

გ. გუჯაბიძე

ზოგადი გეოლოგია

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპე-
ციალური განათლების სამინისტროს მიერ დამ-
ტყიცებულია სახელმძღვანელოდ გეოლოგიის
სპეციალობათა სტუდენტებისათვის

გამოცემლობა „განათლება“
თბილისი—1976

სახელმძღვანელო შედგენილია პროგრამის მიხედვით. მასში გამოყენებულია ავტორის მიერ საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში 28 წლის პედაგოგიური მოღვაწეობისა და ხანგრძლივი საფელეოლოგიურ დაკვირვებათა შედეგები.

წიგნი განკუთვნილია სასარგებლო ნამარხთა საბაღეების გეოლოგიისა და ძიების და ჰიდროგეოლოგია-საინჟინრო გეოლოგიის სპეციალობათა სტუდენტებისათვის.

შენსაკალი

გეოლოგიის საგანი, ამოცანები, დანაწილება და კავშირი მოსახლ-
ღვრე დიხციბლინებთან. გეოლოგია ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მე-
ცნიერებას მიწის შესახებ („გე“—მიწა, „ლოგოს“—მოძღვრება). მაგრამ
დედამიწას სწავლობს მეცნიერების სხვა დარგებიც, როგორცაა: გეოქი-
მია, გეოდეზია, გეოფიზიკა და ა. შ. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ
დედამიწა მეტად რთული სხეულია და მისი შესწავლა შეუძლებელია მეც-
ნიერების ერთი რომელიმე დარგის მიერ. ამიტომ დედამიწის შესწავლით
დაინტერესებული მეცნიერების ესა თუ ის დარგი იკვლევს ჩვენი პლანე-
ტის არა ყველა, არამედ მხოლოდ გარკვეულ თვისებებს და მათი მიზა-
ნიც ამითვე განისაზღვრება. მაგალითად, გეოქიმიკა სწავლობს დედა-
მიწის მხოლოდ ქიმიურ შემადგენლობას და ნივთიერებათა ატომების მიგ-
რაცია-კონცენტრაციას მის სხვადასხვა ნაწილში; გეოდეზია—დედა-
მიწის ფორმას, სიდიდეს და მისი ზედაპირის გამოსახვის საშუალებებს
გეგმასა და რუკაზე; გეოფიზიკა—დედამიწის ფიზიკურ თვისებებს და
მასში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებს; გეოლოგია კი—დედა-
მიწის აგებულებას, წარმოშობას, განვითარების ისტორიასა და შემად-
გენლობას. იგი იკვლევს: მინერალებსა და ქანებს. მათ შედგენილობას,
სტრუქტურას, წარმოქმნას, გავრცელებას, სივრცეში ურთიერთდამოკი-
დებულებას, ცვლილებებს, ქანებში დაცულ ორგანიზმების ნაშთებს, წია-
ლისეულს, დედამიწის წარმოქმნა-განვითარებას და ა. შ. ამის შესაბამი-
სად, გეოლოგია იყოფა მთელ რიგ დარგებად, კერძოდ: მინერალოგია
სწავლობს მინერალებს, კრისტალოგრაფია—კრისტალებს, პეტრო-
გრაფია—ქანებს, სტრუქტურული გეოლოგია—მათ ურთიერთ-
განლაგებას, საინჟინრო გეოლოგია—ქანების ფიზიკურ-ტექნიკურ
თვისებებს, ლითონიან საბადოთა გეოლოგია—ლითონიან მადნე-
ულს, ჰიდროგეოლოგია—მიწისქვეშა წყლებს, ნავთობისა და
გაზის გეოლოგია—ნავთობსა და საწვავ აირებს, ქვანახშირის
გეოლოგია—ქვანახშირს, ისტორიული გეოლოგია—მიწის გან-
ვითარების ისტორიას და ა. შ. მაშასადამე, გეოლოგია არის მთელ რიგ
მეცნიერებათა კომპლექსი.

ზოგჯერ ცალკე გამოყოფენ, აგრეთვე, ზოგად გეოლოგიას
და მას ანაწილებენ ფიზიოგრაფიულ და დინამიკურ გეო-

ლოგიად. პირველი მოიცავს ასტრონომია-გეოფიზიკის, გეოდეზია-გეოქიმიის, ფიზიკური გეოგრაფია-ისტორიული გეოლოგიის, მინერალოგია-პეტროგრაფიის, სტრუქტურული გეოლოგიისა და რიგ სხვა მეცნიერებათა ძირითად დებულებებს, დინამიკური გეოლოგია კი სწავლობს დედამიწის ზედაპირზე და მის სიღრმეში მიმდინარე გეოლოგიურ პროცესებს. ამიტომ ზოგადი გეოლოგიაც დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა კომპლექსია და წარმოადგენს გეოლოგიის სინონიმს.

ამჟამად, გეოლოგია ფაქტიურად სწავლობს მიწის ქერქს, ანუ ლითონფეროს, ამიტომ მისი კვლევის ობიექტი მიწის ქერქია, მიზანი კი:— ამ ქერქის ნივთიერი შემადგენლობის, აგებულების, შემცველი წიაღისეულისა და ორგანული ნაშთების, მათი წარმოქმნა-ცვლილებების მიზეზების, გავრცელების, თანამედროვე და წარსული დროის გეოლოგიური პროცესების შესწავლა და ამ საფუძველზე მთელი ქერქისა და მასზე ორგანული სამყაროს წარმოშობა-განვითარების ისტორიის დადგენა. ამისათვის იგი ეყრდნობა და ფართოდ იყენებს ასტრონომიის, ფიზიკის, ქიმიის, გეოფიზიკის, გეოქიმიის, გეოდეზიის, ფიზიკური გეოგრაფიის, ბიოლოგიისა და სხვა მოსაზღვრე დისციპლინათა მონაცემებს. ამიტომ თითოეულის წინსვლა გარკვეულ გავლენას ახდენს გეოლოგიის განვითარებაზედაც.

ტერმინი „გეოლოგია“ შემოღებულია გერმანიაში ა. დე ბიურჩეს მიერ 1473 წელს. თეოლოგიის საწინააღმდეგოდ იგი მასში გულისხმობდა „მიწის ყოფიერების კანონზომიერებებისა და წესების კომპლექსს.“ შემდეგ ეს ტერმინი გვხვდება XVI საუკუნის ბოლოს ბოლონიელი მკვლევარის უ. ალდროვანდის (1522—1605) ხელნაწერებში, როგორც ქანების, მინერალებისა და ნამარხების, ე. ი. მიწის შემსწავლელი მეცნიერების სახელი. ლიტერატურაში „გეოლოგია“ პირველად მოხსენებულია 1657 წელს მ. ეშოლტის შრომაში („ნორვეგიის გეოლოგია“), შემდეგ კი—შვეიცარიელი დელუკისა და სხვათა ნაწერებში XVIII საუკუნეში. 1780 წელს გერმანელმა ა. ვერნერმა (1750—1817) ტერმინი „გეოლოგია“ შეცვალა „გეოგნოზიით“ (იგი შემოთავაზებული იყო ჯერ კიდევ 1761 წელს გერმანელი გ. ფუქსელის 1722—1773 მიერ), რადგან მაშინ დედამიწის წარმოშობის ასახსნელად ეყრდნობოდნენ სპეკულაციურ მოსაზრებებს, ვერნერის აზრით კი იგი ემყარებოდა ცდებს.

„გეოგნოზია“ კმაყოფილდებოდა მხოლოდ ქანების ემპირიული აღწერით. მაგრამ მალე გამოირკვა, რომ ამ გზით დედამიწის წარმოშობის ახსნა შეუძლებელია. ამიტომ XIX საუკუნის პირველ ნახევარში ტერმინ „გეოგნოზიასთან“ ერთად ხმარობდნენ „გეოლოგიასაც“, შემდეგ კი ტერმინი „გეოგნოზია“ თანდათან შეცვალა „გეოლოგიამ“ და იგი დამკვიდრდა, როგორც დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერების სახელი.

კვლევის მეთოდები. გეოლოგიაში იყენებენ კვლევის მრავალ ხერხს, მაგრამ უმთავრესია: ანალიზისა და სინთეზის, ექსპერიმენტის, უშუალო დაკვირვების, აქტუალიზმის, გეოლოგიური რუკების შედგენის, რადიოლოგიური და გეოფიზიკური მეთოდები.

ქიმიური ანალიზებით ადგენენ მინერალებისა და ქანების ქიმიურ შემადგენლობას, სინთეზით კი ცდილობენ ამავე ელემენტებისაგან ხელოვნურად მიიღონ ისინი და გამოარკვიონ ბუნებაში მათი წარმოქმნის პირობები. მართალია, ყველა გეოლოგიური საკითხი ცდით ვერ გადაწყდება, რადგან ხელოვნურად არ შეგვიძლია შევქმნათ ზუსტად იგივე პირობები, რაც ბუნებაშია (ამასთანავე, აქ ბევრი მოვლენა ათასეული და მილიონი წლობით მიმდინარეობს), მაგრამ ექსპერიმენტს გეოლოგიაში მაინც დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ხელოვნურად სწორედ ამ გზით არის მიღებული მრავალი მინერალი, ქანი, ნაოჭი, ნახსლეტი და სხვა სტრუქტურა, შესწავლილია მათი წარმოქმნისა და ცვლილებების პირობები, შექმნილია ე. წ. პეტრურგიული, ანუ ქვის წარმოება, სადაც აღნობენ ქანებს (დიაბაზები, ბაზალტები) და მისგან ამზადებენ კანალიზაციის მილებს, საიზოლაციო და მოსაპირკეთებელ ფილებს, საწონებს და სხვა ისეთ ნივთებს, რისთვისაც იყენებდნენ რკინასა და სხვა ძვირფას მასალებს.

მაგრამ გეოლოგიურ კვლევაში ძირითადი მაინც უშუალო დაკვირვებაა. ამ გზით სწავლობენ ბუნებრივი და ხელოვნური ნარჩენების (გაშიშვლებები, შახტები, შურფები, ბურღილები და სხვ.) შემადგენელი ქანების აგებულებას, სისქეებს, განლაგებას, შიგ დაცულ ნაშარხებს, წიაღისეულსა და სხვა თვისებებს. ადგენენ მათი წარმოშობის პირობებს, განცილდ პროცესებსა და ღროს. ამავე მეთოდით იკვლევენ აგრეთვე წყლის ტალღების, ქარისა და სხვა გეოლოგიურ ფაქტორთა მოქმედებას, მაგრამ დაკვირვებისათვის ირჩევენ ისეთ ადგილებს, სადაც ეს ფაქტორები გაბატონებულია (წყლისათვის—კაშხალები, ჯებირები; ქარისთვის—უდაბნო და ა. შ.). უშუალო დაკვირვება გვაძლევს დავადგინოთ ამა თუ იმ მოვლენის მსვლელობის კანონზომიერება და მოვახდინოთ მისი განზოგადება, ე. ი. ერთი ან რამდენიმე ადგილიდან შეგროვებული ფაქტების ანალიზის საფუძველზე გამოტანილი დასკვნები გავავრცელოთ მსგავსი მოვლენებისადმი სხვა ადგილებში და წამოვაყენოთ ჰიპოთეზები. მაგრამ მოვლენათა განზოგადების სიზუსტე დამოკიდებულია ფაქტების ახსნის სისწორეზე, ეს უკანასკნელი კი—მოვლენის განხილვაზე გარემო პირობებსა და სხვა მოვლენებთან კავშირში. საკითხის კვლევის ასეთ გზას დიალექტიკური მიდგომა, ხოლო ხერხს— დიალექტიკური მეთოდი ჰქვია. იგი დღეს მოვლენათა სწორად ახსნის უმნიშვნელოვანესი მეთოდია.

ერთხანს დიდ სიძნელეს წაჭმოდგენდა გეოლოგიური წარსულის აღდგენა, რადგან იგი მილიონობითა და მილიარდობით წლებით არის დაცობილი ჩვენგან. მაგრამ აქაც იპოვეს ვამოსაველი, რადგან აღმოჩნდა, რომ დღესაც ისეთივე ხასიათის ნალექები წარმოიქმნება, როგორც გეოლოგიურ წარსულში. ამიტომ, თუ შევისწავლით თანამედროვე ნალექების წარმოშობის პირობებს, ამით შეგვიძლია ავხსნათ შორეული წარსულიც. მაგალითად, ცნობილია, რომ ე. წ. რიფშენი მარჯნები (ცხოველები, რომელთა მაგარი ნაწილებისაგან ძირითადად აგებულია მისიური კირქვები—რიფები) დღეს ცხოვრობენ ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზღვებში, რომელთა მარილიანობა 3,5%-ია, სიღრმე—80 მ-მდე, ტემპერატურა—20°C-ზე მეტი. ფსკერი—კლდოვანი, წყალი—სუფთა, მოძრავი და ახლოს არსად არ არის დიდ მდინარეთა შესართავი. რიფული კირქვები გვხვდება საქართველოშიც—ქ. ონიდან ჯაფაზე გავლით წითელწყარომდე. თუ ვიმსჯელებთ მისი შემადგენელი მარჯნების თანამედროვე ცხოვრების პირობების მიხედვით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ონსა და სხვა დასახელებულ ადგილებში წინათ ზემოაღნიშნული ფენების ზღვა იყო. გეოლოგიური წარსულის კვლევის ამ გზას აქტუალიზმის პრინციპი ანუ აქტუალიზმის, მეთოდი ჰქვია. იგი ნიშნავს ვეძიოთ წარსული თანამედროვეს მიხედვით („აქტუალის“, ლათ.—თანამედროვე). ამ მეთოდის ზოგადი მონახაზები მომდინარეობს ძველი ბერძნებიდან, მაგრამ კვლევის გზა იტალიელ მეცნიერს ლეონარდო და ვინჩის (1452—1519) ეკუთვნის, პრაქტიკულად ფართოდ და მრავალმხრივ გამოიყვლია მ. ლომონოსოვმა (1711—1765), ხოლო ცნება საბოლოოდ ჩამოაყალიბა და გეოლოგიაში დაამკვიდრა ინგლისელმა გეოლოგმა ჩ. ლაიელმა (1797—1875). მაგრამ მან ეს მეთოდი მოიყვანა უნიფორმიზმამდე, ე. ი. წარსულისა და აწმყოს სრულ გაიგივებამდე, რაც მცდარია, რადგან ბუნებაში ყველაფერი იცვლება და ვითარდება და თანამედროვე პირობების უცვლელად გადატანა გეოლოგიურ წარსულში ნიშნავს დედამიწის განვითარების უარყოფას—მოვლენის მეტაფიზიკურ გაგებას. ამიტომ აქტუალიზმის მეთოდით დასკვნის გამოტანისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის ცვლილებებიც, რომლებიც დედამიწაზე ხდებოდა საკვლევი მოვლენის წინ და რამაც განაპირობა ეს მოვლენა. მოვლენის კვლევის ასეთ მიდგომას, ე. ი. გეოლოგიური წარსულის ახსნას ისტორიული ცვლილებების გათვალისწინებით, შედარებითი ისტორიული მეთოდი ჰქვია. იგი დღეს გეოლოგიური წარსულის გაგების ყველაზე სწორი გზაა, რადგან ფაქტები ადასტურებს, რომ რამდენადაც ძველ ნალექებთან გვაქვს საქმე, იმდენად დიდია განსხვავება თანამედროვე და ამ ნალექების პეტროგრაფიულ-მინერალურ-პალეონტოლოგიურ ხასიათს შორის.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გეოლოგიური რუკების შედგე-

ნას. ისინი საშუალებას გვაძლევენ ერთბაშად დავინახოთ ის, რაც ველზე უშუალოდ არ ჩანს (მთების, გეოლოგიური სტრუქტურების, მადნეული სხეულებისა და სხვა წარმონაქმნების განლაგება სივრცეში) და ვიმსჯელოთ მათი წარმოშობა-განვითარება-გავრცელების კანონზომიერებათა შესახებ. ამიტომ გეოლოგიური რუკების შედგენა, ანუ გეოლოგიური აგეგმვა, ყოველგვარი გეოლოგიური სამუშაოების საწყისი სტადიაა.

ბოლო დროს გეოლოგიურ კვლევაში თანდათან ფეხს იკიდებს სა-
პაერო აგეგმვა (აეროფოტოგადაღება), ე. ი. გეოლოგიური რუკების შედგენა თვითმფრინავებიდან და სხვა საფრენი მანქანებიდან სურათების გადაღებით. ასეთ სურათებზე ზოგჯერ უფრო უკეთ ჩანს ცალკეული ლითოლოგიური წყებების გავრცელება, რღევები და სხვა სახის კონტაქტები, ვიდრე ეს ველზე გეოლოგს შეუძლია დაადგინოს. დიდია აგრეთვე რადიოლოგიური მეთოდების მნიშვნელობაც (აბსოლუტური დათარიღების მეთოდები), მაგრამ ყველა ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს გამოვიყვიროთ მიწის მხოლოდ ის ნაწილი, რასაც ვხედავთ და ვეხებით. ეს კი მოიცავს ჩვენი პლანეტის სულ ზედა—16—20 კმ სისქის ფენას (ყველაზე უმაღლესი მთის—ევერესტის სიმაღლეა 8848 მ, ყველაზე უღრმესი ბურღილის სიღრმე 9159 მ აშშ—ოკლაჰომას შტატში, ყველაზე უღრმესი შახტისა—3800 მ) და მიწის რადიუსის 1/320 ნაწილსაც არ შეადგენს. ეს იმას ნიშნავს, რომ ჩვენი პლანეტის საერთო მასის 95,5%-ზე მეტი უშუალო, შესწავლისათვის ხელმიუწვდომელია. ამიტომ მიწის უფრო ღრმა პორიზონტებს იკვლევენ არაპირდაპირი გზებით, კერძოდ: ვულკანური ამოფოქვევის პროდუქტების ანალიზებით; სხვა ციურ სხეულებზე ასტრონომიული დაკვირვებებისა და მეტეორიტების აგებულებიდან გამომდინარე დასკვნების გავრცელებით მიწის მიმართ და გეოფიზიკური მეთოდებით, განსაკუთრებით უკანასკნელით, საიდანაც დღეს ყველაზე მეტად გამოიყენება სეისმური, გრავიმეტრიული და მაგნიტომეტრიული მეთოდი.

სეისმური მეთოდი დამყარებულია მიწაში მიწისძვრის ტალღების გავრცელების სიჩქარეების შესწავლაზე. ამისათვის წინასწარ იკვლევენ მიწის ქერქის შემადგენელ თითოეულ ქანში ხელოვნური აფეთქებებით გამოწვეული ტალღების გავრცელების სიჩქარეებს და ამის მიხედვით მსჯელობენ სიღრმეში არსებული მასების შემადგენლობისა და სხვა თვისებების შესახებ. ეს მეთოდი იმდენად სანდოა, რომ ძირითადად მასზეა დამყარებული ჩვენი ახლანდელი შეხედულება დედამიწის შინაგანი აგებულებისა და ფიზიკური მდგომარეობის შესახებ.

გრავიმეტრიული მეთოდი მიზნად ისახავს დედამიწის ზედაპირზე სიმძიმის ძალის განაწილების შესწავლას და ამ საფუძველზე

მის წიაღში არსებული ნივთიერებების სიმკვრივეებისა და სხვა თვისებების დადგენას

მაგნიტომეტრიული მეთოდით კი იკვლევენ დედამიწის მაგნიტურ ველს და ცდილობენ ახსნან მისი გამომწვევი მიზეზები.

გეოლოგიის თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა. გეოლოგიას უდიდესი თეორიული მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან იგი იძლევა უამრავსაბუთს იმის შესახებ, რომ ბუნებაში ყველა მოვლენა დიალექტიკური გზით ვითარდება და არ არსებობს იზოლირებული მოვლენები; ერთი მოვლენა მეორეზე დამოკიდებული, მეორე—პირველზე და ერთმეორეს აპირობებს. ყველა მათგანში ჩანს დაპირისპირებულ ძალთა ერთიანობა: ბრძოლა და რიცხობრიობის თვისებრიობაში გადასვლა, რაც ნახტომისებურად ხდება; ბუნებაში ყველაფერი მოძრაობს, იცვლება და ვითარდება. მაგალითად, დედამიწის ზედაპირის რელიეფის ცვლილების საკითხი. ამ ზედაპირზე ყოველთვის მოქმედებდა და მოქმედებს ორი, ერთმანეთის სრულიად საწინააღმდეგო, ე. წ. გარე და შიგა ძალები და პროცესები: პირველი (ტემპერატურის რყევა, წყალი, ქარი და სხვ.) ცდილობს დაშალოს მთები, ამოაგოს ტაფობები, მოაგაგოს რელიეფი, მეორე (მიწის წიაღის ატომბირთვული რეაქციები, ნივთიერებათა ფაზური გარდაქმნები და სხვ.) კი—დაწყვიტოს, დაანაოქოს მიწის ქერქი და შექმნას ახალი მთები და ჩაღრმავებები. მოვაკების პროცესი ნელია და ათეული მილიონი წლობით გრძელდება. ამიტომ მას დედამიწის განვითარების ევოლუციურ პერიოდს უწოდებენ. რელიეფის მოვაკების შესაბამისად სუსტდება ქანების დაშლა-გადატანის პროცესები, მაგრამ ძლიერდება მიწის შიგა დაძაბულობა და იქმნება შიგა ძალების მოქმედების მკვეთრი გამოვლინების პირობები. ამიტომ გარკვეულ მომენტში ეს ძალები ძლევს გარე წინააღმდეგობას და ზედაპირზე მიწისძვრების, ვულკანიზმის, დანაოქებისა და მთების სახით გამოვლინდება. ამ დროს ევოლუციური პერიოდი გადადის რევოლუციურში და მოვაკებულ რელიეფი იცვლება უსწორმასწოროთი. მაგრამ ახლა აქტიურდება გარე ძალებიც და წარმოქმნილი მთები ისევ ინტენსიურად იშლება. აქ მშვენივრად ჩანს დაპირისპირებულ ძალთა ერთიანობა და ბრძოლა, ურთიერთგანპირობებულობა და რელიეფის განვითარების ევოლუციურ-რევოლუციური მსვლელობა. იგივე შეიძლება დავინახოთ ყველა სხვა გეოლოგიურ მოვლენაშიც.

ძალზე დიდია გეოლოგიის პრაქტიკული მნიშვნელობაც, რადგან ტექნიკის წინსვლა შეუძლებელია ნავთობის, ქვანახშირის, ლითონების, სამშენებლო მასალებისა და სხვა წიაღისეულის გარეშე. ამათი ძებნა-ძიება კი შესაძლებელია, თუ გვაქვს სათანადო გეოლოგიური ცოდნა.

გეოლოგია გვეხმარება აგრეთვე რკინიგზების, გზატკეცილების, გვირაბების, ჰიდროელექტროსადგურების, კაშხლების, შენობების, ხიდების, სამხედრო-თავდაცვითი და სხვა კაპიტალურ ნაგებობათა ადგილე-

ბის შერჩევაში, ჰაობების ამოშრობაში, დასახლებული პუნქტების წყლით უზრუნველყოფაში და სხვა. ამავე დროს, მრავალი მინერალი და ქანი წარმოადგენს მზამზარეულ ბუნებრივ სასუქს (ნატრიუმისა და კალიუმის გვარჯილები) ან იზმარება მათ დასამზადებლად (აპატიტი, ფოსფორიტი, მერგელი, ტორფი), წამლებად, საღებავებად და ა. შ. ასე რომ, არ არსებობს სახალხო მეურნეობის არც ერთი დარგი, სადაც გეოლოგია საჭირო არ არის.

გეოლოგიის მოკლე ისტორია. მეცნიერების ამა თუ იმ დარგს დამოუკიდებელი მეცნიერება რომ ვუწოდოთ, ამისათვის საჭიროა სამი რამ: კვლევის ობიექტი, ამოცანები და მეთოდები. ამ გაგებით გეოლოგია, როგორც მეცნიერება, ჩამოყალიბდა XVIII-XIX საუკუნეების მიჯნაზე. მაგრამ გეოლოგიური აზროვნება მომდინარეობს უხსოვარი დროიდან, როდესაც ადამიანმა ცხოვრებაში გამოიყენა ქვა, ლითონი, შექმნა სხვადასხვა იარაღი და დაიწყო ამ იარაღისათვის საჭირო ნედლეულის ძებნა-ძიება. პალეოლითში ეს იყო კაჟი, ობსიდიანი და რქაულა; ნეოლითში—ლითონი, ფიქლები, კვარციტი და სხვა მაგმური და მეტამორფული ქანები; ბრინჯაოს ხანაში—სპილენძი, ოქრო, ვერცხლი და სხვა ხალასი ლითონები, აგრეთვე, სპილენძისა და თუთიის ნერთები; რკინის ხანაში—რკინის მადნები.

ადამიანები წიაღიდან ამ სასარგებლო ნამარხების ამოღებით წინ სწევდნენ სამთო საქმეს, თანაც აკვირდებოდნენ ქანებისა და მადნების განლაგებას, ურთიერთდამოკიდებულებას, შემადგენლობას, გავრცელებას, სისქეს და ა. შ., ეცნობოდნენ დედამიწის ქერქის აგებულებას და გამოთქვამდნენ აზრს მასში დაცული წიაღისეულისა და მთელი ქერქის წარმოშობა-განვითარების შესახებ, ე. ი. საფუძველს უყრიდნენ და აღრმავებდნენ გეოლოგიურ ცოდნას. ყველაფერი ეს თავის გამოხატულებას პოულობდა ადამიანთა მატერიალურ კულტურაში, მითებში, რელიგიურ ლეგენდებსა და ნაწერებში. ამიტომ ესენი გეოლოგიური ცოდნის განვითარების ამსახველი დოკუმენტებია.

არქეოლოგიური მონაპოვრებით მტკიცდება, რომ ძველ ხალხთა შორის სამთო საქმით ყველაზე მეტად დაინტერესებული იყვნენ ჩინელები, ინდოელები, ბაბილონელები და ეგვიპტელები. ჩინეთში ნაპოვნია პალეოლითის ადამიანთა უამრავი სადგომი და იარაღი; ადრეული ნეოლითის ქვის წვეტიანი სათხრელები, ნაჯახები, ჩაქუჩები და სხვა ხელსაწყოები; ნეოლითის ბოლოდროინდელი გათრაშული ქვები, თიხის ჭურჭლები, ფერადი კერამიკა და სხვა ნაკეთობები. ცნობილია ისიც, რომ ძველ ჩინეთში XX—XVII საუკუნეებში ასხამდნენ ბრინჯაოს და იყენებდნენ 40-მდე მინერალს; ეგვიპტეში 5000—4000 წლის წინათ პირამიდების, სფინქსებისა და სხვა ნაგებობებში იყენებდნენ გრანიტს, ლითონსა და მკვრივ ქვიშაქვებს; ძველ ეგვიპტეში მისდევდნენ სამეთუნეო და საიუვე-

ლირო საქმეს; მაგალითად, მერიდის ტბაზე მათ მოწყობილი ჰქონდათ გრანდიოზული სარწყავი 'რეზერვუარი; ნილოსი დაკავშირებული იყო მეწამულ ზღვასთან; ფიქრობდნენ სუეცის არხის გაკრას და ა. შ.

ამ მხრივ მეტად მნიშვნელოვანია ჩვენი ქვეყნის წარსულიც. ცნობილია, რომ უკრაინაში (ვოლინზე) პალეოლითის ხანაში ამუშავებდნენ მინერალ პიროფილიტს; ჩრდილო ყაზახეთში (კალბისისა და ნარიმის ქედებზე) ბრინჯაოს ხანაში აღნობდნენ კალას, ჩვენს ერამდე 1500—700 წლის წინათ კი—ოქროსა და სპილენძს; I ათასწლეულში შუა აზიაში ამუშავებდნენ ვერცხლსა და სპილენძს; IV—III ათასწლეულში აზერბაიჯანში—თიხის ჭურჭლებს და ნეოლითში ნახჭევანში—მარილს; საქართველოში პალეოლითის დასაწყისიდანვე მისდევდნენ ქვის წარმოებას; ნეოლითში—სპილენძის ამოღება-დამუშავებას; 4000 წლის წინათ—რკინის გამოღობას (პირველად იგი აღმოაჩინა ძველ დროში მცირე აზიის ცენტრში მცხოვრებმა ქართველმა ტომმა—მოსინიკებმა, რომლებმაც ბრძმელში სპილენძის წითელი მადნის ნაცვლად შეცდომით მოათავსეს რკინის წითელი მადანი); 2500 წლის წინათ ამზადებდნენ უქანგავ ფოლადს და ა. შ.

ლეგენდებიდან საყურადღებოა ძველი ინდური გადმოცემები მდ. ბრამაპუტრის ძილისა და სიფხიზლის, ე. ი. წყალდიდობისა და სიმშვიდის მორიგეობის შესახებ, რაც თითქოს გამოწვეული იყო მსოფლიო ხანჭრით, საყოველთაო წარღვნით ან ორივეთი ერთად. ფიქრობენ, ამ ლეგენდებს დასაბამი მისცა ჰიმალაის მთებში მომხდარმა კატასტროფულმა მიწისძვრებმა და წყალმოვარდნებმა.

ძველი ხელნაწერებიდან მეტად საინტერესოა ჩინეთში შედგენილი 18-ტომიანი და 150—150-ფურცლიანი თხზულება „სან-ხეი-დინი“ („ძველი თქმულებები მთებისა და ზღვების შესახებ“), რომლის წერა დაიწყო ჩვენს ერამდე XX—XIX საუკუნეში და დამთავრდა 400-იან წლებში ახალ წელთაღრიცხვამდე. იგი ინახება პეკინის საჯარო ბიბლიოთეკაში და ჯერჯერობით პირველი შრომაა, რომელშიც თავმოყრილია იმდროინდელი გეოლოგიური და მინერალოგიური ცოდნა. მასში აღწერილია 17 მინერალი (ოქრო, ვერცხლი, კალა, რკინა და სხვ.) და მთელი რიგი ქანები. საყურადღებოა ისიც, რომ ჩვენს ერამდე, 200 წლის წინათ, ჩინელი მეზღვაურები იყენებდნენ რკინის ისრიან კომპასს და ჩვენი წელთაღრიცხვის 132 წელს ჩჟან-ხენმა (78—139) მსოფლიოში პირველმა გამოიგონა სეისმომეტრი, რომელიც აღრიცხავდა ადამიანის შესაგრძნობ მიწისძვრას და უჩვენებდა ეპიცენტრის მიმართულებას.

ძველ ჩინეთში არსებობდა თეორიული მეცნიერებაც. ამ მხრივ მეტად საინტერესოა სტიქიურ დიალექტიკოს-მატერიალისტის ლაო-ცზის (VI—V საუკუნეები ჩვენს ერამდე) მოძღვრება—„დაოსიზმი“, რომელშიც ლაპარაკია სამყაროს შექმნის, მისი უსასრულობა-მარადიულობის, მოვლენათა ურთიერთკავშირის, ქაოსური ნისლოვანი მასის—„ცის“ და-

დებითი და უარყოფითი ნაწილაკების ურთიერთშეერთებით დედამიწისა და მასზე არსებული ყველა სხეულის წარმოქმნის შესახებ. მნიშვნელოვანია აგრეთვე ძველ ბერძენთა შეხედულებები სამყაროს შექმნისა და გეოლოგიური მოვლენების შესახებ. კერძოდ, თალესი (ძვ. წ. 624—547) თვლიდა, რომ „ყველა საგნის საწყისია წყალი, წყლისაგან წარმოიქმნება ყოველივე და ყველაფერი უბრუნდება წყალს“. ანაქსიმენს (VI საუკუნე ჩვენს ერამდე) სამყაროს დასაბამ ნივთიერებად მიაჩნდა ჰაერი. იგი ფიქრობდა, რომ ჰაერის გაუზზობით მიიღება ცეცხლი, გასქელებით—წყალი, უკანასკნელიდან—მიწა; ანაქსიმანდრეს (ძვ. წ. 610—545) აზრით, ყველაფრის საწყისია თვისობრივად განუსაზღვრელი და რაოდენობრივად უსასრულო, მარადიული ნივთიერება აპეირონი, რომლისგანაც თითქოს გამოიყოფა თბილი და ცივი საწყისები, მათი შეერთებით მიიღება ტენიანობა, ტენის გაშრობით—მიწა, შემდეგ—ჰაერი და ცეცხლოვანი სტიქია, უკანასკნელისაგან კი—ციური სხეულები; ემპედოკლე (ძვ. წ. დაახლოებით 485—425) ყველაფრის საწყისად აღიარებდა ცეცხლს, წყალსა და ჰაერს; ჰერაკლიტე (ძვ. წ. 530—470) კი—ცეცხლს. იგი ამბობდა, რომ „სამყარო არ არის შექმნილი არც ერთი ღმერთისა და ადამიანისგან, არამედ იყო, არის და იქნება მარად-მგზნებარე ცეცხლი, რომელიც კანონზომიერად ინთება და ქრებაო.“ ლენინის შეფასებით, ჰერაკლიტეს ეს შეხედულება დიალექტიკური მატერიალიზმის საწყისების საუკეთესო გადმოცემაა („ფილოსოფიური რვეულები“ გვ. 318). ამიტომ თალესი ითვლება ე. წ. ნექტუნისმის, ხოლო ჰერაკლიტე—პლუტონისმის ფუძემდებლად.

ამავე დროს, თალესი მიუთითებდა, რომ ტალღები შლის კლდეებს და აფართოებს წყლის სივრცეს; ნილოსის დელტა იჭრება ზღვაში და ავიწროებს მას; ხმელეთი ზღვაში მოტივტივე სხეულია და მიწისძვრებს იწვევს ზღვის ღელვა. ანაქსიმანდრე შრეებში არსებულ თევზების ანაბეჭდებს მიიჩნევდა ცხოველების ნაშთებად. პითაგორას (ძვ. წ. დაახ. 580—500) აზრით, ხმელეთი და ზღვა ერთიმეორეს ცვლის და დედამიწა სფერულია. არისტოტელე (ძვ. წ. 384—322) სწორად ხსნიდა ტბების ამოშრობას; ამჩნევდა ზღვის მიმოქცევას. კავშირს ვულკანიზმსა და მიწისძვრებს შორის. ის პირველს მიაწერდა ზღვის დონის მერყეობას, მეორეს კი—მიწისქვეშა ქარს, თანაც ნამარხებს მიიჩნევდა ბუნების თამაშად. სტრაბონი (ძვ. წ. დაახ. 63, ჩვენი წელთაღრიცხვით დაახ. 20). ზღვის მიმოქცევას ხსნიდა ხმელეთის აწევ-დაწევით და არჩევდა მის ორ ტიპს: ჩქარსა და ნელს. ამიტომ მას ტექტონისტიკის წინამორბედად თვლიან.

ძველი რომაელებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია პლინიუს უფროსის (23—79) 37-ტომიანი შრომა („ბუნებისმეტყველების ის-

ტორია“), რომელიც იმდროინდელი ცოდნის (სამთო საქმისაც) ენციკლოპედიაა.

შუა საუკუნეებს გეოლოგიისათვის თითქმის არაფერი მოუცია, რადგან მაშინ მეცნიერების ადგილი ეჭირა სქოლასტიკას და ჰუმანიტეტის ძიებისა—საღვთო წერილის შესწავლას. ამიტომ ამ დროს ძველი სტიქიურ-დიალექტიკოსთა შეხედულებები მიივიწყეს და ერთგვარად განვითარდა მხოლოდ მინერალოგია, რადგან მინერალები საჭირო იყო მედიცინისა და ალქიმისათვის ლითონების გამოსაღობად. ამიტომ, ამ ხანით X საუკუნეში იმდენი მასალა დაგროვდა, რომ საჭირო შეიქმნა მისი შეჯამება და მართლაც ჩინელმა ლი ს ი ც ე ნ მ ა, 950 წელს დაწერა წიგნი „ბენცაო-დაუიუანი“ („წიგნი მინერალების, მცენარეების და ცხოველების, ოვგორც წამლების შესახებ“), რომელშიც მოხსენიებულია 200-ზე მეტი მინერალი, ქანი, ნამარხი და მინერალური წყალი. უფრო საყურადღებოა ტაჯიკი მკვლევარის ა ვ ი ც ე ნ ა ს (დაახ. 980—1037), ხო-ოეზმელი ბ ი რ უ ნ ი ს ა (972 ან 973—1048) და აზერბაიჯანელი მ უ ხ ა მ ე დ ნ ა ს რ ე დ ი ნ ი ს (1201—1274) შრომები.

ა ვ ი ც ე ნ ა ს „სამკურნალო წიგნში“ (დაწერილია 1021—1023 წლებში) მოცემულია მინერალებისა და მეტეორიტების შემადგენლობა; მინერალებისა და ქანების კლასიფიკაცია; განხილულია მთების წარმოშობის საკითხი; ნამარხები ძირითადად მიჩნეულია ორგანიზმების ნაშთებად და ა.შ. ბ ი რ უ ნ ი ს წიგნში („შეკრებილი ცნობები კეთილშობილი მინერალების შეცნობის შესახებ“, დაწერილია დაახ. 1048 წელს) დახასიათებულია 100-მდე მინერალი და ქანი; მითითებულია მათი საბადოები და ამოღების საშუალებანი. ნ ა ს რ ე დ ი ნ ი ს ნაშრომში „ჯავაპირ-ნამე“, ე. ი. „მოდღერება მინერალების შესახებ“, აღწერილია 34 მინერალი (ალმასი, ფირუზი, რუბინი და სხვ.) და მათი განსაზღვრის უმთავრესი ხერხები.

გეოლოგიური ცოდნის განვითარებაში მკვეთრი გარდატეხა მოხდა აღორძინების ხანაში. ეს გამოწვეული იყო მეურნეობის კაპიტალისტური წესის შემოჭრით, ქარხნების, გზების, არხების, ქალაქებისა და სხვა ნაგებობათა გაძლიერებული მშენებლობითა და მინერალურ ნედლეულზე მოთხოვნილების გაზრდით. ამ დროის მკვლევარებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ლ ე ო ნ ა რ დ ო და ვ ი ნ ჩ ი, გერმანელი ა გ რ ი კ ო ლ ა (1494—1555) და დანიელი ნ. ს ტ ე ნ ო (1638—1687).

ლ ე ო ნ ა რ დ ო მ ნამარხები მიიჩნია ორგანიზმების ნაშთებად; რაც XV II საუკუნის ბოლოს საყოველთაოდ აღიარეს, რადგან სამღვდლოებამ იგი გამოიყენა მსოფლიო წარღვნის დამამტკიცებელ საბუთად. ლ ე ო ნ ა რ დ ო მ პირველმა სცადა, აგრეთვე გეოლოგიური წარსულის ახსნა აქტუალიზმის პრინციპით, რადგან აპენინის მთებში ნაპოვნი ნი-

ყარები შეადარა თანამედროვე ზღვის ცხოველთა ნიჟარებს და დაასკვნა.. რომ წარსულში ამ მთების ადგილზე ზღვა იყო.

ა გ რ ი კ ო ლ ა მ 1546 წელს შემოიღო ტერმინი ნ ა მ ა რ ბ ი, 1550 წელს კი შეაჯამა სამთო საქმისა და მადნეულთა მიმართ იმდროინდელი მონაცემები და დაწერა წიგნი „სამთო საქმის შესახებ“, რომელშიც მოცემულია მთელი რიგი მინერალების აღწერა, მადნიანი სხეულების კლასიფიკაცია, მაღაროს ადგილის შერჩევისა და გახსნის მეთოდები და ა. შ. ამიტომ ეს წიგნი 200 წლის განმავლობაში ძრავალჯერ გამოიცა ევროპულ ენებზე.

ს ტ ე ნ ო მ პირველმა გაარჩია ზღვიური და კონტინენტური ნალექები; გამოთქვა აზრი, რომ ზედა შრე ქვედაზე ახალგაზრდაა; პირველად ყველა შრე ილექება ჰორიზონტალურად. მაგრამ თუ აქა-იქ დანაოჭებულია, დროთა განმავლობაში მასზე უმოქმედნია რაღაც ძალებს და გამოუყვანია საწყისი მდგომარეობიდან. მანვე პირველმა სცადა მოეცა დედამიწის განვითარების ისტორიის სურათი ტოსკანის მაგალითზე. ამიტომ ს ტ ე ნ ო ს სტრატოგრაფიისა და ტექტონიკის ფუძემდებლად თვლიან, მაგრამ მისი ნაშრომი („მყარში ბუნებრივად მოთავსებული მყარისავე შესახებ“) მაშინ შეუმჩნეველი დარჩა და მას გეოლოგიის განვითარებაში არაერთგვაროვანი როლი არ უთამაშნია.

გეოლოგიის განვითარებასა და დაფუძნებაში განსაკუთრებით დიდია უ. ბიუფონის (1707—1788), მ. ლომონოსოვის (1711—1765), უ. გეტარის (1715—1786), ა. ვერნერის (1750—1817), ჯ. ჰეტონის (1726—1797), ჯ. პოლის (1761—1832), უ. სმიტის (1769—1839), უ. კუვიეს (1769—1832), ჩ. ლაიელისა (1797—1875) და XVIII—XIX საუკუნეების პირველი ნახევრის სხვა მკვლევართა ღვაწლი.

ბ ი უ ფ ო ნ მ ა პირველმა წამოაყენა მეცნიერული ჰიპოთეზა დედამიწის წარმოშობის შესახებ და შეეცადა აეხსნა მისი ასაკი. ლ ო მ ო ნ ო ს ო ვ მ ა თავის ნაშრომში—„მოდღვრება მეტალების წარმოშობის შესახებ (1757) და „მეტალურგიის ანუ მადნეულთა საქმის პირველი საფუძვლების“ დანამატი—„მიწის შრეების შესახებ“ (1763)—დედამიწაზე მოქმედი ძალები და მოვლენები დაჰყო გარე-და შიგა დინამიკურ ძალებად და მოვლენებად; პირველმა დაახასიათა მინერალთა წარმოშობის პროცესები, დაადგინა მათი გამოყოფის თანამიმდევრობა და წოლის ფორმები; მოგვცა პარაგენეზისის ცნება; პირველმა გაარჩია ვულკანიზმის სახეები, გამოიყენა მიკროსკოპი გეოლოგიაში და ფართოდ დაეყრდნო აქტუალიზმს გეოლოგიური წარსულის კვლევისათვის; გამოთქვა აზრი ტორფისა და ქვანახშირის მცენარეული, ხოლო ნავთობის ორგანული წარმოშობის შესახებ; აღნიშნა, რომ ქარვა გაქვავებული ფისია; მოგვცა ტექტონიკური მოძრაობების კლასიფიკაცია და მათ მიზეზად მიიჩნია მიწის შიგა ენერგია; გვიჩვენა, რომ ბუნებაში ყველაფერი იცვ-

ლება. ვითარდება, და გეოლოგიაში საფუძველი ჩაუყარა ევოლუციურ იდეას. ამიტომ ლოზოვოვი ითვლება რუსული გეოლოგიის მამად.

პეკმა მსოფლიოში პირველმა შეაღვინა და 1743 წელს გამოაქვეყნა ინგლისის ნაწილის გეოლოგიური რუკა. რუსეთში პირველი ასეთი რუკა აღმოსავლეთ იმპერბაიკალის პეტროგრაფიული რუკა იყო. იგი ხელნაწერის სახით შეადგინა და გამოაქვეყნა დ. ლებედევმა და გ. ივანოვმა (1789—1794 წლებში). გეტარმა პირველმა მოგვცა გეოლოგიური ფორმაციის ცნება და 1752 წელს მის მიერ შედგენილ გეოლოგიურ რუკაზე დაიტანა 3 ფორმაცია და 50-მდე ნიშანი. მანვე აღწერა ღრუბლები, ტრილობიტები, ნუნულიტები, მარჯნები, სპილო და სხვა ნამარხი ორგანიზმები.

გ. ფუქსელმა ტურინგიაში გაარჩია 9 ფორმაცია და ერთმანეთისაგან განასხვავა შრე, დასტა და წყება. გლეზერმა რუკისთვის გამოიყენა ფერები და 1775 წელს გამოაქვეყნა მსოფლიოში პირველი შეფერილი გეოლოგიური რუკა. ა. ვერნერმა 1775 წელს მსოფლიოში პირველმა დაიწყო გეოლოგიის („გეოგნოზის“) კითხვა ფრაიბერგის სამთო აკადემიაში; მოახდინა მინერალთა კლასიფიკაცია; მოგვცა გრანიტის, სიენიტის, ბაზალტისა და სხვა ქანების ზუსტი განსაზოვრა და შემადგენლობისა და განლაგების მიხედვით ქანები დაჰყო ოთხ ჯგუფად (პირველული, შრეებრივი, ახალგაზრდა მონალექი, გარდამავალი). მაგრამ ყველა ქანი და მინერალი მიიჩნია წყლისგან—პირველადი ოკეანისგან—წარმოშობილად და ამით საფუძველი ჩაუყარა ე. წ. ნეპტუნისტურ მიმართულებას. პეტრონმა ქანების წარმოქმნაში ძირითადი როლი მიაკუთვნა შინაგან სითბოს—ეცხლს, ვულკანიზმს და ამით გეოლოგიაში შექმნა ნეპტუნიზმის საწინააღმდეგო მიმართულება—პლუტონიზმი; სწორად ახსნა გრანიტისა და ბაზალტის წარმოშობა; გაარჩია მაგმური, დანალექი და მეტამორფული ქანები; დედამიწის ისტორია განიხილა როგორც რელიეფწარმოქმნელი ფაქტორების მოქმედების უსასრულო პროცესი და ა. შ.

პოლმა პირველმა ჩაატარა ცდები ქანების გოდნობა-გაცივება. დანაოკებზე და საფუძველი ჩაუყარა ექსპერიმენტულ გეოლოგიას. სმიტმა შეისწავლა ინგლისის ნალექები, შიგ დაცული ორგანული ნაშთები, შეამჩნია, რომ შრეები განსხვავდება ერთმანეთისაგან როგორც განლაგებით, ისე ნამარხებით. სხვადასხვა ადგილზე ისინი ხშირად ერთნაირ ნამარხებს შეიცავს და გამოთქვა აზრი, რომ ერთი და იგივე ნამარხებიანი შრეები ერთი და იმავე ასაკისაა. მან ნამარხები გამოიყენა კიდეც ქანების ასაკის დასადგენად, საფუძველი ჩა-

უყარა შრეების დათარიღების პალეონტოლოგიურ მეთოდს; ამ გზით მან ინგლისის ქანები დაანაწილა ასაკობრივ პორიზონტებად და 1815 წელს გამოაქვეყნა მთელი ინგლისის, უელსისა და შოტლანდიის ნაწილის 1:300 000-იანი მასშტაბის ხელით შეფერილი გეოლოგიური რუკა, რომელიც დიდი ტერიტორიის, კერძოდ, ინგლისის პირველი გეოლოგიური რუკაა და ხელნაწერის სახით ინახება ლონდონის გეოლოგიურ მუზეუმში. კუვიემ და ა. ბრონოარმა (1770—1847) შეისწავლეს პარიზის მიდამოების მესამეულ ნალექებში დაკული ხერხემლიანთა ნაშთები და სმიტის მიერ გამოტანილ დასკვნამდე მივიდნენ. ამასთანავე, კუვიემ ნამარხები ამოწვევტილ ორგანიზმთა ნაშთებად მიიჩნია და მის შესასწავლად შექმნა ახალი მეცნიერება—პალეონტოლოგია; ძვლების ერთმანეთთან შედარებით საფუძველი ჩაუყარა მეორე მეცნიერებას—შედარებით ანატომიას, ნამარხების აღწერით კი გზა მისცა მესამე მეცნიერებას—ისტორიულ გეოლოგიას. მაგრამ იგი უდიდეს შეცდომას უშვებდა, რადგან ორგანიზმების ამოწვევტას კატასტროფებით ხსნიდა და ხელახლა გაჩენას ღმერთს მიაწერდა. სხვა მხრივ კუვიეს შეხედულებებმა გეოლოგიაში დიდი როლი შეასრულა, რადგან მის საფუძველზე ევროპის ყველა ქვეყანაში ფართოდ გაიშალა პალეონტოლოგიურ-სტრატეგრაფიული კვლევები და XIX საუკუნის 20-დან 40-იან წლებამდე, ე. ი. დაახლოებით 20 წლის განმავლობაში გამოყოფილ იქნა ყველა გეოლოგიური სისტემა და ჩამოყალიბდა ისტორიული გეოლოგია.

XIX საუკუნეშივე მინერალოგიაში დაიწყო განვითარება ქიმიურმა მიმართულებამ და შეიქმნა გეოქიმია. 1828 წელს ინგლისელმა ფიზიკოსმა უ. ნიკოლმა (1768—1851) გამოიგონა პოლარიზაციული მიკროსკოპი და საფუძველი ჩაუყარა მიკროსკოპულ პეტროგრაფიას ქანებში აღმოჩნდა ნამარხი მიკროორგანიზმები და შეიქმნა მიკროპალეონტოლოგია. 1829 წელს ფრანგმა ელი დე ბომონმა (1798—1874) წამოაყენა კონტრაქციის კიპოთეზა. 1830 წელს დეემ (1796—1896) შემოიღო სტატისტიკური მეთოდი. მასზე დაყრდნობით ჩ. ლაიელმა 1833 წელს მესამეული ნალექები დაანაწილა ეოცენ-მიოცენ-პლიოცენად. 1838 წელს შევიცარიელმა ა. გრესლიმ (1814—1865) შემოიღო ცნება „ფაციესი“ და ა. შ.

ამრიგად, XIX საუკუნის პირველ ნახევარში შეიქმნა ყველა პირობა იმისათვის, რომ გეოლოგია ჩამოყალიბებულიყო დამოუკიდებელ მეცნიერებად. ჩ. ლაიელმა შეაჯამა იმდროინდელი გეოლოგიური მონაცემები და 1830—1833 წლებში გამოაქვეყნა სამტომიანი შრომა—„გეოლოგიის საფუძვლები“, რომელშიც ხაზგასმითაა აღნიშნული გეოლოგიის საგანი, მიზნები და მეთოდები; მანვე მოგვცა აქტუალიზმის პრინციპის საბოლოო ფორმულირება.

კაპიტალიზმის განვითარების შესაბამისად იზრდებოდა მოთხოვნები მინერალურ ნედლეულზე და მატულობდა სპეციალური კადრების საჭიროებაც. ამ მიზნით ჩეხეთში (ოსტრავაში) 1716 წელს დაარსდა მსოფლიოში პირველი უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებელი. შემდეგ ასეთი სასწავლებელი (სამთო აკადემია) გაიხსნა ფრაიბერგში 1765 წელს, ხემნიცში (ახლანდელი კარლ მარქს შტადტი)—1770 წელს, პეტერბურგში—1773 წელს (ახლანდელი სამთო ინსტიტუტი), პარიზში—1795 წელს და ა. შ. საქართველოში კი—1922 წელს (პოლიტექნიკური ფაკულტეტი უნივერსიტეტში). მაგრამ ისინი მაინც ვერ აკმაყოფილებდნენ მოთხოვნებს, ამიტომ XIX საუკუნის დასაწყისიდან გეოლოგიის სწავლება შემოიღეს უნივერსიტეტებშიაც. ამავე დროს შეიქმნა სპეციალური გეოლოგიური ორგანიზაციებიც. პირველი ასეთი ორგანიზაცია იყო ლონდონის გეოლოგიური საზოგადოება შესაბამისი ბექდვითი ორგანოთი (ჩამოყალიბდა 1807 წ.), შემდეგ—საფრანგეთის გეოლოგიური საზოგადოება (1830 წ.) და სხვ. რუსეთში გეოლოგიური საზოგადოების საქმეებს განაგებდა ბუნებისმეტყველთა მოსკოვის საზოგადოების (დაარსდა 1805 წელს) გეოლოგიური სექცია და მინერალოგიური საზოგადოება (დაარსდა 1817 წელს პეტერბურგში).

ამავე პერიოდში თითქმის ყველა ქვეყანაში გეოლოგიური კვლევები გადავიდა სახელმწიფოს ხელში და შეიქმნა სათანადო ორგანოები. პირველი ასეთი დაწესებულება დაარსდა ინგლისში 1835 წელს (Geological Survey of the United Kingdom—დიდი ბრიტანეთის გეოლოგიური მიმოხილვა) და საფრანგეთში იმავე წელს, შემდეგ კი: ბელგიაში 1836 წელს; ავსტრია-უნგრეთში 1849 წელს; შვედეთსა და კანადაში 1853 წელს; აშშ-ში 1867 წელს; იტალიაში—1868 წელს; პეტერბურგში—1882 წელს (გეოლოგიური კომიტეტი) და ა. შ., თუმცა რუსეთში ჯერ კიდევ 1700 წლიდან არსებობდა მალაროთა მმართველობის ცენტრალური დაწესებულება—„Приказ руднокопных дел“, საქართველოში კი რუსეთთან შეერთებიდანვე—„საქართველოში სამთო წარმოების მომწყობი მთავარი ექსპედიცია“, რომელიც შემდეგ გადაკეთდა „საქართველოს სამთო ექსპედიციად“, „კავკასიის სამთო სამმართველოდ“, ხოლო 1868 წელს თბილისში ჩამოყალიბდა გეოლოგიური განყოფილება.

ახლა შეიქმნა სხვადასხვა ქვეყნის მკვლევართა გამოცდილების ურთიერთგაზიარების საჭიროებაც. ამ მიზნით დაიწყო საერთაშორისო სასოფლო-სამეურნეო და საწარმოო გამოფენების მოწყობა, მათ შორის გეოლოგიაშიც. გეოლოგიაში აღნიშნული გამოფენა პირველად მოეწყო ლანდონში 1862 წელს, შემდეგ—პარიზში 1868 წელს და აშშ-ში 1876 წელს. იქვე გადაწყდა, ჩამოყალიბებულიყო საერთაშორისო გეოლოგიური კონგრესი და ჩამოყალიბდა კიდევ 1878 წელს. იმავე წელს შედგა მისი პირველი სხდომა პარიზში, სადაც დაადგინეს, რომ მომდევნო კონგრესე-

ბი ჩატარებულიყო ყოველ 3—4 წელიწადში სხვადასხვა ქვეყანაში. დღემდე ჩატარებულია 24 კონგრესი (1—პარიზში 1878 წ.; 2—ბოლონიაში 1881 წ.; 3—ბერლინში 1885 წ.; 4—ლონდონში 1888 წ.; 5—ვაშინგტონში 1891 წ.; 6—ციურიხში 1894 წ.; 7—სანკტ-პეტერბურგში 1897 წ.; 8—პარიზში 1900 წ.; 9—ვენაში 1903 წ.; 10—მეხიკოში 1906 წ.; 11—სტოკჰოლმში 1910 წ.; 12—ტორონტოში 1913 წ.; 13—ბრიუსელში 1922 წ.; 14—მადრიდში 1926 წ.; 15—პრეტორიაში 1929 წ.; 16—ვაშინგტონში 1933 წ.; 17—მოსკოვში 1937 წ.; 18—ლონდონში 1948 წ.; 19—ალჟირში 1952 წ.; 20—მეხიკოში 1956 წ.; 21—კოპენჰაგენში 1960 წ.; 22—დელში 1964 წ.; 23—პრალაში 1968 წ.; 24—კანადაში 1972 წ.).

საქართველოს პირველი გეოლოგიური კვლევა დაიწყო XIX საუკუნის 30-იან წლებში. იგი დაკავშირებულია ფრანგი მეცნიერის დიუბუა დე მონპერეს (1798—1850) სახელთან, რომელმაც შემოიღო ყირიმ-კავკასია და 1839—1843 წლებში გამოაქვეყნა 6-ტომიანი შრომა ატლასით. ამ შრომაში მოცემულია აღნიშნული ტერიტორიის ეთნოგრაფიული, არქეოლოგიური, ისტორიული და გეოლოგიური აღწერა, აგრეთვე საქართველოს პირველი გეოლოგიური რუკა და პირველი ცნობები მისი გეოლოგიური აგებულების შესახებ. კავკასიის სისტემატურ გეოლოგიურ კვლევას კი საფუძველი ჩაეყარა 1843 წლიდან, როდესაც ზოწვეულ იქნა გერმანელი გეოლოგი პ. ა ბ ი ხ ი (1806—1886). მან კავკასიაში დაჰყო 33 წელი (საქართველოში მუშაობდა 1847—1851 წლებში) და ზევრი კარგი საქმე გააკეთა. ამიტომ ა ბ ი ხ ს კავკასიის გეოლოგიის მამამთავრად თვლიან.

ოქტომბრის რევოლუციის შემდეგ მსოფლიოში არსებობს ორი გეოლოგიური ბანაკი: სოციალისტური და კაპიტალისტური. გეოლოგია განსაკუთრებით სწრაფად ვითარდება საბჭოთა კავშირში. ამას ხელი შეუწყო კერძო საკუთრების მოსპობამ მიწაზე, წიაღისეულსა და საწარმოო საშუალებებზე, აგრეთვე ინდუსტრიის არნახული ტემპით ზრდამ, რაც მოითხოვს სულ უფრო მეტ მინერალურ ნედლეულს. ამიტომ ჩვენს ქვეყანა საბჭოთა წყობილების დამყარებისთანავე დაიფარა გეოლოგიური სამუშაოების ფართო ქსელით. შეიქმნა გეოლოგიური სამინისტრო და მთელი რიგი გეოლოგიური ორგანიზაციები: საქართველოში—მეცნიერებათა აკადემიასთან: გეოლოგიური და პალეობიოლოგიური ინსტიტუტები; კავკასიის მინერალურ ნედლეულთა ინსტიტუტი; გეოლოგიური სამმართველო; საქნავთობის ტრესტი; გეოლოგიური განყოფილებები კურორტოლოგიის ინსტიტუტთან, საგზაო სამმართველოსთან და სხვ.; გეოლოგიური ფაკულტეტი პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში, სპეციალობა—უნივერსიტეტში და ა. შ. ასეთივე ორგანიზაციებია ყველა სხვა მოკავშირე რესპუბლიკებშიაც. ამიტომ საბჭოთა კავშირში ძლიერ გაიზარდა გეო-

ლოგთა რიცხვი, გაფართოვდა მათი მოქმედების ასპარეზი და მიიღწია კოლოსალურ შედეგებს. სულ მოკლე დროში აგეგმილ იქნა მთელი რიგი ტერიტორია. აღმოჩენილ იქნა ისეთი საბადოები, როგორცაა; რკინის საბადოები მაგნიტოვარსკსა და კურსკში; ალუმინის—ტიზინსა და ურალზე; სპილენძის, ნიკელისა და ტყვია-თუთიის—კრანსნოიარსკის მხარეში; სპილენძის—ჩიტის ოლქში; კალის—იაკუტიასა და ხაბაროვსკში; ოქროსი—უზბეკეთსა და ციმბირში; ნავთობისა—ვოლგასა და ურალს შუა (მეორე ბაქო), მანგიშლაყში, ციმბირში და ა. შ. ამასთანავე, განუსაზღვრელად გაიზარდა ყველა სახის წიაღისეულის მარაგი. მეფის რუსეთს ქვანახშირის, ნავთობის, რკინის მარაგისა და ამოღების მხრივ მსოფლიოში მეთე ადგილი ექირა. 1969 წლის მონაცემებით ჩვენს ქვეყანას გააჩნია ქვანახშირის მსოფლიო მარაგის 55%, რკინის—41%, სათბობის—53% და ა. შ. 1969 წელს ჩვენი ქვეყნის გეოლოგიურ კვლევაში ჩაბმული იყო 500 ათასზე მეტი კაცი, მათ შორის 112 ათასზე მეტი უმაღლესდამთავრებული გეოლოგი, 1970 წელს კი გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოებზე დაიხარჯა მთელი სახალხო მეურნეობის კაპიტალდაბანდების 4,6%.

ყველა ამან განაპირობა ისეთი შესანიშნავი კადრების მომზადება, როგორც არიან აკადემიკოსები: ა. კ ა რ პ ი ნ ს კ ი (1847—1936), ა. ა რ ხ ა ნ გ ე ლ ს კ ი (1879—1940), ა. ფ ე რ ს მ ა ნ ი (1883—1945), ი. გ უ ბ კ ი ნ ი (1871—1939), ნ. ა დ რ უ ს ო ვ ი (1861—1924), ა. პ ა ე ლ ო ვ ი (1854—1929), ვ. ო ბ რ უ ჩ ე ვ ი (1863—1956), ნ. შ ა ტ ს კ ი (1895—1960), ვ. ბ ე ლ ო უ ს ო ვ ი (1907), ვ. ხ ა ი ნ ი, ნ. ს ტ რ ა ხ ო ვ ი (1900), დ. ნ ა ლ ი ვ კ ი ნ ი (1889), ა. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ე (1888—1974), ა. თ ვ ა ლ ჭ რ ე ლ ი ძ ე (1881—1957), გ. ძ ო წ ე ნ ი ძ ე (1910—1976) პ. გ ა მ ყ რ ე ლ ი ძ ე (1903) და სხვები.

საქართველოში გეოლოგიური სკოლა შეიქმნა მიმდინარე საუკუნის 20-იან წლებში ა. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ი ს, ა. თ ვ ა ლ ჭ რ ე ლ ი ძ ი ს ა და კ. გ ა ბ უ ნ ი ა ს (1888—1937) ხელმძღვანელობით. მათ ჯერ უნივერსიტეტში, ხოლო შემდეგ პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში დააარსეს გეოლოგიური კათედრები და საფუძველი ჩაუყარეს ნაციონალური კადრების მომზადებას. ამავე დროს, ა. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ე მ კ. გ ა ბ უ ნ ი ა ს ა და გ. წ უ ლ უ კ ი ძ ი ს (1836—1902) დახმარებით 1952 წელს დააარსა საქართველოს გეოლოგიური ინსტიტუტი, 1927 წელს კი ა. თ ვ ა ლ ჭ რ ე ლ ი ძ ე მ ზემდგომი ორგანოების ხელშეწყობით—მინერალურ ნედლეულთა ლაბორატორია, რომელიც შემდეგ გადაკეთდა გამოყენებითი მინერალოგიის ინსტიტუტად, 1929 წელს კი—კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტად. ამჟამად საქართველო მთლიანად დაკომპლექტე-

ბულია ამ სკოლაში აღზრდილი კადრებით. 1972 წელს აქ მოღვაწეობდა 3000-მდე გეოლოგი, მათ შორის 200-მდე მეცნიერებათა კანდიდატი, 35—დოქტორი, 9—საქ. მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი და წევრ-კორესპონდენტი და 1—საკავშირო აკადემიის აკადემიკოსი.

ღელაშინის მღებაკოზა მსოფლიოს სიკრძავეი და მისი ნაჩომოზობა

მოკლე ცნობები ვარსკვლავებისა და ვარსკვლავთსამყაროს შესახებ. მსოფლიო, ბუნება, კოსმოსი, სამყარო არის ყველაფერი ის, რაც ჩვენს გარშემო არსებობს. იგი შედგება ვარსკვლავების, მათი ჯგუფებისა და სხვა ციური სხეულებისგან. აქედან, მთავარია, ვარსკვლავები. ამიტომ სივრცეს, რომელიც მათ უჭირავთ, ვარსკვლავთსამყაროს უწოდებენ.

ვარსკვლავი მზის მსგავსი გავარვარებული, გაზობრივი სხეულია, მისი ზედაპირის ტემპერატურა 2000-დან 100000°C-მდეა. ამიტომ ისინი სხვადასხვანაირად ანათებენ და ბრწყინავენ. შეუიარაღებელი თვალით ცაზე მოჩანს 6000—7000 ვარსკვლავი, შეიარაღებულით კი—10 სექსტილიონი (10^{22}), ამასთანავე ხელსაწყოების გაუმჯობესების შესაბამისად, მათი რიცხვი თანდათან მატულობს. ეს იმას ნიშნავს, რომ ვარსკვლავთსამყარო უსასრულოა.

არჩევენ წითელ, ყვითელ და თეთრ ვარსკვლავებს (პარობს უკანასკნელი). წითელი ვარსკვლავის ზედაპირის ტემპერატურა 2000—3000°C-ია, ყვითლის—3000—6000°C, თეთრის—ამ მონაცემებზე მეტი, ამიტომ წითელ ვარსკვლავს ცივს უწოდებენ, თეთრს—ცხელს.

ზოგი ვარსკვლავი მოცულობით მზეზე მილიონჯერ ან მილიარდჯერ დიდია და მასთან შედარებით ათეულათასჯერ მეტად ბრწყინავს, ზოგი კი ათასჯერ, ასეულათასჯერ ან მილიონჯერაც ჩამორჩება მზეს და ათეულათასჯერ მკრთალია. პირველს გიგანტური ვარსკვლავი ჰქვია, მეორეს—ჯუჯა ან უკარლიკი. მაგრამ გიგანტების მასა რამდენიმე ათეულჯერ აღემატება მზისას, კარლიკებისა კი—ათჯერ მეტად ჩამორჩება მზეს. ამიტომ გიგანტური ვარსკვლავების სიმკვრივე ასეულათასჯერ და მილიონჯერ ნაკლებია წყლისაზე, თეთრი კარლიკებისა კი—ათეულ, ასეულათასჯერ და რამდენიმე მილიონჯერ აღემატება.

ვარსკვლავების სიკაშკაშე დამოკიდებულია ტემპერატურასა და ჩვენგან დაცილების მანძილზე. ყველაზე კაშკაშაა ოქროს თევზის თანავარსკვლავედის ვარსკვლავი S. იგი მზეზე 400 ათასჯერ მეტად ბრწყინავს და წუთში გამოყოფს იმდენ ენერგიას, რამდენსაც მზე წელიწადში.

ზოგიერთი ვარსკვლავი უეცრად (წამებში, წუთებში, საათებში ან

ზოგჯერ დღეებისა და კვირების განმავლობაში) აინთება, სწრაფად იზრდება, უდიდესი რაოდენობის გაზებს გამოყოფს, კარლიკი გიგანტურ ვარსკვლავად იქცევა, წინანდელთან შედარებით 25—400 ათასჯერ მეტად ანათებს და რამდენიმე კვირის, თვის, ან იშვიათად, წლების შემდეგ უბრუნდება საწყის ბრწყინვალებას. მათ „ახალი“ და „ზეახალი“ (უფრო მძლავრად ფეთქადი) ვარსკვლავები ჰქვიათ. თუმცა ახლები არ არიან, მაგრამ მეტწილად მკრთალია, ბუუტავს. არჩევენ, აგრეთვე, ე. წ. ვოლფ-რაიეს ტიპის ვარსკვლავებს, რომლებიც სამყაროს სივრცეში განუწყვეტლივ აფრქვევენ ულტრაიისფერი სხივების მძლავრ ნაკადებს. ვარაუდობენ, რომ ასეთი ვარსკვლავი ჩვენს გალაქტიკაში 400000-ია.

ბოლო დროს დიდ ყურადღებას იპყრობს ე. წ. პულსარები, კოლაპსარები და კვაზარები. პულსარები აღმოჩენილია 1967 წელს, კვაზარები—1931 წელს, კოლაპსარები კი ჯერჯერობით ცნობილი არ არის, მაგრამ თავის არსებობას ამჟღავნებენ გრავიტაციით (უახლოესი სხეულების ტრაექტორიის ცვლილებითა და ახლოს ჩავლილი სხივების გამრუდებით). ვარაუდობენ, პულსარები ნეიტრონული ვარსკვლავებია, რომლებიც 0,03—3,74 წმ-ის ინტერვალში იძლევიან სუსტ იმპულსებს; კოლაპსარები ჩამქრალი ვარსკვლავებია; კვაზარები კი—ტრუვარსკვლავისებრი რადიოწყაროები და წარმოადგენს პროტოგალაქტიკებს, გალაქტიკების გროვის ადრინდელ სახეს, ან გალაქტიკების უკანასკნელ სტადიას.

ზოგან ვარსკვლავები განლაგებულია წყვილ-წყვილად, აქა-იქ სამსამად და მეტად. პირველს უწოდებენ ორმაგ ვარსკვლავებს, მეორეს—სამმაგს და ა. შ. ამჟამად ცნობილია 20000-მდე ორმაგი ვარსკვლავი. მათი უმეტესობა თეთრია, ნაწილი—ლურჯი ან მწვანე. არჩევენ, აგრეთვე, ახალგაზრდა და ხნიერ ვარსკვლავებს. პირველის ასაკი მილიონობით, ხოლო მეორესი—მილიარდობით წლებია.

ვარსკვლავები ჩვენგან დაცილებულია უდიდესი მანძილით. ამიტომ ისინი ცაზე მოჩანს მნათი წერტილების სახით. ამ მანძალს ზომავენ სინათლის; წლებსა და პარსეკებში. სინათლის წელი ეწოდება მანძილს, რომელსაც სინათლის სხივი გადის ერთი ტროპიკული წლის განმავლობაში. იგი დაახლოებით 9,5—10¹², ანუ 9,5 ტრილიონი კმ-ია, პარსეკი კი 3,26 სინათლის წელია (31·10¹² კმ). არსებობს ისეთი ვარსკვლავებიც, რომლებიც ჩვენგან დაცილებულია ათასეული და მილიონობით სინათლის წლებით. რაც ნიშნავს, რომ იქიდან გამოსული სხივი დედამიწამდე მოსვლას უნდება მილიონობით წლებს. ამიტომ ჩვენ მათ ვხედავთ იმ სახით, როგორც იყვნენ მილიონობით წლების წინათ. სრულიად შესაძლებელია, რომ შემდეგ ისინი დაიშალა და დღეს აღარ არსებობს. ჩვენთან ყველაზე ახლოსაა ე. წ. „კენტავრის ალფა“ ვარსკვლავი, მაგრამ მანძილი იქამდე მაინც იმდენად დიდია (271 ათასჯერ მეტი, ვიდრე მზემდე), რომ მისგან გამო-

სული სხივი დედამიწაზე აღწევს 4 წელსა და 3 თვეში, მაშინ როდესაც ეს სხივი მზესა და დედამიწას შორის მანძილს ფარავს 8 წუთსა და 20 წამში.

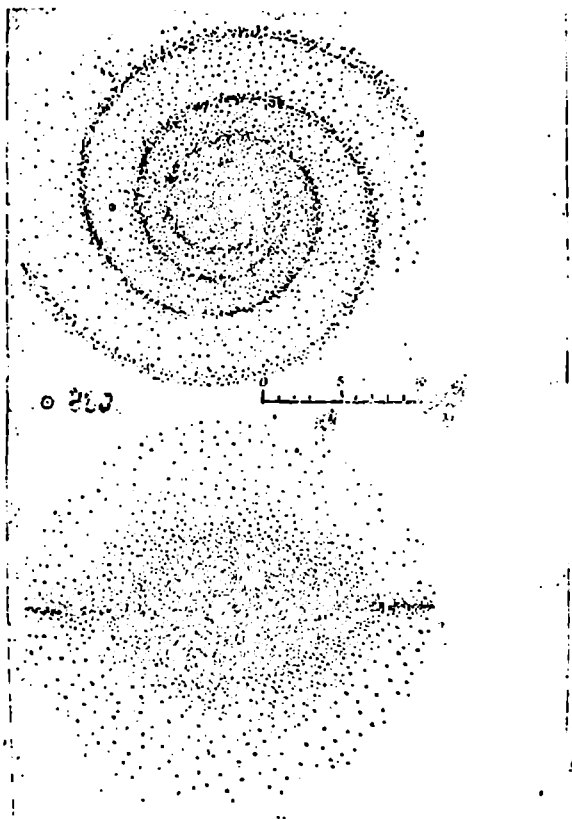
ვარსკვლავი შედგება იმავე ქიმიური ელემენტებისაგან, რისგანაც მზე და დედამიწა, მაგრამ მასში ჰარბობს წყალბადი (დაახლოებით 50% წონით) და ჰელიუმი (დაახლოებით 40%). მათ შორის სივრცე შევსებულია აირებით (იონიზებული და ნეიტრალური Ca, K, Fe, Ti, CH, CH⁺, Na, OH და სხვ.), კოსმოსური მტვრით, მაგნიტური, ელექტრული და სხვა ველებით. მაგრამ ამ სივრცის სიმკვრივე იმდენად მცირეა, რომ არ აღემატება ლაბორატორიაში მიღებულ ვაკუუმში არსებულ ჰაერის სიმკვრივეს (კუბში, რომლის წიბოს სიგრძე 500 კმ-ია, მოთავსდება მხოლოდ ერთი გრამი). ფიქრობენ, მთელი სამყარო შედგება 90% წყალბადისა და 9% ჰელიუმისგან; მის დამზერილ ნაწილში ნივთიერებათა საშუალო სიმკვრივე 10^{-30} გ/სმ³-ია, სამყაროს მთელი მასის 3% თავმოყრილია გალაქტიკებში, დანარჩენი კი—მათ შორისაა აირის სახით.

ვარსკვლავები ცაზე ზოგან შეჯგუფულია, ზოგან გაიშვიათებული. შესწავლის გაადვილების მიზნით, მათ ყოფენ დიდ და მცირე ჯგუფებად. დიდ ჯგუფს ჰქვია თანავარსკვლავედი. არჩევენ 88 თანავარსკვლავედს. მათ მეტწილად უწოდებენ ბერძნულ-რომაულ მითიურ და ხალხის ყოფა-ცხოვრებიდან გამომდინარე სახელებს (ჰერკულესი, სამოთხის ჩიტი, მენახირე, მშვილდოსანი, კვიცი, თევზი და სხვ.). ვარსკვლავები შეადგენს ქვესისტემებს, ქვესისტემები—სისტემებს, ანუ გალაქტიკებს, გალაქტიკები—ზეგალაქტიკებს (გალაქტიკათა კრებული მოიცავს რამდენიმე ათეულ და ასეულ გალაქტიკას), ზეგალაქტიკები—მეტაგალაქტიკას, ანუ დაკვირვებისათვის მისაწვდომ გალაქტიკათა ერთობლიობას. უკანასკნელის საზღვრამდე ჯერ არ არიან მიღწეული. ამჟამად სამყაროში დაკვირვების მანძილის სიგრძე (აკვირდებიან ტელესკოპებითა და რადიოტელესკოპებით) 13 მლრდ სინათლის წელია.

დღეს ცნობილია 100 მილიარდზე მეტი გალაქტიკა. მათი 77% სპირალურია, 20%-მდე ელიფსური, დანარჩენი—სფერული, თითისტარისებრი, ანუ უწესო ფორმის. დედამიწა მოთავსებულია ჩვენს გალაქტიკაში, მას რძის გზა, ირმის ნახტომი და მგლის ნატერფალი ჰქვია. ვ. ფენენკოვის მიხედვით, მისი ასაკი 10—15 მლრდ წელია, სხვების მიხედვით—18 მლრდ წელი, სამყაროს ჩვენგან მომართული მხარის სივრცის—70 მლრდ წელი. ჩვენი გალაქტიკა უსწორო ფორმის ნათელი ზოლის სახით არის გადაჭიმული მთელ ცაზე, ჩანს უმთვარო, მოწმენდილ ღამეში და მოიცავს 120 მილიარდამდე ვარსკვლავს. ფიქრობენ, ისიც სპირალურია და გვერდიდან წააგავს ორმხრივ

ამოზნევილ ლინზას, რომლის დიდი ღერძის სიგრძე 100000, ხოლო მცირე ღერძისა 10000 სინათლის წელია.

ჩვენი მზე და დედამიწა მდებარეობს ამ გალაქტიკის ტოტებს შორის და ცენტრიდან დაცილებულია 35000, ხოლო ბოლოდან 15000 სინათლის წლით (ნახ. 1). გალაქტიკაში მოთავსებულია აგრეთვე მტვერი და გაზი. ისინი აქა-იქ შეჯგუფებულია და ქმნის უწყესო, მრგვალწიან ელიფსური ფორმის ნათელსა და ბნელ ნისლეულებს, რომლებიც შედგება



ნახ. 1. ჩვენი გალაქტიკა—ზედზელი (ზევით), გვერდზელი (ქვევით).

H, He, N O, Ca, Na-ისა და ზოგიერთი სხვა ელემენტის, კოსმოსური მტვრისა და სხვა ნაწილაკებისგან. მაგალითად, ორიონის ნისლეული. ნათელი ნისლეულები ცნობილია ჩვენი გალაქტიკის გარეთაც (გარეგალაქტიკური ნისლეულები), მაგრამ მათი უმეტესობა შედგება მილიარ-

დობით ვარსკვლავისაგან და წარმოადგენს გიგანტურ გალაქტიკებს. აქედან, ჩვენთან ყველაზე ახლოსა ანდრომედას ნისლეული. მანძილი იქამდე 700000 სინათლის წელია.

ზემოაღნიშნულ სხეულთა შორის სამყაროში პირველი ადგილი უკავია ვარსკვლავებს. მათ მეტ ნაწილს გააჩნია თანამგზავრები, საკუთარი ოჯახი, ანუ სისტემა. იგი აქვს ჩვენს მზესაც. დედამიწა ამ სისტემის ერთ-ერთი წევრია.

მზის სისტემის მოკლე მიმოხილვა. მზის სისტემა ციურ სხეულთა დიდი ჯგუფია, რომელშიც შედის: მზე, პლანეტები (მთვარე-ბითურთ), ასტეროიდები (მცირე პლანეტები), კომეტები, მეტეორული სხეულები, მტვერი და გაზი.

მზე გავარჯარებული გიგანტური გაზობრივი სხეულია. მისი ზედაპირის ტემპერატურა 6000°C -ია, გულის— 20 მლნ გრადუსი, დიამეტრი — 1391000 კმ (დედამიწისაზე 109 -ჯერ მეტი), მოცულობა — $1409 \cdot 10^{15}$ კმ³ (დედამიწისაზე 1300000 -ჯერ დიდი), მასა — $1,985 \cdot 10^{33}$ გ (დედამიწისაზე 333 ათასჯერ მეტი), ზედაპირის ფართობი— $6069 \cdot 10^9$ კმ² (დედამიწისაზე 12 ათასჯერ მეტი), საშუალო სიმკვრივე— $1,4$ (დედამიწისაზე 4 -ჯერ ნაკლები). საშუალო მანძილი მზიდან დედამიწამდე $149,5$ მლნ კმ-ია (უმცირესი— 147 მლნ კმ, უდიდესი— 152 მლნ კმ), გალაქტიკის ბოლომდე— 15000 და ცენტრამდე— 35000 სინათლის წელი. მზე ამ ცენტრის ირგვლივ ბრუნავს 270 კმ/წმ სიჩქარით და ერთ შემოვლას ანდომებს 225 მილიონ წელს. მზეში თავმოყრილია მთელი მისი სისტემის მასის $99,866\%$, ანუ $749/750$ ნაწილი. ამიტომ იგი წარმართავს ამ სისტემის მოძრაობას.

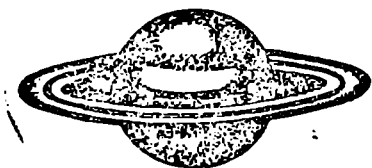
მზეზე ჯერჯერობით აღმოჩენილია 66 ქიმიური ელემენტი, საიდანაც 54% (წონით) წყალბადია (ატომთა რიცხვის მიხედვით 70%)¹ 45% — ჰელიუმი (ატომთა რიცხვის მიხედვით 30%) დანარჩენი— $\text{O}, \text{N}, \text{Mg}, \text{SI}, \text{Fe}, \text{Na}, [\text{K}, \text{Ca}, \text{Al}, \text{Th}, \text{Au}, \text{CN}, \text{CH}, \text{OH}, \text{NH}]$ და სხვა ნივთიერებები, ე. ი. იგი ისეთივე შედგენილობისაა, როგორც დედამიწა. გამოსხივების სახით მზე ყოველ წამში კაოჯავს 5 მლნ ტ მატერიას და გამოყოფს $4 \cdot 10^{33}$ ერგ ენერგიას, რაც უდრის 100 მილიონი უძლიერესი მიწისძვრის ენერგიას. სხვანაირად რომ ვთქვათ, მზე ყოველ წუთში გამოყოფს $5,43 \cdot 10^{27}$ კალ სითბოს, ე. ი. იმდენს, რასაც შეუძლია ერთ წუთში გააღნოს და ორთქლად აქციოს 12 მ სისქის ყინული, თუ იგი მზეს ექნება ირგვლივ შემოკრული. აქედან, დედამიწა ლეზულობს მხოლოდ $1/22000000000$ ნაწილს, მაგრამ ის მაინც წარმართავს მთელ სიცოცხლეს. მზის ზედაპირზე ხშირად ჩანს გაზების ვულკანური ამოფრქვევები, ანუ პროტუბერანცები, და ბნელი ჩაღრმავებები, ანუ ლაქები. რაც უფრო ნეტია ესენი, მით მეტია მზისგან გამოყოფილი სითბო. ვ. ფენსენკო-

ვის (1889—1972) მიხედვით, მზე 5 მლრდ წლისაა. სხვების აზრით— $5 \cdot 10^{13}$ წლის.

პლანეტები (ტომილები) დედამიწის მსგავსი ცივი, დიდი სხეულებია. ამჟამად არჩევენ 9 პლანეტას: მერკურს (მზისგან დაცილებულია 57,9 მლნ კმ-ით, ქვევითაც ივულისხმება მლნ კმ-ები), ვენერას (108,1), დედამიწას (149,5), მარსს (227,8), იუპიტერს (777,8), სატურნს (1426,1), ურანს (2869,1), ნეპტუნსა (4495,6) და პლუტონს (5929).

მზესთან ყველაზე ახლოსაა მერკური, ყველაზე შორს—პლუტონი. პირველ ოთხს ჰქვია შიგა, ანუ დედამიწის ჯგუფის პლანეტები, სხვებს—გარე, ანუ იუპიტერის ჯგუფის პლანეტები. უკანასკნელები უფრო დიდები, ნაკლებმკვრივები და პოლუსებთან მეტად ჩაქსელტილებია (ღერძის ირგვლივ სწრაფი ბრუნვის გამო).

ამრიგად, მზისაგან დაცილების მიხედვით, დედამიწას მესამე ადგილი უჭირავს. მისი დიამეტრი (დამრგვალებით) 12800 კმ-ია, მოცულობა—1083 მლრდ კმ³, წონა— $5,98 \cdot 10^{27}$ გ, ორბიტის სიგრძე—დაახლოებით 950 მლნ კმ, სიჩქარე ამ ორბიტაზე დღე-ღამეში—2600000 კმ (საათში—108000, წამში—29,76 კმ).



ნახ. 2. პლანეტა სატურნი.

პლანეტებიდან ყველაზე მცირეა (მოცულობით და წონით დედამიწაზე დაახლოებით 20-ჯერ ნაკლები) მერკური, ყველაზე დიდი—იუპიტერი (დედამიწაზე მოცულობით 1345-ჯერ და წონით—318-ჯერ მეტი),

ყველაზე მკვრივია (5,52) დედამიწა, ყველაზე მსუბუქი (0,68)—სატურნი. მოცულობით ვენერა დაახლოებით დედამიწის ტოლია, მარსი—მიწაზე 7-ჯერ მცირე, სატურნი—767-ჯერ დიდი, ურანი—735-ჯერ დიდი, ნეპტუნი—59-ჯერ მეტი, პლუტონი—ოღნაე მცირე (მასით—ათჯერ მცირე). სატურნს ირგვლივ აკრავს რგოლი (ნახ. 2), რომელიც შედგება ცივი, მყარი, მცირე (6მ-მდე დიამეტრის) ნაწილაკებისაგან. ვენერა და ურანი ბრუნავს მზის საწინააღმდეგოდ, მზე კი—დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ საათის ისრის საპირისპიროდ. მერკურს გარდა ყველა პლანეტას აქვს ატმოსფერო. წინათ ფიქრობდნენ, რომ მარსის ატმოსფერო ჰგავს დედამიწისას და მასზე არის სიცოცხლე (მცენარეები). მაგრამ შემდეგ, საპლანეტათშორისო სადგურის „მარს-3“-ისა და მარსის საბჭოთა და ამერიკული ხელოვნური თანამგზავრების მონაცემებით დადგინდა, რომ მარსის ატმოსფერო თითქმის მთლიანად შედგება CO₂-სგან,

შიგ წყლის ორთქლი ათასჯერ ნაკლებია დედამიწის ატმოსფეროში არსებულზე და დაბალი ტემპერატურის (მინუს 70—პლუს 20°) გამო მის ზედაპირზე არ შეიძლება იყოს თხევადი წყალი. ამიტომ დღეს მარსზე სიცოცხლის საკითხი ეჭვს იწვევს.

