წყალს, კოლბაში ამატებენ 1 სმ³ ამიაკს და ამრიგად დამზადებულ სუსპენზიას აღუღებენ ერთი საათის განმავლობაში ქვიშის ანდა წყლის აბანოზე.

4. გაცივებულ სუსპენზიას ასხამენ დიდ ფაიფურის ჯამში და გულმოდგინედ რეცხავენ კოლბას, რომ კედლებზე არ დარჩეს ქანის ნაწილაკები.

5. ჯამში სუსპენზიას ამღვრევენ და 1—2 წთ-ს სტოვებენ მშვიდ მდგომარეობაში. აღნიშნული დროის შემდეგ დამწდარ სუსპენზიის შრეს გადმოსახამენ დიდ მშომ ცილინდრში (1 ლ მოცულობის 0,1 მმ-იან საცერში გატარებით, რომელიც მოთავსებულია დიდ ძაბრში, ხოლო ნალექს სრესენ რბილი რეზინის წყირით ანდა თითით, დარჩენილი აგრეგატების დასაშლელად. შემდეგ ქიქაში ასხამენ სუფთა წყალს სარეცხელადან, ნალექს თავიდან ამღვრევენ და 1—2 წუთის შემდეგ სუსპენზიის დამწდარ შრეს გადმოსახამენ ცილინდრში საცრით. ჯამში განლექვას და ნალექის სრესვას აგრძელებენ მანამდე, სანამ 1—2 წუთის განმავლობაში დალექვის შემდეგ წყლის შრე ნალექის თავზე არ გახდება სრულიად გამჭვირვალე, ხოლო ნალექში დარჩება მხოლოდ ქვიშოვანი ფრაქცია. ნალექს ჯამიდან ძაბრის საშუალებით ასხამენ საცერზე, რომელიც მოთავსებულია ცილინდრის თავზე, დიდ ძაბრში. შემდეგ ცილინდრს ავსებენ სუფთა წყლით ისე, რომ სუსპენზიის საერთო რაოდენობა იყოს ერთი ლიტრის ტოლი. ამით ამთავრებენ სუსპენზიის მომზადებას შემდგომი ანალიზისათვის.

6. ქვიშოვანი ფრაქციები, რომლებიც რჩება 0,1 მმ-იან საცერზე, გადააქვთ ფაიფურის ჯამში ანდა ტიგელში; წყალს აორთქლებენ, ხო-

ლო ნალექს გამოაშრობენ და ცრიან საცრების წყებაში. შემდეგ თეთოფულ ფრაქციას წონიან ტექნიკურ სასწორზე და ქანში მათ პროცენტულ შედგენილობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$x = - \frac{Ac}{b}$$

სადაც A არის ფრაქციის წონა, გ;

c — ანალიზისათვის აღებული ფრაქციების პროცენტული შედგენილობის ჯამი.

თუ ცალკე საცრული მეთოდი არ იყო გამოყენებული, მაშინ ყოველთვის ტოლია 100%; თუ იყო გამოყენებული საცრული ანალიზი, ხოლო პიპეტის მეთოდით ანალიზისათვის აღებული იყო წვრილმარცვლოვანი მასალა (ფრაქცია $< 0,25$ მმ). მაშინ c ტოლია 100% მინუს 0,25 მმ-ზე მსხვილ ფრაქციათა პროცენტული შედგენილობის ჯამი; b — აღებული წონაკის წონაა, რომელიც გადათვლილია გრუნტის აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაზე, გ.

7. ცილინდრში სუსპენზიის ტემპერატურის გაზომვის შემდეგ, მას ამღვრევენ სარევით ცილინდრის ფსკერზე ნალექის სრულ გაქრობამდე და ტოვებენ მშვიდ მდგომარეობაში II—6 ცხრილში ნაჩვენებდროის განმავლობაში.

ცხრილი II—6

სუსპენზიის დაქლომის დრო

| სიჩვი (ფრაქციის) | ტემპერატურა °C | | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 |
| პირველი ($< 0,05$ მმ) | 58 წმ | 55 წმ | 51 წმ | 48 წმ | 45 წმ |
| მეორე ($< 0,01$ მმ) | 24 წმ 18 წმ | 22 წმ 59 წმ | 22 წმ 14 წმ | 20 წმ 9 წმ | 18 წმ 44 წმ |
| მესამე ($< 0,002$ მმ) | 5 სთ 3 წმ | 4 სთ 47 წმ | 4 სთ 25 წმ | 4 სთ 12 წმ | 3 სთ 54 წმ |
| მეოთხე ($< 0,001$ მმ) | 20 სთ 10 წმ | 19 სთ 9 წმ | 17 სთ 42 წმ | 16 სთ 48 წმ | 15 სთ 36 წმ |

ეს შემდეგ ცილინდრიდან ფრახილად, სუსპენზიის დასაპიპეტოვებენ პირველ სიჩვის 10 სმ სიღრმეზე 0,25 მმ-ზე უფრო მსხვილი დიამეტრის ნაწილაკები ასწრებენ. იქნის აღნიშნულ სიღრმეზე ქვემოთ, ხოლო სუსპენზიის სვეტის 10 სმ-ზე მაღლა უნდა დარჩეს 0,5 მმ-ზე ნაკლები დიამეტ-

რის ნაწილაკები. ამის გამო, სუსპენზია, რომელიც აღებულია პიპეტით, უნდა შეიცავდეს 0,05 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებს.

9. პიპეტის შემცველობას გადმოსახამენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში ანდა ტიგელში, წყალს აორთქლებენ, ნალექს აშრობენ და ექსიკატორში გაცივების შემდეგ წონიან ანალიზურ სასწორზე. შემდეგ 0,05 მმ-ზე ნაკლებ ფრაქციათა ჯამურ პროცენტულ შედგენილობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$A = \frac{aV}{V_1} \quad \text{ან} \quad \frac{Ac}{h} \quad \text{ან} \quad x = \frac{aVc}{bV_1},$$

სადაც A არის 0,05 მმ-იანი დიამეტრის ნაწილაკების წონა, რომელიც გადათვლილია სუსპენზიის მთელ მოცულობაზე; 0,05 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრიანი a ნაწილაკების წონა პიპეტის მოცულობაში (გამოშრობილი სინჯის წონა);

V — სუსპენზიის მოცულობა ცილინდრში;

V_1 — სუსპენზიის მოცულობა პიპეტში;

x — 0,5 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკების პროცენტული შემცველობა;

h — ანალიზისათვის აღებულ ფრაქციათა ჯამური პროცენტული შემცველობა.

თუ არ იყო გამოყენებული საცრული მეთოდი, მაშინ a ყოველთვის იქნება 100% (იხ. პუნქტი 6); b — წონაყის წონა, რომელიც აღებულია პიპეტით ანალიზისათვის, გადათვლილი აბსოლუტურ მშრალ მდგომარეობაზე.

10. ცილინდრში სუსპენზიის ტემპერატურის გაზომვისას, მას ზელახლა ამღვრევენ სპეციალური სარევიტ ცილინდრის ფსკერში ნალექის საბოლოო გაქრობამდე და სტოვებენ მშვიდ მდგომარეობაში II—6 ცხრილში ნაჩვენები დროით.

11. აღნიშნული დროის შემდეგ ცილინდრიდან იღებენ პიპეტით მეორე სინჯს სუსპენზიის ზედაპირიდან 10 სმ სიღრმეზე. სუსპენზიის მეორე სინჯი შეიცავს 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებს. პიპეტიდან სითხეს ასხამენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში ანდა ტიგელში, აშრობენ და წონიან ანალიზურ სასწორზე. შემდეგ 0,01 მმ-ზე ნაკლებ დიამეტრიანი ნაწილაკების ფრაქციათა ჯამურ პროცენტულ შემცველობას გამოითვლიან ფორმულებით, რომლებიც მოცემულია 10-9 პუნქტში.

12. სუსპენზიის მომზადებისას და დღის ცილინდრში ინკუბებენ კიდეგ ორჯერ. რის შემდეგაც პიპეტით იღებენ მესამე და მეოთხე სინჯს 5 სმ-ის სიღრმიდან. მესამე სინჯით გასწავლვრავენ 0,002 მმ-ზე

ნაკლები დიამეტრის მქონე ნაწილაკებს, ხოლო მეოთხე სინჯით 0,001 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის მქონე ნაწილაკებს. სუსპენზიის დაღეჭვის დრო, ამღვრევის შემდეგ მესამე და მეოთხე სინჯის ალების წინ, ნაჩვენებია II—6 ცხრილში.

13. თუ განვსაზღვრავთ ქანში $\angle 0,05$, $\angle 0,01$, $\angle 0,02$ და $\angle 0,001$ მმ დიამეტრის ფრაქციათა ჯამურ პროცენტულ შემცველობას, ქანში თითოეული ფრაქციის შემცველობა გამოითვლება შემდეგნაირად:

ა) 0,05—0,01 მმ-იან ფრაქციებს ქანში გამოითვლიან როგორც სხვაობას $\angle 0,05$ და 0,01 მმ-იან ფრაქციათა პროცენტულ შემცველობებს შორის, ე. ი. პირველი და მეორე სინჯის სხვაობით;

ბ) 0,01—0,02 მმ-იან დიამეტრის ფრაქციათა შემცველობას ქანში გამოითვლიან, როგორც სხვაობას $\angle 0,01$ და $\angle 0,002$ მმ ფრაქციათა პროცენტული შემცველობებს შორის, ე. ი. მეორე და მესამე სინჯთა სხვაობით;

გ) ქანში 0,002—0,001 მმ დიამეტრიან ფრაქციათა შემცველობას გამოითვლიან, როგორც სხვაობას $\angle 0,002$ და $\angle 0,001$ მმ-იან ფრაქციათა პროცენტულ შემცველობებს შორის, ე. ი. მესამე და მეოთხე სინჯთა სხვაობით.

დ) ქანში $\angle 0,001$ მმ-იანი ფრაქციის შემცველობა მეოთხე სინჯის პროცენტულ შემცველობას შეესაბამება.

ე) ქანში 0,1—0,05 მმ დიამეტრის მქონე ფრაქციის შემცველობას გამოითვლიან 100%-ისა და ყველა ფრაქციათა პროცენტული შემცველობის ჯამის სხვაობით და 0,1-მილიმეტრიან საცერზე დარჩენილი ნაწილაკებით.

ვ) ქანში $>0,1$ მმ-იანი დიამეტრის ფრაქციათა შემცველობა იმის ტოლია, რაც დარჩა 0,1 მმ-იან საცერის ზედაპირზე.

14. ანალიზების პროცესში მიღებულ ციფრობრივ მონაცემებს იწერენ გარკვეული ფორმის ყურნალში (იხ. ცხრილი II—2), ხოლო საბოლოო შედეგი შეაქვთ ჯამურ ცხრილში (დანართი 3) ანდა პერფორმბარათზე (დანართი 4).

მლაშე ქანების ანალიზის მეთოდი

ზოგიერთი ქანი, ძირითადად კი თიხოვანი, თავის შედგენილობაში შეიცავს წყალში გახსნილ მარილებს: სუსპენზია, რომელიც დაშლადებულია მლაშე ქანებისაგან, კოაგულირდება, ამიტომ მათი გრანულომეტრიული ანალიზი ყოველთვის სიძნელეებთან არის დაკავშირებული ანდა შეუძლებელიცაა. კოაგულაცია გამოიხატება იმაში, რომ სუსპენ-

ზია დაღეჟეის ზოგიერთი პერიოდის შემდეგ განიცდის განშრევებას— მისი ზედა შრე გამჟვრეველ ხდება და მკვეთრად განსხვევედება ქვედა ამღრეველი შრისაგან. რაც უფრო გამარლიანებულია ქანი, მით უფრო სწრაფად ხდება სუსპენზიის განშრევება, მით უფრო ჩქარა ხდება მისგან ნალეჟის გამოყოფა. ასეთი ქანის ანალიზისათვის საჭიროა თავიდან მოვიშოროთ კოაგულაცია. ამის მიღწევა შეიძლება შემდეგი ხერხით:

1. მკირე კონცენტრაციის სუსპენზიის დამზადებით;
2. სუსპენზიიდან მარილების გამორეცხვით დეკანტაციით;
3. სუსპენზიის განზვევებით, თუ საკმარისი არ არის ზემოთ აღწერილი ღონისძიებები;

4. სუსპენზიის სტაბილიზატორების გამოყენებით.

მლაშე ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის მიზანშეწონილია პიპეტის მეთოდის გამოყენება. ამ მეთოდით ანალიზის ჩასატარებლად საჭირო მოწყობილობა ნაჩვენებია ზემოთ. გრანულომეტრიული ანალიზის ზოგადი სქემა იქნება იგივე, რაც არამლაშე ქანებისათვის, მაგრამ სუსპენზიის დამზადება სხვანაირად ხდება.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ქანის ნიმუშებს ამზადებენ ისევე, როგორც პიპეტის მეთოდით ანალიზისათვის. ქანის წონაკის წონა, გადათელილი აბსოლუტურად შშრალ მდგომარეობაზე, თიხებისათვის უნდა იყოს 5 გ, თიხნარებისათვის 6—7 გ. თიხოვანი და ქვიშოვანი ქანებისათვის 10-დან 25 გ-მდე.

2. სუსპენზიას ამზადებენ მინის ცილინდრში, როგორც პიპეტის მეთოდით ანალიზის დროს (იხ. პუნქტები 3—5 დან). სუსპენზიის საერთო მოცულობა წინასწარ ტოლი უნდა იყოს 1 ლ-სა (950—970 სმ³). ამრიგად, სუსპენზიის კონცენტრაციას ვღებულობთ მიხსლოებით ორჯერ ნაკლებს, ვიდრე არამლაშე ქანებიდან სუსპენზიის დამზადებისას.

3. თუ სუსპენზიის დაწდომის რალაც პერიოდის შემდეგ (16—18 საათი) ცილინდრში კოაგულაციის მკვეთრად გამოხატული ნიშნები არ შეიმჩნევა, სუსპენზიას უმატებებს 5 სმ³ გაჯერებულ ნატრიუმის პიროფოსფატის ხსნარს (1 სმ³ ხსნარი წონაკის 1 გ-ზე) სუსპენზიის უკეთ სტაბილიზაციისათვის, შემდეგ ცილინდრში ნიშნულამდე ამატებენ დისტილირებულ წყალს ისე, რომ სუსპენზიის საერთო მოცულობა გახდეს 1 ლ, და ამით ამთავრებენ სუსპენზიის დამზადებას პიპეტის მეთოდით ანალიზისათვის.

4. თუ აღნიშნული პერიოდის განმავლობაში სუსპენზიამ განიცადა კოაგულირება, თუ ის განშრევედა, აუცილებელია მისი ორ- ან სამ-ჯერად დეკანტაციაში გატარება. ამისათვის აუზღერეველად სუსპენზიის გამჟვირვალე შრეს ასხამენ სიფონით სუფთა მინის ქილაში, შემდეგ უმატებენ ცილინდრში დისტილირებულ წყალს ისე, რომ სუსპენზიის მოცულობა მიახლოებით 1 ლ (950—970 სმ³) გახდეს, ამღვრევენ მას და სტოვებენ მშვიდ მდგომარეობაში დასაწდომად. თუ აუცილებელია, დეკანტაციას იმეორებენ მეორედ და მესამედ (ჩვეულებრივ საკმარისია დეკანტაცია ერთხელ). აღწევენ რა კოაგულაციის აშკარა გამოუმუდავებლობას, ამთავრებენ სუსპენზიის მომზადებას ანალიზისათვის. სუსპენზიას უმატებენ 5 სმ³ ნატრიუმის პიროფოსფატის ხსნარს უკეთესი სტაბილიზაციისათვის და შემდეგ უმატებენ დისტილირებულ წყალს, რათა სუსპენზიის საერთო მოცულობა ტოლი უნდა იყოს 1 ლ.

5. დეკანტაციის დროს ხდება სუსპენზიიდან, ე. ი. ქანიდან, რისგანაც ისაა დამზადებული, მარილების გამორეცხვა. ქანში ფრაქციათა პროცენტული შემცველობის გამოსათვლელად აუცილებელია გავითვალისწინოთ მარილების რაოდენობა, რადგანაც ქანის წონაკის წონა ტოლია

$$R = G_{\text{გაუხ}} + G_{\text{მარ}},$$

სადაც R არის აბსოლუტურად მშრალი ქანის წონა, რომლისგანაც დამზადებულია სუსპენზია;

$G_{\text{გაუხ}}$ — ქანის გაუხსნელი ნაწილის წონა;

$G_{\text{მარ}}$ — მარილების წონა, რომელიც გადასულია ხსნარში და გადმოსხმულია დეკანტაციისას.

ქანიდან გამორეცხული მარილების წონის განსასაზღვრავად ზომავენ დეკანტაციის დროს გადმოსხმული ხსნარის საერთო მოცულობას, შემდეგ მისგან წინასწარ აწონილ ტიველში ანდა მინის ბიუქსში იღებენ ხსნარის ორ სინჯს 100 სმ³. ორივე სინჯს აორთქლებენ ქვიშის აბანოზე, აშრობენ თერმოსტატში, წონიან და შემდეგ გამორეცხილი მარილების რაოდენობას ითვლიან ფორმულით

$$G_{\text{მარ}} = \frac{R_1 V}{200},$$

სადაც $G_{\text{მარ}}$ არის მარილის წონა, რომელიც გადავიდა ხსნარში და გადმოიხსნა დეკანტაციისას;

R_1 — მშრალი ნაშთის (მარილის) წონა 200 სმ³ ხსნარის მოცულობაში, რომელიც გადმოიხსნა დეკანტაციის დროს;

V — ხსნარის საერთო მოცულობა, რომელიც გადმოიხსნა დეკანტაციის დროს.

განსაზღვრავენ რა ქანებიდან გამორეცხილი მარილების წონას, შეაქვთ შესწორება სუსპენზიის დასამზადებლად აღებულ ქანის წონაკის წონაში, ე. ი.

$$X_{გაბ} = X - X_{აიი}$$

სადაც $X_{აიი}$ არის ქანის წონაკის წონა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში, შესწორების გათვალისწინებით (საანგარიშო წონაკი).

4. იმ შემთხვევაში, თუ პირველი დალექვის შემდეგ შეიმჩნევა სუსპენზიის ძლიერი კოაგულაცია (ცილინდრში ქვედა ამღვრეულ შრეს უჭირავს მისი სიმაღლის 1/4 ნაწილი, ანდა ნაწილაკები მთლიანად გამოიყო ნალექში), მისი ერთხელ დეკანტაცია საკმარისი არ არის, აუცილებელია დაეწიოთ სუსპენზიის კონცენტრაცია. ამისათვის ფრთხილად ასხამენ სითხის ზედა გამკვირვალე შრეს ცილინდრიდან და უმატებენ დისტილირებულ წყალს ზუსტად ნიშნულამდე ისე, რომ სუსპენზიის მოცულობა 1 ლ ტოლი გახდეს. ამის შემდეგ სუსპენზიას გულმოდგინედ ამღვრევენ ნალექის მთლიანად გაქრობამდე ცილინდრის ფსკერზე და მის ნახევარს სწრაფად გადაასხამენ. სუსპენზიის დარჩენილ ნახევარს აჯერებენ დისტილირებული წყლით ისე, რომ მისი საერთო საწყისი მოცულობა 1 ლ ტოლი იყოს (950—970 სმ³), შემდეგ აგრძელებენ სუსპენზიის მომზადებას ანალიზისათვის, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული (პუნქტი 4).

7. მარილების რაოდენობის განსაზღვრისათვის, რომელიც ამ შემთხვევაში გაირეცხა, იქცევიან შემდეგნაირად: იღებენ სითხის ზუსტად ნახევარს, რომელიც გადმოსხმულია დეკანტაციის დროს სუსპენზიის განზავებამდე და მასში გადმოსხამენ ხოლმე სითხეს განმეორებითი დეკანტაციების დროს, ე. ი. განზავებული სუსპენზიის დალექვის შემდეგ. ამრიგად, მიიღებენ სითხის 1' საერთო მოცულობას, რომელიც გადმოსხმულია დეკანტაციის დროს. შემდეგ კი აგრძელებენ ისე, როგორც ნაჩვენებია ზემოთ (იხ. პუნქტი 5).

8. ცილინდრში სუსპენზიის მომზადების შემდეგ აგრძელებენ ანალიზს პიპეტის მეთოდით (იხ. პუნქტი 6—8 და ა. შ.).

9. ქანის შემადგენელი ფრაქციის პროცენტული შემცველობის გამოთვლისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ შესწორება სუსპენზიაში ნატრიუმის პიროფოსფატის ხსნარზე. ამ შესწორების სიღრდე განისაზღვრება შემდეგნაირად. ლიტრიან ცილინდრში ასხამენ დისტილირებულ წყალს, რომელსაც უმატებენ ნატრიუმის პიროფოსფატის ხსნარს ისე, რომ ხსნარის საერთო მოცულობა ცილინდრში 1 ლ-ის ტოლი იყოს, ამის შემდეგ ცილინდრიდან იღებენ პიპეტით სამ სინჯს, ისე, როგორც ვლებულობდით სუსპენზიის ნიმუშებს. ნიმუშებს ვაორთქლებთ და შემდეგ მშრალ ნაშთს ვაშრობთ თერმოსტატში, ვსაზ-

ღვრავთ პიროფოსფატის რაოდენობას პიპეტის მოცულობაში — საშუალოს სამი სინჯიდან. პიროფოსფატის ამ რაოდენობას ვაკეთებთ პიპეტის მოცულობაში ცალკეული ნიმუშის სუსპენზიის ნალექის წონიდან. ასე წარმოებს სუსპენზიაში პიროფოსფატის შემცველობაზე შესწორების მხედველობაში მიღება.

თუ სუსპენზიის მომზადების დროს მისი კონსტრუქცია იცვლება განზავების შედეგად, ფრაქციების პროცენტული შემცველობის გამოთვლისას ეს უნდა გავითვალისწინოთ. მაგალითად, თუ დასაწყისში ქანი იყო 5 გ, სუსპენზია განზავებს ორჯერ (სუსპენზიის ნახევარი გადმოისხა), შესაბამისად სუსპენზიაში დარჩა 2,5 გ ქანი მინუს მარილები, რომლებიც გადავიდა ხსნარში და გადმოიღვარა დეკანტაციის დროს. საჭიროა მთელი გაანგარიშება წარმოებდეს ამ წონაკის სიდიდიდან გამომდინარე.

კომბინირებული მეთოდი

წერილქვიშოვანი და ქვიშნარი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსასაზღვრავად ეს მეთოდი რეკომენდებულია ქანებისათვის, რომლებშიც 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკების შემცველობა შეადგენს არა უმეტეს 10%-ისა. უფრო დიდი შემცველობის შემთხვევაში უკეთესია გამოვიყენოთ პიპეტის, ანდა არეომეტრიის მეთოდი. კომბინირებული მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ქანის გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის გამოვიყენებენ დასაწყისში ა. საბანინის მეთოდს, ხოლო შემდეგ პიპეტურს. ამ დროს ა. საბანინის მეთოდით საზღვრავენ 0,01 მმ-მე მეტი დიამეტრის ფრაქციებს. ხოლო პიპეტის მეთოდით — 0,01 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციების შემცველობას. კომბინირებული მეთოდით ანალიზისათვის აუცილებელია გვექონდეს ზემოაღნიშნული მოწყობილობა.

კომბინირებული მეთოდით გრანულომეტრიული ანალიზის ზოგადი სქემა ითვალისწინებს შემდეგ ოპერაციებს:

1. ქანის ნიმუშს ამზადებენ ისევე, როგორც საბანინის მეთოდის დროს;

2. მომზადებული ქანის ნიმუშიდან იღებენ საშუალო სინჯს, ამზადებენ სუსპენზიას და აწარმოებენ ანალიზს ა. საბანინის მეთოდით.

3. სუსპენზიას, გადმოღვრილს საბანინის მეთოდით ანალიზის დროს გრადუირებული ქიქიდან პირველ ბატარეის ქილაში, რომელიც შეიცავს 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციას, ასხამენ ხუთლიტრიან ბოთლში. სუსპენზიის საერთო მოცულობა ბოთლში უნდა იყოს 2,5—3 ლ. იმ შემთხვევაში, როცა სუსპენზიის მოცულობა ბოთლში

იქნება აღნიშნულ მოცულობაზე ნაკლები, უმატებენ სუფთა დისტილირებულ წყალს.

4. ბოთლს მჭიდროდ აცობენ კორპს და მასში მოთავსებულ სუსპენზიას ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში, შემდეგ გადაასხამენ დიდ მზომ 1,2—1,3 ლ მოცულობის ცილინდრში. სუსპენზიის საერთო რაოდენობა ცილინდრში ტოლი უნდა იყოს 1 ლ-ისა. სუსპენზიას ასხამენ ცილინდრში მცირე ულუფებით, დროდადრო ანჯღრევენ ბოთლს იმისათვის, რომ გადასასხმელი სუსპენზიის სიმკვრივე ერთნაირი იყოს.

5. მოვამზადებთ რა ცილინდრში სუსპენზიას, ვაგრძელებთ ანალიზს პიპეტის მეთოდით, რომლის დროსაც ჯერ ისაზღვრება 0,002 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციები, შემდეგ კი 0,001 მმ-ზე ნაკლები. ამ ფრაქციების შემცველობის განსაზღვრის შემდეგ ანალიზს ამთავრებენ.

6. ქანში ფრაქციების პროცენტული შემცველობის გაანგარიშება კომბინირებული მეთოდით ანალიზისას აწარმოებენ შემდეგნაირად:

ა) 0,01 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციებისათვის იყენებენ ფორმულას

$$x = \frac{Ac}{b}$$

სადაც A არის ფრაქციის წონა;

— ანალიზისათვის აღებული ფრაქციების ჯამური პროცენტული შემცველობა. თუ არ ჩატარებულა ცალკე საცრული ანალიზი. მაშინ c ყოველთვის ტოლია 100%-ისა. ცალკე, საცრული ანალიზის ჩატარების შემთხვევაში, როდესაც კომბინირებული მეთოდით ანალიზისათვის აღებული იყო წმინდა ფრაქციები (კერძოდ, 0,25 მმ-ზე ნაკლები), მაშინ c ტოლი იქნება 100% მინუს 0,25 მმ-ზე მეტი ფრაქციების ჯამური პროცენტული შემცველობა: b — აღებული წონაჯის წონა გადათვლილი ქანის აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაზე.

ბ) 0,002 მმ ფრაქციის გამოსათვლელად სარკებლობენ ფორმულით:

$$x = \frac{aV_1}{bV_2}$$

სადაც x არის ქანში 0,002 ან 0,001 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკების შემცველობა;

a — 0,002 მმ ანდა 0,001 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკების წონა პიპეტის მოცულობაში (გამომშრალი ნიმუშის წონა);

V_1 — სუსპენზიის მოცულობა ცილინდრში;

V_2 — სუსპენზიის მოცულობა პიპეტში;

ნიშნები ქანების სკანდინავიური

| ქანები | თითებით ხელის გულზე ქანის გასრესვის შეგრძნება | ხელის გულზე გასრესილი ქანის მასის სახე, ლუბაში ასევე შეუიარაღ. თვალით |
|---------|--|---|
| თისები | ძალიან ძნელად იქცევიან ფხვნილად | ერთნაირი წმინდა ფხვნილის მასა, რომელიც 0,25 მმ-ზე მსხვილ ნაწილაკებს არ შეიცავს |
| თისნარი | გასრესილი მასა ხელის გულზე არ იძლევა ერთგვაროვან ფხვნილის შეგრძნებას | თიხან-მტკრიანი ნაწილაკების სიკვარბეში ნათლად ჩანს 0,25 მმ-ზე უფრო მსხვილი ქვიშის ნაწილაკები. |
| ქვ-ნარი | არაერთგვაროვანი ფხვნილი, რომელშიც აშკარად შეიმჩნევა ქვიშის არსებობა | სკარბოტენ ქვიშის ნაწილაკები 0,25 მმ-ზე მსხვილი, უფრო წერილი წარმოადგენს შინარესს |
| ქვიშები | ქვიშის მასის შეგრძნება | შედეგა თითქმის მთლიანად ქვიშის მარცვლებსაგან |
| ხრეში | — | დიდი რაოდენობით 2 მმ-ზე მსხვილი ნაწილაკების არსებობა. ასეთი ნაწილაკების 50%-ზე მეტი შემცველობა გეძლევენ დასახელებას „ხრეში“ |

- c — $< 0,01$ მმ ფრაქციების ჯამური პროცენტული შემცველობა, რომელიც მიღებულია საბანინის მეთოდით;
- b — წონაკის წონა, რომელიც აღებულია ანალიზისათვის, გადათვლილი ქანის აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაზე.

გ) ქანში 0,01—0,002 მმ-იანი დიამეტრის ფრაქციების შემცველობას ითვლიან, როგორც სხვაობას 0,01 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნა-

სახეობის განსახილვერად

| მშრალი ქანის მდგომარეობა | სველი ქანის მდგომარეობა | ქანის დამოკიდებულება დაგუნდავსთან | სხვა ნიშნები |
|---|---|---|---|
| მიგაიო კოშტები არ იმსხვრევიან ფხენილად ჩაქურის დარტყმით და ხელის მოკერით. | პლასტიკური წებოვანი და დამსხვრელი | ადვილად გვაძლევს მაგარ გრძელ ზონარს 1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრით. ადვილად გუნდავდება ბურთად | სველ მდგომარეობაში დანით დაქრისას გვაძლევს სწორ ზედაპირს, რომელზედაც არ ჩანს ქვიშის მარცვლები |
| კოშტები იღვლილ იმსხვრევა ჩაქურის დარტყმით ანდა ხელის მოკერით | პლასტიკური | გრძელ ზოხარს არ გვაძლევს. ზონარს გადილუნვისას უჩნდება მარცვლების არსებობა დაელება ბურთად. | იგივე, მხოლოდ შეიგრძნობა ქვიშის მარცვლების არსებობა |
| კოშტები ადვილად იმსხვრევა ხელით გასრავისას | ხუსტად პლასტიკური | გორდება ზონარად. ბურთის ზედაპირს უჩნდება ნამარცვლები და იგი ჩამოიფხვნება | დანით გაქრისას სველ მდგომარეობაში გვაძლევს ხაოიან ზედაპირს |
| ფხეიერი | არაპლასტიკური უმნიშვნელო გატენიანებისას გააჩნია მცირე მოჩვენებით ბმულობა. გადაშეტრენიანებისას გადადის დენად მდგომარეობაში | არ გუნდავდება ბურთად და ზონარად | — |
| ფხეიერი | — | — | — |

წილაკთა პროცენტულ შემცველობასა და 0,002 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკთა პროცენტულ შემცველობას შორის.

დ) ქანში 0,002—0,001 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციების შემცველობას ითვლიან, როგორც სხვაობას 0,002-ზე ნაკლები დიამეტრისა და 0,001 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციათა პროცენტულ შემცველობებს შორის.

ე) 0,001 მმ-ზე ნაკლები ზომის ფრაქციების შემცველობა ქანში შეესაბამება უკანასკნელი სინჯის პროცენტულ შემცველობას.

ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის საველე ვიზუალური მეთოდით განსაზღვრისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ მონაცემებით, რომლებიც მოცემულია II—7 ცხრილში. ეს ცხრილი საშუალებას გვაძლევს გამოვყოთ ქანების შემდეგი გრანულომეტრიული სახესხვაობები: თიხა, თიხნარი, ქვიშნარი და ხრეში. თუმცა ეს მეთოდი ქანში ამა თუ იმ ფრაქციის პროცენტული შედგენილობის შესახებ არაფერს არ გვაძლევს, თიხოვანი ქანების სწორად მიკუთვნება თიხებთან, თიხნარებთან ან ქვიშნარებთან შეიძლება ჩაითვალოს სრულიად საკმარისად კლასიფიკაციისა და შედგენილობის შესახებ მსჯელობისათვის.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. საველე ქანს იღებენ ხელისგულზე, სრესენ და სინჯავენ ლუპით. შემდეგ სარგებლობენ რა მონაცემებით, რომლებიც მოცემულია II—7 ცხრილის 2—4 გრაფებში, მსჯელობენ ქანების გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე.

2. აწარმოებენ ამავე ქანის გამოცდას 5—7 გრაფებში მოცემული მითითებების მიხედვით, რის შემდეგ აძლევენ ქანს საბოლოო დასახელებას I გრაფის შესაბამისად.

2. თუ საველე ქანი ქვიშა ან ხრეშია, ლუპის ქვეშ ადგენენ მარცვლების ზომას მისი შედგენილობის განსასაზღვრავად. ქანის დასახელებას ადგენენ მასში არსებული ამა თუ იმ ზომის მარცვალთა უპირატესი შემცველობის მიხედვით (ლომთაძე, 1970).

არეომეტრიული მეთოდი

ქანების გრანულომეტრიული ანალიზის არეომეტრიული მეთოდი ემყარება მათგან დამზადებული სუსპენზიების სიმკვრივის გაზომვას დალექვის პროცესში. თუ ამღვრეულ სუსპენზიაში ჩაუშვებთ არეომეტრს, მაშინ ნაწილაკების დალექვის გამო სუსპენზიის სიმკვრივე შეიცვლება და არეომეტრი უფრო ჩაიძირება სუსპენზიაში. არეომეტრიული მეთოდით ქანში შეიძლება განისაზღვროს 0,25 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ფრაქციები. 0,25 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ფრაქციების შედგენილობა ისაზღვრება საცრული მეთოდით. არეომეტრიული მეთოდით გრანულომეტრიული ანალიზისათვის აუცილებელია გვექონდეს:

1. არეომეტრი; 2. 1200—1300 სმ³ მოცულობის 45 სმ სიმაღლის; 6 სმ დიამეტრის გამზომი ცილინდრი; 3. საცერთა წყება, რომელშიც აუცილებლად უნდა იყოს საცერი 0,1 მმ-იანი ნახვრეტებით; 4 ტექნიკუ-

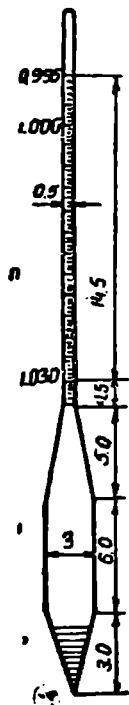
რი .სასწორი წვრილსაწონებით; 5. ბიუქსები ანდა ფაიფურის ტიგელები; რომლებიც წინასწარაა აწონილი; 6. 15—16 სმ დიამეტრის ფაიფურის ჯამი; 7. თერმომეტრი დანაყოფის სიზუსტით 0,5°, 8. სარეცხელა ანდა რეზინის ბუშტა; 9. ქეიშის ანდა წყლის აბანო; 10. 25%-იანი ამიაკის ხსნარი; 11. 250 სმ³ მოცულობის კოლბა უკუმაკივრით, 12. წამსაზომი; 13. სანაყი ფილთაქვით; 14. აზბესტის ბადე; 15. ნაწილათა დიამეტრის გამოსათვლელი ნომოგრამა; 16. ჟურნალი (იხ. ცხრ. II—9).

ცხრილი II—8

ტემპერატურული შესწორებანი არეომეტრისათვის

| სუსპენზიის ტემპერატურა °C | არეომეტრის ანათელის შესწორება | სუსპენზიის ტემპერატურა °C | არეომეტრის ანათელის შესწორება | სუსპენზიის ტემპერატურა °C | არეომეტრის ანათელის შესწორება |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| + 0,8 | 24,0 | — 0,5 | 17,0 | — 1,2 | 10,0 |
| + 0,9 | 24,5 | — 0,5 | 17,5 | — 1,2 | 10,5 |
| + 1,0 | 25,0 | — 0,3 | 18,0 | — 1,2 | 11,0 |
| + 1,1 | 25,5 | — 0,3 | 18,5 | — 1,1 | 11,5 |
| + 1,3 | 26,0 | — 0,2 | 19,0 | — 1,1 | 12,0 |
| + 1,4 | 26,5 | — 0,1 | 19,5 | — 1,0 | 12,5 |
| + 1,5 | 27,0 | — 0,0 | 20,0 | — 1,0 | 13,0 |
| + 1,6 | 27,5 | + 0,1 | 20,5 | — 0,9 | 13,5 |
| + 1,8 | 28,0 | + 0,2 | 21,0 | — 0,9 | 14,0 |
| + 1,9 | 28,5 | + 0,3 | 21,5 | — 0,8 | 14,5 |
| + 2,1 | 29,0 | + 0,4 | 22,0 | — 0,8 | 15,0 |
| + 2,2 | 29,5 | + 0,5 | 22,5 | — 0,7 | 25,5 |
| + 2,3 | 30,0 | + 0,6 | 23,0 | — 0,6 | 16,0 |
| | | + 0,7 | 23,5 | — 0,6 | 16,5 |

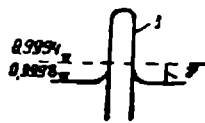
ქანების გრანულომეტრიული ანალიზისათვის იყენებენ მინის არეომეტრს, რომელიც განკუთვნილია 0,995-დან 1,030 სიმკვრივის განსასაზღვრავად (ნახ. II—6). არეომეტრის ღერძზე დანაყოფები დატანილია 0,001 სიზუსტით. გრანულომეტრიული ანალიზის დროს არეომეტრზე ანათვალის იქნება გამარტივებული, რადგანაც ერთეულს უგულუბელყოფენ (მხედველობაში არ ღებულობენ), ხოლო მძიმე გადააქვთ. სამი ნიშნით მარჯვნივ. ასე, მაგალითად, ანათელის 1,0252 მაგეირ კითხულობენ და იწერენ 25,2. ქარხნებში არეომეტრებს აგრადუირებენ მენისკის ქვედა კიდის მიხედვით. ვინაიდან გრუნტის სუსპენზია გაუმჭვირვალეა, ანალიზისას ანათვალის აიღება მენისკის ზედა ნა-



ნახ. II—6. სუსპენზიის
სიმკვრივის გამზომი
არეომეტრი:
I — ბოლქვი; II — ღერო.

პირიდან და ითვალისწინებს შესწორებას სიმაღლეზე (ნახ. II—7); უკანასკნელს საზღვრავენ ერთხელ ყველა არეომეტრისათვის (სამუშაოს დაწყების წინ) მისი ჩაძირვით დისტილირებულ წყალში არეომეტრის გრადუირების ტემპერატურის დროს, ე. ი. 20°C . მაგალითად, მენისკის ქვედა კიდიდან 0,9989, ზედადან 0,9994, მენისკის სიმაღლე $0,9998 - 0,9994 = 0,0004$. რადგანაც არეომეტრზე იღებენ გამარტივებულ ანათვალს, მენისკის სიმაღლეზე შესწორებას ამრავლებენ 1000-ზე, მოცემულ მაგალითზე შესაბამისად ის იქნება 0,4-ის ტოლი.

გარდა მენისკის სიმაღლეზე შესწორებისა, ითვალისწინებენ შესწორებას ტემპერატურაზე, თუ იგი ანალი-



ნახ. II—7. მენისკის ხიმა-
ლის განსაზღვრა არეო-
მეტრით სუსპენზიის სიმკ-
ვრივის გაზომვისას:
1 — არეომეტრის ღერო;
2 — მენისკის სიმაღლე.

ზის დროს მეტი ან ნაკლებია 20°C -ზე. ეს შესწორება განისაზღვრება II—8 ცხრილით, ანდა ტემპერატურის ცდომილებათა სკალით ნო-
ლოგრამაზე (იხ. ნახ. II—9).

ბანსაზღვრის თანამიმდევრობა

არეომეტრიული მეთოდით გრანულომეტრიული ანალიზის ზოგად სქემას აქვს შემდეგი სახე:

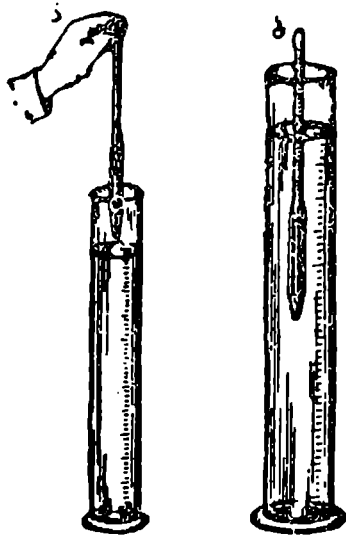
1. ქანების ნიმუშები, განსაკუთრებით თიხოვანი, მათი გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის უნდა მივიტანოთ ლა-

ბორატორიაში ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში. მათ ანთავისუფლებენ შესაფუთი მასალისაგან და შემდეგ ამზადებენ სუსპენზიას, როგორც პიპეტის მეთოდით სარგებლობის დროს, იმ მითითებათა გათვალისწინებით, რომლებიც ჩამოთვლილია პუნქტებში 1—6. თუ შეეასრულებთ ყველა ამ მითითებას, მივიღებთ სუსპენზიას, რომლის საერთო მოცულობა 1 ლ-ის ტოლია. ამით მთავრდება სუსპენზიის მომზადება ანალიზისათვის.

2. ანალიზისათვის გამოყოფილი ქანის ნაწილიდან სუსპენზიის მომზადებისას იღებენ წონაკს მისი ტენიანობის განსასაზღვრავად და სინჯის წონის გადასათვლელად აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაზე. გარდა ამისა, ქანში საზღვრავენ 0,1 მმ-ზე მსხვილი ფრაქციის პროცენტულ შემცველობას;

3. ცილინდრში დამზადებულ სუსპენზიას ურევენ სარევით ფსკერზე ნალექის გაქრობამდე. როდესაც ეს მომენტი იქნება ფიქსირებული, სუსპენზიის შენჯღრევას შეწყვეტენ და ნიშნავენ დროს, რომელიც იქნება ანალიზის დაწყების დრო.

4. სუსპენზიაში ფრთხილად უშვებენ არეომეტრს, თან აკვირდებიან, რომ მისი ბოლქვი არ შეეხოს ცილინდრის კედლებს და ღებულობენ არეომეტრის სკალაზე ანაზვალს 30 წმ-ის, 1 წუთის, 2 წუთის, 5 წუთის, 3 0წუთის, 1 საათის, 1,5 საათის, 3 საათის, 6 საათის და 24 საათის შემდეგ. პირველ სამ ანათვალს (30 წამის, 1 წუთის, 2 წუთის) იღებენ არეომეტრის ამოუღებლად (ნახ. II-8). შემდეგი ანათვლების დროს არეომეტრს იღებენ სუსპენზიიდან ყოველთვის, რეცხავენ მას და ამშრალებენ. ამ ანათვლების აღების დროს არეომეტრს უშვებენ სუსპენზიაში გაზომვის დაწყებამდე 5—10 წმ-ით ადრე, უფრო ღრმად ვიდრე წინა გაზომვის დროს.



ნახ. II—8. სუსპენზიის სიმკვრივის გაზომვა არეომეტრით:
 ა — არეომეტრის ჩაყვინთვა; ბ — არეომეტრის მდგომარეობა გაზომვის მომენტში.

5. ანათელის ალბის შედეგებს იწერენ ჟურნალში R , გამარტივებული ანათელის სახით.

6. ანალიზის პროცესში სუსპენზიის ტემპერატურის გაზომვას (ცილინდრის ცენტრში) აწარმოებენ $0,5^{\circ}\text{C}$ სიზუსტით, ერთხელ არეომეტრით პირველი ხუთი გაზომვისას, შემდეგში კი — ყოველი გაზომვისას.

7. აწარმოებენ ჩანაწერების პირველად დამუშავებას, რომ მიიღონ არეომეტრის ანათელების საბოლოო A გამოსახულება თითოეული გაზომვისათვის. თითოეულ გამარტივებულ ანათელაში R_0 შეჰქვთ შესწორება მენისკის C სიმაღლეზე და m ტემპერატურაზე. არეომეტრის საბოლოო R ანათელების მიღების შემდეგ იწყებენ ნაწილაკების დიამეტრისა და პროცენტული შემცველობის გამოთვლას. ნაწილაკების დიამეტრს ითვლიან ნომოგრამაზე, რომელიც უნდა დამზადდეს თითოეული არეომეტრისათვის.

8. ნაწილაკთა დიამეტრის გამოთვლა ნომოგრამაზე, არეომეტრის საშუალებით ქანების ანალიზისას, ნაჩვენებია II—9 ნახაზზე, სადაც მოცემულია გასაღებიც, რომელიც გვაძლევს ნომოგრამით სარგებლობის თანამიმდევრობას. ნომოგრამას საფუძვლად უდევს სტოქსის ცნობილი ფორმულიდან მიღებული დამოკიდებულება

$$V = \frac{2}{9} g r^2 \frac{\gamma_s - \gamma_f}{\eta}$$

ამ დამოკიდებულების თანახმადაც ნაწილაკების დიამეტრი (მმ), რომლებმაც გაიარეს ერთეული გზა სითხეში, გარკვეული დროის განმავლობაში, ტოლია

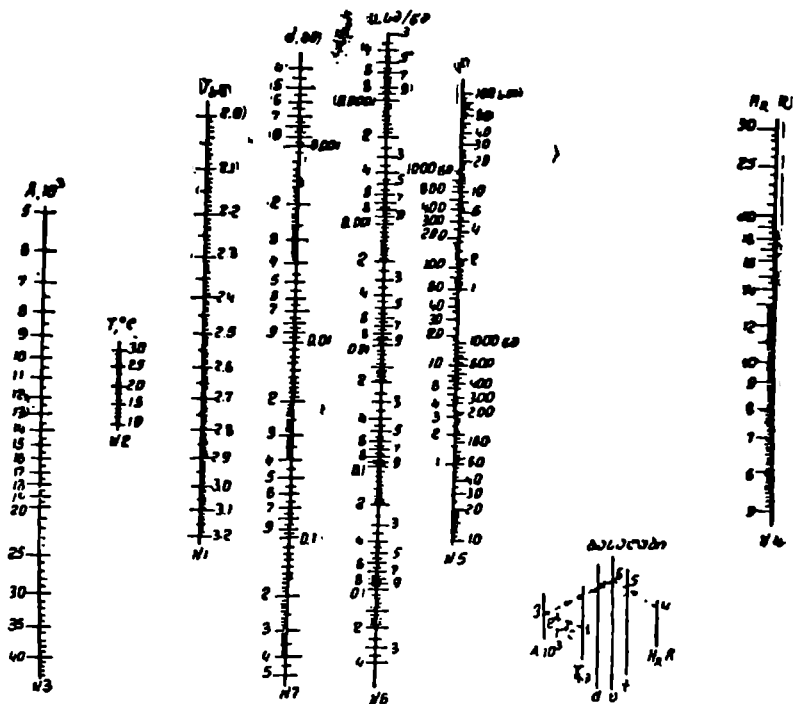
$$d = \sqrt{AV}$$

სადაც

$$A = \frac{\eta \cdot 18^{\circ}\text{C}}{r(\gamma_s - \gamma_f)}; \quad V = \frac{H}{t}$$

H არის ნაწილაკების გზა სმ; t — ნაწილაკთა დაღეჭვის დრო, წმ.

სიდიდეები, რომლებიც შედის აღნიშნულ ფორმულაში, ნაჩვენებია ნომოგრამის შემდეგ სპეციალურ სკალებზე 1 — γ_s — ქანის კუთრი წონა; სკალაზე 2 — η — სუსპენზიის ტემპერატურა, რომლის დროსაც ხდება ანალიზი; სკალაზე 3 — $A \cdot 10^3$ — სამრავლი A სტოქსის ფორმულაში კვადრატული ფესვის ქვეშ მოთავსებული სიდიდეა, გამრავლებული 10^3 -ზე, სკალაზე 7 — ρ — ქანის ნაწილაკთა დიამეტრი, მმ; სკალაზე 5 — t — არეომეტრზე ანათელების დრო (წმ, წთ და სთ), რომელიც გავიდა ანალიზის დაწყებიდან, ე. ი. იმ მომენტიდან, როდესაც ფიქსირებული იყო ნალექის მთლიანი გაქრობა ცილინდრის ფსკერზე და სუსპენზიის შენჯღრევა დასრულდა. სკალაზე 4 — K —



ნახ. II—9. ქანების გრანულომეტრიული ანალიზის ღრის ნაწილაკების ღიაპეტრის გამოსათვლელი ნომოგრამა.

საბოლოო ანათელის გამოსახულება არეომეტრის ყველა შესაძლო ჩაძირვისას სითხეში, სხვანაირად, მოცემული არეომეტრიის სკალა 0,995-დან 1,030-მდე, რომელიც მე-4 სკალის მარჯვენა მხარეს არის დატანილი.

ნომოგრამაზე ყველა სკალა, გარდა 4-ისა, მუდმივია ნებისმიერი არეომეტრიისათვის. ვინაიდან ყველა არეომეტრის ერთნაირად გაკეთება შეუძლებელია, ამიტომ ერთი და იგივე ანათვალს სხვადასხვა არეომეტრზე, სითხეში ჩაძირვისას შეესატყვისება სხვადასხვა მანძილი H_R სითხის ზედაპირიდან არეომეტრის წყალწყვის ცენტრამდე. ამიტომ ნომოგრამის 4 სკალის მარჯვენა ნაწილი R სკალა დააქვთ ლაბორატორიაში თითოეული არეომეტრისათვის, მისი ტარირებისას (იხ.

დანართი 1). H_R სიდიდეთა მნიშვნელობები, რომლებიც მე-4 სკალის მარცხენა მხარეზეა ნაჩვენები, საჭიროა არეომეტრის ტარირებისათვის და ანალიზის შესრულებისას მათ არ ითვალისწინებენ.

9. ნომოგრამით სარგებლობის თანამიმდევრობა ნაწილაკთა დიამეტრის გამოსათვლელად შემდეგია: ადებენ სახაზავს 1-ლი და მე-2 სკალის წერტილებს, რომლებიც შეესაბამება ქანის კუთრ წონას γ_s და სუსპენზიის ტემპერატურას $T^\circ C$, მე-3 სკალის გადაკვეთაზე ღებულობენ $A \cdot 10^3$ მნიშვნელობას. ადებენ სახაზავს მე-4 და მე-5 სკალის წერტილებს, რომლებიც შეესაბამება არეომეტრის საბოლოო ანათვალს და მოცემული გაზომვის დროს სახაზავის გადაკვეთისას მე-6 სკალასთან ვლებულობთ ნაწილაკების დალექვის სიჩქარეს მოცემული გაზომვისას. მე-3 და მე-6 სკალებზე მიღებულ წერტილებზე ადებენ სახაზავს და მის გადაკვეთაზე მე-7 სკალასთან იღებენ საძიებელ დიამეტრს მიცემული გაზომვისას.

მაგალითი. ქანის კუთრი წონა $\gamma_s = 2,63$. სუსპენზიის ტემპერატურა — $T_n = 17^\circ C$. დრო, რომელიც გავიდა ანალიზის დაწყებიდან — $t = 2$ საათს. საბოლოო ანათვალი არეომეტრზე $R = 2,1$.

ვადებთ სახაზავს 1-ელ სკალაზე 2,63 წერტილში, მე-2 სკალაზე კი $17^\circ C$ წერტილში, ვკითხულობთ მე-3 სკალაზე $A \cdot 10^3$ მნიშვნელობას, რომელიც უდრის 12,3. ვადებთ სახაზავს მე-4 სკალას 2,1 წერტილში, მე-5 სკალას კი 2 სთ წერტილში და მე-6 სკალაზე ვკითხულობთ მნიშვნელობას, რომელიც ტოლია 0,0026 სმ/წმ. თუ შევართებთ 12,3 მე-3 სკალაზე და 0,0026-ს მე-6 სკალაზე, სახაზავის გადაკვეთაზე მე-7 სკალასთან ვკითხულობთ ნაწილაკის საძიებელ დიამეტრს მოცემული გაზომვისათვის. ანალოგიურად ვლებულობთ დიამეტრის მნიშვნელობას სხვა გაზომვებისათვის და ვიწერთ ჟურნალში (ცხრ. II—9).

ნაწილაკთა პროცენტულ შედგენილობას ითვლიან ფორმულით

$$x = \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_s - 1} \cdot \frac{c}{b} \right) R,$$

სადაც x — ნაწილაკთა პროცენტული ჯამური შემცველობაა, რომელიც ზომით ნაკლებია μ განსაზღვრულ ნაწილაკებზე; c — 0,5 მმ-ზე მეტი ზომის დიამეტრის ნაწილაკთა პროცენტული შემცველობა, რომელიც მიღებულია საცრული ანალიზის შედეგად; თუ 0,5 მმ-ზე მეტი ზომის დიამეტრის მქონე ნაწილაკები არ არის, მაშინ $c = 100\%$; b — აღებული წონაკის წონა; აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში: γ_s — ქანის კუთრი წონა; R არეომეტრზე საბოლოო ანათვალი შესწორებებით მენისკზე და ტემპერატურაზე.

მაგალითი 1. 0,5 მმ-ზე მეტი ზომის დიამეტრის ფრაქციის შემცველობა ქანში არის 20%, ხოლო 0,5 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციის შემცველობა 80%-ია. წონა-

ქის წონა x უდრის 40 გ. ქანის კუთრი წონა T_3 ტრია 2,63. საბოლოო ანათვალთ M არეომეტრზე ტრია 2,1. თუ შეეიტანთ ამ მნიშვნელობებს ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში, მივიღებთ

$$x = \left(\frac{2,63}{2,63-1} \cdot \frac{80}{-0} \right) \cdot 1 = 6,8\%$$

მაგალითი 2. 0,5 მმ-ზე მეტ დიამეტრის ზომის ნაწილაკებს ქანი არ შეიცავს, შესაბამისად $c = 100\%$. წონაის წონა 40 გ. ქანის კუთრი წონა და საბოლოო ანათვალთ არეომეტრზე შეესაბამება 2,63 და 2,1. თუ შეეიტანთ ამ მნიშვნელობებს ფორმულაში, მივიღებთ

$$x = \left(\frac{2,63}{2,63-1} \cdot \frac{100}{40} \right) \cdot 2,1 = 8,4\%$$

მოცემული ფორმულიდან და მაგალითიდან ჩანს, რომ მამრავლი

$\left(\frac{Y_A}{Y_B - 1} \cdot \frac{c}{b} \right) \cdot A$ თითოეული ანალიზისათვის მუდმივი სიდიდეა, ამიტომ სხვადასხვა ფრაქციის პროცენტული შედგენილობის გამოანგარიშება ქანში დიდ სიძნელეს არ წარმოადგენს, მაგრამ ფრაქციის პროცენტული შედგენილობის გამოთვლისას მოცემული ფორმულით განისაზღვრება არა ცალკეული ფრაქციის შემცველობა, არამედ იმ ფრაქციათა ჯამი, რომლებიც გარკვეულ დიამეტრზე ნაკლებია, ე. ი. განსაზღვრავენ შედგენილობას დაწვებული ყველაზე წვრილი ფრაქციიდან.

ცალკეული ფრაქციების პროცენტული შედგენილობის განსაზღვრის თანამიმდევრობა მოცემულია II—9 ცხრილში.

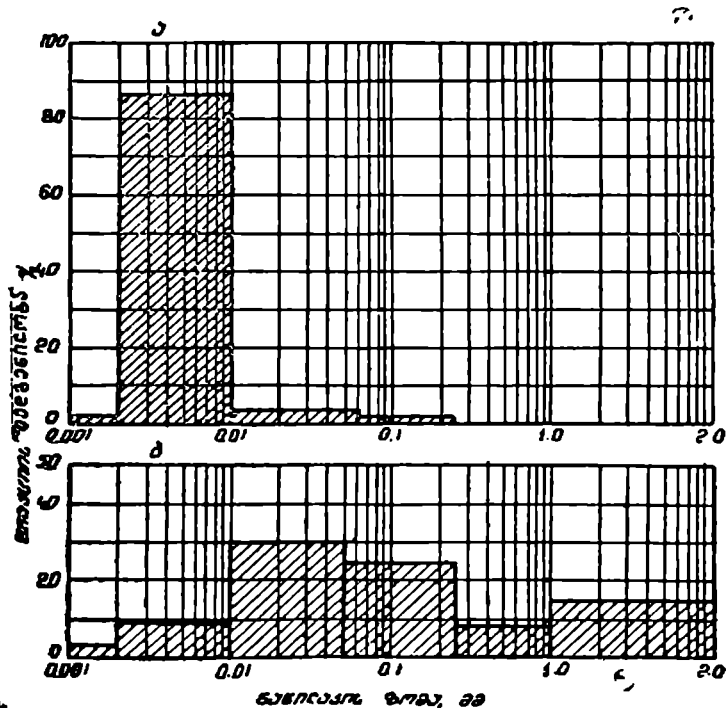
10. არეომეტრიული მეთოდით ქანების ანალიზის დროს განისაზღვრება ნაწილაკთა არა საერთოდ მიღებული დიამეტრები. ეს მეთოდი გამოირჩევა სხვა მეთოდებისაგან იმით, რომ იმის შემდეგ, რაც გამოთვლილია ფრაქციის პროცენტული შემცველობა სულ წვრილი ფრაქციის ჩათვლით, აუცილებლად საჭიროა ანალიზის შედეგების გრაფიკული გამოსახვა გრანულომეტრიული შედგენილობის მრუდით. თუ გვექნება ასეთი მრუდი, შეიძლება გამოვსახოთ ანალიზის შედეგები ჩვეულებრივი სახით, ე. ი. ცხრილის სახით ნაწილაკთა საერთოდ მიღებული ფრაქციების პროცენტული შემცველობით (იხ. ცხრილი (II—2)).

ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის გრაფიკული გამოსახვის ხერხები

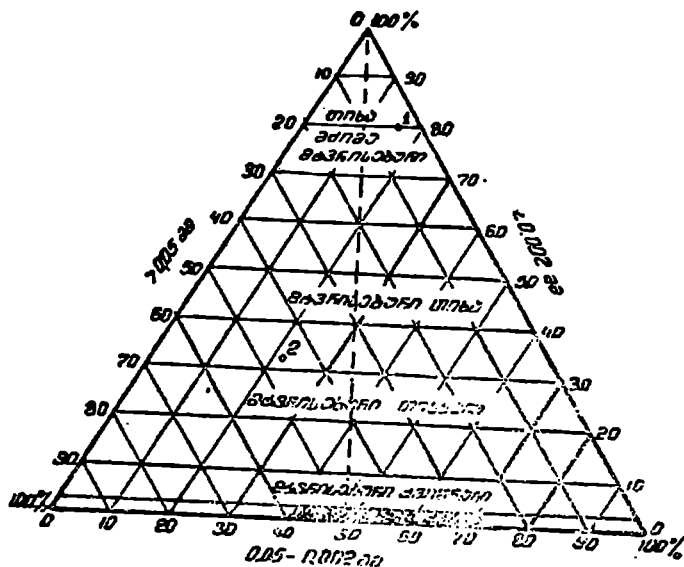
გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგები ჩვეულებრივ გამოიხატება ცხრილების სახით, რომელშიც ნაჩვენებია ქანში სხვადასხვა ფრაქციის პროცენტული შემცველობა. ვინაიდან ცხრილები არ გვამ-

ლევს თვალნათლივ წარმოდგენას ქანების შედგენილობაზე, ამიტომ საინჟინრო-გეოლოგიურ პრაქტიკაში მიღებულია ანალიზის შედეგების გამოხატვა სხვადასხვა გრაფიკის სახითაც. ქანების შედგენილობის გრაფიკული გამოხატვის ყველაზე უფრო ხმარებულ ხერხებს წარმოადგენენ დიაგრამები, სამკუთხედები და ერთგვაროვნების მრუდები. ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის დიაგრამები ნაჩვენებია II—10 ნახაზზე. თითოეულ მათგანზე მოცემულია ერთი ანალიზის შედეგები. მასობრივი ანალიზების შედეგების გამოსახვისათვის ეს ხერხი მოუხერხებელია. დიაგრამებით მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ მხოლოდ თვალსაჩინოების მიზნით ქანების ტიპურ სახესხვაობათა გამოსახვისას, მაგალითად, სამშენებლო მოედნისათვის, დასაპროექტებელი გზის ტრასისათვის და სხვ.

გრანულომეტრიული შედგენილობის გამოსახვისათვის იყენებენ აგრეთვე ტოლგვერდა სამკუთხედებს (ნახ. II—11, II—12, II—13).

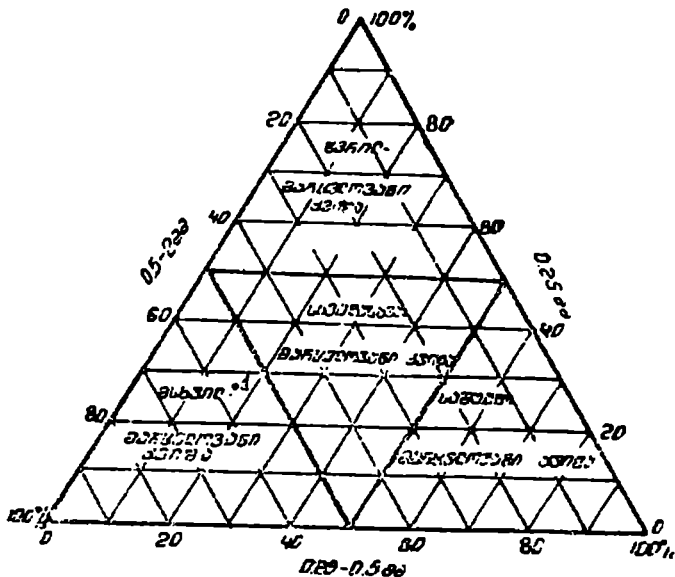


ნახ. II—10. თიხოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის დიაგრამები.



ნახ. II—11. თიხოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის (%-ობით) გამოსახვაზე სამკუთხა დიაგრამა.

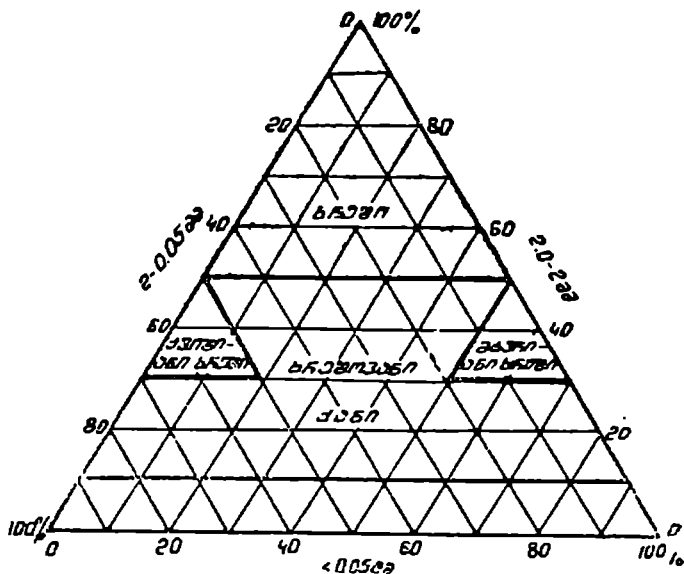
ცნობილია, რომ თუ ტოლგვერდა სამკუთხედის რომელიმე შიგა წერტილიდან დაეუშვებთ მართობებს მის გვერდებზე, მაშინ მართობთა ჯამი ტოლი იქნება სამკუთხედის სიმაღლისა. ტოლგვერდა სამკუთხედში ყველა სიმაღლე ტოლია, ამიტომ თუ სამკუთხედის თითოეულ სიმაღლეს გავყოფთ 100 თანასწორ ნაწილად და გავავლებთ პარალელურ ხაზებს, მართობულს სიმაღლისადმი, მაშინ სამკუთხედის გვერდებიც გაიყოფა 100 ნაწილად. ვაჩვენებთ რა ასეთი სამკუთხედის ყოველ გვერდზე სამი ძირითადი ფრაქციის შემცველობას (თიხოვანი ქანებისათვის — თიხებს, მტვროვანს და ქვიშოვანს, ხოლო ქვიშნარი ქანებისათვის — უხეშ და მსხვილმარცვლოვანს, საშუალო მარცვლოვანსა და წვრილ და წმინდა მარცვლოვანს. შეიძლება სამკუთხედში წერტილებით გამოვხატოთ ქანის შედგენილობა. მაგალითად, II—11 ნახაზზე წერტილი 1 გვიჩვენებს, რომ ქანი შეიცავს 5% ქვიშურ ფრაქციას. მტვრისებრს 15% და თიხებს 80%, წერტილი 2 გვიჩვენებს შესატყვისად 4, 22 და 32%-ს. II—12 ნახაზზე წერტილი 1 გვიჩვენებს, რომ ქვიშაში არის უხეში და მსხვილმარცვლოვანი ფრაქცია 56%, საშუალო



ნახ. II—12. ქვიშოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის (%-ობით) გამოსახვაზე სამკუთხა დიაგრამა.

მარცვლოვანი — 18% და წვრილმარცვლოვანი — 26%. ამრიგად, სამკუთხედზე შეიძლება გამოეხატოს მრავალი ანალიზის შედეგები, თანაც ქანების შედგენილობის ერთგვაროვნებისაგან დამოკიდებულებით წერტილები სამკუთხედში იქნება განლაგებული სხვადასხვანაირად. თუ ქანი ერთგვაროვანია თავისი შედგენილობის მიხედვით, წერტილები თავმოყრილი იქნება გარკვეულ ადგილებში; თუ ქანი არაერთგვაროვანია, წერტილები სამკუთხედში იქნება გაფანტული.

II—11 ნახაზზე შეიძლება დავინახოთ, რომ წერტილები, რომლებიც გამოხატავენ თიხების შედგენილობას, თავს მოიყრიან სამკუთხედის ზედა ნახევარში. ხოლო წერტილები, რომლებიც გამოხატავენ თიხნარების, ქვიშნარებისა და ქვიშების შედგენილობას თავს მოიყრიან სამკუთხედის ქვედა ნაწილში. ამ დროს ქანების მტერისებური შედგენილობის ნაწილაკთა გამომსახველი წერტილები თავს იყრიან სამკუთხედის მარჯვენა ნახევარში, ხოლო არამტერისებურისა — მარცხენაში. II—12 ნახაზიდან ჩანს, რომ წერტილები, რომლებიც გამოხატავენ წვრილ და წმინდა მარცვლოვან ქვიშებს, თავს მოიყრიან სამკუთხედის ზედა კუთხეში, უხეშსა და მსხვილმარცვლოვანს — ქვედა



ნახ. II—13. ხრეშიანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის (%-ობით) გამოსახვაში სამკუთხედიანი დიაგრამა.

მარცხენა, ხოლო საშუალომარცვლოვანს — ქვედა მარჯვენა კუთხეში. წერტილები, რომლებიც გამოხატავენ სხვადასხვა მარცვლოვან ქვიშებს, მოთავსებული იქნება სამკუთხედის ცენტრში. II—13 ნახაზზე ნაჩვენებია ანალოგიური სამკუთხედი ხრეშიანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის კლასიფიკაციისათვის და მათი ანალიზის შედეგების გამოსახატავად.

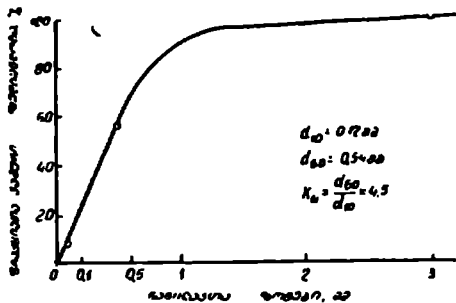
ქანების შედგენილობის გრაფიკული გამოსახვის მეტად გავრცელებულ ხერხს წარმოადგენს ერთგვაროვნების ინტეგრალური მრუდების აგება. მათ აგებენ სწორკუთხა კოორდინატთა სისტემაში, უბრალო ან ნახევრად ლოგარითმულ მასშტაბში.

უბრალო მასშტაბში ინტეგრალური მრუდის აგებისას (ნახ. II—14) აბსცისათა ღერძზე დაიტანენ ნაწილაკთა ზომებს მილიმეტრებით, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — ფრაქციათა პროცენტულ შეკველობას. ერთგვაროვნების მრუდის ასაგებად ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ ფრაქციათა ერთობლიობისათვის. ამისათვის დაწვებული ყველაზე წვრილი ფრაქციიდან აჯამებენ პროცენტებს 100-მდე. მიღებული მწკრივის ყოველი შუალედური ციფრი აჩვენებს გარკვეულ დი-

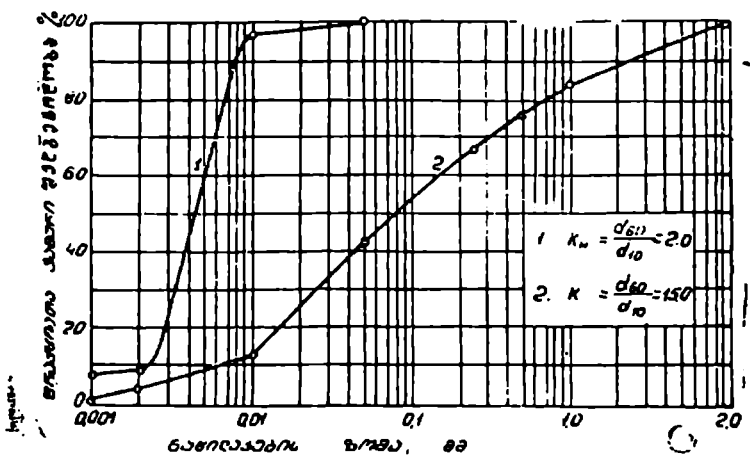
შეტრზე ნაკლები ზომის ფრაქციითა ჯამურ პროცენტულ შემცველობას ქანში. ანალიზის შედეგების გადაანგარიშება ფრაქციითა ერთობლიობისათვის მოყვანილია II-9 ცხრილში

გადაახგარიშების ჩატარების შემდეგ იწებენ მრუდის აგებას. ამისათვის აბსცისათა ლოგზე პოულობენ ნაწილათა დიამეტრებს, დაწყებული ყველაზე წვრილიდან, ხოლო შესაბამის ორდინატებზე წერტილებით აღნიშნავენ გარკვეულ დიამეტრზე ნაკლები ზომის ფრაქციითა ჯამურ პროცენტულ შემცველობას. შემდეგ ყველა წერტილს აერთებენ მრუდით, რომელიც გამოხატავს ქანის შედგენილობას.

ნახევრად ლოგარიტმულ მასშტაბში ინტეგრალური მრუდის აგებისას (ნახ. II—15) ორდინატთა ლერძზე, ისევე როგორც პირველ შემთხვევაში, აჩვენებენ ფრაქციითა პროცენტულ შემცველობას ერთობ-



ნახ. II-14. თბილისი ქანის გრანულომეტრიული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდი უბრალო მასშტაბში.



ნახ. II—15. თიხოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდები ნახევრად ლოგარიტმულ მასშტაბში:
1 — ერთფეაროვანი; 2 — არაერთფეაროვანი.

ლივად. აბსცისათა ღერძზე კი, აჩვენებენ არა ნაწილაკთა დიამეტრებს მილიმეტრობით, არამედ ამ სიდიდეთა ლოგარიტმებს ან, უფრო სწორად, ლოგარიტმების პროპორციულ სიდიდეებს. ამიტომ აბსცისათა ღერძზე სკალის ასაგებად საჭიროა ამ სკალის ფუძის შერჩევა, ე. ი. მონაკვეთის შერჩევა, რომლის სიგრძე შეესაბამება $\lg 10$. ერთგვაროვნების მრუდების ასაგებად შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს 4 სმ სიგრძის მონაკვეთი. თუ სკალის ფუძედ მიღებულია 4 სმ სიგრძის მონაკვეთი, მაშინ აბსცისათა ღერძზე კოორდინატთა სათავიდან 4 სმ-ის ინტერვალთ აკეთებენ სასაზღვრო ნიშნულებს. კოორდინატთა სათავეში სვამენ სიდიდეს 0,001, ხოლო თითოეული მომდევნო ნიშნულის პირდაპირ შესაბამისად 0,01, 0,1, 1, 10 და ა. შ. თუ ქანის შედგენილობაში არ შედის წმინდა ფრაქციები, მაშინ კოორდინატთა სათავეში სვამენ არა 0,001, არამედ 0,01 ანდა 0,1, ე. ი. სკალას გადაწევენ მარცხნივ. თუ $\lg 10 = 1$ შეესაბამება 4 სმ-ის სიგრძეს. მაშინ რიცხვთა ლოგარიტმები ტოლი იქნება შემდეგი სიგრძეების:

$$\lg 2 = 0,301 - 0,301 \times 4 = 1,2 \text{ სმ};$$

$$\lg 3 = 0,477 - 0,477 \times 4 = 1,9 \text{ სმ};$$

$$\lg 4 = 0,602 - 0,602 \times 4 = 2,4 \text{ სმ};$$

$$\lg 5 = 0,699 - 0,699 \times 4 = 2,8 \text{ სმ};$$

$$\lg 6 = 0,778 - 0,778 \times 4 = 3,11 \text{ სმ};$$

$$\lg 7 = 0,845 - 0,845 \times 4 = 3,4 \text{ სმ};$$

$$\lg 8 = 0,903 - 0,903 \times 4 = 3,6 \text{ სმ};$$

$$\lg 9 = 0,954 - 0,954 \times 4 = 3,8 \text{ სმ}.$$

გადაზომავენ რა გამოთვლილი სიგრძის მონაკვეთებს კოორდინატთა სათავიდან და თითოეული სასაზღვრო ნიშნულიდან მარჯვნივ, აბსცისთა სკალაზე აკეთებენ შუალედ ნიშნულებს, რომელთა პირდაპირ სვამენ შესატყვის სიდიდეებს: პირველ ინტერვალში 0,002, 0,003, 0,004 და ა. შ. მეორე ინტერვალში 0,02, 0,03, 0,04 და ა. შ. მესამე ინტერვალში 0,2, 0,3, 0,4 და ა. შ.

შემდეგ ერთობლივად გადაითვლიან ფრაქციებს, შესაბამის ორდინატებზე წერტილებით აღნიშნავენ გარკვეულ დიამეტრზე ნაკლები ზომის ფრაქციათა პროცენტულ შემცველობას, წერტილებს აერთებენ მრუდით, რომელიც წარმოადგენს ერთგვაროვნების მრუდს ნახევრად ლოგარიტმულ მასშტაბში.

ასეთი მრუდები ნაკლებადაა გაკვირვებული აბსცისთა ღერძის გასწვრივ, ვიდრე მრუდები, აგებული უბრალო მასშტაბში, ისინი უფრო

მოსახერხებელი და თვალსაჩინოა. მრუდების ხასიათი გვიჩვენებს ქანის შემადგენელ ნაწილაკთა ერთგვაროვნების ხარისხს. ასე, მაგალითად, თუ მრუდი ციცაბოა, მაშინ ქანი არაერთგვაროვანია და პირიქით. ქვიშიანი და თიხიანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის არაერთგვაროვნების საზომს წარმოადგენს არაერთგვაროვნების კოეფიციენტი

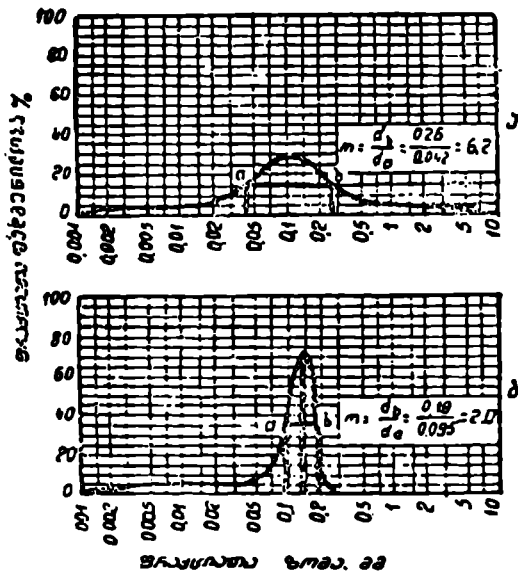
$$K_{\text{ანაერთგვ}} = \frac{d_{40}}{d_{10}}$$

სადაც d_{10} არის ნაწილაკების მოქმედი, ანუ ეფექტური დიამეტრი;
 d_{40} — ნაწილაკთა საკონტროლო დიამეტრი.

მოქმედი, ანუ ეფექტური დიამეტრის ქვეშ გულისხმობენ სიდიდეს, რომელზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკები შეადგენენ ქანის შედგენილობის 10%-ზე ნაკლებს. ამ დიამეტრს განსაზღვრავენ ქანის გრანულომეტრიული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდის საშუალებით (იხ. ნახ. II—15). ეს პირობითი სიდიდე მიღებულია არაერთგვაროვანი შედგენილობის ქანის წყალშელწევადობის გასათანასწორებლად რალაც ერთგვაროვანი ქანის წყალშელწევადობასთან. ადრე ნაწილაკთა მოქმედი დიამეტრით სარგებლობდნენ ემპირიული ფორმულებით ქვიშიანი ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისას.

ნაწილაკთა საკონტროლო დიამეტრი ეწოდება სიდიდეს, რომელზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკები შეადგენენ ქანის შედგენილობის 60%-ზე ნაკლებს. ამ დიამეტრსაც საზღვრავენ გრანულომეტრიული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდით. როდესაც ქვიშივანი ქანების არაერთგვაროვნების კოეფიციენტი 3-ზე, ხოლო თიხოვანისა კი 5-ზე მეტია, ისინი არაერთგვაროვნად ითვლება.

ერთგვაროვნების ინტეგრალური მრუდით შეიძლება განისაზღვროს ქანში ნებისმიერი დიამეტრის ფრაქციის პროცენტული შედგენილობა. ამისათვის აბსცისთა ღერძზე უნდა აღვმართოთ მართობები მრუდთან გადაკვეთამდე იმ წერტილებიდან, რომლებიც შემოფარგლავენ ფრაქციის ზომას. მრუდთან მართობების გადაკვეთის წერტილებში გავატაროთ ორი პარალელური ხაზი ორდინატთა ღერძამდე და გამოვითვალოთ საინტერესო ფრაქციის პროცენტული შემცველობა. ზუსტად ასევე ერთგვაროვნების მრუდზე შეიძლება ვიპოვოთ ნაწილაკთა დიამეტრი, რომელიც შეესაბამება ფრაქციის გარკვეულ პროცენტულ შემცველობას. ამისათვის ორდინატთა ღერძიდან ატარებენ პორიზონტალურ ხაზს მრუდთან გადაკვეთამდე, გადაკვეთის წერტილიდან უშვებენ მართობს აბსცისათა ღერძზე, სადაც კითხულობენ დიამეტრის ზომას.



ნახ. II—16. გრანულომეტრიული შედგენილობის მრუდები. მიღებული სეირსტროის ხერხით:

ა — ერთგვაროვანი; ბ — არაერთგვაროვანი.

მეტად თვალსაჩინო ერთგვაროვნების მრუდები მიიღება მათი აგებისას სეირსტროის ხერხით (ნახ. II—16). ამ შემთხვევაში ფრაქციის პროცენტული შედგენილობის გადათვლა ერთობლივად საჭირო არ არის. თითოეული ფრაქციის პროცენტულ შემცველობას აღნიშნავენ წერტილებით ორდინატებზე, რომლებიც აღმართულია აბსცისათა ღერძზე თითოეული ფრაქციის საშუალო დიამეტრიდან. ასეთი ხერხით ნაპოვნ წერტილებს აერთებენ მრუდით. ეს მრუდი თვალნათლივ აბსცისათებს ქანის ერთგვაროვნების ხარისხს; რაც უფრო მაღალი და ვიწროა მრუდის პიკი, მით უფრო ერთგვაროვანია ქანი.

ამ შემთხვევაში ქანის ერთგვაროვნების საზომად შეიძლება გამოვიყენოთ არაერთგვაროვნების მოდული, მას საზღვრავენ შემდეგნაირად: პიკის სიმაღლის ნახევარზე ატარებენ ახ სწორს, შემდეგ ადგენენ ნაწილაკთა დიამეტრებს, რომლებიც შეესაბამება გადაკვეთის a და b წერტილებს. დიდი დიამეტრის შეფარდებას მცირესთან უწოდებენ არაერთგვაროვნების მოდულს, ე. ი.

$$M_{\text{არაერთგვ.}} = \frac{d}{d_0}$$

ჰვიზოვანი და თიხოვანი ქანების მინერალური შედგენილობის შესწავლა

თეორიული მეთოდი

ჰვიზოვანი და თიხოვანი ქანების გარკვეულ ფრაქციითა მინერალური შედგენილობის შესწავლისას ფართოდ იყენებენ იმერსიულ მეთოდს. ამ მეთოდის გამოყენებისას მიკროსკოპის ქვეშ იკვლევენ იმერსიულ სითხეში ჩაძირულ მინერალთა მარცვლებსა და მათ აგრეგატებს. ამ დროს პოლარიზაციული მიკროსკოპის გარდა საჭიროა სითხეთა ნაკრები, გარდატეხის ცნობილი მაჩვენებლებით. ასეთ ნაკრებში შედის ჩვეულებრივ 100-მდე სითხე გარდატეხის მაჩვენებლებით 1,40-დან 1,79-მდე. მინერალის დიაგნოსტიკის დროს იღებენ ისეთ ორ მეზობელ სითხეს, რომელთაგან ერთს აქვს საკვლევ მინერალზე მეტი გარდატეხის მაჩვენებელი, ხოლო მეორეს — ნაკლები. მარცვლების მინერალური შედგენილობის განსაზღვრის შემდეგ აწარმოებენ ამა თუ იმ მინერალის შემკვლეობის გამოთვლას ქანის საძიებელ ფრაქციაში. მარცვალთა მინერალური შედგენილობის ობიექტური მონაცემების მისაღებად სასურველია, რომ თითოეული საკვლევი ფრაქციიდან მინერალების პროცენტული შედგენილობის გამოსათვლელად გამოკვლეულ იქნეს 250—300 მარცვლამდე.

თიხოვანი მინერალების ცალკეული ნაწილაკების გამოკვლევა მათი მცირე ზომების გამო ძნელია. ამიტომ თიხოვანი ქანების წვრილმარცვლოვანი ნაწილის მინერალური შედგენილობის საორიენტაციო განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყვილით თიხური ნაწილაკების აგრეგატები. ამ შემთხვევაში შეიძლება ქანების შესწავლა სპეციალურად მომზადებული პრეპარატების საშუალებით (ვიკულოვა, 1952, 1957). ეს მეთოდი დამყარებულია იმაზე, რომ თიხის სუსპენზიის გამოშრობისას ნაწილაკები ერთმანეთს ეწყებება არა ნებისმიერი მიმართულებით, არამედ კანონზომიერად, გრძივი ღერძების მიახლოებით ერთნაირი ორიენტაციით, რაც განაპირობებს ნაწილაკთა მსგავს ოპტიკურ ორიენტირებას და საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ აგრეგატების ოპტიკური კონსტანტები იმერსიულ სითხეებში.

თიხოვანი ქანების სუსპენზიიდან პრეპარატების დასამზადებლად მისი დალექვის შემდეგ იღებენ სინჯს, რომელიც შეიცავს თიხოვან ნაწილაკებს, შემდეგ მას აშრობენ ფაიფურის ჯამში ჭერ წყლის აბანოზე; შემდეგ კი ჰაერზე, ანდა თერმოსტატში 35°C-ზე. გამომშრალი თიხოვანი მასა ფარავს ჯამის ფსკერს თხელი მყიფე ფენით, რომლის

ზედაპირიდან სამართებით აკრიან თხელ ბურბუშელას და მაშინვე გადააქეთ რამდენიმე (6—8) სასაგნე მინაზე, რადგანაც თითოეული იმერსიული სითხისათვის უნდა ავილოთ ახალი პრეპარატი. პრეპარატებს სინჯავენ მიკროსკოპის ქვეშ, საზღვრავენ აგრეგატების ფორმას, ზომას და გარდატეხის მაჩვენებლებს. ეს საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ქანის თხელი ფრაქციის თიხოვან მინერალზე და ამრიგად საორიენტაციოდ დავადგინოთ მისი მინერალური ტიპი.

პილროქარსიანი თიხები პრეპარატებში გვაძლევენ წაგრძელებული ფორმის აგრეგატებს, ნაფოტისებურს ანდა თითისტარისებურს, მათი გარდატეხის მაჩვენებელი იცვლება 1,555-დან 1,600-მდე, ორმხრივი გარდატეხა 0,018-დან 0,03-მდე. კაოლინიტიანი თიხები ქმნიან იზომეტრული ან წაგრძელებული ფორმის აგრეგატებს მოხვეულ-მიხვეული ნაპირებით. მათი გარდატეხის მაჩვენებელი იმყოფება 1,561—1,570 ფარგლებში; ორმაგი გარდატეხა 0,005—0,009. მონტმორილონიტიანი თიხები წარმოქმნიან სპირალისებურ, მარაოსებურ ანდა ნამგლისებური ფორმის აგრეგატებს. გარდატეხის მაჩვენებლებით 1,480—1,510 და ორმხრივი გარდატეხით 0,018—0,030.

იმერსიული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს გავარკვიოთ ცალკეულ ფრაქციათა მინერალური შედგენილობა და დავადგინოთ მასში არამდგრადი (რეაქციისუნარიანი) მინერალები. ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ (თუნდაც საორიენტაციოდ) თიხოვანი ქანის მინერალური ტიპი. მეთოდი რთული არ არის და თუ ლაბორატორიას არ გააჩნია ელექტრონული მიკროსკოპი, რენტგენული და თერმული დანადგარები, იგი აუცილებლად უნდა გამოვიყენოთ შეღებვის მეთოდთან და ქანების შლიფებში შესწავლასთან ერთად.

შედეგების მეთოდი

თიხოვანი ქანების მინერალური ტიპის განსაზღვრა ორგანული საღებავების გამოყენებით დამუშავებულა ნ. ვედენეევას, მ. ვიკულოვასა (1952) და მ. რატეევის (1952) მიერ. იგი ემყარება სხვადასხვა კრისტალური აღნაგობის თიხოვანი ნაწილაკების უნარს — სხვადასხვაგვარად შეიღებონ ორგანული საღებავებით.

შეღებვის მეთოდი უბრალოა, არ მოითხოვს რთულ აპარატურას, ძვირ რეაქტივებს, შემსრულებლის მაღალ კვალიფიკაციას და სავსებით მისაღებია თიხოვანი ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლისათვის როგორც სტაციონარულ, ასევე საველე ლაბორატორიებში. ღებავენ თიხოვან, ქვიშა-თიხოვან, კარბონატულ-თიხოვან და სხვა. მეტნაწილად ბაცი შეფერილობის ქანებს: თეთრს, ნაცრისფერს — სხვა-

სხვადასხვა ელფერით (მოყვითალო, მომწვანო და სხვ.), მწვანესა და ლურჯს. შეღებვა მუქი ნაცრისფერი და შავი თიხებისა, რომლებიც მდიდარია ორგანული ნივთიერებებით, და აგრეთვე მურა-წითელი თიხებისა, რომლებიც შეიცავენ რკინის ქანებს, შეიძლება მხოლოდ მინარევების მოშორების შემდეგ (იხ. ქვემოთ).

შელეებისათვის უნდა გვქონდეს შემდეგი ჰურჭელი და რეაქტივები: 1) სინჯარები და შტატივები მათთვის; 2) 0,5 და 1 ლ მოცულობის კოლბები; 3) 1 და 5 მლ მოცულობის ბიურეტები; 4) ფაიფურის ჯამები; 5) ორგანული საღებავები ფხვნილების სახით (მეთილენის ცისფერი, ბენზიდინი და ქრიზოიდინი); 6) ქლორკალციუმი; 7) 5%-იანი და 10%-იანი მარილის მკაევა; 8) სილიკაგელი წვრილი მსხვილფორივანი.

საღებავების წყლიან ხსნარებს ამზადებენ შემდეგი კონცენტრაციით:

1. მეთილენის ცისფერი (მც) — 0,001%-იანი (10 მგ მშრალ მც-ს ხსნიან 1 ლ დისტილირებულ, ანდა ადუღებულ წყალში).

2. ბენზიდინი (ბნ) — 0,5 გ ბენზიდინს ყრიან 500 სმ³ მოცულობის ქილაში, რომელსაც ავსებენ წყლით, აყოენებენ ხსნარს 2—3 საათით, რომელთა განმავლობაში მას დროდადრო შეანჯღრევენ ხოლმე, რის შედეგადაც ფილტრავენ და მიღებულ ხსნარს აზავებენ ორჯერ.

3. ქროზოიდინი — 0,0001%-იანი ხსნარი (1 მგ მშრალ ფხვნილს ხსნიან 1 ლ წყალში).

4. ქლორკალიუმის (KCl) გაჯერებული ხსნარი. ყველა საღებავი აუცილებლად უნდა ინახებოდეს ბნელ ადგილას.

შელეზე მეთილენის ცისფრით წარმოებს შემდეგნაირად (მ. ვიკულოვას მიხედვით):

1. 0,5—1 გ წონის ქანის ნატეხს ალბობენ წყლით, ფშვნიან, გადააქვთ სინჯარაში და ასხამენ წყალს. ქვიშოვან-თიხოვან ქანებს ღებულობენ უფრო მეტი რაოდენობით და სინჯარაში ასხამენ ნაკლებ წყალს, რათა მიიღონ უფრო მკვრივი სუსპენზია, უქანასკნელს ამღვრევენ და ტოვებენ სინჯარაში დღე-ღამის განმავლობაში.

2. დღე-ღამის შემდეგ, თუ სუსპენზია არ დაილექა, ზედა 7 სმ გადაასხამენ სუფთა სინჯარაში. თუ სუსპენზია ძლიერ სქელია, მას აზავებენ წყლით. გარეგნულად მას უნდა ჰქონდეს ოდნავ ამღვრეული წყლის შესახედაობა.

3. თუ სუსპენზია დაილექა დღე-ღამის განმავლობაში (კოაგულირდა) და ნალექის ზემოთ მივიღეთ სუფთა წყლის შრე, მას გადმოღვრიან, სინჯარაში ხელახლა უმატებენ წყალს, ანჯღრევენ და ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში. ასე იქცევიან მანამდე, სანამ სუსპენ-

ზია არ გახდება მდგრადი. თუ ქანები ძლიერ მარილიანია, შეღებვის წინ მათ წინასწარ რეცხავენ წყლით, ხოლო კარბონატების არსებობის შემთხვევაში 2%-იანი HCl-ით 24 საათის განმავლობაში.

4. სუფთა სინჯარაში ასხამენ 5 მლ გამზადებულ სუსპენზიას, უმატებენ ამავე რაოდენობით მც-ს და ანჯღრევენ, შემდეგ ამ სუსპენზიის ნახევარს გადმოსახამენ სხვა სინჯარაში და მას უმატებენ 2 წვეთ KCl-ის გაჯერებულ ხსნარს. ორივე სინჯარას (ერთი მც, მეორე მც+KCl) ანჯღრევენ. დღე-ღამის შემდეგ ახდენენ დაკვირვებას.

5. დაკვირვებისას აღნიშნავენ ხსნარის ფერს ორივე სინჯარაში და მის გამჭვირვალობას, ნალექის ხასიათს ორივე სინჯარაში (გელისებრი, მკვრივი, გელისებრი ბრკით და ა. შ.), მის ფერს ადგენენ, ნალექი მთლიანადაა შეფერილი თუ მხოლოდ მისი ზედა ნაწილი. შემდეგ ორივე სინჯარას ამღვრევენ და აკვირდებიან მთელი სუსპენზიის შეღებვის ხასიათს.

6. თუ სინჯარაში მც-იანი სუსპენზია მთლიანად დაილექა, ხსნარი ნალექის ზამოთ გახდა გამჭვირვალე, უფერული, ხოლო ნალექი არ შეიღება, მაშინ გადმოსახამენ უფრო გამჭვირვალე ხსნარს და უმატებენ ამავე რაოდენობის მც (5 მლ). ეს მოვლენა შეიმჩნევა ზოგიერთ ჰიდროქარსიან თიხებში და მთლიანად ჭერ კიდევ ახსნილი არ არის. ზოგჯერ საჭირო ხდება საღებავის რამდენჯერმე დამატება.

7. თუ სინჯარაში მც-იანი სუსპენზიის ნაწილი არ დაილექა და შეიღება, საზღვრავენ მის ფერს. შემდეგ ანჯღრევენ სინჯარას და აკვირდებიან მთელი სუსპენზიის ფერს. თუ ის არ შეიცვალა ეს ნიშნავს, რომ დისპერსიული ნაწილი შეიცავს იმავე მინერალს, რასაც მთელი ნალექი. თუ ფერი შეიცვალა, ეს ნიშნავს, რომ სუსპენზიის წვრილ-დისპერსიული და უფრო ტლანქდისპერსიული ნაწილები სხვადასხვა შედგენილობისაა.

8. შეღებილი სუსპენზიის ფერს ადგენენ ვიზუალურად თეთრ ფონზე, დღის სინათლეზე, სპეციალურად დამზადებული 10-ბალიანი სკალის მიხედვით (ნახ. II. 17). აუცილებელია აღინიშნოს აგრეთვე ელფერები, რომელნიც შეიძლება გაპირობებული იყოს სხვა თიხოვანი ან არათიხოვანი მინერალების მინარეევით, ან კიდევ წყალში ხსნადი მარილებით. აგრეთვე ყურადღება უნდა მიექცეს შეღებილი სუსპენზიის ფერის სიკაშკაშეს და სისუფთავეს.

9. კაოლიტიანი თიხები მც-ით იღებება მკრთალ ღია-იისფრად, ეს ფერი არ იცვლება KCl-ის დამატებით. ჰიდროქარსის მინარევი KCl-ის დამატებისას იწვევს შეფერილობის ცვლილებას იისფერ-ლურჯ, ლურჯ, ანდა ცისფრად (ჰიდროქარსის რაოდენობის გაზრდასთან დაკავშირებით) — ნალექი მკვრივია.

| | |
|------|---------------------------|
| I | იისფერი |
| II | მოიისფრო ლურჯი |
| III | ლურჯი |
| IV | მოლურჯო-ცისფერი |
| V | ცისფერი |
| VI | მოცისფრო-მწვანე |
| VII | მწვანე |
| VIII | ბალახისფერი მწვანე-მწვანე |
| IX | ბალახისფერი მწვანე |
| X | მოყვითალო მწვანე |

ნახ. II—17. ფერადი სკალა, რომელიც გამოიყენება ორგანული საღებავების საშუალებით თიხოვანი ქანების მინერალური ტიპის განსაზღვრისას.

10. ჰიდროქარსიანი თიხები იღებება მოიისფრო-ლურჯ და ლურჯ ფერად, რომლებიც მცირედ იცვლება KCl-ის დამატებისას, ანდა ისევე იცვლებიან, როგორც კაოლიტიანი თიხები და მაშინ შეიძლება განვასხვავოთ კაოლინიტისაგან ბენზინიდის საღებავის საშუალებით (იხ. ქვევით). ნალექი მკვრივია.

11. მონტმორილონიტიანი თიხები იძლევა მც-თან ინტენსიურ სუფთა იისფერს, იისფერ-ლურჯს ანდა ლურჯ ფერს, რომელიც KCl-ისაგან ხდება მუქ ცისფერად. მოცისფრო-მწვანედ ანდა მომწვანო ცისფერად. ნალექი გელისებურია.

12. შეღებვის გაცილებით ზუსტ შედეგებს ღებულობენ შთანთქმის სპექტრის გაზომვით სპექტროფოტომეტრის საშუალებით, ამ ხელსაწყოს აღწერა და მუშაობის მეთოდიკა გაშუქებულია მეთოდურ სა-

ხელმძღვანელოში, დანალექი ქანების პეტროგრაფიაში (ვიკულოვა, 1951, სტრახოვი, 1957).

მც თიხური სუსპენზიის შთანქმის სპექტრალურ მრუდებს აქვთ მკვეთრად გამოხატული აღსორბციის მაქსიმუმები 560—580 სმ სიგრძის ტალღებისათვის, KCl დამატება სუსპენზიაში არ ცვლის სპექტრულ მრუდს.

მც შთანქმის სპექტრულ მრუდებს ჰიდროქარსიანი თიხებისათვის აქვთ შთანქმის ორი მაქსიმუმი; უფრო განვითარებული 580 მმკ და მეორე, უფრო სუსტი 640—670 H. უკანასკნელი მაქსიმუმი შეიძლება რამდენადმე გაძლიერდეს KCl-ის დამატებით. Ca — მონტმორილონიტიანი თიხების მც შთანქმის სპექტრებს აქვთ მაქსიმუმი 560—589 H₂, რომელიც KCl-ის დამატების შემდეგ მკვეთრად გადაინაცვლებს 660—670 H -ის ფარგლებში.

13. ჰიდროქარსების დიაგნოზის დასაზუსტებლად სუსპენზიას ლებავენ ბენზიდინით. ამისათვის სინჯარაში იღებენ 2 მლ სუსპენზიას მომზადებულს გამოსაცდელი ქანის ნიმუშისაგან და უმატებენ ამავე რაოდენობის ბენზიდინს. სინჯარას ანჯღრევენ. დაკვირვებას აწარმოებენ დღე-ღამის განმავლობაში.

ჰიდროქარსები სუსტად იღებება ბენზიდინით ქუქყიან ლურჯ და მონაცრისფრო-ლურჯ ფერად. ზოგჯერ ეს შეღებვა თვალთ არ შეიმჩნევა და შეიძლება დადგენილ იქნეს მხოლოდ სპექტროფოტომეტრის საშუალებით. კაოლინიტიანი თიხები ბენზიდინით არ იღებება ზოგჯერ შეიმჩნევა მათი უმნიშვნელო შეღებვა, რომელიც გაპირობებულია სხვა თიხური მინერალების შერევით. მონტმორილონიტური თიხები ბენზიდინით იღებებიან მუქ ლურჯად.

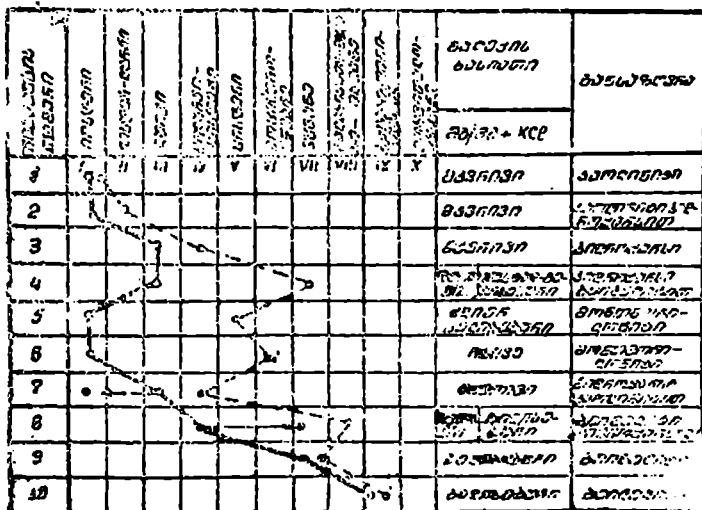
14. ქრიზოიდინის გამოყენებისას იღებენ ორ სინჯარას, თითოეულს უმატებენ 1 მლ დამზადებულ სუსპენზიასა და 1 მლ ქრიზოიდინის ხსნარს. ერთ-ერთ სინჯარაში ასხამენ 1—2 წვეთ 5%-იან KCl-ის სუსპენზიას დალექვის დასაჩქარებლად. მონტმორილონიტის თიხებისაგან დამზადებული სუსპენზია იღებება ქრიზოიდინით აგურისფერ-წიოვლ ფერად, რომელიც საღებავის დამატების შედეგად შეიძლება გადავიდეს კაშკაშა წითელში. KCl-ის ხსნარის ერთი წვეთის დამატება იწვევს კოაგულაციას და ხსნარი უფერულდება. ნალექის შეფერილობა ამ დროს რჩება უცვლელად. კაოლინიტის და ჰიდროქარსიანი თიხების სუსპენზია ქრიზოიდინით იღებება ღია ყვითლად. სუსპენზიის ნალექის დალექვისას ჩანს, რომ საღებავის ნაწილი რჩება ხსნარში. თუ გადმოვასხამთ ხსნარს და მას შევცვლით სუფთა წყლით, მაშინ ნალექის ღია ყვითელი შეფერილობა კიდევ უფრო ბაცდება, რადგანაც საღებავის ნაწილი დესორბირდება. განმეორებითი გარეცხვით შეიძლე-

ბა მთლიანად გაირეცხოს თიხა ქრიზოიდინიდან, რასაც ვერ მივაღწევთ მონტმორილონიტიანი თიხის შეღებვისას.

15. კაოლინიტის მინარევის დასადგენად ნებისმიერ თიხოვან ქანში გამოიყენება სილიკაგელი (კაემიწის ხელოვნური გელი). ამისათვის სინჯარაში, რომელშიც ასხია მც-ით შეღებილი სუსპენზია, უშვებენ სილიკაგელის რამდენიმე მარცვალს და ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში. თუ მეორე დღეს სილიკაგელი მც-ით შეიღებება ლურჯად, ეს მიუთითებს კაოლინიტის არსებობაზე.

16. ყველა ჩამოთვლილი საღებავიდან ყველაზე ფართოდ გამოიყენება მეთილენის ცისფერი (ძირითადი საღებავი), რომელიც იცვლის ფერს ფართო დიაპაზონში — იისფრიდან მოყვითალო-მწვანემდე. სხვა საღებავები — ქრიზოიდინი და ბენზიდინი გამოიყენება შეღებვის შადეგების დასაზუსტებლად.

17. შეღებვის შედეგებს გამოხატავენ გრაფიკულად ორი მრუდის საშუალებით (ნახ. II—18); მეთილენის ცისფერის საჩვენებლად, მეორე წყვეტილი — მც-სათვის KCI-ის დამატებით. ორივე მრუდის თანხედენა დამახასიათებელია ჰიდროქარსებისა და კაოლინიტისათვის. მრუდებს შორის მცირე განსხვავება საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ ორი სხვადასხვა თიხოვანი ჰინერალის ნარევის, ანდა ერთი მინე-



ნახ. II—18. გრაფიკი თიხოვანი მინერალების დანვარსტიკისათვის მათი შეღებვისას მეთილენის ცისფერი საღებავით.

რალის ნაწილაკების არსებობა, მაგრამ ცვლილების სხვადასხვა ხარისხით. დიდი განსხვავება მიუთითებს მონტმორილონიტის არსებობაზე.

18. კრილების ანალიზი საველე პირობებში შეღებვის მეთოდის გამოყენებით საშუალებას გვაძლევს დეტალური ლაბორატორიული კვლევისათვის რაციონალურად ავილოთ ნიმუშების მინიმალური რაოდენობა. თუ ვიცით თიხოვანი მინერალების უპირატესი შემცველობა თიხოვან ქანებში, შეიძლება მიახლოებით ვიმსჯელოთ მათ ფაზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე. თუ შევადარებთ შეღებვის მრუდებს და მაკროსკოპული შესწავლის მონაცემებს, შეიძლება უფრო დამაჯერებლად გამოვეყოთ ლითოლოგიური კომპლექსები და ქანების ტიპები.

19. თავისუფალი რკინის ქანგების გამოსაყოფად, რომლებიც თიხოვან ქანებს ღებავენ მურად, მოწითალო მურად და სხვადასხვა ინტენსივობის ყვითელ ფერად. ტ. ბერლინის (1955) მიერ მოცემულია შემდეგი მეთოდი — კაოლინიტიან და მონტმორილონიტიან თიხებს ამუშავებენ 3%-იანი მჟაუნმჟავის ხსნარით მეტალური ალუმინის თანხლებით 40 და 80°C ტემპერატურაზე 20, 40, 60 წუთის განმავლობაში, Fe₂O₃-ის შემცველობისაგან დამოკიდებულებით. ჰიდროქარსიანი თიხების ასეთი დამუშავება უნდა წარიმართოს 40°C ტემპერატურაზე, 1 საათის განმავლობაში.

20. ორგანული ნივთიერება თიხიდან შეიძლება გამოიდევნოს სხვადასხვა კონცენტრაციის წყალბადის ზეჯანგის ხსნარით 6-დან 16%-მდე 24, 40, 70°C ტემპერატურის დროს 90 წუთის განმავლობაში.

ამჟამად თიხოვანი მინერალების ლითოლოგიური კვლევის პრაქტიკაში ინერგება აღსორბციული ლუმინესცენციური ანალიზის მეთოდი ორგანული საღებავების — ლუმინოფორების გამოყენებით, რომელიც დამუშავებულია მ. ეირიშის (1966) მიერ. თიხოვანი მინერალების დიაგნოსტიკის ეს მეთოდი დამყარებულია იმაზე, რომ მრავალ საღებავ-ლუმინოფორს აქვს თიხოვან მინერალებთან ურთიერთქმედების უნარი, თიხოვანი მინერალების ნაწილაკების ზედაპირზე საღებავის მოლეკულებისა და იონების სორბციის გზით. ამ დროს მეღვანდება თიხოვანი მინერალების ყველა ძირითადი სორბციული კავშირი. ამა თუ იმ სორბციული კავშირის წარმოშობის კომპლექსისათვის თიხოვანი მინერალი — საღებავი შეიმჩნევა ლუმინესცენციური ნათების სპექტრების საკმაოდ სპეციფიკური ცვლილებები. ამით შესაძლებელი ხდება სორბციულ კავშირთა და ნაკვლევი თიხების თვისებების შესწავლა. ვინაიდან აღნიშნული სორბციული კავშირების ცალკეული სა-

ხეები უპირატესად ახასიათებს გარკვეულ მინერალებს ანდა მინერალთა ჯგუფებს, ამიტომ ლუმინესცენციური სპექტრების მიხედვით შეიძლება მსჯელობა თიხების მინერალურ შედგენილობაზე.

მრავალი საღებავ-ლუმინოფორებიდან თიხის სუსპენზიის შესაღებად გამოიყენება სამი: როდამინ 6 Ж, კორიფოსფინი და აურამინი. თიხური სუსპენზიები, შეღებილი 6 Ж როდამინით, შეიძლება გამოვიკელიოთ მზის სინათლეზე ლუმინესცენციური სანათის გარეშე. განსაზღვრის მეთოდიკა მოცემულია მ. ეირიშის მითითებულ შრომაში.

თარგმნილი ანალიზი

ეს მეთოდი დამყარებულია იმაზე, რომ მინერალების უმეტესობა გათბობისას განიცდის ამა თუ იმ ფიზიკურ ანდა ქიმიურ გარდაქმნას, რომელსაც თან ახლავს სითბოს შთანთქმა ანდა გამოყოფა. ამ პროცესების ზარისხობრივი დახასიათება შეიძლება მიღებულ იქნეს ნივთიერების გახურების დიფერენციალური მრუდების ავტომატური ჩაწერის საშუალებით.

გახურების დიფერენციალური მრუდების მიღება მდგომარეობს იმაში, რომ გამოსაცდელ ნივთიერებას (ფხენილად ქცეულ ქანს, მინერალს, ანდა ქანიდავ გამოყოფილ ფრაქციას) და თერმოინერტულ ნივთიერებას — ეტალონს, რომელიც გახურებისას არ განიცდის არაავითარ გარდაქმნას (Al_2O_3 ანდა MgO), ერთდროულად ტიგლებით ათავსებენ ლუმელში, ახურებენ თანაბრად და შეუწყვეტლად $1000-1200^{\circ}C$ -მდე. ნიმუშსა და ეტალონს შორის ტემპერატურათა სხვაობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება დიფერენციალური თერმული წყვილი, რომელიც წარმოადგენს ორ ჩვეულებრივ თერმოწყვილს (ტემპერატურის მაჩვენებელს), რომლებიც უშუალოდ მოთავსებულია გამოსაცდელი ნივთიერებისა და ეტალონის შუაგულში. ამ თერმოწყვილების თერმული დენი მიდის ერთმანეთის შესახვედრად სარკიანი ვალვანომეტრის გავლით. თუ საკვლევი ნიმუში გახურებისას არ განიცდის არაავითარ ფიზიკურ-ქიმიურ გარდაქმნას, ისევე როგორც ეტალონი, დენი წრედში არ აღიძვრება, რადგან თერმოწყვილების ორივე ნარჩილი ცხელდება ერთნაირად და მათში წარმოქმნილი თერმული დენები აქრობს ერთმანეთს. ამ დროს თვითმწერი წერს სწორ ხაზს, პრაქტიკულად აბსცისთა ღერძის პარალელურს.

გამოსაცდელ ნივთიერებაში თბური რეაქციის წარმოქმნისას (სითბოს შთანთქმა ან გამოყოფა) წარმოიქმნება ტემპერატურათა სხვაობა საკვლევი ნიმუშსა და ეტალონს შორის, ჯაჭვში აღიძვრება დენი და თვითმწერი ფოტოქაღალდზე აღბეჭდავს დიფერენციალურ მრუდს.

გახურების მრუდების ორდინატთა ლერძზე იწერება ტემპერატურათა სხვაობა საკვლევ ნიმუშსა და ეტალონს შორის, ხოლო აბსცისათა ლერძზე — დრო და ტემპერატურა ყოველ 100°C-ის შემდეგ. ამრიგად, მთელი მრუდი გვაძლევს სითბური პროცესის დახასიათებას, რომელიც მიმდინარეობს საკვლევ ნივთიერებაში გაცხელების დროს.

რეაქციები, რომელთაც თან ახლავს სითბოს გამოყოფა, ფიქსირდება გაცხელების მრუდებზე პიკების სახით, რომლებიც მიმართულია ზემოთ (ეგზოთერმული ეფექტი), ხოლო პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს სითბოს შთანქმით — პიკების სახით, რომლებიც მიმართულია ქვემოთ (ენდოთერმული ეფექტი). ნებისმიერი რეაქციის დასაწყისად ითვლება მრუდის გადახრა სწორი პორიზონტალური ხაზიდან. მაქსიმალური გადახრის წერტილები (გაჩერებები) მიგვიითებებს რეაქციის დამთავრებაზე.