„ვენერა—4“, „ვენერა—5“ და „ვენერა—6“ საპლანეტაშორისო სადგურების მონაცემებით ვენერას ატმოსფერო შედგება დაახლოებით 97% CO₂-ის, 2%-მდე აზოტის, 1%-მდე წყლის ორთქლისა (ღრუბლების მახლობლად) და 0,1%-მდე ქანგბადისაგან (ამასთანავე, დაახლოებით 20 კმ სიმაღლეზე ტემპერატურა +325°C და წნევა—27 ატმოსფეროა). „ვენერა—7“-ით დადგინდა, რომ ამ სადგურის დაჯდომის ადგილზე ვენერას ზედაპირის ტემპერატურა +475 ± 20°C და წნევა 90 ± 15 ატმოსფეროა („ვენერა—8“-ის მონაცემებით პლანეტის განათებულ მხარეზე +470 ± 8° და 90 ± 1,5 ატმოსფეროა). დიდი პლანეტების ატმოსფერო ძირითადად უნდა შედგებოდეს ამოაკისა და მეთანისაგან, ტემპერატურა კი იუპიტერის ზედაპირზე უნდა იყოს მინუს 100°C და სატურნზე—მინუს 150°C.

პლანეტების შინაგანი აგებულება ცნობილი არ არის. ზოგიერთების აზრით, დიდი პლანეტები უმთავრესად შედგება ყინულისაგან, ზოგის მიხედვით კი—წყალბადისაგან.

მერკურის, ვენერას და პლუტონს გარდა ყველა პლანეტას გააჩნია თანამგზავრები, ანუ მთვარეები (დედამიწას—1, მარსს—2, იუპიტერს—12, სატურნს—10, ურანს—5, ნეპტუნს—2). ამათგან ყველაზე კარგად შესწავლილია ჩ ვ ე ნ ი მ თ ვ ა რ ე. იგი მიწისაგან საშუალოდ დაცილებულია 384 ათასი კმ-ით და ჩვენს ყოველთვის მოძარტულია ერთი მხარით. მთვარის დიამეტრი დედამიწისაზე 4-ჯერ მცირეა, მოცულობა—49-ჯერ პატარა, წონა—81-ჯერ ნაკლები, სიმკვრივე—თითქმის ნახევარი (3,3). იგი მოკლებულია ატმოსფეროსა და წყალს (თუმცა „აპოლონ—12“ და „აპოლონ—14“ ხომალთა ეკიპაჟებმა მთვარეზე დატოვებული ხელსაწყოების მეშვეობით, 1971 წელს ე. წ. „ქარიშხალთა ოკეანის“ აღმოსავლეთ ნაწილში აღმოაჩინეს წყლის ორთქლის გვიზერი, რომელიც აპოლიოდა 14 საათის განმავლობაში და გავრცელდა 10 მლნ-ზე მეტ ფართობზე), მოფენილია დიდი და მცირე ტაფობ-მთავრები. ბითა და შედგება დედამიწის მსგავსი მინერალებისა და ქანებისაგან (მის მტვერში ნაპოვნია ტექტიტებიც). ფიქრობენ, ეს რელიეფი შექმნილია ვულკანური ამოფრქვევებითა და მეტეორიტების დაცემით. „ლუნოხოდ—1“-ის მონაცემებით, ე.წ. „წვიმების ზღვაში“ დღისით ტემპერატურა—150°C-ია, ღამით კი—მინუს 130—150°C („აპოლონ—16“-ის ეკიპაჟის დაკვირვებით დღისით სკაფანდრის ზედაპირი გახურდა 87°-ით, მის ჩრდილში კი იყო მინუს 65°). ეს იწვევს მტერის „შედულებას—შე-

ცხობას“ და ფხვიერი, ძლიერ ფოროვანი ლოდების შექმნას. ამიტომ მთვარეზე მტვერი მცირეა.

ასტეროიდები (პლანეტოიდები) მცირე ზომის პლანეტებია. თეორიულად მათი რიცხვი დაახლოებით 200000-ია, შეუიარაღებელი თვალით მოჩანს ერთი (ვესტა, $d=386$ კმ-ს), ტელესკოპით—60000-მდე. ისინი ძირითადად მოთავსებულია მარსსა და იუპიტერს შორის. ყველაზე დიდს (ცერერა) დიამეტრი 767 კმ-ია (საერთოდ, 100 კმ-ზე მეტი დიამეტრისაა 34), ყველაზე მცირესი—ერთ კმ-ზე ნაკლები. ამჟამად განსაზღვრულია 1729-ის ორბიტა, ყველა მოკლებულია ატმოსფეროს, ბევრი უწყესო ფორმისაა. ფიქრობენ, რომ ასტეროიდები წარმოქმნილია მათ ადგილზე წინათ არსებული პლანეტის ან დიდი ასტეროიდის დამსხვრევით, მეტეორული სხეულების ურთიერთშეერთებით და ა. შ.

კომეტა მეტად გაიშვიათებული აირების (CH_4 , OH , NH , NH_2 , C , CO , N , CN და სხვ.), მტვრისა და მეტეორული სხეულებისაგან აგებული უზარმაზარი ღრუბელია. იგი მოჩანს მხოლოდ მაშინ, როცა მზესთან 2 ასტრონომიულ ერთეულზე (300 მლნ კმ) და უფრო ახლოსაა, რადგან ამ დროს მას უჩნდება მნათი კუდი, რომლის სიგრძე ხშირად ასეული მლნ კმ-ია. ამიტომ ხალხი კომეტას „კუდიან ვარსკვლავს“ უწოდებს. ზოგი კომეტა მხოლოდ ერთხელ მოჩანს, ზოგი კი დროგამოშვებით—ერთეული, ათეული ან ასეული წლების შემდეგ. უკანასკნელებს პერიოდული კომეტები ჰქვია. ზოგიერთი კომეტის მოცულობა ისე უდიდესია, რომ მზისას, მაგრამ მისი მასა რამდენიმე ათასჯერ ჩამორჩება დედამიწისას. 1950 წლამდე რეგისტრირებული იყო 1000-მდე კომეტა და განსაზღვრული იყო 530-ის ორბიტა. ზოგს კომეტა მზის სისტემაში გარედან შემოქრილ სხეულად მიაჩნია, ზოგს კი იუპიტერიდან ამონაფრქვევ პროდუქტად, ასტეროიდების ნამტვრევებად და ა. შ.

მეტეორული სხეულები მტვრის, ქვიშის, მუხუდოს მარცვლის, კაკლის ტოლი ან იშვიათად უფრო დიდი წარმონაქმნებია, უამრავია პლანეტათშორის სივრცეში და ქაოსურად მოძრაობს მზის გარშემო. ისინი ზოგჯერ შემოიჭრებიან დედამიწის ატმოსფეროში, ეხახუნებიან ჰაერს, ხურდებიან, ანათებენ და ისე გაიფრთხილებენ ცაზე, თითქოს ვარსკვლავი მოწყდა (ამ დროს ის მეტეორია). ამიტომ ხალხი მას „მოწყვეტილ ვარსკვლავს“ უწოდებს. მათი უმრავლესობა ჰაერშივე იწვის, მაგრამ ზოგიერთები დედამიწაზე ვარდება. მიწაზე დაცემულ მეტეორულ სხეულს მეტეორიტი ეწოდება. დიდი მეტეორიტის ჩამოვარდნა იშვიათია, პატარების—ხშირი. დაცემის ადგილზე ისინი აჩენს დიდ და მცირე ორმოებს—მეტეორიტი კრატერებს. ამჟამად ყველაზე დიდი მეტეორიტი კრატერია პოპიგაის ტაფობი—ჩრდილო ციმბირის დაბლობზე, მდ. პოპიგაის აუზში. მისი დიამეტრი 100-მდე კმ და სიღრ-

მე 3 კმ-მდეა. ფიქრობენ, იგი წარმოშობილია 30 მლნ წლის წინათ, ე. ი. პალეოგენის ბოლოს და ნეოგენის დასაწყისში.

დიდი მეტეორიტი ჩამოვარდნისას უზარმაზარი ცეცხლოვანი ბურთის—ბოლიდის სახით მოჩანს. ამჟამად, მსოფლიოში ცნობილია 1800-ზე მეტი მეტეორიტი. ამათგან ტონაზე მეტი წონის მხოლოდ 30-მდეა. ყველაზე დიდია (70 ტ) კობას მეტეორიტი. იგი მდებარეობს სამხრეთ-დასავლეთ აფრიკაში და ნაპოვნია 1920 წელს.

მეტეორიტების უმეტესობა (90%-ზე მეტი) შედგება იმავე ქიმიური ელემენტებისა და მინერალებისაგან, როგორც მიწის ქერქი (ჯერაჯერობით აღმოჩენილია 70-მდე ქიმიური ელემენტი და იზოტოპი), დანარჩენები კი—მეტწილად რკინისაგან. ამიტომ არჩევენ მეტეორიტების ორ მთავარ ჯგუფს—ქვისა და რკინისას. მათი წარმოქმნა ჯერაჯერობით აუხსნელია. ზოგიერთების აზრით, ისინი წარმოქმნილია პლანეტებთან ერთად, როგორც მეორეხარისხოვანი პროდუქტი, ზოგის მიხედვით კი—არამდგრადი პლანეტების, ასტეროიდების, კომეტებისა და თანამგზავრების დაშლით ან სივრცეში გაბნეული ნაწილაკების ურთიერთშეერთებით. აგრეთვე დასაშვებია ისიც, რომ ზოგიერთი მათგანი დედამიწისეული წარმონაქმნიცაა. ამაზე მიგვითითებს მეტეორიტებისა და დედამიწის ქერქის დაახლოებით ერთნაირი ასაკი; ასევე, მეტეორიტებში დაცული ისეთი ორგანიზმების ნაშთები, როგორც დედამიწის ქერქში გვხვდება; მიწის ქერქისა და მეტეორიტების დაახლოებით ერთნაირი მინერალური შემადგენლობა და სხვ.

მზის სისტემაში შემავალი მტვერი არსებითად კოსმოსური მტვერია. მისი სიდიდე მეტწილად 10^{-5} სმ, ანუ კვამლის ტოლია. ვორონცოვ-ელეიამის ოვის აზრით, იგი წარმოშობილია ვარსკვლავებიდან (განსაკუთრებით „ახალი“ ვარსკვლავებიდან) გამოტყორცნილი აირების ვარსკვლავთშორის სივრცეში გაყინვით. ვ. ფ. ე. ს. ნ. კოვის მიხედვით კი—მეტეორიტების დაცემისას ასტეროიდების დაქუცმაცებით, კომეტების დაშლით, მეტეორული სხეულების დაწვით და ა. შ. ფიქრობენ, იგი შედგება არალითონური წყალბადნაერთებისაგან, თუმცა მასში გვხვდება ხალასი რკინისაგან აგებული და მაგნეტიტით დაფარული 0,2 მმ-მდე სიდიდის მარცვლები და ქვიერი მეტეორიტების, ე. წ. ქონდრების აგებულების 0,5 მმ-მდე დიამეტრის ბურთულები. პლანეტათშორისი აირები წარმოადგენს მზიდან, სხვა ვარსკვლავებიდან და პლანეტებიდან გამოტყორცნილ აირებს, რომლებშიც, ვარსკვლავთშორისი აირის მსგავსად, უმთავრესია H და He, გაცილებით ნაკლებია CH, CN და ლითონების ატომები.

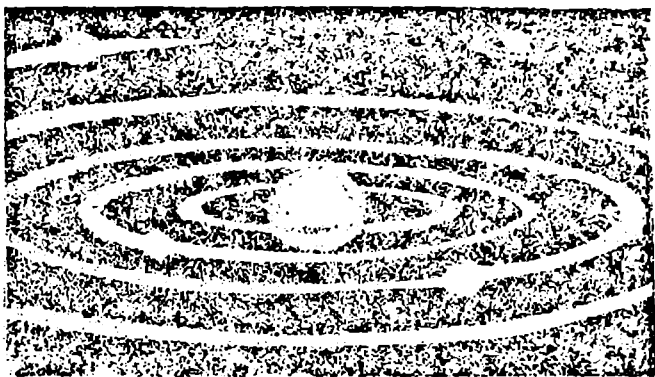
შეხედულებები მზის სისტემისა და დედამიწის წარმოშობის შესახებ. ხალხში დიდხანს იყო გაბატონებული აზრი და ზოგიერთ ქვეყანაში ახლაც არსებობს შეხედულება იმის შესახებ, რომ თითქოს დედა-

მიწა და მთელი სამყარო შექმნა ღმერთმა. ამიტომ პირველი მეცნიერული აზრი ამ საკითხზე გამოთქმულ იქნა მხოლოდ 1749 წელს ფრანგი ბუნებისმეტყველის ჟ. ბიუფონის (1707—1788) მიერ. შემდეგ კი: ფრანგი ასტრონომის, მათემატიკოსისა და ფიზიკოსის—პ. ლაპლასის (1749—1827), ამერიკელი ასტრონომის—ფ. მულტონის და გეოლოგის—რ. ჩემბერლენის, ინგლისელი ფიზიკოსისა და ასტრონომის—ჯ. ჯონსის (1877—1946), საბჭოთა მათემატიკოსის, ასტრონომისა და გეოფიზიკოსის—ო. შმიდტის (1891—1956), საბჭოთა ასტრონომის—ვ. ფესენკოვისა და სხვათა მიერ.

ბიუფონმა თავისი ჰიპოთეზა წამოაყენა წიგნში „მიწის თეორია“. მან უურადღება მიაქცია ი. ნიუტონის (1642—1727) მიერ აღწერილ კომეტას, რომელმაც ძლიერ ახლოს ჩაუარა მზეს და, აქედან გამომდინარე, გამოთქვა აზრი, რომ მანამდე უძრავ მზეს ერთ დროს მიეჯახა უზარმაზარი კომეტა, ამოგლიჯა მისგან დიდი და მცირე გუნდები და მზესთან ერთად აამოძრავა თავისი მოძრაობის მიმართულებით. კომეტის გავლის შემდეგ გუნდების ნაწილი ისევ დაეცა მზეზე, ნაწილი სივრცეში გაიფანტა, ნაწილმა კი განაგრძო მოძრაობა მზის გარშემო, გაცივდა და მოგვცა მზის სისტემის წევრები—დიდებმა პლანეტები, მცირეებმა—უფრო წვრილი სხეულები. ბიუფონი ამავე დროს სხვადასხვა ზომის გავარვარებული ლითონებისა და ქვის ბირთვების გაცივებაზე დაკვირვებით მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწა მზეს მოწყდა 74800 წლის წინათ. მართალია, შემდეგ გამოიჩვენა, რომ მცირე სიმკვრივისა და მასის გამო, კომეტას არ შეუძლია მზეს მოწყვიტოს უმნიშვნელო ნაწილიც კი და არც მზე შეიძლებოდა ყოფილიყო უძრავი, რადგან მოძრაობა ყოველი მატერიის განუყრელი თვისებაა, მაგრამ ბიუფონის შეხედულება მაინც უდიდესი წინგადადგმული ნაბიჯი იყო, რადგან დედამიწის წარმოშობას იხილავდა ღმერთის გარეშე და მის ასაკს ათჯერ მეტად ახანგრძლივებდა, ვიდრე ამას ბიბლია გულისხმობდა (7000 წელი), თანაც წარმოადგენდა მიწის ასაკის განსაზღვრის პირველ მეცნიერულ ცდას.

ლაპლასმა შეამჩნია, რომ მზის სისტემის უდიდესი ნაწილი (749/750) თავმოყრილია მზეში; ყველა პლანეტა და მათი თანამგზავრები ბრუნავს თავიანთი ღერძების, ცთომილებისა და მზის გარშემო იმ მიმართულებით, საითაც მზე; ყველა მათგანის ორბიტა ერთნაირია და მცირედ განსხვავდება წრისაგან, თანაც ამ ორბიტების სიბრტყეები თითქმის ერთხვევა ერთიმეორეს და მზის ეკვატორულ სიბრტყეს; სატურნს ეკვატორულ სიბრტყეში აქვს რგოლი და ა. შ., ე. ი. მზის სისტემის წევრები ხასიათდება ისეთი თავისებურებებით, რომლებიც შეიძლება ჰქონდეს მხოლოდ ერთი სხეულის ნაწყვეტებს. ამიტომ ლაპ-

ლასი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ თავდაპირველად მზის სისტემის ყველა წევრი ერთად იყო გაერთიანებული და ჰქმნიდა ნელა მბრუნავ, ძლიერ გაიშვიათებულ, გავარვარებულ—აიროვან ნისლეულს, რომელიც პლუტონის იქითაც ვრცელდებოდა. მაგრამ სითბოს განსხივების შედეგად იგი თანდათან ცივდებოდა, იკუმშებოდა, სწრაფად მოძრაობდა და ბრტყელდებოდა, ე. ი. ეკვატორზე გამოზნეჭილი სფეროიდის ფორმას ღებულობდა. ამის გამო ცენტრიდანული ძალა იზრდებოდა და როცა იგი გადააქარბებდა ცენტრისკენულ ძალას, ნისლეულს ეკვატორულ სიბრტყეში მოწყდებოდა მასის გარკვეული ნაწილი და მის ირგვლივ განლაგდებოდა ისეთი რგოლის სახით, როგორიც სატურნს აქვს. შემდეგ ეს პროცესი ისევ მეორდებოდა და ვიღებდით ერთიმეორეში ჩადგმულ რამდენიმე რგოლს (ნახ. 3). მაგრამ რგოლებიც ცივდებოდა, იკუმშებოდა,



ნახ. 3. მზის სისტემის წარმოშობის სქემა პ. ლაპლასის მიხედვით.

წყდებოდა და გეაძლევდა დიდ და მცირე მასებს. დიდი მასების გაცივებით წარმოიქმნებოდა პლანეტები, მცირეებისაგან კი—მზის სისტემის სხვა წევრები. მზე ამ წევრების ჯერ გაუცივებელი ნაწილია და მასაც რგოლის ნაწყვეტების ბედი მოელის.

ლაპლასმა ეს შეხედულება გამოაქვეყნა 1796 წელს წიგნში „სამყაროს სისტემის გადმოცემა“. მაგრამ მზის სისტემის ზემოაღნიშნული კანონზომიერება მასზე აღრე შემჩნეული ჰქონდა გერმანელ ფილოსოფოსს ი. კანტს (1724—1804). მანვე მოგვცა ამ სისტემის წარმოშობის დაახლოებით ისეთივე ახსნა, როგორიც ლაპლასმა (კანტის ჰიპოთეზა გამოქვეყნდა 1755 წელს წიგნში—„ცის ზოგადი ისტორია და თეორია“. იგი დიდხანს შეუმჩნეველი დარჩა და არც ლაპლასმა იცოდა მის შესახებ). ამიტომ ხშირად ამ ჰიპოთეზებს აერთიანებენ და კანტ-ლაპლასის ჰიპოთეზას უწოდებენ. თუმცა მათში განსხვავებაც დიდია; რადგან კანტი საწყის მატერიალ თვლიდა ცივ, მტვრისებრ მასას,

რომელიც ურთიერთმიზიდულობით დაუკავშირდა ერთიმეორეს და მოგვ-
ცა მზის სისტემა, ლ ა პ ლ ა ს ი კ ი—ცხელ მასას, რომელიც შემდეგ გა-
ცივდა და დანაწილდა.

კ ა ნ ტ-ლ ა პ ლ ა ს ი ს ჰიპოთეზა ხასიათდება უბრალოებითა და
ლოგიკურობით. ემყარება ასტრონომიისა და ციურ სხეულთა მექანიკის
იმდროინდელ მონაცემებს და ლ ა პ ლ ა ს ი ს დიდ ავტორიტეტს.
ამის გამო იგი ას წელზე მეტხანს ბატონობდა მეცნიერებაში და
დიდი სარგებლობაც მოუტანა მას. მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ
ყველაფერი ისე არ არის, როგორც ლ ა პ ლ ა ს ი ფიქრობდა, კერძოდ:
ურანის ყველა, იუპიტერის ოთხი (VIII, IX, XI, XII), სატურ-
ნის IX და ნეპტუნის II თანამგზავრი ბრუნავს პლანეტებისა და
სხვა თანამგზავრების საწინააღმდეგოდ; ნისლეულიდან ნივთიერების მოწ-
ყვეტა იწარმოებდა არა რგოლურად და პერიოდულად, არამედ განუწყვე-
ტივ და სპირალურად. რგოლი რომც წარმოქმნილიყო, ნაწილაკთა შო-
რის მცირე მიზიდულობის გამო პლანეტად ვერ შეკავშირდებოდა და იბ-
რუნებდა, როგორც ერთიანი სხეული; გამოყოფილი რგოლების მასა იმ-
დენად მცირე იქნებოდა, რომ არ ეყოფოდა ყველაზე მცირე პლანეტა-
საც კი; სატურნის რგოლი უნდა წარმოადგენდეს არა მისგან გამოწყოფ
მასას, არამედ იქ არსებული თანამგზავრის დაშლის პროდუქტს; მარსის
ერთი თანამგზავრი უფრო სწრაფად ბრუნავს, ვიდრე მარსი; მზეს აქვს
მოძრაობის რაოდენობის მომენტის მხოლოდ 2%, მისი ოჯახის წევრებს,
მ. ი. უმნიშვნელო მასის მქონე სხეულებს კი—98% და ა. შ. ამიტომ
კანტ-ლაპლასის ჰიპოთეზამ დაკარგა მნიშვნელობა. მაგრამ მას უნაყოფოდ
არ ჩაუვლია, რადგან გვიჩვენა სწორი გზა—ფაქტების საფუძველზე რო-
გორ უნდა გადაიჭრას ისეთი დებულებები, რომელთა დამტკიცება შესა-
ძლებელია მათემატიკური გამოთვლებით. ამის გამო, აღნიშნული ჰიპო-
თეზა ნამდვილი კოსმოგონიის დასაწყისია. X

1900 წელს მ უ ლ ტ ო ნ-ჩ ე მ ბ ე რ ლ ე ნ მ ა წამოაყენა ახალი ჰი-
პოთეზა, რომლის მიხედვით პლანეტები წარმოშობილია ორიონის ნის-
ლეულის მსგავსი ნისლეულის კვანძებისაგან, მზე კი—მისი ცენტრული
ნაწილისაგან. მათი აზრით, თავდაპირველად ყველა ეს სხეული შეად-
გენდა მზის ერთიან ნისლეულს, რომელსაც ერთ ღროს მიუახლოვდა
უზარმაზარი ვარსკვლავი, ამოტყორცნა მისგან გაზობრივი ჰავლები და
აქცია ორტოტიან სპირალურ ნისლეულად. შემდეგ იგი გაცივდა და იქ-
ცა მტკროვან ნისლეულად. მისი ნაწილაკები შეუერთდა ერთიმეორეს
და მოგვცა უფრო დიდი ცივი სხეულები—კვანძები, რომლებსგანაც
წარმოიქმნა პლანეტები და ძოვარეები, ტოტების ცენტრული ნაწილი
კი წნევის გამო ძლიერ შეიკუმშა, გახურდა და იქცა მზედ. მაგრამ შემ-
დეგ გამოირკვა, რომ ორი ვარსკვლავის ურთიერთშეხვედრა ძალზე იშ-
ვიათია და სრულიად შემთხვევითი. ამასთანავე ნისლეული, რომელიც

აღნიშნული მკვლევარების მიხედვით წარმოადგენდა მზის სისტემის ცენტრს, მდებარეობს ჩვენი გალაქტიკის გარეთ, მოიცავს მილიარდობით ვარსკვლავს და არავითარი მსგავსება არა აქვს ვარსკვლავებიდან ამოფრქვეული ნივთიერებით შექმნილ სპირალთან. ამიტომ ეს ჰიპოთეზა საფუძველს მოკლებულია.

თითქმის ამგვარივეა **ჯ. ჯინსის ე. წ. მოქცევის ჰიპოთეზა**. იგი მან წამოაყენა 1916 წელს და გამოაქვეყნა 1919 წელს წიგნში „კოსმოგონიისა და ვარსკვლავთ დინამიკის პრობლემები“. ამ მკვლევარის აზრით, ოდესღაც მზეს მიუახლოვდა გიგანტური ვარსკვლავი და მის ზედაპირზე აღძრა მთვარის გავლენით ოკეანეებში წარმოქმნილის მსგავსი, მაგრამ უზარმაზარი მოქცევითი ტალღა, რომელიც ვარსკვლავის მოახლოების შესაბამისად ლებულობდა სიგარის ფორმას. ბოლოს ეს გამონაზარდი მოწყდა მზეს, ერთხანს გაჰყვა ვარსკვლავს, შემდეგ შემობრუნდა მზისკენ, დაიშალა, წვრილი ნაწილაკები გარს შემოერთა მას და შექმნა გაზობრივი ნისლეული, უფრო მყარი და მკვრივები კი შეერთდნენ გუნდებად, გაცივდნენ და მოგვცეს პლანეტები. ამ ჰიპოთეზის მთავარი ნაკლი პლანეტური სისტემის წარმოქმნის შემთხვევითობაა, რადგან გამოთვლა გვიჩვენებს, რომ ორი ვარსკვლავის ურთიერთშეხვედრა იშვიათი და განუიმეორებელი შემთხვევაა, თანაც მზიდან ამონაგლეჯი მასა, ძლიერ მაღალი ტემპერატურის გამო, ისე ნელა დაიწყებდა გაცივებას, რომ პლანეტად გადაქცევამდე სივრცეში გაიფანტებოდა. ამიტომ **ჯინსის ჰიპოთეზას**, მსგავს მოსაზრებებთან ერთად, **კატასტროფულ ჰიპოთეზას** უწოდებენ.

მეტად საგულისხმოა **შმიდტის ჰიპოთეზა**. იგი მან წამოაყენა 1944 წელს და წიგნად („ოთხი ლექცია დედამიწის წარმოშობის თეორიაზე“) გამოსცა 1949 წელს. ეს ჰიპოთეზა დამყარებულია მიმდინარე საუკუნის 40-იანი წლების ციურ სხეულთა მექანიკისა და მეცნიერების სხვა დარგების მონაცემებზე და პლანეტების წარმოშობას ხსნის მზის მიერ გალაქტიკის ცენტრალური საბრტყიდან მოტაცებული ბნელი, ცივი მატერიის ნაწილების ურთიერთშეერთებით. მის მიხედვით, ერთხელ მზემ გალაქტიკის ცენტრული საბრტყის მორიგი გადაკვეთისას გაიარა ბნელი მატერიის ღრუბლები და იქიდან ღიდი რაოდენობით მოიტაცა მტკერი, მეტეორული სხეულები და, შესაძლოა, აირის ნაწილიც. ამიტომ მზის გარშემო წარმოიქმნა ელიფსურ ორბიტაზე მოძრავი მეტეორული სხეულების უზარმაზარი გუნდი. ეს სხეულები ეცემოდა ერთმეორეზე და ქმნიდა უფრო ღიდ წარმონაქმნებს, საიდანაც მილიარდი წლების განმავლობაში დიდებისაგან წარმოიშვა პლანეტები, მცირეებისაგან—ასტეროიდები, კომეტები და ახლანდელი მეტეორული სხეულები, ამასთან დედამიწის თითქმის ნახევარი წარმოიქმნა ჩასახვიდან პირველი მილიარდი წლის განმავლობაში, რადგან შემდეგ შემცირდა მეტეორული

სხეულების რაოდენობა. მაგრამ მათი დედამიწაზე დაცემა ახლაც გრძელდება, რაც დღე-ღამეში შეადგენს 10 ტ-ს, დედამიწის ასაკი კი—7,6 მილიარდ წელს.

შ მ ი ლ ტ ი ს ჰ ი პ ო თ ე ზ ა კარგად ხსნის მზის სისტემის წევრების სხვადასხვა მამართულებით მოძრაობას; მათი ბრუნვის რაოდენობის მომენტის დიდ სიდიდესა და ორბიტების წრიულ ფორმას, მზისგან პლანეტების დაცილების კანონზომიერებასა და მთელ რიგ სხვა თავისებურებებს, მაგრამ მასაც გააჩნია ნაკლი, კერძოდ ის, რომ: ვარსკვლავთშორის არსებული ბნელი ნისლეულები არსებითად შედგება 0,1 მიკრონზე მცირე დიამეტრის კოსმოსური მტერისგან, რომელიც ვარსკვლავის მიერ კი არ მიიზიდება, არამედ სინათლის სხივის დაწოლით განიზიდება და მზეს არ შეუქლთა მოიტაცოს; თუ დედამიწა მეტეორიტებისაგან არის წარმოქმნილი, მაშინ მას მეტეორიტული აგებულება უნდა ჰქონდეს, ეს კი სინამდვილეში არ ჩანს; მთვარის ზედაპირზე არსებული ყველა კრატერი არ შეიძლება იყოს მეტეორიტული წარმოშობის, რადგან მათ ხაზობრივი განლაგება აქვთ (მოთავსებულია მთაგრეხილებზე), მეტეორების ჩამოვარდნაში კი ასეთი წესიერება არ არსებობს; არაა ნაჩვენები, თუ როგორ წარმოიშვა დედამიწაზე წყალი და ა. შ.

მეტად საყურადღებოა აგრეთვე ვ. ფ ე ს ე ნ კ ო ვ ი ს ჰ ი პ ო თ ე ზ ა ც. ეს მკვლევარი ემყარება მზის ფოტოსფეროს და დედამიწის ქერქის ქიმიური შემადგენლობის მსგავსებას (ორივეგან ხშირია Fe, Mg, Al, Ni, Ca, Na, K, ხოლო იშვიათია Ti, Cr) და თვლის, რომ პლანეტები წარმოქმნილია მზისგან ბირთვული რეაქციების შედეგად მისი წონასწორობის დარღვევისა და აღდგენის გზით. მისი აზრით, ვარსკვლავების გამოსხივებული ენერჯის ანაზღაურება ხდება ვარსკვლავში მიმდინარე ბირთვული რეაქციებით. ამიტომ, სანამ ამ რეაქციაში ჩაბმული ნივთიერების მთელი მარაგი არ გამოილევა, ვარსკვლავი წონასწორობაშია. შემდეგ კი, რეაქციაში სხვა ნივთიერების ჩაბმამდე, იგი სწრაფად ცივდება, იკუმშება, ჩქარა მოძრაობს, გამოდის წონასწორობიდან ბრტყელდება და სამღერძა ელიფსოიდის ფორმასღებულობს. ამ დროს მას ეკვატორულ სიბრტყეში უჩნდება გამონაზარდი, რომელშიც გროვდება ბრუნვის მომენტის მნიშვნელოვანი ნაწილი. შემდგომი გაცივებისა და აჩქარებისას ეს გამონაზარდი იწელება, მსხალს ემსგავსება და წყდება ვარსკვლავს. ამით ვარსკვლავი თავისუფლდება ბრუნვის ზემდემტი რაოდენობისაგან, მდგრად მდგომარეობაში გადადის და უფრო ნელა ბრუნავს. მოცილებული ნაწილის გაცივებით კი მიიღება პლანეტა. ამასთან ერთად, შეკუმშვის პროპორციულად მიმდინარეობს ტემპერატურისმატება ისე, რომ მზის სიდიდის ორჯერ შემცირებისას იგი ორჯერ იზრდება. ამის გამო ბირთვულ რეაქციაში ებმება ახალი ნივთიერება, რომლისთვისაც უფრო მაღალი ტემპერატურაა საჭირო და მის გამო-

ლევამდე ვარსკვლავი წონასწორობაშია, შემდეგ კი გამონაზარდის წარმოშობა-მოცილების პროცესი ხელახლა მეორდება. ფ ე ს ე ე ნ კ ო ვ ს ამის საბუთად მიიჩნია ორმაგი ვარსკვლავები, კერძოდ, ზოგიერთი უახლოესი ვარსკვლავის მაგ., იუპიტერზე დიდი ბნელი თანამგზავრი, რომელიც გარდამავალია ვარსკვლავსა და პლანეტას შორის.

ამრიგად, ფ ე ს ე ე ნ კ ო ვ ი ს მიხედვით, ყოველი ვარსკვლავის განვითარება შედგება წონასწორობის, ე. ი. მდგრადი და გამონაზარდის წარმოშობა-მოცილების, ანუ არამდგრადი პერიოდებისაგან. იგივე ახასიათებს მზესაც და დედამიწასაც. გამონაზარდი მზეს უნდა მოწყვეტოდა ნახშირბადის რეაქციული ციკლის დამთავრების შემდეგ, რასაც ადასტურებს მზესა და დედამიწაზე ნახშირბადისა და ლითიუმის იზოტოპებს შორის ერთნაირი თანაფარობა. ეს აზრი მან გამოთქვა ჯერ კიდევ 1946 წელს და ავითარებს შემდეგაც. აღნიშნული ემყარება თანამედროვე ასტროფიზიკის, ვარსკვლავების ევოლუციისა და მთელ რიგ სხვა მეცნიერებათა ახალ მონაცემებს, მაგრამ არ არის გამორიცხული, რომ ორმაგი ვარსკვლავები ერთი ვარსკვლავის გაყოფით წარმოქმნილი კი არა, ერთმანეთისგან დადად დაცილებული და ერთიმეორის უკან მდებარე ვარსკვლავები იყოს, ამასთან, თუ ვარსკვლავის შეკუმშვისას ტემპერატურა ისე ძლიერ მატულობს, როგორც ფ ე ს ე ე ნ კ ო ვ ი ვარაუდობს, მაშინ თვითონ იგი შეაჩერებდა მზის შეკუმშვას, გაზრდიდა მის მოცულობას, შეანელებდა ბრუნვის სიჩქარეს და გამონაზარდს არ მისცემდა საშუალებას მოსცილებოდა დედასხეულს.

არსებობს აგრეთვე სხვა მრავალი ჰიპოთეზაც, მაგრამ ყველა მათგანი წარმოადგენს აღნიშნული მოსაზრებების ვარიაციებს.

უკანასკნელ დროს მეტ ყურადღებას იპყრობს ე. წ. „ახალი“, „ზე-ახალი“ და ვოლფ-რაიეს ტიპის ვარსკვლავები, საიდანაც პირველი ორი აფეთქებისას სივრცეში გამოტყორცნის დედამიწის მასაზე მეტ მასას (გამოთვლილია აკად. ვ. ა მ ბ ა რ ც უ შ ი ა ნ ი ს მიერ), მესამე კი გამუდმებით ასხივებს ულტრაიისფერი სხივების მძლავრ ნაკადებს და ვარსკვლავის ირგვლივ ქმნის განუწყვეტლივ მზარდ, გაბნევად ატმოსფეროს. ყველაფერი ეს იმდენად არის საინტერესო, რამდენადაც ფიქრობენ, რომ აღნიშნული გამოტყორცნილი მასები უერთდება ვარსკვლავების სხივური და კორპუსკულური რადიაციით გამოყოფილ მატერიას და ქმნის ე. წ. დიფუზიურ, პლანეტურ და გლობულურ, გაზობრივ, მტვროვან და გაზოვან-მტვროვან ნისლეულებს, საიდანაც შემდეგ ისევ წარმოიქმნება ვარსკვლავები. მაშასადამე, ვარსკვლავები თვითონ იძლევა თავისივე წარმოშობ მასალას.

ვარსკვლავები რომ სხვადასხვა ასაკისაა და მათი წარმოქმნა ახლაც ხდება, ეს დადგენილია ჯერ კიდევ 1945—1947 წლებში საბჭოთა მკვლევარების ბ. კ უ კ ა რ კ ი ნ ი ს ა და ვ. ა მ ბ ა რ ც უ შ ი ა ნ ი ს მიერ* 3. გ. გუჯაბიძე

სადაოა მხოლოდ მათი წარმოშობის პროცესის ახსნა. საბჭოთა ასტრონომების ს. პიკელერი და ვ. ფენეკოვის აზრით, ვარსკვლავები წარმოიქმნება გაზობრივ ნისლეულებზე „ახალი“ და „ზეახალი“ ვარსკვლავების აფეთქებითი ტალღების დარტყმით, რაც კუმშავს და ახურებს მას; ვ. ამბარცუმიანის მიხედვით—ზემკვრივი ნივთიერების გადასვლით ჩვეულებრივ ნივთიერებაში; ა. ლებედინსკისა და ლ. გურვიჩის შეხედულებით კი—დიფუზიური ნაწილაკების ურთიერთმიზიდულობით შექმნილი შენადელების შეკუმშვით და ა. შ. არცერთი ზემოაღნიშნული შეხედულება არ არის საფუძველს მოკლებული, თუმცა ჯერჯერობით არაფინ იცის, რა არის „ზემკვრივი“ ნივთიერება, მართლა არსებობს იგი სამყაროში თუ არა და როგორ გადადის ჩვეულებრივ ნივთიერებებში. ყოველ შემთხვევაში, თითქმის ყველა ადასტურებს, რომ ვარსკვლავები წარმოიშობა სამყაროს სივრცეში არსებული გაზობრივი, გაზოვან-მტვროვანი და მტვროვანი ნისლეულებისგან. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ ერთ-ერთ ასეთ გლობულურ ნისლეულში ამას წინათ აღმოჩნდა ძლიერ მკრთალი ვარსკვლავი, რომელიც წინათ არ იყო ცნობილი. მაგრამ ძნელი წარმოსადგენია, რომ ამ ცივ გარემოში, რომლის ტემპერატურა მინუს 270°C-მდეა, უძლიერესი დარტყმითი ტალღებითაც კი შესაძლებელია უეცრად გაჩნდეს მუდმივმოქმედი ცხელი სხეული. ამიტომ ვფიქრობთ, უფრო სწორი იქნება დავუშვათ, რომ აღნიშნული ნისლეულების ცივი ნაწილაკები იზიდავს, უერთდება ერთიმეორეს და ქმნის ცივ გუნდებს, რომლებიც შემდეგ ახალ-ახალი ნაწილაკების მიმატებით იქცევა პლანეტებად. ეს უკანასკნელები კი რადიოაქტიური სითბოთი—ვარსკვლავებად. თუ ეს ასეა, მაშინ გამოდის, რომ ბუნებაში ადგილი აქვს ციურ სხეულთა დაშლა-წარმოქმნის უსასრულო პროცესს: ვარსკვლავები იშლება და მიიღება გაზობრივი, გაზოვან-მტვროვანი და მტვროვანი ნისლეულები, ამათი ნაწილაკების ურთიერთშეერთებით კი—პლანეტები, ხოლო პლანეტები საგან—ვარსკვლავები. ეს იმას ნიშნავს, რომ ვარსკვლავებისა და პლანეტების დაშლა-წარმოქმნა ხდებოდა ყოველთვის, ხდება და მოხდება მომავალშიც.

დედამიწის ასაკი

ძველსპარსული თქმულების მიხედვით სამყარო 12 ათასი წლისაა, ბაბილონელ ქურუმთა აზრით, დედამიწა—2 მლნ წლის, ბიბლიით—7 ათასი წლის, კემბრიჯის უნივერსიტეტის ღვთისმეტყველის ჯონ ლაიტ-ფუტის შეხედულებით კი მიწა ღმერთმა შექმნა 4004 წლის 23 ოქტომბერს დილის 9 საათზე ქრისტეს წინ და ა. შ. მაგრამ ყველაფერი ეს მოკლებულია ყოველგვარ საფუძველს. ამიტომ, როგორც აღვნიშნეთ, პირველი მეცნიერული აზრი ამ საკითხზე ეკუთვნის უ. ბიუფონს,

რომელიც სხვადასხვა სიდიდის გავარვარებული ლითონებისა და ქვის ბირთვების გაცივებაზე დაკვირვებით მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწა მზეს მოსწყდა 74800 წლის წინათ. არც ეს შეხედულებაა სწორი, მაგრამ მაინც მეცნიერულია, რადგან გამოტანილია მატერიის განვითარების საფუძველზე. შემდეგ ამ საკითხზე არსებობდა მრავალი შეხედულება, მაგრამ იგი ზუსტად დღესაც არ არის გადაჭრილი. ამჟამად დედამიწისა და სხვა გეოლოგიურ ობიექტთა დასათარიღებლად გამოიყენება ორგვარი მეთოდი—შეფარდებითი და აბსოლუტური. შეფარდებითი მეთოდით აღგენენ: ორი მოვლენიდან რომელია უფრო ძველი ან ახალი, აბსოლუტური მეთოდით კი—ამ მოვლენათა ხანგრძლივობას წლებით.

შეფარდებითი დათარიღების მეთოდები. გეოლოგიურ ობიექტთა შეფარდებითი ასაკის განსაზღვრის საფუძველი შრეებია, რადგან იგი ემყარება შრეთა ურთიერთგანლაგებას, მათ პეტროგრაფიულ ხასიათსა და შიგ დაცული ორგანიზმების ნაშთებს. ამიტომ არჩევენ შრეების შეფარდებითი დათარიღების სამ ძირითად მეთოდს: სტრატოგრაფიულს, პეტროგრაფიულსა და პალეონტოლოგიურს. სტრატოგრაფიულ მეთოდს განლაგების წესსაც უწოდებენ, რადგან ამ დროს ყურადღებას აქცევენ შრეების ურთიერთგანლაგებას და ამბობენ, რომ შრეთა წყებაში ყოველი შრე ქვედაზე ახალგაზრდაა და ზედაზე ძველია, ვინაიდან პირველს. თავზე ადევს და მეორის ქვეშ ძევს. შრეების ამგვარი დათარიღება სწორია, მაგრამ ნაკლიც გააჩნია, რადგან ზოგჯერ გვხვდება ე. წ. დაწოლილი ან გადაბრუნებული ნაოჭები, რომლებშიც ახალგაზრდა შრეები ძველის ადგილს იკავებს და პირიქით. გარდა ამისა, იგი საშუალებას არ გვაძლევს მოვახდინოთ შრეების ე. წ. შორეული პარალელიზაცია, ე. ი. განვსაზღვროთ ამა თუ იმ ადგილის ესა თუ ის შრე ასაკობრივად მეორე ადგილის რომელ შრეს შეესაბამება.

პეტროგრაფიული მეთოდით ქანების დათარიღებისას ეყრდნობიან მათ ლითოლოგიურ შემადგენლობას და ამბობენ, რომ პეტროგრაფიულად ერთნაირი შემადგენლობის ქანები ერთი და იმავე ასაკისაა. ეს იმას ნიშნავს, რომ თბილისის ქვიშაქვები ამერიკის ქვიშაქვების სინქრონულია. მაგრამ ეს ყოველთვის ასე არ არის, რადგან ქანების ერთგვაროვნობა დამოკიდებულია არა დროზე, არამედ წარმოშობის ერთნაირ პირობებზე. ამით აიხსნება, რომ კირქვა ილექებოდა კამბრიულშიც, ე. ი. 500 მლნ წლის წინათ და ილექება დღესაც, ამასთან ზღვის სხვადასხვა სიღრმეზე ამჟამადაც სხვადასხვა ხასიათის ნალექები გროვდება.

ყველაზე სანდოა პალეონტოლოგიური მეთოდი. იგი ემყარება ქანებში დაცული ორგანიზმების ნაშთებს და მდგომარეობს იმაში, რომ ერთი და იმავე სახელმძღვანელო ნამარხების (მოკლე დროში

მცხოვრები და ფართოდ გავრცელებული ორგანიზმების ნაშთები) შენ-
ცველი შრეები ერთნაირი ასაკისაა. ეს იმას ნიშნავს, რომ ერთი და
იმავე ასაკის შეიქმნება იყოს პეტროგრაფიულად სრულიად განსხვავებუ-
ლი და სხვადასხვა ადგილის ჭრილში სხვადასხვა დონეზე მდებარე შრე-
ები. ეს მეთოდი დღეს შეფარდებითი დათარიღების დასაყრდენი მე-
თოდია, მაგრამ ყველგან არ გამოდგება, რადგან ყველა შრე არ არის
ნამარხიანი და ყველა ნამარხი—სახელმძღვანელო.

აბსოლუტური დათარიღების მეთოდები. ჯერჯერობით არსებობს
პრაქტიკულად დადგენილი რამდენიმე ხერხი, საიდანაც უმთავრესია: მა-
რილების; სელიმენტაციის (დალექვის) სიჩქარის; დენუდა-
ციის (მასალის გადაცლა-გადატანა); ზოლური თიხებისა და
რადიოლოგიური მეთოდები.

მარილების მეთოდს იყენებენ ოკეანეების ასაკის დასადგე-
ნად. იგი ეკუთვნის ინგლისელ ასტრონომს ჰალეს, რომელმაც 1715 წელს
ოკეანეებში გამოთვალა არსებული მარილების საერთო რაოდენობა, მასში
მდინარეების მიერ ყოველწლიურად ჩატანილი მარილების წონა და პირ-
ველის მეორეზე გაყოფით განსაზღვრა ოკეანის ასაკი (ჰალე ვარაუდობ-
და, რომ ოკეანეებში მარილები შეტანილია მხოლოდ მდინარეების მიერ)•
შემდეგ ასეთი გამოთვლა ჩაატარეს სხვებმაც, მაგრამ შედეგები ერთმა-
ნეთისაგან ძლიერ განსხვავებულია (0,3-დან 1,5 მლრდ-მდე წელი).

სელიმენტაციის სიჩქარის მეთოდით ადგენენ
დანალექი ქანების ასაკს. ამისათვის თვლიან წლის განმავლობაში მდინა-
რეების მიერ ზღვებში შეტანილი მყარი მასალის რაოდენობას. მას თა-
ნაბრად ანაწილებენ ზღვის ფსკერზე, იგებენ წელიწადში წარმოქმნილი
ნალექის სისქეს და ამ სისქეზე ყოფენ მიწის ქერქის შემადგენელი და-
ნალექი ქანების საერთო სისქეს. ამის საფუძველზე დ. მურეის აზრით,
დედამიწაზე დანალექი ქანების წარმოქმნიდან დღემდე გასულია 1,5 მლრდ.
წელი (იგი ვარაუდობს, რომ მდინარეებს ზღვებში ყოველწლიურად შე-
აქვს 16 კმ³ მყარი მასალა, რაც ფსკერზე თანაბრად განაწილებისას
გვაძლევს 0,11 მმ სისქის ფენას, ხოლო მიწის ქერქის დანალექი ქანების
საერთო სისქე 150 კმ-ია), უ. უოლკოტის მიხედვით კი—70 მლნ
წელი.

დენუდაციის მეთოდით უმთავრესად საზღვრავენ ხეო-
ბების ასაკს და რელიეფის სხვა ფორმების შესაძლებელ ხანგრძლივობას.
ამისათვის ანგარიშობენ აღებული ტერიტორიიდან დენუდაციური პრო-
ცესების შედეგად საერთო და ყოველწლიურად დაშლილი და გადატანი-
ლი მასალის სისქეს და პირველს ყოფენ მეორეზე. ამ გზით დადგენი-
ლია, რომ კავკასიონის ზოლში დენუდაციის წლიური საშუალო სიდიდე
0,7 მმ-ია, ალპებში—0,926 მმ, რუსეთის ვაკეზე—0,33 მმ, მთელ დედა-
მიწაზე—0,033 მმ. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ თუ კავკასიონის საშუალო.

სიმაღლედ მივიღებთ 2,1 კმ-ს და დავუშვებთ, რომ მასზე, დენუდაციურს გარდა, სხვა პროცესი არ მოქმედებს, მაშინ იგი 3 მლნ წელში მოვაკდება.

ზოლური თიხების მეტოდს იყენებენ მეოთხეული გამყინვარების ფაზებისა და მათ შორის დროის დასადგენად, რადგან ფიქრობენ, რომ ეს თიხები წარმოქმნილია მეოთხეულ მყინვარებთან დაკავშირებულ ტბებში. ზოლური თიხები წარმოადგენს ნალექებს, რომლებიც შედგება 1—2 მმ-დან 30 სმ-მდე (საშუალო 0,5 მმ) სისქის თიხებისა და წმინდამარცვლოვანი თიხიანი ქვიშების მორიგეობისგან, სადაც თიხის ყოველ თხელ ფენას მოსდევს თიხიანი ქვიშის უფრო სქელი ფენა. ფიქრობენ, თიხის ფენა წარმოქმნილია ზამთარში (როცა მდინარეები გაყინული იყო და ტბაში ილექებოდა მხოლოდ მასში არსებული ატივტრავებული თიხოვანი მასალა), ქვიშა კი ზაფხულში, ე. ი. აღნიშნულ ტბებში ზრთი წლის განმავლობაში ილექებოდა ორი ფენა—თიხა და თიხიანი ქვიშა. ჰრილში გამოიჯვლიან ამ წყვილთა რაოდენობას და მათი საერთო რიცხვის მიხედვით არკვევენ აღებულ ჰრილში არსებული ზოლური თიხების წარმოქმნის ხანგრძლივობას წლობით, რადგან ერთი წყვილი შეესაბამება ერთ წელიწადს. ამ გზით დადგენილია, რომ ჩრდილო ევროპაში ზოლური თიხების დალექვიდან დღემდე გასულია 16500 წელი; ვალდაის, ანუ ეურპული გამყინვარებიდან—90 ათასი წელი; დნეპრის, ანუ რისული გამყინვარებიდან—200 ათასი წელი; ლიხენის, ანუ მინდელური გამყინვარებიდან—450 ათასი წელი; მეოთხეული პერიოდის დასაწყისიდან კი—ერთი მლნ წელი. ეს მეთოდი ზუსტია, მაგრამ ზოლური თიხების გავრცელების არეა მცირე (არსებითად გვხვდება მხოლოდ ბალტიისპირეთში).

ყველაზე სანდოა რ ა დ ი ო ლ ო გ ი უ რ ი მ ე თ ო დ ე ბ ი. ამ გზით მინერალების ასაკის განსაზღვრის შესაძლებლობის შესახებ პირველი აზრი გამოთქვა ფრანგმა პ. კი უ რ ი მ (1859—1906) 1902 წელს, პირველი ცდა ჩაატარა კანადელმა ბ. ბ ო ლ ტ ვ უ დ მ ა 1907 წელს, შემდეგ კი—ბევრმა და დღესაც ფართოდ იყენებენ. იგი ემყარება რადიაქტიურ ნივთიერებათა სპონტანურ დაშლას, რაც ყოველგვარ პირობებში მიმდინარეობს; ხდება ზუსტი ქრონოლოგიური წესით და გრძელდება მანამ, სანამ არ მიიღება მდგრადი წარმონაქმნები, კერძოდ: ურანიდან (U^{238}) — ტყვიის იზოტოპი Pb^{206} , აქტინოურანიდან (U^{235})— Pb^{207} და თორიუმიდან (Th^{232})— Pb^{208} (როგორც ჩანს, ჩვეულებრივი ტყვია წარმოადგენს ურანული და თორიუმის ტყვიის იზოტოპების ნარევეს). ამიტომ ა. ჰ ო ლ მ ს ი ს სიტყვებით რომ ვთქვათ, „რადიაქტიური მინერალი გეოლოგიისთვის წარმოადგენს საათს, რომელიც მომართულია მისი მინერალიზაციის დროს.“ ამჟამად ცნობილია ამ ნივთიერებათა დაშლის პროდუქტები (ურანში, აქტინოურანსა და თორიუმში ტყვია და ჰელიუმი), უმთავრეს რადიაქტიურ ელემენტთა ნახევრად დაშლის პერიოდი (U^{238} -ში, იგი უდრის —4,498 მლრდ წელს; U^{235} -ში—713 მლნ წელს; Th^{232} -ში—139 მლნ წელს; K^{40} -ში—1,25 მლრდ წელს, C^{14} -ში—5566 წელს, Ra^{226} -ში—1590 წელს;

R_{87} -ში—50 მლრდ წელს) და მათი მეშვეობით შედგენილია ქანისა და მინერალის აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრის სპეციალური ფორმულები. ტყვიის მეთოდით გამოთვლისას ერთ-ერთი ასეთი ფორმულაა

$$A = \frac{n}{m \cdot 7,4 \cdot 10^{-9}} - ;$$

ჰელიუმის მეთოდით კვლევისას კი:

$$A = \frac{n_1}{m \cdot 9 \cdot 10^{-6}} ,$$

სადაც A არის საკვლევი ქანის ან მინერალის აბსოლუტური ასაკი, წ.

m — აღებულ ქანში ან მინერალში არსებული ურანის რაოდენობა, გ.

n — ტყვიის რაოდენობა, გ;

n_1 — ჰელიუმის რაოდენობა, სმ³;

$7,4 \cdot 10^{-9}$ — ერთი გრამი ურანიდან ერთ წელიწადში გამოყოფილი ტყვიის რაოდენობა, გ;

$9 \cdot 10^{-6}$ — ერთი გრამი ურანიდან ერთ წელიწადში გამოყოფილი ჰელიუმის რაოდენობა, სმ³.

ამ გზით დადგენილია, რომ მიწის ქერქის შემადგენელი ყველაზე უძველესი ქანის ასაკი 3,5—4 მლრდ წელია, მეტეორიტების—4—4,5 მლრდ წელი, მთეარის—4,6 მლრდ წელი, მთელი დედამიწისა კი—5—6 მლრდ წელი. მაგრამ, როგორც წესი, ჰელიუმის მეთოდით განსაზღვრული ასაკი ნაკლებია ტყვიის მეთოდით მიღებულზე და თორიუმის ტყვიით გამოთვლილი—ურანის ტყვიისაზე, რადგან ჰელიუმის ნაწილი გამოიყოფა მინერალიდან, თორიუმის ტყვია და მისი ნაერთები კი შედარებით ადვილად იხსნება, ვიდრე ურანისა, და სცილდება ქანს.

უქანასკნელ დროს ქანებისა და მინერალების აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრისათვის ფართოდ იყენებენ არგონის, რუბიდიუმს, სტრონციუმისა და ნახშირბადის მეთოდებს.

არგონის მეთოდი ემყარება იმას, რომ კალიუმის იზოტოპი იერთებს ელექტრონს და გადადის არგონის Ar^{40} იზოტოპში. თუ ცნობილია გარდაქმნის კონსტანტა (მუდმივა), საზღვრავენ მინერალში არსებულ ორივე ამ იზოტოპის რაოდენობას და მათი ურთიერთშეფარდებით $\left(\frac{Ar^{40}}{K^{40}} \right)$ გამოთვლიან საკვლევი მინერალის ასაკს. ამ მეთოდს დიდი პერსპექტივა აქვს, რადგან კალიუმი ფართოდ არის გავრცელებული ქანებში და არგონი რჩება წარმოშობის ადგილზე.

ცნობილია, რომ R_{87} გადადის Sr^{87} -ში. საზღვრავენ მათ რაოდენობას მინერალში და პირველის გაყოფით მეორეზე ადგენენ საკვლევი მინერალის ასაკს, მაგრამ საანალიზოდ იღებენ ქარსებსა და სხვა სილიკატებს.

ნახშირბადის მეთოდს იყენებენ მცენარეული ნაშთების შემცველი მეოთხეული ნალექებისა და 30—40 ათასი წლის არქეოლოგიური ძეგლების დასათარიღებლად. ამისათვის ანგარიშობენ ამ ობიექ-

ტების მცენარეულ ნაშთებში არსებული ნახშირბადის რადიოაქტიური იზოტოპის (C^{14}) რაოდენობას, არააქტიურ ნახშირბადთან მისი თანაფარდობის დანაკლისს და უჯანასკნელს ამრავლებენ C^{14} -ის ნახევრად დაშლის პერიოდზე, რადგან მიაჩნიათ, რომ ცოცხალ მცენარეში აქტიურ და არააქტიურ ნახშირბადთა შორის ისეთივე თანაფარდობაა, როგორც ატმოსფეროში (ერთ გრამ ნახშირბადზე წამში წარმოიშობა დაახლოებით 10 იზოტოპი). მცენარის გახმობის შემდეგ მასში წყდება C^{14} -ის პერიოდან შევსება, ბოქვებში დარჩენილი C^{14} კი ისევ განაგრძობს დაშლას, მცირდება მისი რაოდენობა და ირღვევა აღნიშნული წონასწორობა. ეს მეთოდი იმდენად ზუსტია, რომ მისი ცდომილება $\pm 50-500$ წელია, სხვა მეთოდებისა კი— \pm მილიონი წელი.

შრეების დათარიღებისა და რადიოლოგიურ მეთოდებზეა დამყარებული შრეთა დანაოკების, რღვევების, ინტრუზიული და ეფუზიური მაგმატიზმისა და სხვა გეოლოგიურ მოვლენათა დათარიღებაც. აქედან ყველაზე საიმედოა რადიოლოგიური მეთოდები, მაგრამ ჯერჯერობით ისინი დამუშავებებს პროცესშია. ამიტომ, ამჟამად გეოლოგიაში უფრო მეტად გავრცელებულია მოვლენათა შეფარდებითი დათარიღება.

ხტრატიგრაფიულ-გეოქრონოლოგიური ერთეულები, გეოლოგიური ქრონოლოგია. ჯერ კიდევ XVIII საუკუნეში ცნობალი იყო, რომ მიწის ქერქი შედგება განსხვავებული ასაკისა და შემადგენლობის ნალექებისაგან. ამიტომ გერმანელმა ე. ლ. ე. მ. ა. ნ. მ. ა. (1700—1767) 1756 წელს გერმანიის ნალექებიდან გამოკყო ქანების ორი ჯგუფი: „ურგებირგე“, ე. ი. მიწის წარმოშობისას წარმოქმნილი კრისტალური ქანები, და „ფლოცგებირგე“, ანუ მსოფლიო წარღვნისდროინდელი ნამარხიანი პორიზონტალური შრეები. შემდეგ, 1760 წელს, იტალიელმა ჯ. ა. რ. დ. უ. ი. ნ. ო. მ. (1713—1795) იტალიის ქანები დაკყო პ. ი. რ. ვ. ე. ლ. ე. უ. ლ. (ახლანდელი პალეოზოური), მ. ე. ო. რ. ე. უ. ლ. (დღევანდელი მეზოზოური), მ. ე. ს. ა. მ. ე. უ. ლ. დ. ა. ვ. უ. ლ. კ. ა. ნ. უ. რ. ფორმატივებად. ამავე დროს, გერმანელმა გ. ფ. უ. ქ. ს. ე. ლ. მ. ა. პირეელმა მიაქცია ყურადღება ნალექების წარმოქმნისათვის საჭირო დროს და შემოიღო ორმაგი კლასიფიკაცია—მიწის ქერქის დანაწილება ნალექებისა და დროის მიხედვით.

შემდეგ გამოიჩინა, რომ ეს ნალექები ერთმანეთისგან განსხვავდება შიგ არსებული ორგანიზმების ნაშთების, ანუ ნამარხების აგებულების სირთულითაც, რადგან აღმოჩნდა, რომ ძველ (ქვეშ მდებარე) შრეებში მოთავსებულია შედარებით პრიმიტიული ორგანიზმების ნაშთები, ახალგაზრდა (ზევით მდებარე) ფენებში კი—უფრო განვითარებული. ამიტომ მიწის ქერქის განვითარების ეტაპებად დანაწილებას საფუძვლად დაუდევს ნალექებში დაცული ორგანიზმების ნაშთების აგებულების სირთულე და ამის შესაბამისად გამოყვეს ნალექებისა და დროის დიდი და მცირე მონაკვეთები. ნალექების დიდ მონაკვეთს უწოდეს ჯ. გ. უ. ფ. ი., მისი წარმოშობისთვის საჭირო დროს—ე. რ. ა. ჯგუფი დაანაწილეს ს. ი. ს.

ტ ე მ ე ბ ა დ, სისტემა—ს ე ქ ც ი ე ბ ა დ, სექცია—ს ა რ თ უ ლ ე ბ ა დ, სართული—ზ ო ნ ე ბ ა დ, ე რ ა—პ ე რ ი ო დ ე ბ ა დ, პერიოდი—ე პ ო ქ ე ბ ა დ, ეპოქა—ს ა უ კ უ ნ ე ე ბ ა დ, საუკუნე—ჰ ე მ ე რ ე ბ ა დ („ჰემერა“, ბერძნ.—დღე. ახლა ზოგჯერ ჰემერას ფ ა ზ ა ს ა ც უწოდებენ). ეს დანაწილება, სართულების (საუკუნეების) ჩათვლით, დაამტკიცეს მეორე საერთაშორისო გეოლოგიურ კონგრესზე 1881 წელს და მიღებულია დღესაც.

ამრიგად, დ რ ო ის მიხედვით ჯ გ უ ფ ს შ ე ე ს ა ბ ა მ ე ბ ა ე რ ა, ს ის ტ ე მ ა ს—პ ე რ ი ო დ ი, ს ე ქ ც ი ა ს—ე პ ო ქ ა, ს ა რ თ უ ლ ს—ს ა უ კ უ ნ ე, ზ ო ნ ა ს—ჰ ე მ ე რ ა. ჯგუფს და მის დანაყოფებს უწოდებენ გ ე ო ს ტ რ ა ტ ი გ რ ა ფ ი უ ლ, ა ნ უ ს ტ რ ა ტ ი გ რ ა ფ ი უ ლ ე რ თ ე უ ლ ე ბ ს (ბერძნ. „გე“—მიწა, ლათ. „სტრატუმ“—შრე, ფენა; გეოსტრატოგრაფია—მიწის ქერქის დანაწილება შემაღლებული შრეების წარმოქმნის თანამიმდევრობის მიხედვით), ე რ ა ს ა და მის წევრებს კი—ქ რ ო ნ ო ს ტ რ ა ტ ი გ რ ა ფ ი უ ლ ა ნ უ გ ე ო ქ რ ო ნ ო ლ ო გ ი უ რ ე რ თ ე უ ლ ე ბ ს (ბერძნ. „ქრონოს“—დრო; ქრონოსტრატოგრაფია—მიწის ქერქის დანაწილება შემაღლებული ქანების ასაკის მიხედვით).

ზოგიერთები არჩევენ ერაზე დიდ ერთეულსაც და მას ე ო ნ ს უწოდებენ (ბერძნ. „ეონ“—ერა, ეპოქა. ტერმინი შემოღებულია ამერიკელი გეოლოგის ჯ. დ ე ნ ა ს მიერ 1895 წელს და იხნარება ამერიკასა და ინგლისში); ჯ. ჩ ე დ ვ ი კ ი ს წინადადებით 1930 წლიდან გამოყოფენ ო რ ე ო ნ ს: კ ო ი პ ტ ო ზ ო უ რ ს, ა ნ უ ფ ა რ უ ლ ს ი ც ო ც ხ ლ ი ა ნ ს ა და ფ ა ნ ე რ ო ზ ო უ რ ს, ა ნ უ ხ ი ლ უ ლ ს ი ც ო ც ხ ლ ი ა ნ ს (ეს ტერმინი შემოღებულია ამერიკელი გეოლოგის ჩ. შ უ ხ ე რ ტ ი ს მიერ), ამასთანავე კრიპტოზოურს უწოდებენ აგრეთვე პ ა ლ ე ო გ ე ა ს (ძველი მიწა), ფ ა ნ ე რ ო ზ ო უ რ ს—ნ ე ო გ ე ა ს (ახალი მიწა). მაგრამ ზოგიერთები კრიპტოზოურს ყოფენ პალეოგეად და მეზოგეად. პალეოგეას უთანაბრებენ არქეულს, ქვედა და შუა პროტეროზოურს, მეზოგეას კი—რიფეულს.

ა მ რ ი გ ა დ, კ რ ი პ ტ ო ზ ო უ რ ი ე ო ნ ი მ ო ი ც ა ვ ს მ ი წ ი ს ო ს ტ ო რ ი ის უ ძ ვ ე ლ ე ს დ რ ო ე ბ ს—არ ქ ე უ ლ ს ა და პ რ ო ტ ე რ ო ზ ო უ რ ს, ფ ა ნ ე რ ო ზ ო უ რ ი ე ო ნ ი კ ი—პ ა ლ ე ო ზ ო უ რ ს, მ ე ზ ო ზ ო უ რ ს ა და კ ა ი ნ ო ზ ო უ რ ს (ნეოზოურს). მაგრამ ამგვარ დანაწილებას ყველა არ იზიარებს, ამიტომ დღეს საყოველთაოდ მიღებული ყველაზე დიდი სტრატოგრაფიული ერთეულია ჯ გ უ ფ ი, უმცირესი—ზონა, დროის მიხედვით კი—ერა და ჰემერა.

ერა მოიცავს ათეული მილიონებიდან ერთეულ მილიარდებამდე წლებს, ჰემერა კი—ათეულ ათას და ზოგჯერ მეტ წლებს. დანარჩენ გეოქრონოლოგიურ ერთეულებს ამათ შორის შუალედი ადგილი უკავია.

ზონას გამოყოფენ ერთი რომელიმე სახელმძღვანელო ნამარხის ან მისი თანამგზავრი ნამარხების კომპლექსის მიხედვით. მისი მოცულობა განისაზღვრება ამ ნამარხის ვერტიკალური გავრცელებით.

გარდა ამისა, არჩევენ აგრეთვე ე. წ. დამხმარე და აღვი-
ლობრივი დანაყოფებს. დამხმარე დანაყოფებია: ქვეჯგუ-
ფი, ქვესისტემა, ქვესექცია, ქვესართული, ქვე-
ზონა, ზეზონა, შრე, აღვილობრივი ზონა და ბიო-
ზონა. აღვილობრივი დანაყოფები კი: სერია, წყება, ქვე-
წყება, დასტა და კორიზონტი.

ქვეჯგუფი ჯგუფზე მცირე და სისტემაზე დიდი დანაყოფია.
ამავე გაგებით იხმარება ქვესისტემა, ქვესექცია, ქვესართული, ქვეზონა
და ზეზონა. შრე, წყების ნაწილია და წარმოშობილია ერთგვაროვან
ფიზიკურ-გეოგრაფიულ გარემოში. აღვილობრივი ზონა შრე
ან შრეთა კომპლექსია და შეიცავს ამა თუ იმ პირობებისათვის დამახა-
სიათებელ, მაგრამ ხანმოკლე დროში მცხოვრებ და შეზღუდული გავრ-
ცელების ერთი რომელიმე სახეობის ორგანიზმის ნაშთებს ან ასეთი ორ-
განიზმების ნამარხ კომპლექსებს. ბიოზონა შრეთა ერთობლიობაა,
რომელიც წარმოშობილია ორგანიზმის ერთი რომელიმე სახეობის (სახე-
ობითი ზონა), გვარის (გვარეობითი ზონა) ან უფრო დიდი სისტემატი-
კური ერთეულის ცხოვრების დროში. მის შესატყვის დროს ეწოდება
ბიოქრონა.

სერია წარმოადგენს ქიმიური და მინერალური შემადგენლობით
ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული ქანების მძლავრ კომპლექსს.
იგი ხშირად წარმოშობილია ერთ დიდ სელიფენტაციურ (დალექვის),
ეულკანურ და ტექტონიკურ (მიწის ქერქის მოძრაობის) ციკლში და მო-
საზღვრე სერიისაგან გამოიყოფა ე. წ. სტრატეგრაფიული ან კუთხური
უთანხმოებით.

წყება ეწოდება გარკვეულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში
წარმოქმნილ, განსაკუთრებული თვისებების მქონე ნალექთა ერთობლიო-
ბას. მოცულობით იგი მეტწილად შეესაბამება სართულს ან მის ნაწილს.
საქართველოში ასეთია ბაიოსური ასაკის, ე. წ. პორფირიტული წყება
(შედგება მაგმური ქანების—პორფირიტებისა და მათი პიროკლასტო-
ლითებისგან) და ზედა იურული ფერადი წყება (შედგება წითელი, მწვა-
ნე, მოთეთრო და სხვა ფერის თიხების, ქვიშაქვებისა და სხვა ქანები-
სგან).

დასტა წყებისა და ქვეწყების მცირე სისქის ნაწილია, ხასიათ-
დება გარკვეული ფაციალურ-ლითოლოგიური თავისებურებებითა და, ჩვეუ-
ლებრივად, შეზღუდული გავრცელებით.

კორიზონტი ერთგვაროვანი ლითოლოგიური შემადგენლო-
ბის, ორგანიზმთა ერთი და იგივე სახეობის ან გვარის ნამარხების შემ-
ცველი, ან სხვა ამგვარი ერთნაირი თვისებების მქონე შრე ან შრეთა
წყებაა, მეტწილად შეესატყვისება ზონას.

ამჟამად არჩევენ ორ (ზოგიერთები სამ) ეონს; 5 ჯგუფს (ერას);
20-მდე ქვეჯგუფს, სისტემასა და ქვესისტემას; 35-მდე სექციასა და

გეოქრონოლოგიური ხეობა 1

1	2	3	4																								
<p>თონი, ინდექსი, ხანგრძლივობა მღწველებში (ქვედა ხაზში დასაწყისი მღწველებში)</p>	<p>ერა (ჯგუფი, ინდექსი, ხანგრძლივობა მღწველებში (ქვედა ხაზში—დასაწყისი მღწველებში)</p>	<p>პერიოდი (სისტემა), ინდექსი, ხანგრძლივობა მღწველებში (ქვედა ხაზში—დასაწყისი მღწველებში)</p>	<p>ეპოქა (სექცია), ინდექსი, ხანგრძლივობა მღწველებში (ქვედა ხაზში—დასაწყისი მღწველებში)</p>																								
<p>ფანეროზოური (ნეოგენი)—ფზ > 570</p>	<p>კაინოზოური (ნეოზოური)—K_z 67</p>	<p>მეოთხეული — Q (ანთროპოგენული) — Ap, 1-2</p> <p>1-2</p> <p>ნეოგენი — N, 25</p> <p>26</p> <p>პალეოგენი — P, 41</p> <p>67</p> <p>67</p>	<p>თანამედროვე ხანა (კოლოცენი) Q₁, 8—12000 წელი</p> <table border="1"> <tr> <td>პლეისტოცენი</td> <td>გვიანი (ზედა) — Q₃ შუა — Q₂ ადრეული — Q₁</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>პლიოცენი</td> <td>— N₂, 11</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>მიოცენი</td> <td>— N₁, 14</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ოლიგოცენი</td> <td>— P₃, 11</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ეოცენი</td> <td>— P₂, 23</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td></td> </tr> <tr> <td>პალეოცენი</td> <td>— P₁, 7</td> </tr> <tr> <td>67</td> <td></td> </tr> </table>	პლეისტოცენი	გვიანი (ზედა) — Q ₃ შუა — Q ₂ ადრეული — Q ₁	1-2	1-2	პლიოცენი	— N ₂ , 11	12		მიოცენი	— N ₁ , 14	26		ოლიგოცენი	— P ₃ , 11	37		ეოცენი	— P ₂ , 23	60		პალეოცენი	— P ₁ , 7	67	
	პლეისტოცენი	გვიანი (ზედა) — Q ₃ შუა — Q ₂ ადრეული — Q ₁																									
1-2	1-2																										
პლიოცენი	— N ₂ , 11																										
12																											
მიოცენი	— N ₁ , 14																										
26																											
ოლიგოცენი	— P ₃ , 11																										
37																											
ეოცენი	— P ₂ , 23																										
60																											
პალეოცენი	— P ₁ , 7																										
67																											
<p>მეზოზოური M_z 173</p> <p>240</p>	<p>ცარცული — K, 70</p> <p>137</p> <p>იურული — I, 58</p> <p>195</p> <p>ტრიასული — T, 45</p> <p>240</p>	<p>გვიანი (ზედა) — K₃, 38</p> <p>105</p> <p>ადრეული (ქვედა) — K₁, 32</p> <p>137</p> <p>გვიანი (ზედა) — I₃ შუა — I₂ ადრეული ქვედა — I₁</p> <p>გვიანი (ზედა) — T₃ შუა — T₂ ადრეული (ქვედა) — T₁</p>																									

1	2	3	4						
	პალეოზოური პეო	პერმული—P, 45 285	გვიანი (ზედა) — P ₃ აღრეული (ქვედა) — P ₁						
		კარბონული—C, 55 340	გვიანი (ზედა) — C ₃ შუა — C ₂ აღრეული (ქვედა) — C ₁						
		დევონური—D, 70 410	გვიანი (ზედა) — D ₃ შუა — D ₂ აღრეული (ქვედა) — D ₁						
		სილურული—S, 30 440	გვიანი (ზედა) — S ₃ აღრეული (ქვედა) — S ₁						
		ორდოვიციული— O, 60 500	გვიანი (ზედა) — O ₃ შუა — O ₂ აღრეული (ქვედა) — O ₁						
		კამბრიული—C, 70	გვიანი (ზედა) — C ₃ შუა — C ₂ აღრეული (ქვედა) — C ₁						
≥ 570	≥ 570	≥ 570							
კრიატოზოური—Krz (პალეოგეა) > 3500	პროტეოზოური—PR 1930	კენდური < 110							
		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>რიფეული—R (= გვიანი — პროტეოზოურს—PR₃)</td> <td>გვიანი 320</td> </tr> <tr> <td>შუა PR₂, 300</td> <td>შუა 350</td> </tr> <tr> <td>აღრეული PR₁ 600</td> <td>აღრეული 250</td> </tr> <tr> <td>2500</td> <td></td> </tr> </table>	რიფეული—R (= გვიანი — პროტეოზოურს—PR ₃)	გვიანი 320	შუა PR ₂ , 300	შუა 350	აღრეული PR ₁ 600	აღრეული 250	2500
რიფეული—R (= გვიანი — პროტეოზოურს—PR ₃)	გვიანი 320								
შუა PR ₂ , 300	შუა 350								
აღრეული PR ₁ 600	აღრეული 250								
2500									
> 4000	> 4000								
	არქეული—AR 1500—2000								

ქვესექციას და რამდენიმე ათეულ სართულს, ქვესართულს, ზონასა და ქვეზონას. თუ მათ დავალაგებთ ასაკის მიხედვით, მივიღებთ ე. წ. გეოქრონოლოგიურ სკალას ანუ გეოქრონოლოგიას (ცხრ. 1).

¹ სკალაზე მოცემული წლები წარმოადგენს საკ. მეცნ აკადემიის გეოლოგიური ფორმაციების აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრის კომისიის 1969 წლის მონაცემებს.

პირველი ასეთი სკალა შეადგინა ბელგიელმა გეოლოგმა ომალი-
უს დალუამ (1783—1875) 1830 წელს, შემდეგ იგი თანდათან შეივსო
და დაზუსტდა.

როგორც სკალიდან ჩანს, ჯგუფები გამოყოფილია მიწის ქერქის
ამა თუ იმ დროში მცხოვრები ორგანიზმების სირთულის მიხედვით, რად-
გან არქეულს აზოურსაც (უსიცოცხლო) უწოდებენ. პროტეროზო-
ური ნიშნავს უპირველეს სიცოცხლიანს (ბერძნ. „პროტეროს“—უპირვე-
ლესი; „ზოე“—სიცოცხლე, ცხოვრება), პალეოზოური—ძველ სიცო-
ცხლიანს (ბერძნ. „პალიოს“—ძველი), მეზოზოური—საშუალო სიცო-
ცხლიანს (ბერძნ. „მეზოს“—საშუალო, შუათანა), კაინოზოური (ნე-
ოზოური) კი—ახალ სიცოცხლიანს (ბერძნ. „კაინოს“, „ნეოს“,—ახალი).

ამავე პრინციპზეა გამოყოფილი სისტემები და სხვა სტრატეგრაფი-
ული ერთეულებიც, მაგრამ მათი სახელები უმთავრესად მომდინარეობს
იმ ადგილების გეოგრაფიული სახელწოდებებიდან, სადაც ისინი პირველად
იქნა გამოყოფილი ან შესწავლილი. მაგალითად, „კამბრიული“ წარმოდ-
გება უელსის (ინგლისშია) ძველი სახელის—კამბრიისგან, „პერ-
მული“—ქალაქი პერმისგან, „დანიური სართული“—დანიისგან და ა. შ.

არქეული და პროტეროზოური გამოყოფილია ჩრდილო ამე-
რიკაში გასული საუკუნის შუა წლებში იქაური გეოლოგების მიერ. ტერ-
მინი „არქეული“ შემოიღო ჩრდილო ამერიკელმა გეოლოგმა—ჯ. დენამ
(1813—1895). მაგრამ მაშინ მასში გულისხმობდნენ ახლანდელ არქა-
ულსა და პროტეროზოურს ერთად. შემდეგ ჩრდილო ამერიკის გეოლო-
გიურმა დაწესებულებამ სახელი „არქეული“ მიაკუთვნა დენას არქეულის
ქვედა ნაწილს, ზედას კი უწოდა პროტეროზოური.

ტერმინი „პალეოზოური ერა“ წამოაყენა ინგლისელმა გეოლო-
გმა ა. სეჯვიკმა (1785—1873 წ. წ.) 1838 წელს, „მეზოზოური და
კაინოზოური ერა“ კი—ინგლისელმა გეოლოგმა ჯ. ფილიპსმა
(1800—1874) 1840 წელს.

კამბრიული სისტემა გამოყოფილია ა. სეჯვიკის მიერ 1836
წელს, ორდოვიციული სისტემა—ინგლისელი გეოლოგის რ. მურ-
ჩისონის (1792—1871) მიერ 1835 წელს. ორდოვიციული უწოდა ინგ-
ლისელმა ჩ. ლეპვორსმა 1879 წელს რომაელების ბატონობის დროს
უელსში მცხოვრები ტომის—ორდოვიციების საპატივცემულოდ. წინათ იგი
მიღებული იყო ქვედა სილურულად, 1900 წელს კი XXI საერთაშორისო
გეოლოგიურმა კონგრესმა დაამტკიცა სისტემად. სილურული სის-
ტემა გამოყოფილია 1835 წელს მურჩისონის მიერ უელსში. სახე-
ლი მომდინარეობს ძველად იქ მცხოვრები კელტური ტომის—სილურე-
ბისგან. დევონური სისტემა გამოყოფილია მურჩისონისა
და სეჯვიკის მიერ ინგლისში, დევონშირის საგრაფოში, 1839 წელს;
კამბრიული სისტემა აგრეთვე—ინგლისელი გეოლოგების

ვ. კონიბორისა (1787—1857) და ფილიპსის მიერ 1822 წელს ინგლისში. ეს სისტემა მოიცავს ქვანახშირის უდიდეს საბადოებს და ამიტომ ქვანახშირიან სისტემასაც უწოდებენ. პერმული სისტემა გამოყოფილია მურჩისონის მიერ 1841 წელს ახლანდელი ქ. პერმის ფარგლებში, ტრიასული სისტემა—გერმანელი სამთო ინჟინრის ფ. ალბერტის (1795—1878) მიერ 1834 წელს გერმანიაში, სადაც ის ლითოლოგიურად მკვეთრად იყოფა სამ ნაწილად და სახელიც აქედან მომდინარეობს. იურული სისტემა გამოყოფილია ფრანგი გეოლოგის ა. ბრონიარის მიერ 1829 წელს შვეიცარიის იურულ მთებში, ცარცული სისტემა—ბელგიელი გეოლოგის ომალეუს დალუას (1783—1875) მიერ 1822 წელს ინგლისში, სადაც მისი ზედა ნაწილი უმთავრესად წარმოდგენილია საწერი ცარციით. მესამეული სისტემა გამოყოფილია ჩ. ლაიელის მიერ 1833 წელს. ტერმინი „მესამეული ქანები“ შემოიღო იტალიელმა გეოლოგმა ჯ. არდუინომ (1714—1795) 1759 წელს. უ. კიუვიემ და ა. ბრონიარმა 1809 წელს მას უწოდეს „მესამეული ფორმაცია“. ავსტრიელმა გეოლოგმა მ. ჰორნესმა იგი დაყო ორად და 1853 წელს ზედა ნაწილს უწოდა ნეოგენი. 1866 წელს ქვედა ნაწილს გერმანელმა მინერალოგმა და გეოლოგმა კ. ნაუმანმა (1797—1873) პალეოგენი უწოდა. ამჟამად საბჭოთა კავშირში საუწყებათშორისო სტრატეგრაფიული კომიტეტის გადაწყვეტილებით ეს დანაყოფები მიღებულია სისტემებად. მეოთხეული სისტემა გამოყოფილია ფრანგი გეოლოგისა და ისტორიკოსის უ. დენუაიეს (1800—1837) მიერ 1829 წელს. მეოთხეულის დასაწყისში წარმოიშვა ადამიანი, ამიტომ რუსმა გეოლოგმა ა. პავლოვმა 1922 წელს მეოთხეულს უწოდა ადამიანის, ანუ ანთროპოგენული პერიოდი (ბერძნ. „ანთროპოს“—ადამიანი).

ყველა სტრატეგრაფიულ ერთეულს აღნიშნავენ გარკვეული პირობითი ნიშნით, ანუ ინდექსით. ჯგუფების, სისტემებისა და ზოგჯერ სექციების ინდექსად იყენებენ მათი ლათინური სახელწოდებების პირველ დიდ ასოს, ხოლო, თუ რამდენიმე დანაყოფი ერთნაირი ასოთი იწყება, მაშინ—ორ ასოს, საიდანაც პირველი დიდია და მეორე პატარა (ზოგჯერ დიდი), მაგრამ თანხმოვანი. მაგალითად, არქეულის ინდექსი იყო A, პროტეროზოურის—Pt, პერმულის—P, პალეოგენის—Pg, კამბრიულის—Cm, კარბონულის—C და ცარცულის—Cr, ახლა კი (მსოფლიო გეოლოგიური რუკის კომისიასთან არსებული ლეგენდის კომიტეტის 1958 წლის 2 აპრილის დადგენილებით) კამბრიულის ინდექსია E₁, ცარცულის K, პალეოგენის—P, არქეულის—AR და პროტეროზოურის—PR.

თავიანთი სახელების საწყისი ან ორი ასოთი აღნიშნავენ სართულებსაც, მაგრამ პატარა ასოებით (v—ვიზუერი სართულია, d—და-

ნიური, α —ანიზური, β P—აბტური, α 1—ალბური და ა. შ.). ქვეჯგუფების ქვესისტემების, უმეტესი სექციების, ქვესექციებისა და ქვესართულებისათვის კი იყენებენ არაბულ ციფრებს, რომლებსაც წერენ შესაბამისი დანაყოფის ძირითადი ინდექსის მარჯვენა ქვედა მხარეზე, სადაც 1 ნიშნავს ქვედას (ადრეულს), 2—შუას (როცა სტრატოგრაფიული ერთეული სამად იყოფა) ან ზედას (როცა დანაყოფი ორად იყოფა), 3 კი—ზედას (გვიანს). მაგალითად, PR₁—ქვედა პროტეროზოურია, I₂—შუა იურული, Mi₃—ზედა მიოცენი და ა. შ.

ყველა სტრატოგრაფიული დანაყოფი ხასიათდება თავისებური ორგანიზმების ნაშთებით. მათ შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი საშუალებას გვაძლევს აღვადგინოთ დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობა-განვითარების ისტორია.

დედამიწაზე ორგანული სამყაროს განვითარების მოკლე მიმოხილვა. არქეული ის დროა, როდესაც მიწას ქერქი გაუჩნდა. ამიტომ დიდ ხანს ფიქრობდნენ, რომ ამ დროში დედამიწაზე სიცოცხლე არ იყო. მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ არქეულ ნალექებში გაბნეულია გრაფიტი, კირქვები და ამინომჟავას (შედის ცილებში) ნარჩენები, რომლებიც ორგანული წარმოშობის უნდა იყოს, ამასთან სამხრეთ აფრიკის, ჩრდილო ამერიკისა და ავსტრალიის რკინის მადნიან კაჟიან ფიქლებში, რომელთა აბსოლუტური ასაკი 2,7—3,1 მლრდ წელია, გვხვდება ბიოლოგიური წარმოშობის მიკროსტრუქტურის მქონე მომრგვალო და ჩხირისებრი სხეულები, რომლებიც ბაქტერიების ან წყალმცენარეების ნაშთებს უნდა წარმოადგენდეს. გარდა ამისა, პროტეროზოურში ნაპოვნია ცხოველთა ყველა ტიპის წარმომადგენლების ნამარხები (გარდა ხერხემლიანებისა), რაც იმაზე მიგვითითებს, რომ მას წინ უსწრებდა სიცოცხლის განვითარების ხანგრძლივი პერიოდი და იგი უქვევლად არქეულიდან მომდინარეობს. ამიტომ შიაჩნიათ, რომ სიცოცხლე გაჩნდა არქეულის მეორე ნახევარში, მაგრამ მაშინ არსებობდნენ უმარტივესი ერთუჯრედიანი ორგანიზმები: წყალმცენარეები, ბაქტერიები, სოკოები და რომელიღაც უმარტივესი ცხოველები, რომლებსაც არ გააჩნდათ მაგარი ნაწილები და ამიტომ არ ნამარხდებოდნენ, ან თუ გააჩნდათ, მოისპნენ შემდგომი დროის გეოლოგიური პროცესებით.

არც პროტეროზოურის ორგანიზმების ნაშთებია კარგად დაცული, მაგრამ მაინც ხერხდება მათი გამოცნობა. დღეისათვის ამ ასაკის ნალექებში ნაპოვნია ორგანიზმების 1500-ზე მეტი ნაშთი და ანაბეჭდი, რომლებიც მიეკუთვნებიან ცხოველთა 1000-მდე სახეობას. ესენია: რადიოლარიები, ღრუბლები, ჭიები, მელუზები, რვაქიმიანი მარჯნები, უძველესი ეკალკანიანები, კიბოსნაირები, მოლუსკები და ზღვის სხვა უხერხემლო ცხოველები, აგრეთვე წყალმცენარეები, რომელთა ხარჯზე წარმოქმნი-

ლია ე. წ. სტრომატოლითები, ანუ უმთავრესად ლურჯ-მწვანე და სხვა უმდაბლესი წყალმცენარეების კირქვის გარისისაგან აგებული კირქვისა და დოლომიტის სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ნაგებობები, აგრეთვე ონკოლითები, ანუ კონცენტრიული კარბონატული შრეებით შემოფარგლული ქანის ნატეხები. უკანასკნელ წლებში ურალისა და ტიმანის პროტეროზოურში ნაპოვნია სპორებიც, რომლებიც ხმელეთის მცენარეებს უნდა ეკუთვნოდეს.

უფრო მრავალფეროვანი და კარგად დაცულია პალეოზოური და შემდგომი დროის ორგანიზმების ნაშთები. მათი შესწავლით ირკვევა, რომ კამბრიულ პერიოდში ფართოდ იყვნენ გავრცელებული უძველესი კიბოსნაირები (ტრილობიტები), არქეოციკლიდები, უკლიტო ბრაქიოპოდები (მხართფეხიანები), მედუზები, კიები და მთელი რიგი სხვა უხერხემლო ცხოველები, აგრეთვე წყალმცენარეები და ბაქტერიები, რომელთა ნაწილი პროტეროზოურიდან მომდინარეობს. მაგრამ კამბრიულში გაჩნდნენ ე. წ. ინკომუნიკატური ტაბულატები, ნიჟარიანი კიბოსნაირები (ოსტრაკოდები), უმაღლესი კიბოსნაირები (ფილოკარიდები), პრიმიტიული ორსაგდულიანები და თავფეხიანი მოლუსკები (ნაუტილოიდები), ხიოლითები, კარპოიდები, პირველი გრაპტოლიტები, კონოდონტები, მიმარებული ეკალკანიანები (ტეკოიდები), კლიტიანი ბრაქიოპოდები, ხმელეთის პირველი მცენარეები—ფსილოფიტები და ა. შ. საერთოდ, კამბრიულიდან ცნობილია 1000-მდე სახეობის ცხოველი, საიდანაც 60%-მდე ტრილობიტებია.

ორდოვიციულ პერიოდში უმთავრესად ბატონობდნენ ტრილობიტები, გრაპტოლიტები, სტრომატოპორიდები, ნაუტილოიდები, ეკალკანიანები (ცისტოიდები), ბრაქიოპოდები და სხვა უხერხემლო ზღვიური ცხოველები; მცენარეებიდან—ბაქტერიები, წყალმცენარეები და ფსილოფიტები. ამ დროს გაჩნდნენ: ოთხქიმიანი მარჯნები (რუგოზები), ხავსცხოველები, ზღვის შროშნები, ბლასტოიდები, ძველი ზღვის ზღარბები, გრაპტოლიტების ახალი სახეობები, პირველი თევზისმაგვარი ღერხემლიანები (უყბობები), ხმელეთის პირველი ცხოველები—მორიქელები და მრავალფეხანი. პერიოდის ბოლოს მოისპნენ: ენდოცერატიტები და ულერძო გრაპტოლიტები.

სილურულ პერიოდში მთავარ როლს ატარებდნენ: ტრილობიტები, გრაპტოლიტები, სტრომატოპორიდები, თავფეხიანი მოლუსკები (აქტინოცერატიტები, ნაუტილოიდები), ბრაქიოპოდები (პენტამერიოიდები, ატრაპიოდები), ინკომუნიკატური ტაბულატები, რუგოზები, ციანოციტები, წყალმცენარეები და ფსილოფიტები. ამ პერიოდში გაჩნდნენ: ზვიგენისმაგვარი ხრტილიანი და ნამდვილი ჯავშნიანა თევზები, გვიანტური კიბოები, გონიატიტები, სპირიფერიდებისა და ატრიპიდე-

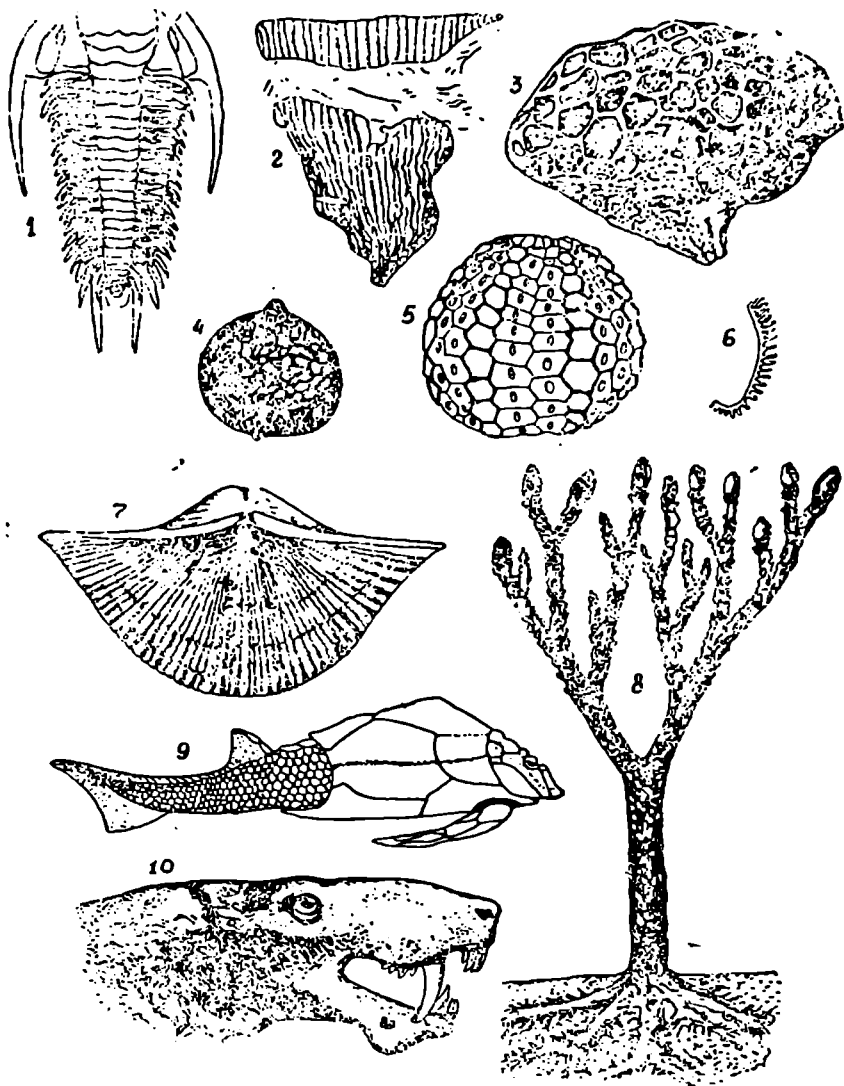
ბის ახალი გვარები და ოჯახები, ტერებრატულიდები და ვეიმრანიირე-
ბის მსგავსი უმადლესი სპოროვანი მცენარეები. პერიოდის ბოლოს მო-
ისპნენ: კოლონიური მარჯნების მთელი რიგი წარმომადგენლები, ინკო-
მუნიატური ტაბულატები, ცისტოიდები და გრაპტოლიტების მეტი ნაწილი.

დ ე ვ ო ნ შ რ პ ე რ ი ო დ შ ი ბატონობდნენ: სტრომატოპორიდები,
კომუნიატური ტაბულატები, რუგოზები; სპირიფერიდები, ტერებრატუ-
ლიდები. ზღვის შროშნები, გონიატიტები და ჯავშნიანი თევზები. ამ დროს
გაჩნდნენ: ორჯვარადმუსხთქავი თევზები და ხმელეთის პირველი ხერხემა-
ლიანები—სტეგოცეფალები (ამფიბიების წინაპრები), მცენარეებიდან კი—
უძველესი შვიტანაირები, ლიკოპოდიანები, ვეიმრანიირების ახალი სა-
ხეობები და პირველი შიშველთესლიანები. მათ ხარჯზე აქა-იქ წარმოიშვა
ქვანახშირის თხელი ფენები. ზედა დევონის დასაწყისში მოიხსო ფსილო-
ფიტები, დევონის ბოლოს კი—გრაპტოლიტები. საგრძობლად შემცირდა
ტრილობიტები.

კ ა რ ბ ო ნ შ ო ლ პ ე რ ი ო დ შ ი განსაკუთრებით ბევრი იყო ფუზულ-
ნები, შვაგერიანები, სპირიფერიდები, პროდუქტიდები, რუგოზები, კრიპტო-
სტომატები, ზღვის შროშნები, ბლასტოიდები, მწერები, სტეგოცეფალები.
ხმელეთის მცენარეებიდან კი—გიგანტური (30—40 მ სიმაღლის) თესლიანი
და უთესლო ვეიმრანიირები: ლიკოპოდიანები, შვიტანაირები, ლეპიდო-
ფიტები, კორდაიტები და კალამიტესები, რომელთა ხარჯზე წარმოიშვა
ქვანახშირის უზარმაზარი საბადოები. ამ პერიოდში გაჩნდნენ: პირველი
ფილტვიანი მოლუსკები ბელემნიტები, უფრო და ძველფოთიანი მწე-
რები, კორდაიტები, გინკგოაცეები და წიწვიანი მცენარეები.

პ ე რ მ უ ლ პ ე რ ი ო დ შ ი უფრო მეტად გავრცელებული იყვნენ:
ფუზულინიდები, ხეტეტიდები, რუგოზები, კრიპტოსტომატები, პროდუქტი-
დები, სპირიფერიდები და იგივე მცენარეები, რაც კარბონში, მაგრამ ბევ-
რად შემცირებული: ამასთან, მცენარეებიდან დაემატა შიშველთესლიანე-
ბის ახალი წარმომადგენლები. პერმულში ბევრი იყო აგრეთვე სტეგოცე-
ფალები და ქვეწარმავლები (ინოსტრანცევია, პარეიზავრები). პერმის ბო-
ლოს მოისპნენ: ფუზულინიდები, ტაბულატები, რუგოზები, ბაქტრიტები,
გონიატიტები, კრიპტოსტომატები, ბლასტოიდები, ორთიდები, პროდუქ-
ტიდები, სპირიფერიდებისა და ზღვის შროშნების ძირითადი ჯგუფები და
ტრილობიტები, რაც გამოწვეული უნდა იყოს იმ დროს მომხდარი უდა-
დესი მთაწარმომშობი პროცესებით (ნახ. 4).

ტ რ ი ა ს უ ლ პ ე რ ი ო დ შ ი ბინადრობდნენ: ამონიტები (ცერატი-
ტები), ბელემნიტები და გიგანტური ქვეწარმავლები, საიდანაც ზოგიერთები
(ინტიოზავრები, პლეზიოზავრები) ხმელეთიდან საცხოვრებლად ზღვაში
გადავიდნენ. საკმაოდ გაიზარდა ორსაგდულოიანების, მუცელფეხიანების,
წიწვიანების, ციკადინების, გინკგოაცეებისა და საგონსაირების რიცხვი.



ნახ. 4. პალეოზოოური ერის ორგანიზმთა წარმომადგენლები:

1—ტრილობიტი *Paradoxides*; 2—არქეოციატი *Archaeocyathus*; 3—მარჯანი *Michelinia*; 4—ეკალიკონიანი *Echinospaerites*; 5—ძველი ზღვის ზღარბი *Bothriocidaris*; 6—გრამპტოლიტი *Rastrites*; 7—ბრაქიოპოლი *Spirifer*; 8—ქვანახშირის წარმოშობი მცენარე *Lepidodendron*; 9—ჩაუშნიანი თევზი *Pterichthys*; 10—მზესისმავარი კვეწარ-მავალი *Inostrancevia*.

ამ დროს გაჩნდნენ ექვსქიმიანი და რვაქიმიანი მარჯნები, წესიერი ზღარბები, პირველი ძვლიანი თევზები, უძველესი ძუძუმწოვრები, ნიანგები, კუები. დინოზავრები და ქვეწარმავლების მთელი რიგი სხვა წარმომადგენლები. პერიოდის ბოლოს მოისპო: სტეგოცეფალები, ქვეწარმავლების ზოგიერთი ჯგუფი, გვარები და სახეობა.

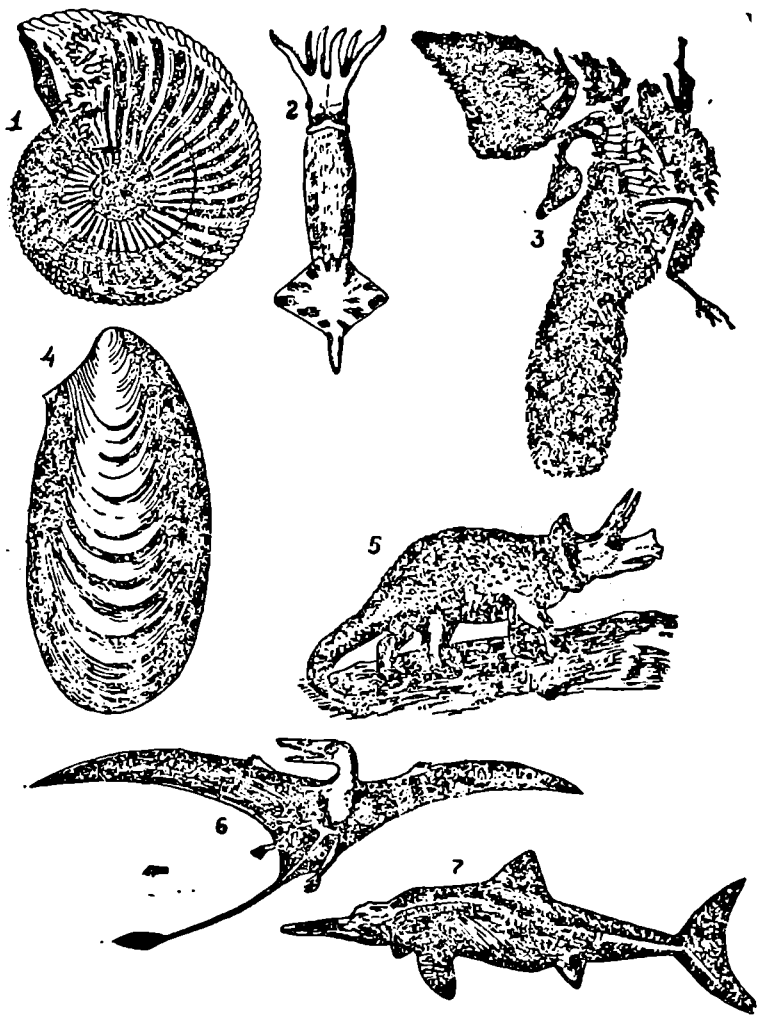
ი უ რ ი უ ლ პ ე რ ი ო დ შ ი ბატონობდნენ: ამონიტები, ბელემნიტები. ექვსქიმიანი მარჯნები, ორსაგდულიანი მოლუსკები, გიგანტური ქვეწარმავლები (ხმელეთზე—დინოზავრები, სტეგოზავრები, მფრინავი ხვლიკები; ზღვებში—ისტობტერიგები, ზავროპტერიგები) და შიშველთესლიანი მცენარეები—ფიჭვიანები, გინკგოაცეები, ციკადინები, ბენეტიტები. მათ ხარჯზე წარმოიშვა ქვანახშირის მსოფლიო მარაგის დაახლოებით 45%. ამ პერიოდში გაჩნდნენ ე. წ.: რუდისტები, ნერინეიდები, ზღვის უწესო ზღარბები, მფრინავი ხვლიკები (პტეროდაქტილები, რამფორინხუსები), კუდიან-კბილებიანი ფრინველები (არქეოპტერიქსი, არქეორნის), სამბოროცვიანი ძუძუმწოვრები, ბაყაყები, კაიანი წყალმცენარე—ლიატომები.

ც ა რ ც უ ლ პ ე რ ი ო დ შ ი ჰყვოდნენ: ფორამინიფერები; ნოდოზარიდები, როტალიდები, კირქვიანი ღრუბლები, ამონიტები, ბელემნიტები, რუდისტები და სხვა ორსაგდულიანი და მუცელფეხიანი მოლუსკები. რინხოწელიდები. ტერებრატულიდები, უწესო ზღარბები. ხმელეთზე ბატონობდნენ: მფრინავი ხვლიკები და დინოზავრები, ჰაერში—პტეროდაქტილები, ზღვებში—მეზოზავრები, ისტობტერიგები, ზავროპტერიგები და ა.შ. საერ. ოდ. ცარცულში ბინადრობდნენ ორგანიზმების იგივე ჯგუფები, რაც იულოლში, მაგრამ დამატათ: ტრიცერატოპსები. მეზოზავრები, პირველი უბილო ფრინველები, უმარტივესი ნამდვილი მავოვრები (უპლაცენტოები) და პრიმიტიული პლაცენტაიანები (მწერიკამიები). შუა ცარციდან კი ფარულთესლიანი მცენარეები. შუა ცარცულში ამოწყდნენ: ბენეტიტები და ციკადინების მრავალი წარმომადგენელი, ცარცის ბოლოს კი: ბელემნიტები, ამონიტები, რუდისტები, ნერინეიდები, ინოცერამები, გიგანტური ქვეწარმავლები, კბილიანი ფრინველები და მთელი რიგი სხვა ორგანიზმები (ნახ. 5), რაც, ალბათ, ისევე მათაწარმომშობი პროცესების ბრალია.

პ ა ლ ე ო გ ე ნ შ ი აგრძელებენ არსებობას: გადარჩენილი ორსაგდულიანები და მუცელფეხიანები, დაკნინებული ქვეწარმავლები, თევზებუ, მწერიკამიები და ა. შ. განსაკუთრებით ბევრი იყო ერთუჯრედიანი ცხოველები—ნემულიტები. ამიტომ პალეოგენს ო გ მ ა ნემულიტიანი სისტემა უწოდა. მცენარეებიდან ბატონობდნენ ფარულთესლიანები. ამ დროს გაჩნდნენ: ხორთუმიანები, ცხენის წინაპრები (ეოპიპუს), მარტორქები და სხვა ლუწ და კენტრლიქიანი ცხოველები, ვეშაპები, მაიმუნები და სხვა უმაღლესი ძუძუმწოვრები.

ნ ე ო გ ე ნ შ ი არსებობდნენ თანამედროვე უხერხემლოების ყველა ჯგუფი. მაგრამ ჰყვოდნენ: ერთუჯრედიანები (მილიოლიდები), ორსაგდული-

ანი და მუცელფეხიანი მოლუსკები, უწესო ზღვის ზღარბები და ფარულ-
 ფესლიანი მცენარეები. ამ დროს წარმოიშვნენ: მასტოდონტები, ნამდვილი
 შარტორქები, ცხენის სამითთა წინაპრები (პიპარიონი), ლორები- აქლემებო,



ნახ. 5. მეზოზოური ერის ორგანიზმთა წარმომადგენლები:

1—ამონიტი Amoltheus; 2—ბელემნიტი Belemnites; 3—უმეილესი ფრინველი Archaeornis; 4—ორსაგდულიანი მოლუსკი Inoceramus; 5—ქვეწარმავალი Triceratops; 6—მფრინავი ხელიკი Rhamphorhynchus; 7—ხმელეთიდან წყალში გადასულ ქვეწარმავალი Ichtyosaurus.

ირმები, ხარები, ადამიანისმავარი მაიმუნები და მთელი რიგი სხვა პლა-
ცენტრიანები.

მ ე ო თ ხ ე უ ლ შ ი გვხვდება თითქმის ყველა თანამედროვე ფლორა და
ფაუნა, მაგრამ ბატონობენ: ძუძუმწოვრები, ძვლიანი თევზები. ფრინვე-
ლები და მწერები. ამ დროს გაჩნდა ადამიანი და ნამდვილი ცხენი, მაკ-
რამ თან: მედროვე ხანის დასაწყისამდე ამოწყდნენ: მამონტები, გიგანტური
ირმები, ბეწვიანი მარტორქები და ცხოველებისა და მცენარეების ზოგ-
ერთი სხვა წარმომადგენელი.

მოკლე ცნობები გეოლოგიური რუკის შესახებ. ნალექების ასაკის გან-
საზღვრის შემდეგ მათი გავრცელების საზღვრები ვადაქვთ ტოპოგრაფი-
ულ რუკაზე და ადგენენ ე. წ. გ ე ო ლ ო გ ი უ რ რ უ კ ა ს. გეოლოგიუ-
რი ეწოდება ისეთ რუკას, რომელზედაც გამოსახულია ამა თუ იმ ადგი-
ლის გეოლოგიური აგებულება. დანიშნულების მიხედვით არჩევენ მის ორ
მთავარ ტიპს: საკუთრივ გ ე ო ლ ო გ ი უ რ ს ა და ს პ ე ც ი ა-
ლ უ რ ს, მასშტაბის მიხედვით კი—4 ტიპს: სა ხ ე ლ მ წ ი ფ ო ს ა მ ი მ ო-
ხ ი ლ ვ ო (1:7500 000, 1:5000 000, 1:2 500 000), რ ე ს პ უ ბ ლ ი კ უ რ
და ს ა მ ხ ა რ ე ო ს ა მ ი მ ო ხ ი ლ ვ ო (1:1 000 000), რ ა ი ო ნ უ ლ ს ა
(1:200 000, 1:100 000, 1:50 000) და დ ე ტ ა ლ უ რ ს (1:25 000,
1:10000, 1:5000, 1:1000 და უფრო მსხვილი მასშტაბის). ამასთან
1:5 000 000 და უფრო მცირემასშტაბიან რუკას უწოდებენ წ ვ რ ი ლ მ ა ს-
შ ტ ა ბ ი ა ნ ს; 1:200 000—1:100 000—ს ა შ უ ა ლ ო მ ა ს შ ტ ა ბ ი ა ნ ს;
დანარჩენებს—მ ს ხ ე ი ლ მ ა ს შ ტ ა ბ ი ა ნ ს: 1:1000 000-დან 1:200 000-
რე მასშტაბიანს კი — რ ე გ ი ო ნ ა ლ უ რ ს.

საკუთრივ გეოლოგიურ რუკაზე გამოსახავენ ამა თუ იმ ადგილის შე-
მადგენელი ქანების ასაკსა და გავრცელებას, სპეციალურ რუკებზე კი და-
ნიშნულების შესაბამისად: ქანების ლითოლოგიას, ურთიერთგანლაგებას,
შემცველ მიწისქვეშა წყლებსა და სხვა სასარგებლო ნამარხებს, ზედაპი-
რის რელიეფის ფორმებსა და მათ გენეზისს, წინათ ამ ადგილზე არსებულ
ზღვებსა და ხმელეთს და ა. შ. ამიტომ ამ რუკებს ლ ი თ ო ლ ო გ ი უ რ,
ტ ე ქ ო ნ ი კ უ რ, პ ი დ რ ო გ ე ო ლ ო გ ი უ რ, ს ა ს ა რ გ ე ბ ლ ო
ნ ა მ ა რ ხ ე ბ ი ს, გ ე ო მ ო რ ფ ო ლ ო გ ი უ რ და პ ა ლ ე ო გ ე ო გ-
რ ა ფ ი უ ლ რ უ კ ე ბ ს უ წ ო დ ე ბ ე ნ. ზოგჯერ გეოლოგიურ რუკაზე
ასაკთან ერთად დაიტანენ აგრეთვე ლითოლოგიას, ტექტონიკურ სტრუქ-
ტურებს და სხვა ნიშნებს. ასეთ რუკებს კ ო მ პ ლ ე ქ ს უ რ ი გ ე ო ლ ო-
გ ი უ რ ი რ უ კ ე ბ ი ჰ ქ ვ ი ა. ამგვარია: გ ე ო ლ ო გ ი უ რ-პ ე ტ რ ო-
გ რ ა ფ ი უ ლ ი, გ ე ო ლ ო გ ი უ რ-ტ ე ქ ო ნ ი კ უ რ ი და სხვა სახის
რუკები.

მიმოხილვით რუკებს ადგენენ დიდი ტერიტორიების გეოლოგიური
აგებულების ძირითადი თავისებურებების (უმთავრესი გავრცელების ქა-

ნები, მათი ასაკი, დიდი სტრუქტურები და ა. შ.) გამოსარკვევად; რაიონულ რუკებს—ამა თუ იმ ადგილზე არსებული წიაღისეულის დასადგენად, მათი განლაგების კანონზომიერებებისა და პერსპექტიული უბნების განსაზღვრენად; დეტალურ რუკებს კი—ცალკეული საბადოების, მაღაროების, მშენებლობის ტერიტორიებისა და სხვა ასეთი მცირე ობიექტების ზუსტი გეოლოგიური აგებულების შესასწავლად.

გეოლოგიურ რუკაზე მიოთხეულ ნაღებებს დაიტანენ იმ შემთხვევაში, როდესაც იგი სქელია და არ იციან, თუ მის ქვეშ რა ასაკის ნაღებებია, ზოგჯერ კი სპეციალურად ადგენენ მეუთხეულის რუკას.

რუკაზე ასაკს აღნიშნავენ ფერებითა და ინდექსებით. მესამეულს ღებავენ ყვითლად; ნეოგენს—ლიმონისფერ ყვითლად; პალეოგენს—ნარინჯისფერ ყვითლად; ცარცულს—მწვანედ; იურულს—ლურჯად; ტრიასულს—ღია იისფრად; პერმულს—აგურისფერ წითლად; კამბრიულს—ნაცრისფრად; დეკონურს—ყავისფრად. სილურულს—ტალახისფერ მწვანედ; ორდოვიციულს—მომწვანო-მოყავისფროდ, კამბრიულს—მოლილისფრო-ვარდისფრად; კამბრიულამდელს—ღია ვარდისფრად. ამავე ფერებს იყენებენ სექციების აღსანიშნავადაც, მაგრამ ქვედა, ე. ი. ყველაზე ძველ ნაწილს ღებავენ ყველაზე მკვეთრად, მომდევნოებს კი—შედარებით ღიად. უფრო წერილი დანაყოფების ფერებსა და სიგნატურას მეტწილად არჩევენ რუკის ავტორი (ზემოთ განვიხილეთ ინდექსების შესახებ).

რუკაზე პირობითი ნიშნებით აღნიშნავენ ქანებს და მათ გენეზისსაც. დანალექი ქანებისთვის იყენებენ შტრიხებს (წერტილები, წყვეტილი ხაზები, წრეები და ა. შ.). მაგმური ქანებისთვის—შტრიხებს, ფერებსა და ინდექსებს. გენეზისისთვის კი—შესაბამისი გენეტური სახელის პირველ ან ორ პატარა ასოს (ზღვიური ნაღებებისთვის—m, ტბიურისათვის—l, მყინვარულისათვის—g) და ა. შ.) და მას წერენ შესაბამისი ასაკის სიგნატურის მარცხნივ, მაგალითად, ml—ზღვიური იურაა; lq—ტბიური მეოთხეული, gP—მყინვარული პერმული და ა. შ.

შრეებისა და რღვევის სიბრტყის წოლის ეღემენტებს აღნიშნავენ ორი ურთიერთმართობული ხაზით, საიდანაც ერთი გრძელია და შორე—მოკლე. უქანასკნელს ხშირად უკეთებენ ისარს, თანაც მის ზევით წერენ რიცხვს (1—²⁵). გრძელი ხაზი გვიჩვენებს შრის მიმართებას, მოკლე—დაქანებას, რიცხვი—დახრის კუთხეს.

ყველა ამ ნიშანს თავისი ახსნით, დაიტანენ რუკის თავისუფალ ადგილზე (უმთავრესად მარჯვენა მხარეზე ან ქვეშ) და ზევით აწერენ ლეგენდას, ამასთან განალაგებენ ისე, რომ ზულ ზევით მოთავსებული იყოს ყველაზე ახალგაზრდა დანალექი ქანები, მათ ქვეშ ამ ქანების უფრო ძველი წერეები ასაკობრივი თანამიმდევრობით (ახლიდან ძველისკენ). შემდეგ—მეტამორფული ქანები ასეთივე თანამიმდევრობით, მაგმური ქანები აგრე-

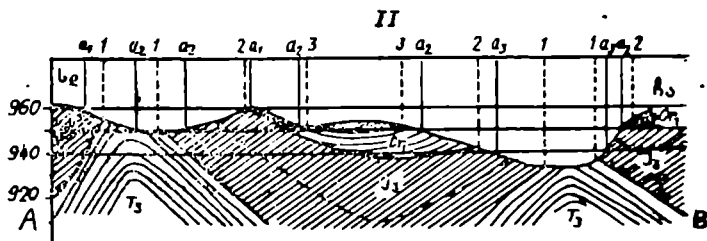
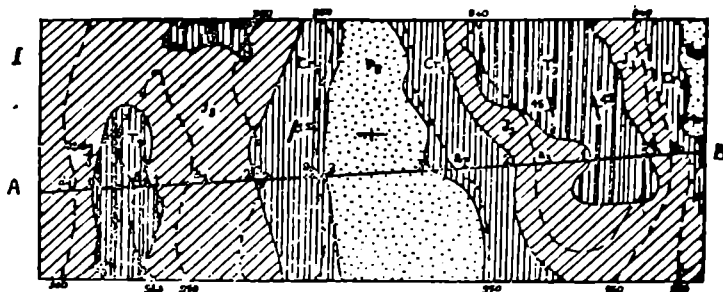
ოვე ახლიდან ძველისკენ, ფაციესები, ტექტონიკური სტრუქტურები და ა. შ.

გეოლოგიურ რუკებს ადგენენ გეოლოგიური აგეგმვის საფუძველზე. ამისათვის აკვირდებიან ბუნებრივ და ხელოვნურ გაშიშვლებებს (ხეობები, გზისპირები, შახტები, შურფები, შტოლნები, თხრილები და სხვ.). ბურღვით ამოღებულ მასალას—კერნებს. იღებენ მათგან ქანებისა და მინერალების ნიმუშებს, ნამარხ ფლორასა და ფაუნას. ველზე არკვევენ ცალკეული სტრატиграფიული და ლითოლოგიური ერთეულების სავარაუდო საზღვრებს და გადააქვთ ტოპოგრაფიულ საფუძველზე. შემდეგ ლაბორატორიაში აკეთებენ ნიმუშების ანალიზებს. სწავლობენ მათ შინერალურ შემადგენლობას, პეტროგრაფიულ ხასიათს, საზღვრავენ შეგროვებულ ნამარხებს, აზუსტებენ ველზე გამოყოფილი ერთეულების ასაკს, საზღვრებს (კონტურებს), სიმძლავრეს და რუკას აძლევენ საბოლოო სახეს.

არჩევენ ორი სახის აგეგმვას: მარშრუტულსა და ფართობულს, უკანასკნელში კი გამოყოფენ: თვალზომითსა და ინსტრუმენტულს. მარშრუტული აგეგმვა ხდება გზების, ხეობების ან სხვა ჭარკვეული ხაზების გასწვრივ ჩატარებული დაკვირვებების საფუძველზე და გამოიყენება 1:1000 000 და უფრო წვრილმასშტაბიანი რუკების შესადგენად. ფართობული აგეგმვისას დაკვირვება წარმოებს მთელ ფართობზე თანაბრად. ამ დროს კონტაქტებისა და სხვა მნიშვნელოვანი წერტილები რუკაზე გადააქვთ ცალზომით (თვალზომითი აგეგმვა), ან ინსტრუმენტით (ინსტრუმენტული აგეგმვა). უკანასკნელი ყველაზე ზუსტია და გამოიყენება 1:10000 და უფრო მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვისას.

ხაზს, რომელიც რუკაზე ერთი ასაკის ქანებს გამოყოფს მეორე ასაკისაგან, ჰქვია კონტური ხაზი, ქანების გაწყვეტის ადგილზე გამავალს—ღვევის ხაზი. ვერტიკალურ შრეთა კონტურები სწორია ხაზებია, ჰორიზონტალურ შრეთა—დაკლანილი (იზოპიფსების თანხვედნისა). რუკაზე გუმბათური ნაოჭები ჩანს წრეების, ბრაქინაოჭები—ელიფსების, გრძივი ნაოჭები კი—ურთიერთპარალელური გრძელა ზოლების სახით.

გეოლოგიურ რუკას თან ახლავს გეოლოგიური და სტრატиграფიული ჭრილები. გეოლოგიური ჭრილი გვიჩვენებს საკვლევი უბნის მიწის ქერქის გეოლოგიურ აგებულებას ვერტიკალურ სიბრტყეში, ე. ი. ქანების ასაკს, სიმძლავრესა და ტექტონიკურ სტრუქტურას (ნაოჭები, რღვევები), სტრატиграფიული ჭრილი (სვეტი) კი—ამ უბანზე გავრცელებული ქანების დალექვის თანამიმდევრობას.



III

სახელი		ლითოლოგიური ჭიხილი	წარმო- მდგომარეობა	ქანობის მანძილი აღნიშნა
სისქეობა	სვეცია			
ქალაქი		P_2		ქვიშური, ქვიშაქვიშური, კანგლმუხაფეხი
სახსრული	ქვიშა	Cr_1		კიხქვიშა
იახილი	ზედა	J_3		თხაიქვიშა ქვიშა- ქვიშის შუამხაფე- ხით
ჭიხასული	ზედა	T_3		მსხვილმთხაფეხიანი ქვიშური და კანგლ- მუხაფეხი
				60
				80
				80
				110

ნახ. 6. გეოლოგიური რუკა და კრილები:

1—გეოლოგიური რუკა (წვეტილი ხაზები იზოქიფები, მთლიანი კლასილი ხაზები—კონტურები, AB—გეოლოგიური კრილის ხაზი); 2—გეოლოგიური კრილი AB ხაზის გასწვრივ; III—ალბული რუკის რაიონის სტრატეგრაფიული კრილი (სვეტი).

ძველიდან ახლისაკენ. ე. ი. ქანებს, მათ ასაკს, სიმძლავრეებსა და შიგ და-
ცულ ორგანიზმების ნაშთებს.

გეოლოგიური კრილი დგება მიმართების მართობულად და იმდენ-
ნია, რამდენიც საკვლევ ფართობზე განსხვავებული გეოლოგიური სტრუ-
ქტურის უბანი, სტრატეგრაფიული კრილი (სვეტი) კი—მთელი რა-
იონისთვის ერთი, ან მისი ცალკეული უბნებისათვის ცალ-ცალკე. გეოლო-
გიურ კრილს ჩვეულებრივად ადგენენ შესაბამისი რუკის მასშტაბში, სტრა-
ტიგრაფიულს კი—ისეთ მასშტაბში, რომ ზედ გამოჩნდეს საკვლევე ად-
გილის ყველაზე მკირე სისქის სტრატეგრაფიული ან ლითოლოგიური
დანაყოფი. მე-6 ნახაზზე მოცემულია გეოლოგიური რუკისა და კრილების
მარტივი სახე.

დედამიწის გეოლოგიური, გეოფიზიკური და გეოქიმიური თვისებების მოკლე დახასიათება

მიწის ფორმა და სიდიდე. თავდაპირველად ფიქრობდნენ, რომ დე-
დამიწა ბრტყელია და ირგვლივ მომრგვალებული, მასზე დაყრდნობილია
ცის მყარი თალი და ორივე ერთად შეადგენს სამყაროს. შემდეგ, ალბათ,
ზღვებსა და ოკეანეებში მოძრავ სხეულებზე დაკვირვებიდან გამომდინა-
რე (გემები ნაპირიდან შორს გადაადგილებისას ისე მოჩანს, თითქოს
დაღმართში მიდის, კიდესთან შოახლოებისას კი—პირიქით). დაასკვნეს,
რომ მიწა ამოწნეკილია. ამავე დროს, აღმოჩნდა, რომ ცაზე ვარსკვლავე-
ბი შემოწერენ არა ნახევარ, არამედ სრულ წრეებს, ე. ი. ცა მთლიანი
სფეროა და გარს ერტყმის დედამიწას. ამიტომ შეიქმნა წარმოდგენა
დედამიწის სფერული ფორმის შესახებ. ეს შეხედულება განსაკუთრებით
განმტკიცდა იმის შემდეგ, როდესაც შეამჩნიეს, რომ მთვარის დაბნელე-
ბისას მიწის ჩრდილი მთვარეზე ყოველთვის და ყოველნაირ მდგომარე-
ობაში წრიულია და არ ისტოტელემ გამოთქვა აზრი, რომ ეს შეი-
ძლება მოგვეცეს მხოლოდ სფერულმა სხეულმა.

მიწის სფერული ფორმა . თითქოს საბოლოოდ იქნა დადგენილ:
1519—1521 წლებში დედამიწის ირგვლივ მაგელანის (დაახ. 1480-
1521 წ.წ.) მოგზაურობის შედეგად. მაგრამ XVII საუკუნეში ი. ნიუ-
ტონმა დაადგინა, რომ თავის ღერძის გარშემო ბრუნვის დროს გავარ-
ჯარებული თხევადი მასა ღებულობს არა სფეროს, არამედ ბრუნვითი
ელიფსოიდის (პოლუსებზე ჩაჭყლეთილი და ეკვატორზე გამობერილი)
ფორმას. ამიტომ ახლა წარმოიშვა აზრი იმის შესახებ, რომ დედამიწას
ბრუნვითი ელიფსოიდის ფორმა უნდა ჰქონდეს, რადგან ერთ დროს ისიც
გავარჯარებული თხევადი სხეული იყო და პირვანდელი ფორმა მას არ
შეეძლო შეეცვალა ქერქის გაჩენის შემდეგაც. აღნიშნული შეხედულება
კიდევ უფრო განმტკიცდა XVII საუკუნეში ტრიანგულაციის მეთოდით
საგრაღუსო გაზომვების შედეგად, ვინაიდან აღმოჩნდა, რომ მიწის პოლა-

რული ღერძი უფრო მოკლეა, ვიდრე ეკვატორული. ამიტომ დაასკვნეს, რომ მიწას ორღერძა ბრუნვითი ელიფსოიდის ფორმა აქვს. ამ ნიადაგზე გერმანელმა ასტრონომმა და გეოდეზისტმა ფ. ვ. ბესელმა (1784—1846) 1841 წელს გამოთვალა მიწის ელიფსოიდისათვის დამახასიათებელი ელემენტები (რადიუსისა და მერიდიანის სიგრძეები, მიწის შეკუმშულობა), რაც საფუძვლად დაედო ყველა ქვეყნის გეოდეზიურ-კარტოგრაფიულ კვლევებს და 80 წლის განმავლობაში აკმაყოფილებდა შათ მოთხოვნებს.

მაგრამ XX საუკუნის 20-იანი წლებისთვის დაგროვდა იმდენი ახალი მასალა, რომ მკვლევარებს შესაძლებლობა მიეცათ დაეზუსტებინათ წინა მონაცემები. ამ მიზნით 1924 წელს მოწვეულ იქნა საერთაშორისო გეოდეზიური კონგრესი (მას არ ესწრებოდნენ საბჭოთა კავშირის, გერმანიისა და მთელი რიგი სხვა ქვეყნების წარმომადგენლები), რომელმაც 19 ხმით 17-ის წინააღმდეგ დაამტკიცა ამერიკელი ს. ჰაიდორდის მიერ 1909 წელს გამოთვლილი ელიფსოიდის ელემენტები. შემდეგ აღმოჩნდა, რომ არც ეს გამოთვლება სწორი. ამიტომ საბჭოელმა გეოდეზისტმა ფ. კრასოვსკიმ (1878—1948) გეოდეზიისა და კარტოგრაფიის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის სხვა თანამშრომლებთან ერთად. საბჭოთა კავშირში, აშშ-ში და დასავლეთ ევროპაში ჩატარებულ გრადუსული გაზომვების მონაცემების საფუძველზე, გამოთვალა და 1940 წელს გამოაქვეყნა მიწის ელიფსოიდისათვის დამახასიათებელი ელემენტები, რომლებიც ახლაც ძალაშია და საფუძვლად უდევს ჩვენს ქვეყანაში მიმდინარე გეოდეზიურ-კარტოგრაფიულ და სხვა ამგვარ კვლევებს. ამ მონაცემების მიხედვით დედამიწის ეკვატორული რადიუსის სიგრძე 6 378 245 მ-ია; პოლარული რადიუსის—6 356 863 მ (დაახლოებით 21 კმ-ით მოკლე ეკვატორისაზე), რადიუსის (საშუალოდ)—6 371 110 მ, დედამიწის შეკუმშულობა (C), ე. ი. ეკვატორული და პოლარული რადიუსების სხვაობის შეფარდება ეკვატორულ რადიუსთან $\left(\frac{Re-Rp}{Re}\right) = 1 : 298,3$, ეკვატორის სიგრძე—40 075,7 კმ, მერიდიანის სიგრძე—40 008 548 მ. დედამიწის ზედაპირის ფართობი—510 მლნ კმ², დედამიწის მოცულობა—1 083 მლრდ კმ³, მიწის მასა—598—10¹⁹ ტ და ა. შ.

მაგრამ XX საუკუნის ზოგ მკვლევარს მიაჩნია, რომ მიწა სამღერძა ბრუნვითი ელიფსოიდის ფორმისაა, რადგან მისი ეკვატორიც ელიფსია (ოდნავ ჩაჭყლელია ტიბეტზე და ცენტრალურ ამერიკაზე გაშვებული მერიდიანის არეში) და ამ ელიფსის გრძელი ღერძი რამდენიმე ასეული ან ასეული მ-ით მეტია მოკლეზე. მაგალითად, ფინელი გეოფიზიკოსის ჰეისკანენის აზრით, ეკვატორის დიდი ღერძი მიწის ზედაპირს კვეთს აღმოსავლეთ გრძედის 155°-ზე და 704 მ-ით აღემატება მოკლეს.

ამჟამად, მკვლევარები ფიქრობენ, რომ მიწას აქვს გეოიდის ფორმა. მათემატიკურად გეოიდი ისეთი სხეულია, რომლის ყოველ წერტილში სიძობის ძალა მართობულია, წარმოდგენით კი მოსი ზედაპირი ემოხვევა ოკეანეების შემაერთებელ არხებში მოთავსებული წყლისა და ოკეანეების ზედაპირს ე. ა. ხმელეთის ქვეშ გაგრძელებულ ოკეანურ დონეს—იგი თითქმის ემოხვევა ელიფსოიდის ზედაპირს, რადგან 100 მ-ზე მეტად არააღრმავდება მას (კონტინენტების ფარგლებში ზევით მდებარეობს, ოკეანეებისაში—ქვევით).

დედამიწის ზედაპირის რელიეფი. დედამიწის ზედაპირი შედგება ხმელეთისა და მსოფლიო ოკეანის (ზღვები და ოკეანეები) ფაქერის ზედაპირისგან. აქედან 361 მლნ კმ² ფართობი, ანუ მიწის მთელი ზედაპირის 70,8% უკავია მსოფლიო ოკეანეს, დანარჩენი (148,9 მლნ კმ², ანუ 29,2%)—ხმელეთს.

ხმელეთი უმთავრესად მოთავსებულია ჩრდილო ნახევარსფეროში. (ნას აქ უჭირავს მთელი ნახევარსფეროს 39,34%), უფრო ნაკლებად—სამხრეთში (19,08%). ხმელეთის 94%, ანუ 140,22 მლნ კმ², მოდის კონტინენტებზე (50,72 მლნ კმ²—ევრაზიაზე, 29,2—აფრიკაზე, 20,36 --- ჩრდილო ამერიკაზე, 18 21—სამხრეთ ამერიკაზე, 14,1—ანტარქტიდაზე, 7,63—ავსტრალიაზე), დანარჩენი—კუნძულებზე. ორივე მათგანის რელიეფი უსწორმასწოროა. ტამსისის პონაცემებით, ხმელეთზე 3000 მ-ზე მაღალ ადგილებს უკავია 6 მლნ კმ² (მთელი ხმელეთის 4%); 2000—3000 მ-იანს—10 მლნ კმ² (6,7%); 1000—2000 მ-იანს—24 მლნ კმ² (16%); 500—1000 მ-იანს—27 მლნ კმ² (18,1%); 200—500 მ-იანს—33 მლნ კმ² (22,2%); 0—200 მ-იანს—48,2 მლნ კმ² (32,4%); დებრესიებს, ანუ ზღვის დონეზე დაბლა მდებარე ტერიტორიებს კი—0,8 მლნ კმ² (0,6%).

ამრიგად, ხმელეთის თითქმის 1/3 ფართობი უჭირავს 0—200 მ-მდე სიმაღლის ადგილებს, 73% კი—1000 მ-მდე სიმაღლის ტერიტორიას. ამავე დროს, მაღალი მთები უმთავრესად დაკავშირებულია ე. წ. ალპური დანაოჭების რაიონებთან და ახალგაზრდა ბაქნებთან: იგი მეტწილად განლაგებულია კონტინენტების კიდეებზე და ქმნის წყნარი ოკეანისა და ხმელთაშუა ზღვის სარტყლებს. დაბალი მთები და დაბლობები კი ძირითადად თავმოყრილია კონტინენტების შიგა ნაწილებში, ამასთან ხმელეთის 22% ანუ დაახლოებით 33 მლნ კმ² ფართობი უჭირავს გაუდინარ ადგილებს (18 მლნ კმ²—ევრაზიაში, 9—აფრიკაში, 4,8—ავსტრალიაში; 0,36—სამხრეთ ამერიკაში).

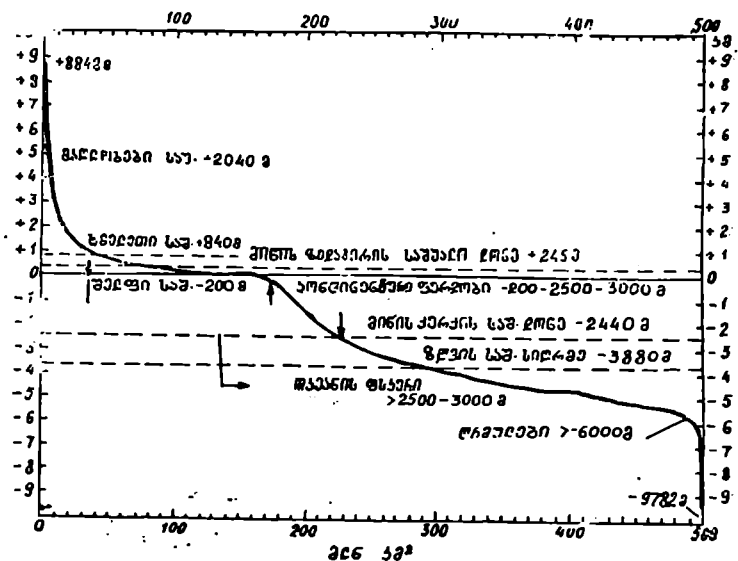
უსწორმასწოროა მსოფლიო ოკეანის ფსკერის რელიეფიც, აქ გამოყოფენ შემდეგ 4 ძირითად გეომორფოლოგიურ ერთეულს: შელფს. კონტინენტურ ფერდობს, ოკეანის ფსკერსა (კლაპოტი) და ღრმულებს, ანუ უფსკრულებს. შელფი ვრცელდება 0—200 მ (აქა-იქ—500—1000 მ) სიღრმემდე. კონტინენტუ-

რი ფერდობი—200—2500 (3000) მ-მდე, ოკეანის ფსკერი—2500 (3000)—6000 მ-მდე, ღრმულეები—6000 მ-ზე ღრმად. შელფს უკავია 27,5 მლნ კმ² (მსოფლიო ოკეანის ფსკერის 7,6%), კონტინენტური ფერდობს—38,7 მლნ კმ² (10,8%), ოკეანის ფსკერს—283,7 მლნ კმ² (დაახ. 78,6%), ღრმულეებს—11 მლნ კმ² (3%).

შელფის ზედაპირი ძირითადად ბრტყელია და ოდნავ (0°0,7') არის დაქანებული ზღვის ცენტრისკენ. მასზე მხოლოდ აქა-იქ მოჩანს ხეობები, კუნძულები, სერები და ბორცვები.

კონტინენტურ ფერდობზე მოთავსებულია სერები, ბორცვები, ვიწრო, ღრმა ხეობები (კანიონები), მთები, ტაფობები და რელიეფის სხვა ფორმები, მაგრამ მეტწილად ისიც ბრტყელია და საშუალოდ დახრილია 3,5-7,5°-ით.

ოკეანის ფსკერი უდიდესი ვაკეა (საშუალოდ დაქანებულია



ნახ. 7. პიესოგრაფიული მრუდი.

0°20',—0°40'-ით), მაგრამ მთელ რიგ ადგილებში მოიცავს ღრმულეებს, ქედებს, კუნძულებს, პლატოებს, ტაფობებს და რელიეფის სხვა ფორმებს. საიდანაც ზოგიერთები (ჰავაის კუნძულები) დღის სინათლეზედაც ამოდის.

ღრმულეები ვიწრო, ღრმადი ჩაღრმავებებია. მათი სიგრძე ზოგჯერ ასეულ კმ-ებს, სიგანე—ერთეულ კმ-ებს, ხოლო სიღრმე (ოკეანის ფსკერიდან) აქა-იქ 5 კმ-ს აღემატება. თხინი ჩვეულებრივად განლაგებულ-

ლია კუნძულების რკალების ან კონტინენტების მთლიანი სანაპიროების გასწვრივ და მათი პარალელურია.

ამრიგად, დედამიწის ზედაპირზე უმცირესი ფართობი უკავია 3 კმ-ზე მაღალ და 6 კმ-ზე უღრმეს ადგილებს, უდიდესი კი—0—200 მ-მდე სიმაღლისა და 2500—6000 მ სიღრმის წარმონაქმნებს. ამავე დროს, ზმელეთის საშუალო სიმაღლე 840 მ-ია. მსოფლიო ოკეანის საშუალო სიღრმე—3830 მ, დედამიწის ზედაპირის საშუალო სიმაღლე კი—მინუს 2440 მ. თუ ზემონათქვამს დავიტანთ დეკარტის კოორდინატთა სისტემაზე ისე, რომ აბსცისთა ღერძზე აღვნიშნავთ დედამიწის ზედაპირის ფართობს, ორდინატთა ღერძზე კი—ამ ზედაპირის სიმაღლეებსა და სიღრმეებს, და თითოეული სიმაღლისა (სიღრმის) და მათი შესაბამისი ფართობის წერტილებს შევეერთებთ, მივიღებთ დედამიწაზე სიმაღლეებისა და სიღრმეების გამოშვებულ ხაზს, ანუ ჰიფსოგრაფიულ მრუდს (ნახ. 7).

დედამიწის ქიმიური შემადგენლობა. დედამიწის ქიმიური შემადგენლობის შესახებ ყველაზე აწორ პასუხს გვაძლევს მისი ამგები მასების ქიმიური ანალიზი. მაგრამ, როგორც ზევით აღვნიშნეთ, საამისოდ ხელმისაწვდომია მხოლოდ მიწის სულ ზედა—16—20 კმ-მდე სისქის ფენა, ეს კი ჩვენი პლანეტის ბრკისებრი ნაწილია. უფრო ღრმა ჰარიზონტების შემადგენლობის შესახებ ერთგვარ წარმოდგენას გვაძლევს ვულკანური ამოფრქვევები, მაგრამ არც ეს არის ამომწურავი, რადგან ვულკანური ერა მოთავსებულია არა მიწის გულში, არამედ მის ქერქსა და ზედა მანტიისში, ე.ი. დედამიწის სულ ზედა ნაწილში. ამიტომ დღეს ჩვენთვის ცნობილია მხოლოდ მიწის ქერქის ქიმიური შემადგენლობა.

დედამიწის ამ ნაწილს შესწავლაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის ვ. ვერნადსკს, ა. ფერსმანს (1883—1945), ა. ზავარიცკს (1884—1952), ფ. კლარკს (1847—1931), ვ. გოლდშმიდტს (1888—1947), გ. ბერგს, ა. ვინოგრადოვსა (1896) და სხვა მკვლევარებს. მათ გააკეთეს მიწის ქერქის შემადგენელი ქანების ქიმიური ანალიზები, გამოთვალეს მისი საშუალო ქიმიური შემადგენლობა 16—20 კმ-ის სიღრმემდე და გვიჩვენეს, რომ მიწის ქერქში შედის დღეს ცნობილი ყველა ქიმიური ელემენტი, მაგრამ ძირითადია 10 (ცხრ. 2), რომელთა საერთო წონითი რაოდენობა ფერსმანის მიხედვით 98,74%-ია. დედამიწის უფრო ღრმა ნაწილის ქიმიური შემადგენლობის გასარკვევად ძირითადად ეყრდნობიან მეტეორიტების ქიმიურ ანალიზებს, რადგან თვლიან, რომ ისინი წარმოადგენენ ოდესღაც არსებული პლანეტების ნაშთებს (ქვის მეტეორიტები—პლანეტების გარეგანი გარსის ნამტკრევეებს, რკინაქვის მეტეორიტები—შუალედი გარსის ნატეხებს, რკინის მეტეორიტები—გულის ნაწყვეტებს). ამიტომ ფიქრობენ, დედამიწაც იმავე რაოდენობისა და იმავე ქიმიური ელ-

მიწის ქერქის (16—20 კმ ხილრმემდე) უმთავრესი შემადგენელი ქიმიური ელემენტები პროცენტებში¹

№	ელემენტები	მკვლევარები			
		კლარკ-ვაშინ- ¹ ა. ლერსმანი გტონი (1924) (1933—1939)		ა. ვინოგრადოვი (1950)	
		წონითი,	%	ატომური,	%
1	ჟანგბადი	49,52	49,13	46,8	55,0
2	სილიციუმი	25,75	26,00	27,3	20,0
3	ალუმინი	7,51	7,45	8,70	6,6
4	რკინა	4,70	4,20	5,10	2,0
5	კალციუმი	3,39	3,25	3,6	2,0
6	ნატრიუმი	2,4	2,40	2,44	2,4
7	მაგნიუმი	1,94	2,35	2,10	2,0
8	კალიუმი	2,40	2,35	2,60	1,4
9	წყალბადი	0,88	1,00	0,15	3,0
10	ტიტანი	0,58	0,61	0,6	0,25

ელემენტებისაგან შედგება, როგორც მეტეორიტები, ე. ი. მათი საშუალო ქიმიური შემადგენლობა ერთნაირია.

პროფ. გ. ვოიტკევიჩის 1971 წლის მონაცემებით ცნობილ მეტეორიტებში საშუალოდ შედის (წონით) ჟანგბადი—33%, რკინა—28,6%, სილიციუმი—17%, მაგნიუმი—13,8%, კალციუმი—1,39%, ნიკელი—1,68%, ალუმინი—1,1%, ნატრიუმი—0,68%, კალიუმი 0,1% და ტიტანი—0,08%. ამიტომ, ახლანდელი შეხედულებით. ასეთივე უნდა იყოს დედამიწის საშუალო ქიმიური შემადგენლობაც. თუ ეს ასეა, მაშინ დედამიწის ღრმა ზონებიც იმავე ელემენტებისაგან შედგება, რისგანაც მიწის ქერქი. მაგრამ წიაღში ბევრად მეტია რკინა და ნიკელი. და ნაკლებია ჟანგბადი, სილიციუმი და ალუმინი. ეს იმას ნიშნავს, რომ მძიმე ელემენტები თავმოყრილია მიწის გულში. მსუბუქი კი—ზევით, ე. ი. დედამიწაში ხდება ნივთიერებათა გრავიტაციული დიფერენციაცია.

დედამიწის შინაგანი აგებულება და აგრეგატული მდგომარეობა. მეცნიერებაში დიდხანს იყო გაბატონებული აზრი იმის შესახებ, რომ თითქოს მიწა შედგება სამი ნაწილის—მყარი ქერქის, მაგარი გულისა და მათ შორის მოთავსებული გავარვარებული მასის—პიროსფეროსაგან. ფიქრობდნენ, რომ მას ქერქი გაუჩნდა გაცივებით, მყარი გულა

¹ ვინოგრადოვი მხედველობაში ღებულობს მხოლოდ ლითონფეროს, დანარჩენები კი—ჰიდროსფეროსა და ატმოსფეროსაც.

კ—მაღალი წნევით. შემდეგ, ახალი მასალების დაგროვების შესაბამისად, ეს აზრი თანდათან შესწორდა და დაკონკრეტდა. ერთ-ერთი ასეთი შეასწორება ეკუთვნის ნორვეგიელ გეოქიმიკოსს ვ. გოლდშმიდტს. იგი ეყრდნობა დედამიწის წარმოშობის კანტ-ლაპლასის ჰიპოთეზას, მხედველობაში ღებულობს იმდროინდელ მოსაზრებებს ჩვენი პლანეტის აგებულების შესახებ, ანალოგიას ატარებს დედამიწაში მიმდინარე და მეტალურგიულ პროცესებს შორის და ფიქრობს, რომ, უკანასკნელის მსგავსად, დედამიწაშიაც მსუბუქი მასები (სილიკატები) გროვდება ზედაპირულ ნაწილში. შედარებით მძიმე (მაგნიუმით მდიდარი შენაერთები—ეკლოგიტები)—მის ქვეშ, მძიმე (მადნეული, უმთავრესად რკინის ქანგებისა და სულფიდებისგან შედგენილი სულფიდქანგეულებიანი მასა)—უფრო ქვევით. ყველაზე მძიმე (ნიკელიანი რკინა) კი—გულში. ამის გამო, იგი 1923 წელს დედამიწაში გამოყოფდა ოთხ გეოსფეროს: სილიკატურს ან უსიალურს (0-დან 60 კმ-ის სიღრმემდე) ეკლოგიტურს ან უსიმიურს (60—1200 კმ-მდე), სულფიდქანგეულებიანსა (1200—2900 კმ-მდე) და რკინა-ნიკელიანს (2900 კმ-ის ქვევით).

1930 წელს რამდენადმე განსხვავებული სქემა მოგვცა ა. ფერსმანმა. იგი დედამიწას ჰყოფს ორ გარსად—ლითოსფეროდ (ქვიერი გარსი 0-დან 1600 კმ-ის სიღრმემდე) და ბარისფეროდ (მძიმე გარსი, უფრო ღრმად); ამასთან ლითოსფეროში არჩევს გრანიტულ (0-დან 20 კმ-მდე); ბაზალტურ (20-დან 60 კმ-მდე) და პერიდოტიტულ (60-დან 1600 კმ-მდე) გეოსფეროებს. ბარისფეროში კი—მადნეულ ზონასა (1600-დან 3000 კმ-მდე) და ცენტრალურ გულს (უფრო ქვევით). ამავე დროს ფიქრობს, რომ გრანიტული და ბაზალტური გარსები, უნაგბადის გარდა, ძირითადად შედგება სილიციუმისა და ალუმინისაგან, პერიდოტიტული გარსი—მაგნეზური სილიკატებისაგან, მადნეული გარსი— FeS_2 (70 %), Fe (20 %), Fe_2S_3 -ის ქანგებისა და სილიციუმმკვავა რკინისგან, ცენტრული გული კი — რკინის (90%), ნიკელის (10%) და კობალტისა და სხვა ნივთიერებების კვალისგან. არსებობს აგრეთვე სხვა სქემებიც, მაგრამ მათ აღარ შევხვებით.

ამჟამად დედამიწის შინაგანი აგებულების შესახებ უმთავრესად ეყრდნობიან ზეისმურ მონაცემებს, რადგან მიწისძვრის ტალღები ძალზე ღრმად ვრცელდება მიწის წიაღში, მათი სიჩქარეები კარგად არის შესწავლილი და გარკვეულ ადგილებში უეცრად მატულობს ან კლებულობს. ფიქრობენ, სიჩქარეთა ეს გარდატეხა გამოწვეულია ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებების ან ქიმიური შემადგენლობის ცვლილებით. ამიტომ ზე-

დაპირებს, რომლებზედაც სეისმური ტალღების სიჩქარეების გარდატეხა ხდება სეისმურ გამყოფებს უწოდებენ.

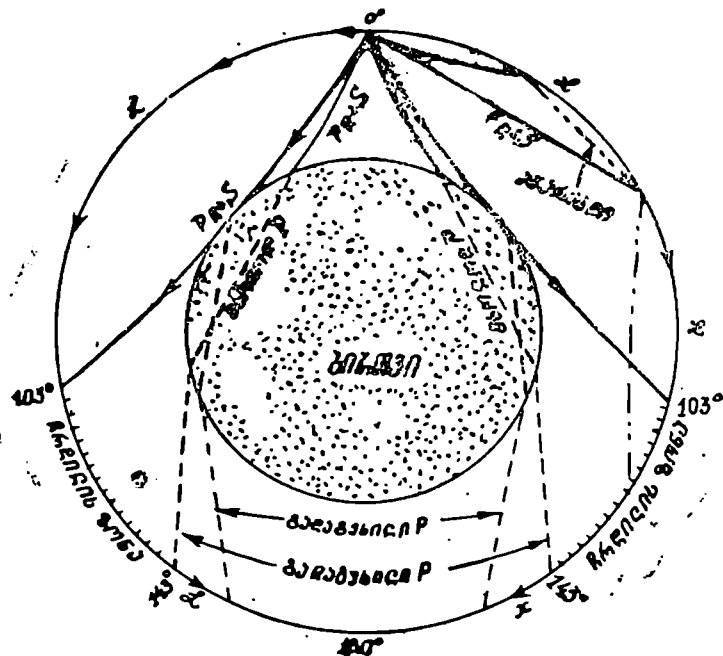
არჩევენ პირველი და მეორე რიგის სეისმურ გამყოფებს. პირველი რიგის ისეთი გამყოფია, სადაც სეისმური ტალღების სიჩქარეები მკვეთრ გარდატეხას განიცდის, მეორე რიგის კი—ისეთი, სადაც ეს ცვლილება შედარებით მცირეა.

ამჟამად ცნობილია ორი პირველი რიგის სეისმური გამყოფი. ერთი ედებარეობს მიწის ზედაპირიდან 3—80 კმ-ის სიღრმეზე (კონტინენტებია არეში ღრმად არის მოთავსებული ოკეანეების ქვეშე კი ზედაპირთან ასე-ლოსაა), მეორე კი—2900 კმ-ზე. პირველი აღმოჩენილია 1909 წელს იუგოსლავიელი გეოფიზიკოსის ა. მოპოროვიჩის (1773—1839) მიერ და მისივე სახელს ატარებს. ამ გამყოფის ზედაპირზე სიგრძივი სეისმურ ტალღის სიჩქარე (v_p) წამში 5,5—6,5 კმ-ია, განივის (v_s)—3,4—3.7 კმ, ქვეშე კი სიგრძივი ტალღის სიჩქარე უეცრად 8 კმ-მდე აღწევს, განივისა კი—4.3 კმ-მდე. მკვლევართა უმრავლესობა ამ გამყოფს მიწის ქერქის ქვედა საზღვრად თვლის.

კიდევ უფრო მკვეთრი ცვლილებაა 2900 კმ-ის სიღრმეზე. აქ სეისმური გამყოფის ზედაპირზე, სიგრძივი ტალღის სიჩქარე წამში 13,64 კმ-ია, განივის —7,3 კმ, ქვეშე კი განივი ტალღა არ ვრცელდება, ხოლო სიგრძივი ტალღის სიჩქარე წამში უეცრად 8.1 კმ-მდე ეცემა. მართალია, იგი შემდეგ იზრდება, მაგრამ მიწის ცენტრში 11,3 კმ-ს მაინც არ აღემატება. ამ გამყოფს მიწის გულის საზღვრად თვლიან. ამიტომ დედამიწის მყარ სხეულში არჩევენ სამ მთავარ გარსს, ანუ გეოსფეროს: მიწის ქერქს, შუალედ გარსს (მანტიას) და გულს. ქერქი ვრცელდება 2—80 კმ-ის სიღრმემდე, მანტია—აქედან 2900 კმ-მდე, გული კი—2900 კმ-დან მიწის ცენტრამდე.

მიწის გულის არსებობა დასტურდება ე. წ. სეისმური ჩრდილითაც. ე. ი. ისეთი ადგილით, რომელშიც სეისმური ტალღები არ ვრცელდება: საქმე იმაშია, რომ ძლიერი მიწისძვრების დროს სიგრძივი (P) და განივი (S) სეისმური ტალღების მოსვლა აღინიშნება ეპიცენტრიდან 1400 კმ-მდე დაცილებულ ყველა სეისმურ სადგურში, ე. ი. ტერიტორიაზე, რომელიც მოთავსებულია ეპიცენტრზე გამავალი რკალის 103° -მდე. აქედან 143° -მდე კი სრული სიმშვიდეა (არცერთი ტალღის მოსვლა არ შეიძინევა). ე. ი. სეისმური ჩრდილი გვაქვს; ხოლო შემდეგ 180° -მდე მხოლოდ სიგრძივი ტალღები ჩანს (ნახ. 8). ეს იმაზე მიგვითითებს, რომ 103° -ზე სეისმურ ტალღებს წინ ეღობება თხევადი ან გაზობრივი სხეული, რომელიც განივ ტალღებს არ ატარებს, სიგრძივი ტალღები კი მასში გავლისას. სიჩქარის მკვეთრი შემცირების გამო, ციკაბოდ ტყდება და 143° -მდე მიწის ზედაპირზე ვეღარ გამოდის. ცხადია, ეს სხეული დედამიწის გულია.

როგორც ცნობილია, ი. მელიქიძის კაზიანმა პირველი რიგის სეისმური გამყოფი აღმოაჩინა დედამიწის გულშიაც 5080 კმ-ის სიღრმეზე. შემდეგ ეს დაადასტურეს ი. კოვაიკინას (სსრკ), ბ. გუტენბერგისა და კ. რიხტერის (აშშ), კ. ვადათისა (იაპონია) და სხვების გამოკვლევებმა. ამიტომ ახლა დედამიწის გულში გამოყოფენ შიგა და გარე გულს: რაც შეეხება მეორე რიგის სეისმურ გამყოფებს, ერთ-ერთი ასეთი გამყოფი აღმოაჩინა რუსმა ფიზიკოსმა (სეისმოლოგმა) ბ. გოლიცინმა. (1862—1916) 400-დან 900 კმ-ის სიღრმეზე 1912—1913 წლებში. ამიტომ რუსი გეოფიზიკოსის ვ. მაგნიცკის წინადადებით, ამ ინტერვალში



ნახ. 8. სეისმური ტალღების გავრცელება მიწის სიღრმეში (P—სივრძობი ტალღა; S—განივი ტალღა; წვეტილი ხაზები—ანარკელი ტალღები).

შოქცეულ ფენას „გოლიცინის შრე“ უწოდებენ. იგი ხასიათდება სეისმური ტალღების სიჩქარეთა არაჩვეულებრივი ზრდით. აქვე მეორე რიგის გამყოფებს ე. სავარენსკი აღნიშნავს 900 კმ-ზე, ა. ტრესკოვი—1800 კმ-ზე, სხვები კი—400, 1200, 1700 კმ-ზე და სხვა სიღრმეებზედაც. ამიტომ ზოგიერთები შანტიას ყოფენ ორად (ზედა—700-900 კმ-მდე, ქვედა—აქედან გულამდე), სხვები კი სამ გეოსფეროდ (ზედა—400 კმ-მდე;

შუა—900 კმ-მდე; ქვედა 2900 კმ-მდე). ამის გამო დელამიწის შიგნით უფრო მეტად აჩვენებენ 6 გეოსფეროს: მიწის ქერქს, ზედა მანტიას, შუა მანტიას, ქვედა მანტიას, გარე გულსა და შიგა გულს. ამასთან ვარაუდობენ, რომ ნიწის ქერქი შედგება სილის (SiAl), ანუ ალუმინ-სილიკატებისგან, მანტია კი 1200—1600 კმ სიღრმემდე—სიმას (Si₂Ma), ანუ მაგნიუმიანი სილიკატებისგან; 2400 კმ-მდე—ქროფესიმას (CrFeSi₂Ma), ანუ ქრომკინამაგნიუმიანი სილიკატებისაგან; 2900 კმ-მდე—ნიფესიმას (NiFeSi₂Ma), ანუ ნიკელკინამაგნიუმიანი სილიკატებისაგან; გული კი—ნიფეს (NiFe), ანუ ნიკელიანი რკინისგან. თუმცა ზოგიერთების აზრით, გული შედგება მეტალიზებული სილიკატებისაგან. რადგან მასში დიდია წნევა, სილიკატების კრისტალური მესერი იშლება და კრისტალურ ფაზაში გადადის.

მიწის ქერქში მცირეა წნევა და ქანების დნობის წერტილზე დაბალია ტემპერატურა. ამიტომ თვლიან, რომ იგი შთელ სისქეზე მყარია.

სეისმურა მონაცემებით მყარი უნდა იყოს მანტიაც. რადგან იგი ატარებს როგორც სიგრძივ, ისე განივ სეისმურ ტალღებს (თხევადი და გაზობრივი სხეულები არ ატარებენ განივ სეისმურ ტალღებს), ამასთან მასში დიდია წნევა და ხდება მიწისძვრები (ღრმაფოკუსიანი მიწისძვრები), მაგრამ მანტიაში ქანების დნობის წერტილზე მაღალია ტემპერატურა. ამიტომ იქ ქანები გამდნარი უნდა იყოს. სწორედ ამის შესახებ მიკვითიებებს მიწის ქერქის აწვევ-დაწვევითი მოძრაობებიც. რაც ბრავალ ადგილზე შეიმჩნევა. აგრეთვე დადგენილია, რომ მოძრაობები ქვედა მასების გადაადგილებას გარეშე შეუძლებელია. ასე რომ, მანტიაში ნივთიერება მყარიც არის და თხევადიც. ამიტომ თვლიან, რომ იქ ნივთიერება იმყოფება ფარულპლასტიკურ მდგომარეობაში, ე. ი. ისეთში, რომელიც უეცარ ძალებს (მიწისძვრების ბიძგები) პასუხობს, როგორც მყარი სხეული (იმტვრევა), ნელ და ხანგრძლივ ძალებს კი—თხევადი, ისე როგორც მინა და ა. შ. ეს ისეთი მდგომარეობაა, როდესაც ნივთიერება გახურებულია დნობის წერტილზე მეტად, მაგრამ მაინც მყარია, რადგან მოთავსებულია დიდი წნევის ქვეშ და წნევის შემცირებით სითხედ იქცევა. ასეთი მდგომარეობა დელამიწის ზედაპირზე არა გვაქვს და არც შეიძლება იყოს. რადგან აქ არ არის ისეთი მაღალი წნევა და ტემპერატურა, როგორც სიღრმეშია. რაც შეეხება აგრეგატულ მდგომარეობას, იგი მანტიაში შეიძლება იყოს კრისტალური და ამორფულიც, რადგან ცდებით დადგენილია, რომ დიდი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის გარკვეული კომბინაციის დროს კრისტალური სხეული ამორფულში გადადის და დენადობის უნარს იძენს.

გაურკვეველია მიწის გულის აგრეგატული მდგომარეობაც. სეისმური მონაცემებით იგი გაზობრივი ან თხევადი უნდა იყოს. მკვლევართა უმრავ-

ელესობის აზრით თხევადია, რადგან მიწის ქერქის შემადგენელი ქანების საშუალო სიმკვრივე 2,8 გ/სმ³-ია, დედამიწის საშუალო სიმკვრივე კი — 5,52 გ/სმ³. ასეთი დიდი საშუალო სიმკვრივის მისაღებად გულის სიმკვრივე 9-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, რაც გაზს არ შეიძლება ჰქონდეს. ამიტომ ფიქრობენ, რომ მიწის გულში ნივთიერება თხევადია. გულის თხევადობაზე მიგვითითებს ფაზიკის კანონიც, რომლის მიხედვითაც სხეული იხვევად მდგომარეობაში ნაკლებ მოცულობას იკავებს. გულის თხევადობაზე მიგვითითებს ისიც, რომ იგი უძლიერესი მიწისძვრის დროს არ მონაწილეობს მანტიის გრებით მოძრაობაში.

ამრიგად, ახლანდელი შეხედულებით მიწის ქერქი მყარია, მანტია — ფართულპლასტიკური, გული კი — თხევადი (შიგა გული შეიძლება მყარიც იყოს), მაგრამ ეს ისეთი სითხეა, რომელსაც აქვს ფოლადზე მეტი სიმკვრივე და დენადობის უნარი.

დედამიწის მასა, სიმკვრივე და წნევა. არსებობს დედამიწის მასის განსაზღვრის რამდენიმე ხერხი, მაგრამ ყველაზე ზუსტია ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის კანონის ფორმულით
$$\left(F = k \frac{M \cdot m}{R^2} \right)$$
 გამოანგარიშება და ისიც იმ შემთხვევაში, თუ მეორე სხეულს ავიღებთ მიწის ზედაპირზე, M იქნება დედამიწის მასა, m — აღებული სხეულის მასა, F — მათ შორის მიზიდულობის ძალა და R — მიწის რადიუსი. ამავე დროს F არის სხეულის წონა და გამოისახება ფორმულით $F = m \cdot g$, სადაც g სიმძიმის ძალის აჩქარებაა. თუ ჩავსვამთ F -ის მნიშვნელობას ზემოთ მოცემულ ფორმულაში, მივიღებთ: $m \cdot g = k \frac{M \cdot m}{R^2}$, საიდანაც $g = \frac{k \cdot M}{R^2}$,

ე. ი. $M = \frac{g R^2}{k}$. g საშუალოდ უდრის 981 სმ/წმ², $R = 6371$ კმ, $k =$

$= \frac{1}{15 \cdot 10^6}$ დინს. ამ სიდიდეთა ჩასმით მივიღებთ, რომ მიწის მასა

უდრის $6 \cdot 10^{27}$ გ. ამრიგად, ადვილია მიწის საშუალო სიმკვრივის გამოთვლაც, რადგან მასა (M) უდრის სიმკვრივისა (d) და მოცულობის (v)

ნამრავლს: $M = d \cdot v$, საიდანაც $d = \frac{M}{v}$. რადგან დედამიწა სფერული სხეულია, ამიტომ მისი მოცულობა გამოისახება ფორმულით:

$v = \frac{4}{3} \pi R^3$, მასა კი, ზემომოცემული ფორმულის თანახმად, ტოლია: $M = \frac{g R^2}{k}$. თუ სიმკვრივის ფორმულაში ჩავსვამთ v -სა და M -ის მნიშვნელობებს, მივიღებთ:

$d = \frac{3g R^2}{4k \pi R^3} = \frac{3g}{4k \pi R}$. ამ ფორმულის ყველა წევრი ცნობილია, მათი შესაბამისად ჩასმით ვგებულობთ, რომ მიწის საშუალო სიმ-

კვრივე უდრის 5,52 გ/სმ³. ასეთივე გზით დადგენილია, რომ მზის საშუალო სიმკვრივე 1,38—1,4-ია, მერკურის—6,5—6,7; ვენერას—5—5,9, მარსის—5,3. იუპიტერის—1,25—1,40, სატურნის—0,72—0,8; ურანის—0,92—1,1, ნეპტუნის—1,3, მთვარის—3—3,4, მეტეორიტების—3,5—8.

მაგრამ ცდები გვიჩვენებს, რომ დანალექი ქანების საშუალო სიმკვრივე 2,5-მდეა, მყავე ქანების—2,6—2,7, ფუქსი—2,8—2,9; ულტრაფუქე ქანებისა კი—3,2—3,3. ეს იმას ნიშნავს, რომ მიწის ქერქის საშუალო სიმკვრივე დაახლოებით 2,8-ია, ე. ი. იგი მიწის საშუალო სიმკვრივეზე ბევრად ნაკლებია. სიღრმეში მოთავსებულია უფრო მკვრივი მასა და აკომპესირებს ზედა ნაწილის სიმკვრივის დეფიციტს. სამწუხაროდ, ჭარჭვრობით, არ არსებობს ისეთი მეთოდი, რომლითაც შეიძლებოდა სიღრმეში სიმკვრივის უშუალო გაზომვა. სეისმური მონაცემები კი იმაზე მიგვითითებს, რომ იგი შესაძლოა ნახტომისებურად იცვლებოდეს, ამიტომ შეხედულებები მიწის წიაღის სიმკვრივის შესახებ დამყარებულია მხოლოდ მოსაზრებებზე.

3. ლაპლასის მიხედვით, დედამიწა მთელ სისქეზე ერთგვაროვანი სხეულია და სიღრმეში სიმკვრივის ზრდა გამოწვეულია ზედა მასებამ ქვედაზე დაწოლის შედეგად. თუ ეს ასეა, მაშინ გულში ნივთიერება ოთხჯერ მეტად უნდა იყოს შეკუმშული, რომ მიწის საშუალო სიმკვრივე მივიღოთ. მაგრამ ეს ზოგიერთებს შეუძლებლად მიაჩნიათ. ამიტომ ისინი სიღრმეში სიმკვრივის ზრდას ხსნიან ნივთიერებათა გრავიტაციული დიფერენციაციით და ვარაუდობენ. რომ გული ძირითადად აგებულია მძიმე შეტალების—რკინისა და ნიკელისგან. ეს დასკვნა ახლოს უნდა იყოს სინამდვილესთან, რადგან დედამიწის გულის პერიფერიულ ნაწილებში სეისმური ტალღების სიჩქარე დაახლოებით ისეთივეა, როგორც მაღალი წნევის ქვეშ მოთავსებულ რკინაში გავლისას. მაგრამ იგი მაინც არაფერს მიგვითითებს იმაზე, თუ როგორია სიმკვრივე მიწის ამათუ იმ კონკრეტულ სიღრმეზე. ამიტომ აღნიშნული საკითხის გადასაწყვეტად მიმართავენ ზოგიერთ დაშვებას.

თუ ჩავთვლით, რომ სიღრმეში სიმკვრივის შატება გამოწვეულია წნევით, მაშინ სხვადასხვა დონეზე მისი სიდიდე განისაზღვრება როგორც შემდეგ

$$\bar{d} = dC \left[1 - \alpha \left(\frac{r}{R} \right)^2 + \beta \left(\frac{r}{R} \right)^4 \right],$$

სადაც d არის ნივთიერებათა სიმკვრივე r სიღრმეზე, d_c —მიწის ცენტრის სიმკვრივე, R —მიწის რადიუსი. α და β —მუდმივი კოეფიციენტები. ვიციტ რა მიწის ქერქისა და მთელი მიწის საშუალო სიმკვრივე, ადვილად შეგვიძლია განვსაზღვროთ მიწის ცენტრის სიმკვრივე, შემდეგ კი (როგორც ფორმულით)—ყველა ადგილის სიმკვრივე ნებისმიერ სიღ-

რეზე. ამ გზით გამოთვლილია, რომ მიწის 0,5 რადიუსზე სიმკვრივე; 8,6-ია, ცენტრში 11,2. არსებობს მიწის შიგა სიმკვრივის განსაზღვრის სხვა ხერხებიც, მაგრამ ყველა მათგანი დაწყარებულია ამა თუ იმ დაშვებაზე. ამიტომ შედეგებიც სხვადასხვანაირია. მაგალითად, კ. ბულენის მიხედვით (1936) მიწის 0,5 რადიუსზე სიმკვრივე 10,1-ია, ცენტრში—12,2; მოლოდენსკის გამოთვლით (1955) კი—შესაბამისად, 10,4 და 12,5.

თუ გეოლოგიური მონაცემების მიხედვით ვიმსჯელებთ, მაშინ უნდა ვითქროთ, რომ მიწის სიღრმეში სიმკვრივის ზრდა გამოწვეულია წნე-ვითა და ქიმიური შემადგენლობის ცვლილებით, რადგან ზედაპირული ქანების სიმკვრივის ცვლილებაში ეს ფაქტორები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს.

ამრიგად, მიწის წიაღში ნივთიერებათა სიმკვრივის საკითხი ჯერ კიდევ გადაუჭრელია.

გადაუჭრელია აგრეთვე მიწის სიღრმეში წნევის საკითხიც, რადგან იგი დამოკიდებულია სიმკვრივეზე. თუ დავუშვებთ, რომ მიწა პოლიანად ისეთივე ნივთიერებისგან შედგება, როგორც მისი ქერქი, მაშინ 100 მ სიღრმეზე წნევა იქნება 28 კგ, 1 კმ-ზე—280 კგ, 10 კმ-ზე—2800 კგ, 100 კმ-ზე — 28000 კგ, მიწის ცენტრში კი—1 800 000 კგ. მაგრამ ფიქრობენ, ასეთი წნევა არ არის საკმარისი იმისათვის, რომ მიწის საშუალო სიმკვრივე მივიღოთ და ვარაუდობენ, რომ მიწის გულში იგი 3—4 მლნ. ატმოსფეროზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

ზოგჯერ მიწის წიაღის წნევას ანგარიშობენ ფორმულით $P = h \cdot \rho \cdot g$, რადგან ფიქრობენ, რომ ჰიდროსტატიკური წნევის კანონები სიღრმეშიაც მოქმედებს. მაგრამ არც ასეთი გამოთვლა სავსებით სწორი. რადგან იგი თხოულობს სხვადასხვა სიღრმეზე (h) სიმკვრივისა (ρ) და სიმძიმის ძალის აჩქარების (g) ცოდნას, რაც ჯერ კიდევ გაურკვეველია.

უკანასკნელ დროს მიწის წიაღის სიმკვრივისა და წნევის განსაზღვრისათვის იყენებენ დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებით, კოსმოსური ხომალდებითა და რაკეტებით ჩატარებული კვლევების მონაცემებს. ამ საფუძველზე ნ. შებალინი 1964 წელს მივიდა დასკვნამდე, რომ 150 კმ სიღრმეზე წნევა არის 60 ათასი ატმოსფერო, სიმკვრივე—3,5 გ/სმ³; 500 კმ-ზე—შესაბამისად 200 ათასი ატმ და 4,0 გ/სმ³; 1000 კმ-ზე—400 ათასი ატმ და 4,3 გ/სმ³; 2000 კმ-ზე—800 ათასი ატმ და 5,0 გ/სმ³; 2900 კმ-ზე—1300 ათასი ატმ და 5,5 გ/სმ³; 3000 კმ-ზე—1400 ათასი ატმ და 10,0 გ/სმ³; 4000 კმ-ზე—2200 ატმ და 11,5 გ/სმ³; 5000 კმ-ზე—3200 ატმ და 12, 2 გ/სმ³; მიწის ცენტრში კი—3600 ატმ და 12,5 გ/სმ³.

სიმძიმის ძალის განაწილება დედამიწის ზედაპირზე. სიმძიმის

ძალა ის ძალაა, რომლითაც დედამიწა იზიდავს სხეულს. იგი ერთდროულად მიზიდულობის ძალაცაა და სხეულის წონაც. და დამოკიდებულება არა მარტო განედებზე (პოლუსებისკენ მატულობს. რადგან აქეთ მანძილი ცენტრამდე უფრო მცირეა), არამედ სხეულის მასასა და სიმკვრივეზედაც, რადგან მასა სიმკვრივისა და მოცულობის ნამრავლია ($M = \rho \cdot d$).