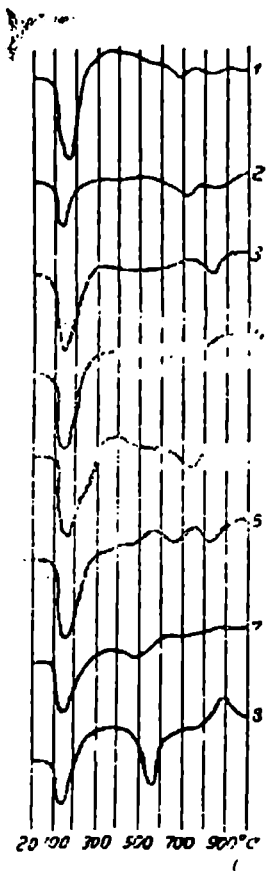
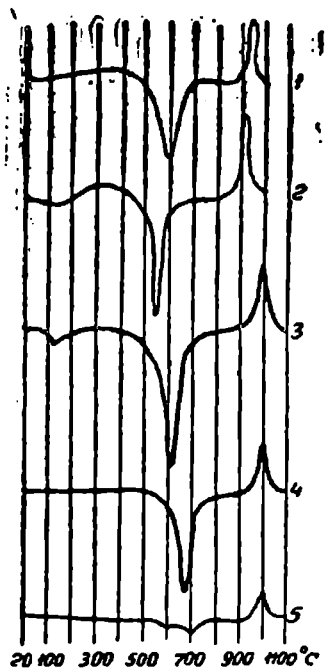
მინერალების თითოეულ კლასს აქვს თავისი საერთო ჯგუფური დახასიათება. ამ კლასის თითოეული მინერალი ხასიათდება ინდივიდუალური ეგზოთერმული და ენდოთერმული ეფექტებით. თუ ვიცით ცალკეული მინერალების თერმული მახასიათებლები, შეიძლება საკვლევ ქანების მინერალური შედგენილობის განსაზღვრა. ამისათვის საკვლევ ქანის ანდა მინერალის გახურების მრუდს ადარებენ სუფთა მინერალების ან მათი ნარევის ეტალონურ გახურების მრუდებს. სილიკატების კლასისათვის, რომელსაც ეკუთვნის ყველა თიხოვანი მინერალი, ახასიათებს ერთი საერთო პროცესი — დეჰიდრატაცია, რომელსაც თან ახლავს ინტენსიური ენდოთერმული ეფექტი, მაგრამ ამ კლასის თითოეული მინერალის ტემპერატურა, რომლის დროსაც მიმდინარეობს ესა თუ ის ენდოთერმული რეაქცია, სხვადასხვაა. ეს ჩანს თიხების გახურების მრუდებიდან (ნახ. II—19; II—20; II—21).

მ. ვიკულოვა (1957) თიხოვანი ქანების მინერალების მრავალრიცხოვანი გახურების მრუდის შესწავლის საფუძველზე მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ყველაზე მკვეთრი განსხვავება აქვთ შემდეგ მინერალებს; ალოფანს, კაოლინიტს, დიკიტს, ნაკრიტს, თიხამიწიან მონტმორილონიტს, ვოკონსკოიტს, და შედარებით სუფთა თიხების ტიპებს: კაოლინიტიანს, თიხამიწიან-მონტმორილონიტიანს და ჰიდროქარსიანს. სხვა მინერალების და თიხების ტიპები, რომელთაც აქვთ მსგავსი ხასიათის გახურების მრუდები, დიაგნოსტიკისათვის ითხოვენ დამატებით ანალიზებს სხვა მეთოდებით.

ამრიგად, გახურების მრუდები საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ ყველაზე უფრო ფართოდ გავრცელებული თიხოვანი მინერალების დიაგნოზირება, განესაზღვროთ თიხოვანი ქანის მინერალური ტიპი, რაც მეტად მნიშვნელოვანია საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევებისათ-

ვის ამიტომ საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის დროს უნდა ვაწარმოოთ ბუნებრივი ნიმუშების, შემდეგ კი მათგან გამოყოფილი თიხოვანი ფრაქციის თერმული ანალიზი.

როგორც დადგენილია, ვ. ივანოვასა და სხვა მკვლევართა მიერ სპეციალურად ჩატარებული კვლევებით, თერმული ანალიზი საშუა-

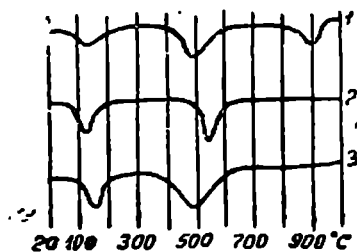


ნახ. 11—19. კაოლინიტის ჭგუფის მინერალების გახურების დიფერენციალური მრუდები:

- 1 — მსხვილკრისტალური კაოლინტი;
- 2 — წერილდისპერსიული კაოლინტი;
- 3 — გაზუალიტი; 4 — დიკიტი;
- 5 — ნაკრიტი.

ნახ. 11—20. მონტმორილონიტის ჭგუფის მინერალების გახურების დიფერენციალური მრუდები:

- 1 — ასკანის მონტმორილონტი; 2 — აგლანონის ბეტონიტი; 3 — გუმბრინის მონტმორილონტი; 4 — მონტმორილონტი; 5 — პიევესკის ბენტონიტი; 6 — „გილიაბის“ მონტმორილონტი; 7 — ნონტრონიტი; 8 — ბეიდელიტი.



ნახ. II—21. ჰიდროქარსების ჯგუფის მინერალების გახურების დიფერენციალური მრუდები:

1 — ჰიდროქარსი; 2 — ჰიდრომესკოვიტი; 3 — გლაუკონიტი.

ლევს ენდოთერმულ რეაქციას. ხოლო პირიტის არსებობა იწვევს ეგზოთერმულ რეაქციას 400°C -ზე ცოცხა მარლა.

თერმული ანალიზის მეორე მეთოდს წარმოადგენს თერმოსაწონის მეთოდი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს დავაკვირდეთ და რეგისტრირება გავუკეთოთ ნივთიერებათა წონის დაკარგვას უწყვეტი გახურების პროცესში. ანალიზი მიმდინარეობს სპეციალურ თერმოწონის ხელსაწყოში. წონათა დანაკარგების გამომსახველი მრუდების აბსცისთა ღერძზე აღნიშნავენ ტემპერატურას, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — წონის დანაკარგს პროცენტობით. წონის დაკარგვა მიმდინარეობს წყლის შემცველი მინერალების დეჰიდრატაციის ანდა რომელიმე გაზური ფაზის გამოყოფის შედეგად, მაგალითად, CO_2 -ისა კარბონატებიდან. ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ ქანის მინერალური ფაზების რაოდენობრივი მახასიათებელი. განსაკუთრებით კარგი შედეგები მიიღება კარბონატული ქანების ანალიზის დროს, ხოლო თხილვანი მინერალებისათვის რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდი არასაკმარისადაა დამუშავებული, შრომატევადია და გამოიყენება მხოლოდ სხვა მეთოდებთან ერთად. სპეციალური ამოცანების ამოსახსნელად და არა მასობრივ სამუშაოში.

ელექტრონული მიკროსკოპიის მეთოდი

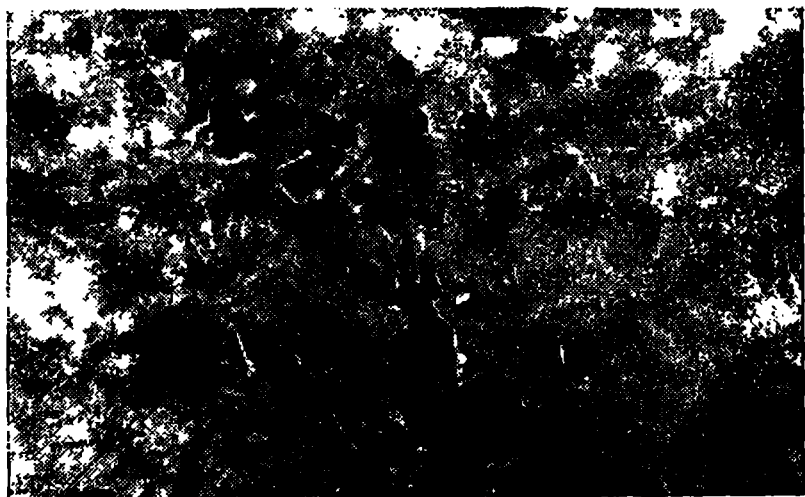
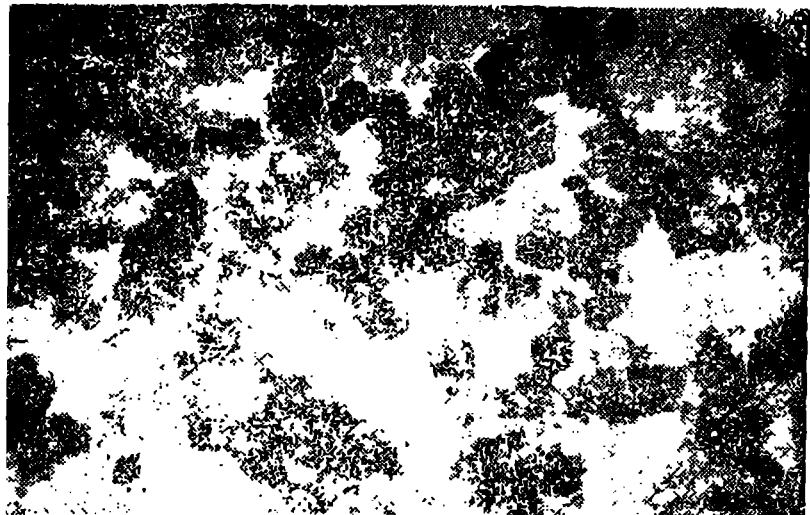
ელექტრონული მიკროსკოპია წარმოადგენს ნივთიერებათა შესწავლის მეთოდს. ელექტრონული ტალღების საშუალებით ელექტრონულ მიკროსკოპში შესასწავლი ობიექტის გამოსახულების მისაღებად იყენებენ ელექტრონების მიმართულ ნაკადს, რომელიც გაჭვირავს

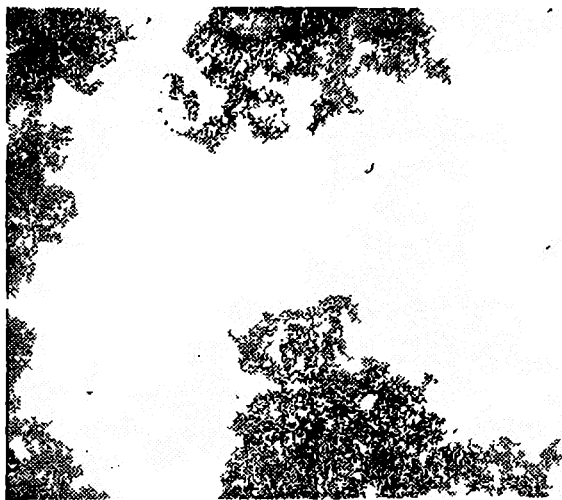
პრეპარატს. ამ დროს გამოსახულების გასადიდებლად გამოიყენება ელექტრომაგნიტური ლინზების სისტემა. ელექტრონების ნაკადი, რომელიც აღწევს პრეპარატამდე, იფანტება ნაწილაკებზე. მათი სისქისაგან დამოკიდებულებით ყველა ელექტრონი ვერ აღწევს ეკრანამდე და ამიტომ მასზე მიიღება უფრო მუქი და ნაკლებად მუქი ნაცრისფერი გამოსახულება. რომელიც ახასიათებს განსახილველი ნაწილაკების ფარდობით სისქეს, მათ ზომებს და ფორმას. ამ მეთოდით პრეპარატების შესწავლისას გამოიყენება 25 ათასჯერ და მეტად გადიდება. ეს საშუალებას გვაძლევს წარმატებით გამოვიყენოთ ელექტრონული მიკროსკოპი წვრილდისპერსიული თიხოვანი ქანების შესასწავლად, რომელთა წვრილი ფრაქციები ძნელად შეისწავლება ჩვეულებრივი სინათლის მიკროსკოპით.

ელექტრონული მიკროსკოპით წვრილდისპერსიული ქანების შესწავლისას, ბუნებრივი ნიმუშებისაგან ამზადებენ სპეციალურ პრეპარატებს 1—3 გ წონაჯს ასელებენ დისტილირებულ წყალში, ფშენიან რეზინის წყირით და ასხამენ სინჯარაში. დღე-ღამის განმავლობაში დაწდომის შემდეგ სუსპენზიის სვეტის ზედა ნაწილიდან (5—7 სმ), რომელიც ძირითადად შეიცავს ნაწილაკებს $< 0,001$ მმ-ზე, იღებენ სინჯს, რომელსაც დაიტანენ თხელ ფირფიტაზე — სადებზე (სისქით მიახლოებით 10^{-2} მმ) და აშრობენ ჰაერზე. ამნაირად დამზადებულ პრეპარატს სინჯავენ გაშუქებულ ეკრანზე ელექტრონულ მიკროსკოპში და იღებენ სურათს ფოტოკასეტის საშუალებით. მიღებული მიკროფოტოსურათები წარმოდგენას გვაძლევს წვრილი ფრაქციის ნაწილაკების მორფოლოგიაზე, ე. ი. მათ ფორმაზე, ზომაზე, ფარდობით სისქესა და მოხაზულობის სიმკვრივეზე.

თიხოვანი მინერალების ელექტრონული მიკროსკოპით კვლევის გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ სხვადასხვა მინერალური ჯგუფების ნაწილაკებს აქვთ სხვადასხვა მორფოლოგიური თავისებურებანი. ეს უდევს საფუძვლად ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით გადაღებული სურათების გაშიფრვას და მათ მიხედვით ქანის შედგენილობის განსაზღვრას, მისი ერთგვაროვნების ხარისხის დადგენას და ამა თუ იმ მინარევების არსებობას (ნახ. II—22).

შერეული მინერალური შედგენილობის თიხების შესწავლისას ელექტრომიკროსკოპულ სურათებზე აღინიშნება ყველა შემადგენელი კომპონენტის შედგენილობა. ასე. მაგალითად, თიხოვანი მინერალების ხელოვნური ნარევების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს არა მარტო ნარევის შედგენილობა, არამედ ცალკეული შემადგენელი ნაწილაკების რაოდენობრივი შემცველობა 10%-ის სიზუსტით. საერთოდ კი ელექტრონული





ნახ. 11—22. თიხოვანი მინერალების ელექტრონული მიკროსკოპის სურათი:
 ა — კალინტი; ბ — მონტმორილონიტი; გ — ჰიდროქალსი.

მიკროსკოპის საშუალებით შეიძლება პრეპარატში აღმოვაჩინოთ მინარევი მისი 1—3% შემცველობის დროს. გარდა ამისა, ელექტრონული მიკროსკოპის სურათებზე კარგად ფიქსირდება თიხებში არსებული მინერალები. ასე, მაგალითად, რკინის ქანგი, კარბონატები, პირიტი, წერილდისპერსიული კვარცი, მაგნეზიური სილიკატური მინერალები (სეპიოლიტი, პალიგორსკიტი) და სხვ. რკინის ქანგები მოჩანს წვრილი შავი წერტილების სახით ანდა წარმოქმნიან ჯვრისებურ და ვარსკვლავისებურ კრისტალებს. კალციტის მარცვლებს აქვთ გაუმჭვირვალე, ზოგჯერ ოდნავ მომრგვალებული რომბების სახე. სეპიოლიტის და პალიგორსკიტის კრისტალები წარმოდგენილია მკვეთრი მოხაზულობის წაგრძელებულ ძაფისებური ფორმის ნაწილაკების სახით. სურათებზე პირიტს აქვს შავი წვრილი კუბურების ფორმა.

თიხოვანი ქანების მინერალური შედგენილობის ელექტრონული მიკროსკოპით შესწავლისას, გარდა პირდაპირი მეთოდისა. გამოიყენება არაპირდაპირიც. ამ მეთოდით მუშაობის დროს მიკროსკოპში იკვლევენ არა უშუალოდ პრეპარატს, არამედ მისი ზედაპირის რელიეფის ანაბეჭდს, რომელსაც რეპლიკას უწოდებენ. თუ გავსინჯავთ მიკროსკოპში და გადავიღებთ ამ რეპლიკას, შეიძლება ვიქონიოთ წარმოდგენა აგრეგატების ნაწილაკების ზომასა და ფორმაზე, მის ორიენტაციაზე და ურთიერთგანლაგებაზე ბუნებრივი აგებულების ქანში. ეს საშუ-

აღებას გვაძლევს მივიღოთ ინფორმაცია ქანის მიკროტექსტურის ზოგირთ თავისებურებაზე. ანაბეჭდებს — რეპლიკებს ღებულობენ როგორც ხელოვნურად დამზადებული პრეპარატებისაგან (მინარევეებისაგან). ასევე ბუნებრივი აგებულების ქანების ნიმუშების ანახლჩებისა და გადანაჭრებისაგან. მონაცემები ქანის აღნაგობაზე, რომლებიც მიღებულია ელექტრონული მიკროსკოპით კვლევის შედეგად. შეიძლება სასარგებლო იყოს ქანის თვისებების თავისებურებათა ასახსნელად.

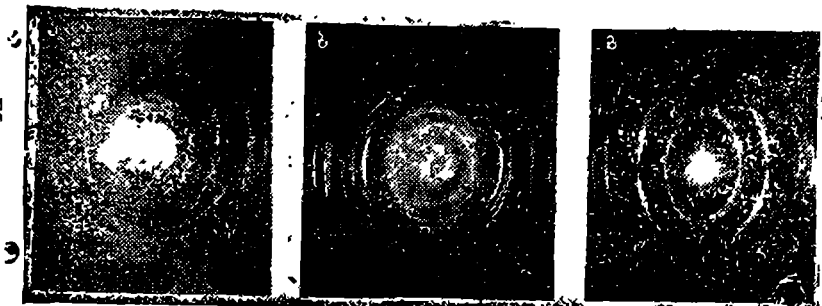
სტრუქტურული ანალიზი

(რენტგენოგრაფიული და ელექტრონოგრაფიული)

შეღების მეთოდითა და თერმული და ელექტრონული მიკროსკოპის ანალიზებით მიღებული მონაცემები ზოგჯერ არასაკმარისია შესწავლილი ნიმუშების თიხოვანი მინერალების დიაგნოსტიკისათვის. მაშინ იძულებული ვართ მივმართოთ სტრუქტურულ ანალიზს, რომელიც იძლევა მინერალის სტრუქტურის ცალსახა განსაზღვრისა და მისი ზუსტი დიაგნოზირების საშუალებას. ამჟამად თიხოვანი მინერალების სტრუქტურის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ორი მეთოდი: რენტგენოგრაფიული, რომელიც იყენებს რენტგენის სხივებს, და ელექტრონოგრაფიული, რომელიც იყენებს ელექტრონულ ტალღებს.

რენტგენოსტრუქტურულ ანალიზს საფუძვლად უდევს რენტგენის სხივების დიფრაქცია კრისტალური მესერის კვანძურ სიბრტყეებში, რომლებიც ერთმანეთისაგან დაშორებულია მანძილით. ფხვნილის მეთოდით კვლევის შედეგად მიღებული თიხოვანი მინერალების დიფრაქციული სურათები (ღებავგრამები) საშუალებას იძლევა გამოვიანგარიშოთ კრისტალური მესერის სიბრტყეთშორისი მანძილების მნიშვნელობათა ნაკრები და განვსაზღვროთ შესაბამისი რეფლექსების ინტენსივობა — / როგორც წესი. ეს მონაცემები საკმარისია ნივთიერების სტრუქტურის განსაზღვრისათვის. არსებული ცნობარების — განმსაზღვრელების საშუალებით, რომლებიც შეიცავს / და d მნიშვნელობებს სხვადასხვა მინერალისათვის, აწარმოებენ საკვლევი ნიმუშის დიაგნოსტიკას.

სტრუქტურული ანალიზის მეორე სახეობას წარმოადგენს ელექტრონოგრაფიული მეთოდი, რომელიც ამჟამად თიხების შესწავლისას სულ უფრო და უფრო დიდ მნიშვნელობას ღებულობს. მას საფუძვლად უდევს ელექტრონების დიფრაქციის მოვლენა იმ ატომებისაგან, რომლებიც მდებარეობენ კრისტალური მესერის კვანძებში. კრისტალური მესერი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ცალკეული ელემენტარული უჯრედების ერთობლიობად. თითოეულ მინერალს აქვს თავისი განსა-



ბ II 23. თიხოვანი მინერალების ელექტრონოგრაფები:
 ა — ნიტის, ბ — ქიღრქარსის; გ — მონტმორილონიტის.

ზღვრულ სტრუქტურა და შესაბამისად თავისი ელემენტარული უჯრედი.

დიფრაქციული სურათების ხასიათი განისაზღვრება სტრუქტურით (იხ. II—23), ამიტომ ჩავატარებთ რა დიფრაქციული სურათების გეომეტრიული თავისებურებების ანალიზს, შეიძლება განვსაზღვროთ ელემენტარული უჯრედების ზომები a , b , c და კუთხეები α და β . ხოლო 90° . მონოკლინური სინგონიის დროს, რომელსაც განეკუთვნებიან თიხოვანი მინერალები, რეფლექსების ინტენსიურობის ელექტრონოგრაფების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ატომთა მდებარეობაც კი უჯრედის შიგნით. თუ შესასწავლი ობიექტი წარმოადგენს რამდენიმე თიხოვანი მინერალის შენაერთს, მაშინ ელექტრონოგრაფებზე გამოსახული იქნება რამდენიმე დიფრაქციული სურათი და გამოთვლის შედეგად მიიღება რამდენიმე ელემენტარული უჯრედი. მსგავსი სტრუქტურული კვლევის ჩატარებისათვის ელექტრონული მიკროსკოპი შეიარაღებულია ელექტრონოგრაფული წყობურით. გარდა ამისა, არსებობს სპეციალური ხელსაწყო ელექტრონოგრაფი. ელექტრონოგრაფისათვის პრეპარატები მზადდება ელექტრონომიკროსკოპული პრეპარატების ანალოგიურად, ე. ი. სუსპენზიის ნაწილაკების დალექვით უწყვილეს აფსკ-სადებებზე.

სტრუქტურული ანალიზის თითოეულ მეთოდს აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, მაგრამ თიხებისა და თიხოვანი მინერალების კვლევის დროს ელექტრონოგრაფია ელექტრონოგრაფების გამომსახველობისა და სხვა ფაქტორების გამო (ექსპოზიციის ჭერადობა, ვიზუალური დაკვირვება დიფრაქციულ სურათზე და სხვ.) უფრო ეფექტურია, ვიდრე რენტგენი.

კარბონატული ქანების მინერალური შედგენილობის შესწავლა

კარბონატული ქანების მთავარ ქანმაშენ მინერალებს წარმოადგენენ კალციტი, დოლომიტი და ტერიგენული მინერალები; უფრო იშვიათად გვხვდება სიდერიტი, მაგნეზიტი და სხვა კარბონატული მინერალები. კალციტის და დოლომიტის რაოდენობის შეფარდების მიხედვით შეიძლება თანდათანობითი გადასვლა სუფთა კირქვებიდან სუფთა დოლომიტებისაკენ. ხოლო კარბონატული და ტერიგენული მდგენელების შეფარდებით გამოიყოფა ქანების შერეული გარდამავალი ნაირსახეობანი კირქვებიდან და დოლომიტებიდან თიხებისაკენ, ანდა ტერიგენული ნაწილის შედგენილობის მიხედვით — ქვიშაქვებისაკენ. კარბონატული ქანებისათვის მნიშვნელოვან და ხშირად გაბატონებულ ნაწილს წარმოადგენს ჩონჩხის ნარჩენები და მათი მონატეხები, ასეთი ქანებისათვის დამახასიათებელია ორგანოგენული სტრუქტურები, რომელთა დიაგნოსტიკა სირთულეს არ წარმოადგენს. კირქვიან-დოლომიტიანი რიგის ქანების დიაგნოსტიკა და კლასიფიკაცია კარბონატულ-თიხოვანი რიგის ქანების კლასიფიკაციაზე უფრო ძნელია. ამისათვის უნდა ვიცოდეთ ქანში კარბონატული მინერალების შედგენილობა და შემცველობა, ასევე ტერიგენული მდგენელისა, რომელიც ქმნის გაუხსნელ ნაშთს ქანზე მარილმჟავას მოქმედებისას.

კარბონატული ქანების მინერალური შედგენილობის წინასწარი დიაგნოსტიკისათვის აწარმოებენ მათ მაკროსკოპულ შესწავლას, აღწერას და კვლევას შლიფებში. უფრო ზუსტი დიაგნოსტიკისთვისა და კლასიფიკაციისათვის აუცილებელია გამოვიყენოთ ქიმიური და თერმული ანალიზი, იმერსიულ სითხეებში კვლევა და სხვადასხვა საღებავით შეღებვის მეთოდები.

ქიმიური ანალიზებიდან კარბონატული ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლის პრაქტიკაში უმეტესად იყენებენ მათგან მარილმჟავიანი გამონაწურის ანალიზს. ამისათვის ქანს ფხვნიან სადაყში და აშრობენ თერმოსტატში $100-105^{\circ}\text{C}$ -ზე, შემდეგ იღებენ წონაკს $1-3$ გათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში, ასხამენ $2,5\%$ -იან მარილმჟავას და ახურებენ ადუღებამდე. გახურების პროცესში მას პერიოდულად ამღვრევენ. ქანის შეფარდებას მჟავის მოცულობასთან იღებენ $1:100$ ($0,5$ გ. ქანს ადუღებენ 50 მლ HCl -ში 5 წუთის განმავლობაში). გაზის ბუშტების გამოყოფა და გაუხსნელი ნარჩენების შეუცვლელი შეფერილობა მიუთითებს კარბონატების სრულ დაშლაზე. გაუხსნელ ნაშთს ფილტრავენ, რეცხავენ $5-6$ -ჯერ ცხელი წყლით, აწართბენ მუდმივ წონამდე და წონიან. სხვაობა ნიმუშის საწყის წონასა და გაუხსნელ ნაშთს შორის წარ-

მოადგენს კარბონატული მარილების წონას. ამით მთავრდება მარილ-მეაეიანი გამონაწურის შემოკლებული ქიმიური ანალიზი. ის საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ კარბონატების საერთო შემცველობა ქანში (მათი კარბონატულობა) და გაუხსნელი ნაშთის შემცველობა, რომელსაც ჩვეულებრივ გამოხატავენ პროცენტობით.

მარილმეაეიანი გამონაწურის სრული შესწავლისათვის მიმართავენ ფილტრატის ანალიზს, რომლის დროსაც განსაზღვრავენ $\text{Ca}()$, MgO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O , P_2O_5 , MgO , SiO_2 , Fe_2O_3 და Al_2O_3 . ანალიზის შედეგებს გამოხატავენ აბსოლუტურად მშრალი ქანის წონის %-ობით, ანალიზის შედეგების გადასაანგარიშებლად მარილოვან და მინერალურ შედგენილობაზე აუცილებელია განისაზღვროს CO_2 -ის შემცველობა ქანში. CO_2 -ის შემცველობას საზღვრავენ კნობურეზენიუსის ხელსაწყოში ანდა უფრო უხეშად—კალციმეტრში. CO_2 სიდიდის გამრავლებით 2,274 კოეფიციენტზე, იღებენ ქანში CaCO_3 -ის შემცველობას პროცენტობით. განსაზღვრავენ რა გამონაწურში CaO და MgO რაოდენობას და ცალკეულ სინჯში CO_2 რაოდენობას, მიღებულ შედეგებს მარილოვან, შემდეგ კი მინერალურ შედგენილობაზე გადაიანგარიშებენ შემდეგი თანამიმდევრობით: CaO პროცენტულ შემცველობას ამრავლებენ გადამაანგარიშებელ კოეფიციენტზე 1,785 და ლებულობენ CaCO_3 -ის შემცველობას პროცენტობით.

თუ CaCO_3 -დან CaO -ს გამოკლების შედეგად მიიღებენ CO_2 შემცველობას CaCO_3 -ში, CO_2 -ის საერთო შემცველობიდან აკლებენ CO_2 -ის იმავე დახარჯულ ნაწილს და ამრიგად საზღვრავენ მის რაოდენობას, რომელიც მონაწილეობს MgCO_3 -ის წარმოქმნაში. მიღებული CO_2 -ის ნაშთის გადაწყევან კოეფიციენტზე 1,916 გადამრავლებით, პოულობენ დოლომიტში შემავალი MgCO_3 -ის სიდიდეს. MgCO_3 -ის რაოდენობის (%) გადამრავლებით 2,188-ზე გამოითვლიან დოლომიტის შემცველობას, შემდეგ კი CaCO_3 და MgCO_3 -ის ჯამიდან დოლომიტის შემცველობის გამოკლებით პოულობენ კალციტის შემცველობას. ანალიზის შესამოწმებლად რეკომენდებულია გამოთვლილი MgCO_3 შემცველობიდან ვიპოვოთ MgO ($\text{MgO} = \text{MgCO}_3 \times 0,478$) და შევადაროთ იგი MgO -ს რაოდენობას, რომელიც მიღებულია ანალიზით.

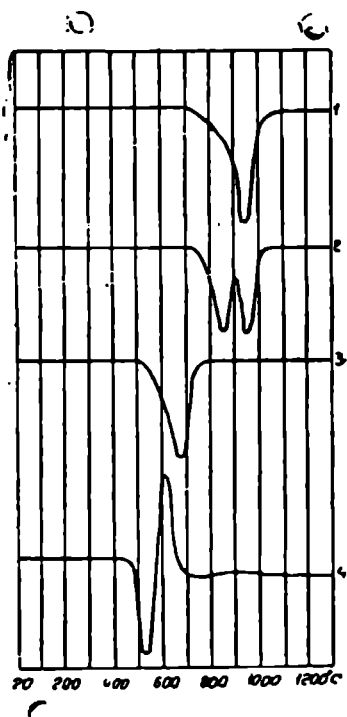
ზშირად ანალიზურად მიღებული MgO -ს შემცველობა მეტია, ვიდრე გამოთვლილი, მქადაში კარბონატებთან ერთად სილიკატების დაშლის გამო. ქანში თაბაშირისა და ანჰიდრიდის შემცველობის დროს ანალიზის შედეგების მარილებზე გაანგარიშებისას, სულფატ იონის მიღებული სიდიდის საფუძველზე გამოითვლიან CaSO_4 -ის შემცვე-

ლობას და ამ მარილისათვის საჭირო CaO -ს რაოდენობას აკლებენ ანალიზურად განსაზღვრულ ქანგეულის მთელი მასიდან. კარბონატების შემდგომ გამოთვლას აწარმოებენ ისე, როგორც აღწერილი იყო ზემოთ. CaSO_4 -ის სიდიდეს გადაიანგარიშებენ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ზე. თუ ქანში არ არის თაბაშირი და არის მხოლოდ ანჰიდრიდი, ამ გადაანგარიშებას არ აწარმოებენ.

კარბონატული ქანების მინერალური შედგენილობის შესასწავლად დიდი წარმატებით გამოიყენება თერმული ანალიზი, რადგანაც თითოეული კარბონატული მინერალის დაშლა ხდება გარკვეულ ტემპერატურაზე. ამიტომ გახურების მრუდებს თითოეული მინერალისათვის აქვს თავისი სახასიათო ნიშნები: კალციტი — ერთი ენდოთერმული ეფექტი 920°C ტემპერატურაზე (ნახ. II—24), დოლომიტი ორი 710 —

170 და 880 — 940°C -ზე, მაგნეზიტი — ერთი ენდოთერმული 570 — 650°C -ზე და ა. შ. კარბონატული ქანების ანალიზის დროს კარგ შედეგს გვაძლევს თერმოწონითი მეთოდი, რადგან გახურებისას ხდება CO_2 -ის გამოყოფა. ეს საშუალებას გვაძლევს შივილოთ ქანის მინერალური ტიპის რაოდენობრივი დახასიათება.

კარბონატული ქანების მინერალური შედგენილობის შესწავლისას საიმედო შედეგებს ვღებულობთ იმერსულ სითხეებში შათი გამოკვლევით, რადგანაც კარბონატული მინერალები საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან გარდატეხის მაჩვენებლებითა და ოპტიკური თვისებების ცვლილებათა კანონზომიერებით. დაბოლოს, კარბონატული ქანების მინერალების დიაგნოსტიკისათვის ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა საღებავით შეღებვის მეთოდი. თუმცა ეს მეთოდი ყოველთვის არ გვაძლევს საიმედო შედეგებს, მაგრამ იგი მარტივია, საშუალებას გვაძლევს ჩქარა გამოვიკვლიოთ ქანი და ამიტომ ხელმისაწვდომია მასობრივი ანალიზებისათვის.



ნახ. II—24. კარბონატული მინერალების გახურების დიფერენციალური მრუდები:

- 1 — კალციტი; 2 — დოლომიტი;
3 — მაგნეზიტი; 4 — სიდერიტი.

1 სმ CO₂ წონა (გ) ტემპერატურისა და წნევისაგან დამოკიდებულებით

ატმოსფერული წნევა P ვერცხლის წულის სვებით, მმ

| წ მ | ატმოსფერული წნევა P ვერცხლის წულის სვებით, მმ | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 742 | 744 | 747 | 749 | 751 | 753,5 | 756 | 758 | 760 | 762,5 | 765 | 767 | 769 | 771 |
| 26 | 1,778 | 1,781 | 1,791 | 1,797 | 1,804 | 1,810 | 1,817 | 1,828 | 1,838 | 1,849 | 1,857 | 1,842 | 1,847 | 1,853 |
| 27 | 1,774 | 1,780 | 1,797 | 1,808 | 1,816 | 1,822 | 1,829 | 1,820 | 1,814 | 1,829 | 1,835 | 1,828 | 1,834 | 1,843 |
| 28 | 1,791 | 1,797 | 1,801 | 1,809 | 1,816 | 1,822 | 1,829 | 1,835 | 1,840 | 1,847 | 1,854 | 1,854 | 1,858 | 1,864 |
| 29 | 1,797 | 1,803 | 1,810 | 1,816 | 1,823 | 1,829 | 1,836 | 1,842 | 1,847 | 1,852 | 1,858 | 1,861 | 1,865 | 1,871 |
| 24 | 1,603 | 1,609 | 1,616 | 1,621 | 1,629 | 1,635 | 1,642 | 1,648 | 1,658 | 1,662 | 1,667 | 1,672 | 1,677 | 1,677 |
| 23 | 1,598 | 1,615 | 1,622 | 1,628 | 1,635 | 1,641 | 1,647 | 1,654 | 1,659 | 1,668 | 1,673 | 1,678 | 1,683 | 1,688 |
| 22 | 1,605 | 1,621 | 1,628 | 1,634 | 1,641 | 1,647 | 1,654 | 1,660 | 1,665 | 1,670 | 1,675 | 1,680 | 1,685 | 1,690 |
| 21 | 1,622 | 1,628 | 1,635 | 1,641 | 1,648 | 1,654 | 1,661 | 1,667 | 1,672 | 1,677 | 1,682 | 1,687 | 1,692 | 1,697 |
| 20 | 1,628 | 1,634 | 1,641 | 1,647 | 1,654 | 1,660 | 1,667 | 1,673 | 1,678 | 1,683 | 1,688 | 1,693 | 1,698 | 1,703 |
| 19 | 1,634 | 1,640 | 1,647 | 1,653 | 1,661 | 1,666 | 1,673 | 1,679 | 1,684 | 1,689 | 1,694 | 1,699 | 1,704 | 1,709 |
| 18 | 1,640 | 1,646 | 1,653 | 1,659 | 1,666 | 1,672 | 1,679 | 1,685 | 1,690 | 1,696 | 1,701 | 1,706 | 1,711 | 1,716 |
| 17 | 1,645 | 1,653 | 1,660 | 1,666 | 1,673 | 1,679 | 1,686 | 1,692 | 1,697 | 1,702 | 1,707 | 1,712 | 1,717 | 1,722 |
| 16 | 1,653 | 1,660 | 1,667 | 1,673 | 1,679 | 1,686 | 1,692 | 1,698 | 1,703 | 1,708 | 1,713 | 1,718 | 1,723 | 1,728 |
| 15 | 1,659 | 1,666 | 1,673 | 1,679 | 1,686 | 1,692 | 1,698 | 1,705 | 1,710 | 1,715 | 1,720 | 1,725 | 1,730 | 1,735 |
| 14 | 1,665 | 1,672 | 1,678 | 1,685 | 1,692 | 1,699 | 1,706 | 1,712 | 1,717 | 1,722 | 1,727 | 1,732 | 1,737 | 1,742 |
| 13 | 1,672 | 1,678 | 1,685 | 1,692 | 1,699 | 1,706 | 1,713 | 1,719 | 1,724 | 1,729 | 1,734 | 1,739 | 1,744 | 1,749 |
| 12 | 1,578 | 1,605 | 1,609 | 1,609 | 1,606 | 1,612 | 1,619 | 1,626 | 1,630 | 1,635 | 1,640 | 1,645 | 1,650 | 1,655 |
| 11 | 1,685 | 1,692 | 1,699 | 1,704 | 1,710 | 1,719 | 1,728 | 1,732 | 1,737 | 1,742 | 1,747 | 1,752 | 1,757 | 1,762 |
| 10 | 1,692 | 1,699 | 1,706 | 1,713 | 1,720 | 1,725 | 1,733 | 1,739 | 1,744 | 1,749 | 1,754 | 1,759 | 1,764 | 1,769 |

კარბონატულ-თიხოვანი და თიხოვანი ქანების
კარბონატულობის განსაზღვრა

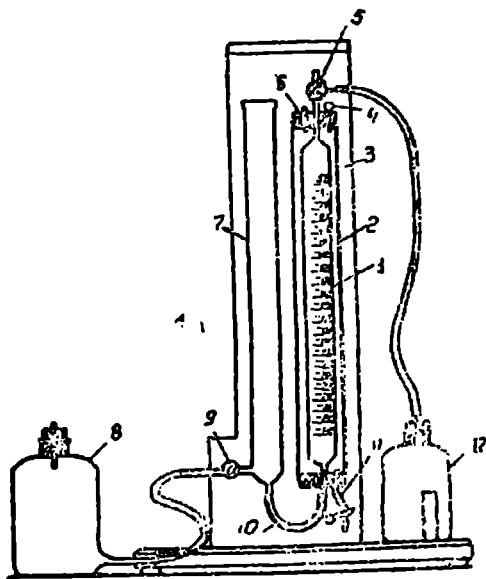
კარბონატულ-თიხოვანი ქანების კარბონატულობის და თიხოვან ქანებში კარბონატების რაოდენობის განსაზღვრა აუცილებელია კლასიფიკაციისათვის, მათი თვისებების პროგნოზისათვის, მათი, როგორც ნედლეულის გამოყენების შეფასებისათვის წარმოების სხვადასხვა დარგში. გენეტიკური საკითხებისა და სხვა ამოცანათა გადასაჭრელად. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, კარბონატულ-თიხოვან ქანებში კარბონატები ძირითადად წარმოდგენილია კალციუმისა და მაგნიუმის ნახშირმჟავა მარილებით. კარბონატულობის განსაზღვრის უმარტივეს მეთოდს წარმოადგენს მოცულობითი მეთოდი. მისი არსი მდგომარეობს განსაკუთრებული ხელსაწყოთი — კალციმეტრით CO₂ მოცულობის განსაზღვრაში, რომელიც გამოიყოფა დაფქული ქანიდან მარილმჟავას საშუალებით მისი დამუშავების დროს



ქანიდან გამოდევნილი ნახშირორჟანგის მოცულობის მიხედვით ითვლიან მასში CaCO₃-ის შემცველობას. დოლომიტიზებულ ქანებში გამოდევნილი ნახშირორჟანგის მოცულობა უნდა გადავიანგარიშოთ კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატებზე.

კალციმეტრი, რომელიც გამოიყენება ასეთი კვლევებისათვის, ნაჩვენებია II—25 ნახაზზე. ის შედგება ბიურეტისაგან 1, რომელიც დაგრადუირებულია 250 სმ³-მდე და მოთავსებულია შტატივზე 3 მიმაგრებულ დახურულ მინის ცილინდრში 2. მცველი ცილინდრი ზემოდან და ქვემოდან დახურულია საცობებით. ზედა საცობზე არის ძაბრი 4 ცილინდრის წყლით ასავსებად და მილი 6 ჰაერის გამოსასვლელად. ქვედა საცობს აქვს წყლის გადმოსასხმელი მილი II საჭერით. ბიურეტის ქვედა ბოლო რეზინის მილით 10 შეერთებულია მინის მათანაბრებელ ცილინდრთან (7), რომელიც დამაგრებულია იმავე შტატივზე. მათანაბრებელ ცილინდრს ქვედა ნაწილში აქვს გვერდითი სარინი ონკანით 9. ონკანი რეზინის მილით მიერთებულია ტუბუსიან ბოთლთან 8, რომელიც დახურულია გამოსაყვანმილიანი საცობით. ბიურეტის ზედა ბოლოს აქვს რეზინის მილით სპეციალურ შუშასთან 12, შეერთებული სამსვლიანი ონკანი 5, რომელშიც მირჩილულია სინჯარა. ამ შუშაში ხდება ქანების დამუშავება მჟავათი. ანალიზის წინ სინჯავენ ხელსაწყოს ჰერმეტილობას, ხოლო შემდეგ ბიურეტს და მასთან შეერთებულ მათანაბრებელ ცილინდრს ავსებენ ქლორ-ნატრიუმისა და გაჯერებული ხსნარით ბიურეტის ზედა ბოლოს ჰდემდე. ქანის ანალიზს აწარმოებენ შემდეგნაირად:

დაფქული და 100—105°C ტემპერატურაზე გამომშრალი ქანის სინჯადან იღებენ წონაკს და ათავსებენ სპეციალურ შუშაში 12. წონაკის



ნახ. 11—25. კალციმეტრი.

სიდიდე დამოკიდებულია 10%-იანი HCl-ის ხსნარის ზემოქმედებისას ქანის დუღილის ინტენსივობაზე. იმ ქანებიდან, რომლებიც ხასიათდებიან ძლიერი დუღილით, იღებენ 1 გ წონაკს, ხოლო იმ ქანებიდან, რომლებიც ხასიათდებიან ხანგრძლივი დუღილით — 2 გ-ს; 3 გ-ს იღებენ ცხადად გამოვლენილი, მაგრამ ხანმოკლე დუღილის შემთხვევაში და 5 გ-ს კი სუსტი და ხანმოკლე დუღილის შემთხვევაში. პიპეტის საშუალებით მირჩილულ სინჯარაში ფრთხილად ასხამენ 10%-იან მარილმჟავას 10 სმ³ ოდენობით 1 გ ქანზე. სამსვლიანი ონკანის 5 მობრუნებით ბიურეტს 4 აერთებენ შუშასთან 12; ამის შემდეგ შუშას დახრიან და მარილმჟავას გადმოსახამენ სინჯარიდან. შუშა 12 რამდენჯერმე უნდა შეინჯღრეს, რათა ქანი მთლიანად დასველდეს მჟავათი. ამ დროს გამოყოფილი ნახშირორჟანგი ხვდება ბიურეტში და გამოდევნის იქიდან სითხეს. მათანაბრებელი ცილინდრის 9 ონკანის 7 ვალეებით სითხის ნაწილს, რომელიც გამოიღვენება გაზით, ეძლევა საშუალება გადავიდეს ბოთლში 8, ვიდრე სითხის დონე ცილინდრში არ გაუთანასწორდება სითხის დონეს ბიურეტში. როდესაც შეწყდება ქანიდან ნახშირორჟანგის ბუშტების გამოყოფა, სითხის დონე ბიურეტში გახდება უცვლელი. როდესაც ეს პირობა მიღწეულია და სითხის დონეები ცილინდრში და

ბიურეტში ერთ სიმაღლეზეა, დაკეტილი ონკანის 9 დროს აწარმოებენ ნახშირორჟანგის მოცულობის ათვლას. იმისათვის, რომ ნახშირორჟანგის მოცულობაზე არ იმოქმედოს ტემპერატურის შემთხვევითმა ცვლილებამ, მკველ ცილინდრში 2; რომელიც თერმოსტატის როლს ასრულებს, ასხამენ წყალს.

თუ ვიცით გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა, შეიძლება გადაანგარიშებით მივიღოთ იმ ნახშირმჟავა კალციუმის რაოდენობა, რომელიც იმყოფება საკვლევ ქანში, ფორმულით

$$x = \frac{V_b \cdot 10}{44 a}$$

სადაც x არის CaCO_3 -ის პროცენტული შემცველობა საკვლევ ქანში;

V — ნახშირორჟანგის მოცულობა, რომელიც გამოდევნილია ქანიდან;

b — 1 სმ³ ნახშირორჟანგის წონა, რომელიც განისაზღვრება 11—10 ცხრილის მიხედვით, მგ.;

a — ქანის წონაკის წონა, აღებული ანალიზისათვის. გ: 44— CO_2 -ის მოლეკულური წონა.

მაგალითი: $V = 210$ სმ³; $a = 1,5$ გ. ტემპერატურა, რომლის დროსაც ხდებოდა გაზის მოცულობის ცვლილება 18°C-ზე; ბარომეტრული წნევაა 758 მმ. ვერცხ. წყ. სვ. ცხრილის მიხედვით 1 სმ³ CO_2 -ის წონა ტოლია 1,865 მგ-ისა, საიდანაც

$$x = \frac{210 \cdot 1.865 \cdot 10}{44 \cdot 1.5} = 59.9\% \text{CaCO}_3$$

თიხოვან ქანებში წყალხსნადი მარილების შედგენილობისა და შემცველობის განსაზღვრა

ზოგიერთი კარბონატული, განსაკუთრებით კი თიხოვანი ქანი, ზოგჯერ შეიცავს წყალში ხსნად მარილებს, რაც განაპირობებს მათ არამდგრადობას წყლის ზემოქმედების დროს. მარილების გამოტუტვისას, ჩვეულებრივ, იცვლება ქანების აგებულების სიმკვრივე, მათი ბმულობა. მდგრადობა და წყალშეღწევალობა. გახსნისა და გამოტუტვის პროცესში ქანებში შეიძლება შეიცვალოს შთანთქმული კათიონების შემცველობა, რომელიც არსებითად მოქმედებს მათ თვისებებზე. დაბოლოს, მარილების გახსნისას იცვლება გაფილტრული წყლის შედგენილობა და თვისებები. წყალი შეიძლება გახდეს აგრესიული ნაგებობათა კონსტრუქციების ბეტონისა და ლითონის ნაწილების მიმართ. ყოველივე

ეს განაპირობებს თიხოვან ქანებში წყალში ხსნადი მარილების შედგენილობისა და შემცველობის განსაზღვრის აუცილებლობას ამ ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასების დროს. თუ ასეთი მარილების შემცველობა შეადგენს მშრალი ქანის წონის 0,3%-ზე მეტს, ასეთ ქანს უწოდებენ დამლაშობებულს. წყალში ხსნად მარილებიდან დამლაშობებულ ქანებში გვხვდება ადვილად ხსნადი, ე. ი. ნატრიუმის; კალიუმის, მაგნიუმისა და კალციუმის ქლორიდული, გოგირდმჟავა და კარბონატული მარილები (ჰალიტი— NaCl , სილვენი— KCl , მარაბილიტი— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, სოლი— Na_2CO_3 და საშუალოდ ხსნადი კალციუმის სულფატები (თაბაშირი — $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ანჰიდრიდი — CaSO_4). ადვილად ხსნადი მარილები ჩქარა იხსნება წყლის მცირე მოცულობაში, საშუალოდ ხსნადი მარილები კი იხსნება ნელა და მათი სრული გახსნისათვის საჭიროა წყლის დიდი რაოდენობა.

ქანებში წყალში ხსნადი მარილების განსაზღვრისას გამოიყენება ისეთი რაციონალური ქიმიური ანალიზები, როგორცაა წყლისა და მარილმჟავას გამონაწურების ანალიზები. წყლის გამონაწურებს ქანში ძირითადად იყენებენ ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობისა და შედგენილობის განსაზღვრისათვის. წყლის გამონაწურში გადადის თაბაშირიც, თუ ქანში მისი შემცველობა დაბალია, ხოლო თუ თაბაშირისა და ანჰიდრიდის შემცველობა გაზრდილია, მაშინ მათი განსაზღვრისათვის, ისევე როგორც ქანებში კარბონატულობის განსაზღვრისათვის, გამოიყენება მარილმჟავას გამონაწურები (იხ. § 6).

წყლის გამონაწური მზადდება მშრალი ქანისაგან, რომელიც დაფხვნილია სანაყში. 5—20 გ წონაკს (ქანის დამლაშებლობის ხარისხის მიხედვით) ასხამენ ადუღებულ ცხელ დისტილირებულ წყალს. ქანისა და წყლის შეფარდებად ლებულობენ 1 : 20. კოლბს დგამენ თბილ ქურაზე ანდა ძალიან სუსტად მდუღარე წყლის აბანოზე და ხშირი მორევით აყენებენ გამონაწურს 10—15 წუთის განმავლობაში. შემდეგ გაუხსნელ ნაშთს კოლბში აძლევენ დაღეჭვის საშუალებას, ხოლო სითხის გამჭვირვალე ნაწილს ფილტრში გატარებით გადაასხამენ სხვა კოლბში. ამით მოავრდება წყლის გამონაწურის მომზადება ანალიზისათვის.

წყლის გამონაწურის მომზადება შეიძლება სხვა: ჩგახითაც. ქანის წონაკს კოლბში ანდა ბოთლში ასხამენ ახლად გამოხდილ დისტილირებულ წყალს და მკიდროდ აცობენ საცობს. ქანისა და წყლის შეფარდება უნდა იყოს 1 : 20. გამონაწურს ამზადებენ ბოთლის ან კოლბის შენჯღრევით 10—15 წუთის განმავლობაში ხელით ანდა მექანიკურ სარევეზე. შემდეგ სათხის მთელ მოცულობას ფილტრავენ კოლბში.

წყლიან გამონაწურში განსაზღვრავნ $\text{Na} + \text{K}$ -ის, Mg^{2+} -ის, Ca^{2+} -ის, SO_4^{2-} -ის, Cl^- -ისა ოა HCO_3^- -ის შემცველობას. ანალიზის შედეგს გამოხატავენ მილიგრამობით 100 გ ქანზე, ანდა პროცენტობით ჰაერზე გამშრალი ქანიდან. წყალხსნადი შემადგენლის შემცველობის განსაზღვრისათვის ქანში, იგებენ მშრალი ნაშთის სიდიდეს, რომელიც რჩება წყლიანი გამონაწურის გამოშრობის შედეგად.

§ 11

ჰვიზოვან-თიხოვან ქანებში ორგანული ნივთიერების შემსველობის განსაზღვრა

ქვიზოვანი (განსაკუთრებით თიხოვანი) ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლისას აუცილებელია ვიცოდეთ ქანებში ორგანულ ნივთიერებათა (ამა თუ იმ ხარისხით გახრწნილი-დაჰუმუსებულ მცენარეთა ნარჩენების) შემცველობა, რომელიც გავლენას ახდენს მათ ფიზიკურ, წყლოვან და მექანიკურ თვისებებზე. ორგანულ მინარევთა შემცველობისა და მათი გახრწნის ხარისხის გაზრდით შესამჩნევად ძლიერდება ქანების კოლოიდური თვისებები, იზრდება მათი ჰიდროფილურობა, ტენშემცველობა, დეფორმირებადობა და მცირდება სიმტკიცე. ამიტომ ქვიზოვან ქანებში მცენარეთა ნაშთების 3-დან 10 %-მდე, ზოგჯერ თიხებში 5—10%-მდე შემცველობას აუცილებლად აღნიშნავენ. ქანებს, რომლებიც შეიცავენ ორგანულ მინარევებს 10-დან 60%-მდე, უწოდებენ დაჰუმუსებულს ანდა დატორფებულს. ქანებს კი, რომლებიც შეიცავენ 60%-ზე მეტ ორგანულ მინარევებს, მიაკუთვნებენ ტორფებს (სნ და ვ II. A. 10—62). ძლიერ დაჰუმუსებული და დატორფებული ქანები და, აგრეთვე, ტორფები საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაციის მიხედვით მიეკუთვნებიან მე-5 ჯგუფს, ე. ი. სუსტ ქანებს, რომლებიც განსაკუთრებული წარმოშობისა და შედგენილობისაა.

ამჟამად არ არსებობს ორგანულ ნივთიერებათა შემცველობის რაოდენობრივი განსაზღვრის უნივერსალური მეთოდი. საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის პრაქტიკაში მეტწილად სარგებლობენ გამოწრთობის მეთოდით, კოლორიმეტრული და უფრო იშვიათად სხვა მეთოდებით. გამოწრთობის მეთოდი იმაში მდგომარეობს, რომ ქანს აწრთობენ $400\text{--}900^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ორგანული ნივთიერება ამ დროს იწვის ოა წონის დანაკარგით საზღვრავენ მის საერთო შემცველობას. საჭიროა მხედველობაში ვიქონიოთ, რომ გამოწრთობისას დანაკარგი ზოგიერთი ქვიზიან-თიხიანი ქანებისათვის შეიძლება არ იყოს ორგანული ნივთიერების შემცველობის ზუსტი დამახასიათებელი. ქანების გამოწრთობისას, გარდა ორგანულ ნივთიერებათა წვისა, ხდება ქიმიურად

დაკავშირებული წყლის გამოყოფა ქანის მინერალური ნაწილიდან და კარბონატების, ქლორიდებისა და სხვათა მინერალების დაშლა, რასაც თან ახლავს გაზური ფაზის გამოყოფა, რაც აგრეთვე ამცირებს ქანის წონას. ამიტომ გამოწრთობის დროს დანაკარგები საშუალებას გვაძლევს მხოლოდ საორიენტაციოდ ვიმსჯელოთ ორგანული შენეარების შემცველობაზე ქანში. საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასებისათვის ასეთი მონაცემები მეტწილად საკმარისია. ეს მეთოდი უმჯობესია გამოვიყენოთ დატორფებული, ძლიერ დაჰუმუსებული კარბონატებით ლარიბი ქანებისათვის.

კოლორიმეტრის მეთოდი ემყარება ჰუმუსის მკვას თვისებას. ტუტეებთან მოგვეს შეღებილი ხსნარები. შეღებილტუტთან გამონაწურს ქანიდან აღარებენ ეტალონს, რომლის მიხედვითაც საზღვრავენ ქანში ორგანული მინარეების შემცველობას. ეს მეთოდი გვაძლევს მიახლოებით მონაცემებს, რადგან სხვადასხვა წარმოშობის ჰუმუსის მკვაებს აქვთ შეფერილობის სხვადასხვა ელფერი და ინტენსიურობა.

ქანებსა და ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების შემცველობის განსაზღვრის უფრო ზუსტი მეთოდები დამყარებულია მისი ძირითადი კომპონენტების ნახშირბადის ანდა აზოტის განსაზღვრაზე, რომლის მიხედვითაც ანგარიშობენ ქანში ორგანული ნივთიერების შემცველობას. უფრო მოსახერხებელია და ზუსტი მისი განსაზღვრა ნახშირბადით. ამისათვის იყენებენ მშრალი დაწვის მეთოდს. სველი წვის მეთოდს კნოპის მიხედვით, ჟანგვას ტიურინის მიხედვით და სხვ.

მშრალი წვის დროს ქანის ორგანული ნივთიერება იწვება გამოწრთობით ჟანგბადის სრული მიწოდების პირობებში და მთელი ორგანული ნახშირბადის დაჟანგვით CO_2 -მდე, რომელიც შეიძლება დავიკიროთ სპეციალური შთამნთქმელით და აეწონოთ. აქედან C_{org} ქანში (%) ტოლია

$$C_{org} = \frac{a \cdot 0,2729 \cdot 100}{B},$$

სადაც a არის შთამნთქმელის წონათა სხვაობა გამოწრთობამდე და გამოწრთობის შემდეგ; $0,2729$ — CO_2 -დან C_{org} -ის გადასათვლელი კოეფიციენტი; b — წონაქის საერთო წონა, გ-ობით.

ორგანული ნახშირბადის გადასაანგარიშებლად ორგანულ ნივთიერებაზე გამოიყენება $1,727$ კოეფიციენტი, რომელიც შემოთავაზებულია კ. გედროიცის მიერ.

თუ ქანი შეიცავს კარბონატებს, ორგანული ნივთიერების განსაზღვრის წინ ისინი უნდა დაიშალონ გაჭერებული HCl -ით, CO_2 -ის გამოდევნით. ასეთ წონაქში საზღვრავენ CO_2 -ს, რომელიც წარმოიშობა

ორგანულ ნივთიერებაში შემავალი ნახშირბადის ქანგვის ხარჯზე მისი წვის დროს. ორგანული ნივთიერება შეიძლება, აგრეთვე, განისაზღვროს, როგორც CO_2 -ის საერთო რაოდენობისა და კარბონატული CO_2 -ის რაოდენობათა სხვაობა.

სველი წვის მეთოდისას. ენობის მიხედვით, ორგანული ნივთიერება ქანში განისაზღვრება ნახშირბადის დაქანგვით CO_2 -მდე ქრომის ანჰიდრიდით Cr_2O_3 გოგირდმჟავას თანდასწრებით. ნახშირორქანგის გაზს იჭერენ, წონიან და ისევე როგორც წინა შემთხვევაში, შემცველობის მიხედვით ითვლიან (ρ -ისა და შემდეგ ორგანულ ნივთიერებას.

დაქანგვის მეთოდი, ტიურინის მიხედვით, დამყარებულია ბიქრომატის ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ხარჯზე ორგანული ნივთიერების ქანგვაზე CO_2 -მდე. ორგანული ნივთიერების განსაზღვრის მეთოდები დამყარებულია მქანგველების გამოყენებაზე და გამოიყენება მხოლოდ იმ ქანებისათვის, რომლებიც არ შეიცავენ მინერალების ქვექანგურ ფორმებს.

§ 10

თიხოვანი ქანების შთანთქმის ტევადობისა და გაცვლითი იონების უმჯობესი განსაზღვრა

თიხოვანი ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე დიდ გავლენას ახდენს მათი გაცვლითი უნარიანობა და გაცვლითი იონების შედგენილობა. რაც უფრო მაღალია თიხოვანი ქანების გაცვლითი უნარიანობა, მით უფრო დიდია გაცვლითი იონების შედგენილობის გავლენა ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე, მით უფრო მაღალია მათი კოლოიდურ-ქიმიური აქტიუობა და მგრძნობიარობა გარემოს ცვლილებებისადმი. ამიტომ, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა

საზღვროს თიხოვანი ქანის შთანთქმის ტევადობა. თუ ის საკმაოდ მაღალი (5—10 მგ-ეკვ-ზე მეტი 100 გ ქანზე) აღმოჩნდება, მაშინ აუცილებელია განისაზღვროს გაცვლითი იონების შედგენილობა; თუ შთანთქმის ტევადობა ნაჩვენებ სიდიდეზე ნაკლები იქნება, მაშინ შთანთქმული იონების შედგენილობის განსაზღვრას არა აქვს აზრი, რადგან მათი გავლენა ქანის თვისებებზე პრაქტიკულად უმნიშვნელოა.

არსებობს მრავალრიცხოვანი მეთოდი, რომლებიც საზღვრავენ შთანთქმის ტევადობისა და გაცვლითი კატიონების შედგენილობას. ისეთი თიხოვანი ქანების შთანთქმის ტევადობის განსაზღვრისათვის, რომლებიც არ შეიცავენ კარბონატებსა და სულფატებს, ფართოდ გამოიყენება ე. ბაბქოსა და ო. ასკინაზის მეთოდი. ეს მეთოდი მდგო-

მარეობს იმაში, რომ გაცვლითი კატიონები გამოიღვენებიან ქანიდან .
 1) ბარიუმის იონით $BaCl_2$ ხსნარიდან, იმასთან დაკავშირებით, რომ ბარიუმი თიხოვან ქანებში პრაქტიკულად არ შედის. საკვლევი ნივთიერებების ბარიუმით გაჭერების შემდეგ ბარიუმის იონს გამოიღვენიან 1.0% მარილის მქადათი. შემდეგ ფილტრატში საზღვრავენ ბარიუმის შემცველობას და მისი რაოდენობით მსჯელობენ შთანთქმის ტევადობის სიდიდებზე. ანალიზი რეკომენდებულია ჩატარდეს, როდესაც $pH = 6.5$, რადგან pH -ის უფრო მცირე მნიშვნელობის დროს ქვეითდება ქანის გაცვლითი უნარი, ხოლო უფრო დიდი მნიშვნელობისას წარმოიქმნება ხსნარიდან ბარიუმის კარბონატის გამოყოფის საშიშროება. თუ ქანში არის თაბაშირი, მაშინ იგი წინასწარ გამოაქვთ დამუშავებით 0.2% HCl -ის ხსნარით SO_4^{2-} -ზე უარყოფით რეაქციამდე.

კარბონატული და არაკარბონატული ქანების შთანთქმის განსაზღვრის მეორე მეთოდს წარმოადგენს ო. ზახარჩუის მეთოდი (1953). ამ მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ქანიდან შთანთქმული კატიონების გამოსაყოფად გამოიყენება 0.05% მარილმქადას ხსნარი. შემდეგ წყალბადით გაჭერებული ქანი ირეცხება 1.0% — ძმარმქადა კალციუმით წყალბადის იონების გამოსადგენად. ამ დროს წარმოშობილი ძმარმქადა ირეცხება 0.1% ტუტე ხსნარით, რომლის რაოდენობის მიხედვითაც ისაზღვრება საკვლევი ქანის შთანთქმის მოცულობა. თავისუფალი მარილმქადას განსაზღვრისათვის, რომელიც შეკავებულია ქანის მიერ (შთანთქმავი წყალბადი), 100 გ ქანის წონაკს ამუშავებენ იგივე HCl -ის ხსნარით. შემდეგ მისგან ამზადებენ გამონაწურს, რომელშიც საზღვრავენ მარილის მქადას. შთანთქმის ტევადობის გამოთვლისას უნდა აღირიცხოს გამონაწურში აღმოჩენილი წყალბადის იონების რაოდენობა.

შთანთქმის ტევადობის განსაზღვრის. ამ შედარებით უფრო გავრცელებული მეთოდების გარდა, გამოიყენება სხვა მეთოდებიც. მაგალითად, ს. ფილატოვის ჩქაროსნული მეთოდი (1955), რომელიც ემყარება 0.05% კალციუმის ოლეატის წყლოვან-სპირტოვანი ხსნარის გამოყენებას; ს. რიდკოს. ფ. ინკოვსკისა და კ. ორლოვის (1955) მეთოდი, რომელიც ემყარება კალციუმის რადიოაქტიური იზოტოპის გამოყენებას და სხვ. ყველა ეს მეთოდი გაშუქებულია სპეციალურ ნაშრომებში.

განსაკუთრებით საჭიროა შეეჩერდეთ თიხების მიერ შთანთქმის მოცულობის განსაზღვრის სწრაფ და უბრალო მეთოდზე, რომელიც ემყარება თიხის მიერ ადსორბირებული საღებავის — მეთილენ-

ცისფერის (მც) ან მეთილ-ვიოლეტის (მვ) რაოდენობის გაზომვას. ეს მეთოდი ეკუთვნის რობერტსონსა და უორდს (1951). ტ. ბერლინმა ეს მეთოდი ВСЕГЕИ-ის ლაბორატორიაში გამოსცადა, დააზუსტა და რეკომენდაცია მისცა მის გამოყენებას თიხების შთანთქმითი მოცულობის სიდიდის განსაზღვრისათვის იმ შემთხვევებში, როცა არ არის საჭირო შთანთქმული იონების შემადგენლობის დახასიათება. ვინაიდან საინჟინრო-გეოლოგიურ პრაქტიკაში, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ხოლმე თიხების შთანთქმის ტევადობის განსაზღვრა, ამიტომ ეს მეთოდი შეიძლება უფრო ფართოდ იყოს რეკომენდებული. მისი არსი შემდეგში მდგომარეობს:

1. თიხოვანი ქანიდან, რომელიც დანაწევრებულია და გაცრილია 0,1 მმ საცერში, იღებენ 0,3 გ წონაკს და ათავსებენ 150 მლ მოცულობის კონუსისებურ კოლბში;

2. ამზადებენ 0,5%-იან მეთილენ-ცისფერის ანდა მეთილ-ვიოლეტის წყალხსნარს;

3. პიპეტის საშუალებით იღებენ ზუსტად 50 მლ ამ ხსნარს და ასხამენ ქანიან კოლბში;

4. კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ 20 წუთის განმავლობაში;

5. მიღებულ ხსნარს ფილტრავენ მკიდრო ფილტრში (ლურჯი ლენტის). ვინაიდან ფილტრი დასაწყისში თვითონვე შთანთქავს საღებავს, ამიტომ მას წინასწარ ასველებენ საფილტრი ხსნარით. გაფილტრული ხსნარის პირველ ულუფებს გადააქვევენ;

6. ფილტრში გასული ხსნარიდან ბიურეტით იღებენ ზუსტად 5 მლ-ს და აზავენ 500 მლ-მდე დისტილირებული წყლით;

7. მიღებული ხსნარის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის იყენებენ ფოტოკალორიმეტრს. წინასწარ ამზადებენ მც სტანდარტულ ხსნარებს შემდეგი კონცენტრაციით (%): 0,0005, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004, 0,005 და ამის მიხედვით აგებენ დაკალიბრებულ მრუდს — გრაფიკს, რომლის აბსცისთა ღერძზე დაიტანენ მც ანდა მვ კონცენტრაციას, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს. ამ გრაფიკის მიხედვით საზღვრავენ საკვლევი ხსნარების კონცენტრაციას;

8. კოლორიმეტრით საკვლევი ხსნარის სიმკვრივისა და მისი კონცენტრაციის განსაზღვრის შემდეგ, გრაფიკის მიხედვით, აუცილებელია მიღებული სიდიდე გავამრავლოთ 100-ზე, რადგან გაფილტრული ხსნარი კოლორიმეტრირებისათვის განზავებული იყო 100-ჯერ (პუნქტი 6);

9. შთანთქმის მოცულობა გამოითვლება ფორმულით

$$\epsilon = \frac{abd \cdot 100}{B \cdot 100 \epsilon}$$

სადაც a არის ხსნარში მც. შემცველობის სხვაობა მათი ქანის დამუშავებამდე და შემდეგ;

b — მც. ს. რაოდენობა (მლ), რომელიც აღებულია ანალიზისათვის (50);

d — საღებავის პროცენტული შემცველობა;

B — საკვლევი ქანის წონაკი ჰიგროსკოპული წყლის ჩათვლით (0,3 გ);

ϵ — მც საღებავის მოლეკულური წონა, რომელიც ტოლია 319,9; 100 მგ. ეკვ. 100 გ. ქანზე.

მაგალითი. ფოტოკოლორიმეტრიკების შედეგად საკვლევი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე ტოლია 0,25-ისა, რომელიც შეესატყვისება მც-ს კონცენტრაციას — 0,0018. თუ გავამრავლებთ ამ სიდიდეს 100-ზე, მივიღებთ გაფილტრული ხსნარის 0,18-ის ტოლ ბუნებრივ კონცენტრაციას. რადგანაც ავიღეთ 0,3%-იანი მც ხსნარი, ხოლო გაფილტრული ხსნარის კონცენტრაცია გახდა 0,018%; შესატყვისად შთაინთქა მც 0,30—0,18—0,12%. შემდეგ გაანგარიშებას აწარმოებენ ფორმულის მიხედვით.

თუ აუცილებელია განისაზღვროს არა მარტო თიხოვანი ქანის შთანთქმითი ტევადობა, არამედ შთანთქმული იონების შედგენილობაც, მაშინ იყენებენ შემდეგ მეთოდებს:

1. კ. ჰედროიცის მეთოდი, რომელიც ემყარება გამომდევნელ $0,1\%$ ხსნარად ამონიუმის ქლორიდის NH_4Cl ხსნარის გამოყენებას. ამ მეთოდს იყენებენ არაკარბონატული ქანების კვლევისათვის. ქანის წონაკს ათავსებენ ფაიფურის ჭიქაში და ასხამენ 1,0 მლ. NH_4Cl -ის ხსნარს ისე, რომ იგი მთლიანად დაიფაროს, ურევენ, გადააქვთ ფილტრზე და რეცხავენ ამავე ხსნარით შთანთქმული კალციუმის მთლიანად გამოდევნამდე. ფილტრატს აორთქლებენ გარკვეულ მოცულობამდე და მასში საზღვრავენ გაცვლითი კატიონების შედგენილობას. ამ ანალიზის წინ ქანიდან გამოდევნიან ადვილადხსნად მარილებს.

2. გაცვლითი კატიონების გამოდევნის მეთოდი ძმარმეავეს ამონიუმის იონით.

კარბონატულ ქანებში გაცვლითი კატიონების განსაზღვრის მეთოდები ჯერ კიდევ არაა სრულყოფილად დამუშავებული და იძლევიან მიახლოებით შედეგებს. უფრო ხშირად გამოიყენება ი. ტიურონის მეთოდი, რომელიც დამყარებულია იმაზე, რომ კარბონატულა

ქანის NaCl დამუშავებისას მისგან გამოიღვენება კარბონატული და გაცვლითი კალციუმი და მაგნიუმი. თუ განვსაზღვრავთ კარბონატების საერთო რაოდენობას $0.07\% \text{ HCl-ის ხსნარით ერთი ულუფის ტიტრირებითა და კალციუმისა და მაგნიუმის საერთო შემცველობას მეორე ულუფის ტიტრირებით, მათი სხვაობით მივიღებთ ქანში Ca-ისა და Mg-ის გაცვლითი კატიონების შემცველობას.}$

განსაკუთრებით უნდა შევიჩერდეთ თიხოვან ქანებში შთანქმულ ნატრიუმის განსაზღვრაზე. რადგანაც ის მკვეთრად აუარესებს მათ სამშენებლო თვისებებს. ამ მიზნით გამოიყენება კ. პედროიცისა და მ. გოლდინის მეთოდები. პირველი დამყარებულია გაცვლითი ნატრიუმის გამოღვენაზე ქანზე კალციუმის ბიკარბონატის ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) მოქმედებით. ამ დროს წარმოშობილი ნატრიუმის ბიკარბონატი გადადის ხსნარში და აორთქლებისას გვაძლევს ნატრიუმის კარბონატს, მეორეც ისაზღვრება მოცულობითი ანდა წონითი მეთოდით.

მ. გოლდინის მეთოდი დამყარებულია შთანქმული ნატრიუმის გამოძევებაზე $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ის ანდა $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -ის ხსნარით. ამ დროს წარმოიქმნება ნახშირმჟავა ნატრიუმი, რომლის მიხედვითაც ისაზღვრება ნატრიუმის იონის შემცველობა. თუ ქანში აღვიღაღხსნადი მარილებია, ისინი წინასწარ იღვენებიან.

შთანქმითი მოცულობისა და გაცვლითი კატიონების შედგენილობის განსაზღვრისათვის ლაბორატორიაში საჭიროა მოვიტანოთ სუფთა ქაღალდში შეხვეული 200—300 გ-მდე წონის ქანის ნიმუშები.

საკონტროლო კითხვები

1. ქანების პეტროგრაფიული შესწავლის თავისებურებანი მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევის დროს.
2. ქანების მიკროსკოპული და მაკროსკოპული შეწავლის ოროს შედგენილობისა და აღნაგობის რა ძირითად ელემენტებს უნდა მიექცეს ყურადღება?
3. თიხოვანი ქანების მიკროსტრუქტურის რაოდენობრივი შეფასებისას რა მახასიათებლებით შეიძლება ვისარგებლოთ?
4. მონატეხი და თიხოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობა და მისი პრაქტიკული მნიშვნელობა.
5. ქანების კლასიფიკაცია გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით და გამოყოფილ ფრაქციების დახასიათება.
6. რომელი ნაწილაკები შეიძლება მივაკუთვნოთ თიხოვანს და რატომ?
7. გაცვლითი კატიონების თაოყავი ქანებში კლასიფიკაცია მათი გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით.
8. ქვიშოვანი ქანების კლასიფიკაცია გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით.
9. ხრეშოვანი ქანების კლასიფიკაცია გრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით.

10. ქანების გრანულომეტრიული ანალიზის მეთოდები.

11. გრანულომეტრიული ანალიზისათვის ქაყების მომზადების სახეობები.

12. რომელი მეთოდია ძირითადი ქვი ოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის? აღწერეთ მისი არსი.

13. რატომ ეწოდება საბანინის მეთოდს ორმაგი განლექვის მეთოდი? რომელი ფრაქციები გამოიყოფა ამ მეთოდით?

14. როგორია პიკეტური მეთოდით გრანულომეტრიული ანალიზის საერთო სტემა და ქანებში თითოეული ფრაქციის გამოთვლის წესი?

15. მარლიანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრის თავისებურება.

16. ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრა არეომეტრიული მეთოდით. ნაწილაკების დიამეტრის გამოსათვლელად ნომოგრამის გამოყენების წესი.

17. რომელია გრანულომეტრიული შედგენილობის ყველაზე უფრო გამოსიდევი გრაფიკული ხერხები?

18. ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის არაერთგვაროვნების მაჩვენებელი.

19. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ცალკეული ფრაქციების მინერალური შედგენილობის შესასწავლად რომელ მეთოდს იყენებენ უფრო ხშირად?

20. თიხოვანი ქანების მინერალური ტიპის განსაზღვრა ორგანული საღებავების საშუალებით.

21. თიხოვანი ქანების თერმული ანალიზი.

22. რაში მდგომარეობს თიხოვანი ქანების შედგენილობის ელექტრომიკროსკოპული შესწავლის არსი?

23. რომელ მეთოდს იყენებენ კარბონატული ქანების მინერალური შედგენილობის განსაზღვრისათვის?

24. „ლიტორია“ მოწყობილობა და მისი გამოყენება კარბონატული თიხოვანი და თიხოვანი ქანების კარბონატულობის განსაზღვრისათვის.

25. თიხოვან ქანებში წყალში ხსნადი მარილების შემცველობის და შედგენილობის განსაზღვრა.

26. ქვიშიან-თიხოვან ქანებში ორგანული ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრა.

27. შთანქმის ტეკადობისა და გაცეღითი იონების შედგენილობის განსაზღვრა თიხოვან ქანებში.

ქანების ფიზიკური თვისებების კვლევა

§ 1

ქანების ფიზიკური თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები

ქანების ძირითად ფიზიკურ თვისებებს წარმოადგენს კუთრი და მოცულობითი წონა, ფორიანობა, ხოლო ნახევრად კლდოვანი, ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანებისათვის კი — ტენიანობაც. ეს თვისებები ურთიერთკავშირშია და მთლიანად გამოხატავს ქანის ფიზიკურ მდგომარეობას, ე. ი. თვისობრივ განსაზღვრულობას როგორც ბუნებრივი წოლის პირობებში, ასევე ნაგებობათა ტანში (კაშხლებში, დამბებში, ნაყარში და სხვ.).

ქანების თვისობრივი განსაზღვრულობა, რომელიც ვლინდება მათ სიმკვრივეში, ფორიანობაში, ტენიანობაში, კონსისტენციაში, აგრეთვე გამოფიტვის ხარისხსა და ნაპრალიანობაში, წარმოადგენს მათ განმასხვავებელ თვისებებურებას დაშლისა და დეფორმაციის მიმართ წინააღმდეგობის თვალსაზრისით. ამიტომ ძირითადი ფიზიკური თვისებების მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ ქანების სიმტკიცეზე, აფორმირებადობასა და მდგრადობაზე, აგრეთვე, მათ ცვლილებაზე გეოლოგიური პროცესების და ხელოვნური ფაქტორების გავლენით. ქანების თვისობრივი განსაზღვრულობა შენარჩუნებულია მათი ფიზიკური თვისებების რაოდენობრივი ცვალებადობის გარკვეული ისტრვალის ფარგლებში. ეს საშუალებას გვაძლევს, ფიზიკური მდგომარეობის მიხედვით ქანების ერთი სახეობა გავარჩიოთ მეორისაგან, ხოლო გეოლოგიურ კრილში დაეახასიათოთ თითოეული წყება, შრე, დასტა; ერთგვაროვან ქანებში კი პეტროგრაფიული შედგენილობის მიხედვით გამოვყოთ ზონები და ქვეზონები.

ქანების ფიზიკური თვისებების ბუნება, მათი სახასიათო მაჩვენებლები და ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მათ სიდიდეზე, ცნობილია საინჟინრო-გეოლოგიის კურსის თეორიული ნაწილიდან. (ლომთაძე, 1970), ქანების ფიზიკური თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები მოცემულია III—I ცხრილში.

ქანების ფიზიკურ თვისებათა ძირითადი მახასიათებლები შათი ფიზიკურ-მდგომარეობის შეფასებისათვის

| მახასიათებლები | აღნიშვნა | გამოსათვლელი ფორმულა | განზომილება |
|---|----------|--|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| კუთხის წონა | T_d | $T_d = \frac{g_1}{V_1}$ | გ/სმ ³ |
| მოცულობითი წონა | T | $T = \frac{g_1 + g_2}{V_1 + V_2}$ | გ/სმ ³ , ტ/მ ³ |
| ხონის მხოლოდითი წონა | T_R | $T_R = \frac{g_2}{V_1 + V_2} = \frac{T}{1 + 0,01 W}$ | გ/სმ ³ , ტ/მ ³ |
| ქანის მოცულობითი წონა წყალში (შემსუბუქებულ გამოდენილი წყლის მოცულობის წონით) | T' | $T' = (T_d - 1)(1 - n)$ | გ/სმ ³ , ტ/მ ³ |
| წონითი ტენიანობა | W | $W = \frac{g_2}{g_1} = \frac{T - T_R}{T_R}$ | % |
| მოცულობითი ტენიანობა | W_0 | $W_0 = W T_R$ | % |
| სრული ტენტივილობა (ტენტივიშემცველი ქანებისა) ან. სრული წყალტევადობა (არატენტივიშემცველი ქანებისა) | $W_{სრ}$ | $W_{სრ} = \frac{1}{T_R} - \frac{1}{T_d} = \frac{n}{T_d(1-n)}$ | % |
| წყალნაჭერობის კოეფიციენტი | G | $G = \frac{W}{W_{სრ}} = \frac{W T_d (1-n)}{n} = \frac{W T_d}{c T_R}$ | უგანზომილებო |
| ფორიანობა | n | $n = 1 - m = 1 - \frac{T_R}{T_d}$ | „ |
| ფორიანობის კოეფიციენტი | c | $c = \frac{n}{1-n} = \frac{T_d - T_R}{T_R}$ | უგანზომილებო |
| ბუნებრივი ტენიანობისა და აღნაგობის ქანის ფორიანობის კოეფიციენტი (სა. წყლის) | c_0 | $c_0 = \frac{n}{1-n} = \frac{T_d - T_R}{T_R}$ | უგანზომილებო |

| | 2 | 3 | 4 |
|---|----------------|---|-----------------|
| წყლის გაქვრებული ქანების ფორიანობის კოეფიციენტი | c | $c = W \gamma_j$ | უკანზომილებო |
| 1 სმ ² ქანში ფორების მოცულობა | n | $n = \frac{c}{1+c} = 1 - m$ | სმ ³ |
| 1 სმ ² ქანში მინერალური ნაწილის მოცულობა | m | $m = \frac{1}{1+c} = 1 - n$ | სმ ³ |
| 1 სმ ² ქანში აირის მოცულობა | W_a | $W_a = \left(\frac{c}{\gamma_{b2}} - \frac{W}{\gamma_g} \right) \gamma_g$ | სმ ³ |
| თიხოვანი ქანის პლასტიკურობის ზღვარი | $W_{\Delta c}$ | | % |
| თიხოვანი ქანის დენადობის ზღვარი | $W_{\Delta e}$ | | % |
| პლასტიკურობის რიცხვი | $I_{\Delta A}$ | $I = W_{\Delta e} - W_{\Delta c}$ | % |
| კონსისტენციის მაჩვენებელი | B | $B = \frac{W_{\Delta c} - W_{\Delta e}}{I_{\Delta}}$ | უკანზომილებო |
| თიხოვანი ქანის ბუნებრივი შემკვრივებულობის მაჩვენებელი | K_d | $K_d = \frac{e_{\gamma} - e_0}{e_{\gamma} - e_p}$ | უკანზომილებო |
| ქვიშოვანი ქანების ფარდობითი სიმკვრივის კოეფიციენტი | I_d | $I_d = \frac{e_{max} - e_0}{e_{max} - e_{min}} = \frac{(n_{max} - n)(1 - n_{min})}{(n_{max} - n_{min})(1 - n)}$ | უკანზომილებო |
| ქვიშოვანი ქანის შემკვრივებულობის კოეფიციენტი | V | $V = \frac{e_{max} - e_{min}}{e_{min}}$ | უკანზომილებო |

§ 2

ქანების კუთრი წონა

ქანების კუთრი წონა ეწოდება მისი მინერალური ნაწილის ჩონჩხის ერთეული მოცულობის წინას გრამობით კუბიკურ სანტიმეტრზე. რიცხობრივად ის ტოლია ქანის მყარი ნაწილის წონისა და მისი მოცულობის ფარდობისა. ქანების კუთრი წონას ძირითადად საზღვრავენ პიკნომეტრული მეთოდით (ГОСТ 5181—64). მისი განსაზღვრისათვის უნ-



ნახ. III—I. პიკნომეტრი

წონას წყლით გვ. მასობრივი განსაზღვრების დროს რეკომენდებულია პიკნომეტრის წონათა წინასწარი ცხრილის შედგენა წყლით სხვადასხვა ტემპერატურაზე, მაგალითად, 18, 20 და 22°C-ის დროს.

ცხრილი III—2

ჟურნალი ქანების კუთრი წონის განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნომერი | ქანის წონა | | | | | პიკნომეტრის მოცულობა სმ ³ | პიკნომეტრის წონა, გ | | კუთრი წონა გ/სმ ³ | | წყლის ტემპერატურა | შენიშვნა |
|----------------------|------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------|------------------------------|----------------------|-------------------|----------|
| | თარიღი | ცარიეული ბიუქსის ნომერი | ცარიეული ბიუქსის წონა | ბიუქსის წონა მუცხვით | სანალაო ქანის წონა | | პიკნომეტრის ნომერი | პიკნომეტრის წონა | წყლით ან ნაფით | წყლით ან ნაფით ქანით | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

და; გვერდის ზედა მონომომეტრი: 1) 100 სმ³ მოცულობის პიკნომეტრი (ნახ. III-1); 2) ტექნიკური სასწორი; 3) სანაყი წიკით (ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანები-სათვის ფაიფურისა, კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის, აქატისა და იას-პისა); 4) საცერი 2 მმ-იანი ნახვრეტებით; 5) მინის ბიუქსები; 6) ქვიშის აბანო; 7) საშრობი კარადა; 8) ვაკუუმ-ტუმბო; 9) თერმომეტრი; 10) დისტილირებული წყალი ან და ნავთი (მარილიანი ქანების კვლევისას); 11) ჟურნალი (ცხრ. III-2).

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. პიკნომეტრში ნიშნულამდე ასხამენ დისტილირებულ წყალს: წყლის ტემპერატურა უნდა იყოს 18,20 ანდა 22°C. პიკნომეტრს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 სიზუსტით. ლეზულობენ პიკნომეტრის

2. ქანის ნიმუშს, რომელიც იმყოფება პერზე გამოშვრალ მდგომარეობაში, სრესენ წყირით ფაიფურის ანდა აქატის სანაყში და ცრიან 2 მმ-იან საცერში. 2 მმ-ზე მეტი სიდიდის ნაწილაკებს, რომლებიც რჩება საცერზე, ანაწევრებენ სანაყში და კვლავ ცრიან.

3. გაცილილი და არეული ქანიდან იღებენ 15 გ წონაქს მინის ბიუქსში. შემდეგ ბიუქსში მყოფ ქანს აშრობენ თერმოსტატში 100—105°C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე, აცივებენ ექსიკატორში და გადააქვთ წინასწარ აწონილ პიკნომეტრში. ქანიან პიკნომეტრს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ სიზუსტით. ქანიანი პიკნომეტრის წონას აყლებენ პიკნომეტრის წონას და ლებულობენ შშრალი ქანის წონას.

4. უხეშმარცვლოვანი ქანის კვლევის დროს, ქანიდან პირის გამოსადევნად პიკნომეტრს ავსებენ დისტილირებული წყლით მისი ტევადობის 0,3—0,5-მდე და აღულებენ ქვიშის აბანოზე (არ უშვებენ გაშხეფებას) 30 წუთის განმავლობაში, ხოლო წვრილმარცვლოვანი და თიხოვანი ქანებისათვის — 1 საათის განმავლობაში.

5. აღულების შემდეგ პიკნომეტრს აცივებენ წყლიან აბაზანაში, უმატებენ დისტილირებულ წყალს კდემდე და ზომავენ წყლის ტემპერატურას, რომელიც უნდა იყოს ისეთი, როგორც პირველ შემთხვევაში 18, 20 ანდა 22°C. პიკნომეტრში წყლის დონეს ზუსტად აღგენენ ქვედა მენისკით, რისთვისაც მიკროპიპეტით უმატებენ წყლის აუცილებელ რაოდენობას. პიკნომეტრს მონდომებით ამშრალევენ, წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ სიზუსტით და ლებულობენ პიკნომეტრის წონას წყლითა და ქანით.

6. მიღებული მონაცემების საფუძველზე კუთრ წონას (0,001-მდე სიზუსტით) ითვლიან შემდეგი ფორმულით

$$\gamma_{\text{კანის}} = \frac{P}{P_1 + P - P_2}, \text{ გ/სმ}^3.$$

თითოეული ქანისათვის საჭიროა კუთრი წონის ორი პარალელური განსაზღვრა და შემდეგ საშუალო მნიშვნელის გამოთვლა 0,01 სიზუსტით. განსხვავება შედეგებს შორის დასაშვებია 0,02 გ/სმ³-მდე.

7. ციფრობრივი მონაცემები, რომლებიც მიღებული იქნება კუთრი წონის განსაზღვრისას, შეაქვთ ჟურნალში (იხ. ცხრ. III—2); ხოლო საბოლოო შედეგები — ჯამურ ცხრილში (დანართი 3) და პერფობარათზე (დანართი 4).

მარილიანი ქანების კუთრი წონა

მარილიანი ქანების კუთრი წონის განსაზღვრისას დისტილირებული წყლის მაგივრად იყენებენ ნავთს, ხოლო აღულების ნაცვლად ვაკუუმირებას. ნავთი უნდა იყოს გაფილტრული და წყალგამოცლილი.

ნავთიდან წყლის მოშორება ხდება მისი შენჯღრევით სილიკაგელთან, რომელსაც წინდაწინ აწრობენ მუფელში 500°C-ზე 4 საათის განმავლობაში. სილიკაგელს იღებენ 250 გ-ის ანგარიშით 1 ლ ნავთზე. ნავთის კუთრ წონას $\gamma_{\text{ნავთ}}$ ადგენენ არეომეტრით. მარილიანი ქანების კუთრი წონის განსაზღვრის დროს იყენებენ ისეთსავე მოწყობილობას, როგორსაც დაუმარილიანებელი ქანებისათვის.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. მარილიანი ქანების მომზადებას კუთრი წონის განსაზღვრისათვის ასრულებენ ისე, როგორც ზემოთაა ნაჩვენები. შემდეგ ღებულობენ მშრალი ქანის წონას ρ . ამის შემდეგ პიკნომეტრში ნახევრამდე ასხამენ ნავთს და გამზადებული ხსნარიდან ჰაერის გამოსაყოფად ქმნიან ვაკუუმს ტუმბოს საშუალებით. გაუხშობის ხარისხს ვაკუუმირების დროს საზღვრავენ ჰაერის ბუშტულების გამოყოფის დასაწყისიდან. ზოთხე პიკნომეტრში ვაკუუმის ქვეშ უნდა იმყოფებოდეს ჰაერის ბუშტულების გამოყოფის შეწყვეტამდე არა უმცირეს 1 საათისა.

2. ამის შემდეგ პიკნომეტრში ჰქვამდე ასხამენ ნავთს (დონეს ადგენენ ქვედა მენისკით), გარედან გულმოდგინედ ამშრალევენ და წონიან. იღებენ პიკნომეტრის წონას ნავთითა და ქანით ρ_2

3. ნავთს ქანთან ერთად ასხამენ პიკნომეტრიდან, პიკნომეტრს რეცხავენ ნავთით, ხელახლა ავსებენ ნავთით ჰქვამდე და ისევ წონიან. იღებენ პიკნომეტრის წონას ნავთით ρ_1 , ყველა აწონის დროს ნავთის ტემპერატურა უნდა იყოს მუდმივი (18, 20 ანდა 22°C).

4. ქანის კუთრი წონის გამოთვლას აწარმოებენ შემდეგი ფორმულით (სიზუსტით 0,001-მდე)

$$\gamma_{\text{ნავთი}} = \frac{\rho \gamma_{\text{ნავთი}}}{\rho_1 + \rho - \rho_2}$$

ქანის თითოეული ნიმუშისათვის ასრულებენ კუთრი წონის ორ პარალელურ განსაზღვრას, რომელთა შორის განსხვავება დასაშვებია 0,02 გ/სმ³-მდე.

5. კუთრი წონის განსაზღვრის დროს მიღებული მონაცემები შეაქვთ ყურნალში (იხ. ყურნალი III—2).

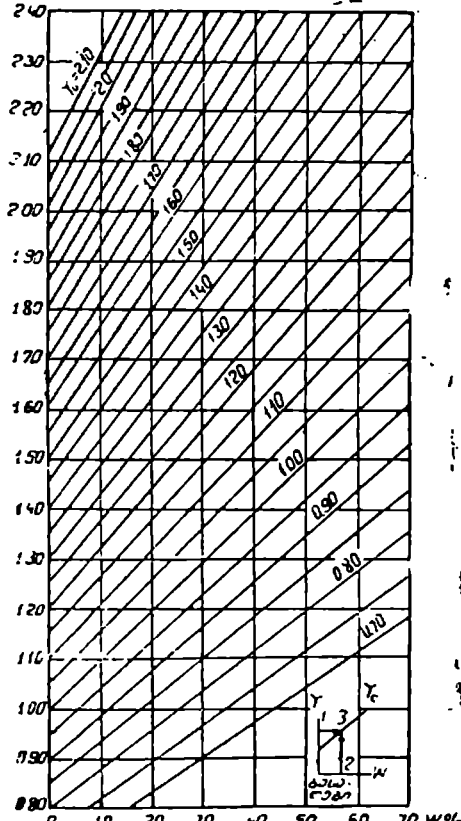
ქანების მოცულობითი წონა

უშუალო გაზომვის მეთოდი

ქანის ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის პირობებში ერთეული მოცულობის წონას გრამობით კუბიკურ სანტიმეტრზე ეწოდება ქანის მოცულობითი წონა. რიცხობრივად ის ტოლია ქანის წონის ფარ-

ლობისა იის მოცულობასთან.

ტ.მ.ს. ლ.



ქანების მოცულობითი წონის განსაზღვრას უშუალო გაზომვის მეთოდით აწარმოებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც არის წესიერი გეომეტრიული ფორმის ნიმუშების გამოკრის საშუალება. განსაზღვრისათვის ხელთ უნდა გვექონდეს: 1. ტექნიკური სასწორი; 2. დანაყოფებიანი საბაზავი ანლა შტანგენფარგალი; 3. ეურნალი (ცხრ. III—3).

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ქანის მონოლითიდან კრიან, ხერხავენ ანლა ბურღავენ კუბის, სწორკუთხა პარალელეპიპედის ანლა ცილინდრის წესიერი ფორმის ნიმუშს.

2. ნიმუშს ზომავენ საბაზავით ანლა შტანგენფარგლით და ანგარიშობენ V მოცულობას.

ნახ. III—2. ვ. პრიკლონსკის ნომოგრამა ქანის ჩონჩხის მოცულობითი წონის (γ_r) გამოსათვლელად — მოცულობითი წონისა (γ) და ტენიანობის (W) მიხედვით.

3. ნიმუშს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ სიზუსტით დაღებულობენ წონას გ.

4. ნიმუშის მოცულობით წონას ითვლიან ფორმულით

$$\gamma = \frac{F}{V}, \text{ გ/სმ}^3.$$

თითოეული სინჯისათვის საჭიროა მოცულობითი წონის ორი პარალელური განსაზღვრა, შემდეგ კი საშუალო მნიშვნელობის გამოთვლა 0,01 სიზუსტით. პარალელურ განსაზღვრებებს შორის განსხვავება დასაშვებია 0.02 გ/სმ³:

მოცულობითი წონის განსაზღვრის შემდეგ, თუ ცნობილია ქანის ტიპიანობა, ვ. პრიკლონსკის ნომოგრამის (ნახ. III—2) საშუალებით, კალი დასადგენია მისი ჩონჩხის მოცულობითი წონა.

5. გაზომილ და გამოთვლილ ყველა მონაცემს იწერენ ჟურნალში (ცხრ. III—3), ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) და პერფორატში (იხ. დანართი 4).

ცხრილი III—3

ფორმული

ქანების მოცულობითი წონის უშუალო გაზომვის მეთოდით განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნიმუში | თარიღი | ნიმუშის ზომა, სმ | | | ნიმუშის მოცულობა, სმ ³ | ნიმუშის წონა, გ | მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ | | შენიშვნა |
|----------------------|--------|---------------------|--------|---------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------|----------|
| | | სიგრძე ანუ დიამეტრი | სიგანე | სიმაღლე | | | ცალკეული ნიმუშის | საშუალო | |
| | | | | | | | | | |

ფორმული რგოლის მეთოდი

მოცულობითი წონის განსაზღვრა ამ მეთოდით შესაძლებელია იმ რბილი ქანებისათვის (თიხების, თიხნარების, ქვიშნარებისა და ქვიშებისათვის), რომელთაგანაც შეიძლება მჭრელი რგოლით ნიმუშის გაზომვა (ГОСТ 5282—64). ამ მეთოდის გამოყენებისას ხელთ უნდა

გვერდები: 1) ბასრპირიანი არაკოროზირებადი ლითონის რგოლი არანაკლებ 50—70 მმ დიამეტრის, არა უმეტეს დიამეტრისა და არაუმცირეს დიამეტრის ნახევრის სიმაღლის, კედლის სისქე 1,5—2 მმ; 2) შტანგენფარგალი; 3) დანა; 4) ტექნიკური სასწორი; 5) ეურნალი (ცხრ. III—4).

ცხრ. III—4

მ შ რ ნ ა ლ ი

ქანების მოცულობითი წონის მჭრელი რგოლის მეთოდით განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნომერი | თარიღი | რგოლის წონა | | ქანის წილის წონა | რგოლის მოცულობა | მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ | | შენიშვნა |
|----------------------|--------|-------------|-------|------------------|-----------------|------------------------------------|---------|----------|
| | | ცარიელი | ქანით | | | სიკვლეო ნიმუშებისათვის | საშუალო | |
| | | | | | | | | |

ბანსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. შტანგენფარგლის საშუალებით ზომავენ მჭრელი რგოლის შიგა დიამეტრსა და სიმაღლეს და გამოითვლიან მის V მოცულობას. რგოლს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ სიზუსტით და ლებულობენ გ₁ წონას.

2. რგოლს ბასრი პირით დგამენ მონოლითის მოსწორებულ და გასუფთავებულ ზედაპირზე. გალესილი დანით გამოჭრიან ნიმუშის სვეტს, რომლის დიამეტრი 1 მმ-ით მეტია რგოლის შიგა დიამეტრზე. გამოჭრის თანაზომიერად რგოლს თანდათან აცობენ ნიმუშის სვეტს. ქანის ზედმეტი ნაწილი იჭრება რგოლის მჭრელი პირით. ჩატვირთვის დროს არ უნდა დავუშვათ ქანის ჩამოშლა გვერდითი ზედაპირიდან. რგოლის ჩამოცმა უბრალო დაწოლით მონოლითზე არასასურველია, რადგან ეს არღვევს ქანის ბუნებრივ აღნაგობას და არ უზრუნველყოფს რგოლის მჭიდროდ შეესებას. მას შემდეგ, რაც ქანის სვეტი გადმოვა რგოლის კიდებზე, მის ზედმეტ ნაწილს ჭრიან ქვედა და ზედა კედლების სისწორეზე.

3. ქანიან რგოლს წონიან ტექნიკურ სასწორზე და ლებულობენ წონას. გამოითვლიან რა ქანის სუფთა წონას $\rho = \rho_1 - \rho_2$. განსაზღვრავენ მის მოცულობით წონასაც

$$\gamma = \frac{F}{V}, \text{ გ/სმ}^3.$$

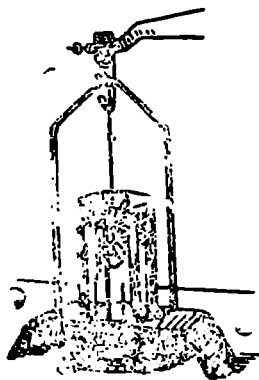
ქანის თითოეული ნიმუშისათვის საჭიროა ჩავატაროთ მოცულობითი წონის ორი პარალელური განსაზღვრა და შემდეგ გამოვიტვალოთ მისი საშუალო მნიშვნელობა 0,01 სიზუსტით. პარალელურ განსაზღვრებს შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 0,02 გ/სმ³-ს.

4. მონაცემებს იწერენ ეურნალში (იხ. III—4), ხოლო საბოლოო შედეგები შეაქვთ ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) და პერფორატზე (იხ. დანართი 4).

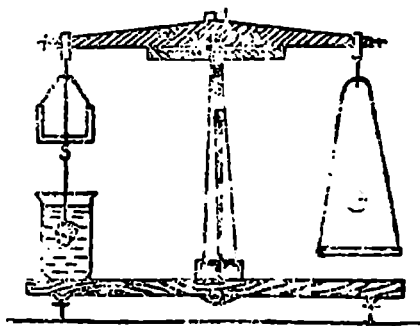
ჰიდროსტატიკური აწონის მეთოდი

მოცულობითი წონის განსაზღვრის ეს მეთოდი შედარებით ყველაზე უფრო ზუსტია. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს იმ შემთხვევაში, როცა არ არის საშუალება გამოიქრას გეომეტრიულად წესიერი ფორმის ნიმუშები (ГОСТ 5182—64). ამ მეთოდით ქანების მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის აუცილებელია გვექონდეს:

1. ტექნიკური სასწორი; 2. ტექნიკური სასწორი, მომარჯვებული ქანის ნიმუშის წყალში ასაწონად (ნახ. III—3), ან სპეციალური ჰიდროსტატიკური სასწორი (ნახ. III—4); 3. პარაფინი; 4. დანა; 5. ძაფი და ფილტრის ქაღალდი; 6. ეურნალი (ცხრ. III—5).



ნახ. III—3. ტექნიკური სასწორის სადგამი წყალში ასაწონად.



ნახ. III—4. ჰიდროსტატიკური სასწორი წყალში ასაწონად.

მ უ რ ნ ა ლ ი

ქანების მოცულობითა წონის განსაზღვრისათვის ჰიდროსტატიკური აწონის მეთოდით

| ლაბორატორიული ნომერი | ნაჩქმის წონა | | | | მოცულობა, სმ ³ | | | | მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ | | |
|----------------------|--------------|------------------|-----------|--------|---------------------------|-----------|------------------------|---------|------------------------------------|---------|----------|
| | თარიღი | პარაფინი, გარკვე | პარაფინით | წყალში | პარაფინის წონა | პარაფინის | გაპარაფინებული ნიმუშის | ნიმუშის | ცალკეულ ნიმუშისათვის | საშუალო | შენიშვნა |
| | | | | | | | | | | | |

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. მონოლითიდან ჰერმეტიკის შედგენილობის დაგვირგვინად წესიერი ოვალური ფორმის ნიმუშს არანაკლებ 30 სმ³-ისა, თუ ქანები მაგარია, ე. ი. თუ გვაქვს კლდოვანი ან ნახევრად კლდოვანი ქანები, ანდა თუ ისინი შეიცავენ კენჭებს, ლორღს ან ყინულის ჩანართებს, დასაშვებია ნიმუშს ჰქონდეს არაწესიერი ფორმა. მას წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 სიზუსტით და ლებულობენ წონას.

2. ქანის ნიმუშს აბამენ ძაფს და ათავსებენ გამდნარ პარაფინში (ტემპერატურა მიახლოებით 70°C), რათა იგი დაიფაროს პარაფინის თხელი ფენით. ჰაერის ბუშტებს პარაფინის გარსზე ჩხვლეტენ გახურებული ნემსით და ასწორებენ.

3. გაპარაფინებულ ნიმუშს წონიან ტექნიკურ სასწორზე და ლებულობენ წონას *ე.*

4. საზღვრავენ დაპარაფინებული ნიმუშის V მოცულობას, მისი წონის დანაკარგის მიხედვით წყალში ჩაშვების დროს. ამისათვის გაპარაფინებულ ნიმუშს წონიან წყალში ჩვილებრივ ტექნიკურ ანდა ჰიდროსტატიკურ სასწორზე (იხ. ნახ. III—3 და III—4).

5. დაპარაფინებული ნიმუშის V₁ მოცულობის განსაზღვრავად, მას იღებენ წყლიდან, აშრობენ ფილტრის ქაღალდით და წონიან ჰაერზე იმისათვის, რომ შეამოწმონ. ხომ არ შეაღწია წყალმა ჰაერს ფორები. იმ შემთხვევაში, თუ ნიმუშის წონამ საწყის წონასთან (პუნქტი 3) შედარებით იმატა, წონათა შორის სხვაობა შეიძლება მივაკუთვნოთ გამოდევნილი წყლის წონას.

6. საზღვრავენ პარაფინის წონას *გ*, რომელიც დაიხარჯა ნიმუშის

გაპარაფინებაზე, სხვაობით „ ρ —“ ხოლო შემდეგ — მის მოცულობას V ვიციტ რა, რომ პარაფინის კუთრი წონა ტოლმე $\gamma_2 = 0,9$, ფორმულით

$$V_2 = \frac{K_2}{\gamma_2}$$

მაშინ საზღვრავენ ნიმუშის მოცულობას V პარაფინის გარეშე, ე. ი.

$$V = V_1 + V_2$$

ბოლოს გამოითვლიან ქანის მოცულობით წონას

$$\gamma = \frac{K}{V} \text{ გ/სმ}^3$$

თითოეული ნიმუშისათვის საჭიროა ჩატარდეს მოცულობითი წონის ორი პარალელური განსაზღვრა. სხვაობა პარალელურ განსაზღვრათა შორის დასაშვებია 0,02 გ/სმ³-მდე.

7. ძალიან მკვრივი კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის, რომელთა ფორიანობაც მცირეა (პროცენტის ნაწილი ანდა 1—2%), მოცულობითი წონა გაპარაფინების გარეშე შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

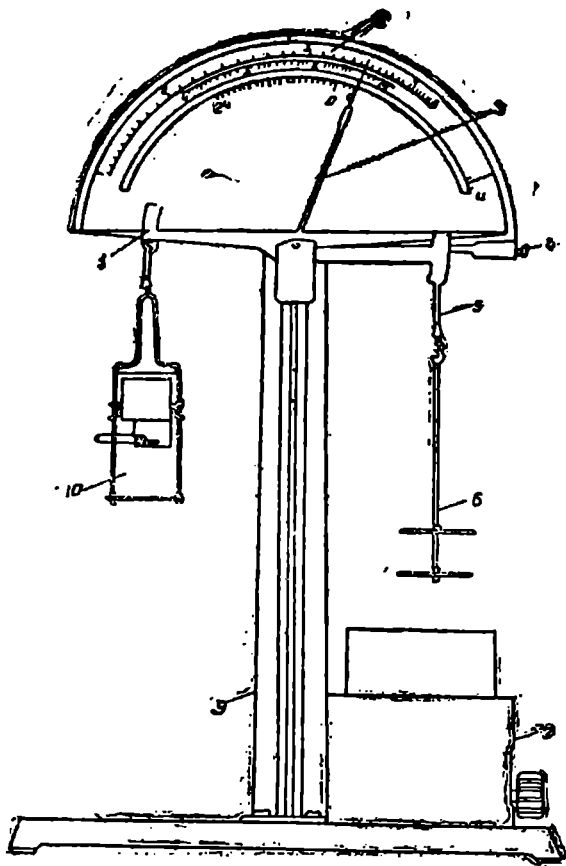
$$\gamma = \frac{K}{V} \text{ გ/სმ}^3$$

ჰიდროსტატიკური აწონის მეთოდით ქანების მოცულობითი წონის ზონაცემებს იწერენ უურნალში (იხ. ცხრილი III—5), ხოლო საბოლოო შედეგებს — ჯამურ ცხრილში (დანართი 3) და პერფომბარათზე (დანართი 4).

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ანაბისი მოცულობითი წონის განსაზღვრა დენსიტომეტრის საშუალებით

მკვრივი კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის, რომელთა ფორიანობაც მცირეა (პროცენტების ნაწილი ანდა 1—2%), მოცულობითი წონა შეიძლება განისაზღვროს გაპარაფინების გარეშე სპეციალური ხელსაწყოთა დენსიტომეტრის (სიმკვრივის საზომი) საშუალებით.

ამ ხელსაწყოთა ძირითადი ნაწილი (ნახ. III—5) წარმოადგენს მხრეულს 1, რომელიც ბრუნავს ღერძის გარშემო ბურთულა საყისრებზე. მხრეულის მარჯვენა მხარეზე საკიდელის 5 საშუალებით კიდებენ ნიმუშს ანდა ჰქვას 6 ნიმუშებისათვის. მარცხენა მხარეს კიდებენ ჰქვას 10 გამაწონასწორებელი ტვირთით. მხრეულზე მკიდროდ არის დამაგრებული ხელსაწყოთა სიმკვრივის სკალის 2 მარეხებელი 3.

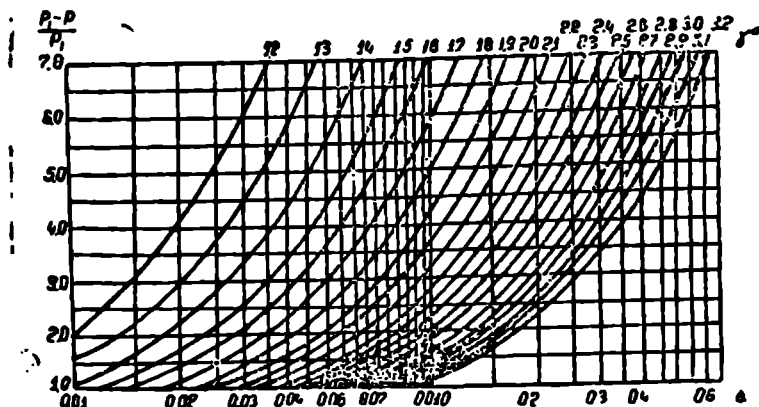


ნახ. III—5. ღენსიტომეტრი.

არასამუშაო მდგომარეობაში მხრეულს ფიქსირებას უკეთებენ საჩერებელი ხრახნით 4. სიმკვრივე (მოცულობითი წონა) ამ ხელსაწყოზე ისაზღვრება 0,01 გ/სმ³-მდე სიზუსტით. შტატივის 9 ბაქანზე 8 მაგრდება ამწე მექანიზმი 7 წყლის ჭურჭლით. სამუშაოდ ხელსაწყოს მომზადებისათვის აუცილებელია შევამოწმოთ მხრეულის ბალანსირება. მას ნორმალური მდგომარეობა უნდა შერჩეს განურჩეველი წონასწორობისას ისრის სხვადასხვა მდებარეობის დროს. ბალანსირებას მხრეულზე ქანჩების გადაადგილებით ახდენენ ისევე, როგორც ჩვეულებრივ ბერკეტულ სასწორზე.

1. 50-დან 300 გ-მდე წონის ქანის ნიმუშს ჰკიდებენ მხრეულის საკიდელაზე 5. მხრეულის მარჯვენა მხრის კიქაზე 10 ღებენ საწონებს ანდა საფანტს, რათა მაჩვენებელი 3 დადგეს სიმკვრივის სკალის (მოცულობითი წონა) „II“ ინდექსზე.

2. ნიმუშს ჩაუშვებენ წყლიან კიქაში და სკალაზე 2 კითხულობენ სიმკვრივის (მოცულობითი წონის) მნიშვნელობას 0,01 გ/სმ³ სიზუსტით. თუ მოცულობითი წონა განისაზღვრება გაპარათინებული ნიმუშით, საჭიროა შევიტანოთ შესწორება გაპარათინებაზე, რომელსაც საზღვრავენ სპეციალური ნომოგრამით (ნახ. III—6). ქანის თითოეული ნიმუშისათვის საჭიროა ვაწარმოოთ მოცულობითი წონის ორი პარალელური განსაზღვრა. მონაცემები შეაქვთ ჟურნალში (ცხრ. III—6).



ნახ. III—6. ქანების მოცულობითი წონის განსაზღვრისას გაპარათინებაზე; შესწორების განსაზღვრელი ნომოგრამა:
 γ_2 — პარათინიანი ნიმუშის მოცულობითი წონა, გ/სმ³;
 P — ნიმუშის წონა ჰაერში; P_1 — პარათინიანი ნიმუშის წონა ჰაერში;
 λ — შესწორება.

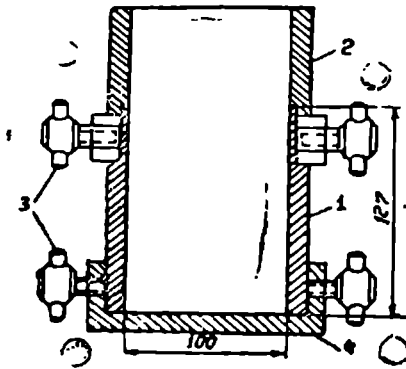
ცხრილი III—6.

შ უ რ ნ ა ლ ი

ქანების მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის დეხიტომეტრზე

| ლაბორატორიული ნომერი | თარიღი | მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ | | შენიშვნა |
|----------------------|--------|------------------------------------|---------|----------|
| | | ცალკეული ნიმუშის | საშუალო | |
| | | | | |

**ფხვიაჩი ღა შკარიჩი აღნაგობის ჭვიშუაჩის მოცულობითი
წონის განსაზღვრა**



ნახ. III-7. ჭვიშის მოცულობითი წონის განსაზღვრელი ჭიქა ნაძმით.

ჭვიშების ს.შკერივის ზარისხის შეფასებისათვის საჭიროა განსაზღვროს მათი მოცულობითი წონა ფხვიერი და მკვრივი აღნაგობის დროს და შედგე გამოვიტეალოთ I_d (იხ. ცხ. III-1). ამ განსაზღვრებისათვის ხელთ უნდა გექონდეს: 7-10 სმ დიამეტრის 250-1000 სმ³ მოცულობის სპეციული ლითონის ჭიქა, 2-2,5 სმ სიმაღლის ნაცმით (ნახ. III-7); ხის სატკეპნელა, ძაბრი გრძელი ცხვირით, რკინის სახაზავი, ტექნეკური სასწორი, ტურნალი (ცხ. III-7).

ცხრილი III-7

შ უ რ ა ლ ი

ფხვიერი და მკვრივი აღნაგობის ჭვიშების მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნომერი | ფხვიერი. შემადგენლობა | | | | ჭვიშის წონა, გ | ჭვიშის მოცულობა, სმ ³ | მკვრივი აღნაგობის მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ |
|----------------------------------|-----------------------|----------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------------------|--|
| | ჭიქის წონა, გ | ჭვიშის წონა, გ | ჭვიშის მოცულობა, სმ ³ | მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ | | | |
| თარიღი | | | | | | | |
| ცარიელი | | | | | | | |
| ჭვიშით | | | | | | | |
| ჭვიშის წონა, გ | | | | | | | |
| ჭვიშის მოცულობა, სმ ³ | | | | | | | |
| ცალკეული სიჩქის | | | | | | | |
| საშუალო | | | | | | | |
| ცარიელი | | | | | | | |
| ჭვიშით | | | | | | | |
| ჭვიშის წონა, გ | | | | | | | |
| ჭვიშის მოცულობა, სმ ³ | | | | | | | |
| ცალკეული სიჩქის | | | | | | | |
| საშუალო | | | | | | | |

ბანსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ლითონის ჰიქას წონიან ტექნიკურ სასწორზე და ლებულობენ ξ წონას;

2. ჰეიშას აშრობენ ჰაერზე — გამშრალ მდგომარეობამდე და ცროან 5 მმ-იან საცერში. 5 მმ-ზე მეტი ზომის ჩანართებს აშორებენ:

3. ჰიქას ფრთხილად, ძაბრის საშუალებით, ავსებენ ჰეიშით ისე, რომ მანძილი ძაბრის წაგრძელებულ ცხვირსა და ჰეიშის ზედაპირს შორის ავსების პროცესში რჩებოდეს 1—2 სმ-ის ტოლი. ჰიქას ავსებენ კიდეზე მალა ისე, რომ ჰეიშით ნაწილობრივ შეივსოს ნაცმის მოცულობა. შემდეგ ნაცმს ხსნიან და ჰეიშას მოასწორებენ სახაზავით ჰიქის კიდის ბოლომდე. ლებულობენ ჰეიშის მოცულობას, 1' სმ³.

4. ჰეიშიან ჰიქას წონიან ტექნიკურ სასწორზე და ლებულობენ γ , წონას.

5. ფხეიერი ჰეიშის მოცულობით წონას გამოთვლიან ფორმულით

$$\gamma_{\text{თი}} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{V}, \text{ გ/სმ}^3.$$

ცდას მხოლოდ ორჯერ იმეორებენ. რის შემდეგაც გამოთვლიან $\gamma_{\text{თი}}$ საშუალო არითმეტიკულ მნიშვნელობას.

6. საზღვრავენ მკერივი ჰეიშის მოცულობით წონას. ამ დროს ჰიქას მცირე ულუფით ავსებენ ჰეიშით და ამკერივებენ ხის სატკეპნით. როდესაც ჰეიშის დონე ჰიქაში მის კიდეზე ზემოთ აიწევეს, ნაცმს ხსნიან, ხოლო ჰეიშის ზედმეტ რაოდენობას ასწორებენ სახაზავით ჰიქის პირამდე. ლებულობენ შემკერივებული ჰეიშის მოცულობას V (სმ³). ჰეიშის შემკერივებას ჰიქაში ახდენენ მუდმივი წონის მიღებამდე. ყოველი საკონტროლო აწონის წინ ნაცმს ხსნიან, ხოლო ზედმეტ ჰეიშას ასწორებენ სახაზავით.

7. ჰეიშიან ჰიქას წონიან ტექნიკურ სასწორზე და ლებულობენ ξ_2 წონას;

8. მკერივი ჰეიშის მოცულობით წონას გამოთვლიან ფორმულით

$$\gamma_{\text{თი}} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{V}, \text{ გ/სმ}^3$$

ცდას იმეორებენ ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში, მხოლოდ ორჯერ, რის შემდეგაც ითვლიან საშუალო არითმეტიკულ მნიშვნელობას;

რადგანაც ჰეიშების მოცულობითი წონა ფხეიერ და მკერივ აღნა-

გობაში განისაზღვრება ჰაერზე გამომშრალ ნიმუშებზე, ამიტომ პრაქტიკულად მიიღება მათი ჩონჩხის მოცულობითი წონაც

$$\gamma_{\text{ნი}} = \gamma_{\text{ნი}} \text{ და } \gamma_{\text{ნი}} = \gamma_{\text{ნი}}$$

9. ყველა ციფრობრივი მონაცემი, რომელიც მიღებულ იქნა ცდების დროს, შეაქვთ ჟურნალში (იხ. ცხრ. III—7), ხოლო საბოლოო მონაცემები — ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფორატზე (იხ. დანართი 4).

§ 4

ქანების ფორიანობის განსაზღვრა

გამოთვლის მეთოდი

ქანების ფორიანობა ეწოდება ფორების საერთო მოცულობას ქანის ერთეულ მოცულობაში. საერთო ფორიანობას ერთეულის ნაწილში ანდა პროცენტობით კუთრი წონისა კუთრ $\gamma_{\text{კუთრ}}$ და ჩონჩხის მოცულობითი წონის ($\gamma_{\text{ჩ}}$) მონაცემებით უმთავრესად ითვლიან შემდეგი ფორმულით

$$n = \frac{\gamma_{\text{კუთრ}} \gamma_{\text{ჩ}}}{\gamma_{\text{კუთრ}}} = 1 - \frac{\gamma_{\text{ჩ}}}{\gamma_{\text{კუთრ}}}$$

შესაბამისად, ფორიანობის კოეფიციენტი ტოლია

$$e = \frac{n}{1-n} = \frac{\gamma_{\text{კუთრ}} - \gamma_{\text{ჩ}}}{\gamma_{\text{ჩ}}}$$

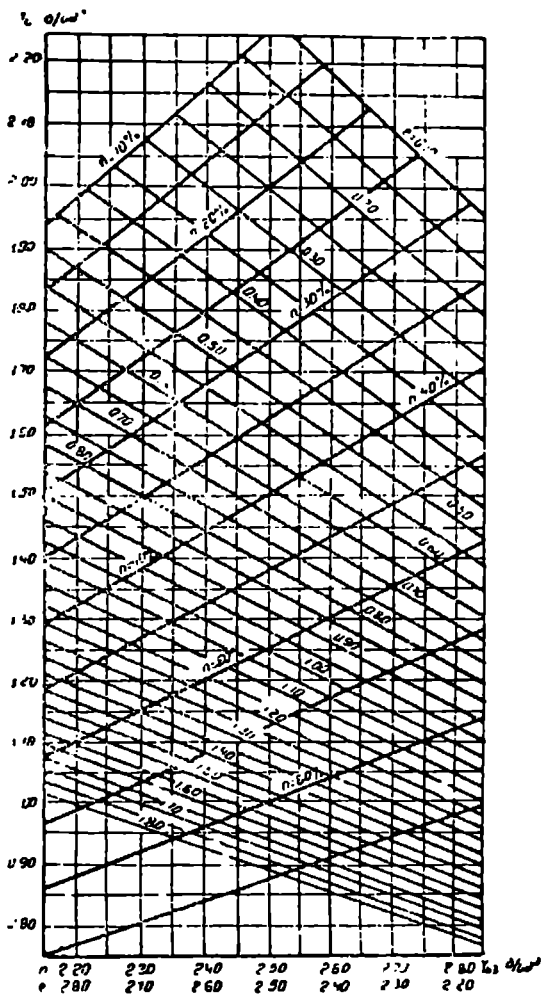
ქანების ფორიანობა და ფორიანობის კოეფიციენტი ადვილად განისაზღვრება ვ. პრიკლონსკის ნომოგრამაზე (ნახ. III—8).

ცხრილი III—8

მ თ რ ნ ა ლ ი

გაჩერების მეთოდით კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების და ფორიანობის განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნომერი | შირილი | ნიმუშის წონა, გ | | | ფორიანობა | |
|----------------------|--------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|---------|
| | | შპრალი ქაერში | გაჩერებულ ნაეთში | გაჩერებულ ქაერში | ცალკეული ნიშუის | საშუალო |
| | | | | | | |



ნახ. III—8. ვ. პრიკლონსკის ნომოგრამა ქანების ფორიანობის α და ფორიანობის კოეფიციენტის h გახსაზღვრისათვის—კუთარი წონისა $\gamma_{კუთ}$ და ჩონჩხის შოტელობითი წონისა $\gamma_{ჩ}$ მიხედვით.

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანები

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების საერთო ფორიანობა შეიძლება განისაზღვროს მათი რომელიმე სითხით გაჯერების მეთოდით. ასეთ სითხედ, ჩვეულებრივ, იყენებენ სუფთა გაფილტრულ ნავთს, რადგან იგი კარგად ასველებს ქანებს და ადვილად აღწევს ფორებში. გარდა ამისა, ნავთი თითქმის არააქროლაღია და არ იწვევს მასში ჩაშვებული სუსტად შეცემენტებული ნიმუშის დაშლას. ყოველივე ეს აპირობებს ქანების ღია ფორიანობის განსაზღვრის საკმაო სიზუსტეს. ფორიანობის ამ მეთოდით განსაზღვრისათვის ხელსაწყოები იგივეა, რაც მოკულობითი წონის განსაზღვრისათვის ჰიდროსტატიკური აწონის მეთოდის დროს.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. 30 სმ³ მოკულობის ქანის ნიმუშს აშრობენ საშრობ კარადაში 100—105°C ტემპერატურის დროს მუდმივ წონამდე, წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 სიზუსტით და ლებულობენ x წონას;

2. გამომშრალ ნიმუშს აბამენ ძაფს და უშვებენ ნავთში გასაჯერებლად. სრული გაჯერებისათვის ჰქონას ნავთში ჩაშვებული ნიმუშით ათავსებენ ვაკუუმის ქვეშ 30 წუთიდან 1 საათამდე. ნიმუშს გაჯერების შემდეგ წონიან ჰიდროსტატიკურ სასწორზე ნავთში (იხ. ნახ. III—4). ლებულობენ ნიმუშის წონას ნავთში g_1 ;

3. ნიმუშს იღებენ ნავთიდან, აშრობენ ფილტრის ქაღალდით, წონიან ჰაერზე და ლებულობენ წონას x , ღია ფორიანობის სიდიდეს ანგარიშობენ ფორმულით

$$n_{ლი} = \frac{g_1 - x}{x - g_1}$$

ღია ფორიანობა ტოლია ნავთის იმ მოკულობისა, რომელიც დაიხარჯა ნიმუშის გაჯერებაზე. თუ ვიცით საერთო და ღია ფორიანობა, ადვილად გამოვითვლით დახურულ ფორიანობას. თითოეული ნიმუშისათვის საჭიროა ვაწარმოთ ფორიანობის ორი პარალელური განსაზღვრა;

4. ყველა ციფრობრივი მონაცემი შეაქვთ ქურნალში (ცხრ. III—8), საბოლოო შედეგები კი ჩამურ ცხრილში (ცხრ. დანართი 3), ანდა პერფორატზე (იხ. დანართი 4).

შავიერი ზეაავზობრბაალი კანბაბ

ქვიშებისა და ქვიშიანი დაშლილი კანების ფორიანობის უშუალო განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ მათი წყლით გაჯერების მეთოდი. ამისათვის უნდა გვქონდეს: 1. მინის ქიმიური კიქა ჰდით, რომელიც აღნიშნავს V—200—500 სმპ; 2. ბიურეტი, დამაგრებული შტატივზე; 3. ტექნიკური სასწორი; 4. ყურნალი (ცხრ. III—9).

ცხრილი III—9

შ უ რ ნ ა ლ ი

შავიერა კანების ფორიანობის განსაზღვრისათვის გაჯერების მეთოდით

| ლაბორატორიული ნომერი | თარიღი | ბიუქისა წონა, გ | | | | გაჯერებული ქვიშის წყლის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა ქვიშის გასაჯერებლად, სმპ | ქვიშის მოცულობა, სმპ | ფორიანობა, % | ჩონჩხის მოცულობითი წონა, გ/სმპ | მოკულობითი წონა, გ/სმპ |
|----------------------|--------|-----------------|----------------------|--------------------------------|---------------|---|----------------------|--------------|--------------------------------|------------------------|
| | | ცარიელი კიქის | კიქისა შშრალი ქვიშით | კიქისა წყლით გაჯერებული ქვიშით | შშრალი ქვიშის | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

განსაზღვრის მიმდინარეობა

1. შუშის კიქას წონიან ტექნიკურ სასწორზე, ღებულობენ ρ_1 წონას;
2. ქვიშას აშრობენ ჰაერზე და ავსებენ კიქას ჰდემდე იმ სიმკვრივით, რომლის დროსაც უნდა განისაზღვროს ფორიანობა. ღებულობენ ქვიშის მოცულობას V (სმპ). ქვიშიან კიქას წონიან და ღებულობენ ρ_2 წონას;
3. ქვიშიან კიქას დგამენ შტატივზე ბიურეტის ქვეშ, რომლის ქვედა ბოლო ჩაშვებულია ქვიშაში ისე, რომ იგი იყოს 2—3 მმ-ით მაღლა კიქის ფსკერიდან;
4. ბიურეტს ჰდემდე ავსებენ წყლით. შემდეგ ბიურეტის საჭერის პერიოდული გაღებით იწყებენ ქვიშის ნელ-ნელა გაჯერებას მის ზედაპირზე აფსკის გაჩენამდე.
5. ბიურეტს შტატივზე სწევენ მაღლა, ამოაქვთ იგი ქვიშიდან, თუ ამ დროს წყლის ქვიშის ზედაპირზე ჰრება აფსკი, კიქაში უმატებენ წყალს აფსკის გამოჩენამდე: შემდეგ იღებენ ანათვალს ბიურეტზე და იწერენ, თუ რამდენი სმპ წყალი დაიხარჯა ქვიშის გაჯერებაზე.

6. წყლით გაჯერებულ ქვიშიან ჰეიქას წონიან, ღებულობენ K_2 წონას. წონაში მომატება (გრამობით) მიხლოებით ტოლი უნდა იყოს წყლის იმ მოცულობისა (V სმ³). რომელიც დაიხარჯა ქვიშის გაჯერებაზე, ბიურეტის ანათელის მიხედვით:

7. ითვლიან ქვიშის ფორიანობას, გამოხატავენ ერთეულ ნაწილში ანდა პროცენტობით შემდეგი ფორმულით

$$n = \frac{G}{V}.$$

ამ ფორიანობის შესაბამის სიმკვრივეს γ_n და γ ერთდროულად ითვლიან შემდეგნაირად

$$\gamma_n = \frac{K_2 - K_1}{V}, \text{ გ/სმ}^3; \quad \gamma = \frac{K_2 - K_1}{V}, \text{ გ/სმ}^3.$$

ქვიშის ან ქვიშოვანი ქანის თითოეული ნიმუშისათვის საჭიროა ჩატარდეს ფორიანობის ორი პარალელური განსაზღვრა თითოეული სიმკვრივისათვის.

8. ყველა მონაცემი, რომელიც მიიღება ცდის პროცესში, შეაქვთ ჟურნალში (ცხრილი III—9), ხოლო საბოლოო შედეგები კი — ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფობარათში (იხ. დანართი 4).

§ 5

ქანების ტენიანობის განსაზღვრა

საერთო ტენიანობა

ქანების ტენიანობის განსაზღვრისათვის, მათ შორის ბუნებრივისა, ხელთ უნდა გვექონდეს შემდეგი მოწყობილობა (ГОСТ 5179—64):

1) ტექნიკური სასწორი; 2) მინის ან ალუმინის ბიუქსები; 3) ექსიკატორი; 4) საშრობი კარადა; 5) ჟურნალი (ცხრ. III—10).

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ბიუქსს სახურავით წონიან ტექნიკურ სასწორზე და ღებულობენ წონას γ .

2. ლაბორატორიაში მოტანილი სინჯის შუაგულიდან იღებენ ქანის წონაკს (არანაკლებ 15 გ-ისა), ათავსებენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში, ხურავენ სახურავით და წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01_g სოჭუსტით, ღებულობენ K_2 წონას.

3. აწონილ ბიუქსს ახილი სახურავით დგამენ საშრობ კარადაში ქანის გაოსაშრობად. მასში ტემპერატურა უნდა იყოს 100—105°C.

მ უ რ ნ ა ლ ი

ქანის ტენიანობის განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნიმუში | თარიღი | ბიუქსის ნომერი | ცარიელი | ბიუქსის წონა, გ | | წონა, გ | | ტენიანობა, % | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|----------------|---------|-----------------|---|-------------------------|---------------|-----------------|---------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | მშრალი ქანით | | მშრალი გამობლივი წელისა | მშრალი ქანისა | ცალკეული სიწისა | საშუალო | შენიშვნა | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ქანის გამოშრობას აწარმოებენ მუდმივ წონამდე, რომელსაც აღწევენ პერიოდული აწონით. პირველ აწონას აწარმოებენ 4—5 საათის შემდეგ, მეორესა და შემდეგს კი ყოველი 1—2 საათის შემდეგ. ყოველი აწონის წინ ქანიან ბიუქსს, რომელიც გამოლებულია კარაიდან, გასაცივებლად ექსიკატორში ათავსებენ. აწონის შედეგად ლებულობენ x წონას.

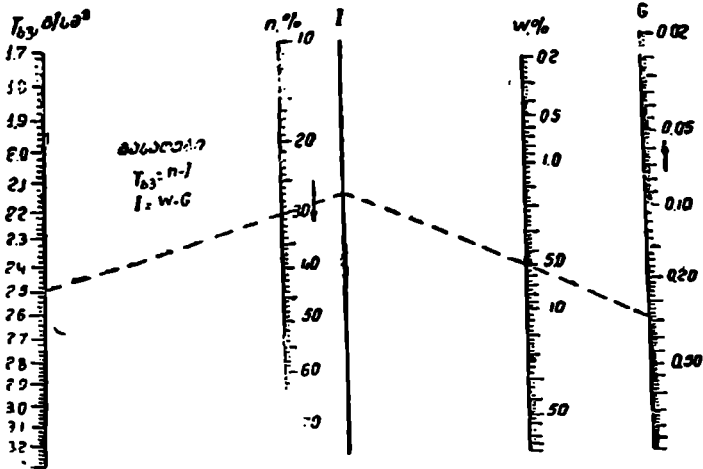
4. ქანის წონის სხვაობა გამოშრობამდე და მის შემდეგ, შეფარდებული ქანის აბსოლუტურ მშრალ წონასთან და გამრავლებული 100-ზე, შეადგენს მის ტენიანობას პროცენტობით.

ქანის ტენიანობის გამოთვლას 0,1% სიზუსტითა და შედეგის დამრგვალებით 1%-მდე აწარმოებენ ფორმულით

$$W = \frac{R_0 - R_1}{R_1} \cdot 100.$$

თითოეული ნიმუშისათვის აწარმოებენ ტენიანობის ორ განსაზღვრას. მათ შორის განსხვავება დასაშვებია 2%. ორი განსაზღვრიდან გამოჰყავთ ტენიანობის საშუალო მნიშვნელობა 1% სიზუსტით. ქანის ტენიანობის, კუთრი წონისა და ფორიანობის მიხედვით, ნომოგრამის საშუალებით, რომელიც ნაჩვენებია III—9 ნახაზზე, ადვილად დგინდება მისი წყლით გაჭერების კოეფიციენტი;

5. ციფრობრივ მონაცემებს, რომლებიც მიიღება ქანის ტენიანობის განსაზღვრის პროცესში, იწერენ უურნალში (ცხრ. III—10); ხოლო საბოლოო შედეგი შეაქვთ ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) და პერფობარათში (იხ. დანართი 4).



ნახ. III—9. ქანების წყლით გაჭერების კოეფიციენტის (ϵ) გამოსათვლელი ნომოგრამა მათი ტენიანობის n კუთრი წონისა w -ით და ფორიანობის G მიხედვით.

ჰიგროსკოპული ტენიანობა

ქანების ტენიანობას, რომელიც გაპირობებულია მისი ჰიგროსკოპულობით, ე. ი. მისი თვისებით ჰაერიდან სორბირება გაუყეთოს ორთქლისებურ წყალს, ეწოდება ჰიგროსკოპული ტენიანობა. იგი პრაქტიკულად ტოლია მშრალი ქანის ტენიანობისა. რადგანაც ქანების ჰიგროსკოპულობა დამოკიდებულია ქანების დისპერსიულობაზე, მინერალურ შედგენილობასა და სხვა ფაქტორებზე, მისი განსაზღვრა პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს მხოლოდ თიხოვანი ქანებისათვის და, ნაწილობრივ, წვრილი და წვრილმარცვლოვანი ქვიშებისათვის (ГОСТ 5180—64). ჰიგროსკოპული ტენიანობა მოცემულ პირობებში განსაზღვრავს აღსორბირებული წყლის შემცველობას ქანში.

ჰიგროსკოპული ტენიანობის განსაზღვრისათვის საჭიროა იგივე ნიჭობილობა, რაც ქანების ტენიანობის განსაზღვრისათვის (იხ. გვ. 118). იმ შემთხვევაში, როდესაც ქანის ნიმუში პატარაა, ქანის წონაკი პატარა (5 გ) უნდა ავიღოთ. ამ დროს მას წონიან ანალიზურ სასწორზე. გარდა ამისა, ჰიგროსკოპული ტენიანობის განსაზღვრისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ მხოლოდ მინის ბიუქსებით.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ქანის ნიმუშს აშრობენ ჰაერზე 1—2 დღე-ღამის განმავლობაში, შემდეგ სრესენ ფაიჭურის სანაყში რეზინისბუნეიკიანი მინის წკირავი, რათა დაშალონ მსხვილი მონატეხები და აგრეგატები. ამრიგად მიღებულ შასალას ცრიან 0.5 მმ დიამეტრის ნახერეტებიან საცერში.

2. მინის ბიუქსს სახურავით წონიან ტექნიკურ ანდა ანალიზურ სასწორზე და ღებულობენ g წონას.

3. ნიმუშის გაცირილი ზაწილიდან იღებენ საშუალო სინჯს (იხ. გვ. 35, პუნქტი 3). საშუალო სინჯიდან იღებენ 5 გ წონას (როდისაც წონიან ანალიზურ სასწორზე) ანდა არა უმეტეს 15 გ-ისა (თუ წონიან ტექნიკურ სასწორზე) და ათავსებენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში. ახურავენ მას სახურავს, წონიან 0,01 გ-მდე ანდა 0,001 გ-მდე სიზუსტით, შესაბამისად გამოყენებული სასწორის ტიპისა, და ღებულობენ g წონას.

4. შემდეგ აგრძელებენ ანალიზს ისევე, როგორც ქანის ტენიანობის ჩვეულებრივი განსაზღვრის დროს (იხ. § 5, პუნქტები 3, 4, 5).

ჰიგროსკოპული ტენიანობის გამოთვლა ხდება 0,1%-ის სიზუსტით.

განსივალური ჰიგროსკოპული ტენიანობა

მაქსიმალურ ჰიგროსკოპულ ტენიანობას ქანები იძენენ შთანთქმის გზით (სორბცია) ჰაერიდან, რომელიც მთლიანად გაჯერებულია ორთქლით (ფარდობითი ტენიანობა 95—98%). ეს ტენიანობა ახლოა ანდა პრაქტიკულად ტოლია ქანში ფიზიკურად ბმული, ადსორბირებული წყლის მაქსიმალურად შესაძლო შემცველობისა. ასეთი ტენიანობის განსაზღვრისათვის იყენებენ მიტჩერლის მეთოდს. ეს მეთოდი ეფუძნება ქანის ტენიანობის გაწონასწორებული მდგომარეობის დამყარებას ჰაერში, რომელიც თითქმის მთლიანად გაჯერებულია წყლით 20° ტემპერატურის დროს. ამ მეთოდით სარგებლობისას, იმ მოწყობილობის გარდა, რომელიც აუცილებელია ჰიგროსკოპული ტენიანობის განსაზღვრისათვის, დამატებით საჭიროა გვქონდეს კიდევ ერთი ექსიკატორი, რომლის ქვედა ნაწილში ჩასხმულია 10%-იანი H_2SO_4 -ის ხსნარი ანდა გაჯერებულია K_2SO_4 -ის ხსნარით.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. თიხოვან ქანს ანდა ქვიშას ანალიზისათვის ამზადებენ ისე, როგორც ჰიგროსკოპული ტენიანობის განსაზღვრისათვის, 1 და 2 პუნქტების შესაბამისად;

2. სინჯის გაცრილი ნაწილიდან იღებენ საშუალო წონაკს. საშუალო სინჯიდან ლებულობენ არა უმეტეს 5 გ წონაკს (ანალიზურ სასწორზე აწონისას) ანდა არა უმეტეს 15 გ-ისა (ტექნიკურ სასწორზე აწონისას) წონაკს ათავსებენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში.

3. ბიუქსს მოხდილი სახურავით ათავსებენ ექსიკატორში, რომელშიც ჩასხმულია H_2SO_4 ანდა K_2CO_3 -ის ხსნარი. ექსიკატორს ახურავენ სახურავს და ბიუქსს ქანით ტოვებენ 1—2 დღე-ღამის განმავლობაში, სანამ არ დამყარდება წონასწორობა ქანის ტენიანობასა და ორთქლით გაჯერებულ ატმოსფეროს შორის. ექსიკატორი უნდა ინახებოდეს 20° ტემპერატურის პირობებში. ასეთ შემთხვევაში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, ექსიკატორში აღნიშნული ხსნარების არსებობისას, აღწევს 95—98%-ს. ქანის ტენიანობის წონასწორობის მდგომარეობას აღწევენ ბიუქსის პერიოდული აწონით ტექნიკურ ანდა ანალიზურ სასწორზე. ლებულობენ g , წონას.

4. შემდეგ ბიუქსს ახდილი სახურავით დგამენ საშრობ კარადაში მუდმივ წონამდე ქანის გამოსაშრობად $100\text{---}105^\circ C$ ტემპერატურაზე აწონის შედეგად ლებულობენ g . წონას.

ქანის მაქსიმალურ ჰიგროსკოპულ ტენიანობას 0,1% სიზუსტით ანგარიშობენ ფორმულით

$$W = \frac{g_2 - g_1}{g_2 - g_1}$$

§ 6

თიხოვანი ქანების პლასტიკურობის ზღვრების განსაზღვრა

თიხოვანი ქანები გარე ძალების ერთი და იგივე სტანდარტული სიდიდის დატვირთვის შემოქმედებისას, მაგრამ სხვადასხვა ტენიანობის პირობებში შეიძლება იყოს დენადი, პლასტიკური და მაგარი. სახასიათო ტენიანობები, რომელთა დროსაც იცვლება კონსტიტენცია — თიხოვანი ქანების ფიზიკური მდგომარეობა, პლასტიკურობის ზღვრებს უწოდებენ. მათგან უმნიშვნელოვანესია დენადობისა და პლასტიკურობის ზღვრები. ამ ზღვრების განსაზღვრას, ჩვეულებრივ, აწარმოებენ დაშლილი ქანების ნიმუშებზე. ამიტომ მათ აქვთ აშკარად პირობითი ხასიათი და ისინი საშუალებას გვაძლევენ მეტწილად უხეში მიახლოებით დავახასიათოთ და შევაფასოთ თიხოვანი ქანების ფიზიკური მდგომარეობა. მხოლოდ ხიმარტივე და ხელმისაწვდომობა პლასტიკუ-

რობის ზღვრის განსაზღვრის მეთოდებისა აპირებებს მათ ფართოდ გამოყენებას თიხოვანი ქანების კონსისტენციის წინასწარი დახასიათებისა და შეფასებისათვის საინჟინრო გამოკვლევების სხვადასხვა სტადიაზე.

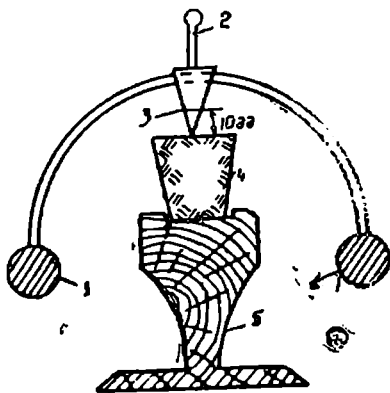
დენადობის ზღვარი

სტანდარტული მეთოდი

დენადობის ზღვრის განსაზღვრის სტანდარტული მეთოდი (ГОСТ 5184—64) გამოიყენება რბილი შეუცემენტებელი თიხოვანი ქანებისათვის, რომლებიც ძირითადად შედგება 1 მმ-ზე ნაკლები ზომის ნაწილაკებისაგან. ეს მეთოდი არ გამოიყენება ისეთი თიხოვანი ქანებისათვის, რომლებიც შეიცავენ გარკვეული რაოდენობის მცენარეულ ნაშთებს (ნიადაგები, ტორფიანი ქანები, ტორფი). ამ მეთოდის თანახმად, დენადობის ზღვრად მიღებულია თიხოვანი ქანების ტენიანობა, რომლის დროსაც 76 გ წონის სპეციალური ბალანსირული კონუსი (ნახ. III—10), საკუთარი წონით ჩადის მასში 10 მმ-ით. ამ შემთხვევაში ქანის ზღვრული სიმტკიცე, გამოხატული პენეტრაციის კუთრი წინადობით $H_{კვ} = 0,076$ კგ/სმ². სტანდარტული მეთოდით დენადობის ზღვრის დასადგენად ხელთ უნდა გვექონდეს:

1. ბალანსირებული კონუსი;
2. არანაკლებ 4 სმ დიამეტრის და არანაკლებ 2 სმ სიმაღლის ქიქა;
3. ტექნიკური სასწორი;
4. მინის ანდა ალუმინის ბიუქსები;
5. ექსიკატორი;
6. საშრობი კარადა;
7. საცერი 1 მმ-იანი დიამეტრის ნახვრეტებით;
8. სანაყი რეზინისბუნეკიანი ფილთაქვით;
9. 10--15 სმ დიამეტრის ფაიფურის ჯამი;
10. შპატელი;
11. ჟურნალი (იხ. კვრ. III-11).

ბალანსირებული წვება-რიალებული კონუსი მზადდება ურანგავი ფოლადის ან თითბრისაგან. მისი წვეროს კუთხე 30°-ია, ზოლო სიმაღ-



ნახ. III—10. საბალანსირო კონუსი თიხოვანი ქანების დენადობის ზღვრის სტანდარტული მეთოდით განსაზღვრისათვის: 1 — საბალანსირო კონუსი; 2 — ხახელური; 3 — წრიული ქღე; 4 — ქიქა გამოსადგლად გამზადებული ქანით; 5 — ქეხხაღვაში.

ლე — 25 მმ. 10 მმ-ის დაშორებით წვეროდან კონუსზე ამოკრილია მრგვალი ქღე. ბალანსირული მოწყობილობა შედგება ლითონის ორაზ ბურთულისაგან. ისინი დამაგრებულია ნახევრად რკალურ მოღუნულ მავთულის ბოლოებზე, რომელიც გატარებულია კონუსის ზემო ნაწილში. კონუსის საერთო წონაა 76 გ ($\pm 0,2$ გ სიზუსტით). ქანის გაზოსაცდელად საჭიროა აგრეთვე ქიქით, არანაკლებ 4 სმ დიამეტრისა და არანაკლებ 2 სმ სიმაღლის სპეციალური სადგამი. კონუსი ამ სადგამთან კომპლექსში მზადდება სამამულო ხელსაწყოთსაშენებელი ქარხნების მიერ.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. დენადობის ზღვარი, თუ ეს შესაძლებელია, უნდა განისაზღვროს ბუნებრივი ტენიანობის ნიმუშებზე. იღებენ მიახლოებით 100 გ ქანის ნიმუშს ანაწევრებენ შპატელით, ერთდროულად ამორებენ მსხვილ ჩანართებს (მათ შორის, მცენარეულ ნარჩენებს), შემდეგ ცრიან 1 მმ-იან საცერში. თუ ქანის ბუნებრივი ტენიანობა მცირეა, ქანს წინასწარ შლიან ფაიფურის სანაყში რეზინის ბუნიკიანი წყიროთ. დაშლის პროცესში ამორებენ მას მსხვილ ჩანართებს და შემდეგ ატარებენ 1 მმ-იან საცერში.

2. ქანს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, თუ მას აქვს უმნიშვნელო ტენიანობა — ასველებენ დისტილირებული წყლით, გულმოდგინედ ურევენ შპატელით შედარებით სქელი ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე და ტოვებენ ერთი დღე-ღამის განმავლობაში დასალბობად. იმისათვის, რომ ქანი ჯამში არ გამოშრეს, მას ათავსებენ წყლიან ექსიკატორში.

ქანის ასეთი მომზადება დენადობის ზღვრის განსაზღვრისათვის ამეამად მიღებულია, როგორც სტანდარტული. თუ ქანის ტენიანობა საკმარისად მაღალია, მაშინ დენადობის ზღვრის განსაზღვრას იწყებენ ქანის ზემოთ აღნიშნული მომზადებისთანავე. თუ ლაბორატორიაში მოტანილია ქანის ნიმუშები, რომელთაც არა აქვთ შენარჩუნებული ბუნებრივი ტენიანობა (ე. ი. მშრალია), მაშინ იგი გამოსაცდელად ისევ უნდა მომზადდეს, როგორც ბუნებრივი მშრალი ქანები.

3. ქანის მომზადებულ მასას დასველების შემდეგ ერთხელ კიდევ გულმოდგინედ აურევენ და გადააქვთ ხელსაწყოს ქიქაში მისი ნაპირების ღონეზე. ქანის ზედაპირს ასწორებენ შპატელით.

4. ქანის ზედაპირზე ათავსებენ ვაზელინით წინასწარ გაპოხილ კონუსს, რომელიც საკუთარი წონით ჩაერქობა ქანში. თუ 5 წამის გან-

მავლობაში კონუსი ჩაერქო ქანში 10 მმ-ით, თვლიან, რომ მისი ტენიანობა დენადობის ზღვრის ტოლია.

5. თუ კონუსი 5 წამის განმავლობაში ჩაერქო ქანში 10 მმ-ზე ნაკლები სიღიღით, მაშინ მისი ტენიანობა დენადობის ზღვარზე დაბალია. ასეთ შემთხვევაში ჰიქიდან ქანს აბრუნებენ ფაიფურის ჯამში, უმატებენ ცოტა წყალს, გულმოდგინედ ურევენ, შემდეგ აესებენ ჰიქას და ცდას იმეორებენ. თუ კონუსი 5 წამის განმავლობაში ჩაერქობა 10 მმ-ზე ღრმად, ეს მიუთითებს ქანში წყლის სიჭარბეზე. ასეთ შემთხვევაში ქანს აშრობენ ჰაერზე. ხშირად ან განუწყვეტლად ურევენ შპატელით. გაშრობის შემდეგ გამოცდას იმეორებენ.

6. როდესაც მიღწეული იქნება საჭირო კონსისტენცია, ჰიქიდან იღებენ ქანის სინჯს (არა უმეტეს 15 გ), ათავსებენ წინასწარ აწონილ ბიუქსში და საზღვრავენ მის ტენიანობას (§ 5), რომელიც შეესაბამება დენადობის ზღვარს. თითოეული სინჯისათვის დენადობაზე აწარმოებენ არანაკლებ ორ პარალელურ განსაზღვრას. პარალელური განსაზღვრით მიღებული ტენიანობის განსხვავება 2%-ზე მეტი დასაშვები არ არის. ორი განსაზღვრით აღგენენ ქანის ტენიანობის მნიშვნელობას 1%-ის სიზუსტით, რომელსაც ლებულობენ დენადობის ზღვრად.

7. ციფრობრივი მონაცემები შეაქვთ ეურნალში (ცხრ. III—11), ხოლო საბოლოო შედეგი კი — ჯამურ ცხრილში (დანართი 3) და პერფორატში (იხ. დანართი 4).

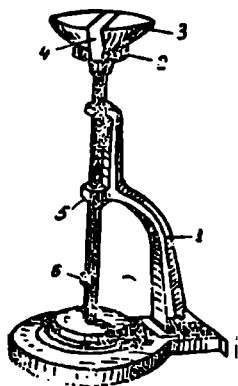
ა. ვასილევისა და ა. კაზაგრანდეს მეთოდები

თიხოვანი ქანის მოშადება დენადობის ზღვრის განსაზღვრისათვის ა. ვასილევის და ა. კაზაგრანდეს მეთოდების მიხედვით ისეთივეა, როგორც ზემოთ აღწერილი სტანდარტული მეთოდის დროს. ამ მეთოდებით დენადობის ზღვრის განსაზღვრა ხდება სპეციალურ ხელსაწყოებზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ა. ვასილევის ხელსაწყოთი ამჟამად იშვიათად სარგებლობენ, მაგრამ ამ ხელსაწყოზე გამოცდა შეესაბამება საერთაშორისო მეთოდით გამოცდას, რომელიც ემყარება ა. კაზაგრანდეს ხელსაწყოს გამოყენებას. საჭიროა აგრეთვე იმის გათვალისწინება, რომ ბალანსირებული კონუსი, რომელიც გამოიყენება სტანდარტული მეთოდის დროს, ტარირებულია დენადობის ზღვრით, რომელიც განსაზღვრულია ვ. ოხოტინის, ა. ვასილევის და ა. კაზაგრანდეს ხელსაწყოებით.

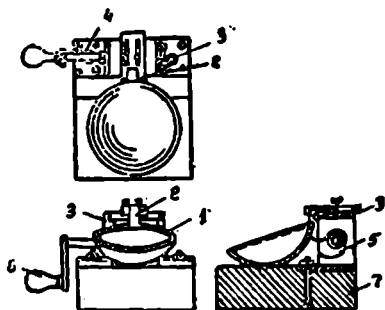
ვასილევისა და კაზაგრანდეს მეთოდებით დენადობის ზღვრის განსაზღვრისათვის, გარდა სტანდარტული მეთოდით გათვალისწინებული ხელსაწყოებისა, აუცილებელია გვექონდეს ა. ვასილევის ან ა. კაზა-

გრანდეს ხელსაწყო. ა. ვასილევის ხელსაწყო გამოსახულია III—11 ნახაზზე. შტატივზე I ვერტიკალურად მოთავსებულია დამჭერი ლერო 5, რომლის ზედა ნაწილში დამაგრებულია ხის დისკო 2. ამ დისკოს აქვს სფერული ჩაღრმავება ფოლადის ჰიქის 3 ჩასადგმელად, რომელიც მაგრდება რეზინით 4. შტატივის მაგიდაზე დაკრულია ვულკანიზებული 2 მმ-იანი სისქის რეზინი 7, რომელზედაც დევს 5 მმ სისქის ფოლადის დისკო: ლეროს 5 აქვს საშუალება აიწიოს ზემოთ და დაეშვას თავისუფალი ვარდნით შტატივის ბაქანზე. ლეროს ვარდნის სიმაღლე დენადობის ზღვრის განსაზღვრისათვის ტოლი უნდა იყოს 75 მმ. ამისათვის ლეროზე დამაგრებულია შემზღვეველი 6. ვარდნისას ლერო ეჯახება შტატივის ბაქანს და ხდება გრუნტის მასის შენჯღრევა ჰიქაში.

ა. კაზაგრანდეს ხელსაწყო ნაჩვენებია III-12 ნახაზზე. იგი შედგება ფოლადის ჰიქისაგან 1 და მიმაგრებულია რკინის ძელაკზე 2, რომელიც დაკიდებულია ურიკაზე 3. ურიკას აქვს ლერძი 4, რომელზედაც დამაგრებულია ექსცენტრიკი 5 და სახელური 6. ურიკა დამონტაჟებულია ხის ბაქანზე 7, სადაც ჰიქის ქვეშ მოთავსებულია რეზინის ფირფიტა. სახელურის ტრიალის დროს ექსცენტრიკი ედება ძელაკზე 2 — ამ დროს ჰიქა აიწევს 1 სმ-ის სიმაღლეზე, შემდეგ კი ვარდება რეზინის საფენზე. ჩამოვარდნის დროს ჰიქაში ხდება გრუნტის მასის შენჯღრევა.



ნახ. III—11. ა. ვასილევის ხელსაწყო თიხოვანი ქანების დენადობის ზღვრის განსაზღვრისათვის.



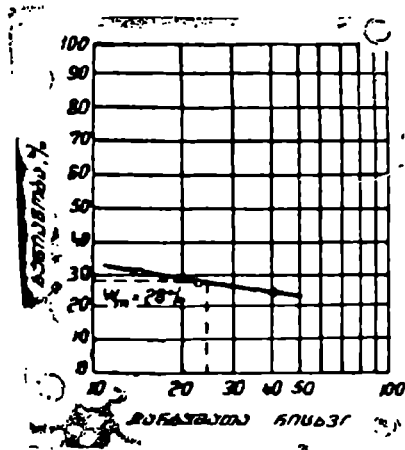
ნახ. III—12. ა. კაზაგრანდეს ხელსაწყო თიხოვანი ქანების დენადობის ზღვრის განსაზღვრისათვის.

1. თიხოვან ქანს ამზადებენ ღენადი ჰის ზღვრის განსაზღვრისათვის ისევე, როგორც სტანდარტული მეოოხით განსაზღვრის დროს.

2. ქანის გამზადებულ მასას დასველების შემდეგ ერთხელ კიდევ გულმოდგინედ ურევენ და გადააქვთ ზემოთ აღწერილ რომელიმე ხელსაწყოს კიქაში; სადაც ასწორებენ 1 მმ სისქის ფენად. შემდეგ ქანს ტრიან V-სმაგვარი შპატელით ორ ნაწილად ისე, რომ მათ შორის წარმოიქმნას 1,5—2 მმ სივანის ღრეჩო ფუძეში და 10—12 მმ-ის სივანისა ზედაპირზე.

3. ა. ვასილევის ხელსაწყოზე მუშაობისას ქანიანი კიქა უნდა დაიდგას ხის დისკოზე და დამაგრდეს რეზინით 4. ხელსაწყოს ათავსებენ ხისტ საყრდენზე, მის ღეროს სწევენ საჩერაჰდე ჯა უშვებენ თავისუფალი ვარდნით. ცდა დამთავრებულად ითვლება მაშინ, როდესაც ღეროს მესამე დარტყმის შემდეგ ქანის ორივე ნაწილი შეერთდება და შეავსებს ღრეჩოს 1 მმ სიმაღლეზე და 1,25—2,6 სმ-ის სიგრძეზე. თუ ამას ვერ მივალწევთ, ცდა უნდა განმეორდეს, როგორც სტანდარტული მეთოდის დროს.

4. ა. კაზაგრანდეს ხელსაწყოთი მუშაობისას, იმის შემდეგ, რაც ქანის ფენა გაჭრილია V-სმაგვარი შპატელით ორ ნაწილად, ხელსაწყოს ათავსებენ ხისტ საყრდენზე და ატრიალებენ სახელურს ორი ბრუნვის სიჩქარით წამში მანამდე, სანამ კიქის შენჭლრევისას ქანის ორივე ნაწილი არ შეერთდება და ღრეჩო არ შეივსება 1 მმ სიმაღლესა და 1,25—2,6 სმ-ის სიგრძეზე. ამ დროს იწერენ დარტყმათა მ რიცხვს, რომლის შემდეგაც მოხდა ქანის ორივე ნაწილის შეერთება. ქანის შეერთების ადგილიდან იღებენ ქანის სინჯს მისი ტენიანობის განსაზღვრისათვის. ცდას იმეორებენ სამჯერ ქანის სხვადასხვა ტენიანობისას. ტენიანობას არჩევენ ისე, რომ დარტყმათა საშუალო რიცხვი პირველი ცდის დროს იყოს 10-დან 20-მდე, მეორის დროს—20-დან 30-მდე, ხოლო მესამის დროს კი—30-დან



ნახ. III—13. ა. კაზაგრანდეს მეთოდით თიხოვანი ქანის ღენადობის ზღვრის განსაზღვრელი გრაფიკი.

45—50-მდე. მიღებული მონაცემებით ადგენენ გრაფიკს, რომელიც ნაჩვენებია III—13 ნახაზზე. ტენიანობა, რომელიც შეესაბამება გრაფიკზე 25 დარტყმას, მიღებულია ქანის დენადობის ზღვრის ტოლად.

პლასტიკურობის ზღვარი

თიხოვანი ქანების პლასტიკურობის ზღვრის განსაზღვრა სტანდარტული მეთოდით მდგომარეობს ქანების გაგლინვაში მავთულის მაგვარად. ამ მეთოდით პლასტიკურობის ზღვრის განსაზღვრისას იყენებენ გრუნტის იმ მასას, რომელიც დარჩენილია კიქაში დენადობის ზღვრის განსაზღვრის შემდეგ. პლასტიკურობის ზღვრის განსაზღვრისათვის დამატებით უნდა გვექონდეს 10×15 ან 15×20 სმ ზომის მინა.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. გრუნტის მასა დაჰყავთ პლასტიკურ მდგომარეობამდე ხელში (რესვიით და ჰაერზე გამოშრობით).

2. იღებენ გამზადებულ მასას და მინაზე გორებით გლინავენ მას 3 მმ დიამეტრის მავთულეზად. შემდეგ გრუნტის მავთულეზს შეაერთებენ გუნდად და თავიდან გლინავენ მანამდე, სანამ გრუნტის 3 მმ-იანი დიამეტრის მავთული არ დაიფარება ნაპარალებით და არ დაიშლება 3—10 მმ სიგრძის ნაწილებად. ქანის ასეთი მდგომარეობა მიუთითებს იმაზე, რომ პლასტიკურობის ზღვარი მიღწეულია (ნახ. III—14). თუ გამზადებული გრუნტის ცომისაგან შეუძლებელია გავგლინოთ 3 მმ დიამეტრის მავთული (ქანი იშლება), მაშინ თვლიან, რომ მოცემულ ქანს არა აქვს გავლინვის ზღვრები, ე. ი. პლასტიკურობის ზღვარი.

3. აგროვებენ 10—15 გ ქანის მონატებს ნამცეცებს და საზღვრავენ ქანის ტენიანობას. რომელიც შეესაბამება მის პლასტიკურობის ზღვარს.



ა



ბ

ნახ. III—14. თიხოვანი ქანის პლასტიკურობის ზღვრის განსაზღვრა;
 ა — ქანი იგლინება მავთულად დენადობის ზღვარზე უფრო მაღალი ტენიანობისას; ბ — ქანი, გავლილი მავთულად, იფარება ნაპარალებით და იფხვენება პლასტიკურობის ზღვრის დროს.

4. ქანის თითოეული სინჯისათვის რეკომენდებულია პლასტიკურობის ზღვრის ორი პარალელური განსაზღვრა. პარალელურ განსაზღვრათა შორის განსხვავება 2%-ს არ უნდა აღემატებოდეს. ორი განსაზღვრიდან გამოჰყავთ საშუალო მნიშვნელობა 1%-ის სიზუსტით.

5. განსაზღვრის შედეგები შეაქვეთ ეურნალში (იხ. ცხრ. III—11), ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) და პერფომბარათში (იხ. დანართი 4).

პლასტიკურობის რიცხვი

თიხოვანი ქანის პლასტიკურობის რიცხვი განისაზღვრება დენადობისა და პლასტიკურობის ზღვართა შესაბამის ტენიანობათა სხვაობით

$$I_{\alpha} = W_{\text{გენ}} - W_{\alpha}$$

§ 7

ჰვიზების ფარდობითი სიმკვრივე

ჰვიზების ფარდობითი სიმკვრივის განსაზღვრისათვის მიღებულია ბუნებრივი წოლის პირობებში მათი სიმკვრივის შედარება სიმკვრივეებთან, რომლებიც შეესაბამება მათ ყველაზე უფრო ფაშარ და ყველაზე უფრო მჭიდრო აღნაგობას. ასეთი შედარებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ:

1. ფორიანობის კოეფიციენტი და ჰვიზის ფორიანობა, რომელიც შეესაბამება მათი წოლის ბუნებრივ პირობებს, ე. ი. e და n .

2. ჰვიზის ფორიანობის კოეფიციენტი და ფორიანობა, რომელიც შეესაბამება მის ყველაზე უფრო ფაშარ აღნაგობას, ე. ი. e_{max} და n_{max} .

3. ჰვიზის ფორიანობის კოეფიციენტი და ფორიანობა, რომელიც შეესაბამება მის ყველაზე მჭიდრო აღნაგობას, ე. ი. e_{min} და n_{min} .

ფორიანობის კოეფიციენტი და ჰვიზის ფორიანობა მისი ბუნებრივი წოლის პირობებში განისაზღვრება ფორმულით:

$$e = \frac{\gamma_{\text{კონ}} - \gamma_{\text{გ}}}{\gamma_{\text{გ}}} \quad \text{და} \quad n = 1 - \frac{\gamma_{\text{გ}}}{\gamma_{\text{კონ}}}$$

ქანის კუთრი წონა განისაზღვრება ექსპერიმენტულად, ქანის ჩონჩხის მოცულობითი წონა $\gamma_{\text{გ}}$ გამოითვლება ფორმულით

$$\gamma_{\text{გ}} = \frac{\gamma}{1 + 0,01 W}$$

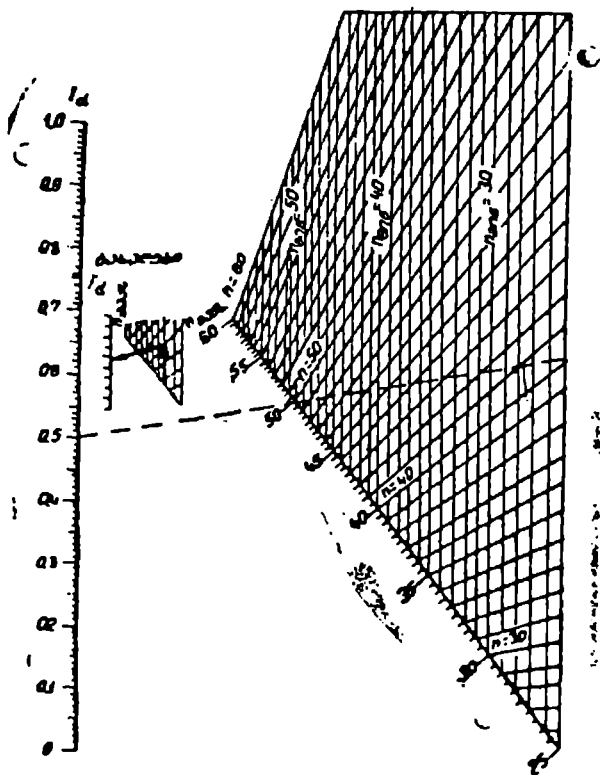
სადაც ქანის ტენიანობა W და მისი მოცულობითი წონა γ განისაზღვ-

რებს ასევე ექსპერიმენტულად (იხ. § 3 და 5). ფორიანობის კოეფიციენტი და ქვიშის ფორიანობა, რომელიც შეესაბამება მის ყველაზე ფაშარ და ყველაზე მკიდრო აღნაგობას, გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$e_{max} = \frac{\gamma_{კუთრ} - \gamma_{ჩოქი}}{\gamma_{ჩოქი}}; \quad n_{max} = 1 - \frac{\gamma_{ჩოქი}}{\gamma_{კუთრ}}$$

$$e_{min} = \frac{\gamma_{კუთრ} - \gamma_{ჩოქი}}{\gamma_{ჩოქი}}; \quad n_{min} = 1 - \frac{\gamma_{ჩოქი}}{\gamma_{კუთრ}}$$

$\gamma_{ჩოქი}$ -ისა და $\gamma_{ჩოქი}$ -ის განსაზღვრის მეთოდთა ქვიშებისათვის მოცემულია მე-8 პარაგრაფში.



ნახ. III—15. ქვიშის ფორიანობითი სიმკვრივის კოეფიციენტის გამოსათვლელი ნომოგრამა.

ამრიგად, თუ განვსაზღვრავთ ქვიშის ჩონჩხის მოცულობით წონას დაშარ $\gamma_{\text{ჩონჩხი}}$ მდგომარეობაში და მკვრივ $\gamma_{\text{მკვრივი}}$ მდგომარეობაში, შეგვიძლია გამოვთვალოთ შესატყვისის მნიშვნელობანი $\rho_{\text{მკვრივი}}$ ახლა $\rho_{\text{ჩონჩხი}}$ და $\rho_{\text{მკვრივი}}$ ასევე, თუ ვიცით $\rho_{\text{ჩონჩხი}}$ „ ქანის ბუნებრივი აღნაგობის დროს, შეგვიძლია გამოვთვალოთ ქვიშის ფარდობითი ფორიანობა f და შევაფასოთ მისი აღნაგობის სიმკვრივე (იხ. §1).

ქვიშის ფარდობითი სიმკვრივის კოეფიციენტის გამოსათვლელად შეიძლება ვისარგებლოთ, აგრეთვე, სპეციალური ნომოგრამით (ნახ. III—15).

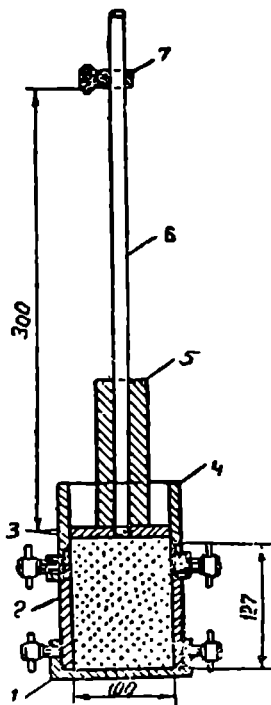
§ 8

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ოპტიმალური ტენიანობა და მაქსიმალური სიმკვრივე

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანებისაგან მიწის ნაგებობათა დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს აუცილებელია, უზრუნველყოთ მათი

მდგომარეობა და სიმკვრივე. ეს შეიძლება განვახორციელოთ ქანების გამკვრივებით (დატყენა, ვიბროგამკვრივება) მაქსიმალურ სიმკვრივემდე ოპტიმალურ ტენიანობის პირობებში.

ქანის იმ ყველაზე მეტ სიმკვრივეს (გამოსახულს ჩონჩხის მოცულობითი წონით), რომელიც მიიღება სტანდარტული ანდა რაციონალური მუშაობის დახარჯვით მის შემკვრავებაზე, ეწოდება $\gamma_{\text{მაქსიმალური}}$ მაქსიმალური. ქანის ტენიანობას, რომელიც შეესაბამება მაქსიმალურ სიმკვრივეს, ეწოდება $W_{\text{ოპტიმალური}}$. ოპტიმალური ტენიანობისა და ქვიშიანი და თიხიანი ქანების მაქსიმალური სიმკვრივის განსაზღვრისათვის საკურობა შემდეგი მოწყობილობა: 1. ქანების სტანდარტული შემკვრივების ხელსაწყო; 2. ტექნიკური სასწორი; 3. საცერო 5 მმ-იანი ნახვრე-



ნახ. III—16. თიხოვანი და ქვიშოვანი ქანების სტანდარტული შემკვრივების გამზომი ДОРНИИ-ის ხელსაწყო.

ტებით; 4. ფაიფურის ჰიქა; 5. სანაყი ფილთაქვით; 6. საზომი ცილინდრი; 7. ბიუქსები; 8. ყურნალი (ნახ. III—12).

ქანების სტანდარტული გამკვრივების განმსაზღვრელი ხელსაწყო (ნახ. III—16) შედგება ცილინდრისაგან 2, რომელიც დამზადებულია 100 მმ შიგა დიამეტრის, 127 მმ სიმაღლის და $V=1000$ სმ³ საერთო მოცულობის უქანგავი ლითონისაგან, მოსახსნელი საფუძვლითა 1 და მოსახსნელი რგოლური ნაცმით 4. ცილინდრში ქანის შემკვრივება ხდება 2,5 კგ-იანი ტვირთის დარტყმით, რომელიც ვარდება 30 სმ-ის სიმაღლიდან შტამპშემამკვრივებელზე 3. უქანსკნელს აქვს სადგამი 6, შემზღუდავი 7, რომელიც ზღუდავს ტვირთის აწევის სიმაღლეს.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ფაიფურის ჰიქაში ათავსებენ 2,5—3 კგ გრუნტის საშუალო სინჯს, რომელიც წინასწარ არის დამუშავებული სანაყში (თუ ქანი კოშტიანია და გატარებულია 5 მმ-იარ საცერში. ქანს უმატებენ წყალს (სმ³), ქვიშას 80, ქვიშნარს 100, თიხნარს 200 და თიხას 250. ქანს გულმოდგინედ ურევენ თანაბრად გასაჭერებლად და შემდეგ ლებულობენ სინჯს მისი ტენიანობის განსაზღვრისათვის.

2. საზღვრავენ ცილინდრის წონას g_1 საფუძვლით, შემდეგ ცილინდრზე აყენებენ ნაცმს და ავსებენ ქანით. ცილინდრს ავსებენ ქანით სამჭერად, ყოველ ჯერზე დაახლოებით მისი სიმაღლის მესამედზე. თითოეული ქანის შრეს ამკვრივებენ ტვირთის დარტყმით. ტვირთის დარტყმის რიცხვი თითოეულ შრეზე ტოლია დარტყმათა საერთო რიცხვის ერთი მესამედისა. მიღებულია სტანდარტული გამკვრივებისას ტვირთის საერთო დარტყმათა რიცხვი ქვიშებისათვის — 60; ქვიშნარისათვის — 75 და თიხებისა და თიხნარებისათვის — 120.

3. გამკვრივების შემდეგ ცილინდრიდან ხსნიან ნაცმს, ქანის ზეღმეტ ნაწილს ჰრიან დანით ცილინდრის პირის თანაბრად. ცილინდრს საფუძვლითა და გამკვრივებული ქანით წონიან 1 გ-ის სიზუსტით (g_2) და ტენიანი გამკვრივებული ქანის მოცულობით წონას საზღვრავენ ფორმულით

$$\gamma = \frac{g_2 - g_1}{V}$$

ერთდროულად ცილინდრიდან იღებენ სინჯს მისი ტენიანობის განსაზღვრისათვის.

4. ცილინდრში ქანის დარჩენილ ნაწილს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, სადაც მოთავსებულია ცდაში გამოუყენებელი ნაწილი. შემ-

დგ ქანს ასხამენ წყალს ისეთი რაოდენობით, რომ მისი ტენიანობა გაიზარდოს 2—3%-ით და გულმოდგინედ ურევენ. ჩვეულებრივ 3 კგ ქანზე საკმარისია დავასხათ 50—70 სმ³ წყალი. უფრო ზუსტად დასასახამი წყლის მოცულობა V შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$V_{\text{წყ}} = \frac{Z}{1 + W_{\text{საწყ}}} (W - W_{\text{საწყ}}).$$

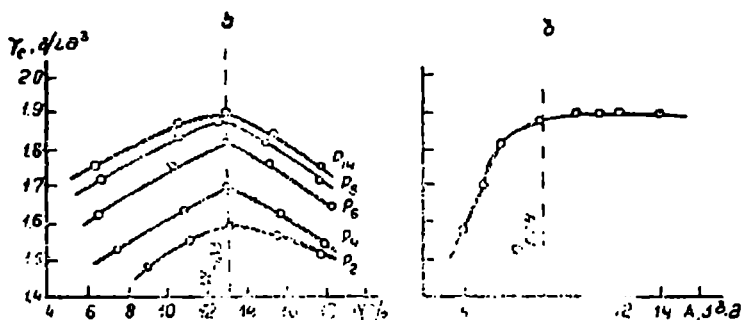
ზადაც Z ტენიანი ქანის საწყისი წონაა; g ; W — ქანის ტენიანობა, რომელიც გვინდა მივიღოთ %-ობით, $W_{\text{საწყ}}$ — ქანის საწყისი ტენიანობა, %-ობით;

5. გულმოდგინედ გადარჩეული ქანიდან იღებენ სინჯს ტენიანობის განსასაზღვრავად და თავიდან იწყებენ ცდას გამკვრივებაზე ხელსაწყოში, მაგრამ უფრო დიდი ტენიანობის პირობებში. ასე იმეორებენ ცდას რამდენჯერმე უფრო დიდი ტენიანობისას ყოველი 2—3%-ის შემდეგ მანამდე, სანამ ტენიანი ქანის მოცულობითი წონა არ დაიწყებს შემცირებას.

6. ცდის დამთავრების შემდეგ ქანის ჩონჩხის მოცულობით წონას ითოვეული ცდისათვის ითვლიან ფორმულით

$$\gamma_s = \frac{\gamma}{1 + 0,01 W}$$

7. ცდის შედეგების საფუძველზე აღგენენ გრაფიკს ქანის გამკვრივებასა და მის ტენიანობას შორის (ნახ. III—17). ოპტიმალურ ტე-



ნახ. III—17. ქანების მოცულობითი წონის ცვალებადობის დამოკიდებულების გრაფიკები;

ა — შემკვრივებას მისი ტენიანობაზე; ბ — ქანის ჩონჩხის მოცულობითი წონაზე მუშაობის ტაოდენობაზე.

ნიანობად ლებულობენ ისეთს, რომლის დროსაც მიიღებენ მაქსიმალურ შემკვრივებას.

8. ცდის ყველა შედეგი შეაქეთ უურნალში (იხ. ცხრ. III—12).

ცხრილი III—12

ქეშოვანი და თიხოვანი ქანების ოპტიმალური ტენიანობისა და მაქსიმალური სიმკვრივის განსაზღვრის ურნალი

| ლაბორატორიული ნომერი | თარიღი | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1-ლი განსაზღვ. | მე-2 განსაზღვ. | მე-3 განსაზღვ. | მე-4 განსაზღვ. |
| მაჩვენებლები | | | | |
| ცილინდრის წონა საფუძვლითა და შემკვრივებული ქა- ნი //. | | | | |
| ცილინდრის წონა საფუძვლით მ, გამკვრივებული ქანის წონა // შემკვრივებული ქანის მოცულობითი წონა გ/სმ ³ | | | | |
| შემკვრივებული ქანის ტენიანობა W. % შემკვრივებული ქანის ჩონჩხის მოცუ- ლობითი წონა მ გ/სმ ³ | | | | |

საკონტროლო კითხვები

1. ქანების რომელი ძირითადი ფიზიკური თვისებებია გასათვალისწინებელი მათი საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლისა და შეფასების დროს?
2. რაში მდგომარეობს ქანების კუთრი წონის პიკნომეტრიული მეთოდით განსაზღვრის არსი?
3. რაში მდგომარეობს გამარილიანებული ქანების კუთრი წონის განსაზღვრის თავისებურებანი.
4. ქანების მოცულობითი წონის განსაზღვრის მეთოდები.
5. აღწერეთ დენსიტომეტრის მოწყობილობა და დანიშნულება.
6. ყველაზე უფრო გავრცელებული ქანების მოცულობითი წონისა და ჩონჩხის მოცულობითი წონის სამაგალითო მნიშვნელობები.
7. სხვადასხვა ქანის ფორიანობის განსაზღვრის მეთოდები.
8. როგორ განისაზღვრება ქანების ტენიანობა და ბუნებრივი ტენიანობა?
9. ქანების პიკნოსკოპული ტენიანობისა და მაქსიმალური პიკნოსკოპული ტენიანობის განსაზღვრის მეთოდები.
10. თიხიანი ქანების დენადობის ზღვრის განსაზღვრა სტანდარტული მეთოდით.
11. თიხიანი ქანების პლასტიკურობის ზღვრის განსაზღვრის მეთოდი.
12. რა არის ქვიშების ფარდობითი სიმკვრივე და როგორ განისაზღვრება იგი?
13. როგორ ტენიანობას ეწოდება ოპტიმალური და როგორ განისაზღვრება იგი?
14. ქვიშისა და თიხიანი ქანების მაქსიმალური სიმკვრივის განსაზღვრა და ამისათვის საჭირო მოწყობილობა.
15. რა ძირითადი მოწყობილობაა საჭირო ქანების ძირითადი ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევა?

§ 1

ქანების წყლოვანი თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები

ძირითად თვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ქანების დამოკიდებულებას წყალთან, წარმოადგენს მათი წყალმედვეობა, ტენტევალობა, კაპილარულობა და წყალშედწევადობა. ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასებისას წყლოვან თვისებებს ენიჭებათ განსაკუთრებული მნიშვნელობა. ამავე დროს, თითოეული მათგანის როლი არათანაბარია, რაც დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელ ჯგუფს მიეკუთვნება ქანი საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაციის მიხედვით. არათანაბარია აგრეთვე მათი მნიშვნელობა სხვადასხვა პრაქტიკული ამოცანის გადაწყვეტისას.

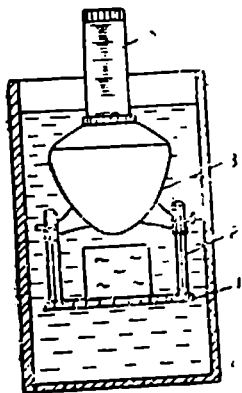
ქანების წყლოვანი თვისებების ბუნებისა და იმ ფაქტორების დეტალური განხილვა, რომლებიც მოქმედებენ მათ ცვლილებებზე, მოცემულია საინჟინრო გეოლოგიის თეორიულ კურსში (ლომთაძე, 1970). ქანების წყლოვანი თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები მოცემულია (1V—1) ცხრილში.

§ 2

თიხოვანი ქანების დალბობის სიჩქარე

წყალმედვეობას, ე. ი. ქანების უნარს შეინარჩუნონ ფიზიკური მდგომარეობა და სიმტკიცე გატენიანებისას ანდა ტენიანობის რეჟიმის ცვალებადობის დროს, განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს რბილი შეკავშირებული ქანებისათვის — თიხებისათვის. წყალმედვეობის ერთ-ერთ მაჩვენებელს თიხოვანი ქანებისათვის წარმოადგენს ქანების წყალში დალბობის სიჩქარე და ხასიათი. იმის მიხედვით, თუ რა მიზანს ისახავს კვლევა, ქანების დალბობის სიჩქარესა და ხასიათს სწავლობენ ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის ნიმუშებზე ანდა დაშლილ ნიმუშებზე, მაგრამ ამ უკანასკნელებს ამკვრივებენ გარკვეულ მდგომარეობამდე, შესაბამისი ტენიანობისას. ასეთი კვლევისათვის უნდა გვქონდეს: 1. დიდი მინის ჭილა ანდა კრისტალიზატორი, მასში

| | | | |
|----------------|--|-------------------------------------|---|
| კაბილარულ-ლომა | კაბილარული აწევის სიმაღლე | წერილი და წმინდამარცვლოვანი ქვიშები | ქანების ზეგაჯერება მიწისქვეშა წყლების მყივრე სიღრმეზე განლაგებისას ან მათი აწევის დროს მიწისქვეშა წყლის მოქმედების შეფასება ნაგებობის მიწისქვეშა ნაწილზე |
| წყალგამტარობა | ფილტრაციის კოეფიციენტი კუთრი წყალშთანქვა, წყალგამტარობის კოეფიციენტი | ნებისმიერი | ქვაბურებში და მიწისქვეშა გამონამუშევრებში წყლის მოღინების გამოთვლისას, ფილტრაციაზე წყლის დანაქარების გამოთვლისას. დრენაჟების წყალგაცემების გასაანგარიშებლად და სხვ. |
| | | თიხოვანი | ნაგებობების დაჯლომის გასაანგარიშებლად დროში. |



ნაბ. IV—1. თიხოვანი ქანების დაღობის სიჩქარის განმსაზღვრელი ხელსაწყო: 1 — ბადე მასზე დადგმული ნიმუშით; 2 — კრონშტეინი; 3 — ფოლადის ტივტივა; 4 — წყლიანი ქილა; 5 — დაღობის სიჩქარის ბროცენტობით განმსაზღვრელი სკალა

მოთავსებული 1 სმ² ნახვრეტებიანი ბადით, ანდა სპეციალური ხელსაწყო ქანების დაღობის შესწავლისათვის (ნაბ. IV—1); 2. დინა; 3. მკრელი რგოლი ანდა ნიმუშების გამოსაქრელი ფორმები; 4. ფურნალი (ცხრ. IV—2)

ცხრილი IV—2

თიხოვანი ქანების დაღობის სიჩქარის განსაზღვრის ფურნალი

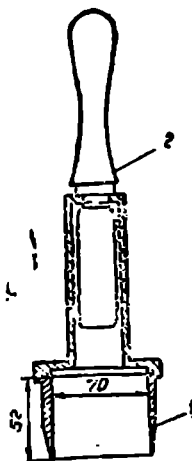
| ლაბორატორიული ნომერი | დაქირავების თარიღი | დაქირავების დრო | ქანის დაღობის ხასიათი | შენიშვნა |
|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|----------|
| | | | | |

1. ქანის მონოლითიდან გამოჭრიან კუბური ფორმის $5 \times 5 \times 5$ ანდა $7 \times 7 \times 7$ სმ ზომის ნიმუშებს. ნიმუშები შეიძლება გამოიჭრას, აგრეთვე, მკრელი რგოლით ანდა ფორმით, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი. გამოჭრილი ნიმუში ღვეშის დახმარებით ფრთხილად გადმოაქვთ რგოლიდან ან ფორმიდან (ნახ. IV—2). ერთდროულად მონოლითიდან იღებენ სინჯს ქანის ბუნებრივი ტენიანობის განსაზღვრისათვის.

2. ქანის კუბურას ანდა ცილინდრს ათავსებენ 1 სმ^2 ნახვრეტებიან ბაღეზე, რომელიც თავის მხრივ უნდა მოთავსდეს ანდა დაიკიდოს წყლიან ქილაში (ანდა კრისტალიზატორში) და იწერენ გამოცდის დროსა და თარიღს. გამოცდისას აყენებენ დისტილირებულ ანდა ისეთ წყალს, რომელიც შედგენილობით უახლოვდება ბუნებრივ პირობებში ქანზე ზემოქმედ წყალს. ქანის გამოსაკვლევი სპეციალური ხელსაწყოთა გამოყენებისას ქანის გამოჭრილ ნიმუშს ღვანენ ხელსაწყოთა ბაღეზე და უშვებენ წყლიან ქილაში. ამავე დროს იწერენ ცდის დაწყების დროსა და თარიღს.

3. წყალში მოთავსებული ნიმუშები იწყობენ თაღობას, სხვადასხვა ქანებს გააჩნიათ დაღობის სხვადასხვა ხასიათი და სიჩქარე. ზოგი ქანი ჭერ იშლება მსხვილ ნაჭრებად ანდა კოშტებად (ნახ. IV—3), ზოგი კი თავიდანვე იშლება წვრილ ნაწილებად და გადის ბაღეში. ზოგა მათგანი ჯერ გააჯირჯება, შემდეგ კი იშლება უფრო მსხვილ კოშტებად. წყალმდეგო ქანების ნიმუშები დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებენ წყალში თავის ფორმასა და მოცულობას. დაღობის პროცესში ქანის ნიმუშის ყველა ცვლილებას აღრიცხავენ ჯერ 5—10 წუთის ინტერვალით, შემდეგ კი—ყოველი 30 წუთისა და 1 საათის შემდეგ. ნიმუშის მდგომარეობის ცვლილების პროცესის შენელებისთანა დაკავშირებით, დაკვირვებათა ინტერვალს ზრდიან ერთ დღე-ღამემდე. დაკვირვების საერთო ხანგრძლივობა ზოგჯერ აღწევს 10—15 დღე-ღამეს.

4. ცდა დამთავრებულად ითვლება, როდესაც ნიმუში დაღება, გავა ბაღეში და დაილექება ქილის ფსკერზე, ანდა როდესაც დაღობის პროცესი შეჩერდება და ნიმუში ინარჩუნებს თავის მდგომარეობას



ნახ. IV—2. მკრელი რგოლით ნიმუშების გამოსაკვლევი მოწყობილობა.



ნახ. IV—3. ბაღეზე ქანის ნიმუშები მათი
დალბობაზე გამოცდის შემდეგ.

უცვლელად ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. ცდის შედეგებს გამო-
ხატავენ იმ დროის სახით, რომელიც საჭიროა ნიმუშის მთლიანი დალ-
ბობისათვის. თუ ნიმუში არ ღებება, აუცილებელია წყალთან ურთიერ-
ობაში მისი ქვევის დეტალური აღწერა. გამოცდის პროცესში მიმდი-
ნარე დაკვირვებათა ყველა შედეგს იწერენ ეურნალში (იხ. ცხრ. IV—2),
ხოლო საბოლოო შედეგები შეაქვთ ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3).

5. ქანების დალბობის სიჩქარისა და ხასიათის განსაზღვრას დაშ-
ლილი აღნაგობის ნიმუშზე აწარმოებენ შემდეგნაირად. დაშლილ აღნა-
გობის ნიმუშს ატენიანებენ ოპტიმალურ ტენიანობამდე (თავი III,
ფ 8) ანდა იმ ნებისმიერ ტენიანობამდე, რომლის დროსაც მას აწყობენ
მიწის ნაგებობის ტანში.

გატენიანებულ ქანს გულმოდგინედ ურევენ ერთგვაროვანი მასის
წილებამდე და ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში დასაღობად. იმი-
სათვის, რომ ქანი არ გამოშრეს, ნიმუშიან ჭიქას ათავსებენ წყლიან ექ-
სიკატორში. ასე გამზადებული მასისაგან კრიან ნიმუშებს მჭრელი
რგოლით ანდა ფორმით, რომლებშიც შემდეგ მათ ამკვრივებენ მაქსი-
მალურ ანდა საჭირო სიმკვრივემდე. ნიმუშების გამკვრივებას აწარმო-
ებენ ბერკეტიან წნეხებზე, ანდა სპეციალურ შემამკვრივებელ ხვლსა-

წყობებში, საჭირო სიმკვრივის მიღწევამდე. სიმკვრივის სტაბილიზაციის შემდეგ ნიმუშები გამოაქვთ რგოლებიდან ან ფორმებიდან და აწარმოებენ მათ გამოცდას დალობაზე ისევე, როგორც ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის მქონე ნიმუშებზე.

§ 3

კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი ქანების დარბილება

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების წყალმედვეობა ხასიათდება დარბილების α , კოეფიციენტით, რომელიც რიცხობრივად ტოლია წყლით გაჯერებული ქანების დროებითი წინალობისა კუმშვაზე $R_{კაშ. 5}$ და ჰაერზე გამომშრალი ქანების დროებითი წინალობის კუმშვაზე $R_{კაშ. 214}$ ფარდობისა

$$K_r = \frac{R_{კაშ. 5}}{R_{კაშ. 214}}$$

ქანების დროებითი წინალობის განსაზღვრის მეთოდისა მოცემულია ქვემოთ (თავი V).

§ 4

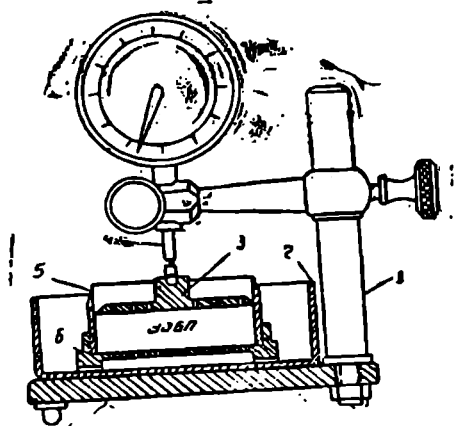
თიხოვანი ქანების გაჯირჯევის სიდიდე და ტენიანობა

ქანების თვისებას გატენიანებისას მოიმატოს მოცულობაში, ეწოდება გაჯირჯევა ანუ ბურცვა. გაჯირჯევა ძირითადად ახასიათებს თიხოვან ქანებს და განაპირობებს მათ წყალმედვეობას. გაჯირჯევის მაჩვენებელია გაჯირჯევის სიდიდე. რომელიც გამოიხატება %-ობით ქანის საწყისი მოცულობისაგან. გაჯირჯევის ტენიანობა ქანების ტენიანობაა, რომელიც შეესაბამება გაჯირჯევის მაქსიმალურ სიდიდეს; ფარდობითი გაჯირჯევა გვიჩვენებს ქანის ფარდობითი დეფორმაციების განვითარებას გატენიანების დროს; გაჯირჯევის ძალა ეწოდება ძაბვას, რომელიც ვითარდება ქანში გატენიანებისას და გამოიხატება კგ/სმ². პირველი მაჩვენებლების განსაზღვრის მეთოდისა მოცემულია წინამდებარე პარაგრაფში, გაჯირჯევის ძალის განსაზღვრა კი მოცემულია V თავში.

თიხოვანი ქანების გაჯირჯევის სიდიდისა და ტენიანობის განსაზღვრის ყველა არსებული მეთოდიდან შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს ვასილიევის მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა, განისაზღვროს აღნიშნული თვისება დაშლილ და დაუშლელ ნიმუშებზე. გაჯირჯევის

სიდიდისა და ტენიანობის განსაზღვრისათვის უნდა გვექონდეს ა. ვასილიევის ხელსაწყო, დანა და ფილტრის ქაღალდი.

ა. ვასილიევის ხელსაწყო (ნახ. IV—4) შედგება შემდეგი ნაწილები-



ნახ. IV—4. ა. ვასილიევის თიხოვანი ქანების გაჯირჯეების სიდიდის განსაზღვრელი ხელსაწყო.

ბისაგან: შტატივი 1, აბაზანა 2, მუშა რგოლი 3, რომლის ზემო კიდე მჭრელია, რგოლის სიმაღლე 25 მმ-ია, შიგა დიამეტრი—58 მმ, ფსკერი 6, კედლის სისქე 1,5 მმ, რომელიც მჭიდროდ ეცმება მუშა რგოლს და მაგრდება ქანქიკებით (ფსკერს გააჩნია გისოსი ნიმუშის დაბრკოლების გარეშე გასატენიანებლად), ღეუში 3, რომელზედაც ეყრდნობა ინდიკატორის 4 ფეხი ქანების გაჯირჯეებით გამოწვეული დეფორმაციის გასაზომად.

განსაზღვრის. თანამიმდევრობა

1. ქანის მონოლითიდან ხელსაწყოს მჭრელი რგოლით 5 ჰრიან ნიმუშს, რომლის წონა g , ცნობილია. ქანის ზედმეტ ნაწილს რგოლის მჭრელი კიდის გასწვრივ ჰრიან დანით. შემდეგ რგოლში შეყავთ ხის ანდა ლითონის საღებები, რომლის დიამეტრი რგოლის შიგა დიამეტრის ტოლია, ამ საღებოთ გამოწვევენ ქანის ნაწილს, რომელსაც ჰრიან დანით რგოლის ქვედა კიდის გასწვრივ. ამის შემდეგ რგოლში რჩება 10—15 მმ სიმაღლის ნიმუში. ნიმუშიან რგოლს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ სიზუსტით და ღებულობენ g , წონას.

2. ქანს რგოლის მჭრელი კიდის მხრიდან აკრავენ ფილტრის ქაღალდს და აცვამენ ფსკერს 6. რგოლის შიგნით ღებენ ღეუშს 3, ასეთ მდგომარეობაში რგოლს აყენებენ აბაზანის ფსკერზე, რომელსაც წინდაწინ ფარავენ ფირფიტით, ანდა დახარისხებული ქვიშის თხელი ფენით. აბაზანას ათავსებენ ხელსაწყოს შტატივზე. ინდიკატორს 4 შტატივზე, კარმტეინის, საშუალებით, ამაგრებენ ისე, რომ მისი ფეხი ჭიებ-

ჯანოს ხელსაწყოს დგუმს 3. ამით მთავრდება ხელსაწყოს გამართვა და ქანის მომზადება გამოსაცდელად.

3. შემდეგ იწერენ ინდიკატორის ჩვენებას. აბაზანაში, სადაც მოთავსებულია ქანიანი რგოლი, წყალს მცირე რაოდენობით ასხამენ ისე, რომ ფორიანი ფირფიტა ანდა ქვიშის ფენა, რომელზედაც მოთავსებულია რგოლი, დაიფაროს წყლით. ასეთ მდგომარეობაში წყლის დონე აბაზანაში კაპილარულად გაატენიანებს ქანის ნიმუშს, რომელიც რგოლშია მოთავსებული. ცდის ჩატარების პერიოდში აუცილებელია აბაზანაში შევინარჩუნოთ წყლის მუდმივი დონე.

4. ჩაინიშნავენ აბაზანაში წყლის ჩასხმის დროს და თვალყურს ადევნებენ ინდიკატორის ჩვენებას, რომელსაც იწერენ გარკვეული ინტერვალების მიხედვით (2—5—10—20—30 წუთში და შემდეგ ერთეული საათის განმავლობაში სამუშაო დღის ბოლომდე, შემდეგ კი დღელამის გამოშვებით) მანამდე, სანამ გაჯირჩვება არ შეწყდება. ამის შემდეგ რგოლი ამოაქვთ აბაზანიდან და ამშრალებენ. წინასწარ აცლიან რგოლიდან ფსკერს, ფილტრის ქაღალდსა და დგუმს. ნიმუშიან რგოლს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ სიზუსტით (იღებენ ρ , წონას) და ათავსებენ თერმოსტატში, სადაც ქანს აშრობენ მუდმივ წონამდე 105°C ტემპერატურაზე. ექსიკატორში ქანიანი რგოლის გაციეების შემდეგ მას წონიან, იღებენ ρ_2 წონას და საწყის და საბოლოო ტენიანობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$W = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 - \rho_1} \cdot 100,$$

სადაც ρ_1 არის რგოლის წონა;

ρ_2 — ქანიანი რგოლის წონა ქანის გაჯირჩვებამდე და მის შემდეგ;

ρ_1 — ქანიანი რგოლის წონა ქანის მუდმივ წონამდე გამოშრობის შემდეგ.

საბოლოო ტენიანობა არის ქანის გაჯირჩვეების ტენიანობა — $W_{\text{ბაზ}}$.

5. გაჯირჩვეების სიდიდეს, ჩვეულებრივ, გამოხატავენ ერთეულის ნაწილებში ანდა პროცენტობით ქანის ნიმუშის საწყისი მოცულობიდან, გაჯირჩვეების შედეგად ნიმუშის სიმაღლის ნაზრდის მიხედვით

$$W_{\text{ბაზ}} = \frac{h_{\text{ბაზ}} - h_{\text{საზ}}}{h_{\text{საზ}}} \quad \text{ანდა} \quad H_{\text{ბაზ}} = \frac{h_{\text{ბაზ}} - h_{\text{საზ}}}{h_{\text{საზ}}} \cdot 100,$$

სადაც $h_{\text{ბაზ}}$ არის ნიმუშის სიმაღლე ხელსაწყოს რგოლში გაჯირჩვეების შემდეგ; $h_{\text{საზ}}$ — ქანის ნიმუშის სიმაღლე ხელსაწყოს რგოლში გატენიანებამდე და გაჯირჩვებამდე; $h_{\text{საზ}}$ — ფარდობითი გაჯირჩვევა ერთეულის ნაწილებში; $H_{\text{ბაზ}}$ — გაჯირჩვეების სიდიდე პროცენტობით ქანის

ნიმუშის საწყისი სიმაღლიდან. გაჯირჯეების დეფორმაციის განვითარებას დროში გამოხატავენ გაჯირჯეების სიდიდის ცვლილებით დროში.

6. გაჯირჯებადი თიხრვანი ქანებისათვის სპეციალური დავალებით სწავლობენ მათი სიმტკიცის ცვლილებას პენეტრაციით, ანდა ძვრაზე გამოცდით და დეფორმაციას კომპარესიაზე გამოცდით (იხ. თავი V) გატენიანება-გაჯირჯეების შედეგად.

7. თუ აუცილებელია დაშლილი ქანებისათვის გაჯირჯეების სიდიდისა და ტენიანობის განსაზღვრა, ამზადებენ მოცემული ტენიანობის ნიმუშებს (იხ. თავი V) და აწარმოებენ მათ გამოცდას გაჯირჯეებაზე ისევე, როგორც ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის ნიმუშებზე.

8. ყველა მონაცემს, რომელიც მიღებულია ცდის პროცესში. იწერენ ყურნალში, ხოლო საბოლოო შედეგი შეაქვთ ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფორატზე (იხ. დანართი 4). გარდა ამისა, გრაფიკის სახით გამოხატავენ დეფორმაციების განვითარებას დროში ანდა გაჯირჯეების დეფორმაციის განვითარებას სხვადასხვა დატვირთვისას (იხ. თავი V).

§ 5

თიხრვანი ქანების ჩაჯდომის სიდიდე და ტენიანობა

თიხრვანი ქანების შეკლება ანუ ჩაჯდომა ეწოდება მათი მოცულობის შემცირებას გამოშრობისას. შეკლების თვისება ახასიათებს უმთავრესად თიხრვან ქანებს, რადგანაც ისინი განსაკუთრებით მგრძობიარენი არიან ტენიანობის რეჟიმის ცვლილებისადმი. შეკლების მახასიათებლებია: შეკლების სიდიდე და შეკლების ზღვარი. უკანასკნელი გულისხმობს ქანის ისეთ ტენიანობას, რომლის შემცირების შედეგადაც ქანის მოცულობა აღარ იცვლება. შეკლების სიდიდისა და ზღვრის განსაზღვრისათვის საჭიროა მჭრელი ცილინდრები და ქანის ტენიანობის განმსაზღვრელი მოწყობილობა.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის მქონე მონოლითიდან მჭრელი ცილინდრის მეშვეობით გამოჭრიან ნიმუშებს. ცილინდრის შიგა ნაწილი წინასწარ უნდა გაიპოხოს ვაზელინით. ქანის ნიმუშის გამოჭრისთან ერთად იღებენ სინჯს. მისი საწყისი ტენიანობის განსასაზღვრავად.

2. გამოჭრილ ნიმუშს ცილინდრიდან გამოუღებლად ამრბენ პაქეტზე 1—2 დღე-ღამის განმავლობაში. გამოშრობის შედეგად ქანი გა-

ნიცდის შეკლებას და სცილდება კედლებს.. როდესაც ნიმუში მიაღწევს ამ სტადიას, მას იღებენ ცილინდრიდან და აგრძელებენ გამოშრობას ჰაერზე 1 ან 2 დღე-ღამის განმავლობაში. გამომშრალ ნიმუშს აშრობენ თერმოსტატში 105°C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე.

3. საზღვრავენ გამომშრალი ნიმუშის მოცულობას უშუალო გაზომვის მეთოდით ანდა პარაფინირებით (იხ. თავი III, § 3). შემდეგ ანგარიშობენ შეკლების სიდიდეს და ტენიანობას (ზღვარს)

$$V_{\text{შკ}} = \frac{V - V_0}{V} \cdot 100.$$

სადაც $V_{\text{შკ}}$ არის შეკლების მოცულობა %; V — მკრელი ცილინდრის მოცულობა; V_0 — გამომშრალი ნიმუშის მოცულობა;

$$W_{\text{შკ}} = W_{\text{ს.ა.ს. ბან}} \frac{100(V - V_0)}{F}$$

სადაც $W_{\text{შკ}}$ არის შეკლების ზღვარი, $W_{\text{ს.ა.ს. ბან}}$ — ქანის საწყისი ტენიანობა; F — მშრალი ქანის წონა შეკლების შემდეგ.

4. დაშლილი აღნაგობის ქანის შეკლების სიდიდისა და ტენიანობის განსაზღვრისას მისგან ამზადებენ მოცემული ტენიანობისა და სიმკვრივის ნიმუშებს (იხ. თავი 5) და აწარმოებენ მათ გამოცდას შეკლებაზე, როგორც ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის მქონე ნიმუშებზე.

5. ცდის მონაცემი შეაქვთ ჟურნალში, ხოლო საბოლოო შედეგები შეაქვთ ჩამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფორაიათში (იხ. დანართი 4).

§ 6

ქანების სრული ტენტივადობა (წყალტენიანობა)

თუ ქანების ყველა ფორი შევსებულია წყლით, მაშინ ტენტევალი ქანების ტენიანობა შეესაბამება მათ სრულ ტენტევალობას. არატენტევალი ქანების, მაგალითად, როგორცაა: ქვიშა, ხრეში, კენჭნარი, კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი. ნაპრალური ქანები, მთლიანად წყლით გაჯერება ახასიათებს მათ წყალტენიანობას.

სრული ტენტევალობა (წყალტენიანობა), როგორც უკვე ცნობილია, ქანის ჩონჩხის მოცულობითი წონისა ($\gamma_{\text{ჩონჩხ}}$) და მისი $\gamma_{\text{წყალ}}$ კუთრი წონის საშუალებით შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით

$$W_{\text{სრული}} = \frac{1}{\gamma_{\text{ჩონჩხ}}} - \frac{1}{\gamma_{\text{წყალ}}}$$

თუ გამოვსახავთ ქანის ჩონჩხის მოცულობით წონას კუთრი წონით და ქანის ფორიანობას n . სრული ტენტევალობის გამოსათვლელად ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს

$$W_{\text{ტენ}} = \frac{n}{\gamma_{\text{კვთ}} (1 - n)}$$

სრული ტენტევალობა (წყალტევალობა) რბილი თიხოვანი და ფხვიერი ქვიშოვანი ქანებისათვის ლაბორატორიულ პირობებში ჩვეულებრივად ისაზღვრება გაანგარიშებით მათი თვისებების უმარტივესი მახასიათებლების მონაცემების მიხედვით ($\gamma_{\text{კვთ}} = \gamma_{\text{ტენ}}, n$). ქვიშების ტენტევალობის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ, აგრეთვე, გაჭერების მეთოდი (იხ. თავი III, § 4). კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ტენტევალობის შესახებ მსჯელობენ იმ ტენიანობის მიხედვით, რომელიც შეესაბამება მათ წყალშთანთქმასა და წყალგაჭერებას.

§ 7

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების წყალშთანთქმა და წყალგაჭერება

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ტენტევალობის კვლევის დროს საზღვრავენ მათ წყალშთანთქმას, წყალგაჭერებასა და წყალგაჭერების კოეფიციენტს. წყალშთანთქმა ხასიათდება ქანის ტენიანობით წყლით თავისუფლად გაჭერებისას, ხოლო წყალგაჭერება — ამ ქანების წყლით გაჭერებისას განსაკუთრებულ პირობებში, ე. ი. იძულებითი გაჭერებისას. ქანების წყალშთანთქმისა და წყალგაჭერების განსაზღვრისათვის საჭიროა იგივე მოწყობილობა, რაც ქანების ტენიანობის განსაზღვრის დროს; აგრეთვე ქილები, კრისტალიზატორები, ვაკუუმ-ექსიკატორები, რომლებშიც ხორციელდება წყლით ნიმუშების თავისუფალი და იძულებითი გაჭერება.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. კუბური ფორმის ნიმუშებს ($50 \times 50 \times 50$ ან $70 \times 70 \times 70$ მმ ზომის) ანდა ცილინდრებს (50 და 70 მმ სიმაღლისა და დიამეტრის) აწარმოებენ მუდმივ წონამდე თერმოსტატში 105°C ტემპერატურაზე. შემდეგ გამოვიყენოთ, აგრეთვე, არაწყვეთი ფორმის ნიმუშები არანაკლებ 200 გ-ისა. გამოშრობის შემდეგ ნიმუშებს აცივებენ ექსიკატორში და წონიან, ლებულობენ \mathcal{E} წონას.

2. წყალშთანქმის განსაზღვრას, ე. ი. ქანების ტენიანობის განსაზღვრას წყლით მათი თავისუფალი გაჯერებისას, აწარმოებენ ორიდან ერთ-ერთი ხერხით. პირველი ხერხი მდგომარეობს შემდეგში: გამოშრალ ნიმუშებს აფარებენ ქილაში ანდა კრისტალიზატორში სადგამზე (მინის ფირფიტები), რომელშიც ასხამენ წყალს იმ ღონემდე, რომ ნიმუშები დაიფაროს წყლით სიმაღლის 1/3-ზე; ორი საათის შემდეგ უმატებენ წყალს 2/3 ნიმუშის სიმაღლემდე, ხოლო კიდევ 2 საათის შემდეგ ნიმუშებს მთლიანად ფარავენ წყლით ისე, რომ წყლის დონე 2 სმ-ით აღემატებოდეს ნიმუშების ზედაპირს. ასეთ მდგომარეობაში ნიმუშები უნდა დავაყოვნოთ 5 ან 45 დღე-ღამით, ე. ი. იყენებენ ხუთდღელამიან ანდა ორმოცდახუთ დღელამიან წყლით გაჯერებას. ამის შემდეგ მათ იღებენ წყლიდან, ამშრალებენ სველი ხელსახოცით, წონიან და ლებულობენ 16 წონას. წყალშთანქმის ითვლიან ფორმულით

$$W_{\text{შთ}} = \frac{R_5 - R_{00}}{R_{00}} \cdot 100.$$

მეორე ხერხით გამოშრალ და აწონილ ნიმუშებს მაშინვე ათავსებენ წყლიან ქილაში ანდა კრისტალიზატორში. წყალი ნიმუშზე მალა უნდა იყოს ისევე 2 სმ-ით. ასეთ მდგომარეობაში ნიმუშები უნდა ვაშუფოთ 2 დღე-ღამის განმავლობაში. ამის შემდეგ ნიმუშები ამოაქვთ წყლიდან, ამშრალებენ, წონიან და ითვლიან წყალშთანქმის ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში. წყლის ის წონა, რომელიც გამოვა ქანის ფორებიდან სასწორის ჯამში, უნდა შევიდეს წყლით გაჯერებული ქანის წონაში. ნიმუშის წყლით გაჯერების ხანგრძლივობის არჩევა განისაზღვრება ქანის წყალმედევობით და დასაპროექტებელ ნაგებობაში მისი გამოყენების ხასიათით.

3. წყალგაჯერების განსაზღვრისათვის, ე. ი. ქანის ტენიანობის განსაზღვრისათვის, მისი იძულებით წყლით გაჯერებისას, იყენებენ ვაკუუმ-ექსიკატორს. გამოშრალ და აწონილ ნიმუშებს ათავსებენ ვაკუუმ-ექსიკატორში და ტოვებენ 14 საათის განმავლობაში, ჰაერის ნარჩენის გაუხშობისას, რომელიც ტოლია 0,1 ვერც. წყ. სვეტისა ვაკუუმ-ექსიკატორის ძირში, ვაკუუმის მოუხსნელად მინის მილით აწვდიან წყალს. მას შემდეგ, რაც წყალი ნიმუშს მთლიანად დაფარავს, მას აყოვნებენ მანამდე, სანამ არ შეწყდება ჰაერის ბუშტულების გამოყოფა, შემდეგ ხსნიან ვაკუუმს და ნიმუშებს აყოვნებენ ექსიკატორში ატმოსფერული წნევის პირობებში 1 დღე-ღამის განმავლობაში. ამის შემდეგ 2 სთ იღებენ წყლიდან, ამშრალებენ სველი ხელსაწმენდით და წყალგაჯერებას გაიანგარიშებენ ფორმულით

$$W_{\text{გა}} = \frac{R_5 - R_{00}}{R_{00}} \cdot 100.$$

წყალგაჭერების განსაზღვრა შეიძლება აგრეთვე დუღილის მეთოდითაც. გამომშრალ და აწონილ ნიმუშებს ათავსებენ მომინანქრებულ ქილაში, ფარავენ წყლით და ადუღებენ 4 საათის განმავლობაში. წყლის ღონე ქილაში უცვლელი უნდა იყოს. შემდეგ ნიმუშებს აგრილებენ ოთახის ტემპერატურამდე, იღებენ წყლიდან, ამშრალებენ, წონიან და ანგარიშობენ წყალგაჭერებას. ეს მეთოდი იშვიათად გამოიყენება ქანების დაბალი წყალმედვეობის გამო.

4. წყალშთანქჷმა და წყალგაჭერება ისაზღვრება 3—5 ნიმუშზე პარალელურად, რის შემდეგაც ანგარიშობენ საშუალო მნიშვნელობას. ამ მონაცემებიდან ანგარიშობენ წყალგაჭერების კოეფიციენტ K -ს ცდის პროცესში მიღებული შედეგები შეაქვთ ჟურნალში, ხოლო საბოლოო შედეგები ჭამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფორატში (იხ. დანართი 4).

§ 8

მაქსიმალური მოლექულური ტენტივადობა თიხოვან ქანებში

თიხოვანი ქანების მაქსიმალური მოლექულური ტენტივადობის განსაზღვრის ყველაზე უფრო მარტივ და ობიექტურ მეთოდს წარმოადგენს ტენტივადობის არეების განსაზღვრის მეთოდი. ამ მეთოდით ქანების მაქსიმალური მოლექულური ტენტივადობის განსაზღვრისათვის უნდა გექონდეს: 1. ლითონის შაბლონი (2 მმ-იანი სისქის ფირფიტა) მრგვალი 5 სმ-იანი დიამეტრის ნახვრეტით; 2. ზეთის წნეხი (ჰიდრაულიკური, ბერკეტისანი ანდა ხრახნიანი); 3. ტექნიკური სასწორი; 4. ბიუქსები (მინის ანდა ალუმინის); 5. ექსიკატორი; 6. საშრობი კარადა; 7. 1 მმ-ის ნახვრეტისანი საცერი; 8. სანაყი რეზინის ფილთაქვით; 9. 10—15 სმ დიამეტრის ფაიფურის ჯამი; 10. შპატელი; 11. ჟურნალი.

განსაზღვრის თანამიწვეობა

1. თიხოვანი ქანების (თიხები, თიხნარები, ქვიშარი) მაქსიმალური მოლექულური ტენტივადობა შეიძლებისდაგვარად უნდა განისაზღვროს მხოლოდ ბუნებრივი ტენიანობის ნიმუშებზე. საანალიზოდ ქანი მზადდება ზუსტად ისე, როგორც თიხოვანი ქანების დენადობის ზღვრის განსაზღვრის დროს, ე. ი. სტანდარტული მეთოდით (იხ. თავი III, § 6).

2. ქანის გამზადებულ მასას დასველების შემდეგ ერთხელ კიდევ გულმოდგინედ ურევენ. იღებენ 20 ფურცელ ფილტრის ქაღალდს და მასზე ათავსებენ შაბლონს, რომელსაც ავსებენ გამზადებული ქანით. ქანის ზედმეტ ნაწილს კრიან შაბლონის სიბრტყეზე, შემდეგ შაბლონს

ხსნიან, ხოლო ქანის მასიდან გამოსულ კვერს აფარებენ 20 ფურცელ ფილტრის ქაღალდს.

3. ფილტრის ქაღალდიან კვერს ათავსებენ ხის ორ ძელაკსა, ანდა ლითონის ფირფიტებს შორის და ათავსებენ დასაწნებად წნეხის ქვეშ.

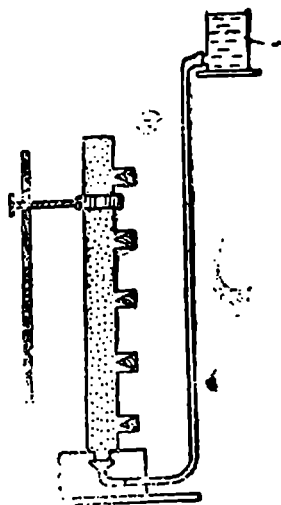
4. დაწნეხვას აწარმოებენ 10 წუთის განმავლობაში. ამ დროს წნევა კვერის ფართობზე უნდა იყოს 65.5 კგ/სმ²-ის ტოლი.

5. დაწნეხვის დამთავრების შემდეგ ქანს ათავისუფლებენ ფილტრის ქაღალდისაგან და საზღვრავენ მის ტენიანობას, რომელიც უნდა შეესაბამებოდეს მაქსიმალურ-მოლეკულურ ტენტევალობას. საკონტროლოდ ცდას იმეორებენ მეორე ნიმუშზე. პარალელურ განსაზღვრათა შორის დასაშვებია განსხვავება არა უმეტეს 2%-ისა. აღსანიშნავია, რომ 65,5 კგ/სმ² დატვირთვა მიღებულია იმ საშუალო სიდიდედ, რომელიც მიახლოებით ტოლია ფიზიკურად ბმული წყლის ზედაპირულ შრეებსა და თიხის ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების ძალების მინიმალური სიდიდისა, იმის მიხედვით, თუ როგორია თიხოვანი ქანების მინერალუთი შედგენილობა. ფორული წყლების მინერალიზაცია და შედგენილობა. ფიზიკურად ბმული წყლის ჰიდრატული გარსის სისქე და. შესაბამისად, წყალსა და ქანის ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების ძალა შეიძლება იცვლებოდეს გარკვეულ ფარგლებში. მაგრამ პრაქტიკული მიზნებისათვის ეს ძალა საკმარისი სიზუსტით შეიძლება მიღებულ იქნეს 65,5 კგ/სმ²-ის ტოლად. ნაკლები სიდიდით დატვირთვისას ქანში ნაწილობრივად დარჩება თავისუფალი მობილიზებული წყალი.

6. ცდის პროცესში მიღებული ყველა შედეგი შეაქვთ ჟურნალში ხოლო საბოლოო შედეგები შეაქვთ ჯამურ ცხრილში ანდა პერფობარათში.

ძვიშვანი

ქვიშების მაქსიმალური მოლეკულური ტენტევალობის განსაზღვრისათვის ყველაზე უფრო მოსახერხებელია მაღალი სვეტის მეთოდით ქანების ამ მეთოდით მაქსიმალური-მოლეკულური ტენტევალობის განსაზღვრა შეიძლება ხელსაწყოთი, რომელიც მოცემულია IV—5 ნახაზზე.



ნახ. IV—5. ქვიშების მაქსიმალური მოლეკულური ტენტევალობის მაღალი სვეტების მეთოდით განსაზღვრული დანადგარი.

ხელსაწყო შედგება 3—4 სმ დიამეტრის შინის ანდა ლითონის მილისაგან, რომლის სიგრძე 100 სმ-ია. მილს აქვს გვერდითი 1,5—2 სმ ხერხელები, რომლებიც ერთმანეთისაგან დაშორებულია 10 სმ-ით. ქვედა გვერდითი ხერხელი მილის კიდიდან დაშორებულია 5 სმ-ით. მილის ძირში მირჩილულია პატარა ბადიანი მილაკი. ამ მილაკს უერთებენ რეზინის მილს წნევიანი ავზიდან. მაქსიმალურ-მოლეკულური ტენტევადობის განსაზღვრის დროს უნდა გვექონდეს ყველა ის მოწყობილობა, რომელიც სჭირდება ტენიანობის განსაზღვრას.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. გვერდით ხერხელებს აცობენ რეზინის საცობებს და მილს ავსებენ გამოსადეგი ქვიშით. მილის ქვიშით შევსებას აწარმოებენ მცირე დოზებით, მსუბუქი დატყეპნით.

2. მილის ქვიშით ავსების შემდეგ მას უერთებენ რეზინის მილს წნევიანი ავზიდან. შემდეგ კი, შლანგზე პერიოდულად საჭერის გახსნით, ნელ-ნელა აჭერებენ ქვიშას წყლით მანამდე, სანამ მის ზედაპირზე არ გამოჩნდება წყლის აფსკი.

3. ქვიშის წყლით გაჭერების შემდეგ მილიდან ხსნიან რეზინის შლანგს და თავისუფალ გრავიტაციულ წყალს აძლევენ ჩამოდენის საშუალებას.

4. წყლის გადმოდენის შეწყვეტის შემდეგ მილის გვერდითი ხერხელებიდან იღებენ ქანის სინჯებს და საზღვრავენ ტენიანობას. ამისათვის სინჯებს ათავსებენ წინასწარ აწონილ ბიუქსებში და მაშინვე წონიან ტექნიკურ სასწორზე. შემდეგ კი ქვიშის თითოეული სინჯისათვის საზღვრავენ ტენიანობას.

5. მიღებული შედეგების მიხედვით ხელსაწყოს ზედა ნაწილში გამოყოფენ მუდმივი ტენიანობის ზონას, რომლის საშუალო მნიშვნელობა შეესაბამება ქვიშის მაქსიმალურ-მოლეკულურ ტენტევადობას. ტენიანობის მუდმივი ზონის დასადგენად ცდის შედეგები შეაქვთ IV—3 ცხრილში.

წყლის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა მილში ქანის გამოცდაზე, ახასიათებს მის წყალტევადობას, რომელიც ტოლია ქანის ტენიანობისა მისი სრული გაჭერების დროს. შესაბამისად, წყალტევადობა მოცემულ შემთხვევაში ტოლი უნდა იყოს

$$W_{\text{სა}} = \frac{g_2}{g_1} \cdot 100,$$

სადაც $W_{\text{სა}}$ — ქანის სრული წყალტევადობაა, %-ობით; g_2 — წყლის წონა, რომელიც დაიხარჯა მილში ჩატვირთული ქანის გაჭერებაზე; g_1 — მილში ჩატვირთული მშრალი ქანის წონა.

ქვიშის ტენიანობა წლის განმავლობაში შემდეგ

| გვერდითი ხერხელის ნომერი | ტენიანობა, % | მაქსიმალური მოლეკულური ტენიანობა, % |
|--------------------------|--------------|-------------------------------------|
| 1 | 1,6 | } 1,7 |
| 2 | 1,7 | |
| 3 | 1,6 | |
| 4 | 1,4 | |
| 5 | 1,7 | |
| 6 | 1,9 | |
| 7 | 8,2 | გარდამავალი ზონა |
| 8 | 14,9 | კაპილარული ტენიანობის ზონა |
| 9 | 15,1 | |
| 10 | 15,8 | |

§ 9

ქვიშებისა და სხვა ფხვიერი მონატეხი წყალგაჯერებული ქანების მკვიშებისა და სხვა ფხვიერი მონატეხი მონატეხი ქანების წყალგაცემა

ქვიშებისა და სხვა ფხვიერი მონატეხი წყალგაჯერებული ქანების თვისებას, გასცენ გარკვეული რაოდენობის წყალი თავისუფალი ჩამოდენით, ეწოდება წყალგაცემა. ასეთი ქანების წყალგაცემის განსაზღვრისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ მისი სრული წყალტევადობა $W_{ს.}$ და მაქსიმალურ-მოლეკულური ტენიანობა $W_{ა.}$. მათ შორის სხვაობა ტოლი იქნება ქანების წყალგაცემისა

$$W_{ფ.} = W_{ს.} - W_{ა.}$$

ქვიშების სრული წყალტევადობა შეიძლება განისაზღვროს გამოთვლით (იხ. § 6) ანდა, როგორც სხვა მონატეხი ქანებისათვის, გაჯერების მეთოდით (იხ. § 8 და, აგრეთვე, თავი III, § 4). ასეთ შემთხვევაში წყლის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა ქანის გაჯერებაზე მისი მოცემული სიმკვრივის დროს, შეფარდებული მშრალი ქანის წონასთან და გამოსატული %-ობით, ტოლი იქნება ქანის სრული წყალტევადობისა. ქვიშის წყალგაცემის გამოსათვლელად მაქსიმალურ-მოლეკულური წყალტევადობის განსაზღვრისათვის მიზანშეწონილია მაღალი სვეტის მეთოდის (იხ. გვ. 46) გამოყენება. კენჭნარისა და სხვა ფხვიერი მონა-

ტეხი ქანებისათვის მაქსიმალურ-მოლეკულურ ტენტევადობას საზღვრავენ, აგრეთვე; მალალი სვეტის მეთოდით, მაგრამ არა მთლიანი ქანისათვის, არამედ შემსებისათვის (ქვიშა-წვრილმარცვლოვანისათვის).

მალალი სვეტის მეთოდი გამოიყენება არა მარტო ქანის სრული წყალტევადობის, მაქსიმალურ-მოლეკულური ტენტევადობისა და წყალგადაცემის განსაზღვრისათვის, არამედ წყალგადაცემის კოეფიციენტის გამოსათვლელადაც. როგორც ცნობილია, იგი ტოლია თავისუფალი ჩამოდენილი წყლის მოცულობისა და ქანის მოცულობის ფარლობისა

$$\mu = \frac{i \cdot E_j}{V_j}$$

სადაც i არის წყლის მოცულობა, რომელიც თავისუფლად ჩამოდინდება მილში ჩატვირთული ქანიდან, ხოლო V_j — მილში ჩატვირთული ქანის მოცულობა.

§ 10

კაპილარული აწევის სიმალლე უზუალო დაკვირვების მეთოდი

კაპილარული აწევის სიმალლის განსაზღვრის ეს მეთოდი ძირითადად გამოიყენება ქვიშებისათვის. თიხოვანი ქანებისათვის ეს მეთოდი არ გამოდგება იმიტომ, რომ მათში წყლის კაპილარული აწევის დონე იზომება მეტრობით; ხოლო ამ სიმალლის მისაღწევად საჭირო დრო გრძელდება თვეობით.

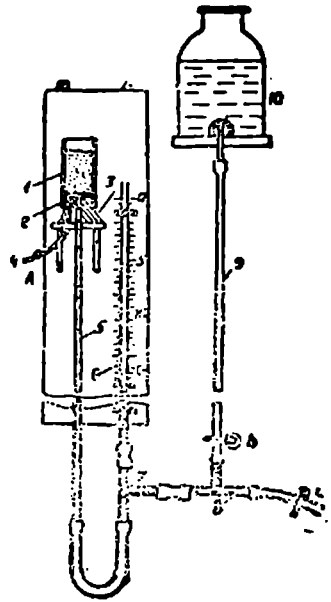
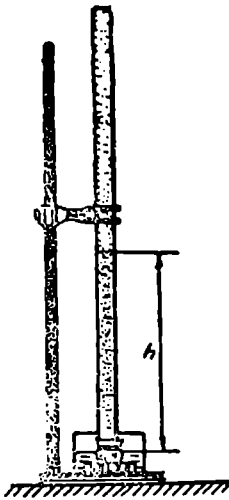
ამ მეთოდით კაპილარული სიმალლის განსაზღვრისათვის აუცილებელია შემდეგი: 1. 2—3 სმ დიამეტრისა და 80—100 სმ სიგრძის მინის მილი, რომელსაც ერთი ბოლოდან შემოკრული აქვს დოლბანდი ან ბადე; 2. მინის ქილა ანდა კრისტალიზატორი; 3. ძაბრი; 4. შტატივი; 5. ეურნალი.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. მინის მილს ძაბრის მეშვეობით ავსებენ ქვიშით. გავსებას აწარმოებენ მცირე ულუფებით და მსუბუქი დატკეპნით.

2. ქვიშიან მილს დგამენ მინის ქილაში ანდა კრისტალიზატორში, სპეციალურ სადგამზე ანდა ორ ასანთზე. ქილა (კრისტალიზატორი), თავის მხრივ, შეიძლება იყოს მოთავსებული შტატივის სადგამზე. ასეთ მდგომარეობაში მილს ამაგრებენ შტატივზე (ნახ. IV—6).

3. ქილაში ასხამენ წყალს ისე, რომ მილიზ ქვედა ბოლოდან ავი-



ნაბ. IV—6. დანადგარი უშუალო დაკვირვების გზით კაპილარული აწევის სიმაღლის განსაზღვრისათვის.

ნ.ბ IV—7. გ. კაპენსკის კონსტრუქციის კაპილარიმეტრი.

ღეს 0,5—1 სმ-მდე და აკვირდებიან ქვიშაში წყლის აწევას, მისი შეფერვის ცვლილებით (გამუქებით). წყლის ღონე ქილაში ცდის განმავლობაში უნდა იყოს მუდმივი.

4. ქვიშებში წყლის კაპილარულ აწევას ფიქსირებას უკეთებენ ეურნალში 5, 20, 30 წუთის განმავლობაში, შემდეგ კი — დღეღამურად, აწევის დამთავრებამდე. ქვიშებში დამყარებულ ღონეს თვლიან მაქსიმალურ კაპილარულ აწევად (H_p).