დედამიწის ზედაპირზე ყველაზე უფრო გავრცელებულია წყალი. მისი სიმკვრივე ხმელეთისაზე 2,8-ჯერ ნაკლებია. ამიტომ ოკეანეების ზედაპირზე სიმძიმის ძალა ამდენჯერვე მცირე უნდა იყოს, ვიდრე იმავე განედის ხმელეთზე. ფაქტიურად იგი ოკეანეებზე უახლოვდება ნორმალურ სიდიდეს, განაპირა ადგილებსა და დაბლობებში— ნორმალური ან ოდნავ მეტია, მთებში კი—ნორმალურზე ნაკლები. ფიქრობენ. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ქერქვეშ მოთავსებულია მძიმე მასა—სიმა, რომელიც ოკეანეებისა და დაბლობების არეში ამოწეულია ზევით და უახლოვდება მიწის ზედაპირს, მთების ქვეშ კი ღრმად არის ჩაწეული და ნაკლებ გავლენას ახდენს ზედაპირზე. ეს იმაზე მეტყველებს, რომ მთებში მიწის ქერქი სქელია და ოკეანეების ქვეშ—თხელი, ე. ი. მთებს სიღრმეშია „მთები“ შეესაბამება და მიწის ქერქის ქვედა მხარის რელიეფიც დაახლოებით ისეთივე უსწორმასწოროა, როგორც მისი ზედაპირი.

ამა თუ იმ ადგილისთვის თეორიულ გამონათვალთან შედარებით სიმძიმის ძალის სიჭარბეს ან ნაკლებობას სიმძიმის ძალის ანომალია ჰქვია. იგი გამოწვეულია მიწის სხვადასხვა უბანსა და სიღრმეზე განსხვავებული სიმკვრივის მასების არსებობით. არჩევენ ორი სახის ანომალიას—დადებითსა (მეტი) და უარყოფითს (ნაკლები). დადებითი ანომალია არსებითად დაკავშირებულია მეტალური მადნების გავრცელების რაიონებთან, უარყოფითი კი—ქვამარილის, ნავთობის, გაზისა და სხვა ამგვარი მსუბუქი სხეულების შემცველ უბნებთან. ამიტომ სიმძიმის ძალის ანომალიის შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

მიწის მაგნიტიზმი. დედამიწა უზარმაზარი მაგნიტია. ეს იქიდან ჩანს, რომ მის ყოველ წერტილში მაგნიტური ისარი ყოველთვის ერთი და იგივე მიმართულებით დგას, თანაც მას გააჩნია მაგნიტური პოლუსები, მაგნიტური მერიდიანები, მაგნიტური ეკვატორი და მაგნიტური ველი.

მაგნიტური პოლუსი ეწოდება მიწის ზედაპირის იმ წერტილს, სადაც მაგნიტური ისარი ვერტიკალურად დგას და თავს იყრის მაგნიტური მერიდიანები. 1960 წლის მონაცემებით ჩრდილო მაგნიტური პოლუსი მდებარეობს ჩ.გ. 74,9° და დ.გ. 101°-ზე. სამხრეთი მაგნიტური პოლუსი კი—ს.გ. 67,2° და ა.გ. 142°-ზე. ამის გამო დედამიწის მაგნიტური ღერძი, მაგნიტური ეკვატორი და მაგნიტური მერიდიანები არ ემთხვევა მიწის ბრუნვის ღერძს, გეოგრაფიულ ეკვატორსა და მერიდიანებს და

მასთან ქმნის კუთხეს. ამჟამად დედამიწის მაგნიტურ და ბრუნვის ღერძებს შორის კუთხე 11,5°-ია, მაგრამ ყოველწლიურად მატულობს 0,468"-ით.

მაგნიტური მერიდიანი ეწოდება ხაზს, რომელსაც გაივლის მაგნიტური ისრის გასწვრივ და მაგნიტურ პოლუსებს აერთებს ერთმანეთთან. კუთხეს, რომელსაც იგი ადგენს გეოგრაფიულ მერიდიანთან, ჰქვია მაგნიტური დახრილობა. გადახრის კუთხე, ანუ დეკლინაცია (ლათ. „დეკლინაცია“—გადახრა). იგი იცვლება 0°-დან 180°-მდე და არის დადებითი და უარყოფითი. დადებითია იმ შემთხვევაში, როდესაც მაგნიტური ისრის ჩრდილო ბოლო გეოგრაფიული მერიდიანიდან გადახრილია აღმოსავლეთით (მოსკოვში +7°-ია), უარყოფითი კი—პირიქით.

მაგნიტური ეკვატორი ეწოდება ხაზს, რომლის ყველა წერტილში მაგნიტური ისარი პორიზონტალურია. 1950 წლის მონაცემებით. იგი გეოგრაფიულ ეკვატორს ჰკვეთს ა. გ. 169°-ზე და დ. გ. 23°-ზე, აღმოსავლეთ აფრიკისა და სამხრეთი აზიის ფარგლებში აღის რ. გ. 10°-მდე, ხოლო სამხრეთი ამერიკის მიდამოებში ჩამოდის ს. გ. 15°-მდე. მაგნიტური ეკვატორიდან პოლუსებისკენ გადაადგილებისას მაგნიტური ისარი გამოდის თარაზული მდგომარეობიდან და პორიზონტალურ მიმართულებასთან ადგენს კუთხეს. ამ კუთხეს მაგნიტური დახრილობა, ანუ ინკლინაცია ეწოდება (ლათ. „ინკლინაცია“—დახრა).

მაგნიტის ერთნაირი პოლუსები ერთიმეორეს უკუაგდებს და საწინააღმდეგოს იზიდავს. ასეთი მიზიდულობა არსებობს ერთი მაგნიტის პოლუსებს შორისაც. ამ ძალას მაგნიტური ძალა ჰქვია. მაგნიტური ძალა არსებობს დედამიწის მაგნიტურ პოლუსებს შორისაც. სივრცეს, რომელშიც იგი მოქმედებს, დედამიწის მაგნიტური ველი ეწოდება. მაგნიტური მასის ერთეულზე მოქმედ ძალას კი—მაგნიტური დაძაბულობა. ამრიგად, დედამიწის მაგნიტურ ველს გააჩნია მაგნიტური გადახრა, მაგნიტური დახრილობა და მაგნიტური დაძაბულობა. თითოეულ ამთგანს მაგნიტური ველის ელემენტები, ანუ მაგნიტური ელემენტი ეწოდება. ჩვენი პლანეტის მაგნიტურ თვისებას კი—დედამიწის მაგნიტური ველი (სახელი მომდინარეობს მცირე აზიის ქ. მაგნეზიიდან, სადაც პირველად აღმოაჩინეს მაგნიტური თვისების მქონე მინერალი მაგნეტიტი).

დედამიწის ზედაპირის ყოველ წერტილს ახასიათებს გარკვეული სიდიდის მაგნიტური ელემენტები. შთელ რიგ ადგილებში ეს სიდიდეები ერთნაირია. ეს ადგილები გადააქვთ ქალაქზე, აერთებენ ხაზებით და ღებულობენ შესაბამის მაგნიტურ რუკებს. ხაზებს, რომლებიც რუკაზე აერთებენ ერთნაირი მაგნიტური გადახრის მქონე წერტილებს, ეწოდება

იზოგონები, ერთნაირი დახრილობის წერტილების შემაერთებელს—ზოკლინები, ერთნაირი მაგნიტური დაძაბულობის წერტილების დამაკავშირებელს—იზოლინები, ყველას ერთად—მაგნიტური მრუდეები.

თეორიული გამოთვლით ერთი და იმავე განედის ყველა წერტილს უნდა ჰქონდეს ერთნაირი სიდიდისა და სიძლიერის მაგნიტური ველი. ფაქტიურად იგი ზოგან მკვეთრად განსხვავდება ნორმალური (თეორიულად გამოთვლილი) სიდიდისაგან. ამ მოვლენას მაგნიტური ანომალია ეწოდება. არჩევენ კონტინენტურ, დიდ და მცირე რეგიონალურ და ადგილობრივ (ლოკალურ) ანომალიებს. კონტინენტური ანომალია მოიცავს მთელ კონტინენტს, რეგიონალური—დედამიწის ზედაპირის მნიშვნელოვან ნაწილს (აღმოსავლეთი ციმბირი). ლოკალური—რამდენიმე ათეულ ათას კმ²-ს. ფიქრობენ, კონტინენტური და რეგიონალური ანომალიები გამოწვეულია მიწის ღრმა ზონების არაერთგვაროვანი აგებულებით, ლოკალური ანომალია—ამ ადგილებში მაგნიტური თვისების რკინის შინერალების თავმოყრით, კრისტალური ქანების მიწის ზედაპირთან ახლოს მდებარეობით; სხვადასხვა შემადგენლობის, ასაკისა და მაგნიტური თვისების ქანების ურთიერთშეხებითა (მიწის ქერქის გაწყვეტით) და მეხის დაცემით, მაგრამ მთავარი მაინც ქანების მაგნეტიზმაა. მაგნიტური ანომალიები გაბნეულია ცალ-ცალკე, უმთავრესად შეღავნდება მიწის ზედაპირზე და 10—20 კმ სიღრმეზე ქრება. ეს იმას ნიშნავს, რომ იგი ადგილობრივი ხასიათისაა და არ შეიძლება იყოს მთელი მიწის მაგნეტიზმის მიზეზი.

ამჟამად მსოფლიოში ყველაზე დიდი და მძლავრი მაგნიტური ანომალია არის კურსკის მიდამოებში. იგი აღმოჩენილია რუსი ასტრონომის აკად. პ. ი. ნ. ხოლოდცევის (1742—1806) მიერ 1783 წელს. იქ მაგნიტური რკინის უდიდესი საბადოს არსებობის შესახებ პირველი აზრი გამოთქვა რუსმა გეოფიზიკოსმა პროფ. ე. ლეისტმა (1852—1918) 1897 წელს. ხოლო მადანი პირველად ამოიღეს 1923 წლის 7 აპრილს 167 მ სიღრმიდან (კვარციტებში). ახლა ცნობილია, რომ ამ საბადოს ფართობი 160 კმ²-ია. მისი სიგრძე 850 კმ, სიგანე—40—250 კმ, გამოკვლეული მარაგი—30 მლრდ ტ. რკინიანი კვარციტების სავარაუდო მარაგი—10 ტრილიონი ტ (თითქმის სამჯერ მეტი, ვიდრე ყველა სხვა ქვეყანაში ერთად). ამ ქანების სისქე—300—2500 მ, ხოლო უმდიდრეს მადანში რკინის შემცველობა—55—63%. საბადო პრაქტიკულად მწყობრში ჩადგა 1950 წელს და ახლა იქიდან ყოველწლიურად იღებენ 10 მლნ ტ-მდე მადანს.

ზოგჯერ მაგნიტური ისარი უეცრად ირყევა (სწრაფად ქანაობს საათების, დღეების ან, იშვიათად, მეტი ხნის განმავლობაში). ამ მოვლენას

მაგნიტური ქარიშხალი ჰქვია. მას უფრო მეტად ადგილი აქვს მაღალ განედებში, სეისმურ რაიონებსა და მზის აქტივობისას. ფიქრობენ, იგი გამოწვეულია პოლარული ნათების, იონოსფეროს ალგუნების, მზის გააქტიურების, მიწის შინაგანი დაძაბულობის გაზრდისა და სხვა მიზეზებით. მას იყენებენ მიწისძვრის წინასწარმეტყველებისთვის (განსაზღვრა ზდება მიწისძვრამდე ერთი დღით ადრე).

ბოლო ხანებში აღმოჩენილია ქანების ე. წ. ძველი, ანუ პალეომაგნეტიზმი. ეს ისეთი მაგნეტიზმია, რომელიც ქანებს შექმნილი აქვს მიწის მაგნიტურ ველში მოხვედრისას (ინდუქციური დამაგნიტება) და შემდეგ იმდენად განმტკიცებულია მასში, რომ რამდენიმე ასეულ გრადუსზე გახურების დროსაც არ იცვლება. ამის გამო, ქანში მაგნიტური დახრა-გადახრის მიმართულება მუდამ ისეთივე რჩება, როგორც ქანის დამაგნიტებისას იყო. ჩვეულებრივ პირობებში ქანის დამაგნიტება ხდება კიურის წერტილამდე (768°). ამიტომ მაგმური ქანები მაგნიტურ თვისებას იძენს გაცივების პროცესში (მაგმის ტემპერატურის კიურის წერტილზე დაბლა დასვლას), ყველა მათგანი დამაგნიტებულია და ყველაში შენარჩუნებულია მაგნიტური ელემენტების ის ორიენტაცია, რაც მათი გაცივებისას მიწის მაგნიტურ ველს გააჩნდა. მაგნიტურია დანალექი ქანებიც, მაგრამ მისი ნაწილაკები დამაგნიტებულია არა შათი დალექვის დროს, არამედ იმ ქანების დამაგნიტების დროს, რომლებსაც იგი მოწყდა. დანალექი ქანების წარმოშობისას ხდება მხოლოდ ამ ნაწილაკების შემობრუნება და მიწის მაგნიტური ველის ორიენტაციისადმი პარალელურად განლაგება.

მაგნიტური ელემენტების სიდიდეები განუწყვეტლივ იცვლება, ქანების მაგნეტიზმის ორიენტაცია კი უცვლელია. ამიტომ ყველა კონტინენტის ერთნაირი ასაკის ქანებში მაგნიტური ელემენტების მიმართულება ერთნაირი უნდა იყოს, ფაქტიურად კი ერთნაირია მხოლოდ ცალკე აღებული კონტინენტის ერთი და იგივე ასაკის ქანებში, მაგრამ მკვეთრად განსხვავდება სხვა კონტინენტების იმავე ასაკის ქანების მაგნეტიზმის ორიენტაციისგან. ვარაუდობენ, ეს იმით არის გამოწვეული, რომ კონტინენტები ან მაგნიტური პოლუსები გადაადგილებულია თავიანთი პირვანდელი მდგომარეობიდან და ახლაც მოძრაობენ. ამიტომ პალეომაგნეტიზმს იყენებენ ქანების დასათარიღებლად და მაგნიტური პოლუსებისა და კონტინენტების გადაადგილების დასადასტურებლად.

ამრიგად, დადამიწის მაგნეტიზმის შესწავლას (მეცნიერება მაგნიტომეტრია) უდიდესი გეოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი გვეხმარება რკინის მადნებისა და მაგნიტური თვისების სხვა მინერალების ძებნის საქმეში, რღვევებისა და კრისტალური ქანების გავრცელების ადგილების კონტურების დადგენაში; დედამიწის მაგნიტური პო-

ლუსებისა და კონტინენტების გადაადგილების მიმართულება-მანძილების გარკვევაში; მიწისძვრის წინასწარმეტყველებაში და ა. შ.

მიწის მაგნეტიზმის მიზეზი ჯერ კიდევ აუხსნელია. ზოგიერთების მიხედვით, იგი გამოწვეულია მიწის გულში დიდძალი რკინის არსებობით. მაგრამ სხვების აზრით, მიწას რომც გააჩნდეს რკინის გული, იგი მაინც ვერ ჩაითვლება მისი მაგნეტიზმის მიზეზად, რადგან გულში მალალი ტემპერატურაა და ასეთ ტემპერატურაზე რკინა კარგავს მაგნიტურ-თვისებებს. ამიტომ ა. კალაშნიკოვი (1955) დედამიწის ჰეგეს ფერომაგნიტურ, ანუ მაგნიტურთვისებიან (30—50 კმ სიღრმემდე). და პარამაგნიტურ, ანუ მაგნიტურთვისებას მოკლებულ (30—50 კმ-ზე ღრმა) გარსებად. მაგრამ ცდები გვიჩვენებს, რომ წნევის გაზრდისას კუროს წერტილი ზევით იწევს და ა. ლეიპუნსკის გამოთვლით 3 მლნ ატმოსფეროზე 4240° აღწევს. ახალი მონაცემებით მიწის გულში წნევა 3600 ათასი ატმოსფერო და ტემპერატურა 4000°-მდეა. ამიტომ არაა გამორიცხული, რომ იქ რკინას ჰქონდეს მაგნიტური თვისება და იგი ამ თვისებას მიწის ზედა ფენებსაც გადასცემდეს.

ნ. შებალინი, დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების, კოსმოსური რაკეტებისა და ხომალდების მონაცემებიდან გამომდინარე, 1964 წელს მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწის მაგნეტიზმი გამოწვეულია მალალი წნევის გამო მიწის გულის ნივთიერებების იონიზაციით, ე.ი. ატომების გარე ელექტრონული გარსების დაშლით და იქ თავისუფალი ელექტრონებისა და რგოლური ელექტროდენების სპლავრი სისტემების არსებობით. არც ეს აზრია საფუძველს მოკლებული. რადგან მალალი წნევა და ტემპერატურის არეში მართლაც ხდება ნივთიერებათა იონიზება და ელექტრონაკადების წარმოქმნა.

მიწის რადიაქტივობა. რადიაქტივობა ეწოდება ამა თუ იმ ქიმიური ელემენტის არამდგრადი იზოტოპების თვისებას ჰელიუმის ატომგულების (α ნაწილაკები), ელექტრონების (β ნაწილაკები), ელექტრომაგნიტური ტალღების (γ ნაწილაკები), ნეიტრონებისა და ნეიტრონების სპონტანური გამოტყორცნით ან k გარსის ელექტრონების მიტაცებით, იზომერული გადასვლებითა და ატომის ბირთვის დაცოფით გარდაიქმნას სხვა ელემენტის იზოტოპებად. ელემენტებს, რომლებსაც ეს თვისება ახასიათებთ, რადიაქტიური ელემენტები ჰქვია. ასეთია ურანი, თორიუმი, რადიუმი, კალიუმი და სხვ. ამათა დაშლა მიმდინარეობს ყოველგვარ გარემოში, უცვლელი სიჩქარით. მანამ, სანამ არ მიიღება სტაბილური იზოტოპები, კერძოდ, ურანიდან — P_1^{238} თორიუმიდან — P_2^{238} და ა. შ. მაგრამ აქამდე ისინი იძლევიან მთელ რიგ შუალედურ წარმონაქმნებს, ზოგიერთები კი (კალიუმი, რუბიდიუმი და სხვ.) უშუალოდ გადადიან მდგრად იზოტოპებში (Ar^{40} , Sr^{87} და ა. შ.).

რადიოაქტიური ელემენტები გაბნეულია მიწის მასაში და ქანებს ანიჭებს რადიოაქტიურ თვისებას (აკად. ა. ვინოგრადოვის 1949 წლის გამოთვლით მიწის ქერქში—16 კმ სიღრმემდე—ურანის რაოდენობა შეადგენს ქერქის ამ ნაწილის წონის $3 \cdot 10^{-4}\%$ -ს, თორიუმის— $8 \cdot 10^{-4}\%$ -ს, რადიუმის— $1 \cdot 10^{-7}\%$ -ს, კალიუმის— $2,6\%$ -ს). ამიტომ ყველა ქანი მეტ-ნაკლებად რადიოაქტიურია. ყველაზე მეტად რადიოაქტიურია ურანის, რადიუმისა და თორიუმის მადნები. მაგმური ქანებიდან—მჟავე ქანები (გრანიტები), შემდეგ—ფუქე ქანები (ბაზალტები) და ბოლოს—ულტრაფუქე ქანები (პერიდოტიტები). დანალექი ქანებიდან ყველაზე მაღალრადიოაქტიურია თიხები, უფრო ნაკლებად—ქვიშაქვები და კირქვები, ყველაზე ნაკლებად—თბაშირი, ქვამარილი და სხვა მარილები (კალიუმის მარილების გამოკლებით).

რადიოაქტიურია ნიადაგები და ახალგაზრდა ნალექებიც. ა. ვინოგრადოვის გამოკვლევებით, მასიურ ქანებთან შედარებით, ნიადაგებში თორიუმის რაოდენობა მეტია, ვიდრე ურანის, რაც გამოწვეულია ქანების დაუშლელ ნარჩენებში მისი დაგროვებითა და უფრო ადვილმოძრავი ურანის გატანით. ახალგაზრდა ნალექებში ურანის იონების რაოდენობა ათჯერ აღემატება ურანში არსებულს, რაც, ალბათ, აიხსნება ნალექების დალექვისას ამ იონების წყლისგან ადვილად გამოყოფით.

მეტ-ნაკლებად რადიოაქტიურია ატმოსფერო და წყალიც. ეს გამოწვეულია იმით, რომ რადიოაქტიურ ნივთიერებათა დაშლის აიროვანი პროდუქტები (რადონი, აქტინონი, თორონი) გადადის ატმოსფეროსა და წყალში და განაგრძობს დაშლას. გარდა ამისა, ატმოსფეროს გაზებზე კოსმოსური სხივების ნეიტრონების მოქმედებით წარმოიშობა ნახშირბადის, წყალბადისა და ბერილიუმის რადიოაქტიური იზოტოპები (C^{14} , H^3 , Be^7), ატომური ბომბის აფეთქებით კი აზოტისგან— C^{14} და ურანისა და პლუტონიუმისგან დიდძალი რადიოაქტიური იზოტოპები, რომლებიც ისევ განაგრძობენ დაშლას.

მიწისქვეშა წყლებში ყველაზე მეტად რადიოაქტიურია მჟავე ქანებიდან და მათი გამოფიტვის პროდუქტებიდან გამომავალი წყაროები, რომლებიც ზოგჯერ იმდენად მდიდარია რადიუმით, რომ გამოიყენება მის მისაღებად. ასეთი წყლები ძირითადად გვხვდება ნავთობიან რაიონებში. შეიცავს იოდს, ბრომს, ხანდახან—მეთანს. და დიდი სამკურნალო თვისებისაა.

ა. ვინოგრადოვის აზრით, მიწის ქერქის ზედა ნაწილი (16 კმ სიღრმემდე) შედგება 70% გრანიტისა და 30% ბაზალტისაგან, ქვევით კი იგი ძირითადად ბაზალტურია და ზემოდან ადევს მანტიის ულ-

ტრაფიკე ქანებს. ერთი გრამი გრანიტი საშუალოდ შეიცავს 3.10^{-12} გ რადიუმსა და 2.10^{-5} გ თორიუმს, იგივე რაოდენობის ბაზალტი — $1,19.10^{-12}$ გ რადიუმსა და $0,77.10^{-5}$ გ თორიუმს, ულტრაფუქე ქანები კი — უფრო ნაკლებს. ეს იმას ნიშნავს, რომ რადიაქტიური ნივთიერებები ძირითადად თავმოყრილია დედამიწის სულ ზედა ნაწილში და სიღრუეში კლებულობს. ვ. გ. ო. ლ. შ. მ. ი. დ. ტ. ის აზრით, ეს იმით არის გამოწვეული, რომ მაგმის გაცივებისას რადიაქტიური ნივთიერებები გამოიყოფა მსუბუქ მასებთან (სილიკატები) ერთად, თავსდება მათი კრისტალური მესერის ატომებს შორის და ამოდის დედამიწის პერიფერიულ ნაწილებში. ინგლისელი გეოლოგის ჯ. ჯ. ო. ლ. ის (1857—1933) მიხედვით, რადიაქტიური ნივთიერებები თავმოყრილია სულ ზედა 70—90 კმ-მდე სისქის ფენაში, საბჭოთა მკვლევარის ვ. ხ. ლ. ო. პ. ი. ნ. ის შეხედულებით—90 კმ სისქის შრეში, რ. ს. ტ. რ. ე. ს. ის ა (1906) და ინგლისელი ა. ჰ. ო. ლ. მ. ს. ის წარმოდგენით (1911)—6—8 კმ წყებაში, ვ. ბ. ე. ლ. ო. უ. ს. ო. ვ. ის ა და ზოგი სხვა მკვლევარის აზრით კი—მიწის მთელ მასაში, მაგრამ უმთავრესად მიწის ქერქში (არათანაბრად). ასე რომ, რადიაქტიური ნივთიერებები ძირითადად თავმოყრილია ჩვენი პლანეტის ზედაპირულ ნაწილში.

დედამიწის რადიაქტივობის შესწავლას უდიდესი გეოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი გვეხმარება რადიაქტიური ნივთიერებებისა და სამკურნალო რადიაქტიური წყლების ძებნის საქმეში. მას იკვლევს გეოფიზიკის ცალკე დარგი—რ ა დ ი ო მ ე ტ რ ი ა.

მიწის სითბო. დედამიწა სითბოს ღებულობს ორი წყაროსგან—მ ზ ი ს ა და წ ი ა ლ ი ს გ ა ნ. მზის სითბო განსაზღვრავს დედამიწის ზედაპირის ტემპერატურას. ეს რომ ასე არ იყოს, მაშინ დედამიწია ყოველ წერტილში და ყოველ დროს ერთი და იგივე სიდიდის ტემპერატურა უნდა გვექონდეს და ჩვენს პლანეტაზე ტემპერატურის ზონალური განაწილება და მარადი მზრალობა არ უნდა არსებობდეს. ფაქტიურად კი ტემპერატურა არა თუ სხვადასხვა ადგილზე, არამედ ერთსა და იმავე წერტილშიაც მუდამ ცვალებადობს, რადგან დღე-ღამისა და სეზონის მიხედვით, იცვლება ამ წერტილში მზისგან მიღებული სითბოს რაოდენობა. საერთოდ, ამა თუ იმ ადგილზე მზისგან მიღებული სითბოს სიდიდე დამოკიდებულია დედამიწის მდებარეობაზე მზისადმი. დღის ხანგრძლივობასა და ამ ადგილზე მზის სხივების დაცემის კუთხის სიდიდეზე (მისი პირდაპირპროპორციულია). ამით აიხსნება, რომ ერთი და იგივე სეზონის დღის ერთსა და იმავე საათებშიაც კი ეკვატორზე მეტი რაოდენობის სითბო მოდის, ვიდრე პოლუსებზე.

დედამიწაზე მოსული სითბოს ერთი ნაწილი ირეკლება და სამყაროს სივრცეში გადის, მეორე ნაწილი იხარჯება ზედაპირზე მიმდინარე პროცესებზე (აორთქლება და სხვ.), მესამე ნაწილი კი ვრცელდება მიწის

სიღრმეში. მაგრამ, ქანები სითბოს ცუდად ატარებს. ამიტომ წიაღში ზუის სითბო 40 მ-ზე ღრმად ვერ აღწევს და უფრო ქვევით ტემპერატურა მუდამ უცვლელია. დონეს, რომლის ქვევით მზის სითბო გავლენას ვერ ახდენს, მუდმივი ტემპერატურის დონე ჰქვია. მისი სიღრმე დამოკიდებულია ადგილი ადგილის ჰაერის წლიური ტემპერატურის რყევის სიდიდეზე, ქანების შემადგენლობაზე, ტენიანობაზე, სითბოგამტარობაზე, ტექტონიკაზე. ე. ი. შრეების ურთიერთგანლაგება-დანაოქება-დაწყვეტის ხარისხზე, და ა. შ., უმთავრესად კი—ჰაერის წლიური ტემპერატურის ამპლიტუდაზე და მისი პირდაპირპროპორციულია. ამიტომ ეკვატორულ და პოლარულ სარტყლებში, ე. ი. იქ, სადაც აღნიშნული ამპლიტუდა მცირეა, მუდმივი ტემპერატურის დონე 1—2 მ სიღრმეზე მდებარეობს, საშუალო განედებში კი 40 მ-მდეც აღწევს (პარიზში 28 მ-ზე, მოსკოვში 25 მ-ზე, ლენინგრადში—22,2 მ-ზე. არხანგელსკთან—10 მ-ზე, იაკუტიაში—6—7 მ-ზე, ბორჯომში—23 მ-ზე, ტყიბულში—24—48 მ-ზე, მაცესტაში—9,6 მ-ზე და ა. შ.). მუდმივი ტემპერატურის დონეზე ტემპერატურის სიდიდე უდრის იმ ადგილას ჰაერის საშუალო წლიურ ტემპერატურას (პარიზში 11,85°C-ია, მოსკოვში—4,2°C. იაკუტიაში—მინუს 1°C—12°C, თბილისში—დაახლოებით 13°C).

ღრმა შახტებსა და ჰაბურღილებში ტემპერატურის გაზომვები გვიჩვენებს, რომ ტემპერატურა ღრმში უცვლელია მუდმივი ტემპერატურის დონის ქვევითაც, მაგრამ სიღრმის მატების შესაბამისად მატულობს. ამასვე ადასტურებს ეულკანური ამოფრქვევები და მაღალტემპერატურის წყაროებიც. ეს იმას ნიშნავს, რომ მიწას საკუთარი სითბო აქვს და ეგი მომდინარეობს სიღრმიდან. სიღრმეს, რომელზეც ტემპერატურა 1°-ით მატულობს, გეოთერმული საფეხური, ანუ ბიჯი ჰქვია. ყოველ 100 მ-ზე ტემპერატურის მატების სიდიდეს კი—გეოთერმული გრადიენტი. მათი სიდიდე დამოკიდებულია: ქანების სითბოგამტარობაზე; რადიაქტიურ ელემენტთა შემცველობაზე; შიგ მიმდინარე ჰიმიური რეაქციების ხასიათსა და ინტენსივობაზე; მაგმისა და ცხელი წყლების სიახლოვეზე, ქანების წოლის ფორმებზე; ადგილის ოკეანის ან ზღვისგან დაცილებაზე და ა. შ. ამის შესაბამისად, ჩვენს პლანეტაზე გეოთერმული საფეხურის სიდიდე 1,5 მ-დან (პიატიგორსკი) 200 მ-მდე მერყეობს. მაგრამ საშუალოდ 33,3 მ-ია (აშშ-ში 35-45 მ, ევროპაში საშუალოდ—33 მ, მოსკოვში—38,4 მ, საბჭოთა კავშირში—1,5—171 მ, საქართველოში საერთოდ—29—74 მ, ჭალადიღში—32,5 მ, ყულევში—47,2 მ, მირზაანში—55 მ, გავრაში—61 მ, სუფსაში—73,5 მ), გეოთერმული გრადიენტი კი 0,5-დან 25°-მდე იცვლება (სამხრეთ აფრიკაში—ვირჯეტერსანდის მასივზე 0,6°-ია. დონეის აუზში—3°, აშშ-ს ორეგონის შტატში—15°, საქართველოში საშუალოდ—1,4—3,4°).

მიწა რომ მთელ სისქეზე ისე თბებოდეს. როგორც მისი ზედა ნაწილი (3° 100 მ-ზე), შაშინ მის გულში ტემპერატურა დაახლოებით $200\ 000^{\circ}$ უნდა იყოს. მაგრამ ფიქრობენ, ასეთი მაღალი ტემპერატურა დედამიწის გულში არ შეიძლება იყოს, რადგან ამ დროს მანტია და ქვიჩიც გადნებოდა, ან გული გაზობრივი იქნებოდა და ვერ მიკოლებდით მიწის ისეთ დიდ საშუალო სიმკვრივეს, როგორც მას აქვს (5.52). მით უმეტეს, თუ მიწის გული მართლაც რკინისგან შედგება, როგორც ამას ზოგიერთები ფიქრობენ. მაშინ იქ ტემპერატურა არ შეიძლება იყოს 8000° -ზე მეტი, რადგან ცდები გვიჩვენებს, რომ უცვლელი მოცულობის პირობებში, ე. ი. უდიდესი წნევის არეში (ასეთი პირობებია გულში), რკინის ყოველი გრადუსით გახურებისას წნევა იზრდება 60 ატმოსფერომდე და 8000° -ის გადაჭარბებისას მიაღწევს ისეთ სიდიდეს, რომ მას მიწის ქერქი ვერ გაუძლებს. რაკი უძლებს, ეს იმას ნიშნავს, რომ მიწის გულში ტემპერატურა 8000° -ზე ნაკლებია. ამავე დროს, ეს იმასაც ნიშნავს, რომ მიწის ღრმა ზონებში გეოთერმული გრადიენტი, ალბათ, კოლომეტრებს უდრის. დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებით, კოსმოსური ხომალდებითა და რაკეტებით ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ნ. შებალინი 1964 წელს მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ 150 კმ სიღრმეზე ტემპერატურა 1000° -ია, 500 კმ-ზე— 2200° , 1000 კმ-ზე— 2600° , 2000 კმ-ზე— 3600° , გულის საზღვარზე— 3800° , გულში კი— 4000° .

მიწის წიაღის სითბოს წყაროს შესახებ რამდენიმე აზრი არსებობს. ზოგიერთების მიხედვით, ამ წყაროს წარმოადგენს მიწის სიღრმეში მრბინარე ეგზოთერმული რეაქციები, მაღალი წნევა, ნივთიერებათა დაკრისტალება, ოროგენული შოძრაობებისა და გრავიტაციული დიფერენციაციის დროს მასების ურთიერთხახუნი და რადიაქტიური ნივთიერებები. სხვების შეხედულებით კი ეს სითბო ნაშთია იმ სითბოსი, რომელიც მიწას გააჩნდა გავარვარებულ მდგომარეობაში ყოფნის დროს.

მართალია, თითოეული მათგანი გვაძლევს სითბოს ამა თუ იმ რაოდენობას, მაგრამ პირველი ოთხი მაინც ვერ ჩაითვლება მიწის სითბოს მთავარ წყაროდ. რადგან არავითარი საფუძველი არ გვაქვს ვამტკიცოთ, რომ ეგზოთერმული რეაქციების გვერდით ენდოთერმულიც არ მიმდინარეობს, ან პირველი ჭარბობს მეორეს, ან კიდევ, მიწის შიგა სითბო მთლიანად წარმოშობილია ქანების წნევით, დრესვით ან დაკრისტალებით. არც ის არის დამტკიცებული, რომ მიწა ოდესღაც გავარვარებული იყო. ამიტომ მკვლევართა უმრავლესობა იმ აზრისაა, რომ მიწის წიაღის სითბოს მთავარი წყაროა რადიაქტიური ნივთიერებები.

ეს არც არის საკვირველი, რადგან, როგორც აღვნიშნეთ, ყველა ქანი მეტ-ნაკლებად რადიაქტიურია. დადგენილია, რომ ერთი გრამი ურანის მიერ წელიწადში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა 0,71 კალორიაა.

ამდენივე აქტინოურანის—4,3 კალ, რადიუმის წამში—5,6 . 10⁻² კალ, თორიუმის—6,6.10⁻⁹ კალ, გრანიტის—30.10⁻¹⁴ კალ, ბაზალტის—11,746.10⁻¹⁴ კალ. ერთი გრამი ქანისა საშუალოდ წამში—1,2.10⁻¹ კალ, მთელი დედამიწისა საათში (ვ. ხ ლ პ ი ნ ი ს გამოთვლით)—43,34.10⁻¹⁶ კალ. მართალია, ა. ვ ი ნ ო გ რ ა დ ო ვ ი ს 1962 წლის მონაცემებით, ძიწა ამჟამად მეტ სითბოს კარგავს (წელიწადში ასხივებს დაახ. 9.10²⁷ ერგს), ვიდრე რადიაქტიური ნივთიერებებისგან ლეზულობს (წელიწადში დაახ. 7.10²⁷ ერგს), მაგრამ ჩვენი პლანეტის საწყის მომენტში (4,7 მლრდ წლის წინ) ამ ნივთიერებათა რაოდენობა მასში 8—9-ჯერ მეტი უნდა ყოფილიყო. ამიტომ საკვირველი არ არის, რომ მათ ხარჯზე გამოყოფილ სითბოს გაეხურებინა დედამიწა და რადიაქტიური ნივთიერებები ახლაც მიწის წილის სითბოს მთავარ წყაროს წარმოადგენდეს.

დედამიწის წიაღის სითბური რეჟიმის შესწავლას უდიდესი გეოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ მიწის ამა თუ იმ სიღრმეზე ტემპერატურის სიდიდისა და ნივთიერებათა აგრეგატული მდგომარეობის შესახებ; წინასწარ განვსაზღვროთ სიღრმე, რომელზედაც ადამიანს შეუძლია მუშაობა (აუცილებელია გვირაბების დაპროექტებისას), დავადგინოთ ქაბურღილებში ცემენტის რგოლის სიმაღლე, გაბურღული ქანების ლითოლოგია და წყლის გამოსვლის ადგილი, გამოვარკვიოთ ცხელი წყაროების მოდინების სიღრმე და ა. შ. ზემოაღნიშნულს კი იკვლევს გეოფიზიკის სპეციალური დარგი— გ ე ო თ ე რ მ ი ა .

დედამიწის ბარიკანი გარსები

დედამიწის გარეგანი გარსებია: ა ტ მ ო ს ფ ე რ ო , პ ი დ რ ო ს ფ ე რ ო , ბ ი ო ს ფ ე რ ო და ლ ი თ ო ს ფ ე რ ო .

ა ტ მ ო ს ფ ე რ ო . ატმოსფერო ეწოდება ჰაერის გარსს, რომელიც ირგვლივ აკრავს დედამიწას და ნაწილობრივად შედის მის ქერქშიაც (ბერძნ. „ატმოს“—აორთქლება; „სფერა“ —სფერო, ბირთვი). ამიტომ არჩევენ მიწისზედა და მიწისქვეშა ატმოსფეროს, მაგრამ მასში მაინც უმთავრესად გულისხმობენ მიწისზედა ჰაერს. ფიქრობენ, ჰაერს მიწაში შეუძლია ჩააღწიოს 60—100 კმ სიღრმემდე, რადგან უფრო ქვევით ქანებში არ არის სიცარიელები. ატმოსფეროს ზედა საზღვრად კი თვლიან იმ დონეს, სადაც ჰაერის სიმკვრივე უდრის პლანეტათშორის სივრცისას (სმპ-ში რამდენიმე ასეული ნაწილაკი). ამჟამად ასეთ დონედ მიაჩნიათ 20 000 კმ სიმაღლე, თუმცა თეორიული გამოთვლით იგი პოლუსების ზევით 28000 კმ-მდე, ხოლო ეკვატორულ არეში 42000 კმ-მდე უნდა აღწევდეს, რადგან ამ დონეებზე ცენტრიდანული ძალა უტოლდება ცენ-

ტრისკენულს და უფრო მაღლა მდებარე ნაწილაკი აღარ განიცდის დე-
ლამიწის მიზიდულობას.

ატმოსფეროს სწავლობს მეცნიერება ა ე ო რ ო ლ ო გ ი ა. შესწავლა
ხდება პირდაპირი და არაპირდაპირი გზებით. პირდაპირს მიეკუთვნება:
უშუალო დაკვირვებები მეტეოროლოგიურ სადგურებში; კვლევები დი-
რიუაბლებით, აეროსტატებით, საჰაერო ბურთებით, რადიოზონდებით,
თვითმფრინავებით (ეკიპაჟით ან უეკიპაჟოდ, ავტომატური ხელსაწყო-
ებით), რაკეტებით, კოსმოსური ხომალდებით და სხვა საშუალებებით.
არაპირდაპირს—სპექტრული ანალიზი და დაკვირვებები პოლარულ ნა-
თებაზე, პროექტორის სხივებზე, ვარდნილ ვარსკვლავებზე, ატმოსფე-
როს სხვადასხვა ფენების მიერ ბგერის არეკვლის სიჩქარეზე, რადიოტა-
ლლების, ვულკანური ფერფლისა და გაზების გავრცელებაზე, ღამის
მნათ ღრუბლებზე და ა. შ. ამის საფუძველზე დადგენილია, რომ ატმოს-
ფეროს წონა 5. 10¹⁵ ტ, ანუ დედამიწის მასის ერთი მემილიონედია; მიწის
ზედაპირთან 1 მ³ ჰაერის წონა 1293 გ-ია, 12 კმ-ზე აღებული—319 გ,
20 კმ-ზე—90 გ, 40 კმ-ზე—4 გ, 200 კმ-ზე—1/2000 მგ და ა. შ. ეს
იმას ნიშნავს, რომ ატმოსფეროს მასის 90% თავმოყრილია 15 კმ-მდე
სიმაღლის ფენაში. ატმოსფერო ძირითადად აგებულია აზოტის (78,08%),
ჟანგბადის (20,95%). არგონისა (0,93%) და ნახშირორჟანგისგან (0,03%),
დანარჩენს (0,01%) შეადგენს: ინერტული გაზები, ამიაკი, წყალბადის
ჰეჰანგი, იოდი, გოგირდისა და აზოტის ჟანგეულები, რადიაქტიური ემ-
ანაციები, წყალი, მარილები, მტვერი (ტერიგენი, ვულკანური, ორგანუ-
ლი, კოსმოსური), წვის შედეგად მიღებული კვამლი და სხვა გაზები.

საერთაშორისო გეოდეზიური კავშირის 1951 წლის დადგენილებით
ატმოსფეროში არჩევენ 5 ძირითად შრეს (ქვევიდან ზევით): ტ რ ო პ ო ს -
ფ ე რ ო ს, ს ტ რ ა ტ ო ს ფ ე რ ო ს, მ ე ზ ო ს ფ ე რ ო ს, თ ე რ მ ო ს -
ფ ე რ ო ს ა და ე გ ზ ო ს ფ ე რ ო ს. აგრეთვე ამათ შორის გარდამ-
ვალ ფენებს, ანუ პაუზებს (ტროპოპაუზა, სტრატოპაუზა, მეზოპაუზა),
რომლებშიც ტემპერატურა მაქსიმუმს ან მინიმუმს აღწევს და ერთხანს
უცვლელია. ამავე დროს, ერთნაირი ქიმიური შემადგენლობის გამო, პირ-
ველ სამ შრეს უწოდებენ ჰ ო მ ო ს ფ ე რ ო ს, დანარჩენ ორს—ჰ ე ტ ე-
რ ო ს ფ ე რ ო ს, თანაც თერმოსფეროს სხვანაირად უწოდებენ
ი ო ნ ო ს ფ ე რ ო ს, ე გ ზ ო ს ფ ე რ ო ს—გ ა ფ ა ნ ტ ვ ი ს ს ფ ე რ ო ს,
ამ უკანასკნელის გარეთა ნაწილს კი—დ ე დ ა მ ი წ ი ს კ ო რ ო ნ ა ს.

ტროპოსფერო ვრცელდება 8—18 კმ სიმაღლემდე. სტრატოსფერო—
50—60 კმ-მდე, მეზოსფერო—80—85 კმ-მდე, თერმოსფერო—დაახ. 800
კმ-მდე, ეგზოსფერო—დაახლოებით 2500 კმ-მდე. დედამიწის კორონა—
უფრო ზევით. ტროპოსფეროში მოთავსებულია ატმოსფეროს მთელი

მასის 79.5%, სტრატოსფეროსა და მეზოსფეროში ერთად—დაახლოებით 20%, დანარჩენ ფენებში—0.5%.

ტროპოსფერო ძირითადად თბება მიწის ზედაპირიდან. ამიტომ ზევით მისი ტემპერატურა თანდათან მცირდება (მშრალ ჰაერში ყოველ 100 მ-ზე 1°-ით, ტენიანში—0,5—0,6°-ით) და ზედა საზღვართან მიწის 45—48°-მდე ეცემა. აქედან დაახლოებით 20 კმ სიმაღლემდე ტემპერატურა უცვლელია, ე. ი. გვაქვს ტროპოპაუზა. სტრატოსფეროში გაბნეულია ოზონის ფენები. იგი შთანთქავს მზის ულტრაიისფერ სხივებს და ათბობს ჰაერს, ამიტომ სტრატოსფეროში ტემპერატურა თანდათან მატულობს და ზედა საზღვართან +25°-ს აღწევს, აქ კი ერთხანს ჩერდება და ქმნის სტრატოპაუზას. მეზოსფერო მოკლებულია ოზონის ფენებს. ამიტომ მასში ტემპერატურა თანდათან მცირდება და ზედა საზღვართან მიწის 80—85°-მდე დადის. შემდეგ გარკვეულ პერიოდში უცვლელია და ქმნის მეზოპაუზას. თერმოსფერო გავსებულია ელექტრონებით, იონიზებული მოლეკულებითა და ატომებით და ინტენსიურად შთანთქავს მზის ულტრაიისფერ სხივებს. ამიტომ მასში ტემპერატურა მატულობს, 300—400 კმ-ზე 1000°-ს აღწევს და უფრო ზევით 3000°-საც აღემატება. ეგზოსფეროში აირის ცალკეული ნაწილაკები მოძრაობს მეორე კოსმოსური სიჩქარით (11.2 კმ/წმ) და გადის პლანეტათშორის სივრცეში.

თერმოსფერომდე ჰაერის შემადგენლობა ისეთია, როგორც ზევით აღვნიშნეთ. 60 კმ სიმაღლეზე კი იწყება ჟანგბადის, ხოლო 220 კმ-ზე აზოტის მოლეკულების ატომებად დაშლა. ამიტომ 160 კმ-ზე მოლეკულური ჟანგბადი პრაქტიკულად აღარ არსებობს და აქედან 230 კმ-მდე ატმოსფერო შედგება 65% მოლეკულური აზოტისა და 35% ატომური ჟანგბადისგან, 300—400 კმ-მდე—ატომური აზოტისაგან, 400—1400 კმ-მდე—აზოტის, ჰელიუმისა და წყალბადის ატომებისგან, უფრო ზევით კი—ძირითადად წყალბადის იონებისგან.

ტროპოსფეროში თავმოყრილია თითქმის მთელი წყლის ორთქლი, ტერიგენი და ორგანული მტვერი. ვულკანური მტერის შეტი ნაწილი, ჰვარტლი და წვის სხვა პროდუქტები. აქვე ჩნდება ღრუბლები და ხდება თითქმის ყველა ატმოსფერული მოვლენა (წვიმა, თოვლი, ქარი, ელქვი და სხვ.): სტრატოსფერო თითქმის მთლიანად მოკლებულია წყლის ორთქლს და რასაც შეიცავს, ისიც მასში უმთავრესად შეღწეულია ტროპოსფეროდან დიფუზიითა და ვულკანური ამოფრქვევებით. ამიტომ იქ არც ნალექების წარმოშობი ღრუბლებია. მინარევებიდან ეხსენება მხოლოდ ვულკანური და კოსმოსური მტვერი. მეზოსფერო კედე უფრო ღარიბია წყლის ორთქლითა და მტვერით. მართალია, ზაფხულის ნათელ დამებებში მასში ხანდახან ჩანს მნათი, ე. წ. ვერცხლის-

ფერი ღრუბლები, მაგრამ მისი წარმოშობა ჯერჯერობით აუხსნელია. თერმოსფეროსა და ეგზოსფეროში არის მხოლოდ კოსმოსური მტვერი. იონოსფეროში ხდება პოლარული ნათება, ამასთან ბასი იონიზებული ნაწილაკები გავლენას ახდენს შორეული რადიოკავშირის დამყარებაზე. ამრიგად, გეოლოგიური თვალსაზრისით, ატმოსფეროდან ძირითად როლს ასრულებს მხოლოდ ტროპოსფერო.

ამჟამად მკვლევართა უმრავლესობა იმ აზრისაა, რომ დედამიწას ატმოსფერო ძირითადად გაუჩნდა მანტიის ნივთიერებების დეგაზაციით და იმის შემდეგ, როდესაც მისი მოცულობა იმდენად გაიზარდა, რომ შეძლო გაზების შეკავება, თანაც პირვანდელი ატმოსფერო უმთავრესად შედგებოდა CO_2 -სგან (ასეთია დღეს პლანეტა ვენერას ატმოსფეროს შემადგენლობა, სადაც CO_2 97%-ია). მაგრამ დედამიწაზე წყლისა და ორგანიზმების გაჩენის შემდეგ, CO_2 -ის ნაწილი წყალმა გახსნა და ოკეანეებში შეიტანა, ნაწილი კი მცენარეებმა შთანთქა და ფოტოსინთეზის მეშვეობით ორგანულ ნივთიერებებად აქცია. ამიტომ ატმოსფეროში CO_2 -ის რაოდენობა თანდათან შემცირდა, უანგბადისა და აზოტის რაოდენობა გაიზარდა და თანამედროვე დონეს მიაღწია. მაგრამ არ არის გამორიცხული, რომ საწყის სტადიაზე ატმოსფეროს შექმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებდა აგრეთვე რადიაქტიური და ვულკანური პროცესები (უმთავრესად ანტიპროტინი უნდა იყოს წარმოშობილი მისი ინერტული აირები), რადიაქტიური ნივთიერებათა მნიშვნელოვანი ნაწილის დახარჯვის, ვულკანიზმის შენელებისა და დეგაზაციის შესუსტების შემდეგ კი—ლბობა-წყვის პროცესები. ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ თანამედროვე ატმოსფეროს გაზობრივი შემადგენლობა ძირითადად წარმოშობილია მანტიის ნივთიერებათა დეგაზაციით, რადიაქტიური, ვულკანური, ბიოქიმიური (უმთავრესად ფოტოსინთეზის) და ლბობა-წყვის პროცესებით, ამასთან უკანასკნელი ორის მნიშვნელობა მატულობს.

ატმოსფეროს შესწავლას უდიდესი გეოლოგიური და გეოქიმიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი ახდენს მზის ენერჯის გარდაქმნას და დედამიწაზე წარმართავს ე. წ. გარედინამიკურ პროცესებს, კერძოდ, მასში წარმოიქმნება ქარი და ატმოსფერული ნალექები, რომლებიც შლან და სახეს უცვლიან მიწის ზედაპირს, ტემპერატურის რყევით კი ხდება ქანების მექანიკური გამოფიტვა. გარდა ამისა, იგი ქიმიურადაც მოქმედებს ლითონფეროზე და ცვლის მის შემადგენლობას. ატმოსფერო წარმოადგენს აგრეთვე აზოტის, უანგბადის, არგონის, ნეონისა და ჰელიუმის უშრეტ მინერალურ ნედლეულს, საიდანაც ლეზულობენ კიდევ ამა ნივთიერებებს. ამავე დროს, იგი განაპირობებს დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობას, რადგან ორგანიზმებს იცავს მზის ულტრაიისფერი და კოსმოსური სხივების გამანადგურებელი მოქმედებისაგან.

ჰიდროსფერო. ოკეანეებს, ზღვებს, ტბებს, მდინარეებს, ჭაობებს, მყინვარებსა და მიწისქვეშა წყლებს ჰიდროსფერო ეწოდება. იკადემიის ირგვლივ ქმნის წყლის წყვეტალ გარსს (ბერძნ. „ჰიდრო“—წყალი; „სტაირა“—სფერო, გარსი). ტერმინი შემოღებულია ავსტრიელი გეოლოგის ვ. ზიუსის (1831—1914) მიერ 1875 წელს. მისი ქვედა საზღვარი ემთხვევა მიწისქვეშა წყლების ქვედა საზღვარს, ხედა საზღვარი კი — ძირითადად ოკეანეების დონეს, ე. ი. გეოიდის ზედაპირს. შემადგენლობის, ფიზიკური თვისებებისა და მდებარეობის მიხედვით ჰიდროსფეროში არჩევენ წყლის 4 ძირითად ტიპს: ოკეანოსფეროს, ანუ მსოფლიო ოკეანეს (ზღვები და ოკეანეები), ხმელეთის წყლებს (ტბები, მდინარეები, ჭაობები), მყინვარისა და მიწისქვეშა წყლებს. ა. ვერნადსკის გამოთვლით, ოკეანოსფეროს მოცულობა 1370,3 მლნ კმ³-ია, ხმელეთის წყლების—4 მლნ კმ³, მყინვარების—16—20 მლნ კმ³, მიწისქვეშა წყლების—400 მლნ კმ³, მთელი ჰიდროსფეროს—1,8 მლრდ კმ³. ჰიდროსფეროს წონა 1.40 · 10¹⁸ ტ. ეს იმას ნიშნავს, რომ ჰიდროსფერო მოცულობით 800-ჯერ მცირეა დედამიწისაზე და წონით მიწის ქერქზე 93-ჯერ ნაკლებია.

ჰიდროსფეროს თითოეული ნაწილი უდიდეს გეოლოგიურ როლს ასრულებს. იგი ქვემოთ არის განხილული და აქ მხოლოდ განვიხილავთ ჰიდროსფეროს წარმოშობის შესახებ გაბატონებულ აზრს.

აკად. ა. ვინოგრადოვისა და მთელი რიგი სხვა მკვლევარების შეხედულებით ჰიდროსფერო წარმოქმნილია დედამიწის მანტიის ზონური გამოდნობა-დეგაზაციით. მაგრამ ამ დროს გამოყოფილი წყლის ორთქლი, სხვა გაზებთან ერთად, გადადიოდა და თავს იყრიდა ატმოსფეროში. ამიტომ მიწის ქერქის განვითარების საწყის სტადიაზე დღევანდელი ჰიდროსფეროს მასის მნიშვნელოვანი ნაწილი მოთავსებული იყო მაწის პირვანდელ ატმოსფეროში და იქიდან დაილექა იმის შემდეგ, როდესაც ამ ატმოსფეროს წნევა და ტემპერატურა დავიდა წყლის კრიტიკულ სიდიდემდე (217 ატმოსფერო, 274°), რადგან ამ დროს მოხდა წყლის ორთქლის კონდენსაცია.

თუ დედამიწა მართლაც წარმოშობილია მეტეორიტების შეერთებით, მაშინ მიწის მანტიის ნივთიერებებს დეგაზაციით წყლის წარმოქმნა ეკვს არ იწვევს, რადგან მეტეორიტებში წყლის არსებობა დადგენილია ჯერ კიდევ 1947 წელს საბჭოთა მკვლევარ ლ. კვაშას მიერ, ხოლო შემდეგ ა. ვინოგრადოვმა და სხვებმა ქვის მეტეორიტის ზონურ გამოდნობისას მიიღეს კიდევ იგი. მაგრამ ისმის კითხვა, იწნებოდა აუ არა ეს წყალი საკმარისი ჰიდროსფეროს შესაქმნელად? ავტორის აზრით, ჰიდროსფეროს ძირითადი მასა მართლაც წარმოქმნილია დეგაზაციის

დროს უშუალოდ გამოყოფილი წყლისაგან, მაგრამ არ არის გამორიცხული, რომ ამ წყალს ემატებოდა და ემატება, აგრეთვე დეგაზაციით ან სხვა პროცესებით წარმოშობილ აირებში არსებული ჟანგბადისა და წყალბადის ერთმანეთთან შეერთებითა და უწყლო ჟანგბადნაერთებისა და წყალბადის ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნილი წყალიც, ისე როგორც ეს ხდება ლაბორატორიაში ამ ნივთიერებებზე ჩატარებული ცდების დროს ($H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2$; $H_2O_2 + H_2 \rightleftharpoons 2H_2O + 115,7$ კალ. სითბო; $CO_2 + 3H_2 \rightleftharpoons H_2O + CH_4 \dots$) აღნიშნული ნივთიერებები კი მანტიის დეგაზაციის პროდუქტებშია და ჩნდება მიწის ქერქსა და ატმოსფეროშიც სხვადასხვა პროცესების შედეგად.

როგორც ჩანს, დედამიწის პირველადი ატმოსფეროდან წყლის დალეკვა, ანუ პიდროსფეროს წარმოქმნა, მოხდა 3,5 მლრდ წლის წინათ, ვინაიდან ასეთია წყლის მონაწილეობით წარმოშობილი ყველაზე უძველესი ქანის (კონგლომერატებიქალი და სხვ.) აბსოლუტური ასაკი. ფიქრობენ, პირველადი ოკეანე თითქმის მთლიანად ფარავდა მიწის ზედაპირს და მკავე იყო, რადგან მაშინ მცირე იყო სხვაობა ამ ზედაპირის უსწორმასწორობათა სიმაღლეებს შორის და წყალში გახსნილი იყო მანტიის დეგაზაციით გამოყოფილი მძლავრი მკავეების რადიკალები. შემდეგ თანდათან შემცირდა დეგაზაციის პროდუქტები. წყალმა გახსნა ქერქის ნივთიერებების ნაწილი და დაიწყო მასთან ქიმიური ურთიერთქმედება. ამიტომ პირველადი ოკეანის მკავე წყალი თანდათან განეიტრაალდა, არქეულის მეორე ნახევარში ქლორიდულ-კარბონატული, ხოლო პროტეროზოურში ქლორიდულ-კარბონატულ-სულფატური შეიქმნა, ფანეროზოურში კი ქლორიდული გახდა.

ბ ი ო ს ფ ე რ ო. ბიოსფერო წარმოადგენს ორგანიზმებით დასახლებულ გარემოს (ბერძნ. „ბიოს“—სიცოცხლე. ეს ტერმინი შემოიღო ფრანგმა ბუნებისმეტყველმა ე. ლამარკმა (1744—1829) XIX საუკუნეში, 1875 წელს ე. ზიუსმა ბიოსფერო გამოყო. როგორც ცალკე გეოსფერო; მისი თანამედროვე ცნება და გეოლოგიურ-გეოქიმიური როლი კი განსაზღვრა ე. ვერნადსკიმ და მისმა მოწაფეებმა). იგი მოიცავს ატმოსფეროს ქვედა ფენებს ოზონის შრეებამდე (რადგან ჰარბი ოზონი და კოსმოსური სხივები დამლუპველად მოქმედებს ორგანიზმებზე), მთელ პიდროსფეროს, მაღალტემპერატურიანი, ზედმეტად მარილიანი და მკავეებით მდიდარი წყლების გამოკლებით, და ლითოსფეროს ზედა ნაწილს 2—3 კმ სიღრმემდე (მოქმედი ვულკანების კრატერებისა და გაუცივებელი ლავების გარდა), რადგან უფრო ქვევით ტემპერატურა 100° -ზე მაღალა და ორგანიზმები მას ვერ უძლებს. ამის გამო ბიოსფეროს სისქე 10—25 კმ-ია და იგი აკვის სახით აკრავს დედამიწას.

ამჟამად ჩვენს პლანეტაზე ითვლიან 1,8 მლნ-მდე ცხოველთა და 500

ათასზე მეტ მცენარეთა სახეობას. მათი საერთო მასა 10^{11} ტ-ს, ანუ მიწის ქერქის (16 კმ-მდე) წონის დაახლოებით 0,01%-ს შეადგენს. ისინი მეტწილად მოთავსებულია ზღვებსა და ოკეანეებში და უმთავრესად წარმოდგენილია პლანქტონის სახით.

ორგანიზმები შეიცავს თითქმის ყველა ქიმიურ ელემენტს, მაგრამ მთავარ როლს ასრულებს 9: ქანგბადი (70%), ნახშირბადი (18%), წყალბადი (8%), ფოსფორი (0,7%), აზოტი (0,5%), კალციუმი (0,5%), კალიუმი (0,2%), გოგირდი (0,2%) და რკინა (0,02%), რომელთა საერთო რაოდენობა 98,12%-ს შეადგენს. ამიტომ მათ წინათ ბ ი ო გ ე ნ უ რ ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ს უწოდებდნენ.

ორგანიზმები გარემოდან იღებენ და თავიანთ სხეულში მნიშვნელოვანი რაოდენობით აგროვებენ 22-მდე ქიმიურ ელემენტს, მაგრამ თვითონაც გამოყოფენ ზოგიერთებს და ამდიდრებენ გარემოს. ასეთია CO_2 და O_2 . CO_2 მუდმივად გამოიყოფა სუნთქვისა და ლბობის შედეგად და გადადის ატმოსფეროში. ამიტომ ვ ე რ ნ ა დ ს კ ი ატმოსფეროს CO_2 -ის უმეტეს ნაწილს ბიოგენურ წარმონაქმნად თვლის. მაგრამ CO_2 -ს დღისით ითვისებენ მცენარეები, ქლოროფილის მარცვლებში ფოტოსინთეზის გზით გარდაქმნიან ორგანულ ნივთიერებებად და ათავისუფლებენ ქანგბადს ($6CO_2 +$

$+6H_2O + 674$ კალსითბო $\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$). ამ გზით მცენარეებს ორგანულ ნივთიერებებში ყოველწლიურად შეჰყავთ 175 მლრდ ტ ნახშირბადი და ყოველ 3000 წელში გამოყოფენ იმდენ ქანგბადს, რამდენსაც თავისუფალი სახით შეიცავს მთელი ატმოსფერო. ამიტომ ა ვ ე რ ნ ა დ ს კ ი ა აზრით, ახლანდელი ატმოსფეროს ქანგბადი მთლიანად წარმოშობილია მცენარეებისგან.

ძირითადად ბიოგენური წარმონაქმნია აგრეთვე ატმოსფეროს აზოტი და ჰიდროსფეროს გაზებიც, რადგან ნიადაგში მცხოვრები ე. წ. დენიტრიფიკაციის ბაქტერიები შლიან აზოტისა და აზოტოვანი მკვავს მარილებს და ათავისუფლებენ აზოტს; შწვანე წყალმცენარეები ფოტოსინთეზის დროს გამოყოფენ ქანგბადს; წყალში არსებული ორგანიზმების ნაშთები ლბობისა და ხრწნის პროცესში კი — CO_2 , H_2S , H და სხვა აირებს.

არანაკლებია ბიოსფეროს როლი მიწის ქერქის შემადგენლობის შექმნა-ცვლილების საქმეშიაც, რადგან ორგანიზმები წყლიდან, ნიადაგიდან და ჰაერიდან ითვისებენ და თავიანთ ორგანიზმებში მნიშვნელოვანი რაოდენობით აგროვებენ ამა თუ იმ ნივთიერებებს, რომლისგანაც, მათი სიკუდილის შემდეგ, შესაბამის პირობებში, წარმოიქმნება გარკვეული მინერალები და ქანები. მაგალითად: წყალმცენარე დიატომების ნარჩენებისგან — დ ი ა ტ ო მ ი ტ ი; კოკლითოფორიდების, ლითოთამიუმების, ლითოფილიუმების (წყალმცენარეებია), ფორამინიფერები-

სა და სხვა ცხოველების ჯავშნებისგან—კირქვა და ცარცი; რადიოლარიების (ერთუჯრედოანი კაჟიანი ცხოველებია) ნაჭუჭებისგან — რადიოლარიტი; კაჟიანი ღრუბლების სპიკულებისგან—სპონგოლითი; მარჯნების, ხავსცხოველებისა და მოლუსკების მაგარი ნაწილებისგან—კირქვა; ხმელეთის მცენარეებისგან—ტორფი, ქვანახშირი და ნამარხი ნახშირების სხვა სახეები; უძღაბლესი მცენარეებისა და ცხოველების ცხიმოვანი ნაწილებისაგან—ავთობი; ცხოველების ჩონჩხებისა და ცხოველმოქმედების პროდუქტებისგან—ფოსფორიტები და ა. შ. ამავე დროს, წყალმცენარე ლამინარია წარმოადგენს მალანს, რადგან მისი ნაცრისგან იღებენ იოდს.

გარდა ამისა, მცენარეთა ნაშთებისგან ნიადაგში წარმოიქმნება ჰუმუსი, რომელიც ქანებზე მოქმედებს როგორც მძლავრი მკაფა, შლდს მას და გამოჰყოფს SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 და თიხური მინერალების სხვა კომპონენტებს. ამასთან ორგანიზმების ნაშთებზე მოქმედებს უამრავი ბაქტერია, იწვევს მათ ხრწნას და ხსნარებიდან გამოყოფენ მთელ რიგ ნივთიერებებს (რკინისა და მანგანუმის ბაქტერიები—რკინასა და მანგანუმს, ჟანგავენ მათ და შესაბამის ადგილებში წარმოქმნიან ამ ჟანგების მძლავრ დანაგროვებს. ფიქრობენ, ასეა წარმოშობილი კიათურა-ქერჩის მარგანეცისა და ელზას-ლოტარინგიის რკინის საბადოები).

მცენარეები და ცხოველები გვეხმარებიან აგრეთვე მინერალების ძებნის საქმეშიაც, ვინაიდან ზოგაერთი მცენარე ისე ეგუება თუთიის, ტყვიის, ლანთანოიდებისა და სხვა ელემენტების ჰარბად შემცველ გარემოს, რომ შემდეგ მხოლოდ ამ ელემენტებით მდიდარ ნიადაგზე ხარობს („გალმეის აა“, რომლის ნაცარში თუთია 13%-მდეა, იზრდება მხოლოდ თუთიის საბადოების ფარგლებში. ხურხუმა კი, რომლის ნაცარში 10%-მდე NaCl -ია,—მლაშე ნიადაგებზე და ა. შ.). ამიტომ მათ „მცენარე გეოლოგებს“ უწოდებენ. მგელს, ტურას, მელას და სხვა ცხოველებს კი სოროების თხრისას გარეთ გამოაქვთ იქ არსებული მადნების ნატეხები, ხოლო სპეციალურად გაწვრთნილი ძაღლები უფრო ადრე პოულობენ სასურველ მინერალს, ვიდრე გეოლოგები.

შაგრამ ყველაზე მძლავრი ბიოგეოქიმიური და გეოლოგიური ფაქტორი მაინც ადამიანია, რადგან იგი გარემოდან გამუდმებით იღებს ამა თუ იმ წიაღისეულს და აღარბიებს მას ამ ნაერთებით, თანაც ქმნის ახალ-ახალი ტიპის რეაქციებს და აჩქარებს დედამიწაზე მიმდინარე გეოქიმიურ პროცესებს; ხელოვნურად ცვლის დედამიწის გარეგანი გარსების ქიმიურ შემადგენლობას და ა. შ.

რაც შეეხება ლითოსფეროს, იგი გეოლოგიის კვლევის უშუალო ობიექტია და საჭიროა უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ.

ლითოსუარი (მინის ქარქი)

ლითოსუარი წარმოადგენს დედამიწის სულ ზედა, მყარ ფენას, რომელიც მოთავსებულია ატმოსფერო-ჰიდროსფეროსა და მანტიას შორის (ბერძნ. „ლითოს“, — ქვა). ამიტომ მას მიწის ქერქსაც უწოდებენ. ამ გარსის რელიეფისა და ქიმიური შემადგენლობის შესახებ ზევით გვქონდა საუბარი, ამიტომ აქ შევეხებით მხოლოდ მის აგებულებასა და ნივთიერ შემადგენლობას.

მიწის ქერქის აგებულება. მიწის ქერქის აგებულების გასარკვევად ძირითადად ეყრდნობიან სეისმურ მონაცემებს. ამ გზით დადგენილია, რომ ქერქის სულ ზედა ნაწილში სიგრძივი სეისმური ტალღების სიჩქარე (v_p) წამში საშუალოდ 4,4 კმ-ია, განივის (v_s)—2,7 კმ, საშუალო სიმკვრივე—2,7 გ/სმ³, ე. ი. ისეთი, რაც დამახასიათებელია ე. წ. დანალექი ქანებისათვის. ამიტომ ლითოსფეროს ამ ნაწილს დანალექი საფარს, ანუ სტრატისფეროს უწოდებენ. იგი მოიცავს თითქმის მთელ ხმელეთს და არსებობს ოკეანეების ფსკერის უმეტეს ფართობზედაც.

კონტინენტების ფარგლებში დანალექი საფარის ქვეშ, საშუალოდ წამში 5,6 კმ-ია, v_p —3,25 კმ, საშუალო სიმკვრივე—2,8 გ/სმ³, ე. ი. ისეთი, როგორც ახასიათებს გრანიტებსა და მის მონათესავე კრისტალურ ქანებს. ამიტომ ამ ფენას პირობითად „გრანიტულ ფენას“ უწოდებენ. იგი გავრცელებულია ხმელეთის ტერიტორიაზე და ოკეანეების ფსკერის კიდურ ნაწილებში, ე. ი. კონტინენტურ არეში.

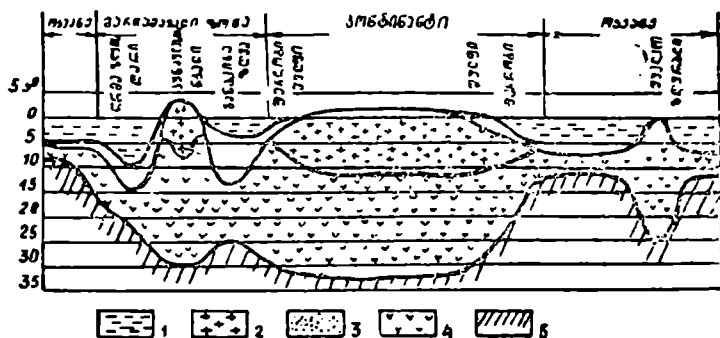
გრანიტული ფენის ქვეშ, საშუალოდ წამში 6,7 კმ-ია, v_p —4 კმ-მდე, საშუალო სიმკვრივე—2,9 გ/სმ³, ე. ი. ისეთი, როგორც დადგენილია ბაზალტებსა და მისი სიმკვრივის ქანებში. ამიტომ ქერქის ამ ნაწილს პირობითად ბაზალტურ შრეს უწოდებენ. იგი ზევიდან შემოსაზღვრულია ე. წ. კონკრეტის ზედაპირით. ქვევიდან-მოპოროვინიის სეისმური გამოყოფით უწყვეტი ფენაა და გვხვდება ოკეანეების ფსკერზედაც.

1961 წელს და შემდეგ წყნარი და ატლანტის ოკეანეების ფსკერის მრავალ ადგილზე დანალექი საფარის ქვეშ აღმოაჩინეს ისეთი ქანები, რომლებშიც v_p წამში 4-დან 6 კმ-მდეა. იგი თავზე ადევს ბაზალტურ შრეს. ამიტომ მას ბაზალტზედა ფენას უწოდებენ.

ამრიგად, კონტინენტების ფარგლებში მიწის ქერქი შედგება „დანალექი საფარის“, „გრანიტული ფენისა“, და „ბაზალტური შრისაგან“, ოკეანეების ფსკერზე კი: „დანალექი საფარის“, „ბაზალტზედა ფენისა“ და „ბაზალტური შრისაგან“. ეს იმას ნიშნავს, რომ მიწის ქერქი აგებულია ორი ძირითადი ტექტონიკური და გეომორფოლოგიური ერთეულის—კონტინენტური ბელტებისა და ოკეანური აუზების—

გან. ამიტომ მასში არჩევენ კონტინენტური და ოკეანური ტიპის ქერქებს, თუმცა ვ. ხაინი (1961; 1971 წწ.) და ზოგიერთი სხვა მკვლევარი გარდამავალი ტიპის ქერქსაც გამოყოფს. მას გულისხმობენ კუნძულების რკალების (ალეუტის, კურილის და სხვ.) ფარგლებში და ფიქრობენ, რომ იგი მომავალში შეეზრდება კონტინენტს (ნახ. 9).

დანალექი საფარი შედგება სხვადასხვა დანალექი ქანებისგან. კონტინენტურ ქერქში მისი სისქე საშუალოდ 10—15 კმ-ია (პროფ.



ნახ. 9. მიწის ქერქის აგებულების სქემა ვ. ხაინის მიხედვით:

- 1—წყალი; 2—დანალექი საფარი; 3—გრანიტული ფენა; 4—ბაზალტური შრე;
5—შუალედო გარსი (მანტია).

ბ. ბალაევიძისა და გ. თვალთვაძის 1964 წლის მონაცემებით ანაკლია-ყარსის კრილში—0—20 კმ), ოკეანურში—1—2 კმ. გრანიტული ფენა აგებულია გრანიტების, გრანოდიორიტების, გნეისების, კრისტალური ფიქლებსა და სხვა ამგვარი ინტრუზიულ-მეტამორფული ქანებისაგან. მისი სისქე 10—15 კმ-მდეა (ევროპის დაბლობ ადგილებში—15 კმ, კავკასიონისა და სხვა მაღალ მთებში—50 კმ-მდე, ანაკლია-ყარსის კრილში—5—25 კმ). ბაზალტზე და ფენა წარმოდგენილია ბაზალტური ლავებისა და დანალექი ქანების მორიგეობისგან. მასი საშუალო სისქე 1—2 კმ-ია. ბაზალტური შრე კი შედგენილია ბაზალტების, ლიბაზებისა და სხვა ამნაირი დრეკადობის მქონე ფიქ ქანებისგან. კონტინენტურ ქერქში მისი სისქე 15—30 კმ-ია (ბაქნურ ვაკეებზე—20—25 კმ, ახალგაზრდა მთებში—15—20 კმ, ანაკლია-ყარსის კრილში—საშუალოდ 25 კმ), ოკეანურ ქერქში კი საშუალოდ—5 კმ.

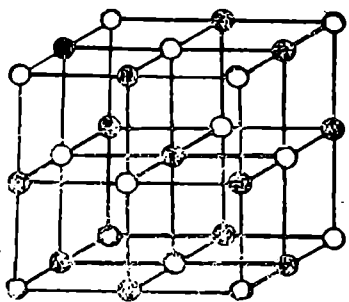
ამრიგად, კონტინენტური ქერქის სისქე 25—80 კმ-ია (საშუალოდ—30—40 კმ), ოკეანურის—3—28 კმ (საშუალოდ—5—10 კმ), მთელი მიწის ქერქისა კი—3—80 კმ.

მიწის ქერქის ნივთიერი შემადგენლობა. მიწის ქერქს შედგება დღეს ცნობილი ყველა ქიმიური ელემენტისგან. ეს ელემენტები მასში განაწილებულია კანონზომიერად და ქმნის მინერალებსა და ქალებს.

მინერალები. მინერალი ეწოდება დაახლოებით ერთგვაროვანი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მქონე ბუნებრივ სხეულს — ქიმიურ ელემენტს, მათ ნაერთს, ან ამ ნაერთთა მექანიკურ ნარევეს. რომლისგანაც აკებულია ქანები და მადნები. იგი წარმოიშობა მიწის ქერქში ან მის ზედაპირზე მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური ან ბიოლოგიური პროცესების შედეგად. შეიძლება იყოს მყარი (კვარცი, კალციტი და სხვ.), თხევადი (წყალი, ვერცხლისწყალი, ნავთობი) და გაზობრივი (ნახშირორჟანგი, გოგირდწყალბადი და სხვ.), და შედგებოდეს ერთი (ოქრო, პლატინა და სხვ.) ან რამდენიმე ქიმიური ელემენტისგან (კვარცი, ორთოკლაზი და ა. შ.). სახელი წარმოდგება გვიანლათინური სიტყვის „მინერასგან“, რაც ნიშნავს მადანს. მინერალებს სწავლობს მეცნიერება—**მინერალოგია**.

ამჟამად არჩევენ 2500-ზე მეტ მინერალს და 4000-მდე სახესხვაობას. მათი უმრავლესობა კრისტალებია, დანარჩენი—ამორფული სხეულები.

კრისტალი ეწოდება ყოველმხრივ სიმეტრიული შემოსაზღვრულ მინერალს. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ მასში ატომები, მოლეკულები და იონები განლაგებულია ისე, რომ ქმნის წესიერ სივრცობრივ მესერს. ე. ი. გარკვეულ გეომეტრიულ ფორმას (ნახ. 10). კრი-



ნახ. 10. სუფრის მარილის კრისტალური მესერი (შავი ბირთვები ნატრიუმის იონებია, თეთრები—კლორის).

სტალის წახნაგების ერთმანეთთან გადაკვეთის ადგილს ჰქვია **წიბო**, წიბოების უოთიერთგადაკვეთისას—**წვერო**. მოსაზღვრე წახნაგები ურთიერთშორის ქმნის კუთხეს, რომელიც ერთი და იგივე ნივთიერების კრისტალში ყოველთვის ერთნაირი სიდიდისაა. ამ მოვლენას **კუთხეთა მუდმივობის კანონი** ეწოდება. იგი დიდ დახმარებას გვიწევს გარეგნულად მსგავსი მინერალების ერთიმეორისგან განსასხვავებლად.

კრისტალთა უმეტესობა სიმეტრიული სხეულებია. **სიმეტრიული** ეწოდება ისეთ კრისტალს, რომელშიც წახნაგები, წვეროები და კუთხეები განლაგებულია ისე, რომ კრისტალს 360°-ით შემობრუნებისას ისინი კანონზომიერად მეორდება. ყველა მათგანს გააჩნია **სიმეტრია**.

ეს სიბრტყე, სიმეტრიის ღერძი და სიმეტრიის ცენტრი. ამთ სიმეტრიის ელემენტები ჰქვია.

სიმეტრიის სიბრტყე ეწოდება ისეთ სიბრტყეს, რომელიც სხეულს ჰყოფს ორ სრულიად თანაბარ, ანუ ისეთ ნაწილებად, რომლებიც ესე ჰგვანან ერთმანეთს, როგორც ყოველი სხეული მის გამოსახულებას სარკეში. მისი სიმბოლოა P . იგი კრისტალში შეიძლება იყოს ერთიდან 9-მდე ჩათვლით. ორი სიმეტრიის სიბრტყეს აღნიშნავენ $2P$ -თი, სამს— $3P$ -თი და ა. შ.

სიმეტრიის ღერძი ეწოდება ისეთ წარმოსახვით ხაზს, რომლის ირგვლივ კრისტალის 360° -ით შემობრუნებისას მისი მსგავსი ნაწილები (წახნაგები, წიბოები, წვეროები) სიმეტრიულად მეორდება. ე. ი. იკავებს იმ მდებარეობას, რაც შემობრუნებამდე ჰქონდათ. თუ კრისტალის ერთი სრული შემობრუნებისას ერთნაირი წახნაგი ან სხვა ფორმა გამეორდა ორჯერ, ასეთ ღერძს ჰქვია მეორე რიგის ღერძი, თუ სამჯერ—მესამე რიგის და ა. შ. კრისტალში შეიძლება იყოს მეორე, შესამე, მეოთხე და მეექვსე რიგის ღერძები. ამასთან, ერთ კრისტალში—ორი ან რამდენიმე ერთნაირი, სხვადასხვანაირი, ან ყველა ღერძი ერთად. სიმეტრიის ღერძს აღნიშნავენ L -ით ან g -თი, მეორე რიგის ღერძს— $L_2(g_2)$ -თი, მესამე რიგისას— L_3 -თი, ორი მეორე რიგის ღერძს— $2L_2$ -თი და ა. შ.

სიმეტრიის ცენტრი ეწოდება სიმეტრიის ღერძების ურთიერთ გადაკვეთის ადგილს, ანუ კრისტალში ისეთ წერტილს, რომლიდანაც მისი ერთნაირი წახნაგები, წიბოები და წვეროები დაცილებულია თანაბარი მანძილით. იგი აღინიშნება ასო C -თი და კრისტალში არის მხოლოდ ერთი ან სულ არა.

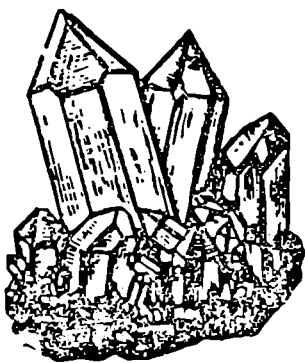
ერთნაირი სიმეტრიის ელემენტების მქონე კრისტალები შეადგენს ერთ კლასს, ანუ სიმეტრიის სახეს, მსგავსი კლასები—სინგონიას, ანუ სიმეტრიის კლასების ჯგუფს, მსგავსი სინგონიები კი—კატეგორიებს. ამჟამად არჩევენ სიმეტრიის 32 კლასს, 7 სინგონიასა და სამ (დაბალი, საშუალო და მაღალი) კატეგორიას. ეს სინგონიებია: ტრიკლინური (აგირული), მონოკლინური (მონოგირული), რომბული (დიგირული), ტრიგონული (ტრიგირული), ტეტრაგონული (კვადრატული, ტეტრაგირული), ჰექსაგონური (ჰექსაგირული) და კუბური (პოლიგირული). პირველი სამი სინგონია შეადგენს დაბალ კატეგორიას, მეორე სამი—საშუალო კატეგორიას, კუბური—მაღალ კატეგორიას.

ტრიკლინური სინგონიის კრისტალებს გააჩნია მხოლოდ ცენტრი, ან ისიც არა, დანარჩენ სინგონიებს კი სიმეტრიის ელემენტთა შემდეგი მაქსიმალური რიცხვი: მონოკლინურს — L_2PC , რომ.

ბულს— $3L_23PC$, ტრიგონულს — L_33L_23PC , ტეტრაგონულს — L_44L_25PC , ჰექსაგონულს — L_66L_27PC , კუბურს— $3L_44L_36L_29PC$.

ერთნაირი წახნაგებით შემოფარგლულ კრისტალს ჰქვია მარტივი ფორმა, განსხვავებულწახნაგებიანს—რთული, სრულწახნაგოვანს—იდიომორფული, ერთმანეთთან შეზრდილს — ტყუპი (მრჩობელი). ზოგჯერ ერთი და იგივე ქიმიური შემადგენლობის ნივთიერება კრისტალდება სხვადასხვა სინგონიაში, ხანდახან კი—სხვადასხვა ნივთიერება ერთსა და იმავე სინგონიაში. პირველ მოვლენას ეწოდება პოლიმორფიზმი (მრავალფორმიანობა), მეორეს—იზომორფიზმი (თანაბარფორმიანობა).

ცალკეულ შემთხვევებში მინერალს აქვს ისეთი გარეგანი ფორმარომელიც არაა დამახასიათებელი მისი შინაგანი სტრუქტურისთვის. ამ მოვლენას ჰქვია ფსევდომორფიზმი (ცრუფორმიანობა). მას ადგილი აქვს იმ დროს, როდესაც მინერალი ავსებს სხვა კრისტალის ან რომელიმე სხეულის (ნიჟარა და სხვ.) გახსნის შემდეგ ქანში დარჩენილ სივარტელს. ხანდახან მრავალი კრისტალი აღმართულია ერთ საერთო სუბსტრატზე, თავისუფალ მხარეზე კარგად არის განვითარებული და მოგვავაგონებს ჯაგრისს. კრისტალთა ასეთ ჯგუფს დრუზა ეწოდება (ნახ. 11). აქა-იქ კრისტალები გამოიყოფა სივარტელების კედლებზე.



ნახ. 11. მთის ბროლის დრუზა.

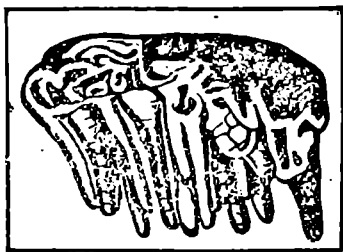
მაგრამ მთლიანად ვერ ავსებს მას. ასეთ წარმონაქმნს ეწოდება ჰქვია. კრისტალები მეტწილად მცირე ზომის სხეულებია, მაგრამ ზოგჯერ გიგანტურ სიდიდეს აღწევს. მაგალითად, 1914 წლის ზაფხულში უკრაინაში (ვოლინის მაღლობზე) ნაპოვნი კვარცის კრისტალის სიგრძე 2,7 მ-ია, სიგანე—1,5 მ, წონა—10 ტ-მდე. ამას წინათ. ყაზახეთში აღმოჩენილი მთის ბროლის კრისტალის წონა—70 ტ, ბრაზილიაში ნაპოვნის—40 ტ და ა. შ. ცნობილია თაბაშირის ისეთი კრისტალიც, რომლის სიგრძე ასეული მეტრებია. კრისტალებს სწავლობს მეცნიერება—კრისტა-

ტალოგრაფია. მინერალთა მეორე ჯგუფს შეადგენს ამორფული, ანუ უფორმო (არაკრისტალური) სხეულები. ამათში ატომები, მოლეკულები და იონები განლაგებულია უწყსრიგოდ. ამიტომ ისინი მოკლებულია გარკვეულ გეომეტრიულ ფორმას. ასეთია სითხეები, გაზები, ლიმონიტი, ოპალი,

ველკანური მინა და ა. შ. ამის გამო, კრისტალების საწინააღმდეგოდ, ამორფული მინერალები იზოტროპული, ანუ ყველა მიმართულე-ბით ერთნაირი ფიზიკური თვისებების მქონე სხეულებია, ამასთანავე არ გააჩნიათ გარკვეული დნობის ტემპერატურა და გახურებისას კი არ დნებიან, არამედ რბილდებიან. მათი ნაწილი ლაბისებრი „მყარი სითხეებია“ და გვაძლევს მოელვარე ბორცვოვანი ზედაპირის მქონე ნაღწ-ფორმებს (ნახ. 12).

ზვირად ცალკე გამოყოფენ ე. წ. კოლოიდურ ნივთიერე-

ბებს. ისინი ისეთი ნვთიერე-ბებია, რომლებიც შედგებიან დის-პერსიული გარემოსა (ჰაერი, წყა-ლი, კრისტალური ნივთიერება და სხვ.) და 10^{-4} -დან 10^{-6} მმ-მდე დიამეტრის ნაწილაკებისგან. ასეთია კაოლინიტი, ალოფანი, მონტმორილონიტი და სხვა თი-ხური მინერალები, აგრეთვე თაა-ლი, ალუმინის, რკინისა და მარ-



ნახ. 12. რკინის ჟანგის ნაენი ფორმა.

განეცის ჰიდროჟანგები. გარკვეულ პირობებში ისინი კარგავენ წყალს, იწყებენ დაკრისტალებას და გვაძლევენ კრისტალურმარცვლოვან, ბოქ-კოვან ან რადიალურ-სხივურ აგრეგატებს.