კაპილარიმეტრის მეთოდი

კაპილარული აწევის სიმაღლის განსაზღვრის ეს მეთოდი ძირითადად გამოიყენება ქვიშებისათვის, თუმცა ზოგჯერ მას ხმარობენ თიხოვანი ქანების (ქვიშნარის, თიხნარის) ბუნებრივ და დაშლილ მდგომარეობაში კვლევის დროსაც.

ამ მეთოდის გამოყენებისას უნდა გვეჩვენოს სპეციალური ხელსა-

წყო, რომელსაც კაპილარიმეტრი ეწოდება. ყველა მონაცემის რეგისტრაციისათვის, რომელიც მიღებული იქნება ცდის მომზადების და ჩატარების პროცესში. უნდა გვექონდეს უკონტროლო.

კვლევის ლაბორატორიულ პრაქტიკაში უფრო მიღებულია გ. კამენსკის კონსტრუქციის კაპილარიმეტრი (ნახ. IV—7).

20 სმ სიმაღლის, 4—6 სმ დიამეტრის მინის მილი 1 ხელსაწყოს ძირითადი ნაწილია. მილის ქვედა ნაწილში დამაგრებულია ლითონის ბადე 2 და რეზინის საცობი 3 ორი სხვადასხვა ზომის ნახვრეტით. მცირე დიამეტრის ნახვრეტში მოთავსებულია წვრილი მინის მილი 4 რეზინის მილითა და A მომჭერით; საცობის მეორე ხვრელში ჩადგმულია 0,5—1 სმ დიამეტრის მინის მილი 5, რომელზეც რეზინის მილით მიმაგრებულია 1-ს მსგავსი მანომეტრი 6. ამ მანომეტრის ქვედა ნაწილში მოთავსებულია სამკაპა 7, რომლის თავისუფალი ბოლო მიერთებულია მეორე სამკაპასთან 8. ეს უკანასკნელი უერთდება წნევიან ავზს 10 რეზინის ან მინის მილით 9, რომელზედაც დამაგრებულია მომჭერი B. სამკაპას მეორე ბოლო მთავრდება რეზინის 10—12 სმ სიგრძის მილით და C მომჭერით. მანომეტრი 6 და ძირითადი მინის მილი 1 დამაგრებულია ხის პანელზე, რომელსაც ჰკიდებენ კედელზე. პანელზე მანომეტრის მარჯვენა მუხლის გასწვრივ არის სანტიმეტრიანი სკალა. სკალის 1) დანაყოფი არის ლითონის ბადის 2 დონეზე.

ბანსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. მინის მილს 1 ავსებენ საკვლევი ქანით 8 სმ-ის სიმაღლეზე. ავსებენ პატარა ულუფებით და თანდათანობით ტკეპნიან. თუ ქანი შეიცავს წვრილ თიხოვან ნაწილაკებს, მაშინ სპილენძის ბადეზე ყრიან მსხვილ-მარცვლოვანი ქვიშის ფენას.

ბუნებრივი აღნაგობის თიხოვან ქანში კაპილარული აწევის სიმაღლის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ფ. სავარენსკის მეთოდი. მონოლითს იღებენ კაპილარიმეტრის მილის 1 ტოლი დიამეტრის მჭრელი ცილინდრით. ამ ცილინდრის ქვედა ბოლოს აცობენ ხვრელბიანი რეზინის საცობს და იყენებენ როგორც კაპილარიმეტრის ზედა ნაწილს. ბუნებრივი აღნაგობის თიხოვან ქანებში კაპილარული აწევის სიმაღლე შეიძლება განისაზღვროს უშუალოდ კამენსკის კაპილარიმეტრში. ამისათვის კრიან მონოლითს და აყენებენ მას სველი ქვიშის ფენაზე კაპილარიმეტრის 1 მილში. დარჩენილ სიციარიელეს მონოლითსა და მილის კედლებს შორის ავსებენ ბლანტი თიხით ანდა გამდნარი პარაფინით.

2. ხსნიან A და B დამპყრებებს და კეტავენ C დამპყრეს, შემდეგ თანდათან აჯერებენ ქანს წყლით მანამდე, სანამ ქანის ზედაპირზე არ გამოჩნდება წყლის აფსკი. ქანის წყლით გაჯერებას თანდათანობით ახდენენ, რათა არ მოხდეს ხელსაწყოში ჩატვირთული ქანის დაშლა. A დამპყერი უნდა გაიხსნას დაგროვილი ჰაერის გამოსაშვებად, სანამ პატარა მილში წყალი არ გამოჩნდება, მერე კი მას კეტავენ.

3. ქანის წყლით გაჯერების შემდეგ B დამპყრეს კეტავენ, ხოლო C დამპყრეს ნელ-ნელა აღებენ. ამ დროს წყლის დონე მანომეტრის მარჯვენა მუხლში თანდათან დაიკლებს გარკვეულ მომენტამდე, რის შემდეგაც მილში წყლის დონე შეჩერდება ანდა დაიწყებს ზემოთ აწევას.

4. იმ მომენტში, როდესაც წყლის დონე მანომეტრის მარჯვენა მუხლში გაჩერდება, აუცილებელია ანათვლის აღება სკალაზე, ეს კი შეესაბამება გამოსაცდელი ქანის კაპილარული აწევის სიმაღლეს. იმისათვის, რომ წყლის დონის გაჩერების მომენტი მანომეტრში არ გამოგვრჩეს, საჭიროა C დამპყერი გაიღოს თანდათანობით, რათა წყალი ჩამოიწრიტოს ნელა.

5. შედეგების შესამოწმებლად ცდას იმეორებენ.

6. ცდის მსვლელობას აღწერენ ჟურნალში, ხოლო საბოლოო შედეგს იწერენ ჯამურ ცხრილში.

§ 11

ქანების წყალშელწევადობის განსაზღვრა

ქანების წყალშელწევადობის მაჩვენებლებია: ფილტრაციისა და შელწევადობის კოეფიციენტები და კუთრი წყალშთანთქმა. ფილტრაციის კოეფიციენტისა და წყალშელწევადობის განსაზღვრისათვის იყენებენ როგორც საველე, ასევე ლაბორატორიულ მეთოდებს. ლაბორატორიულ პირობებში ფილტრაციის კოეფიციენტს საზღვრავენ ძირითადად ფხვიერი შეუკავშირებელი — ქვიშოვანი და რბილი შეკავშირებული თიხოვანი ქანებისათვის. მსხვილმონატეხოვანი ქანებისათვის, აგრეთვე კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის, რომელთა წყალშელწევადობა ძირითადად გაპირობებულია მათი ღრულოვნებითა და ნაპრალოვნებით, ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა მხოლოდ საველე მეთოდებით წარმოებს.

ლაბორატორიულ პირობებში ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა ხდება სპეციალური ხელსაწყოთა საშუალებით ბუნებრივ და დაშლილ მდგომარეობაში მყოფი ქანებისათვის და არაპირდაპირი გზით ქანების გრანულომეტრიული შემადგენლობისა და ფორიანობის

მიხედვით. ანდა იმ დროის განსაზღვრით, რომელიც საჭიროა მოცემული დატვირთვით ქანის შემკვრივებისათვის.

გამოყენებული ხელსაწყოების მიხედვით ლაბორატორიული განსაზღვრა შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ხელსაწყოები, რომლებიც ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისას საშუალებას იძლევიან გავითვალისწინოთ დატვირთვის გავლენა; ესენია კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოები (მასლოვისა და სხვ.). მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ხელსაწყოები, რომლებითაც ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა წარმოებს დატვირთვის გავლენის გათვალისწინების გარეშე (გ.კამენსკის, გ. ტიმეს და სხვა ხელსაწყოები).

ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის ყველა ლაბორატორიული მეთოდი ნაკლებად ზუსტია საველესთან შედარებით, რადგანაც ისინი ეყრდნობიან ცალკეული ნიმუშების თვისებათა კვლევას; ხოლო საველე მეთოდების დროს (ამოტუმბვა, ჩატუმბვა) კვლევა ხდება არა ცალკეული ნიმუშების, არამედ ბუნებრივი წოდის პირობებში მყოფი დანალექების მთელი კომპლექსისა. ამიტომ, როდესაც ლაბორატორიული განსაზღვრის შედეგად მიღებული უნდა იქნეს საშუალო მახასიათებელი ქანების მთელი კომპლექსისათვის, უნდა შევიწავლოთ ნიმუშების საკმარისი რაოდენობა, რომელიც აიღება აღნიშნული ქანების კომპლექსიდან მცირე ინტერვალებით. ზოგჯერ საჭიროა გავარკვეოთ ქანის სიზრქეში ჩართული და თავისი თვისებებით მისგან განსხვავებული მცირე სისქის შრეების, ფენებისა და ლინზების ფილტრაციული თვისებები. ასეთ შემთხვევაში ლაბორატორიული მეთოდები უფრო ხელსაყრელია, რადგან ისინი საშუალებას იძლევიან, გამოვიკვლიოთ ქანები შერჩევით, ცალკეული პორიზონტებიდან. ზოგიერთი ლაბორატორიული მეთოდი ჭერჭერობით არ შეიძლება შეიცვალოს არც ერთი საველე მეთოდით, მაგალითად, ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა ისე-ი ხელსაწყოებით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან გავითვალისწინოთ დატვირთვის გავლენა, რაც განსაკუთრებით საინტერესოა ქანების საშენებლო თვისებათა შეფასების დროს. დაბოლოს, ბევრი ლაბორატორიული მეთოდი არ მოითხოვს რთულ მოწყობილობას, არაშრომატევადია, გამოირჩევა სიმარტივეთა და მცირე ღირებულებით. ამიტომ ისინი საშუალებას იძლევიან ვაწარმოოთ მასობრივი განსაზღვრები.

შედარებით ზუსტ შედეგებს გვაძლევს ის ხელსაწყოები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ განვსაზღვროთ ფილტრაციის კოეფიციენტი დაუშლელი აღნაგობის ქანებზე (ნ. მასლოვის, გ. კამენსკის ხელსაწყოები და სხვა). შედარებით ნაკლებად ზუსტად ითვლება ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა ქანების გრანულომეტრიული შედგე-

ნილობისა და ფორიანობის მიხედვით. ეს მეთოდი ძირითადად გამოიყენება ქვიშიანი ქანებისათვის. თიხოვანი ქანებისათვის იგი არ გამოდგება, რადგანაც მათი ფილტრაციის კოეფიციენტი დამოკიდებულია არა მარტო გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე, არამედ მათ აღნაგობაზეც.

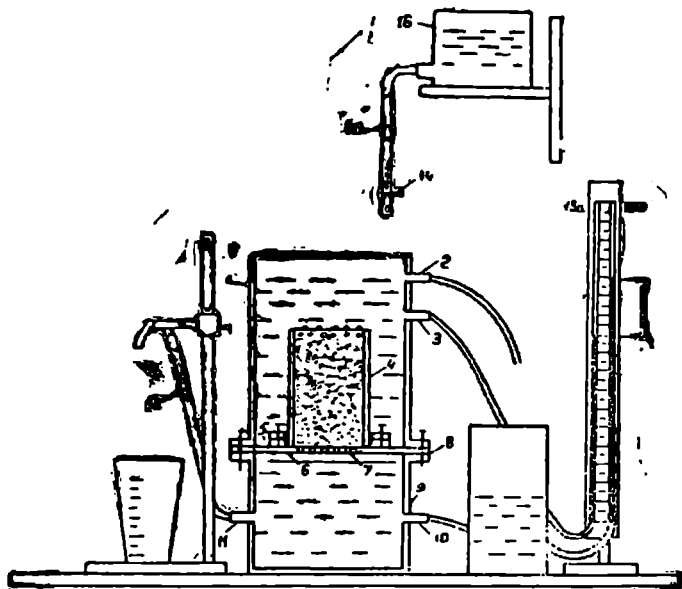
ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის და შეღწევადობის კოეფიციენტის განსაზღვრის ლაბორატორიული მეთოდების აღწერა მოცემულია ქვემოთ.

3. კამენსკის ხელსაწყო

ფხვიერი ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის არაქტივაში ყველაზე უფრო გავრცელებულია ე. წ. კამენსკის ხელსაწყო. იგი გამოიყენება დაშლილი და ბუნებრივი აღნაგობის ქანების კვლევისათვის. ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ხელსაწყოს გარდა უნდა გვექონდეს შემდეგი მოწყობილობა: 1. მინის ბოთლი ტუბუსით 5—8 ლ მოცულობისა; 2. 500 სმ³-ის საზომი ცილინდრი; 3. საათი ანდა წამმზომი; 4. თერმომეტრი; 5. ჟურნალი (იხ. ცხრ. IV—4)

ა. ამენსკის ხელსაწყო (ნახ. IV—8) შედგება ცილინდრისაგან 1 და მანაწილებელი რეზერვუარისაგან 9, რომელთა მილტუჩები 8 ერთმანეთთან შეერთებულია ქანჭიკებით. ცილინდრი გამოყოფილია მანაწილებელი რეზერვუარიდან ლითონის დისკოთი 6, რომელიც რეზინის საფენებთან ერთად მოჭერილია მილტუჩებს შორის. დისკოზე 6 ზედა მხრიდან მირჩილულია რგოლი 5, რომლის შიგნით არის ნახვრეტებიანი ცხაურა 7. მირჩილულ რგოლს 5 აქვს ქანჭიკები ხრახნით. ცდის დროს რგოლში 5 დისკოზე 6 ცხაურაზე 7 იდგმება მჭრელი ცილინდრი 4 ქანით. ცილინდრის დიამეტრია 10 სმ, სიმაღლე 5, 10 და 15 სმ. მჭრელი ცილინდრის 4 დაყენების შემდეგ მას აცვამენ მეორე რგოლს, რომელსაც აქვს ნახვრეტები, რომელშიც ატარებენ ქანჭიკებს. ქანჭიკებს უქერენ ქანებს, რომლებიც მოჭიმავენ რგოლებს და უქერენ მათ შორის მოთავსებულ მრგვალ რეზინის საფენსა და მჭრელ ცილინდრს.

ცილინდრს 1 გვერდიდან აქვს ორი ნახვრეტი, რომლებშიც მირჩილულია შტუცერები 2 და 3. ქვედა შტუცერი 3 რეზინის მილით მიერთებულია მინის პიეზომეტრთან 13. ხოლო ზედა 2 გამოიყენება ხელსაწყოში წყლის მუდმივი დონის შესანარჩუნებლად. მანაწილებელ რეზერვუარს 9 აქვს ორი ნახვრეტი შტუცერებით 10 და 11. რომელთაგან ერთთან 10 რეზინის მილით მიერთებულია მეორე მინის პიეზომეტრი 13, ხოლო მეორესთან 11 მიერთებულია რეზინის მარეგულირებელი მილი 12, რომელიც გამოიყენება ქანის წყლით გასაჯერებლად ხელსაწყოს დატვირთვისას და წნევის რეგულირებისათვის ცდის დროს გა-



ნახ. IV—8. გ. კამენსკის ხელსაწყო ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ფილტრაციის კოფიციენტის განსაზღვრისათვის.

ფილტრული წყლის ნაკადის გამოსადენად.

მინის პიეზომეტრები 13 ა და 13 ნ დამაგრებულია ხის პანელზე მილიმეტრიანი სკალით. სკალის 0 დანაყოფი უნდა იყოს პანილის ქვედა ნაწილში. ხელსაწყოს დგამენ მაგიდაზე; მასზე ზევით სპეციალურ საყრდენზე ანდა თაროზე აყენებენ ბოთლს ტუბუსით 16, რომლისგანაც გამოდის მიმყვანი მილი 15 დამჭერით 14. ხელსაწყოს რეზინის მარეგულირებელ მილს 12 ამაგრებენ შტატივზე.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. იმის შემდეგ, რაც ხელსაწყოს დავდგამთ მაგიდაზე, მის ქვედა ნაწილს ცხატრამდე 7 ავსებენ წყლით მარეგულირებელი რეზინის მილით 12, რომელსაც ამ მიზნით უერთებენ წყლიან ბოთლთან მიმყვან მილს 15.

2. მონოლითიდან მჭრელი ცილინდრის 4 საშუალებით კრიან ნი-მუშს ზემოთ აღწერილი ხერხით (იხ. III თავი, § 3). მჭრელი ცილინდ-

რით 4 მონოლითი შეიძლება გამოიჭრას უშუალოდ საველე პირობებში ამა თუ იმ სამთო გამონამუშევარში. მონოლითს ათავსებენ ცილინდრის 1 ცხაურზე 7, რომელზედაც დადებულია წვრილი ლითონის ზადე ანდა დოლბანდი.

დაშლილი აღნაგობის ქანს ათავსებენ ხელსაწყოში დატკეპნით და წყლით გაჭერებით. გაჭერებას ახდენენ ქვემოდან მიმყვანი მილის მომჭერის 14 პერიოდული ვალებით. ხელსაწყო უნდა ჩაიტვირთოს მჭრელი ცილინდრის 4 ზედა კიდემდე. თუ ვიციტ მჭრელი ცილინდრის მოცულობა და ქანის წონა, რომელიც მოთავსებულია ცილინდრში, გამოვიტვირთოთ ქანის ჩონჩხის მოცულობას, ე. ი. სიმკვრივეს, რომლის დროსაც იგი გამოიცილება წყალშელწვეადობაზე. თუ არა გვაქვს სპეციალური დავალება, ქვიშების ფილტრაციის კოეფიციენტი უნდა განისაზღვროს ფხვიერ და მკვრივ მდგომარეობაში. ხელსაწყოში ქანი უნდა დაიფაროს ბრეშის 2—3 სმ სისქის ფენით, რათა დავიცვათ იგი გარეცხვისაგან ხელსაწყოში ზევიდან წყლის მიწოდების დროს.

3. ხელსაწყოს დატვირთვის შემდეგ ქვემოდან წყლის მიწოდებას წვეტენ. მარეგულირებელ მილს 12 ხსნიან მიმყვანი მილისაგან 15 და ამაგრებენ შტატივზე ზედა გვერდითი ნახვრეტის დონეზე შტუცერთან. მიმყვანი 15 მილი გადააქვთ ხელსაწყოს ზემოთ და 14 დამჭერის ვალებით. ხელსაწყოს ავსებენ წყლით ზედა გვერდით ნახვრეტამდე შტუცერთან 2.

4. ხელსაწყოს მომზადების შემდეგ ამოწმებენ პიეზომეტრის მუშაობას. თუ მარეგულირებელი რეზინის მილი 12 დამაგრებულია ზედა გვერდითი ნახვრეტის დონეზე შტუცერთან 2, ქვიშაში წყლის მოძრაობა არ უნდა მოხდეს, ამიტომ წყლის დონე ორივე პიეზომეტრში (13 ა, 13 ბ) ერთსა და იმავე სიმაღლეზე უნდა იყოს. თუ წყლის დონეები პიეზომეტრებში არ დგება ერთსა და იმავე დონეზე, ეს ნიშნავს, რომ ერთ-ერთი მათგანი უწესიერია — ან წყალს უშვებს, ან გამოგნესილია, ან კიდევ მასში არის ჰაერის ბუშტულები. პიეზომეტრი აუცილებლად უნდა გასწორდეს.

5. პიეზომეტრების გასინჯვის შემდეგ იწყებენ ცდას. რისთვისაც მარეგულირებელ მილს 12 ათავსებენ ხელსაწყოში ჩატვირთული საცდელი ქანის სიმაღლის ზედა მესამედის ნახევარზე. ასეთ მდგომარეობაში მარეგულირებელი მილით 12 იქმნება წნევის გრადიენტი, რის გავლენითაც წყალი იწყებს გაფილტვრას ქანში და შემოსვლას მარეგულირებელი მილით 12.

6. ხელსაწყოში წყლის მუდმივი დონისა და, შესაბამისად, მუდმივი წნევითი გრადიენტის შესანარჩუნებლად აღებენ მიმყვან მილს 15, რომლის საშუალებითაც წყალი ბოთლიდან შემოდის ხელსაწყოში

დამჭერით 14. დამჭერის მეშვეობით ცდილობენ არეგულირონ ხელსაწყოში წყლის შემოსვლა ისე, რომ ის იყოს საკმარისი ფილტრაციისათვის და მისი დონე ხელსაწყოში იყოს მუდმივი. ეს შეიძლება მიღწეულ იქნეს მაშინ. როდესაც ფილტრაციასთან ერთდროულად ზედა გვერდითი ნახვრეტიდან შტუპერით 2 წყალი გამოედინება წვეთების ანდა სუსტი ქავლის სახით.

7. მას შემდეგ რაც, ქანში წყლის ფილტრაციისას პიეზომეტრებში დამყარდება წყლის მუდმივი დონე, აწარმოებენ შემდეგ ოპერაციებს:

ა) იღებენ პიეზომეტრების ჩვენებას და ითვლიან დონეთა სხვაობას მათ შორის;

ბ) ზომავენ მარეგულირებელი მილიდან 12 გამოდინებულ წყლის ხარჯს t (წმ) დროის განმავლობაში, რომელიც საჭიროა მარეგულირებელი მილის ქვეშ შედგმული V (სმ³) მოცულობის საზომი ცილინდრის გასავსებად. აქედან ხარჯი ტოლია

$$u = \frac{V}{t}, \text{ სმ}^3/\text{წმ};$$

ვ) ზომავენ ხელსაწყოში წყლის ტემპერატურას.

8. მიღებული შედეგებით ფილტრაციის კოეფიციენტს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით

$$K_{\Phi} = \frac{Q \cdot 864}{F l},$$

სადაც Q არის წყლის ხარჯი, რომელიც იფილტრება F განივკვეთში ერთეულ დროში გაზომილი ცდის პროცესში, სმ³/წმ; F — ხელსაწყოში ცილინდრის განივკვეთის ფართობი ტოლია იმ ქანის განივკვეთის ფართობისა, რომელშიც იფილტრება წყალი, სმ; l — წნევითი გრადიენტი, რომელიც უდრის საშუალო წნევით შეფარდებას ფილტრაციის გზის l სიგრძესთან, ე. ი. $l = \frac{h}{l}$, სადაც l არის მკრელი ცილინდრის

4 სიმაღლე, სმ; K_{Φ} — ფილტრაციის კოეფიციენტი, მ/დღე-ღამეში; 864 — გადამყვანი კოეფიციენტი სმ³/წმ ანდა მ/დღე-ღამეში.

9. ცდის შედეგების დასაყვანად მუდმივ ტემპერატურამდე, მაგალითად, 10°C-მდე ანდა რომელიმე სხვა ტემპერატურამდე, გამოითვლიან და ითვალისწინებენ შესწორებას ტემპერატურაზე პუაზელის ფორმულით

$$T\Pi = 1 + 0,0137 T + 0,000221 T^2.$$

იმისათვის, რომ დაიყვანონ ცდის შედეგები საჭირო ტემპერატურამდე, მიღებული ფილტრაციის კოეფიციენტი უნდა გამრავლდეს

ტემპერატურულ შესწორებაზე, რომელიც შეესაბამება წყლის იმ ტემპერატურას, რომელზედაც უნდა დაეიყვანოთ მიღებული კოეფიციენტი, და ყოფენ იმ შესწორებაზე, რომელიც პასუხობს იმ ტემპერატურას, რომლის დროსაც იყო განსაზღვრული ფილტრაციის კოეფიციენტი

$$K_{\text{გ.ს}} = \frac{K_{\text{გ.გ}} \cdot T_{\text{II}}}{T_{\text{II}}}$$

ტემპერატურული შესწორების უკეთესად გამოყენებისათვის, პუაზე-ილის ფორმულის მიხედვით, განვიხილოთ შემდეგი მაგალითი: $K_{\text{გ.}} = 8$ მ/დღე-ღამეში, $T = 17^{\circ}\text{C}$. საჭიროა განისაზღვროს $K_{\text{გ.}}$ $T = 10^{\circ}\text{C}$. ცხრილის მიხედვით (იხ. დანართი 2) ეპოულობთ $T // 10^{\circ}\text{C}$ -ისათვის, რომელიც ტოლია 1,36-ის და 17°C -ისათვის, რომელიც ტოლია 1,64-ის, $K_{\text{გ.ს}}$ ვითვლით 10°C -ის დროს ფორმულით

$$K_{\text{გ.10}} = \frac{8 \cdot 1,36}{1,64} = 6,63 \text{ მ/დღე-ღამეში.}$$

10. პირველი ცდის შედეგად ფუნქციის კოეფიციენტის გამოთვლის შემდეგ ცდას იმეორებენ ორი სხვადასხვა წნეევითი გრადიენტის დროს. ამისათვის განმეორებითი ცდის შედეგად რეზინის მარეგულირებელ მილს 12 ათავსებენ ნახევარ სიმაღლეზე, ხოლო მესამე ცდის დროს — გამოსაცდელი ქანის შესამედ სიმაღლეზე. დაშლილი სტრუქტურის ქანების გამოცდისას ცდას იმეორებენ ასეთივე თანამიმდევრობით, ხოლო ნიმუშს ხელსაწყოში ათავსებენ მოცემულ ანდა სხვა სიმკვრივის პირობებში.

11. ყველა ანათვალის და გაზომვები, რომლებიც ცდის დროს იქნა შესრულებული, და, აგრეთვე, ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე შეაქვთ სამუშაო ჟურნალში (ცხრ. IV—4), ხოლო საბოლოო შედეგი კი — ჭამურ ცხრილში ანდა პერფორატორში (იხ. დანართი 3 და 4).

3. ტიშის ხელსაწყო

გ. ტიშის ხელსაწყო გამოიყენება დაშლილი აღნაგობის ფხვიერი შეუკავშირებელი ქანების გამოსაცდელად. გ. ტიშის ხელსაწყოში ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის, ხელსაწყოს გარდა საჭიროა გვექონდეს: 1. 5—8 ლ მოცულობის მინის ბოთლი ტუბუსით, რომელიც წყლითაა სავსე; 2. 500 სმ³-ის მქონე საზომი ცილინდრი; 3. წამწახომი; 4. თერმომეტრი; 5. ჟურნალი (იხ. ცხრილი IV—4).

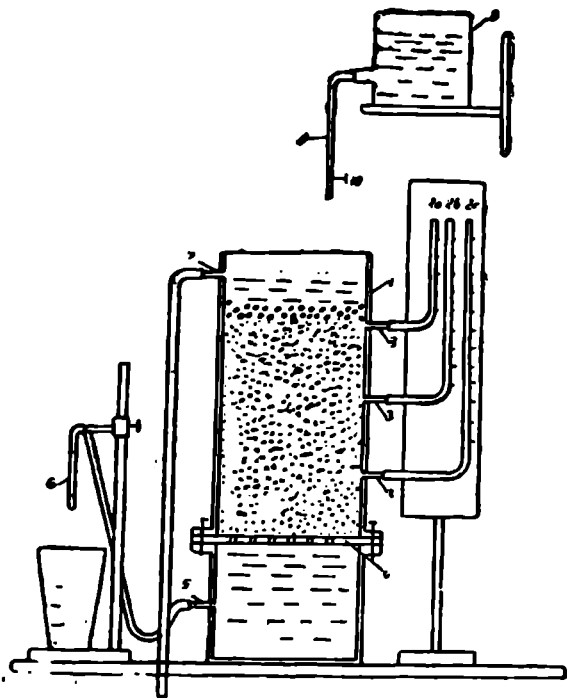
გ. ტიშის ხელსაწყო (იხ. ნახ. IV — 9) შედგება 40 სმ სიმაღლისა და 10 სმ დიამეტრის ცილინდრისაგან 1 ყრუ დაკეტილი ძირით. ცილინდრ-

ბ. კამენუის, ბ. ტიეხა და დ. კამენუის ხელმოწერების ფორმისათვის

ბელსაშუს ნომერი
ბელსაშუს გერული რეგლამი ანდა ტელინდრის შიგა დიაგრამი
ნომერის განმარტების ფურთოლი, ჰ.
ფორმისათვის ბრის სივრცე, T

| ფორმისათვის შეივნილი ფორმისათვის ბრის სივრცე, T | პარამეტრების სივრცე | პარამეტრების სივრცე | ბრის სივრცე, T |
|--|-----------------------------|------------------------|----------------|
| ფორმისათვის შეივნილი ფორმისათვის ბრის სივრცე, T | 1 | 2 | 3 |
| $K = \frac{A}{B}$, სმ/სმ | $\frac{h_1 + h_2}{2}$ სმ | h_1 1-2 | h_2 2-3 |
| ბრის სივრცე, T | ბრის სივრცე, T | ბრის სივრცე, T | ბრის სივრცე, T |
| ბრის სივრცე, T | ბრის სივრცე, T | ბრის სივრცე, T | ბრის სივრცე, T |

ფორმისათვის
შეივნილი
ფორმისათვის
ბრის სივრცე, T



ნახ. 17—9. ფილტრაციის კოფიციენტის განსაზღვრისათვის
გ. ტიმეს ხელსაწყო.

ში 8—10 სმ-ის სიმაღლეზე ფსკერიდან დამაგრებულია ლითონის ცხაური 4, რომელიც ცილინდრს ყოფს ორ არათანაბარ ნაწილად. მის ზედა ნაწილს . . . ცდის დროს ავსებენ ქანით, ხოლო ქვედა ნაწილში ასხამენ წყალს. ცილინდრის ზედა ნაწილს ერთი მხრიდან აქვს სამი ხერელო 10 სმ-ის ინტერვალით, რომელშიც მირჩილულია შტუცერი 3. ცილინდრის შიგა მხრიდან ხერელები დაფარულია წერილი ლითონის ზადით. შტუცერი 3 რეზინის მილით მიერთებულია მინის სამ პიეზომეტრთან (2a, 2b, 2c), რომლებიც საჭიროა წყლის პიეზომეტრული დონის გასაზომად მუშა ცილინდრის შესაბამის კვეთებში 1.

მინის პიეზომეტრები (2a, 2b, 2c) დამაგრებულია ხის პანელზე, რომელზედაც დატანებულია მილიმეტრებიანი სკალა. სკალის 0 დანაყოფი პანელის ქვედა ნაწილშია. მუშა ცილინდრის (1) ზედა ნაწილში

არის გვერდითი ნახერეტი, რომელთანაც შტუცერის (5) მეშვეობით მიერთებულია რეზინის მარეგულირებელი მილი 6, რომელიც განკუთვნილია ქანის წყლით გაჭერებისათვის და აგრეთვე წნევისა და გასაფილტრი წყლის ჩადინების რეგულირებისათვის ცდის დროს.

ცდის დროს ხელსაწყოს დგამენ მაგიდაზე; ხელსაწყოს ზემოთ სპეციალურ სადგამზე ანდა თაროზე დგამენ ტუბუსიან ბოთლს 8, რომლისგანაც გამოდის მიმყვანი მილი 9 სპეციალური დამჭერით 10. ხელსაწყოს რეზინის მარეგულირებელ მილს 6 ამაგრებენ შტატივზე.

ხანსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. გ. ტიმეს ხელსაწყოში ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის მსვლელობა ისეთივეა, როგორც გ. კამენსკის ხელსაწყოში.

2. ქანის ჩატვირთვას ამ ხელსაწყოში ახდენენ უშუალოდ მუშა ცილინდრში თანდათანობით, 3—5 სმ სისქის ფენებით გზადაგზა ქანს ტკეპნიან და აჭერებენ წყლით. ცილინდრში ჩატვირთული ქანის წონის და მოცულობის მიხედვით საზღვრავენ ქანის ჩონჩხის მოცულობით წონას.

3. იმის შემდეგ, როცა ხელსაწყო მზადაა ცდისათვის, ამოწმებენ პიეზომეტრების მუშაობას.

4. შემდეგ იცავენ იმავე თანამიმდევრობას, როგორც კამენსკის ხელსაწყოთა მუშაობისას.

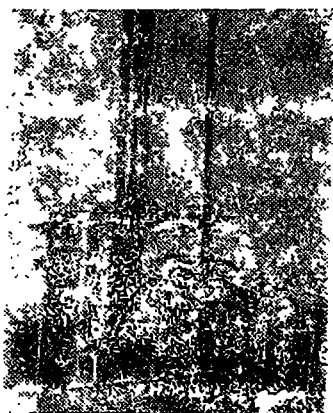
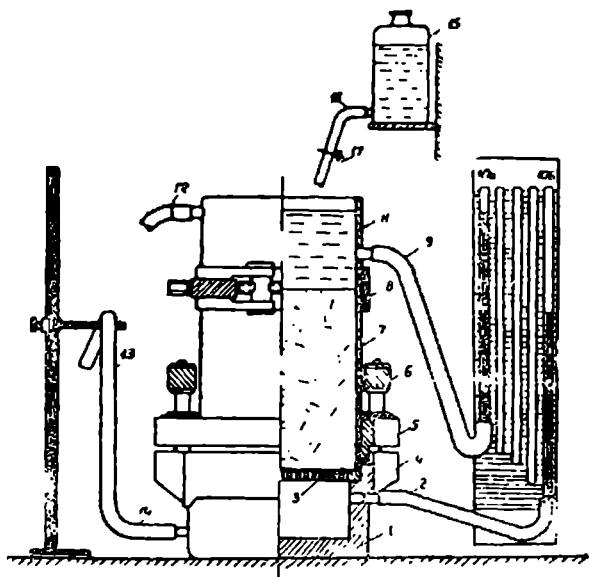
5. ფილტრაციის კოეფიციენტს ანგარიშობენ ფორმულით

$$K_{\phi} = \frac{Q \cdot 864}{F l}$$

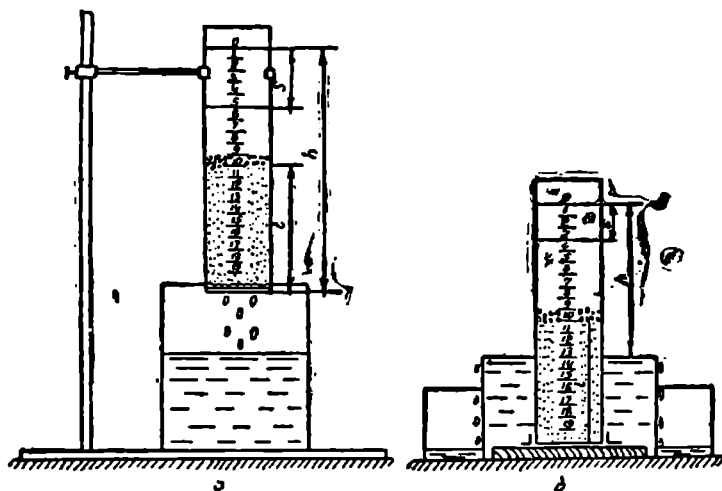
დ. კაპეტკის ხელსაწყო

ფხვიერი ქვიშოვანი და თიხოვანი ბუნებრივი და დაშლილი სტრუქტურის მქონე ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განმსაზღვრელ ხელსაწყოს წარმოადგენს დ. კაპეტკის ხელსაწყო. ეს ხელსაწყო არსებითად მოდერნიზებულია ლენინგრადის სამთო ინსტიტუტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის კათედრაზე. მუშაობის პრინციპული სქემა არაფრით არ განსხვავდება გ. კამენსკისა და გ. ტიმეს ხელსაწყოებისაგან. ზოგიერთი მისი კონსტრუქციული თავისებურებანი კი გვაძლევს უფრო ფართო შესაძლებლობას ქანების ფილტრაციული თვისებების განსაზღვრისათვის.

დ. კაპეტკის ხელსაწყო (ნახ. IV—10) შედგება მანაწილებელი რეზერვუარისაგან 1 მკრელი ცილინდრით 7 და ზედა ცილინდრით 11.



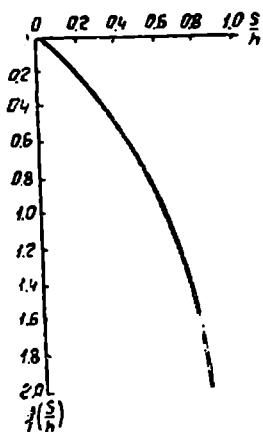
ნახ. IV—10. დ. კაპეცის ხელსაწყო ფილტრაციის კოეფიციენტის
 განსაზღვრისათვის:
 ა — სქემა; ბ — საერთო ხედი.



ნახ. VI—11. გ. კაენსკის მილი.

მანაწილებელი რეზერვუარი 1 წარმოადგენს ჰიქას 11 სმ სიმაღლისა და დიამეტრის მქონე ყრუ ძირით. ზედა ნაწილში მას აქვს მცირე ზომის შიგნაჩარხი, რაც ქმნის მრგვალ შევრილს. შევრილზე მოთავსებულია ნახვრეტებიანი თითბრის დისკო

9, რომელზედაც ათავსებენ ლითონის ბადეს ანდა დოლბანდს და დგამენ ქანთან მჭრელ ცილინდრს 7. გარე მხრიდან მანაწილებელ რეზერვუარს 1 მიჩნეული აქვს რგოლი 4 ოთხი შევრილით, რომლებშიც ჩაკეთებულია ჰანკიკები 6. ჰანკიკების საშუალებით ხორციელდება მანაწილებელი რეზერვუარის 1 და რგოლის 5 (რომელიც ეცმება ცილინდრს 7) ურთიერთმიმაგრება. შემაერთებელ რგოლებს 4 და 5 შორის ჩაკერილია რეზინის რგოლური საფენი, რომელიც განაპირობებს მჭიდრო კავშირს მანაწილებელ რეზერვუარ-1 და მჭრელ ცილინდრს 7 შორის.



ნახ. IV—12. $f\left(\frac{S}{h}\right)$ სილიდის გრაფიკი.

მანაწილებელ რეზერვუარს 1 აქვს ორი სარინი 2 და 14, რომელთაგან ერთი 2 მიერთებულია მინის პიეზომეტრთან 10, ხოლო მეორე 14 რეზინის მარეგულირებელ მილთან 13. მჭრელი ცილინდრი 7 წარმოადგენს ლითონის, ჩვეულებრივ შიგა დიამეტრისა და 10 სმ სიმაღლის ფოლადის რგოლს. მჭრელი ცილინდრის 7 ერთი კიდე ბასრად

ცხრილი IV—5

ფუნქციის მნიშვნელობა

| $\frac{S}{h}$ | $f\left(\frac{S}{h}\right)$ | $\frac{S}{h}$ | $f\left(\frac{S}{h}\right)$ | $\frac{S}{h}$ | $f\left(\frac{S}{h}\right)$ |
|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
| 0,01 | 0,010 | 0,36 | 0,446 | 0,71 | 1,238 |
| 0,02 | 0,020 | 0,37 | 0,462 | 0,72 | 1,273 |
| 0,03 | 0,030 | 0,38 | 0,478 | 0,73 | 1,309 |
| 0,04 | 0,040 | 0,39 | 0,494 | 0,74 | 1,347 |
| 0,05 | 0,051 | 0,40 | 0,510 | 0,75 | 1,386 |
| 0,06 | 0,062 | 0,41 | 0,527 | 0,76 | 1,427 |
| 0,07 | 0,073 | 0,42 | 0,545 | 0,77 | 1,470 |
| 0,08 | 0,083 | 0,43 | 0,562 | 0,78 | 1,514 |
| 0,09 | 0,094 | 0,44 | 0,580 | 0,79 | 1,561 |
| 0,10 | 0,105 | 0,45 | 0,598 | 0,80 | 1,609 |
| 0,11 | 0,117 | 0,46 | 0,616 | 0,81 | 1,661 |
| 0,12 | 0,128 | 0,47 | 0,635 | 0,82 | 1,715 |
| 0,13 | 0,139 | 0,48 | 0,654 | 0,83 | 1,771 |
| 0,14 | 0,151 | 0,49 | 0,673 | 0,84 | 1,833 |
| 0,15 | 0,163 | 0,50 | 0,693 | 0,85 | |
| 0,16 | 0,174 | 0,51 | 0,713 | 0,86 | 1,966 |
| 0,17 | 0,186 | 0,52 | 0,734 | 0,87 | 2,040 |
| 0,18 | 0,198 | 0,53 | 0,755 | 0,88 | 2,120 |
| 0,19 | 0,210 | 0,54 | 0,777 | 0,89 | 2,207 |
| 0,20 | 0,223 | 0,55 | 0,799 | 0,90 | 2,303 |
| 0,21 | 0,236 | 0,56 | 0,821 | 0,91 | 2,408 |
| 0,22 | 0,248 | 0,57 | 0,844 | 0,92 | 2,526 |
| 0,23 | 0,261 | 0,58 | 0,868 | 0,93 | 2,659 |
| 0,24 | 0,274 | 0,59 | 0,892 | 0,94 | 2,813 |
| 0,25 | 0,288 | 0,60 | 0,916 | 0,95 | 2,996 |
| 0,26 | 0,301 | 0,61 | 0,941 | 0,96 | 3,219 |
| 0,27 | 0,315 | 0,62 | 0,967 | 0,97 | 3,507 |
| 0,28 | 0,329 | 0,63 | 0,994 | 0,98 | 3,912 |
| 0,29 | 0,343 | 0,64 | 0,022 | 0,99 | 4,000 |
| 0,30 | 0,357 | 0,65 | 1,050 | | |
| 0,31 | 0,371 | 0,66 | 1,079 | | |
| 0,32 | 0,385 | 0,67 | 1,109 | | |
| 0,33 | 0,400 | 0,68 | 1,140 | | |
| 0,34 | 0,416 | 0,69 | 1,172 | | |
| 0,35 | 0,431 | 0,70 | 1,204 | | |

არის გაღესილი. ზედა ცილინდრს 11 აქვს 7 სმ სიმაღლე და ოგევე დიამეტრი, როგორც მკრეღ ცილინდრს 7. იგი უერთდება მკრეღ ცილინდრს 7 სპეციალური რგოლური ლენტით 8, რომელიც მოკიმულია ქანჭიკით რეზინის საფენზე. ზედა ცილინდრს 11 აქვს ორი სარინი 9 და 12 შტუტეკრებით, რომელთაგან ერთი 9 რეზინის მილით უერთდება მინის პიეზომეტრს 10. ხოლო მეორე 12 გამოიყენება ხელსაწყოში წყლის მუდმივი დონის შესანარჩუნებლად. მინის პიეზომეტრები 10 და 12 დამაგრებულია ხის პანელზე, რომელსაც აქვს მილიმეტრიანი სკალა.

დაშლილი აღნაგობის ფხვიერი ქანების (ქვიშებისა და სხვა) გამოცდისას მკრეღი ცილინდრი იცვლება სხვა ცილინდრით (სიმაღლით სმ), რომელსაც აქვს რამდენიმე შტუტერი, რომლებიც თანაბრადაა განაწილებული სიმაღლეზე. ეს შტუტეკრები რეზინის მილებით დაკავშირებულია პიეზომეტრებთან. ამ შემთხვევაში ხელსაწყო მუშაობს, როგორც გ. ტიმეს ხელსაწყო.

ცდის დროს ხელსაწყოს დგამენ მაგიდაზე, ხელსაწყოს ზემოთ სპეციალურ სადგამზე ან თაროზე ათავსებენ წყლიან ბოთლს 15. რომელსაც აქვს ტუბუსი, რომლიდანაც გამოდის მიმყვანი მილი 16 დამკერით 17. რეზინის მარეგულირებელ მილს 13 ამაგრებენ შტატივზე.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

დ. კაპეცკის ხელსაწყოში ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის თანამიმდევრობა იგივეა, რაც გ. კამენსკის ხელსაწყოში. ბუნებრივი აღნაგობის ქანების გამოცდისას ხელსაწყოს მუშა ნაწილს წარმოადგენს მკრეღი ცილინდრი 7, ხოლო დაშლილი აღნაგობის ქანების გამოცდელად მკრეღ ცილინდრს ცვლიან უფრო მაღალი ცილინდრით, რომელსაც აქვს დამატებითი შტუტეკრები. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია განისაზღვროს ქანის სიმკვრივე, რომლის დროსაც ქანები გამოცდება ფილტრაციაზე.

3. კამენსკის მილი

ქვიშების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის მარტივ მეთოდს წარმოადგენს გ. კამენსკის მიერ დამუშავებული მეთოდი, რომლის დროსაც ფილტრაციის კოეფიციენტს საზღვრავენ ხელსაწყოში, რომელმაც მიიღო გ. კამენსკის მილის სახელწოდება. ამ ხელსაწყოზე მუშაობისას უნდა გვქონდეს: 1. გ. კამენსკის მილი; 2. შტატივი ანდა

სპეციალური ლითონის სადგამი მილისათვის; 3. ბატარეის კიქა; 4. წამსაზომი; 5. დასატკეპნი; 6. თერმომეტრი; 7. ეურნალი (ცხრ. IV—6).

გ. კამენსკის მილი მინისაა, რომლის სიგრძეა 23—25 სმ და დიამეტრი 2—4 სმ (ნახ. IV—11, ა). მილზე ზემოდან დატანილია 1 სმ-იანი დანაყოფები 0-დან 20-მდე. დანაყოფი 20 ზუსტად უნდა დაემთხვეს მილის ქვედა კიდეს, რომელსაც ახვევენ დოლბანდს ანდა ბადეს. მილს აჰაგრებენ შტატივზე ანდა დგამენ სპეციალურ ლითონის სადგამზე.

ცხრილი IV—6

შ ა ნ ა ლ ი

გ. კამენსკის მილში ქვიშების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--|---------------------|---|---|----------|
| ლაბორატორიული ნომერი | ფილტრაციის გზის სი ს. ს. მ. | ფილტრაციის კოეფიციენტი, $K_{ფ} = \frac{l}{l_0} f \left(\frac{S}{h} \right)$ | ტემპერატურა, T, C | ტემპერატურული შესწორება $T_{11} = 1 - 0.137 T + 0.0022 T^2$ | ფილტრაციის კოეფიციენტი 10°C-ის დროს $K_{ფ 10} = \frac{K_{ფ T}}{T_{11}}$ | შენიშვნა |
| ცდის ნომერი | | | | | | |
| საწყისი წნევა, h სმ | | | | | | |
| მილში წყლის დონის დაწევა, h სმ | | | | | | |
| დონის დაწევის დრო, t წმ | | | | | | |
| $\frac{S}{h}$ | | | | | | |
| $f \left(\frac{S}{h} \right)$ | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. მილს ათავსებენ 15—20 სმ სიმაღლის ბატარეის ქილაში და ყრიან გამოსაცდელ ქვიშას. მილის გავსება ხდება თანდათანობით 2—3 სმ სისქის შრეებით თანდათან დატკეპნით და წყლით გაჭერებით, რისთვისაც ბატარეის ქილაში ასხამენ იმ რაოდენობის წყალს, რომ მისი დონე არ აღემატებოდეს ქვიშის შრის დონეს. მილში ქვიშას ყრიან 10 სმ-ის სიმაღლეზე.

2. როდესაც ქვიშა მთლიანად გაჭერდება, ბატარეის ქილას უმატებენ წყალს ისეთი რაოდენობით, რომ მისი დონე იყოს ქვიშის დონეზე 1—2 სმ-ით მეტი და ელოდებიან მომენტს, როდესაც წყლის დონე მილში და ბატარეის ქილაში გათანაბრდება.

3. დატყეპნილ და გაჭერებულ ქვიშას მილში აყრიან 1—2 სმ სისქის ხრეშს გარეცხვისაგან ქვიშის დასაცავად. თუ საკვლევი ქვიშა წვრილმარცვლოვანია და გადის ბადეში, საჭიროა ბადეზე წინასწარ დაეუაროთ ბუფერული შრე (1 სმ-ის სისქის უფრო მსხვილმარცვლოვანი ქვიშა) და მასზე დაეყაროთ 10 სმ სისქის გამოსადეგი ქვიშის შრე.

4. გაჭერებულ ქვიშას ზემოდან ასხავენ წყალს ისე, რომ მისი დონე იყოს 1—2 სმ-ით ნულზე მაღლა. შემდეგ მილს სასწრაფოდ ასწვენ ბატარეის ქილის ზემოთ და ამაგრებენ შტატივზე, ანდა სწრაფად იღებენ მილს ბატარეის ქილიდან და დგამენ მას ჯამში სპეციალური ლითონის სადგამზე.

5. ინიშნავენ წამსაზომით იმ დროს, რიშელიც სჭირდება წყლის გავლას 0-დან 5 დანაყოფამდე (მცირედწყალგამტარი ქვიშისათვის 3 დანაყოფამდე).

6. ზომავენ წყლის ტემპერატურას.

7. მიღებული მონაცემების საფუძველზე ფილტრაციის კოეფიციენტს გამოითვლიან ფორმულით

$$K_{\Phi} = \frac{l}{t} f\left(\frac{S}{h}\right).$$

სადაც K_{Φ} არის ფილტრაციის კოეფიციენტი, სმ/წმ; l — ფილტრაციის გზის სიგრძე, სმ; t — წყლის დონის ცვლილების დრო მილში 0-დან 3 ანდა 5 წმ-მდე; S — წყლის დონის დაწევა მილში (სმ) დროში t (წმ); h — საწყისი წნევა, სმ.

სიდიდე $f\left(\frac{S}{h}\right)$ განისაზღვრება IV—5 ცხრილით ანდა (ნახ. IV—12) გრაფიკით.

ფილტრაციის კოეფიციენტის სწრაფი განსაზღვრისათვის IV—13 ნახაზზე მოცემულია ნ. ბინდემანის ნომოგრამა. ამ ნომოგრამის გამოყენება შეიძლება შემდეგნაირად: სახაზავის დადებით $\frac{S}{h}$ სკალაზე

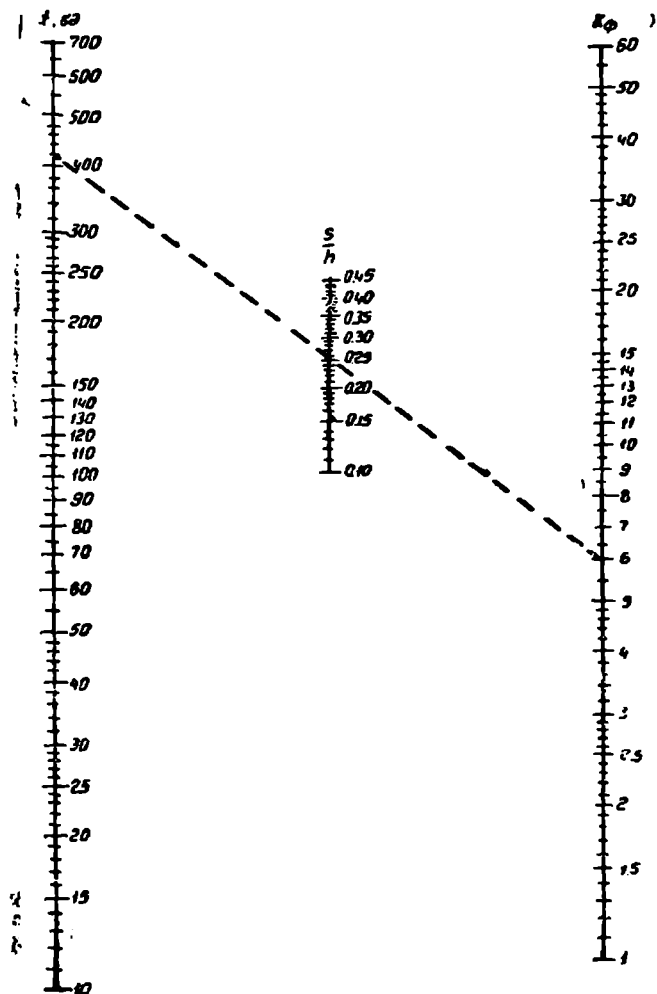
და დონის დაწევის t დროის სკალაზე, მის გადაკვეთაზე ფილტრაციის კოეფიციენტის სკალასთან ღებულობენ უკანასკნელის მნიშვნელობას.

8. ცდის შედეგების დასაყვანად მუდმივ ტემპერატურამდე ანგარიშობენ და ითვალისწინებენ ტემპერატურის შესწორებას (ხე. 155 გვ.).

9. ფილტრაციის კოეფიციენტის საშუალო სიდიდის მისაღებად ცდას იმეორებენ რამდენჯერმე Δ -ის სხვადასხვა მნიშვნელობაზე.

ე. ი. წყლის დონის სხვადასხვა დაწევაზე მილში სანტიმეტრობით
 ჯ დროში (წმ).

10. მსხვილმარცვლოვანი ქვიშებისათვის ცდა უნდა ჩატარდეს
 დაბალი წნევითი გრადიენტით. ამ მიზნით გაჭერებული ქვიშითა და
 წყლით სავსე მილს სწრაფად იღებენ ბატარეის ქილიდან, ათავებენ



ნახ. IV—13. გ. კამენსკის ხელსაწყოში ფილტრაციის კოეფიციენტის
 განმსაზღვრელი ნ. ბინდემანის ნომოგრამა.

20 სმ სიმაღლის წყლით სავსე ჰიქაში, რომელსაც, თავის მხრივ, ათავსებენ ჯამში ანდა კრისტალიზატორში. ამ დროს წნევა h უნდა გაიზომოს არა 0 დანაყოფიდან 20-მდე, არამედ 0-დან წყლის დონემდე ჰიქაში, რომელიც მთელი დროის განმავლობაში ერთ სიმაღლეზე უნდა დარჩეს, რადგანაც ჩაუონილი წყალი გადმოიღვრება ჰიქის კიდიდან (იხ. ნახ. IV—11, ბ).

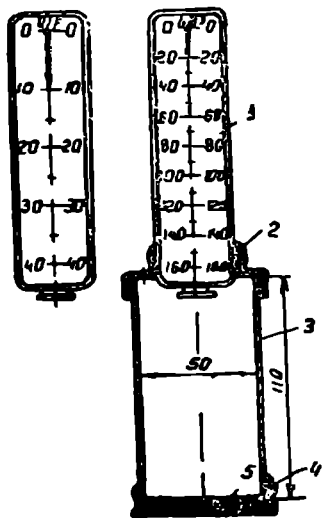
11. გამოთვლილი ფილტრაციის კოეფიციენტს იწერენ უურნალში (იხ. ცხრ. IV—6), ხოლო საბოლოო შედეგს — ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) და პერფორატორში (იხ. დანართი 4).

„სპეცგეოს“ მილი

„სპეცგეოს“ მილი კონსტრუირებულია ე. სიმონოვის მიერ და გამოიყენება ფილტრაციის კოეფიციენტის განსასაზღვრავად ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანებისათვის. „სპეცგეოს“ მილი შესაძლებლობას გვაძლევს ვაწარმოთ დაუშლელი სტრუქტურის ქანების გამოცდა, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია თიხოვანი ქანებისათვის; მეორე მხრივ. შეიძლება გამოიყენოს ქანები მუდმივი გრადიენტის პირობებში, რაც მნიშვნელოვანია ქვიშოვანი ქანებისათვის. მილის დადებითი მხარე საშუალებას იძლევა, რეკომენდაცია გაუწიოთ პრაქტიკაში მის

ფართოდ გამოყენებას. „სპეცგეოს“ მილის გაუმჯობესებული მოდელი გამოდის ჩვენი წარმოების მიერ $K\Phi 3$ მარკით. ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის „სპეცგეოს“ მილის გარდა უნდა გვექონდეს: 1. ბატარეის ქილა; 2. შტატევი; 3. საათი—წამსახომი; 4. უურნალი (იხ. ცხრ. IV—7).

„სპეცგეოს“ მილი (ნახ. IV—14) შედგება საზომი ცილინდრისაგან 1 და ლითონის სფილტრაციო მილისაგან 3, რომელსაც აქვს ქვედა 4 და ზედა 2 ხუფები. საზომი ცილინდრი 1 მინისაა, 150—180 სმ³ მოცულობის. აქვს შევიწროებული ყელი, უერთდება ლითონის მილს ზედა ხუფის 2 საშუალებით. საზომი ცილინდრის ერთ მხარეს დატანილია

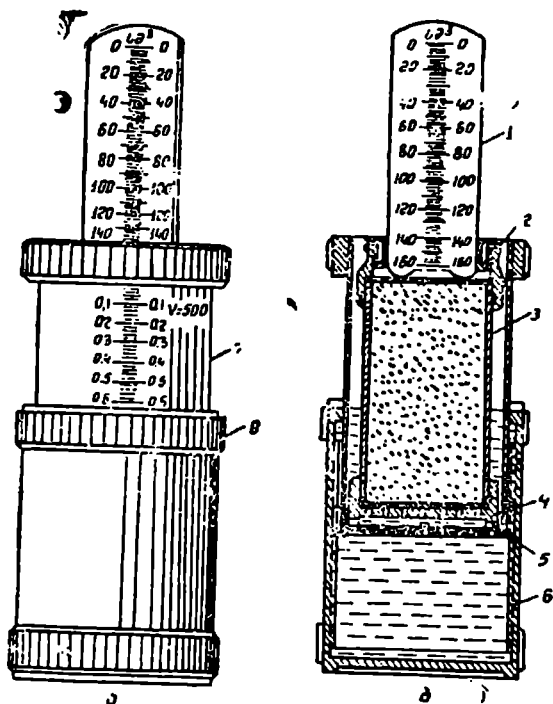


ნახ. IV—14. „სპეცგეოს“ მილი.

სკალა. ფილტრაციის მილი 3 წარმოადგენს 50—60 მმ დიამეტრისა და 110—120 მმ სიგრძის ღრუ ცილინდრს. ამ მილის ერთი ბოლო ჩათლული და გაღესილია. გამოცდის დროს მას ავსებენ ქანით. ზედა ხუფს 2 მკიდროდ ახურავენ მილს 3, ხოლო მეორე მხრიდან ხუფში მკიდროდ ჩასვამენ საზომ ცილინდრს. იმისათვის, რომ სახურავი მკიდროდ ეხურებოდეს მილს 3 და ცილინდრს 1, მას შიგნით აქვს რეზინის საფენები. ქვედა სახურავი 4 ლითონისაა, აქვს ნახერცებიანი 5 ფსკერი და დაჯარულია ბადით.

„სპეცგოს“ მილის გაუმჯობესებულ მოდელს (ნახ. IV—15) დამატებით აქვს სპეციალური ხრახნული ტელესკოპური მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება ქანის წყლით გასაჯერებლად და საშუალებას გვაძლევს გამოვცადოთ ფილტრაციაზე ნებისმიერი მულმივი გრადიენტის დროს 0-დან 1-მდე.

ტელესკოპური მოწყობილობა შედგება გარე კიქისაგან 6, რომელსაც აქვს შიგა კუთხილი და შიგა კიქა 7, ამ უკანასკნელს აქვს გა-



ნახ. IV—15. „სპეცგოს“ მილის გაუმჯობესებული მოდელი: ა — საერთო ხედი; ბ — სამუშაო მდგომარეობის კრილი.

რე კუთხვილი. ჰიქის 7 კორპუსზე გვაქვს წნევიანი გრადიენტის სკალა 0-დან 1-მდე, დანაყოფის ფასით — 0,2.

გაუმჯობესებულ მოდელში საზომ ცილინდრს 1 აქვს ტივტივა (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის) ორი სარქველით: ზედა არ აძლევს წყალს ცილინდრიდან გამოდინების საშუალებას ხელსაწყოში მის ჩამაგრებამდე, ხოლო ქვედა ავტომატურად არეგულირებს წყლის დონეს ხელსაწყოში, გამოსაცდელი ქანის ზემოთ.

ბანსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ლაბორატორიაში მოტანილ მონოლითიდან მილის 3 საშუალებით გამოჭრიან ნიმუშს ისე, როგორც აღწერილია ზემოთ. ქანი-ან მილზე 3 ახურავენ ხუფებს 2 და 4 და ათავსებენ ბატარეის ქილაში. ზუნებრივი აღნაგობის ქანის ნიმუში შეიძლება გამოიჭრას მილით 3 საველე პირობებში სამთო გამონამუშევარში. ნიმუშის აღების ადგილას ქანიანი მილი უნდა დაპარაფინდეს. ლაბორატორიაში მილს ასუფთავებენ პარაფინისაგან და ამიშვლებენ ქანს ზედა და ქვედა მხრიდან.

2. დაშლილი სტრუქტურის ქვიშების გამოცდისას მილს 3 ახურავენ ქვედა ხუფს 4 და შემდეგ ზემოდან ავსებენ ქვიშით. შემდეგ მილს ახურავენ ზედა ხუფს 2 და ათავსებენ ბატარეის ქილაში. ქვიშებისათვის უნდა ვიცოდეთ, რა სიმკვრივისას უნდა გამოიციადოს ქანი ფილტრაციასზე. ამიტომ მილში ჩატვირთული ქვიშის და მისი მოცულობის მიხედვით ანგარიშობენ ქვიშის ჩონჩხის მოცულობით წონას. სპეციალური დავალების გარეშე ქვიშის ფილტრაციის კოეფიციენტი უნდა განისაზღვროს ყველაზე მკვრივ და ყველაზე ფხვიერ მდგომარეობაში.

3. ბატარეის ქილაში, რომელშიც მოთავსებულია ქანიანი საფილტრაციო მილი, ქანით, ასხამენ წყალს და აჯერებენ ქანს ქვემოდან ზემოთ. წყლის ჩასხმას აწარმოებენ მცირე ულუფებით, რათა გაჯერება მოხდეს თანდათან. ქვიშების გამოცდისას წყლით გაჯერება უმჯობესია მაშინ, როცა ხდება ქვიშით მილის შევსება. ამისათვის მას ათავსებენ ბატარეის ქილაში და თანდათან ავსებენ ქვიშით, ამ დროს წყალს აწვდიან ისეთი რაოდენობით, რომ წყლის დონე ქილაში არ აღემატებოდეს ქვიშის დონეს მილში. მას შემდეგ, რაც წყალი გამოჩნდება ქანის ზემოთ, გაჯერება მთავრდება და იწყებენ მის გამოცდას ფილტრაციასზე.

4. გაუმჯობესებული „სპეცგეოს“ ხელსაწყოთი მუშაობისას საფილტრაციო მილის გავსება ქანით წარმოებს ზემოთ აღწერილი ხერხით, ხოლო გაჯერება წყლით ტელესკოპური მოწყობილობის საშუალებებით. ამისათვის გარე ქილაში 6 ასხამენ წყალს მიახლოებით მისა

სიმაღლის 1/3, ხოლო შიგა კიკა 7 ამოიხრახნება ზემოთ. კიკის ძირში 7 ათეხებენ საფილტრაციო მილს 3 და ნელ-ნელა ჩახრახნით, უშვებენ მას ქვედა მდგომარეობაში, ქანის გასაჭერებლად, სანამ მის ზედაპირზე არ გამოჩნდება წყალი.

5. ამოსწევენ საფილტრაციო მილს ბატარეის ქილის ზემოთ და ავარებენ შტატივზე (ანდა ამოხრახნაან უარამდე შიგა კიკას 7 საფილტრაციო მილთან ერთად), შემდეგ წყლით ავსებენ საზომ ცილინდრს 1 და სწრაფად გადააყირავენ რა მას, ამაგრებენ ზედა ხუფზე 2 ისე, რომ ცილინდრის ყელი უშუალოდ ეყრდნობოდეს ქანს. ასეთ მდგომარეობაში საზომი ცილინდრი მუშაობს, როგორც მარიოტის ქურქელი, ავტომატურად იჭერს წყლის მუდმივ დონეს ქანის ზემოთ 1—2 მმ. როგორც კი ეს დონე წყლის გაფილტვრისას იკლებს, საზომ ცილინდრში შეაღწევს ჰაერის ბუშტულა და გამოედინება შესაბამისი რაოდენობის წყალი. ამით ვალწევთ წნევიანი გრადიენტის. მუდმივ სიდიდეს, რომელიც ჩვეულებრივ მილში ერთის ტოლია, რადგანაც მოცემულ შემთხვევაში წნევა ფილტრაციის გზის ტოლია. გაუმჯობესებული კონსტრუქციის მილში, თუ კიკას 7 არა (უარამდე, არამედ ნაწილობრივ დავტოვებთ ჩაძირულ მდგომარეობაში, წნევიანი გრადიენტი ერთზე ნაკლები იქნება (იხ. სკალა კიკაზე 7), რადგან საფილტრაციო გზა, ისევე როგორც ჩვეულებრივ მილში, ტოლი იქნება საფილტრაციო მილის სიგრძისა, ხოლო წნევა — დაშორება ქანის ზემოთ არსებული წყლის აფსკსა და შიგა კიკაში 6 არსებულ წყლის დონეს შორის.

6. თუ საზომ ცილინდრში შეაღწევს ჰაერის დიდი ბუშტულაკები, ეს იმაზე მიუთითებს, რომ მილის ყელი მოშორებულია ქანის ზედაპირიდან მნიშვნელოვანი მანძილით. ამ შემთხვევაში აუცილებელია ცილინდრი ჩაეუშვათ ღრმად და მივალწიოთ იმას, რომ მასში თანაბრად ამოდიოდეს ჰაერის პატარა ბუშტულაკები.

7. როდესაც მიღწეული იქნება აღნიშნული პირობები, ჩაინიშნავენ სკალაზე წყლის დონეს საზომ ცილინდრში 1. უშვებენ წამმზრმს და გარკვეული დროის გავლის შემდეგ (50—100 წმ უფრო წყალგამტარი ქანებისათვის და 250—500 წმ — უფრო ნაკლებად წყალგამტარი ქანებისათვის) აღნიშნავენ წყლის მეორე დონეს საზომ ცილინდრში 1, რაც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ წყლის ხარჯი μ . რომელიც გაიფილტრა 1 (წმ) დროში. ამ დროს ფილტრაციის კოეფიციენტი ტოლი იქნება

$$K_{\phi} = \frac{Q}{tF}, \text{ სმ/წმ.}$$

სადაც Q არის გაფილტრული წყლის (სმ³) საერთო რაოდენობა 1 (წმ) დროში; F — ლითონის მილის განივკვეთის ფართობი, სმ².

ფორმულიდან ჩანს, რომ სიდიდე Q/F შეიძლება წინასწარ იქნეს გამოთვლილი. ამისათვის საზომ ცილინდრში გვაქვს მეორე სკალა, რომელიც შეესაბამება Q/E სხვადასხვა მნიშვნელობას. ამ სკალით სარგებლობას მინიმუმამდე დაჰყავს ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოთვლა.

8. ფილტრაციის კოეფიციენტის საშუალო სიდიდის მისაღებ წყლის ხარჯს ზომავენ წყლის დონის სხვადასხვა დაწევებზე საზომ ცილინდრში t (წმ) დროის განმავლობაში. გაუმჯობესებული მილის მუშაობისას ცდას იმეორებენ 2—3-ჯერ მოცემულ გრადიენტზე. ქანის გამოცდის დროს ფილტრაციაზე ზომავენ წყლის ტემპერატურას, ანგარიშობენ და ითვალისწინებენ შესწორებას ტემპერატურაზე.

9. ყველა მონაცემი, რომელიც მიღებულ იქნა ცდის პროცესში, და ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე შეაქვთ ჟურნალში (ცხრ. IV—7), ხოლო საბოლოო შედეგი კი — ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფორატაში (იხ. დანართი 4).

ცხრილი IV—7

ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა „სპეცეგოს“ მილით
შ უ რ ნ ა შ ი

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|--|---------------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|----------|
| ლაბორატორიული ნომერი | ცდის ნომერი | წვეთით გრადიენტი | მილის წინეკეფითი $F, სმ$ | t დრო დაკვირვების დასაწყისიდან, წმ | წყლის რაოდენობა Q , რომელიც გაიფილტრა t დროში სმ ³ | ფილტრაციის კოეფიციენტი $K_f = \frac{Q}{F \cdot t}$, სმ/წმ | წყლის ტემპერატურა $T, ^\circ C$ | შესწორება ტემპერატურაზე | ფილტრაციის კოეფიციენტი $T, ^\circ C$ ტემპერატურაზე | ფილტრაციის საშუალო კოეფიციენტი | შენიშვნა |
| | | | | | | | | | | | |

კომპარატიული-ფილტრაციული ხელსაწყო

კომპარესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყო უფრო ხშირად გამოიყენება თიხოვანი ქანების შესწავლისას, რომელთათვისაც აუცილებელია განისაზღვროს სიმკვრივის ცვლილების გააღენა ფილტრაციულ თვისებებზე. არსებობს ასეთი ხელსაწყოების მრავალი კონსტრუქცია.

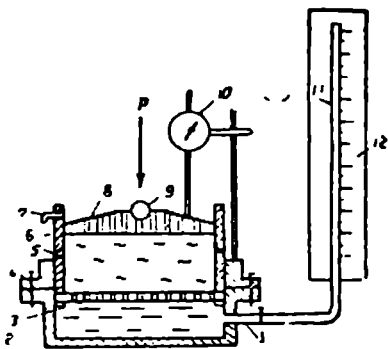
შუბრადღი

ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტების განსაზღვრებისთვის კომპარატიული-ფილტრაციული ხელაწყოში

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|---------------------------|---|---------------------------|---|------------------------|---|---------------------------|---|---------------------------|---|--------|---|------------------------|---|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|
| 1 | იპნების მოდული | 2 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 3 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 4 | ქანის სისქე h , მ | 5 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 6 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 7 | მოდული | 8 | საპნის კონცენტრაცია | 9 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 10 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 11 | ფილტრაციის კოეფიციენტი |
|---|-------------------|---|---------------------------|---|---------------------------|---|------------------------|---|---------------------------|---|---------------------------|---|--------|---|------------------------|---|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|

განმარტება

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|----|---|----|------------------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|
| 12 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 13 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 14 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 15 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 16 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 17 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 18 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 19 | ფილტრაციის კოეფიციენტი | 20 | ფილტრაციის კოეფიციენტი |
| | $K = \frac{1}{S} - \frac{1}{S_0}$ | | $\frac{1}{K} = \frac{1}{S} - \frac{1}{S_0}$ | | $q = \frac{H}{S} \times (S_0 - S)$ | | ფილტრაციის კოეფიციენტი | | ფილტრაციის კოეფიციენტი | | ფილტრაციის კოეფიციენტი | | ფილტრაციის კოეფიციენტი | | ფილტრაციის კოეფიციენტი | | ფილტრაციის კოეფიციენტი |



ნახ. IV—16. კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოს კონსტრუქციის პრინციპული სქემა.

დებულებით კომპრესიულ-ფილტრაციულ ხელსაწყოში ფილტრაციის კოეფიციენტი შეიძლება განისაზღვროს ბუნებრივი და დაშლილი აღნაგობის ნიმუშებზე. ამისათვის აუცილებელია გვექონდეს შემდეგი მოწყობილობა: 1. კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყო; 2. ტენიანობისა და მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის საჭირო მოწყობილობა; 3. საათი-წამსაზომი; 4. თერმომეტრი; 5. ჟურნალი (იხ. ცხრ. IV—8).

კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოს ძირითადი ნაწილია (ნახ. IV—16) ბაზა 2, რომელიც წარმოადგენს მასიურ კიქას; კიქის შიგნით მის ზედა ნაწილში რგოლურ გამონაშვერზე მოთავსებულია ლითონის გისოსი 3 ხშირი ნახვრეტებით. კიქას გვერდზე დამაგრებული აქვს შტუცერი 1. გისოსზე 3 აყენებენ რგოლს 5, რომელშიც ათავსებენ საკვლევ ქანს. კიქაზე რგოლს ამაგრებენ ქანჭიკებით 4, რომლებითაც მოჭიმავენ კიქისა და რგოლის მილტუჩებს მათ შორის მოთავსებული რეზინის საგებით. რგოლზე 5 ახრახნიან მიმმართველ ცილინდრს 6, რომელსაც ზედა ნაწილში აქვს წყალგადასაშვები მძლი 7. საკვლევ ქანზე წნევა გადაეცემა ნახვრეტებიანი შტამპით 8, რომელსაც ზედა მხრიდან აქვს ჩაღრმავება ლითონის ბურთულისათვის 9, მასზე ებჯინება კოჭი წნეხისა, რომელშიც ხდება ქანის შემკვრივება. ქანების დეფორმაციის გასაზომად შემკვრივებისას სპეციალურ სადგამზე დამაგრებულია ინდიკატორი 10.

ხელსაწყოს ბაზასთან 2 მიერთებულია მინის პიეზომეტრის მილი 11. რომელიც გამოიყენება ერთდროულად ხელსაწყოს წყლის მკვებავად და მოქმედი წნევის გასაზომად. პიეზომეტრული მილი დამაგრებულია ჩის პანელზე მილიმეტრიანი სკალით 12.

1. ბუნებრივი აღნაგობის ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტისა და ტენიანობის განსაზღვრისათვის განფუთავენ მონოლითს და ამოწმებენ გამოცდისათვის მის შენახულობასა და ვარჯისობას. მას არ უნდა ჰქონდეს აღნაგობის მთლიანობის დარღვევის ნიშნები — ნაპრალები, ნატყლუქები და სხვ.

2. მონოლითიდან ჰრიაან ნიმუშს, რომელიც ზუსტად შეესაბამება რგოლის 5 სიმაღლეს და დიამეტრს. ნიმუშს ჰრიაან მჰრელი ცილინდრით, იმ ხერხით, რომელიც აღწერილია ზემოთ (გვ. 108). ნიმუშის აღების შემდეგ მას რგოლთან ერთად წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ სიზუსტით, მოცულობითი წონის განსასაზღვრავად (თავი III, § 3) ერთდროულად მონოლითიდან იღებენ სინჯს ქანის ტენიანობისა და კუთრი წონის განსაზღვრისათვის.

3. ხელსაწყოს აწყობამდე მისი ბაზა 1 პიეზომეტრის მეშვეობით ივსება წყლით, წყლის აფსკის გამოჩენამდე გისოსის 3 ზედაპირზე. გისოსს ფარავენ ფილტრის ქაღალდით. გისოსზე ფილტრის ქაღალდის ზემოთ ფრთხილად ათავსებენ ქანიან რგოლს, რომელსაც ამაგრებენ ზაზაზე ქანჭიკებით 4. შემდეგ რგოლზე ახრახნიან მიმმართველ ცილინდრს, ქანს ფარავენ ფილტრის ქაღალდით და მასზე ათავსებენ შტამპს 8. სადგამზე ამაგრებენ ინდიკატორს. ასეთი სახით ხელსაწყო ზნად არის ქანის ფილტრაციასზე გამოსაცდელად.

4. ხელსაწყოს ათავსებენ წნეხის ქვეშ, რომლის ბერკეტიც მოკყავთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. შემდეგ ბერკეტს ამაგრებენ საბჯენი ხრახნით, ხოლო ხელსაწყოში ზემოდან ასხამენ წყალს ბერკეტის დაუტვირთავად. ერთდროულად ინდიკატორის ფეხს დგამენ შტამპზე და აწარმოებენ ინდიკატორის ჩვენების ჩაწერას. ბერკეტის დამაგრება ქანს არ აძლევს გაჯირჯეების საშუალებას. ხელსაწყოში სახელურის დამაგრების შემდეგ უნდა დააყოვნონ 5 დღე-ღამემდე წყლით მთლიანად გაჯერებამდე. ქანის წყლით 0,95-ზე მეტად ბუნებრივად გაჯერებისას შეიძლება დაყოვნების გარეშე შევეუდგეთ ქანის გამოცდას ფილტრაციასზე.

5. თუ გამოსაცდელია ბუნებრივი აღნაგობის ნიმუშები, საჭიროა ისინი ხელსაწყოში მოათავსდნენ ორიენტირებულად, როგორც ბუნებრივი წოლის პირობებში.

6. თუ გამოსაცდელია დაშლილი აღნაგობის ნიმუშები, მათ ანაწევრებენ და ცრიან 1 მმ-იან საცერში. ერთი დღე-ღამით ადრე, ვიდრე ქანს მოათავსებენ ხელსაწყოში, ქანისაგან ამზადებენ დენადობის ზღვრის კონსისტენციის ცომს. შემდეგ გამზადებული ცომიდან ჰრიაან

წიშუმს მკრელი რგოლით ისეთივე ხერხით, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი. შემდეგ ხელსაწყოს აწყობენ, ათავსებენ წნეხის ქვეშ და ასხამენ წყალს. ერთდროულად აწარმოებენ ინდიკატორის ჩვენების ჩაწერას.

7. ხელსაწყოში ქანის მოთავსებისა და წყლით მისი მთლიანად გაჯერების შემდეგ, იწყებენ ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრას.

ცდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ განისაზღვროს ფილტრაციის სინქარე დატვირთვის ამა თუ იმ საფეხურის მოქმედების შედეგად ქანისათვის. დატვირთვის სიდიდე და საფეხურები უნდა შეირჩეს ცდის დაწყებამდე, საჭიროების მიხედვით. ჩვეულებრივ გამოცდას აწარმოებენ 0,5, 1,2, 4,6 კგ/სმ² დატვირთვის დროს.

8. ქანის წყლით გაჯერების შემდეგ, მას აძლევენ პირველი საფეხურის დატვირთვას, რომელიც ტოლია 0,5 კგ/სმ². ამ დატვირთვის ქვეშ ქანს აჩერებენ მანამდე, სანამ არ მოხდება დატკეპნის სტაბილიზაცია. დატკეპნაზე დაკვირვებას ახდენენ ინდიკატორით.

9. იმის შემდეგ, რაც მოხდა ქანის დატკეპნის სტაბილიზაცია პირველი, მეორე და შემდეგი საფეხურების გავლენით, პიეზომეტრის მილში ასხამენ წყალს 50 სმ-ზე გადმოსაშვებ მილზე მალა და ამით ქმნიან წნევას, რომლის ზემოქმედებით წყალი ჩაედინება პიეზომეტრული მილაკიდან ხელსაწყოში და ამ უკანასკნელში იწყებენ გაფილტვრას ქვემოდან ზემოთ ქანის გავლით. ერთდროულად აკვირდებიან პიეზომეტრულ მილში წყლის დონის დაწევის სინქარეს, რისთვისაც პიეზომეტრზე იღებენ ანათვლებს დროის გარკვეულ შუალედებში, ქანის წყალშელწევადობისაგან დამოკიდებულებით, მაგრამ არანაკლებ, ვიდრე ორჯერ სამუშაო დღის განმავლობაში. უნდა აღინიშნოს, რომ რაც უფრო ხშირად დავაკვირდებით წყლის დონეს პიეზომეტრულ მილში, მით უფრო ზუსტად განვსაზღვრავთ ფილტრაციის კოეფიციენტს. წყლის პორიზონტი ხელსაწყოში ცდის განმავლობაში შენარჩუნებული უნდა იქნეს ჩამოსასხმელი მილის დონეზე. თუ ქანში გაფილტრული წყლის ხარჯი ნაკლებია აორთქლების დანაკარგებზე, მაშინ მიმმართველ ცილინდრში უმატებენ წყალს გადმოსაშვები მილის დონემდე.

10. ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტს ანგარიშობენ ცდის პროცესში მიღებული შედეგების მიხედვით, გამოდიან რა იმ პირობებიდან რომ პირველი ანათვალის აღების მომენტში წყლის დონემ პიეზომეტრულ მილში l_1 დროის განმავლობაში ცდის დაწყებიდან დაიწია S_1 (სმ)-ით, l_2 დროის განმავლობაში — S_2 (სმ)-ით, l_3 დროის განმავ-

ლობაში— S_2 (სმ)-ით, და t_1 დროის განმავლობაში— S_1 (სმ)-ით, საი-
დანაც დარჩის ფორმულის მიხედვით:

$$K_{\text{ფ1}} = \frac{g_1}{F I_1 t_1}; \quad K_{\text{ფ2}} = \frac{g_2}{F I_2 t_2};$$

$$K_{\text{ფ3}} = -\frac{g_3}{F I_3 t_3}; \quad K_{\text{ფ4}} = \frac{g_4}{F I_4 t_4}.$$

სადაც $K_{\text{ფ1}}, K_{\text{ფ2}}, K_{\text{ფ3}}, K_{\text{ფ4}}$ არის ფილტრაციის კოეფიციენტები, სმ/წმ,
 g_1, g_2, g_3, g_4 — წყლის ოაოდენობა (სმ³), რომელიც გაიფილტრა.
 t_1, t_2, t_3, t_4 დროის განმავლობაში, იგი განისაზღვრება ფორმულებით:

$$g_1 = \frac{\pi d^3}{4} S_1; \quad g_2 = \frac{\pi d^3}{4} (S_2 - S_1);$$

$$g_3 = -\frac{\pi d^3}{4} (S_3 - S_2); \quad g_4 = \frac{\pi d^3}{4} (S_4 - S_{i-1}).$$

სადაც d —პიეზომეტრული მილის დიამეტრია, სმ; I_1, I_2, I_3, I_4 —პილ-
ჩაფლიკური გრადიენტი t_1, t_2, t_3, t_4 მომენტში, რომელიც ტოლია

$$I_1 = \frac{h_1}{l}; \quad I_2 = \frac{h_2}{l}; \quad I_3 = \frac{h_3}{l}; \quad I_4 = \frac{h_4}{l};$$

l —საკვლევი ქანის სისქე (სმ) დაჯდომის სტაბილიზაციის დამთავრე-
ბის მომენტში ამ თუ იმ დატვირთვის დროს; h_1, h_2, h_3, h_4 —საშუა-
ლო მოქმედი წნევა t_1, t_2, t_3, t_4 დროში, რომლებიც ტოლია

$$h_1 = h - \frac{S_1}{2}; \quad h_2 = h - \frac{S_2 - S_1}{2}; \quad h_3 = h - \frac{S_3 - S_2}{2};$$

$$h_4 = h - \frac{S_4 - S_{i-1}}{2};$$

h — საწყისი წნევა, F — ხელსაწყოს რგოლის განივკვეთი, რომე-
ლიც სავსეა გამოსაცდელი ქანით, სმ².

ფილტრაციის საშუალო კოეფიციენტი ცდის დროს პირველი საფე-
ხურის დატვირთვის დროს შეადგენს

$$K_{\text{ფ}} = \frac{K_{\text{ფ1}} + K_{\text{ფ2}} + K_{\text{ფ3}} + \dots + K_{\text{ფi}}}{i},$$

სადაც i — დაკვირვებათა რაოდენობაა.

გამოთვლის შემოკლების მიზნით ფილტრაციის კოეფიციენტი შე-
იძლება საკმაო სიზუსტით განისაზღვროს შემდეგი ფორმულით

$$K_{\text{ფ}} = \left[f \left(\frac{S}{h} \right); t \right] \frac{f}{F} 1.864,$$

სადაც K_{Φ} — ფილტრაციის კოეფიციენტი მ/დღე-ლაშეში; $f\left(\frac{S}{h}\right)$ — ფუნქცია, რომელიც განისაზღვრება IV—5 ცხრილით ანდა (ნახ. IV—12) გრაფიკით; S — წყლის დონის დაწვევა პიეზომეტრულ მილში (სმ), t — წმ დროში; h — საწყისი წნევა, სმ; — პიეზომეტრული მილის განივკვეთის ფართობი, სმ²; F — ხელსაწყოს რგოლის განივკვეთი, სმ²; L — ფილტრაციის გზის სიგრძე, რომელიც ტოლია რგოლში ქანის შრის სისქისა (სმ) ქანის დაჯდომის სტაბილიზაციის შემდეგ რომელიმე საფეხურით დატვირთვისას; 864 — გადასათვლელი კოეფიციენტები სმ/წმ-დან მ/დღე-ლაშეზე.

გამოთვლის გასაადვილებლად ზემოთ მოცემული ფორმულა შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგნაირად

$$K_{\Phi} = AM,$$

სადაც

$$A = \left[f\left(\frac{S}{h}\right) : t \right] \text{ და } M = 864 \frac{f}{F} L.$$

ყოველი ხელსაწყოსათვის A და M მნიშვნელობა შეიძლება გამზადებულ იქნეს შესაბამისი ცხრილების სახით. ფილტრაციის კოეფიციენტი სასურველია განისაზღვროს დატვირთვის თითოეულ საფეხურზე, სხვადასხვა წნევის დროს, სამ-სამჯერ მაინც, კერძოდ ცდის დასაწყისში, პიეზომეტრულ მილში წყლის დონის დაცემის შემდეგ საწყისი წნევის ნახევრამდე და ცდის ბოლოს — ყველაზე მცირე წნევის დროს.

11. დატვირთვის პირველ საფეხურზე ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოთვლის შემდეგ აგრძელებენ ცდას დატვირთვის მეორე, მესამე და მომდევნო საფეხურების ზემოქმედებით გამოწვეული შემჭიდროების სტაბილიზაციის შემდეგ.

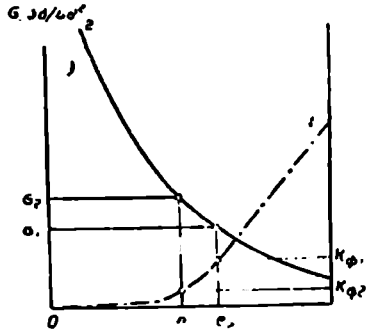
12. პიეზომეტრულ მილში წყლის დონის ყოველი გაზომვის დროს აწარმოებენ გასაფილტრი წყლის ტემპერატურის გაზომვას. შედეგების დასაყვანად მუდმივ ტემპერატურაზე და ფილტრაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობის მისაღებად ამ მუდმივი ტემპერატურის დროს ვიყენებთ ტემპერატურულ შეფასებას (იხ. გვ. 105).

13. ქანის სიმკვრივესთან დამოკიდებულებაში მისი წყალშელწევადობის ცვლილების სრული დახასიათების მისაღებად სხვადასხვა წნევის დროს, დატვირთვის ყოველ საფეხურზე, ფილტრაციაზე ცდის ღამ-

თავრების შემდეგ ხელსაწყოდან წყალს გადაღვიან, ხელსაწყოს შლი-
ან, ქანიან რგოლს აცილებენ ფილტრის ქაღალდს და წონიან ტექნიკურ
სასწორზე 0,01 გ. სიზუსტით. ამის შემდეგ ქანიან რგოლს ათავსებენ
აერმოსტატში და აშრობენ 105° მუდმივ წონამდე. ეს მონაცემები სა-
შუალებას გვაძლევს გამოვით-
ვალთ ქანიის ტენიანობა, მისი
მოცულობითი წონა, ჩონჩხის
მოცულობითი წონა, ფორი-
ანობა და ფორიანობის კოე-
ფიციენტი.

14. ცდის პროცესში ჩა-
ტარებული დაკვირვებები და
ფილტრაციის კოეფიციენტის
გაანგარიშება შეაქვთ ეურნალ-
ში (ცხრ. IV—8), ხოლო სა-
ბოლოო შედეგები ჯამურ
ცხრილში (იხ. დანართი 3) ან-
და პერფორატში (იხ. და-
ნართი 4).

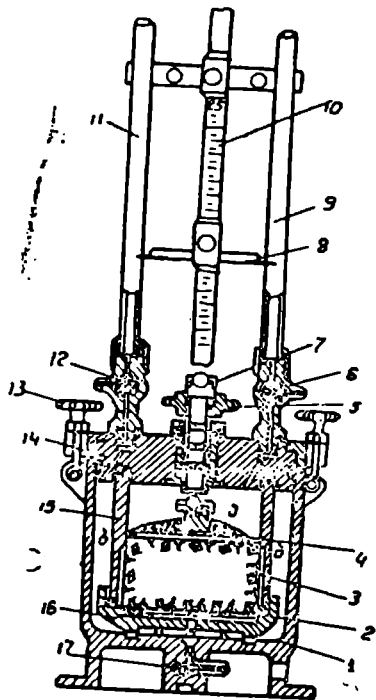
საბოლოო შედეგებს უნდა ახლდეს გრაფიკი, რომელიც გამოხა-
ტავს ფილტრაციას, კოეფიციენტის მნიშვნელობის დამოკიდებულებას
ქანიის სიმკვრივის ცვლილებისაგან გამკვრივების შემდეგ (ნახ. IV—17).



ნახ. IV—17. ქანიის ფილტრაციის კოეფი-
ციენტის (1) ცვლილებათა დამოკიდებუ-
ლების გრაფიკი მისი სიმკვრივისაგან
გამკვრივების შემდეგ.

ПВ ხელსაწყო

დ. ზნამენსკისა და ვ. ხაუტოვის კონსტრუქციის ПВ ხელსაწყო
კომპრესიულ-ფილტრაციულია. ამ ხელსაწყოს უშვებს ჩვენი წარმოე-
ბა და იგი ფართოდ გამოიყენება საწარმოო და კვლევით ლაბორატორი-
ებში. ამ ხელსაწყოს საშუალებით შეიძლება ვაწარმოოთ თიხოვანი ქა-
ნების წყალშედწვეადობის განსაზღვრა. მისი კონსტრუქციული თავისე-
ბურებანი ისეთია, რომ იგი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ
ფილტრაციის კოეფიციენტი წყლის აღმავალი და დაღმავალი ნაკადის
შემთხვევაში, ცვლადი წნევის პირობებში. ПВ ხელსაწყოზე მუშაობი-
ხას მის გარდა უნდა გვქონდეს: 1. ტენიანობის და მოცულობითი წო-
ნის განმსაზღვრელი მოწყობილობა; 2. საათი წამსაზომი; 3. ეურნალი
(იხ. ცხრ. IV—8).



ნახ. IV—18. ПВ ხელსაწყო.

შედგება ცილინდრული კორპუსი-საგან 1 და სახურავისაგან 14, რომელიც მიეჭირება კორპუსს გადასახსნელი კანკიკების 13 საშუალებით. კორპუსის ქვედა ნაწილში დადგმულია ორსელიანონკანი 17 ხელსაწყოში წყლის მისაწოდებლად. სახურავი 14 აღკურვილია ორი პიეზომეტრული ჩილით 11 და 9, რომელთაც აქვთ სამსვლიანი ონკანები 12 და 6. პიეზომეტრები 11 და 9 დამაგრებულია საყრდენზე 10, რომელზედაც პიეზომეტრში დადის ცოცია მაჩვენებელი 8. წყლის დონის ფიქსაციისათვის საყრდენის ქვედა ნაწილში ჩამონტაჟებულია თერმომეტრი ცდის დროს ტემპერატურის გასაზომად. სახურავიდან 14 კუთხეილსა და ჩობალზე გადაის საკერი ხრახი 5, რომელიც აფერხებს ქანის გაჯირჯეებას მისი წყლით გაჯერებისას. ხრახნის 5 შიგნით გადას კოკი 7, რომელიც ქანს გადასცემს

ვერტიკალურ დატვირთვის დგუშის 4 საშუალებით. ქანს ათავსებენ მჭრელ ცილინდრში 3 (ფართობი 40 სმ², დიამეტრი 124 მმ, სიმაღლე 20 ანდა 40 მმ), რომელიც იდგმება მიმმართველ ცილინდრში 15, და მასთან ერთად იდგმება სადების 16 ფსკერის გისოსზე 2.

იმის გამო, რომ რგოლი პერმეტულადაა ჩადგმული სადების ფსკერსა და ხელსაწყოს სახურავს 14 შორის, წყლის მოძრაობისას ხელსაწყოს შიგა კორპუსში იქმნება ორი ბიეფი: შიგა ა და გარე ნ. ორივე ბიეფის შესაერთებლად ხელსაწყოს სახურავზე მოთავსებულია ონკანი (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის).

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ПВ ხელსაწყოში ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის თანამიმდევრობა ძირითადად ისეთივეა, როგორც კომპარესიულ-ფილტ-

რაციულ ხელსაწყოებში. ამისათვის დეტალურად უნდა გავეცნოთ ამ სელსაწყოებზე მუშაობას.

2. მონოლითიდან ანდა დამზადებული ცომიდან ნიმუშის განკურას ახდენენ მჭრელი რგოლით 3 ისე, როგორც ეს ზემოთ იყო აღწერილი. რგოლით ნიმუშის ალების შემდეგ მას წონიან ცდამდე ქანის მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის, ერთდროულად მონოლითიდან იღებენ სინჯს ტენიანობისა და კუთრი წონის განსაზღვრისათვის.

3. ქანიან რგოლს აერთებენ მიმმართველ ცილინდრთან და ათავსებენ საღების ძირზე. წინასწარ საღების ფსკერის გისოსზე ათავსებენ სველი ფილტრის ქაღალდს. ქანს ზევიდანაც აფარებენ სველი ფილტრის ქაღალდს, რომელზეც დგამენ დგუშს.

4. ამრიგად აწყობილ რგოლს ცილინდრით, ფსკერსა და დგუშს ათავსებენ ხელსაწყოს კორპუსის შიგნით; ახურავენ მას სახერავეს, მკიდროდ მიზიდავენ კორპუსთან გადასახსნელი ქანჭიკებით 13.

5. იწყებენ ხელსაწყოში წყლის ჩასხმას და ქანის გაჯერებას წყლით შემდეგი თანამიქცევობის დაცვით. საჭირო ხარხარით ამჯობავენ ხელსაწყოს დგუშს წყლით გაჯერებისას ქანის გაჯერების დონედან ასაცილებლად. ონკანთან 17 რეზინის შლანგით მიჰყავთ წყლი სტუმუსიანი ბოთლიდან, რომელსაც აყენებენ პიეზომეტრების ზედა ბოლოების დონეზე (იხ. ნახ. IV—19). ონკანს 12 ალებენ და უშვებენ წყალს ხელსაწყოში. როდესაც წყალი გამოჩნდება მარცხენა პიეზომეტრში 11, ონკანს 12 კეტავენ და ხელსაწყოს ცოტათი გადააჩიან მოპირდაპირე მხარეს, რომ ბიეფიდან ნ გამოვიდეს ჰაერი. ხელსაწყოს ამ მდგომარეობაში სტოვებენ მანამდე. სანამ მარჯვენა პიეზომეტრში 9. რომელიც მიერთებულია ბ ბიეფთან. არ გამოჩნდება წყალი. როდესაც წყალი გამოჩნდება. პიეზომეტრში 9 უნდა დაიკეტოს ონკანი 6 და ხელსაწყო მცირედ დაიხაროს საწინააღმდეგო მიმართულებით, რომ საბოლოოდ გამოვიდეს ჰაერი შიგა ბ ბიეფიდან. ხელსაწყოდან ჰაერის გამოდევნის შემდეგ იგი უნდა დავტოვოთ მშვიდ მდგომარეობაში დღე-ღამის განმავლობაში. წყლით ქანის გაჯერებამდე. ქანის სრულ გაჯერებას წყლით ადგენენ პიეზომეტრებში წყლის დონის სტაბილიზაციის მიხედვით.

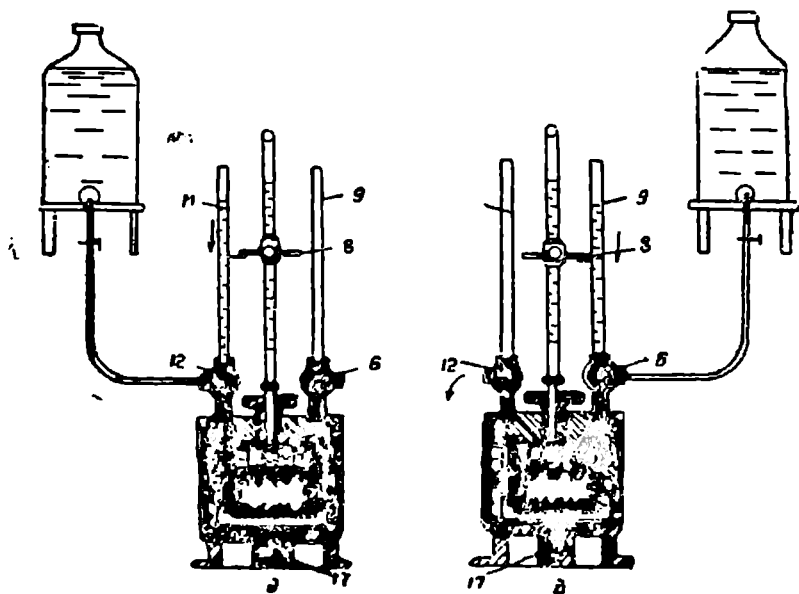
6. მას შემდეგ, რაც ქანი გაჯერდება წყლით. იწყებენ მის ფილტრაციას გამოცდას. PB ხელსაწყოში გამოცდა შეიძლება ვაწარმოოთ „აღმავალი ნაკადის“ სქემის მიხედვით (იხ. IV—19, ა) და „დაღმავალი ნაკადის“ სქემით (ნახ. IV—19, ბ).

7. „აღმავალი ნაკადის“ სქემის მიხედვით ქანების გამოცდას ხელსაწყოს ამზადებენ ისე, როგორც ნაჩვენებია IV—19, ა ნახაზზე. ონკანს 17 კეტავენ. ონკანს 6 ალებენ და მასზე აცმევენ შლანგს წყლის

გადასაშვებად. შლანგის ქვეშ დგამენ ქილას. ონკანთან 12 ტუბუსიან ბოთლიდან მიჰყავთ წყალი პიეზომეტრის პერიოდულად შესაყვებად ცდის განმეორებისას. იმის შემდეგ, რაც გავხსნით ონკანს 6 და პიეზომეტრიდან 9 ჩამოიღვრება წყალი, წყლის სვეტი პიეზომეტრში 11 შექმნის წნევას, რომლის ზემოქმედებითაც წყალი იწყებს გაფილტვრას პიეზომეტრიდან ბიეფში, შემდეგ კი ქვემოდან ზემოთ ქანში. წყლის ფილტრაციის სიჩქარის გასაზომად აწარმოებენ დაკვირვებას წყლის დონის ცვალებადობის სიჩქარეზე პიეზომეტრში 11. პიეზომეტრზე ანათვლის აღებას აწარმოებენ გარკვეული დროის ინტერვალით, მაგრამ არანაკლებ ორი-სამი გაზომვისა სამუშაო დღის განმავლობაში. ცდას აღმავალ ნაკადზე იმეორებენ 2-3-ჯერ.

8. „დაღმავალი ნაკადის“ სქემის მიხედვით ქანების გამოსაცდელად ზელსაწყოს ამზადებენ ისე, როგორც ნაჩვენებია IV—19, ბ ნახაზზე. ამ შემთხვევაში წყლის ფილტრაციის სიჩქარეზე დაკვირვებას აწარმოებენ პიეზომეტრში 9 წყლის დონის დაწვევის სიჩქარის მიხედვით.

9. ПВ ხელსაწყოში ქანების გამოცდა ფილტრაციაზე შეიძლება ვაწარმოოთ როგორც წინასწარი შემკვრივების გარეშე (მაგრამ გაჭირვების შეზღუდვით მათი გაჭერებისას), ასევე მისი შემკვრივებისას დატვირთვის რომელიმე საფეხურის მოქმედების შედეგად.



ნახ. IV—19. ПВ ხელსაწყოს ზემოთის სქემა.

10. ქანის ფილტრაციაზე გამოცდის დამთავრების შემდეგ ხელსაწყოდან უნდა გადმოსიხას წყალი ონკანებიდან 17, 12, 6, რის შემდეგაც გაგრძელდეს შემდგომი განსაზღვრები (ტენიანობა, მოცულობითი წონა) და ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოთვლა, როგორც კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოს მუშაობის დროს (იხ. გვ....).

11. დაკვირვების ყველა მონაცემი, რომლებიც მიღებულია ცდის პროცესში, და ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოთვლები შეაქვთ ჟურნალში (იხ. ცხრ. IV—8). ჟურნალის გრაფაში „შენიშვნა“ აუცილებლად უნდა აღინიშნოს ცდის ყოველი ნომრისათვის თუ რომელი (აღმავალი თუ დაღმავალი) ნაკადის დროს იქნა შესრულებული ქანის გამოცდა ფილტრაციაზე.

ი. აბელევის და ა. ოზერეცკოვსკის ხელსაწყო

თიხოვანი ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა კომპრესიულ-ფილტრაციულ ხელსაწყოებში არ ითვლება სრულყოფილად. ამ მეთოდის დეტალები მდგომარეობს შემდეგში:

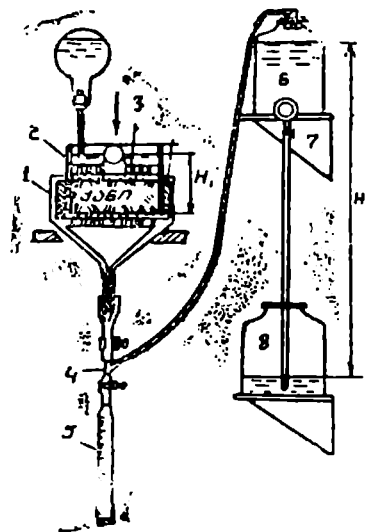
1. კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოს არსებული კონსტრუქცია არ გამორიცხავს წყლის გადინების შესაძლებლობას რგოლსა და ხელსაწყოს შორის არსებულ ღრეჩოში, გამოსაცდელი ქანის გვერდზე ავლით.

2. წყლის ხარჯის გაზომვა პიეზომეტრებში წყლის დონის დაწევის ხიჩქარის მიხედვით არ იძლევა წყლის გაპარვის სიდიდის დადგენის საშუალებას. ამიტომ ფაქტიურად იზომება წყლის ჯამური ფილტრაცია ქანში და მის გარშემო;

3. წყლის მიწოდებისას ქვემოდან ზემოთ, ქანის ქვედა ზედაპირზე არსებული ჰაერის ბუშტულები ხელს უშლიან წყლის ფილტრაციას და ამით ამახინჩებენ ცდის შედეგებს.

ი. აბელევის და ა. ოზერეცკოვსკის ხელსაწყოში ეს ნაკლოვანებები გარკვეულად თავიდან აცილებულია. ამ ხელსაწყოს მოწყობილობა შემდეგნაირია (ნახ. IV—20):

კრონშტეინზე მოთავსებულია ლითონის ძაბრი 1. ძაბრის შიგნით მის ნახვრეტებიან ტიხარზე მოთავსებულ ბადეზე ან ქვიშის ფენაზე იდგმება ლითონის ცილინდრი. 2. ცილინდრი შედგება ორი ნაწილისაგან, ესენია: მკრელი რგოლი (20—30 მმ სიმაღლის 70—80 მმ დიამეტრის), რომელშიც ათავსებენ გამოსაცდელ ქანს და მიმმართველი რგოლი, რომლის დანიშნულებაც უზრუნველყოს შტამპის მოძრაობის მიმართულება და გასაფილტრი წყლის მუდმივი დონე. ცილინდრში ნა-



მუშე აყენებენ ნახვრეტციან შტამპს 3. შტამპზე დატვირთვა გადაეცემა ბერკეტიანი წნებიდან ბურთულას საშუალებით, რომელიც მოთავსებულია შტამპის ჩაღრმავებაში. სპეციალურ შტატივზე შტამპის ზემოთ ამაგრებენ ინდიკატორს, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ვაწარმოოთ დაკვირვება ქანის დაჯდომაზე მისი შემკვრივებისას.

ძაბრის 1 ქვედა ნაწილთან სამკაბათი 4 მიერთებულია ბურკეტი 5, რომელიც ზომაეს გაფილტრული წყლის მოცულობას. სამკაბას 4 მეორე ბოლოდან მილის მილი ტებუსიან ბოთლში, რომელიც სავსეა წყლით და დგას თაროზე გარკვეულ სიმაღლეზე. ეს მილი გადის ბოთლის ყელში, სადაც მას ჰერმეტიკულად ამაგრებენ გახვრეტილ საცობში.

ნახ. IV—20. ა. აბელევის და ა. ოზერეცკოვსკის კონსტრუქციის ხელსაწყოს სქემა თიხიანი ქანების წყალშედნევალობის განსაზღვრისათვის.

ბოთლის 6 ტებუსიდან გამოდის რეზინის მილი მეორე ბოთლში 8, რომელიც ქვემოთ არის დადგმული. თუ გავაღებთ ონკანს 7, მაშინ წყალი მილით ჩამოედინება ზედა ბოთლიდან 6 და ამ უკანასკნელში შეიქმნება წყლის სვეტის H სიმაღლის ტოლი გაუხშობა, რომელიც უდრის დონეთა სხვაობას ბოთლებში 6 და 8.

რადგანაც ზედა ბოთლი 6 ხელსაწყოს ძაბრთან 1 შეერთებულია მ-ლით. ამიტომ გაუხშობა ხდება ძაბრის ქვედა ნაწილშიც და ფილტრაცია წარმოებს ვაკუუმის გავლენით, რომელიც შეესაბამება წყლის სვეტის / სიმაღლეს. / სიმაღლის ცვალებადობა შეიძლება ზედა ბოთლის ჩამოწევით ანდა ქვედას აწევით.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ნიმუშის გამოკრა ხდება მკრელი რგოლით. ქანს რგოლში აფარებენ სველი ფილტრის ქაღალდს, რის შემდეგაც რგოლს ახრახნიან ცილინდრს. შემდეგ ცილინდრ-რგოლს ჩადგამენ ძაბრში. ვისთვის, რომელსაც ფარავენ ბადით ანდა დახარისხებული საშუალომარცვლო-

ვანი ქეიშის 0.5—1 სმ სისქის ფენით. სივრცეს ძაბრის და რგოლის კედლებს შორის ავსებენ გამდნარი მენდელეევის საგოზავით, ანდა პარაფინით, როგორც ეს ნაჩვენებია IV—20 ნახაზზე. ხელსაწყოში ქანის ჩატვირთვის შემდეგ მას ასხამენ წყალს და აყოვნებენ წნეხის ქვეშ წყლით სრულ გაჭერებამდე. ამ დროს წნეხის ბერკეტი დამაგრებულ მდგომარეობაშია. სრული გაჭერების შემდეგ ქანს მოსდებენ დატვირთვის პირველ საფეხურს, რომელიც 0,5 კგ/სმ² ტოლია.

2. იმის შემდეგ, რაც ქანის შემკვრივება პირველი, მეორე და შემდგომი დატვირთვისაგან სტაბილური გახდება, ცილინდრში ასხამენ წყალს გარკვეულ დონემდე. ამ დონის შესანარჩუნებლად მთელი ცდის მანძილზე ცილინდრის ზემოთ ათავსებენ წყლიან კოლბს. რომელიც გადმოპირქვევებულია ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია IV—20 ნახაზზე. კოლბის ასეთი დგომისას წყლის დონე მასში მუდმივი იქნება. როგორც კი ეს დონე ქანში დაიწევს, წყლის გაფილტვრის შედეგად კოლბაში შემოდის ჰაერის ბუშტულა და ამის შესატყვისად ამავე რაოდენობის წყალი გამოედინება მისგან. ამრიგად იქმნება ხელსაწყოც ცილინდრში წყლის მუდმივი დონე.

3. აღებენ ონკანს 7 მილზე, რომელიც აერთებს ზედა და ქვედა ბოთლებს. წყალი ზედა ბოთლიდან იწყებს გადმოღვრას ქვედაში, რის შედეგადაც ზედა ბოთლში და შესაბამისად ხელსაწყოს ქვედა ნაწილში მოხდება გაუზიანება, რომლის მიზეზითაც დაიწყება წყლის ფილტრაცია. გაფილტრული წყალი გადმოედინება ბიურეტში ძაბრის ქვემოთ.

4. ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტს ცდის შედეგად მიღებულ მონაცემებით ითვლიან ფორმულით

$$K_{\Phi} = \frac{g}{FIt},$$

სადაც K_{Φ} — ფილტრაციის კოეფიციენტია, სმ/წმ (რეკომენდებულია ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოთვლა არანაკლებ სამჯერ ვიდრე სხვადასხვა წნეხის დროს დატვირთვის ყოველი საფეხურისათვის); g — ბიურეტით გაზომილი წყლის რაოდენობა, რომელიც გაიფილტრა t დროის განმავლობაში სმ³; F — ხელსაწყოც რგოლის განივი კვეთი, სმ²; I — პილრაელიკური გრადიენტი

$$I = \frac{H + H_1}{l},$$

სადაც $H + H_1$ არის მოქმედი წნევა (იხ. ნახ. IV—20); l — გამოსაცდელი ქანის სისქე ქანის დაჯდომის სტაბილიზაციის მომენტში, სმ.

5. ცდის დროს აწარმოებენ გაფილტრული წყლის ტემპერატურის გაზომვას და ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოთვლისას შეაქვთ შესწორება ტემპერატურაზე.

**ჰმიზების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა მათი
ბრანულომეტრიული შედგენილობისა და ფორიანობის
მონაცემების მიხედვით**

ქვიშების ფილტრაციული თვისებები, როგორც ცნობილია, საგრძნობლად იცვლება მათი ბრანულომეტრიული შედგენილობისა და ფორიანობისაგან დამოკიდებულებით. ამასთან დაკავშირებით იყო მრავალი ცდა დაედგინათ ფილტრაციის კოეფიციენტის ცვლილების დამოკიდებულება ქვიშების ბრანულომეტრიული შედგენილობისა და ფორიანობისაგან. ამ კვლევების შედეგად გამოყვანილ იქნა მრავალრიცხოვანი ემპირიული (20-ზე მეტი) ფორმულა. ეს ფორმულები გვიძლევს სრულიად არაზუსტ და შეუთავსებელ შედეგებს. გარდა ამისა, თითოეულ ემპირიულ ფორმულას აქვს გამოყენების შეზღუდული სფერო ქანის შედგენილობის, მდგომარეობისა და მუშაობის პირობების მიხედვით. ამიტომ დღეისათვის ემპირიული ფორმულებით ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა ეს არის მიზანშეწონილი, მით უმეტეს, რომ გვაქვს მარტივი და მოხერხებული ხელსაწყოები ქვიშების ფილტრაციაზე გამოცდისათვის. ამიტომ ქვემოთ მაგალითისათვის და მხოლოდ მეთოდური მიზნით მოცემულია ხაზენის ფორმულა და მაგალითი ქვიშის ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოთვლისა ბრანულომეტრიული შედგენილობის მიხედვით. ხაზენის ფორმულას აქვს სახე

$$K_{\phi} = ed_{10}^2 (0,7 + 0,03 T),$$

სადაც K_{ϕ} არის ფილტრაციის კოეფიციენტი, მ/დღე-ლამეში; e — ქვიშების „სისუფთავისა და ერთგვაროვნების“ ემპირიული კოეფიციენტი (სუფთა ერთგვაროვანი ქვიშებისათვის e იცვლება 1200-დან 800, გაქუქიანებული და არაერთგვაროვანი ქვიშებისათვის 800—400); d_{10} მარცვლის მოქმედი დიამეტრი, მმ, განსაზღვრული ერთ-ერთი იმ ხერხით, რომელიც მოყვანილია II თავში, გვერდი; $0,7—0,03 T$ — შესწორება ტემპერატურაზე, ხაზენის მიხედვით.

ხაზენის ფორმულა გამოიყენება ქვიშებისათვის, რომელთა მარცვლის მოქმედი დიამეტრი იცვლება 0,1-დან 3,0 მმ-მდე ფარგლებში და არაერთგვაროვნების კოეფიციენტი არ აღემატება 5-ს.