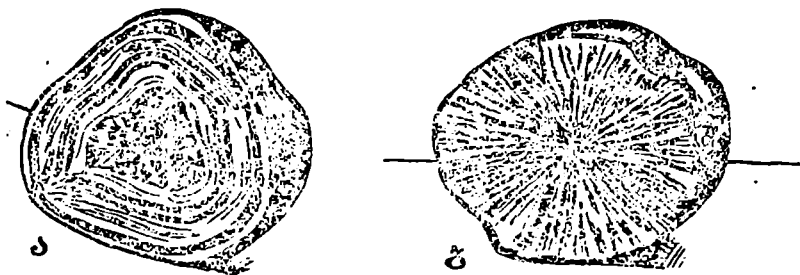
ზემოაღნიშნულის გარდა, ბუნებაში მინერალები არსებობს აგრეთვე დენტრიტების, კონკრეციების, სეკრეციების, თოლითებისა და სხვა ფორმის სხეულების სახით. დენტრიტი წააგავს ხავსს ან ხესავით დატოტილია, წარმოიშობა შრეთაშორის არეში და ვიწრო ნაპრალებში მინერალების სწრაფი დაკრისტალებით. ზვირად ახა-სიათებს სპილენძსა და მარგანეცს. კონკრეცია კონცენტრული ან რადიალურ-სხივური აგებულების სფერული, თვალური ან წაგრძელებუ-ლი მინერალური სხეულია, წარმოიშობა ფოროვან დანალექ ქანებში, იზრდება ცენტრიდან პერიფერიებისკენ. სეკრეციაც ასეთივე ფო-რმისაა, მაგრამ იზრდება პერიფერიებიდან ცენტრისკენ (ნახ. 13). თოლითები კი ქვიშის ან ბაქტერიების ირგვლივ კონცენტრიულად დალექილი მინერალების მცირე ზომის მომრგვალო მარცვლებია.

ყველა მინერალს ახასიათებს გარკვეული ფიზიკურ-ქიმიური თვისე-ბა. აქედან, მინერალების მაკროსკოპული (შეუიარაღებელი თვალით) გა-მოცნობისათვის უფრო მეტად იყენებენ: ფერს, შტრიხს, ელვა-რებას, ტკეჩვადობას, მონატეხს, სიმაგრეს, კუთრ-წონასა და მარილმჟავაში ხსნადობას.

მინერალის ფერი დამოკიდებულია მის ქიმიურ შემადგენლობასა-

(ზეფერვის თვისების ელემენტების—Ti, V, Mn, Cr, Fe, Co, Mo, W შემცველობაზე) და მინარევებზე, უმეტესად—უჯანასკნელზე. ამიტომ ერთსა და იმავე მინერალს ხშირად სხვადასხვა ფერი აქვს და სხვადასხვა მინერალი: —ერთნაირი. ფერის განსაზღვრის დროს ეტალონად იყენებენ ყველაზე მეტად ცნობილი სხეულების ფერს (რძე, სისხლი, ოქრო და სხვ.) და ამბობენ, რომ მინერალს აქვს რძისებრ თეთრი, სისხლისებრ წითელი და სხვა ამგვარი ფერები.

შტრიხი ეწოდება ხაზის ფერს, რომელსაც მინერალი ტოვებს მოუქიქავ ფაიფურის ფირფიტაზე წვეტით გასმისას. იგი შეესაბამება



ნახ. 13 სეკრეცია (ა) და კონკრეცია (ბ).

მინერალის ფერს დაფუძნებულ მდგომარეობაში და ზოგჯერ მკვეთრად განსხვავდება დაფუძნებლის ფერისგან. მაგალითად, პირიტი დაფუძნამდე ჩალისებრ ყვითელია, დაფუძნებლი შავი.

ელვარება ეწოდება მინერალის ბრწყინვის უნარს. იგი გამოწვეულია მისი ზედაპირიდან არეკლილი სხივებით და დამოკიდებულია ამ სხივების რაოდენობასა და გარდატეხის მაჩვენებელზე. არჩევენ: ლითონურ, ლითონისებრ და არალითონურ ელვარებას, უჯანასკნელში კი: მინისებრ, ალმასისებრ, ცხიმოვან, ფისისებრ, სადაფისებრ და აბრეშუმისებრ ელვარებებს.

ტკეჩვადობა ეწოდება მინერალის ამა თუ იმ მიმართულებით გახლეჩის უნარს. იგი ახასიათებს მხოლოდ კრისტალურ ნივთიერებებს და გამოწვეულია სხვადასხვა მიმართულებით ნაწილაკების შეკავშირების განსხვავებული სიმტკიცით. არჩევენ: იდეალურ, სრულ, საშუალო, არასრულ და სუსტ ტკეჩვადობებს. იდეალური ტკეჩვადობის მინერალი ფრჩხილით იხლიჩება (ქარსები), სრულის—ჩაქურჩის ოდნავი დარტყმით (ქვამარილი, კალციტი), საშუალოს—ჩაქურჩის უფრო ძლიერი დარტყმით (ოქრო, მაგნეტიტი) და ა. შ. მინერალი,

რომლის ნაწილაკები ყველა მიმართულებით ერთნაირი სიძლიერით არის 'შეკავშირებული, არ იტყვიება.

მონატეხი ეწოდება ტყეჩადობის საწინააღმდეგო მიმართულებით მინერალის გატეხისას მიღებულ ზედაპირს. იგი შეიძლება იყოს სწორი, ნიჟარისებრი, მარცვლოვანი, ხიქვოვანი და სხვა.

სიმაგრე ეწოდება გარეგანი მექანიკური ზემოქმედებისადმი მინერალის წინააღმდეგობის გაწევს უნარს. იგი დამოკიდებულია მინერალის ნაწილაკებს შორის მანძილზე და მათი შეკავშირების სიმტკიცეზე. გერმანელმა ფ. მოოსმა (1773—1893) სიმაგრის მიხედვით მინერალები დაყო 10 ჯგუფად და მოგვცა შემდეგი სკალა: 1—ტალკი; 2—თაბაშირი; 3—კალციტი; 4—ფლორიტი; 5—აპატიტი; 6—ორთოქლაზი; 7—კვარცა; 8—ტოპაზი; 9—კორუნდი; 10—ალმასი.

ამ სკალაზე მინერალები ისეა დალაგებული, რომ ყოველი მათგანი კაწრავს წინა რიგისას და იკაწრება მომდევნო რიგის მინერალებით, ე. ი. წინა რიგის მინერალებზე მაგარია და მომდევნოებზე რბილი, თანაც რიგითი ნომერი გამოსახავს მის სიმაგრეს (ტალკის სიმაგრე ერთია, კვარცის—7 და ა. შ.), მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ამ სკალის ყოველი მინერალი წინაზე ერთჯერ მაგარია და ამდენადვე ნაკლებია მომდევნოზე, რადგან ალმასი კვარცზე სამჯერ კი არა, ცხრაჯერ, ხოლო ტალკზე 4191-ჯერ მაგარია. ამიტომ მოოსის სკალაზე მოცემულ მინერალთა სიმაგრეები შეფარდებითია. მიუხედავად ამისა, ეს სკალა მაინც იხმარება, რადგან ადვილი გამოსაყენებელია.

სიმაგრის გაზარკვევად ზოგჯერ ხმარობენ აგრეთვე რბილ ფანქარს (მისი სიმაგრე ერთია), ფრჩხილს (2—2,5), სპილენძის ფულს (3,5—4), ნემსს (3—5), მინის ნატეხს (5), დანას (5—6), ქლიბს (7) და სხვა საგნებს, ზუსტად განსაზღვრისათვის კი—სპეციალურ ხელსაწყოებს სკლერომეტრებს. საერთოდ, მინერალთა მეტი ნაწილის სიმაგრე 2-დან 6-მდეა, უფრო მაგრები ფოლადით იკვესება.

კუთრი წონა ეწოდება 1 სმ³ ნივთიერების წონას გრამებში. იგი 0,6-დან 23-მდე აღწევს. ყველაზე მსუბუქია ნავთობი (0,6—1), ყველაზე მძიმე (22,6)—პლატინიანი ირიდიუმი და ოსმიუმიანი ირიდიუმის ჯგუფის ზოგი სხვა მინერალი საერთოდ, კუთრი წონის მიხედვით არჩევენ: მსუბუქ (2,5-მდე), საშუალო (2,5—4-მდე) და მძიმე (4-ზე მეტი) მინერალებს. მსუბუქია: ნავთობი, ქვანახშირი, გოგირდი, ქვამარილი და სხვ., საშუალო—კალციტი, კვარცი, ქარსები, მძიმე კი—სპილენძი, რკინის მადნების მეტი ნაწილი, ხალასი ლითონები და ა. შ. ქვანებში ყველაზე მეტად გავრცელებულია 2,5—3,5 კუთრა წონის მინერალები. ველზე კუთრა წონას საზღვრავენ ხელით, მაგრამ ამ გზითაც ად-

ვილი შესამჩნევია, რომ ბარიტი ბევრად მძიმეა, ვიდრე დაახლოებით ომავე სიდიდის კალციტი. კალციტისა და დოლომიტის ერთმანეთისაგან განსასხვავებლად საჭიროა მარილმჟავაში ხსნადობის ცოდნა, რადგან ეს მინერალები მთელი რიგი თვისებებით (ფერი, კრისტალური ფორმა და სხვ.) ძლიერ ჰგავს ერთიმეორეს. მაგრამ კალციტი ადვილად იხსნება ამ მჟავაში, დოლომიტი კი ძნელად.

ყველა მინერალს ახასიათებს წარმოშობის გარკვეული პირობები. ამ თვალსაზრისით არჩევენ მინერალების სამ მთავარ ჯგუფს: მაგმურს (ენდოგენურს), დანალექსა (ეგზოგენურს) და მეტამორფულს.

მაგმური მინერალი ეწოდება მაგმაში შემავალი ნივთიერებებისგან წარმოშობილ წარმონაქმნს, მაგმა კი წარმოადგენს მიწის სიღრმეში არსებულ, აქროლადი ნივთიერებებით მდიდარ, გამდნარ სილიკატურ მასას. მინერალთა ამ ჯგუფში არჩევენ: საკუთრივ მაგმურ (მაგმის მთავარი მასის დაკრისტალებით წარმოქმნილი), პეგმატიტურ (მაგმის მთავარი მასის დაკრისტალების შემდეგ დარჩენილი ნაწილის დაკრისტალებით წარმოშობილი), პნეგმატიტურ (მაგმიდან გამოყოფილი გაზობრივი ნივთიერებების ერთიმეორეზე ან ადრე წარმოშობილ ქანებზე მოქმედებით მიღებული) და ჰიდროთერმულ, ანუ მაგმიდან გამოყოფილი ცხელი წყალხსნარებიდან წარმოქმნილ მინერალებს.

დანალექი მინერალები წარმოშობილია ქანების გამოფიტვით (კაოლინი, ქვიშრობის მინერალები და სხვ.), ამა თუ იმ აუზის წყლის აორთქლებით, ან ამ აუზებში ქიმიური და ბიოქიმიური დაღვწევით, მეტამორფული მინერალები კი—მიწის ღრმა ზონებში მაგმური და დანალექი მინერალების გარდაქმნით, რასაც ოქსიდის არსებული მაღალი წნევა, მაღალი ტემპერატურა, წყლის ორთქლი და სხვა გაზები ამიტომ დანალექსა და მეტამორფულ მინერალებს მეორეულ მინერალებს უწოდებენ, მაგმურს—პირველადს.

ალსანიშნავია, აგრეთვე, ე. წ. პარაგენეტიკური მინერალები. ესენი წარმოიშობიან ერთნაირ პირობებში და გვხვდებიან ერთმანეთთან (ოქრო, კასიტერიტი, ვოლფრამიტი და სხვა), რაც ნიშნავს: თუ სადმე ვნახეთ ერთი მათგანი, იქვე იქნება სხვა, მისი თანამგზავრი მინერალებიც.

გენეზისს გარდა, მინერალებს აჯგუფებენ სხვა თვისებების მიხედვითაც, მაგრამ ამჟამად ყველაზე მეტად გავრცელებულია მათი ქიმიური და სტრუქტურული კლასიფიკაცია. ამ თვალსაზრისით არჩევენ მინერალების შემდეგ 9 კლასს: ხალასელემენტებს, სულფიდებს, ქანგებსა და ჰიდროქანგებს, პალოიდურ ნაერთ-

თებს, კარბონატებს, სულფატებს, ფოსფატებს, სილიციტებსა და ორგანულ ნაერთებს. აქედან ძირითადი მხოლოდ მთავარქანთაშენი, ანუ ისეთი მინერალები, რომლებიც ან მთლიანად ქმნის ქანებს, ან მთავარ როლს ასრულებენ მათ შექმნაში (წედიან ქანებში 5%-ზე მეტი რაოდენობით).

ხალასი ისეთი ელემენტებია, რომლებიც ბუნებაში გვხვდება თავისუფალი სახით. ამჟამად ცნობილია 50-მდე ასეთი მინერალი (ოქრო, ვერცხლი, პლატინა, სპილენძი, ნახშირბადი—ალმასი, გრაფიტი და სხვ.). ისინი მიწის ქერქში შედიან მცირე რაოდენობით, მაგრამ ადამიანთა პრაქტიკაში დიდ როლს ასრულებენ.

სულფიდები ეწოდება გოგირდმეტალნაერთებს. ამჟამად ცნობილია 250-მდე ასეთი მინერალი, მაგრამ, როგორც მადნები ყველაზე მეტი პრაქტიკული მნიშვნელობისაა პირიტი (FeS_2), გალენიტი (PbS), სფალერიტი (ZnS), მოლიბდენიტი (MoS_2), სინგური (HgS), რეალგარი (AsS), აურიპიგმენტი (Sb_2S_3) და სხვ. ქანებში ეს მინერალებიც ნაკლებ როლს ასრულებს (ვ. ვერნადსკის გამოთვლით, მიწის ქერქში მათი რაოდენობა არ აღემატება მთელი ქერქის წონის 0.15%-ს).

უანგები და ჰიდროქსიდები წარმოადგენს სხვადასხვა ელემენტების უანგბადოვან და მათ წყლიან ნაერთებს. ასეთია: კვარცი (SiO_2), კორუნდი (Al_2O_3), პიროლუზიტი (MnO_2), ჰემატიტი (Fe_2O_3), მაგნეტიტი (Fe_3O_4), ლიმონიტი ($HFe^{++}O_3 \cdot nH_2O$), ჰიდრარგილიტი [$Al(OH)_3$]. ოპალი ($SiO_2 \cdot nH_2O$) და სხვა. მათი რაოდენობა მიწის ქერქში 17%-მდეა, მაგრამ მთავარი ქანთაშენია კვარცი.

კვარცი სტრუქტურის მიხედვით ეკუთვნის კარკასულ სილიკატებს, კინიური შემადგენლობით კი—უანგებს. იგი ტრიგონულ სინგონიაში და კრისტალურ სინგონიებშია. რომბულს ტრიდიმიტი ჰქვია, ტეტრაგონულს—ტრიტობალიტი, წარმოშობილია საკუთრივ მაგმური, ჰიდროთერმული, პნევმატოლითური, მეტასომატური (ხსნარების ქიმიური მოქმედებით ქანის ერთი მინერალის შეცვლა მეორეთი) და ეგზოგენური პროცესებით. ახასიათებს: ფერი—ყოველგვარი, გამჭვირვალედან შავამდე (გამჭვირვალეს მთის ბროლი ჰქვია, შავს—მორიონი, გამჭვირვალე ყვითელს—ციტრინი, გამჭვირვალე იისფერს—ამეთვისტო, მწვანეს—პრაზემა, გაუმჭვირვალე თეთრს—ჩვეულებრივი კვარცი და ა. შ.); ელვარება—მინისებრი, მონატეხზე—ცხიმოვანი; ტექჩადობა—ცუდი; მონატეხი—უსწორო, ხიჭვოვანი, ნიჟარისებრი; სიმკვარე—7, ხვედრითი წონა — 2,65. იხსნება მხოლოდ HF-ში

კვარცის ფარულკრისტალურ სახეობებს ეწოდება ქალციდონი, წყლიანს, ამორფულს—ოპალი, თეთრ. ნაცრისფერ ან მტრედისფერ ქალციდონს—საკუთრივ ქალციდონი, ნაცრისფერ ზოლებრივს—აკატი (ონიქსი), წითელსა და ყვითელს—კარნეოლი, მწვანეს—ხრიზოპრაზი, კუჭყიანს—კაჟი და ა. შ.

კვარცი შედის თითქმის ყველა ქანში, განსაკუთრებით ბევრია ე. წ. მჟავე ქანებში. მიწის ქერქში მისი ჯგუფის მინერალების რაოდენობა 12.6%-ია. იგი გამძლე მინერალია და დიდი რაოდენობით გვხვდება ქვიშრობებში, ზოგჯერ თვითონ ქმნის ქანს—კვარციტს.

პალიოდიური ნაერთები ფტორ-ქლორბრომ და იოდწყალბადების მარილებია. ქმნის დაახლოებით ასამდე მინერალს, მაგრამ უფრო მეტად გავრცელებული და პრაქტიკული ღირებულებისაა პალიტი (ქვამარილი), სილვინი, კარნალიტი და ფლუორიტი. პირველი სამი ხანდახან ქმნის დიდ დანაგროვებს და წარმოადგენს ქანს.

პალიტი (NaCl) გამჭვირვალე, უფერო, თეთრი, ან ზოგჯერ სხვა ფერის მინერალია. კრისტალდება კუბურ სინგონიაში. გვხვდება მარცვლოვანი, მკვრივი, ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით. სხვა მარილებთან ერთად ქმნის შრეებს, ლინზებს, ბუდეებსა და შტოკებს, რომლის ქვეშ ძევის თანაშირი, ზევით კი: ანჰიდრიტი, პალიტი და კალიუმ-მაგნიუმის ნაერთები. პალიტს ახასიათებს: შტრიხი—თეთრი, ელვარება—მინის, ტყეჩადობა—სრული, სიმაგრე—2—2,5; კუთრი წონა—2,1—2,3, გემო—მლაშე. ადვილად იქსნება წყალში. ძლიერ ჰიგროსკოპულია. წარმოიშობა ტბებსა და ლავუნებში წყლის აორთქლების შედეგად.

სილვინი (KCl) გამჭვირვალე, უფერო, ყვითელი ან სხვა ფერის მინერალია. კრისტალდება კუბურ სინგონიაში. უმთავრესად გვხვდება პალიტთან ერთად და წარმოშობილია იმავე გზით. მას ახასიათებს ელვარება—მინის; ტყეჩადობა—სრული; სიმაგრე—1,5—2; კუთრი წონა 1,97—1,99; გემო—მწვავე. წყალში ადვილად იქსნალია.

კარნალიტი (KCl·MgCl₂·6H₂O) უფერო, თეთრი ან სხვა ფერის მინერალია. კრისტალდება რომბულ სინგონიაში. გვხვდება პალიტსა და სილვინთან ერთად. დამახასიათებელი თვისებებია: ელვარება—მინის; სიმაგრე—2—3; კუთრი წონა—1,6; გემო—მომლაშო-მწვავე. ძლიერ ჰიგროსკოპულია.

კარბონატები ეწოდება ნახშირმჟავას მარილებს, რომლებიც ქმნიან 80-მდე მინერალს და შეადგენენ მიწის ქერქის მასის 1.7%-ს. ქანებში ყველაზე მეტად გავრცელებულია კალციტი და დოლომიტი.

კალციტი (CaCO₃) გამჭვირვალე, უფერო (ისლანდიის შპატი), თეთრი, ყვითელი ან ზოგჯერ სხვა ფერის მინერალია. კრისტალდება ტრიგონულ სინგონიაში. ხშირად ქმნის ღრუზებს, ოლითებსა და სხვა სახის აგ-

რეგატებს. ახასიათებს: შტრიხი—თეთრი, ელვარება—მინის, ტყეჩვადობა—სრული, სიმაგრე—3, კუთრი წონა—2.6—2.8. ადვილად იხსნება სუსტ მარილმჟავაშიც. უმთავრესად წარმოიშობა ცხელი და ცივი ხსნარებიდან ქიმიური და ბიოქიმიური გზით. არის მეტამორფულიც. შედის თითქმის ყველა ქანში. განსაკუთრებით ბევრია კარბონატებში. ზოგჯერ თვითონ ქმნის ქანს—კირქვას, მარმარილოს, ცარცსა და ტრავერტინს.

დოლომიტი $[Ca, Mg(CO_3)_2]$ თეთრი, მოყვითალო ან ზოგჯერ სხვა ფერის მინერალია. კრისტალდება ტრიგონულ სინგონიაში. ქმნის მარცვლოვან, მკვრივ და სხვა სახის აგრეგატებს. ახასიათებს შტრიხი—თეთრი, ელვარება—მინის, ტყეჩვადობა—სრული, სიმაგრე—3,5—4, კუთრი წონა—2.8—2,9; ძნელად იხსნება მარილმჟავაში. უმთავრესად წარმოიშობა ზღვიურ და სხვა აუზებში ქიმიური დალექვით, ზოგჯერ კი—ჰიდროთერმულად. მეტასომატურად (კალციუმის შენაცვლებით მაგნეზუმით) და მეტამორფიზმის გზითაც. ძირითადად შედის კარბონატულ ქანებში. ქმნის ქანს—დოლომიტს.

სულფატები გოგირდმჟავას მარილებია, შეადგენენ მიწის ქერქის 0,1%-ს (წონით). ძირითადად წარმოიშობა ლავუნებსა და ტბებში ქიმიური დალექვის გზით, ზოგჯერ—სულფიდების დაჟანგვით. ქმნიან 250-ზე მეტ მინერალს, მაგრამ, როგორც ქანთმშენი, უფრო მეტი ღირებულებისაა ანჰიდრიტი და თაბაშირი.

ანჰიდრიტი ($CaSO_4$) მეტწილად მოწითალო ფერის მინერალია. კრისტალდება რომბულ სინგონიაში. უმთავრესად ქმნის წვრილმარცვლოვან მასებს. ახასიათებს: ელვარება—მინის, ტყეჩვადობა—სრული, სიმაგრე—3—3,5, კუთრი წონა—2,8—3. ადვილად იერთებს წყალს, ამ დროს 33%-ით მატულობს მოცულობაში და გადადის თაბაშირში. ილექება ზღვის წყლის აორთქლებით 42° მაღალ ტემპერატურაზე. თაბაშირთან ერთად ზოგჯერ ქმნის დიდ სხეულებს.

თაბაშირი ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) უფერო, თეთრი ან ხანდახან სხვა ფერის მინერალია. კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში. უმეტესად ქმნის დიდი ზომის სქელფირფიტოვან პრიზმულ კრისტალებსა და ბოკკოვან ან ფურცლოვან აგრეგატებს. ძირითადად წარმოიშობა ტბებში და ლავუნებში, ქიმიური დალექვით, ზოგჯერ კი—ანჰიდრიტის ჰიდრატაციით და ჰიდროთერმულ-მეტასომატური გზითაც. ახასიათებს: ელვარება—მინის, აზრეშუმივებრი და სხვ., ტყეჩვადობა—სრული, სიმაგრე—2, კუთრი წონა—2.3.

ფოსფატები ძირითადად ორთოფოსფორმჟავას მარილებია. მიწის ქერქში მათი რაოდენობა 0,1%-მდე აღწევს. გვაძლევს ისეთ მინერალებს,

როგორცაა: აპატიტი, ფოსფორიტი და სხვ. მაგრამ ქანების შემადგენლობაში ნაკლებ როლს ასრულებს.

სილიკატები სილიციუმჟავების მარილებია. მიწის ქერქში შედის 75%-ის (წონით) რაოდენობით. ქმნის 800-მდე მინერალს. მათი უმრავლესობა მთავარი ქანთმაშენია. ყველას კრისტალური მესერის ძირითად სტრუქტურულ ერთეულს წარმოადგენს სილიციუმის შავას ანიონი $(SiO_4)^{4-}$, სადაც Si^{4+} მოთავსებულია ცენტრში, ენგბადი კი ოთხივე მხარეს სიმეტრიულად და ქმნის ტეტრაედრს. ამიტომ ამ ერთეულს სილიციუმ-ენგბადოვან ტეტრაედრს უწოდებენ. ალუმინსილიკატებში ჰას ნაწილობრივ (50%-მდე) ცვლის Al^{3+} , დანარჩენ უარყოფით მუხტს კი ანიონებს K^+ , Na^+ და Ca^{2+} . ალუმინის მონაწილეობისას სილიკატების ანიონებს აქვს შემდეგი სახე: $[AlSi_3O_8]^{1-}$; $[AlSi_2O_6]^{2-}$; $[AlSiO_4]^{5-}$.

კრისტალურ მესერში სილიციუმ-ენგბადოვანი ტეტრაედრისა და მათი ჯგუფების განლაგების მიხედვით არჩევენ სილიკატებს ორ ქვეკლასს: კუნძულასა და უსასრულოს. კუნძულა სილიკატებში გამოყოფენ: იზოლირებულ ტეტრაედრებიან, იზოლირებულ ორმაგ ტეტრაედრებიან, რგოლურად განლაგებულ სამ ტეტრაედრიან, რგოლურ ოთხ ტეტრაედრიან და რგოლურ ექვს ტეტრაედრიან ნაერთებს. უსასრულო სილიკატებში კი—ძეწკვურ, ბაფთურ, ფენობრივ და კარკასულ სილიკატებს.

იზოლირებულ სილიკატებში აღნიშნული ტეტრაედრები მოთავსებულია ცალ-ცალკე ან წყვილ-წყვილად; რგოლურ სილიკატებში—სამსამად, ოთხ-ოთხად ან ექვს-ექვსად და ქმნიან რგოლებს; ძეწკვურ სილიკატებში დაკავშირებულია ერთმანეთთან ძეწკვის სახით: ბაფთურ სილიკატებში—ლენტისებურად; ფენობრივ სილიკატებში—ქმნის ფენებს; კარკასულ სილიკატებში კი—კარკასს. ამათგან ყველაზე მეტად გავრცელებული მთავარი ქანთმაშენი მინერალებია: ოლივინი, ავგიტი, რქატყუარა, ქარსები, კაოლინიტი, ქლორიტი და ფელდშპატები.

ოლივინი (პერიდოტი)— $(Mg, Fe)_2 [SiO_4]$ —მეტწილად ზეთისხილისებრი მწვანე მინერალია. ეკუთვნის იზოლირებულ ტეტრაედრებიან სილიკატებს. კრისტალდება რომბულ სინგონიაში. მეტწილად გვხვდება მარცვლოვანი და მასიური აგრეგატების სახით. ახასიათებს: ყლვარება—მინისა და ცხიმოვანი; მონატები—უსწორო; სიმაგრე—6,5—7; კუთრი წონა—33-3,5; წარმოშობა—მაგმური. კარგად იხსნება H_2SO_4 -ში, დნება—1890°-ზე. შედის ულტრაფუძე და ფუძე ქანებში. ქმნის ქანს — დუნიტს.

ავგიტი— $Ca(Mg, Fe, Al)[(Si, Al)_2O_6]$ —უმეტესად შავი ან მუქი-მომწვანო ფერისა და კონტაქტ-მეტასომატური წარმოშობის მინე-

რალია. ეკუთვნის ძეწყვეურ სილიკატებს. კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში. ახასიათებს: ელვარება—მინისებრი; ტყეჩადობა—სრული; სიმაგრე—5—6; კუთრი წონა—3,3—3,6; კრისტალები—მოკლე, რვაწახნა-ვა, სვეტური. იხსნება ცხელ მჟავებში. მის ერთ-ერთ სახეობას ჰქვია დი-ალაგი. მეტწილად შედის საშუალო მჟავე და ღუძე ამონთხეულ და მეტამორფულ ქანებში. ქმნის ქანს—ა ვ გ ი ტ ი ტ ს ა და დ ი ა ლ ა გ ი ტ ს .
 $\text{K} \text{K} \text{A} \text{T} \text{Y} \text{U} \text{A} \text{R} \text{A}$ (პორბლენდი) Ca , Na , Mg , Fe -ის წყლიანი ალუმინსილიკატია. ეკუთვნის ბაფთურ სილიკატებს. კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში. ახასიათებს: ფერი—შავი, მწვანე ან მურა; ელვარება—მინის, ძლიერი; ტყეჩადობა—სრული, ორი მიმართულეით; ტყეჩადობის კუთხე— 124° და 56° ; მონატეხი—ხიჭვოვანი; კრისტალები—მოკლე, სვეტური ან წაგრძელებულ-პრიზმული; აგრეგატები—მარცვლოვანი, სხივური ან დახლართულ ბოჭკოვანი; წარმოშობა—მაგმური და მეტამორფული. დიდი რაოდენობით შედის საშუალო მჟავე და მეტამორფულ ქანებში. ქმნის ქანს—პორბლენდიტს.

ქარსები K , Na , Li -ისა და Ca , Mg , Fe -ის წყლიანი ალუმინსილიკატებია. ეკუთვნის ფენობრივ სილიკატებს. კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში. ყველას ახასიათებს იდეალური ტყეჩადობა და თხელფურცლოვანი აგებულება. დედამიწის ქერქში შედის 3,8%-ის რაოდენობით. ქანებში უფრო მეტად გავრცელებულია მუსკოვიტი და ბიოტიტი.

მუსკოვიტი $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ —უმეტესად მოყვითალო ან მოვარდისფრო მინერალია. ახასიათებს: ელვარება—მინის, სადაფის, აბრეშუმისებრი; სიმაგრე—2—3; კუთრი წონა—2,76—3; ფირფიტოვანი კრისტალები და ფურცლოვან-ქერცლოვანი აგრეგატები; წარმოშობა—მაგმური, პნევმატოლითური და ჰიდროთერმული. ძნელად იფიტება. დიდი რაოდენობით შედის გრანიტებში. მათ პეგმატიტებში, ქვიშრობებსა და თითქმის ყველა მექანიკურ დანალექ ქანში. ქმნის ქანს—მუსკოვიტიან ფიქლებს.

ბიოტიტი $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$ —შავი ან საერთოდ მომწვანო-მუქი მინერალია. ხშირად ქმნის ძლიერ სქელფირფიტოვან კრისტალებსა და აგრეგატებს. ახასიათებს: ელვარება—მინისა და სადაფისე-ბრი, სიმაგრე—2—3; კუთრი წონა—2,7—3,1; ტყეჩადობა—იდეალური; წარმოშობა—მეტწილად მაგმურ-მეტამორფული. ადვილად იფიტება, ამიტომ ქვიშრობებში არ გვხვდება. შედის მაგმურ ქანებსა და პეგმატიტურ ძარღვებში. ქმნის ქანს—ბიოტიტიან ფიქლებს.

კაოლინიტი $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ —თოვლივით თეთრი და საერ-ცოდ, ღია ფერის მინერალია. ეკუთვნის ფენობრივ სილიკატებს. კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში. უმთავრესად გვხვდება მკვრივი აგ-

რეგატების სახით. ახასიათებს: ელვარება-მქრქალი, ცხიმური; სიმაგრე—1; კუთრი წონა—2,6; წარმოშობა—მეორადი (მიიღება ალუმინსილიკატების, ძირითადად ფელდშპატების ქიმიური გამოფიტვით). შედის თიხებში. ქმნის ქანს—**ქ ა ო ლ ი ნ ს**.

ქლორიტები Mg, Fe, Al-ისა და ზოგჯერ Ni, Fe⁺⁺, Cr⁺⁺, Mn-ის შემცველი მეტად გავრცელებული ალუმინსილიკატებია. კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში. უმთავრესად ახასიათებს მწვანე ფერი; ტექჩვადობა—სრული; სიმაგრე—1,5—2,5; კუთრი წონა—2,6—3; ფირფიტოვანი კრისტალები და ფურცლოვან-მარცვლოვანი აგრეგატები; წარმოშობა—ჰეოროული (მიიღება ფელდშპატების, რქატყუარასა და სხვა რკინა-მაგნეზური მინერალების ქიმიური გამოფიტვით). დიდი რაოდენობით შედის მეტამორფულ და ზოგიერთ დანალექ ქანში. ქმნის ქანს—**ქ ლ ო რ ი ტ ი ა ნ ფ ი ქ ლ ე ბ ს**.

ფელდშპატები (მინდვრის შპატები) K, Na, Ca-ის, ხოლო იშვიათად Bz-ისა და სხვა ელემენტების უწყლო ალუმინსილიკატებია. ეკუთვნის კარკასულ სილიკატებს. მაგმურ ქანებში შედის 60%-ის, მეტამორფულ ქანებში—30% და დანალექ ქანებში 12%-ის რაოდენობით. კრისტალდება მონოკლინურ და ტრიკლინურ სინგონიებში. ყველას ახასიათებს სრული ტექჩვადობა ორი მიმართულებით. ხშირად ერევა ერთმეორეს და გვამლევს იზომორფულ ნარევებს. ქანებში ყველაზე მეტად გავრცელებულია კალიუმისანი ფელდშპატი—**ორთოქლაზი** და ნატრიუმ-კალციუმისანი ფელდშპატები—**პლაგიოქლაზები**. ცალკე დაკრისტალბულ ნატრიუმისანი ფელდშპატს **ალბიტის** ჰქვია, კალციუმისანი—**ანორთიტის**.

ორთოქლაზი— $K[AlSi_3O_8]$ —მონოკლინური სინგონიის კალიუმისანი ფელდშპატია. მეტწილად ახასიათებს ხორცისებრ წითელი ფერი, მარცვლოვანი მასები და ტაბლეტის ფორმის კრისტალები; ელვარება—მინისა და სადაფისებრი; ტექჩვადობა—სრული, ორი მიმართულებით; ტექჩვადობის კუთხე—90°; სიმაგრე 6; კუთრი წონა 2,6; წარმოშობა—მაგმური, მეტამორფული, დანალექი. ადვილად იფიტება და გადადის კაოლინში. ამიტომ ქვიშრობებში არ გვხვდება, და თუ შეგვხვდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ იგი ჩამოტანილია ახლო მანძილიდან და წყალს ვერ მოუსწრია მისი დაშლა. შედის საშუალო მყავე, მყავე და ტუტე ქანებში. ქმნის ქანს—**ორთოქლაზიტს**. ტრიკლინური კალიუმის ფელდშპატს **მიკროქლინი** ჰქვია. იგი ძლიერ ჰვავს ორთოქლაზს, მაგრამ განსხვავდება იმით, რომ მისი ტექჩვადობის კუთხე 90°-ზე 20'-ით მეტი ან ნაკლებია.

პლაგიოქლაზი (Pl) წარმოადგენს ალბიტისა (Al)— $Na[AlSi_3O_8]$ და ანორთიტის (An)— $Ca[Al_2Si_2O_8]$ —იზომორფულ ნარევეს. ისი-

ნი ერთიმეორეს ერევა ყოველგვარი რაოდენობით, ერთიდან 100%-მდე. ამიტომ პლაგიოკლას ხშირად აღნიშნავენ ნომრებით 100-მდე, სადაც ნომერი გვიჩვენებს მასში ანორთიტის პროცენტულ რაოდენობას. მაგალითად, Pl № 15 არის 15% ანორთიტისა და 85% ალბიტის ნარევი. 0-დან 30 ნომრამდე პლაგიოკლას უწოდებენ მკევეს, 30—60-მდე — საშუალოს, 60—100-მდე ფუძეს. ანორთიტის შემცველობის მიხედვით არჩევენ პლაგიოკლასის შემდეგ სახეებს: ალბიტს ($A_{II}=1-10\%$); ოლიგოკლასს ($A_{II}=50-70\%$); ანდეზინს ($A_{II}=30-50\%$), ლაბრადორს ($A_{II}=50-70\%$); ბიტონიტსა ($A_{II}=70-90\%$) და ანორთიტს ($A_{II}=90-100\%$).

პლაგიოკლები კრისტალდება ტრიკლინურ სინგონიაში, გვაძლევს ფორფიტოვან და ფორფიტოვან-პრიზმულ კრისტალებს, მთლიან ან წვრილ-კრისტალურ აგრეგატებს. ახასიათებს: ფერი—თეთრი და მუქი ნაცრისფერიდან ღია ნაცრისფერამდე (ლაბრადორს—ირიზაცია, ანუ ფერების თამაში); ელვარება—მინისა და სადაფისებრი; ტყეჩადობა—სრული. ი.რი მიმართულებით; ტყეჩადობის კუთხე— $86^{\circ}24'$; სიმაგრე— $6-6.5$; კუთრი წონა— $2,61-2,76$. წარმოშობა—უმთავრესად მაგმური, იშვიათად—ჰიდროთერმული და მეტასომატური; დნება— 1100 (ალბიტი)— 1550° -ზე (ანორთიტი). ადვილად იფიტება და გადადის კალინში. კალიუმის ფელდშპატებისგან განსხვავდება ღია ფერებით, ტყეჩადობის სიბრტყეზე ორმაგი ხაზებით, ტყეჩადობის ნაპრალებს შორის ირიბი კუთხეებითა და ირიზაციით. შედის მაგმური ქანების უმრავლესობაში. ქმნის ქანს—პლაგიოკლასიტს. რაც შეეხება ორგანულ ნაერთებს, ისინი უმთავრესად ქანებია და ქვემოთ არიან განხილული.

ქანები. ქანი ეწოდება მინერალს ან მინერალთა ბუნებრივ აგრეგატს (ნარევის), რომელსაც მეტ-ნაკლებად დიდი ადგილი უკავია მიწის ქერქში. მინერალისგან განსხვავებით იგი ზოგჯერ ვრცელდება ათეული და ასეული კილომეტრების მანძილზე და იცვლის შემადგენლობას (ქვიშაქვა გადადის თიხაში ან კონგლომერატში, ან პირიქით და ა. შ.). ერთი მინერალისგან შედგენილ ქანს ჰქვია მარტივი (მონომიქტური) ქანი, რამდენიმესგან აგებულს—რთული (პოლიმიქტური). ყველას ახასიათებს მეტ-ნაკლებად მუდმივი შემადგენლობა. გარკვეული სტრუქტურა, ტექსტურა. განწევრება. წოლის ფორმები და წარმოშობის პირობები.

შემადგენლობის მიხედვით ქანებში არჩევენ მთავარ ქანთმაშენ (არსებითი) და მეორეხარისხოვან (აქცესორული) მინერალებსა და მასებს. მთავარი ქანთმაშენი ისეთი მინერალები და მასებია, რომელთა რაოდენობა ქანებში 5%-ზე მეტია (გრანიტში ასეთია: კვარცი, ფელდშპატები და ქარსები, კონგლომერატში—ქვარგვლები, ქვიშაქვაში—ქვიშის მარცვლები

და ა. შ.), აქცესორული კი—ისეთი, რომლებიც შეიძლება სულ არ იყოს. ქანში, ამით ქანის რაობა არ იცვლება (გრანიტში ასეთია: აპატიტი, ცუ-რკონი და სხვ. დანალექ ქანებში—კონკრეტები, ორგანიზმების ნაშთები და ა. შ.).

სტრუქტურა ეწოდება ქანების შემადგენელი მინერალებისა და მასების ფორმას, სიდიდესა და ურთიერთდამოკიდებულების ერთობლიობას. იგი შეიძლება იყოს კრისტალური, პორფირული, მი-ნერბრივი და კლასტური (ნამსხვრევი).

კრისტალური სტრუქტურის ქანი აგებულია კრისტალებისგან. მასში არჩევენ: სრულკრისტალურ, ნახევრად კრისტალურ, მსხვილ (>5 მმ), საშუალო (2—5 მმ) და წვრილკრისტალურ (<2 მმ) სახეებს. იგი ძირითადად ახასიათებს მაგმურ ქანებს. პორფირული ისეთი სტრუქტურაა, როდესაც ქანის ძირითადი მასა მინერბრივი (არაკრისტალური), ფარულკრისტალური ან წვრილკრისტალურია და შიგ აქა-იქ ჩართულია დიდი კრისტალები (პორფირული გამონაყოფები), ან უფრო კრისტალები. იკავშირდება ახასიათებს ძარღვის ქანებს. მინერბრივი სტრუქტურის ქანი მთლიანად აგებულია ვულკანური მინისგან (დამახასიათებელია ეფუზიური ქანებისთვის), კლასტური სტრუქტურისა კი—ქანების ან მინერალების ნამტვრევებისგან (ახასიათებს მექანიკურ დანალექ ქანებს).

ტექსტურა ეწოდება ქანების შემადგენელი ნაწილების წყობას. იგი შეიძლება იყოს: შრეებრივი, ზოლებრივი, მასიური, ოლითური და სხვ.

განწევრება ეწოდება ქანების გარკვეული ფორმის ნაწილებად დაყოფის უნარს. იგი წარმოიშობა მაგმის სწრაფი გაცივებისა და წყლით გაუღენთილი ქანების სწრაფი გაშრობისას. არჩევენ მის ორ სახეს: წესიერსა და უწესოს. წესიერი ისეთი განწევრებაა, როდესაც ქანი დაყოფილია გეომეტრიული ფორმის სხეულებად, უწესო კი, პირაქით. წესიერ განწევრებაში გამოყოფენ: კუბურ, პარალელეპიპედურ, რომბულ, პრიზმულ, სფერულ და სხვა სახეებს.

წოლის ფორმა ეწოდება ქანის სხეულის მოყვანილობას და მის დამოკიდებულებას ირგვლივ მდებარე ქანებთან. იგი დამოკიდებულია ქანების წარმოშობაზე და სხვადასხვა ქანში სხვადასხვანაირია.

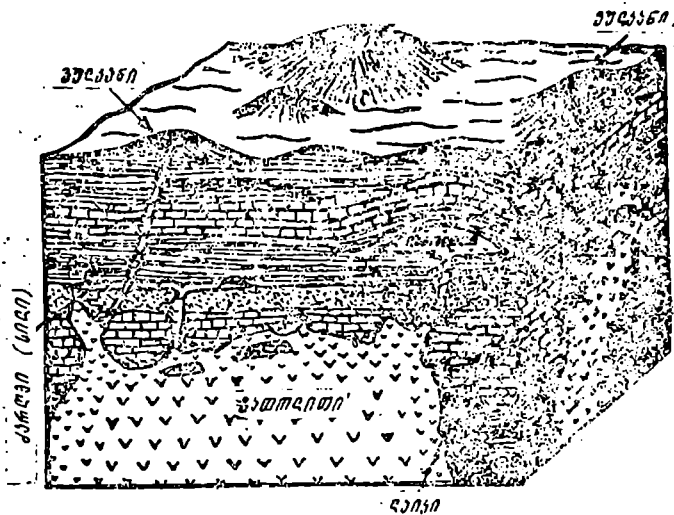
წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ქანების სამ მთავარ ჯგუფს: მაგმურს, დანალექსა და მეტამორფულს.

მაგმური ქანები. მაგმური ქანი ეწოდება მაგმის გაცივებით წარმოქმნილ ქანს. მიწის ქერქში (16 კმ სიღრმემდე) მისი მოცულობა 95%-ია, ზედაპირზე ფართობი —25%. გაცივების ადგილის მიხედვით არჩევენ მაგმური ქანების სამ ჯგუფს: სიღრმის, ანუ ინტრუ-

ზიულს (აბისური), ნახევარსიღრმისა (ჰიპაბისური) და ზედაპირულს, ანუ ეფუზიურს.

სიღრმის ქანი წარმოშობილია მიწის ქერქის ღრმა ზონებში. აქ მაგმა ნელა ცივდება და შიგ შემაველი ყველა მინერალი ასწრებს დაკრისტალებას. ამიტომ ინტრუზიული ქანები თანაბარმარცვლოვანი, სრულკრისტალური სტრუქტურისა და მასიური ტექსტურისაა.

ჰიპაბისური ქანი წარმოქმნილია მიწის ზედაპირთან ახლოს. აქ მაგმა შედარებით სწრაფად ცივდება, ყველა მინერალი ვერ ასწრებს დაკრისტალებას და ქანი წვრილმარცვლოვანი ან პორფირული სტრუქტურისაა. მიწის ზედაპირზე კი მაგმა (ლაეა) სწრაფად ცივდება, ადვილად კარგავს აქროლად ნივთიერებებს და მინერალები ვერ ასწრებს დაკრისტა-



ნახ. 14. მაგმური ქანების ზოგიერთი წოდების ფორმა.

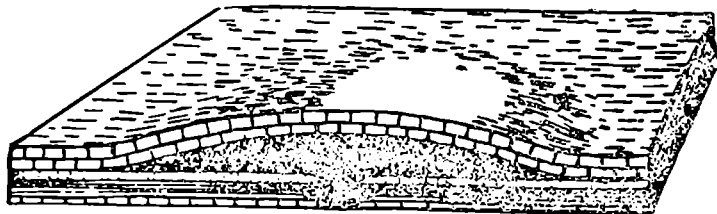
ლებას. ამიტომ ეფუზიური ქანი ნახევრად კრისტალური, ფარულკრისტალური ან მინისებრი სტრუქტურისაა.

ყველა ამ ქანს ახასიათებს შესაბამისი წოდების ფორმები. განწევრება და ტექსტურა.

ინტრუზიული ქანების წოდების ფორმებია: ბათოლითი, ლაკოლითი და სხვ. ჰიპაბისურის—ძარღვი, ეფუზიურისა კი—განფენი, ნაკადი, გუმბათი, კონუსი და ა. შ.

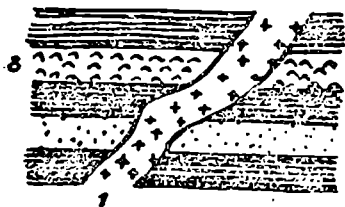
ბათოლითი უზარმაზარი ინტრუზიული სხეულია. ფიქრობენ, იგი სიღრმეში თანდათან ფართოვდება და უშუალოდ უკავშირდება მაგმას (ნახ. 14). ლაკოლითი სოკოსმაგვარი ინტრუზიული სხეულია. მის

ფარგლებში შრეები ზევით არის აწეული (ნახ. 15). ძარღვი ეწოდება ნაპრალის ამოვსებით წარმოქმნილ სხეულს. ამომვსები მასალის შესაბამისად იგი შეიძლება იყოს ტყვიის, რკინის და ა.შ. არჩევენ მის ორ სახეს: შრებრივსა და გამკვეთს. შრეძარღვი მოთავსებულია შრეებს შორის და



ნახ. 15. ლაკოლითი.

მათი პარალელურია, გამკვეთი კი ჰკვეთს შრეებს (ნახ. 16). განფენი წარმოადგენს მცირე სისქისა და დიდი გავრცელების ეფუზიურ სხეულს. მისი სისქე მეტწილად მეტრებია, ფართობი კი—ათეული და ასეული კმ².



ნახ. 16. გამკვეთი (1) და თანხმობითი ძარღვი (2).

(ლავური) ნაკადი ეწოდება წაგრძელებულ ეფუზიურ სხეულს. მისი სიგრძე ხშირად კილომეტრებია, სიგანე კი—ათეული მეტრები. იგი წარ-

იგი წარმოიშობა იმ შემთხვევაში, როდესაც ვაკე ზედაპირზე ამონთხევა ფუძე, ანუ თხევადი, ლავა, რადგან ამ დროს ლავა თხელ ფენად ირთხმება მასზე. ამიტომ განფენს ვულკანურ ზეწარსაც უწოდებენ (ნახ. 17). საქართველოში ასეთი ზეწრებით არის აგებული ჯავახეთის, გომარეთის, დმანისისა და სხვა ვულკანური პლატოები. ვულკანური



ნახ. 17. ლავეური განფენი (ისლანდია).

მოიშობა იმ შემთხვევაში, როდესაც უსწორმასწორო ზედაპირზე ამოდის თხევადი ლავა, რადგან ამ დროს ლავა მიჰყვება ხეობას. ამიტომ ლავეური

ნაკადები მოთავსებულია ხეობებში და გეგმაზე მათი ფორმისაა. საქართველოში ლავური ნაკადები გვაქვს სამსარის ქედზე. ვულკან ყაზბეგის გარშემო, გუჯარეთისა და ბორჯომულას ხეობებში და სხვაგან. ლავური გუმბათი წარმოადგენს ნომრგვალ ფორმის ეფუზიურ სხეულს, ლავური კონუსი კი—კონუსის ფორმისას. ისინი წარმოიშობა იმ დროს, როდესაც ზედაპარზე ამოდის მყავე, ანუ ბლანტი, ლავა, რადგან ეს ლავა კომისებრი მასაა და ადგილზევე იზვინება (ნახ. 18).

ყოველ ინტრუზიულ ქანს გააჩნია თავის ეფუზიური ანალოგი. ზოგი მათგანი შეცვლილია, ზოგი სალი, ამიტომ ეფუზიურ ქანებში არჩევენ ორ ჯგუფს: შეცვლილს, ანუ პალეოტიპურსა და სადას, ანუ ნეოტიპურს (კაონოტიპური).



ნახ. 18. ფერფლის კონუსში ჩამქარი ლავური გუმბათი.

წარმოშობის სიღრმის გარდა, მაგმურ ქანებს აჯგუფებენ აგრეთვე მჟავიანობის მიხედვით. მჟავიანობა ეწოდება ქანებში SiO_2 -ის შემცველობას. ამ მხრივ არჩევენ მაგმური ქანების 4 ჯგუფს: მჟავეს ($\text{SiO}_2 = 65-75\%$ -მდე), საშუალო მჟავეს ($\text{SiO}_2 = 52-65\%$), ფუძესა ($\text{SiO}_2 = 45-52\%$) და ულტრაფუძეს ($\text{SiO}_2 < 45\%$ -ზე). მჟავე ქანები ღია ჯერისაა და შედარებით მსუბუქია, რადგან დიდი რაოდენობით შეიცავს კვარცს. ფუძე და ულტრაფუძე ქანები კი—შავი და მძიმეა.

მთავარი მაგმური ქანებია: გრანიტი, სიენიტი, დიორიტი, გაბრო, პიროქსენიტი-პერიდოტიტები და მათი ეფუზიური ანალოგები.

გრანიტი ღია ნაცრისფერი ან მოწითალო ფერის საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი მჟავე ინტრუზიული ქანია. შედგება ფელდშპატების (საშუალოდ 65—70%, მეტწილად ორთოკლაზი ქარბობს პლაგიოკლაზს, ზოგჯერ პირიქით), კვარცის (25—30%) და მუქი სილიკატებისაგან (5-10%, უმთავრესად ბიოტიტი, იშვიათად—რქატყუარა და ავგიტი). არსებობს მისი მრავალი სახესხვაობა (ტუტე გრანიტები, ალასკიტი და სხვ.). გრანიტებს, გრანოლორიტებსა და კვარციან დიორიტებს ერთად გრანიტოიდები ჰქვია.

ზოგიერთები გრანიტს მაგმურ ქანად თვლიან, ზოგი—მეტამორფულად (მიწის ქერქის ღრმა ზონებში მოქცევისას ქანების გადნობით ან სიღრმიდან მომდინარე მინერალიზატორებით ქანების გარდაქმნით წარმოქმნილად). როგორც ჩანს, არსებობს ორივე ამ გზით წარმოშობილი

გრანიტი. რადგან ნ. მ ა ლ ა ხ ო ვ ა მ 1964 წელს ურალის გრანიტში იპოვა ბრაქიოპოდის ნიჟარის ანაბეჭდი.

გრანიტი კონტინენტების მთავარი შემადგენელი ქანია. იგი აქ ქმნს-ბათოლითებსა და მთელი რიგი სხვა ფორმის სხეულებს. გვხვდება საქართველოშიაც (კავკასიონის ცენტრალურ გულში. ძირულის. ლოქისა და ზრამის მასივებზე). მის ნეოტიურ-ეფუზიურ ანალოგს ლ ი პ ა რ ი ტ ი (რიოლითი) ჰქვია, პელეოტიურს—კ ვ ა რ ც ი ა ნ ი პ ო რ ფ ი რ ი.

ლ ი პ ა რ ი ტ ი შედგება სინიდინის (კალიუმ-ნატრიუმისანი ფელდშპატი), მჟავე პლაგიოკლაზის, კვარცისა და იმვითად, ბიოტიტის ან ლია პიროქსენისა და რქატყუარასგან. მეტწილად ახასიათებს პორფირული სტრუქტურა, ლია და თეთრი ფერი. მისი ძირითადი მასა მინისებრი ან მიკროკრისტალურია. შიგ აქა-იქ ჩართულია სანიდინის ფენოკრისტები. ლიპარიტის, და საერთოდ მჟავე ქანების, მინებრივ სახესხვაობას ჰქვია ო მ - ს ი დ ი ა ნ ი, წყლით მდიდარს—პ ე ნ შ ტ ე ი ნ ი, ლია ფერისას—პ ე რ - ლ ი ტ ი, ძლიერ ფოროვანს—პ ე მ შ ა და ა. შ.

კ ვ ა რ ც ი ა ნ ი პ ო რ ფ ი რ ი ც ისეთივე შემადგენლობისა და სტრუქტურისაა, როგორც ლიპარიტი, მაგრამ საკმაოდ შეცვლილია. ამიტომ მისი ფერი მურა, ყვითელი, წითელი ან მომწვანოა და შიგ საინიდინის ნაცვლად შედის მიკროკლინი. საქართველოში ლიპარიტები და კვარციანი პორფირები გვხვდება ძირულასა და ზრამის მასივების პერიფერიებზე, ჯავახეთში, ყელის ზეგანზე და სხვაგან.

გრანიტული მავმა ძარღვებში მეტწილად გვაძლევს ე. წ. ა პ ლ ი ტ ე ბ - ს ა და პ ე გ მ ა ტ ი ტ ე ბ ს. ა პ ლ ი ტ ი თეთრი ან მოვარდისფრო. წვრილთანაბარმარცვლოვანი ძარღვის ქანია. თითქმის მთლიანად შედგება ლია ფერის მინერალებისგან. პ ე გ მ ა ტ ი ტ ი მსხვილკრისტალურია. არსებითად შედგება კვარცისა და ფელდშპატებისგან, უკანასკნელის კრისტალების სიგრძე ზოგჯერ რამდენიმე მეტრია. ზოგჯერ კვარცის წვრილი კრისტალები ისეა შეჭრილი ფელდშპატებში. რომ მოგვაგონებს ებრაულ ნაწერს. ამიტომ ასეთ ქანს ე ბ რ ა ე ლ თ ა ქ ვ ა ს უ წ ო დ ე ბ ე ნ.

ს ი ე ნ ი ტ ი მეტწილად ლია ნაცრისფერი ან ვარდისფერი, საშუალო ან მსხვილმარცვლოვანი, საშუალო მჟავე ინტრუზიული ქანია. ნორმული სიენიტი შედგება იმავე მინერალებისგან, რისგანაც გრანიტი, მაგრამ უკვარცოდ. ამიტომ სიენიტს უკვარცო გრანიტსაც უწოდებენ. თუმცა ზოგჯერ კვარცი მასში 10%-მდე აღწევს (კ ვ ა რ ც ი ა ნ ი ს ი ე ნ ი ტ ი). სიენიტში კალიუმისანი ფელდშპატები ორჯერ მაინც ჰარბობს პლაგიოკლაზს. უკანასკნელი ხანდახან წარმოდგენილია ფუძე სახეობებით. სიენიტის ნეოტიურ ეფუზიურ ანალოგს ტ რ ა ქ ი ტ ი ე წ ო დ ე ბ ა, პალეოტიურს—ო რ თ ო - ფ ი რ ი.

ტ რ ა ქ ი ტ ი მოყვითალო, ნაცრისფერი ან ვარდისფერი პორფირული-ქანია. შედგება სანიდინის, პლაგიოკლაზისა (მეტწილად ანდეზინი) და მუქი მინერალებისაგან (ბიოტიტი, რქატყუარა, პიროქსენი). ო რ თ ო ფ რ ი კ ი მოწითალო ან მომწვანოა და სანიდინის ნაცვლად შეიცავს ორთო-კლაზს ან მიკროკლინს და გამდიდრებულია ქლორიტით და სხვა მეორად-მინერალებით.

დ ი ო რ ი ტ ი ც საშუალო მკავე ინტრუზიული ქანია. აქვს ღია ან მუქ-რუხი ფერი. შედგება საშუალო მკავე პლაგიოკლაზების (65—70%-მდე) და მუქი მინერალებისაგან (30—35%), საიდანაც პირველ ადგილზეა რქატყუარა და ბიოტიტი. არსებობს მისი რამდენიმე სახესხვაობა კვარციანი დიორიტი, გრანოდორიტი და სხვ.). დიორიტი საქართველოში გვხვდება მთავარ კავკასიონსა და ძირეულის მასივზე. მის კაინოტაპურ ეფუზიურ ანალოგს ან დ ე ზ ი ტ ი ჰქვია, პალეოტიპურს— ან დ ე ზ ი ტ უ რ ი პ ო რ ფ ი რ ი ტ ი.

ან დ ე ზ ი ტ ი დიორიტული შემადგენლობის მუქი ნაცრისფერი ან მოშავო ფერის პორფირული ან ფენოკრისტებს მოკლებული ეფუზიური ქანია. ხშირად მასში ნათლად ჩანს პლაგიოკლაზის, რქატყუარას ან ავგიტის კრისტალები. ფართოდაა გავრცელებული, მათ შორის კავკასიაშიც.

პ ო რ ფ ი რ ი ტ ი მომწვანო-ნაცრისფერი, მოწითალო ან შავი ფერის პორფირული ქანია. შედგება რამდენადმე დაშლილი პლაგიოკლაზისა, რქატყუარას ან ავგიტის ფენოკრისტებისა და ძლიერ შეცვლილი ვულკანური მინისგან. შემადგენლობის მიხედვით არსებობს ბაზალტური, დი-აბაზური, ანდეზიტური და სხვა სახის პორფირიტები. ისინი ძლიერ გავრცელებული ქანებია. საქართველოში ქმნიან ე. წ. პორფირიტულ წყებას, რომლის სისქე 2,5—3 კმ-ია.

გ ა ბ რ ო შავი, მომწვანო ან ნაცრისფერი, მსხვილმარცვლოვანი, ფუქე ინტრუზიული ქანია. შედგება ფუქე პლაგიოკლაზებისა და პიროქსენისგან (დიალაგი ან ავგიტი). ზოგჯერ შეიცავს რქატყუარას, ოლივინს. ანორთიტს ან ლაბრადორს. ოლივინისგან შედგენილ გაბროს დ უ ნ ი ტ ს უწოდებენ, ანორთიტთან— ან ო რ თ ო ზ ი ტ ს, ლაბრადორთან— ლ ა ბ რ ა დ ო რ ი ტ ს. იგი გვხვდება საქართველოშიაც (ძირულის მასივზე, აფხაზეთ-მესტიის რაიონში). გაბროს ნეოტიპურ ეფუზიურ ანალოგს ბ ა ზ ა ლ ტ ი ჰქვია, პალეოტიპურს— დ ი ა ბ ა ზ ი.

ბ ა ზ ა ლ ტ ი მინისებრი, წვრილმარცვლოვანი ან პორფირული სტრუქტურის შავი ან მუქი ფერის ეფუზიური ქანია. შედგება ფუქე პლაგიოკლაზების, ავგიტისა და ზოგჯერ ოლივინის რქატყუარას, ბიოტიტისა და პიპერსტენისგან. გავრცელებულია ფართოდ. საქართველოში გვხვდება წყალტუბოში. კიათურაში და სხვაგან, არსებობს მისი რამდენიმე სახესხვა-

ობა (დოლერიტი, ჰიალობაზალტი და სხვ.). წყალქვეშ წარმოქმნილ პალეო-ოტიპურ ბაზალტს ს პ ი ლ ი ტ ი ჰქვია.

დ ი ა ბ ა ზ ი მეტწილად მუქი ძვწვანე ან მოშავო ფერის პორფირული ქანია. გვხვდება ძარღვებისა და ეფუზივების სახით. შედგება ავგიტის, ლაბრადორის და ზოგჯერ კვარცის, რქატყუარას, ოლივინისა და და ბიოტიტისგან, აგრეთვე ქლორიტის, სერპენტინისა და სხვა მეორადი მინერალებისგან. საქართველოში უმთავრესად გავრცელებულია ცენტრალურ კავკასიონზე.

პ ე რ ი დ ო ტ ი ტ ი ოლივინით მდიდარი, ერთი ან რამდენიმე პიროქსენის, რქატყუარას ან ქარსისგან აგებული სრულკრისტალური ულტრაფუქე ინტრუზიული ქანია. ახასიათებს შავი ან მომწვანო ფერი. არსებობს მისი რამდენიმე სახესხვაობა. ამათი ეფუზიური ანალოგებიდან უფრო გავრცელებულია პ ი კ რ ი ტ-პ ო რ ფ ი რ ი და მ ე ი მ ე ჩ ი ტ ი, მაგრამ ულტრაფუქე ქანებს, როგორც ღრმად დიფერენცირებულ მაგმურ პროლუქტებს, ნაკლებად ახასიათებს ძარღვული და ეფუზიური ანალოგები.

პ ი კ რ ი ტ ი შავი ფერის, წვრილმარცვლოვანი ან პორფირული სტრუქტურის ჰიპაბისური პერიდოტიტია. შედგება ავგიტის, ქრომდიოპსიდის, ოლივინისა და აქცესორული მინერალებისგან, მ ე ი მ ე ჩ ი ტ ი კიოლივინისა და ვულკანური მინისაგან.

პ ი რ ო ქ ს ე ნ ი ტ ი ძირითადად ერთი ან ორი პიროქსენისგან აგებული ულტრაფუქე ინტრუზიული ქანია. შემკველი პიროქსენის მიხედვით მასში არჩევენ რამდენიმე სახესხვაობას (დიალაგეტი, ბრონზიტეტი და სხვ.).

დანალექი ქანები და დიაგენეზი. დანალექი ქანი ეწოდება ისეთ ქანს, რომელიც წარმოშობილია მინერალებისა და ქანების ნამტვრევების, ხსნარებიდან ქიმიურად და ბიოქიმიურად გამოყოფილი ნივთიერებებისა და ორგანიზმების ნაშთებისგან. ამის შესაბამისად არჩევენ მის სამ ჯგუფს: კ ლ ა ს ტ უ რ, ა ნ უ მ ე ქ ა ნ ი კ უ რ და ნ ა ლ ე ქ, ქ ი მ ი უ რ (ქ ე მ ო გ ე ნ უ რ) და ბ ი ო : ქ ი მ ი უ რ, ა ნ უ ო რ გ ა ნ ო გ ე ნ უ ლ ქ ა ნ ე ბ ს.

ამათი წარმომქმნელი ყველა კომპონენტი პირველად გვაძლევს ნალექს, ე.ი. ამა თუ იმ ადგილზე დაგროვილ, მოძრაობის უნარდაკარგულ მასალას. იგი შედგება სხვადასხვა წარმოშობისა და შემადგენლობის ნივთიერებებისგან და ერთიმეორეზე მოქმედებს. მათ შორის იწყება ქიმიური რეაქციები და ახალი შენაერთების წარმოქმნა. ამიტომ ნალექის შემადგენლობა თანდათან იცვლება. ეს ცვლილება განსაკუთრებით ინტენსიურია ზღვებში, რადგან მისი წყალი რთული ხსნარია და ნალექებში იწვევს შესაბამის რეაქციებს. ამასთან, აქ ნალექებზე სწრაფად სახლდებიან ორგანიზმები და იწვევენ გარდაქმნას. მათი ნაშთები ხრწნისა და ლპობის შედეგად გამოყოფენ ორგანულ მჟავებსა და სხვა მძლავრ ქიმიურ რეაქ-

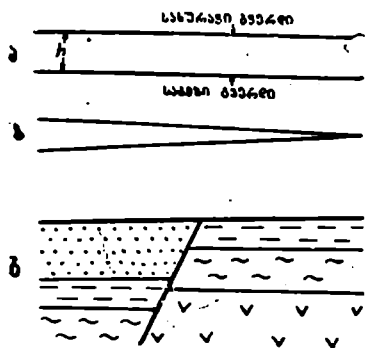
ტივებს. ამის გამო ნალექის ერთი ნაწილი იხსნება ან იშლება და ხსნარში გადადის, მეორე, მდგრადი ნაწილი კი ადგილზევე რჩება ან ნალექში მოძრავ ხსნარს გამოეყოფა, ახალ მინერალებს გვაძლევს და ნალექს აცემენტებს. ამავე დროს, ნალექის ზედა ნაწილი აწვება ქვედას, დევნის შიგარსებულ წყალს და ნალექს ამკვრივებს, თანაც გარკვეულ პირობებში, პილოგენები და სხვა წყლიანი მინერალები კარგავენ წყალს და კრისტალებიან. ამის გამო ნალექი თანდათან იცვლება და ქანად იქცევა. ნალექის ქანად გარდაქმნის ყველა ამ პროცესს ერთად დ ი ა გ ე ნ ე ზ ი ეწოდება (ბერძ. „დიაგენეზის“—გარდაქმნა). ამრიგად, დანალექი ქანები წარმოიქმნება ნალექების დიაგენეზისის შედეგად და ნალექს ქანი ეწოდება იმის შემდეგ, როდესაც იგი გამოდის დალექვის საწყისი მდგომარეობიდან და გადადის განსხვავებულ პირობებში. ე. ი. აღარ განიცდის დალექვის ადგილზე ოდესღაც მასზე მოქმედი ფაქტორების გავლენას. მორენებისათვის ეს არის მყინვარების საბოლოოდ უკან დახევა, ტბიურ ნალექებისათვის—ტბის ამოშრობა და ა. შ. ამავე დროს, არაა აუცილებელი, რომ დანალექი ქანი ყოველთვის მკვრივი იყოს.

დანალექი ქანი შეიძლება შეიცავდეს რელიქტურ, ანუ დედა ქანის მინერალების შეუცვლელ ნატეხებს (კვარცი და სხვ.), ამ მინერალების შეცვლის პროდუქტებს (თიხები, ქლორიტები და სხვ.); ქანის დიაგენეზის დროს წარმოქმნილ, ანუ სინგენეტურ (კარბონატები და სხვ.) და შემდეგ წარმოშობილ, ანუ ეპიგენეტურ, მინერალებს (პირიტი და სხვ.). ისინი შეიძლება იყოს კრისტალურ, ამორფულ და კოლოიდურ მდგომარეობაში. დანალექ ქანებში გვხვდება აგრეთვე ნამარხები, ანუ ორგანიზმების ნაშთები, რომლებიც ზოგჯერ ამ ქანების ძირითად მასას შეადგენს. მექანიკური დანალექი ქანების სტრუქტურა კლასტურია; დანარჩენების—ამორფული, პელიტომორფული (აგებულია მტვრისებრი ნაწილაკებისაგან), კრისტალურ-მარცვლოვანი, ოლითური, ბიომორფული (ქანი შედგენილია ორგანიზმების მთლიანი ნაშთებისგან) და ა. შ. ყველა მათგანის წოლის ფორმა შრეა. ამიტომ დანალექი ქანებისთვის დამახასიათებელია შრეებრივი ტექსტურა, ანუ შრეებრივობა.

შრე ეწოდება ერთგვაროვანი ლითოლოგიური შემადგენლობის მცირე სისქისა და შედარებით დიდი გავრცელების ქანს. მისი სისქე ჩვეულებრივად მილიმეტრები ან სანტიმეტრებია (იშვიათად მეტრები), გავრცელება კი ზოგჯერ კვადრატული კილომეტრებია. იგი შემოსაზღვრულია მეტ-ნაკლებად პარალელური სიბრტყეებით, ანუ გვერდებით, საიდანაც ზედას სახურავი და ქვედას საგები გვერდი ჰქვია. ამათ შორის შევეულ მანძილს შრის სისქე, ანუ სიმძლავრე ეწოდება. შრე დაუსრულებლად არ ვრცელდება. მისი გვერდები თანდათან უახლოვდება ერთმანეთს და სადღაც ერთდება. ამ მოვლენას შრის

დამთავრება ჰქვია. ამ დროს შრე თანდათან თხელდება და ისო-
ლება. ზოგჯერ შრე ყველა მიმართულებით მოკლე მანძილზე ისოლება
და ლინზის ფორმასღებულობს. ასეთ შრეს ლინზა ეწოდება (ნახ. 19).

შრეები წარმოიქმნება დალექვის პროცესში მასალის მორიგეობის შე-
დეგად. თუ ერთგვაროვანი მასალა ბევრია და დალექვა ხანგრძლივი, მი-
იღება სქელი შრე, თუ არა და—თხელი. შრეები შეიძლება იყოს ერთმა-
ნეთის პარალელური, კუთხით მიმართული, ან ერთიმეორეში
შეჭრილი. პირველს თ ა ნ ხ მ ო ბ ი თ ი გ ა ნ ლ ა გ ე ბ ა ჰქვია.



მეორეს— უ თ ა ნ ხ მ ო, მესამეს —
ხ ლ ა რ თ უ ლ ი. ზოგჯერ შრეთა
წყებაში შრეები განლაგებულია თან-
ხმობით, მაგრამ შიგ რომელიღაც
ასაკის ქანები აკლია. ამ მოვლენას
ს ტ რ ა ტ ი გ რ ა ფ უ ლ ი ხ ა რ -
ვ ე ზ ი, ან უ ფ ა რ უ ლ ი უ თ ა ნ -
ხ მ ო ე ბ ა ეწოდება. ხანდახან
შრეები ერთმანეთთან ადგენს კუ-
თხეს. ამას კ უ თ ხ უ რ ი უ თ ა ნ -
ხ მ ო ე ბ ა ჰქვია.

ნახ. 19. შრე (ა), შრის გამოსოფლა (ბ),
შრის გაწვევბა (გ) და შრის სიმძლავრე (რ).
თავდაპირველად შრე ჰორიზონ-
ტალურად ილექება, ამასთან შესაბა-
მის პირობებში მის ზედაპირზე ჩნდება წვიმის წვეთებისა და ჭიების ნა-
კვალეები, გვალვის ნასკდომები, ჭავლები და სხვა წარმონაქმნები, შიგ-
ნით კი—კონკრეციები, სეპტარიები (გამკვრივებისას დამსკდარი კონ-
კრეციები, რომლის ნაპრალები ამოვსებულია სხვადასხვა ნივთიერებებით)
და სხვა ფორმის სხეულები.

კლასტური ქანი. კლასტური ქანები ეწოდება ქანების ან მინერალების
ნამტვრევებისგან აგებულ ქანებს. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ მის
სამ ჯგუფს: პ ი რ ო კ ლ ა ს ტ უ რ, შ ე რ ე უ ლ (ვ უ ლ კ ა ნ ო გ ე ნ -
დ ა ნ ა ლ ე ქ) და ნ ო რ მ უ ლ დ ა ნ ა ლ ე ქ ქ ა ნ ე ბ ს.

პ ი რ ო კ ლ ა ს ტ უ რ ი ქ ა ნ ი ეწოდება ვულკანური ამოფრქვევის
მყარი პროდუქტებისგან (ფერფლი, ქვიშა, ვულკანური კენჭები, ანუ ლა-
პილები, ვულკანური ბომბები და სხვ.) აგებულ ქანს. თუ ესენი შეცემენ-
ტებულია, მაშინ მას ვ უ ლ კ ა ნ უ რ ი ტ უ ფ ი ჰქვია, ამათგან: ფერფლის-
გან აგებულს — პ ე ლ ი ტ უ რ ი, ანუ ფ ე რ ფ ლ ი ს ტ უ ფ ი.
ვულკანური ქვიშისგან შედგენილს—ტ უ ფ ქ ვ ი შ ა ქ ვ ა, უფრო დიდი
ნატეხებისგან აგებულს—ტ უ ფ ო ბ რ ე ქ ი ა (ასეთია სამშენებლო ტუ-

ფების მეტი ნაწილი), ლაპილებისა და ბომბებისაგან შედგენილს—ტ ე . ფ ო კ ო ნ გ ლ ო მ ე რ ა ტ ი .

თუ ამოფრქვევა წყალქვეშ ხდება ან გადანარეცი ვულკანური მასალა გროვდება ამა თუ იმ აუზში, მაშინ პიროკლასტურ მასალასთან ერთად ილექება ტერიგენიც. ვლბულობთ შერეულ ქანს, ანუ ტუფიტს. მისი ნატეხები მეტ-ნაკლებად დამუშავებულია, ქანები კი ხშირად შრეებრივი და შეიცავს ფაუნას. ასეთია, თბილისის მიდამოების ქვიშაქვები.

ნ ო რ მ უ ლ ი დ ა ნ ა ლ ე ქ ი კ ლ ა ს ტ უ რ ი ქ ა ნ ე ბ ი აგებულია ქანების ან მინერალების ნამტვრევებისაგან. ნატეხების სიდიდის მიხედვით იგი შეიძლება იყოს პ ს ე ფ ი ტ უ რ ი, ანუ მსხვილკლასტური ($d > 2$ მმ-ზე), პ ს ა მ ი ტ უ რ ი, ანუ საშუალო ნატეხოვანი ($d = 0,1 - 2$ მმ), ა ლ ე ვ რ ი ტ უ ლ ი ($d = 0,01 - 0,1$ მმ) და პ ე ლ ი ტ უ რ ი ($d < 0,01$ მმ-ზე) სტრუქტურის, ნატეხების ფორმის მიხედვით—დაკუთხული და დამრგვალებული (დამუშავებული), შეკავშირების მიხედვით კი—ფხვიერი და შეცემენტებული. ფხვიერ, დაკუთხულ-ნატეხოვან ქანებს ეკუთვნის: ლოდნარი ($d > 1000$ მმ-ზე), წვრილი ლოდნარი ($d = 100 - 1000$ მმ), როჭკი ($d = 10 - 100$ მმ) და როჭკულა ($d = 2 - 10$ მმ). დამრგვალებულ ლოდებს ჰქვია მსხვილი კაქარი; დამრგვალებულ წვრილ ლოდნარს—წვრილი კაქარი; დამრგვალებულ როჭკს—რიყის ქვა; დამრგვალებულ როჭკულას—ხვინჭა (ხრეში). 0,1—2 მმ-იან ნატეხებს ეწოდება ქვიშა, 0,01—0,1 მმ-იანს—ალევიტი, უფრო წვრილს—თხა. ნატეხების შეცემენტებით მიღებულ ქანს ჰქვია ბ რ ე ქ ჩ ი ა, შეკავშირებულ ქვარგვალებს—კ ო ნ გ ლ ო მ ე რ ა ტ ი, გამკვრივებულ ქვიშას—ქ ვ ი შ ა ქ ვ ა, შემჭიდროებულ ალევრიტს—ა ლ ე ვ რ ო ლ ი თ ი, მკვრივ თიხას—ა რ გ ი ლ ი ტ ი. ამათი ცემენტი მეტწილად თიხა, კირქვა და კაჟია.

ბ რ ე ქ ჩ ი ა, კ ო ნ გ ლ ო მ ე რ ა ტ ი და ქ ვ ი შ ა ქ ვ ა შეიძლება იყოს მსხვილი, საშუალო და წვრილნატეხოვანი და შედგებოდეს ერთი ან სხვადასხვა ქანების ნამტვრევებისაგან. ალევრიტებსა და ალევროლითებს კი უკავია ქვიშებს, ქვიშაქვებსა და თიხებს შორის გარდამავალი ადგილი. მათში საკმაოდ ბევრია თიხისა და ქარსის მინერალები, ცოტა ან სულ არ არის ქანების ნატეხები, უზრო დაკუთხულია ნაწილაკები, მცირე და ძნელი გასარჩევია ცემენტი. ასეთია ე . წ . ლ ი ო ს ი და ლ ი ო ს ი ს მ ა გ ვ ა რ ი თ ი ხ ნ ა რ ე ბ ი.

თ ი ხ ა ეწოდება მიწისებრ ქანს, რომელიც დასელებიას ჰლასტიკურია, გაშრობისას ინარჩუნებს მიღებულ ფორმას და გამოწვისას ქვასავით მაგრდება. იგი შედგება ე . წ . თიხური მინერალების (კაოლინი, მონტმორილონიტი, ჰალუაზიტი და სხვ.), $< 0,001$ მმ სიდიდის ნაწილაკებისგან, რელიქტური მინერალების (კვარცი, ფელდშპატები, ქარსები და სხვ.),

უფრო მსხვილი ნატეხებისა და სინგენეტურ-ეპიგენეტური წარმონაქმნებისგან (კალციტი, ფოსფატები, ორგანული ნაერთები, თაბაშირი, მარგანეცი, დოლომიტი და სხვ.). წარმოშობის მისეღვით არჩევენ პირველ ანუ უმთენილსა (ქიმიური გამოფიტვით მიღებული და ადგილზე დარჩენილი) და მეორეულ (კლასტურ), ანუ გადატანილ თიხებს. შემადგენლობის მიხედვით კი: კაოლინურ, ჰიდროქარსულ, მონტმორილონატურ და სხვა თიხებს. უკანასკნელი მაღალადსორბციულია და იხმარება ნავთობისა და ცემენტის გასაწმენდად. ჩვენში ასეთია გუმბრინი, ასკანიტი და სხვა მათეთრებელი, ანუ ბენტონიტური თიხები. გამკვრივებისას თიხები გადადის არგილიტებში, მეტამორფიზმის დროს კი თიხა-ფიქლებსა და ფილიტებში. ამიტომ ყველა ამათ თიხოვან ქანებს უწოდებენ. დანალექ საფარში მათი რაოდენობა 60%-ზე მეტია, მიწის ქერქში კი — 3,4%. ესენი წარმოიქმნება მთათწარმოშობი პროცესების დროს და გვხვდება ნაოჭა მხარეებში.

ქიმიური და ბიოქიმიური ქანები. ეს ქანები წარმოქმნილია ხსნარებიდან ნივთიერებათა ქიმიური ან ბიოქიმიურა დალექვით და ორგანიზმების ნაშთების ხარჯზე. ასეთია: მარილები (ევაპორიტები), ლატერიტები, ბოქსიტები, ფეროლითები, მანგანოლითები, ფოსფატები, სილიციტები, კარბონატები, კაუსტობიოლითები და ა. შ.

მარილები სუფთა ქიმიური ნალექებია, წარმოიშობა მარილიანი წყლების აორთქლების შედეგად მშრალ კლიმატში. მაგრამ პირველად ილექება ძნელხსნადი ნაერთები (თაბაშირი, ანჰიდრიტი), შემდეგ კი უფრო ადვილხსნადები (ჰალიტი, მაგნიუმისა და კალიუმის მარილები და სხვ.).

ლატერიტი მეტწილად მოწითალო ფერის თიხოვანი ქანია (ლათ. „ლატერ“—აგური). 80—90%-მდე შეიცავს რკინისა და ალუმინის ჰიდროქსიდებს. წარმოიშობა ალუმინსილიკატების ქიმიური გამოფიტვით ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ქვეყნებში. საბჭოთა კავშირში გვხვდება დასავლეთ საქართველოში, ლენქორანსა და თალიშში.

ბოქსიტი ალუმინის უმთავრესი მადანია. ძირითადად შეღებვა ალუმინის ჰიდროქსიდებისგან (დიასპორი, ჰიდრარგილიტი), შეიცავს რკინის ჰიდროქსიდს და ზოგიერთ სხვა მინერალსაც. უმთავრესად წარმოიშობა ალუმინსილიკატური მაგმური ქანების ლატერიტული გამოფიტვით და აიღებულ პროდუქტის გადალექვით. საბჭოთა კავშირში დიდი რაოდენობით გვხვდება ტიხვინსა და ურალზე.

ფეროლითები რკინიანი დანალექი ქანები და, მეტწილად, ამლითონის მადნებია. წარმოიშობა ფუჭე და ულტრაფუჭე მაგმური ქანების ქიმიური გამოფიტვით ზღვებში, ტბებსა და ჭაობებში ან მღვიმეებში

და სხვა სიცარიელებში წყალსნარებიდან ქიმიური და ბიოქიმიური გზით. უმთავრესად ასეთია ე. წ. ჯესპილიტები, ისინი მოთავსებულია კამბრიულამდელ კვარციტებში და მოიცავს უდიდესი რაოდენობის რკინის მარაგს. ფიქრობენ მისი წარმოქმნა გამოწვეულია მაშინდელ ზღვებში მარილებისა და ელექტროლიტების ნაკლებობითა და CO_2 -ის სიჭარბით.

მ ა ნ გ ა ნ ო ლ ი თ ე ბ ი წარმოადგენს მარგანეცის ქანგულ¹ და კარბონატულ მადნებს. ისინი ძირითადად აგებულია მარგანეცის მინერალებისგან, რომელსაც ურეგია თიხა, ქვიშა და ზოგიერთი სხვა ნივთიერება. წარმოიშობა ზღვებში, ტბებსა და ჭაობებში ქიმიური და ბიოქიმიური გზით. აკად. გ. ძ ო წ ე ნ ი ძ ი ს აზრით, ზოგიერთ საბადოში მანგანუმის მომცემ ძირითად წყაროს წარმოადგენს ვულკანური პროცესები.

ფ ო ს ფ ა ტ ე ბ ი ა ნ ი ქ ა ნ ე ბ ი უმთავრესად წარმოადგენს ფოსფორიტებს. ან ფოსფატებით გამდიდრებულ ქვიშაქვებს, მერგელებს, კირქვებსა და თიხებს, სადაც ფოსფორიტი ასრულებს ცემენტის როლს. ფოსფორიტი წარმოიშობა ორგანული (ძვლებისა და ნიჟარების გარდაქმნით) და ქიმიური დალექვის გზით, ხშირად გვხვდება კონკრეციებისა და ოლითების სახით და ხანდახან ქმნის 10—15 მ სისქის ფენებს.

ს ი ლ ი კ ა ტ ე ბ ი კაჟიანი ქანებია. უმთავრესად შედგება ოპალისა და ქალცედონისგან. წარმოიშობა ქიმიური, ბიოგენური (კაჟიანი ორგანიზმების მაგარი ნაწილების ერთად დაგროვებით) და ბიოქიმიური გზით. ასეთია: გ ე ი ზ ე რ ი ტ ი, დ ი ა ტ ო მ ი ტ ი, ტ რ ე პ ე ლ ი და ს ხ ვ ა.

გ ე ი ზ ე რ ი ტ ი ოპალისგან აგებული ქანია. წარმოიშობა ვულკანური ცხელი წყაროების—გეიზერებისგან ქიმიური დალექვის გზით. დ ი ა ტ ო მ ი ტ ი კაჟიანი წყალმცენარე—ლიატომეების ნაჭუჭებისგან წარმოქმნილი თეთრი, რბილი ქანია, შეიცავს კაჟიანი ღრუბლებისა და ზოგიერთი სხვა ცხოველის მაგარი ნაწილებსაც. შედგება 60—98%-მდე SiO_2 -სგან. საქართველოში გვხვდება სოფ. ქისათბში. ტ რ ე პ ე ლ ი ოპალის ან ქალცედონის ძლიერ წვრილი ნაწილაკებისგან აგებული მსუბუქი, ღია ფერის მჟავე და ცეცხლგამძლე ქანია, შეიცავს ზოგი სხვა მინერალის მარცვლებსაც. წარმოშობილი უნდა იყოს კოლოიდურ-ქიმიური დალექვით ან ლიატომიტისგან ლიატომეების ნაჭუჭების დაქუცმაცებით.

კ ა რ ბ ო ნ ა ტ უ ლ ი ქანები ძირითადად კალციტის, დოლომიტის ან სიდერიტისგან შედგენილი წარმონაქმნებია, რომლებსაც ურეგია ქვიშა და თიხური მინერალები. ასეთია: კ ი რ ქ ვ ა, დ ო ლ ო მ ი ტ ი, მ ე რ გ ე ლ ი და მ ე ტ ა მ ო რ ფ უ ლ ი ქ ა ნ ი მ ა რ მ ა რ ი ლ ო.