მსხვილმარცვლოვანი ქვიშებისათვის, რომელთა მარცვლის მოქმედი დიამეტრი 3,0 მმ-ზე მეტია, ხაზენს მოჰყავს ფილტრაციის სიჩქარეები მოქმედი დიამეტრისა და ქანობის სხვადასხვა მნიშვნელობასთან დამოკიდებულებაში (ცხრ. IV—9). ამ ცხრილის საშუალებით მსხვილმარცვლოვანი ქვიშების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათ-

ცხრილი IV-9

მხველმარცვლოვანი ქვიშებისათვის ფილტრაციის სიჩქარე მ/დღე-ღამეში
(ხაზენის მიხედვით)

| ქანობა | მოკმედი დამეტარი, მმ | | | | | | | | | |
|--------|----------------------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| | 3 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 26 | 30 | 36 | 40 |
| 0,0005 | 3,4 | 10 | 20 | 30 | 49 | 79 | 110 | 149 | 201 | 205 |
| 0,001 | 7 | 21 | 40 | 58 | 101 | 146 | 204 | 274 | 369 | 451 |
| 0,002 | 14 | 40 | 79 | 110 | 189 | 274 | 369 | 478 | 589 | 711 |
| 0,004 | 27 | 76 | 149 | 207 | 351 | 478 | 610 | 742 | 870 | 1000 |
| 0,005 | 40 | 115 | 207 | 274 | 451 | 619 | 781 | 930 | 1090 | 1240 |
| 0,008 | 65 | 149 | 253 | 319 | 531 | 720 | 900 | 1087 | 1270 | 1450 |
| 0,010 | 67 | 174 | 299 | 384 | 610 | 830 | 1020 | 1412 | — | — |
| 0,015 | 98 | 238 | 278 | 479 | 760 | 1030 | 1260 | 1477 | — | — |
| 0,020 | 126 | 298 | 67 | 581 | 881 | 1180 | 1469 | — | — | — |
| 0,03 | 189 | 400 | 616 | 760 | 1100 | 11450 | — | — | 1 | — |
| 0,05 | 280 | 561 | 885 | 1000 | 1490 | — | — | — | — | — |
| 0,10 | 494 | 930 | 1910 | 1650 | — | — | — | — | — | — |

ვის აუცილებელია ცხრილში მოცემული სიჩქარეები გაიყოს შესაბამის ქანობაზე.

თუ ფილტრაციის კოეფიციენტს გამოვხატავთ არა მეტრობით დღე-ღამეში, არამედ სმ-ობით წამში და საშუალომარცვლოვანი ქვიშებისათვის c კოეფიციენტს მივიღებთ 864-ის ტოლად, ხაზენის ფორმულა მიიღებს სახეს

$$K_{\Phi} = \frac{864 d_{10}^2 (0,7 + 0,03 T) \cdot 100}{86400} = d_{10}^2 (0,7 + 0,03 T), \text{ სმ/წმ.}$$

გასაფილტრი წყლის 10°C ტემპერატურის დროს შესწორება ტემპერატურაზე ერთის ტოლია, მაშინ

$$K_{\Phi 10} = d_{10}^2, \text{ სმ/წმ.}$$

§ 13

თიხოვანი ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა დროში, რომელიც საპირის მიხედვით უნდა დატვირთვებულა მოცემული დატვირთვით

წყლით გაჯერებული თიხოვანი ქანების შემკვრივება შეიძლება მოხდეს მხოლოდ წყლის გამოწურვის შედეგად, რადგან მინერალური ნაწილაკები, რომლებიც აგებენ ჩონჩხს, და წყალი, რომელიც ავსებს მის ფორებს, პრაქტიკულად უკუმშვადია.

ქანის გამოწურვის სიჩქარე და, შესაბამისად, შემკვრივების სიჩქარე დამოკიდებულია მის წყალშედწევადობაზე. ამიტომ გაჭერებზელი ქანის შემკვრივება დატვირთვის მიყენების შემდეგ უტბად არ მთავრდება, არამედ საჭიროებს გარკვეულ დროს ფორებიდან წყლის გამოსაწურად. ამას ეწოდება პიდროდინამიკური ჩამორჩენის დრო. ქვიშოვან ქანებისათვის (ლაბორატორიული ცდისას) იგი იზომება წუთობით, უფრო იშვიათად საათობით, თიხოვანი ქანებისათვის კი დღე-ღამეობით და თვეობით. თიხოვანი ქანების ბუნებრივი წოლის პირობებში, როდესაც თიხოვანი ქანების სიმძლავრე მნიშვნელოვანია, მათი შემკვრივება გრძელდება წლობით, ათეულ წლობით და მეტხანსაც.

გაჭერებული თიხოვანი ქანის შემკვრივების პროცესის შესწავლისას, შეიძლება ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა იმ დროის მიხედვით, რომელიც დაჭირდა ქანის შემჭიდროებას მოცემული დატვირთვის შემოქმედების პირობებში. ხშირად ამ მეთოდს უწოდებენ კონსოლიდაციის მეთოდს, რადგან იგი ითვალისწინებს ქანის შემკვრივებაზე წასულ დროს. ეს მეთოდი გამოსადეგია უმთავრესად თიხოვანი ქანებისათვის. მისი სიზუსტე ნაკლებია, ვიდრე პირდაპირი მეთოდებისა, რომლებიც ზემოთ იყო აღწერილი, მაგრამ საკმარისია პრაქტიკული მიზნებისათვის. ქვიშოვანი ქანებისათვის ეს მეთოდი გამოუსადეგარია, ვინაიდან მათ აქვთ მაღალი წყალშედწევადობა და შემკვრივების დროზე დაკვირვება საჭირო სიზუსტით ძნელია.

ამ მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს. წარმოვიდგინოთ, რომ კომპრესიულ-ფილტრაციულ ხელსაწყოს რგოლში წყალგაჭერებული ქანი მკვრივდება მუდმივი დატვირთვის σ შემოქმედების ქვეშ. ქანის შემკვრივების სტაბილიზაციის დასრულების მომენტისათვის t დროის განმავლობაში გამოიწურება გარკვეული რაოდენობის წყალი. გამოთვალათ, რას უდრის ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტი შემკვრივების პროცესში.

განსაზღვრის გადავიღების მიზნით, ყველა გამოთვლას ვაწარმოებთ არა ქანის მთელ h სიმაღლეზე, არამედ h_0 შემციობებულზე, რომელიც ქანს ექნებოდა უმციობის ფორიანობის დროს. ეს სიმაღლე, რომელსაც ეწოდება დაყვანილი, ახლოა მინერალური ნაწილის (ჩონჩხის) სიმაღლესთან და გამოწურვის პროცესში პრაქტიკულად უცვლელი რჩება. რადგან მინერალური ნაწილის მოცულობა 1 სმ³-ში ტოლია $1/1 + l$, ამიტომ ქანის შრის დაყვანილი სიმაღლე ტოლია

$$h_0 = \frac{h}{1+l}$$

ქანის ფილტრაციის კოეფიციენტი შრის დაყვანილ სიმაღლეზე ტოლია

$$K_{\sigma}^0 = \frac{K_{\sigma}}{1+l}$$

დარსის კანონის თანახმად, შემგვრივების პროცესში ქანიდან გამოსული წყლის რაოდენობა ტოლი იქნება

$$Q = K_{\sigma}^0 \frac{H_2 - H_1}{l} F,$$

სადაც $H_2 - H_1$ — მოქმედი წნევაა ფორსიულ წყალში (განსახილველ შემთხვევაში ავი გამოწვეულია მუდმივი დატვირთვით σ და ტოლია $H_2 - H_1 = \sigma/\gamma_s$, სადაც γ_s — წყლის კუთრი წონაა); l არის წყლის ფილტრაციის გზა (განსახილველი შემთხვევისათვის ფილტრაციის უმოკლესი მანძილი ნულის ტოლია, უდიდესი — $h_0/2$ რადგანაც კომპარსიულ-ფილტრაციულ ხელსაწყოში ფილტრაცია ხდება ორი მიმართულებით — ზემოთკენ და ქვემოთკენ). ფილტრაციის საშუალო გზა ტოლია

$$l = \frac{1}{2} \left(0 + \frac{h_0}{2} \right) = \frac{h_0}{4}.$$

სადაც — ხელსაწყოს რგოლის ფართობია, სმ²; თუ შევიტანთ შესაბამის აღნიშვნებს დარსის ფორმულაში, გვექნება

$$Q = K_{\sigma}^0 \frac{4\sigma}{h_0\gamma_s} Ff.$$

რადგან $\sigma = \sigma_2 - \sigma_1$,
ამიტომ

$$Q = K_{\sigma}^0 \frac{4(\sigma_2 - \sigma_1)}{h_0\gamma_s} Ff.$$

შემგვრივების პროცესში ქანიდან გამოწურული წყლის მოცულობა შეიძლება განისაზღვროს სხვაგვარადაც. ქანის ერთეულ მოცულობაში ფორების მოცულობა ტოლია $\epsilon/(1+\epsilon)$. წყლით გაჯერებულ ქანში ფორების მოცულობა წყლის მოცულობის ტოლია. დატვირთვის გაზრდისას σ_1 -დან σ_2 -მდე შესაბამისად მცირდება ფორიანობის კოეფიციენტიც ϵ_1 -დან ϵ_2 -მდე და გამოწურული წყლის მოცულობა ამ დროს ტოლი უნდა იყოს

$$Q = \frac{\epsilon_1}{1+\epsilon_1} hF - \frac{\epsilon_2}{1+\epsilon_2} h'F,$$

სადაც h' არის ქანის შრის სიმაღლე, რომელიც შეესაბამება ფორმის კოეფიციენტს ϵ_1 .

რადგან $h/(1+\epsilon_1)$ და $h'/(1+\epsilon_2)$ ტოლია ქანის შრის დაყვანილი h_0 სიმაღლისა, რომელიც მუდმივია ქანის შემკვრივების მთელ პროცესის განმავლობაში, შეიძლება ჩაიწეროს

$$Q = (\epsilon_1 - \epsilon_2) h_0 F.$$

თუ გავუტოლებთ ამ გამოსახულებას განტოლებას, რომელიც გამოყვანილია დარსის ფორმულით, გვექნება

$$K_{\text{ფ}}^0 = \frac{4(\sigma_2 - \sigma_1)}{h_0 \gamma_{\text{ფ}}} t F = (\epsilon_1 - \epsilon_2) h_0 F,$$

საიდანაც

$$K_{\text{ფ}}^0 = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\sigma_2 - \sigma_1} \cdot \frac{h_0^2 \gamma_{\text{ფ}}}{4t},$$

რადგანაც

$$\frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\sigma_2 - \sigma_1} = a,$$

ხოლო

$$K_{\text{ფ}} = K_{\text{ფ}}^0 (1 + e).$$

გვექნება

$$K_{\text{ფ}} = \frac{a h_0^2 (1 + e) \gamma_{\text{ფ}}}{4t}.$$

თუ ფილტრაციის კოეფიციენტს შევუფარდებთ ქანის შრის მთლიან h სიმაღლეს, გვექნება

$$K_{\text{ფ}} = \frac{a h^2 \gamma_{\text{ფ}}}{4(1 + e) t}.$$

ზადაც t დროა, რომელიც საჭიროა ქანის h სიმაღლის შესამკვრივებლად. თუ დატვირთვის სიდიდეს გავზრდით σ_1 -დან σ_2 -მდე, ტოლი იქნება

$$t = \frac{a h^2 \gamma_{\text{ფ}}}{4(1 + e) K_{\text{ფ}}}.$$

ცნობილია, რომ თუ ქანის საერთო შეკუმშვას მოცემული დატვირთვით მივიღებთ 100%-ის ტოლად, მაშინ შედარებით მცირე დროში ხდება მისი შემკვრივების უდიდესი ნაწილი, რომელიც ტოლია 80—

85%-ისა, შეკუმშვის საერთო სიდიდისაგან მოცემული დატვირთვის ზემოქმედებით.

შეკუმშვის სიდიდის შემდეგი ცვლილება მიმდინარეობს ძლიერ ნელა. მაგალითად, გრაფიკიდან (ნახ. IV—20), რომელიც გვიჩვენებს დაჯდომის სიდიდეს დროში თიხოვანი ქანისათვის, ჩანს, რომ 80—85% დაჯდომა მთავრდება ცდის დასაწყისიდან 2,5—5 საათის განმავლობაში. ამის შესაბამისად ფილტრაციის კოეფიციენტის გამოსათვლელად არაპირდაპირი მეთოდით რეკომენდებულია შემდეგი ფორმულა

$$K_{\sigma} = \frac{0,85 a h^2 \gamma_{\Sigma}}{4(1+\epsilon) t'}$$

სადაც 0,85—კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ქანიდან წყლის გამოდევნაზე დახარჯული დროის ეფექტს; a არის შეკუმშვის კოეფიციენტი, სმ²/კგ (იხ. თავი V, § 1)

$$a = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\sigma_2 - \sigma_1}$$

სადაც ϵ_1 არის ქანის ფორიანობის საწყისი კოეფიციენტი, რომელიც შეესაბამება σ , დატვირთვას; ϵ_2 —ქანის ფორიანობის საბოლოო კოეფიციენტი, რომელიც შეესაბამება σ საბოლოო დატვირთვას; h —კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოს რგოლში მოთავსებული ქანის შრის სიმაღლე. სმ; γ_{Σ} —წყლის მოცულობითი წონა, რომელიც ტოლია 0,001 კგ/სმ³; t' —ფორიანობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა შეკუმშვის დროს

$$t' = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

t' —დრო (წმ), რომელიც საჭიროა σ , დატვირთვისას ქანის საერთო შემკვრივების უდიდესი ნაწილის მისაღწევად.

ამ ფორმულით სარგებლობისას შემკვრივების კოეფიციენტი და ფორიანობის კოეფიციენტი ისაზღვრება ექსპერიმენტულად, h და γ_{Σ} სიდიდეები ცნობილია, ხოლო დრო t' გრაფიკულად განისაზღვრება შემდგენაირად.

1. გრაფიკზე, რომელიც გვიჩვენებს ქანის დაჯდომის დროსთან დამოკიდებულებას (ნახ. IV—22) აღგენენ t_1 და t_2 დროს, რომელიც გადის σ , დატვირთვის მიყენებიდან იმ მომენტებამდე, რომლებიც შეესაბამება ნიმუშების შეკუმშვას 90, 80 და 70 %-ით სრული შეკუმშვებ S სიდიდისაგან, აგრეთვე 45. 40 და 35% S სიდიდისაგან.

2. აღგენენ $\frac{t_1}{t_2}$ შეფარდებას, ე. ი. $\frac{90}{45}$; $\frac{80}{40}$; $\frac{70}{35}$ და ა. შ.

3. ამ ფარდობათა საფუძველზე ამავე გრაფიკზე აგებენ მრუდს ნებისმიერ პორიზონტალურ მასშტაბში.

4. აგებულ მრუდზე საზღვრავენ წერტილს, რომელიც შეესაბამება $\frac{f}{f_0} = 5,27$ და ატარებენ მისგან პორიზონტალურ სწორს, კუმშვის მოუღის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის წერტილის აბსცისა იქნება საძიებელი f' -ს სიდიდე.

ამრიგად, აღნიშნულიდან ჩანს, რომ არაპირდაპირი მეთოდით ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ქანის კომპრესიული გამოცდის შედეგები უნდა გვქონდეს შემდეგი სახით: 1. კონსოლიდაციის გრაფიკები, რომლებიც გვიჩვენებს დამოკიდებულებას დაჭდომის სიდიდესა და დროს შორის; 2. კომპრესიული მრუდი, რომელიც გვიჩვენებს ფორიანობის ცვალებადობის დამოკიდებულებას წნევისაგან (თავი V).

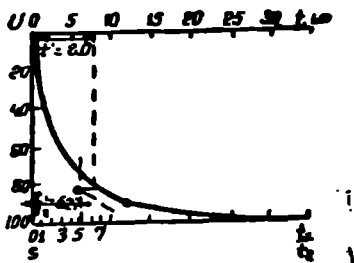
ეს მონაცემები შეიძლება მიღებულ იქნენ სპეციალური კომპრესიული გამოცდის შედეგად მხოლოდ ფილტრაციის კოეფიციენტის გან-

საზღვრისათვის, ანდა ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნენ გზადგმა სხვა მიზნებისათვის ჩატარებული კომპრესიული გამოცდების პროცესში, მაგალითად, ქანის კუმშვადობის შეფასებისას.

ორივე შემთხვევაში ქანების გამოცდას აწარმოებენ კომპრესულ-ფილტრაციულ ხელსაწყოში იმ მეთოდით, რომელიც მოკემულია V თავში. როდესაც უნდათ



ნახ. IV—21. კონსოლიდაციის გრაფიკები, რომლებიც გვიჩვენებს დაჭდომას და ტვირთისაგან დამოკიდებულებით დროში.



ნახ. IV—22. კონსოლიდაციის გრაფიკი f' დროის განსაზღვრისათვის.

გამოთვალონ ფილტრაციის კოეფიციენტი კომპრესული გამოცდის მიხედვით შემკეროვებაზე დაკვირვებას აწარმოებენ დატვირთვის ოთხთვიულ საფეხურზე შემდეგი ინტერვალით: 1, 3, 5, 10, 20, 30, 45, 60 წუთი და შემდეგ 1 საათის ინტერვალით სამუშაო დროის დამოკიდებამდე; შემდგომში კი დღე-ღამეში ერთხელ.

ასეთი დაკვირვების შედეგად კონსოლიდაციის გრაფიკის აგება უფრო ზუსტად ხდება. კომპრესიული თვისებების მონაცემებით ითვლიან ფილტრაციის კოეფიციენტს, რისთვისაც ადგენენ k_f დამოკიდებულების დამატებით მრუდს და საზღვრავენ დროს.

კონსოლიდაციის მრუდი k_f დროის განსაზღვრისათვის ირჩევენ დატვირთვის ისეთ საფეხურს, რომელიც პასუხობს ქანის ბუნებრივი წოლის პირობას.

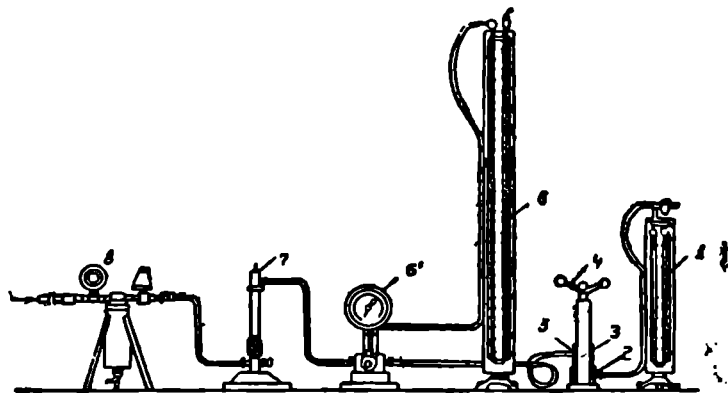
§ 14

ქანების შეღწევალოვის კოეფიციენტის განსაზღვრა

შელწვეადობას ძირითადად საზღვრავენ კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის, იშვიათად კი სხვადასხვა ქვიშებისა და თიხებისათვის.

როგორც ცნობილია, ქანების აბსოლუტურ (ფიზიკურ) შეღწევალობად ღებულობენ ექსტრაგირებული (ორგანული მინარევი-ბისაგან განთავისუფლებული) კერნების აირშელწვეადობას. მის კვლევას აწარმოებენ სტანდარტულ დანადგარზე, რომელიც საზღვრავს ქანებს k_f შეღწევალობას წნევის ქვეშ. ამ დანადგარს ჩვენი წარმოება ოსკივს AKM—2 მარკით. ძველი მარკა კი იყო УМПК—IV. დანადგარი AKM—2 გამოიყენება ქანებში სითხეების, აირებისა და სილიცა და აირის ნარევიების შეღწევალობის განსაზღვრისათვის. აგრეთვე შეღწევალობის ტემპერატურისაგან, თენური და სამთო წნევებისაგან დამოკიდებულების განსაზღვრისათვის. AKM—2-ის შემადგენლობაში შედის GK—2 აპარატი. კერნების აირშელწვეადობის განსაზღვრისათვის. წნევის ქვეშ შეღწევალობის ერთეულებში (დარსი).

GK—2 აპარატი (ნახ. IV—23) შედგება ხრახნული მომჭარისაგან 4 კირსაქვრით 3 და როპორისაგან 1. აირის ხრახნის დასახმად იმუშავებს ვერცხლისწყლის მანომეტრისაგან 6 ან სპრინგული მანომეტრისაგან 6 წნევის გასაზომად აირის შესაველზე ნიმუშში. ქლორკალიუმისაგან 7, ნიმუშში გამავალი აირის გასაშრობად. რეგულატორისაგან 8. რომელიც ახდენს აირის ხარჯის რეგულირებას. აირის წყაროსაგან, რომელიც წარმოადგენს შეკუმშული აზოტის ან ჰაერის ბალონს.



ნახ. 17—23. ΓΚ—2 აპარატი.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ქანის მონოლითიდან ჰრიან ცილინდრული ფორმის 30 მმ სიმაღლის და 20—30 მმ დიამეტრის ნიმუშს. შრეებრივი ქანის შეღწევადობის განსაზღვრისათვის ამზადებენ ორ ნიმუშს: ერთს შრეების პერპენდიკულარული სიმაღლით, ხოლო მეორეს შრეების პარალელური სიმაღლით. ნიმუშებს უკეთებენ ექსტრაგირებას ნაეთობისა და მარილებისაგან და ამრობენ 105°C.

2. გამზადებულ ქანის ნიმუშს ათავსებენ კონუსურ რეზინის საცობში და მასთან ერთად დგამენ კერნსაჰერის ჰიქაში, რომელსაც მომპერის 4 საშუალებით უკერენ კერნსაჰერის ზედა და ქვედა ხუფებს შორის.

3. კერნსაჰერის ზედა ხუფზე მოთავსებული შტუცერის 5 საშუალებით ნიმუშს აწოდებენ ქლორკალციუმიან მილში 7 გამომშრალ აირს. ამისათვის ალებენ ბალონის ვენტის და რელუქტორით 8 არეგულრებენ აირის თანაბარ მიწოდებას. წნევათა სიდიდესა და სხვაოღას არჩევენ ქანის შეღწევადობისაგან დამოკიდებულებით. რაც უფრო დიდია შეღწევადობა, მით ნაკლები უნდა იყოს ნიმუშზე მიწოდებული წნევა. აირის ხარჯს ზომავენ რეომეტრის 1 მეშვეობით, რომელიც მიცრთებულია კერნსაჰერის ქვედა ხუფის შტუცერთან 2. გამოცდის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ქანის შეღწევადობაზე. კარგი და საშუალო შეღწევადობის დროს საკმარისია 2—5 წუთი, მას შემდეგ რა დამყარდება აირის მიწოდების რეჟიმი.

4. შეღწევადობაზე ქანის გამოცდისას ზომავენ: ა) წნევას $P_1 - P_2$ (მმ. ვერცხ. წყ. სვეტი) ვერცხლისწყლის მანომეტრში სითხის დონეთა სხვაობით. წნევის ერთეულის გადაყვანას ვერცხლისწყლის სვეტის მიმეტრებიდან ატმოსფეროებში აწარმოებენ ფორმულით

$$P_1 - P_2 = P \frac{P_1 - P_2 \text{ (მმ. ვერცხ. წყ. სვ.)}}{760}, \text{ ატმ.}$$

ბ) აირის ხარჯს Q (სმ³) ნიმუშში — რეომეტრში წყლის დონეთა სხვაობისა Δh_p და სპეციალური დანაყოფებიანი მრუდის საშუალებით $Q = f(\Delta h_p)$, t დროში, წმ; გ) აირის ტემპერატურას (გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურას), რომლის მიხედვით ცნობარის ცხრილებიდან პოულობენ მის η სიბლანტეს მოცემული ტემპერატურისათვის; დ) ატმოსფერულ წნევას P_a ბარომეტრით (მმ ვერცხ. წყ. სვეტი) და გადაყავთ P_a ფიზიკურ ატმოსფეროებში

$$P_a = \frac{P_a \text{ (მმ ვერცხ. წყ. სვეტი)}}{760}, \text{ ატმ.}$$

5. ყველა ჩამოთვლილ გაზომვების ჩატარების შემდეგ წნევათა ხაში სხვადასხვა სხვაობის პირობებში (მაგალითად, 100, 150, 100 მმ ვერცხ. წყლის სვეტი) შეღწევადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$K_2 = \frac{Q \eta \cdot 1000}{F t (P_1 - P_2)}$$

სადაც K_2 — შეღწევადობის კოეფიციენტი, მ/დარსი.

საკონტროლო კითხვები

1. დაასახელეთ ქანების წაღოვანი თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები.
2. ქანების რომელ თვისებას ეწოდება წყლოვანი და რატომ?
3. თიხოვანი ქანების წყალმდეგობის მაჩვენებლები.
4. როგორ შეიძლება შეფასდეს კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების წყალმდეგობა.
5. რასთან არის დაკავშირებული თიხოვანი ქანების გაჯირჩვევა? მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებს ამ მოვლენას.
6. აღწერეთ ქანების გაჯირჩვევის განსაზღვრისათვის გამოსაყენებელი ხელსაწყოები.
7. აღწერეთ ქანების შეკლების განსაზღვრის მეთოდიკა.
8. რათი განსხვავდება წყალშემცველი და ტენშემცველი ქანები?
9. ხაზლი და მჭისმაღური მოლეკულური ტენზევადობის განსაზღვრის მეთოდები.

10. რისი ტოლია ქანების წყალგაქვმა და მისი განსაზღვრება მეთოდები?
11. კაპილარიმეტრის აღწერა და მასზე მუშაობის მეთოდები.
12. ქანების წყალშეღწეადობის მაჩვენებლები.
13. ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის საერთო მეთოდები. მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.
14. ქანების წყალშეღწეადობის კვლევის ლაბორატორიული მეთოდების კლასიფიკაცია.
15. გ. კამენსკის ხელსაწყო ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის.
16. რა უნდა გაკეთდეს, რომ გ. კამენსკის ხელსაწყოში ფილტრაციის კოეფიციენტი განისაზღვროს 0,5 გრადიენტის დროს?
17. დ. კაპეცკის ხელსაწყო განმასხვავებელი თავისებურებები.
18. რომელი ხელსაწყოებით ზომავენ თიხოვანი ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტს?
19. კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყო აღწერა.
20. ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის თანამიმდევრობის აღწერა **ПВ** ხელსაწყოში წყლის დაღმავალი ნაკადის დროს.
21. შეიძლება თუ არა „სპეტგეოს“ მილით განისაზღვროს ფილტრაციის კოეფიციენტი, როდესაც გრადიენტი 7-ის ტოლია.
22. გ. კამენსკის მილის აღწერა და მასზე მუშაობის თანამიმდევრობა.
23. გ. მოიყვანეთ თიხოვანი ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის ფორმულა დროში, რომელიც საჭიროა მის შესრულებლად მოკლე და გრძელ დროის პირობებში.
24. რა უპირატესობა აქვს ი. აბელევ — ა. ოზერეცკოვის ქანების ხელსაწყოს?
25. ქანების გამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრის მეთოდი.
26. დაასახელეთ სხვადასხვა ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის მისაღებობის მნიშვნელობანი.

§1

ქანების მექანიკური თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები

ქანების მექანიკური თვისებები ეწოდება ისეთ თვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავს მათ ქცევას გარე ძალების დატვირთვის ზემოქმედებით და მეღვენდება მათ წინაღობის უნარში რღვევისა და დეფორმაციის მიმართ. ქანების თვისებას გაუწიოს წინაღობა რღვევასა და დიდი ნარჩენი დეფორმაციების წარმოქმნას დატვირთვის ზემოქმედებით ანდა, უფრო სწორად, დარღვევის გარეშე, გარკვეულ საზღვრებში და პირობებში, მიიღოს ესა თუ ის დატვირთვა, ეწოდება სიმტკიცე, ხოლო მათ თვისებას შეცვალონ ფორმა და მოცულობა — ეწოდება დეფორმაცია. ამ თვისებებს გამოხატავენ და აფასებენ ქანების სიმტკიცისა და დეფორმაციის მაჩვენებლებით.

ქანების სიმტკიცის ბუნება გამოირჩევა მნიშვნელოვანი სირთულით. ამა თუ იმ ფაქტორების მოქმედებისაგან დამოკიდებულებით სიმტკიცე შეიძლება შეიცვალოს ფართო საზღვრებში, ქანი შეიძლება იყოს ძლიერ მტკიცე, საშუალო და მცირე სიმტკიცისა ან ძლიერ მცირე სიმტკიცის. გარდა ამისა, ზოგი ქანის სიმტკიცე გამომეღვენდება მთლიანად და მაშინვე, ხოლო მეორისა კი იცვლება დროში. ამის მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ პირობით-მყისი ანუ სტანდარტული და ხანგრძლივი სიმტკიცის შესახებ.

ქანების სიმტკიცეზე დამოკიდებულია მათი დეფორმირებადობა. დეფორმაციები შეიძლება იცვლებოდეს აბსოლუტური და ფარდობითი სიდიდით, ხასიათით, ე. ი. იყოს შექცევადი და შეუქცევადი, განვითარდეს დროში სწრაფად (მყისად) ანდა ნელა. ამიტომ ზოგიერთ ქანს გააჩნია დეფორმაციისა და დატვირთვის შორის ერთნიშნა დამოკიდებულება, ხოლო სხვა ქანებისათვის ასეთი დამახასიათებელი ერთნიშნა დამოკიდებულება არ შეინიშნება, რადგანაც მათი დეფორმაციის სიდიდე დამოკიდებულია როგორც ძაბვათა სიდიდეზე, ასევე მათი მოღების სიჩქარეზე და მოქმედების ხანგრძლივობაზე.

ქანების მექანიკური თვისებების შესწავლისას აუცილებელია გამოვიკვლიოთ გარკვეული დამოკიდებულებანი, რომლებიც ახასიათე-

ქანების დეფორმაციისა და სიმტკიცის ცვლილებათა კანონზომიერების დამახასიათებელი ძირითადი დამოკიდებულებანი

| დამოკიდებულება | განტოლებები, რომლებიც გამოხატავენ დამოკიდებულებას | პარამეტრები, რომლებიც წარმოადგენენ ქანების მექანიკური თვისებების ჩაოდენობრივ მახვეულებს |
|---|---|---|
| <p>ფარდობითი დრეკადი დეფორმაციებისა და მოქმედი ძაბვებისაგან</p> | $\sigma = E \epsilon_x$ | <p>E—დრეკადობის მოდული</p> |
| <p>განეისა და გრძივ ფარდობით დეფორმაციებს შორის</p> | $\epsilon_y = \mu \epsilon_x$ | <p>μ—განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი</p> |
| <p>გვერდითი წნევისა მის გამომწვევ ვერტიკალური დატვირთვისაგან</p> | $p_b = \xi p$ | <p>ξ—გვერდითი წნევის კოეფიციენტი</p> |
| <p>საერთო ფარდობითი დეფორმაციისა მოქმედი ძაბვებისაგან</p> | $\sigma = E_0 \epsilon_x$ | <p>E_0—საერთო დეფორმაციის მოდული</p> |
| <p>ფორიანობის ცვალბადობისა მოქმედი ძაბვებისაგან</p> | $d\epsilon = \epsilon d\sigma$ | <p>ϵ—გრების კოეფიციენტი</p> |
| <p>ფარდობითი კუმშვადობისა მოქმედი ძაბვებისაგან</p> | $\alpha = \frac{\Delta h}{h} = \frac{\sigma}{1 + \epsilon}$ | <p>α—ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი</p> |
| <p>დაშლის წინააღობისა კუმშვისას მოქმედი დატვირთვისაგან</p> | $p = R_{კუმშვ} F$ | <p>$R_{კუმშვ}$—დროებითი წინააღობა კუმშვაზე</p> |
| <p>რღვევის წინააღობისა გაჭიმვისას მოქმედი დატვირთვისაგან</p> | $p = R_p E$ | <p>R_p—დროებითი წინააღობა გაჭიმვაზე</p> |
| <p>რღვევის წინააღობისა ხლეჩისას მოქმედი დატვირთვისაგან</p> | $p = R_{ხლეჩ} F$ | <p>$R_{ხლეჩ}$—დროებითი წინააღობა ხლეჩაზე</p> |
| <p>რღვევის წინააღობისა ძვრაზე მოქმედი ნორმალური ძაბვისაგან</p> | $\tau = \text{tg} \varphi \sigma \quad \Pi = f \sigma \quad H$ | <p>$f = \text{tg} \varphi$ შინაგახი ხახუნის კუთხე</p> |
| <p>ა) ქვიშებისათვის</p> | $\tau = c + f \sigma \quad \Pi$ | <p>c—საერთო შეკიდულობა</p> |
| <p>ბ) თიხიანი ქანებისათვის</p> <p>ძვრის და ნორმალურ შემაკვრივებელ ძაბვებს შორის</p> | $\tau = F \sigma \quad \Pi = H = \text{tg} \psi \sigma \quad \Pi$ | <p>$F \sigma \quad \Pi$—ძვრის კოეფიციენტი ψ ძვრის კუთხე</p> |

მთავარ დამბულობებს შორის ზღვრული წონასწორობის მომენტში

ა) ქვიშებისათვის

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$$

ბ) თიხოვანი ქანებისათვის

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 - 7c \cos \varphi}$$

ბენ ქანების დეფორმაციისა და სიმტკიცის ცვლილებათა კანონზომიერებებს. ასეთი დამოკიდებულებანი შეტანილია V—1 ცხრილში. ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ პარამეტრები განტოლებებისა, რომლებიც ახასიათებს ქანების დეფორმაციისა და სიმტკიცის ცვალებადობის კანონზომიერებებს — წარმოადგენენ მათი მექანიკური თვისებების რაოდენობრივ მაჩვენებლებს.

კლდოვანი ქანებისათვის დამახასიათებელია დრეკადი თვისებები, ხოლო ნახევრად კლდოვანი ქანები მხოლოდ ნაწილობრივად არიან დრეკადნი.

ფხვიარ მონატებს და რბილ თიხოვან ქანებში სუფთა დრეკად თვისებებს აქვთ დაქვემდებარებული მნიშვნელობა. დრეკადი თვისებების შესაფასებლად გამოიყენება მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებს ქანების უნარს წინააღმდეგობა გაუწიოს დეფორმაციებს. ნახევრად კლდოვანი ქანების შესწავლისათვის დრეკადი თვისებების მაჩვენებლების გარდა დიდი მნიშვნელობა აქვთ მაჩვენებლებს, რომლებიც ახასიათებს მათ უნარს გაუწიონ წინააღმდეგობა საერთო დეფორმაციებს, ე. ი. შექცევადსა და შეუქცევადს. მონატეხი და თიხოვანი ქანებისათვის მთავარი მნიშვნელობა აქვთ მხოლოდ საერთო დეფორმაციის მაჩვენებლებს.

ქანების დეფორმირებადობის თვისებების ძირითად მაჩვენებლებს წარმოადგენენ: დრეკადობის მოდული, განივი დეფორმაციის მოდული, გეორდიით წნევის კოეფიციენტი, კუმშვადობის კოეფიციენტი და ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი (იხ. ცხრ. V—1). დანალექი ქანების ძირითადი მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებენ მათ დაჭლომადობას — მაკროფორიანობის კოეფიციენტი α_{σ} და ფარდობითი დაჭლომადობის კოეფიციენტი α_m .

ქანებს სხვადასხვა ჯგუფს აქვთ რღვევის სხვადასხვანაირი ხასიათი. ამიტომ მათი სიმტკიცის შესაფასებლად გამოიყენება სიმტკიცის სხვადასხვა მაჩვენებლები. კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი და შემქვი-

როებული თიხოვანი ქანების სიმტკიცის ძირითად მაჩვენებლებს წარმოადგენს დროებითი წინაღობა კუმშვაზე, ხლეჩაზე და გაჭიმვაზე, ხოლო რბილი შეკავშირებული და ფხვიერი შეუკავშირებელი ქანებისათვის — ძვრაზე წინაღობის მაჩვენებლები — შიგა ხახუნის კუთხე, შიგა ხახუნის კოეფიციენტები, საერთო შეჭიდულობა და ზოგიერთ შემთხვევაში ძვრის კოეფიციენტი [ლომთაძე, 1970].

ქანების დეფორმაციულობის და სიმტკიცის მაჩვენებელთა განსაზღვრას ლაბორატორიულ პირობებში აწარმოებენ სპეციალურ ხელსაწყოებზე და დანადგარებზე სხვადასხვა მეთოდებით, რომელთა აღწერა მოცემულია ქვემოთ.

§ 2

კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი და თიხოვანი ქანების დრეკადობის მოდული, საერთო დეფორმაციის მოდული და განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი ერთდარქა კუმშვის მეთოდის მონაცემებით

როგორც ცნობილია, დრეკადობის მოდული წარმოადგენს ძაბვისა და მის შესატყვის დეფორმაციას შორის პროპორციულობის კოეფიციენტს $\sigma = E \epsilon_x$; რიცხობრივად დრეკადობის მოდული ტოლია ძაბვისა კგ-ობით სმ²-ზე, რომელმაც გააპირობა ერთის ტოლი ფარდობითი დეფორმაცია. მისი სიდიდე ახასიათებს ქანების სიხისტეს, ე. ი. უნარს გაუწიოს დრეკადი წინააღმდეგობა ხაზობრივ დეფორმაციებს.

საერთო დეფორმაციის მოდულის დახასიათება დრეკადი მოდულის ანალოგიურია, იგი გამოხატავს საერთო დეფორმაციებს (შეჭევვადსა და არაშეჭევვადს) და მათ გამომწვევ ძაბვათა შორის პროპორციულობას

$$\sigma = E_0 \epsilon_x.$$

საერთო დეფორმაციის მოდულს გააჩნია ძაბვის განზომილება.

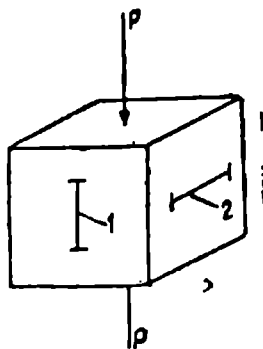
ქანების დეფორმაციულობის თვისების მთავარ მახასიათებელს წარმოადგენს განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს ფარდობითი განივი დეფორმაციებისა და გრძივი დეფორმაციების ფარდობას

$$\mu = \frac{\epsilon_y}{\epsilon_x}.$$

საიდანაც $\epsilon_y = \mu \epsilon_x$. მაშასადამე, განივი დეფორმაციების კოეფიციენტი წარმოადგენს გრძივ და განივ ფარდობით დეფორმაციათა შორის პროპორციულობის კოეფიციენტს. ეს კოეფიციენტი კლდოვანი და ნა-

ბევრად კლოვანი ქანებისათვის იცვლება 0,10-დან 0,40, მსხვილმონატეხოვანისათვის იგი საშუალოდ ტოლია 0,27, ქვიშეებისა და ქვიშნარისათვის—0,30, თიხნარებისათვის—0,35 და თიხებისათვის—0,42. რაც უფრო დიდია ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობა, მით უფრო დამკვირვებელია ქანი.

ღრეკადობის მოდულის, ზოგადი დეფორმაციის მოდულსა და განივ დეფორმაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა განხილული მეთოდით დამყარებულია ქანის ნიმუშის განივი და გრძივი დეფორმაციების გაზომვაზე ერთდერძა კუშშეზე მისი გამოცდისას (V—1). ამისათვის უნდა გვქონდეს შემდეგი მოწყობილობა: 1) ბერკეტური წნეხი ანდა სპეციალური გამოსაცდელი მანქანა; 2) ქანების ნიმუშების



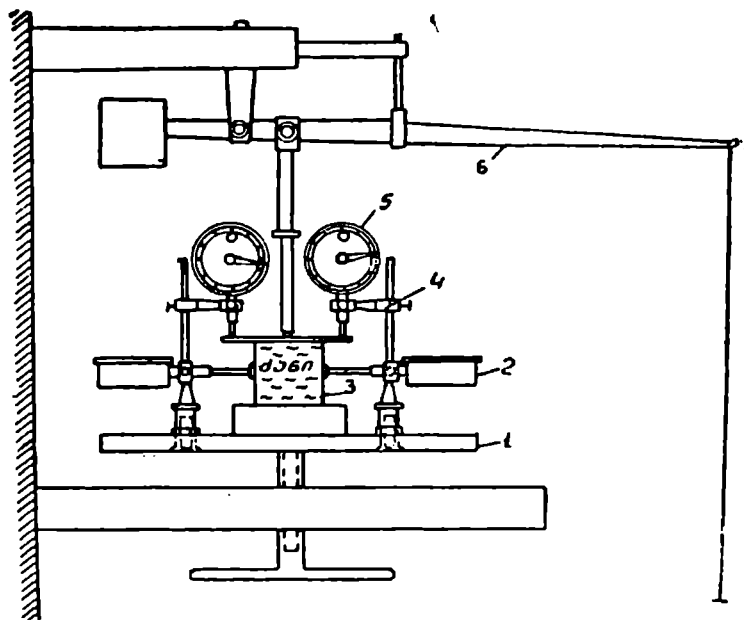
ნახ. V—1, ქანის ნიმუშის გამოსაცდელად დაყენების სქემა ერთდერძა კუშშეზე.
1—2—დეფორმაციის მზომი ტენზომეტრები:
1—გრძივი; 2—განივი.

კუშშეისას მათი განივი და გრძივი დეფორმაციების საზომი ხელსაწყობები; 3) ქანების ტენიანობისა და სიმკვრივის განმსაზღვრელი მოწყობილობა (იხ. თავი III); 4) ყურნალი (იხ. ცხრ. V—2). ბერკეტული წნეხები გამოიყენება დაბალი სიმტკიცის ქანების — რბილი შეკავშირებული თიხოვანი და ნახევრადკლდოვანი ქანების ზოგიერთი სახესხვაობის გამოსაცდელად, რომლებიც ხასიათდება 25 კგ/სმ²-ზე ნაკლები სიდიდის დროებით წინაღობით კუშშეზე. ერთ-ერთი ასეთი წნეხი მოცემულია V—2 ნახაზზე.

ქანის ნიმუშს ათავსებენ სპეციალურ ხრახნიან მაგიდაზე, ეს უკანასკნელი დამონტაჟებულია ლითონის კოჭზე, რომელიც კედელშია ჩამაგრებული ისევე, როგორც წნეხი. მაგიდას აქვს კრონშტეინები, რომლებზედაც მაგრდება საათის ტიპის ინდიკატორები ნიმუშის გრძივი და განივი დეფორმაციების გასაზომად კუშშეის დროს. თუ წნეხის ბერკეტის მხრების შეფარდება ტოლია 1 : 10, კუთრი დატვირთვა, რომელიც წნეხით გადაეცემა ნიმუშზე, გამოითვლება ფორმულით

$$R = \frac{10P}{F},$$

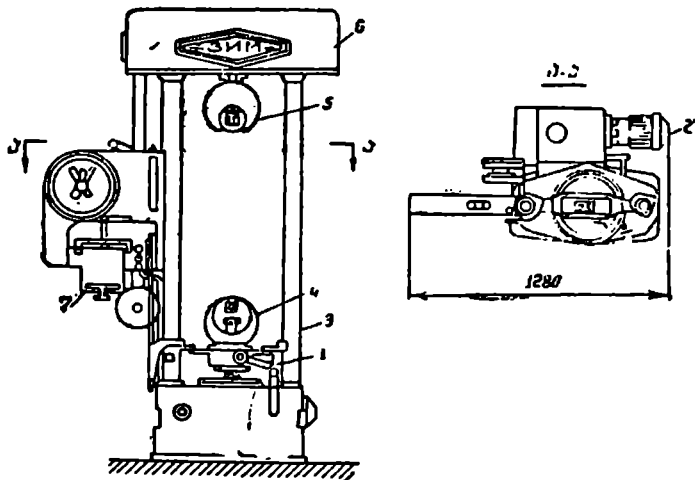
სადაც R — კუთრი დატვირთვა ნიმუშზე, კგ/სმ²; 10 — ბერკეტის სისტემის გადაცემათა რიცხვი; P — ბერკეტის საკიდზე მიყენებული ხაერათო დატვირთვა, კგ; F — ნიმუშის ფართობი, სმ².



ნახ. 7—2. ბერკეტისანი წნეხი ქანების კუმშვაზე გამოსაცდელად: 1 — ნიმუშის ან ხელსაწყო დასადგმელი მაგიდა; 2 — განივი დეფორმაციის საზომი ინდიკატორები; 3 — ნიმუში; 4 — კრონსტერენები, რომლებზედაც მაგრდება ინდიკატორები; 5 — ვერტიკალი დეფორმაციების საზომი ინდიკატორები; 6 — ბერკეტისანი წნეხი.

გამომცდელ მანქანებს, რომელთა დანიშნულებაა ქანის მცირე ზომის ნიმუშების გამოცდა, შეიძლება ჰქონდეთ მექანიკური ან პილრაული და მტვირთავი მექანიზმი.

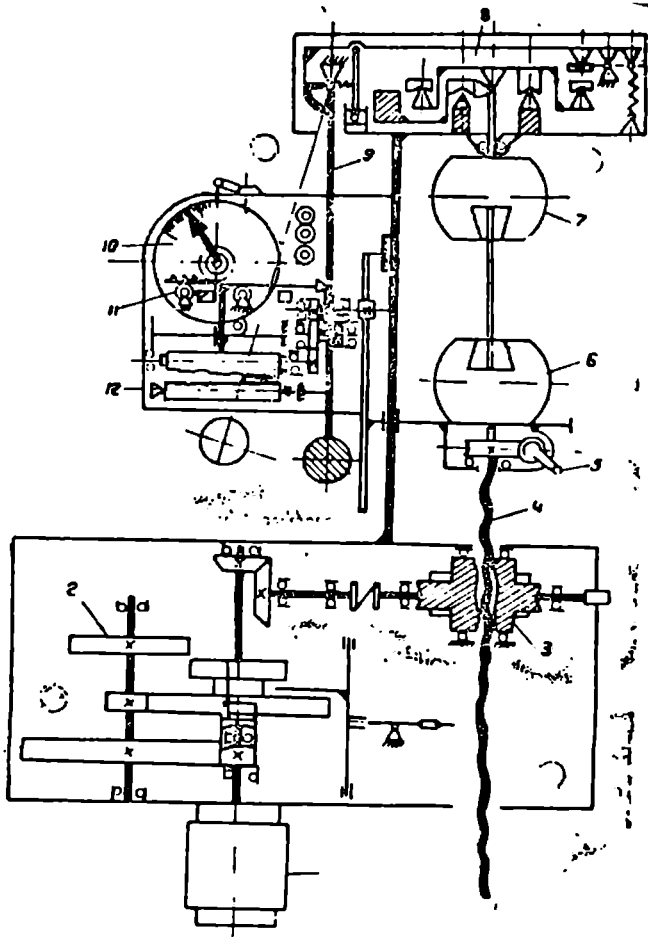
ჩვენი წარმოება ამჟამად უშვებს რამდენიმე ტიპის ასეთ მანქანებს 7—3 ნახაზზე ნაჩვენებია ერთ-ერთი ახალი მოდელი — უნივერსალური გამომცდელი მანქანა УММ—5 მექანიკური ამძრავით, რომელსაც უშვებს არმავირის ქარხანა. ეს მანქანა გათვალისწინებულია მასალის და ქანების სტატიკური გამოცდისათვის კუმშვაზე, გავიმვასა და ჰრახეიგა შედგება შემდეგი ძირითადი კვანძებისაგან: დგანი — 3, დამტვირთავი მექანიზმი სიჩქარეების კოლოფით 2; ძალის საზომი მექანიზმი 6; დეფორმაციის საზომი თვითჩამწერი დიაგრამული აპარატით 7; უძრავი ზედა ტრავერსი 5 წამტაცით და ქვედა მოძრავი ტრავერსი 4 წამტაცით. დგანი წარმოადგენს ხისტ ჩარჩოს, შედგენილს ორი თუჯის კოლოფისაგან (ზედა და ქვედა), რომლებიც შეერთებულია ორი სვეტით. სვეტები



ნახ. V—3. მექანიკურამძრავიანი უნივერსალური გამომცდელი მანქანის YMM—5-ის საერთო ხედი:

1 — სახელური ქვედა სატაცის დასაყენებლად; 2 — დამტვირთავი მექანიზმი გადაცემათა კოლოფით; 3 — სადგარი; 4 — ქვედა მოძრავი ტრავერსი სატაცით; 5 — ზედა უმოძრავო ტრავერსი სატაცით; 6 — ძალის საზომი მექანიზმი (დამონტაჟებულია სადგარის ზედა კოლოფში); 7 — დეფორმაციის საზომი ძვირფასი დიაგნოზული ინდიკატორით.

ამავე დროს წარმოადგენენ მიმმართველებს, რომელთა გასწვრივ ხდება წამტაციანი მოძრავი ტრავერსის გადაადგილება. ქვედა წამტაცის ამძრავის დამტვირთავი მექანიზმი შედგება ელექტროძრავასაგან 1, სინქარების კოლოფის 2, კბილანიანი 3 ჭიანჭისგან გადაცემის, დამტვირთავი ხრახნისაგან 4, რომელზედაც მიმაგრებულია მოძრავი ტრავერსი ქვედა წამტაცით 6 (ნახ. V—4). ჭიანჭის კბილანის ბრუნვისას დამტვირთავი ხრახნი ასრულებს გადატანით მოძრაობას ზემოთ ან ქვემოთ იმისდა მიხედვით, თუ რომელი — მქუმში ან გამქუმში — ძალა უნდა მოედოს ნიშნს. რევერსირება ხდება ელექტროძრავას გადაართვით. ელექტროძრავასა და ჭიანჭისგან გადაცემისაგან ბრუნვის გადაცემა ხდება სინქარის კოლოფის საშუალებით, რომელიც საშუალებას იძლევა დავადგინოთ გადაადგილების ხუთი სინქარე: 2, 4, 10; 20 და 50 მმ/წმ. სინქარე 100 მმ/წმ გამოიყენება ქვედა წამტაცის სწრაფი გადაადგილებისათვის. დამტვირთვის გარეშე. ქვედა წამტაცის საყენებელი მოძრაობისათვის გამოიყენება ხელით გადაადგილების მექანიზმი სახელურით 5, რომელიც დამონტაჟებულია მოძრავი ტრავერსის



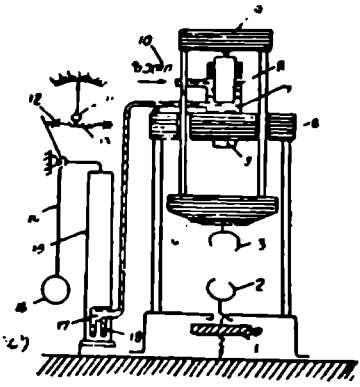
ნახ. V—4. მექანიკურამძრავიანი უნივერსალური გამომცდელი მანქანის მუშაობის სქემა.

შიგნით. ზედა წამტაცი 7 შუალედური საწვევის საშუალებით ჩამოკიდებულია ძალის საზომი მექანიზმის მთავარ ბერკეტზე 8. მთავარი ბერკეტიდან საზომი მექანიზმის შუალედური წევრების საშუალებით ძალა გადაეცემა ქანქარის ბერკეტს 9, იწვევს რა მის გადახრას, რომელიც მიყენებული დატვირთვის პროპორციულია. ქანქარის ბოლოში მოთავსებული ტვირთი საშუალებას გვაძლევს მალის გაზომვა ვაწარმოთ

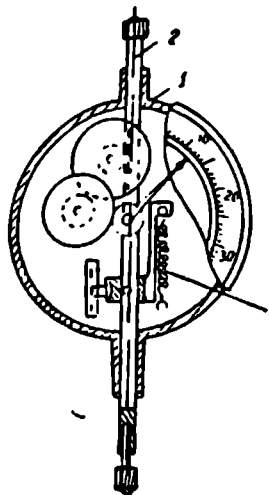
დატვირთვის ოთხ დიაპაზონში (კგ): 0—500, 0—1000, 0—2500 და 0—5000. სამუშაო დიაპაზონის არჩევა დამოკიდებულია ქანის ნიმუშის ზომასა და მის სავარაუდო სიმტკიცეზე. ქანქარის გადახრისას გადაადგილება ლარტყა 11, რომელიც კბილანას ისრით 10 ატრიალებს ძალის საზომი მექანიზმის სკალის გასწვრივ. ისრის ჩვენება ფიქსირდება საკონტროლო ისრით ოთხი სკალიდან ერთ-ერთზე, დატვირთვის არჩეული დიაპაზონის შესაბამისად.

ძალის საზომში დაყენებულია დოლური ტიპის დიაგრამული აპარატი 12, რომელსაც შეუძლია გამოხაზოს გამოსაცდელი ნიმუშის „დატვირთვა-დეფორმაციის“ დიაგრამა. დატვირთვის ჩაწერის ცდომილება $\pm 1,5$ მმ-ია, დეფორმაციისა კი $\pm 5\%$. კუმულირტი დეფორმაციისაგან გამომხატული შესაბამის მასშტაბში. დეფორმაციის ჩაწერა ხდება ორ მასშტაბში — 1:1 და 5:1. ყოველი მანქანა აღჭურვილია მოწყობილობით ქანების გამოცდისათვის კუმშვაზე, რღვევაზე და ხლეჩაზე.

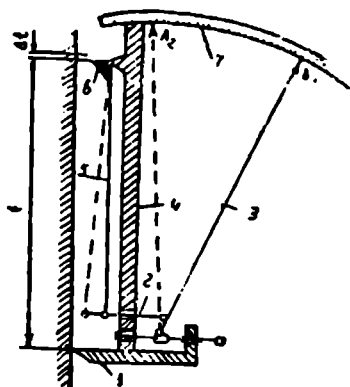
მანქანები ჰიდრავლიკური ამქრავით სტატიკური გამოცდებისათვის მრავალნაირია. V—5 ნახაზზე ნაჩვენებია ასეთი მანქანების მუშაობის პრინციპული სქემა. ისინი, როგორც წესი, შედგება სამი კვანძისაგან: დასატვირთი მოწყობილობისაგან 6, ძალის საზომი მექანიზმისა 12 და ტუმბოსაგან (სქემაზე ნაჩვენები არ არის). ზეთის ტუმბო ავზიდან ზეთსადენის 10 საშუალებით აწვდის ზეთს დამტვირთავი მოწყობილობის 6 მუშა ცილინდრში 7. მუშა ცილინდრში ზეთის წნევის ზემოქმედებით მალა იიწვეა დგუში 8, რომელიც აწვება და ზევითკენ გადაადგილებს ტრავერსს 9. თუ ნიმუში მოთავსებულია მომჭერებში 3 და 2, ხდება მისი გაჭიმვა, ხოლო თუ იგი მოთავსებულია ტრავერსსა 4 და უმოდრაო ბალძის შორის — შეკუმშვა. ძალის საზომ ცილინდრში 17 ზეთის მოხვედრა იწვევს დგუშის 18 გადაადგილებას, რომელიც ჩარჩოს 15 საშუალებით გადაეცემა ქანქარას 14 ტვირთით 16. ქანქარის გადახრა (პროპორციული ზეთის წნევისა მუშა ცილინდრში 7, ანდა მანქანის შიერ განვითარებული ძალისა) გადაეცემა ლარტყას 13, რომელიც ატრიალებს კბილანას ისართან 11 ერთად. ლარტყა დაკავშირებულია თვითჩამწერთან რომელიც ხაზავს დოლზე (სქემა-



ნახ. V—5. ჰიდრავლიკურამქრავიანი გამოცდელი მანქანის მუშაობის სქემა.



ნახ. V—6. საათის ტიპის ინდიკატორული ტენზომეტრი.



ნახ. V—7. ბერკეტიანი ტენზომეტრი.

ზე ნაჩვენები არ არის) დაძაბულობის გრაფიკს. დოლის შემობრუნება პროპორციულია ტრავერსის 9 გადაადგილებისა, რომელიც მიერთებულია დოლთან ზონრით, ე. ი. ნიმუშის დეფორმაციისა. ქანქარას 14 აქვს საცვლელი ტვირთები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ დატვირთვის რამდენიმე დაახაზონი. აუცილებლობის შემთხვევაში მანძილს 3 და 2 ჰომპერებს შორის არეგულირებენ კიახარხნული გადაცემის ელექტროძრავას 1 ხართვით ან ხელით.

ქანების ნიმუშების გრძივი და განივი დეფორმაციების გაზომვას კუმშვისას, მათი დეფორმირებადობის მახასიათებლების გამოსათვლელად. ახდენენ ტენზომეტრიული მოწყობილობების საშუალებით. ამ უკანასკნელებს აგრეთვე იყენებენ ნიმუშების დაძაბული მდგომარეობის ერთგვარონების კონტროლისათვისაც დატვირთვის პროცესში, დეფორმაციის გაზომვას ნიმუშის სხვ. დასვა ან ვალ. ში. ო. ზორატორიულ პრაქტიკაში უფრო ხშირად გამოიყენება შემდეგი სახის ტენზომეტრული მოწყობილობა: 1) საათის ტიპის ინდიკატორული ტენზომეტრები; 2) ბერკეტიანი ტენზომეტრები; 3) ელექტროტენზომეტრები წინააღმდეგობის მავთულიანი გადაწყოლებით.

საათის ტიპის ინდიკატორული ტენზომეტრის დანიშნულებას წარმოადგენს ხაზოვანი დეფორმაციების გაზომვა 0,005 მმ-მდე სიზუსტით. ასეთი ინდიკატორის სქემა ნაჩვენებია V—6 ნახაზზე. ინდიკატორის კორპუსს 1 ამაგრებენ სპეციალურ კრონშტეინზე, იგი გაზომვის პროცესში უძრავია. ზამბარა მუდმივად აქვს საზომ ღეროს ნიმუშის

ზედაპირს ან ხელსაწყოს დეტალს, რომლის გადაადგილებაც (დეფორმაცია) უნდა გაიზომოს. საზომი ღეროს გადაადგილება კბილანების სისტემის საშუალებით გადაეცემა დიდ და პატარა ისარი α -ის ფიფქვებზე. პატარა ისარი აღნიშნავს მთელ მილიმეტრებს მცირე სკალაზე, რომლის დანაყოფის ფასი 1 მმ-ია, დიდი ისარი — მილიმეტრის ნაწილებს დიდ სკალაზე, რომლის დაყოფის ფასი ტოლია 0,01 მმ-ისა. საზომი ღეროს 1 მმ-ით გადაადგილებისას დიდი ისარი შემოწერს მთლიან წრეს დიდი სკალის გასწვრივ, რომელიც დაყოფილია 100 დანაყოფად. დიდი ისრის დასაყენებლად ნულზე შეიძლება სკალის მობრუნება.

ბერკეტისანი ტენზომეტრი, ისე როგორც ინდიკატორი, წარმოადგენს ხელსაწყოს ხაზოვანი დეფორმაციის გასაზომად. V—7 ნახაზზე ნაჩვენებია ერთ-ერთი ასეთი ხელსაწყო სქემა. ხელსაწყოს ფუძეს წარმოადგენს ჩარჩო. რომელსაც აქვს უძრავი 1 და მოძრავი 6 პრიზმები. დეფორმაციის გაზომვისას პრიზმები მკიდროდ ეხება ქანის ნიმუშს. მოძრავი პრიზმა მიერთებულია ბერკეტთან 5, რომელიც საწევით 2 მიერთებულია ისართან 3. ისარი გადაადგილდება საკვიანო სკალის 7 გასწვრივ, რომელზედაც დატანილია მილიმეტრისანი დანაყოფები.

ქანის ნიმუშის დეფორმაცია იზომება 1 და 6 პრიზმებს შორის. ამ დაშორებას უწოდებენ ხელსაწყოს ბაზას და იგი ტოლია 10—20 მმ, ხოლო ზოგიერთი ტიპის ტენზომეტრებისათვის — 100—150 მმ.

ნიმუშის სიგრძის Δl სიდიდით გაზრდისას, პრიზმა 6 შემობრუნდება და ბერკეტის 5 და საწევრს 2 მეშვეობით იწვევს ისრის მოძრაობას $\Delta A_1 = \Delta_1 - A_1$ სიდიდით. ხელსაწყოს ბერკეტის მხრების დიდი თანათარღობის გამო, ისრის გადაადგილება სკალაზე ერთი დანაყოფით შეეფარდება მოძრავი პრიზმის გადაადგილებას 0.01 ან 0.05 მმ-ით. გადიდების K კოეფიციენტი მოყვანილია ხელსაწყოს პასპორტში და ტოლია

$$K = \frac{\Delta A_1}{\Delta l}$$

დეფორმაციის საჭირო სიზუსტის მისაღებად ტენზომეტრებს ათავსებენ ნიმუშის ორ საწინააღმდეგო მხარეს.

ელექტროტენზომეტრები წინააღმდეგობის მათემატიკური გადამწოდებით წარმოადგენენ ყველაზე უფრო თანამედროვე ხელსაწყოებს მცირე ხაზობრივი დეფორმაციის გასაზომად. დღეისათვის ელექტროტენზომეტრია პოპულარული სულ უფრო დიდ გამოყენებას ლაბორატორიულ პრაქტიკაში კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი დაბალი ტენიანობის ქანების დეფორმაციების გასაზომად, რადგანაც საშუალებას იძლევა გაზომვა ჩატარდეს დიდი სიზუსტით და, გარდა

ამისა, მოხდეს გრძივი და განივი დეფორმაციების გაზომვა ნიმუშის ერთსა და იმავე წერტილში.

დეფორმაციის გაზომვის ელექტროტენზომეტრული მეთოდი დამუშავებულია პირდაპირპროპორციულობის კანონზე გამტარის ომური წინალობისა და მისი სიგრძის ცვლილებას შორის. წინალობის მავთულიანი გადამწოდი წარმოადგენს მაღალი კუთრი წინალობის მქონე მასალისაგან (კონსტანტანი, ნიქრომი ანდა მანგანი) დამზადებული მავთულის (0,02—0,05 მმ დიამეტრის) რამდენიმე მარყუჟს, ჩაწებებულს თხელი ქაღალდის ან აფსკის ორ ფურცელს შორის.

დეფორმაციის გასაზომად მეტწილად იყენებენ გადამწოდს $\alpha = 20-25$ მმ ბაზით (ნახ. V—8), იშვიათად უფრო პატარით. ნΦ—2 წებოთი ანდა ეპოქსიდის ფისით ნიმუშის ზედაპირზე მათ აწებებენ ისე, რომ გადამწოდის ბაზა დაემთხვეს ხაზოვანი დეფორმაციის გაზომვის მიმართულებას. ნიმუშზე მკვრივად დაწებებული გადამწოდი ზუსტად გადმოგვცემს მის დეფორმაციებს, ე. ი. ისევე, როგორც ნიმუში. იკიმება ან იკუმშება.

კუმშვის დეფორმაციების დროს გადამწოდის ომური წინალობა მცირდება, ხოლო გაჭიმვის დეფორმაციის დროს — იზრდება. განტოლების თანახმად,

$$\Delta R_{\delta, \epsilon} = K_{\epsilon} R_{\delta, \epsilon}$$

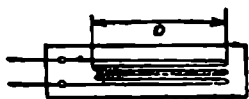
სადაც ΔR_{δ} , არის გადამწოდის ომური წინალობის ნამატი მისი დეფორმაციისას;

K — გადამწოდის მგრძნობიარობის კოეფიციენტი (მუდმივი სიდიდეა, დამოკიდებულია გადამწოდის მასალისაგან);

ϵ — ნიმუშის ხაზოვანი დეფორმაცია გადამწოდის დაწებების ადგილას მისი ბაზის ტოლ მონაკვეთზე;

$R_{\delta, \epsilon}$ — გადამწოდის საწყისი ომური წინალობა.

გადამწოდის დაწებება შეიძლება მხოლოდ მკიდრო და მაგარ, მკირე ტენიანობის მქონე ქანებზე, ე. ი. პრაქტიკულად მშრალზე. ამიტომ ელექტროტენზომეტრული მეთოდი შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული კლდოვანი და ზოგიერთი ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის. იმისათვის, რომ გაიზომოს გადამწოდის ომური წინალობის ცვლილება დეფორმაციის დროს, გამოიყენებენ შესაბამის ელექტროზომ ხელსაწყოებს, რომლებიც ამით იმ სქემით ჩართულია უინსტონის



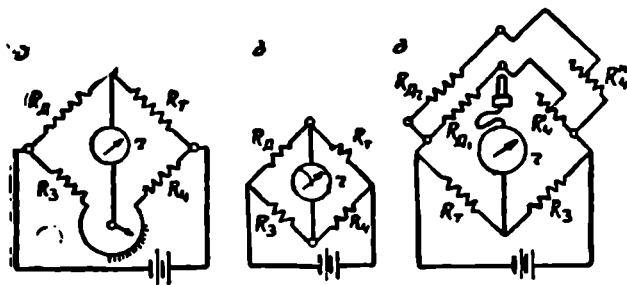
ნახ. V—8. წინალობის მავთულიანი გადამწოდი.

ბოგირის წრედში. უფრო ხშირად გამოიყენება ორი სქემა: ა) გაწონასწორებული ბოგირის სქემა (ხულოვანი მეთოდი) და ბ) გაუწონასწორებელი ბოგირის სქემა (უშუალო ათელის მეთოდი). პირველი სქემა ნაჩვენებია V—9, ა ნახაზზე, ამ სქემაში რთავენ წინალობებს, $R_{გა}$ —მუშა გადამწოდის, R_6 — ტემპერატურული კომპენსაციის გადამწოდისა R_3 და R_4 — მარეგულირებელს. R_3 და R_4 წინალობებს შორის ჩართულია მგრძნობიარე რეოქორდი (ცვლადი წინალობა) წინალობის ზუსტი რეგულირებისათვის. გარდა ამისა, წრედში ჩართულია გალვანომეტრი.

ტემპერატურული კომპენსაციის გადამწოდს, მსგავსად მუშა გადამწოდისა, აწებებენ იგივე ქანის მეორე ნიმუშზე და ათავსებენ გამოსაცდელი ნიმუშის ახლოს, ე. ი. ანალოგიურ ტემპერატურულ პირობებში. ამით უზრუნველყოფილია ტემპერატურული პირობების თანასწორობა $R_{გა}$ და $R_{გა}$ წინალობისათვის. ბოგირის გაწონასწორებული მდგომარეობა გვაქვს იმ შემთხვევაში, თუ დენი გალვანომეტრის შტოში ნულის ტოლია, ე. ი. მაშინ, როდესაც

$$R_{გა} R_4 = R_{გა} R_3$$

ამიტომ გამოცდის დასაწყისში ბოგირს უკეთებენ ბალანსირებას და ჩაინიშნავენ მცოცავის მდგომარეობას რეოქორდის სკალაზე. ნიმუშის დეფორმაციის დროს მუშა გადამწოდის $R_{გა}$ წინალობა იცვლება $\Delta R_{გა}$ სიდიდით. ამ დროს ბოგირის წონასწორობა ირღვევა და გალვანომეტრის შტოში გაჩნდება დენი, რომლის ძალა იზრდება $\Delta R_{გა}$ -ის გაზრდით. მუშა გადამწოდის $R_{გა}$ წინალობის ცვლილებისას ბოგირს ხელახლა უკეთებენ ბალანსირებას, ე. ი. გალვანომეტრის ისარი უბ-



ნახ. V—9. წინალობის გადამწოდის ჩართვის სქემა ელექტროტენზომეტრული მეთოდით დეფორმაციის გაზომვისას: ა — გაწონასწორებული ბოგირის სქემა; ბ — გაუწონასწორებელი ბოგირის სქემა; გ — გადამწოდის ჩართვის სქემა ახვ. უახტა წერტილში დეფორმაციის გასაზომად.

რუნდება საწყის მდგომარეობას და ათვლას აწარმოებენ რეოქორდის მცოცავის მდგომარეობით. ამრიგად, წინალობის ცვლილება იზრდება რეოქორდის სკალაზე. თუ ვიცით გადამწოდის საწყისი წინალობა: $R_{გაგ}$ მისი მგრძობობის კოეფიციენტი K და ომური წინალობის ნამატი ΔR , გამოითვლიან ნიმუშის ხაზოვანი დეფორმაციის სიდიდეს. გაუწონასწორებელი ბოგირის სქემა ნახვენებია V—9 ნახაზე. ამ შემთხვევაში, ისევე როგორც წინა შემთხვევაში, წინალობის ცვლილება იზომება უინსტონის ბოგირით, რომლის ერთ მხარში ჩართულია წინალობის მუშა $R_{გაგ}$ გაამწოდი. მუშა გადამწოდის წინალობის ცვლილებისას, ქანის დეფორმაციის დროს, ბოგირის წონასწორობა ირღვევა და გალვანომეტრის ისარი გადაიხრება * დასაყოფით. თუ ცნობილია გალვანომეტრის სკალის დანაყოფის ფასი, საზღვრავენ ნიმუშის დეფორმაციას გადამწოდის ბაზის მიმართულებით

$$\varepsilon = \varepsilon_0 n.$$

გალვანომეტრის დანაყოფის ფასის გასაგებად საზღვრავენ მისი ჩვენებების სხვაობას * გარკვეული დამატებითი წინალობის ΔR_0 ჩართვისას. მაშინ ფარდობითი დეფორმაცია, რომელიც შეესაბამება გალვანომეტრის ერთ დანაყოფს, ტოლი იქნება

$$\varepsilon_0 = \frac{\Delta R_{გაგ}}{R_{გაგ} K n_0}.$$

თუ საჭიროა დეფორმაციის ერთდროული გაზომვა ნიმუშის სხვადასხვა წერტილში, იყენებენ სპეციალურ სქემას (ტენზიომეტრული სადგურები ИЛ 51 მ და ИЛ—62 მ ტიპის). რომელიც საშუალებას იძლევა უინსტონის ბოგირის წრედში რიგრიგობით ჩაირთოს რამდენიმე მუშა გადამწოდი (ნახ. V—9, ე). ამ დროს ბოგირის ბალანსირება წარმოებს თითოეული მუშა გადამწოდისათვის.

ბანსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. დრეკადობის მოდულის, საერთო დეფორმაციისა და კლდოვანი და ზოგირით ნახევრად კლდოვანი ქანების (მალალი სიმკვრივისა და სიმკვრივის) განვი დეფორმაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ერთობლივ კვლევის მეთოდით ამზადებენ 40—45 მმ დიამეტრისა და 10—12 მმ სიმაღლის ცილინდრული ფორმის ნიმუშებს. სიმალის ფარდობა დიამეტრთან არ უნდა იყოს 2-ზე ნაკლები. ასეთი ზომის ნიმუშების დატვირთვისას მათ შუა ნაწილში იქმნება თანაბარი დაძაბულობა. აღნიშნული ქანებისათვის გამოიყენება აგრეთვე 40×40, 45×45 მმ

ზომებს და 10—12 სმ სიმაღლის პრიზმული ფორმის ნიმუშები, თუმცა ასეთი ფორმის ნიმუშებზე დეფორმაციული თვისებების კვლევა სრულად არ შეესატყვისება სტანდარტულ მეთოდებს.

თხეების და დაქვეითებული სიმკვრივისა და სიმტკიცის ნახევრად კლდოვანი ქანების კვლევისას შეიძლება გამოყენებულ იქნეს 40—45 მმ დიამეტრის და სიმაღლის კერნი ანდა $5 \times 5 \times 5$ სმ ზომის კუბები. ნიმუშის გვერდები უნდა იყოს პარალელური და მიხეხილი ლეკალურ სახეზე. ნიმუშების დამზადებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მუშა ზედაპირების მიხეხვის სიზუსტეს და მათ პარალელურობას. რადგანაც ეს მოქმედებს ძაბვების თანაბარ განაწილებაზე.

2. ნიმუშების ყოველი სერიისათვის წარმოებს დეფორმაციული თვისებების კვლევა, ადგენენ მათ სრულ დახასიათებას, პეტროგრაფიულ თავისებურებებს და ფიზიკურ მდგომარეობას, ე. ი. სიმკვრივეს, ფორიანობას, ტენიანობას და სხვა (იხ. თავი I. ნახ. I—1).

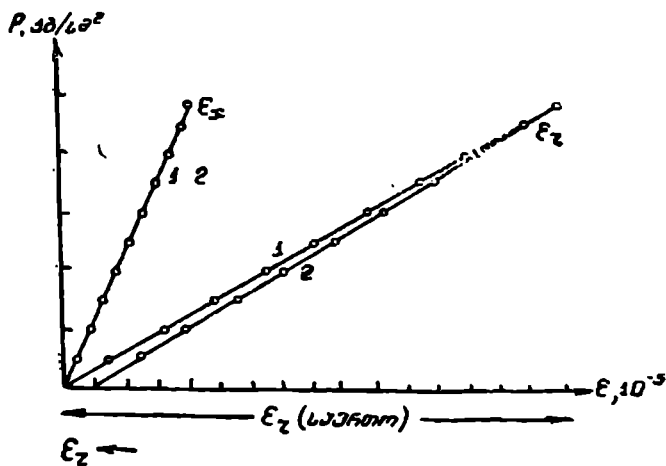
3. შტანგენფარგლით ზომავენ ნიმუშების სიმაღლესა და კვეთს 0,1 მმ სიზუსტით. თუ ქანის სიმტკიცე ერთლერძა კუმშვის დროს $R_{\text{კუმ}}$ ცნობილი არ არის. მას აფასებენ საორიენტაციოდ. რადგან დეფორმაციული თვისებების კვლევა ხდება არა უმეტეს 0,6 $R_{\text{კუმ}}$ რატვირთვით დროს, ე. ი., როგორც წესი, დეფორმაციის გვერდების ხაზოვან ფაზაში.

4. დეფორმაციის გაზომვის არჩეული ხერხის შესაბამისად ამზადებენ სათანადო ტენზომეტრებს. საათის ტიპის ტენზომეტრებს აყენებენ კრონშტეინებზე, ბერკეტთანებს ამაგრებენ სპეციალური ქაბრაკების საშუალებით, ხოლო ელექტროტენზომეტრულ გადაწოდებს აწებებენ ნიმუშის გვერდით ზედაპირებზე (იხ. ნახ. V—1). ნიმუშზე რატვირთვის თანაბრად განაწილების საკონტროლოდ, თითოეული სახის დეფორმაციის (გრძივი და განივი) გასაზომად იყენებენ არანაკლებ ორი ტენზომეტრისა, რომელთაც აყენებენ მოპირდაპირე ზედაპირზე. ორი ტენზომეტრის არსებობა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ დეფორმაციის საშუალო სიდიდე.

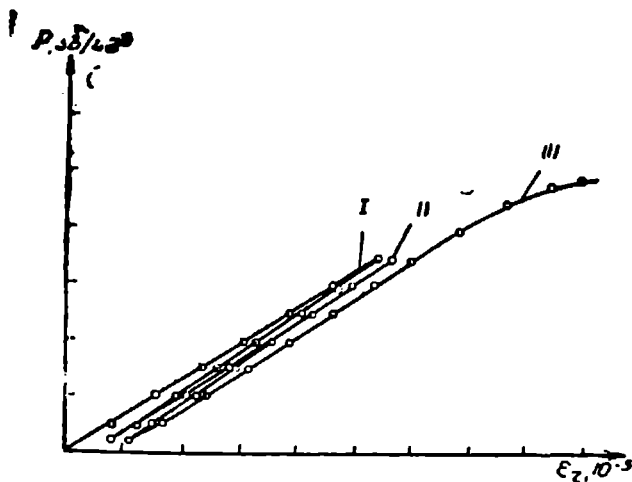
5. ნიმუშს ათავსებენ წნეხის ქვეშ. ნიმუშსა და დასატვირთ ფილასთან შტამპს მიუახლოებენ ერთმანეთს. აყენებენ სათანადო მდგომარეობაში ტენზომეტრებს ნიმუშის გრძივი და განივი დეფორმაციების გასაზომად და ახდენენ ნიმუშის გულმოდგინედ დაცენტრებას წნეხზე. ნიმუშის დაცენტრების სიზუსტის შესამოწმებლად ნიმუშს ნელ-ნელა ტვირთავენ 0,05 - 0,1 $R_{\text{კუმ}}$ სიდიდესზე და ყველა ტენზომეტრით საზღვრავენ დეფორმაციის სიდიდეს. თითოეული წყვილი ტენზომეტრისათვის დეფორმაციის სიდიდეთა შორის განსხვავება დასაშვებია 15—20%. უფრო დიდი სხვაობა მიუთითებს ნიმუშის დაძაბული მდგომარე-

ობის დაუშვებელ უთანაბრობაზე მოდებული ძალებების არათანაღრ-
ძულობის გამო, ე. ი. მის არასწორ დაცენტრირაზე. მდგომარეობის გა-
მოსასწორებლად ხსნიან დატვირთვას და ნიმუშს დასატვირთი მოწყო-
ბის მიმართ ნელა გადაადგილებენ ისე, რომ მიღწეულ იქნეს მოქ-
მედი ძალების თანაღრძულობა. ამის შემდეგ კვლავ აძლევენ დატვირ-
თვას და აწარმოებენ დაცენტრების განმეორებით შემოწმებას. ამით
მთავრდება მომზადება კვლევისათვის.

6. დეფორმაციული თვისებების კვლევა მდგომარეობს ქანის გამ-
ზადებული ნიმუშის დატვირთვაში და გრძივი და განივი დეფორმაცი-
ების გაზომვაში. ნიმუშზე მაქსიმალური დატვირთვა, როგორც აღნიშ-
ნული იყო, არ უნდა აღემატებოდეს 0,6 ქანის სიმტკიცის ზღვრისა
 $K_{კაა}$ ერთღერძა კუმშვის დროს. კვლევის მიზნების შესაბამისად და-
ტვირთვა ნიმუშზე შეიძლება მიეცეთ მზარდი საფეხურებით მაქსიმალ-
ურ სიდიდემდე (0,6 $K_{კაა}$) შემდგომი განტვირთვით ერთი ციკლით
გამოცდისას, ანდა მზარდი საფეხურებით მაქსიმალურ სიდიდემდე შუ-
ალედი განტვირთვებით — ორი-სამი ციკლით გამოცდისას. პირველ
შემთხვევაში შეიძლება ავადგოთ დიაგრამა (ნახ. V—10), რომლიდანაც
მივიღებთ მონაცემებს E , E_0 და μ -ს გამოსათვლელად. მეორე შემ-
თხვევაში (ნახ. V—11) ასეთი დიაგრამა, გარდა დეფორმაციული მჩივე-
ნებლების გამოსათვლელი მონაცემების, გვაძლევს უფრო სრულ დახა-
სიათებას დატვირთვისაგან დამოკიდებულებით დეფორმაციების განვი-



ნახ. V—10. ქანების ერთღერძა კუმშვაზე გამოცდის შედეგების დიაგრამა ერთ-
ციკლის მეთოდით: 1 — დატვირთვის შტო; 2 — განტვირთვის შტო.



ნახ. 7—11. ქანების ერთდერძა კუმშვაზე გამოცდის შედეგების დიაგრამა სამი ციკლის მეთოდით: I და II დატვირთვისა და განტვირთვის ციკლები; III — დატვირთვის ციკლი.

თარებისა. განტვირთვისას არ არის სასურველი ტვირთის მთლიანად მოხსნა, რათა არ მოხდეს ნიმუშის შემთხვევითი გადანაცვლება და მისი დაცენტრების დარღვევა.

7. დატვირთვის საფეხურების სიდიდე დამოკიდებულია ქანების სიმტკიცეზე. როგორც წესი, იგი არ უნდა აღემატებოდეს $0.1 R_{კვ}$. დატვირთვის ყოველ საფეხურს უნდა უსწრებდეს წინა საფეხურით გამოწვიული დეფორმაციის სტაბილიზაცია. შუალედი განტვირთვებით ნიმუშის ორი ან სამჯერადი დატვირთვა-განტვირთვის რეჟიმში გამოცდისას, უკანასკნელი დატვირთვა მიჰყავთ მრღვევ სიდიდემდე.

8. მიღებული მონაცემებით დრეკადობის მოდულს E და საერთო დეფორმაციის მოდულს E_0 ითვლიან შემდეგნაირად

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_{\text{გაქმ}}} = \frac{P \Delta h}{F_0 h},$$

შესაბამისად

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_{\text{საქმ}}} = \frac{P \Delta h}{F_s h},$$

ზღადაც P არის დატვირთვა, კგ; F — ნიმუშის განივკვეთის საწყისი ფართობი, სმ^2 ; Δh — აბსოლუტური დრეკადი დეფორმაცია (დრეკა-

დობის მოდულის გამოსათვლელად) და აბსოლუტური საერთო დეფორმაცია (საერთო დეფორმაციის მოდულის გამოსათვლელად) სმ; h ნიმუშის სიმაღლე ან ნიმუშის იმ ნაწილის სიგრძე, რომლის საზღვრებშიც ხდება დეფორმაციის გაზომვა (ტენზომეტრის ბაზა), სმ; ϵ_2 — ფარდობითი გრძივი დეფორმაცია (შექცევადი ან საერთო).

დრეკადი მოდულის გამოთვლისას აბსოლუტური დეფორმაცია Δ უნდა განისაზღვროს განტვირთვის მრუდით, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ვლინდება მხოლოდ დრეკადი დეფორმაციები. კლდოვან და ზოგიერთ ნახევრად-კლდოვან ქანებში ხდება დატვირთვის და განტვირთვის მრუდების შერწყმა. დანარჩენ ქანებში არაშექცევადი პლასტიკური დეფორმაციის განვითარების გამო დატვირთვის და განტვირთვის მრუდების შერწყმა არ ხდება და საერთო დეფორმაცია $\epsilon_{\text{საერთო}} = \epsilon_{\text{შეკ}} + \epsilon_{\text{პლასტიკური}}$. ამიტომ საერთო დეფორმაციის მოდულის გამოთვლისას აბსოლუტური ზოგადი დეფორმაციის გამოთვლა უნდა მოხდეს დატვირთვის მრუდით.

განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი უნდა გამოითვალოს ზოგადი ფარდობითი დეფორმაციების მიხედვით

$$\mu = \frac{\epsilon_y}{\epsilon_x}$$

9. ქანის თითოეული სინჯისათვის კვლევას აწარმოებენ სამ ნიმუშზე მიანტ. დეფორმაციული თვისებების მახასიათებლების პარალელურ განსაზღვრათა მონაცემებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 5%-ს.

კვლევის პროცესში მიღებული ყველა მონაცემი შეაქვთ უურნალში (ცხრ. V—2), ჯამურ უწყისში (იხ. დანართი) ანდა პერფორმარატზე (იხ. დანართი 4).

ცხრილი V—2

მ უ რ ნ ა ლ ი

ქანების დრეკადობის მოდულის E , საერთო დეფორმაციის მოდულისა E_n და განივი დეფორმაციის კოეფიციენტის μ განსაზღვრისათვის ერთდერძა კუმშვის მეთოდით

| ლაბორატორიული ნიმუში | იღის ნომერი | დატვირთვა, კგ | დატვირთვის პატერნი, კგ | საწყისი ფართობი (სმ ²) და ნიმუშის სიმაღლე, სმ | ძაბვი კგ/სმ ² | დეფორმაციის პატერნი | | | ფარდობითი დეფორმაცია | | კმ/სმ ³ | კმ/სმ ² | შენიშვნა | |
|----------------------|-------------|---------------|------------------------|---|--------------------------|---------------------|---------|--------|----------------------|--------|--------------------|--------------------|----------|------------|
| | | | | | | გრძივი | | განივი | გრძივი | განივი | | | | |
| | | | | | | ტენზომეტრი | საშუალო | | | | | | | ტენზომეტრი |
| 1 | 2 | საშუალო | 1 | 2 | საშუალო | გრძივი | განივი | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების დრეკადი მახასიათებლები დინამიკური მეთოდების მოწყობებით

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების დრეკად მახასიათებელთა განსაზღვრისათვის ფართოდ გამოიყენება დინამიკური მეთოდები. ეს მეთოდები ემყარება წრფივ დამოკიდებულებას ქანებში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარესა და მათ დრეკად მახასიათებლებს შორის. ამიტომ საკვლევი ქანის ნიმუშში თუ აღვძრავთ ულტრაბგერის სიხშირის ტალღურ რბევებს (20 000 პერიოდზე მეტს წმ-ში ე. ი. 20 000 ჰც-ზე მეტს) და გავზომავთ მათი გავრცელების სიჩქარეს, შეიძლება გამოვთვალოთ ქანების დრეკადი მახასიათებლები.

მაგარ და ნახევრად მაგარ ქანებში, ისეთებში, როგორცაა კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანები, ბგერითი იმპულსების დროს წარმოიქმნება სამი ტიპის დრეკადი ტალღა: გრძივი V_p , განივი V_s და ზედაპირული R . გრძივი V_p და განივი V_s ტალღების გავრცელების სიჩქარეები წარმოადგენს ქანების ძირითად დინამიკურ თვისებათა მახასიათებლებს.

დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარე უსაზღვრო გარემოში (ე. ი. როდესაც ნიმუშის განივი კვეთის ფარდობა ტალღის სიგრძესთან $r/\lambda > 1$) დამოკიდებულია გარემოს დრეკად მახასიათებლებთან შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$v_p = \sqrt{\frac{E_{გრძ}}{\rho} \cdot \frac{(1-\mu)}{(1+\mu)(1-2\mu)}}, \text{ მ/წმ};$$

$$v_s = \sqrt{\frac{E_{გრძ}}{\rho} \cdot \frac{1}{2(1+\mu)}}, \text{ მ/წმ}.$$

სადაც $E_{გრძ}$ — დინამიკური დრეკადობის მოდული, კგ/სმ²; μ — განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი; ρ — ქანების სიმკვრივე (გ/სმ³), რომელიც ტოლია $\frac{\gamma}{g}$; γ — ქანების მოცულობითი წონა გ/სმ³; g — სიმძიმის ძალის აჩქარება.

ვინაიდან ქანების სიმკვრივის რიცხობრივი მნიშვნელობა გრამობით კუბიკურ სანტიმეტრზე ემთხვევა მათ მოცულობით წონას, ქანების სიმკვრივის დახასიათება შეიძლება გამოისახოს მოცულობითი წონით, ამიტომ v_p და v_s იქნება:

$$v_p = \sqrt{\frac{E_{გრძ}}{\gamma} \cdot \frac{(1-\mu)}{(1+\mu)(1-2\mu)}}, \text{ მ/წმ};$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{E_{20}}{\gamma} \cdot \frac{1}{2(1+\mu)}}, \text{ მ/წმ.}$$

გრძივი ტალღების სიჩქარის შეფარდება განივი ტალღების სიჩქარესთან დამოკიდებულია მხოლოდ ქანების განივი დეფორმაციის კოეფიციენტზე, ამიტომ იგი შეიძლება გამოდგეს მის დასახასიათებლად

$$\frac{v_p}{v_s} = \sqrt{2 \frac{1-\mu}{1-2\mu}}$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარე მაგარ და ნახევრად მტკიცე ქანებში ისაზღვრება მათი დრეკადი მახასიათებლებით და სიმკვრივით. აქედან გამომდინარეობს:

$$E_{20} = \rho v_p^2 \frac{(1+\mu)(1-2\mu)}{1-\mu}, \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\mu = \frac{v_p^2 - v_s^2}{2(v_p^2 - v_s^2)}$$

გრძივი ტალღების გავრცელების სიჩქარე წვიკლ ლეროში (როდესაც $r/\lambda < 0,5$) და შესაბამისად დრეკადობის დინამიკური მოდული განისაზღვრება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$v_p = \sqrt{\frac{E_{20}}{\gamma}}, \text{ მ/წმ; } E_{20} = \rho v_p^2 \gamma, \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლაბორატორიულ პირობებში ქანების ნიმუშებში დრეკადი ტალღების სიჩქარის განსაზღვრისათვის ხშირად გამოიყენება იმპულსური ულტრაბგერითი მეთოდები: გახმოვანება და განივი დაპროფილება.

პირდაპირი გახმოვანების დროს ულტრაბგერით გადამწოდებს, გამომსხივებელს და ხმოვანი იმპულსების მიმღებს ათავსებენ ნიმუშის საპირისპირო ბოლოებზე (ნახ. V—12, ა). ამ დროს გრძივი ტალღების გავლის სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით

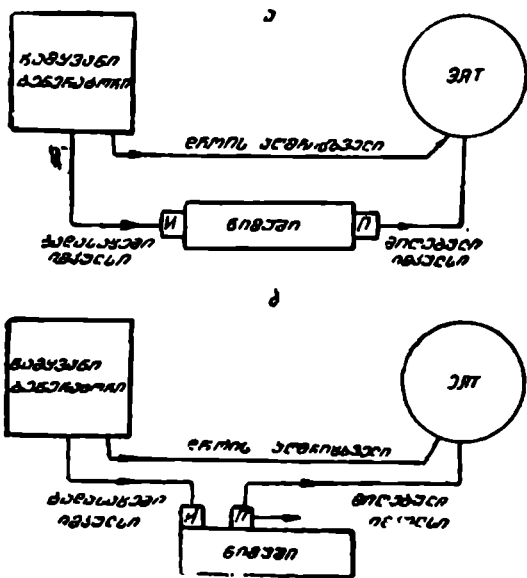
$$v_p = \frac{l}{t - \Delta t}$$

სადაც l არის მანძილი ულტრაბგერით გადამწოდებს — გამომსხივებელსა და იმპულსის მიმღებს შორის, l ; t — იმპულსის გავლის დრო ნიმუშში, წმ; Δt — შესწორება იმპულსის დაგვიანებაზე ხელსაწყო-ელექტრონულ სისტემაში. გახმოვანების მეთოდი საშუალებას გვაძლევს საიმედოდ განვსაზღვროთ გრძივი ტალღების გავრცელების სიჩქარე. თუ განვსაზღვრავთ ასეთი ტალღების გავრცელების სიჩქარეს.

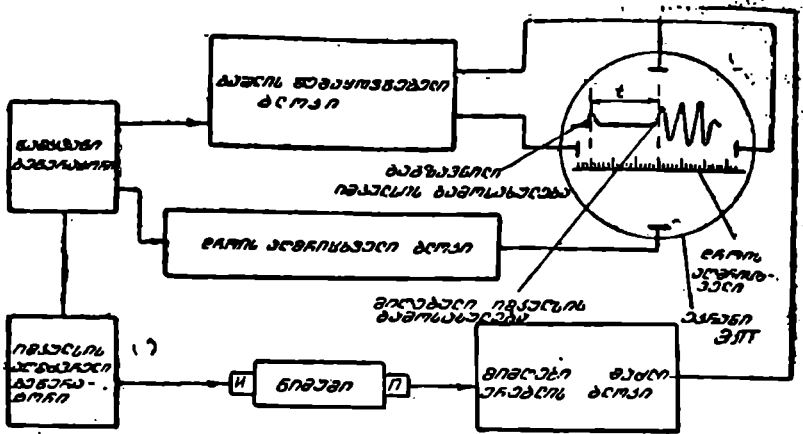
ნიმუშში სამი ურთიერთმართობული მიმართულებით, შეიძლება მივიღოთ მონაცემები ქანის თვისებების ანიზოტროპულობაზე.

გრძივი დაპროფილების მეთოდის გამოყენებისას ერთ-ერთი გადამწოდი გამომსხივებელი უნდა იდგეს უძრავად პროფილის ბოლოში; ხოლო მეორე მიმღები — თანდათანობით უნდა გადაადგილდეს პროფილის გასწვრივ (ნიმუშის გვერდით ზედაპირზე) 1—2 სმ მანძილზე (ნახ. V—12, ბ). პროფილის სიგრძე ნიმუშის სიგრძის ტოლია და იზომება 8—10-დან 20—30 სმ-მდე. გადამწოდის ყოველი გადაადგილების დროს და პროფილების ნაბიჯის სიდიდით (1—2 სმ) საზღვრავენ გრძივი P და ზედაპირული K ტალღების გავლის დროს. ითვლება, რომ კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ღრეკადი მახასიათებლების დინამიკური მეთოდებით განსაზღვრისას უნდა შევათავსოთ გრძივი დაპროფილება და თითოეული ნიმუშის გახმოვანება სამი ურთიერთმართობული მიმართულებით. ასეთი კვლევების ჩასატარებლად უნდა გვექონდეს:

- 1) ელექტრონული, იმპულსური, ულტრაბგერითი ხელსაწყო ИПА



ნახ. V—12. ქანების ნიმუშებში ღრეკადი ტალღების გავრცელების კვლევის იმპულსური ულტრაბგერითი მეთოდის სქემა: ა — გახმოვანების მეთოდი; ბ — გრძივი დაპროფილების მეთოდი.



ნახ. V—13. იმპულსური ულტრაბგერითი ხელსაწყო (ИПА) პრინციპული სქემა ქანის ნიმუშებში დრეკადი ტალღების გავრცელების კვლევისათვის;

(იმპულსური გადასატანი აპარატურა), УИС (ულტრაბგერითი იმპულსური ხერხი) ანდა УС — 1 (ულტრაბგერითი სეისმოსკოპი);

2) ქანების ფიზიკური და პეტროგრაფიული თავისებურებების შესწავლის მოწყობილობა;

3) უზრუნველყოფის შესატანად (იხ. ცხრ. V—3).

ელექტრონული იმპულსური ულტრაბგერითი ხელსაწყოები მიზანშეწონილია სხვადასხვა ქანების სეისმური მახასიათებლების განსაზღვრისა და კვლევისათვის საველე და ლაბორატორიულ პირობებში.

ასეთი ტიპის გავრცელებული ხელსაწყო პრინციპული სქემა (ИПА) ნაჩვენებია V—13 ნახაზზე. აღმძვრელი იმპულსების გენერატორი პიეზოელექტრულ გამომსხივებელს მაღალი ძაბვის იმპულსებს გადასცემს გამეორების 25 ჰც სიხშირით. პიეზოელექტრული გამომსხივებელი ელექტრულ იმპულსებს გარდაქმნის ულტრაბგერითი რხევების იმპულსებად, რომელთა სიჩქარეც დამოკიდებულია ქანების თვისებებზე. ულტრაბგერითი რხევა, რომელიც გადის ქანებში, შეიგრძნობა და გარდაიქმნება ელექტრონულ სიგნალებად პიეზოელექტრული მიმღებით და გადაეცემა ოსცილოგრაფს (ელექტრონულ-სხივური მილაკის ეკრანი — მ.ი.ტ.), რომელიც უზრუნველყოფს დასაკვირვებელ სიგნალთა ვიზუალურ დაკვირვებას და ზომავს ქანის ნიმუშში გავლის, დროს. სპეციალური დანადგარის საშუალებით შეიძლება დასაკვირვებელ პროცესის ფოტოგრაფირება.

1. დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარის განსაზღვრისათვის სასურველია შევარჩიოთ სწორი გეომეტრიული ფორმის კერნის ნაკრები პრიზმების სახით ანდა 40—50 მმ დიამეტრისა და 150—200 მმ სიგრძის ძელაკის სახით. ცალკეულ შემთხვევაში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს უფორმო ნიმუშები. როგორც წესი, ისინი უნდა იყოს ბუნებრივი ტენიანობის, შენარჩუნებული უნდა ჰქონდეს მთლიანობა და არ უნდა შეიცავდეს ქანისათვის არაღამახსიათებელ ჩანარებს.

გახმოვანებისათვის ნიმუშის მოპირდაპირე გვერდები უნდა იყოს პარალელური, სწორი ზედაპირით (ზედაპირის გახეხვა სავალდებულო არ არის). გრძივი დაპროფილებისათვის ნიმუშის ერთ მხარეზე ან წახნაგებზე მზადდება უბანი სწორი ზედაპირით 8—10 სმ სიგრძისა. ამ უბანზე ყოველ 10—20 მმ-ზე აკეთებენ ჰედს (დაპროფილების ბიჯი), რომელიც უჩვენებს გადამწოდ-მიმღების დასაყენებელ ადგილს.

2. ნიმუშების მომზადების შემდეგ აპარატურის მომზადებას იწყებენ შემდეგი თანამიმდევრობით:

ა) შტეტსელის გასართს ოსცილოგრაფის უკანა კედელზე უნდა მივუერთოთ კვების ზონარი, შემაერთებელი კაბელის საშუალებით ოსცილოგრაფთან ჩაერთოთ გენერატორი. ხშირი რბევების გასართებში ოსცილოგრაფის წინა პანელებზე და გენერატორზე მივუერთოთ პიეზოელექტრული გადამწოდები.

ბ) უნდა შემოწმდეს მცველის არსებობა. კვების ზონარი უნდა ჩაერთოს ცვლადი დენის ქსელში, ოღონდ წინასწარ უნდა დავრწმუნდეთ იმაში, რომ ქსელის დაძაბულობა ლაბორატორიაში შეესატყვისება ხელსაწყოს მოთხოვნას. ტუმბლური „ქსელი“ დავაყენოთ „ჩართვის“ მდგომარეობაში, ამ დროს ოსცილოგრაფის და გენერატორის წინა პანელზე უნდა გინთოს ნათურები.

გ) დავაცადოთ ხელსაწყოს გათბობა 5—7 წამის განმავლობაში ელექტრონულ-სხივური მილაკის ეკრანზე უნდა გამოჩნდეს ორი პარალელური სხივი, რომელიც გვიჩვენებს ზედა ხაზზე ულტრაბგერის გავრცელების პროცესს, ხოლო ქვედაზე — დროის ჰედს. სახელურის მეშვეობით „სიკაშკაშე“, „ფოკუსი“, „ღერძი X“, „ღერძი Y“ ვამყარებთ მილაკის ნორმალურ ელექტრონულ-სხივურ რეჟიმს, რომლის დროს ეკრანზე მოკაშკაშე სხივები ფიქსირებული უნდა იყოს მის შუაში და იყოს სათანადო სიკაშკაშისა.

დ) სახელურით „ჭერადობა“ დავაყენოთ დროის ძირითადი ჰედების დაყოფის კოეფიციენტი 1 : 5. ჭერადი ჰედები უნდა მოდიოდეს ოთხი ძირითადის შემდეგ. სახელურის „დაყოვნება“ საათის ისრის

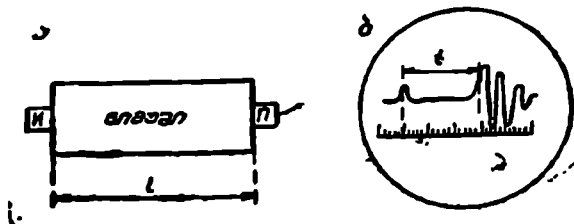
საწინააღმდეგო მიმართულებით ბრუნვით დაეაყენოთ მინიმალური და-
ყოვნება. სახელურით „თანმთხვევა“ დაეაყენოთ მაზონდირებელი იმ-
პულსი ეკრანის მარცხენა ნაწილში ზედა სხივზე. მაზონდირებელი იმ-
პულსი უნდა დაემთხვეს ერთ-ერთ ჯერად ჰდეს. გადამწოდების ერთმა-
ნეთთან მიახლოებით შემოწმდეს ტალღის სურათის გამოჩენა ელექ-
ტრონული მილაკის ზედა სხივზე — ამით მთავრდება აპარატურის მომ-
ზადება.

3. იმისდა მიხედვით, თუ რომელი მეთოდით (გახმოვანებითა თუ
დაპროფილებით) ეაწარმოებთ გამოცდას, სათანადოდ ვაყენებთ გადამ-
წოდებს (ნახ. V—12). გადამწოდსა და ნიმუშს შორის უკეთესი კონტაქ-
ტისათვის ნიმუშის ზედაპირს გაგლესავენ სოლიდოლით, ტექნიკური
ვაზელინით ანდა პლასტელინით, რის შემდეგაც გადამწოდს მიაღესავენ
ნიმუშის ზედაპირს.

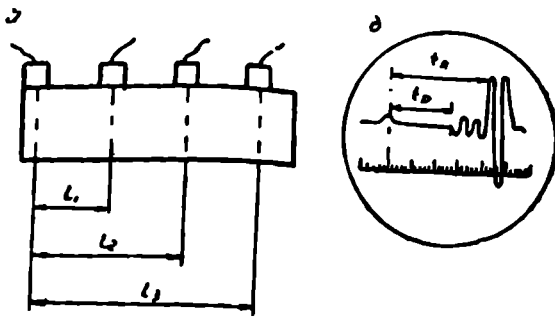
4. როგორც აღნიშნული იყო, ქანების დრეკადი თვისებების შეს-
წავლისას უნდა შევათავსოთ ნიმუშების პირდაპირი გახმოვანება და
გრძივი დაპროფილება. ამ დროს პირდაპირი გახმოვანება საშუალებას
იძლევა განვსაზღვროთ მხოლოდ გრძივი ტალღების გავრცელების სიჩ-
ქარე v_{\parallel} . ხოლო გრძივი დაპროფილება როგორც გასწვრივი ტალღე-
ბის სიჩქარე v_{\perp} , ასევე ზედაპირული ტალღებისა — v_{R} . თუ უშუა-
ლოდ განვსაზღვრავთ v_{\parallel} და v_{R} სიჩქარეებს, განვიტალღების გავ-
რცელების სიჩქარეს v , ითვლიან ანდა პოულობენ ნომოგრამაზე.
როგორც ქვემოთ არის ნაჩვენები.

5. გახმოვანებას გრძივი ტალღების სიჩქარის განსაზღვრისათვის ნი-
მუშში ზომავენ:

ა) მანძილს l (მ-ობით) გადამწოდებს შორის შტანგენფარგლით.
(ნახ. V—14, ა);



ნახ. V—14. გრძივი ტალღების გავრცელების მანძილის (ა) და
დროის გაზომვა გახმოვანებისას (ბ).



ნახ. V—15. ტალღების გავრცელების მანძილსა (ა) დროს (ბ) გაზომვა გრძივი დაპროფილებისას.

ბ) დროს t (მკვშ-ობით) დრეკადი ტალღების გავრცელებისა ოსცილოგრაფის ეკრანზე, როგორც მანძილს გაგზავნილი იმპულსის წინა კიდესა (გამოსხივების მომენტის კდე) და მიღებული სიგნალის წინა ფრონტს შორის (ტალღის პირველი შემოსვლა) (ნახ. V—14, ბ).

6. იმპულსის დაგვიანებაზე შესწორებას Δt , რისთვისაც გადამწოდებს ადებენ ერთმანეთს მუშა ზედაპირებით და გამოსახულებაზე ოსცილოგრაფის ეკრანზე საზღვრავენ მოსული იმპულსის დაგვიანების დროს, გამოსხივების მომენტის კდის მიმართ. ლიტერატურაში გვაქვს შიითთება, რომ Δt ჩვეულებრივ ტოლია მიახლოებით 1 მკვშ-ისა.

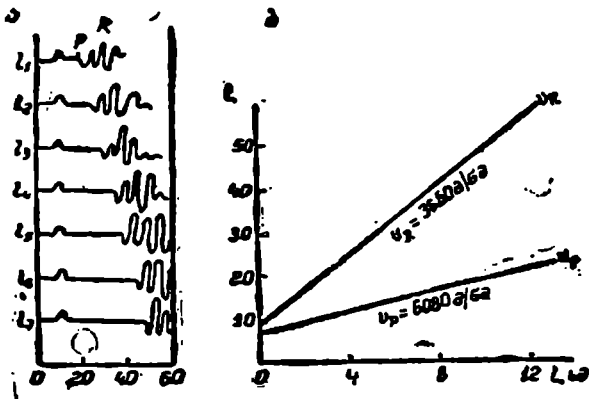
ყველა გაზომვის შემდეგ v_p ს გამოითვლიან ფორმულით

$$v_p = \frac{l}{t - \Delta t} \cdot 10^6 \text{ მ/წმ.}$$

ტალღების გავრცელების სიჩქარის გასაზომად ნიმუშში გრძივი დაპროფილებისას ზომავენ:

ა) გადამწოდებს შორის მანძილებს l -ობით (ნახ. V—15, ა);

ბ) გრძივი ტალღის გავლის დრო t , ისევე როგორც გახმოვანებისა და ზედაპირული ტალღის გავლის დროს, მანძილის მიხედვით გამოსხივების მომენტის კდესა და მსპ ზედა სტრიქონზე, რომელიც გვიჩვენებს ულტრაბგერის გავრცელების პროცესს (ნახ. V—15,ბ); სხივის პირველ მკვეთრ გადახრას შორის. გადამწოდის თითოეული გადაადგილებისას დაპროფილების საფეხურის სიდიდით (1—2 სმ) საზღვრავენ გრძივი P და ზედაპირული K ტალღების გავლის დროს.



ნახ. V—16. გრძივი დაბროფილების ოსცილოგრამები (ა) და ფაზური პოლოგრამები (ბ).

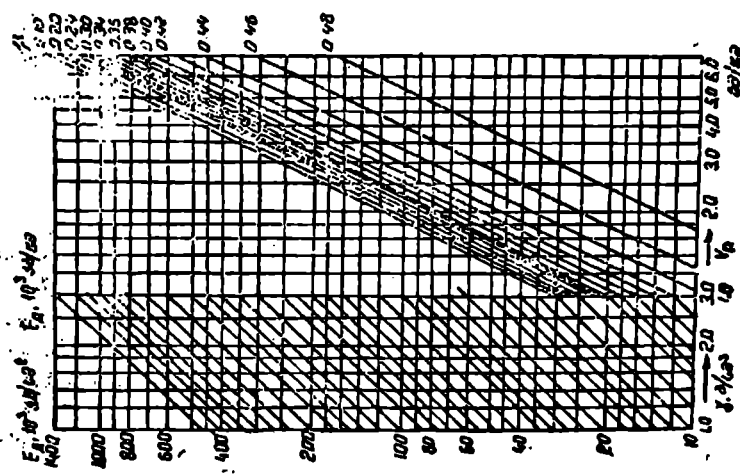
გაზომვების შედეგად აგებენ შესაბამის ფაზურ პოლოგრამებს, რომლებიც აკავშირებენ დრეკადი ტალღების გავრცელების დროს და გადამწოდებს შორის მანძილს (ნახ. V—16, ა). ამის შემდეგ გრძივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეს გამოითვლიან ისე, როგორც გაზომვანებისას, ხოლო ზედაპირულ-შემდეგი ფორმულით

$$V_R = \frac{l_2 - l_1}{t_2 - t_1} = \frac{l_3 - l_2}{t_3 - t_2} = \dots = \frac{\Delta l}{\Delta t} \cdot 10^8 \text{ მ/წმ}$$

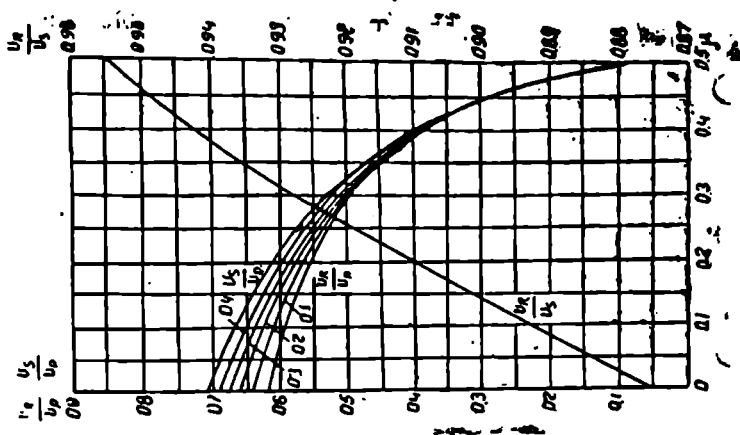
7. V_R/V_s ფართობის მიხედვით კნოპოვის ნომოგრამაზე (ნახ. V—17) საზღვრავენ μ -ის მნიშვნელობას. შემდეგ ამ ნომოგრამითვე პოულობენ V_R/V_s მნიშვნელობას. თუ ვიცით V_j -ის მნიშვნელობა, ესაზღვრავთ განივი ტალღების V_s -ის გავრცელების სიჩქარესაც.

დრეკადობის დინამიკურ მოდულს საზღვრავენ გრძივი ანდა განივი ტალღების გავრცელების, განივი დეფორმაციის კოეფიციენტისა და ქანების-სიმკვრივის მიხედვით, ზემოთ მოცემული ფორმულით ანდა ნომოგრამით (ნახ. V—18).

8. ცდის შედეგად მიღებული მონაცემები შეაქვეთ ეურნალში (ცხრ. V—3), ხოლო საბოლოო შედეგი — ჯამურ ცხრილში (იხ. დანართი 3) ანდა პერფობარათში (იხ. დანართი 4).



ნახ. V-16. განხილვის
 დინამიკური და-
 კალიბრის მოდულის
 განსაზღვრული ნო-
 მოვრება გრძელი
 ტალღების ხაზის
 ყველაზე დიდი
 ტალღის სიგრძე-
 სის კოორდინატის
 და მათი ხაზგე-
 გის უხველეთ
 (ა. სევის და სხვ.).



ნახ. V-17
 განივი და
 ღრმობის
 კოორდინატის
 ს. და განივი
 ტალღების
 განსაზღვრე-
 ლი ნომო-
 გრაფი.

ქანების გვერდითი წნევის კოეფიციენტი. გამოთვლის მეთოდი

ქანების კუმშვის დროს, გვერდითი გაფართოების შეუძლებლობის პირობებში ვითარდება გვერდითი წნევა (განმბრჯენი) μ . გვერდითი წნევისა და მისი წარმოშობი ვერტიკალური წნევის შეფარდებას გვერდითი წნევის კოეფიციენტი ეწოდება. ამ უგანზომილებო სიდიდეს განივი დეფორმაციის კოეფიციენტით ანდა ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანებისათვის შინაგანი ხახუნის კუთხით ჩვეულებრივ საზღვრავენ შემდეგი ფორმულით

$$\xi = \frac{\mu}{1 - \mu};$$

$$\xi = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right).$$

გვერდითი წნევის კოეფიციენტის სიდიდე იცვლება კლდოვანი ქანებისათვის 0—0,1, ხოლო ნახევრად კლდოვანისათვის 0,2—0,3. ქვიშებისათვის იგი ტოლია 0,3—0,41. თიხნარებისათვის და თიხებისათვის 0,20—0,25-დან 0,70—0,75. ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ გვერდითი წნევის კოეფიციენტი მიზანშეწონილია განესაზღვროთ ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის, ფხვიერი შეუკავშირებელი ქვიშოვანი და რბილი შეკავშირებული თიხოვანი ქანებისათვის.

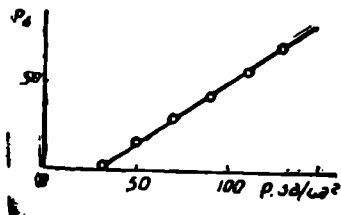
საშლარა კოეფიციენტი

ნახევრად კლდოვანი, ფხვიერი შეუკავშირებელი და რბილი შეკავშირებული ქანების გვერდითი წნევის კოეფიციენტი შეიძლება განისაზღვროს სპეციალურ ხელსაწყოებში, რომლებშიც ახორციელებენ სივრცით მოცულობით დაძაბულობას — სამღერძა კუმშვას. ასეთ ხელსაწყოებს სტაბილომეტრები ეწოდება. მათი მუშაობის სქემა ნახევრებია V—19 ნახაზზე, ხოლო აღწერა მოცემულია ქვემოთ, § 11-ში. როგორც V—19 ნახაზიდან ჩანს, ღერძული დატვირთვა ნიმუშზე P — დამყოლ ქანებში გამოიწვევს გვერდით წნევას $P_x = \sigma_x = \sigma_y$. გვერდითი წნევის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის როგორც ხანმოკლე, ასევე ხანგრძლივი დატვირთვის შემოქმედებით, 1 დატვირთვით კუმშავენ ნიმუშს მისი გვერდითი გაფართოების შესაძლებლობის გარეშე, ე. ი. განივი დეფორმაციისას $\epsilon_x = \epsilon_y = 0$. ამ პირობებში ნიმუშში ვითარდება გვერდითი წნევა (განმბრჯენი) P_x . თუ გვეყოდინება

P სიდიდე და განსაზღვრავთ P_0 სიდიდეს. გამოვიტვით გვერდითი წნევის კოეფიციენტს

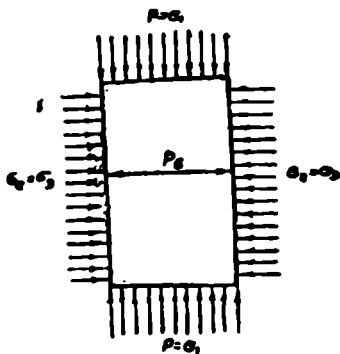
$$\xi = \frac{P_0}{P}$$

გვერდითი წნევის კოეფიციენტის სიდიდეზე ვერტიკალური დატვირთვის გაელენის დასადგენად ნიშნებს აძლევენ ვერტიკალურ დატვირთვის 5—10 სთებურად და საზღვრავენ შესატყვის გვერდით წნევას და ამ მონაცემებით აგებენ გრაფიკს, რომელიც ნაჩვენებია V—20 ნახაზზე. ქანების ფიზიკური მდგომარეობის, მათი სრმკერივისა და სიმავრის შესაბამისად იყენებენ სტაბილომეტრებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან შეიქმნას მცირე და საშუალო, მაღალი და ზემაღალი გვერდითი წნევა (იხ. §11).



ნახ. V—20. ვერტიკალური დატვირთვისაგან ქანის გვერდითი წნევის ცვლილების დამოკიდებულების გრაფიკი.

საწყობები ქანების პეტროგრაფიული და ფიზიკური მდგომარეობის შესასწავლად; 3) დაკვირვებების ეურნალი (იხ. ცხრ. V—4).



ნახ. V—19. სამღერძა კუმშვის ხელსაწყოთა მუშაობის სქემა.

სამღერძა კუმშვის მეთოდით გვერდითი წნევის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის უნდა გექმნოდეს შემდეგი მოწყობილობა:

1) სტაბილომეტრი, რომელიც შეესაბამება ქანის გარკვეულ ფიზიკურ მდგომარეობას; 2) ხელ-

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. სამღერძიანი მეთოდით გვერდითი წნევის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ამზადებენ 3,5—5 სმ-ის დიამეტრის ნიმუშებს, რომელთა სიმაღლე ტოლია ნიმუშის 1,5—2 დიამეტრისა. გაცილებით იშვიათად იყენებენ სტაბილომეტრებს, რომელთა ნიმუშების დიამეტრი 10 სმ და მეტია. ნიმუშები უნდა იყოს ტიპური, მოცემული სინჯისათვის ქანის ბუნებრივი აგებულების, ტენიანობისა და ფიზიკური მდგომარეობის მხრივ, შესაბამისად მუშაობის პირობებისა. ნიმუშის გვერდ-

ბი უნდა იყოს ზუსტად პარალელური. ნიმუშის კვეთს და სიმაღლეს ზომავენ შტანგენფარგლით 0,1 მმ-ის სიზუსტით.

2. თითოეული სერიის ნიმუშებისათვის, რომლის მიხედვითაც საზღვრავენ ქანების დეფორმაციულ თვისებებს, ადგენენ მათი პეტროგრაფიული თავისებურებებისა და ფიზიკური მდგომარეობის, ე. ი. სიმკვრივის, ფორიანობისა და ტენიანობის სრულ დახასიათებას (იხ. თავი 1. ნახ. 1—1). დამზადებული ნიმუშები რომ არ გამოშრეს, მათ ინახავენ ექსიკატორში, რომლის ფსკერზეც ასხამენ წყალს.

3. გამოსაცდელად გამზადებულ ნიმუშს ფარავენ რეზინის თხელი გარსით და ათავსებენ სტაბილომეტრის კამერაში ქვედა და ზედა შტამპებს შორის. შემდეგ ააწყობენ სტაბილომეტრს, ასხამენ მასში წყალს და ამზადებენ გამოსაცდელად იმ თანამიმდევრობით, რომელიც ნაჩვენებია ქვემოთ, § 11-ში.

4. ნიმუშის გამოცდას სტაბილომეტრში აწარმოებენ ვერტიკალური დატვირთვით რამდენიმე საფეხურად. საფეხურების სიდიდეს და რაოდენობას ადგენენ ცდის დაწყებამდე, ქანების ფიზიკური მდგომარეობის, სიმკვრივის და გადასაჭრელი ამოცანების მიხედვით. ქვიშოვანი და თიხოვანი სუსტი ქანებისათვის იყენებენ დატვირთვას 0.1—0,25—0.5—0,75—1,0—1,5—2,0 კგ/სმ², ხოლო უფრო მკვრივი ქანებისათვის 0,5—1,0—2,0—3,0—4,0—6,0 კგ/სმ². ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის ქმნიან ღერძულ დატვირთვას კილოგრამობით და ათეულ კილოგრამობით კვადრატულ სანტიმეტრზე. ტვირთის პირველი საფეხური ბუნებრივზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ვერტიკალური დატვირთვის ყოველი ახალი საფეხურის მოდება ხორციელდება შესაბამისი გვერდითი წნევის გაზომვის შემდეგ, რომელიც გამოწვეულია დატვირთვის წინა საფეხურით. გვერდითი წნევას ზომავენ მანომეტრის ჩვენებით, ანდა ნიმუშზე დაყენებული ტენზომეტრული ვადამწოდებით (იხ. § 2). გამოცდის მსვლელობის პროცესში არ უშვებენ ნიმუშის გვერდით გაფართოებას, ე. ი. იცავენ პირობას, რომ $\epsilon_x = \epsilon_y = 0$. ამისათვის აუცილებელია ყოველი ვერტიკალური დატვირთვის დროს შევინარჩუნოთ როლობა $P_x = \xi P$. რადგან გვერდითი წნევა სტაბილომეტრის კამერაში იქმნება წყლით ანდა სხვა სითხით, რომლებიც პრაქტიკულად უკუმშვადია, მისი შეუცვლელად შენარჩუნებისათვის არ უნდა მოხდეს ნიმუშის გვერდითი გაფართოება.

5. გვერდითი წნევის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ვერტიკალური დატვირთვის ხანგრძლივი მოქმედების პირობებში ნიმუშს ხანგრძლივად (8—10 სთ) ათავსებენ მუდმივი ვერტიკალური დატვირთვის ქვეშ, გვერდითი გაფართოების გარეშე და შემდეგ ზომავენ გვერდით წნევას.

მუკნალო

ღინამიკური მეთოდით ქანების დრეკადობის მახასიათებლის განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნიმუში | ცდის ნიმუში | მანძილი გიანჭილდებს შორის, მ | დრეკადი ტალღების გავრცელების დრო, მ/წმ | იმაქლის დამკვირვებაზე შესწორება, მ/წმ | გაერცელების სიქპარე | | ფადობა | განვი დევირაციის კოეფიციენტი | დრეკადობის დინამიკური მოდული E_p , კმ/კმ ² | შენიშვნა |
|----------------------|-------------|------------------------------|--|---------------------------------------|---|---|--------|------------------------------|---|--|
| | | | | | გრძობი ტალღის $V_p = \frac{l}{t - \Delta t}$, მ/წმ | ხელმძიარული ტალღის $V_R = \frac{l_2 - l_1}{t_2 - t_1}$, მ/წმ | | | | |
| | | | | | | | | | | ნიმუშის ღიაშეტარი, სმ, ნიმუშის ხივრძე, სმ, |

მუკნალო

სამღერძა კუშშვის მეთოდით ქანების გერძლითი წნევის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის

| ლაბორატორიული ნიმუში | ვერტიკალური ღიტვირთვა | | გერძლითი წნევა | | გერძლითი დაწნევის კოეფიციენტი | შენიშვნა |
|----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------|--|
| | საერთო, კმ | კუთრი, კმ/სმ ² | საერთო, კმ | კუთრი, კმ/სმ ² | | |
| | | | | | | ნიმუშის ღიაშეტარი, სმ ნიმუშის ხივრძე, სმ, τ მ/სმ ² , μ , % |

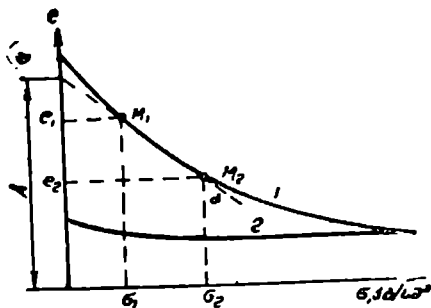
6. აშლილი აგებულების ფხვიერი შეუქავშირებელი და რბილი შექავშირებული ქანების გამოცდას აწარმოებენ განსაზღვრული სიმკვრივისა და ტენიანობის დროს. ამისათვის ნიმუშებს ამზადებენ შესაბამისად.

7. ცდის დროს მიღებული დაკვირვებები შეაქვთ გარკვეული ფორმის ქურნალში (ცხრ. V—4) და გამოხატავენ გრაფიკის სახით (იხ. ნახ. V—20).

§ 5

თიხოვანი და ქვიშოვანი ქანების კუმოვალობის კოეფიციენტი და ფარდობითი კუმოვალობის კოეფიციენტი

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების დეფორმაციულობის თვისებათა კვლევისას ხშირად აწარმოებენ მათ გამოცდას კომპრესიაზე, რომლის დროსაც ხდება ქანების შემკვრივების დეფორმაცია გვერდითი გაფართოების გარეშე. ამ გამოცდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ქანს ამკვრივებენ დატვირთვის საფეხურებით (σ_1 , σ_2 , σ_3 და ა. შ.) კომპრესიულ ან კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოს მუშა რგოლში და აკვირდებიან მისი ფორიანობის და ფორიანობის კოეფიციენტის ცვლილებას. ამის შედეგად ღებულობენ მეტად სახასიათო დამოკიდებულებას, რომელსაც ჩვეულებრივ გამოხატავენ კომპრესიული მრუდით (ნახ. V—21). ამ მრუდიდან ჩანს, რომ σ_1 გარკვეულ დატვირთვას შეესაბამება ქანის გარკვეული ფორიანობის კოეფიციენტი e_1 . σ_2 -მდე დატვირთვის გაზრდისას ქანის ფორიანობის კოეფიციენტი შესაბამისად მცირდება e_2 -მდე. თუ წნევის ცვლილება იქნება მცირე, ე. ი. $\sigma_2 - \sigma_1 = d\sigma$, მაშინ ფორიანობის კოეფიციენტის მცირე შეცვლა იგი შეიძლება ჩაითვალოს სწორად. ამ უბნის მრუდის დახრის კუთხის ტანგენსი ახასიათებს ქანის კუმოვალობას წნევის მოცემულ ინტერვალში



ნახ. V—21. კომპრესიული მრუდი:

1 — შემკვრივების მრუდი; 2 — განმკვრივების მრუდი.

სად მცირდება e_2 -მდე. თუ წნევის ცვლილება იქნება მცირე, ე. ი. $\sigma_2 - \sigma_1 = d\sigma$, მაშინ ფორიანობის კოეფიციენტის მცირე შეცვლა იგი შეიძლება ჩაითვალოს სწორად. ამ უბნის მრუდის დახრის კუთხის ტანგენსი ახასიათებს ქანის კუმოვალობას წნევის მოცემულ ინტერვალში

$$\lg z = \frac{r_1 - r_2}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{d_0}{d_0}$$

ჩა) უფრო დიდია $\lg z$ მნიშვნელობა. მით უფრო სუსტია ქანი, რადგანაც ის უფრო დამყოლია, და წნევის მოცემულ ფარგლებში უფრო ძლიერ მკვრივდება. კომპრესიული მრუდის დახრის კუთხის ტანგენსი, ე. ი. \lg აღინიშნება α სიდიდით და ეწოდება კუმშვადობის კოეფიციენტი. მაშასადამე, ეს არის კუთხური კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს ფორიანობის დამოკიდებულებას დატვირთვისაგან. ვინაიდან C განყენებული რიცხვია, ხოლო α იზომება კილოგრამობით კვადრატულ სანტიმეტრზე, α -ს გამოხატავენ კვადრატულ სმ კილოგრამზე. დაახლოებით შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მცირე დატვირთვებისას (0,5—5 კგ/სმ²) ქვიშოვან და თიხოვან ქანებზე, თუ გამოიხატება ერთეულებით და ერთეულის მეათედი ნაწილებით ქანი იქნება მეტისმეტად ძლიერად კუმშვადი ან ძლიერად კუმშვადი, თუ α შეადგენს ერთეულის მეასედ ნაწილებს იგი იქნება საშუალოდ კუმშვადი; ხოლო თუ გამოიხატება ერთეულის მეათასედი ნაწილებით — სუსტად კუმშვადი (ლომთაძე, 1970).

დრეკადობის კოეფიციენტის „ α “-ს განსაზღვრისას M_1 და M_2 წერტილების არჩევა კომპრესიულ მრუდზე არ შეიძლება შემთხვეითი იყოს, იგი ექვემდებარება გარკვეულ წესს. ¹⁴ წერტილის კოორდინატები უნდა შეესაბამებოდეს ბუნებრივ დატვირთვას ქანზე σ_1 და ფორიანობის ϵ , ბუნებრივ კოეფიციენტს. ¹⁵ წერტილის კოორდინატები უნდა შეესაბამებოდეს ქანზე საბოლოო დატვირთვას σ_2 ნაგებობის აგების შემდეგ. საბოლოო დატვირთვის σ -ის მიხედვით კომპრესიულ მრუდზე პოულობენ r -ის მნიშვნელობას. საბოლოო დატვირთვის განსაზღვრისას აუცილებელია, რომ მან დააკმაყოფილოს შემდეგი ტოლობა

$$\sigma_2 = \rho - h\gamma,$$

სადაც ρ არის საპროექტო დატვირთვა, კგ/სმ²;

h — ნაგებობის საძირკვლის ჩაყრის სიღრმე, სმ;

γ — ნაგებობის საძირკვლის ზემოთ განლაგებული ქანის მოცულობითი წონა, კგ/სმ³.

სიდიდე $\rho - h\gamma$ ასახავს ფაქტობრივ იმ დამატებით დატვირთვას, რომელსაც ქანი მიიღებს ნაგებობის აგების შედეგად.

ქანის კომპრესიული უნარის საზომად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი α_0 , რომელიც გამოხატავს ქანის ფარდობით დეფორმაციას, ე. ი. წარმოადგენს შრის

შეკუმშვის სიდიდის σ დატვირთვისაგან (კგ/სმ²), შეფარდებულს შრის საწყის სიჩქარესთან. ხშირად ფარდობითი დრეკადობის კოეფიციენტს საზღვრავენ, როგორც ქანის I მ სისქის შრის კუმშვადობის სიდიდეს σ (კგ/სმ²) დატვირთვის ქვეშ. ამ მაჩვენებელს გამოხატავენ %-ობით ანდა მმ-ობით მეტრზე (დაჯდომა ქანის სისქის I მ-ზე მმ-ობით).

ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$\alpha_0 = 100 \cdot \frac{\Delta h}{h}$$

სადა: α_0 — ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი, %; Δh — სიდიდე, რომლითაც შეიცვალა ნიმუშის სიმაღლე მისი შემკვრივების სრული სტაბილიზაციის შემდეგ, მოცემული დატვირთვისას; h — გამოსაცდელი ქანის ნიმუშის საწყისი სიმაღლე.

ქანების გამოცდას კომპრესიაზე აწარმოებენ ნორმალური და სპეციალური სქემების მიხედვით. გამოცდის ნორმალური სქემა აღწერილია ქვემოთ. იგი იძლევა ქანების დეფორმაციული თვისებების ზოგად დახასიათებას და გვაძლევს საშუალებას განვსაზღვროთ ეფექტური დატვირთვის სიდიდე (სტრუქტურული კავშირების სიმტკიცე), კუმშვადობის კოეფიციენტი, ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი, საერთო დეფორმაციის მოდული, ქანის შემკვრივების სიჩქარე ამა თუ იმ დატვირთვის დროს და გაჯირჭების ძალა. გარდა ამისა, ნორმალური სქემა საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ შემკვრივების საერთო დეფორმაციის რა ნაწილს შეადგენს ნარჩენი და შექცევადი დეფორმაციები. იგი აგრეთვე საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ქანის ბუნებრივ შემკვრივებაზე. ე. ი. არის თუ არა იგი ბოლომდე შეუმკვრივებელი, ნორმალურად შემკვრივებული თუ ვადაშკვრივებული (ლომთაძე, 1952, 1970). ნორმალური სქემით ქანების წინასწარი გამოცდა კომპრესიაზე აუცილებელია აგრეთვე ქანების სიმტკიცის თვისებების კვლევის მეთოდების განსაზღვრის დროს (წინაღობა ძვრაზე). ამრიგად, ქანების მექანიკური თვისებების კვლევა თითქმის ყოველთვის უნდა დაიწყოს მათი გამოცდით კომპრესიაზე, ნორმალური სქემით.

გამოცდის სპეციალურ სქემებს იყენებენ სპეციალური საკითხების გადაწყვეტის დროს, რაც დამოკიდებულია საპროექტო ნაგებობათა თვისებურებისაგან ანდა ქანების შედგენილობის, მდგომარეობისა და თვისებების თავისებურებებისაგან. მაგალითად, დაშლილი სტრუქტურის ქანების, დაჯდომადი ლიოსური და გაჯირჭებადი ქანების კვლევისას და ა. შ. სპეციალური კვლევების მეთოდთა და რეჟიმის განისაზღვ-

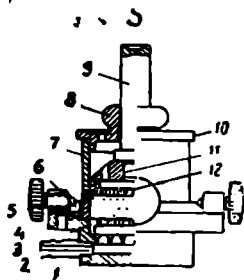
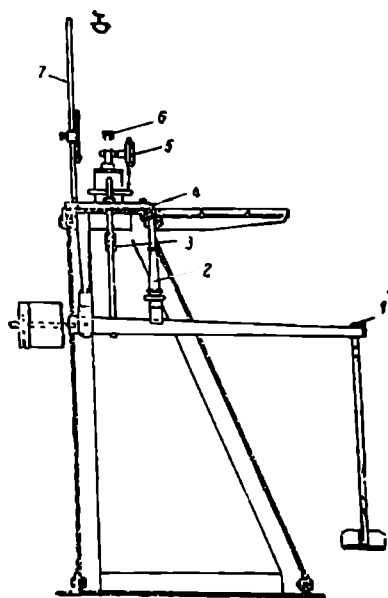
რება განსაკუთრებულად, ისინი ზუსტად უნდა ამოდელირებდნენ ქანის მუშაობის პირობებს ნაგებობის მოსალოდნელი დატვირთვის ქვეშ ანდა გარემოს პირობების ცვლილებისას.

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების კუმშვადობის კოეფიციენტისა ოპარობითი კუმშვადობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის აუცილებელია გვექონდეს შემდეგი მოწყობილობა: 1) კომპრესიული ანდა კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყო; 2) ტენიანობის და სიმკვრივის განმსაზღვრელი მოწყობილობა (იხ. თავი III); 3) ბერკეტიანი წნეხი; 4) საათი; 5) გარკვეული ფორმის ჟურნალი (იხ. ცხრ. V—5).

არსებობს კომპრესიული ხელსაწყოების რამდენიმე ტიპი, მაგრამ მუშაობის პრინციპული სქემა თითქმის ერთნაირია. კომპრესიული ხელსაწყოები, რომლებიც მომარჯვებულია ფილტრაციული თვისებების განსასაზღვრავად, ითვლებიან კომპრესიულ-ფილტრაციულ ხელსაწყოებად (იხ. თავი IV, § 11). სანელმძღვანელოში მოცემულია ასეთ ხელსაწყოთა ყველაზე უფრო გავრცელებული ტიპები. V—22 ა ნახაზზე ნაჩვენებია ნ. მასლოვის ხელსაწყო. ხელსაწყოს ფუძედ აქვს ბაზა, რომელიც წარმოადგენს მრგვალ ფირფიტას 1. მასში ზედა მხრიდან ამოჩარხულია მრგვალი ჩაღრმავება. ჩაღრმავების ფსკერზე ამოჭრილია რგოლისებური ღარაკები, ისინი მიერთებულია ერთმანეთთან და ორ ხერელთან, რომლებიც მდებარეობენ ბაზის ორ საწინააღმდეგო მხარეზე. ამ ხერელებში გაკეთებულია შტუტერები 2. რგოლიანი ღარაკები ზედაპირიდან გადახურულია ფორიანი ქვით ანდა ლითონის გისოსით 3. ბაზას ორი ან ოთხი მხრიდან აქვს ორი ან ოთხი შიგრილი პოჰ-ჰერი ხრახნებით 5. ბაზაზე 1 დგას ცილინდრი 7, რომლის შიგა დიამეტრი 7 სმ-ის ტოლია, სიმაღლე 6 სმ, ცილინდრის ქვედა ნაწილი 2 სმ-ის სიმაღლეზე მოიხრახნება და გამოიყენება მუშა რგოლად 4 გამოსაცდელი ქანისათვის. მუშა რგოლის ფართობი ტოლია 40 სმ². ცილინდრს ეხურება რგოლი 6, ამ რგოლის მეშვეობით ცილონდრი მოსაქერი ხრახნებით 5 მყარად უერთდება მუშა 4 რგოლს და მაგრდება ბაზაზე 1. ცილინდრის შიგნით ჩასმულია კონუსური შტამპი 11 ფორიანი ქვით ან ლითონის გისოსით 12, რომლის ჰოკი 9 გამოდის ცილინდრიდან. ცილინდრს ზემოდან ეხურება ხუფი 10, რომელსაც აქვს მიმართველი თავი 8, საიდანაც გამოდის შტამპის ჰოკი 9. ჰოკის შიგნით გამოჭრილია არხი, იგი უერთდება გვერდით ნახერეტს, რომელიც ჰოკის ზედა ნაწილში მდებარეობს. შტამპის ჰოკს ეცმება ქურო, რომელზედაც მაგრდება საათის ტიპის ინდიკატორები (იხ. ნახ. V—6) ქანის დეფორმაციის გასაზომად მისი შემკვრივების დროს. ინდიკატორის ფეხი

ცდის დროს ებჯინება ხელსაწყოს ბაზის შვერილს. მასლოვის ხელსაწყოს აწყობის და დაშლის სიმარტივე მისი მთავარი უპირატესობაა. ხელსაწყოში საცდელი ქანის ჩატვირთვისას ნიმუშიდან რგოლის 4 საშუალებით, რომელზედაც ამ მიზნით ზოგჯერ ეხრახნება სპეციალური მჭრელი რგოლი, იჭრება სინჯი. ქანის შესამკვრივებლად გამოცდის დროს კომპრესიული ხელსაწყოს ჩატვირთულ ნიმუშთან ერთად ათავსებენ წნეხის ქვეშ. ერთ-ერთი ასეთი ბერკეტული წნეხი, რომლის მხეზის შეფარდებაა 1 : 10. გამოსახულია V 2. ბ ნ ხ 9 ზე. V 23 ნ ხ 9 ზე ნაჩვენებია დგანი (მასზე დამონტაჟებული ოთხი ბერკეტული წნეხით), რომელიც კომპრესიულ-ფილტრაციულ ხელსაწყოსთან ერთად შეადგენს დამოუკიდებელ კომპრესიულ დანადგარს.

მეორე ფართოდ გავრცელებული კომპრესიულ-ფილტრაციული ტიპის ხელსაწყო—ეს არის პიდროპროექტის კონსტრუქციის ხელსაწყო (ნახ. V—24, ა). ამ ხელსაწყოს უშვებს ჩვენი მრეწველობა, მის საფუძველს წარმოადგენს ბაზა 6, რომლის ზედა ნაწილში, ისევე როგორც ნ. მასლოვის ხელსაწყოში, გამოჩაჩხულია მრგვალი ჩაღრმავება, რომელიც ზემოდან დაფარულია ლითონის გისოსით 4. ბაზას გვერდ-



ნახ. V—22. ბ. მასლოვის კონსტრუქციის კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყო:

ა — ხელსაწყოს საერთო ხედი; ბ — ბერკეტის წნეხი; 1 — ბერკეტის წნეხი; 2 — საბრჯენი ხრახნი ქანის ნიმუშის გაჭირვების თავიდან ასაცილებლად; 3 — საწვეი წნევა გადა აცემად ბერკეტის ხელსაწყო კოჭზე; 4 — საღამი; 5 — ინდიკატორი დეფორმაციის გასაზომად შემკვრივებისას; 6 — ლატვირთვის ჩარჩო; 7 — პიეზომეტრი ქანის ფილტრაციაზე გამოსაცდელად.

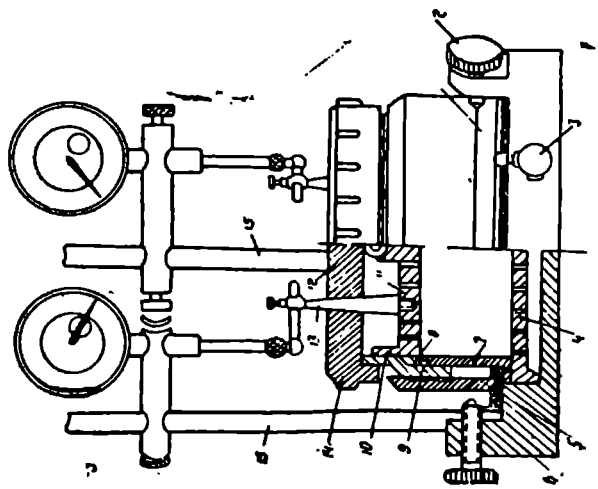
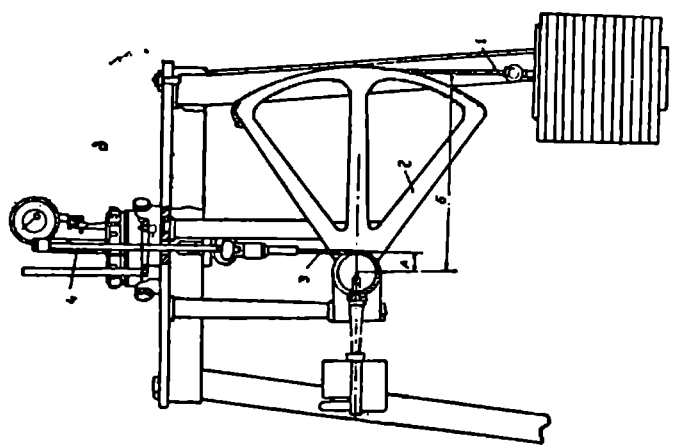


ნახ. V—23. კომპრესიული დანადგარი ოთხი კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელაწყოთი

ბიდან აქვს ორი ნახვრეტი, რომელშიც გაკეთებულია ყელმილი (მათ უერთებენ პიეზომეტრებს ქანის ფილტრაციაზე გამოცდის დროს) და სამი შვერილი მომჭერი ქანჭიკებით 2. ბაზაზე 6 ათავსებენ ცილინდრს 5, რომლის შიგნითაც ზემოდან ახრახნიან მიმმართველ რგოლს 9. ცილინდრის ქვემოდან ათავსებენ მუშა რგოლს 7, რომელზედაც ზემოდან წინასწარ დგამენ დამცველ რგოლს 8. მუშა რგოლს აქვს 25 მმ სიმაღლე, შიგა დიამეტრი 87,4 მმ და 60 სმ² ფართობი. თითოეულ ხელსაწყოს აქვს სათადარიგო მუშა რგოლები 17 და 35 მმ სიმაღლის, რომლებსაც გამოიყენებენ მკერივი და შედარებით სუსტი ქანებისათვის. ცილინდრს 5 აცვამენ რგოლს 1, რომლის მეშვეობითაც მომჭერი ქანჭიკებით 2 ცილინდრს მყარად ამაგრებენ ბაზაზე.

მუშა, დამცავი და მიმმართველი რგოლები ქმნიან ცილინდრულ ზედაბირს ხელსაწყოს შიგა ნაწილში, სადაც ათავსებენ შტამპს 10 ლითონის გისოსით 11. შტამპს აქვს ბუდე ბურთულასათვის 12, მასზე ქანის კუმშვაზე გამოცდისას ეყრდნობა წნეხის ჰოკი და ორი დგარი, რომლებზედაც დაყრდნობილია საათის ტიპის ინდიკატორის საზომი დეროები რგოლში ჩატვირთული ნიმუშის დეფორმაციის გასაზომად ინდიკატორები მაგრდება კრონშტეინზე 15, რომელიც მოთავსებულია

ხელსაწყოს ბაზაზე. მიმართველ რგოლზე 9 ზემოდან ახრახნიან საჩერ რგოლს 14, რომელიც ზღუდავს ქანის გაფუებას ცდის დროს. ჰიდროპროექტის კონსტრუქციის ხელსაწყოს კომპლექტში შედის ბერკეტისანი სექტორული წნეხი, რომლის მხრების შეფარდება $A : B = 1 : 10$ (ნახ. V—24, ბ). თითოეულ ხელსაწყოს აქვს საწონების წყება, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება ქანის შემკვირება დატვირთვის გარკვეული საფეხურებით.



ნახ. V—24. ჰიდროპროექტის კონსტრუქციის კომპლექტული-ფილტრაციული ხელსაწყო:
 ა — ხელსაწყოს საფრთხე ხელი; ბ — სექტორული ტაბის ბერკეტისანი წნეხი;
 1 — ტვირთის საკიდი; 2 — სექტორული ბერკეტი საპირფონის; 3 — საწევი;
 4 — დასატვირთი ჩარჩო.

1. ბუნებრივი აღნაგობის ქანების კუმშვადობის კოეფიციენტის და ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტების განსაზღვრისათვის მონოლითის ხსნიან და ამოწმებენ მის ვარგისიანობას გამოცდისათვის. მას არ უნდა ჰქონდეს ბუნებრივი აგებულების დაშლის კვალი — ნაპრალები, შეკუმშვება.

2. მონოლითიდან ჰრიან ისეთი ზომის ნიმუშს, რომელიც ზუსტად შეესაბამება მუშა რგოლის სიმაღლეს და დიამეტრს. ნიმუშის გამოკრას ახდენენ მუშა რგოლით იმ წესით, რომელიც აღწერილია ზემოთ (იხ. თავი III, § 3). წინასწარ შტანგენფარგლის საშუალებით ზომავენ შიგა დიამეტრს და მუშა რგოლის სიმაღლეს და ითვლიან მის მოცულობას. შემდეგ რგოლს წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01 გ-ის სიზუსტით. რგოლით ქანის ნიმუშის აღების შემდეგ გულმოდგინედ ასწორებენ ნიმუშის ნაპირებს მკრელი დანის პირით ანდა ლითონის სახაზავით რგოლის პირამდე. აუცილებელია თვალყური ვადევნოთ იმას, რომ ქანმა მთლიანად გაავსოს რგოლი, ე. ი. რომ არ იყოს ქანსა და რგოლის კედლებს შორის სივრცეები. ბუნებრივი აღნაგობის ქანების გამოცდისას ისინი უნდა მოთავსდეს მუშა რგოლში ისეთი ორიენტაციით, როგორც ბუნებრივ პირობებში.

3. ზომავენ ნიმუშის სიმაღლეს მიკრომეტრით 0,01 მმ-ის სიზუსტით. ამის შემდეგ ქანიან რგოლს წონიან სასწორზე 0,01 მმ-ის სიზუსტით, ქანის მოცულობითი წონის განსაზღვრისათვის. ამის პარალელურად მონოლითის იმავე უბნიდან ამოკრილ ნიმუშზე საზღვრავენ ქანის მოცულობით წონას გაპარაფინის მეთოდით (თავი III, §3). მოცულობით წონის განსაზღვრის მონაცემების თანმთხვევა ორივე მეთოდით მიგვითითებს ხელსაწყოს მუშა რგოლში ნიმუშის სწორად ჩატვირთვაზე. ერთდროულად მონოლითიდან იღებენ სინჯს ქანის ტენიანობისა და კუთრი წონის განსაზღვრისათვის.

4. ხელსაწყოს აწყობის წინ შტუცერებს აცობენ საცობებს ანდა რეზინის მილებს საჭერებით. შემდეგ ხელსაწყოს ბაზაში ასხამენ წყალს ფორიანი ქვის ზედა ზედაპირამდე ან ლითონის გისოსამდე. სასურველია გამოიყენონ ის წყალი, რომელიც იქმნება ქანთან შეხებაში ბუნებრივ პირობებში. თუ ასეთი წყალი ხელთ არა აქვთ, იყენებენ დისტილირებულ წყალს. ქანს რგოლში ორივე მხრიდან ახურავენ ტენიან ფილტრის ქაღალდს. შემდეგ რგოლს მიახრახნიან ცილინდრს (მასლოვის ხელსაწყო) ან აყენებენ ცილინდრის შიგნით დამცავ რგოლზე (პიდროპროექტის ხელსაწყო) და ფრთხილად აყენებენ ბაზაზე. ცილინდრს აცვამენ მოსაქრელ რგოლს და ამაგრებენ ბაზაზე მომჭერა

ჰანჯიკებით. ცილინდრში აყენებენ შტამპს, რომელსაც უშვებენ ქანზე. ხელსაწყოს ტიპისაგან დამოკიდებულებით ცილინდრს ახურავენ ხუფს ან (ჰიდროპროექტის ხელსაწყოში) მიმმართველ რგოლს ზემოდან ახრახნიან საჩერ რგოლს, აყენებენ ინდიკატორებს დეფორმაციის გასაზომად, რომელთა ისრებს ცდის დაწყების წინ აყენებენ ნულზე. ამით მთავრდება ხელსაწყოს აწყობა და მომზადება გამოცდისათვის.

5. ხელსაწყოს ათავსებენ წნეხის ქვეშ, რომლის ბერკეტი მოჰყავთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში მათანაბრებლის დახმარებით. ქანების გამოცდა კუმშვაზე შეიძლება მოხდეს ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში ან წყლით გაჯერების შემდეგ. გაუჯერებლად ქანის გამოცდისას ბუნებრივი ტენიანობის შესანარჩუნებლად შტამპზე და ბაზის შეერილზე ცილინდრის ირგვლივ ათავსებენ სველ ბამბას ანდა დოლ-ჯანდს. თუ ვცდით წყლით წინასწარ გაჯერებულ ქანს, მაშინ ხელსაწყოს შტამპს ამაგრებენ საჩერი რგოლით ანდა საყრდენი ქანჯიკით წნეხის ბერკეტზე. შემდეგ ხელსაწყოში ასხამენ წყალს და დამაგრებელი შტამპით ქანს აყოვნებენ ხუთი დღე-ღამის განმავლობაში, მის სრულ გაჯერებამდე. შტამპის დამაგრებით ესპობთ ნიმუშის გაჯირჯევის შესაძლებლობას, რაც მოწმდება ინდიკატორის ჩვენებებით. ქანები რომელთა წყლით გაჯერების ხარისხი 0,95—0,98-ია, შეიძლება გამოიყენოს კუმშვაზე მაშინვე, წყლის დასხმისთანავე. ბუნებრივზე მეტად შეკუმშული ქანების გამოცდა ბუნებრივზე დაბალი დატვირთვებით ხდება ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში, ძლიერი გაჯირჯევის თავიდან აცილების მიზნით. ბუნებრივი დატვირთვის მიღწევის შემდეგ მათი გამოცდა, ისევე როგორც ჩვეულებრივი ქანებისა, გრძელდება წყალში.

6. იწყებენ ქანის უშუალო გამოცდას, კუმშვადობის კოეფიციენტისა და კუმშვადობის ფარდობითი კოეფიციენტის განსასაზღვრავად. ჯერ ამოწმებენ ინდიკატორის ჩვენებას, იღებენ რა მხედველობაში იმ გარემოებას, რომ, თუ შტამპი არასრულყოფილად და დამაგრებული, ზოგიერთი ქანები გატენიანების შემდეგ გაჯირჯედებიან და ინდიკატორები აფიქსირებენ ნიმუშის სიმაღლის მატებას. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა დაეპირით შტამპს შემაჩერებელი რგოლი ანდა საყრდენი ქანჯიკი მანამდე. სანამ ინდიკატორი არ გვიჩვენებს საწყის ანათვალს — ნულს, ე. ი. ანათვალს ქანის გატენიანებამდე ხელსაწყოში. შემდეგში ცდის მსვლელობა მდგომარეობს ქანის შემკვრივებაში დატვირთვის საფეხურებით და ფორიანობის კოეფიციენტის განსაზღვრაში დატვირთვის მითითებულ საფეხურზე. დატვირთვის საფეხურების რიცხვი და სიდიდე უნდა დადგინდეს ცდის დაწყებამდე მოთხოვნილების შესაბამისად და გამომდინარე შემკვრივებისა და განმკვრივების ნორმალური,

მდოვრე მრუდების მიღების საჭიროებიდან. დატვირთვის ბოლო საფეხური განისაზღვრება დამატებითი დატვირთვის სილიდით, რომელსაც ქანი მიიღებს საპროექტო ნიშნულზე ანდა საინტერესო სიღრმეზე ნაგებობის აგების შემდეგ. რბილ ქანებს იკვლევენ 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 კგ/სმ², ხოლო უფრო მკვირვს 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0 კგ/სმ² დატვირთვებზე.

დატვირთვის სილიდე, რომელიც უნდა მოვლით წნეხის ბერკეტს ქანზე მოცემული კუთრი დატვირთვის განსახორციელებლად, გამოითვლება ფორმულით

$$P = \frac{\sigma F - g}{L}$$

სადაც P — მთლიანი დატვირთვაა, რომელიც მოვლეთ წნეხის ბერკეტს. კგ; σ — მოცემული კუთრი დატვირთვა ქანზე, კგ/სმ²; F — ნიმუშის ფართობი, სმ²; g — შტამპის წონა ბურთულით, კრონშტეინით და ინდიკატორებით, რომლებიც დამაგრებულია ქოვზე, კგ; L — ბერკეტის სისტემის გადაცემათა რიცხვი.

ნიმუშზე საწყისი კუთრი წნევის შესაქმნელად, რომელიც, მაგალითად, ტოლია 0,25 კგ/სმ, პიდროპროექტის ხელსაწყოში ბერკეტის საკიდარზე უნდა დაიდოს 1,27 კგ ტვირთი, რომელიც დატვირთვის ჩარჩოს წონასთან ერთად ქმნის დატვირთვას ხელსაწვოს შტამპზე

$$1,27 \times 10 + 2,3 = 15 \text{ კგ ანდა } \frac{15 \text{ კგ}}{60 \text{ სმ}^2} = 0,25 \text{ კგ/სმ}^2$$

7. დატვირთვის პირველი საფეხურის მოღებას ვაწარმოებთ მცირე სილიდეებით 0,05-დან 0,15 კგ/სმ² ქანის ფიზიკური მდგომარეობიდან გამომდინარე, იმ მომენტამდე, სანამ ინდიკატორები არ უჩვენებენ მის პირველ დეფორმაციას. ამ დატვირთვას ეწოდება ეფექტური, რადგან იგი აუცილებელია ქანების სტრუქტურული კავშირების წინააღმდეგობის გადასალახავად, ანდა ქანის შიგა დაძაბულობის გასაწონასწოებლად.

ეფექტური წნევის განსაზღვრის შემდეგ დატვირთვა ქანზე მიყავთ პირველ საფეხურამდე. ამ დატვირთვის ქვეშ, ისევე როგორც ყოველ მომდევნო საფეხურზე, ქანს აყოვნებენ შემკვრივების სტაბილიზაციამდე. ქანის შემკვრივების სტაბილიზაცია ითვლება დამთავრებულად მაშინ, თუ უკანასკნელი სამი ანათვალის ინდიკატორებზე ერთნაირია, ანდა თუ ქანის დეფორმაცია დატვირთვისაგან არ აღემატება 0,01 მმ-ს 15—18 საათის განმავლობაში.

ქანის შემკვრივებაზე ინდიკატორებით დაკვირვებას აწარმოებენ შემდეგი თანამიმდევრობით: დატვირთვის საფეხურის მოდებიდან 30 წამის შემდეგ, მერე — 1, 2, 5, 10, 30 წმ-ის შემდეგ, ბოლოს კი — ყოველი საათის შემდეგ სამუშაო დღის დამთავრებამდე. მომდევნო დღეებში დაკვირვებას აწარმოებენ სამუშაო დღის დასაწყისში და ბოლოში. ქანების შემკვრივების უფრო სრული მახასიათებლების მისაღებად ქანის ჩატვირთვა ხელსაწყოში, აგრეთვე დატვირთვის ყოველი ახალი საფეხურის მიყენება ქანზე უმჯობესია ვაწარმოთ სამუშაო დღის პირველ ნახევარში.

8. დატვირთვის პირველი და მომდევნო საფეხურებით ქანის შემკვრივების სტაბილიზაციის შემდეგ განსაზღვრავენ ქანის ფორიანობის კოეფიციენტს რომელიც შეესაბამება დატვირთვის თითოეულ საფეხურს. ფორიანობის კოეფიციენტის განსაზღვრა კომპარესიის დროს შეიძლება რამდენიმე მეთოდით, ესენია: 1) წონითი; 2) სიმაღლითი; 3) სიმაღლით-წონითი და 4) ფორიანობის განსაზღვრის უშუალოდ მეთოდით.

9. წონითი მეთოდი გამოიყენება იმ ქანებისათვის, რომლებიც მთლიანად არის გაჭერებული წყლით. ფორიანობის კოეფიციენტს ქანის ტენიანობის ცვლილების მიხედვით, დატვირთვის თითოეულ საფეხურის ზემოქმედებით გამოწვეული შემკვრივების სტაბილიზაციის შემდეგ საზღვრავენ ფორმულით $\epsilon = \frac{W_2 - W_1}{W_2}$. ამ დროს ტენიანობას W საზღვრავენ შემდეგნაირად. დატვირთვის ამა თუ იმ საფეხურისაგან ქანის შემკვრივების სტაბილიზაციის შემდეგ ხელსაწყოს ანთავისუფლებენ წნეხიდან, სწრაფად შლიან და იღებენ ქანიან მუშა რგოლს. მას ამშრალებენ, ასუფთავებენ და წონიან ტექნიკურ სასწორზე 0,01-ჯ სიზუსტით (წონა g_1). აწონის შემდეგ ქანიან რგოლს ორივე მხრიდან ფარავენ ტენიანი ფილტრის ქაღალდით, ხელსაწყოს ისევ აწყობენ, ათავსებენ წნეხის ქვეშ, მოსდებენ წინა დატვირთვას და ასხამენ წყალს. ასეთ მდგომარეობაში ქანს ამყოფებენ რამდენიმე ხნით (1—2 საათი), აძლევენ დატვირთვის შემდეგ საფეხურებს და ცდას აგრძელებენ ამავე თანამიმდევრობით.

დატვირთვის უკანასკნელი საფეხურის შემდეგ ქანიან რგოლს წონიან, ათავსებენ თერმოსტატში და ამრობენ მუდმივ წონამდე 100—105°C დროს. რგოლს ქანიანად აციებენ ექსიკატორში, მას წონიან (წონა g_2). ქანის ტენიანობას, რომელიც შეესაბამება დატვირთვის თითოეულ საფეხურს, ითვლიან ფორმულით.

$$W = \frac{g_2 - g_1}{g_2}$$

სადაც g_2 არის ტენიანი ქანის წონა ხელსაწყოს მუშა რგოლში, რომელიც ტოლია $g_2 - g_1$ (g_2 — რგოლის წონა ტენიანი ქანით; g_1 — რგოლის წონა); g_{20} — მშრალი ქანის წონა, რომელიც ტოლია $g_2 - g_1$ წონისა (g_2 — რგოლის წონა მშრალი ქანით, განსაზღვრული ცდის ბოლოს, ე. ი. გამომშრალი ქანის წონა რგოლით დატვირთვის უკანასკნელი საფეხურით გამოწვეული შემკვრივების სტაბილიზაციის შემდეგ).

მას შემდეგ, რაც განსაზღვრულია ქანის ტენიანობა, გამოთვლიან ფორიანობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას, რომელიც შეესაბამება დატვირთვის თითოეულ საფეხურს.

10. სიმაღლითი მეთოდი გამოიყენება წყალგაჭერებულ და წყალგაუჭერებელი სხვადასხვა ტენიანობის ქანებისათვის. იგი ემყარება იმას, რომ ქანების შემკვრივება პრაქტიკულად შესაძლებელია მხოლოდ ფორიანობის შემცირების ხარჯზე. ფორიანობის კოეფიციენტის ყოველი ახალი მნიშვნელობა ქანის შემკვრივების შემდეგ დატვირთვის ამა თუ იმ საფეხურის ზემოქმედებით ტოლია σ_1 და σ_2 ქანის მინერალური ნაწილის მოცულობა ამ დროს შემკვრივებამდე და მის შემდეგ არ იცვლება, ე. ი. $m_1 = m_2$ ანუ

$$\frac{1}{1 + e_1} hF = \frac{1}{1 + e_2} (h - \Delta h) F,$$

სადაც h და F — შესაბამისად გამოსაცდელი ქანის სიმაღლე და ფართობია ხელსაწყოში: Δh — ნიმუშის სიმაღლის ცვლილება მისი ფორიანობის ცვლილებისას e_1 -დან e_2 -მდე, დატვირთვის გაზრდით σ_1 დან σ_2 -მდე. თუ გავხსნით ფრჩხილებს და დავაჯგუფებთ წევრებს, გვექნება:

$$h(1 + e_2) = h - \Delta h(1 + e_1),$$

ანუ

$$\Delta h(1 + e_1) = h(e_1 - e_2),$$

მაგრამ

$$e_1 - e_2 = \Delta e,$$

მაშინ

$$\Delta e = \frac{\Delta h}{h} (1 + e_1),$$

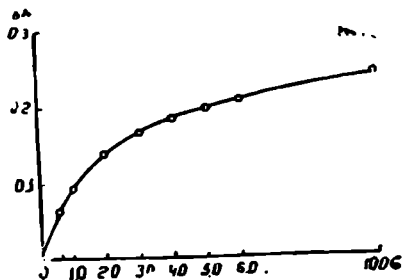
ამის გამო

$$e_2 = e_1 - \frac{\Delta h}{h} (1 + e_1).$$

ამრიგად, თუ გავზომავთ ქანის ნიმუშის სიმალლის ცვლილებას ხელსაწყოში მისი შემკვრივებისას, ვღებულობთ ფორიანობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას, რომელიც შეესაბამება დატვირთვის თითოეულ საფეხურს. ფორიანობის კოეფიციენტის გამოსათვლელად შეტანილი უნდა იქნეს შესწორება ხელსაწყოს დეფორმაციაზე, რისთვისაც თითოეულ ხელსაწყოს პერიოდულად უკეთებენ ტარირებას. ტარირებას აწარმოებენ ისევე, როგორც კომპრესიულ გამოცდას. ქანის მაგივრად ხელსაწყოში ათავსებენ სპეციალურ ლითონის დისკოს და ქაღალდის ორ ფილტრს, შემდეგ აწარმოებენ ხელსაწყოს დატვირთვის საფეხურებად და ინდიკატორებით ზომავენ მის დეფორმაციას დატვირთვის თითოეულ საფეხურზე. მიღებული შედეგებით აგებენ გრაფიკს (ნახ. V—25), რომლითაც სარგებლობენ ნიმუშის ნამდვილი დეფორმაციის გამოთვლისას. იგი ტოლია ინდიკატორების ჩვენებების სხვაობისა ნიმუშის გამოცდისა და ხელსაწყოს ტარირების დროს.

11. სიმალლით-წონითი მეთოდი დამყარებულია ერთდროულად წონითი და სიმალლითი მეთოდების გამოყენებაზე. ქანების ფორიანობას ცდამდე და უქანასკნელი საფეხურის დატვირთვის შემდეგ საზღვრავენ წონითი მეთოდით, ხოლო მის მნიშვნელობას ყოველი შუალედი დეფორმაციის საფეხურისაგან — სიმალლითი მეთოდით. სიმალლით-წონითი მეთოდი, მსგავსად წონითი მეთოდისა, გამოიყენება მთლიანად წყალგაჭერებული ქანებისათვის.

12. კომპრესიული გამოცდებისას ქანის კოეფიციენტის განსაზღვრის ყველაზე უფრო საიმედო ხერხს წარმოადგენს ფორიანობის განსაზღვრის უშუალო მეთოდისა და სიმალლითი მეთოდის შერწყმა. ქანის ფორიანობას ცდამდე და ცდის შემდეგ საზღვრავენ მასის მოცულობითი წონისა და ტენიანობის მიხედვით. მოცულობით წონას საზღვრავენ მკრელი რგოლით.



ნახ. V—25. კომპრესიული ხელსაწყოს ტარირების მრუდი.

რომლის როლსაც ასრულებს ხელსაწყოში მუშა რგოლი. ამ დროს ნიმუშის სიმალლეს ზომავენ მიკრომეტრით 0,01 მმ-ის სიზუსტით. ამის პარალელურად ცდამდე საზღვრავენ მოცულობით წონას მონოლითის იმავე ნაწილიდან, ამოკრიბო ნიმუშის გაპარაფინებით. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ამ ორი განსაზღვრის

მონაცემების თანხედენა მიუთითებს იმაზე, რომ ხელსაწყოს სამუშაო-
რგოლი სწორადაა ჩატვირთული.

ქანის ტენიანობას ხელსაწყოს რგოლში ცდამდე და ცდის შემდეგ
საზღვრავენ ისე, როგორც წონითი მეთოდის დროს.

ქანის მოცულობითი წონის განსაზღვრის დროს ცდის შემდეგ აუ-
ცილებელია გავითვალისწინოთ მისი დრეკადობა დატვირთვის მოხსნი-
სას. ამისათვის აწარმოებენ ინდიკატორებზე დაკვირვებას. ქანების
შემკვრივებაზე დაკვირვება ინდიკატორების საშუალებით, ე. ი. სიმაღ-
ლითი მეთოდის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს კონტროლი გავუ-
წიოთ მიღებულ შედეგებს ქანების საერთო შემკვრივების მიხედვით
და განვსაზღვროთ ფორიანობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა დატვირ-
თვის შუალედი საფეხურისათვის.

13. დატვირთვის უკანასკნელ საფეხურზე ქანების ფორიანობის
კოეფიციენტის განსაზღვრის შემდეგ ხელსაწყოს ათავისუფლებენ ქა-
ნისაგან, რეცხავენ, გულმოდგინედ ამშრალავენ და უსვამენ ვაზელინის
თხელ ფენას.

14. თუ ქანის კომპრესიული გამოცდისას აუცილებელია მივიღოთ
განმკვრივების მრუდი (კომპრესიული მრუდის შებრუნებული შტო),
დატვირთვის მაქსიმალური საფეხურით გამოწვეული დაქდომის სტაბი-
ლიზაციის შემდეგ აწარმოებენ ხელსაწყოს განტვირთვის შებრუნებუ-
ლი თანამიმდევრობით. ინდიკატორების მიხედვით აწარმოებენ დაკვირ-
ვებას დეფორმაციაზე. დეფორმაციის სტაბილიზაციის შემდეგ დატ-
ვირთვის თითოეული საფეხურისათვის საზღვრავენ ფორიანობის კო-
ეფიციენტს. დატვირთვის უკანასკნელი საფეხურის მოხსნის შემდეგ
ქანს სტოვებენ ხელსაწყოში განმკვრივების დეფორმაციის სრულ შე-
წყვეტამდე. ცდას ამთავრებენ ტენიანობის, მოცულობითი წონისა და
ფორიანობის კოეფიციენტის განსაზღვრით.

15. ცდის შედეგების დამუშავება უნდა შეიცავდეს: ქანის შემკვ-
რივების კონსოლიდაციის მრუდის აგებას, კომპრესიული მრუდის აგე-
ბას, კუმშვადობის კოეფიციენტისა და კუმშვადობის ფარდობითი კოე-
ფიციენტის გამოთვლას და დასკვნის შედგენას ცდის მონაცემების სა-
ფუძველზე.

16 ქანების კონსოლიდაციის მრუდებს აგებენ დატვირთვის თი-
თოეული საფეხურისათვის (იხ. ნახ. IV—21). ისინი გამოხატავენ დამო-
კიდებულებას ქანების დეფორმაციასა (კუმშვის სიდიდე) და დროს
შორის. კონსოლიდაციის მრუდის ასაგებად აბსციისათა ღერძზე უჩვე-
ნებენ დროს, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — ფორიანობის კოეფიციენ-

ტის მნიშვნელობებს ანდა კონსოლიდაციის ხარისხის მნიშვნელობებს, რომლებსაც გამოითვლიან ფორმულით

$$V = \frac{\Delta h_1}{\Delta h} \cdot 100,$$

სადაც V — კონსოლიდაციის ხარისხია, %; Δh_1 — სიდიდე, რომლითაც შეიცვალა ქანის ნიმუშის სიმაღლე l დროის შემდეგ ცდის დასაწყისიდან; — სიდიდე, რომლითაც შეიცვალა ქანის ნიმუშის სიმაღლე მოცემული დატვირთვით მისი შემკვრივების სრული სტაბილიზაციისას.

17. კომპრესიულ მრუდს (იხ. ნახ. V—1) აგებენ ქანის ფორიანობის კოეფიციენტის საბოლოო მნიშვნელობების მიხედვით დატვირთვის ყოველ საფეხურზე შემკვრივების სტაბილიზაციის შემდეგ. ფორიანობის კოეფიციენტის ამ მნიშვნელობებს ღებულობენ დაკვირვების ეურნალიდან ანდა იგებენ კონსოლიდაციის მრუდიდან. კომპრესიული მრუდის აგება შეიძლება აგრეთვე კოორდინატების სხვა სისტემაში, ე. ი. სისტემაში. როდესაც ორდინატთა ღერძზე ფორიანობის კოეფიციენტის ნაცვლად უჩვენებენ ფარდობითი დეფორმაციის მნიშვნელობას, ხოლო აბსცისათა ღერძზე კი. როგორც წინა შემთხვევაში. დატვირთვას. კომპრესიული მრუდის ასეთი სისტემაში აგება განსაკუთრებით მოსახერხებელია ნაგებობის დაჯდომის პროგნოზისათვის.

18. ჩატარებული გამოცდის შედეგების მიხედვით მიღებული დასკვნა უნდა შეიცავდეს ქანების დეფორმირებადობის ხარისხის—კუმშვადობის შეფასებას, მათი სტრუქტურული სიმტკიცის განსაზღვრის და ბუნებრივ წოლის პირობებში მათი მდგომარეობის შეფასებას. ქანების კუმშვადობის ხარისხზე მსჯელობენ კომპრესიული მრუდის დახრილობით განსახილველი დატვირთვის ფარგლებში, კუმშვადობის კოეფიციენტისა და ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტის სიდიდეთა მიხედვით. ეფექტური დატვირთვის სიდიდე ახასიათებს ქანების სტრუქტურულ სიმტკიცეს (სტრუქტურული კავშირის სიმტკიცეს), ხოლო ეფექტური დატვირთვის დაპირისპირება ბუნებრივთან, რომელსაც ქანი განიცდის ზემოთ განლაგებული მასებისაგან ბუნებრივი წოლის პირობებში, გვაძლევს საშუალებას ვიმსჯელოთ მის მდგომარეობაზე, ე. ი. ჩავთვალოთ იგი ნორმალურ შემკვრივებულ ქანად, გადამკვრივებულად და შეუმკვრივებლად (ლომთაძე, 1970).

19. ყველა მონაცემების ჩასაწერად, რომელსაც ვღებულობთ ქანების მომზადებისა და კომპრესიული გამოცდის პირობებში, უნდა გეჭონდეს სპეციალური ფორმის ეურნალი (ცხრ. V—5). გამოცდის საბოლოო შედეგები შეაქვთ ჯამურ ცხრილში ანდა პერფორაბრათში. (იხ. დანართი 3 და 4).

შეკანალო

ქანების კომპარეიულობაზე გამოცდის მონაცემების ჩახაწერად

ლაბორატორიული ნომერი.
ქანის დასახელება
აღნაგობა
ცდის პირობა

ხელსაწყო ნომერი
მუშა რგოლის დიამეტრი
რგოლის ფართობი
რგოლის სიმაღლე

1. მონაცემები; რომლებიც ეხება ცდის დასაწყისსა და დამთავრებას

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------|--|--|--------------------------------|-----------|------------------------|----------------|------------------------|----------|
| კვ/სმ | რგოლის წონა, გ | რგოლს წინა თხიანი ქანით, გ | ტენიანი ქანის წონა, გ | რგოლის წონა, მშრალი ქანით, გ | მშრალი ქანის წონა, გ | ქანის ტენიანობა, % | რგოლის მოცულობა, სმ ³ | ქანის მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ | ჩონჩხის მოცულობითი წონა, გ/სმ ³ | ქუთრის წონა, გ/სმ ³ | ფორიანობა | ფორიანობის კოეფიციენტი | სრულ ტენიანობა | ტენიანობის კოეფიციენტი | შენიშვნა |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

2. ქანის კუმულაციის კოეფიციენტის და ფარდობითი კუმულაციის კოეფიციენტის გამოსათვლელი ცხრილი

| | | | | | | | | | |
|----------------------|------------|----------------------|---|----------------------------|-----------------|---------------------------|---|-------------------------|----------|
| σ კვ/სმ ³ | Δh | $\frac{\Delta h}{h}$ | $\Delta c = \frac{\Delta h}{h} (1 + c_i)$ | $c_i = c_{i-1} - \Delta c$ | $c_i - c_{i+1}$ | $\sigma_{i+1} - \sigma_i$ | $a = \frac{c_i - c_{i+1}}{\sigma_{i+1} - \sigma_i}$ | $\frac{a}{h} \cdot 100$ | შენიშვნა |
| | | | | | | | | | |

3. ქანის დეტორმაციაზე დაკვირვების ეურნალი

| თარიღი | საერთო და ტვირთი, კგ | ვაზომვის ინდიკატორის ჩვენება | | საშუალო | ხელსაწყო დეტორმაციაზე შეესწორება | ქანის დეტორმაცია | კონსოლიდაციის გამოთვლა | | | შენიშვნა |
|--------|----------------------|------------------------------|---|---------|----------------------------------|------------------|------------------------|---|---|----------|
| | | 1 | 2 | | | | h | V | % | |
| | | | | | | | | | | |

ბევრ შემთხვევაში, როდესაც აპროექტებენ და აშენებენ მიწის ნაგებობებს — კაშხალებს, მიწაყრილებს, დამბებს, აგრეთვე იმ შემთხვევებში, როდესაც ნაგებობათა მშენებლობის ტერიტორია შედგენილია გვეგმაზომიერად ამოყვანილი ნაყარებით ან მონალექი ნაყარებით, აუცილებელია მონაცემები ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების კუმშვადობაზე, მათ დეფორმაციულ თვისებებზე და დატვირთვის შედეგად ამ თვისებების ცვლილებათა კანონზომიერებაზე. ყველა ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია განისაზღვროს კუმშვადობის კოეფიციენტი და ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტი ამ ქანების აშლილი აგებულებისათვის. აშლილი ქანების კუმშვადობის კოეფიციენტის განსაზღვრას, ისევე როგორც ბუნებრივისას, აწარმოებენ კომპრესიული გამოცდის შედეგების მიხედვით. ამიტომ ასეთი გამოცდისათვის აუცილებელია იგივე ხელსაწყოები. რომლებიც ჩამოთვლილია 220 გვერდზე.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ქანების კომპრესიული გამოცდისათვის ამზადებენ მოცემული W_1 ტენიანობისა და γ სიმკვრივის ნიშნებს. ამისათვის ლაბორატორიაში მოტანილი სინჯიდან იღებენ საშუალო რგოლის მოცულობაზე 2—3-ჯერ მეტი მოცულობის ნიმუშს. ათავსებენ წინასწარ აწონილ ფაიფურის ანდა ლითონის ქიქაში, რეზინისბუნიკიანი წკირით ანაწევრებენ ერთგვაროვან მასამდე. იღებენ სინჯს ქანის ამ მასიდან და საზღვრავენ W_0 ტენიანობას.

2. წონიან ნიმუშიან ქიქას და მიღებულ წონას აკლებენ ქიქის წონას, იგებენ მასში მოთავსებული ნიმუშის წონას x_0 გრამობით, რომელიც უნდა ჰქონდეს ქანს ქიქაში მოცემული W_1 ტენიანობისას %-ობით. W_0 და x_0 -ის საშუალებით ითვლიან ფორმულიდან

$$g_1 = \frac{x_0(1+0,01 W_1)}{1+0,01 W_0}$$

თუ ქანის ტენიანობა W_0 ქიქაში ნაკლები იქნება ანდა მეტი მოცემულ W_1 , ზე. ქანს უმატებენ წყალს ანდა ამრობენ ჰაერზე მანამდე, სანამ მისი წონა არ გახდება x_0 , წონის ტოლი. წყლის წონას, რომელიც უნდა დავეუმატოთ ანდა დავაკლოთ, ითვლიან სხვაობით x_0 -სა და x_1 -ს შორის. წყლის ყოველი დამატებისას ქანს გულმოდგინედ ურევენ, გამოშრობასაც თან სდევს არევა.

3. გამზადებული ქანის მასისაგან მოცემული W_1 ტენიანობის პი-

რობებში მუშა რგოლით კრიან ნიშუშს ისე, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი. მოცემული ტენიანობის და სიმკვრივის ნიშუშის წონა γ მუშა რგოლის მოცულობაში V (სმ³) ტოლი უნდა იყოს

$$\gamma = \frac{V(1+0,01 W_1)}{1+e} \quad \gamma_{\text{კონ.}}$$

სადაც e_1 — ქანის ფორიანობის კოეფიციენტი მოცემულ სიმკვრივეზე, $\gamma_{\text{კონ.}}$ — ქანის კუთრი წონა, შესაბამისად, ქანის მოცულობითი წონა მოცემული სიმკვრივისას ტოლი უნდა იყოს

$$\gamma_1 = \frac{\gamma}{\rho} \cdot \rho / \text{სმ}^3.$$

4. აწყობენ ხელსაწყოს, ამზადებენ გამოსაცდელად ისევე როგორც ბუნებრივი აღნაგობის ქანის გამოცდისას.

§ 6

ჰვიზოვანი და თიხოვანი ქანების საერთო დეფორმაციის მოდული კომპრესიული გამოცდის მონაცემების მიხედვით

საერთო დეფორმაციის მოდულის განსაზღვრისათვის ატარებენ სპეციალურ საველე და ლაბორატორიულ კვლევებს. მაგრამ ძალიან ხშირად მას კომპრესიული გამოცდის მონაცემების მიხედვით, ითვლიან შემდეგი ფორმულის საშუალებით

$$E_0 = \beta \frac{1+e_1}{e}$$

სადაც E_0 არის საერთო დეფორმაციის მოდული, კგ/სმ²; e_1 — ფორიანობის კოეფიციენტი, რომელიც შეესაბამება e , დატვირთვას კომპრესიულ მრუდზე; e — კუმშვადობის კოეფიციენტი (სმ²/კგ), რომელიც ისაზღვრება კომპრესიულ მრუდზე e_1 -დან e_0 -მდე დატვირთვის ინტერვალში; β — მამრავლია, რომელსაც გადავყავართ კუმშვიდან გვერდითი გაფართოების გარეშე, კომპრესიული გამოცდისას, კუმშვაზე, რომელსაც ადგილი აქვს ბუნებრივ პირობებში. რიცხობრივად მას ღებულობენ ქვიშებისათვის — 0,26, ქვიშნარებისათვის — 0,72, თიხნარებისათვის 0,57, თიხებისათვის — 0,43.

β სიდიდე განისაზღვრება განივი გაფართოების კოეფიციენტით

μ ანდა გვერდითი წნევის კოეფიციენტით ξ ერთ-ერთი ფორმული-
დან:

$$\beta = 1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} \text{ ანდა } \beta = \frac{(1-\xi)(1+2\xi)}{1-\xi}$$

ზოგიერთი მკვლევარი (ი. აგიშევი, 1957) თვლის, რომ საერთო დეფორმაციის მოდულის განსაზღვრისათვის კომპრესიული გამოცდის მონაცემებით აუცილებელია შევიყვანოთ ცდომილების კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია ქანის ტიპისაგან და იცვლება 1-დან 2—4-მდე, წინააღმდეგ შემთხვევაში მისი მნიშვნელობები იქნება შემცირებული.

ლიოსური ქანების დაჯდომა კომპრესიული გამოცდის მონაცემების მიხედვით

ლიოსური (მაკროფორიანი) ქანები ეწოდება კონტინენტური თიხოვანი ქანების განსაკუთრებულ ლითოლოგიურ ტიპს. რომელიც წარმოიქმნება ფხვიერი ნალექების განსაზღვრულ პირობებში ცვლილებებისას, არასრულად გაჯერებულ კლიმატურ პირობებში, სტეპური მუდარეულობისა და ფაუნის გავრცელების პირობებში და ა. შ. (ლომთაძე, 1970). ლიოსების აუცილებელ დიაგნოსტიკურ ნიშანს წარმოადგენს მათი მაკროფორიანობა. მათ გააჩნიათ შეუიარაღებელი თვალით შესამჩნევი სიყარილეები (მაკროფორები), რომლებიც ბევრად აღემატება ქანის ნაწილაკთა წონას. მაკროფორებს აქვთ მილისებრი ფორმა, ისინი ქანში ვერტიკალურად არიან განლაგებულნი.

ლიოსები განსხვავდებიან ჩვეულებრივი თიხებისაგან. დანჯვლუბის შედეგად დატვირთვის გაზრდის გარეშე განიცდიან ჩაქცევის ხასიათის მნიშვნელოვან ჯდომას. ლიოსების ჩაჯდომის ძირითადი მიზეზი იმაში მდგომარეობს, რომ წყლის მოქმედების შედეგად იშლება სტრუქტურული ვაჭვირები. ხდება მაკროფორების ჩამორეცხვა და ბუნებრივი აღნაგობისა და შედგენილობის დაშლა. ამ ქანების ჩაჯდომის გამოვლენა კომპრესიული გამოცდის მონაცემებით მდგომარეობს მაკროფორების ფარდობითი კოეფიციენტების განსაზღვრაში.

თუ ავიღებთ ლიოსების ერთეულ მოცულობას, მის აღნაგობაში შეიძლება გამოიყოს ჩონჩხის მოცულობა m , ნორმალური ფორების მოცულობა n და მაკროფორების მოცულობა π . $\pi + n$ ჯამი შეადგენს საერთო ფორების π მოცულობას ქანის ერთეულ მოცულობაში. ასეთი ქანის ფორების ტოლობის ტოლობა:

$$\frac{\pi}{\pi + n} = \frac{\pi}{\pi + n + m}$$

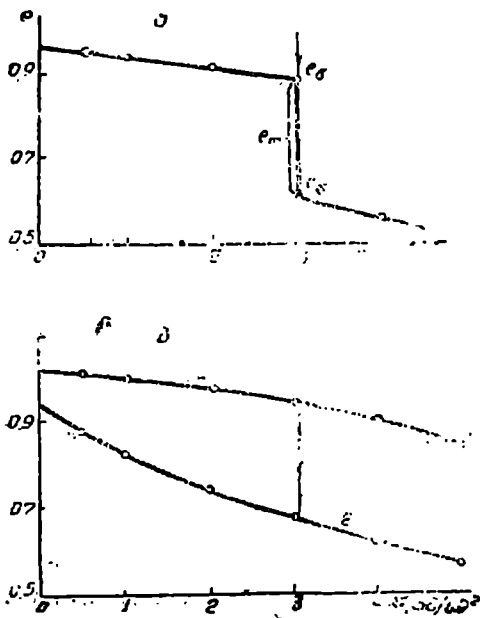
ფარდობა $\frac{n'}{m}$ წარმოადგენს ქანის ნორმალური ფორიანობის კოე-

ფიციენტს $\frac{n''}{m}$, ე. ი. m ფარდობას მაკროფორების მოცულობისა ქანის

ჩონჩხის მოცულობასთან ეწოდება მაკროფორების კოეფიციენტი და აღინიშნება e_m . მისი განსაზღვრისათვის აწარმოებენ ლიოსების გამოცდას კომპრესიაზე ერთი ანდა ორი მრუდის მეთოდით (ნახ. V—26); მაკროფორიანობის კოეფიციენტი ამ გამოცდის შედეგად გამოითვლება ფორმულით

$$e_m = e - e_s$$

სადაც e_s არის σ დატვირთვით შემკვრივებული ქანის ფორიანობის კოეფიციენტი, კგ/სმ² (იხ. ნახ. V—26); e — იმავე ნიმუშის ფორიანობის კოეფიციენტი ხელოვნური გატენიანებისას იმავე დატვირთვის დროს, კგ/სმ².



ნახ. V—26. ლიონური ქანების კომპრესიული მრუდები:

ა — ერთი მრუდის მეთოდით გამოცდისას; ბ — ორი მრუდის მეთოდით გამოცდისას; 1 — ნიმუშის ბუნებრივი ტენიანობის მრუდი; 2 — ხელოვნურად გატენიანებული ნიმუშის მრუდი.

თვლიან, რომ თუ ϵ მეტია ნულზე, მაშინ ქანს გააჩნია ჩაჯდომის თვისებები, თუ ϵ ნულის ტოლია ანდა მასზე ნაკლებია, ქანს გააჩნია მდგრადი აღნაგობა (ნიმუში არ ჯდება, ხოლო ზოგჯერ იჭირკვება), ქანების დეფორმაციულობის თვისებათა შეფასებისას მოსახერხებელია ვისარგებლოთ ფარდობითი დეფორმაციების მნიშვნელობებით, ე. ი. ფარდობითი კუმშვადობის კოეფიციენტით a_0 :

$$a_0 = \frac{\Delta h}{h}$$

ლიოსებისათვის აუცილებელია ქანის ფარდობითი დეფორმაციის სიდიდის ცოდნა მხოლოდ დასველების შედეგად, რომელსაც უწოდებენ ფარდობითი ჯდომის კოეფიციენტს a_m . ზემოთ მოყვანილი ფორმულის ანალოგიურად მას გამოითვლიან შემდეგნაირად

$$a_m = a_0' - a_0$$

სადაც a_0 არის ქანის ფარდობითი დეფორმაცია σ კგ/სმ² დატვირთვით შემკვრივების შედეგად; a_0' იმავე ქანის ფარდობითი დეფორმაცია ხელოვნური გატენიანების შედეგად იმავე σ კგ/სმ² დატვირთვის მოქმედებისას. ფარდობითი ჩაჯდომის კოეფიციენტი აგრეთვე ტოლია

$$a_m = \frac{\epsilon_m}{1 + \epsilon_\sigma}$$

მაკროფორიანობის და ფარდობითი ჩაჯდომის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის აუცილებელია იგივე მოწყობილობა, როგორც ქანების კომპრესიაზე გამოცდის დროს (იხ. § 6).

განსაზღვრის თანაშემდეგობა

1. კომპრესიულ და კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოთა დეტალურად გაცნობისა და მასზე მუშაობის მეთოდის განსაზღვრის შემდეგ ხელსაწყოთა ამზადებენ ცდისათვის.

2. გამოსაცდელად ვარგისია მხოლოდ ბუნებრივი აგებულებისა და ტენიანობის ლიოსები. მონოლითებიდან ქანის სინჯს ამოჭრიან ხელსაწყოთა მუშა რგოლით, როგორც მჭრელი რგოლით (იხ. თავი III, § 3). ქანის ნიმუშები უნდა ჩაიტვირთოს ხელსაწყოში ისევე ორიენტირებულად, როგორც ბუნებრივი წოლის პირობებში.

3. ლიოსების დაჯდომის მაჩვენებლის განსაზღვრისას ერთი მრუდის მეთოდით ქანის ნიმუშს კომპრესიულ ხელსაწყოში ამკვრივებენ დატვირთვის შემდეგი საფეხურებით: 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 კგ/სმ². და-

ტვირთვის ყოველ საფეხურზე ნიმუშს აყოვნებენ სტაბილიზაციამდე. ქანის შემკვრივებაზე დაკვირვებას აწარმოებენ ინდიკატორებით ისევე, როგორც ჩვეულებრივი კომპრესიული გამოცდისას, ე. ი. ყოველ 30 წმ, 1, 2, 5, 10, 20, 30 წუთში, შემდეგ კი ყოველ ერთ საათში სამუშაო დღის ბოლომდე, შემდგომ დღეებში დაკვირვებას აწარმოებენ ორჯერ — სამუშაო დღის დასაწყისსა და ბოლოში.

4. ქანის შემკვრივების სტაბილიზაციის შემდეგ 3 კგ/სმ² დატვირთვისაგან, ხელსაწყოში ასხამენ წყალს, მაშასადამე, ნიმუშს ასეელებენ მოცემულ 3 კგ/სმ² დატვირთვისას. ამის შემდეგ ქანის შემკვრივებაზე დაკვირვებას აწარმოებენ დეფორმაციის სტაბილიზაციამდე, იმავე თანამიმდევრობით, როგორც დატვირთვის თითოეულ საფეხურზე. შემდეგ აგრძელებენ ქანის შემკვრივებას 4 და 6 კგ/სმ² დატვირთვით. ამით გამოცდას ამთავრებენ. მიღებული შედეგებით აგებენ კომპრესიულ მრუდს, რომელიც ნაჩვენებია V—26, ა ნახაზზე და საზღვრავენ r_{∞} და a_{∞} მნიშვნელობებს.

5. ნაგებობათა საძირკვლის დაპროექტებისას ხშირად არასაკმარისია მონაცემები ლიოსების დაჯდომაზე. ამ მიზნისათვის უნდა ვიცოდეთ აგრეთვე r_{∞} და a_{∞} -ის ცვლილების დამოკიდებულება წნევისაგან. ასეთ დამოკიდებულებას იღებენ ორი მრუდის მეთოდით. ამ დროს ცდიან არა ერთ ნიმუშს, არამედ ორს, გამოჭრილს ერთი და იგივე მონოლითიდან. ერთს ცდიან ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში, ხოლო მეორეს კი 0,5 კგ/სმ² დატვირთვაზე. დასველებისას პირველ ნიმუშს ცდიან კომპრესიაზე ჩვეულებრივი ხერხით, რომელსაც იყენებენ თიხოვანი ქანებისათვის, იცავენ რა პირობას, რომ ქანი არ გამოშრეს ანღა არ გატენიანდოს, მეორე ნიმუშს ცდიან კომპრესიაზე ხელოვნური დასველებისას, დაწყებული 0,5 კგ/სმ² დატვირთვიდან. ორივე ნიმუშის შემკვრივებას აწარმოებენ დატვირთვის იმავე საფეხურებით და მათ დეფორმაციაზე დაკვირვებით ისევე, როგორც ერთი მრუდის მეთოდით.

6. ორივე ნიმუშის გამოცდის შედეგებს გამოსახავენ კომპრესიული მრუდების სახით (ნახ. V—26, ბ) და ამით საზღვრავენ r_{∞} და a_{∞} -ის მნიშვნელობებს დატვირთვის თითოეული საფეხურისათვის. r_{∞} და a_{∞} მნიშვნელობებს შორის განსხვავება გვაძლევს მაკროფორების კოეფიციენტის ცვლილებას დატვირთვისაგან. $a_{\infty} = f(\sigma)$ ცვლილების მრუდს აჩვენებენ კომპრესიულ მრუდებთან ერთად. იგი საშუალებას გვაძლევს გამოვალინოთ, თუ რა სიდიდის შემამკვრივებელ დატვირთვაზე ხდება მაქსიმალური ჩაჯდომა.

თიხოვანი ქანების გაჯირჯევისა და გატენიანების ძალა

თიხოვანი ქანების უნარს, გაიზარდოს მოცულობაში მათი გატენიანების დროს, ეწოდება გაჯირჯება (იხ. თავი IV, § 1 და 4). თიხოვანი ქანების გაჯირჯების ერთ-ერთ მაჩვენებელს წარმოადგენს წნევა ანუ გაჯირჯების ძალა. უქანასკნელი განისაზღვრება ძაბვით, კგ/სმ², რომელიც ვითარდება ქანში მისი გატენიანებისას. გაჯირჯების ძალის სიდიდე დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე. ლაბორატორიულ პირობებში ზოგიერთის გათვალისწინება არ ხერხდება, ამიტომ ასეთი ცდების დროს წნევის სიდიდე შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ფარდობითი მახასიათებელი. მისი განსაზღვრისათვის აუცილებელია გვექონდეს იგივე მოწყობილობა, რაც კომპრესიული გამოცდისათვის (იხ. § 5).

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. გაჯირჯებაზე ქანი შეიძლება გამოიცადოს როგორც ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის, ასევე დაშლილი აღნაგობისას კვლევის მიზნისაგან დამოკიდებულებით. ლაბორატორიულ პირობებში გაჯირჯების ძალა მეტწილად განისაზღვრება კომპრესიულ ხელსაწყოებში.

2. ქანის ნიმუშის გამოქრა ხდება ხელსაწყოს მუშა რგოლით, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი. ხელსაწყოს აწყობენ და ათავსებენ წნეხის ქვეშ, რომლის ბერკეტი მოჰყავთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში გამაწონასწორებლით. ამავე დროს ინდიკატორებს უძრავად ამოგრებენ ხელსაწყოზე და მათ ისრებს აყენებენ ნულზე.

3. ხელსაწყოში ასხამენ წყალს და თვალყურს ადევნებენ ინდიკატორის ჩვენებას.

იმის შემდეგ, რაც იქნება აღნუსხული გაჯირჯება, ქანს ტვირთავენ მცირე სიდიდის საფეხურებით და ამით ეწინააღმდეგებიან გაჯირჯებას. დატვირთვას აწარმოებენ საფანტით ანდა წვრილსაწონებით. მაქსიმალური დატვირთვა კილოგრამობით კვადრატულ სანტიმეტრზე, რომელიც აჩერებს გაჯირჯებას, ახასიათებს გაჯირჯების წნევის ძალას.

4. ქანის გაჯირჯების წნევა შეიძლება აგრეთვე განისაზღვროს ამა თუ იმ დატვირთვით ქანის წინასწარი შემკვრივების შემდეგ.

**კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი და თიხოვანი ქანების
სიმტკიცე კუმშვაზე დროებითი წინაღობის
განსაზღვრის მეთოდი**

კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცე განისაზღვრება არა მარტო მათი პეტროგრაფიული თავისებურებით, მოქმედი დატვირთვის სიდიდითა და ხასიათით, არამედ მისი მოდები- პირობებითაც. ამის შესაბამისად კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის არჩევენ სიმტკიცეს კუმშვაზე, გაჭიმვაზე და ხლეჩაზე, ხოლო რბილი თიხებისათვის — კუმშვაზე, გაჭიმვასა და ძვრაზე (ჭრაზე).

სიმტკიცე ანდა, უფრო ზუსტად, ქანების სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე განისაზღვრება მათი დროებითი წინაღობით ერთლერძა კუმშვის დროს. მისი განსაზღვრისათვის საჭიროა იგივე მოწყობილობა, რაც ქანების დრეკადობის თვისებების განსაზღვრისათვის. ამ მოწყობილობის აღწერა მოცემულია ზემოთ, მე-2 პარაგრაფში.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ერთლერძა კუმშვაზე ქანების სიმტკიცის განსაზღვრისათვის საერთაშორისო სტანდარტის შესაბამისად უნდა დამზადდეს ცილინდრული ფორმის ნიმუშები, რომელთა სიმაღლე დიამეტრთან შეფარდებით ტოლია ერთისა. ნორმად მიჩნეულია 42 მმ დიამეტრისა და სიმაღლის ცილინდრი. გადახრა ამ ზომებიდან დასაშვებია 40-დან 45 მმ-ის ფარგლებში, ხოლო გადახრა სიმაღლის შეფარდებისა დიამეტრთან — 5%-მდე. შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე კუბური ფორმის $5 \times 5 \times 5$ სმ კვების ნიმუშები. ნიმუშის მოპირდაპირე წახნაგები უნდა იყოს ზუსტად ერთმანეთის პარალელური და ლეკალურ სახაზავზე მიხეხილი. ნიმუშების დამზადების დროს აუცილებლად უნდა მიექცეს ყურადღება მუშა ზედაპირების ზუსტად მიხეხვას და მათ პარალელურობას, რადგანაც იგი გავლენას ახდენს დატვირთვის თანაბარ განაწილებაზე. ნიმუშის კვეთს და სიმაღლეს ზომავენ შტანგენფარგლით 0,1 მმ-ის სიზუსტით.

2. ნიმუშების თითოეული სერიისათვის, რომლებზეც იკვლევენ ქანის სიმტკიცის თვისებებს, ადგენენ მათი პეტროგრაფიული თავისებურებებისა და ფიზიკური მდგომარეობის სრულ მახასიათებელს, ე. ი. სიმკვრივეს, ფორიანობას, ტენიანობას და სხვ. (იხ თავი I, ნახ. I—1). ნიმუშები, რომლებსაც აქვთ მთელი ქანისათვის არადამახასიათებელი

დეფექტები (შუაშრეები, ძარღვები, სიცარიელები, ნაპარალები და სხვ.), დაწუნებული უნდა იქნენ.

3. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების სიმტკიცის განსაზღვრას აწარმოებენ ორ მდგომარეობაში: მშრალ და სველ მდგომარეობაში.

ქანები, რომლებიც უნდა გამოიყენონ მშრალ მდგომარეობაში პაერზე გამოშრობილ უნდა იქნეს მუდმივ წონამდე, ხოლო ნიმუშები, რომლებიც უნდა გამოიყენონ სველ პირობებში, უნდა გაჭერდეს წყლით. ამისათვის ნიმუშებს ათავსებენ დისტილირებულ წყლიან ნიჟაში ისე, რომ წყალმა დაფაროს ნიმუშის სიმაღლის $1/3$. 6 საათის შემდეგ ასხამენ წყალს ნიმუშის ზედაპირის დონემდე (ზედაპირის დაუფარავად) და სტოვებენ ასეთ მდგომარეობაში წყლით სრულ გაჭერებამდე 2—3 დღე-ღამის განმავლობაში. შემდეგ იღებენ წყლიდან, ამრობენ ხელსახოცით და აწარმოებენ ერთდერძა კუმშვაზე გამოცდას. ბუნებრივი ტენიანობის ნიმუშებს ცდიან მათი დამზადებისთანავე.

4. ნიმუშს ათავსებენ წნეხის ქვეშ ორ ლითონის გახეხილ ფირფიტასაფენს შორის (3—4 სმ სისქის). წნეხის დამტვირთავი ფილა ანდა შტამპი მიჰყავთ ზედა საფენთან და ნიმუშს გულმოდგინედ აცენტრებენ წნეხზე. იმისათვის, რომ დატვირთვა მოვდოთ ზუსტად ნიმუშის ღერძზე, წნეხის შტამპსა და ზედა საფენს შორის ათავსებენ ბურთულოვან მაცენტრებელ მოწყობილობას. დეფორმაციის გასაზომად სათანადო მდგომარეობაში აყენებენ ტენზომეტრებს (იხ. ზევით, § 2).

5. ქანის დროებითი წინაღობა ერთდერძა კუმშვის დროს ეწოდება ძაბვის სიდიდეს კილოგრამობით კვადრატულ სანტიმეტრზე, რომელიც იწვევს ქანის დაშლას. მისი განსაზღვრისათვის წნეხის ქვეშ დადგმული ნიმუში თანდათანობით იტვირთება მის დაშლამდე და ფიქსირდება მაქსიმალური დატვირთვა, რომლის დროსაც მოხდა ნიმუშის დაშლა. დატვირთვის სიჩქარე უნდა იმყოფებოდეს 5—10 კგ/სმ² წმ-ის ფარგლებში. რბილი თიხებისა და ზოგიერთი ნახევრად კლდოვანი ქანებისათვის, რომლებსაც ახასიათებს პლასტიკური ანდა მყიფე-პლასტიკური დაშლის ხასიათი, სიმტკიცის ზღვრად კუმშვაზე შეიძლება მიღებულ იქნეს ძაბვა, რომლის დროსაც ნარჩენი დეფორმაციები შეადგენენ ნიმუშის პირველადი სიმაღლის 10—15%-ს.

6. ქანის დროებით წინაღობას ერთდერძა კუმშვისას ანდა სიმტკიცის კუმშვაზე მიღებული მონაცემებით ანგარიშობენ ფორმულით

$$R_{\text{კუმ}} = \frac{P_{\text{შ}}}{F_0} \quad \text{კგ/სმ}^2.$$

სადაც $P_{\text{შ}}$ არის საერთო მაქსიმალური დატვირთვა ნიმუშზე მისი დაშლის მომენტში, კგ; F_0 — ნიმუშის განივი კვეთის საწყისი ფართო-

ში, სმ². თითოეული ნიმუშისათვის აწარმოებენ არანაკლებ სამჭერად სიმტკიცის პარალელურ განსაზღვრას, ხოლო შემდეგ ითვლიან საშუალო მნიშვნელობას. ნიმუშებს, რომელთაც ახასიათებთ შრეობრიობა, ფიქლებრიობა, ზოლოვნება და ა. შ., ე. ი. აშკარად ანიზოტროპულებია, ცდიან სათანადოდ ორიენტირებულად შრეების გასწვრივ და მათ მართობულად. ამ ორი ჯგუფიდან თითოეულს ცდიან ცალ-ცალკე. იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიმუშის სიმაღლესა და დიამეტრს შორის ფარდობა განსხვავდება 1-საგან, აუცილებელია გადათვლა ეაწარმოოთ ფორმულით

$$R_{კვანძი} = \frac{9 R'_{კვანძი}}{7 + 2 \frac{d}{h}}$$

სადაც $R_{კვანძი}$ — სიმტკიცეა კუმშვაზე, რომელიც შეესაბამება საერთაშორისო ნორმის ნიმუშს $1/1$ | ფარდობით $R'_{კვანძი}$ — სიმტკიცე კუმშვაზე განსაზღვრული ნიმუშზე $1/1$ სხვა ფარდობით.

7. ციფრობრივ მონაცემებს იწერენ ჟურნალში (ცხრ. V—6), ხოლო საბოლოო შედეგები შეაქვთ ჯამურ ცხრილში და პერფორატში (იხ. დანართი 3 და 4).

ცხრილი V—6

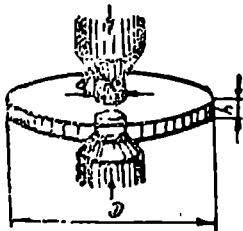
შ უ რ ნ ა ლ ი

ქანების სიმკვრივის განსაზღვრისათვის კუმშვაზე და გაჭიმვაზე დროებითი წინაღობის მიხედვით

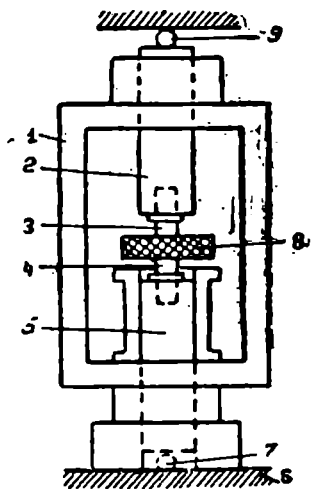
| ლაბორატორიული ნიმუში | ცდი ნიმუში | ნიმუშის ტიპიანობის მდგომარეობა | ორიფტკო, შრეობრიობა, ან ფიქლებრიობის მიმართ | ნიმუშის ზომა | | | სიმკვრივი კვანძი | | შენიშვნა |
|----------------------|------------|--------------------------------|---|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| | | | | სიმაღლე, სმ | დიამეტრი, სმ | მ წყვეთის ფართობი, სმ ² | მკვანძი დატვირთვა, კგ | საშუალო ნიმუშის | |
| | | | | | | | | | |

თანაღერძული პუანსონების მეთოდი

კლდოვანი და ნახევრად-კლდოვანი ქანების კუმშვაზე სიმტკიცის მასობრივად გასაზომად თანაღერძული პუანსონების მეთოდი შემოღებულ იქნა გ. კუზნეცოვის და ბ. მატვეევის მიერ (1960). ამ მეთოდით ქანების გამოცდა ხდება გარკვეული ფორმის ნიმუშების (მრგვალი ფორმის ბრტყელი ფირფიტები — დისკოები) შეკუმშვით ორ თანაღერძულად განლაგებულ პუანსონების ბრტყელ ტორსულ ზედაპირებს შორის, რომელთა დიამეტრები გაცილებით ნაკლებია ნიმუშის დიამეტრზე (იხ. V—27). სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე განისაზღვრება მრღვევი დატვირთვის ნიმუშისა და პუანსონების დიამეტრების სიდიდის მიხედვით. ამ მეთოდით მიღებული მონაცემები საკონსტრუქციო მეთოდის მონაცემებთან, იგი მისაღებია ძირითადად ერთგვაროვანი და არა მსხვილმარცვლოვანი ქანებისათვის. V—28 ნახაზზე ნაჩვენებია მოწყობილობის (აქსიატორის) სქემა თანაღერძული პუანსონებით ქანების კუმშვაზე გამოსაცდელად. მასიური ფოლადის ჩარჩოში თანაღერძულად ამოჩარხულია ცილინდრული მიმმართველი ხვრელები გახეხილი ზედაპირებით. ხვრელებში მოთავსებულია კოკები 2 და 5, რომლებსაც ბოლოებზე აქვთ ამონაჩარხები. ამონაჩარხებში იდგმება მაღალხარისხიანი ფოლადისაგან დამზადებული მოსახსნელი პუანსონები 3 და 4. პუანსონების ბრტყელი საკონტაქტო ზედაპირები კარგადაა გახეხილი. სუსტი ქანების გამოსაცდელად იყენებენ პუანსონებს 1,0 სმ² განივკვეთის ფართობით, ხოლო მაგარი ქანებისათვის—0,5 სმ². ქანის ნიმუშს 8 ათავსებენ პუანსონებს შორის. კოკზე წნევა წნეხისაგან გადაეცემა საცენტრირებელი ბურთულებით 7 და 9. წნეხში ნიმუშის დასაცენტრავად და მის დასაყენებლად გამოიყენება მრგვალი დაფა 6.



ნახ. V—27. ქანის ნიმუშის ჩატვირთვა მისი კუმშვაზე გამოცდისას თანაღერძული პუანსონების მეთოდით.



ნახ V—28. თანაღერძული პუანსონების მეთოდით კუმშვაზე ქანების გამოცდის საპარკვის სქემა.

1. გამოსაცდელად ნიმუშებს მრგვალი ფორმის ბრტყელი ფირფიტების სახით ამზადებენ 30—100 მმ დიამეტრისას, 11—12 მმ სისქის პარალელური ტორსებით. ასეთ ნიმუშებს ღებულობენ ალმასის ხერხით კერნის დახერხვით.

2. იმის მიხედვით, მშრალ თუ სველ მდგომარეობაში უნდა გამოცადოს ქანი, ამზადებენ ნიმუშებს (იხ. გვ. . .).

3. ნიმუშს გამოსაცდელად ათავსებენ აქსიომეტრ-პუანსონებს შორის ისე, რომ პუანსონები მოთავსდეს ზუსტად ნიმუშის ცენტრში აქსიატორს ათავსებენ წნეხის ქვეშ და თანდათანობით, ნელ-ნელა ზრდიან დატვირთვის პუანსონებზე, ნიმუში მიჰყავთ დარღვევამდე.

4. სიმტკიცეს კუნძუაზე იძლევიან ფორმულით

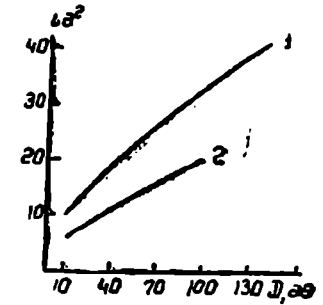
$$R_{კანა} = \frac{P}{F_{საგ}} \text{ კვ/სმ}^2,$$

სადაც P არის შრლევები დატვირთვა, კვ; $F_{საგ}$ —ნიმუშის გამოსათვლელი (დაყვანილი) კვეთის ფართობი. რომელიც დანოკიდებულია D/d ფარდობაზე, ე. ი. ნიმუშის დიამეტრისა და პუანსონის რადიუსის თანაობაზე. ვანი-საზღვრება ნომოგრამის მიხედვით (ნახ. V—29).

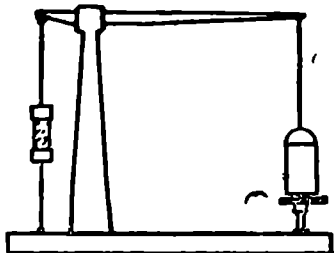
ქანის თითოეული სინჯისათვის აწარმოებენ სიმტკიცის არანაკლებ სამხუთ პარალელურ განსაზღვრას. რომელთა მისუდეითაც იძლევიან საშუალო მნიშვნელობას.

გაფიქვავა ღრუბრითი წინაღობის განსაჯვრის მეთოდით

ნაგებობის დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს ხშირად უშუალო ინტერესს იწვევს კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცის ცოდნა გაგლეჯაზე. ქანების სიმტკიცის ძირითად მეთოდს გაგლეჯაზე წარმოადგენს მათი გამოცდა გაქიმვის მიმართ დროებით წინაღობაზე. ასეთი გამოცდის შედეგებზე ქანის პეტროგრაფიული შედგენილობის გარდა დიდ გავლენას ახდენს ნიმუშის ფორმაც. ყველაზე უფრო რაციონალური ფორმაა ტრაპეციისებრი რვიანი



ნახ. V—29. ნიმუშის კვეთის D/d სანგარიშო ფართის განსაზღვრელი ნომოგრამა:
1 — პუანსონი 1,0 სმ; 2 — პუანსონი 0,5 სმ; D — ნიმუშის დიამეტრი.



ნახ. V—30. ქანის ნიმუშების გაგლეჯაზე გამოსაცდელი ბერკეტიანი დანადგარი.

ანდა წვეროებით შეერთებული ორი წაკეთილი კონუსი. ასეთი ნიმუშების დამზადება დაკავშირებულია დიდ სიძნელეებთან. ამიტომ კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების გაპოცდისას იმის გათვალისწინებით, რომ ლაბორატორიულ მონაცემებს არა აქვს განმსაზღვრელი მნიშვნელობა (ლომთაძე, 1970), მეტწილად გამოიყენება ცილინდრული (კერნი) ანდა პრიზმული ფორმის ნიმუშები და მხოლოდ ზოგჯერ.

რბილი თიხოვანი ქანებისათვის ამზადებენ ფასონურ ნიმუშებს. თუმცა ასეთი ქანებისათვისაც საიესობით დასაშვებია ცილინდრული ანდა პრიზმული ფორმის ნიმუშების გამოყენება:

ასეთი გამოცდის ჩატარებისას საჭიროა შემდეგი მოწყობილობა:

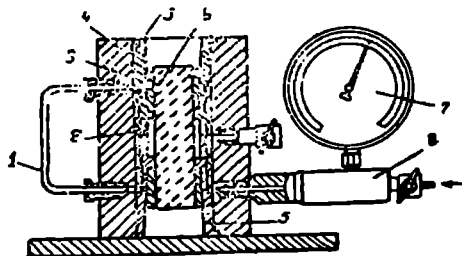
1. უნივერსალური ანდა გამგლეჯი გამომცდელი მანქანა მექანიკური ან ჰიდრაულიკური ამძრავით (იხ. § 2), ანდა სპეციალური ხელსაწყო ქანების გამოსაცდელად გაგლეჯაზე.

2. მოწყობილობა (ხელსაწყო) ტენიანობის და სიმკვრივის განსაზღვრისათვის.

3. ეურნალი დაკვირვებათა მონაცემების ჩასაწერად.

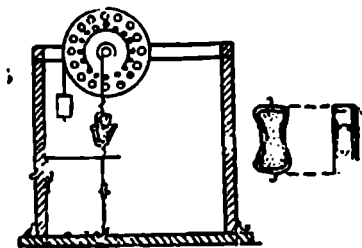
V—30 ნახაზზე ნაჩვენებია ბერკეტიანი დანადგარი ქანის ნიმუშის უშუალოდ გამოსაცდელად გაგლეჯაზე, ხოლო V—31 ნახაზზე — სპეციალური ВНИМИ-ის კონსტრუქციის ხელსაწყო. ეს ხელსაწყო შედგება ცილინდრისაგან 4,

რომლის შიგნითაც მოთავსებულია ნიმუში 6, მისი ბოლოები ჩამაგრებულია თავებში 5. ნიმუშის ბოლოების ჩამაგრება თავებში განხორციელებულია ვუდის შენადნობის 3 ჩასხმით. ნიმუშის გაგლეჯა ხდება თავების მხარეულეებზე ზეთის წნევით.



V—31. ВНИМИ-ის ხელსაწყო სქემა ქანების სიმკვრივის განსაზღვრისათვის ვაკუმის დროს.

ზეთის მიწოდება ღრეჩოში ცილინდრის კედლებსა და თავებს შორის ხდება მილყელის 8 საშუალებით. ზეთის გადაყვანა ზედა თავის მხრეულას ქვეშ ხორციელდება მილით 1. ნიმუშის გვერდითი ზედაპირის დაცვა წნევისაგან ხორციელდება მილისით 2, რომელიც ზუსტად აღვია ცილინდრის კედელსა და თავებს. ტუმბოთი ხელსაწყოში ჩატუმბული ზეთის წნევა იზომება მანომეტრით 7. ერთ-ერთ მარტივ ხელ-



ნახ. V—32. ნ. ციტოვიჩის ხელსაწყო თიხოვანი ქანების სიმტკიცის განსაზღვრისათვის გაკეპის დროს.

საწყოს, გაგლეჯაზე თიხოვანი ქანების წინაღობის განსაზღვრისათვის, წარმოადგენს ნ. ციტოვიჩის ხელსაწყო (ნახ. V—32). ამ ხელსაწყოში ქანის გამოცდა გაგლეჯაზე წარმოებს ნიმუშებზე, რომლებსაც აქვთ ტრაპეციისებრი რვიანის ფორმა. ნიმუშს ამოჭრიან სპეციალური ფორმის გამოყენებით, რომელსაც აქვს გასაშლელი გვერდითი კედლები. ნიმუშს უნდა ჰქონდეს 76 მმ სიგრძე, 20 მმ სიგანე და 25 მმ სიმაღლე. რვიანის გასაგლეჯი ნაწილის სიგრძე 25—30 მმ-ია. ასეთი ზომის ნიმუშებისათვის გაგლეჯის სიბრტყის ფართობი ტოლია მიახლოებით 5 სმ². ნიმუშის გაგლეჯა ხდება სპეციალური ამძრავით, რომელსაც აქვს ორსაფეხურიანი შკივი. შკივების დიამეტრების თანაფარლობაა 1:10. ტვირთად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს წყალი ან საფანტი.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. მონოლითიდან ამოჭრიან, ამოხერხავენ ან ამობურღავენ ცილინდრული ანდა პრიზმული ფორმის 30-დან 50—70 მმ-მდე დიამეტრის ან 30×30 — 50×50 -დან 70×70 მმ-მდე განივკვეთის ნიმუშებს. ნორმად შეიძლება რეკომენდებული იქნეს 43—45 მმ-ის დიამეტრი. ნიმუშის სიგრძე უნდა იყოს ერთნახევარი ორი დიამეტრის ტოლი. თუ ლაბორატორიაში მოვიდა კერნი, გამოცდისას შეიძლება უშუალოდ გამოვიყენოთ მისი ნატეხები. რბილი თიხოვანი ქანებისაგან ზოგჯერ სახარატო დაზგაზე გამოჭრიან ფასონური ფორმის ნიმუშებს (ტრაპეციულს და სხვ.). ნიმუშის კვეთი მოსალოდნელ გასაგლეჯ ნაწილში იზომება შტანგენფარგლით.

2. გამოცდა გაგლეჯაზე ძლიერ მგრძობიარეა ნიმუშის სხვადასხვა

დეფექტების მიმართ (ნაპრალები, შრეებრიობა, ფიქლებრიობა, ზოლოვნება და ა. შ.). ამიტომ ნიმუშები ტიპური უნდა იყოს მთელი ქანი-სათვის. თითოეული სინჯისაგან ამზადებენ ხუთ ან არანაკლებ სამ ნიმუშს, რომელთა გამოცდის მონაცემების შედეგად ითვლიან სიმტკიცის ზღვრის საშუალო მნიშვნელობას.

3. თითოეული ნიმუშისათვის აღგენენ მათი პეტროგრაფიული თავისებურებებისა და ფიზიკური მდგომარეობის სრულ მახასიათებელს (სიმკვრივე, ფორიანობა, ტეიანობა და სხვ.).

4. გამოსაცდელი ნიმუშები შეიძლება იყოს მშრალი, სველი და ბუნებრივი ტენიანობის მქონე, ამიტომ ნიმუშებს სათანადოდ ამზადებენ.

5. გაკვივისას ძალა გადაეცემა ნიმუშს სპეციალური თავებით, რომლებიც მოხაზულობით ემთხვევა ნიმუშის კონტურს. ეს არის საშაღი რგოლები, რომლებშიც ნიმუშის ბოლოები მოიჭრება რეზინის ანდა ტყვიის საფენების საშუალებით, ანდა ცილინდრული გარსაკრები, რომლებშიც ბოლოები მაგრდება ვუდის შენადნობით, პოლიმერული წებოთი ანდა ჩასახრახნი ქანჭიკებით. ნიმუშს ბოლოებზე დამაგრებულ თავებით ათავსებენ გამოსაცდელ მანქანაში ზედა და ქვედა მოსაპყრებს შორის (იხ. § 2), კიდებენ ბერკეტიან დანადგარზე, ანდა დგამენ ხელსაწყოში და ტვირთავენ. გამკვიმი დატვირთვა იზრდება განუწყვეტლივ, ნელ-ნელა მანამდე, სანამ არ მოხდება ნიმუშის გაგლეჯა. თიხოვან ქანებში გაგლეჯის ზედაპირიდან იღებენ სინჯს მისი ტენიანობის განსაზღვრისათვის. ნიმუშის დატვირთვისათვის განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მის დაცენტრებას. გამკვიმი ძალა უნდა მოედოს ზუსტად ნიმუშის ღერძს. წინააღმდეგ შემთხვევაში უმნიშვნელო გადახრებიც ძლიერ მოქმედებს გაგლეჯაზე ქანების სიმტკიცის განსაზღვრაზე.

6. თუ განვსაზღვრავთ მაქსიმალურ დატვირთვის P_{max} ; რომლის დროსაც მოხდება ნიმუშის გაწყვეტა და თუ ვიცით ნიმუშის საწყისი განიქვეთი F_0 , გამოვთვლით ქანის დროებით წინააღმდეგ გაჭიმვაზე, ე. ი. სიმტკიცეს გაგლეჯაზე

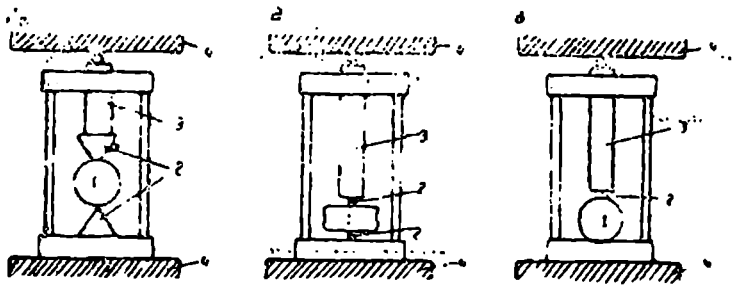
$$R_{გაგ} = \frac{P_{max}}{F_0} \text{ კგ/სმ}^2.$$

7. ციფრობრივი მონაცემები შეაქვთ ფურცელში (იხ. ცხრილი 1-6), ხოლო მსაბრლოვო შედეგებზე ჩამოურ ცხრილში და პეტროგრაფიაში (იხ. დანართი 3 და 4).

გაგლეჯაზე ქანების სიმტკიცის განსაზღვრის ერთ-ერთ გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს ვახლეჩის მეთოდი. ეს ერთ-ერთი არაპირდაპირი მეთოდია, მაგრამ იგი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ შედეგები, რომლებიც მსგავსია უშუალო გაჭიმვის შედეგებისა. იგი ძირითადად გამოიყენება ქანებისათვის, რომელთაც აქვთ მყიფე დაშლის უნარი, ე. ი. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ზოგიერთი სახესხვაობისათვის. ეს მეთოდი დამუშავებულია ა. სკაჩინსკის სახელობის სამთო საქმის ინსტიტუტში და ВНИИ-ში.

ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ცილინდრული ან ფირფიტისებრი ფორმის ნიმუში იცლება კუმშვაზე წრფივად შეყურსული დატვირთვით ორივე მხრიდან (სოლებს, ღეროებს შორის და ა. შ.). ასეთი დატვირთვა იწვევს ნიმუშის ორ ნაწილად გახლეჩას. რომლის ზედაპირი გადის წრფივად შეყურსულ დატვირთვასთან კონტაქტის გასწვრივ.

ასეთი განსაზღვრების ჩასატარებლად საჭიროა იგივე ხელსაწყოები, რაც ქანების სიმტკიცის განსაზღვრის დროს კუმშვაზე (იხ. § 9), და სპეციალური ხელსაწყო ვახლეჩისათვის ნიმუშის დასამაგრებლად. V-33 ნაწაზე ნაჩვენებია ასეთი ხელსაწყოების კონსტრუქციული სქემები.



ნახ. V-33. ხელსაწყოთა კონსტრუქციების სქემები ქანების სიმტკიცის

განსაზღვრისათვის გაგლეჯაზე ხლეჩის მეთოდით:

ა — სოლებს მეშვეობით; ბ, გ — ღეროების მეშვეობით.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. გახლეჩაზე ქანების გამოსაცდელად გამოდგება ცილინდრული ნიმუშები (კერწის, წყებები) და კუმები 1 ისეთივე ზომისა, როგორც ქანების სიმტკიცის განსაზღვრისას, ერთლერა კუმშვაზე დასამაგრებია ფირფიტისებრი ნიმუშების გამოყენებაც, ე. ი. დამუშავებულებისა

მხოლოდ ორი მხრიდან, 40—45 მმ სისქით. ქანებს, რომელთაც აქვთ ანიზოტროპიის ნიშნები (შრეებრიობა, ფიქლებრიობა და სხვ.), ცდიან ორი მიმართულებით შრეების გასწვრივ და მათ მართობულად. რეკომენდებულია ნიმუშის ორ საწინააღმდეგო მხარეს გაუკეთდეს გასწვრივი 3—5 მმ სისქის ნაზოლები, რომლებსაც მოვლებთ დატვირთვის სოლების ანდა ლითონის ლეროების საშუალებით (2).

2. ნიმუშების გამოცდა შეიძლება მოხდეს მშრალ და სველ მდგომარეობაში, რისთვისაც ისინი სათანადოდ უნდა მომზადდეს.

3. გამოსაცდელად მომზადებულ ნიმუშებს დგამენ ხელსაწყოში, რომელსაც ათავსებენ წნეხის ქვეშ (4). ნიმუში მიმართველი ღეროს თანაღრძი ქვეშ უნდა მოთავსდეს ისე, რომ ძალა მოედოს ნაზოლის გასწვრივ, ე. ი. რომ დაემთხვეს მსახველის მიმართულებას. მაშასადამე, ქანის კონტაქტის ხაზები წრფივად შეეყურსულ დატვირთვისთან უნდა იმყოფებოდნენ ღერძული სიბრტყის ურთიერთსაწინააღმდეგო მხარეებზე.

4. მკუმშავ დატვირთვის აყენებენ განუწყვეტლად და ნელ-ნელა ზრდიან მანამდე, სანამ არ მოხდება ნიმუშის გაგლეჯა. სიმტკიცეს გაკვიმვაზე $R_{1\pm 3}$ ითვლიან ფორმულით

$$R_{1\pm 3} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{P_{max}}{F_0} = 0,637 \frac{P_{max}}{F_0}, \text{ კგ/სმ}^2.$$

ისეთი მყიდვე ქანებისათვის, როგორცაა კლდოვანი და ბევრი ნახევრად კლდოვანი ქანები, რომლებსაც აქვთ განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი $= 0,1—0,25$, სიმტკიცის ზღვარი გაკვიმვაზე პრაქტიკული მიზნებისათვის საკმარისი სიზუსტით, შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$R_{1\pm 3} = \frac{P_{max}}{F_0} \text{ კგ/სმ}^2.$$

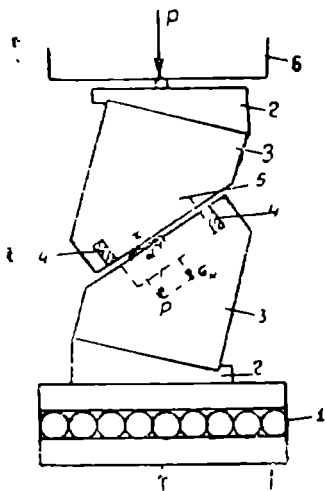
ჩამოხატვის მეთოდი

როდესაც მხები — ტანგენციალური — ძალები აღემატება შიგა წინააღმდეგობის ძალებს ძვრაზე, ქანები იწყებენ დაშლას, იკარგება მათი სიმტკიცე. კლდოვანი და მრავალი ნახევრად კლდოვანი ქანი იშლება მყიდვედ, ამიტომ მხები ძალების მოქმედებისას ხდება არა ძვრა — ჭრა ქანის ერთი ნაწილისა მეორეზე, როგორც რბილი და ფხვიერი ქანების შემთხვევაში, არამედ ჩამოხეთქა, ე. ი. ჩქარი დაშლა მთლიანობის დაკარგვით.

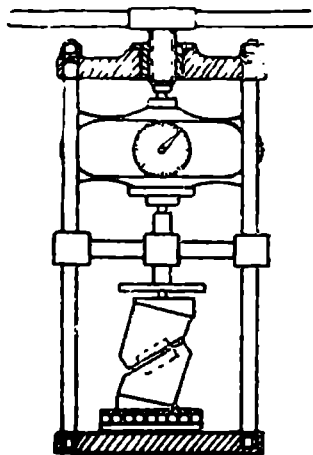
კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების სიმტკიცის შეფასებისას ჩამოხეთქაზე წინალობა ხშირად წარმოადგენს დიდ ინტერესს. ლაბორატორიულ პირობებში იყენებენ მთელ რიგ მეთოდებს ქანების

მოხეტის განსაზღვრისათვის. 1962 წ. საერთაშორისო ბიუროს თათბირმა ქნების მექანიკაში (ქ. ლაიპციგი) შეიტანა წინადადება ВПНМП-ში დაშვებულ მეთოდის 'ტანდარტის' შესახებ. ამჟამად ეს მეთოდი ყველ უფრო გავრცელდა.