კირქვა ძირითადად აგებულია კალციტისგან, მაგრამ მინარევების სახით შეიცავს დოლომიტს, თიხას, კვარცს, რკინის ქანებსა და სხვა ნივთიერებებსაც. თუ შიგ დოლომიტი 20—25%-მდეა, მაშინ ქანს ჰქვია დოლომიტიანი კირქვა, თუ 50—80%-მდე — კირქვიანი დოლომიტი და ა. შ. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ: ქიმიურ, ბიოგენურ, კლასტურ და სხვა კირქვებს. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ორგანული კირქვები. იგი შედგება კირქვიანი ორგანიზმების მაგარი ნაწილებისგან. შემადგენელი ორგანიზმების მიხედვით არჩევენ: ნუმიულიტებიან, ბრაქიოპოდებიან, მარჯნებიან და სხვა სახის კირქვებს. ზოგჯერ ქანი მთლიანად აგებულია მთელი ან დამტვრეული ნიჟარებისგან. თუ ნიჟარები შეცემენტებულია, მაშინ ქანს ჰქვია ლუმბაშელი. თუ ფხვიერი — ფალენი. ორგანული კირქვაა ცარცი. იგი, შედგება (60—70-მდე) მიკროსკოპული ცხოველების — ფორამინიფერებისა და კირქვიანი წყალმცენარეების (კოკოლითოფორიდები) ნაჭუჭებისა და 30—40%-მდე ქიმიური კალციტის უწვრილესი მარცვლებისაგან. შემდეგ ნოდის პელიტომორფული (ერთგვაროვანი), ანუ კალციტის მიკროსკოპული მარცვლებისგან აგებული კირქვები, ბოლოს კი — ქიმიური კირქვები. უკანასკნელი წარმოიშობა ტბებში, ლაგუნებში წყაროებიდან ქიმიური დალექვის გზით და არსებითად გვხვდება კამბრიულამდელ ნალექებში. წყაროს ნალექია კირქვის ტუფიც. კლასტური კირქვები შედგება კირქვის ნამტვრევებისგან, გვხვდება სანაპირო ნალექებში, წარმოიქმნება კირქვის მექანიკური დაშლით და შეიძლება იყოს ბრექჩია, კონგლომერატი და ა. შ.

დოლომიტი თითქმის მთლიანად (> 95%) მინერალ-დოლომიტისგან აგებული მოყვითალო ან ზოგჯერ სხვა ფერის კრისტალური ქანია. მინარევების სახით შეიცავს კალციტს და ზოგიერთ სხვა ნივთიერებასაც. წარმოშობილია ქიმიური დალექვით ან კირქვიანი ნალექების გადოლომიტებით. არსებობს კლასტური დოლომიტებიც.

მერგელი წარმოადგენს 30—50%-მდე თიხისა და დანარჩენი კალციტის, დოლომიტის ან ორივე ამ მინერალისგან აგებულ ქანს. იგი უმთავრესად ღია ფერისა და წვრილმარცვლოვანია, ხშირად შეიცავს ქარსებსა, ბიტუმს, ნამარხებსა და სხვა მინარევებს. საღ მონატეხზე დაორთქლებით გამოყოფს სპეციფიკურ სუნს.

კაუსტობიოლითები. კაუსტობიოლითები ორგანიზმების ნაშთებისა და მათი დაშლის პროდუქტებისაგან წარმოქმნილი საწვავი ქანებია (ბერქნ. „კაუსტოს“—წვისუნარიანი; „ბიოს“—სიცოცხლე, „ლითოს“—ქვა). ისინი უმთავრესად აგებულია ნახშირბადისა და ნახშირწყალბადების ნარევებისგან, არის მყარი, თხევადი და გაზობრივიც. არჩევენ მის ორ ჯგუფს: ჰუმუსურს (ნახშირების) და ნავთობის რიგისას (ბიტუმები). პირველს მიეკუთვნება: ტორფი, მურა ნახშირი, ქვანახშირი, ანტრაციტი, საპროპელი, საწვავი ფიქალი და სხვ., მეორეს კი: საწვავი აირი, ნავთობი, იზოკერიტი და ასფალტი. მკვლევართა უმრავლესობის აზრით, ამათი უმეტესობა წარმოშობილია ცხოველთა და მცენარეთა ნაშთების უქანგბადო ან ქანგბადილ ღარიბ გარემოში (ლაგუნა, ქაობი) გარდაქმნით.

ტორფი მეტწილად მურა ფერის ფხვიერი ან მკვრივი, ძლიერ ფოროვანი, მსუბუქი ქანია. შედგება ხავსის, ბალახების და სხვა მცენარეების არასრულყოფილად დაშლილი ნაშთებისა და ქვიშის, თიხისა და სხვა მინარევეებისგან. ხშირად შეიცავს ფესვებს, ღეროებსა და ფოთლებს. გვხვდება ფენებისა და ლინზების სახით. ახასიათებს 4000—5000 კალ-მდე თბოუნარიანობა.

მურა ნახშირი ტორფზე მაგარი, ხშირად ბიტუმიზებული, მურა ან მოშავო ფერის ქანია. ზოგიერთში ჩანს მერქნის აღნაგობა. დაკავშირებულია ახალგაზრდა ნალექებთან. აქვს 4000—6200 კალ-მდე თბოუნარიანობა.

ქვანახშირი შავი ფერის, ცხიმოვანი, ფისის ან სხვანაირი ელვარების მკვრივი ქანია. წარმოიშობა მურა ნახშირისაგან მაღალ წნევესა და მაღალ ტემპერატურაზე. აქვს 7—8,7 ათასი კკალ თბოუნარიანობა.

ანტრაციტი შავი, მეტალური ელვარების, ძლიერ მკვრივი ნამარხი ნახშირია. წარმოიქმნება ქვანახშირის მეტამორფიზმით. მცირე რაოდენობით (8%-მდე) შეიცავს აირებს. ამიტომ მწელად ინთება. შემდგომი გარდაქმნით გადადის გრაფიტში. ახასიათებს 8—9,5 ათასი კკალ თბოუნარიანობა.

საპროპელი უმთავრესად უმდაბლეს საფეხურზე მდგომი მცენარეებისა და ცხოველების ნაშთების უქანგბადო არეში გარდაქმნით წარმოშობილი ნახევრად თხევადი ლაბისებრი შლამია (ბერქნ. „საპროს“—დამბალი, „პელოს“—შლამი). მდიდარია ნახშირწყალბადებით. ახასიათებს შავი, მწვანე ან ლხვა ფერი და გოგირდწყალბადის სუნი. გაშრობისას რე-

ზინივით იწელება. 2—50%-მდე შეიცავს თიხასა და ქვიშას. ფართოდაა გავრცელებული ფიტოპლანქტონით მდიდარი ზომიერი კლმატის ტყიასა და ტაივის ტბებში, მათ შორის ლენინგრადის მიდამოებსა და პალიასტომის ტბაშიაც. აქა-იქ სისქით აღწევს 30 მ-ს. აღნიშნულ მცენარეთა ნაშთები მასობრივად ცვივა ტბების ფსკერზე, იხრწნება და გამოყოფს სიცოცხლისათვის მავნე ამიაქსა და გოგირდწყალბადს. ამიტომ წყალი იწამლება და თევზები, ქიები და სხვა ორგანიზმები იხოცება, მათი ნაშთები ერევა მცენარეულს და ორივე ერთად ქმნის საპროპელს. საპროპელი გამოიკვინება სამკურნალო ტალახად. სათბობად და სასუქად. მკვრივ საპროპელს აქვია საპროპელი (ტორფი.ჩი ლაბი), საპროპელურ ნახშირს—ბოგჰედი, სპორებით მდიდარ ბოგჰედს—კენელი, ყველას ერთად, მაგრამ განამარხებულს—საპროპელითი. ნაცრიანობის მომატებისას იგი გადადის საწვავ ფიქლებში.

საწვავი ფიქლები წარმოადგენს მოყვითალო-ნაცრისფერიდან შვამმდე ფერის ნახშირწყალბადებით გაჯღენთილ ფიქლებრივ არგილიტებს, მერგელებს ან თიხიან კირქვებს. 60—70%-მდე შეიცავს საწვავ ნივთიერებებს. ასანთით ადვილად იწეება. იწვის მბოლავი ალით. გამოსცემს ბიტუმის სუნს. ზოგიერთი მათგანი გამოყოფს 6500 კალ-მდე სითბოს. წარმოიშობა მტკნარ ტბებში, ლაგუნებსა და ზღვებში თიხური ნაწილაკებისა და ორგანული შლამების ერთდროული დალექვით ანაერობულ პირობებში. ბევრია ესტონეთში (კუკერსიტი), ლენინგრადში, ურალზე, დასავლეთ ციმბარში, ყაზახეთსა და მთელ რიგ სხვა რაიონებში.

ბუნებრივი საწვავი აირი მეთანის და სხვა ნაძლარი რივის ნახშირწყალბადებისგან აგებული გზია, მკირე რაოდენობით შეიცავს აზოტს, CO_2 , H_2S -სა და ინერტულ აირებს. დაკავშირებულია ნავთობისა და ნახშირების საბადოებთან. მკვლევართა მეტი ნაწილის აზრით წარმოშობილია ორგანიზმების ნაშთების გახრწნა-გარდაქმნით, ზოგიერთების მიხედვით კი—მანტიის ნივთიერებათა დეგაზაციით და სხვა გზითაც.

ნავთობი ზეთისებრი სითხეა. წარმოადგენს მეთანის, ნაფთენისა და არომატული რივის ნახშირწყალბადების ნარევის. მკირე რაოდენობით შეიცავს გოგირდოვან, აზოტოვან და ქანგბადოვან ნაერთებსაც. ხასიათდება მურა, მოშავო. მოყვითალო ან სხვა ფერით, სპეციალური სუნითა და 10400—11000 კკალ/კგ თბოუნარიანობით. მკვლევართა მეტი ნაწილის აზრით იგი წარმოშობილია ცხოველებისა და მცენარეული ნაშთების უწყ-

წვდამო არეში გარდაქმნით, სხვების მიხედვით კი—მცენარეების ან ცხოველთა ნაშთებისგან და არაორგანული ვხითაჲ (მ ე ნ დ ე ლ ე ე ვ ი ს კ ა რ ბ ი დ უ ლ ი თ ე ო რ ი ა, ვ. ს ო კ ო ლ ო ვ ი ს კ ო ს მ ო ს უ რ ი ჰ ი პ ო თ ე ზ ა). ნავთობის საბადოებია: ბაქოში, ვოლგა-ურალის რაიონებში (მეორე ბაქო), ყუბანში, გროზნოში, კალიფორნიაში, ვენესუელაში, ირანში, კუვიტში და სხვაგან. ამჟამად დედამიწაზე ნავთობის 4 ძირითადი წყაროა: შუა აღმოსავლეთი, აშშ, კარიბის ზღვის აუზი და სსრ კავშირი. მარტო კუვიტის მსოფლიო მარაგის მეოთხედი გააჩნია. 1970 წელს ჩვენს ქვეყანაში 328 მლნ ტ ნავთობი ამოიღეს.

ო ზ ო კ ე რ ი ტ ი — ფუტყრის სანთლის მსგავსი რბილი ან ზოგჯერ მსხვრეკადი ქანია (ზოგიერთები მინერალადაც თვლიან). ძირითადად შეიღება მყარი ნახშირწყალბადებისგან. სინათლეზე დნება იწვის მბოლავი ალით. გვხვდება ნავთობიან რაიონებში შრეებისა და ძარღვების სახით. წარმოიშობა პარაფინიანი ნავთობის ბუნებრივი გამოხდით.

ა ს ფ ა ლ ტ ი ბ ლ ა ნ ტ ი ან ზოგჯერ მკვრივი, თითქმის შავი ფერის ნავთობის ბიტუმი. 70—100°-ზე რბილდება. იწვის მბოლავი ალით. წარმოიშობა ნავთობის აორთქლებითა და ბუნებრივი დაჟანგვით. გვხვდება ნავთობიან რაიონებში ქანების ფორებსა და ნაპრალებში.

მეტამორფიზმი და მეტამორფული ქანები. მ ე ტ ა მ ო რ ფ ი ზ მ ი ე წ ო ლ ე ბ ა ქ ა ნ ე ბ ის გ ა რ დ ა ქ მ ნ ა ს (ბერძნ.—„მეტამორფოსის“—გარდაქმნა, სახის ცვლა), მეტამორფული ქანები კი—ამ გზით მიღებულ ქანებს. მეტამორფიზმს განიცდის ყველა ქანი. იგი მდგომარეობს მათ გადაკრისტალებაში ტექსტურა-სტრუქტურისა და ზოგჯერ ქიმიური შემადგენლობის შეცვლაში, არსებითად ხდება მთათწარმომშობი პროცესების დროს, ქანების დანაოჭება—ღრმად დაძირვისას და მიმდინარეობს მაღალი ტემპერატურის, მაღალი წნევისა და ქვევიდან ამოსული ცხელი ხსნარებისა და გაზების გავლენით. ამიტომ ამათ მეტამორფიზმის ფაქტორებს უწოდებენ. არჩევენ მეტამორფიზმის შემდეგ ძირითად სახეებს: დ ა ნ ა მ ი კ უ რ ს (კატაკლაზური, დისლოკაციური), კ ო ნ ტ ა ქ ტ უ რ ს ა და რ ე გ ი ო ნ უ ლ ა (სიღრმითი).

დ ი ნ ა მ ო მ ე ტ ა მ ო რ ფ ი ზ მ ი ხ ლ ე ბ ა ზ ე ვ ი თ მ ლ ე ბ ა რ ე ქ ა ნ ე ბ ის დაწოლით ქვედაზე. იგი ზედა ფენებში იწვევს მექანიკურ დეფორმაციას (ქანებისა და მინერალების დამსხვრევა-დანაოჭება), ქვედაში კი—დაფიქლება-გადაკრისტალებას, რადგან აქ წნევასთან ერთად მოქმედებს მომატებული ტემპერატურაც.

კონტაქტმეტამორფიზმის ადგილი აქვს მაგმის შემოჭრისას: ზიწის ქერქში და ხორციელდება გვერდითი ქანებზე უშუალოდ მაგმის ან მისი პროლექტების გავლენით. მას იწვევს მაღალი ტემპერატურა, მაგმური აირები და ჰიდროთერმები. ამიტომ არჩევენ მის სამ სახეს: თერმულს, პნევმატოლიზურსა და ჰიდროთერმულს. პირველი ხდება მაგმის ტემპერატურის უშუალო გავლენით გვერდითი ქანებზე და იწვევს მათ გამოწვა-გადაკრისტალებას. მეორე მიმდინარეობს აირების, ხოლო მესამე—ცხელი წყლების მოქმედებით და ცვლის ქანების ქიმიურ-მინერალურ შემადგენლობას.

რეგიონული მეტამორფიზმი წარმოადგენს მეტამორფიზმის ყველა სახეობათა ერთობლიობას, ხდება ე. წ. გეოსინკლინურ მხარეებში, მოიცავს დიდ ფართობს და იწვევს ქანების ქიმიური შემადგენლობის, სტრუქტურისა და ტექსტურის შეცვლას, მაგრამ სხვადასხვა სიღრმეზე მიმდინარეობს სხვადასხვანაირად. ამიტომ უ. გრუბენმანი და პ. ნიგლი მიწის ქერქში გამოყოფენ მეტამორფიზმის შემდეგ ზონებს: ეპიზონას (ზედა), მეზონასა (შუა) და კატაზონას (ქვედა).

ეპიზონაში დაბალია ტემპერატურა (300°-მდე), მცირეა ჰიდროსტატიკური და დიდია ცალმხრივი, ანუ გვერდითი, წნევა (1000—2000 ატმ); ბევრია წყალი, ამიტომ არსებითად ადგილი აქვს ქანების დამსხვრევას. მაგრამ ხდება ქანების გადაკრისტალება-დაფიქლება და წყლიანი მინერალების (ქლორიტი, ტალკი და სხვ.) წარმოქმნაც. კირქვები გადადის წვრილმარცვლოვან მარმარილოში, თიხები და თიხაუქლები — ფილიტებში და ა. შ.

მეზონაში ტემპერატურა 500°-მდეა, უფრო მაღალია ჰიდროსტატიკური და 2500 ატმ-მდეა ცალმხრივი წნევა. ამიტომ ხდება ქანების გადაკრისტალება-დაფიქლება. წარმოიშობა მარმარილო, კვარციტები, გნეისები, ქარსიანი და სხვა კრისტალური ფიქლები.

კატაზონაში 700°-მდეა ტემპერატურა, ძლიერ მაღალია ჰიდროსტატიკური და მცირეა გვერდითი წნევა. ამიტომ ქანები გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში. ისპობა ფიქლებრიობა და ხდება მათი მთლიანი გადაკრისტალება—ქიმიური გარდაქმნა. წარმოიქმნება ოლივინი, რომბულო პიროქსენები და მაგმური ქანებისათვის დამახასიათებელი სხვა მინერალები, ეკლოგიტები, გრანატებიანი, პიროქსენიანი და სხვა სახის გნეისები.

მეტამორფული ქანები ძირითადად ინარჩუნებს იმ ქანების წოდების ფორმებს, საიდანაც წარმოიშვნენ. შეიცავენ ყველა იმ მინერალს, რასაც მაგმური და დანალექი ქანები, აგრეთვე გრანიტებს, ეპიდოტსა და სხვა.

სპეციფიკურ წარმონაქმნებს. უმეტესი მათგანის ტექსტურა ფიქლებრივია, სტრუქტურა—კრისტალური. მარცვლოვანი. ზოგიერთში ჩანს დედაქანის სტრუქტურა და ტექსტურაც. მეტამორფული ქანებია: თიხა-ფიქლები, ფილიტები, კრისტალური ფიქლები, გნეისები, კვარციტები, მარმარილო და სხვ.

თიხა-ფიქალი ნაცრისფერი ან შავი, მკვრივი ფიქლებრივი ქანია. ძირითადად შედგება ქლორიტებისა და ჰიდროქარსებისგან. წარმოიშობა თიხების მეტამორფიზმის საწყის სტადიაზე. ადვილად იხლიჩება ფირფიტებად.

ფილიტი წვრილკრისტალური ფიქალია. მასში კრისტალები შეუიარაღებელი თვალით არ ჩანს. წარმოიშობა თიხა-ფიქლის შემდგომი მეტამორფიზმით (გადაკრისტალებით). ძირითადად შედგება კვარცისა და სერიციტისგან. უკანასკნელი აბრეშუმისებრ ბრწყინავს ფიქლებრივობის ზედაპირზე.

კრისტალური ფიქლები კრისტალური აგებულების ფიქლებრივი ქანებია. წარმოიშობა მაგმური და დანალექი ქანების გადაკრისტალება-დაფიქლების შედეგად. უმთავრესი შემადგენელი მინერალის მიხედვით. არჩევენ: ქლირიტიან, ქარსიან, ტალკიან და სხვა კრისტალურ ფიქლებს.

გნეისი მეტ-ნაკლებად ზოლებრივი აგებულების, მარცვლოვანი ან ზოგჯერ პორფირული ქანია. შედგება კვარცის, ფელდშპატებისა (60—80%) და ფერადი მინერალების, ე. ი. ისეთი ნივთიერებებისგან, როგორც გრანიტია (ხშირად შეუქმნევლად გადადის გრანიტში). ამიტომ, როგორც აღვნიშნეთ, ზოგიერთები გრანიტს მეტამორფულ ქანად თვლის. გნეისის ზოლებრივობა გამოწვეულია შემადგენელი მინერალების ამგვარი განლაგებით. იგი გვხვდება ძლიერი მეტამორფიზმის რაიონებში.

კვარციტი კვარცის მარცვლებისგან აგებული და კვარციტ, ქალცედონით ან ოპალით შეცემენეტებული ძლიერ მკვრივი ქანია. შედგება 98%-მდე SiO_2 -სგან. წარმოიშობა კვარცის ქვიშებისა და ქვიშაქვების მეტამორფიზმით. საბჭოთა კავშირში სახელგანთქმულია კარელიის სოფ. შოკშის ვარდისფერი და წითელი კვარციტები. მისგან აგებულია ნაპოლეონის აკლამა პარიზში და ლენინის მავზოლეუმი.

მარმარილო კალციტის ან დოლომიტისგან აგებული სრულკრისტალური ქანია. წარმოიშობა კირქვებისა და დოლომიტების გადაკრისტალებით. ჩვენში სახელგანთქმულია შროშისა და სალიეთის წითელი მარმარილო (მდებარეობს ზესტაფონისა და ჭიათურის რაიონებში).

ზოგადი სნოგები გეოლოგიური პროცესების შესახებ

როგორც არ უნდა იყოს შეხედულება დედამიწის წარმოშობის მიმართ, ერთი კი ცხადია, რომ იგი ახლა ის აღარ არის, რაც წინათ იყო, რადგან თავისი არსებობის მილიარდობით წლების მანძილზე შეიცვალა მისი სიდიდე, ფორმა, სიჩქარე, რელიეფი, ტემპერატურა, მდებარეობა მსოფლიოს სივრცეში და ა. შ. დედამიწის ეს ცვლილება ახლაც ხდება და გაგრძელდება მომავალშიაც, რადგან მასზე მუდმივად მოქმედებს ის ძალები, რაც ამ ცვლილებებს იწვევს. ამ ძალების ერთი ძირითადი წყარო მზეა, მეორე — დედამიწის წიაღი. ამიტომ პირველს გარეგან (ეგზოგენური), ხოლო მეორეს შინაგან (ენდოგენური) ძალას უწოდებენ. ამის გამო დედამიწაზე მოქმედ პროცესებსაც ეგზოგენურ და ენდოგენურ პროცესებად ყოფენ. პირველს იწვევს მზის ენერგია, მეორეს — მიწის საკუთარი სითბო. ეგზოგენურ პროცესებს მიეკუთვნება: გამოფიტვა, ქარის, მიწისქვეშა და მიმდინარე წყლის, ზღვის, ტბის, ჭაობისა და მყინვარის გეოლოგიური მოქმედება, ენდოგენურს კი: მიწის წიაღში მიმდინარე რადიაქტიურ ნივთიერებათა დაშლა და სხვა ქიმიური რეაქციები, ქერქქვეშა ნივთიერებათა გარდაქმნები და მიწის შიგნითში წარმოშობილ დაძაბულობათა უეცარი განტვირთვა, რაც ვლინდება მაგნიტიზმის, მიწისძვრების, მტკამორფიზმისა და მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობების სახით. ეგზოგენური პროცესები მიმდინარეობს მიწის ზედაპირზე და მისი ქერქის სულ ზედა, უმნიშვნელო სისქის ნაწილში, ენდოგენური პროცესები კი — მიწის სიღრმეში და ვლინდება ზედაპირზედაც. ეს პროცესები ისეა დაკავშირებული ერთმანეთთან, რომ მათ შორის საზღვრის დადება ძნელია. ამიტომ მათი ცალ-ცალკე გამოყოფა რამდენადმე პირობითია, მაგრამ მაინც მიღებულია, რადგან მეთოდოლოგიურად გამართლებულია.

ეგზოგენური პროცესები იწვევს: მინერალებისა და ქანების დაშლას, ახლების წარმოშობას, მთების ნგრევას, ჩაღრმავების ამოვსებასა და დედამიწის ზედაპირის მოვაკებას, ენდოგენური პროცესები კი — მიწის ქერქის დანაოჭება-დაწყვეტას, ამ ნაწყვეტებისა და ქერქქვეშა მასების გადაადგილებას, ქანების პირვანდელი შემადგენლობის, წოლის ფორმებისა და ტექტონიკური სტრუქტურის შეცვლას, ახალი მთებისა და ტაფობების წარმოქმნას და ა. შ. ეს პროცესები პრინციპულად ერთმანეთის საწინააღმდეგოა და ერთდროულად მიმდინარეობს. ამიტომ. იმის მიხედვით, თუ რომელ დროს რომელი მათგანი ჭარბობს, მიწის ზედაპირიც შესაბამის სახესღებულობს — ვაკდება ან მთიანი ხდება. ზემოაღნიშნულ ყველა პროცესს გეოლოგიური პროცესი ეწოდება.

ამრიგად, გეოლოგიური პროცესი არის ყველა ცვლილება რასაც დედამიწა განიცდის შინაგანი თუ გარეგანი ძალების მოქმედებით. მისთვის დამახასიათებელია უდიდესი მასშტაბი და მეტად დიდი ხანგრძლივობა, რაც მილიონობით წლებს უღრის.

გეოგენური პროცესები. გამოწიგვა

გამოწიგვა ეწოდება ქანების დაშლას. იგი ხდება მიწის ზედაპირზე, მასთან ახლო ფენებში და არსებითად მიმდინარეობს ტემპერატურის რყევის, ყინვის, წყლისა და ორგანიზმების მოქმედებით. ამიტომ ამათ გამოწიგვის ფაქტორებს უწოდებენ. გამომწვევი მიზეზების მიხედვით არჩევენ გამოწიგვის სამ ტიპს: ფიზიკურს (მექანიკური), ქიმიურსა და ორგანიზმულს, შედეგის მიხედვით ორ ტიპს — მექანიკურსა და ქიმიურს, ადგილის მიხედვით კი — ატმოსფერულსა და წყალქვეშას. მექანიკური გამოწიგვისას იცვლება სხეულის ფორმა და სიდიდე, ქიმიური გამოწიგვის დროს კი — ქიმიური შემადგენლობა. ორივე გამოწიგვა მიმდინარეობს ერთდროულად, მაგრამ მშრალ ჰავაში კარბობს მექანიკური, ტენიანში — ქიმიური.

მექანიკური გამოწიგვა. მექანიკური გამოწიგვის მთავარი ფაქტორია ტემპერატურის რყევა. დედამიწის ზედაპირზე თითქმის არ არის ისეთი ადგილი, სადაც დღელამური ტემპერატურა ურყევი იყოს. იგი მეტ-ნაკლებად ყველგან იცვლება. ამიტომ ყოველდღიურად იცვლება ქანების ზედაპირული ნაწილის მოცულობაც, რადგან იგი დღისით თბება და ფართოვდება, ღამით კი ცივდება და იკუმშება. ქანები სითბოსა და სიცივეს ცუდად ატარებს. ამიტომ დღე-ღამეში მათი გათბობა-გაცივება (გაფართობა-შეკუმშვა) ხდება მხოლოდ 1 — 2 მ სიღრმემდე. ქანების ამ ნაწილის მოცულობის სისტემატური ცვლილების შედეგად თანდათან სუსტდება ზედა ნაწილის კავშირი ქვედასთან, ქანები იზზარება, ბზარი ფართოვდება, გრძელდება და იტოტება, ბოლოს ზედა ნაწილი სცილდება ქვედას და ნამტვრევებად იქცევა. თუ ეს პროცესი მიმდინარეობს ციცაბო ფერდობზე, მაშინ ნამტვრევები ქვევით ცვივა, ქანის საღი ნაწილი შავსვლდება, გამოწიგვის პროცესში ებჰება, და ეს ხდება მანამ, სანამ ფურღობი მთლიანად არ დაიშლება, ძოკაცდება ან სქელი ნაშალი მასალით არ დაიფარება.

ტემპერატურის გავლენით ქანების დაშლას ტემპერატურულ (თერმული) გამოწიგვა ეწოდება. იგი დამოკიდებულია ტემპერა-

ტურის დღელამურ ამპლიტუდაზე, ქანების გაშიშვლებაზე, ფერზე, ტენიანობაზე, შემადგენლობასა და მარცვლების დიამეტრზე.

ტემპერატურის დღელამური რყევა ყველაზე მაღალია ($40-60^{\circ}\text{C}$), უდაბნოებში, რადგან იქ ჰაერი მოკლებულია ღრუბლებს, მუდამ გამჭვირვალეა, დღისით მზის სხივები მთლიანად აღწევს დედამიწამდე და ღამით მთლიანად ირეკლება. ქანები უფრო მეტად თბება და ცივდება, ვიდრე ჰაერი. ამიტომ მათ ზედაპირულ ნაწილში ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა უფრო მეტია, ვიდრე ჰაერში (არის შემთხვევები, როდესაც ზაფხულის თვეების უქარო დღეებში ყარაყუმისა და ზოგიერთ სხვა უდაბნოში ჰაერის 40° -მდე გათბობისას ქვიშისა და ლოდნარის ზედაპირი ხურდება $50-83^{\circ}$ -მდე, ღამით ცივდება პლუს $20-25^{\circ}$ -მდე, ზამთარში კი თბება $15-20^{\circ}$ -მდე, მაგრამ ღამით ცივდება მინუს $20-25$, ხოლო აქა-იქ 40° -მდეც). ამიტომ უდაბნოებში შეღამებისას, როდესაც ტემპერატურა სწრაფად და ძლიერ ეცემა, ქანები ხშირად ქვემეხის გასროლის მსგავსი ხმაურით სკდება.

ტემპერატურული გამოფიტვა ინტენსიურია მაღალი მთების ციცაბო ფერდობებზედაც, რადგან ჰაერი აქაც გამჭვირვალეა, ინსოლაცია ძლიერი, ქანები გაშიშვლებული, მონგრეული მასალა ადვილად მოძრაობს ქვევით და ქანების ახალ-ახალი ფენები ერთვება გამოფიტვის პროცესში. უფრო სწრაფად თბება, ცივდება და იშლება შავი ფერისა და მშრალი ქანი, ვიდრე თეთრი და ტენიანი, რადგან იგი მეტ სითბოს შთანთქავს და ამ სითბოს ნაწილი არ იხარჯება ქანის წყლის გათბობა-აორთქლებაზე. ადვილად იშლება აგრეთვე არაერთგვაროვანი აგებულებისა და მსხვილმარცვლოვანი ქანი, ვიდრე ერთგვაროვანი და წვრილმარცვლოვანი, რადგან სხვადასხვა მინერალებს სხვადასხვა სითბური კოეფიციენტი აქვს, სხვადასხვანაირად ფართოვდება და აწვეება ერთიმეორეს.

გრანიტებსა და სხვა მასიურ ქანებში დღე-ღამეში ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილება იწვევს დეჰქვამაციას (აქერცვლას), ე. ი. დაშლას ზედაპირის პარალელურ თხელ-თხელ ფენებად.

ფხვიერი მასალა, ნიადაგი და მცენარეული საფარი ამცირებს ტემპერატურის დღელამურ ამპლიტუდას. ამიტომ ასეთ ადგილებში ტემპერატურული გამოფიტვა ძალზე შენელებულია. საერთოდ, ტემპერატურული გამოფიტვა სიღრმეში თანდათან მცირდება და მუდმივი ტემპერატურის დონეზე წყდება.

მექანიკური გამოფიტვის მძლავრი ფაქტორია ყინვა-ც. ამ გზით ქანების დაშლას მყინვარული გამოფიტვა ჰქვია. მას ადგილი აქვს წყალშემცველ ქანებში და ისეთ რაიონებში, სადაც გრუნტი დროგამოშვებით იყინება, რადგან გაყინვისას წყლის მოცულობა დაახლოებით 9% -ით მატულობს და ავითარებს ისეთ წნევას (1გ წყალი გაყინვისას 960 კგ/სმ²-ს), რომ მას 1 სმ-ზე მეტი სისქის რკინის მილებიც ვერ უძლებს. ამიტომ ყინული მძლავრად აწვება იმ სიციარიელების კე-

დლებს, რომლებშიც მოთავსებულია და ფშენის ქანებს. ცხადია, რაც მეტია ქანში ნაპრალები და წყალი, მით მეტია მისი დაშლის ხარისხი და, პირიქით.

მყინვარული გამოფიტვა განსაკუთრებით ინტენსიურია მაღალ მთებში, რადგან იქ კლდეები შიშველია და გაყინვა ხშირი. ყინულის გადნობამდე ქანების ნამტკრევეები შეცემენტებულია ყინულით, მაგრამ გადნობისას ერთმანეთს ცილდება, ქვევით მოძრაობს და ფერდობის ძირში გროვდება, ასეთ დანაგროვებს „ქვების ზღვებსა“ და „ქვების ნაკადებს“ უწოდებენ. მათ განსაკუთრებით დიდი ფართობი უკავია პოლარულ მხარეებში.

ქანებს მექანიკურად შლის წვიმის წყალი და ჰივროსკოპული მარილებიც, მაგრამ უდაბნოში, რადგან დღისით იქ ქანი გახურებულია, წყლის შეხებისას სწრაფად იყუმშება და სკდება, მარილები კი ღამით შთანთქავს ქანების კაპილარებში არსებულ ტენს და გადადიან ხსნარში. დღისით ქანები ხურდება, წყალი ორთქლდება, ხსნარიდან მარილები გამოიყოფა; კრისტალდება, მატულობს მოცულობაში, აწევბა კაპილარებს და ფშენის ქანებს. ამიტომ მშრალ ჰავაში მარილები ისეთ როლს ასრულებს, როგორსაც ყინული ცივში.

მექანიკურ გამოფიტვაში დიდია ორგანიზმების როლიც. ამის გამო ზოგიერთები ორგანულ გამოფიტვას ცალკე გამოყოფენ. ეს არც არის საკვირველი, რადგან ბარტო ადამიანი ყოველწლიურად ამტკრევს და ამუშავებს 1000 კმ³ ქანს, რაც დაახლოებით ასჯერ აღემატება დედამიწის ზედაპირიდან მდინარეების მიერ ამავე დროში გადატანილ კლასტურ მასალას. ქანებს მექანიკურად შლის თხუნელა, მაჩვი, მელა, ტურა, ქიები, ტერმიტები და სხვა ცხოველებიც. ისინი თხრიან სოროებს და აქტუმაცებენ ქანებს.

ქანებს ფშენის მცენარეებიც, რადგან მერქნიანთა წარმომადგენლები ხშირად სახლდებიან შიშველ კლდეებზე და ნაპრალებში უშვებენ ფესვებს, რომლებიც ზრდის პროცესში აწვებიან და აფართოებენ მათ. ამავე დროს, მცენარეები თავიანთ უჯრედებში ავითარებენ 60—100 ატმოსფერომდე წნევას და ამსხვრევენ ძალზე მკვრივ ქანებსაც კი. ამით აიხსნება, რომ გზებზე, ასფალტქვეშ მოქცეული მცენარის თესლის აღმონაცენი, ან მრავალწლიანი ბალახის ნაზი წანაზარდები ამტკრევენ ასფალტის სქელ ფენას და ამოდიან ზევით. გარდა ამისა, ფესვები ქანებს მექანიკურად შლის ლობობის პროცესშიაც, რადგან იელინთებიან წყლით და იბერებიან. ხანდახან ქანებს მექანიკურად ანაწევრებს ქიმიური გამოფიტვაც, რადგან ზოგჯერ ამ გზით შეცვლილი ქანის მოცულობა მატულობს ან კლებულობს. ამისი კარგი მაგალითია ანჰიდრიტის, გადასვლა თაბაშირში, რომლის დროსაც უკანასკნელის მოცულობა 33%-

ით იზრდება. ამიტომ ამჟამად ზოგიერთები ტემპერატურულ გამოფიტვას ექვის ქვეშ აყენებენ და მის ნაცვლად ქიმიურ გამოფიტვას ასახელებენ.

ქიმიური გამოფიტვა. ქიმიური გამოფიტვის მთავარი ფაქტორია წყალი, მაგრამ იგი ხდება ჟანგბადის, ნახშირორჟანგისა და ორგანიზმების მოქმედებითაც. ამიტომ ქიმიური გამოფიტვა ყველაზე ინტენსიურია ტენიან ჰავაში. წყლის ქიმიური აქტივობა გამოწვეულია მასში არსებული წყალბადიონებით. ამიტომ, რაც მეტია წყალში ეს იონები, მით მეტია მისი აქტივობის უნარი და, პირიქით. მაგრამ წყლის დისოციაციის ხარისხი დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და შემცველი თავისუფალი CO_2 -ის რაოდენობაზე, ძირითადად კი უკანასკნელზე, რადგან 0-დან 30° -მდე გათბობისას წყლის დისოციაცია იზრდება დაახლოებით ორჯერ, CO_2 -ით გაჯერებისას კი — 300-ზე მეტჯერ. ამიტომ ქიმიური გამოფიტვა ყველაზე ინტენსიურია ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ქვეყნებში, რადგან აქ ტემპერატურა მაღალია და ნიადაგში CO_2 -იც მეტია (წარმოქმნილია ორგანიზმების ნაშთების ლპობის ხარჯზე).

ქიმიური გამოფიტვა დამოკიდებულია ქანების შემადგენლობასა და მექანიკური დაშლა-დანაპრალების ხარისხზედაც, რადგან ხსნადი ქანები ადვილად იფიტება, ნაკლებხსნადები — ძნელად, თანაც ქანების წვრილად დაქუცმაცებისას მეტია მათთან გამოფიტვის ფაქტორების შეხების არე და მოქმედების შესაძლებლობა.

ქიმიური გამოფიტვისას მინერალთა ნაწილი იხსნება, ნაწილი ჰიდროლიზს ან ჰიდრატიაციას განიცდის, ნაწილი კარბონატებში გადადის, იჟანგება ან ჟანგბადისგან თავისუფლდება და ა. შ., ე. ი. მიმდინარეობს გახსნის, ჰიდროლიზის, ჰიდრატიაციის, კარბონატიზაციის, ჟანგვა-აღდგენითი და სხვა პროცესები.

გახსნა ეწოდება ამა თუ იმ ნივთიერებათა მოლეკულების თვისებას — დიფუზიის მეშვეობით გავრცელდეს მეორე ნივთიერებაში ქიმიური შემადგენლობის შეუცვლელად; ჰიდროლიზი — წყლის მოქმედებით მოლეკულების დაშლას ცალკეულ ნაწილებად და მათ ნაშთთან წყლის შეერთებას; ჰიდრატიაცია — მინერალების მიერ წყლის შთანთქმის გზით ახალი, წყლიანი მინერალების წარმოქმნას; კარბონატიზაცია — ქანების ქიმიური შეცვლის პროდუქტებზე CO_2 -ის მოქმედებით კარბონატების წარმოშობას; ჟანგვა — ამა თუ იმ ნივთიერების ჟანგბადთან შეერთებას (ელექტრონების გაცემას); აღდგენა კი — ელექტრონების შექმნას.

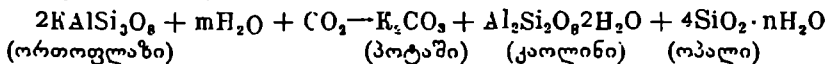
ბუნებაში ყველაზე მეტად გავრცელებული გამხსნელია წყალი. თითქმის არ არსებობს ისეთი მინერალი, რომელიც მეტ-ნაკლებად მასში არ იხსნებოდეს. სუფთა წყალიც გამხსნელია. მაგრამ იგი უფრო აქტიურია მაშინ, როდესაც შეიცავს აირებს, მჟავებს, ფუჭებს ან მა-

რილებს, რადგან ამ დროს მნიშვნელოვნად დისოცირებულია. ქიმიურად სუფთა წყალი ბუნებაში არ არსებობს. წვიმის წყალიც კი, როგორც ქიმიურად სუფთა გვეონია, ყოველთვის შეიცავს აირებს, მჟავებს, მარილებსა და სხვა ნივთიერებათა ამა თუ იმ რაოდენობას. ანალიზები გვიჩვენებს, რომ ყოველ ლიტრ წვიმის წყალში 30 სმ³-მდე გაზია, საიდანაც 30% ჟანგბადია, 10% -მდე ნახშირორჟანგი და 60% აზოტი. ცნობილია ისიც, რომ წვიმების მეშვეობით ყოველ ჰექტარ ზართობზე წელიწადში საშუალოდ მოდის 18 — 80 კგ-მდე გოგირდმჟავა, 16 კგ-მდე მარილმჟავა და ა. შ.

კრისტალოიდები წყალში გახსნისას იშლება 0,1 — 1 მილიმიკრონამდე სიდიდის მოლეკულებად და იონებად, კოლოიდები კი — მიკრონის 0,001 — 0,2 სიდიდის ნაწილაკებად, მაგრამ ელექტროლიტების გაღვნიტ კოაგულაციას განიცდის და ადგილზევე რჩება.

სუფთა წყალში ყველაზე ადვილად იხსნება ქვამარილი, სილინი და სხვა ქლორიდები, შემდეგ — სულფატები და კარბონატები, ყველაზე ძნელად კი — სილიკატები. მაგრამ, თუ წყალი შეიცავს CO₂-ს, მჟავებს, ფუძეებსა და მარილებს, მისი ხსნადობის უნარი გაცილებით მატულობს, თუმცა ზოგჯერ კლებულობს კიდევ, რადგან წყლის ამ თვისებაზე გავლენას ახდენს მარილების რაოდენობა და ხასიათიც. მაგალითად, მარილებით გაჯერებისას წყლის მიერ მინერალთა გახსნის უნარი თანდათან მცირდება. NaCl-ის შემცველობისას კირქვის ხსნადობა სამჯერ დიდდება, მაგრამ MgCO₃-ის დროს თაბაშირის გახსნა ნულამდე დადის. ქანების ფორებსა და ნაპრალებში მოძრაობისას წყალს თან მიაქვს გახსნილი მინერალები და ჭანებს აღარიბებს ამ ნივთიერებებით. ამ პროცესს გამოფიტვა ჰქვია. ძირითადად ასეა წარმოქმნილი ე. წ. კარსტული სივრცეები.

პიდროლიტიც ფართოდ გავრცელებული მოვლენაა. მას ყველაზე მეტად განიცდის ალუმინსილიკატები და სილიკატები. ამის კარგი მაგალითია ე. წ. კაოლინიზაციის პროცესი, ე. ი. სუფთა ან CO₂-იანი წყლით კალიუმისანი ფელდშპატის დაშლა და კაოლინის წარმოქმნა. ეს შემდეგნაირად ხდება:



პოტაში იხსნება და წყალს გააქვს, იხსნება ოპალის ნაწილიც, დანარჩენები კი ადგილზევე რჩება და ჰავის შესაბამისად უცვლელია ან გაანაგრობს დაშლას.

პიდრატაციის კარგი მაგალითია ანჰიდრიტის გადასვლა თაბაშირში: CaSO₄ + 2H₂O → CaSO₄ · 2H₂O, რასაც, როგორც აღვნიშნეთ ანჰიდრიტი თაბაშირი

თან ახლავს ქანის მოცულობის გაზრდა 33%-ით, მისი დაწვრილნაკება და ზოგჯერ ზევით მდებარე მასების აწვევა.

კარბონატების განიცდის ქანების უმრავლესობა ქიმიური გამოფიტვისას CO_2 -ის მოქმედებით (იხ. კოლინიზაციის პროცესი).

ქანგვა ხდება წყლის მონაწილეობით და მის გარეშედაც. იგი განსაკუთრებით ინტენსიურია უდაბნოებში და იქ ქიმიურ გამოფიტვაში წამყვან როლს ასრულებს. ამიტომ უდაბნოში გამოფიტვის პროდუქტებს წითელი ან ქანგისფერი აქვს. ქანგვის კარგი მაგალითია მარტიტიზაციის პროცესი, ე. ი. მაგნეტიტის გადასვლა ჰემატიტში: $4\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4$, რაც მშრალ ჰავაში საკმაოდ გავრცელებული პროცესია. ზოგჯერ დაქანგვა იწვევს თავისუფალი გოგირდის წარმოქმნას, ამას ადგილი აქვს მაშინ, როცა ქანგბადი მოქმედებს გოკირდწყალბადზე:

$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$, მაგრამ თუ იგი წყალთან ერთად რეაგირებს სულფიდებზე, მაშინ ვიღებთ გოგირდმჟავას: $2\text{FeS}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$. იგი ინტენსიურად მოქმედებს ქანებზე და შლის მათ.

აღდგენითი პროცესები არსებითად მიმდინარეობს ჰაობებში, სადაც ქანებისა და ნალექების სიცაჩილეები ამოვსებულა წყლით და მდიდარია მცენარეთა ხრწნის შედეგად წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერებებით. ეს ნივთიერებები ადვილად უერთდება და მთლიანად ხარჯავს წყალში არსებულ თავსუფალ ქანგბადს, თანაც მას ნაწილობრივ ართმევს ქანგბადის შემცველ მინერალებს, მაგალითად, რკინის ქანგს და გადაჰყავს ქვექანგში, რომლის ჰიდრატს მოჰქვანო-ნაცრისფერი აქვს და შესაბამისად ღებავს შემცველ ნალექებს. ამის გამო ვღებულობთ მომწვანო-ნაცრისფერ ან ნაცრა თაზოვან მასას — ებს, რომელიც ჩვეულებრივად ქვეშ უღდევს ტორფობს. გაზდა აზისა, ჰაობში ქიმიური გამოფიტვისას წარმოიშობა პიროტი, ქალკოპირიტი და სხვა უქანგბადო ან ქანგბადით ღარიბი მინერალები, რომლებიც ჩვეულებრივად არაა დამახასიათებელი გამოფიტვის ქერქისათვის.

ქიმიურ გამოფიტვას იწვევს არასრული მარილებიც, მაგალითად, გოგირდმჟავამონიუქა, რომელაც ჰერშიც წარმოიშობა ამიაკისა და გოგირდმჟავას ურთიერთობით. იგი წვიმას ჩამოაქვს მიწაზე, მოქმედებს კარბონატებზე და გადაჰყავს სულფატში: $[\text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$.

ქიმიურ გამოფიტვაში დიდია ორგანიზმების როლიც, განსაკუთრებით — მცენარეებს, რადგან ისინი ფესვების წვეროში (შალითაში) გამოყოფენ ქიანკულომჟავას, ხრწნის ღროს — მქლავრ ორგანულ მჟავებს (ულმინის, ჰუმინის, კრენის და სხვ.), სუნთქვის ღროს კი — O -სა და CO_2 -ს, ამასთან, ნიადაგიდან იღებენ მათთვის საჭირო ელემენტებს. ამავდროს, ცნობილია, რომ ქიმიური გამოფიტვა იწყება მიკროორგანიზმ-

ბის მოქმედებით და მიმდინარეობს შემდეგი თანამიმდევრობით: კლდე-ებზე ჯერ სახლდება ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები, შემდეგ: ლიატომეები და უმარტივესი სოკოები, ხავსურები, ხავსები და ბოლოს უმაღლესი მცენარეები; ასე რომ, ქანების ქიმიურ გამოფიტვაში თითქმის ყველა ჯგუფის მცენარე მონაწილეობს.

ქიმიური გამოფიტვის საბოლოო შედეგია გახსნილი ნივთიერებები და თიხა. მიწის ქერქში ყველაზე გავრცელებული მინერალებია ალუმინ- და ფეროსილიკატები. ამიტომ მათი დაშლით წარმოქმნილი თიხები შეადგენს ქიმიური გამოფიტვის პროდუქტების მთავარ მასას. მაგრამ წყლის მეშვეობით ქანების ქიმიური გამოფიტვის სისწრაფე და ხასიათი დამოკიდებულია კლიმატზედაც. იგი ყველაზე ინტენსიურია თბილ, ტენიან ჰავაში. აქ კაოლინი განაგრძობს დაშლას და ვლებულობთ ალუმინის ჰიდროქსიდებსა და ოხალს. ძირველი კოლოიდა და მალალი ტემპერატურის გავლენით კოაგულირდება, ადგილზევე რჩება და შესაბამის პირობებში გვაძლევს ალუმინის მადანს¹ — ბოქსიტს.

ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ქვეყნებში ინტენსიურად იშლება აგრეთვე, ოლივინი, რქატყუარა, ავგიტი და სხვა რკინამაგნეზური მინერალები, ე. ი. ფუძე ქანების მთავარი შემადგენელი ნაწილები. ამასთან, ამ შემთხვევაში Ca და Mg უერთდება CO₂-ს, ქმნის კარბონატებსა და ჰიდროკარბონატებს და ხსნარში გადადის, რკინა კი გვაძლევს ლიმონიტს, რომელიც კოაგულირდება და ადგილზევე რჩება. ცხელ ჰავაში ლიმონიტი კარგავს წყალს და წარმოშობს ჰემატიტის ჯგუფის მინერალებს, რომელთაც წითელი ფერი აქვთ და ნიადაგსაც წითლად ღებავს, ამიტომაც ვლებულობთ წითელ თიხოვან ქანს — ლატერიტს.

ტენიან, ზომიერ ჰავაში სილიკატებისა და ალუმინსილიკატების დაშლის პროცესი ბოლომდე არ მიდის. ამიტომ ზედაპირზე რჩება კაოლინიტი, მონტმორილონიტი და სხვა ამგვარი თიხური მინერალები. ასეთივეა ქიმიური გამოფიტვა ცივ ქვეყნებშიც. მაგრამ შენელებული. მარადი მზრალობის რაიონებში კი იგი პრაქტიკულად შეწყვეტილია. ამით აიხსნება, რომ იქ ორგანიზმების ლეში ათასწლობით ძვეს გაყინულ გრუნტში.

გამოფიტვის სისწრაფეში მნიშვნელოვანია ქანების რაგვარობაც, რადგან ზოგი ქანი ადრე იშლება, ზოგი გვიან. ყველაზე ადვილად იფიტება მარილები, კირქვა და, საერთოდ, წყალში ადვილხსნადი ქანები, აგრეთვე ძლიერ დანაპარალებული მასები, კონგლომერატები და ქვიშა-ქვები, რადგან უკანასკნელები აგებულია სხვადასხვა ქანების ნამტვრევებისაგან. შემდეგ კი დანალექი ქანების სხვა წარმომადგენლები (თიხა-ფიქლები, კირქვები და ა. შ.): დიორიტები, გაბრო და ამფიბოლიტები, ე. ი. პლაგიოკლაზებისა და ფერადი მინერალების შემცველი მაგმური

სხეულები. ყველაზე ძნელად კი იფიტება გრანიტები, სიენიტები და მუჟავე ეფუზიური ქანები. ამავე დროს, ყველაზე ადრე იშლება ნატეხების კუთხეები და წვეროები, რადგან გამოფიტვის ფაქტორებთან მათი შეხების ზედაპირი შედარებით დიდია და სისქე მცირე. ამიტომ ნაპრალებით შემოფარგლული კუთხედი ლოდები თანდათან მრგვალდება და სფეროს ემსგავსება, ამ პროცესს სფერული გამოფიტვა ეწოდება.

ქიმიური გამოფიტვა ძირითადად ხდება გრუნტის წყლის დონემდე, რადგან ქვევით ჰაერი ძნელად აღწევს და წყალიც არ არის იმდენად აგრესიული. ამიტომ ქიმიური გამოფიტვის სიღრმე იშვიათად აღემატება 20 — 30 მ-ს.

გამოფიტვის პროდუქტები და სტადიები. მექანიკური გამოფიტვის შედეგად მიიღება სხვადასხვა სიდიდის ნამტვრევები (ლოდები, ლორღი-როჭვი, ქვიშა, მტვერი), ქიმიური გამოფიტვის დროს კი — თიხები, მარილები და სხვა ხსნადი წარმონაქმნები. ყველა ამათ გამოფიტვის პროდუქტები ჰქვია. მასში არჩევენ ორ ნაწილს — შთენილსა (უძრავი) და მოძრავს. პირველს მიეკუთვნება ნამტვრევები და თიხები, მეორეს კი — მარილები და სხვა ხსნადი ნაერთები. მაგრამ არც შთენილი პროდუქტებია უძრავი, რადგან დაქანებული ზედაპირიდან იგი სიმძიმის ძალის, წყლისა და სხვა ფაქტორების გავლენით ნაწილობრივად ან მთლიანად ჩამოდის ქვევით, გროვდება ფერდობის ძირში და ქმნის ნალექებს — დელუვიონს, ხოლო ნაწილი ქარს მიაქვს. ვაკე რელიეფზე ისინი არსებითად წარმოშობის ადგილზევე რჩება და ქმნის ნალექებს — ელუვიონს. დელუვიონი არაშრეებრივია, შედგება მიმდინარე ფერდობის შემადგენელი ქანების სხვადასხვა სიდიდის დაკუთხული ნამტვრევებისაგან და სისქით ზოგჯერ ათეულ მეტრებს აღწევს. ხასიათით იგი ძლიერ წააგავს მყინვარულ ნალექებს, მაგრამ მისგან განსხვავებით არ შეიცავს ე. წ. ობოლ და ნაკაწრ ქვებს. დელუვიონის შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგან ხანდახან შეიცავს ამათუ იმ სასარგებლო წიაღისეულის ნატეხებს და მიგვითითებს, რომ ამ წიაღისეულის ძირითადი გამოსასვლელი მიმდებარე ფერდობზეა, დიდი მნიშვნელობა აქვს ელუვიონის შესწავლასაც, რადგან იგი აგებულია წარმოშობის ადგილზე დარჩენილი გამოფიტვის პროდუქტებისაგან, ზოგჯერ შეიცავს ძვირფასი თვისებების თიხებს, სხვა წიაღისეულს და მიგვითითებს მათი წარმოქმნის პირობებზე, ე. ი. გვიჩვენებს, თუ ეს წიაღისეული როგორ კლიმატში და რომელი ქანის გამოფიტვით არის წარმოშობილი. ელუვიონი გვხვდება როგორც ვაკეზე, ისე ფერდობებზედაც და სისქით რამდენიმე სმ-დან ათეულ მ-მდე აღწევს. იგი არაშრეებრივია და დაუხარისხებელი.

გამოფიტვა მეტად ნელი პროცესია, ათასეული წლობით გრძელდება და მიმდინარეობს სტადიურად. ბ. პოლინოვი მასში არჩევს 4

სტადიას: დამსხვრევის (კლასტური), სიალიტური ჩაკირვის, მჟავე სიალიტურსა და ალიტურს.

პირველ სტადიაზე არსებითად მიმდინარეობს ქანების მექანიკური გამოფიტვა და ქიმიური შეცვლის კვალი არ ჩანს, ან თუ ჩანს, ძლიერ სუსტად. ამიტომ ამ სტადიაზე წარმოიშობა ქანების სხვადასხვა სიდიდის ნამტვრევები. ეს სტადია ფართოდ არის გავრცელებული ახალგაზრდა მთების ფარგლებში, პოლარულ მხარეებსა და უდაბნოებში, თბილ, ტენიან კლიმატში ხანმოკლეა და სწრაფად გადადის მომდევნო — ქიმიური შეცვლის სტადიაში. მეორე სტადიაზე იწყება ქიმიური გამოფიტვა — ალუმინ-სილიკატები და სილიკატები იშლება, ტუტეები და ტუტემიწა მეტალები ხსნარში გადადის და ქმნის ტუტე გარემოს, კათიონები ელუვიონიდან გადაის. წარმოიშობა მონტმორილონიტისა და ნაწილობრივ ჰიდროქარსების ჯგუფის შუალედი თიხური მინერალები. გამოფიტვის ქერქში გროვდება შედარებით ცუდად ხსნადი CaCO_3 და აკირიანებს ელუვიონს. ეს კარგად ჩანს მშრალი კონტინენტური კლიმატის მაგმური და მეტამორფული ქანების გაშიშვლებულ ზედაპირზე.

მესამე სტადიაზე გრძელდება კათიონების გატანა. ხსნარში გადადის SiO_2 -ისა და CaCO_3 -ის ნაწილიც. ტუტე გარემო იცვლება მჟავითი. შუალედი მინერალები იშლება და მიიღება კაოლინიტის ჯგუფის თიხური მინერალები. ეს სტადია განსაკუთრებით მკვეთრი, მაგრამ ხანმოკლეა თბილი, ტენიანი კლიმატის პირობებში, ისე როგორც მეორე სტადია.

მეოთხე სტადიაზე გრძელდება თიხური მინერალების დაშლა. წარმოიქმნება ზედაპირული პირობებისადმი უფრო გამძლე ნაერთები — ალუმინის, რკინისა და სილიციუმის წყლიანი ქანგები (ჰარბობს პირველი). ეს სტადია ყველაზე გავრცელებული და მკვეთრია ტროპიკული და სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში. ამასთან აქ რკინის ქანგი წითლად ღებავს ელუვიონს და მიიღება ლატერიტი.

ამრიგად, გამოფიტვის პროცესები სტადიურია, ძირითადად დამოკიდებულია კლიმატზე და უკანასკნელის მსგავსად, ზონალურია. ამით აიხსნება, რომ ტუნდრის ზონაში გამოფიტვა მთავრდება კლასტური სტადიით, ზომიერ სარტყელში — მჟავე სიალიტურით, ტროპიკულსა და სუბტროპიკულში კი — ლატერიტულით.

ელუვიონში გამოფიტვის ხარისხი ზევიდან ქვევით თანდათან მცირდება და ბოლოს წყდება. ამიტომ, როდესაც ამ ნაღვეებს ვჭრით, თანდათან საღ ქანში გადავდივართ. ამის გამო ელუვიონსა და ქანს შორის საზღვრის გავლება ძნელია. ატმოსფერული აგენტების მოქმედებით დაქანებულ ზედაპირზე ელუვიონის სისქე თანდათან მცირდება, მაგრამ გამოფიტვა მიწის ქერქის უფრო ღრმა პორიზონტებში იჭრება.

გამოფიტვის ქერქი და ნიადაგი. მიწის იმ ფენას, რომელშიაც გამოფიტვა ხდება, გამოფიტვის ქერქი ეწოდება. იგი შედგება

ყოველნაირი მასალისგან (ლოდნარიდან დაწყებული თიხების ჩათვლით) და სისქით რამდენიმე მმ-დან ასეულ მ-მდე აღწევს. ყველაზე სქელია (100—200 მ) ტენიანი ტროპიკული და სუბტროპიკული ქვეყნების ვაკე რელიეფზე, რასაც ხელს უწყობს მაღალი ტემპერატურა, ჰარბი ტენი, მძლავრი მცენარეული საფარი და ვაკე ზედაპირი. არჩევენ: ფართობულ, ხაზობრივ, თანამედროვე და ძველი გამოფიტვის ქერქს. პირველი ხდება დიდ ფართობზე, მეორე—ნაპარალების, ძარღვებისა და კონტაქტების გასწვრივ, თანამედროვეა ელუვიონი, ძველი კი—გეოლოგიურ წარსულში წარმოქმნილი გამოფიტვის ქერქები. უკანასკნელი გვხვდება საქართველოშიც—სოფ. ვახანსა და მარელისში (მდ. ბეოლისწყლისა და ვახანისწყლის ნაპირებზე), სადაც პორფირიტული წყების 7—8 მ სისქის მოწითალო, გათიხებულ მასას ადევს ბარემული კირქვები.

გამოფიტვის ქერქში გამოფიტვის პროდუქტები დალაგებულია ზონებად. ზონების რაოდენობა დამოკიდებულია ქანებსა და კლიმატზე. ცივი, ტენიანი კლიმატის მუკვე ქანების ფარგლებში გამოიყოფა სამი ზონა (ზევიდან ქვევით): კაოლინის, კიდროქარსებისა და მექანიკურად დაშლილი, თბილი და ტენიანი ჰავის ულტრაფუძე ქანების არეში კი: ლატერიტული (სისქე ზოგჯერ 20—30 მ-ია), კაოლინის, კარბონატისებული და მექანიკურად დაშლილი. უმთავრესი შემადგენელი მინერალის მიხედვით არჩევენ: ლატერიტულ, კაოლინურ და სხვა ტიპის გამოფიტვის ქერქებს. გამოფიტვის ქერქის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მასთან ხშირად დაკავშირებულია კაოლინის, ბოქსიტის, ტყვიისა და ზოგიერთი სხვა წიაღისეულის საბადო და გრუნტის წყალი, ამასთან მასზე ადამიანები პრაქტიკულად საქმიანობენ.

გამოფიტვის ქერქის სულ ზედა ფენა ნიადაგია. ვ. დოკუჩაევის მიხედვით მის წარმოქმნაში მონაწილეობს 5 ფაქტორი: დედაქანი, ორგანიზმები, კლიმატი, რელიეფი და დრო. ამიტომ სხვადასხვა ადგილზე სხვადასხვა ნიადაგები გვაქვს. მაგალითად: ფერდობების ძირში გავრცელებულია ხირხატი ნიადაგები; ჰაობებში—ჰაობებიანი; მშრალ ჰავაში—ბიცობი, მლაშობი; ტენიან ტროპიკულსა და სუბტროპიკულში—ყვითელმიწა და წითელმიწა; ტყეებში—ეწერი და ა. შ. მაგრამ ნიადაგის მთავარი წარმოქმნელი ფაქტორი მაინც ორგანიზმებია (უმთავრესად მცენარეები), რადგან ნიადაგის წარმოშობა იწყება გამოფიტვის პროდუქტებზე მათი დასახლების მომენტიდან. ამიტომ ზოგიერთები ნიადაგს უწოდებენ დედამიწის იმ ფენას, რომელშიაც წარმოებს სიცოცხლე, ე. ი. ხდება ორგანული გამოფიტვა, და მის სისქეს ანგარიშობენ ფესვების ჩაღწევის სიღრმემდე. ნიადაგი კვებავს მცენარეებს, მაგრამ მცენარეებიც ასაზრდოებს ნიადაგს, რადგან სიკვდილის შემდეგ ამდიდრებს ჰუმუსითა და სხვა ორგანული

მასალით. ნიადაგთწარმოქმნელი ფაქტორების განსაკუთრებულ ხელის შემწყობად ითვლება ადამიანი, რადგან იგი აშრობს ჰაობებს, რწყავს გვალვიან ადგილებს და ხელოვნურად ქმნის ნიადაგის მისთვის სასურველ ტიპს. არსებობს ნ ა მ ა რ ხ ი ნ ი ა დ ა გ ე ბ ი ც. ამაზე მიგვიითებებს ნამარხი ტორფი და ქვანახშირისა და მურა ნახშირის ზოგიერთი საბადო, რადგან ირკვევა, რომ მთელ რიგ შემთხვევებში ისინი წარმოშობილია ჰაობებში და შემდეგ დამარხული და განახშირებული. ეს ხდება მაშინ, როდესაც გამოფიტვის ქერქი და ნიადაგი ვულკანური ზეწრით ან სხვა რაიმით იფარება. ნამარხი ნიადაგის მეშვეობით გეოლოგი ადგენს წარსულში იმ ადგილის გარემოსა და გეოლოგიური ისტორიის შესახებ. „ნიადაგი ხმელეთზე სიცოცხლის არსებობის აუცილებელი პირობაა“. მას სწავლობს მეცნიერების სპეციალური დარგი—ნიადაგთმცოდნეობა.

გამოფიტვის მნიშვნელობა. როგორც ვთქვი, გამოფიტვის ქერქში წარმოიშობა ამა თუ იმ წიაღისეულის საბადოები. გარდა ამისა, გამოფიტვის პროცესები იმითაც არის მნიშვნელოვანი, რომ იგი გვაძლევს დანალექი ქანების წარმოქმნელ ძირითად მასალას (ღორღი, ქვიშა და სხვ.), რომელსაც აგრეთვე დიდი გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობაში. იგი მასიური ქანებიდან ათავისუფლებს ოქროს, პლატინას, ალმასს, კასიტერიტსა და სხვა ასეთ ძვირფას, გამძლე მინერალებს, რომლებიც მასში აქა-იქ არის გაბნეული, ხელს უწყობს ამ მინერალების ქვიშრობებში დაგროვებას და ქვიშრობის საბადოების წარმოქმნას. გამოფიტვის პროცესები მნიშვნელოვანია გრუნტისა და სხვა მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შემადგენლობის ფორმირების საქმეშიც, რადგან გამოფიტვის ხსნადი პროდუქტები გადადის ხსნარში და წყალს ანიჭებს შესაბამის თვისებას. ამ თვისებაზეა დამყარებული კვლევის ე. წ. ჰ ი დ რ ო ქ ი - მ ი უ რ ი მ ე თ ო დ ი, ე. ო. მადნეულთა ძებნა წყალში გახსნილი ნივთიერებების მეშვეობით, რადგან რამდენადაც ვუახლოვდებით ადგილსამყოფელს იმ მადნეულისას, რომელსაც წყალი შეიცავს, წყალში მისი რაოდენობა თანდათან მატულობს. გამოფიტვის პროცესები წამყვან როლს ასრულებს ნიადაგის წარმოქმნის საქმეშიაც.

ქარის გეოლოგიური მოქმედება

მოკლე ცნობები ქარისა და უდაბნოს შესახებ. ქ ა რ ი ეწოდება ჰაერის ბუნებრივ მოძრაობას. იგი უმთავრესად მიმართულია პორიზონტალურად და წარმოიშობა ატმოსფეროში განსხვავებული სიმკვრივის უბნების არსებობის შედეგად. ასეთი უბნების წარმოქმნის ძირითადი მიზეზია ჰაერის ტემპერატურა, რადგან დაბალტემპერატურიან ადგილებში ჰაერი შექუქმულია და მძიმე, მაღალში—გათართობული და მსუბუქი. ამიტომ იგი პირველი ადგილიდან იწყებს მოძრაობას მეორე-

სკენ, ჩნდება ქარი. ამგვარი უბნები ყველაზე მეტია უდაბნოში, რადგან იქ ქანები გაშიშვლებულია და სხვადასხვა ქანი (მასთან მიმდებარე ჰაერიც) სხვადასხვანაირად თბება. ამიტომ უდაბნოში ქარი ხშირი და ძლიერია (იგი ყველაზე ხშირია ანტარქტიდის ცენტრში, სადაც ყოველი დღე ქარიანია, გრენლანდიაში კი წელიწადში 325 დღე ქარი ქრის).

უდაბნო ეწოდება თითქმის უწყლო ადგილს. ზოგჯერ იქ წელიწადში ერთი წვეთი წყალიც არ ჩამოვარდება (იყო შემთხვევა, როდესაც ჩილეს უდაბნოში 10 წელიწადი არ გაწვიმებულა). ბ. თ ე ო დ რ ო ე ი ჩ ი ს მიხედვით, უდაბნო წარმოადგენს ისეთ ადგილს, სადაც წლიური ატმოსფერულ ნალექთა რაოდენობა 200 მმ-ზე ნაკლებია და ფარლობითი ტენიანობა არ აღემატება 35%-ს. უდაბნოში წყალიც რომ გვექონდეს, ჰაერი მაინც მშრალი იქნება, რადგან აორთქლება 30-ჯერ მეტია, ვიდრე სხვა ადგილებში.

უდაბნო არის ყველა კონტინენტზე და განედში, გარდა ეკვატორული ზოლისა. იგი კმნის ორ სარტყელს—ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროსას. პირველი მოიცავს: დიდი მარილიანი ტბების, კალიფორნიის, საჰარის, არაბეთისა და აზიის უდაბნოებს, მეორე კი: ჩილეს, არგენტინის, კალაჰარის, ნამიბის, ცენტრალური ავსტრალიისა და სხვა უდაბნოებს. უდაბნოები მეტწილად ცხელია, მაგრამ არის ცივიც (ატაკამის უდაბნო ჩილეში, მდებარეობს 3 კმ სიმაღლეზე). უდაბნო ყველაზე მეტად წარმოიშობა დიდი კონტინენტების შუა ნაწილში, რადგან იქამდე ვერ აღწევს ზღვისგან მონაბერი ტენიანი ჰაერი. თუმცა ზოგჯერ იგი გვხვდება ზღვასთან ახლოსაც, მაგრამ ამ დროს მისგან გამოყოფილია მალალი მთებით. ამით აიხსნება, რომ გეოლოგიურ წარსულში დიდი კონტინენტების შექმნისას მათზე ყოველთვის ჩნდებოდა უდაბნოები.

უწყლოობის გამო უდაბნო მეტად ღარიბია მცენარეებით. აქ ხარობს მხოლოდ ე ფ ე მ ე რ უ ლ ი (სწრაფშარდი) ფლორა, ქ ს ე რ ო ფ ი ტ ე ბ ი (გვალვაგამძლე) და პ ა ლ ო ფ ი ტ ე ბ ი (მარილიან ნიადაგს შეგუებული მცენარეები). ცხოველებიდან კი დამახასიათებელია ორგვარად მსუნთქავი თევზები. ამიტომ ქანებში ამ ორგანიზმთა ნაშთების არსებობა ამ ქანების უდაბნოში წარმოშობის ერთ-ერთი მაჩვენებელია.

საბჭოთა კავშირში უდაბნოებს უჭირავს მთელი ტერიტორიის 8% (ყარაყუმი, ყიზილყუმი და სხვ.), დედამიწაზე—15—20 მლნ კმ² ფართობი, ე. ი. მთელი ხმელეთის 17%, ნახევრად უდაბნოებიანად კი — 20%-ზე მეტი. მთელ ამ ფართობზე გაბატონებული გეოლოგიური ფაქტორია ქარი. ამიტომ, როდესაც ქარის გეოლოგიურ როლს იხილავენ, მიმართავენ უდაბნოს, რადგან იქ დიდია ტემპერატურის რყევა, ხშირი და ძლიერია ქარები, გაშიშვლებულია ქანები და უხვი და მშრალია

ვაშლიანობის პროდუქტები. ქარის მოქმედება ინტენსიურია სტეპებშია, რასაც ხელს უწყობს ჰაერის უკიდურესი სიმშრალე, იშვიათი წვიმები და ნიადაგის მცირე ტენიანობა.

ქარის მუშაობა დამოკიდებულია მის ძალაზე, ე. ი. იმ წნევაზე, რომელსაც იგი ახდენს მისდამი პერპენდიკულარულად მდებარე ზედაპირის ყოველ მ²-ზე. ამ ძალას ზომავენ ქარის სიჩქარით, მ/წმ და გამოსახავენ ბალეებით, ე. ი. ხმელეთზე ან ზღვაზე ქარის მოქმედების ხარისხობრივი მაჩვენებლის შეფასების პირობითი ერთეულებით. მეტეოროლოგიური კონფერენციის რეკომენდაციით 1913 წლიდან ქარის სიძლიერის გასაზომად შემოღებულია ბოფორტის 12-ბალიანი სკალა, რომელიც მოგვცა 1605 წელს ინგლისელმა აღმირალმა ფ. ბოფორტმა. ამ სკალის მიხედვით ერთბალიანი ქარის სიჩქარე წამში არის 0,6—1,7 მ, ორიანის—1,8—3,3 მ, თორმეტიანის—29 მ-ზე მეტი. ამასთან ერთბალიანი ქარს ჰქვია სიო; ორბალიანს—ნიავ-ქარი; სამიანს—უსტიქარი; ოთხიანს—ზომიერი; ხუთიანს—მოძლიერი; ექვსიანს—ძლიერი; შვიდიანს—მძაფრი; რვაიანს—მეტად მძაფრი; ცხრიანს—შტორმი; ათიანს—ძლიერი შტორმი; თერთმეტიანს—სასტიკი შტორმი და თორმეტიანს—გრიგალი. გრიგალის სიჩქარე წამში 29 მ-დან 130 მ-მდე აღწევს. 50 მ/წმ სიჩქარისას მისი ძალა მ²-ზე 2500 კგ-ია, 100 მ/წმ-ის დროს კი—10 ტ. ამიტომ არის, რომ გრიგალი ანგრევს სახლებს, თხრის ასწლოვან ხეებს და ა. შ. ქარის ენერჯიის მსოფლიო მარაგი 5 ათასჯერ აღემატება იმ ენერჯიას, რაც მიიღება ჩვენს პლანეტაზე ქვანახშირის წვით წელიწადში. წყალნარევი გრიგალს ჰქვია ქარიშხალი; თბილ, მშრალ ქარს—ფიონი; ცხელს, მტვრიანს—ხიოფინი, ხუან-ფინი; ცხელს, მტვერ-ქვიშიანს—ავღანელი, სამუმი, ჰამსინი; სპირალურს, აღმავალს—სმერჩი; ტროპიკულ არეებში მუდმივად ეკვატორისკენ მიმართულს—პასატები; სპირალურს, გრიგალისებურს—ციკლონი, ანტიციკლონი და ა. შ.

ძველებერძულად ქარის ღმერთს „ეოლოსი“ ჰქვია. ამიტომ ქარის მიერ გამოწვეულ მოვლენებს ეოლოური მოვლენებს, რელიეფის ფორმებს—ეოლოური ფორმებს, ხოლო ნალექებს—ეოლოურ ნალექებს უწოდებენ.

ქარის გეოლოგიური როლი. ქარის გეოლოგიური როლი გამოხატება დეფლაციაში, კორაზიასა და ახალი ნალექების წარმოქმნაში.

დეფლაცია. დეფლაცია ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს ჩამობერვა-ჩამონიავებას. გეოლოგიაში ამ ტერმინში იგულისხმება ქარის მიერ ქანებისა და ნიადაგის დაშლა და გამოფიტვის ფხვიერი პროდუქტების

გადაცლა-გადატანა, რასაც თან ახლავს ნაწილაკებისა და ქანების გახეხვა-გათრავვა. არჩევენ მის ორ სახეს: ფ ა რ თ ო ბ უ ლ ს ა და ხ ა ზ ო ბ რ ი ვ ს. ფართობული დეფლაცია ეწოდება ფხვიერი მასალის გადაგვას დიდ ტერიტორიაზე, ხაზობრივი კი—გზების, კონტაქტებისა და სხვა ხაზების გასწვრივ.

ქარი იჭრება ყოველგვარ კუჭრუტანაში, ნაპრაღსა და სიციარი-ელეში და იქიდან გამოაქვს ფხვიერი პროდუქტები, აშიშვლებს მათ ზედაპირს და გამოფიტვის ფაქტორებს საშუალებას აძლევს განაგრძოს გამოფიტვა. ამავე დროს, ატაცებული მასალით თვითონაც შლის ქანებს, აფართოებს და აღრმავებს ნაპრაღებს და წარმოშობს სხვადასხვა ფორმისა და სიდიდის სიღრუეებს, სვეტებს, „მოქანავე კლდეებს“ და სხვა სახის სხეულებს, რომლებიც ზოგჯერ დანგრეულ ქალაქს მოგვაგონებს. მაგრამ ქარი არა მარტო ჰგვის დედამიწის ზედაპირს, არამედ ეზიდება ნაშალ მასალასაც, ზოგს გორვით (დიდი ქვები, ქვიშა), ზოგს ატაცებით (მტვერი, ქვიშა). ამ მასალის რაოდენობა, დიამეტრი და გადატანის მანძილი დამოკიდებულია ქარის ძალაზე. მიწის ზედაპირიდან 10 მ სიმაღლეზე წამში 4—7 სიჩქარისას ქარს მიაქვს 0,25 მმ-მდე სიდიდის ნაწილაკები, 10 მ სიჩქარისას—1 მმ-მდე, 20 მ-ის დროს—5 მმ-მდე, გრიგალს კი—8 სმ-ზე მეტიც. მაგრამ ქარის ძალას და მისი მუშაობის შედეგს ამცირებს მიწის ზედაპირი, მცენარეულობა და ტენიანობა, რადგან მიწასთან იგი განიცდის ხახუნს, ტყე ანელებს ქარს და ხელს უშლის შეეხოს ქანებს, ბალახების ფესვები ამჭიდროებენ ფხვიერ ნიადაგს, ტენიანობა კი ერთმანეთთან მტკიცედ აკავშირებს მარცვლებს. ამიტომ არის, რომ ტენიან ჰავაში ქარის მოქმედება გაცილებით სუსტია, ვიდრე მშრალში.

ქარს ყველაზე ადვილად და შორს გადააქვს მტვერი, ამასთან ააქვს 5—6 კმ-ის სიმაღლემდე. ამიტომ ძლიერი ქარებისა და მშრალ-ამინდში ხშირად წარმოიშობა მტერის ქარბუქი, ანუ კორიანტელი, რასაც მტერის ფერის მიხედვით ჩრდილო ჩინეთსა და მონგოლეთში უწოდებენ „ხ ი ი ფ ი ნ ს ა“ (შავი ქარი) და „ხ უ ა ნ - ფ ი ნ ს“ (ყ ვ ი თ ე ლ ი ქ ა რ ი), სხვაგან კი—სხვა სახელს. არის შემთხვევა, როდესაც მტერის ქარბუქი ცას აბნელებს. ამ დროს მტვერი იჭრება დაკეტილ ოთახებშიც, სიარული და სუნთქვა ღირს, თვალები გვიბნელებს და ჰაერის ტემპერატურა ზოგჯერ 50°-ს აღემატება. ამიტომ ასეთ ქარებს ცხელ ქარებსაც უწოდებენ. 1886, 1890, 1891, 1892 და 1893 წლებში მან გააჩანაგა უკრაინის ველები—20 სმ სიღრმემდე წახვეტა ნიადაგი და ლობეებთან და ბუჩქებთან შექმნა შავი მიწის მთები. ქარის მიერ ნიადაგის დაშლა-გადატანა ს ქ ა რ უ ლ ი ე რ ო ზ ი ა ჰქვია. აშშ-ში ამ გზით განადგურდა 45 მლნ ჰა ნიადაგი; 68 მლნ ჰა დაკარგა ნიადაგის

75%, ხოლო 315 მლნ ჰა—25—75%. ამ პროცესს ხელს უწყობს ადამიანიც, რადგან ჩეხს ტყეებს და აფხეიერებს ნიადაგს. როგორც ცნობილია, ქარულ ეროზიას ებრძვიან მორწყვითა და ქარსაფარი ზოლებით.

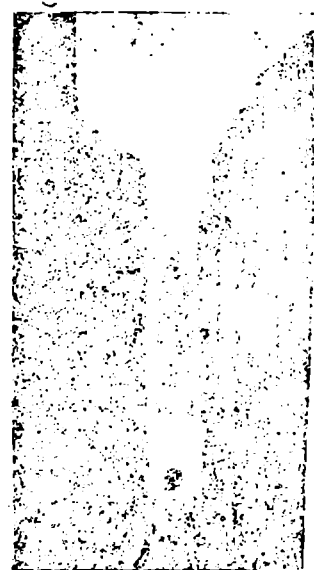
ქარს მტვერი ზოგჯერ გადააქვს 2500 კმ-ზე მეტ მანძილზეც. მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი მანამ დაცურავს ჰაერში, სანამ წვიმა არ ჩამოიტანს მიწაზე. ჰაერში ქარბად არსებობისას მტვერი წვიმის წყალს აძლევს შესაბამის ფერს და იწვევს ე. წ. „ტალახის წვიმებს“ (წითელი მტვერი— „სისხლის წვიმებს“). ასეთი წვიმა თბილისშიაც იყო 1961 წლის 27 მაისს და 1973 წლის ივნისში. პირველი გამოწვეული იყო წინა დღეებში აფრიკის უდაბნოებში ავარდნილი და ჰაერის თბილი მასების მიერ თბილისამდე მოტანილი მტვრით. ფოთლებს სამ თვეზე მეტხანს აჩნდა ტალახის ლაქები.

ქარს ზოგჯერ კოლოსალური რაოდენობის მტვერი გადააქვს. 1863 წელს მარტო ერთი „მტვრის წვიმის“ დროს მან აფრიკიდან კანარის კუნძულებზე გადაიტანა 10 მლნ ტ მტვერი, 1859 წელს კი ზალცბურგში 100 ათასი ტ.

მტვრის ქარბუქს გარდა, ცნობილია მტვერ-ქვიშინი და ქვიშის ცხელი ქარბუქებიც— „ავღანელი“, „სანუში“, „ზამსონი“ და სხვ. „ავღანელი“ იცის ყარაყუმიში, ქრის ავღანეთიდან წელიწადში 40—50-ჯერ, მეტწილად გრძელდება 1—2 დღეს და ამუ-დარიის ხეობით შემოაქვს დიდძალი ქვიშა. ამ დროს ჰაერი ისეა გავსებული მტვრითა და ქვიშით, რომ მზე ბნელდება. ხოლო ქვიშის დარტყმებისაგან ფანჯრის მინები 2—3 წელიწადში მქრქალდება. „ს ა მ უ მ ი“ დასავლეთ აზიის ქარია. ხშირია ქვიან არაბეთში, სპარსეთის ყურესა და ტიგროსის გასწვრივ. იცის იელის-აგვისტოში, გრძელდება 2—3 დღეს, განუწყვეტლივ ქრის რამდენიმე საათს, მძვინვარედ—რამდენიმე წუთს. ამ დროს მისი ტემპერატურა 50°C-ზე მეტია და მტვერი დაელექტრობებული. ამგვარ ქარს ეგვიპტეში „ჰ ა მ ს ი ნ ს“ უწოდებენ, სენეგალში— „გ ა რ მ ა ტ ა ნ ს“. უდაბნოებსა და სტეპებში ხშირია აგრეთვე ე. წ. ქ ა რ ბ ო რ ბ ა ლ ა, ანუ „სმერჩი“, ე. ი. მტვრის ბულის სპირალური სვეტი, რომელიც უეცრად აღმართება გზებსა და ნახნავეებზე, ბრუნვით მოძრაობს ამა თუ იმ მიმართულებით და მოულოდნელადვე ქრება. ჰაერის ასეთი აღმავალი ნაკადები დიდ როლს ასრულებს ე. წ. უადების, ანუ უდაბნოში არსებული ციკაბოკალთებიანი ხეობების შექმნაში, რომლებიც ხშირად ასეულ კმ-ზე გრძელდება და ჩვეულებრივ ციკაბოდვე მთავრდება გაუდინარ ტაფობებში. როგორც ჩანს, პირველად ისინი წარმოშობილი უნდა იყოს მდინარეების მიერ და შეზღვევ მოტყეული მშრალ ჰავაში. ქარბორბალას, მიაწერენ აგრეთვე ქ ა რ ა გ ი ე ს (მანგიშლაქზე) და უდაბნოების მთელი რიგი

სხვა ტაფობების შექმნასაც. კარავის ტაფობი აგებულია მირაბილი-ტანი თიხისგან და 300 მ-მდე სიღრმისაა. მირაბილიტი გაშრობისას კარგავს წყალს, მაგრამ წვიმის დროს იერთებს, კრისტალდება, ფართო-ვდება, ფშენის თიხას და აქცევს თეთრ, თიხიან-მარილიან ფქვილად. ეს ფქვილი ზაფხულში ძლიერ ხურდება. ცხელ ამინდში იქ ჩნდება ქარ-ბორბალა, რომელსაც გააქვს ფქვილი და აღრმავებს ტაფობს.

ხაზობრივი დეფლაცია განსაკუთრებით მკვეთრად ჩანს ლიოსებსა და ნიჟარებიან კირქვებში გაყვანილი გზების გასწვრივ, რადგან აქ ქანების დაფშენას ხელს უწყობს ადამიანიც. აზიის ლიოსებში გზების გასწვრივ წარმოქმნილი ასეთი ღარების სიღრმე 6 მ-ს აღწევს, ჩინეთში კი ზოგჯერ 30 მ-საც აღემატება და გზა კანიონს მოგვაგონებს (ნახ. 20).



ნახ. 20. ქარის მიერ შექმნილი კანიონსებური ხაღრმავება ჩინეთის ლიონში გზის გასწვრივ.

კორაზია. მიწის ზედაპირიდან ქარს მიაქვს მტვერი და ქვიშა. მტვერი ააქვს დიდ სიმალლეზე და დიდხანს იკავებს ატივტივებულ მდგომარეობაში, ქვიშას კი 2 კმ-ზე მაღლა ვერ ეზიდება, ნაწილობრივ მიწაზე მიათრევს ან მიაგორებს და გაცილებით სწრაფად ლექავს, მაგრამ შემდეგ ისევ აიტაცებს და ასე ხანგამოშვებით ამოძრავებს. მოძრაობისას ქვიშის მარცვლები ეხახუნება ერთმანეთს, საფანტივით ეჯახება ქანების, კედლებისა და ლოდების შიშველ ზედაპირს, ხეხავს, შლიფავს, კაწრავს, ბურღავს მათ და მრგვალდება თვითონაც. ქარის, წყლის, მყინვარის ან სხვა ფაქტორების მიერ წალე-ბული მყარი მასალით ქანების ასეთ მექანიკურ დამუშავებას კორაზია ეწოდება ლათ. („კორაზიო“ — გახეხვა), თუმცა ამ ტერმინში უფრო მეტად ქარის მიერ შესრულებულ ამგვარ მუშაობას გულისხმობენ.

კორაზიის ხარისხი დამოკიდებულია ქანების სიმგრეზე, ქარის მიერ წალებული მასალის რაოდენობასა და დიამეტრზე. რაც რბილია ქანი, ბევრი და მსხვილია ქვიშა, მით უფრო ინტენსიურია კორაზია, და პირიქით. სპირალურ ქარებს (გრიგალი, ციკლონი და სხვ.) ქვიშის მარცვლები მოჰყავს ბრუნვით მოძრაობაში. ამ დროს ისინი ქანებზე დაცემისას, ერთი მხრივ, მოქმედებენ პირდაპირი დარტყმის ძალით, მეორე მხრივ, როგორც ბურღი და მათ ზედაპირზე

აჩენს შესაბამის ფოსოებს. თუ ქანი არაერთგვაროვანია, რბილ მასე-
ბში ფოსოები სწრაფად ღრმავდება და ემსგავსება ფუტკრის ფიჭის
უჯრედებს. ამიტომ ასეთ გამოფიტვას ფ ი კ ი ს, ა ნ უ ს ა რ ა ჯ ი ს ე ბ რ,
გ ა მ ო ფ ი ტ ვ ა ს უწოდებენ. ქარების შემდგომი მოქმედებით
უჯრედები თანდათან ღრმა-

ვდება, ფართოვდება და
ქვების სახეს ღებულობს.
ასეთ წარმონაქმნებს ე ო ლ -
უ რ ი დ ე ვ ი ს ქ ვ ა ბ ე ბ ი
ჰქვია (ნახ. 21). ერთგვარო-
ვან მაგარ ქანებს ქვიშა
ერთნაირად შლის. ამიტომ
მათი ზედაპირი თანაბრად
იხეხება და იშლიფება. ვლე-
ბულობთ გაკრიალებულზე-
დაპირიან კლდეებსა და
მრავალწახნაგა ქვებს, რომ-
ლებსაც ეოლურ ქვებს
უწოდებენ (ნახ. 22). იგი
ნალექების უდაბნოში წარ-



ნახ. 21. ეოლური დევის ქვაბები.