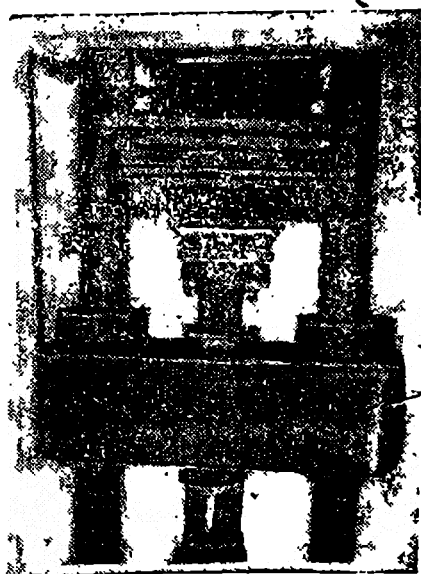
მათს ფუფუნად უნდა სპეციალური ლსაწყოს მოყენება იმ კერაზე. მისი მუშაობის სქემა ნახვ 5-7-34 ნახაზზე. ხოლო სარეგულირებელი 35 ნს ს 30. ცილინდრულ მუშაობის ნ მუში თავს ვალის მტკიცებში 3. რომელ ურთი ოთვად დევიდობა ცდელი წნეხით. მატრიც ში ნი მ გრდება ფირფიტებით 4. საბოლო დ ნიმუში იხეტება მოცემულ ს



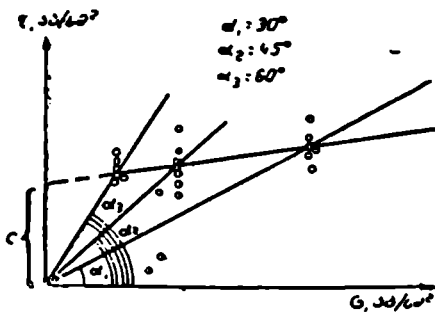
ნახ. V-34. არ პირდ პირ ძერაზე ხელ წყოს მუშაობის სქემა.



ნახ. V-35. არაპირდაპირ ძერაზე ხელსაწყოს საერთო ხელი:



ა — მტკიცე ქანებისათვის; ბ — უფრო რბილი ქანებისათვის.



ნახ. V—36. ქანების ზღვრული წინაღობის დიაგრამა ძეკასა და ხლეჩეზე.

ზე, რომელიც ემთხვევა მატრიცების ურთიერთგადაცურების სიბრტყეს და დახრილია α კუთხით. ზოღების 2 კომპლექტის საშუალებით შესაძლებელია ამ სიბრტყის დახრის ცვლილება.

მაგარი ქანებისათვის ხაქ-ძარისია ცდა ჩამოხეთქაზე ჩაეატაროთ 30, 45 და 60° კუთხით. საანგარიშო კვეთში P დატვირთვის თანაბარი განაწილებისათვის წნევა

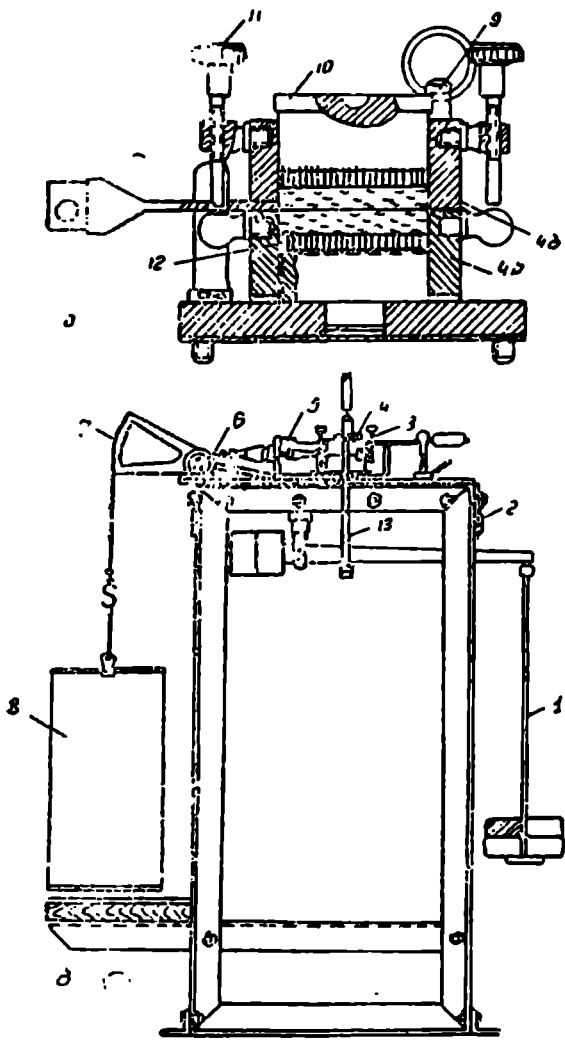
ზედა სოლს გადაეცემა ბურთულას მეშვეობით, ხოლო ქვედა სოლის ქვეშ მოთავსებულია გორგოლაქიანი საკისარი 1 საერთო ძალეა P განისაზღვრება დატვირთვის მაჩვენებლით წნეხზე ანდა დინამომეტრის საშუალებით, რომელსაც დგამენ ზედა სოლისა 2 და საყრდენ შტოკს ანდა ქურას 6 შორის. თუ ჩამოხეთქის სიბრტყის დახრა $\alpha=0$, დაძაბულობა წნეხსაგან $\sigma_1 = P/F$ კგ/სმ² (F—ჩამოხეთქის სიბრტყის ფართობი) ტოლი იქნება σ_H თუ ამ სიბრტყეს მოვიყვანთ დახრილ მდგომარეობაში, მაშინ ძაბვა σ_1 დაიშლება ნორმალურ $\sigma_H = \sigma_1 \cos \alpha$ და მხებ $\tau = \sigma_1 \sin \alpha$ ძაბვებად. მხები ძაბვა, რომელიც ახასიათებს ქანების წინაღობას (ჩამოხეთქაზე, ანუ უფრო ზუსტად, სიმტკიცეს) ჩამოხეთქაზე $R_{ჩა}$, აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს ჩამოხეთქის სიბრტყის ისეთი ორიენტაციებისას, როდესაც კუთხე α მის ნორმალსა და სრული ძაბვის σ_1 მიმართობის შორის აქოლია 45°.

მაშასადამე, ჩამოხეთქის სიბრტყის დახრა წნეხიდან გადმოცემული ძალვის მიმართულების მიმართ განსაზღვრავს ნორმალური და მხები ძაბვების თანაფარდობას ქანის დაშლის — ჩამოხეთქის დროს. ქანის სრული სიმტკიცის დასახასიათებლად ჩამოხეთქაზე, ჩვეულებრივ, საზღვრავენ ჩამოხეთქის წინაღობის დამოკიდებულებას ნორმალური დატვირთვისაგან და გამოსახავენ მას დიაგრამების სახით, რომლებიც ნაჩვენებია V—36 ნახაზე. დიაგრამის ასაგებად აწარმოებენ ქანის გამოცდას ჩამოხეთქის სიბრტყის სხვადასხვა დახრისას.

დიაგრამის სწორხაზოვან მონაკვეთს აქვს სახე

$$\tau = \sigma_H \operatorname{tg} \varphi + c.$$

ეს განტოლება გამოხატავს ქანების მექანიკური თვისების—სიმტკიცის ცვლილების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს კანონზომიერებას. c და φ



ნახ. V—37. ჰიდროპროექტის ხელსაწყო ქანების გამოსადეგლად
 ძერასა და კრაზე:
 ა — მუშა ყუთი; ბ — ხელსაწყო ხედით ხელი.

სიდიდეები წარმოადგენენ ქანების სიმტკიცის პარამეტრებს. r ახასიათებს სტრუქტურული კავშირების არსებობასა და სიმტკიცეს, ე. ი. შექვიდულობის ძალის მოქმედებას კგ/სმ², ხოლო φ — ძვრის — ჩამოხეთქის წინააღმდეგობის ზრდის ინტენსივობას ნორმალური დატვირთვის გაზრდასთან დაკავშირებით.

ჩამოხეთქაზე ქანების სიმტკიცის განსაზღვრისათვის უნდა გვექონდეს შემდეგი მოწყობილობა:

1. ქანების სიმტკიცის შესაბამისი სიმძლავრის წნეხი;
2. ქანების ირიბი ჰრის გამოსაცდელი ხელსაწყო;
3. ქანების პეტროგრაფიული თვისებების და ფიზიკური მდგომარეობის განმსაზღვრელი ხელსაწყო;
4. განსაზღვრული ფორმის ეურნალი.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. გამოსაცდელად ამზადებენ ნიმუშს ზომის, ფორმისა და ფიზიკური მდგომარეობის მიხედვით (პაერზე გამომშრალი და წყალნაჯერი) ისეთივეს, როგორც ერთდერძა კუმშვის დროს. ისინი ფორმითა და ზომით უნდა შეესაბამებოდნენ ხელსაწყოს მატრიცას. ქანები, რომელთაც აქვთ შესუსტების ზედაპირი ანდა ზონები, გამოიცდება ორი მიმართულებით — ასეთი ზედაპირების მიმართულებით და მათ მართობულად.

2. ნიმუშს ათავსებენ ხელსაწყოში, წნეხის ქვეშ. ნიმუში მკიდროდ უნდა ეხებოდეს მატრიცის შიგა ზედაპირს, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური ფირფიტები 4 (ნახ. V—34). ღრეჩო მატრიცებს შორის უნდა იყოს მუდმივი, 1—3 მმ სიგანის.

3. თანდათანობით იზრდება მკუმშავი დატვირთვა მანამდე, სანამ არ მოხდება ნიმუშის დაძვრა-ჩამოხეთქა. სრული დამშლელი ძაბვა ამ დროს ტოლი იქნება

$$\sigma_1 = \frac{P}{F} \text{ კგ/სმ}^2.$$

წინააღმდეგობა ძვრაზე — ჩამოხეთქაზე. ე. ი. ქანის სიმტკიცე ჩამოხეთქაზე ტოლია

$$R_{\text{ჩ.ა.}} = \tau = \sigma_1 \sin \alpha. \text{ კგ/სმ}^2.$$

გამოცდას იმეორებენ 3—5-ჯერ. ჩაბოქის სიმტკიცის თითოეულ დაზრაზე (სოლების შეცვლით ხელსაწყოში). ამ მონაცემებით ითვლიან $R_{\text{ჩ.ა.}}$ საშუალო მნიშვნელობას, აგებენ ქანის ზღვრული წინააღმდეგობის დიაგრამას და საზღვრავენ ქანის სიმტკიცის პარამეტრებს.

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცე პრის ხელსაწყოებში ქანების გამოცდის მეთოდი

წინალობა ძვრაზე ახასიათებს ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცეს, ე. ი. მათ უნარს—წინააღმდეგობა გაუწიონ დაშლას. უკანასკნელი ვლინდება ქანის მთლიანობის დარღვევაში გადაადგილების (ძვრის) შედეგად ქანის ერთ ან რამდენიმე სიბრტყის ზედაპირზე, ანდა დაცურების სიბრტყის გასწვრივ. ქანის დაშლა ხდება მაშინ, როდესაც მხები ძაბვები აღემატება შიგა წინალობის ძალებს.

ქვიშოვან და სხვა ფხვიერ მონატებ ქანებში შიგა ძალების წინალობა ძვრაზე (დაშლაზე) წარმოადგენს ხახუნის ძალებს, რომლებიც წარმოიქმნება ქანის ნაწილის ძვრით, მისი შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთგადაადგილებასთან ერთად. ვინაიდან ხახუნი მოქმედებს ქანის შიგნით, მას უწოდებენ შიგა ხახუნს. შეკავშირებულ (თიხოვან) ქანებში შიგა ძალებს, გარდა ხახუნისა, წარმოადგენენ აგრეთვე შეჭიდულობის ძალები, ე. ი. სტრუქტურული ბმების ძალები. შეჭიდულობა რაოდენობრივად გამოხატავს სტრუქტურული ბმების სიმტკიცეს, რომლებიც მოქმედებენ ქანის მოცულობაში ცოცვის ზედაპირებზე ანდა ცოცვის ზონის ფარგლებში.

ქანების მაქსიმალური წინალობა ძვრაზე ვლინდება ჰიდროსტატიკური წონასწორობის დროს, ე. ი. მაშინ, როდესაც მათი ტენიანობა და სიმკვრივე შეესაბამება მოქმედ შემამკვრივებელ დატვირთვას და მოხდება შემკვრივების სტაბილიზაცია. ამასთან დაკავშირებით ქანების წინალობა ძვრაზე (მათი სიმტკიცე) არსებითადაა დამოკიდებული გამოცდის რეჟიმზე და, უპირველეს ყოვლისა, ნიმუშების დამზადების ხერხსა და დრენირების პირობებზე. ამის შესაბამისად ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცის კვლევის თანამედროვე ლაბორატორიული მეთოდითა უნდა ითვალისწინებდეს ამ ფაქტორთა გავლენას და კონკრეტული პირობების შესაბამისად იყენებდეს გამოცდის ამა თუ იმ სქემას, რომელთა შორის უმთავრესად შეიძლება ჩავთვალოთ შემდეგი სქემები:

1. ქანების გამოცდა სწრაფი ძვრის სქემით ქანების წინასწარი შემკვრივების გამო. როდესაც შემკვრივების ძალა არ ატემალება ქანების სტრუქტურულ სიმტკიცეს, ბუნებრივ დაწოლას ანდა ნაგებობის წონას. ასეთ შემთხვევაში ნიმუშზე მოდებული მძვრელი (დამანგრეველი) ძალა იზრდება თანაბრად და უწყვეტად ქანის დაშლამდე. ამ სქემით მიღებული შედეგები უკვე ზუსტად, ვიდრე სხვა მეთოდები, ახასიათებენ ქანების სიმტკიცეს ბუნებრივ პირობებში, ანდა მათზე ნაგებობით გამოწვეული დატვირთვის მოქმედების საწყის მომენტში.

2. ქანების გამოცდა ნელი ძვრის სქემით წინასწარი სრული შეგკვრივების შემდეგ დამთავრებული კონსოლიდაციის პირობებში, შემამკვრივებელი დატვირთვისას, რომელიც თანაზომადია ნაგებობების წონისა. ასეთ შემთხვევაში დამანგრეველი დატვირთვა იზრდება საფეხურებრივად ქანის დაშლამდე. დატვირთვის თითოეული ახალი საფეხური გადაეცემა წინა დეფორმაციის დამთავრების შემდეგ. ასეთი გამოცდის მონაცემები ახასიათებს ქანების სიმტკიცეს პიდროსტატიკურ მდგომარეობაში. ამ სქემას ხშირად უწოდებენ „სტანდარტულს“. იგი რეკომენდებულია ГОСТ 12248—66-ით.

3. ქანის გამოცდა წყლის თავისუფალი უკუდენის პირობებში ცდის განმავლობაში, ანდა, როგორც ამბობენ. ღია სისტემის პირობებში. ასეთი სქემით უზრუნველყოფილია ქანის სრული კონსოლიდაცია დატვირთვის თითოეული საფეხურისაგან. ამის გამო ეს სქემა გამოიყენება მხოლოდ ნელი ძვრის დროს. გამოცდის მონაცემები აკმაყოფილებენ განტოლებას $\tau = c + f\sigma_v$.

4. ქანების გამოცდა წყლის უკუდენის გარეშე, ე. ი. დახურული სისტემის პირობებში. ამ შემთხვევაში გარე დატვირთვა მთლიანად ეფექტური არ არის, რადგან მის ნაწილს ლებულობს ფორული წყალი. ეს სქემა გამოიყენება ჩქარი ძვრის დროს, ანდა სპეციალური ხელსაწყოების სტაბილომეტრების გამოყენებისას ცდის შედეგები ამ დროს აკმაყოფილებს შემდეგ განტოლებას: $\tau = c + f(\sigma_H - u)$, სადაც u ფორული წნევაა.

ქანის გამოცდის სქემის შერჩევა ძვრაზე განისაზღვრება რიგი კონკრეტული პირობებით. ქვიშების კვლევის დროს მიზანშეწონილია ძირითადად გამოყენებულ იქნეს ჭრის ხელსაწყოები, ქანი გამოიცადოს ბუნებრივი ანდა ნაგებობების წონის შესატყვისი დატვირთვით, წინასწარი შემკვრივების გარეშე, ჩქარი ძვრის სქემით და, ცხადია, ღია სისტემის პირობებში. ცდა საჭიროა ჩატარდეს ბუნებრივი აღნაგობის ნიმუშებზე, ანდა ისეთი სიმკვრივის დროს, რომელიც შეესაბამება ქანების ბუნებრივი წოლის პირობებს, ანდა სპეციალურად მოცემულ პირობებს.

თიხოვანი ქანების გამოცდის სქემის შერჩევა უფრო რთულია. ამ შემთხვევაში უნდა გავითვალისწინოთ მათი შედგენილობა, განსაკუთრებით მინერალური, ფიზიკური მდგომარეობა, წყალგაჭერების ხარისხი, გაჭირვების ანდა დაჯდომისადმი მიდრეკილება. საჭიროა ვიცოდეთ სტრუქტურული კავშირების სიმტკიცე (ეფექტური დატვირთვა კომპრესიული გამოცდისას), ბუნებრივი დატვირთვის სიდიდე, რომელიც მათ გამოსცადეს, და ნაგებობებისაგან მოსალოდნელი დატვირთვა.

ყველა სახის ნაგებობის დაპროექტებისა და მშენებლობისას სახელმწიფო სტანდარტით რეკომენდებულია სქემა 2, ე. ი. ნელი ძვრა სრული წინასწარი შემკვრივებისას. ასეთ შემთხვევაში მიზანშეწონილია ძირითადად გამოვიყენოთ კრის ხელსაწყოები. გამოცდა ვაწარმოოთ ღია სისტემის პირობებში წყლის ქვეშ, ანდა ქანების ბუნებრივი ტენიანობისას, შემამკვრივებელი დატვირთვით, რომელიც თანაზომადია საინჟინრო ნაგებობის მოსალოდნელი წონის, ანდა ბუნებრივი დატვირთვისა. წინასწარი გამოკვლევის სტადიაზე, როდესაც საჭიროა გეკონდეს წარმოდგენა ქანების ბუნებრივ სიმტკიცეზე, მე-2 სქემის გარდა მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ აგრეთვე 1-ლი სქემა. სუსტ წყალნაჯერ თიხოვან ქანებზე ნაგებობათა დაპროექტებისას, მათი ძვრაზე წინალობის განსაზღვრის ძირითადი სქემის გარდა, სასურველია ასეთი ქანები შევისწავლოთ სტაბილომეტრებში, დახურული სისტემის პირობებში ჩქარი და ნელი დაშლისას.

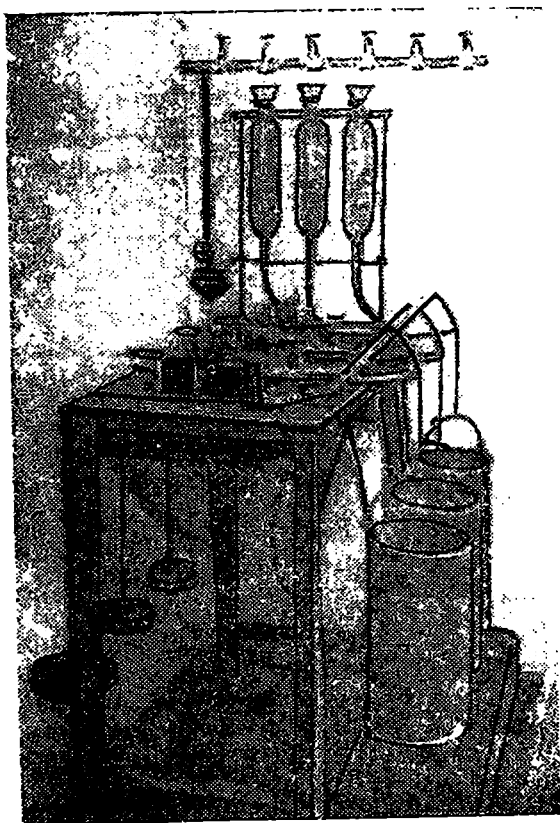
ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, რომ ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცის გასაზომად ძვრის წინალობაზე ერთ-ერთ ძირითად მეთოდს წარმოადგენს მათი გამოცდა კრის ხელსაწყოებში. ასეთი ცდის ჩასატარებლად აუცილებელია შემდეგი მოწყობილობა: 1. ქანების გამოსაცდელი ძვრის ხელსაწყო; 2. ქანის ტენიანობის და სიმკვრივის განმსაზღვრელი მოწყობილობა; 3. საათი; 4. გარკვეული ფორმის ეურნალი (იხ. ცხრ. V—7).

V—37 ნახაზზე ნაჩვენებია ჰიდროპროექტის ხელსაწყოს სქემა, რომელიც ყველაზე მეტად გავრცელებულია კრის ხელსაწყოთა შორის. მას ამზადებენ ლენინგრადის სამთო ინსტიტუტის ექსპერიმენტული სახელოსნოები. ხელსაწყოს მუშა ყუთი 4 შედგება ორი ქვედა უძრავი 4 ა და ზედა მოძრავი 4 ბ ნაწილისაგან. ცდამდე ორივე ნაწილი შეკრულია დამკვრებით 9. ყუთი დამონტაჟებულია სპეციალურ აბაზანაში 5, რომელიც დგას ლითონის დგარზე 2. მუშა ყუთის შიგა ღრუს აქვს ცილინდრის ფორმა. ამ ცილინდრში ათავსებენ 50 ანდა 70 მმ დიამეტრისა და 15—20 მმ სიმაღლის ქანის გამოსაცდელ ნიმუშს. ცილინდრის ფუძეში არის ფორიანი ქვა ანდა ლითონის ფირფიტა 12 დიდი რაოდენობის 0,5 მმ-იანი ნახვრეტებით. ნორმალური შემამკვრივებელი წნევა ქანზე გადაეცემა დახვრეტითი შტამპით 10, რომელსაც ზედა მხრიდან აქვს ჩაღრმავება ლითონის ბურთულისათვის, რომელსაც ეყრდნობა საკიდი 13. საკიდზე სპეციალური ბერკეტის, მხრების შეფარდებით 1 : 5, მეშვეობით კიდებენ საკიდარს 1 ტვირთით.

უმცირესი წინალობის სიბრტყეში ძვრისათვის ყუთის 4 ორივე ნაწილი ამწვევი ქანჭიკების 11 საშუალებით ცალკევდება და წარმო-

შობა 1—2 მმ სიგანის ღრეჩო. ღრეჩოში ქანის გამოჰყლეტვის თავიდან ასაცილებლად ღრეჩო კეთდება უშუალოდ ძვრის წინ. ქანის შემკვრივება ხდება ღრეჩოს გარეშე. მძვრელი ძალა გადაეცემა საწევის 6 საშუალებით, ორსაფეხურიანი შკივით 7 და ჩასატვირთი ვედროთი 8. ქანის დეფორმაციის რეგისტრაცია ხდება საათის ტიპის ინდიკატორით, რომელიც დამაგრებულია კრონშტეინებზე. წყალქვეშა ქანის ვამოცდისას, აბაზანაში 5 ასხამენ წყალს.

V—38 ნახაზზე ნაჩვენებია მძვრელი დანადგარი, რომელსაც აქვს სამი ხელსაწყო. მხები ძალები იქმნება წყლით, რომელიც ისხმება



ნახ. V—38. მძვრელი დანადგარი სამი ხელსაწყოთაგან.

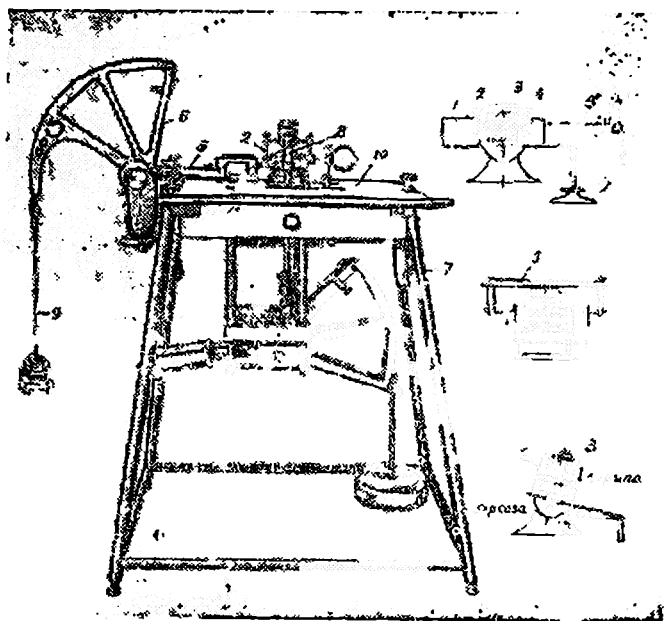
შეუწყვეტლოვ ანდა საფეხურისებრად ჩასატვირთ ვედროში. წყლის ხარჯს ზომავენ გამყოფი ძაბრებით.

V 39 ნახაზზე ნაჩვენებია მასლოვ-ლურიეს კრის ხელსაწყოთა საერთო ხედი და მუშაობის სქემა. ხელსაწყო გამოიყენება ქვიშოვანი და თხევანი ქანების გამოსაცდელად როგორც ბუნებრივი, ასევე დაშლილი და გობის დროს. ხელსაწყოთა მუშა ყუთი 2 მოწყობილია ისევე, როგორც ჰიდროპროექტის ხელსაწყოში და შედგება ორი ზედა მოძრავი და ქვედა უძრავი ნაწილისაგან. იგი მოთავსებულია აბაზანაში 1. ყუთის შიგა ცილინდრული ღრუს დიამეტრი 7 სმ-ის ტოლია. ნორმალური დატვირთვა ნიმუშს გადაეცემა საწონებით, რომლებიც იდება დასატვირთ საკიდზე და გადაეცემა ნიმუშს 2 შტამპის 3 და საკიდის 8 საშუალებით.

მძვრელი ძალა საჭევიარის საშუალებით ნებისმიერი საფეხურებით მოედება ნიმუშს ქანიანი მუშა ყუთის რაღაც კუთხით მობრუნების შედეგად.

ნიმუშის დახრის კუთხე, რომელიც ძვრის მომენტს შეესაბამება და აითვლება ტრანსპორტიორზე, გვაძლევს ძვრის წინაღობის კუთხის მნიშვნელობას. მძვრელი ძალა ხელსაწყოში შეიძლება აგრეთვე განხორციელდეს საწევიარით 5, ორსაფეხურიანი შკივით 6 და ჩამოსაკიდი ტვირთით 9. ძვრის შესაქმნელად უმცირესი წინაღობის სიბრტყეზე მუშა ყუთის ორივე ნაწილი 2 სპეციალური ამწე ხრახნებით 4 შეიძლება განცალკევდნენ (გაიწიონ) და შიქმნან ღრეჩო 3—4 მმ-მდე. ღრეჩოში ქანის გამოქყლტვის თავიდან ასაცილებლად მისი შემკვრივება ხდება ღრეჩოს გარეშე. ღრეჩო იქმნება უშუალოდ ძვრის წინ. ნიმუშის დეფორმაციას დატვირთვის ქვეშ (ნორმალურსა და ძვრისას) რეგისტრაციას უკეთებენ ინდიკატორებით. ხელსაწყო მთელი მექანიზმებით ქანების შესამკვრივებლად მუშა ყუთში და ძვრის განსახორციელებლად დამონტაჟებულია სპეციალურ სადგამზე 10.

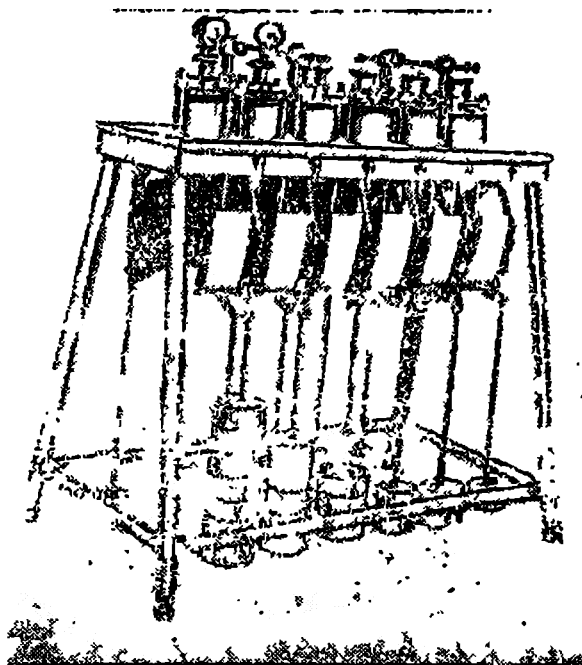
მასლოვ-ლურიეს ხელსაწყოთა ჩვეულებრივად თან ახლავს სპეციალური კომპრესიული დანადგარი თორმეტი ხელსაწყოთი ძვრამდე თიხოვანი ქანების წინასწარი შემკვრივებისათვის (ნახ. V—40). ასეთ შემთხვევაში თიხოვანი ქანებს ამკვრივებენ სპეციალური კომპრესიული



ნახ. V—39. მასლოვ-ლურეს კრის ხელსაწყო მუშაობის
სქემა და საერთო ხელი.

ხელსაწყო მუშა რგოლებში დატვირთვის ამა თუ იმ საფეხურებით, ხოლო შემდეგ ნიმუშიან რგოლებს ათავსებენ კრის ხელსაწყოში გამოსაცდელად. კომპრესიული ხელსაწყო მუშა რგოლები შედგება ორი ნახევრისაგან, მათ ისეთივე ზომა აქვთ, როგორც კრის ხელსაწყო მუშა კოლოფის ცილინდრულ ღრუს. ამიტომ შემკვრივებული ნიმუში შეიძლება გამკვრივების ხელსაწყოდან მუშა რგოლითურთ გადავიტანოთ კრის ხელსაწყოში. თიხოვანი ქანების ძვრის წინალობაზე ასეთი წესით გამოცდა საპასუხისმგებლო ნაგებობათა დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის დაუშვებელია, ვინაიდან ქანის ნიმუშის ჩატვირთვა, ამოღება და გადატანა არსებით გავლენას ახდენს ცდის შედეგებზე. ამიტომ

მნოშენელოვანი ნაგებობების დაპროექტებისას და დეტალური კვლევის სტადიებზე ნიმუშების შემკერივება უნდა მოხდეს უშუალოდ კრის ხელსაწყოებში.



ნახ. V—40. თიხოვანი ქანების წინასწარი შემკერივების კომპარსო-ული დანადგარის ზოგადი ხელი ძვრის დაწეუბამდე.

ბანსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ძვრის წინაღობის განსაზღვრისათვის ლაბორატორიაში მოტანილ მონოლითს ხსნიან და ამოწმებენ მის შენახულობას და ცდისათვის ვარგისობას.

2. მონოლითიდან კრიან ცილინდრის ფორმის ნიმუშს 15—20 მმ სიმაღლის დიამეტრით, რომელიც ემთხვევა ხელსაწყოს მუშა ნაწილის ზომას. ნიმუშის გამოკრას აწარმოებენ მკრელი რგოლის საშუალებით,

ზემოთ აღწერილი ხერხით (იხ. თავი III, § 3). შემდეგ ნიმუშს მკრე-
ლი რგოლიდან სპეციალური დგუშით გამოდევნიან ხელსაწყოს მუშა-
კუთში, სადაც წინასწარ ფორიან ქვაზე, ანდა ლითონის გისოსზე აფე-
ნენ ტენიან ფილტრის ქაღალდს. ზემოდან ნიმუშს აფარებენ ფილტრის
მეორე ქაღალდს. ადებენ შტამპს და აძლევენ ვერტიკალურ შემამკვ-
რივებელ დატვირთვას. ნიმუშის გამოჭრასთან ერთად იღებენ სინჯს
ქანის ტენიანობის განსაზღვრისათვის ცდამდე. ამის შემდეგ მონოლი-
თის ნარჩენს სასწრაფოდ აპარაფინებენ.

ბუნებრივი აღნაგობის ქანების გამოცდისას ნიმუშები უნდა ჩატ-
ვირთოს ხელსაწყოში ისევე ორიენტირებულად, როგორც ისინი არიან
ბუნებრივი წოლის პირობებში. ქანები, რომელთაც აქვთ ანიზოტრო-
პულობის ნიშნები (შრეებრიობა და სხვ.), სასურველია გამოიყადოს
ორი მიმართულებით — შესუსტების ზედაპირებზე და მათ მართობუ-
ლად.

3. თუ ქვიშოვანი ქანებისაგან ბუნებრივი აღნაგობის ნიმუშების
გამოჭრა არ ხერხდება, მათ ამზადებენ მშრალი ქვიშის წონაკის ჩატ-
ვირთვის ხელსაწყოს მუშა კუთში გარკვეული სიმკვრივით, რომელიც
შეესაბამება ბუნებრივის ანდა მოცემულს. აკონტროლებენ ჩაწყობის
სიმკვრივეს ქანის ჩონ აის γ_s მოცულობის განსაზღვრით

$$\gamma_s = \frac{g}{V}, \text{ გ/სმ}^3,$$

სადაც g არის ხელსაწყოში ჩატვირთული ქანის წონაკის წონა, გ;
 V — ხელსაწყოში ჩატვირთული ქანის მოცულობა, სმ³.

4. დაშლილი აღნაგობის თიხოვანი ქანების გამოცდისათვის ნიმუ-
შებს ამზადებენ ისევე, როგორც კომპრესიაზე გამოცდისას (იხ. გვ....).

5. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცის განსაზღვრისათვის
ძვრის წინალობაზე გამოცდას აწარმოებენ სამ შემაჯავშირებელ დატ-
ვირთვაზე. მაგალითად 0,5 — 1,2 კგ/სმ², 1-2-3 კგ/სმ², 1-2-4 კგ/სმ² და
1-3-6 კგ/სმ². ამისათვის ცდას ძვრაზე იმეორებენ სამჯერ ქანის ცალ-
კეულ ნიმუშზე, რომლებიც გამოჭრილია ერთი და იგივე მონოლითი-
დან, ანდა აწარმოებენ ერთდროულად ცდას სამ ხელსაწოზე (მოდ-
რაჟი მოწყობილობა). მონოლითიდან ქანის ნიმუშების დამზადებისას
აუცილებელია თვალყური ვადევნოთ მათ ურთიერთმსგავსებას. სა-
სურველია, რომ ძვრაზე სხვადასხვა ვერტიკალური დატვირთვისას გა-
მოცდა ჩავატაროთ ერთსა და იმავე ხელსაწყოზე.

6. შემამკვრივებელი დატვირთვის შერჩევის ზოგადი მითითებები და გამოცდის სქემა მოცემულია ზემოთ. ეს პირობები დგინდება ცდის დაწყებამდე ისეთი ფაქტორებისაგან დამოკიდებულებით, როგორცაა ქანის ფიზიკური მდგომარეობა და თვისებები. კვლევის სტადია. ბუნებრივი დატვირთვის სიდიდე, რომელსაც იგი განიცდიდა, ნაგიბობისაგან მოსალოდნელი დატვირთვა და თიხოვანი ქანებისათვის მათი სტრუქტურული კავშირის სიმტკიცე.

7. როდესაც ქანს ჩავტვირთავთ ხელსაწყოში და თიხოვან ქანს გამოცდის სტანდარტული სქემის მიხედვით დავაყოვნებთ დატვირთვის ქიეშ არანაკლებ 15—18 საათისა, ხოლო ქვიშიანს — არა უმარცხს 0.5—1 საათისა, შეკუმშვის სრულ კონსოლიდაციამდე, ვიწყებთ ქანის უშუალო გამოცდას ძვრაზე, სწრაფი ძვრის დროს არ ვაწარმოებთ მის წინასწარ შემკვრივებას. თუ ნიმუშს არ ვაჭერებთ წყლით, მაშინ ხელსაწყოში ვლებულობთ ღონისძიებას მისი ბუნებრივი და მოცემული ტენიანობის შესანარჩუნებლად, რისთვისაც ხელსაწყოს გარშემო ვახვევთ სველ ბამბას. თუ წყლიან ნიმუშს ვცდით, მაშინ შემამკვრივებელი დატვირთვის მიცემის დროს აბაზანაში, რომელშიც მოთავსებულია ხელსაწყოს მუშა ყუთი, ვახამთ წყალს.

8. ქანის გამოცდა ძვრაზე წარმოადგენს იმ მძვრელი ძალის განსაზღვრას, რომელიც უნდა მოვდოთ ქანს, რათა მისი ერთი ნაწილი ჩამოეპრას შეორეს მოცემული ვერტიკალური დატვირთვისას. ამისათვის უნდა დაიღვეათ შემდეგი წესი. ამოიღებენ სარკებს. რომლებიც ამაგრებენ მუშა ყუთს და ქმნიან ღრეჩოს მის ზედა და ქვედა ნაწილებს შორის. ამისათვის ჩახრახნიან ამწე ხრახნებს, რომლებიც ეყრდნობიან რა ყუთის ქვედა ნაწილის შვერილებს, აწვევენ ზედა მოძრავ ნახევარს და ქმნიან მათ შორის ღრეჩოს. როდესაც გაჩნდება საკმარის სიძანის ღრეჩო, ამწე ხრახნებს ამოხრახნიან ისე. რომ მათი ქვედა ბოლოები მდებარეობდეს ძვრის სიბრტყის ზემოთ. შემდეგ ინდიკატორს დგამენ პორიზონტალურად ისე. რომ მისი ფეხი ეყრდნობოდეს მუშა ყუთის ზედა ნაწილს და აძლევენ დატვირთვას. ძვრის ძალა იქმნება წყლით. რომელიც ისხმება ჩასატვირთ ვედროში ტარირებული ნიშნულიანი ძაბრით.

9. მძვრელ ძალას მიაყენებენ საფეხურებით. რომლებიც შიდადგენენ ნორმალური შემამკვრივებელი დატვირთვის 0.05-ს. ამ დროს თითოეული საფეხური მძვრელი დატვირთვისა უნდა დაყოვნდეს დეფორმაციის ჩაქრობამდე, რომელიც ისაზღვრება დეფორმაციის ნულოვანი მატებით უკანასკნელი სამი დაკვირვებისას, ანდა დეფორმაციის სიჩქარით არა უმეტეს 0,01 მმ/წმ-ში.

დაკვირვებას დეფორმაციაზე ინდიკატორით აწარმოებენ ყოველ ორ-სამ წუთში 0,01 მმ სიზუსტით და იწერენ სპეციალურ ჟურნალში.

გამოცდა მოცემული ვერტიკალური დატვირთვისას ითვლება დამთავრებულად, როდესაც ხდება ქანის შეუწყვეტელი ძვრა ანდა დეფორმაციის საერთო სიდიდე 3—4 მმ-ს აღემატება. ქანების ხწრაფ ძვრაზე გამოცდისას მძვრელი ძალები უნდა გადაეცეს შეუწყვეტლად (წყლის ქავლი), ისინი უნდა იზრდებოდეს თანაბრად ნიმუშის დაშლამდე (ნიმუშის კრა). ცდის საერთო ხანგრძლივობა არ უნდა იყოს 2—3 წუთზე მეტი.

10. ცდის ჩატარებისას მასლოვ-ლურიეს ხელსაწყოზე მძვრელი ძალა შეიძლება წარმოიქმნას მუშა ყუთის დახრის ცვლილებით ქანის ნიმუშთან ერთად, რომელიც იმყოფება P ვერტიკალური დატვირთვის ქვეშ.

V—39 ნახაზიდან ჩანს, რომ ნორმალური შემამკვრივებელი დატვირთვა ნიმუშის ყოველი დახრის შემთხვევაში ნაკლები იქნება P ვერტიკალურ დატვირთვაზე, ამ დროს მათ შორის განსხვავება გაიზრდება ქანის ნიმუშის დახრის კუთხის გაზრდით. იმისათვის, რომ შევინარჩუნოთ ნორმალური შემამკვრივებელი დატვირთვა, რომლის დროსაც გათვალისწინებულია ძვრის ჩატარება, აუცილებელია ნიმუშის დახრის კუთხის გაზრდასთან ერთად გაიზარდოს ვერტიკალური დატვირთვა H

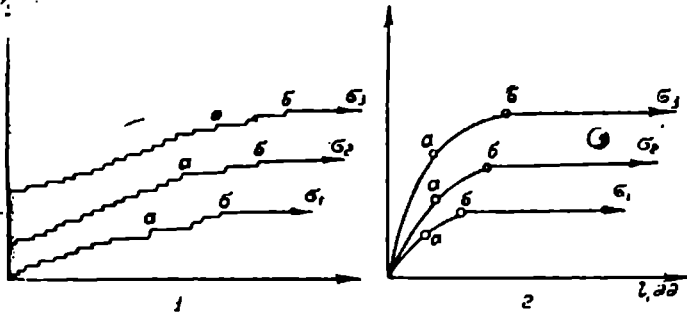
ისე, რომ იგი ტოლი იყოს $\frac{\sigma H F}{\cos \alpha}$, სადაც F — გამოსაცდელი ქანის

ნიმუშის განივკვეთია. თითოეული ხელსაწყოსათვის აღგენენ P დატვირთვის ცხრილს $\gamma \cdot 1$ სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის და ხელსაწყოს მუშა ყუთის სხვადასხვა დახრის კუთხისათვის. მუშა ყუთის დახრისას, როდესაც ხდება ძვრა, მოძრავი დატვირთვა $\tau = P \sin \alpha$ აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს.

11. ქანის ძვრაზე გამოცდის დამთავრებისას, თუ ცდა მიდიოდა წყლის გარშემო, წყალს ხელსაწყოდან ტუმბავენ რეზინის მსხალას საშუალებით, შემდეგ ხსნიან ვერტიკალურ დატვირთვას და კრის სიბრტყიდან იღებენ ქანის ნიმუშს მისი ტენიანობისა და მოცულობითი წონის განსასაზღვრავად ცდის შემდეგ, თითოეული შემამკვრივებელი დატვირთვისათვის.

12. გამოცდის შედეგების დამუშავება უნდა ითვალისწინებდეს ქანის დეფორმაციისა და მძვრელი ძალების ურთიერთდამოკიდებულების გრაფიკის აგებას ნორმალური დატვირთვისაგან, ქანის ძვრაზე წინალობის დამოკიდებულების დიაგრამის აგებას, იმ პარამეტრების დადგენას, რომლებიც ახასიათებენ ქანების სიმტკიცეს (შიგა ხახუნის კოე-

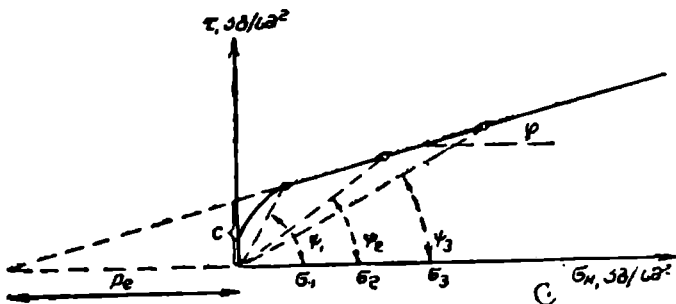
$\sigma, \text{კგ/სმ}^2$



ნახ. V—41. დეფორმაციის განვითარების გრაფიკები მძვრელი ძალე-
მოქმედებით: 1 — ძვრის დეფორმაციის განვითარება საფეხუ-
რებრივად ძალის მიყენებისას; 2 — მძვრელი ძალების უწყვეტად
გაზრდით მოცემული სიჩქარე; σ_1 , σ_2 , σ_3 — ნორმალური შემაკავში-
რებელი დატვირთვა.

ფიცინტი და შეკიდულობა), მიღებული შედეგების მართებულობის შემოწმებას.

13. V—41 ნახაზზე ნაჩვენებია მძვრელი ძალების გავლენით დეფორმაციის განვითარების გრაფიკის აგების მაგალითი. ამ გრაფიკებიდან ჩანს, რომ ნორმალური შემამკვრივებელი დატვირთვის σ , გაზრდით σ_2 -მდე იზრდება ქანების წინალობა ძვრაზე თითოეული ნორმალური დატვირთვისათვის σ , σ_2 და σ_3 გრაფიკებზე აღინიშნება ორი სახასიათო წერტილი. a პასუხობს მძვრელ ძალებს, რომლებიც იწვევენ ქანის პირველ მნიშვნელოვან დეფორმაციას. ამ წერტილის შემოთ დეფორმაციის განვითარება შესამჩნევად იზრდება. წერტილი გრაფიკებზე ყოველთვის მკვეთრად არ გამოიყოფა, მაგრამ როდესაც გამოიყოფა, მაშინ შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც საკონტროლო მ-სათვის, რადგანაც მისი შესატყვისი ძალა შეადგენს 0,7—0,8 იმ ძალისა, რომელიც შეესატყვისება b წერტილს. b წერტილი პასუხობს მაქსიმალურ ზღვრულ მძვრელ ძალებს, რომელთა დროსაც ხდება ქანის განუწყვეტელი გადაადგილება (დეფორმაცია) ზედაპირზე ანდა ძვრის ზონის გასწვრივ. ეს მაქსიმალური მძვრელი ძალის წერტილი შეესაბამება ქანის დაშლის სტადიას. მძვრელი ძალები, რომლებიც შეესაბამება b წერტილს, მიიღება როგორც საწყისი ქანის ძვრის წინალობის და ნორმალური შემამკვრივებელი წნევის დამოკიდებულების დიაგრამის აგების დროს.



ნახ. V—42. თიხოვანი ქანის ძერის წინაღობის დიაგრამა.

14. ძერის წინაღობის და ნორმალური შემამკვრივებელი დატვირთვის დამოკიდებულების დიაგრამა თიხოვანი ქანებისათვის ნაჩვენებია V—42 ნახაზზე, ხოლო ქვიშოვანი ქანებისათვის კი V—43 ნახაზზე. ეს დამოკიდებულება შეიძლება გამოიხატოს განტოლებით:

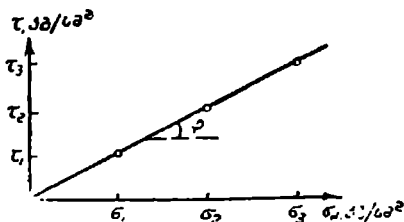
$$\text{თიხოვანი ქანებისათვის } \tau = c + \rho \gamma; \rho_H$$

$$\text{ქვიშოვანი ქანებისათვის } \tau = c + \rho_H \gamma$$

სადაც τ არის მძვრელი ძალა, კგ/სმ²; c — წრფის საწყისი პარამეტრი, რომელიც განსაზღვრავს ძერაზე წინაღობის ნაწილს, რომელიც არ არის დამოკიდებული ნორმალური წნევისაგან, ე. ი. ქანის სტრუქტურული ბმების არსებობას და სიმტკიცეს — საერთო შეჭიდულობა, კგ/სმ²; ρ — პროპორციულობის კოეფიციენტი, ქანის ძერის წინაღობისა და ნორმალური შემამკვრივებელი დატვირთვის დამოკიდებულებების კუთხური კოეფიციენტი, რომელიც შიგა ხახუნის კოეფიციენტადაა წოდებული; ρ_H — ნორმალური შემამკვრივებელი წნევა, კგ/სმ².

შეკავშირებული მონატეხი ქანებისათვის წინაღობა ძერაზე ხასიათდება შემდეგი განტოლებით

$$\tau = c + f \sigma_H$$



ნახ. V—43. ქვიშოვანი და სხვა შეუკვშირებული ქიშების ძერის წინაღობის დიაგრამა.

ამ განტოლებაში შემოდის c პარამეტრი, რომელიც ახასიათებს საწყის წინაღობას ძერაზე ნორმალური დატვირთვისას და 0-ის ტოლია. გეტყობა ეს წინაღობა დაკავშირებულია არა მარტო ხახუნთან, არამედ ცალკეულ ნაწილაკთა

ურთიერთმოდებასთან, მძვრელი ძალის დახარჯვასთან ნაწილაკთა გადართობებზე, ბრუნვასა და ძვრის ზონაში ნაწილაკების გადაადგილებებზე (ლონთაძე 1970).

ზემოთ მოყვანილი განტოლების პარამეტრები — შიგა ხახუნის კუთხე φ , შიგა ხახუნის კოეფიციენტი f და შეჭიდულობა (შემკვრივება) ϵ — წარმოადგენენ ქანების სიმტკიცის რაოდენობრივ მაჩვენებლებს. ეს პარამეტრები შეიძლება დავადგინოთ დიაგრამებით და გამოვთვალოთ ჩატარებული ცდის შედეგების მიხედვით

$$15\varphi = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\sigma_2 - \sigma_1};$$

$$\epsilon = \tau_1 - \sigma_1, \tau_2 - \sigma_2 = \tau_2 - \sigma_2 \cdot \tan \varphi.$$

15. ქანისათვის ძვრაზე სწორად ჩატარებული გამოცდის შედეგები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს: მძვრელი ძალების და ნორმალური დატვირთვის დამოკიდებულების დიაგრამის აგებისას (0,5—0,7 კგ/სმ² მეტი) ყველა მიღებული წერტილი უნდა განლაგდეს წრფეზე. არაერთგვაროვანი ქანისათვის დასაშვებია წრფიდან წერტილების გადახრა არა უმეტეს 5%-ისა. დიაგრამის წრფემ არ უნდა გადაკვეთოს ორდინატთა ღერძი კოორდინატთა სათავეს ქვემოთ. ქვიშოვანი ქანებისათვის ეს წრფე გადის კოორდინატთა სათავეზე.

16. ძვრაზე დაკვირვების შედეგები შეაქვთ გარკვეული ფორმის ეურნალში (ცხრ. V—7), ხოლო ბოლო შედეგი — ჯამურ ცხრილში (დანართი 3) ანდა პერფობარათში (დანართი 4).

ცხრილი V—7

შ უ რ ნ ა ლ ი

ძვრის დროს ქანების დეფორმაციაზე დაკვირვებისათვის

ლაბორატორიული ნომერი ———— თარიღი ———— ვერტიკალური დატვირთვა კგ/სმ²
 ქანის დასახელება ———— ხელსაწყოები ———— ქანის ტენიანობა ცდამდე, %
 აღნაგობა ———— ნიმუშის დიამეტრი ———— ქანის ტენიანობა ცდის შემდეგ, %
 ცდის პირობა ———— ნიმუშის ფართობი ———— ქანის მოცულობითი წონა ნიმუშის სიმაღლე ———— ცდამდე ———— კგ/სმ³

| პორიზონტალური დატვირთვა | | ვაზომვის დრო | ნიმუშის დეფორმაცია ინდიკატორით | | | შენიშვნა |
|-------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------------|---|---------|----------|
| საერთო, კგ | კუთრი, კგ/სმ ² | | 1 | 2 | სიშუალო | |
| | | | | | | |

5. მასლოვის მეთოდი

თიხოვანი ქანების წინალობა ძვრაზე ბუნებრივი სიმკვრივისა და ტენიანობის პირობებში შეიძლება აღმოჩნდეს საგრძნობლად მცირე, ვიდრე დატვირთვის ქვეშ მისი სრული გამოწურვისას. ამიტომ თიხოვანი ქანებისათვის, განსაკუთრებით სუსტი სახესხვაობებისათვის, საჭიროა დავადგინოთ დატვირთვის ქვეშ მათი წინალობა ძვრაზე შემკვრივების სხვადასხვა ხარისხზე (კონსოლიდაცია), ე. ი. სხვადასხვა ტენიანობის დროს (ხახ. V—44). ასეთი გამოცდის მეთოდი დამუშავებულ იქნა ნ. მასლოვის მიერ, იგი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ქანების წინალობა ძვრაზე სიმკვრივის ნებისმიერი შუალედი მდგომარეობისათვის, რომელიც გამოწვეულია ნაგებობისაგან. ნ. მასლოვი იძლევა რეკომენდაციას, რომ გამოყენებულ იქნეს განტოლება

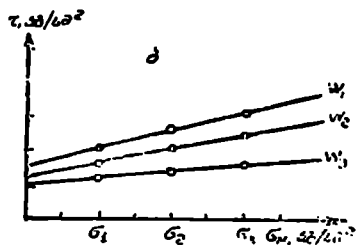
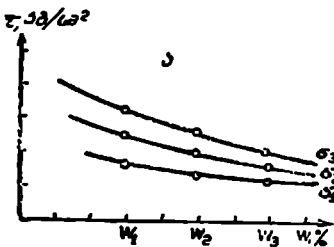
$$\tau_{\sigma W} = \epsilon W + \sigma_{\text{ნაგ}} \xi \varphi W$$

სადაც $\tau_{\sigma W}$ არის თიხოვანი ქანის წინალობა ძვრაზე, დამოკიდებული მასზე მიყენებული დატვირთვის σ , სიდიდისაგან და ξ მომენტისათვის: ϵW — შეჭიდულობა დამოკიდებული ქანის ტენიანობის მდგომარეობაზე; φW — ქანის შიგა ხახუნის კუთხე W ტენიანობისას.

დატვირთვის გადაცემის საწყისი მომენტისათვის წინალობა ძვრაზე ტოლია

$$\tau_{\text{ნაგ}} = \epsilon W_{\text{ნაგ}} + \sigma_{\text{ნაგ}} \xi \varphi W_{\text{ნაგ}}$$

საბოლოო მომენტისათვის, ე. ი. იმ მომენტისათვის, როდესაც ხდება



ხახ. V—44. გრაფიკები, რომლებიც ხსნიან თიხოვანი ქანების ძვრაზე გამოცდის ნ. მასლოვის მეთოდს:

- ა — ქანის ძვრის წინალობის ცვალებადობის გრაფიკი მისი ტენიანობის ცვლილებისას; ბ — ქანის ძვრის წინალობის დამოკიდებულება ნორმალური დატვირთვისაგან მოცემული ტენიანობის დროს.

დატვირთვისაგან ქანის შემკვრივების სრული სტაბილიზაცია, წინალო-
ბა ძვრაზე ტოლია

$$\tau_{\text{საბ}} = \sigma W_{\text{საბ}} + \sigma_{\text{ნაგ}} \Sigma F_{\text{W}} \text{საბ}$$

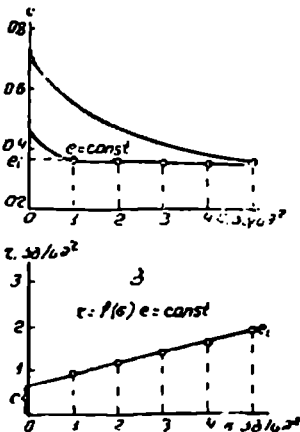
ნებისმიერ შუალედ მომენტში τ სიდიდე შეიძლება შეიცვალოს $\tau_{\text{საბ}} = \tau_{\text{საბ}}$ -დან $\tau_{\text{საბ}} = \tau_{\text{საბ}}$ -მდე და დგინდება შესაბამისი e_{W} და F_{W} მნიშვნელობებით, რომელსაც ექსპერიმენტულად საზღვრავენ შემდეგ-
ნაირად.

ნიმუშების სამ ან ოთხ სერიას, რომლებიც გამოკრილია ერთი მო-
ნოლითიდან, ამკვრივებენ $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 \dots \sigma_n$ დატვირთვით სხვადასხვა Σ
დროის განმავლობაში (1 წუთი, 15 წუთი, 2 საათი, 16 საათი), რის შე-
დეგად თითოეულ ნიმუშს აქვს თავისი კონსოლიდაციის ხარისხი და
შესაბამისად ტენიანობა W_1, W_2, W_3 და ა. შ. ამ ტენიანობისას (სიმკვ-
რივისას) აწარმოებენ მათ გამოცდას ძვრაზე ჰრის ხელსაწყოში, რომ-
ლის მონაცემების მიხედვით აგებენ გრაფიკებს, რომლებიც ნაჩვენებია
V-44 ნახაზზე, და საზღვრავენ სიმტკიცის პარამეტრებს.

ა. ნიჩაბროვიჩის მეთოდი

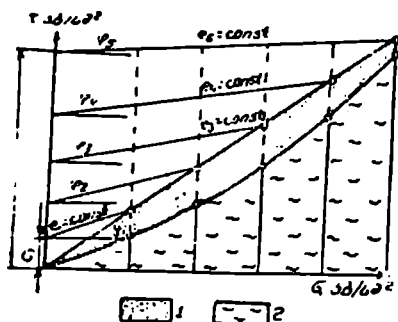
ამ მეთოდით თიხოვანი ქა-
ნების წინალობას ძვრაზე განსაზ-
ღვრავენ მათი გარკვეული სიმკვ-
რივისას (ფორიანობისას) ე. ი.
მდგომარეობით, რომელიც უპასუ-
ხებს მათი ბუნებრივი წოლის ანდა
ხელოვნურად შექმნილ პირობებს.

როგორც ცნობილია კომპ-
რესიული მრუდის შებრუნებულ
შტოს (განმკვრივების მრუდი)
0,5—15 გ/სმ დატვირთვისას აქვს
შტორე დახრა აბსცისთა ლერძ-
თან, ეს კი გვიჩვენებს ქანის სი-
მკვრივის უმნიშვნელო ცვლილე-
ბას განტვირთვისას. განმკვრივე-
ბის მრუდის ეს თვისება შესაძ-
ლებლობას გვაძლევს გამოვიყუ-
ნოთ ფვი პრაქტიკულად ერთნაი-
რი სიმკვრივის ნიმუშების მისა-
ღებად. ამისათვის ნიმუშის სერიას



ნახ. V-45. გრაფიკები, რომლებიც ხსნი-
ან თიხოვანი ქანების ძვრაზე გამოცდას
ა. ნიჩაბროვიჩის მეთოდით.

ა — კომპრესიული მრუდი განტვირთვის
საწინააღმდეგო შტოთი (გაფორჩევების
მრუდი); ბ — თიხოვანი ქანის წინალობა
ძვრაზე მისი გარკვეული სიმკვრივის
დროს.



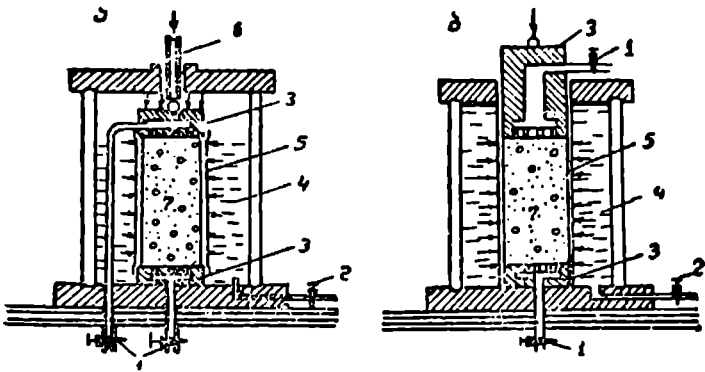
ნახ. V—46. თიხოვანი ქანის ძვრაზე წინა-
ლობის ცვლილების გრაფიკი მისი სიმ-
კვრივისაგან დამოკიდებულებით:
1 — ძვრის წინალობის ნაწილი, რომე-
ლიც განისაზღვრება ხახუნით; 2 —
ძვრის წინალობის ნაწილი, რომელიც
განისაზღვრება შეჭიდულობით.

ცდის რამდენიმე ციკლს ერთსა და იმავე თიხოვან ქანში. მაგრამ სხვადასხვა ხარისხის სიმკვრივის პირობებში (შემკვრივებული სხვადასხვა მაქსიმალური დატვირთვით), მივიღებთ გრაფიკს, რომელიც გამოხატულია V—46 ნახაზზე. ამ გრაფიკიდან ჩანს, რომ ხახუნის და შეჭიდულობის ფარდობითი როლი ქანის საერთო წინალობაში იცვლება ქანის სიმკვრივის ცვლილებასთან ერთად. ქანის სიმკვრივის გაზრდასთან ერთად იზრდება შეჭიდულობა და მცირდება ხახუნის სიდიდე, ქანის სიმკვრივის შემცირებისას კი შეჭიდულობა მცირდება, ხოლო ხახუნის ფარდობითი როლი იზრდება.

§ 11

ქანების სიმტკიცის განსაზღვრა სამღერძა კუმუშვის ხელსაწყოში

ბუნებრივი წოლის პირობებში ქანები ჩვეულებრივ იმყოფებიან რთულ მოცულობით დაძაბულ მდგომარეობაში, რომელიც გამოწვეულია ზემოთ მდებარე მასების წონის გავლენით (გრავიტაციული ძალები) და ტექნიკური ძალებით, უფრო ნაკლებ კი ტემპერატურული გარდინტის სხვაობით. ნაგებობის აგების შემდეგ ქანების დაძაბულობა შეიძლება შემცირდეს ან გაიზარდოს ქანების მასათა გადანაწილებისა და გარე დატვირთვის მოქმედების შედეგად. ამასთან, თუ მხები ძალები აღემატება ქანების ძვრაზე წინააღმდეგობის შიგა ძალებს, ისინი

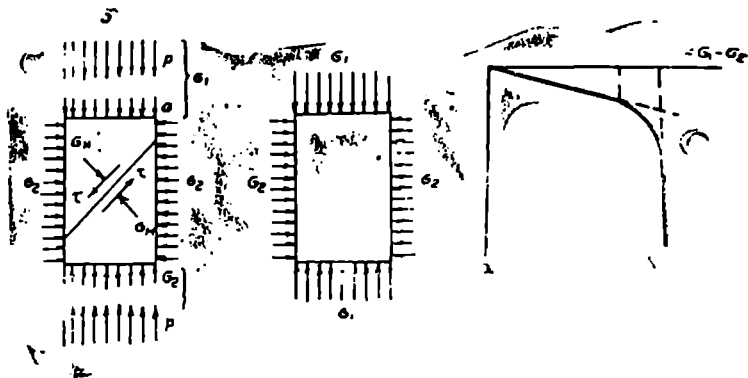


ნახ. V—47. სტაბილომეტრების კონსტრუქციული სქემა:

- ა — ა ტიპის; ბ — ბ ტიპის; 1, 2 — ოსნაენები; 3 — ზედა და ქვედა ღვეუმი; 4 — კამერა; 5 — რეზინის გარსი; 6 — ჰოკი; 7 — ნიმუში.

იწყებენ დაშლას, ღვება მათი სიმტკიცის დაკარგვის მომენტი. ქანების სიმტკიცის, ე. ი. დაშლაზე წინააღმდეგობის შესწავლისას მათი გამოცდა უნდა ჩატარდეს ძალების ისეთი ზემოქმედების პირობებში, რომლებიც ბუნებრივის მსგავსია ან ანალოგიური. ამ პირობებს აკმაყოფილებს ქანების გამოცდის მეთოდი სამღერძა კუმშვის ხელსაწყოში, რომელსაც სტაბილომეტრი ეწოდება. ქანების გამოცდა სამღერძა კუმშვაზე სწორად ახდენს დაძაბულობის მდგომარეობის მოდელირებას ბუნებრივი წოდის პირობებში და გვაძლევს დამაჯერებელ მონაცემებს ძერის წინალობაზე, მაგრამ ის უფრო რთულია, ვიდრე გამოცდა ჰრის ხელსაწყოში. ამიტომ მათ ვერ გამოვიყენებთ მასობრივად საწარმოო კვლევის პირობებში.

ცილინდრული ფორმის ქანის ნიმუშს თხელი რეზინის გარსით ათავსებენ ხელსაწყო კამერაში და ქვედა შტამპს შორის (ნახ. V—47). ყოველმხრივი (ა ტიპის სტაბილომეტრში) ანდა მხოლოდ გვერდით. (ბ — ტიპის სტაბილომეტრებში) წნევა ნიმუშზე გადაეცემა წყლის, გლიცერინის ანდა სხვა სახის საშუალებით, რომელიც კამერაში ჩაიტუმბება. ა ტიპის სტაბილომეტრებში ყოველმხრივი (გვერდულის ტოლი) წნევის გარდა, ჰოკისა და წნეხის მეშვეობით ნიმუშს გადაეცემა ღერძული წნევა $\sigma_1 = \sigma_2 + P$ (ნახ. V—48. ა). ამის გამო ასეთ სტაბილომეტრებში ღერძული წნევა არ შეიძლება იყოს გვერდითზე ნაკლები. ბ ტიპის სტაბილომეტრებში ა ტიპისაგან განსხვავებით გვერდითი წნევა არ წარმოადგენს ერთდროულად ყოველმხრივს. ღერძული

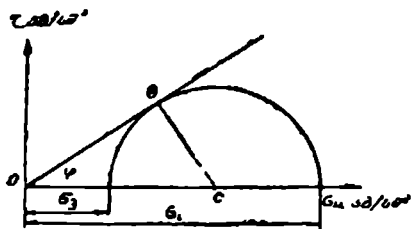


ნახ. V—48. ქანების გამოცდის სქემა სამლერძა კუმშვაზე; ა ტიპის სტაბილომეტრებში ქანზე დაძაბულობის გადაცემა; იგივე ბ ტიპის სტაბილომეტრში; გ — ლეფორმაციის განვითარების გრაფიკი.

წნევა ნიმუშზე σ_1 აქ გადაეცემა უშუალოდ დგუშის საშუალებით, გვერდითი წნევისაგან დამოუკიდებლად $\sigma_2 = \sigma_3$ და, კერძო შემთხვევაში, შეიძლება იყოს უქანასკნელზე ნაკლები (ნახ. V—48, ბ).

თუ სტაბილომეტრში ყოველმხრივ, ანდა გვერდით წნევას მუდმივად შევინარჩუნებთ, ხოლო ღერძულს თანდათანობით გავზრდით, ნიმუში შეიძლება მივიყვანოთ დაშლამდე, ამასვე შეიძლება მივიღწიოთ, თუ ღერძულ წნევას შევინარჩუნებთ მუდმივად, ხოლო ყოველმხრივს კი შევამცირებთ. ფარდობითი ღერძული ლეფორმაციის დამოკიდებულება დამატებითი დაძაბულობისაგან (დაძაბულობის დევიატორს) $P = \sigma_1 - \sigma_2$. ექნება V—48, გ ნახაზზე ნაჩვენები სახე.

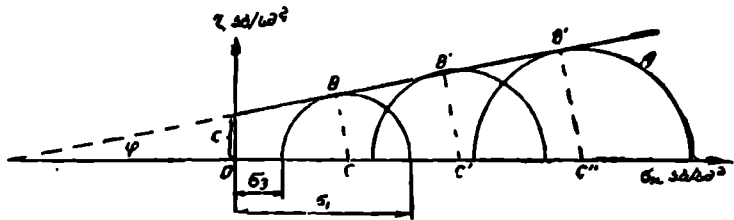
ქვიშოვანი ქანის ერთი ნიმუშისა და თხოვანი ქანის ორი-სამი ნიმუშის გამოცდის მონაცემების საფუძველზე ყოველმხრივი ანდა



ნახ. V—49. ქვიშოვანი ქანის ძვრის ზღვრული წინაღობა.

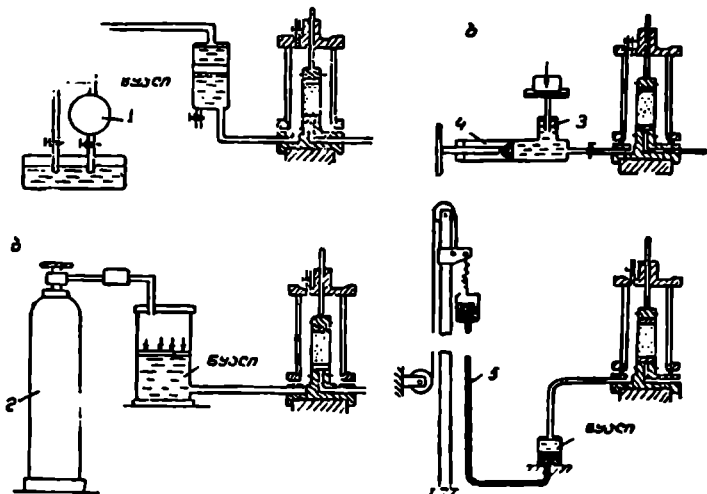
გვერდითი წნევის სივალასხვა მნიშვნელობებისათვის აგებენ მორის დიაგრამას (ნახ. V—49 და V—50). ზღვრული დაძაბულობის წრის მხებები ამ დიაგრამაზე აკმაყოფილებენ განტოლებებს

$\tau = \tau_{\text{ფძ}} + \tau_{\text{ფძ}} H$ და $\tau = \tau_{\text{ფძ}} + \tau_{\text{ფძ}} H$. ამ განტოლებების პარამეტრები $\tau_{\text{ფძ}}$ და c წარმოადგენენ ქანების სიმრტიცის რაოდენობრივ მჩვენებლებს.



ნახ. V—50. თიხოვანი ქანის ძვრის ზღვრული წინაღობა.

სამღერძა კუმშვის ხელსაწყოებში შეიძლება გამოიყენოს კლოვანი, ნახევრად კლოვანი, ქვიშოვანი და სხვა ფხვიერი შეუკავშირებელი და თიხოვანი ქანები. განსაკუთრებით მიზანშეწონილია გამოიყენოს ასეთი ცდები სუსტი თიხოვანი, რბილი წყალგაჭერებული, არამდგრადი კონსისტენციის ქანებისათვის, რადგან კრის ხელსაწყოში ასეთი ქანების გამოცდა გაძნელებულია, ისინი ადვილად ისრისება და გამოიქვლიტება ხელსაწყოს ღრეჩოში. ქანების სიმტკიცისაგან დამოკიდებულებით გამოიყენება სხვადასხვა სტაბილომეტრი, რომლებიც



ნახ. V—51. სტაბილომეტრებში გვერდითი წნევის გადაცემათა სისტემის სქემა:

ა — ზეთის ტუმბოთი ჩატვირთვით (1); ბ — შეკუმშული ჰაერის წნევითი რელექტორის საშუალებით, რომელიც ბალონზეა დადგმული (2); გ — მცურავი დგუმის სისტემით (3) — კომპენსატორით (4); დ — ვერცხლის წყლის სვეტის წონის დაწვევით (4).

საშუალებას გვაძლევს ქანები გამოვცადოთ გვერდითი წნევის სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს. ნ. სიდოროვი იძლევა რეკომენდაციას სტაბილომეტრების კლასიფიკაცია გაკეთდეს მათში განვითარებული გვერდითი წნევების მიხედვით და ყოფს მათ შემდეგ ჯგუფებად:

1) ქანების გამოსაცდელი სტაბილომეტრები გვერდითი წნევისას 6 კგ/სმ² (საშუალო გვერდითი წნევა);

2) ქანების გამოსაცდელი სტაბილომეტრები გვერდითი წნევისას 60 კგ/სმ² (მაღალი გვერდითი წნევა);

3) ქანების გამოსაცდელი სტაბილომეტრები გვერდითი წნევისას 60 კგ/სმ²-ზე მეტი (ზედიდი გვერდითი წნევა).

ამრიგად, თიხოვანი ქანების სიმტკიცის განსაზღვრისათვის სამღერძა კუმშვის ხელსაწყოში უნდა გვქონდეს შემდეგი მოწყობილობა:

1) ქანის სიმტკიცის შესატყვისი სტაბილომეტრები;

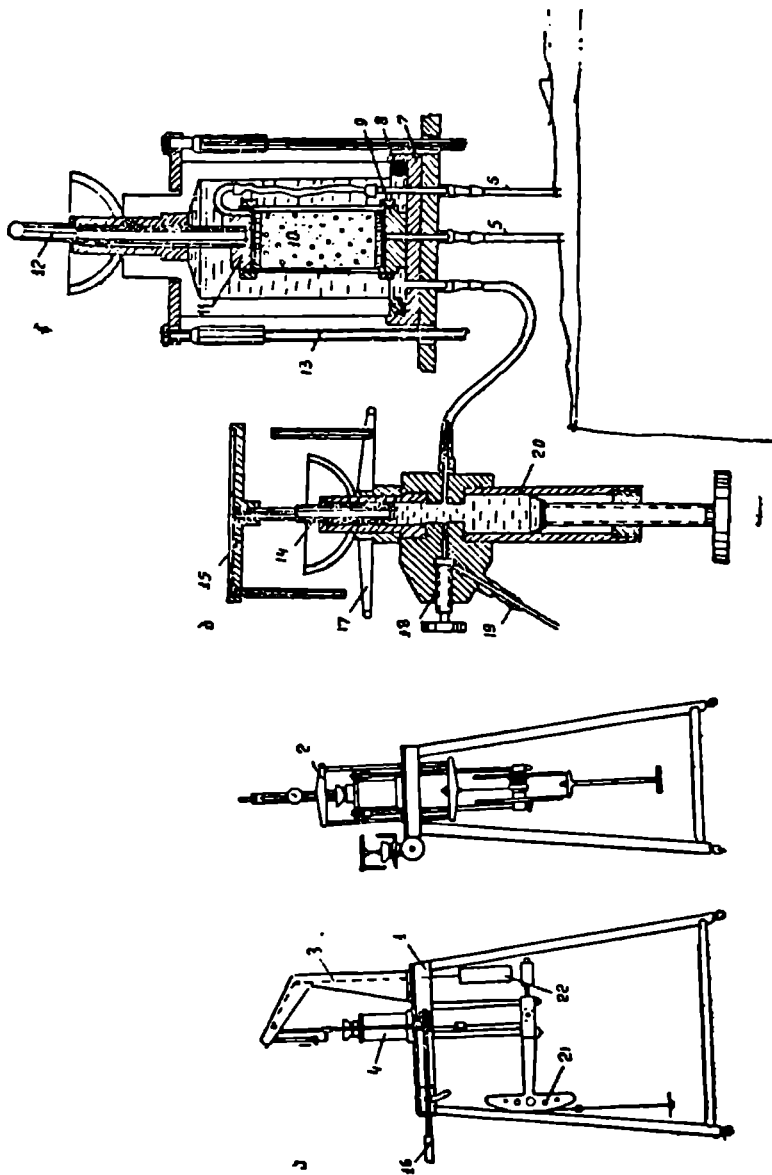
2) ქანის ტენიანობის და სიმკვრივის საზომი მოწყობილობა;

3) საათი-წამსაზომი;

4) გარკვეული ფორმის ეურნალი (იხ. ცხრ. V—8).

ამჟამად ცნობილია სტაბილომეტრების მრავალი კონსტრუქცია. რომლებიც განსხვავდებიან წნევის წარმოქმნის თავისებურებებით (ტიპი ა და ბ), სიმძლავრით, ე. ი. შესაძლო ღერძული და გვერდითი წნევებით. გამოსაცდელი ნიმუშების ზომებითა და შესატყვისად ხელსაწყოს ზომებით, გვერდითი წნევის მიწოდების ხერხითა (ნახ. V—51) და სხვა ნიშნებით. აღნიშნულ სახელმძღვანელოში მოცემულია მხოლოდ იმ ზოგიერთი ხელსაწყოს აღწერა, რომლებიც უფრო ცნობილია და გავრცელებულია სსრ კავშირის ლაბორატორიებში.

V—52 ნახაზზე ნაჩვენებია ნ. სიდოროვის კონსტრუქციის ЛИИЖТ-ის სტაბილომეტრი. იგი მიეკუთვნება ა ტიპის ხელსაწყობს. სტაბილომეტრის კამერა 4 დამონტაჟებულია დგარზე 1, რომელზედაც დამაგრებულია ბერკეტიანი წნეხი 21, რომლის ჩარჩოს 2 საშუალებითაც იქმნება ღერძული დატვირთვა ხელსაწყოს ჭოკზე 12. კამერის გამოსაცდელად ჩარჩოს 2 ჰკიდებენ კრონშტიინზე საპირწონეთი 22. ქანის ნიმუშს 10 რეზინის გარსაცმში ათავსებენ კამერაში 4 ზედა მოძრავ დგუშსა 11 და ქვედა უძრავ დგუშს 9 შორის, რომელიც წარმოადგენს ერთ მთლიანობას კამერის საფუძველთან 7. რეზინის გარსის ბოლოები მაგრდება დგუშზე სპეციალური დამკვირი რგოლებით. დგუშის ტორსები, რომლებიც ეყრდნობა ნიმუშს, თავისუფლად ატარებენ ჰაერსა და წყალს შიგა ღრუებში, რომლებიც შეერთებულია შტუტერიანი 5 და 6 მილებით. ეს საშუალებას გვაძლევს გავაჩეროთ ქანი წყლით და უზრუნველვყოთ წყლის თავისუფალი გამოსვლა, რომელიც ნიმუშიდან გამოიწურება ღია სქემით გამოცდისას.

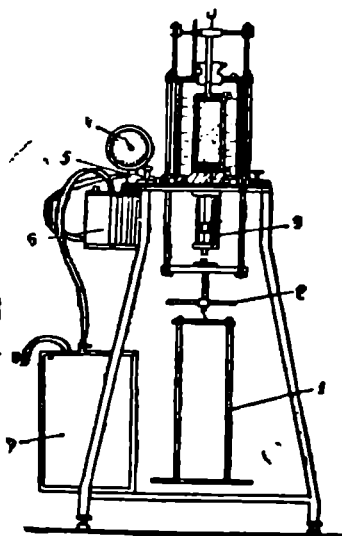


ნახ. V-57. ნ. სლოროვის კონსტრუქციის კომპლექტის კომპლექტის სქემა:
 ა - სეზონი ბელი; ბ - კამერის მოწყობილობა.

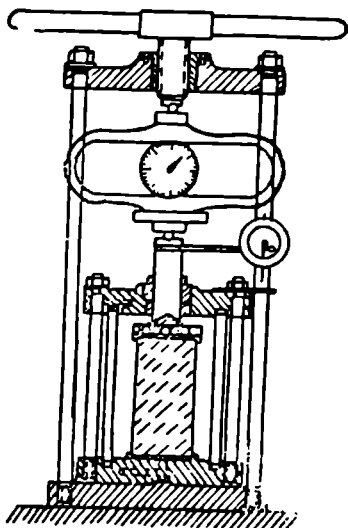
სტაბილიმეტრის კამერა, რომელიც დამზადებულია ორგანული მინისაგან, წარმოადგენს ჰიქას, რომლითაც დახურულია ნიმუში. ჰიქას და კამერის ფუძეს შორის მოთავსებულია რეზინის საფენი 8. ჰერმეტიზაციისთვის ჰიქა მკიდროდ ეჭირება ფუძეს საწვევებით 13, რომლებიც უერთდებიან დგარზე დამაგრებულ სახელურიან 16 ლილვს. ყოველმხრივი წნევა ნიმუშზე იქმნება მცურავი ღვუშით. მცურავი ღვუში 14 დატვირთვის ბაქნითა 15 და მქნევაართი 17 მისი ბრუნვისათვის მიხეხილ ჰილში კონდენსატორის ცილინდრთან 20 გაერთიანებულია ერთ კვანძად. ღერძული წნევა ნიმუშზე ჰოკიდან 12 გადაეცემა ზედა 11 ღვუშს. ხელსაწყოს გავსება წყლით ხდება შტუტერიდან 19, რომელიც შლანგით მიერთებულია ბოთლთან. ამისათვის ალებენ ონკანს 18, ილებენ კამერიდან ჰოკს 12, ბოთლს სწევენ ხელსაწყოს ზემოთ და წყალი თვითღინებით ავსებს კამერას და კომპენსატორის ცილინდრს (კომპენსატორის ხრახნს ჩასწევენ უკიდურეს ქვედა მდგომარეობამდე). კამერის წყლით ავსებისას ონკანს 18 კეტავენ და ჰოკს 12 ჩასვამენ ჰიქაში.

ხელსაწყოს საშუალებით გამოიცილება ყველა სახის ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანები 6 კგ/სმ²-მდე გვერდითი წნევისას და 50 კგ/სმ²-მდე ღერძულით წნევისას ნიმუშის ზომები: დიამეტრი — 4 სმ; სიმაღლე — 6 სმ. V—53 ნახაზზე ნაჩვენებია ЛИИЖТ-ის სტაბილომეტრი, რომლის კონსტრუქცია დამუშავებულია მ. გოლშტეინის ხელმძღვანელობით. ისიც ეკუთვნის ა ტიპის ხელსაწყოებს. ამ ხელსაწყოში გამოიცილება ქვიშოვანი და თიხოვანი 62 მმ დიამეტრისა და 150 მმ სიმაღლის ქანების ნიმუშები. გვერდითი წნევა შეადგენს 10 კგ/სმ², ხოლო ღერძული — 20 კგ/სმ². ღერძული დატვირთვა საკიდარზე მოთავსებული ტვირთისაგან 1 ჰოკის მეშვეობით გადაეცემა ხელსაწყოს ზედა მოძრავ ღვუშს. იგი შეიძლება აგრეთვე წარმოიქმნას საკიდარის ხრახნის 2 საშუალებით. ამ შემთხვევაში ხრახნის ძალა გაიზომება ზამბარა-დიანომეტრით 3. ყოველმხრივი წნევა ხელსაწყოს მუშა კამერაში იქმნება შემდეგნაირად. შეკუმშული ჰაერის ბალონიდან, მასზე დადგმული რედუქტორის მეშვეობით, ჰაერი საჭირო წნევით გადადის ჰაერის ავზაკში 7; ეს უკანასკნელი მიერთებულია სითხის ავზაკთან 6, რომელიც სამ მეოთხედზე შევსებულია გლიცერინით. ავზაკიდან ონკანით 5 გლიცერინი საჭირო წნევით, რომელიც იზომება საზომი მანომეტრით 4, გადადის მუშა კამერაში. ჰაერის ავზაკი საშუალებას იძლევა ხელსაწყოში დიდი ხნის განმავლობაში შევინარჩუნოთ მუდმივი წნევა.

A ტიპის ხელსაწყოთა შორის მასიური განსაზღვრისათვის ყველაზე უფრო მოსახერხებელია ВНИМИ-ის კონსტრუქციის სტაბილომეტრი (ნახ. V—54).



ნახ. V—53. ЛИИЖТ-ის
სტაბილომეტრის სქემა.



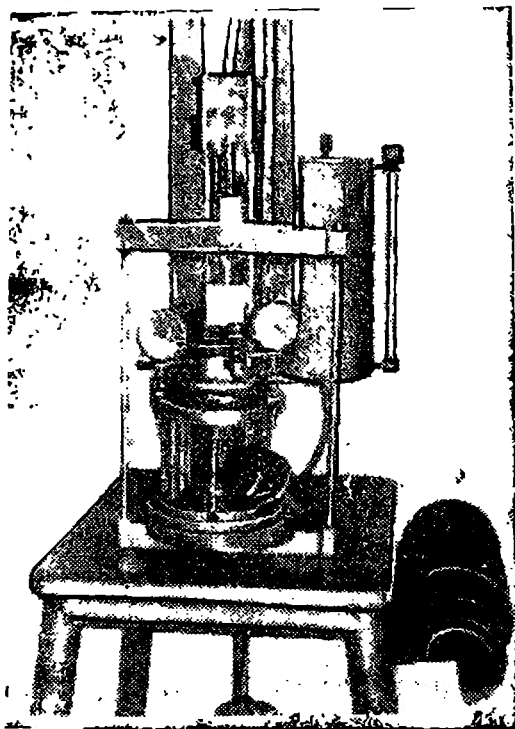
ხარკოვის სტაბილომეტრი ხრახნიანი წნეხით.

ამ ხელსაწყოში 30 კგ/სმ²-მდე ყოველმხრივი წნევისას იცდება 54 მმ დიამეტრისა და 108 მმ სიმაღლის სხვადასხვა ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ნიმუშები. ლერძული წნევა აქ იქმნება ხრახნიანი წნეხით, რომელიც ჰოკის საშუალებით გადასცემს ძალას ზედა მოძრავ დგუმს. ეს ძალა იზომება დინამომეტრით. გვერდითი წნევა ხორციელდება წყლით, რომელიც იჭირხნება ხელსაწყოს კამერაში სპეციალური ხელის ტუმბოთი და იზომება ტუმბოზე დადგმული მანომეტრით.

ფართოდაა ცნობილი M-2 მარკის, ე. ი. მეღვინის კონსტრუქციის სტაბილომეტრი. ეს ხელსაწყო ბ ტიპისაა, მისი საერთო ზედი ნაჩვენებია V—55 ნახაზზე, ხოლო მუშა კამერის მოწყობილობა კი V—56 ნახაზზე. ხელსაწყო გამოიყენება 5,5 სმ დიამეტრისა და 11 სმ სიმაღლის, სხვადასხვა თიხოვანი და ქვიშოვანი ქანების ნიმუშების გამოსაცდელად. მისი ლერძული წნევა 20 კგ/სმ²-დეა და გვერდითი კი 8—10 კგ/სმ² ქანის ნიმუშს 4 თხელი რეზინის გარსით ათავსებენ ხელსაწყოს მუშა კამერაში ზედა მოძრავ დგუმსა 7 და ქვედა უძრავ დგუმს 1 შორის, რომელიც გაერთიანებულია კამერის ფუძესთან 11. კამერის კორპუსი

შედგება გამჭვირვალე კიქისაგან 3. რომელიც დამზადებულია ორგანული მინისაგან, და დამაგრებულია ზედა 5 და ქვედა 2 მილტუჩებს შორის. კამერის შევსება წყლით ხდის: ტუმბოთი გამავსებელი ს რქელის 6 მეშვეობით. რომელიც ჩამონტაჟებულია კორპუსის ზედა მილტუჩზე. კამერის დაცლა ხდება ჩამომშვები მილით 13. რომელიც ჩამონტაჟებულია ხელსაწყოს კორპუსის ქვედა მილტუჩზე. ნიმუშის გაჭერება წყლით, აგრეთვე წყლის გამოყვანა ცდის პროცესში ხდება სამკაპათი 14, რომელიც ჩამონტაჟებულია ხელსაწყოს ფუძეზე 11. და წყალმიმღები მილით 15. ნიმუშიდან წყლის მოშორება ხდება გამოშვებით 12. ხელსაწყოს კამერაში მოთვსებული ნიმუშის სიმაღლის ფიქსაცია ხორციელდება ორი ხრახნით — არეტირით 16.

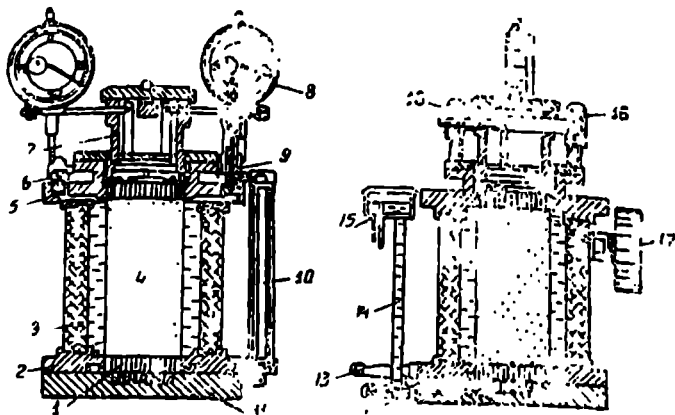
ღერძული დატვირთვა ნიმუშზე გადაეცემ დგუშით 7. ო კვ და



საწილი, მჭიდროდ შეიქმერილია რეზინის გარსით. ნიმუშის ვერტიკალური დეფორმაციები იზომება ინდიკატორით 8, რომელიც დამაგრებულია დგუშზე 7.

გვერდითი წნევა ხელსაწყოს კამერაში $0,1 \text{ კგ/სმ}^2$ სიზუსტით იზომება მანომეტრით 17. ნიმუშის გვერდითი გაფართოების თავიდან ასაცილებლად მანომეტრის ბაჰბარის ღრუში ჰაერის შექუმვის ხარჯზე, ამ უკანასკნელს წინასწარ მანომეტრის დადგამაღე უვსებენ წყლით. წნევის დაქვეითება კამერაში ხორციელდება შისგან წყლის გამოშვებით ზამბარიანი რეგულატორის 9 მეშვეობით. რომელიც დამონტაჟებულია კორპუსის ზედა მილტუჩზე. ეს რეგულატორი ავტომატურად

ნახ. V—55. ე. მედეოვის კონსტრუქციის სტაბილომეტრი საერთო ხელი.



ნახ. V—56. ე. მედკოვის სტაბილომეტრი მუშა კმერის მოწყობილობა.

ინარჩუნებს მოცემულ წნევას მუშა კამერაში ნიმუშის გამოცდის პროცესში. რეგულატორის მომართვა ხორციელდება მარეგულირებელი ქანჩის საშუალებით ზამბარის ამა თუ იმ შეკუმშვით. ასეთ შემთხვევაში ნიმუშის გვერდითი გაფართოება იზომება კამერიდან გამოდენილი წყლის მოცულობით. ეს წყალი გამოედინება ზამბარაიანი რეგულატორიდან 9 ვოლიუმომეტრში 10. რომელიც წარმოადგენს მინის მილს. რომელზედაც დატანილია მილიმეტრებიანი სკალა.

დგარზე დამონტაჟებული ბერკეტაიანი წნეხიდან ღერძოლო დატვირთვა საკიდრის მეშვეობით გადაეცემა დგუმს 7. წნეხის მხების შეფარდებაა 1 12. წნეხზე დატვირთვა შეიძლება განხორციელდეს საფეხურებად ანდა განუწყვეტლივ. პირველ შემთხვევაში დატვირთვა ხორციელდება საწონებით. რომლებიც იდება საკიდარზე. ანდა წყლით. რომელიც ისხმება დამტვირთავ ვედროში. დგარზე დაკიდებული აუზაკიდან. წყლის რაოდენობის გასაზომად, რომელიც ვედროში ჩაისხება. ავზაკზე მოწყობილია წყალსაზომი მინა.

ასეთი მოწყობილობა აქვს ა და ბ ტიპის სტაბილომეტრს რამდენიმე მოდელს, რომლებიც გაიზნულის ქანჯობა ნიმუშების გამოცდელად საშუალო და მაღალი დაძაბულობისას. ზოგიერთი სპეციალური ამოცანების გადასაწყვეტად გამოიყენება სტაბილომეტრები. რომლებიც საშუალებას გვაძლევს ვაწარმოოთ ნიმუშების გამოცდა ზემაღალი გვერდითი, ანდა ყოველმხრივი დაძაბულობისას. ასეთი ხელსაწყოების აღწერა წარმოდგენილ სახელმძღვანელოში მოყვანილი არ არის.

1. ქანების სიმტკიცის განსაზღვრა სამღერძა კუმშვის ხელსაწყოში იწყება ცილინდრული ფორმის ნიმუშების მომზადებიდან, რომელთა დიამეტრი და სიმაღლე დამოკიდებულია გამოყენებული ხელსაწყოს გაბარიტზე. სტაბილომეტრებში, რომლებიც აღწერილია ზემოთ (ЛИИЖТ, ДИИЖТ, ВНИМИ, ე. მედკოვის), ნიმუშები უნდა იყოს 4-დან 6,2 სმ-მდე დიამეტრის და 6-დან 15 სმ-მდე სიმაღლის. არსებული სტაბილომეტრების უმრავლესობაში გამოიყენება 3,5—5 სმ დიამეტრის და 1,5—2 დიამეტრის ტოლი სიმაღლის ნიმუშები.

თიხოვან ნიმუშს სჭირან მონოლითისაგან მჭრელი რგოლით, ზე-
ნით აღწერილი ხერხით (იხ. გვ. 108). ცილინდრის შიგა დიამეტრი და სიმაღლე ზუსტად შეესაბამება ნიმუშის ზომებს. მონოლითს, საიდანაც ჭრან ნიმუშებს, არ უნდა ჰქონდეს ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის დარღვევის კვალი. ამიტომ, როდესაც ეხსნით მონოლითს, გამოწმობთ მის შენახულობას და გამოცდისათვის მის ვარგისობას. თიხოვანი შემკვრივებული და ნახევრად კლდოვანი ქანებისაგან საჭირო ზომის ნიმუშებს იჭრით საბოლოო გირგინათი საბურღ ჩარხზე.

გამოჭრიან რა ნიმუშს, მას ხელსაწყოს მუშა კამერაში ჩადგამენ შემდეგი თანამიმდევრობით. ხელსაწყოს ქვედა უძრავ დგუშზე, რომელიც დაფარულია სველი ფილტრის ქაღალდით, ჭიმავენ და ამაგრებენ რეზინის გარსის კიდეს. დგუშზე დგამენ ცილინდრს ნიმუშით, რომელსაც შემდეგ ფრთხილად გამოწნეხავენ ცილინდრიდან ხის ფილთაქვით. ამასთან ერთდროულად ნიმუშზე ჭიმავენ რეზინის გარსს. ნიმუშის ზედა ზედაპირზე აფენენ სველ ფილტრის ქაღალდს და აყენებენ ხელსაწყოს ზედა მოძრავ დგუშს, რომელზედაც ამაგრებენ რეზინის გარსს.

2. ქვიშების გამოცდისას ნიმუშს ამზადებენ შემდეგნაირად: რეზინის გარსს ჭიმავენ ხელსაწყოს ქვედა უძრავ დგუშზე და ამაგრებენ. წინასწარ დგუშზე დებენ სველ ფილტრის ქაღალდს. დარჩენილ რეზინის გარსს გაატარებენ სპეციალურ სამუხტავ ცილინდრში, რომელიც დგას ხელსაწყოს ფუძეზე და ჭიმავენ ცილინდრის შიგა ზედაპირზე. უკანასკნელს აქვს გვერდებიდან ორი ნახვრეტი შტუპერებით, რომლებზეც აცმევენ სამკაპით შეერთებულ რეზინის მილებს. სამკაპის მეშვეობით ამოტუმბავენ ჰაერს და გარსი მჭიდროდ ეკვრება ცილინდრის კედლებს, რომელთა ზომა შეესაბამება ნიმუშის ზომას. ასეთი სამუხტავი ცილინდრები სასურველია გამოვიყენოთ რბილი თიხოვანი ქანების გამოცდისას, როდესაც არის საშიშროება ნიმუშის დეფორმირებისა მასზე რეზინის გარსის დაჭიმვის დროს. ამის შემდეგ მშრალი ქვიშის წონაკს ჩატვირთავენ ცილინდრში და ტყეპნიან მას საჭირო

შემკვრივებამდე. ვიცით რა ცილინდრში მოთავსებული ქვიშის წონაკის წონა და მისი მოცულობა, დავადგენთ ქვიშის სიმკვრივეს.

ქვიშის გამოცდა წარმოებს იმ სიმკვრივისას, რომელიც შეესაბამება ბუნებრივს ანდა მოცემულს. გამზადებული ნიმუშის ზედა გვერდს ასწორებენ, აფარებენ სველ ფილტრის ქაღალდს, აყენებენ ხელსაწყოს ზედა დგუმს, კიმავენ მასზე რეზინის გარსაცმს და ამაგრებენ. ამის შემდეგ სამუხტავ ცილინდრს ხსნიან.

3. თითოეული ნიმუშისათვის ანდა ნიმუშების სერიისათვის, რომლისთვისაც ისაზღვრება ქანების სიმტკიცე, ადგენენ პეტროგრაფიულ თავისებურებათა და ფიზიკური მდგომარეობის სრულ მახასიათებელს, ე. ი. სიმკვრივეს, ფორიანობას, ტენიანობას და სხვ. ამისათვის მონოლითის იმ ნაწილიდან, რომლიდანაც გამოჭრილია ნიმუში, იღებენ შესატყვის სინკებს.

4. დაამზადებენ რა ნიმუშს, ააწყობენ მუშა კამერას, დგამენ მას დგამზე და ამზადებენ გამოსაცდელად. მუშა კამერა აწყობილი უნდა იყოს ძალიან გულდასმით, რომ ადგილი არ ჰქონდეს წყლის (ანდა სხვა სითხის) გამოჟონვას და ყოველმხრივი და გვერდითი წნევის დაწვეას გამოცდის დროს. შემდეგ კამერას მთლიანად ავსებენ წყლით. იმისათვის რომ ყველა ეს ოპერაცია შესრულდეს ნორმალურად, საჭიროა იმ ხელსაწყოს მოწყობილობის დეტალურად გაცნობა, რომელზედაც გამოიცდება ქანის სიმტკიცე.

5. ბუნებრივი ან მოცემული ტენიანობის პირობებში ქანების გამოცდისას ლებულობენ ღონისძიებებს ნიმუშის გამოშრობის წინააღმდეგ, განსაკუთრებით მისი მოზზადების დროს. ქანების გამოცდისას წყალგაჭერებულ მდგომარეობაში მუშა კამერაში მოთავსებულ ნიმუშს რეზინის გარსში გასაჭერებლად აწვდიან წყალს. ამისათვის აღებენ ხელსაწყოს შესაბამის ონკანებს. თუ გამოსაცდელია თიხოვანი ქანი, წინასწარ ამაგრებენ საჩერ მოწყობილობას და ნიმუშს მიაყენებენ ყოველმხრივ წნევას გაჭირვების თავიდან ასაცილებლად. თიხოვანი ქანის სრული გაჭერებისათვის მას აყოვნებენ ხუთ დღე-ღამეს. ქვიშოვან ქანები მიზანშეწონილია გამოიცადოს მხოლოდ წყალგაჭერებულ მდგომარეობაში, მათი გაჭერება მთავრდება 1—2 საათის განმავლობაში.

6. გამოცდის სქემა და დატვირთვის სიდიდე, რომლის დროსაც განისაზღვრა ქანების სიმტკიცე, ინიშნება ცდის დაწყებამდე (იხ. § 10). როგორც წესი, გამოცდა შეიძლება ჩატარდეს სამ ნიმუშზე, ყოველმხრივი და გვერდითი წნევის სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს, მაგალითად, 0,5, 1,2 კგ/სმ²; 1,2, 3 კგ/სმ²; 1,2, 4 კგ/სმ²; 1,3, 6 კგ/სმ². ნახევრად კლდოვანი ქანები იცდება დატვირთვით, რომელიც იზომება

კილოგრამობით და ათეული კილოგრამობით კვადრატულ სანტი-
მეტრზე.

7. სტანდარტული სქემის მიხედვით გამოცდის დროს, ე. ი. ქანის
ნელა დაშლისას, წინასწარი სრული შემკვრივების შემდეგ წყლის თა-
ვისუფალი უკუდენის პირობებში (ღია სისტემა) დაცული უნდა იქნეს
შემდეგი წესი. ნიმუშს ამკვრივებენ პირველი საფეხურის ყოველმხრი-
ვი წნევით გამოწურული წყლის გამოდენით ნიმუშიდან სრულ კონსო-
ლიდაციამდე (ამ დროს ხელსაწყოს ონკანები გახსნილია). ბ ტიპის
ხელსაწყოში ყოველმხრივი წნევა იქმნება გვერდითი წნევით და ტო-
ლია მისი ღერძული წნევისა. შემკვრივების კონსოლიდაციაზე დაკვირ-
ვებას აწარმოებენ ინდიკატორით, რომელიც ხელსაწყოზე დამაგრებუ-
ლი. თიხოვანი ქანის სრული კონსოლიდაციისათვის მას აყოვნებენ სიმ-
ძიმის ქვეშ არანაკლებ 15—18 საათისა, ხოლო ქვიშას არანაკლებ
0,5—1 საათისა. შემდეგ ინარჩუნებს რა მოცემულ წნევას მუდმივად,
აკვირდებიან მანომეტრის ჩვენებას, იწყებენ ღერძული წნევის გაზრ-
დას საფეხურებით ნიმუშის დაშლამდე.

ღერძული დატვირთვის საფეხურის სიდიდე განისაზღვრება ქანე-
ბის სიმტკიცის მიხედვით. სუსტი ქანებისათვის ღერძული დატვირთვის
საფეხური ყოველმხრივი ანდა გვერდითი წნევის 0,05—0,1 ტოლია,
ხოლო შემკვრივებული ქანებისათვის შესატყვისად 0,2—0,5-ისა. ღერ-
ძული დატვირთვის ყოველი საფეხური უნდა მოვდოთ წინა საფეხუ-
რით გამოწვეული დეფორმაციის დამთავრების შემდეგ. ღერძულ დე-
ფორმაციაზე დაკვირვებას აწარმოებენ ყოველი 1—2 წუთის შემდეგ.
ნიმუშის დაშლა ფიქსირდება დეფორმაციის უეცარი გაზრდით მუდ-
მივი დატვირთვისას, ასევე ვიზუალურად მუშა კამერის გამჭვირვალე
კედლებიდან.

მკვრივი ქანები ჩვეულებრივ იშლებიან ნიმუშის ერთი ნაწილის
ძვრისაგან მეორის მიმართ, ნიმუშის ვერტიკალური ღერძისადმი დახ-
რილი სიბრტყის გასწვრივ.

სუსტი, მკირედ შემკვრივებული ქანები დაშლისას ბრტყელდე-
ბიან, ლებულობენ კასრისებურ ფორმას. ამ შემთხვევაში სიმტკიცის
ზღვრად შეიძლება მივიღოთ დაძაბულობა, რომლის დროსაც ღერძუ-
ლი დეფორმაცია ნიმუშის საწყისი სიმაღლის 10—15% აღწევს. ნიმუ-
შის დაშლის შემდეგ ხელსაწყოს შლიან და იღებენ სინჯს ქანის ტე-
ნიანობის განსაზღვრისათვის ცდის შემდეგ. შემდეგ ცდას იმეორებენ
მეორე და მესამე ნიმუშებზე ყოველმხრივი ანდა გვერდითი წნევის
სხვა მნიშვნელობების დროს.

8. ჩქარი ძვრის სქემის მიხედვით წინასწარი შემკვრივების გარე-
შე ქანის გამოცდა წყლის უკუდენის შეუძლებლობის პირობებში (და-

ხერული სისტემა) სტანდარტულისაგან განსხვავდება შემდეგით: მოამზადებენ რა ხელსაწყოს გამოსაცდელად, მოსდებენ ნიმუშს ყოველმხრივი წნევის პირველ საფეხურს. ამ დროს ხელსაწყოს ონკანები გადაკეტილია, ე. ი. შეუძლებელია წყლის გამოწურვა. ყოველმხრივ წნევით ნიმუშის მოკუმშვის შემდეგ მას მოსდებენ ლერძულ წნევას. რომელსაც უწყვეტად და თანაბრად ზრდიან ნიმუშის დაშლამდე. გამოცდას იმეორებენ ორჯერ სხვა ნიმუშებზე, ყოველმხრივ წნევის უფრო მაღალი მნიშვნელობებისას. ყოველი ნიმუშისათვის საზღვრავენ ქანის ტენიანობას ცდის შემდეგ.

9. ქანების სიმტკიცის განსაზღვრის შედეგების დამუშავება სამღერძა კუმშვის ხელსაწყოში გულისხმობს: 1. დეფორმაციის განვითარების გრაფიკების აგებას დამატებითი ძაბვებისაგან $P = \sigma_1 - \sigma_2$ (ნახ. V—48, გ); 2. ქანების ძვრზე ზღვრული ძაბვების დიაგრამების აგებას (იხ. ნახ. V—49 და V—50); 3. ქანების სიმტკიცის პარამეტრების დადგენას — შიგა ხახუნის კუთხე და კოეფიციენტი და აგრეთვე შეჭიდულობის სიდიდე.

10. დაკვირვებების ყველა მონაცემს გამოცდისას იწერენ გარკვეული ფორმის ეურნალში (ცხრ. V—8), ხოლო საბოლოო შედეგებს ჯამურ ცხრილში და პერფორმაციაში (იხ. დანართი 3 და 4).

ცხრილი V—8

მ უ რ ნ ა ლ ი

ცდის დროს სამღერძა კუმშვაზე ქანების დეფორმაციაზე დაკვირვებისათვის.

ლაბორატორიული ნომერი _____

დასახელება _____

აღნაგობა _____

ცდის პირობა _____

თარიღი _____ ეხისაზობა ცდის დრო, %

ხელსაწყოს ნომერი _____ ტენიანობა

ცდის შემდეგ, % _____

ნიმუშის დიაგნოზი _____

ნიმუშის ფართობი _____ მოცულობითი წონა ცდამდე, გ/სმ³

ნიმუშის სიმაღლე _____

| დაკვირვების დრო | | ვერდიოი წნევა | | ლერძული წნევა | | ნიმუშის დეფორმაცია | | | | შენიშვნა |
|-----------------|----|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|--------------------|---|-------------|---|----------|
| სთ | წმ | საერთო, კგ | კუთრი, კგ/სმ ² | საერთო, კგ | კუთრი, კგ/სმ ² | კორიზონტალური | | ვერტიკალური | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| | | | | | | | | | | |

ჰვიზოვანი და თიხოვანი ქანების პირობითი
წინააღმდეგობა ძვრაზე

ანაბრაიის მეთოდი

ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების წინააღმდეგობის განსაზღვრას მათში გარკვეული ფორმისა და ზომის ბუნეის შეწყვეტის მიმართ ეწოდება პენეტრაციის მეთოდი. თუ ბუნეის შეღწევის სიღრმე არ აღემატება მის სიმაღლეს, მეთოდს უწოდებენ პენეტრაციას, თუ აღემატება — ზონდირებას.

პენეტრაციის მეთოდი თეორიულად კარგადაა დასაბუთებული შტამპისა და კონუსური ბუნეის ზემოქმედებისას ქანების ზღვრული წონასწორობის ამოცანების ამოხსნით. დადგენილია, რომ ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სხვადასხვა მდგომარეობას შეესაბამება სიმტკიცის გარკვეული ზღვრული სიდიდეები, რომლებიც ვლინდება პენეტრაციის მეთოდით. ამიტომ ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება. ქანების მდგომარეობისა და სიმტკიცის შედარებითი შეფასებისათვის გეოლოგიურ კრილში შესუსტებული ზონების, პორიზონტების, შუაშრიებისა და უბნების გამოსავლენად. ამ დროს პენეტრაციული გამოცდის შედეგების დასახასიათებლად პ. რებინდერმა შემოგვთავაზა პლასტიკური სიმტკიცის სიდიდე P - (პირობითი ზღვრული წინააღმდეგობა ძვრაზე), ხოლო ვ. რაზორენოვმა — პენეტრაციის კუთრი წინააღმდეგობის სიდიდე R_{35} და პენეტრაციის კოეფიციენტი N . ე. ი. პენეტრაციის ფარდობითი კუთრი წინააღმდეგობა (გამოიყენება თიხოვანი ქანებისათვის):

$$P = K_0 \frac{P}{h^2}, \text{ კგ/სმ}^2; \quad R_{35} = \frac{P}{h^2} \text{ კგ/სმ}^2;$$

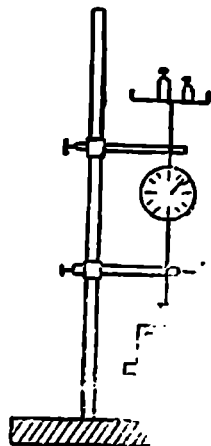
$$N = \frac{R_{35}}{R_{35} \text{ ავ}},$$

სადაც K_0 არის კონუსისებური ბუნეის მუდმივა; თუ კონუსის წვერში კუთხე $\alpha = 30^\circ$, მაშინ $K_0 = 0,959$; P პენეტრაციის ძალეა, კგ;

h — კონუსისებური ბუნეის ჩატვირთვის სიღრმე ძალვის ზეგავლენით;

R_{35} . ავ — დაშლილი თიხოვანი ქანის პენეტრაციის კუთრი წინააღმდეგობა, როდესაც ტენიანობა დენადობის ზღვრის ტოლია. იგი უდრის 0,076 კგ/სმ².

როგორც მრავალწლოვანმა კვლევებმა გვიჩვენა, დაბალი ხარისხის ლითიფიკაციის და არამდგრადი კონსისტენციის სხვადასხვა სახის თიხოვანი ქანები, რომლებიც დაშლისას ბუნებრივი მდგომარეობიდან გადადიან დენად მდგომარეობიდან გადადიან დენად მდგომარეობაში, ჩვეულებრივ ხასიათდებიან პლასტიკური სიმტკიცით, რომელიც იშვიათად აღწევს 0.8—1 კგ/სმ². საშუალო ლითიფიკაციის ხარისხის ქანებს, რომელთაც აქვთ უფრო მდგრადი კონსისტენცია (ბუნებრივი აღნაგობის დაშლისას ხდებიან პლასტიკური), აქვთ პლასტიკური სიმტკიცე, რომელიც აღწევს 15—20 კგ/სმ². შალაი და უმაღლესი ხარისხის ლითიფიკაციის ქანები ხასიათდება პლასტიკური სიმტკიცით, რომელიც იზომება ათეული კილოგრამობით კვადრატულ სანტიმეტრზე.



ნახ. V—57. პენეტრაციული გამოცდის ხელსაწყო სქემა.

პენეტრაციული გამოცდის შესასრულებლად უნდა გვქონდეს:

- 1) პენეტრომეტრი — ხელსაწყო კონუსისებური ბუნიკების ანაწყოებით პენეტრაციული გამოცდისათვის;
- 2) მოწყობილობა ქანების სიმკვრივისა და ტენიანობის განსაზღვრისათვის;
- 3) გარკვეული ფორმის ქურნალი.

პენეტრომეტრის მოწყობილობის სქემა ნაჩვენებია V—57 ნახაზზე. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების პენეტრაციაზე გამოსაცდელად მრავალი სპეციალისტის აზრით ბუნიკად უმჯობესია გამოყენებულ იქნეს კონუსი, რომლის გაშლის კუთხე 30°-ია.

განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ბუნებრივი აღნაგობისა და ტენიანობის მონოლითიდან, ანდა დაშლილი ქანისაგან დამზადებული მასიდან, რომელსაც აქვს მოცემული სიმკვრივე და ტენიანობა, მჭრელი რგოლით გამოკრიან 7—10 სმ დიამეტრისა და 3—5 სმ სიმაღლის ნიმუშს. ერთდროულად მონოლი-

თიდან იღებენ სინჯს ტენიანობისა და სიმკვრივის განსაზღვრისათვის.

2. ნიმუშიან რგოლს ათავსებენ პენეტრომეტრის მაგიდაზე, კონუსისებური ბუნიკი მიაქვთ ნიმუშის ზედაპირთან და ჩაწნებავენ ქანში მოცემული დატვირთვით, რომელიც იზრდება საფეხურებრივად. დატვირთვის საფეხურის სიდიდეს კონუსზე ზრდიან ქანის სიმტკიცისაგან დამოკიდებულებით: სუსტ ქანებზე 10—20 გ-მდე, საშუალო სიმკვრივისა და სიმტკიცის ქანებზე 100—500 გ; მკვრივსა და მტკიცეზე 500—1000 გ.

დატვირთვის თითოეულ საფეხურს ადებენ კონუსის ჩაწნების დამთავრების შემდეგ ანდა თუ უკანასკნელი 30—40 წამის განმავლობაში მისი ჩაწნებიდან სიღრმე გაიზრდება არა უმეტეს 0,01—0,02 სმ-ისა. კონუსის ჩაწნებაზე დაკვირვებას აწარმოებენ ინდიკატორით.