მოშობის მაჩვენებელია. როდესაც რბილ ქანს ზემოდან ადევს მაგარი
ლოდი, რბილი ქანი ადვილად იშლება და ვიწროვდება, ლოდი კი
რჩება ზევით და ემსგავსება სოკოს ან მაგიდას. ასეთ წარმონაქმნებს



ნახ. 22. ეოლური ქვები.

ე ო ლ უ რ ი მ ა გ ი დ ე ბ ი და სოკოები ჰქვია (ნახ. 23). იგი წარმო-
იშობა ერთგვაროვან დანაპრალეზულ ქანებშიაც ქვედა ნაწილზე ქარის
უფრო ინტენსიური მოქმედების შედეგად. ვერტიკალურნაპრალეზიან
ქანებში და სხვადასხვა სიმაგრის შვეული შრეებისგან შედგენილ კლდე-
ებში ქარი აჩენს ე. წ. ე ო ლ უ რ ს ვ ე ტ ე ბ ს (ნახ. 24), პორიზონტა-

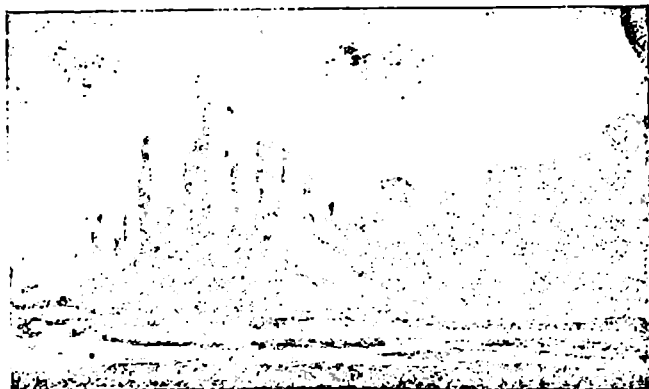
ლურნაპრალებიანში, რბილი მაგარი პორიზონტული შრეებისა-
გან აგებულ ფერდობებზე კი—ეოლურ ნიშებსა და მღვიმეებს (ნახ. 25).



ნახ. 23. ეოლური სოკო.

თუმცა ამგვარი ნიშ-
ები შეიძლება განჩნდეს
უნაპრალო და ერთ-
გვაროვანი მაგარი
კლდეების ძირშიაც,
რადგან ქარი ქვიშით
ყველაზე მეტად გაჯე-
რებულია მიწის ზე-
დაპირთან და მისი
მოქმედებაც უფრო
ინტენსიურია. კორა-
ზიის შედეგად მთები
იშლება, დაბლდება და
იმარხება თავისივე ნა-
შალ ქმასალაში. ასეთ
მთებს კ უ ნ ძ უ ლ ა
მ თ ე ბ ი ჰქვია.

ქარი მოქმედებს
პორიზონტალურ ზე-
დაპირზედაც. თიხიან
და სხვა რბილ ქანე-

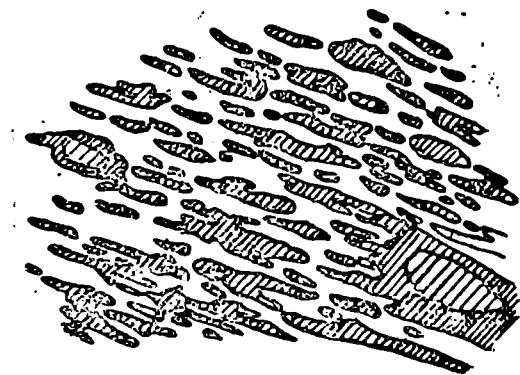


ნახ. 24. ეოლური სვეტები.

ბში გაბატონებული მიმართულების ქარები აჩენს ერთიმეორისადმი მეტ-ნაკლებად პარალელურ, ვიწრო ღარებსა და სერებს—ი ა რ ე ლ ა ნ-



ნახ. 25. ეოლური ნიშები და მღვიპე.



ნახ. 26. იარდანგები კრილში (ზევით) და გეგმაზე (ქვევით).

გებს (ნახ. 26), კონგლომერატებში, კონკრეციულ და სხვა არაერთგვაროვან ქანებში კი—სფეროს, პირამიდების, ობელისკების, ცხოველების, ჩიტებისა და სხვა ფორმის სხეულებს. ეოლურ მაგიდებს, სვეტებს,

კუნძულა მთებსა და კორაზიას გადარჩენილ რელიეფის სხვა დადებით ფორმებს ეოლური მოწმეები ჰქვია. ამასვე წააგავს „კორაზიული ბორცვებიც“, ე. ი. მცენარეების ირგვლივ დარჩენილი, ფესვებით გამაგრებული ამაღლებული ადგილები.

უდაბნოში ქარი აჩენს დიდ უარყოფით ფორმებსაც. არსებითად ეს ხდება მთების ძირში, რადგან უშუალოდ დაცემულს ემატება ფერდობებიდან არეკლილი სხივები, ჰაერი ძლიერ თბება, ზევით მისწრაფვის, თან მიაქვს მტკერი და უქარო ამინდშიაც წარმოშობს მტკერის ქარბორბალას. ამის გამო ფერდობის დასაწყისში ჯერ ჩნდება ტაფობის ჩანასახი, შემდეგ იგი თანდათან ღრმავდება, ფართოვდება და გარს უვლის მალღობს. ფიქრობენ, ასეა წარმოქმნილი დასავლეთ ყაზახეთში კარინ-იარიკის ტაფობი, რომლის სიგრძე 145 კმ, სიგანე—15—80 კმ და სიღრმე 100—420 მ-ია.

ქარით გადატანისას იხეხება და მრგვალდება ქვიშის მარცვლებიც, მათ შორის ისეთი წვრილებიც, რომლებიც წყლით ტრანსპორტის დროს დაკუთხული რჩება, რადგან ამ დროს იგი ატივტივებულია და ერთმანეთს ნაკლებად ეხება. ამის გამო ეოლური ქვიშები ადვილად გამოირჩევა მდინარეულისგან.

ეოლური ნალექები. ქარი აწყდება რა ბუჩქებს, ქვებს, კლდეებს, ტენიან ადგილებს, სუსტდება, კარგავს ძალას და ლექავს წალბულ მასალას, ვლბულობთ ეოლურ ნალექებს. ასეთია ბარქანების, დიუნების, „ქვიშის ზღვისა“ და უდაბნოს სხვა ამგვარი წარმონაქმნების ქვიშები და ლიოსი.

ბარქანები და ეოლური რელიეფის სხვა ფორმები. ბარქანი ეწოდება უდაბნოში არსებულ ქვიშის ბორცვს. იგი ასიმეტრიულია (მისი ქარალმა, ანუ ქარისკენული, ფერდობის დახრა 5—12° და ქარსაწინააღმდეგო, ანუ ქარდაღმასი 30—33°-ია), გვემაზე წააგავს ცხენის ჩლიქს, სიმაღლით 0,5 მ-დან ზოგჯერ 200 მ-საც აღემატება, მაგრამ ჩვეულებრივ 15—20 მ-ია და წარმოიშობა იმ შემთხვევაში, როდესაც ქარს გზაზე ხვდება ბუჩქი, ქვა, ტენიანი ადგილი ან სხვა წინააღმდეგობა, რადგან ამ დროს მისი ძალა სუსტდება და ატაცებული ქვიშის ნაწილი ამ დაბრკოლებებთან ილექება. ქვიშა გროვდება ბარქანთანაც, რადგან ჩასახვის შემდეგ იგი თვითონ იქცევა დაბოკოლებად. მაგრამ ბუჩქთან და ქვასთან, ე. ი. დაცხრილულ და მთლიან წინააღმდეგობასთან, ბარქანის საწყისი ფორმა სხვადასხვაა, რადგან ბუჩქი დაცხრილულია და შიგ ჰაერი გადის, ქვაში კი არა. ამიტომ ბუჩქთან პირველად ქვიშა ილექება უკან გრძელი ცელის სახით, ქვასთან კი—(წინ და უკანაც) კმნის ორ მოკლე ცელს, რადგან ქვა მთლიანი წინააღმდეგობაა და მასთან შეჯახებისას ჰაერის ქვედა ფენა უკუიქცევა და ქვის წინ ტოვებს ქვიშას, ზედა ფენა კი ზევიდან და გვერდებიდან უვლის ქვას, ხვდება ქა-

რის ჩრდილში (უმოდრაო ან ნაკლებმოდრაგ არეში), იწყებს წრიულ მოძრაობას და ქვიშას ლექავს ქვის უკანაც. როდესაც ცელის სიმაღლე გაუტოლდება ქვისას, ცელებსა და ქვას შორის ჩაღრმავება ივსება. ქვიშით, ქვის წინა და უკანა ქვიშის გროვები ერთდება და იქცევა ორქვიმიან ცელად ბარქანად (ნახ. 27). ასე წარმოიქმნება ბარქანი ბუჩქის ირგვლივაც, მაგრამ ეს ხდება იმის შემდეგ, როდესაც ბუჩქი იფარება ქვიშით და იქცევა მთლიან დაბრკოლებად. ტენიან ადგილებში კი ქვიშა იკრავს ტენს, მძიმდება და ისე ეკვრის მიწას, რომ შემდეგ იქიდან ქარს მისი აღება აღარ შეუძლია.

როცა ქარის მიერ ატაცებული ქვიშის რაოდენობა მცირეა და გრუნტი მაგარი, წარმოიშობა ცალკეული ბარქანები. წინააღმდეგ შემთხვევაში კი ბარქანები ერთდებიან და იქმნება ბარქანების



ნახ. 27. ბარქანები ვეგმაზე.

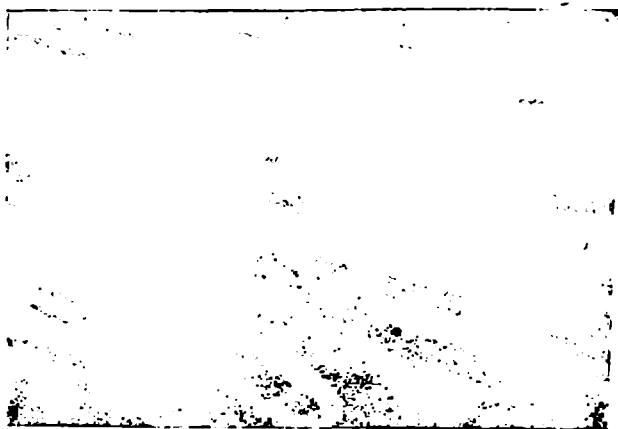
ჯ ა კ ვ ი. ბარქნის სიმაღლე 70—100 მ-ია, სიგანე—800—1600 მ, სიგრძე—ზოგჯერ —10—20 კმ-იც.

ურთიერთშეერთებისას ბარქანები ქმნის სერებსა და მთავარეხილებს. მათი თხემები ტალღობრივია, მწვერვალები შეესაბამება ცალკეულ ბარქანების მწვერვალებს, უნაგირები (ჩაწეული ადგილები) კი—ერთმანეთის შემაერთებელ ქიმებს. ბარქანების ჯაკვი ძირითადად განლაგებულია გაბატონებული ქარების მიმართულების მართობულად და გარეგნულად წააგავს ზღვიურ ტალღებს (ნახ. 28). ისინი ყველაზე მეტად წარმოიშობა ურთიერთსაწინააღმდეგო, მაგრამ ერთნაირი სიძლიერის ქარების სეზონური ქროლის ან ციკაბოკალთებიანი მაღალი მთების ადგილებში, რადგან ამ დროს ქარი უკუირეკლება, მოქმედებს წინ არსებულ ბარქანებზე და აერთებს თავისი მიმართულების საწინააღმდეგოდ. ბარქანების მაღალ ჯაკვს ჰქვია დ ა ვ ა ნ ე ბ ი. საბჭოთა კავშირში იგი ბევრია ტაკლამაკანის უდაბნოში. უდაბნოში გვხვდება აგრეთვე ს ი გ რ ძ ი ვ ი ბ ა რ ქ ა ნ უ ლ ი ს ე რ ე ბ ი, ქ ვ ი შ ი ს პ ი რ ა მ ი დ ე ბ ი, ქ ვ ი შ ი ს ზ დ ვ ე ბ ი, ს ე რ - უ ჯ რ ე დ ო ვ ა ნ ი, ს ე რ - ო რ მ ო ე ბ ი ა ნ ი და ქვიშებისგან აგებული რელიეფის სხვა ფორმებიც.

ს ი გ რ ძ ი ვ ი ბ ა რ ქ ა ნ უ ლ ი ს ე რ ე ბ ი ვითარდება ტროპ-

იკული უდაბნოების პასატების ზოლში, ქარების ერთი მიმართულებით ქროლოვისას. ფიქრობენ, მათ წარმოქმნაში არსებით როლს ასრულებს სპირალური, ე. წ. შტოპორული, ქარები. საპარაში ასეთი სერების სიმაღლე ასეული მეტრებია (საბჭოთა კავშირში—10—60 მ), ფორმა—ამოზნეილი. ამიტომ ინგლისელები მათ „ვეშაპის ზურგს“ უწოდებენ. უმაღლესი მათგანის ასაკი მილიონ წელზე მეტია.

ქ ვ ი შ ი ს პ ი რ ა მ ი დ ა , პირამიდის ფორმის, ქვიშის ყველაზე



ნახ. 28. ბარქანული ქაკვი.

მაღალი ზვინულია. მას აქვს ოთხიდან ექვსამდე გვერდი და 500 მ-მდე სიმაღლე. იგი წარმოიშობა ჰაერის აღმავალი ნაკადების მოქმედებით ქვიშის ბორცვებზე და ყველაზე მეტად გვხვდება ცხელ უდაბნოებში, რადგან აქ გავარვარებულ ქვიშასთან შეხებისას ჩნდება ჰაერის ცხელი, მძლავრი, გრიგალისებრი აღმავალი ნაკადები, რომლებსაც თან მიაქვს ქვიშა და აყრის წინათ წარმოქმნილ ქვიშის ბორცვებს. ასეთი პირამიდები ბევრია საპარაში და აქა-იქ საბჭოთა კავშირში (ყაზახეთში—მუიუნყუმის უდაბნოში; თურქმენეთში—უჩ-ტაგანის ქვიშაში და სხვ.), მაგრამ აქ მათი სიმაღლე ათეული მეტრებია და ფუძის დიამეტრი კილომეტრები, ამასთან გვხვდება არა ცალკეული, არამედ დიუნთა ჯგუფები.

ქ ვ ი შ ი ს ზ ღ ვ ა წარმოადგენს ქვიშით დაფარულ უზარმაზარ სივრცეს. იგი წარმოიშობა ისეთ ადგილებში, სადაც ქარს გზაზე ხვდება მაღალი მთა ან მთაგრებილი, რადგან ამ დროს ველარ გადაღის მეორე მხარეზე და ატაცებულ ქვიშას ლექავს მათ ძირში. საბჭოთა კავშირში ქვიშის ზღვა არის კოპეტ-დაღისა და თურქმენეთის ქედების ახლოს. აქ მისი სიგრძე 370 კმ და სიგანე 100 კმ-ია (სისქე გაურკვეველია).

სერ-უჯრედოვანი რელიეფი წარმოადგენს ბარქანული სერებისა და მცირე ზომის (100—200მ) ტაფობების ერთობლიობას (ნახ. 29). აქ მაღალი სერები განლაგებულია გაბატონებული ქარების მიმართულებით, მათ შორის ადგილები ჩაწეულია და ჰგავს უჯრედებს. ბ. თეოლოგოვიჩის აზრით, იგი წარმოიშობა ისეთ რაიონებში, სადაც ბატონობს შიდაკონტინენტური ქარები, მაგრამ ხშირად იკრება ციკლონები და ცვლის მათ მიმართულებას.



ნახ. 29. სერ-უჯრედოვანი რელიეფი ქვიშაან უდაბნოში.

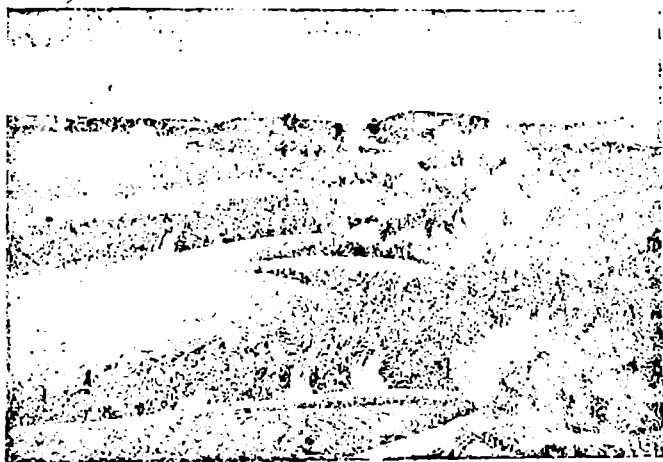
სერ-ორმოებიანი რელიეფი აგებულია ბარქანების მსგავსი ქვიშის რკალური გროვებისგან, რომელთა რკალებს შორის მოთავსებულია ორმოს მსგავსი ფოსოები. იგი წარმოიქმნება ისეთ ადგილებში, სადაც ქრის ერთმანეთისადმი საწინააღმდეგო ქარები, მაგრამ ქარბობს ერთ-ერთი.

რელიეფის ყველა ეს ფორმა ზედაპირზე მოფენილია ქვიშის ქავლებით (ნახ. 30), ე. ი. 0,5—2 სმ-მდე სიმაღლის ბრტყელი, ასიმეტრიული ბორცვებითა და მათ შორის მდებარე 6—30 სმ-მდე სიგანის ღარაკებით, ამასთან იგი ბარქანული რელიეფის განვითარების საწყისი ფორმაა.

ბარქანები და ბარქანული ჯაჭვი (გარდა ქვიშის პირამიდებისა და უჯრედოვანი რელიეფისა) მოძრაობს. მათი სიჩქარე დამოკიდებულია გაბატონებული ქარების ხანგრძლივობაზე, სიძლიერესა და ბარქანების სიდიდეზე. ამიტომ დიდი ბარქანები წელიწადში წინ მიიწევენ ათეული სმ-დან რამდენიმე მ-მდე, მცირეები კი—ასეული მ-ობით.

დიუნები. ბარქანის წარმოშობისათვის საჭიროა: გაბატონებული მიმართულების ქარები, მშრალი ქვიშა და რაიმე წინააღმდეგობა. ასეთი პირობები გვაქვს ზოგიერთი მდინარის, ტბისა და ზღვის ნაპირებზედაც. ამიტომ ქვიშის გროვები ჩნდება იქაც. მაგრამ ბარქანებისაგან განსხვავებით, წყლისპირა ქვიშის ბორცვებს დიუნებს უწოდებენ. თუმცა

ზოგიერთები დიუნს უწოდებენ ბარქანებსაც, მაგრამ ამ დროს არჩევენ კონტინენტურ, ანუ შიგა დიუნებს (ბარქანები), და სანაპირო, ანუ წყლის დიუნებს. ევროპაში დიუნებს დიდი ადგილი უკავია საფრანგეთის, პოლანდიისა და გერმანიის ზღვისპირა რაიონებში, საბჭოთა კავშირში კი: ბალტიისპირეთში, კასპიის ზღვის სანაპიროებზე,



ნახ. 30. ქვიშის ქაელები ბარქანების ზედაპირზე.

დნებრის, დონისა და ვოლგის ქვემო წელში, საქართველოში — შავი ზღვის სანაპიროზე.

დიუნიც ასიმეტრიულია და გეგმაზე ზოგჯერ ნახევარმთვარისებ-



ნახ. 31. დიუნები კრილში (ისარი ქარის მიმართულება).

რი. მისი ქარადმა მზრის დახრის კუთხე $5-20^{\circ}$ -ია, ქარდაღმასი— $30-40^{\circ}$ (ნახ. 31), სიმაღლე ზღვებისა და დიდი ტბების ნაპირებზე, მეტწილად 20—30 მ (ზოგჯერ 100 მ-ზე მეტიც), მდინარეების—ნაპირებთან 5—10 მ. დიუნები უმთავრესად განლაგებულია მთავარი ქარების მიმართულების მართობულად, ხანდახან კი გასწვრივაც. მათი ქარადმა

ზედაპირი დაფარულია ეოლური ქავლებით, შიგნით კი ფენები ერთ-მანეთშია გადახლართული. დიუნის წყლისკენა მხარეს ქარი გამჟღავნებით აყრის ქვიშას. მისი ნაწილი თხემიდან ქარდაღმა მხარეზედაც გორდება, ამიტომ დიუნი სიმაღლეზედაც იზრდება და წინაც მიიწევს. იგი მოძრაობს გორვით, ისე როგორც წყალი. მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია ქარების რეჟიმზე, სიძლიერეზე. ატაცებული ქვიშების რაოდენობაზე, რელიეფსა და ზოგ სხვა პირობაზე. ქარიშხლიან დღეებში პატარა დიუნი წინ მიიწევს 2—3 მ-ით, დიდი დიუნები კი — წელიწადში 1—20 მ-ით.

წყლის ნაპირთან ყველაზე ახლო მდებარე დიუნს ჰქვია მოწინავე (წინა) დიუნი. გადაადგილებისას მის ადგილს იკავებს ახალი წინა დიუნი და ა. შ. ამიტომ სანაპიროებზე ჩნდება დიუნების 5, 10 და მეტი მწკრივი. გადაადგილებისას ისინი ფარავენ და ანადგურებენ ტყეებს, ბაღებს, ნათესებს, სოფლებს, აგუბებენ მდინარეებს, აჭაობებენ ადგილებს და დიდ ზიანს აყენებენ მოსახლეობას. ეს კარგად ჩანს ბალტიისპირეთში—ქ. მემელის ახლოს, ე. წ. კურიშ-ჰაფის ნერუნგზე, სადაც დიუნებმა დამარხა მთელი რიგი სოფლები, რომელთა ნაშთები თანდათანობით ჩნდება ამ დიუნების ქარაღმა მხარეზე.

ევროპაში ყველაზე მრისხანეა გასკონიის დიუნები საფრანგეთში. მან რამდენჯერმე დამარხა სოფლები, ამოავსო „ჰაფები“ და გამოიწვია გამანადგურებელი წყალდიდობები. საბჭოთა კავშირში ამ მხრივ სახელგანთქმულია სესტრორეცკის დიუნები ლენინგრადთან. ისინი ცოცხლად მარხავენ უზარმაზარ ფიჭვის ხეებს. მდინარეული დიუნებიდან სიდიდით გამოირჩევა დნეპრისა და დონის დიუნები. დნეპრის ქვემო წელში „ალიოშკინის ქვიშების“ სიგრძე 150 კმ-ია და საშუალო სიგანე 30 მ, დონის დიუნის სიგანე კი 8—10 კმ. მან დამარხა სოფ. გუგინი.

მცენარეებით დაფარული დიუნები უმოძრაოა. ამიტომ დიუნებს ებრძვიან მცენარეების გაშენებით. ჯერ მასზე თესავენ ქსეროფიტულ ბალახებს, შემდეგ რგავენ ასეთივე ბუჩქებს, ბოლოს კი, უმთავრესად, ქვიშიან ნიადაგს შეგუებულ ფიჭვებს. მათი ფესვები ამაგრებენ ქვიშას და არ აძლევენ წინსვლის საშუალებას. დიუნებს აჩერებენ აგრეთვე ქარსაფარი ზოლების მოწყობით და მორწყვით, რადგან ასეთი ზოლები ასუსტებს ქარს, წყალი კი მჭიდროდ აკრავს ქვიშის მარცვლებს ერთიმეორესთან. შეჩერებული დიუნები ხალხს ზოგჯერ დიდ სამსახურს უწევს. მაგალითად, საფრანგეთის ლანდები. შუა საუკუნეებში ეს ადგილი ტყით იყო დაფარული, მაგრამ შემდეგ ტყე გააფხვს და უდაბნოდ იქცა. 1779 წელს მასზე დაიწყო ფისით მდიდარი ზღვის ფიჭვისა და კორპის მუხის გაშენება. დღეს კი საფრანგეთი ამ ხეებიდან დიდ შემოსავალს იღებს. ჰო-

ლანდიელებმა დიუნები გამოიყენეს ზღვის შემოტევისაგან თავდასაცავი ღამბების ასაგებადაც.

ლიოსი. ქვიშის გარდა ქარს მიაქვს მტვერიც, მაგრამ იგი გააქვს უდაბნოს გარეთ და ლექავს. რადგან უდაბნოს გარეთ ჰაერი უფრო ტენიანია, მტვერი ისრუტავს მას, მძიმდება და მიწაზე ცვივა. ეს პროცესი განსაკუთრებით ინტენსიურია სტეპებში, რადგან იგი უშუალოდ აკრავს უდაბნოს და მდიდარია მტვრით. სტეპი ბალახმცენარეებით დაფარული ადგილია. მათ შორის დალექილ მტვერს წვიმა და ნამი ისე მჭიდროდ აკრავს ნიადაგზე, რომ შემდეგ იქიდან იგი ქარს ვეღარ ამოაქვს. მაგრამ აქ კი ქარს განუწყვეტლივ მოაქვს მტვრის ახალ-ახალი მასა, უმატებს წინათ დალექილს და ქმნის ქანს—ლიოსს. ლიოსი არის მოყვითალო ფერის არაშრეებრივი, რბილი, ნაზი, ძლიერ ფოროვანი კარბონატული თიხნარი (ქვიშანარევი თიხა). იგი დანით ადვილად იჭრება, თითებს შორის ისრისება და წყლის შერევისას იქცევა წებოვან ტალახად, გაშრობისას კი მექანიკური ზემოქმედებით იფშენება წვრილად და აყენებს მტვრის ბუღს. ლიოსი შედგება კვარცის, ფელდშპატების, თიხნარი მინერალების (კალინიტი, მონტმორილინიტი და სხვ.), კირქვისა და ქარსის უწყვილესი ნაწილაკებისგან, ე. ი. მტვრისა და ქვიშის წვრილი მარცვლებისგან, ამასთან აქა-იქ შეიცავს ხმელეთის მოლუსკების ნაშთებს, კირქვის მოგრძო და მომრგვალო კონკრეციებს („ტიკინები,“ „უურავჩიკები,“ „ქლარუნები“ და სხვ.). იგი დასერილია უამრავი ვერტიკალური ხვრელით, რომლებიც წარმოადგენს მცენარეთა ღეროებისა და ფესვების დაღობის შემდეგ ქანში დარჩენილ სიღრუეებს. ამიტომ, თიხისგან განსხვავებით, ლიოსი საუკეთესო წყალგამტარია (მისი ფოროვნობა 50%-ს აღწევს) და ჩამოქცევისას ქმნის შვეულ ფლატეებს. წყლით გაყენთვისას ხვრელები ისპობა, ქანის მოცულობა მცირდება და ლიოსი „ჯდება“. ამით არის გამოწვეული ლიოსებში გაყვანილი სარწყავი არხების გასწვრივ რელიეფის ჩაწევა და ე. წ. ჩაჯდომითი ტერასების წარმოქმნა. ამიტომ ლიოსებში ასეთი არხების გაყვანისას არხში წყალს უშვებენ საპროექტო სიღრმეზე დასვლამდე და ქანის დაჯდომის შემდეგ დაჰყავთ არხი საჭირო სიღრმემდე.

ლიოსი ღარიბია ნეშომპალათი, რადგან ნიადაგში რჩება მხოლოდ მცენარეთა ფესვები, დანარჩენი ნაწილები ქარს გააქვს. მაგრამ ლიოსი მაინც ნოყიერია, ვინაიდან უხვად შეიცავს ქანგბადს და მცენარისთვის საჭირო ხსნად მარილებს. დღეს ლიოსს დიდი ფართობი უკავია ჩინეთში (გერმანიის ტოლი). იგი იკვებება გობის, ბეიშანის, ტაკლა-მაკანისა და შუა აზიის სხვა უდაბნოებიდან შემოტანილი მტვრით და სისქით 250 მ-ს აღწევს. ლიოსი ჩინელი მოსახლეობის სასიცოცხლო არეა, რადგან მისგან აკეთებენ აგურებს, ფლატეებში—საცხოვრებელ გამოქვაბულებს,

ნიადაგი კი შესანიშნავ მოსავალს იძლევა და ა. შ. ლიოსი დიდ ფართობს მოიცავს ევროპაშიც. იგი იწყება ნიდერლანდებიდან და გერმანია-ავსტრია-საბჰოთა კავშირის სამხრეთ ნაწილზე გავლით ვრძელდება აზიამდე. მაგრამ ეს არის ძველი, ნამარხი ლიოსი. იგი წარმოდგენილია ლიოსისებრი თიხნარებით და სისქით 50—60 მ არ აღემატება. მაგალითად, უკრაინის ლიოსი, რომელიც დაფარულია შავ-ნიწით. საქართველოში (თბილისში, კასპის რაიონში და სხვაგან) არსებობს მხოლოდ ლიოსისებრი თიხები, რომელთა შექმნაში ქარის მიერ მოტანილ მტვერთან ერთად მონაწილეობს ფერდობებიდან ზეწრული ნაკადების მიერ ჩამოტანილი გამოფიტვის წვრილი პროდუქტებიც.

ჩინეთის ლიოსის ეოლოგი წარმოშობის შესახებ პირველად აზრი გამოთქვა ფ. რიხტჰოფენმა (1833—1905). ეს აზრი ახლაც მიღებულია, მაგრამ სადავოა ევროპისა და სხვა ასეთი ადგილების ლიოსების ეოლოგი წარმოქმნა, რადგან მათ ახლოს ამჟამად უდაბნო არ არის და არც კლიმატური პირობები უწყობს ხელს ეოლოგი პროცესების ფართო განვითარებას. ამიტომ ლიოსის გენეზისის შესახებ რეკომენდებულია რამდენიმე ვარაუდი, მაგრამ დღეს უფრო მეტად მიღებულია პ. ტუტკოვსკისა (1828—1930) და ვ. ობრუჩევის (1863—1956) პიპოთეზები. ისინი ვარაუდობენ, რომ ევროპის ლიოსებიც ეოლოგია, მაგრამ წარმოქმნილია მეოთხეული მყინვარების განაპირა ადგილებში ამ მყინვარებისაგან გათავისუფლებული რაიონებიდან „მყინვარული ფიონების“ მიერ ატაცებული მტვრის ხარჯზე. მათი შეხედულებით, მეოთხეულში ევროპის ჩრდილო ნაწილი დაფარული იყო მყინვარებით, რომელთა ზედაპირზე სუფევდა დაბალი ტემპერატურა და მაღალი წნევა. ამიტომ იქიდან სამხრეთისაკენ განუწყვეტლივ ქროდა დაღმავალი ქარები. მაგრამ ამ მიმართულებით ჰაერის ეს მასები შედიოდა ატმოსფეროს უფრო დაბალ, მკვრივ ფენებში, იკუმშებოდა, თბებოდა, მშრალდებოდა და იქცეოდა ფიონებად. მყინვარს სამიერთით აკრავდა ტუნდრა, ტუნდრას—სტეპი, სტეპს—ტყე. ფიონებს ტუნდრიდან მტვერი გაჰქონდათ სტეპებში. მაგრამ მყინვარის წინსვლისას მტვრის რაოდენობა მცირე იყო, უკუსვლისას—დიდი, რადგან წინსვლის დროს მყინვარი ფშვნიდა ქანებს და ნატეხები თან მიჰქონდა, უკუსვლისას კი ნაშალ მასალას გაღნობის ადგილზე ტოვებდა. ამიტომ მყინვარის უკუსვლის დროს ფიონებს სტეპებში გაჰქონდა დიდძალი მტვერი და წარმოშობდა ლიოსს. მაგრამ მყინვარის უკუსვლის შესაბამისად ფხვიერი მასალის გაფანტვის არე გაფართოვდა (ჩრდილოეთისკენ წაიწია), ფიონების სიჩქარე შემცირდა, ჰაერი გატენიანდა, ტუნდრა სტეპმა შეცვალა, სტეპი—ტყემ, მყინვარები გაღნა და ფიონებიც შეწყდა. სამხრეთის მშრალ სტეპებში გავრცელდა უხვი ბალახი, დაგროვდა ნეშომპალა, „რომელიც

თანდათან გარდაიქმნა შავმიწად. შავმიწამ დაფარა ლიოსი და თვითონაც თანდათან ლიოსად იქცა“ (ობრუჩევი).

ამრიგად, ტუტკოვსკ-ობრუჩევის აზრით, ევროპის ლიოსების წარმოქმნა დაკავშირებულია იმ უდაბნოსთან, რომელიც არსებობდა მეოთხეული მყინვარების სამხრეთ პერიოდებზე და მყინვარის გადნობასთან ერთად „გაქრა“. მისი კვალი ახლაცაა პოლესიესა და მოსკოვის მიდამოებში ქვიშების სახით ტყეების ქვეშ. ეს ჰიპოთეზა კარგად ხსნის უკრაინის ლიოსის ზეწრულ ხასიათს და მის გავრცელებას წყალგამყოფებზე, ფერდობებზე, ვაკეებსა და ტერასებზე. მაგრამ არსებობს ლიოსის გენეზისის სხვანაირი ახსნაც. მაგალითად, აკად. ლ. ბერგი თვლის, რომ ლიოსი შეიძლება წარმოიქმნას ყოველგვარი წარმოშობის წვრილმარცვლოვანი მასალისგან მათზე გამოფიტვისა და ნიადაგწარმომქმნელი პროცესების მოქმედების შედეგად. ამიტომ იგი შეიძლება იყოს როგორც ეოლური, ისე პროლუვიური, დელუვიური და ალუვიურიც.

უდაბნოს ტიპები და ნალექები. გარდა ქვიშებისა და ლიოსისა, უდაბნოებში არსებობს აგრეთვე სხვა ნალექებიც, რადგან გამოფიტვის მსხვილი პროდუქტები ქარს ვერ მიაქვს, აქასთან უდაბნო მთლიანად არც წყალს არის მოკლებული. ამიტომ შემადგენელი ნალექებისა და რელიეფის ფორმების მიხედვით არჩევენ უდაბნოს შემდეგ ტიპებს: მთიანს, ქვიანს, ქვიშიანს, თიხიანს, დამლაშებულს, ლიოსიანს და ა. შ.

მთიანი უდაბნო შედგება შედარებით დაბალი მთების, ქედების, ბორცვების, ხეობებისა და ტაფობებისგან. მთის ფერდობები ციცაბოა, მწვერვალები და თხემები—წამახვილებული და მდიდარია გაშიშვლებებით. მაგრამ ქანები ისეა დაბზარული, რომ ხელის შეხებით იფშენება. ფერდობები აქა-იქ და ბორცვები ხშირად დაფარულია ქანების ნამტკრევებით. ფერდობები მოფენილია სხვადასხვა ფორმისა და სიდიდის სილრუეებით. ქანებსა და ნამტკრევებს ხშირად გადაკრული აქვს უდაბნოს ქერქი და თუჯივით ბზინავს (ეს არის ქანებისა და ნატეხების ზედაპირზე არსებული 0,5—5 მმ-მდე სისქის შავი ან მუქი ფერის მკვრივი, მოღვარე ქერქი, რომელიც შედგება 36%-მდე რკინის ქანის, 30%-მდე მარგანეცის ქანის, 9%-მდე თიხამიწისა და 8,5%-მდე კაჟმიწისაგან, წარმოიშობა ტენიანობის უკმარობის დროს ქანების დასველება-გაშრობისას კაპილარების საშუალებით სილრმიდან ზედაპირზე ამოსული ხსნარების აორთქლებით. ბზინვა გამოწვეული უნდა იყოს ქერქზე ატმოსფერული მტკრის გამშლიფავი მოქმედებით). მთები და ბორცვები დასერილია ხეობებით, ტაფობებით და ქმნის ლაბირინთს. ამათი ფსკერი დაფარულია როკკით, ქვიშითა და თიხით, რომლებშიც ჩაჭრილია დროებითი ნაკადების კალაპოტები. დიდ ხეობებსა და ტაფ-

ობებში ეს ნაღებები ქმნის შესაბამის უდაბნოებს. ხეობებში, ტაფობებსა და მთების ძირში გაბნეულია ცალკეული ბუჩქები. აქა-იქ გამოდის წყაროები, რომლებიც იქვე, ნაყარშივე „იკარგება“. იგი გარშემორტყმულია უფრო ხშირი მცენარეებით.

ქვიანი უდაბნო აგებულია როკის, რიყის ქვების, ქვიშისა და თიხისაგან. მისი ზედაპირი სწორი ან ოდნავ ტალღისებრია. როკით და, საერთოდ, ქვით დაფარულ უდაბნოს არაბები უწოდებენ ჰამადას, რიყის ქვისაგან აგებულს—სერიოს. ისინი სრულიად მოკლებულია წყალს და მცირედაა გავრცელებული. ნამტვრევები ხშირად დაფარულია უდაბნოს ქერქით.

ქვიშიანი უდაბნო შედგება მოძრავი ქვიშისაგან. მისი ზედაპირი გორაკ-ბორცვიანია. მალღობები მოკლებულია სიცოცხლეს, მაგრამ ტაფობები ზოგან დაფარულია მცენარეებით. ღრმულებში აქა-იქ ჩანს ძირითადი ქანები. ზაფხულში ქვიშა ისე ხურდება, რომ სიცხის ბული დგას. ქარიშხლის დროს ქვიშა „ცოცხლდება“, ჰაერი ივსება ქვიშითა და მტვრით და მზეს აბნელებს. ქვიშიან უდაბნოს ჩრდილო აფრიკაში ჰქვია ერგო, არაბეთში—ნეთუდი, შუა აზიაში—ყუმი. მას საბჭოთა კავშირში 800 ათასი კმ² ფართობი უკავია.

თიხიანი უდაბნო მცირე ზომისაა (1—12 კმ²), მოთავსებულია ტაფობების ფსკერზე და შედგება თიხისგან, რომელიც შემოაქვს ქარსა და ღვარებს. მისი ზედაპირი დამსკდარია მრავალკუთხედის ფორმის სხეულებად და მოკლებულია მცენარეებს, ან თუ მოიცავს, მხოლოდ უსუსურებსა და წვრილებს, რომლებიც მიკრულია ნაპრალების კიდეებზე. აქა-იქ გვხვდება ბუჩქებიც. ჩრდილო-დასავლეთ აფრიკაში ასეთ ტაფობებს უწოდებენ შოტებს, შუა აზიაში—ტაკირებს. წვიმების დროს მასში ჩნდება ტბა. იგი რამდენიმე საათს ან დღეს ცოცხლობს.

დამლაშებული უდაბნო დაფარულია მარილების ქერქით. მარილები ამოტანილია სიღრმიდან წყლის მიერ, ან წარმოქმნილია წვიმების დროს წარმოშობილი ტბების ამოშრობით. მეტწილად ასეთია შოტები. ქერქი ხშირად დასერილია ღრმა, გრძელი ნაპრალებით და მოკლებულია სიცოცხლეს.

ლიოსიანი უდაბნო შედგება ლიოსისაგან და უფრო მეტად გავრცელებულია ნახევრადუდაბნოებსა და ძთისწინა დაბლობებში (გისარისა და ფერგანის ტაფობები). მისი ზედაპირი დასერილია თოვლისა და წვიმის წყლის ნაკადების ღარტაფებით.

უდაბნო მთლიანად არც წყალს და მის ნაღებებს არის მოკლებული. მასში ზოგან არის მუდმივი ტბები (ჩაღი და სხვ.), გამავალი (ნილოსი) და შემოსული მდინარეები, საიდანაც უკანასკნელები უდაბნოშივე შრება ან ნაშალ მასალაში იკარგება (სარისუ, ჩუ, მურგაბი და

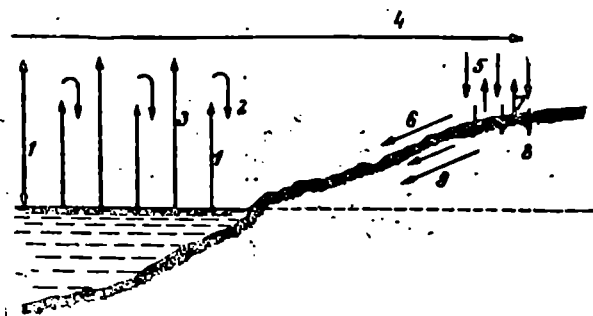
სხვ.), ხანდახან კი იცის კოკისპირული წვიმები—დე ლ გ მ ე ბ ი. მისი წყალი ვერ ასწრებს მიწაში ჩაჟონვას, ქმნის დროებით ტბებს, ტალახის ღვარებს და ღვარცოფების სახით მოედინება ქვევით, თან მოაქვს დიდძალი გახსნილი და მყარი მასალა, აწარმოებს ეროზიას და ილექება ტბებსა და იმ ტაფობებში, სადაც ღვარები მთავრდება. ამიტომ უდაბნოში მცირედ, მაგრამ მაინც გვაქვს რელიეფის ეროზიული ფორმები (უადები) და ტბიური და მდინარეული ნალექები (მარილები, თიხები, რიყის ქვები და ა. შ.).

უდაბნოს ნალექების გამოცნობის ნიშნები და ნაშრომი უდაბნოები.
უდაბნოს ნალექებს ახასიათებს: მოწითალო ან უანგისფერი (ინტენსიური დაჟანგვითი პროცესების გამო); ხლართული შრეებრიობა (ქარების მიმართულების ხშირი შეცვლის შედეგად); ადვილხსნადი მარილების, ხმელეთის მცენარეებისა და ქსეროფიტების ნაშთების შემცველობა (უწყლობის გამო); გვალვის ნასკდომები; მრავალწახნაგა, გაშლიფული ქვები და წვრილი (0,05—0,25 მმ), დამრგვალებული ქვიშები. ამ ნიშნებით დადგენილია, რომ უდაბნოები გვქონდა გეოლოგიურ წარსულშიაც, კერძოდ: ზედა პროტეროზოურში (ჩრდილო ამერიკაში, სკანდინავიაში, ჩრდილო შოტლანდიაში); დეკონურში (მთელ ჩრდილო ატლანტურ კონტინენტზე—ბალტიის ფარის სამხრეთ-აღმოსავლეთ თეთრ ზღვამდე; სკანდინავიის ძველ მასივებზე; დათვის კუნძულებსა და შპიცბერგენზე; გრენლანდიის აღმოსავლეთ ნაპირებსა და ჩრდილო ამერიკის აღმოსავლეთ ნაწილში; უელსში; სამხრეთ და შუა შოტლანდიაში; გრამპიანის მთების ზოლის ჩრდილო-აღმოსავლეთ მხარეში; ირლანდიაში და სხვ.) და ტრიასულში (გერმანიაში და სხვაგან). ყველა ამათ ძველი, ან უნამარხი, უდაბნოები ჰქვია. მათ შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი გვიჩვენებს, რომ იმ დროს, იმ ადგილზე ხმელეთი და მშრალი პავა იყო, ამასთან უდაბნოს ნალექები მთელ რიკ რაიონებში შეიცავს მარილებსა და ზოგიერთ სხვა წიაღისეულ საბადოებს.

მინერალური წყლის გეოლოგიური მოქმედება

წყალი ბუნებაში. ჩვენს პლანეტაზე წყალს უკავია მთელი ზედაპირის ფართობის 70,8%. მაგრამ იგი შედის მრავალ მინერალსა და ქაშვიც (პ. გროტისა და მილეიტნერის გამოკვლევებით 2262 მინერალიდან 1259 წყლიანია). საიდანაც ზოგიერთებში ნახევარზე მეტი წყალია (მირაბილიტში 56,9%. სოდაში 64,2%), ორგანიზმებში კი იგი მთავარი შემადგენელი ნაწილია (ჩვენს სხეულში და ხმელეთის სერხემლიანებში 60—65%-ია. თევზებში—80%-მდე, წყალმცენარეებში—

95—99% და ა. შ.). ბუნებაში წყალი არსებობს გაზობრივ, თხევად და მყარ მდგომარეობაში. გაზობრივი წყალი ძირითადად მოთავსებულია ატმოსფეროში, თხევადი და მყარი წყალი კი—ატმოსფეროში, მიწის ზედაპირზე და ლითოსფეროში. გაზობრივი წყალი უმთავრესად წარმოიქმნება ოკეანეებისა და ზღვების აორთქლების შედეგად (მიწის ზედაპირიდან წელიწადში ორთქლდება 519 ათასი კმ³ წყალი, საიდანაც 448 ათასი კმ³ მოდის ოკეანეებსა და ზღვებზე, 71 ათასი კმ³ კი—ხმელეთზე) ამ ორთქლის ერთი ნაწილი გადადის ოკეანოსფეროს ფარგლებში არსებულ ატმოსფეროში, იქვე განიცდის კონდენსაციას და ისევ ოკეანეებს უბრუნდება, ე. ი. მოკლე გზას გადის, მეორე ნაწილი კი ხმელ-



ნახ 32. წყლის წრებრუნვა ბუნებაში:

- 1, 3—აორთქლება ზღვის ზედაპირიდან; 2—ნალექები ზღვის ზედაპირზე; 4—წყლის ორთქლის გადასვლა ზღვიდან ხმელეთზე; 5—ნალექები ხმელეთზე; 6—ზედაპირული ნაკადი; 7—წყლის აორთქლება ხმელეთიდან; 8—წყლის ჩასვლა გრუნტში; 9—მიწისქვეშა წყლის ნაკადი.

ლეთზე გადადის და ატმოსფერულ ნალექებად იქცევა, მაგრამ სანამ ოკეანემდე მიაღწევდეს დიდ გზას გადის, რადგან მისი ერთი ნაწილი ორთქლდება და ისევ ატმოსფეროში ბრუნდება; მეორე ნაწილი ზედაპირზე მიედინება ან რჩება ყინულისა და ტბების სახით; მესამე ნაწილი მიწაში ჩადის; მეოთხეს კი ორგანიზმები ითვისებენ. ამის გამო წყალი ბუნებაში იშვოფება მუდმივ წრებრუნვაში. იგი ასრულებს ორი სახის წრებრუნვას: დ ი დ ს ა და მ ც ი რ ე ს. დიდი ზღება ხმელეთზე, მცირე კი—ზღვებსა და ოკეანეების ზედაპირზე (ნახ. 32). გეოლოგიური თვალსაზრისით უფრო მნიშვნელოვანია დიდი წრებრუნვა, რადგან ამ დროს წყალი ეხება ხმელეთის ზედაპირს და ცვლის მის მორფოლოგია-ქიმიურ შექადგენლობას.

მიწაში ჩასული წყალი გვიძღვეს მიწისქვეშა წყალს, მიწის ზედაპირზე მოძრაობს მიმდინარე, დაგუბებული --

ტ ბ ე ბ ს, კ ა ო ბ ე ბ ს, ზ ღ ე ბ ს ა და ო კ ე ა ნ ე ე ბ ს, ხმელეთზე
ყინულის სახით დარჩენილი კი—მყინვარებს. თითოეული მათ-
განი შესაბამის გეოლოგიურ როლს ასრულებს.

მიწისქვეშა წყალი და მისი სახეები. მიწისქვეშა წყალი ეწოდება
ყველა წყალს, რომელიც მოთავსებულია მიწის ქერქში, ე. ი. ქანების
ფორებში, ნაპარასა და ყველა სხვა სიცარიელეში, გაზობრივია,
მყარია, თუ თხევადი, უძრავია, მოძრაობს, მექანიკურად არის დაკა-
ვშირებული ქანებთან, თუ შედის მინერალებში. ამის შესაბამისად
ა. ლებედევი (1882—1936) არჩევს მიწისქვეშა წყლების შემდეგ სახეებს:
მყარს, გაზობრივს, ჰიგროსკოპიულს, აპკურს,
კაპილარულს, წვეთურ-თხევადს (თავისუფალი,
გრავიტაციული), კონსტიტუციურს, კრისტალიზა-
ციურსა და ჰიდრატულს, მ. ჟუკოვი კი უმატებს
ადსორბირებულსა და აბსორბირებულს.

მყარი წყალი ყინულია; გაზობრივი—ორთქლი; ჰიგ-
როსკოპიული—ქანებზე და მის ნაწილაკებზე მიკრული ერთმო-
ლეკულური აპკის სახით, უმოძრაოა, ცილდება 105—110°C-მდე გახუ-
რებისას. აპკური წყალი ჰიგროსკოპიული წყლის ზევით მდებარე
წყალია, შედგება რამდენიმე მოლეკულური ფენისგან, მოძრაობს ყო-
ველმხრივ მოლეკულური ძალების გავლენით. კაპილარული
წყალი ეწოდება კაპილარებში (1-მმ-მდე დიამეტრის სიცარიელები)
არსებულ წყალს, მოძრაობს ვერტიკალურად კაპილარული ძალების
გავლენით. წვეთურ-თხევადი წყალი სიმძიმის ძალით მოძ-
რავი წყალია, მოთავსებულია 1 მმ-ზე დიდ სიცარიელებში, მოძრაობს
თავისუფლად, დაღმავალი მიმართულებით, თუმცა შესაბამის პირობებში
შეიძლება იყოს აღმავალიც. კონსტიტუციური წყალი წარ-
მოადგენს მინერალის მოლეკულაში იონების სახით შემავალ წყალს
[Ca(OH)₂]. მისი მოცილებით მინერალი იშლება. კრისტალიზა-
ციური წყალი კრისტალის მესერში მოლეკულების სახით შემა-
ვალი წყალია (CaSO₄·2H₂O), განსაზღვრავს კრისტალის ფორმას, ამი-
ტომ მისი მოცილებისას მინერალი კი არ იშლება, არამედ კარგავს
ფორმას. ჰიდრატული წყალი წარმოადგენს კოლოიდებში
მოლეკულების სახით შემავალ წყალს (SiO₂nH₂O), ცილდება 80—120°-
მდე გახურებისას. ადსორბირებულო და აბსორბირებულო
წყალი შთანთქმული წყალია. პირველი მოთავსებულია მინერალის ან
ქანის ზედაპირზე, მეორე კი—კრისტალის მესერის უჯრედებში ან კოლ-
ოიდის ნაწილაკებს შორის. აქედან გეოლოგიისათვის ყველაზე მნიშვნე-
ლოვანია წვეთურ-თხევადი, ანუ გრავიტაციული წყალი და გეოლოგე-
ბიც მიწისქვეშა წყალში არსებითად ამ წყალს გულისხმობენ. მიწისქვეშა
წყალს სწავლობს მეცნიერება—ჰიდროგეოლოგია.

მიწისქვეშა წყლის წარმოშობა. ძველი ბერძენი ფილოსოფოსის პლატონის (ცხოვრობდა ძ. წ. ა. IV—III საუკუნეებში) მიხედვით, მიწისქვეშა წყალი წარმოქმნილია ზღვის წყლის ჩაქონებით მიწაში, სადაც იგი იწმინდება მარილებისგან, მტკნარდება და მთებში აღის წყალშემცველი ორგანიზმების მეშვეობით. არისტოტელის აზრით, იგი წარმოიქმნება შედედებული ცივი ჰაერისგან, რომელი ინჟინრის მარკვიტრუვის (ცხოვრობდა ძ. წ. ა. I საუკუნეში) შეხედულებით კი მიწისქვეშა წყალი ქანებში ჩაქონილი ან ინფილტრაციული, ატმოსფერული ნალექებია. არც ერთი ეს აზრი არ არის საფუძველს მოკლებული, რადგან შესაბამის პირობებში ქანებში მართლაც ჩადის ზღვის წყალი, ჰაერის გაცივებისას ხდება მასში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაცია, ხოლო მიწაში განუწყვეტლივ ეონავს ატმოსფერული ნალექების ესა თუ ის რაოდენობა. მაგრამ ცალკე აღებული არც ერთი ეს შეხედულება არ შეიძლება ჩაითვალოს მიწისქვეშა წყლის წარმოშობის ამხსნელ ერთადერთ სრულყოფილ ჰიპოთეზად, რადგან შემდეგში აღმოჩნდა, რომ მიწისქვეშა წყლის შექმნაში მონაწილეობს როგორც ზღვის წყალი, ისე კონდენსაციური, ინფილტრაციული და სიღრმიდან მომდინარე ახალგაზრდა, ანუ იუვენური, წყალიც (ლათ. „იუვენის“—ახალგაზრდა), მაგრამ მთავარ როლს ასრულებს ატმოსფერული ანუ ვადობური წყალი. ამიტომ წარმოშობის მიხედვით არჩევენ მიწისქვეშა წყლის სამ ჯგუფს: ვადობურს, იუვენურსა და შერეულს.

ვადობური წყალი წარმოადგენს მიწაში ჩაქონილ და ჩადენილ ატმოსფერულ ნალექებს; იუვენური წყალი—სიღრმიდან ვულკანების მეშვეობით მიწის ზედაპირზე პირველად ამოსულ წყალს; შერეული წყალი კი—წინა ორის ერთიმეორეში შერევით მიღებულ წყალს. ვადობური წყლის არსებობაში დღეს ეჭვი აღარ ეპარებათ, არც იუვენური წყალია საეჭვო (მეტეორიტის ზონური გამოდნობით მიიღეს წყალიც), მაგრამ ძნელია მისი გამოცნობა. ზიუსის აზრით, იუვენურია ის წყალი, რომელსაც ახასიათებს: მაღალი ტემპერატურა, მაღალი მინერალიზაცია, გახსნილი კასიტერიტი (SnO_2), კაჟი, ქლორი, ფტორი და საერთოდ ისეთი ქიმიური ელემენტები, რომლებიც შედის ვულკანის მიერ ამოფრქვეული წყლის შემადგენლობაში. თავდაპირველად დედამიწაზე სწორედ ამგვარი წყალი უნდა დაგროვილიყო.

არჩევენ აგრეთვე რელიქტურ წყალს. იგი ქანში დღემდე შემორჩენილი გეოლოგიური წარსულის ზღვის, ტბის ან სხვა აუზის წყალია (ლათ. „რელიქტუმ“—ნარჩენი). იგი შეიძლება იყოს სინგენეტური და ეპიგენეტური. სინგენეტურია ნალექების დალექვისას ქანში მოქცეული წყალი, ეპიგენეტური კი—შემდეგ შესული. ეს შეიძლება მოხდეს წყლის ხმელეთზე დადგომისას, ან რაიმე მიზეზის გამო წყალქვეშა ქან-

ების დანაპრალებით და შემდეგ მასში წყლის ჩასვლით. რელიქტურ წყალს სხვანაირად განამარხებულ წყალსაც უწოდებენ.

აღნიშნული წყლებიდან, რაოდენობრივად და მოქმედებითაც, მთავარ გეოლოგიურ როლს ასრულებს ვადოზური წყალი. ამიტომ მიწისქვეშა წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, ხასიათზე, ხანგრძლივობაზე, [მცენარეულ საფარზე, რელიეფზე, ქანების წყალგამტარობასა და სხვა პირობებზე. რაც მეტია ატმოსფერული ნალექები, ნელი და ხანგრძლივია წვიმები. შიშველი და ვაკეა რელიეფი და კარგი წყალგამტარია ქანები, მით მეტია მიწაში ჩასული წყალი და პირიქით.

მიწისქვეშა წყლის გავრცელება, თვისებები, შემადგენლობა და კლასიფიკაცია. აკად. ვერნადსკის გამოთვლით, მიწისქვეშა წყლის რაოდენობა (16 კმ სიღრმემდე) 400 მლნ კმ³-ია და მიწაში შეიძლება აღწევდეს 60 კმ სიღრმემდე (ფაქტიურად აღმოჩენილია 4 კმ-მდე). მაგრამ მთლიანად არც ეს ფენაა წყლით გაჟღენთილი, რადგან ზოგან იგი მოკლებულია მას, ზოგან კი გაჯერებული. ეს ძირითადად დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობასა და ქანების წყალგამტარობაზე (ე. ი. ქანების თვისებაზე—გაატაროს ამა თუ იმ რაოდენობის წყალი), წყალგამტარობა კი—ქანების სიცარიელებისა და ნაწილაკების დიამეტრზე და მისი პირდაპირპროპორციულია. ამიტომ არის, რომ რიყნარი კარგად ატარებს წყალს და თიხები—ძნელად, რადგან უკანასკნელში ნაწილაკებისა და ფორების დიამეტრი ძალზე მცირეა. საერთოდ, 0,001 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებისაგან აგებული ქანი წყალს არ ატარებს, 2 მმ-ზე მეტიანი კი არ აკავებს. ქანს, რომელიც წყალს ატარებს წყალგამტარი ჰქვია, რომელიც არ ატარებს—წყალგაუმტარი, რომელიც შეიცავს—წყალშემცავი (ასეთივეა ნავთობგამტარობა და ნავთობშემცველობაც). ყველაზე მეტი წყალშემცავი და ნაკლები წყალგამტარია ყინული.

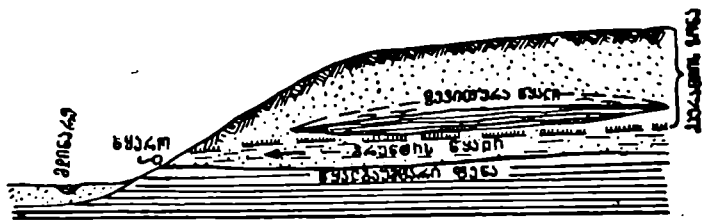
ქანის თვისებას, მთავარს წყლის ესა თუ ის რაოდენობა, ეწოდება ტენტევალობა. იგი დამოკიდებულია ქანებში სიცარიელების რაოდენობაზე და ორგვარია: **სრული** (მაქსიმალური) და **აბსოლუტური**. **სრული ტენტევალობა** წყლის ის რაოდენობაა, რომელიც შეიძლება მოთავსდეს ქანში სიცარიელების მთლიანად ამოვსების დროს. **აბსოლუტური ტენტევალობა** კი ის რაოდენობაა, რომელიც რჩება ქანში წყლის თავისუფლად გატარების შემდეგ. ამათ შორის სხვაობას ეწოდება **წყალგაცემის უნარიანობა** (ასეთივეა ნავთობტევალობა და ნავთობგადაცემის უნარიანობაც). ყველაზე მეტი ტენტევალი და ნაკლები წყალგაცემა თიხა.

წყალგამტარობისა და წყალშემცველობის თვალსაზრისით მიწის ქერქს ყოფენ ორ ნაწილად: ქვედად და ზედად. ქვედა ნაწილი ძირითადად აგებულია წყალგაუმტარი მაგმურ-მეტამორფული ქანებისგან და პრაქტიკულად ნოკლებულია წყალს, ზედა ნაწილი კი შედგება წყალგამტარი დახალექი წყებებისგან და წყალიც არსებითად მასშია მოთავსებული. მიწის ქერქის სულ ზედა ნაწილი ხშირად არ შეიცავს წყალს ან შეიცავს მხოლოდ წვიმების დროს (მანამდე მისი სიცარიელებები შევსებულია ჰაერით). ამიტომ ამ ნაწილს პ ა ე რ ა ც ი ი ს ზ ო ნ ა ს უწოდებენ. ტუნდრაში მისი სისქე სანტიმეტრებია, მოსკოვში—6—25 მ, უფრო სამხრეთით—ათეული მეტრები, ე. ი. ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მატულობს. ამ ზონის სულ ზედა ნაწილი ხშირად ნიადაგია. იგი შეიცავს წვრილმარცვლოვან ორგანულ ნაერთებს, რომლებიც წყალს ნაკლებად ატარებს. ამიტომ ზვეიდან ჩამოსული წყალი აქ ჩერდება და ქმნის ფენას. მას ნ ი ა დ ა გ ი ს წ ყ ა ლ ი ჰ ქ ე ი ა. უფრო ქვევით ნალექები მოკლებულია ორგანულ ნივთიერებებს და შედარებით კარგი წყალგამტარია. ამიტომ ნიადაგის წყალი აქეთ იწყებს „წვეთას“ და მოძრაობს შანამ, სანამ წყალგაუმტარ ფენამდე არ მიაღწევს, შემდეგ ჩერდება, გუბდება და ქმნის ერთიან ფენას—გ რ უ ნ ტ ი ს წ ყ ა ლ ს. ამრიგად, გ რ უ ნ ტ ი ს წ ყ ა ლ ი არის მიწის ზედაპირიდან პირველი წყალგაუვალი ფენის ზევით მოთავსებული წყალი. ასეთია თითქმის ყველა ქვის წყალი. ამიტომ გრუნტის წყლის ზედაპირს (სარკეს) ფრეატულ ზედაპირს უწოდებენ (ფრანგ. „ფრეა“—ქა). იგი თავისუფალია—წვიმების დროს ზევით იწვეს და გვალვებში ქვევით. ამიტომ გვალვიან წლებში ზოგიერთი ჰა შრება, ტენიან ჰავაში კი გრუნტის წყალი ზედაპირზე ამოდის და ქმნის ჰაობებს. გრუნტის წყლის ზედაპირი დაახლოებით რელიეფის ზედაპირის პარალელუოა. საქართველოში გრუნტის წყალია ნატახტარისა და ბულაჩაურის წყლები, რომლითაც იკვებება თბილისის მოსახლეობა. ისინი მუხრანის ველის ალუვიონში ჩაქონილი მიწისქვეშა არააგია.

ჰაერაციის ზონაში ხშირად გამოერევა თიხის ლინზები. წყალი მათ ზვეითაც ჩერდება და ქმნის ფენას. ამ წყალს ზ ე ვ ი თ უ რ ა წ ყ ა ლ ი ჰ ქ ე ი ა. მისი სისქე და ხანგრძლივობა გაცილებით მცირეა (ნახ. 33).

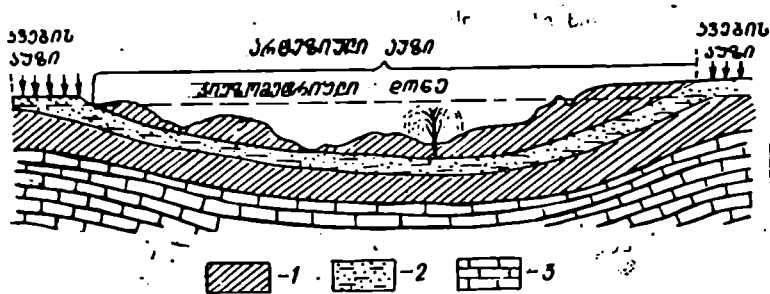
ზოგჯერ წყალგამტარი ფენა მოთავსებულია წყალგაუმტარ ფენებს შორის. ამ დროს წყალი მიჰყვება წყალგამტარ ფენას, მთლიანად ან ნაწილობრივ ავსებს მას და შრის სახეს ღებულობს. ასეთ წყალს შ რ ე წ ყ ა ლ ი, ა ნ უ შ რ ე თ ა შ ო რ ი ს ი, წ ყ ა ლ ი ე წ ო დ ე ბ ა. ხანდახან შრეწყლის შემცველი ფენები იღუნება და ქმნის ნაოკებს. ამ დროს წყალიც მიჰყვება მას, წნევიანი ხდება და ალმაც მოძრაობს. თუ მას კით გადაკვეთთ, მივიღებთ შადრევანს. ამგვარი შადრევანი პი-

ველად შიიღეს საფრანგეთის პროვინცია არტუაში. ამიტომ წნევიან წყალს არტეზიულ წყალს უწოდებენ (ნახ. 34.). ამრიგად, შრე-წყალი შეიძლება იყოს წნევიანი და უწნეოც, გრუნტის წყალი კი ყოველთვის უწნეოა. საქართველოში არტეზიულ წყლებს დიდი ფართობი



ნახ. 33. გრუნტის წყლისა და ზევითურა წყლის სქემა.

უკავია ალაზნის ველსა და კოლხეთის დაბლობზე. იგი აღმოჩენილი და შესწავლილია ქართველი გეოლოგების მიერ. მიწისქვეშა წყალი მოძრაობს (მისი სიჩქარე დამოკიდებულია სიცარიელებების დიამეტრზე) და დღე-ღამეში 1 სმ-დან 250 მ-მდე გადის.



ნახ. 34. არტეზიული აუზის სქემა:
1—წყალგაუმტარი ქანები; 2—წყალსემცავი ფენა არტეზიული წყლით; 3—კირქვები.

მიწაში წყალი მოთავსებულია ფორებსა და ნაპრალებში. ფორებში იგი იჭონება, ხელა-მოძრაობს და იწმინდება მექანიკური მინარევებისგან, ნაპრალებში კი ჩაედინება, ჩქარა მოძრაობს და მექანიკურად უსუფთაოა, ამიტომ ფორების წყალს ჩა ნ ა ე ო ნ ი, ა ნ უ ი ნ ფ ი ლ ტ რ ა-ც ი უ ლ ი, წყალი ჰქვია, ნაპრალებში არსებულს კი—ნაპრალების, ინფლუაცირი.

ზოგჯერ წყალშემცავი ქანები იკვეთება რელიეფით. ამ დროს მიწისქვეშა წყალი გამოდის მიწის ზედაპირზე და ქვინის წყაროებს, თანაც ხასიათდება დაახლოებით იმ ტემპერატურით, რაც სიღრმეში ჰქონდა (ოდნავ ჩამორჩება მას, რადგან ზედაპირთან მოახლოებისას თანდათან ცივდება). წყალს, რომლის ტემპერატურა გამოსასვლელი ადგილის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ტოლია, ჩვეულებრივი წყალი ჰქვია, უფრო ნაკლებიანს, მაგრამ 20°-მდე ტემპერატურაიანს—ცივი, 20°-ზე მეტიანს—თერმული. თუმცა ზოგჯერ თერმულად თვლიან ისეთ წყალს, რომლის ტემპერატურა აღემატება 37°-ს, ე. ი. ჩვენი პლანეტის ჰაერის მაქსიმალურ საშუალო წლიურ ტემპერატურას. ბალნეოლოგიური თვალსაზრისით თერმულ წყალში არჩევენ სამ ჯგუფს: თბილს (20—37°-იანი), ცხელსა (37—42°-იანი) და ძლიერ ცხელს, ჰიპერთერმულს, ანუ მაღალტემპერატურაიანს (42°-ზე მეტი, ცნობილია 400°-იანიც). ეს წყლები მეტწილად მინერალური და სამკურნალოა, ე. ი. მათ ყოველ ლიტრში გახსნილია 1 გ-ზე მეტი მარილები და შეიცავს ამა თუ იმ სამკურნალო ელემენტს. საქართველოში ყველა სახის წყალი გვხვდება. აქ მინერალური წყლების რიცხვი 1400-მდეა, მათი საერთო დღეღამური დებიტი — 110 მლნ/ლ, დღეღამური მოხმარება — 30 მლნ/ლ-ზე მეტი. ცივია *ბორჯომი, „სკური,“ „ნაბეღლავი,“ „ლუგელა“ და სხვ.; თბილია — წყალტუბოს რადიაქტიური წყალი, თბილისის მინერალური წყლების ნაწილი და ა. შ. ცხელია:— თბილისის მინერალური წყლების 15%; ძლიერ ცხელი კი: ოხურეის (100)°, დასავლეთ ჰალადიდის (95°), ხორგის (85°), ცაიშის (81°), თბილისის მინერალური წყლების 75% (50—65°) და სხვ. თუ წყაროს ტემპერატურა მუდმივია ან მცირედ იცვლება, ეს იმას ნიშნავს, რომ ეს წყალი მომდინარეობს მუდმივი ტემპერატურის ზონის ქვევიდან, მაგრამ, თუ იგი დღეღამეში შესამჩნევად იცვლება—ზევიდან, ზედაპირთან ახლოსაა და მოსალოდნელია ბაქტერიებით გაჭუჭყიანდეს. წყაროს დებიტიც შეიძლება იყოს მუდმივი და ცვალებადი. უკანასკნელი მეტწილად ახასიათებს გრუნტის წყლის წყაროებს. არეს, საიდანაც წყარო იკვებება, კვების აუზი ჰქვია.

ზოგჯერ მიწისქვეშა წყალი დიდი რაოდენობით შეიცავს იოდის, ბრომის, ბორისა და სხვა მარილებს, და გამოიყენება მათ მისაღებად. ასეთ წყალს სამრეწველო წყალი ეწოდება. ხშირად ცალკე გამოყოფენ აგრეთვე ე. წ. კარსტულ წყალს, ე. ი. ადვილხსნადი ქანების (მარილები, კირქვები, დოლომიტები და სხვ.) სიცარიელებში მოძრავ წყალს. ხანდახან იგი ზედაპირზე გამოსვლისას გვაძლევს მძლავრ წყაროებს. ასეთ კარსტულ წყაროს ვოკლუზი ჰქვია (სახელი მომდინარეობს საფრანგეთის ცნობილ წყარო ვოკლუზიდან, სადაც იგი ტიპურად არის წარმოდგენილი). მისი დებიტი წამში ზოგჯერ რამდე-

ნიმე ათეულ მ²-ს უდრის. საქართველოში ვოკლუზი გვხვდება მდ. შავ-წყალას (მკვიშთა) სათავეში, გუდაუთიდან 22 კმ დაშორებით. წყალ-უხვობისას მისი დებიტი წამში 200 მ²-მდეა.

წყაროები გამოდის მდინარეების, ტბებისა და ზღვების ქვეშაც. მათ წყალქვეშა წყაროები ჰქვია. ზედაპირზე ამოსვლისას ისინი ქმნიან კონცენტრიულ ტალღებს. ამით მათი გამოსასვლელი ადგილი ადვილი მისაგნებია. ეს წყაროები წნევიანი და მეტწილად მტკნარია. ამიტომ მათ „მტკნარი წყლის კუნძულებს“ უწოდებენ და მეზ-ღვაურები ხმარობენ სასმელად. ასეთი წყაროები ბევრია ადრიატიკის ზღვაში—დალმაციის სანაპიროებზე. აქედან სახელგანთქმულია აურზ-ზინის ზღვისქვეშა წყარო, რომლის დებიტი დღე-ღამეში 20 ათასი მ²-ია. ზღვისქვეშა წყაროები გვხვდება საქართველოშიაც—გაგრის სანა-პიროზე. ზოგიერთი მათგანის დებიტი წამში 300 ლ-ია. აქ და სხვაგანაც იგი მეტწილად კარსტულია.

მიწისქვეშა წყალი გვხვდება მარადმზრალ რაიონებშიაც. აქ არჩევენ: მზრალობის ზედა, მზრალობის შიგა და მზრალ-ობის ქვედა წყლებს. პირველი მოთავსებულია აქტიურ ფენაში. ე. ი. მიწის იმ მასაში, რომელიც ზაფხულობით ღვებდა. იგი იკვებება ატმოსფერული ნალექებით და მეტწილად სუსტად მინერალიზებულია. მეორე მდებარეობს მარადმზრალ გრუნტში და უმთავრესად წარმოშო-ბილია მიწის ქერქში სითბოს არათანაბარი განაწილებისა და სიღრმი-დან მომდინარე აღმავალი ნაკადების გავლენით ყინულის გადნობით, ნაწილობრივ კი ზევიდან ჩასული წყლით, ქმნის ლინზებსა და ბუდეებს. ასეთ ადგილებს მღვალობებს, ანუ ლელმებს უწოდებენ. ნ. ტოლსტიხინი მზრალობის შიგა წყლად თვლის მიწისქვეშა ყინუ-ლსაც. მზრალობის ქვეშა წყალი კი მოთავსებულია მარადმზრალი გრუნ-ტის ქვევით, მომდინარეობს სიღრმიდან, მუდამ თხევადია, აღმავალია და სიღრმეში თანდათან ცხელდება.

მიწისქვეშა წყალი ეხება რა ქანებს, ხსნის მინერალებს და ყოვე-ლთვის შეიცავს მარილების ამა თუ იმ რაოდენობას. წყალს, რომლის ყოველ ლიტრში გახსნილია 1 გ-მდე მარილი, მტკნარი წყალი ჰქვია, მეტიანს—მინერალური, თუმცა დღეს უფრო მეტად მინე-რალურს უწოდებენ ისეთ წყალს, რომელიც თავისი განსაკუთრებული ქიმიურ-გაზობრივი შემადგენლობით, ან მაღალი ტემპერატურით, გარკვეულ ფიზიოლოგიურ გავლენას ახდენს ადამიანზე. თუ მინერალური წყალი სამკურნალო თვისებას მოკლებულია, მაშინ მას უწოდებენ მინერალიზებულს.

ვ. ვერნადსკი მინერალიზაციის. ანუ ერთ ლიტრში არსებული მარილების რაოდენობის მიხედვით არჩევს ოთხი კლასის წყალს: მტკნარს (1 გ/ლ-მდე), მომლაშო, ანუ მომარილიანოს (1—10 გ/ლ). მლაშეს, ანუ მარილიანს (10—50 გ/ლ) და წათხს, ანუ მარილწყალს (50 გ/ლ-ზე მეტი). 15 გ/ლ-მდე მინერალიზაციის წყალი გამოიყენება სასმელ-სამკურნალოდ, უფრო მაღალი მინერალიზაციისა—კი სამკურნალოდ აბაზანებში. განსაკუთრებით მაღალი სამკურნალო თვისებისაა ისეთი წყლები, რომლებიც შეიცავს გახსნილ CH_4 , H_2S , CO_2 -სა და რადიოაქტიურ ელემენტებს (რადონი და სხვ.),

მიწისქვეშა წყალს არსებითად აქვს ისეთი ქიმიური შემადგენლობა, როგორი ქანებიდანაც გამოდის (კარბონატებიდან გამომავალს—ჰიდროკარბონატული, თაბაშირიანიდან—სულფატური და ა. შ.). მასში ამჟამად აღმოჩენილია 62-მდე ქიმიური ელემენტი, საიდანაც მთავარია 13: O, H, N, Cl, C, S, Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Si. ესენი აქ გვხვდება აირების (CO_2 , H_2S , CH_4 და სხვ.) ან იონების (HCO_3^- , SO_4^{--} , Cl^- , Na^+ , Ca^{++} და სხვ.) სახით და წყალს ანიჭებს ტუტიანობას, მუავიანობას, მარილიანობას, სიხისტეს და სხვა თვისებებს. შემცველი აირებისა და ანიონების სიჭარბის მიხედვით, არჩევენ მიწისქვეშა წყლის შემდეგ ტიპებს: გოგირდწყალბადიანს; ნახშირორჟანგბადიანს, რადიოაქტიურს, ჰიდროკარბონატულს, ქლორიდულს, სულფატურს და ა. შ.

ზოგჯერ მიწისქვეშა წყალი დიდი რაოდენობით შეიცავს HCl - H_2SO_4 , H_2CO_3 -სა და სხვა მუავეებს, შლიან ბეტონსა და რკინის ნაგებობებს. ამიტომ ასეთ წყალს აგრესიული წყალი ჰქვია, შახტებსა და სხვა გვირაბებში გამოსულს კი—შახტის წყალი.

მიწისქვეშა წყლის მნიშვნელოვან ნაწილს ხმარობენ სასმელად. მაგრამ ასეთ წყალს უნდა გააჩნდეს შემდეგი თვისებები: უნდა იყოს უფერო, უგემო, უსუნო, მტკნარი (ლიტრში შეიცავდეს 0,6 გ-მდე მარილს), ბაქტერიოლოგიურად სუფთა, ნორმალური ტემპერატურისა (7—12°-იანი, ვინაიდან უფრო ცივი წყალი ცუდად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, თბილი კი არასასიამოვნო დასალევია და მოკლებულია მაცოცხლებელ თვისებას) და სიხისტის (არა უმეტეს 30°-სა, რადგან უფრო ხისტი წყალი არასასურველია ჯანმრთელობისათვის და მასში ცუდად იხარშება კვების პროდუქტები). უნდა ვერიღოთ გოგირდწყალბადიან და მოყვითალო წყლის სმას, რადგან ეს თვისებები მეტწილად გამოწვეულია ორგანული ნივთიერებების მინარევებით და წყალი შეიქლება დაავადებულ იყოს ბაქტერიებით.

ამრიგად, მიწისქვეშა წყალი ფიზიკურ-ქიმიური და სხვა თვისებების მიხედვით მეტად მრავალგვარია. ამ თვისებებს იყენებენ მისი კლასიფიკაციის საფუძვლად და არჩევენ შემდეგი სახის წყლებს: წარმო-

შობის მიხედვით—ვალოზურს, იუვენურსა და შერეულს; ცირკულაციის მიხედვით—ფორებისა (ჩანაჟონი) და ნაპრალების (ჩანადენი); წნევის მიხედვით—წნევიანსა (არტეზიული) და უწნეოს; განლაგების მიხედვით—ნიადაგის, ზევითურა (პაერაციის ზონის), ჰაობის, გრუნტისა და შრეთაშორისს; მინერალიზაციის მიხედვით—მტკნარსა და მინერალურს; მარილიანობის მიხედვით—მტკნარს, მომარილიანოს, მარილიანსა და მარილწყალს; ტემპერატურის მიხედვით—ჩვეულებრივს, ცივსა და თერმულს; ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით—ჰიდროკარბონატულს, სულფატურს, ქლორიდულს, რადიოაქტიურს და სხვ. გამოყენების მიხედვით კი—სასმელს, სამკურნალოს, სამრეწველოს, ტექნიკურს და ა. შ

მიწისქვეშა წყლის გეოლოგიური როლი. მიწისქვეშა წყლის გეოლოგიური როლი გამოიხატება ქანების გამოფიტვა—გახხნა—გამოტუტვასა და კარსტის წარმოქმნაში; ჰიდრატაციაში; ნალექების ცემენტაციაში; სუფოზიურ-მეწყურულ-სოლიფლუქციური მოვლენების განვითარებაში; მინაყინისა და ტალახის ვულკანების წარმოშობაში; ქანების ფიზიკური თვისებების შეცვლასა და ახალი ნალექების წარმოქმნაში. ამავე დროს, იგი ხელს უწყობს ნიადაგის შექმნას და ხმელეთზე განაპირობებს სიცოცხლეს.

კარსტი. კარსტი ეწოდება ადვილხსნად ქანებში წყლის ქიმიური მოქმედების შედეგად წარმოქმნილ მიწისზედა და მიწისქვეშა რელიეფის ფორმებისა და ზედაპირულ-მიწისქვეშა წყლების თავისებურებათა ერთობლიობას. სახელი მომდინარეობს ქ. ტრიესტთან მდებარე კირქვის პლატო „კარსტიგან“, რომელიც მოფენილია კლდეებით, ტაფობებითა და მიწისქვეშა სიღრუეებით, სადაც ეს ფორმები და მათი წარმოქმნა პირველად შეისწავლეს. ამიტომ ასეთ ფორმებს კარსტულ ფორმებს ეწოდებენ, რელიეფს—კარსტულ რელიეფს, მოვლენებს კი კარსტულ მოვლენებს.

კარსტი რომ ტიპურად განვითარდეს, ამისათვის საჭიროა გვექონდეს: ტენიანი ჰავა, დიდი სისქის (ათეული და ასეული მ) ჰორიზონტალური ან ოდნავ დახრილზედაპირიანი და ინტენსიურად დანაპრალებული ადვილადხსნადი ქანები (მარილები, თაბაშირი, კირქვა, დოლომიტი, მერგელი და სხვ.) და გრუნტის წყალი მდებარეობდეს ღრმად. ჰორიზონტალური ზედაპირი და ნაპრალები ხელს უწყობს მეტი რაოდენობის წყლის ჩასვლას მიწაში, დიდი სისქე და გრუნტის წყლის ღრმად მდებარეობა კი—განვიერი და ღრმა კარსტული ფორმების წარმოქმნას.

ქანს ხსნის ზედაპირული წყალიც, ამიტომ ადვილადხსნად ქანებზე ღვარების მოქმედებით ჯერ ჩნდება ნალვარევები, შემდეგ კი—სანტიმეტრებიდან 1—2 მ-მდე სიღრმის ვიწრო, შეუულკედლებიანი დაკლაკნილი

—კარები. იგი ვითარდება რელიეფის დაქანებისა და ნაპრალების გასწვრივ, ზოგჯერ მოიცავს დიდ ფართობს და ქმნის კარულ ველს (ნახ. 35).

წყალი ჩადის ყველა ნაპრალში, ხსნის კედლებს და აფართოებს მას. ეს პროცესი განსაკუთრებით ინტენსიურია იქ, სადაც ნაპრალები ერთმანეთს კვეთს, რადგან აქ უფრო მეტი წყალი იყრის თავს და ჩადის ქანში. ზედაპირზე წყლის გამხსნელობითი უნარი მეტია, ვიდრე სიღრმეში, რადგან აქ იგი გაცილებით ღარიბია მარილებით. ამიტომ იგი უფრო მეტად ხსნის და აფართოებს ნაპრალის ზედა ნაწილს და ზედაპირზე აჩენს ძაბრისებრ ჩაღრმავებას. მცირე ზომის ასეთ ჩაღრმავებას ჰქვია კარსტული ლამბაქი, დიდს—კარსტული ძაბრი. ლამბაქის დიამეტრი ერთეული მეტრებია, სიღრმე—2—3 მ-მდე (საშუალოდ ათჯერ ჩამორჩება სივანეს), ფსკერი—ბრტყელი ან ოღნავ ჩაზნე-



ნახ. 35. კარული ველი.

ქილი, კედლები—დამრეცი (10—12°), ფორმა—ოვალური. მომრგვალოა კარსტული ძაბრებიც, მაგრამ მათი დიამეტრი მეტწილად 10—15 მ-ია (ზოგჯერ 200 მ-ზე მეტიც), სიღრმე ხანდახან 15 მ-საც აღწევს, ფერ-ლობები კი გაცილებით ციცაბოა (ნახ. 36). მას ფსკერზე აქვს ხვრელი ან ხვრელები, რომლებშიც წყალი ჩადის. ამ ხვრელს საბჭოთა კავშირში კარსტული სასულე ჰქვია (ზოგიერთები სასულეს ძაბრს უწოდებენ), სერბიაში—კონორი, საბერძნეთში—კატავოტრა, ზოგჯერ იგი იკეტება ღვარების მიერ ჩატანილი მყარი მასალით, შიგ
11. გ. გუჯაბიძე

დგება წყალი და ვლებულობთ კარსტულ ტბას. საქართველოში ასეთია ერწოს (სამხრეთ ოსეთში), პაპანწყვირეს (ხეთასთან ახლოს) და სხვა ტბები. ღია სასულიან კარსტს ღია კარსტი ჰქვია, დახშულიანს—დახურული.

ზოგჯერ მეზობელი კარსტული ძაბრები ერთდება და ქმნის სხვა-დასხვა სიდიდისა და ფორმის კარსტულ ტაფობებს. იუგოსლავიაში მას უწოდებენ უვალეებსა და პოლიებს. უვალა ვარცლის ფორმისაა და სიგრძით 600—700 მ; ხოლო სიღრმით 30 მ-მდე აღწევს.



ნახ. 36. კარსტული ძაბრები აე-პეტრის მთაზე (ყირიმი).

პოლიე კი ვაკეფსკერიანი და მეტწილად ციციბოკალთებიანი უზარმაზარი, წაგრძელებული, ბრმა ტაფობია, რომლის ფართობი ზოგჯერ ასეული კმ²-ია (დასავლეთ ბოსნიაში ღივანსკოს პოლიეს ფართობი დაახლოებით 600 კმ²-ია, სიგრძე 60 და სიგანე 10 კმ). საქართველოში ასეთია შაორის ტაფობი რაქაში (130 კმ²), ახალსოფლის ტაფობი ტყიბულთან (30 კმ²), ზე-ღვარდიის ტაფობი ქვემო რაქაში და სხვ. უვალეები და პოლიეები შეიძლება წარმოიშვას ზედაპირის ჩაქცევით და ტექტონიკურ-ეროზიული გზითაც. ისინი შეიძლება იყოს მშრალი პერიოდულად წყლით შევსებადი და ტბებიანი.