3. თითოეული გამოცდისას ახორციელებენ 4-დან 10-მდე დატვირთვის საფეხურს. კონუსის ჩაწნების საერთო სიღრმემ უნდა მიაღწიოს 10—15 მმ. კონუსის ჩაწნების დამთავრების შემდეგ დატვირთვის უკანასკნელი საფეხურიდან ანდა ჩაწნების პირობითად ჩაქრობიდან (არა უმეტეს 0,01—0,02 სმ 30—60 წმ-ში) საზღვრავენ კონუსის ჩაწნების სიღრმეს და საერთო დატვირთვას — პენეტრაციის ძაღვას. ამ მონაცემებით ითვლიან ქანების პლასტიკური სიმტკიცის მნიშვნელობას P_m (პირობითი წინაღობა ძვრაზე) და პენეტრაციის კუთრ წინაღობას $R_{პე}$ ცდას იმეორებენ 3—5-ჯერ ნიმუშის სხვადასხვა წერტილში.

§ 13

ქვიშების შიგა ხახუნის კუთხის განსაზღვრა ბუნებრივი ფერდოს კუთხით

ქვიშების ხახუნის კუთხის საორიენტაციოდ წარმოდგენისათვის საზღვრავენ მათ ბუნებრივი ქანების კუთხეს. აქ უკანასკნელად მიღებულია ფერდოს დახრის ის ზღვრული კუთხე, რომლის დროსაც ქანი ფერდოში იძყოფება მდგრად მდგომარეობაში, არ იყრება, არ ცურდება და ა. შ.

ლაბორატორიულ პირობებში ბუნებრივი ქანობის კუთხეს საზღვრავენ მხოლოდ ქვიშოვანი და ხრეშოვანი ქანებისათვის. ამ დროს რაც:

უფრო დიდია გამოსაცდელი ქანის მოცულობა, მით უფრო ზუსტი შედეგები მიიღება. მოთხოვნის შესაბამისად ბუნებრივი ქანობის კუთხე შეიძლება განისაზღვროს მშრალი და სველი ქვიშებისათვის.

ლაბორატორიული გზით ბუნებრივი ქანობის კუთხის განსაზღვრისათვის საჭიროა გვექონდეს $10 \times 20 \times 30$ სმ ზომის სწორკუთხა ფორმის ბატარეის ქილა, ტრანსპორტირი ანდა დანაყოფებიანი სახაზავი.

**მშრალი კვიშის ბუნებრივი ქანობის კუთხის განსაზღვრის
თანაბრმდებრობა**

1. სწორკუთხა ფორმის ქილაში, რომელიც დგას 45° -ით წიბოზე (ნახ. V—58), ყრიან საკვლევ ქვიშას ისე, რომ მისი ზედაპირი იყოს პორიზონტალური.

2. შემდეგ ბატარეის ქილას დგამენ ნორმალურ მდგომარეობაში, ე. ი. ფსკერზე, რამდენიმე ხნის განმავლობაში დასტოვებენ მშვიდად.

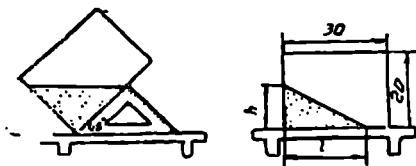
3. ქვიშის ჩამოშლის დამთავრების შემდეგ ტრანსპორტირის საშუალებით საზღვრავენ ბუნებრივი ქანების კუთხეს ანდა ფერდოს სიმაღლისა და სიგრძის გაზომვით, სახაზავის საშუალებით და კუთხის გათვლით

$$\text{ფერ} = \frac{h}{l},$$

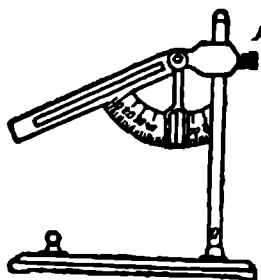
სადაც h არის ფერდოს სიმაღლე;

l — ფერდოს სიგრძე.

ყ კუთხეს საზღვრავენ ტანგენსების ცხრილით. ქვიშის ბუნებრივი ქანობის კუთხე ქილაში შეიძლება გაიზომოს ბ. ოსტროუმოვის კონსტრუქციის ეკლიმეტრით (ნახ. V—59). ეკლიმეტრს მიადკავენ ქილას, სამიზნე.



ნახ. V—58. ქვიშოვანი ქანების ბუნებრივი ფერდოს კუთხის განსაზღვრა.



ნახ. V—59. ბუნებრივი ფერდოს კუთხის საზომი ბ. ოსტროუმოვის კონსტრუქციის ეკლიმეტრი.

ბელ სახაზავს მიმართავენ ქანების გასწვრივ. შეეულის მიხედვით ტრანსპორტირზე კითხულობენ ქანობის დახრის კუთხეს.

4. ცდას იმეორებენ სულ ცოტა სამჯერ, რის შედეგადაც საზღვრავენ ბუნებრივი ქანობის საშუალო არითმეტიკულ მნიშვნელობას.

სველ მდგომარეობაში მყოფი მკვლელობის ბუნებრივი ქანობის კუთხის განსაზღვრის თანამიმდევრობა

1. ბატარეის ქილაში, რომელიც დგას 45°-ით წიბოზე, ყრიან გამოსაცდელ ქვიშას ისე, რომ მისი ზედა ზედაპირი პორიზონტალური იყოს.

2. ქვიშას აფარებენ ქალაღს ქილის წყლით გავსებისას გარეცხვისაგან დასაცავად.

3. ქილაში ფრთხილად ასხამენ წყალს, რის შედეგადაც ქალაღს ნელა იღებენ ქილიდან.

4. ქვიშის წყლით სრული გაჭერებისას ბატარეის ქილას ფრთხილად დგამენ ფსკერზე და ასე მშვიდად ამყოფებენ რამდენიმე წუთს, რის შედეგადაც საზღვრავენ ქვიშის ბუნებრივი ქანობის კუთხეს იმ ხერხით, რომელიც ზემოთ არის აღწერილი.

კონტროლისათვის ქვიშიან ქილას მშვიდ მდგომარეობაში ამყოფებენ 10—14 საათს, რის შედეგადაც ხელახლა აწარმოებენ გაზომვას.

5. ცდას იმეორებენ სულ ცოტა სამჯერ, როგორც მშრალ მდგომარეობაში მყოფი ქვიშის გამოცდის დროს.

საპონტროლო კითხვები

1. მოკვეციტ ზოგადი განმარტებები ქანების მექანიკური თვისებების შესახებ.
2. რა მაჩვენებლები ახასიათებს ქანების სიმტკიცეს?
3. რომელი მაჩვენებლები ახასიათებს ქანების დეფორმაციულ თვისებებს?
4. აღწერეთ ქანების დრეკადობის მოდულის, საერთო დეფორმაციის მოდული-სა და განივი ქანების კოეფიციენტის განსაზღვრა ერთდერძა კუმშვისას.
5. მოკვეციტ მექანიკურ და პიდრავლიკურამპრავიანი გამოსაცდელი მანქანების მუშაობის პრინციპული სქემა.
6. როგორ გამოვთვალოთ კუთრი დატვირტვა ნიმუშზე, რომელიც გადაეცემა ბერკეტიანი წნეხით.
7. რა ხელსაწყობი გამოიყენება ქანების გრძივი და განივი დეფორმაციების გასაზომად მათი კუმშვაზე და ძვრაზე გამოცდისას.
8. წინაღობის გადამწოდების ჩართვის სქემა დეფორმაციის ელექტროტენზომეტრული მეთოდით გაზომვისას.
9. ქანების გამოცდის შედეგების დიაგრამა ერთდერძა კუმშვისას ერთი, ორი და სამი ციკლის დროს.

10. რაში მდგომარეობს ქანების ლეფორმატიულობის კვლევის დანამიყურა მე-
თოდის არსი?

11. რითი განსხვავდება ულტრაბგერითი გახმოვანების მეთოდი განივი და პარ-
ფილების მეთოდისაგან?

12. აღწერეთ ქანების გვერდითი წნევის განსაზღვრის მეთოდი.

13. ქანების გვერდითი წნევის და ვერტიკალური დატვირთვის დამოკიდებულე-
ბის გრაფიკი.

14. კომპრესიული მრუდი და მისი დამახასიათებელი პარამეტრები.

15. ქანების კომპრესიული გამოცდის თანამიმდევრობა.

16. კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყოების მოწყობილობის სქემა.

17. ქანების ფორიანობის კოეფიციენტის განსაზღვრა კომპრესიული გამოც-
დის დროს.

18. როგორ განისაზღვრება ეფექტური დატვირთვა კომპრესიული გამოცდისას?

19. როგორ აიგება ქანების კონსოლიდაციის მრუდები კომპრესიულობის გამოც-
დისას?

20. რა მონაცემების საფუძველზე შეიძლება ვიმსჯელოთ ქანების მდგომარეო-
ბაზე კომპრესიული გამოცდის შედეგების მიხედვით?

21. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ლეფორმატიის მოდელის განსაზღვრა კომპ-
რესიული გამოცდის შედეგების მიხედვით.

22. ლიონების ჩაჯდომის განსაზღვრა კომპრესიული გამოცდის მონაცემებით.

23. როგორ განისაზღვრება თიხოვანი ქანების გაჭირვება?

24. ქანების სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდი: უროებითი წინაღობით კემ-კ-ზე.

25. ქანების სიმტკიცის განსაზღვრა თანაღერძა პუნსონების მეთოდით.

26. რა მოწყობილობაა აუცილებელი ქანების სიმტკიცის განსაზღვრისათვის
დროებით წინაღობაზე გაკვივისას?

27. რაში მდგომარეობს ქანების გავლუჯაზე სიმტკიცის განსაზღვრის არსი გახ-
ლეჩის მეთოდით?

28. აღწერეთ ВНИМИ-ის ხელსაწყოს მოწყობილობა ქანების გამოცდისათვის
არაპირდაპირ ძერაზე.

29. რა სქემები გამოიყენება ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების წინაღობის შესას-
წავლად ძერაზე?

30. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცის კვლევისათვის მკრელი ხელ-
საწყოების მოწყობილობა.

31. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ძერის წინაღობის დიაგრამის აგება.

32. 6. მასლოის მეთოდით თიხოვანი ქანების გამოცდა ძერაზე.

33. აღწერეთ სტაბილომეტრების მოწყობილობა და მათი დანიშნულება.

34. როგორ განისაზღვრება ღერძული და გვერდითი წნევა სამღერძა გამოც-
დისას?

35. როგორ იზომება ქანების გრძივი და განივი ლეფორმატიები სამღერძა გა-
მოდისას?

36. ქანზე ძაბვების გადაცემის სქემები A და B ტიპის სტაბილომეტრებზე.

37. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ზღერული ძაბვების დიაგრამები ძერაზე.

38. პენტრაციული გამოცდის ხელსაწყოს სქემა.

39. ქვიშების ბუნებრივი ქანობის კუთხის განსაზღვრა.

40. ქანების ნიშნის აუცილებელი ზომები მათი შექანიყური თვისებების კვლე-
ვისათვის.



**ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების
ლაბორატორიული განსაზღვრის უძველესი
სტატისტიკური დაგეგმვის მეთოდითა**

§ 1

ზოგადი ცნობები

ქანის თითოეულ თვისებას გამოხატავენ და აფასებენ გარკვეული მაჩვენებლებით. იმის მიხედვით, თუ ქანების როგორი თვისებები განიხილება, შეიძლება გავარჩიოთ მათი ფიზიკური, წყლოვანი და მექანიკური მაჩვენებლები (ლომთაძე, 1970).

ქანების სიზრქის, შრის, დასტის, ზონის ანდა სახესხვაობის ლაბორატორიული კვლევის დროს ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესახებ მსჯელობენ გარკვეული წესით შერჩეული ცალკეული ნიმუშებისა და სინჯების გამოცდათა მონაცემების მიხედვით. ასეთი გამოცდის დროს ყოველი დაკვირვების, გამოცდისა და გაზომვის მონაცემები შეაქვთ გარკვეული ფორმის ჟურნალში, ხოლო საბოლოო შედეგი — ჯამურ ცხრილში ანდა პერფორატში (იხ. დანართი 3 და 4).

არ შეიძლება ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შეფასება ერთეული გამოცდის, განსაზღვრის ან გაზომვის საფუძველზე, რადგან თვისებების მიხედვით ქანები ამა თუ იმ ხარისხით არაერთგვაროვანია. მათი შედგენილობა, აღნაგობა და თვისებები იცვლება წერტილიდან წერტილამდე. ბევრი მათგანი ანიზოტროპულია, ე. ი. მათი თვისება სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაა, ამიტომ ქანების სრულყოფილი და საიმედო დახასიათებისათვის აწარმოებენ მათი თვისებების მრავალრიცხოვან შესწავლას ლაბორატორიულ და საველე პირობებში. თითოეული ჯამური უწყისი ანდა პერფორატით გვაძლევს კრების ცნობას ქანების სხვადასხვა თვისებათა მონაცემებისა. ისინი განსაზღვრულია ცალკეულ ნიმუშებზე, რომლებიც ახასიათებენ ქანის თვისებებს შრის, დასტის და ზონის სხვადასხვა წერტილში. ამ მონაცემების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მათი უტყუარობის და საიმედოობის ხარისხი და დავახასიათოთ ამა თუ იმ სიზრქის, შრის, დასტის, ზონის ქანთა თვისებები.

მასობრივ განსაზღვრათა განზოგადება და ანალიზი შეუძლებელია მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებისა და ალბათობის თეორიის გამოყენების გარეშე. ასეთი მეთოდების გამოყენება მოითხოვს ქანების გეოლოგიური ერთგვაროვნების წესის მკაცრ დაცვას, გენეტიკური, სტრატეგრაფიული და პეტროგრაფიული თვალსაზრისით. ეს ნიშნავს, რომ განზოგადებული და საანგარიშო მაჩვენებლები უნდა გამოვთვალოთ შემდეგნაირად:

1. ქანის თითოეული სახესხვაობისათვის, რომლებიც არსებითად განსხვავდება გეოლოგიურ ჭრილში თავისი სტრატეგრაფიული, პეტროგრაფიული ნიშნებისა და სამშენებლო თვისებების მიხედვით, შრის სიმძლავრისა და გავრცელებისაგან დამოუკიდებლად, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სამშენებლო თვისებების მიხედვით არსებული სუსტი ქანების გამოყოფას;

2. თხელშრებრივი ქანების მძლავრ სიზრქეებში (მაგალითად, ლენტისებური თიხები) საჭიროა გამოიყოს სიზრქეების ერთგვაროვანი მორიგეობით, რომლებიც ერთნაირია ანდა ახლოსაა შედგენილობისა და მდგომარეობის მიხედვით.

3. პეტროგრაფიულად ერთგვაროვანი მძლავრი სიზრქეებიდან საჭიროა გამოიყოს ცალკეული ზონები და ქვეზონები, რომლებიც განსხვავდება ფიზიკური მდგომარეობით, ე. ი. ტენიანობის ხარისხით, სიმკვრივით, გამოფიტვით, ნაპრალოვნებით, წყალგაცემითა და სხვა მაჩვენებლებით. ამის გამოა, რომ მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენების დროს არ შეიძლება გაერთიანდეს ერთ სტატისტიკურ ერთობლიობაში მონაცემები ქანების თვისებებზე, რომელთა მაჩვენებლები კანონზომიერად იცვლება გავრცელების, შრის, ზონის, ანდა დასტის სისქის მიხედვით.

მათემატიკური სტატისტიკის საფუძვლები მოციმულია შემდეგ შრომებში (ვ. რომანოვსკი 1938, ა. დლინი. 1949, 1951; ი. გ. ვენეცკი და გ. ს. კილიძევი, 1956; ნ. სმირნოვი და ი. დუნინ-ბარკოვსკი, 1965 და სხვ.). ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების სტატისტიკური დამუშავების მეთოდთა პირველად სრულად განიხილა ნ. კოლოშენსკიმ (1956, 1968, 1969). იგი მოყვანილია აგრეთვე ქანების კვლევების კამერალური დამუშავების ჰიდროპროექტის მეთოდურ სახელმძღვანელოში (1964), მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური შესწავლის მეთოდურ მითითებებში, ტომი 2 (1968) და ლომთაძის სახელმძღვანელოში (1970) „საინჟინრო გეოლოგია“; I ნაწილი „საინჟინრო პეტროლოგია“.

ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებათა მაჩვენებლების
ნორმალური განაწილება

თუ დავიცავთ გეოლოგიურ ერთგვაროვნების პრინციპს და ცალკეული შრიდან, დასტიდან ანდა ზონიდან ავიღებთ უსასრულოდ დიდი რაოდენობის ნიმუშებს და გამოვცდით მათ, მივიღებთ ამ თვისებათა მაჩვენებლების უსასრულოდ დიდ რიცხვს. მათემატიკურ სტატისტიკაში და ალბათობის თეორიაში მაჩვენებელთა ასეთ უსასრულოდ დიდ ერთობლიობას ეწოდება გენერალური. გენერალური ერთობლიობის მახასიათებელი შესაბამისად იწოდება გენერალურად.

ცხრილი VI—1

ქვიშაქვების მოცულობითი წონის შედეგები

| ნიმუშის ნომერი | ვაზომის შედეგები, 0-2 გ/სმ ³ | ნიმუშის ნომერი | ვაზომის შედეგები, 10 ⁻² გ/სმ ³ | ნიმუშის ნომერი | ვაზომის შედეგები, 10 ⁻² გ/სმ ³ | ნიმუშის ნომერი | ვაზომის შედეგები 10 ⁻² გ/სმ ³ |
|-------------------|---|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|---|
| 1 | 228 | 11 | 234 | 21 | 242 | 31 | 233 |
| 2 | 241 | 12 | 232 | 22 | 247 | 32 | 231 |
| 3 | 245 | 13 | 236 | 23 | 243 | 33 | 245 |
| 4 | 239 | 14 | 236 | 24 | 231 | 34 | 230 |
| 5 | 237 | 15 | 240 | 25 | 238 | 35 | 248 |
| 6 | 238 | 16 | 240 | 26 | 231 | 36 | 236 |
| 7 | 247 | 17 | 251 | 27 | 231 | 37 | 239 |
| 8 | 240 | 18 | 246 | 28 | 241 | 38 | 230 |
| 9 | 233 | 19 | 241 | 29 | 22 | 39 | 237 |
| 10 | 233 | 20 | 235 | 30 | 234 | 40 | 234 |

ლაბორატორიული და საველე კვლევების დროს არ შეიძლება ავიღოთ უსასრულოდ დიდი რაოდენობის ნიმუში (სინჯი) და ვაწარმოოთ უსასრულოდ დიდი რაოდენობის განსაზღვრა. ამის გამო შეუძლებელია დავადგინოთ მათი გენერალური სტატისტიკური მახასიათებლები. ასეთი კვლევების დროს უნდა ვაწარმოოთ მხოლოდ გარკვეული რაოდენობის განსაზღვრა და ქანის თვისებათა ვაზომვა ნიმუშებზე (სინჯებზე), რომლებიც რაციონალურადაა აღებული თითოეული შრიდან, დასტიდან, ზონიდან და სახესხვაობიდან. მათემატიკურ სტატისტიკაში სინჯების ასეთი შეზღუდული რაოდენობის ერთობლიობას რომელიც აღებულია გენერალური ერთობლიობისგან, ეწოდება შერჩევითი ანდა უბრალოდ შერჩევა.

ლაბორატორიული კვლევის შედეგად მიღებული ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მაჩვენებლების დამუშავების დროს ყო-

ველთვის გვაქვს საქმე შერჩევასთან, რომელიც სისტემატიზებულია თითოეული შრის, წყების, ზონის ან სხვადასხვაობისათვის ჯამურ უწყისში ანდა პერფორაქტში. შერჩევის მოცულობა შეიძლება იყოს ათეული, ასეული და ზოგჯერ ათასეულიც, იმისაგან დამოკიდებულებებით, თუ როგორ ნაგებობასთან გვაქვს საქმე და როგორი დეტალურობით უნდა შევისწავლოთ იგი. როგორც ნ. კოლომენსკი მიუთითებს, შერჩევის რიცხვი თუ 30-ზე მეტია, მას პირობითად დიდს უწოდებენ, ხოლო 30-ზე ნაკლებს — მცირეს.

ქანების თვისებების განსაზღვრის შედეგების სტატისტიკური დამუშავებისას ჩვეულებრივ დგას საკითხი, რომ შერჩევით მიღებული მონაცემებით მიახლოებით შეფასდეს გენერალური ერთობლიობა.

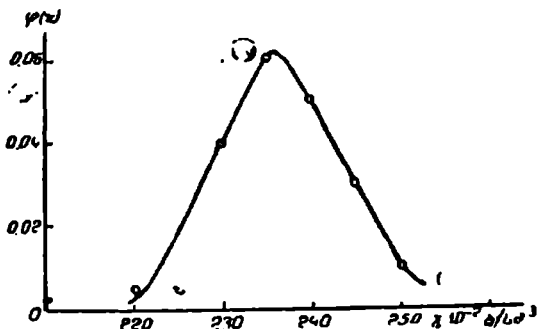
წარმოვიდგინოთ ასეთი მაგალითი, რომ განსაზღვრულია ქვიშაქვის მოცულობითი წონა 40 ნიმუშისათვის (ე. ი. შერჩევა $n = 40$) და რომ ამ განსაზღვრის შედეგები მოცემულია VI—2 ცხრილში. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ქვიშაქვის მოცულობითი წონა იცვლება სიდიდის მიხედვით ანდა, როგორც ამბობენ, განიცდის ვარიაციას. ამიტომ განსაზღვრის მთელ ერთობლიობას უწოდებენ ვარიაციულ რიგს.

ცხრილი VI—2

მონაცემების დაჯგუფება და მათი დამუშავება

| ინტერვალის ნომერი | ინტერვალ. Δ | ინტერვალის შუალედი, x_i | სიხშირე n_i | შემთხვევა. $R_i = \frac{n_i}{n}$ | $\varphi(x_i) \approx \frac{R_i}{\Delta x}$ ($\Delta x = 5$) | დატოვებული შემთხვევები, $\sim \Phi(x_i)$, % |
|-------------------|--------------------|---------------------------|---------------|----------------------------------|--|--|
| 1 | 217,5—222,5 | 220 | 1 | 0,025 | 0,005 | |
| 2 | 222,5—227,5 | 225 | 1 | 0,025 | 0,005 | |
| 3 | 227,5—232,5 | 230 | 4 | 0,100 | 0,010 | 5 |
| 4 | 232,5—237,5 | 235 | 12 | 0,300 | 0,060 | 25 |
| 5 | 237,5—242,5 | 240 | 10 | 0,250 | 0,050 | 55 |
| 6 | 242,5—247,5 | 245 | 6 | 0,150 | 0,030 | 80 |
| 7 | 247,5—252,5 | 250 | 2 | 0,050 | 0,010 | 95 |

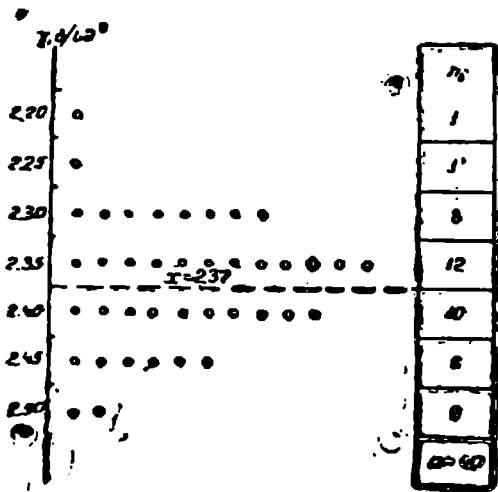
მიღებულ n მნიშვნელობებს დავაჯგუფებთ Δx თანაბარ ინტერვალებად VI—2 ცხრილში, სადაც ჩვეწერით ყოველ ინტერვალში x -ის მოხვედრის სიხშირეებს და შესაბამის ფარდობით $k_i = n_i/n$ სიხშირეებს. VI—2 ცხრილი ახასიათებს ქვიშაქვის მოცულობითი წონის მნიშვნელობების განაწილებას განსახილველ შერჩევაში. k_i ფარდობითი სიხშირე წარმოადგენს ინტერვალში x სიდიდის მოხვედრის P_i ალბათობის მიახლოებით მნიშვნელობას. ვინაიდან შემთხვევითი სიდიდის მოხვედრის ალბათობა ნებისმიერ dx მცირე ინტერვალში ამ უქანასკნელის სიდიდის პროპორციულია, ამიტომ მცირე Δx ინტერვალისათ-



ნახ. VI—1. ქვიშაქვების მოცულობითი წონის მნიშვნელობათა განაწილების სიმკვრივის გრაფიკი.

ვის შეიძლება მიახლოებით ჩავთვალოთ, რომ $P_i \approx f(x_i) \Delta x$ ფუნქცია $f(x)$ იწოდება შემთხვევითი სიდიდის შესაძლო განაწილების სიმკვრივად. იგი ახასიათებს განსაზღვრების ფარდობით რიცხვს, რომელიც ხვდება თითოეული მცირე მონაკვეთის Δx ერთეულ სიგრძეზე,

$$f(x_i) \approx \frac{P_i}{\Delta x} \approx \frac{k_i}{\Delta x}.$$



შევაფასებთ რა, ე. ი. ამრიგად მიახლოებით განვსაზღვრავთ რა $f(x_i)$ მნიშვნელობებს და ზივაკაუნებთ მათ შესაბამისი ინტერვალების შუა წერტილებს. ავადებთ ქვიშა-ქვების მოცულობითი წონის $f(x)$ მნიშვნელობათა განაწილების გრაფიკს, რომელიც განსახილველი მაგალითისათვის ბოცერჯლია VI—1 ნახაზზე. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრის შედე-

ნახ. VI—2. ქვიშაქვების მოცულობითი წონის მნიშვნელობათა განაწილების (გაზნევის) გრაფიკი.

რომელიმე x მნიშვნელობის განაწილებას გამოხატავენ გაბნევის გრაფიკის სახით (წერტილოვანი დიაგრამები), რომლის აგების ხერხი ნაჩვენებია VI—2 ნახაზზე.

x ფიზიკური სიდიდეების განაწილების გრაფიკები (ნახ. VI—1 და VI—2) ახასიათებენ მათ შესაძლო მნიშვნელობებს მოცემულ შერჩევაში, აგრეთვე ალბათობებს, რომლებითაც ეს სიდიდეები შეიძლება გამოვლინდეს. გრაფიკების აგებისათვის საჭირო პრაქტიკულ მომენტს წარმოადგენს ინტერვალის დაჯგუფების შერჩევა. ერთი მხრივ, უნდა ვეცადოთ მისი შემცირება, რადგან ალბათობის სიმკვრივე $f(x)$ წარმოადგენს განაწილების კანონის დიფერენციალურ მახასიათებელს. მეორე მხრივ, დაჯგუფების ინტერვალის მეტისმეტ შემცირებას შერჩევის მცირე მოცულობის დროს მიყვავართ იქამდე, რომ გრაფიკები აღარ არის მღოვრე. ამის გამო, პრაქტიკაში საჭიროა შევარჩიოთ Δx -ის რაიმე ოპტიმალური მნიშვნელობა.

§ 3

ქანაზის ფიზიკურ-მაქანიკური თვისებების ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები

როგორც ცნობილია, მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიიდან ნებისმიერი ვარიაციული რიგის მნიშვნელობათა ნორმალური განაწილება საკმაოდ სრულად ფასდება შემდეგ სტატისტიკური მახასიათებლებით: საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობით, დისპერსიით ანდა, უკეთესია, საშუალო კვადრატული გადახრით და ვარიაციის კოეფიციენტით.

საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც მაჩვენებლის ყველაზე უფრო ტიპური მნიშვნელობა ყველა იმ მნიშვნელობათა შორის, რომლებიც წარმოდგენილია შერჩევაში. სიდიდე ახასიათებს შერჩევაში განაწილების ცენტრს და წარმოადგენს გენერალური საშუალოს შეფასებას (მიახლოებით მნიშვნელობას). შერჩევითი საშუალო წარმოადგენს შრეში, დასტაში, ზონაში, ქანის თვისების განზოგადებულ მაჩვენებელს.

საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობის გამოთვლას ჩვეულებრივ აწარმოებენ ფორმულით

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \pi_i$$

სადაც \bar{x} არის შერჩევის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა;

x_i — დაჯგუფების ინტერვალის საშუალო მნიშვნელობა;

„ — აბსოლუტური სიხშირე;

„ — ფიზიკური სიდიდის განსაზღვრის რიცხვი, რომელიც წარმოადგენს შერჩევის მოცულობას.

ქანის ამა თუ იმ თვისების დასახასიათებლად შრეში, დასტაში ანდა ზონაში, ე. ი. x სიდიდის გაფანტვის ხარისხის ცალკეული (კერძო) განსაზღვრების დასადგენად x საშუალო მნიშვნელობის ირგვლივ გამოიყენება: დისპერსია, საშუალო კვადრატული გადახრა და ვარიაციის კოეფიციენტი.

დისპერსია, ისევე როგორც მათემატიკური მოლოდინი, წარმოადგენს განაწილების გენერალურ მახასიათებელს. იგი ტოლია:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{X})^2 n_i.$$

უღის მონაცემებით შეიძლება გამოვთვალოთ მხოლოდ შერჩევითი დისპერსია. S^2 რადგანაც გენერალური საშუალო ჩვეულებრივ უცნობია, მას ცვლიან შერჩევის საშუალოთი და ფორმულაში შეაქვთ შესწორების კოეფიციენტი $n/(n-1)$ მაშინ S^2 -ის საბოლოო გამოსათვლელი ფორმულა ლებულობს შემდეგ სახეს

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 n_i.$$

დიდი მოცულობის შერჩევის დროს \bar{x} შერჩევის საშუალო ძალიან ახლოს არის გენერალურ საშუალოსთან \bar{X} . ხოლო შემასწორებელი კოეფიციენტი $n/(n-1)$ ახლოსაა.

საშუალო კვადრატული გადახრა (სტანდარტი), ისევე როგორც დისპერსია, წარმოადგენს ცალკეულ მნიშვნელობათა გაბნევის საზომს და გვიჩვენებს, რამდენად დიდია ეს გაბნევა საშუალო მნიშვნელობასთან ახლოს. მნიშვნელობათა გაბნევის, ე. ი. ქანის არაერთგვაროვნების ხარისხის დახასიათებისას ჩვეულებრივ სარგებლობენ მხოლოდ საშუალო კვადრატული გადახრით. იგი გამოითვლება ფორმულით

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 n_i}.$$

საშუალო კვადრატულ გადახრას აქვს იგივე განზომილება, რაც საშუალო არითმეტიკულს. შერჩევაში შემთხვევითი სიდიდის x მნიშვნელობის გაბნევის ხარისხის დახასიათებისათვის საშუალო მნიშვნე-

ნელობის მიმართ სარგებლობენ აგრეთვე უგანზომილებო მახასიათებლით — ვარიაციის კოეფიციენტით, რომელსაც ითვლიან ფორმულით

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

გრაფიკის რიცხვთა ღერძზე x სიდიდის მდგომარეობის მახასიათებლებს წარმოადგენენ აგრეთვე მედიანა და მოდა (ნახ. VI—1 და VI—2).

განაწილების მედიანა არის შემთხვევითი სიდიდის ისეთი მნიშვნელობა, რომელიც შუაზე ყოფს ვარიაციის რიგს (ნახ. VI—1). ფართობი, რომელიც მოთავსებულია $x(r)$ მრუდსა და აბსცისთა ღერძს შორის, იყოფა წრფით $x/2$ შუაზე და გვიჩვენებს, რომ $x/2$ -ზე ნაკლები x მნიშვნელობები გვხვდება ისეთივე ალბათობით როგორც ის მნიშვნელობები, რომლებიც აღემატება

უწყვეტი განაწილების მოდა არის ალბათობის სიმკვრივის $f(x)$ განაწილების მაქსიმუმის წერტილი, ე. ი. x -ის ის მნიშვნელობა, რომელიც ყველაზე უფრო ხშირად გვხვდება შერჩევაში. თუ ქანის თვისებათა რომელიმე მაჩვენებლის განაწილებაში ხშირად გვხვდება შერჩევაში გამოვლენილი ერთზე მეტი მოდა, ეს მიუთითებს ქანის ამ თვისებების არაერთგვაროვნებაზე. თუ განაწილება ერთმოდურია და სიმეტრიული, მაშინ საშუალო მნიშვნელობა, მოდა და მედიანა ერთმანეთს ემთხვევიან.

ქანების თვისებათა საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასებისას შრეში, დასტაში და ზონაში ხშირად აუცილებელია ვიცოდეთ აგრეთვე, რა საზღვრებში იცვლება ესა თუ ის თვისება მინიმალური მნიშვნელობიდან x_{min} მაქსიმალურ მნიშვნელობამდე x_{max} . რაც უფრო დიდია ეს ინტერვალი. მით უფრო არაერთგვაროვანია ქანი მოცემული თვისების მიხედვით. მაქსიმალურ და მინიმალურ მნიშვნელობათა დადგენისას გამორიცხავენ იმ მნიშვნელობებს, რომლებიც განსაზღვრის, გაზომვის და დაკვირვების მთლიანი მასისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან (იხ. თავი 1, § 6). ასეთი უხეში გადახრები არ არის დამახასიათებელი განსაზღვრათა ერთობლიობისათვის, დაკავშირებულია შემთხვევით მინარევებთან, ნიმუშის არასწორად აღებასთან, გაზომვასა და ჩაწერასთან.

მცირე ალბათობებს, რომლებსაც უგულებელყოფენ მასალის დამუშავებისას, უწოდებენ ნიშნადობის დონეს. ჩვეულებრივი სტატისტიკური გაანგარიშების დროს ირჩევენ ნიშნადობის დონეს, რომელიც ტოლია 5%. ამის გამო, თუ ნიშნადობის დონედ მივიღებთ 5%, მაშინ x_{min} -დან x_{max} ინტერვალში უნდა იყოს x ყველა განსაზღვრის 95%. როგორც ცნობილია, ეს შეესაბამება $\bar{x} - 2S$, $\bar{x} + 2S$ ინტერვალს.

ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებათა ლაბორატორიული განსაზღვრის შედეგების სტატისტიკური დამუშავების წესი

1. გეოლოგიური ერთგვაროვნების მიხედვით ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიულ განსაზღვრათა მონაცემები შეაქვთ ჯამურ უწყისში ანდა პერფორატორში თითოეული დასტის ან ზონის სახესხვაობისათვის. თუ ლაბორატორიაში მასალის გამოცდისას ასეთი სისტემატიზაცია არ ხერხდება, მას მიმართავენ მათი დამუშავების დროს. ამის შედეგად ლებულობენ შერჩევას, რომელიც VI—1 ცხრილში ნაჩვენებია მსგავსია. ქანების შრეების, დასტის, ზონის და სხვადასხვაობის გამოყოფა სტრატოგრაფიული გენეტიკური. პეტროგრაფიული აღნაგობის საფუძველზე ხდება გეოლოგის მიერ საველე სამუშაოთა შესრულების დროს, ქანების ფიზიკური მდგომარეობისა და თვისებათა გათვალისწინებით.

2. ქანების ამა თუ იმ თვისებათა მაჩვენებლებს აჯგუფებენ ტოლ x ინტერვალებად ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია VI—2 ცხრილში. ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ განსახილველ მაგალითში გამოყოფილია შვიდი ინტერვალი და ნაჩვენებია ინტერვალების მნიშვნელობა მათი, ს. შ. უალო მნიშვნელობა x_i . აბსოლუტური სიხშირეები n_i . ფარდობითი სიხშირეები n_i/n . განაწილების სიმკვრივეები, ანდა განსაზღვრის ფარდობითი რიცხვი, რომლებიც ხვდება მცირე ინტერვალის ერთეულ სიგრძეზე, ე. ი. $w(x_i)$ და დაგროვილი ფარდობითი სიხშირე $\Sigma_{i=1}^k w(x_i)$.

3. ამრიგად შედგენილი დამხმარე ცხრილის VI—2 მონაცემებით ადგენენ განაწილების გრაფიკს (ნახ. VI—1 და VI—2). ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევის მონაცემების დამუშავებისას მიზანშეწონილია განაწილების გრაფიკები გამოვსახოთ ძირითადად გაბნევის გრაფიკის წერტილიანი დიაგრამების სახით (იხ. ნახ. VI—2). ამ გრაფიკის ორდინატთა ღერძზე შერჩეულ მასშტაბში აღნიშნავენ ქანების თვისებათა მაჩვენებლის მნიშვნელობის ინტერვალებს Δx რომელთა ფარგლებში იწერენ თითოეული ინტერვალის საშუალო მნიშვნელობას x_i აბსცისთა ღერძს სკალა არა აქვს, და თითოეული განსაზღვრის მნიშვნელობა წერტილით ფიქსირდება ჰორიზონტულად თითოეული ინტერვალის ფარგლებში, როგორც უფრო მოსახერხებელია გამოხატვისა და თვალსაჩინოების თვალსაზრისით. აქედან გამომდინარე, გრაფიკზე წერტილთა რაოდენობა შესრულებული განსაზღვრების რაოდენობის ტოლი უნდა იყოს.

ასეთი გრაფიკებიდან ნათლად ჩანს: ა) განსაზღვრების საერთო რიცხვი, რომელიც შეადგენს შერჩევას n , ე. ი. მნიშვნელობათა მა-

სობრიობას, რომელსაც ემყარება ქანების თვისებათა დახასიათება; ბ) ამა თუ იმ თვისების ცვლილებათა შესაძლო ფარგლები; გ) ქანების თვისებათა შესაძლო ცვლილება მოცემულ შერჩევაში და აგრეთვე ალბათობა, რომლითაც ეს მნიშვნელობანი შეიძლება გამოვლინდეს

სიდიდის მნიშვნელობის განმეორების სიხშირე შერჩევაში, ე. ი. მოდალური მნიშვნელობა x_{i0} ; ე) ამა თუ იმ თვისების მიხედვით ქანების ერთგვაროვნების ხარისხი.

4. VI—2 ცხრილის და განაწილების გაბნევის გრაფიკის გამოყენებით (იხ. ნახ. VI—2) ითვლიან სტატისტიკურ მახასიათებლებს. x -ის დ. N -ის გამოსათვლელად გაზომვების დიდი რაოდენობის შემთხვევაში მოსახერხებელია ვისარგებლოთ შემდეგი სქემით. ავირჩევთ რა „პირობით ნულად“ ნებისმიერ x_0 მნიშვნელობას, შევცვლით x მნიშვნელობას, როგორც ნაჩვენებია VI—2 ცხრილში, $-x, -x_1, -x_2$ მნიშვნელობით და ამოვიწეროთ მათ VI—3 ცხრილში. გამოვიტოვოთ ჯამს ამ ცხრილის სამი უკანასკნელი სვეტის მიხედვით, განვსაზღვრაოთ რა Δ -ს ზემოთ მოყვანილი ფორმულის მიხედვით. განსახილველი მაგალითისათვის მივიღებთ:

$$\bar{x} = 230 + \frac{275}{40} \approx 237 \cdot 10^{-2} \text{ გ/სმ}^3 = 2.37 \text{ გ/სმ}^3;$$

$$S = \sqrt{\frac{3675}{40} (230 - 237)^2} \approx 6.4 \cdot 10^{-2} \text{ გ/სმ}^3 = 0.064 \text{ გ/სმ}^3.$$

აქედან ვარიაციის კოეფიციენტი ტოლია

$$V = \frac{0.064}{2.37} \cdot 100 = 2.66\%.$$

ნიშნადობის დონედ თუ მივიღებთ 5%-ს და უგულებელვყოფთ,

ცხრილი VI—3

\bar{x} და S -ის გამოსათვლელად მონაცემების მომზადების სქემა

| x_i | $\Delta x_i = x_i - x_0$ ($x_0 = 230$) | $ \Delta x_i $ | Δx_i^2 | Δx_i^3 |
|-------|---|----------------|----------------|----------------|
| 220 | -10 | 1 | -10 | 100 |
| 225 | -5 | 1 | -5 | 25 |
| 230 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| 235 | 5 | 12 | 60 | 800 |
| 240 | 10 | 10 | 100 | 1000 |
| 245 | 15 | 6 | 90 | 1350 |
| 250 | 20 | 2 | 40 | 800 |
| | ჯამი | 40 | 275 | 3575 |

მცირე კიდურა ალბათობებს, დაეადგენთ, რომ 40 განსაზღვრიდან 38, ე. ი. 95%, გარკვეულად უნდა იმყოფებოდეს $x_{min} = 2.24$ დან $x_{max} = 2.50$ გ/სმ³ ინტერვალში.

ამრიგად, განსახილველი მაგალითისათვის ქვიშაქვების მოცულობითი წონის კვლევის შედეგების დამუშავების შედეგად ვღებულობთ შემდეგ ცნობას. განსაზღვრის რიცხვი "..... 40.

საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა გ/სმ³ 2,37

საშუალო კვადრატული გადახრა, S, გ/სმ³. . . . 0,064

ვარიაციის კოეფიციენტი V 2,66

მინიმალური მნიშვნელობა გ/სმ³ 2,24

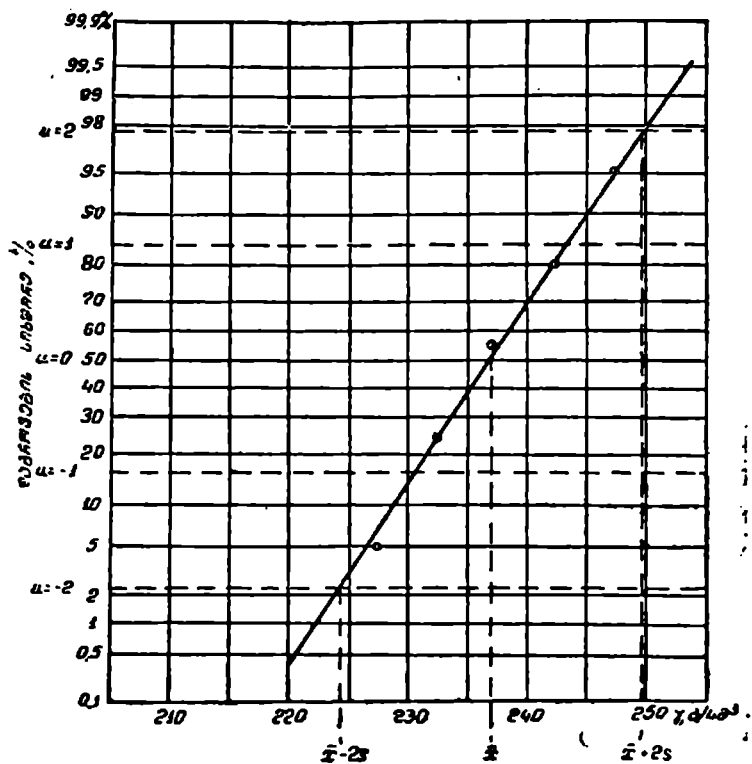
მაქსიმალური მნიშვნელობა - გ/სმ³ 2,50

ქვიშაქვების მოცულობითი წონის მნიშვნელობათა განაწილების ხასიათი მოცემულია VI—2 ნახაზზე. ყველა ეს მონაცემი საშუალებას გვაძლევს დაეადგინოთ ქვიშაქვების მოცულობითი წონის საშუალო განზოგადებული მნიშვნელობა და აგრეთვე მისი ცვალებადობის სიდიდე და ხასიათი.

§ 5

ალბათობის ტრაფარეტის გამოყენება კვლევის შედეგების სტატისტიკური დასუშავებისას

როგორც აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, განაწილების გრაფიკი და სტატისტიკური მახასიათებლები x , x_{min} და x_{max} საკმარის რაოდენობა ახასიათებენ ქანის თავისებურებებს ამა თუ იმ თვისების მიხედვით. კვლევის შედეგების დამუშავებისას ძალიან მოსახერხებელია ალბათობის ტრაფარეტით სარგებლობა (ნ. რაზუმოვსკი 1940) დაგროვებული ფარდობითი სიხშირის განაწილების გრაფიკის ასაგებად და იმის მიხედვით ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლების განსაზღვრა. ამ გრაფიკზე (ნახ. VI—3) აბსცისთა ლერძზე ჩვეულებრივ თანაბარ მასშტაბში გადაზომავენ ქანის საკვლევ ფიზიკური პარამეტრის (ჩვენს შემთხვევაში ქვიშაქვის მოცულობითი წონის) სიდიდეებს. ორდინატთა ლერძზე აჩვენებენ დაგროვილი ფარდობითი სიხშირის მნიშვნელობას, მაგრამ არა თანაბარ მასშტაბში, არამედ მასშტაბში, რომელიც მიღებულია ინტეგრალური ფუნქციის $\Phi(x)$ ფორმულით. ამ ფუნქციას ეწოდება ლაპლასის ფუნქცია, ანუ ალბათობის ინტერვალი. მისი მნიშვნელობები ჩვეულებრივ მოცემულია ცხრილების სახით ყველა კურსში და მათემატიკური სტატისტიკის ცნობარებში. $\Phi(x)$ ზოგიერთი მნიშვნელობა მოცემულია VI—4 ცხრილში.



ნახ. VI—3. ქვიშაქვების მოცულობითი წონის მნიშვნელობათა ფარდობითი სიხშირის განაწილების გრაფიკი ალბათობის ტრაფარეტზე.

ცხრილი VI—4

ალბათობათა ინტეგრალის მნიშვნელობანი

| h | u | $\Phi(u)$ | u | $\Phi(u)$ | u | $\Phi(u)$ | u | $\Phi(u)$ |
|-------|-------|-----------|------|-----------|--------|-----------|------|-----------|
| -3,20 | 0,005 | -1,64 | 0,05 | 3,29 | 0,9945 | 1,64 | 0,95 | |
| -3,00 | 0,001 | -1,28 | 0,10 | 3,00 | 0,999 | 1,28 | 0,90 | |
| -2,70 | 0,003 | -1,00 | 0,16 | 2,70 | 0,997 | 1,00 | 0,84 | |
| -2,58 | 0,005 | -0,84 | 0,20 | 2,58 | 0,995 | 0,84 | 0,60 | |
| -2,34 | 0,010 | -0,52 | 0,40 | 2,33 | 0,99 | 0,52 | 0,70 | |
| -2,00 | 0,028 | -0,85 | 0,40 | 2,00 | 0,977 | 0,25 | 0,60 | |
| -1,96 | 0,025 | -0,00 | 0,50 | 1,96 | 0,975 | | | |

აღბათობის ტრაფარეტზე მისი აგების დროს $\Phi(\mu_1)$ -ს მნიშვნელობის მაგივრად ორდინატთა ლერძზე უჩვენებენ μ მნიშვნელობას (იხ. ცხრ. VI—4), ხოლო ამ მნიშვნელობათა ციფრები შეესაბამება $\Phi(\mu)$ ფუნქციას პროცენტობით. დაგროვილ ფარდობით სინშირეთა განაწილების აგება ტრაფარეტზე მიმდინარეობს შემდეგნაირად. მაგალითად, VI—1 ცხრილში მოყვანილი შერჩევისათვის დაგროვილი ფარდობითი სინშირეები პროცენტობით ამოწერილია VI—2 ცხრილში. დაგროვილი ფარდობითი სინშირის მნიშვნელობებს მივაკუთვნებთ რა დაჯგუფებათა ინტერვალების ზედა საზღვრებს (227,5; 232,5; 237,5 და ა. შ.), დავიტანთ წერტილებს $\Phi(x_i + 0,5 \Delta)$ აღბათობის ტრაფარეტზე (ნახ. VI—3). ტრაფარეტზე დატანილ წერტილებზე გავატარებთ რა სწორ ხაზს, მოვძებნით წერტილს $\mu = -2,4 = 0,4 = 2$ კოორდინატებით. ამ წერტილთა აბსცისები შესაბამისად ტოლია $\bar{x} - 2S$, $\bar{x} + 2S$ (224.237 და 250 განსახილველი მაგალითისათვის). მივიღებთ რა ამ შედეგებს, მაშინვე განვსაზღვრავთ $\bar{x} = 237$ და $S = 1/4(250 - 224) \approx 6.5$. რადგან $(\bar{x} - 2S) / \bar{x} + 2S$ დიაპაზონში ხედება მიახლოებით x -ის ყველა მნიშვნელობის 95%, ამიტომ მივიღებთ რა ნიშნადობის დონედ $\mu = 5\%$, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ აღნიშნულ კვლევაში $x_{0.05} = 224$, $x_{0.95} = 250$.

ამრიგად, ავაგებთ რა აღბათობის გრაფიკზე დაგროვილ ფარდობით სინშირეთა გრაფიკს, შეიძლება სწრაფად და უბრალოდ მივიღოთ ნორმალური განაწილების პარამეტრების შეფასება.

გრაფიკი საშუალებას გვაძლევს აგრეთვე შევაფასოთ განაწილების სიახლოვე ნორმალურთან. აღნიშნოთ $D_{0.05}$ დაგროვილ ფარდობით სინშირეთა სხვაობა თეორიულ და ემპირიულ განაწილებას შორის. VI—3 ნახაზზე ემპირიულ განაწილებას შეესაბამება ტრაფარეტზე დატანილი წერტილები, ხოლო თეორიულს — გველებული სწორი. $D_{0.05}$ მოცემულ შემთხვევაში ქვედა წერტილში შეინიშნება $D_{0.05} \approx 2,3\%$.

ნორმალურ განაწილებათა სიახლოვის შესაფასებლად გამოიყენება არა თვითონ $D_{0.05}$ პარამეტრი, არამედ კოლმოგოროვის კრიტერიუმი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით $\lambda = D_{0.05} \sqrt{n}$ ჩვენს მაგალითში $\lambda = 0,023 \sqrt{40} \approx 0,14$. თუ აღმოჩნდება, რომ λ აღემატება λ_a ს ზოგიერთ მნიშვნელობას, მაშინ თვლიან, რომ ემპირიული განაწილება თეორიულს ეწინააღმდეგება. λ_a მნიშვნელობა ნიშნადობის ზოგიერთი α დონისათვის (პროცენტობით) შემდეგია:

| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| α | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| λ | 1,224 | 1,358 | 1,517 | 1,627 | 1,731 | 1,950 |

ჩვენს მაგალითში ნიშნადობის ღონედ მიღებულია 5%. ამის გამო, $\lambda_2 = 1,358$ ო. ამრიგად, განსახილველი განაწილება ნორმალურს არ ეწინააღმდეგება.

ყველა ზემოთ აღნიშნული გვიჩვენებს, თუ რამდენად ხელსაყრელია დასამუშავებლად ექსპერიმენტული მონაცემები, რომლებიც ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონს. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებისას უმეტესად საქმე გვაქვს ნორმალურ და ლოგარითმულ განაწილებასთან. ნორმალური განაწილება გვხვდება მაშინ, როდესაც x სიდიდის შემთხვევითი გადახვევები მისი მათემატიკური მოლოდინისაგან წარმოადგენს მრავალი ერთნაირი შემთხვევითი მიზეზის შედეგს. ლოგარითმული ნორმალური განაწილება გვხვდება მაშინ, როდესაც შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობის გაბნევა იზრდება x -ის ზრდასთან ერთად (მაგალითად, ქანის სიმტკიცე და წყალშედლწვეადობა შეიძლება გაიზარდოს რამდენიმე რიგით). ასეთი შემთხვევითი სიდიდის განსაზღვრის შედეგების დასამუშავებლად მოსახერხებელია დაგროვილ ფარდობით სიშხირეთა გრაფიკის აგება ალბათობის ტრაფარეტზე, რომელსაც აქვს ლოგარითმული მასშტაბი აბსცისთა ღერძზე.

§ 6

საანგარიშო მაჩვენებელთა დაწესება

საანგარიშო მაჩვენებელთა დასადგენად მეტწილად აზუსტებენ განზოგადებულს, ხოლო შემდეგ შეაქვთ მასში შესაბამისი შესწორებანი. აქ აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ საანგარიშო მაჩვენებლებს საზღვრავენ არა ზოგადად, არამედ მხოლოდ კონკრეტული ნაგებობის (ან ერთი ტიპის ნაგებობათა ჯგუფის) დაპროექტებასა და მშენებლობასთან დაკავშირებით თითოეული შრის, დასტის, ზონისა და ქანების სხვადასხვაობისათვის, რომელიც შერჩეულია ბუნებრივ ფუძედ, ანდა ნაგებობის მასალად. განხილული საკითხის ასეთი ხარისხით შესწავლა იწყება მაშინ, როდესაც პროექტის დამუშავება და საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის დეტალურობა აღწევს გარკვეულ ღონეს. ამ მომენტამდე გამოთვლებს აქვთ, როგორც წესი, წინასწარი ხასიათი და მათთვის გამოიყენება განზოგადებული მაჩვენებლები. ყველაფერი ეს პოითხოვს სათანადო სიფრთხილეს საანგარიშო მაჩვენებელთა დაწესებაში, რათა გარანტირებულად დავადწიოთ თავი შესაძლო შეცდომებს ნაგებობათა მდგრადობის შეფასებაში და ამავე დროს სამშენებლო სამუშაოთა ზედმეტი მოცულობის შესრულებას.

შენობის ბუნებრივი ფუძის დაპროექტებისას სამშენებლო ნორმე-
ბი და წესები მოითხოვენ საანგარიშო მაჩვენებელთა დადგენას, გან-
ზოგადებულ მაჩვენებელში შეტანილი იქნეს შესწორება ქანების არა-
ერთგვაროვნებაზე

$$R_{\text{საანგ}} = R_{\text{საან}} \pm S.$$

სადაც $R_{\text{საანგ}}$, არის საანგარიშო მაჩვენებლის მნიშვნელობა;

$R_{\text{საან}}$ — საშუალო განზოგადებული მაჩვენებლის მნიშვნელობა
(x შერჩევის საშუალო);

S — საშუალო კვადრატული გადახრა — სტანდარტი.

ქანების არაერთგვაროვნებასთან დაკავშირებით საანგარიშო მნიშ-
ვნელობად რეკომენდებულია მიღებულ იქნეს საშუალო, შემცირებუ-
ლი ან გადიდებული ერთი სტანდარტით — გადასაქრელ ამოცანასთან
დაკავშირებით. მაგალითად, წყლის მოდენის განსაზღვრისას სამშენებ-
ლო გამონამუშევრებში ფილტრაციის კოეფიციენტის საანგარიშო
მნიშვნელობა უნდა გავზარდოთ, ხოლო წყალმომარაგების საკითხების
გადაწყვეტისას წყლის მოდენის გაანგარიშებისათვის წყალმიმღებში
იგი უნდა შევამციროთ.

ცალკეული მსხვილი ნაგებობის დაპროექტებისა და სხვადასხვა-
გვარი სპეციალური ამოცანის გადაწყვეტისას (მაგალითად, მეწყურ-
ების, ფერდობების მდგრადობის შესაფასებლად და სხვ.) საანგარიშო
მაჩვენებლებს ხშირად ადგენენ საშუალო მაქსიმალური და მინიმალურ
სტატისტიკური მაჩვენებლებით, ანდა სარწმუნო ზღვრებით. საშუ-
ალო მინიმალურ და მაქსიმალურ მნიშვნელობათა ხმარების არსი შემ-
დეგში მდგომარეობს. საზღვრავენ ქანის თვისების მაჩვენებლის შესაძ-
ლო ცვლილებათა ინტერვალს მოცემული ნიშნადობის α დონეზე
(იხ. ზემოთ). უგულებელყოფენ რა მცირე ალბათობებს. ადგენენ მი-
ნიმალურ და მაქსიმალურ მნიშვნელობებს განსახილველი ერთობლიო-
ბისათვის და შემდეგ ითვლიან საშუალო მაქსიმალურ და საშუალო
მინიმალურ მნიშვნელობას

$$x_{\text{საანგ max}} = \frac{\bar{x} + r_{\text{max}}}{2}; \quad x_{\text{საანგ min}} = \frac{\bar{x} + x_{\text{min}}}{2}.$$

ამათგან ერთ-ერთს, გადასაწყვეტი ამოცანისაგან დამოკიდებულე-
ბით, მიიღებენ როგორც საანგარიშოს.

სარწმუნო ზღვრების მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში.
შერჩევის საშუალო \bar{x} წარმოადგენს გენერალური \bar{X} საშუალოს შე-
ფასებას. იმისათვის, რომ ეს შეფასება იყოს უფრო ზუსტი, აუცილე-

ბელია დავადგინოთ \bar{X} -ის შესაძლო მნიშვნელობათა საზღვრები ანდა, თუ ვიტყვით უფრო მკაცრად, რომელი ინტერვალის საზღვრებში $(\bar{x}-\varepsilon, \bar{x}+\varepsilon)$ იყოს \bar{X} მოცემული აობათობის $P=1-\alpha$ დროს. ამ ალბათობის მნიშვნელობას ჩვეულებრივ მიიღებენ 0,90, 0,95, 0,99-ის ტოლად, გადასაწყვეტი ამოცანისაგან დამოკიდებულებით მიღებული ნიშნადობის დონით $\alpha \cdot P = 1-\alpha$ ს უწოდებენ სარწმუნო ალბათობას ანუ საიმედოობას, $(\bar{x}-\varepsilon, \bar{x}+\varepsilon)$ ინტერვალს სარწმუნო ინტერვალს, ხოლო $\bar{x}-\varepsilon$ და $\bar{x}+\varepsilon$ საზღვრებს სარწმუნო საზღვრებს ანდა ზღვრებს, სადაც ε გენერალური საშუალოს განსაზღვრის სიზუსტეა.

სარწმუნო ზღვრები უნდა დადგინდეს მათი საიმედოობის გარკვეული გარანტიით. აქედან გამომდინარე, ისინი უნდა იყვნენ გარანტირებული საზღვრები, რომელთაგან ერთ-ერთი უნდა პასუხობდეს \bar{X} მნიშვნელობის შესაძლო მინიმუმს, მეორე კი — შესაძლო მაქსიმუმს

$$\bar{x}-\varepsilon < \bar{X} < \bar{x}+\varepsilon.$$

ამ ზღვართაგან ერთ-ერთი შეიძლება იყოს საანგარიშო მნიშვნელობა, რომელიც დაზღვეულია შეცდომისაგან.

სიდიდის ნორმალური განაწილებისას სარწმუნო საზღვრების შეფასებას ახდენენ სტუდენტის t კრიტერიუმის განაწილებით. ეს განაწილება დამოკიდებულია ორი პარამეტრისაგან: $f = n - 1$ და t f -ს მნიშვნელობა მოცემულია VI—5 ცხრილში, როცა $P = 0.9, 0.95, 0.99$. ვისარგებლეთ რა ამ ცხრილით, მოცემული n და P მნიშვნელობისათვის შეიძლება განვსაზღვროთ t და შემდეგ გამოვთვალოთ ε მნიშვნელობა შემდეგი გამოსახულებებით.

მცირე შერჩევისათვის ($n < 30$)

$$\varepsilon = t_{s_n} = t \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}};$$

დიდი შერჩევისათვის ($n > 30$)

$$\varepsilon = t_{s_0} = t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}},$$

სადაც s_0 — საშუალო კვადრატული გადახრაა სიდიდისა და x -დან, დავუბრუნდეთ მაგალითს, რომელიც ზემოთ განვიხილეთ. ქვიშაქვების მოცულობითი წონის გასანაწილებლად დავადგინეთ მისი სიახლოვე ნორმალურ განაწილებასთან და მივიღეთ $x = 2,37$ გ/სმ³ და $s = 0,064$ გ/სმ³. ვიპოვოთ ახლა საზღვრები $2,37-\varepsilon$ და $2,37+\varepsilon$ ინტერვალისა, რომლის ფარგლებში დევს გენერალური საშუალო ალ-

სტიუდენტის კრიტერიუმის მნიშვნელობანი

| f | p | | | | f | p | | | |
|----|-------|-------|--------|--------|-----|-------|-------|-------|-------|
| | 0,70 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | | 0,70 | 0,90 | 0,95 | 0,99 |
| 1 | 1,964 | 6,314 | 12,708 | 33,687 | 14 | 1,076 | 1,761 | 2,145 | 2,477 |
| 2 | 1,986 | 2,920 | 4,301 | 5,925 | 15 | 1,074 | 1,753 | 2,151 | 2,947 |
| 3 | 1,250 | 2,259 | 5,182 | 6,841 | 16 | 1,071 | 1,746 | 2,120 | 2,921 |
| 4 | 1,190 | | 2,778 | | 17 | 1,069 | 1,740 | 2,110 | 2,493 |
| 5 | 1,156 | 2,132 | 2,571 | 4,604 | 18 | 1,067 | 1,734 | 2,101 | 2,875 |
| 6 | 1,134 | 2,016 | 2,447 | 4,032 | 19 | 1,066 | 1,729 | 2,093 | 2,841 |
| 7 | 1,119 | 1,943 | 2,365 | 3,707 | 20 | 1,064 | 1,725 | 2,088 | 2,845 |
| 8 | 1,108 | 1,885 | 2,306 | 3,491 | 25 | 1,058 | 1,703 | 2,063 | 2,787 |
| 9 | 1,100 | 1,860 | 2,262 | 3,355 | 30 | 1,055 | 1,697 | 2,048 | 2,751 |
| 10 | 1,093 | 1,833 | 2,227 | 3,220 | 40 | 1,050 | 1,684 | 2,021 | 2,701 |
| 11 | 1,089 | 1,812 | 2,202 | 3,169 | 60 | 1,046 | 1,671 | 2,000 | 2,661 |
| 12 | 1,083 | 1,796 | 2,179 | 3,106 | | 1,011 | 1,657 | 1,930 | 2,617 |
| | | 1,782 | 2,160 | 3,055 | 120 | 1,036 | 1,645 | 1,960 | 2,576 |
| 13 | 1,079 | 1,771 | | 3,012 | | | | | |

ბათობით $p = 0,95$. მოცემულ შემთხვევაში განსაზღვრის რიცხვი $n = 40$, $S_0 = (0,064/40 \approx 0,01)$. VI-5 ცხრილიდან განესაზღვრავს $t(f = 39, P = 095) \approx 2,02$ ამის გამო, $202 \cdot 0,01 \approx 0,02$ და ეს ნიშნავს, რომ x სიდიდის გენერალური საშუალო (მათემატიკური მოლოდინი) არის $2,35 - 2,39$ ინტერვალში შესაძლო ალბათობით 95% .

გაზომვის დიდი რიცხვის დროს სათანადო საზღვრების შეფასებისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ ნორმალური განაწილებითაც, რადგან დიდი f დროს სტიუდენტის განაწილება ძლიერ ახლოსაა ნორმალურთან. ამ შემთხვევაში $\varepsilon = -\alpha/2$, სადაც α ისაზღვრება VI-4 ცხრილით $\Phi(\alpha) = \alpha/2$ ჩვენს მაგალითში $\alpha = 1 - P = 0,05$; $\Phi(\alpha) = \alpha/2 = 0,025$, VI-4 ცხრილიდან მივიღებთ $\alpha = -1,96$. ამის გამო $\varepsilon = 1,96 \cdot 1,03 \approx 2$.

§ 7

ვგზ-ის გამოყენება კვლევის შედეგების სტატისტიკური შეთოდით დაგეგმვის დროს

მრავალი ორგანიზაციის მიერ შრომატევადი გამოთვლების ჩასატარებლად ამეამდ ფართოდ გამოიყენება ელექტროგამოთვლითი მანქანები. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრათა და მუშავება შრომატევადი პროცესია. განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში,

როდესაც საჭიროა განაწილების პარამეტრების შეფასება ერთდროულად რამდენიმე შემთხვევითი სიდიდისათვის, კორელაციის კოეფიციენტის გამოთვლა იმის შესაფასებლად, თუ რამდენად ახლოსაა ნორმალურად განაწილებული შემთხვევითი სიდიდეების კავშირი ხაზობრივთან და სხვა გამოთვლების ჩატარება. მშმ-ის გამოყენების მოხერხებულობა, ასეთი სრული დამუშავება იმაში მდგომარეობს, რომ ამოვიწერთ რა ერთხელ (x_1, x_2, \dots, x_n) , $(x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$, $(x''_1, x''_2, \dots, x''_n)$ რიცხობრივ მასივის მნიშვნელობებს. გადაიტემა გამოთვლით ცენტრს და მოკლე დროში შეიძლება მივიღოთ თითოეული შერჩევისათვის ისეთი პარამეტრები, როგორცაა $\sigma, \sigma^2, \sigma^2, \dots, \sigma^2$ (მოცემული ალბათობისათვის) და ა. შ. თითოეული შერჩევის ნატურალურ მასშტაბში დამუშავების გარდა ერთდროულად შეიძლება მათი დამუშავება ლოგარითმულ მასშტაბში, როდისაც შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობების მაგივრად განიხილება მათი ლოგარითმები. თითოეული შერჩევისათვის მოწმდება განაწილების სიახლოვე ნორმალურ და ლოგარითმულ განაწილებასთან. თუ აღმოჩნდება, რომ განაწილება არ ეწინააღმდეგება რომელიმე მათგანს, მაშინ შეიძლება გამოვითვალოთ კორელაციის კოეფიციენტები.

იმისათვის, რომ ჩავატაროთ ყველა გამოთვლა, გამოთვლით ცენტრს უნდა ჰქონდეს შესაბამისი პროგრამები. ასეთი პროგრამები ღებია „МШНСК—22“ „БЭСМ—4“ და სხვ. გამოთვლითი მანქანებისათვის. აქედან გამომდინარეობს, რომ ეგმ-ის გამოყენება მიზანშეწონილია სრული სტატისტიკური დამუშავების დროს, მათთვის პროგრამები უნდა შედგეს სრული დამუშავებისათვის ერთდროულად რამდენიმე შერჩევისათვის. ეს პროგრამები უნდა იყოს მოქნილი, რათა ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში გვქონდეს შესაძლებლობა მივიღოთ შედეგების საჭირო კრებული. თუ საჭიროა მხოლოდ რამდენიმე შერჩევისათვის მივიღოთ ისეთი პარამეტრები, როგორცაა $\sigma, \sigma^2, \dots, \sigma^2$ მაშინ მათი დამუშავება ხელით ძნელი არ არის იმ ხერხებით, რომლებიც აღწერილია ზემოთ.

§ 8

პერფორმანსები და მათი დანიშნულება

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევის დროს პერფორმანსებს აქვს სხვადასხვა დანიშნულება. პერფორმანსები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც კვლევის შედეგების შეკრებისა და შენახვის ერთ-ერთი თანამედროვე და სრულყოფილი მეთოდი. ამ მეთოდით შეიძლება საჭირო ცნობების სწრაფად მიღება,

მათი სისტემატიზაცია, სტატისტიკური დამუშავება და ანალიზი. ყველაფერი ეს ხელს უწყობდეს საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის გაუმჯობესებას და დაპროექტებისა და მშენებლობის მოთხოვნათა სრულ დაკმაყოფილებას. ამიტომ სწორედ ზემოთ ჩამოთვლილი მიზნებისათვის ფართოდ გამოიყენება პერფობარათები.

პერფობარათები წარმოადგენს სპეციალურ ქაღალდის სწორკუთხა ბარათებს, რომლებსაც ნაპირები პერფორირებული (დახვრეტილი) აქვთ, (იხ. დანართი 8). სტანდარტული ბარათები მზადდება სსრ კავშირში სხვადასხვა ფერის და სამი ფორმატის: K 4(207×297 მმ), K 5(147×207 მმ) K 6(105×147 მმ). პერფობარათის ორივე მხარეს, განსახილველ შემთხვევაში, უნდა დავწეროთ ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების საბოლოო შედეგები ცალკეული ნიმუშის და სინჯის მიხედვით. პერფორაცია ემსახურება პერფობარათზე დაცული შედეგების შერჩევას და დახარისხებას. ამ მიზნით ყველა მონაცემს აღნიშნავენ პირობითი კოდით. კოდირებას ახდენენ ნახვრეტების საშუალებით, რომლებიც შეესაბამება გარკვეულ მონაცემებს. ბარათებზე გვერდითი პერფორაციით, რომელიც ემსახურება ხელით დახარისხებას, იყენებენ სამი ტიპის ამონაჭერს: წვრილს, ღრმას და შიგას — შლიცი (ნახ. VI—4).

ბარათების კრებული, მონაცემებით ქანის მრავალი ნიმუშისა და სინჯისათვის ქმნის მასივს, რომელიც შეიცავს დასტის, შრის, ზონის ანდა ქანების სხვადასხვაობის თვისებათა კვლევის შედეგებს ამა თუ იმ რაიონისათვის, სამშენებლო უბნისა და ნაკვეთისათვის. პერფობარათზე ჩაწერილი მონაცემების შერჩევა და დახარისხება ხდება ლითონის ჩხირების საშუალებით. მონაცემების შერჩევისათვის, რომლებიც კოდირებულია წვრილი ამონაჭრებით, ჩხირი შეჰყავთ ბარათების მასივის კიდურა რიგის შესაბამის ნახვრეტში. დაბერტყვის დროს გამოიყენება მოცემულ პოზიციაზე წვრილი და ღრმა ამონაჭრებიანი ბარათები. გამოყრილ ბარათებს კრებენ და ჩხირები შეჰყავთ შიგა რიგის ნახვრეტში იმავე პოზიციაში. მაშინ ღრმაამონაჭრებიანი ბარათები გამოცვივდება, ხოლო წვრილ ამონაჭრებიანი ბარათები ჩვენთვის საინტერესო მონაცემებით დარჩება ჩხირებზე. თუ მონაცემები კოდირებულია შლიცური ამონაჭრით, მაშინ ბარათები დახარისხებისას არ გად-



მოცვივდებიან, არამედ ჩამოეკიდებიან ჩხირზე და შეიძლება მათი შეკრება ჯეორე ჩხირის საშუალებით.

ამრიგად, ნებისმიერი პერფობარათები საჭირო მონაცემით შეიძ-

ნახ. VI—4. ორბივიან პე-ფო-ბარათებზე ამონაჭერის ტიპები.

ლება სწრაფად შევარჩიოთ, რა ადგილზეც არ უნდა იყვნენ მასივში. პერფორატიის მარჯვენა ზედა კუთხე ჩვეულებრივ ჩამოჭრილია, რაც აადვილებს მათ ერთნაირ ორიენტაციას მასივში. პერფორატიების რაციონალური გამოყენება უნდა დაიწყოს კოდირებული სისტემის დამუშავებით და მონაცემების ჩაწერით, ამისათვის ადგენენ მონაცემების სიებს (დესკიპტორებს), რომლებიც გარკვეულად დაჯგუფებულია მიწერილი სიმბოლოებით; ეს უკანასკნელები აჩვენებენ ამოჭრის ტიპს პერფორაციაში (დესკიპტორების კოდი). პერფორატიზე თითოეული ჯგუფის მონაცემების აღსანიშნავად ჩვეულებრივ გამოყოფენ დამოუკიდებელ ველს (ნახვრეტების ჯგუფს), რომელსაც აქვს ერთნაირი მდებარეობა მასივის ყველა ბარათზე. მონაცემების კოდირებას ახდენენ სპეციალური გასაღებით, ე. ი. გარკვეული ტიპის ამონაჭრით. პრაქტიკაში უფრო ხშირად გამოიყენება პირდაპირი და კომბინირებული გასაღებები.

პირდაპირი გასაღების გამოყენებისას ქანის თვისების თითოეულ ნიშანს მიაკუთვნებენ ზუსტად განსაზღვრულ ნახვრეტს. კომბინირებული გასაღების გამოყენებისას ერთ ნიშანს შეესაბამება ნახვრეტების გარკვეული კომბინაცია. მაგალითად, განვიხილოთ ნიშნების კოდირება. იმ პერფორატიებზე, რომლებიც შეკრებილია ლენინგრადის ტერიტორიისათვის. პერფორატიზე მოყვანილია მონაცემების კრების თითოეული ნიმუშისათვის ანდა სინჯისათვის (იხ. დანართი 4). მასზე ამოწერილია ნიმუშის ნომერი, მისი ლაბორატორიული ნომერი და შემდეგ ექვსი ჯგუფის მონაცემები (ნიშნები).

I. ნიმუშის აღების ადგილი

1. ლენინგრადის რაიონი (ვასილის კუნძული, ვიბორგი, ძერჟინსკი და სხვ.).
2. მიკრორაიონი (ნავსაყუდი, კუპჩინო, ულიანკა, ლახტა და სხვ.).
3. სამშენებლო უბანი (12-სართულიანი საცხოვრებელი სახლი, ლაბორატორიული კორპუსი, საამქრო).
4. გამონამუშევრის ნომერი.
5. ნიმუშის აღების სიღრმე.

II. პორიზონტი სტრატეგრაფიულ სქემაზე

6. სტრატეგრაფიული პორიზონტი.
7. ქანის დასახელება და მისი გარეგნული სახე.

III. ქანის შედგენილობა და აღნაგობა

8. გრანულომეტრიული შედგენილობა.
9. მინერალური შედგენილობა.
10. მინაჩევები და ჩანართები.
11. ორგანიკის შემცველობა და მისი მდგომარეობა.
12. შთანთქმის მოცულობა და გაცვლითი იონების შედგენილობა.
13. აღნაგობა (სტრუქტურა, ტექსტურა).

IV. ფიზიკური თვისებები

14. ბუნებრივი ტენიანობა.
15. წყალგაჭერების კოეფიციენტი.
16. კუთრი წონა.
17. მოცულობითი წონა.
18. ჩონჩხის მოცულობითი წონა.
19. ფორიანობა.
20. ფორიანობის კოეფიციენტი.
21. პლასტიკურობის ზღვარი.
22. დენადობის ზღვარი.
23. პლასტიკურობის რიცხვი.
24. კონსისტენციის მაჩვენებელი.
25. ფარდობითი სიმკვრივის კოეფიციენტი.

V. წყლოვანი თვისებები

26. დასველების ხასიათი და სიჩქარე.
27. ტენიანობა და გაჭირვების სიდიდე.
28. სრული ტენიანობა ანდა წყალტევადობა.
29. მაქსიმალური მოლეკულური ტენტევადობა.
30. კაპილარული აწევის სიმაღლე.
31. ფილტრაციის კოეფიციენტი.

VI. შექანიკური თვისებები

32. კუმშვადობის კოეფიციენტი.
33. კუმშვადობის ფარდობითი კოეფიციენტი
34. საერთო დეფორმაციის მოდული.
35. განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი.
36. შიგა ხახუნის კუთხე.

37. შიგა ხახუნის კოეფიციენტი.
30. შეკიდულობა.
39. ძვრის კოეფიციენტი.
40. მშრალი ქანის ბუნებრივი ქანობის კუთხე.
41. ქანის ბუნებრივი ქანობის კუთხე წყალქვეშ.
42. დროებითი წინალობა კუმშვაზე.
43. დროებითი წინალობა გაკვიმვაზე.
44. პენეტრაციის კუთრი წინალობა.

პირველი და მეორე მონაცემები ჩაიწერება პერფობარათის პირის მხარეზე და ყველა კოდირდება. მესამე და მეხუთე ჯგუფის მონაცემები იწერება მხოლოდ პერფობარათის წინა და უკანა მხარეზე. ეს მონაცემები საჭიროა ქანის დასახასიათებლად, მაგრამ განსახილველი რაიონისათვის ისინი არ არის საძიებო-საინფორმაციო. მეოთხე და მეექვსე ჯგუფის მონაცემები იწერება პერფობარათზე და უმეტესობა კოდირდება, ძირითადად ისინი, რომლებიც აუცილებელია ქანების, როგორც ნაგებობის ფუძის თვისებათა ანალიზისა და შეფასებისათვის, ნაგებობის მდგრადობის გაანგარიშებისას.

მაკოდირებელ მონაცემებს პერფობარათზე დათმობილი აქვს გარკვეული ნახვრეტების ველი, ველის ნომერი შეესატყვისება ზემოთ ჩამოთვლილი მონაცემების ჯგუფების ნიშნის ნომერს. იმისათვის, რომ მოვახდინოთ ჩამოთვლილი მონაცემების კოდირება, თითოეული ნიშნის მნიშვნელობათა დიაპაზონი დაყოფილია გრადაციებად ისე, რომ თითოეული ნიშნის კონკრეტული მნიშვნელობა მოხვდეს ერთ-ერთ მათგანში. გრადაციები ამოწერილია განსაკუთრებულ ცხრილში, რომელშიც ნაჩვენებია აგრეთვე გასაღები (ამოჭრის ტიპი), რომლის მეშვეობითაც ისინი კოდირდება. კოდირების დროს გამოიყენება გასაღებები — პირდაპირი (ლენინგრადის რაიონები) და ორი კომბინირებული — ათობითი 1-2-4-7 და სამჭერადი 1-2-3-6-9-18 სხვა დანარჩენი მაკოდირებელი მონაცემებისათვის. გასაღების სახე ამოწერილია თითოეული ნახვრეტის ველისათვის, რომელიც განკუთვნილია სათანადო მონაცემებისათვის.

საკონტროლო კითხვები

1. რომელ მაჩვენებლებს ეწოდება განზოგადებული და რომელს საანგარიშო?
2. რაში მდგომარეობს გეოლოგიური ერთგვაროვნების წესი, რომელიც დაცული უნდა იქნეს ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების სტატისტიკური მეთოდით გამოთვლისას?

3. ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესაფასებლად.

4. როგორია ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების თანამიმდევრობა?

5. როგორი უნდა აიგოს გაბნევის გრაფიკი?

6. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების საანგარიშო მნიშვნელობათა დაღგენა.

7. პერტობარათები და მათი დანიშნულება.

დანართი 1

არეომეტრის ტარირების ინსტრუქცია

თიხოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისას არეომეტრიული მეთოდით ნაწილაკის გამოსათვლელად იყენებენ განსაკუთრებულ ნომოგრამას (იხ. ნახ. II—9). რომელიც მნიშვნელოვნად ამარტივებს გაანგარიშებას. ვინაიდან ყველა არეომეტრის ერთნაირად გაკეთება შეუძლებელია, ამიტომ ერთი და იგივე R ანათვალს სხვადასხვა არეომეტრზე $1/1$; სხვადასხვა მანძილი შეესატყვისება სითხის ზედაპირიდან არეომეტრის წყალწვეის ცენტრამდე. ამიტომ № 4 ნომოგრამის მარჯვენა მხარეს დაიტანენ თითოეული არეომეტრისათვის H_R სკალას, რისთვისაც საჭიროა არეომეტრის თითოეული ანათვალისათვის გამოვთვალოთ მისი შესატყვისი H_R -ის მნიშვნელობა გაანგარიშებას აწარმოებენ ფორმულით

$$H_R = \left(\frac{N-M}{N} \cdot l \right) + (a + b).$$

სადაც H_1 ; — მანძილია არეომეტრის სკალის მოცემული დანაყოფიდან მისი წყალწვეის ცენტრამდე (სმ) ანდა — ნაწილაკის მიერ გავლილი გზა სუსპენზიის ზედაპირიდან არეომეტრის წყალწვეის ცენტრამდე სუსპენზიაში ჩაშვებისას, აქვს კუთრი წონა, რომელიც სკალის მოცემულ დანაყოფს შეესაბამება (სიდიდე ცვალებადია — არეომეტრის თითოეული ჩვენებისათვის); N — არეომეტრის ქვედა დანაყოფიდან სკალაზე ათასეული დანაყოფის რიცხვი, ე. ი. 1,030-დან 1,000 სმ დანაყოფამდე (სიდიდე მუდმივია მოცემული არეომეტრისათვის); M —

არეომეტრის 1,000 დანაყოფიდან სუსპენზიის ზედაპირამდე ათასეული დანაყოფის რიცხვი (სიდიდე ცვალებადია, დამოკიდებულია არეომეტრის ჩაძირვაზე); M ყოველთვის R -ის ტოლია l — არეომეტრის სკალის სიდიდე არეომეტრის სკალის ქვედა დანაყოფიდან, ე. ი. 1,030-დან 1,000 სმ დანაყოფამდე (სიდიდე მუდმივია მოცემული არეომეტრიისათვის) — მანძილი არეომეტრის ქვედა დანაყოფიდან, ე. ი. 1,030-დან არეომეტრის ბოლქვის წყალწყვის ცენტრამდე, სმ (სიდიდე მუდმივია მოცემული არეომეტრიისათვის). h — წყლის აწევის დონე ცილინდრში არეომეტრის ჩაძირვისას ბოლქვის წყალწყვის ცენტრამდე, სმ,

$$h = \frac{V' n}{2 R'}$$

V' — არეომეტრის ბოლქვის მოცულობა ქვედა დანაყოფამდე, ე. ი. 1,030-მდე; R' — ცილინდრის კვეთის ფართობი, რომელშიც აწარმოებენ ანალიზს (დიამეტრის სირძე უნდა იყოს 6 სმ \pm 1 მმ სიზუსტემდე). ფორმულაში h — b გამოსახულება წარმოადგენს მოცემული არეომეტრიისათვის მუდმივს, ხოლო გამოთვლისას იცვლება მხოლოდ $\frac{V-M}{N}$. რადგანაც ჩვენ ვაძლევთ M -სათვის სხვადასხვა მნიშვნელობას, ამ დროს $\frac{V-M}{N}$ გამოსახულება უნდა იქნეს გამოთვლითი 0,001 სიზუსტით.

სიდიდის განსაზღვრა, რომელიც პასუხობს მოცემული არეომეტრის სკალის დანაყოფებს, შეაქვთ ტარირების ცხრილში და აწარმოებენ შემდეგნაირად.

განსაზღვრა. განსაზღვრავენ V_0 — არეომეტრის ბოლქვის მოცულობას, არეომეტრის სკალის ქვედა დანაყოფამდე, ე. ი. 1,030-მდე. ამისათვის საზომ ცილინდრში 1000 სმ³, დიამეტრით 6 სმ (\pm 1 მმ), გრადუირებული 10 სმ³-ის სიზუსტით, ასხამენ 900-დან 920 სმ³ (ცილინდრის ქვედა მენისკით) დისტილირებულ წყალს, ტემპერატურა 20°C. ჩაუშვებენ არეომეტრს 1,030 დანაყოფამდე (მენისკის ზედა ნაპირამდე) და იწერენ მოცულობის მატებას, რომელიც შეესაბამება ცილინდრში წყლის დონის აწევას (ცილინდრის ქვედა მენისკით), არეომეტრის 1,030 დანაყოფამდე დაწევისას. ეს არის არეომეტრის ბოლქვის მოცულობა (სმ³) ე. ი. V_0 .

მაგალითი. ცილინდრში წყლის რაოდენობა არეომეტრის გარეშე 900 სმ³, წყლის რაოდენობა ცილინდრში არეომეტრის ჩაშვებით ტოლია 967 სმ³, შესაბამისად

$$V_0 = 967 - 900 = 67 \text{ სმ}^3.$$

n-ს განსაზღვრა. ბოლქვის მოცულობის, მიღებისას ითვლიან ამ მოცულობის ნახევარს და არეომეტრს ხელახლა ჩაუშვებენ ცილინდრში, მაგრამ ამჯერად არა 1,030 დანაყოფამდე, არამედ ცილინდრში წყლის აწევის დონემდე, რომელიც პასუხობს წყლის მოცულობის გადიდებას ბოლქვის მოცულობის სიდიდის ნახევრით $\frac{V_0}{2}$, ე. ი. მისი ჩატვირთვისას წყალწყვის ცენტრამდე. არეომეტრის ამოუღებლად ზომავენ მანძილს (სმ-ში) წყლის ზედაპირიდან არეომეტრის სკალის ქვედა დანაყოფამდე, ე. ი. 1,030-მდე. ამრიგად იღებენ სიდიდეს.

მაგალითი. $= 67 \text{ სმ}^3$; $\frac{V_0}{2} = 33,5 \text{ სმ}^3$; $900 \text{ სმ}^3 + 33,5 \text{ სმ}^3 = 933,5 \text{ სმ}^3$. უშვებენ არეომეტრს ისე, რომ წყალმა ამოიწიოს 933,5-მდე და ამ დონიდან არეომეტრის სკალით ზომავენ მანძილს 1,030-მდე. დაუშვათ, რომ იგი ტოლია 10,5 სმ. ამრიგად $= 10,5 \text{ სმ}$.

l-ის განსაზღვრა. არეომეტრის სკალის ქვედა დანაყოფიდან, ე. ი. 1,030-დან 1,000-მდე არის სიდიდე (სმ-ობით) (მაგალითად 10,35 სმ).

N-ის განსაზღვრა. N — მუდმივი რიცხვია და არეომეტრის ქვედა 1,030 დანაყოფისათვის 30-ის ტოლია.

b-ს განსაზღვრა. b-ს ზომავენ სახაზავით და ითვლიან ფორმულით $b = \frac{V_0}{2F}$, F-ს ლეზულობენ წრის ფართობის გამოსათვლელი ფორმულით $\frac{\pi d^2}{4}$.

სადაც d — მზომი ცილინდრის შიგა დიამეტრია, რომელშიც ახდენენ ანალიზს და ტარირებას; $d = 6 \text{ სმ} (\pm 1 \text{ მმ})$.

M-ს განსაზღვრა. M ცვლადი რიცხვია, რომელიც შეესაბამება არეომეტრის ათასეული დანაყოფის რაოდენობას, რომელიც არსებობს სუსპენზიის დონის ზემოთ 1,000 დანაყოფამდე არეომეტრის ჩაშვებისაგან დამოკიდებულებით. M ყოველთვის R-ის ტოლია:

მაგალითად, არეომეტრის შემდეგი ჩვენებებისას M და R იქნება

| არეომეტრის ჩვენება | M, R | არეომეტრის ჩვენება | M, R |
|--------------------|--------|--------------------|--------|
| 1000 | 0 | 1008 | 8 |
| 1001 | 1 | 1007 | 17 |
| 1005 | 8 | 1021 | 21 |
| | | 1030 | 80 |

თუ ავიღებთ M -ის მნიშვნელობას თითოეული არეომეტრის ათასეული დანაყოფის სკალაზე 1,000-დან 1,030 სმ-მდე და ჩავსვათ ფორმულაში და გამოვიტოვოთ მივიღებთ H_K -ის მნიშვნელობას R -ის ყველა შესაძლო ანათელისათვის 1.000-დან 1.030-მდე. ანუ ვსათა სიდიდე, რომელსაც ნაწილაკები გაივლის არეომეტრის ნებისმიერი ჩაძირვისას. მიღებული მონაცემები შეაქვთ ტარირების ცხრილში.

ამრიგად, ღებულობენ H_K -ის მნიშვნელობებს. თუ ავიღებთ ცხრილის მიხედვით K მნიშვნელობას, რომელიც პასუხობს H_K სილიდეს, რომელიც არის სწორის მარცხენა მხარეს, სწორის მარჯვენა მხარეს დააქვთ H_K -ის შესაბამისი მნიშვნელობები პირდაპირ და ღებულობენ მუშა ნომოგრამას მოცემული არეომეტრისათვის.

K სკალის დატანის შემდეგ H_K სკალით აღარ სარგებლობენ.

დასაბარი 2

ტემპერატურული შესწორების ცხრილი (შტ) პუაზელის მიხედვით

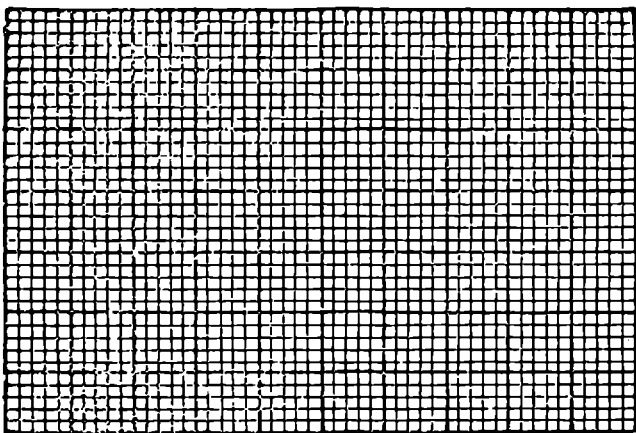
| $T, ^\circ C$ | ТП | $T, ^\circ C$ | $T, ^\circ C$ | ТП | ТП | $T, ^\circ C$ | ТП |
|---------------|------|---------------|---------------|------|------|---------------|------|
| 10,0 | 1,36 | 14,0 | 18,0 | 1,68 | 1,52 | 22,0 | 1,84 |
| 10,5 | 1,38 | 14,5 | 18,5 | 1,70 | 1,55 | 22,5 | 1,86 |
| 11,0 | 1,40 | 15,0 | 19,0 | 1,72 | 1,56 | 23,0 | 1,88 |
| 11,5 | 1,42 | 15,5 | 19,5 | 1,74 | 1,58 | 24,0 | 1,92 |
| 12,0 | 1,44 | 16,0 | 20,0 | 1,76 | 1,60 | 25,0 | 1,96 |
| 12,5 | 1,46 | 16,5 | 20,5 | 1,78 | 1,62 | 26,0 | 2,00 |
| 13,0 | 1,48 | 17,0 | 21,0 | 1,80 | 1,64 | 27,0 | 2,04 |
| 13,5 | 1,50 | 17,5 | 21,5 | 1,82 | 1,66 | 28,0 | 2,08 |

ქალების ფიზიკურ-შეჯიქვარი თვისებების განსაზღვრის სამუშაო უწყისი

| 1 | 2 | სიწესის აღების | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|---------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | სიწესის იდეალი | განზომილებად სიწესის | სიწესის შედეგი | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| დაბალი | სიწესის დაბალი | სიწესის დაბალი | სიწესის დაბალი | ქანის სიწესის დაბალი | სიწესის დაბალი | > 10 | 10-5,0 | 5,0-3,0 | 3,0-2,0 | 2,0-1,0 | 1,0-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,002 | 0,002-0,001 | < 0,001 | მნიშვნელობა, % | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი |
| დაბალი | სიწესის დაბალი | სიწესის დაბალი | სიწესის დაბალი | ქანის სიწესის დაბალი | სიწესის დაბალი | > 10 | 10-5,0 | 5,0-3,0 | 3,0-2,0 | 2,0-1,0 | 1,0-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,002 | 0,002-0,001 | < 0,001 | მნიშვნელობა, % | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი | შედეგის დაბალი |

ჯანდაცვის უწყისობის

| მანქანებისა და ავტობუსების მფლობელობა | | | | | | | | ბანკის მფლობელობა, % | საბაზისის მფლობელობა, % | საბაზისის მფლობელობა, % | საბაზისის მფლობელობა, % | საბაზისის მფლობელობა, % | საბაზისის მფლობელობა, % | |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| საბაზისის მფლობელობა, მმ | | | | | | | | | | | | | | |
| >5,0 | 5,0-3,0 | 3,0-2,0 | 2,0-1,0 | 1,0-0,50 | 0,50-0,25 | 0,25-0,10 | 0,10-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,001 | 0,001-0,0001 | <0,001 | საბაზისის მფლობელობა, % | საბაზისის მფლობელობა, % | საბაზისის მფლობელობა, % |
| | | | | | | | | | | | | | | |



მ.მ/მ²

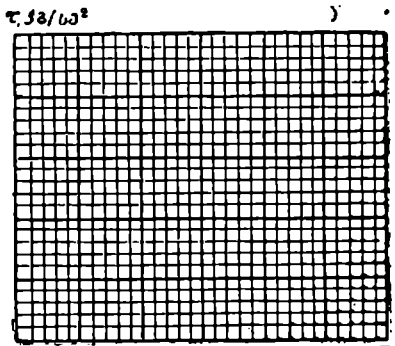
| შეკრულება | მანქანების მფლობელობა | ავტობუსების მფლობელობა | საბაზისის მფლობელობა | აქტი | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | საბაზისის მფლობელობა | საბაზისის მფლობელობა |
| საბაზისის მფლობელობის მფლობელობა | | | | | |
| საბაზისის მფლობელობის მფლობელობა | | | | | |
| საბაზისის მფლობელობის მფლობელობა | | | | | |

წინასწარი

| ქვესტრუქტურის აღწერა | | | ქვესტრუქტურის მართკუთხედი | ქართული ფენის სისქე | | ქართული მარბინის სისქე | |
|----------------------|--------|--------|---------------------------|---------------------|----------------|------------------------|--|
| სიღრმე | სიგანე | სიღრმე | | სიგანე | სიღრმე | სიგანე | |
| | | | მ ² | % | მ ² | % | |

| დასრულებული ნაწილი | სრული ნაწილი | |
|--------------------|--------------|--------------|
| დასრულებული ნაწილი | სრული ნაწილი | სრული ნაწილი |

| ა | ბ | გ | დ | ე | ფ | ქვესტრუქტურის მართკუთხედი |
|---|---|---|---|---|---|---------------------------|
| | | | | | | |



| ქვესტრუქტურის მართკუთხედი | ქართული ფენის სისქე | ქართული მარბინის სისქე | სრული ნაწილი | სრული ნაწილი | სრული ნაწილი |
|---------------------------|---------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| მ ² | მ ² | % | მ ² | მ ² | მ ² |

| | |
|---------------------------|------------------------|
| ქვესტრუქტურის მართკუთხედი | ქართული ფენის სისქე |
| ქვესტრუქტურის მართკუთხედი | ქართული მარბინის სისქე |

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| ԿԱՆՈՒՄԻ ՍՊՅԱՆՈՒՄԵՐԻ ԴՍԱՆԿՎՏՈՒՄ | |
| ԵՂՆՈՒՄ ԴՍԱՆՈՒՄ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ | |
| Ժամանակ ԵՂՆՈՒՄ | ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ - ԿԱՆՈՒՄԻ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ |
| | ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ |
| ԵՂՆՈՒՄ ԵՂՆՈՒՄ | ԿԱՆՈՒՄԻ % ԿԱՆՈՒՄԻ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ |

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| % ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| % ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ | |
| ԵՂՆՈՒՄ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | ԴՍԱՆՈՒՄԸ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ |
| | ԴՍԱՆՈՒՄԸ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ |
| | ԴՍԱՆՈՒՄԸ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ |
| ԵՂՆՈՒՄ ԿԱՆՈՒՄԻ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ | |
| ԵՂՆՈՒՄ ԿԱՆՈՒՄԻ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |

ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ

| | |
|--------------------------------------|--|
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |
| ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ | |

ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ ԴՍԱՆՈՒՄԸ

ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ

ԱՆՎԵՐՋՈՒՄԸ

Акройд Т. Лабораторные испытания грунтов в строительстве. Авто-
транслат, 1959.

Барон Л., Логунцов Б. М., Позни Е. Э. Определение свойств гор-
ных пород. Гостоптехиздат, 1962.

Бишоп А., Хенкель Д. Определение свойств грунтов в трехосных
испытаниях. Госстройиздат, 1961.

Вопросы методики лабораторных исследований физико-механических
свойств грунтов. Тезисы докл. к совещ. 26—28 октября 1965 г., 1965.

Временные методические указания по испытанию глинистых пород на
сдвиговых приборах. М., ВСЕГИНГЕО, 1963.

Временные методические указания по лабораторным исследованиям фи-
зико-механических свойств грунтов при производстве инженерно-строительных
изысканий. Стройиздат, 1966.

Вялов С. и др. Методика определения характеристик ползучести,
длительной прочности и сжимаемости мерзлых грунтов. Наука, 1966.

ГОСТ 5179—64. Грунты. Метод лабораторного определения влажности.
М., Стройиздат, 1964.

ГОСТ 5180—64. Грунты. Метод лабораторного определения количества
гигроскопической воды. Стройиздат, 1964.

ГОСТ 5181—64. Грунты. Метод лабораторного определения удельного
веса. Стройиздат, 1964.

ГОСТ 5182—64. Грунты. Метод определения объемного веса. Стройиздат,
1964.

ГОСТ 5183—64. Грунты. Метод лабораторного определения границы рас-
катывания. Стройиздат, 1964.

ГОСТ 5184—64. Грунты. Метод лабораторного определения границы теку-
чести. Стройиздат, 1964.

ГОСТ 1207—66. Грунты. Отбор, упаковка, хранение и транспортировка
образцов. Стройиздат, 1966.

ГОСТ 12248—66. Грунты. Метод лабораторного определения сопротив-
ления срезу песчаных и глинистых грунтов на срезных приборах в условиях
завершенной консолидации. Стройиздат, 1966.

ГОСТ 12536—67. Грунты. Метод лабораторного определения сопротивле-
ния срезу песчаных и глинистых грунтов на срезных приборах в условиях
завершенной консолидации. Стройиздат, 1966.

ГОСТ 12536—67. Грунты. Методы лабораторного определения зернового
(гранулометрического) состава. Стройиздат, 1967.

Защук И. Электроника и акустические методы испытания строительных
материалов. Высшая школа, 1968.

Инструкция по приближенному испытанию образцов горных пород не-
правильной формы на одноосное сжатие. Л., ВНИМИ, 1964.

Исследования физико-механических свойств горных пород. Тр. ин-та ге-
ологии руд, месторожд., петрографии, минералогии и геохимии, вып. 43.
Изд-во АН СССР, 1961.

Корбанова В. Лепарская Н. Д. Определение физических свойств горных пород. Гостоптехиздат, 1957.

Койфман М., Ильницкая Е. И. Прочность горных пород в объемном напряженном состоянии. Наука, 1964.

Коломенский Н. В. Общая методика инженерно-геологических исследований. Недра, 1968.

Ломтадзе В. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств песчаных и глинистых грунтов. Госгеолиздат, 1952.

Ломтадзе В. Инженерная геология. Инженерная петрология. Недра, 1970.

Материалы республиканского совещания по лабораторным исследованиям грунтов при инженерно-строительных изысканиях. Госстрой РСФСР, 1969.

Методика лабораторного определения показателей статической упругости горных пород. Л., ВНИМИ, 1961.

Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. Т. 1 и 2. Изд-во МГУ, 1968.

Методические указания по испытанию горных пород на растяжение методом сжатия цилиндрических образцов по образующей. Л., ВНИМИ, 1969.

Методические указания по испытанию прочности горных пород на одноосное растяжение. Л., ВНИМИ, 1964.

Механические свойства горных пород. Изд-во АН СССР, 1963.

Наставление по определению физических свойств образцов горных пород. Гостоптехиздат, 1953.

Практическое руководство к исследованию механических свойств грунтов с применением стабиметров типа М-2. Госэнергоиздат, 1959.

Разоренов В. Пенетрационные испытания грунтов. Стройиздат, 1968.

Рекомендации по лабораторному определению физических и механических свойств глинистых грунтов при производстве инженерных изысканий. Стройиздат, 1968.

Решения и инструктивные указания совещания Гидропроекта по унификации методов исследований грунтов. Гидропроект. 1964.

Руководство по проведению испытаний объемной прочности на сжатие горных пород. ВНИМИ, 1962.

Руководство по испытаниям горных пород на боковой распор. Л., ВНИМИ, 1969.

Руководство по проведению испытаний слабых горных пород на боковой распор. Л., ВНИМИ, 1961.

Савич А. и др. Сейсмоакустические методы изучения массивов скальных пород. Недра, 1969.

Силаева О. Исследования с помощью ультразвука скоростей распространения упругих волн и упругих параметров в образцах горных пород при одностороннем давлении. Изд-во АН СССР, 1962.

Сипидик В., Сидоров Н. Н. Исследование грунтов в условиях трехосного сжатия. Госстройиздат, 1963.

Справочник по инженерной геологии. Под ред. М. В. Чуринова. Недра, 1968.

Турчаников И., Медведев Р. В., Панин В. И. Современные методы комплексного определения физических свойств горных пород. Недра, 1967.

Физико-механические свойства горных пород. Наука, 1964.

Чаповский Е. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. Недра, 1966.

Эйзлер П., Разоренов В. Ф. Новые лабораторные приборы для определения характеристик трения и сцепления связных грунтов. Информ. сб. науч. — исслед. отдела Академии им. Можайского, № 75, Л., 1965.

ზ ი ნ ა ა რ ს ი

| | |
|---|------|
| წინასიტყვაობა | ბმ-3 |
| აღნიშვნები | 5 |
| I ტ ა ვ ი. ზოგადი დებულებები | 9 |
| § 1. ცნება ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესახებ | 9 |
| § 2. ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კლასიფიკაცია | 10 |
| § 3. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის ზოგიერთი თვისებურების შესახებ | 16 |
| § 4. ქანების სინჯების აღება მათი ნივთიერი შედგენილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესასწავლად | 23 |
| § 5. ქანების ნივთიერი შედგენილობის, აღნაგობისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული შესწავლის თანამიმდევრობის სქემა | 25 |
| § 6. ზოგადი მითითებანი ქანების შედგენილობის, აღნაგობის და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევის შესრულებისათვის | 36 |
| II ტ ა ვ ი. ქანების ნივთიერი შედგენილობისა და აღნაგობის კვლევა | 39 |
| § 1. ზოგადი დებულებები | 39 |
| § 2. ქანების მკეროსკოპული შესწავლა და აღწერა | 39 |
| § 3. ქანების მკეროსკოპული შესწავლა შლიფებში | 40 |
| § 4. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრა | 43 |
| ქანების მომზადება გრანულომეტრიული ანალიზისათვის. საცრული მეთოდი | 47 |
| ა. საბანინის მეთოდი | 51 |
| პიპეტის მეთოდი | 58 |
| მლაშე ქანების ანალიზის მეთოდი | 64 |
| კომბინირებული მეთოდი | 68 |
| ვიზუალური მეთოდი | 72 |
| არეომეტრული მეთოდი | 72 |
| ქანების გრანულომეტრიული შედგენილობის გრაფიკული გამოხატვის ხერხები | 80 |
| § 5. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების მინერალური შედგენილობის შესწავლა | 89 |
| იმერსიული მეთოდი | 89 |
| შელეების მეთოდი | 90 |
| თერმული ანალიზი | 97 |

| | | |
|-------|---|--|
| | ელექტრონული მიკროსკოპის მეთოდი | 100 |
| | სტრუქტურული ანალიზი (რენტგენოგრაფიული და ელექტრონო-გრაფიული) | 104 |
| § 6. | კარბონატული ქანების მინერალური შედგენილობის შესწავლა | 106 |
| § 7. | კარბონატულ-თიხოვანი და თიხოვანი ქანების კარბონატულობის განსაზღვრა | 110 |
| § 8. | თიხოვან ქანებში წყალხსნადი მარილების შედგენილობისა და შემცველობის განსაზღვრა | 112 |
| § 9. | ქვიშოვან-თიხოვან ქანებში ორგანული ნივთიერების შემცველობის განსაზღვრა | 114 |
| § 10. | თიხოვანი ქანების შთანთქმის ტევადობისა და გაყვლითი იონების შედგენილობის განსაზღვრა | 116 |
| III | თ ა ვ ი. ქანების ფიზიკური თვისებების კვლევა | 122 |
| § 1. | ქანების ფიზიკური თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები | 122 |
| § 2. | ქანების კუთრი წონა მარილიანი ქანების კუთრი წონა | 124 126 |
| § 3. | ქანების მოცულობითი წონა უშუალო გაზომვების მეთოდი მკრელი რგოლის მეთოდი ჰიდროსტატიკური აწონის მეთოდი კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების მოცულობითი წონის განაზღვრა დენსიტომეტრის დახმარებით ფხვიერი და მკერევი აღნაგობის ქვიშების მოცულობითი წონის განსაზღვრა | 128 128 129 131 133 136 |
| § 4. | ქანების ფორიანობის განსაზღვრა გამოთვლის მეთოდი ვაჭერების მეთოდი კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანები ფხვიერი შეუკავშირებელი ქანები | 130 138 140 140 141 |
| § 5. | ქანების ტენიანობის განსაზღვრა საერთო ტენიანობა ჰიგროსკოპიული ტენიანობა მაქსიმალური ჰიგროსკოპული ტენიანობა | 142 142 144 145 |
| § 6. | თიხოვანი ქანების პლასტიკურობის ზღვრების განსაზღვრა დენადობის ზღვარი სტანდარტული მეთოდი ა. ვასილუვის და ა. კაზაგრანდეს მეთოდები პლასტიკურობის ზღვარი პლასტიკურობის რიცხვი | 146 147 147 150 153 154 |
| § 7. | ქვიშების ფარდობითი სიმკვრივე | 154 |
| § 8. | ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების ოპტიმალური ტენიანობა და მაქსიმალური სიმკვრივე | 156 |
| IV | თ ა ვ ი. ქანების წყლოვანი თვისებების კვლევა | 160 |
| § 1. | ქანების წყლოვანი თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები | 160 |
| § 2. | თიხოვანი ქანების დასველების სიჩქარე | 160 |
| § 3. | კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების დარბილება | 165 |
| § 4. | თიხოვანი ქანების გაჭირჭვების სიდიდე და ტენიანობა | 165 |

| | |
|---|------------|
| § 5. თიხოვანი ქანების დაჭდომის სიდიდე და ტენიანობა | 168 |
| § 6. ქანების სრული ტენიანობა (წყალტევადობა) | 169 |
| § 7. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების წყალშთანთქმა და წყალგაჭერება | 170 |
| § 8. მაქსიმალური მოლუკულოური ტენტევალობა თიხოვან ქანებში . ქვიშები | 172 173 |
| § 9. ქვიშებისა და სხვა ფხვიერი მონატეხი ქანების წყალგაცემა | 175 |
| § 10. ქვიშების კაპილარული აწევის სიმაღლე უშუალო დაკვირვების მეთოდი | 176 176 |
| კაპილარიმეტრის მეთოდი | 177 |
| § 11. ქანების წყალმღწევის განსაზღვრა | 179 |
| გ. კამენსკის ხელსაწყო | 181 |
| გ. ტიმეს ხელსაწყო | 183 |
| დ. კაპეცის ხელსაწყო | 188 |
| გ. კამენსკის მილი | 192 |
| „სპეტგეოს“ მილი | 193 |
| კომპრესიულ-ფილტრაციული ხელსაწყო. ПВ ხელსაწყო | 201 |
| ი. აბელევის და ა. ოზერეცოვსკის ხელსაწყო | 211 |
| § 12. ქვიშების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა მათი გრანულო- მეტრული შედგენილობის და ფორიანობის მონაცემების მიხედვით | 214 |
| § 13. თიხოვანი ქანების ფილტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა ღროვი, რომელიც საჭიროა მის შესამკვრივებლად მოკმეული დატვირთვით | 215 |
| § 14. ქანების შეღწევალობის კოეფიციენტის განსაზღვრა | 221 |
| 7. 01.3.0. ქანების მექანიკური თვისებების კვლევა | 225 |
| § 1. ქანების მექანიკური თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები | 225 |
| § 2. კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი და თიხოვანი ქანების ღრეკალობის მოღული, საერთო დეფორმაციის მოღული და განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი ერთდრმა კუმშვის მეთოდის მონაცემებით | 228 |
| § 3. კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ღრეკაობა მახასიათებლე- ბი დინამიკური მეთოდების მონაცემებით | 243 |
| § 4. ქანების გვერდითი წნევის კოეფიციენტი. გამოთვლის მეთოდი | 252 252 |
| სამღერმა კუმშვის მეთოდი | 252 |
| § 5. თიხოვანი და ქვიშოვანი ქანების კუმშვალობის კოეფიციენტი და ფარლობითი კუმშვალობის კოეფიციენტი | 256 |
| § 6. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების საერთო დეფორმაციის მოღული კომპრესიული გამოცდის მონაცემების მიხედვით | 273 |
| § 7. ლიოსური ქანების დაჭდომა კომპრესიული გამოცდის მონაცემების მიხედვით | 274 |
| § 8. თიხოვანი ქანების გაჭირჭეებისა და გატენიანების ძალა | 278 |
| § 9. კლდოვანი, ნახევრად კლდოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცე. კუმშვაზე ღროებითი წინალობის განსაზღვრის მეთოდი | 279 |
| თანადრძელი პუნსონების მეთოდი | 282 |
| გაჭიმვაზე ღროებითი წინალობის განსაზღვრის მეთოდი | 283 |
| გახლეჩის მეთოდი | 287 |
| ჩამოხეტიქის მეთოდი | 288 |
| § 10. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების სიმტკიცე. კროს ხელსაწყოში ქანე- | |

| | |
|--|-----|
| ბის გამოცდის მეთოდი | 292 |
| ნ. მასლოვის მეთოდი | 306 |
| ა. ნიჩპოროვიჩის მეთოდი | 307 |
| § 11. ქანების სიმტკიცის განსაზღვრა სამღერძა კუმშვის ხელსაწყოებში | 308 |
| § 12. ქვიშოვანი და თიხოვანი ქანების პირობითი წინაღობა ძვრაზე პენეტრაციის მეთოდი | 322 |
| § 13. ქვიშების შინაგანი ხაზუნის კუთხის განსაზღვრა ბუნებრივი ფერდოს კუთხით | 324 |
| VI მ ა ვ ი. ქვების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული განსაზღვრის შედეგების სტატისტიკური მეთოდით დამუშავება | 328 |
| § 1. ზოგადი ცნობები | 328 |
| § 2. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მაჩვენებელთა ნორმალური განაწილება | 330 |
| § 3. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები | 333 |
| § 4. ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებათა ლაბორატორიული განსაზღვრების შედეგების სტატისტიკური მეთოდით დამუშავების წესი | 336 |
| § 5. ალბათობის ტრაფარეტის გამოყენება კვლევების შედეგების სტატისტიკური დამუშავებისას | 338 |
| § 6. საანგარიშო მაჩვენებელთა დაწესება | 341 |
| § 7. ეგმ-ს გამოყენება კვლევის შედეგების სტატისტიკური დამუშავების დროს | 344 |
| § 8 პერფორატები და მათი დანიშნულება | 345 |
| დ ა ნ ა რ თ ე ბ ი | 350 |
| ლი ტ ე რ ა ტ უ რ ა | 360 |

მთარგმნელი ლ. ვარაზაშვილი
რედაქციის გამგე ო. ანდლუღაძე
რედაქტორი ი. გოგუაძე
სამხატვრო რედაქტორი ო. შესხი
ტექნიკური რედაქტორი ზ. შახარაშვილი
უფროსი კორექტორი ნ. დოღვაძე
კორექტორი ლ. გოგუშვილი
გამომცემი ლ. გაბარაშვილი

ИБ № 1912 Учебное издание
გადაეცა ასაწყობად 15. 06. 89 წ., ხელმოწერილია დასაბეჭდად 15. 12. 89 წ.,
ქალაქის ზომა 60×90¹/₁₆, საბეჭდი ქაღალდი № 2, გარნიტურა ვენა, ბეჭდვა
შაღალი, ნაბეჭდი თაბახი 23, საღებავგატარება 23,13,
სააღრ-საგამომცემლო თაბახი 19.58.

ტირაჟი 2.000

შეკვ. № 757

ფასი 85 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, ორჯონიკიძის ქ. № 50.
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Орджоникидзе 50.
1989

სპე-ს სტამბა, თბილისი, ლენინის ქ. № 77
Типография ГПИ, Тбилиси, ул. Ленина, № 77

Валерий Давидович Ломтадзе

**МЕТОДЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД**

(на грузинском языке)