როცა ნაპრალები ვერტიკალურია, მაშინ ვლებულობთ კარსტულ ორმოებს, კეებსა და შახტებს (ნახ. 37). ორივეს დიამეტრი ჩვეულებრივ 5—10 მ-მდეა (კეების მეტწილად 1—2 მ), მაგრამ კეების სიღრმე არსებითად 40—60 მ-მდეა, შახტისა კი ზოგჯერ—ასეული მეტრებიც. ამიტომ კარსტულ შახტს სხვანაირად წკვარამს, ან უფსკრულს, უწოდებენ. ამჟამად მსოფლიოში ყველაზე უღრმესია (1300—1400 მ) საფრანგეთის უფსკრულები—„ბეჩე“ და „პიერსენ-მარტენი“; საბჭოთა კავშირში—„თოვლიანი უფსკრული“ ბზიფის ქედზე (530 მ); საქართველოში—„ვახუშტი ბაგრატიონის“ უფსკრული გაგრის რაიონში არაბიკან მასივზე (307 მ).

ნაპრალებში ჩასული წყალი სიღრმეში მოძრაობს წყალგაუმტარ ფენაზე, გრუნტის წყლის, მდინარის ან ზღვის (ტბის) დონეზე დასვლა-მდე, შემდეგ ჩერდება, გუბდება, ავსებს ნაპრალებს, მიემართება პორი-ზონტალურად და ხეობებში ან სხვა შესაბამის ადგილებში ზედაპირზე გამოდის. ამიტომ ამ დონეებს **კარსტის დენ უდაცვიის ბაზი-ს-ი** ჰქვია, ზედაპირზე გამოსულ მცირე ზომის წყალს—**კარსტული წყარო**, დიდს—**კარსტული მდინარე**, მძლავრ წყაროს—**გოკლუზი**. მათ თან გამოაქვთ გახსნილი მარილები (ნალჩიკის სამხრეთით არსებულ უშენაკადო ცერიყყელის ტბიდან გამო-შავალ პატარა მდინარეს დღე-ღამეში გამოაქვს 35—50 მ³ გახსნილი მასალა), აფართოებს თავის გზას და ქმნის **კარსტულ მღვიმეებს**, აღმავალი ვოკლუზები კი გამოსასვლელებთან დაბრისებრ ჩაღრმავებას — წყაროს ქოთნებს ანუ „თვალებს“ (ნახ. 38).

ამჟამად მსოფლიოში ყველაზე უგრძესია (ჯამური სიგრძე 85,2 კმ) „**პელოხის**“ მღვიმე შევიცარიის ალპებში; საბჭოთა კავშირში — „**წითელი მღვიმეები**“ ყირიმში (12,5 კმ); კავკასიაში—**„ვორონცოვის მღვიმე“**

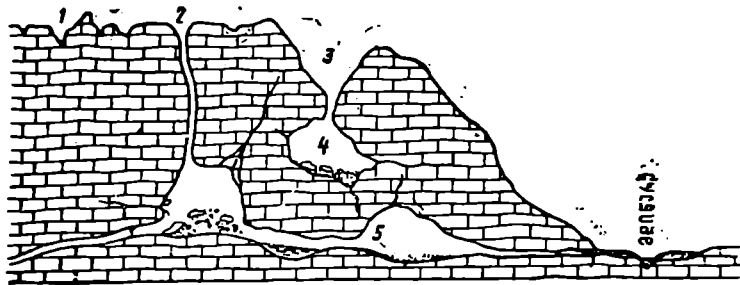
დასავლეთ კავკასიონზე (7 კმ); საქართველოში კი—**„ანაკოფიის მღვიმური სისტემა“** ახალ ათონთან, გულაუთის რაიონში (3285 მ). მსოფლიოში სახელგანთქმულია **„მამონტის მღვიმე“** აშშ-ში (კენტუჯის შტატი). იგი აღმოჩენილია 170 წლის წინათ. მისი ჯამური სიგრძე 74,3 კმ-ია, პირდაპირი ხაზით კი—15 კმ. შედგება რამდენიმე სართულისგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია 225 გასასვლელი ტალანით, შიგ 3 მდინარე, 8 ჩანჩქერი და 77 დიდი დარბაზია, საიდანაც უმაღლესის (**„ტაძარი“**) სიგრძე 163 მ, სიგანე—87 მ და სიმაღლე—38 მ-ია. სიმაღლის მხრივ მსოფლიოში პირველ ადგილზეა (100 მ) **„შკოციანის“** მღვიმე მორავიაში (ჩეხო-



ნახ. 37. კარსტული ნაპრალები და ქევი აი-პეტრის კირქვებში (ყირიმში).

სლოვაკია). შემდეგ მოდის „კარლსბადის მღვიმე“ აშშ-ში. მისი უდიდესი დარბაზის სიგრძე 1220 მ, სიგანე—190 მ და სიმაღლე 91,5 მ-ია. დარბაზები კვაქვს საქართველოს მღვიმეებშია, კერძოდ, ანაკოფიის მღვიმეში 9 დარბაზია, საიდანაც უდიდესის („ქართველსპელეოლოგთა დარბაზი“) სიგრძე 260 მ, სიგანე—40 მ და სიმაღლე 40 მ-მდეა. ზოგიერთი სხვა დარბაზის სიმაღლე 70 მ-საც აღწევს.

ხშირად კარსტის ღენუდაციის ბაზისი ხეობის ფსკერია. ამიტომ მღვიმეებიც ამ ღონეზე ვითარდება. მაგრამ მდინარე ხეობას თანდათან



ნახ. 38. კარსტული ფორმები კრილში:
 1—კარი; 2—პონორი; 3—კარსტული ძაბრი; 4—კარსტული სიღრმე;
 5—კარსტული მღვიმე.

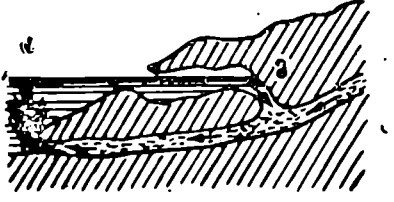
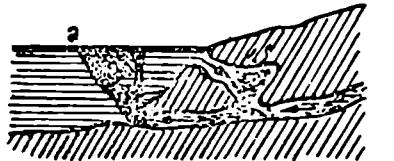
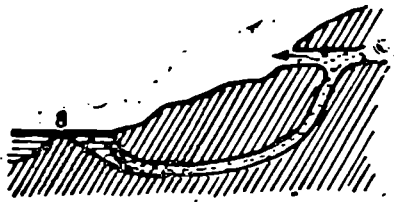
აღრმავებს, კარსტის ბაზისი ქვევით იწევს, კარსტული წყალი უფრო დაბლა პოულობს გამოსასვლელს და ქმნის ახალ მღვიმეს. ამიტომ ძველი (ზედა) მღვიმე მშრალდება და ვლებულობთ სართულებად განლაგებულ მღვიმეებს, ამასთან ზოგი მღვიმე ერთ მხარეზეა ღია, ზოგიც—ორივეზე. მშრალ მღვიმეს მოხუცი მღვიმე ჰქვია, წყლიანს—ახალგაზრდა, ერთ მხარეზე ღიას—ბრმა (ტომრი სუბრი), ორივეზე ღიას—გამჭოლი. სართულთა რიცხვი კარსტის ღენუდაციის ბაზისის დაწვევის რაოდენობის მაჩვენებელია. მღვიმეთა უმრავლესობა ბრმაა. მსოფლიოში ყველაზე მრავალსართულიანი (12) მღვიმური სისტემა საქართველოშია, სოფ. ცუცხვათში (ტყიბულის საქალაქო საბჭო). იგი აღმოჩენილია 1966 წელს და შედგება 20-მდე მღვიმისგან, რომლებიც ვერტიკალურად ერთმანეთისგან დაცილებულია 70—75 მ-ით, ჰორიზონტალურად კი—150—200 მ-ით. შიგ ნაპოვნია უძველეს ადამიანთა ჩიბუხები, თიხის ქურჭლის ნატეხები, ცხოველთა ძვლები. 1971 წელს X მღვიმეში კი აღმოაჩინეს ნეანდერტალელი ადამიანის (ცხოვრობდა 350—40 ათასი წლის წინათ) სალოცავი.

გარდა ამისა, არჩევენ აგრეთვე თბილ და ცივ მღვიმეებს. ორივე ბრმა. თბილი მღვიმის ტემპერატურა გარემომცველი ქანების ტემპერატურის ტოლია, ცივის—ნაკლები. თბილი მღვიმე გახსნილია ზევით, ცივი—ქვევით. ცივ მღვიმეში მუდამ მოთავსებულია ცივი ჰაერი და ყინულის კრისტალები. ამიტომ მას ბუნებრივ მაცივარს უწოდებენ. ასეთია კუნგურის მღვიმე ქ. კუნგურთან პერმის ოლქში. კარსტულ მღვიმეებში ზოგჯერ გვხვდება ტბებიც. მათი სიგრძე ხანდახან 0,5 კმ-მდეა.

კარსტული რაიონებისათვის დამახასიათებელია აგრეთვე მდინარეების „დაკარგვა“ (ე. ი. უეცარი ჩასვლა კარსტულ სიცარიელეებში), ზღვისქვეშა (სუბმარიული) წყაროები და „ზღვის წისქვილები“. ასეთი მდინარეები მიწაში ხშირად კილომეტრების მანძილზე მოძრაობს და ზედაპირზე გამოდის კარსტული წყაროების, ვოკლუზების ან მთელი მდინარის სახით. მათაც კარსტული მდინარე ჰქვია. ასეთია დუნაი ზემო წელში (ქ. იმენდინგენთან), სადაც იგი ზაფხულობით, საშუალოდ 80 დღის განმავლობაში მთლიანად „იკარგება“ და 12,5 კმ-ის შემდეგ გამოდის ხეგაუსის აიხის მძლავრი, აღმავალი წყაროების სახით. საქართველოში ერთ-ერთი ასეთი მდინარეა ამტყელი (გულრიფშის რაიონში). იგი „იკარგება“ ამტყელის ტბაში და 8 კმ-ის შემდეგ გამოდის ზედაპირზე შავწყალას სახით. ასევე, მდ. ჭეშურა სოფ. ქალასთავის ახლოს (თერჯოლის რაიონი) ჩადის ცარცულ კირქვებში და რამდენიმე კმ-ის შემდეგ გამოდის დღის სინათლეზე. წინათ „იკარგებოდა“ მდ. შაორი (რაჭაში) და მდ. ტყიბულაც (ახალსოფელთან), მაგრამ ახლა მათ ტაფობებში შექმნილია წყალსაცავები. ზოგჯერ ხდება მიწისქვეშა მდინარის კალაპოტის ჰერის ჩაქცევა. ამ დროს იგი იქცევა მიწისზედა ძდინარედ, კალაპოტს კი აქვს ღრმა ღარისებრი ფორმა და ციკაბო ნაპირები.

„ზღვის წისქვილი“ წარმოადგენს ზღვის ფსკერზე არსებულ ვერტიკალური მიმართულებით წრიულად მბრუნავ წყალს, ჩნდება ისეთ კარსტულ რაიონებში, რომლებიც დაღმა იწევს და იმ შემთხვევაში, როდესაც მიწისქვეშა მდინარე ძლიერ დაქანებულია, აქვს ორი ან რამდენიმე გამოსასვლელი (ზედა და ქვედა) და ეს გამოსასვლელები მდებარეობს ზღვის ნაპირთან ახლოს ან მის ფსკერზე. როცა გამოსასვლელები ზღვის დონიდან მცირე სიმაღლეზე ან მცირე სიღრმეზეა, მაშინ, სწრაფი მოძრაობის გამო, მდინარე გვერდებიდან იწოვს ქანების წყლით შეესებულ ნაპრალებში არსებულ ჰაერს. მას მიჰყვება ზღვის წყალიც, დიდი სისწრაფით მიისწრაფის ამ ნაპრალებით მდინარისკენ, უერთდება მდინარეს და ზედაპირზე ან ზღვის ფსკერზე გამოდის მარილიანი წყაროების სახით, ამავე დროს წყალი განუწყვეტლივ

ბრუნავს ზღვიდან მდინარისკენ და, პირიქით, ე. ი. ქმნის ზღვის წისკვილს. თუ ასეთი მდინარე გამოდის უფრო ღრმა ფსკერზე, ისე რომ მისი ზედა გამოსასვლელი ზღვის დონეზე ან ქვევით არის, ქვედა კი— უფრო ღრმად, მაშინ ზღვის წყალი შედის ზედა ხვრელში, უერთდება. მდინარეს, ამძიმებს მის წყალს და ქვედა ხვრელიდან გამოდის მ ა რ ი-
 ლ ი ა ნ ი ს უ ბ მ ა რ ი ნ უ ლ ი წ ყ ა რ ო ს სახით, თანაც ქმნის „ზღვის წისკვილს“ (ნახ. 39). მაგრამ, როცა ზედა ხვრელი უფრო ღრმა ზღვა-
 შია, მაშინ მიწისქვეშა მდინარის წნევას აწონასწორებს ზღვის წყლის. პიდროსტატიკური წნევა, მდინარე ველარ გამოდის ქვედა ხვრელიდან
 და გამოსასვლელს პოულობს შედარებით თხელი ზღვის ფსკერზე. ვლე-
 ბულობთ მ ტ კ ნ ა რ ს უ ბ მ ა რ ი ნ უ ლ წ ყ ა რ ო ე ბ ს. ზღვის წის-



ნახ. 39. ზღვის წისკვილის ტიპები (M—ზღვა, ისარი—მდინარისა და ზღვის წყლის მიმართულება).

ქვილები ბევრია იონური და ადრიატიკის ზღვების სანაპირო-ზე. ასეთი ადგილები საშიშია ადამიანისთვის, რადგან მასში მოხვედრისას იხრჩობა. ამიტომ „ზღვის წისკვილებს“ ხალხი „ეშშ-აკის ქებს“ უწოდებს.

არჩევენ აგრეთვე ე. წ. ც რ უ კ ა რ ს ტ ს. იგი გარეგნულად წააგავს კარსტს, მაგრამ მისგან განსხვავდება წარმოშობით. ასეთია: კ ლ ა ს ტ ო კ ა რ ს ტ ი, თ ი ხ ი ა ნ ი კ ა რ ს ტ ი, ლ ი ო ს-ლი ო ს ი ს ე ბ რ ი თ ი ხ ნ ა-რ ე ბ ი ს ა და თ ე რ მ ო კ ა-რ ს ტ ი.

კ ლ ა ს ტ ო კ ა რ ს ტ ი ვითარდება ხსნადი ცემენტით შეკავშირებულ კლასტურ ქანებში (ქვიშაქვები, კონგლომერატები, ბრეჭიები) წყლის მიერ ცემენტის განსნისა და განთავისუფლებული ნატეხების გატანის შედეგად. აქ ძირითად როლს ასრულებს ქანების ნაწილაკების მექანიკური გატანა. იგი ტიპობრი-

ვად წარმოდგენილია სამეგრელოს ცენტრალურ ნაწილში. პირველად აღწერილი და შესწავლილია პროფ. ლ. მარუაშვილის მიერ.

თიხიანი კარსტი ძირითადად გვხვდება ნახევრად მშრალი კლიმატის (სემიარიდული) თიხიან ხევებში. აქ წვიმა იშვიათია. ხევებში წყალი მოძრაობს მხოლოდ წვიმების დროს. ვერ ჩადის დიდ სიღრმეზე, მშრალ ამინდში კაპილარებით ამოდის ზევით, ორთქლდება და ზედაპირზე ქმნის წყალგაუმტარ მარილების ქერქს. შემდგომი წვიმებისას ქერქის ნაპრალებში ჩადის წყალი, აფართოებს მას და აჩენს კარსტული ძაბრების, კების, შახტებისა და სხვა ფორმის ჩაღრმავებებს, ამასთან გააქვს ქერქქვეშა ფხვიერი მასა და წარმოშობს მიწისქვეშა გალერეას. ამიტომ ასეთ ხევებში ხშირად წარმოიქმნება ფსკერის ჩაქცევები და შესაბამისი ტაფობები.

რამდენადმე განსხვავებულია ლიოსებისა და ლიოსისებრი თიხნარების კარსტი. ეს ქანები ძლიერ ფოროვანია, კარგად ატარებს წყალს, მაგრამ ხანგრძლივი დატენიანებისას „ჯდება“. ამიტომ ვაკე რელიეფზე ჩნდება ლამბაქის, ძაბრის, კების და სხვა ფორმის ჩაღრმავებები. ფერდობებზე კი—ნაპრალები, რომლებშიც ჩადის წყალი, კედლებს აცლის მყარ ნაწილაკებს, გააქვს და გრუნტში აჩენს კებს, შახტებსა და მიწისქვეშა გალერეებს. თერმოკარსტი გვხვდება მარადმშრალ რაიონებში და წარმოიშობა კლიმატის საერთო ათბობის, მისი კონტინენტურობის გაზრდის ან ტბების გავლენით ნამარხი ყინულის გადნობით და ზედა ფენების ჩაქცევით ან ჩაწევით, რადგან წყალი მეტ სითბოს ითვისებს, ვიდრე გრუნტი და დიდხანს ინარჩუნებს მას. დღეს ასეთი კარსტის შექმნაში გარკვეული წვლილი მიუძღვის ადამიანსაც, რადგან იგი აშრობს გრუნტს და ზრდის მისი ლზობის სიღრმეს; გარკვეულ ადგილებში აგროვებს თოვლს, ტორფს და ხელს უშლის ქვედა ფენების გაყინვას; აშენებს ტყეებს, სახლებს, აგებს თბილი წყლის წყალსადენებს და ხელოვნურად ათბობს ნიადაგს. ადამიანის მოქმედებით შექმნილ თერმოკარსტს უმჯობესია ეუწოდოთ ანთროპოგენული თერმოკარსტი.

კარსტული მღვიმეების შესასვლელში გვხვდება ჩრდილისა და ტენ-მოყვარული ბალახები და ბუჩქები, შიგნით კი—ბაქტერიები, სოკოები, უფერული ბალახები, ღამურები, ბუები, ბრმა თევზები, ვირთავეები და ზოგიერთი სხვა ორგანიზმი. წინათ კი ცხოვრობდნენ ადამიანები, გამოქვაბულის დათვი, გამოქვაბულის ლომი და სხვა ცხოველები.

მშრალ მღვიმეებში ხშირად ზევიდან წვეთავს წყალი, იგი გააჟერებულია კალციუმის ჰიდროკარბონატით, ჰაერზე გამოსვლისას კარგავს CO_2 -ს და გამოყოფს კალციტს $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - \text{CO}_2 - \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}]$. ეს გამონაყოფი ილექება მღვიმის კერსა და წვეთის დაცემის ადგილზე (ფსკერზედაც), თანდათან იზრდება და ქმნის კირქვის ლოლუებს—სტალაქტიტებსა და სტალაგმიტებს. სტალაქტიტი მოთავსებუ-

ლია ჰერზე და ხერელიანია (წვეთის მოძრაობის გამო), სტალაგმიტი კი აღმართულია ფსკერიდან, მასიურია და შედგება ერთიმეორეზე დალაგებული კალციტის თხელი ფენებისგან, რომლებიც განიკვეთილი მოგვაგონებს ხის ლეროს წლიურ რგოლებს. ფიქრობენ, წელიწადში წარმოიქმნება ორი ასეთი ფენა: გაზაფხულზე—მოყავისფრო, ზაფხულში—თეთრი. სტალაგმიტში თვლიან ამ ფენათა რაოდენობას და ამით იგებენ მის ასაკს. ასეა დადგენილი, რომ კიზელის მღვიმის (ჰერმის ოლქი) 68 სმ დიამეტრის სტალაგმიტი 2 500 წლისაა, აგტელეკის მღვიმის (უნგრეთი) 20 მ სიმაღლის სტალაგმიტი—1 100—40 000 წლის, არმანდის უფსკრულის (საფრანგეთი) 30 მ-იანი სტალაგმიტი—150—300 ათასი წლის და ა. შ.

სტალაქტიტები და სტალაგმიტები ხშირად ერთდებიან და ქმნიან სვეტებს. მათი დიამეტრი ზოგჯერ ერთ მეტრს აღწევს. კარსტული მღვიმეები ხანდახან მოიცავს აგრეთვე ექსცენტრული ფორმის ნალვენტებს—**პელიტიტებს**, კალციტის „ყვავილებს“, ძაფებს, ფარდებს და



ნახ. 40. კარსტული მღვიმე
სტალაგმიტებითა და სტალაქტიტებით.

სხვა წარმონაქმნებს, რომლებიც, მღვიმეს შესანიშნავ პეიზაჟს აძლევს (ნახ. 40). კარსტულ მღვიმეებში ვხვდებით ჰერიდან ჩამონაზვავ და მდინარეებისა და ღვარების მიერ შეტანილ მასალას (თიხები, ღორღი და სხვ.), ღამურების, ბუებისა და მღვიმეთა სხვა ცხოველების ექსკრემენტებს, ძვლებს, ბარიტის, ტყვიის, სპილენძის, მარგანეცისა და სხვა ლითონთა საბადოებსაც.

კარსტული მღვიმეების ასაკს გამოიანგარიშებენ არქეოლოგიური, მორფოლოგიური მარკების მეთოდითა და სტალაგმიტების შრეთა ფენების რიცხვის მიხედვით. მაგრამ უკანასკნელი არასრულია, რადგან იგი გვიჩვენებს მღვიმის ასაკს მხოლოდ იმ დროიდან, საიდანაც მასში და-

იწყო სტალაგმიტების წარმოქმნა. არასრულია არქეოლოგიური მეთოდით მიღებული მღვიმის ასაკიც, რადგან ამ დროს ეყრდნო-

ბიან მღვიმეში ნაპოვნ ადამიანთა კულტურის უძველეს ნაშთებს. ეს კი გვიჩვენებს მღვიმის ასაკის იმ ნაწილს. საიდანაც მასში ადამიანი დასახლდა. უფრო დამაჯერებელია მორფოლოგიური მეთოდი, ე. ი. მღვიმეების დათარიღება მათი სიმაღლის მდინარეული ტერასების მიხედვით, რადგან ტერასა წარმოადგენს ხეობის იმდროინდელ ფსკერს, როდესაც ხეობის ჩაღრმავება შეჩერებულია, ხეობის ფსკერი კი—კარსტის დენუდაციის ბაზისს. ხეობის ჩაღრმავების შეჩერებისას ჩერდება კარსტის განვითარებაც სიღრმეზე და იმავე დონეზე ვითარდება პორიზონტალური მღვიმეები. ამიტომ ცხადია, მდინარის დონიდან ერთნაირ სიმაღლეზე მდებარე მღვიმე და ტერასა ერთი და იმავე ასაკისაა.

ამგვარივე ხასიათისაა მღვიმეების დათარიღება მარილები ს მეთოდი თ ა ც. ამ დროს ანგარიშობენ მღვიმიდან გამოშვალვი ნაკადების მიერ დროის ერთეულში გამოტანილი მარილების რაოდენობას, გადაყავთ იგი წლიურ რაოდენობაში, თელიან ძლვიმის მოცულობას და მას ყოფენ მისგან გამოტანილი მარილების წლიურ რაოდენობაზე. მაგრამ ამ დროს უშვებენ, რომ მღვიმის წარმოშობიდან დღემდე კლიმატური პირობები, ქანის ხსნადობის სისწრაფე, მღვიმის ნაკადების მოცულობა და მათ მიერ გამოტანილი მარილების რაოდენობა უცვლელია. ცხადია, ეს ყოველთვის ასე არ არის, მაგრამ აღნიშნული მეთოდი კვლევა მაინც სასარგებლოა, რადგან იგი გვიჩვენებს მღვიმის მიახლოებით ასაკს და ამტკიცებს, რომ მისი განვითარების პროცესი ძლიერ ნელი და ხანგრძლივია.

კარსტულ მღვიმეებს ხალხი იყენებს სამკურნალოდ; რესტორნებად (ბევრია ბულგარეთში—კაილიკში); ომის დროს სამხედრო შტაბების სადგომებად; სამხედრო მასალებისა და კვების პროდუქტების საწყობებად; თავშესაფრებად; საკმელი სოკოს პლანტაციის გასაშენებლად (ბევრია ბულგარეთში); მაცივრებად; საექსკურსიოდ და სხვ., კარსტულ წყლებს კი—სასმელად, სარწყავად, თევზსაშენად, ჰიდროელექტროსადგურების ასაგებად და ა. შ. კარსტულ მღვიმეებს იყენებს სამღვდლოებაც, რადგან შიგ ნაკადების რაკრაკს, წვეთების ვარდნას, ქარის ზუზუნს, ღამურების წრიპინსა და ფრთების მოძრაობის ხმას თელიან გრჩნეულ არსებათა ხმად და მღვიმეებს აცხადებენ ეშმაკების, ქაჯების, ჰინკებისა და სხვა ავი სულების თავშესაფრად, ზოგჯერ კი (მელოდიებისა და მოლაპარაკე ექოების გამოცემისას) ზებუნებრივი ძალების ადგილსამყოფელად და იქ ავებენ სალოცველოებს.

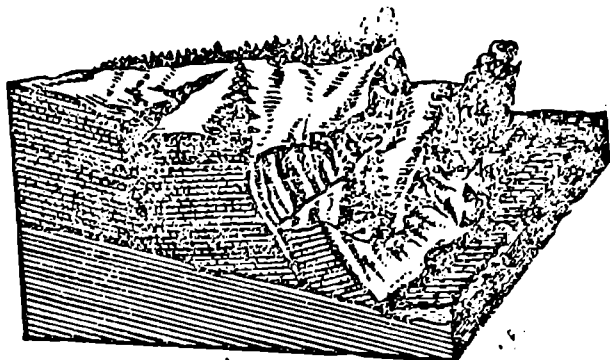
კარსტული რაიონებისთვის დამახასიათებელია: უსწორმასწორო რელიეფი; ზედაპირული წყლების სიმცირე; მდინარეების „დაკარგვა“ და ღარიბი მცენარეულობა. იტალიაში 6000-მდე მღვიმე-უფსკრულია, ბულგარეთში—2000-ზე მეტი, რუმინეთსა და ავსტრიაში—1000-ზე მეტი (ცალ-ცალკე), საქართველოში კი 1966 წლამდე აღრიცხული იყო 300-ზე მეტი ასეთი წარმონაქმნი.

ს უ ფ ო ზ ი ა. „სუფოზიო“—ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს ძირის გამოთხრას. გეოლოგიაში ამ ტერმინში იგულისხმება მიწისქვეშა წყლების მიერ ქანებიდან გახსნილი და წვრილი ნაწილაკების გატანის შედეგად ქანების ძირის გამოთხრა და ზედა მასების ჩაქცევა ან დაჯდომა. ამიტომ არჩევენ მექანიკურ და ქიმიურ სუფოზიას. პირველი კარგად ჩანს თიხიან-ქვიშიანი ქანებიდან გამოძვალ ალმავალ წყაროებში, რომლებიც ხშირად ზევით ისვრის ქვიშისა და თიხის ნაწილაკებს და ნაპირებზე ლექავს. ამიტომ მათ გამოსასვლელებთან ჩნდება მომრგვალო ტაფობები—სუფოზიური ცირკები. სუფოზია ფართოდაა გავრცელებული მშრალი და ნახევრად მშრალი ქვეყნების ლიოსებში და სხვა ფხვიერ, წმინდამარცვლოვან ფოროვანი ქანებისგან აგებულ ვაკე და დამრეც რელიეფზე. აქ, ჩაღრმავებებში, მეტხანს რჩება თოვლისა და წვიმის წყალი, ატენიანებს ქანებს, ასუსტებს კავშირს მათ ნაწილაკებს შორის, თან შიშვს ისინი და ზედაპირზე აჩენს ლამბაქის, ძაბრისა და სხვა სახის ჩაღრმავებებს, სიღრმეში კი—სიღრუეებს, რასაც ფორმის მიხედვით სუფოზიური ლამბაქებს, ძაბრს, ქვებს, ტაფობებს და სხვა სახელებს უწოდებენ. ასეთ ტაფობებში ხშირად დგება წყალი და ჩნდება სუფოზიური ტბები. აკად. ა. ჯანელიძის აზრით, თბილისში ამგვარია კუმისის ტბისა და თბილისის ზღვის ტაფობები. სუფოზია წარმოადგენს ლიოსსა და თიხებში კარსტის წარმოქმნის მთავარ მიზეზს, ზოგჯერ კი იწვევს მეწყერსაც.

მეწყერი და ზვავი. მეწყერი ეწოდება სიმძიმის ძალის გავლენით ფერდობზე მოწყვეტილ ნელა მოძრავ მასას, ზვავი—კი სწრაფ-მოძრავ მასას, რაც ძირითადად წუთებში ხდება. მას უმთავრესად ადგილი აქვს ციცაბო ფერდობებზე. მეწყერს იწვევს: ძლიერი-წვიმები; ფერდობებზე მძიმე ნაგებობების აგება; მიწისქვეშა წყლის სუფოზიური მოქმედება; ზღვების, ტბების, მდინარეების მიერ ფერდობების ძირის გამორეცხვა; ადამიანის მიერ ფერდობების ქვედა ნაწილის ჩამოჭრა; მიწისძვრა; ქარიშხალი; მძლავრი დელუვიონისგან აგებული ფერდობების ხშირი მორწყვა და სხვა მიზეზები, ზედა კი უმთავრესად: ძლიერი წვიმები; ფერდობების ძირის გამორეცხვა-გამოთხრა; მაწისძვრა და ძლიერი ქარიშხალი, რის გამოც ძირგამოთხრილი ფერდობები დიდხანს ვერ ინარჩუნებს წონასწორობას და წყლით გაჟღენთვისა და დამძიმებისა ჩამოიქცევა.

სიბრტყეს, რომლის გასწვრივ მოწყვეტა ხდება და მეწყერი მოძრაობს, მოწყვეტის, სრიალის, ანუ ცოცვის სიბრტყე, ჰქვია. მოწყვეტის ადგილას ფერდობზე ჩნდება რკალური ნაპ-

რალი. იგი მეწყერის გადაადგილებისას თანდათან ფართოვდება და ნახევარმთვარეს ემსგავსება. ამ ადგილს, მეწყერული ცირკი ჰქვია. მეწყერული მასის ზედა ნაწილი ზოგჯერ მეტ-ნაკლებად მოვაკებულია და ფერდობზე ქმნის საფეხურს. ასეთ საფეხურს მეწყერული ტერასა ეწოდება (ნახ. 41). მაგალითად, ლანჩხუთის რაიონის სოფ. ხორეთში, ხორეთის ქედს მოწყვეტილია 8 ბლოკი და დაწეულია მდ. შუთისკენ. ადგილს, რომლითაც მეწყერული მასის ზედა ნაწილი ეკვრის ფერდობს, ზურგის ნაკერი ჰქვია, ქვედა ნაწილს კი—მეწყერის ფუძე.



ნახ. 41. მეწყერული ტერასები.

ზურგის ნაკერთან ხშირად დგება წყალი და ჩნდება მეწყერული ტბა. ა. ჯანელიძის აზრით, თბილისში ასეთია კუს ტბა.

ცოცვის სიბრტყის მდებარეობის სიღრმის მიხედვით არჩევენ მეწყერის შემდეგ სახეებს: ზედაპირულს (ცოცვის სიბრტყე მდებარეობს 1 მ სიღრმემდე), მცირეს (1—5 მ), ღრმასა (5—20 მ) და ძლიერ ღრმას (20 მ-ზე მეტი); ცოცვის სიბრტყის დახრის კუთხის მიხედვით გამოყოფენ: ძლიერ დამრეც (5°-მდე); დამრეც (5—15°-მდე); ციცაბოსა (15—45°-მდე) და ძლიერ ციცაბო მეწყერს (45°-ზე მეტი); აგებულების მიხედვით: მარტივსა (ერთი ან ერთნაირი ტიპის ბლოკებისგან აგებული) და რთულ მეწყერს (სხვადასხვა ტიპის მრავალი ბლოკისგან შედგენილი), ასაკის მიხედვით კი: თანამედროვესა (ახლა მოქმედი ან შეჩერებული, მაგრამ პირობების შეცვლის შედეგად შეიძლება ამოძრავდეს) და ძველ (წარსული გეოლოგიური დროის)—რელიქტურ მეწყერს. იგი შეიძლება იყოს გაშიშვლებული და დამარხული. აკად. ა. ჯანელიძის აზრით, საქართველოში გაშიშვლებული რელიქტური მეწყერია გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობის მესამეულ ქანებზე განლაგებული ცარცული კირქვები, დამარხულა წყალქვეშა მეწყერი კი—

თბილისში მეტეხის ხიდთან და მის ახლო ადგილებში გავრცელებული ე. წ. „არეულშრეებრივი კონგლომერატი.“ გარდა ამისა, მოძრაობის მიხედვით არჩევენ აგრეთვე დ ე ლ ა ფ ს ი უ რ ს ა (საკუთარი სიმძიმის ძალით მოძრავი) და დ ე ტ რ უ ზ ი უ ლ მეწყერს (ზევიდან მოწყვეტილი მასების ბიძგებით წარმოქმნილი, წარმოადგენს მეწყერის წინ არსებულ დაუმეწყერავ ქანებს, რომლებიც ადგილიდან დაძრულია მეწყერის მოწოლით).

მეწყერის მოძრაობის მექანიზმი ისეთივეა, როგორც მყარი სხეულისა დაქანებულ ზედაპირზე, რადგან აქაც სიმძიმის ძალა იყოფა ორად და როცა ვერტიკალური შემადგენელი აქარბებს პორიზონტალურს, მაშინ იწყება გადაადგილება. ამიტომ მეწყერი მოძრაობს არა მთელი სიმძიმის ძალით, არამედ მისი ნაწილით, ზევი—კი თითქმის მთელი სიმძიმით, რადგან მისი მოწყვეტა ხდება ციცაბო ზედაპირზე. მეწყერის მოძრაობის სიჩქარე ჩვეულებრივ დღე-ღამეში მილიმეტრებია ან მასზე ნაკლები, მაგრამ ზოგჯერ (მიწისძვრის, ქარიშხლისა და ძლიერი წვიმების დროს) წუთში რამდენიმე მეტრს აღწევს. ამ დროს იგი გადადის ზევეში. ხანდახან მეწყერი ხეობის ფსკერამდე ჩამოდის და თუ მის მიერ მოტანილი მასის რაოდენობა აქარბებს მდინარის მიერ გატანილს, აგუბებს მდინარეს და ქმნის მეწყერულ ტბას. ა. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ი ს აზრით, თბილისში ასეთი იყო ვერეს ძველი ტბა, რომელიც არსებობდა დღევანდელ ზოოპარკთან და წარმოშობილი იყო თაბაშირის გამოტუტვის გამო მამადავითის ქედის ჩრდილო ფერდობის შრეების ჩამოცოცვებით ვერეს ხეობაში. მის მიერ დატოვებულ თიხებში დღეს განვითარებულია ე. წ. დ ე ნ ი თ ი მ ე წ ყ რ ე ბ ი. ზოგჯერ მეწყერული მასების დაწოლა მის წინ მდებარე ქანებზე იმდენად დიდია, რომ ანაოკებს ან ამსხვრევს მას და წარმოშობს მეწყერულ ნაოკებსა და მეწყერულ ბრეკჩიებს. რამდენიმე წლის წინათ ასეთი ნაოკები წარმოიშვა კასპის რაიონულ ცენტრთან ახლოს (მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე) მერგელების ყოფილი კარიერის ჩამომეწყერისას.

გენეზისის მიხედვით ნ. როდიონოვი არჩევს მეწყერის 4 ტიპს: კ ო ნ ს ი ს ტ ე ნ ტ უ რ ს (გამოწვეულია წყლით გაქლენთვით და თიხის გადასვლით პლასტიკურ მდგომარეობაში); ს უ ფ ო ზ ი უ რ ს, ს ტ რ უ ქ ტ უ რ უ ლ ს ა (მეწყერული მასა მოძრაობს შრეების დაქანების ან ტექტონიკური ნაპრალების გასწვრივ) და შ უ ა ლ ე დ ს (წარმოქმნილია აღნიშნული ორი ან სამივე მიზეზით). მაგრამ საქართველოში უფრო მიღებულია ა. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ი ს სქემა. იგი არჩევს ორი სახის მეწყერს— ც ო ც ვ ი თ ს ა და დ ე ნ ი თ ს. ც ო ც ვ ი თ ი ისეთი მეწყერია, როდესაც მთელი ფერდობი ან მისი ნაწილი მოძრაობს ქვევით რელიეფის შეუცვლელად, დენითი კი ისეთი, როცა რელიეფი იცვლება, ე. ი.

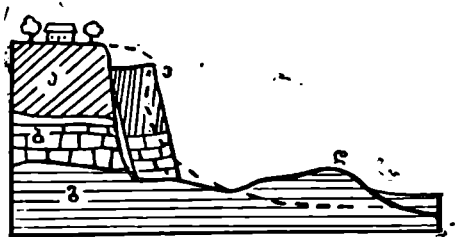
მეწყურული მასა წყალივით მიედინება. თბილისში ცოცვითი მეწყური იყო გამოწვეული ვერეს ტბის წარმოქმნა. ახლა კი ცოცვითი მეწყერი დიდ ფართობს მოიცავს შავი ზღვის სანაპიროზე—სოხუმსა და ტუაფსეს შორის. აქ მთელი ფერდობი მოძრაობს და შედის ზღვაში. მასში გაყვანილია რკინიგზა, რომელიც ყოველდღიურ შეკეთებას მოითხოვს. როგორც ჩანს, მეწყრის ფუძე ღრმა ზღვაშია. დღეს ღენითი მეწყერი ტიპურად წარმოდგენილია რაჭაში—სოფ. კომანდელში (ქ. ონთან ახლოს), სადაც 9 მეწყერი იყრის ერთად თავს და შედის რიონის კალაპოტში.

საბჰოთა კავშირში მეწყერი განსაკუთრებით ბევრია. შუა და ქვედა ვოლგისპირეთში (მდ. კამის შესართავს ქვევით), აგრეთვე ოდესაში, ყირიმის სამხრეთ სანაპიროზე და ყველა ისეთ ადგილში, სადაც თიხიან-ქვიშიანი ქანებია, საკმაო რაოდენობის გრუნტის წყალი და სხვა ზემო აღნიშნული პირობები. ოდესაში მესამეულის თიხებზე განლაგებულია კირქვები. გრუნტის წყალი ვერ ჩადის თიხაში, მოჰყვება მის ზედაპირს, ამცირებს ხახუნის ძალას თიხასა და კირქვებს შორის და უერთდება ზღვას. ამიტომ კირქვებს პერიოდულად წყდება ბლოკები და მიცოცავს ზღვისკენ (ნახ. 42).

მეწყერი გვხვდება წყალქვეშაც. მეტწილად მას იწვევს მიწისძვრები და ცუნამი. ა. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ი ს აზრით, თბილისში ასეთი ნამარხი მეწყერია „არეულ-შრეებრივი კონგლომერატი“ მეტეხის ხიდან.

მეწყერსა და ზღვას
დიდი ზიანი მოაქვს. 1884 წელს მეწყერმა სარატოვში დაანგრია 300-მდე სახლი.

1911 წლის 6 თებერვალს პამირზე მიწისძვრის დროს მდ. მურგაბის ხეობის ფერდობს ერთბაშად მოწყდა 2,5 მლრდ მ³, ანუ 7—8 მლრდ ტ მასა და ჩამოწვა ხეობაში, დაძარხა სოფ. უსოი მცხოვრებლებითურთ, შექმნა 700 მ-მდე სიმაღლის, 2 კმ-მდე სიგრძისა და ფუძეში 5 კმ-მდე სიგანის ბუნებრივი კაშხალი და წარმოშვა სარეზის ტბა, რომლის სიგრძე 80 კმ-ია, მაქსიმალური სიგანე—3,5 კმ. უდიდესი სიღრმე—510 მ, ფართობი—90 კმ², მოცულობა —17 კმ³. 1967 წლის ნოემბერ-დეკემბერ-



ნახ. 42. მეწყრის კრილი ოდესასთან:
ა—თიხა; ბ—კირქვა; გ—ლურჯი თიხა; დ—ამოღ-
ურებული ზღვის ფსკერი; ე—მეწყურული ბლოკი;
წყვეტილი ხაზი—ზღვის ნაპირის პროფილი
მეწყრის წარმოქმნამდე.

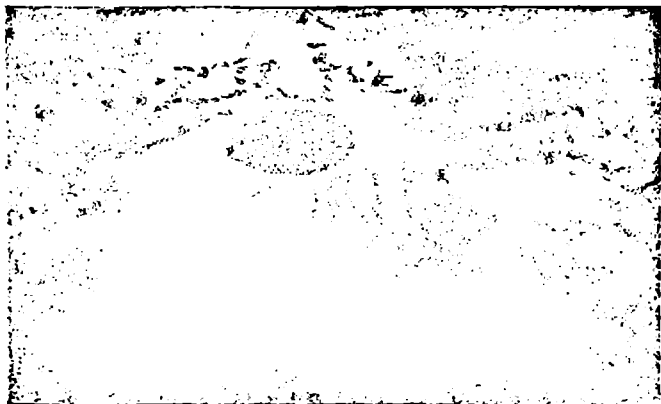
არში ძლიერი წვიმებისა და ქარიშხლის დროს მეწყერებმა და ზეავეებმა საქართველოში დიდი ზიანი მიაყენა სამტრედიის, ვანისა და ჩოხატაურის რაიონებს.

მეწყერის წინააღმდეგ მიმართავენ მთელ რიგ ღონისძიებებს. მაგრამ იგი დამოკიდებულია მეწყერის გენეზისზე, მოძრაობის მიმართულებასა და ცოცვითი სიბრტყის მდებარეობის სიღრმეზე. როცა მეწყერი წარმოქმნილია ჩაქონილი მდინარის წყლით, მაშინ ხელოვნური კალაპოტით მდინარე გადაჰყავთ უვნებელ ადგილზე. მაგრამ, როცა მისი მიზეზი გრუნტის წყალია, მაშინ გაჰყავთ სადრენაჟო არხები და წყალს აძლევენ თავისუფალ გზას. როცა ცოცვის სიბრტყე მდებარეობს ზედაპირთან ახლოს, მაშინ აშენებენ ტყეებს ან ასობენ ხის ხიმინჯებს, ღრმად მდებარეობის დროს კი აგებენ რკინა-ბეტონის საყრდენებს, მაგრამ მათი ფუძე უნდა მოთავსდეს ძირითად ქანებში, სხეულის ზომები კი გაანგარიშდეს, ისე რომ გაუძლოს მეწყერის დაწოლას. ამასთან საყრდენ კედელსა და მეწყერს შორის უნდა გაიჭრას თხრილი და ამოივსოს მსხვილი ქვებით ან ფიჩხით, რომ წყალმა ადვილად იმოძრაოს და არ დაგუბდეს კედელთან. ზოგჯერ შენობების ან სხვა ობიექტების ირგვლივ ჩაასობენ ნემსფილტრებს, ე. ი. 40—60 მმ დიამეტრის დასვრეტილ მილებს და იქიდან წყალი ამოაქვთ ავტომატური ტუმბოთი ან ელექტორით. ხანდახან აკეთებენ მიწისქვეშა წყალშემკრებ გვირაბებს (დასვრეტილკედლებიანი) და წყალი გაჰყავთ უვნებელ ადგილზე ან ავაკებენ ფერდობს, რისთვისაც მას მოკვეთენ ზედა ნაწილს და ქვედაზე ყრიან მიწას. მდინარეების, ზღვებისა და ტბების ნაპირებზე აგებენ ჯებირებს, ტალღასაქრელებს, წყალშემკრებ არხებსა და გვირაბებს, ზოგჯერ კი აცემენტებენ ან ყინავენ მეწყერულ მასას, მაგრამ ეს დიდ სახსრებს მოითხოვს. მეწყერული რელიეფისთვის დამახასიათებელია: უსწორმასწორო ზედაპირი სხვადასხვა მიმართულებით გადაწვენილი ხეები; ხშირი ტბები და ნაპრალები.

ტალახის ვულკანები. ტალახის ვულკანები წარმოადგენს კონუსური ფორმის პატარა ბორცვებს, რომლებიც გარეგნულად წააგავს ვულკანურ კონუსს, მაგრამ შედგება თიხისგან და უმთავრესად ზევით ისერის არა ცხელ მასებს, არამედ ცივ ტალახს. ამიტომ მათ ტალახის სოკებს, ანუ საღებებსაც, უწოდებენ (ნახ. 43). იგი ყველაზე მეტად გვხვდება ნავთობიან რაიონებში და ამოტყორცნილ ტალახსაც ხშირად ნავთობის სუნი ასდის. მათი სიმაღლე ჩვეულებრივ სანტიმეტრები ან მეტრებია. მაგრამ ზოგჯერ 100 მ-საც აღემატება. კონუსის წვეროში აქვს ბრტყელფსკერიანი ჩაღრმავება—კრატერი, გვერდებზე კი, ხშირად რადიალური ხეობები. კრატერში დროგამოშვებით დგას თხელი ტალახი, საიდანაც ბუყბუყით ამოდის აირები და ქმნის შთაბეჭდილებას, თითქოს ტალახი დუღს. აირები ძირითადად შედგება საწვავი

ნახშირწყლებისგან და ტალახის ამოფრქვევისას ზოგჯერ ინთება. ამ დროს იგი ჰგავს ნამდვილ ვულკანს, ხმაურით ამოფრქვევისას კი ეს მსგავსება უფრო მეტია. ზოგჯერ მას ახლავს სუსტი მიწისძვრა. ალის სიმაღლე ხანდახან 100 მ აღწევს. იგი არსებობს მანამ, სანამ აირების გამოყოფა არ შეწყდება.

პატარა სოპკების ამოფრქვევა მეტწილად ხდება აფეთქების გარეშე. ამ დროს ტალახი ნელა გადმოდის კრატერიდან კონუსის ფერდობებზე და ძირში იღვრება. მაგრამ ზოგჯერ კონუსი ფეთქდება, მიწაც



ნახ. 43. ტალახის ვულკანი ჰერჩთან ახლოს.

იძვრის, ტალახი წნევით ამოდის, მაღლა ისვრის წინათ ამოსული ტალახის გამხმარ ლოდებს და დიდ ფართობს ფარავს. ?

ბაქოს მიდამოებში 80-ზე მეტი ტალახის ვულკანია. ყველაზე მაღალია (300 მ კრატერის ფართობი დაახლოებით 0,5 კმ²) ტოურაგაი, მაგრამ სახელგანთქმულია ლოკბოტანი (100 მ). მისი კრატერის ერთ-ერთი კედელი ყოველთვის გახურებულია, რადგან განუწყვეტლივ იწვის აირები. იგი უკანასკნელად ამოიფრქვა 1933 წლის 12 მარტს ღამით და დამთავრდა 13 მარტს. იქვე ახლოს ჩეილდაღის ტალახის ვულკანმა, 100 წლის ძილის შემდეგ, 1970 წლის ივნისში გამოიღვიძა, გამოყო აირის ბოლქვები და რამდენიმე დღეში 5—6 მ-ით აიზიდა. ასეთი ვულკანები ზღვაშიაც გვაქვს. ერთ-ერთი მათგანი 1960 წელს უეცრად წარმოიშვა კასპიის ზღვაში ბაქოდან 180 კმ დაცილებით. მისი სიგრძე 300 მ და სიმაღლე 5 მ-ია. ტალახის ვულკანები გვხვდება საქართველოშიაც—ახტალაში (გურჯაანის რაიონი), მირზაანში, კილაკუპრაში, პალპოი-ტეპში, თილუქი-თაფში და კახეთის სხვა ადგილებშიც.

ტალახის ვულკანების წარმოშობისათვის საჭიროა შემდეგი სამი პირობა: აირები, წნევიანი მიწისქვეშა წყალი და ძლიერ დისლოცირებული თიხიანი ქანები. აირები მოძრაობს რა ნაპრალებში ერევა მიწისქვეშა წყალს, სადაც მიწის ზედაპირზე გამოსასვლელს ვერ პოულობს. გროვდება მასში და ზრდის წნევას. ამიტომ თიხა იხსნება წყალში და იქცევა ტალახად. წნევისა და ტალახის მასის გაზრდის შესაბამისად სუსტდება ზევით მდებარე ქანების სიმტკიცე. ამიტომ გარკვეულ მომენტში იგი ვერ უძლებს წნევას, სკდება და ხდება ტალახის ამოფრქვევა. თან ამოდის აირებიც. ამის შესაბამისად სიღრმეში მცირდება წნევა და ბოლოს ამოფრქვევაც წყდება. ამონატყორცნი ტალახი ხმება და შემდეგ აღნიშნული პროცესი ისევ მეორდება.

ნავთობიან ადგილებს გარდა, ტალახის ვულკანები გვხვდება ვულკანურ რაიონებშიაც (კამჩატკაზე და სხვაგან), რადგან იქაც გამოიყოფა აირები და აქა-იქ არის მათი წარმოქმნის სხვა პირობებიც. მაგრამ ამ დროს ამონატყორცნი ტალახი ცხელია ($80-90^{\circ}\text{C}$) და აირები სხვა შემადგენლობისაა, ამასთან კონუსის სიმაღლე 1—2 მ არ აღემატება. ტალახის ვულკანები მეტწილად ნავთობის არსებობის მაჩვენებელია.

მინაყინი. მ ი ნ ა ყ ი ნ ი ეწოდება მდინარის ყინულსაფარიდან ან მიწის ქერქიდან ზედაპირზე ამოსული წყლის უეცარი გაყინვით წარმოქმნილ ყინულს. იგი გვხვდება მარადმზრალ რაიონებში (განსაკუთრებით მდ. იანის, ინდიგირკისა და კოლიმის ხეობებში), ზოგჯერ იკავებს რამდენიმე ათეულ კმ² ფართობს და სიმაღლით 10 მ-საც აღემატება. (პოლარული წრის იქით—ვერხოიანსკის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მისი ფართობი 20 კმ²-ია, სისქე—5,5 მ, მკვებავე წყაროების დებიტი წამში 3მ³, კირა-ნეკორანის მინაყინის ფართობი—26 კმ², მომის—100 კმ². დიდ მინაყინს იაკუტიაში ტარინი ჰქვია). წარმოშობის ადგილისა და კვების მიხედვით არჩევენ მინაყინის 4 ტიპს: მ დ ი ნ ა რ ე უ ლ ს, წ ყ ა რ ო ე ბ ი ს, გ რ უ ნ ტ ი ს ა და ზ ა მ თ ა რ შ ი თ ლ ვ ლ ი ს. დ ნ ო ბ ი თ წ ა რ მ ო კ მ ნ ი ლ ს.

მ დ ი ნ ა რ ე უ ლ ი მ ი ნ ა ყ ი ნ ი წარმოიქმნება შემდეგნაირად: მარადმზრალ რაიონებში ზამთარში იყინება დიდი მდინარეების ჩხოლოდ ზედა ფენა. ამიტომ მდინარის დანარჩენი—გაუყინავი მასა ექცევა ამ საფარსა და გაყინულ გრუნტს შორის, ისე როგორც მილში. შემდგომი გაყინვისას მილი თანდათან ვიწროვდება, ჩქერი მთლიანად იყინება. მაგრამ მდინარის გაუყინავი ნაწილი მოძრაობს, ვერ ეტევა ამ მილში, აწეება მის კედლებს და გარკვეულ მომენტში ამოზურცავს ან ამტვრევს მდინარის ყინულსაფარს, ან გალზობილი ადგილებიდან შედის მდინარის გაუყინავ ქალაში, ტერასაში, სხვა ნაკლებწინააღმდეგობის ადგილებში და ზედაპირზე ამოდის ხმაურით შადრევნის სახით, მაგრამ მაშინვე იყინება და აჩენს ყინულის ბორცვს. ასეთ ადგილებში ზოგჯერ:

ამოფრქვევა ხდება რამდენჯერმე. ამიტომ მინაყინს აქვს შრეებრივი აგებულება.

წყაროების მინაყინი. წარმოიქმნება გრუნტის ან მზრალობისშიგა და მზრალობისქვედა წყლების მოქმედებით. ზამთარში აქტიური ფენის გაყინვისას ეს წყლებიც წნევიანი ხდება, აწვება გრუნტს, ბურცავს, ამტვრევს და ზევით ამოდის, აძავე ღროს იყინება. სიღრმიდან მას ემატება წყლის ახალ-ახალი მასები. მინაყინი იზრდება და ზოგჯერ დიდ სიდიდეს აღწევს. 1939 წელს ბურიატის ასსრ-ს სოფ. ბალაგანსკში, სკოლის შენობის ქვეშ, უეცრად ამოხეთქა წყარომ, გაანგრია იატაკი, ტიხრები, ფანჯრები და სოფლის ცენტრში წარმოიშვა ყინულის მთა. მარადმზრალი რაიონების გარეთ კლდეების ნაპრალებიდან გამომავალი წყაროები ზამთრობით ხშირად იყინება და კეტავს გზებს.

გრუნტის მინაყინი წარმოიქმნება ისე, როგორც მდინარეებისა და წყაროების, მაგრამ იკვებება გრუნტის წყლით, ზოგჯერ კა მასში შეიძლება მონაწილეობდეს მზრალობისშიგა და მზრალობის-



ნახ. 44. პიდროლაკოლითი.

ქვეშა წყლებიც. ამჟმხრივ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ე. წ. „პიდროლაკოლითები“, ანუ იაკუტიურად—„ბულგუნიახები“. ისინი მეტწილად წარმოიქმნება ტბებისა და მათ ქვეშ მდებარე მცირე სიღრმის მღვალობების გაყინვით. ამ ღროს გამლღვალი გრუნტი და შიგ არსებული წყალი ყოველმხრივ იკეტება. ქვევიდან მომდინარე წყალი გამოსასვლელს ვერ პოულობს, აწვება გაყინულ გრუნტსა და ყინულს, ზევით სწევს და

12. გ. გუჯაბიძე

აჩენს 10—12 მ-მდე სიმაღლის ბორცვებს (ნახ. 44). ზევით იწევს მათ ქვეშ არსებული წყალიც, მაგრამ ისიც იყინება და ქმნის ყინულის ლინზებსა და შრეებს. ზოგჯერ ბორცვების ქვეშ წყლის მოდენა ისევე გრძელდება, ბორცი ზევით იწევს და გარკვეულ მომენტში ხმაურით სკდება. წყალი სწრაფად ამოდის მაღლა, ესხმის გორაკის ზედაპირს და ქმნის გ რ უ ნ ტ ი ს მ ი ნ ა ყ ი ნ ს. ასეთ რელიეფს ბორცვ-მინაყინებთან რელიეფს უწოდებენ. ხანდახან მინაყინთან ერთად ჩნდება ტბაც. ცალკეულ შემთხვევაში შადრევანს ამოაქვს თიხა და ბორცვების ირგვლივ აჩენს ლაქებს ან გვირგვინის სახის ნალექს. ამიტომ ასეთ ადგილებს გვირგვინიან (ლაქებიან) ტუნდრას უწოდებენ. ზოგჯერ წყარო გამოდის ციცაბო ფერღობებზე, იყინება და ლებულობს ჩანჩქერის სახეს. ასეთ წარმონაქმნს მთის, ანუ დაკიდებულ, მინაყინი ჰქვია. ხანდახან მინაყინი წარმოიქმნება გზებზე და გვირაბებშიც. უკანასკნელს მიწისქვეშა მინაყინი ეწოდება.

ზამთარში თოვლის დნობით წარმოქმნილი მინაყინი გეჩვდება ისეთ ადგილებში, სადაც წლის ამ დროს გაბატონებულია ანტიციკლონური ტიპის ამინდი (შორეული აღმოსავლეთის სამხრეთი ნაწილი). ასეთ ამინდში ცა მოწმენდილია და დედამიწა ორჯერ მეტ სითბოს ღებულობს, ვიდრე ზაფხულში. ამიტომ მაღლობების სამხრეთ ფერდზე ინტენსიურად დნება თოვლი და წყალი გროვდება შენობის, საინჟინრო ნაგებობების საფუძვლებთან, რელიეფის სხვა ჩაღრმავებებში, ღამით იყინება, ქმნის მინაყინს, აზიანებს ნაგებობებს და ხელს უშლის ტრანსპორტის მოძრაობას.

მინაყინის წარმოქმნას ზოგჯერ ხელს უწყობს ადამიანიც, რადგან გზების, სამთო სამუშაოების გაყვანისა და სხვადასხვა ნაგებობების მოწყობისას კვეთს წყალშემცავ ჰორიზონტს, შენობების აგებით კი იცავს ქვეშმდებარე გრუნტს გაყინვისგან. ამიტომ ხშირია შემთხვევა, როდესაც ზამთარში სარდაფებში შემოდის გრუნტის წყალი, ქმნის მინაყინს და აზიანებს შენობებს. ამიტომ მინაყინს მნიშვნელოვანი ზიანი მოაქვს. მის წინააღმდეგ მიმართავენ შემდეგ ღონისძიებებს: ბუნებრივ ავეთქებამდე ამტვრევენ, აფეთქებენ ან ცხელი წყლით აღნობენ ბულგუნიალების თაღებს; გზებისკვანძვრივ აგებენ დამცავ დამბებსა და ხის ზღუდეებს; აწყობენ სადრენაჟო არხებს—თხრილებსა და მიწისქვეშა ნაგებობებს. გრუნტის წყლის უვნებელ ადგილზე გადასაყვანად, დასაცავი ობიექტების ირგვლივ ქმნიან მუდმივ ან სეზონურ გაყინულ ზოლებს (ორმოები, აუზები და სხვ.), რადგან მასში დაგროვილი წყალი უფრო ადრე იყინება, ვიდრე შენობის ქვეშ და გზას უქეტავს წყლის ნაკადს; ზაფხულში ორმოს ზედაპირი რომ არ

ვალხეეს, ზედ აყრიან ტორფს, ზამთარში კი ტორფს იღებენ და ორმოს წმენდენ თოვლისგან; ასწორებენ მოხვეულ და აღრმავებენ მდინარის თხელ კალაპოტს, რადგან მინაყინი ყველაზე მეტად აქ ჩნდება (წყლის სითხე-ლისა და ნელი მოძრაობის გამო); ხილების ახლოს ათბუნებენ მდინარის კალაპოტს, რისთვისაც ხილების ქვეშ და უფრო ზევითაც ახლადგაყინულ მდინარეზე აგროვებენ თოვლის ზვინს, ან 0,3—0,5 მ სისქეზე ყრიან წიწვს ან წიწვიან მცენარეთა ტოტებს, ზევით აფენენ ტორფს ან ხავსს და ფარავენ თოვლით, რადგან იგი ქვევით არ ატარებს სიცივეს და ხილს იცავს მინაყინისგან.

სოლიფლუქცია. სოლიფლუქცია ნიადაგის ნელი დინებაა. მას ადგილი აქვს მარადმზრალ რაიონებში. აქ იფიტება გრუნტის მხოლოდ ზედა ნაწილი, მაგრამ იგი ზამთრობით იყინება და ზაფხულში ლხვება. ნაღობი წყალი ვერ ჩადის ქვევით, რადგან გრუნტი გაყინულია. როცა გამოფიტვის პროდუქტებში ბევრია წვრილმარცვლოვანი მასალა (თიხები, თიხნარები), მაშინ იგი უხვად იწოვს წყალს, იყვინთება, მძიმდება და იწყებს ნელ მოძრაობას. სოლიფლუქცია ვითარდება მხოლოდ ისეთ ადგილებში, სადაც ფერდობი დაფარულია მცირე სისქის ფხვიერი პროდუქტებით, მასში ქარბობს წვრილმარცვლოვანი მასალა, გვაქვს ამ მასალის გასაჯერებლად საჭირო რაოდენობის წყალი და ფერდობის დაქანება 3-დან 30°-მდეა (ნაკლები დაქანებისას მანქანა ადგილიდან არ იძვრის, მეტის დროს კი წვრილი ნაწილაკები ადვილად გააქვს წყალს). სოლიფლუქციური ნაქადები ხშირად ფერდობზე ქმნის მცირე ზომის საფეხურებს—სოლიფლუქციურ ტერასებს.

მიწისქვეშა წყლის გავლენა ქანების ფიზიკურ თვისებებზე და მიწისქვეშა წყლის ნალექები. მიწისქვეშა წყალი ცვლის ქანების ფერს, სიმკვრივს, მოცულობას, ელექტროგამტარობას, სტრუქტურასა და სხვა ფიზიკურ თვისებებს და ხალხისთვის სარგებლობა ან ზიანი მოაქვს. ამ მხრივ გეოლოგიაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქანების სიმაგრის, მოძრაობის უნარისა და მოცულობის ცვლილება, რადგან წყალი მცირედი დანესტიანებითაც დაბლა სწევს სიმაგრეს, აადვილებს ბურღვა-სა და ქანების მონგრევას, მაგრამ ხელს უწყობს გვირაბების ჭერისა და კედლების ჩამოქცევას. მარადმზრალ რაიონებში კი გვეხმარება გვირაბების გაუმკვრებლად გაყვანაში, მაგრამ ყინულის გადნობისას იწვევს მიწის მასების დაჯდომასა და გადაადგილებას.

წვრილმარცვლოვანი ქვიშები წყლით გაჟღენთვისას იძენს მოძრაობის უნარს და იქცევა მცურავ ქანად: ეს პროცესი განსაკუთრებით ინტენსიურია მაშინ, როდესაც ქვიშას ურევია კოლოიდები, რადგან ისინი აკავებენ წყალს და ამცირებენ ქვიშის კუთრ წონას. ზოგჯერ მცურავ ქანთან ერთად მოძრაობს ზევით მდებარე ფხვიერი

მასებიც. გვირაბების სანგრევეებში ასეთი ქანების მოძრაობა ხდება უეცრად და იწვევს დიდ ზიანს.

ზოგი თიხიანი ქანი წყლით გაქლენთვისას ფუვდება, იჯირჯება და ავსებს გვირაბებს. ამგვარადვე მოქმედებს სველი ქანი გაყინვის დროსაც, რადგან მატულობს მოცულობაში, მაგრამ ყინულის გადნობისას იკუმშება და იწვევს გრუნტის დაჯდომას. ამიტომ ასეთ პირობებში ნაგებობათა საფუძვლები ყოველთვის უნდა მოთავსდეს გრუნტის გაყინვა-ლხობის ზონის ქვევით. გარდა ამისა, ქანებში მოძრაობისას მიწისქვეშა წყალი გამოყოფს ნალექს და აცემენტებს ფხვიერ მასებს, თანაც მოქმედებს ქანებზე და ცვლის მათ ქიმიურ შემადგენლობას.

მიწისქვეშა წყალი ყოველთვის შეიცავს ამა თუ იმ ნივთიერებებს. შესაბამის პირობებში ისინი გამოიყოფიან მისგან და ქმნიან ნალექებს. ასეთია: სტალაქტიტები, სტალაგმიტები, კალციტის, ქალციდონის, ოპალის, აქატის, ბარიტის, ტყვიისა და სხვა ნივთიერებათა ძარღვები, აგრეთვე კირტუფი—ტრავერტინი და კაქტუფი—გეიზერიტი (იხ. დანალექი ქანები, კარსტი), ასე რომ კირტუფი შეიძლება წარმოიშვას, როგორც ცივი, ისე ცხელი წყაროებიდან. მაგალითად „კარლოვი ვარის“ ცხელი წყაროები (ჩეხოსლოვაკია), რომელიც ისეა გაჯერებული კალციუმის ჰიდროკარბონატით, რომ თუ მასში ჩავდებთ რაიმე სხეულს, რამდენიმე საათში იგი კირქვით დაიფარება.

მიწისქვეშა წყლის ძებნა-ძიება, ბრძოლა შახტისა და აგრესიული წყლების წინააღმდეგ. მიწისქვეშა წყლების კვლევის დროს მიმართოვენ ჰიდროლოგიურ აგეგმვას; ბურღვას; საცდელ ამტუშებვას; მათ რეჟიმზე სტაციონარულ და კვირვებასა და ლაბორატორიულ ანალიზებს. აქედან, განსაკუთრებულ როლს ასრულებს აგეგმვა. მას ჩვეულებრივად ახდენენ გეოლოგიურ აგეგმვასთან ერთად და იმავე მასშტაბში. ამისათვის დეტალურად აღწერენ და რუკაზე დააქვთ საკვლევ რაიონში არსებული ყველა წყარო, ჭა, ნაკადული, მდინარე, ტბა, ჭაობი და სხვა ბუნებრივი, თუ ხელოვნური წყალსაცავი და სადრენაჟო არხები. აკვირდებიან წყაროებს, მათ დებიტს, თვისებებს, კვებას, სწავლობენ ქანების ნაპრალიანობას, ფორონობას, შემადგენლობას, ტექტონიკურ სტრუქტურას, კლიმატს, რელიეფს, ჭაობებს, მეწყრებს და საერთოდ მიწისქვეშა წყლის წარმოშობასა და დრენაჟის პირობებს. ლაბორატორიაში შეგროვებულ მასალას უკეთებენ ანალიზს. შესაბამისი კამერული დამუშავების შემდეგ რუკაზე შემოხაზავენ წყლის თითოეული ტიპის გავრცელების არეს, შემდეგ კი წერენ ანგარიშს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შახტის წყალი ის წყალია, რომელიც გამოდის გვირაბებში, აგრესიული კი ისეთი წყალი—, რომელიც შეიცავს ამა თუ იმ მჟავას, ან ამონიუმის ქლორიდებს, არასრულ სულფატურ მარილებსა და ფენოლებს. მისი მჟავიანობა (PH) 7-ზე მეტია.

ორივე ამათ დიდი ზიანი მოაქვს, რადგან შახტის წყალი ხელს გვიშლის მუშაობაში, თანაც ხელს უწყობს მცურავი ქანის წარმოქმნას, აგრესიული წყალი კი მოქმედებს ბეტონისა და რკინის ნაგებობებზე, ახდენს მათ კოროზიას (გახსნა-დაშლა) და გამოჰყავს წყობილებიდან. ამიტომ შახტის წყლის წინააღმდეგ მიმართავენ შემდეგ ღონისძიებებს: თუ იგი წარმოქმნილია მდინარის, ღვარების ან ჭაობის წყლის ჩაქონებით ქანებში, მაშინ მდინარე ხელოვნური კალაპოტით გადაჰყავთ სხვა ადგილას, ღვარებს გზას უჭრიან გარდიგარდმო არხებით და მიმართულებას აძლევენ საბადოს გარეთ, ჭაობებს კი აშრობენ. მაგრამ, თუ შახტის წყალი იკვებება გრუნტის წყლით და იგი მდებარეობს 15—20 მ სიღრმემდე, მაშინ არხებით ახდენენ მის ღრენაჲს და წყალი გაჰყავთ თვითღინებით ან გადატუმბავენ. ასეთი არხები შეიძლება იყოს გადამღობი, წრიული და პარალელური. პირველი განლაგებულია გრუნტის წყლის ნაკადის მართობულად, მესამე—პარალელურად, მეორე კი გარს უვლის საბადოს. მაგრამ, თუ გრუნტის წყალი 20 მ-ზე ღრმადაა, მაშინ ჭრიან ბურღილებს და შიგ ათავსებენ გამჟოლ ფილტრებს, საიდანაც შემდეგ ახდენენ გადატუმბვას. მცურავი ქანის სანგრევში გამოსვლისას გვირახს ამგარებენ მორებით ან ძელებით და შიგ ათავსებენ ნამჯას ან თივას, რადგან იქიდან წყალი ადვილად გამოდის და ზევით რჩება მყარი მასალა. ამავე დროს, იყენებენ ნემსფილტრებს, ჩასასობ ფილტრებს და სხვა ასეთ დასვერეტილ რკინის მილებს, რომელშიც წყალი ადვილად მოძრაობს და ქანი „შრება“ (წყვეტს მოძრაობას). ჩასასობ ფილტრებს იყენებენ წყლის მადნის ქვევიდან მოღინებას შემთხვევაშიაც, შემდეგ კი ახდენენ გადატუმბვას. გარდა ამისა, შახტის წყლების წინააღმდეგ აგებენ სადრენაჲო შტრეკებს, შურფებს, შახტებს და სხვა სახის გვირახებს. აგრესიული მჟავე წყლების გასაუვნებლად კი იყენებენ კირსა და კაუსტიკურ სოდას, რადგან ისინი ახდენენ მათ განეიტრალებას, თანაც რკინას ცვლიან მჟავაგამძლე მასალებით. პირიტის შემცველობისას მადანს იღებენ მთლიანად, რადგან იგი წყლისა და ჟანგბადის მოქმედებით იშლება და გვაძლევს გოგირდმჟავას.

მიმდინარე წყლების გეოლოგიური მუშაობა

მიმდინარე წყლის სახეები. მიმდინარე წყალი ეწოდება ხმელეთზე მოძრავ წყალს. ასეთია: ზეწრული ჩამონადენი, ღვარები, ნაკადულები, ღელეები და მდინარეები.

ზეწრული ჩამონადენი ჩნდება წვიმებისა და თოვლის დნობის დროს, ზეწარივით თხელ ფენად არის გადაკრული ფერდობზე და უწყვეტლივ მოძრაობს ქვევით. წვიმის დროს იგი ჯარგად ჩანს

თუნუქის სახურავებზე და გლუვ, შიშველ კლდეებზე. მაგრამ მიწის ზედაპირი არასდროს არ არის იდეალურად სწორი. წყალი მიისწრაფვის მეტი დაქანებისკენ და იქ ქმნის უფრო მძლავრ, სწრაფ ნაკადებს—ღვარებს. ისინი თავიანთ გზაზე არჩევენ მცირე სიღრმის ლარებს—ნაღვარებს. მომდევნო წვიმების დროს ღვარები იშვიათად მიჰყვებიან წინანდელ გზას, რადგან ქარის მოქმედებითაც ადვილად იცვლიან გეზს. ამიტომ ღვარებს არ გააჩნია მუდმივი გზა და მათ ველურ წყლებს უწოდებენ. ხანდახან ღვარები მიჰყვება ნაღვარებს და გრუნტის წყლის ღონემდე დაჰყავს. ამ დროს მასში ჩნდება მეტ-ნაკლებად მუდმივი დინების წყალი—ნაკადული. იგი წყლის მცირე ნაკადია და ყოველთვის ერთი მიმართულებით და ერთ ადგილზე მოძრაობს. ლეღები და მდინარეებიც წყლის ამგვარივე ნაკადებია, მაგრამ უფრო დიდები, რადგან ნაკადულები ერთდება და ქმნის ღელეს, ლეღები კი—მდინარეს. ნაკადული, ღელე და მდინარე პირობითი ცნებებია, რადგან მათ შორის ზუსტი საზღვარი არ არსებობს. ამიტომ ზოგიერთები მოზრდილ ნაკადულს ღელეს უწოდებენ და ღელეს—მდინარეს. ყოველ შემთხვევაში მდინარე ყველაზე დიდი ნაკადია და ყველა სახის მიმდინარე წყალი მასში ჩადის, ყველა ეს წყალი ზეწრული ჩამონადენიდან იღებს დასაბამს და მას ზედაპირული ჩამონადენი ჰქვია.

გზას, რომელზედაც მდინარე მიედინება, ეწოდება კალაპოტი. ზეწრული ჩამონადენი და ღვარები უკალაპოტო ნაკადებია: ნაკადული, ღელე და მდინარე—კალაპოტიანი. ნაკადულის გზას ღარტაფი ჰქვია, ღელესას—ხევი, მდინარისას—ხეობა. ესენიც პირობითი ცნებებია, რადგან ზოგიერთები ღარტაფს ხევს უწოდებენ და მოზრდილ ხევს—ხეობას.

მიმდინარე წყლების რაოდენობა დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, მათ ხასიათზე, რელიეფზე, ქანების წყალგამტარობასა და მცენარეულ საფარზე. რაც მეტია ატმოსფერული ნალექები, ძლიერია წვიმები, ინტენსიურია თოვლ-ყინულის დნობა, ციცაბო და შიშველია რელიეფი და წყალგაუმტარია ქანები, მით მეტია ზედაპირული ჩამონადენი და, პირიქით. მ. ლვოვიჩის გამოთვლით, ჩვენს პლანეტაზე წელიწადში მოდის 500 ათასამდე კმ³ ატმოსფერული ნალექები, აქედან ხმელეთზე—99,3 ათასი კმ³, საიდანაც 63 ათასი კმ³ ორთქლდება და ატმოსფეროს უბრუნდება, 36,3 ათასი კმ³ კი ზედაპირზე მიედინება და მიწაში ჩადის. ზოგიერთი ავტორის გამოთვლით კი საბჭოთა კავშირში წელიწადში მოდის 11491 კმ³ ნალექი, რაც ჩვენს ტერიტორიაზე თანაბრად განაწილებისას შეადგენს 531 მმ-ს. აქედან ნახევარზე მეტი ორთქლდება.

ყველა სახის მიმდინარე წყალი ასრულებს ერთნაირ გეოლოგიურ როლს, მაგრამ სხვადასხვა მასშტაბით. იგი გამოიხატება ქანების დაშ-

ლაში, ანუ ე.რ.ზ. ი ა შ ი, ნ ა შ ა ლ ი. მ ა ს ა ლ ი ს გ ა დ ა ტ ა ნ ა შ ი, ანუ ტ რ ა ნ ს პ ო რ ტ შ ი, და ა მ მ ა ს ა ლ ი ს ს ხ ვ ა ა დ გ ი ლ ზ ე და ლ ე ქ ე ვ ა — ა ხ ა ლ ი ნ ა ი ლ ე ქ ე ბ ი ს წ ა რ მ ო კ მ ნ ა შ ი.

ეროზია. „ეროზიო“ ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს მოკმას, მოცვეთას. გეოლოგიაში ამ ტერმინში უმთავრესად იგულისხმება მიმდინარე წყლების მიერ ქანების მექანიკური დაშლა და ფერდობების ჩამორეცხვა. ამიტომ ეროზიის ხარისხი დამოკიდებულია ქანების სიმკვრივესა და წყლის კინეტიკურ ენერგიაზე, ე. ი. პირველის უკუპროპორციულია და მეორის — პირდაპირპროპორციული.

კინეტიკური ენერგია გამოისახება ფორმულით

$$F = \frac{m \cdot v^2}{2},$$

სადაც F არის წყლის კინეტიკური ენერგია; m — მასა; v — სიჩქარე. რაც მეტია მდინარის წყლის მასა და სიჩქარე (კალაპოტის დაქანება), მით მეტია მისი კინეტიკური ენერგია და, პირიქით. მაგრამ ამ შემთხვევაში მთავარია სიჩქარე, რადგან რამდენადაც დიდი არ უნდა იყოს მდინარე, თუ მისი სიჩქარე მცირეა, ძალაც მცირეა. ამიტომ არის, რომ ზოგჯერ მთის პატარა მდინარეს ბევრად მეტი მუშაობის შესრულება შეუძლია, ვიდრე ბარის დიდს, რადგან აქ კალაპოტის დაქანება დიდია.

ეროზიის ინტენსივობაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე მცენარეულობა, შრეების განლაგება ფერდობებისადმი, წყალში მექანიკური მინარევეები და დიამეტრი. მცენარეულობა ანელებს წყალს და ამცირებს მის ძალას. შრეების ფერდობის მიმართულებით დახრისას ეროზია მინიმუმამდეა დაყვანილი და, პირიქით, რადგან პირველ შემთხვევაში წყალს დიდხანს უხდება მუშაობა ერთ შრეში და მის გაკვეთამდე ვერ ახდენს გავლენას ქვედა შრეზე. შრეებისა და რელიეფის ურთიერთსაწინააღმდეგო დახრისას წყალი რბილ ქანს ადვილად შლის, მაგარს ძნელად და აჩენს ამ ქანების შევრილებს, რომლებიც გარკვეული დროის შემდეგ თავისივე სიმძიმის ძალით ინგრევა. რაც შეეხება მექანიკურ მინარევეებს, იგი ამძიმებს წყალს და ძალას მატებს. ამიტომ, რაც მეტი და მსხვილია წყლის მიერ წალბებული ქანების ნატეხები, მით მეტია მისი ეროზიის უნარი და, პირიქით.

ქანებს შლის სუფთა წყალიც, მაგალითად, სახლების საწვიმარი მილების ქვეშ ყოველთვის ამოღრუებულია. ეს გამოწვეულია იმით, რომ აქ წყალი ვარდება მთელი სიმძიმით და მისი პოტენციური ენერგია გადადის კინეტიკურში. ამიტომ, რაც უფრო ციცაბოა რელიეფი და მეტი სიმაღლიდან ვარდება წყალი, მით მეტია მის მიერ შესრულებული მექანიკური მუშაობა. ამით აიხსნება, რომ ჩანჩქერის ძირში ქანები ყოველ-

თვის ამორღნილია და აჩენს ქვაბისებრ ჩაღრმავებას—ღ ე ვ ი ს ქ ვ ა ბ ე ბ ს. თუმცა მის შექმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს იქ არსებული დიდი ქვებიც, რადგან წყლის დაცემისას ისინი ადგილზევე ბრუნავენ და ღრღნიან ქვეშ მდებარე ქანებსაც.

წყალს მიაქვს რა ქანების ნატეხები, აჯახებს ერთიმეორეს, ამრგვალებს, აქუცმაცებს და შლის შემხებ ძირითად ქანებსაც—ახდენს ეროზიას. ამიტომ, კ ა ი ზ ე რ ი ს მხატვრული გამოთქმით რომ ვთქვათ, „წყალი არის ზამოძრავებელი ძალა, ქანების ნატეხები კი ხერხი, რომლითაც ხდება მიწის ზედაპირის გახერხვა“.

ეროზია—ორგვარია—სიღრმითი, ანუ ხაზობრივი (ფსკე რის), და გვერდითი, ანუ ფართობული (ფერდობის). პირველი ხდება კალაპოტის გასწვრივ, მთელ სიგრძეზე (ე. ი. ხაზობრივად)



ნახ. 45. ეროზიის ბაზისი.

და იწვევს მისი ფსკერის ჩაღრმავებას, მეორე კი ახდენს ფერდობების ჩამორეცხვას, ხეობების გაგანიერებასა და მთების დადაბლებას. სიღრმით ეროზიას აწარმოებს კალაპოტიანი ნაკადები, ფართობულს—უკალაპოტოები.

ეროზია ყველაზე ძლიერია ნაკადების შესართავთან, რადგან იქ წყალი და მისი ძალაც მეტია. ამიტომ შესართავს ეროზიის ბაზისს უწოდებენ. აქედან იწყება კალაპოტიანი ნაკადების სადენი არხის განვითარება და შემდეგ იგი თანდათანობით აღმა მიიწვეს (ნახ. 45).

ამის გამო ეროზია მიმდინარეობს მხოლოდ ეროზიის ბაზისის დონემდე, რადგან აქ ნაკადის დახრა ნულს უახლოვდება, ნაკადი აუზის წყალს ებჯინება, ჩერდება და ეროზიაც წყდება. ეროზიის ბაზისი ორგვარია: ადგილობრივი და მსოფლიო. ადგილობრივია ყველა ნაკადის შესართავის დონე (მდ. ვერესათვის მტკვრის დონე თბილისის ცირკთან, მტკვრისათვის—კასპის ზღვის დონე და ა. შ.), მსოფლიო კი—მსოფლიო ოკეანის დონე. ამ დონეზე დასვლისას ეროზია წყდება, რელიეფი მოსწორებულია და წარმოადგენს უზარმაზარ ვაკეს. ასეთ ვაკეს პენეპლენი ვკეცია. ამრიგად, ეროზია მიმართულია რელიეფის პენეპლენიზაციისაკენ. ხანდახან არის შემთხვევა, როდესაც ასეთი ვაკის შექმნის შემდეგ, ე. წ. მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობების ან სხვა მიზეზების შედეგად, ეროზიის ბაზისი ქვევით იწევს ან მდინარის სათავე აღმა მოძრაობს. ამ დროს მდინარე ახალგაზრდავდება და ეროზია ხელახლა იწყება. ეროზიის ასეთ დამთავრება-განახლებას ამერიკელმა დევისმა ეროზიის ციკლები უწოდა. მაგრამ მთელი დედამიწის მოვაკება არ შეიძლება, რადგან არც წყალი (მშრალ პაუზში მის როლს ასრულებს ქარი), არც მიწის ქერქის მოძრაობაა ყველგან ერთდროული, ერთნაირი ხასიათისა და მიმართულების, და არც მიწის ქერქია ერთნაირი შემადგენლობის. მიუხედავად ამისა, ეროზიის ციკლები მაინც არსებობს, რადგან ამა თუ იმ ადგილზე ხმელეთის დაღმავალი მოძრაობა იწვევს ეროზიის შენელება-შეწყვეტას, აღმავალი კი—განახლებას. ამიტომ ეროზიის ციკლები ყველგან ერთდროული და ერთნაირი ხანგრძლივობის არ არის და მას იწვევს არა ეროზიული პროცესი, არამედ, ძირითადად, მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობები.

ხეობების განვითარების დასაწყისში უფრო ინტენსიურია სიღრმითი ეროზია, რადგან ამ დროს კალაპოტის დაქანება დიდია და ეროზია ხდება დარშიაც, ე. ი. მაშინ, როდესაც ფართობული ეროზია არ მიმდინარეობს. ამიტომ ეროზიის ბაზისს პირველად აღწევს სიღრმითი ეროზია, შემდეგ—ფართობული. ეროზიის შედეგად ირეცხება ფერდობები, იშლება ქანები და ეს მასალა ძირითადად შედის ზღვებსა და ოკეანეებში. ამიტომ ოკეანის ფსკერს ემატება ის, რაც ხმელეთს აკლდება. დღეს ეროზიას განიცდის მთელი ხმელეთის დაახლოებით 26% და მას ამ გზით ყოველწლიურად აკლდება 10 კმ³ მყარი მასალა. დედამიწაზე რომ ეროზიის საწინააღმდეგო პროცესები არ ყოფილიყო, ხმელეთი 9,3 მლნ წლის წინათ მოვაკდებოდა.

ეროზიას განსაკუთრებით ადვილად განიცდის უტყეო ფერდობები და შიშველი, მოხნული ნიადაგი, რადგან ამ დროს—იგი გაცილებით ფხვიერია (1971 წლის მონაცემებით, საბჭოთა კავშირში ეროზიის გზით ყოველწლიურად ირეცხება 530 მლნ ტ ნიადაგი, რაც შეიცავს 1,2 მლნ ტ აზოტს, 593 ათას ტ ფოსფორს, 12 მლნ ტ კალიუმს და ა. შ. მარტო

ევროპულ ნაწილში ეროზიას განიცდის 50 მლნ ჰა ნიადაგი, საიდანაც 10—11 მლნ ჰა ს 70—80%-ით დაკარგული აქვს ნაყოფიერება. საქართველოში კი წყლისა და ქარისმიერ ეროზიას განიცდის 425 ათასი ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგული და მის ყოველ ჰა-დან წლიურად ირეცხება 100—150 ტ ნაყოფიერი ფენა). ამიტომ ტყეების შენარჩუნებასა და მისი ფართობების გაზრდას დღეს ყველგან დიდი ყურადღება ექცევა, რადგან იგი ნიადაგს იცავს ჩამორეცხვისა და მეწყერისგან, აწესრიგებს წყლის რეჟიმს, აღუმჯობესებს ჰავას და ასუსტებს ქარებს. ამით აიხსნება, რომ ტყის დაცვის IV მსოფლიო კონგრესმა ტყეს ასეთი შეფასება მისცა: „ტყე ტენია, ტენი—მოსავალი, მოსავალი კი ხალხის ცხოვრება“. ეროზიის წინააღმდეგ მიმართავენ აგრეთვე ფერდობების დატერასებას; წყალშემკრები და წყალსარიანი არხების გაყვანას ხრამებისა და ხეხების სათავეების კორდით, ჩალითა და ფიჩხით ამოვსებას; ბეტონისა და მორების გარდიგარდმო ტიხრების აგებას და სხვა ღონისძიებებს.

ზეწრული ჩამონადენის გეოლოგიური როლი. ზეწრული ჩამონადენი მცირე სისქისაა, ნელია, სუსტია და მოიცავს ფერდობის მთელ ზედაპირს. ამიტომ მას იქიდან მოაქვს მხოლოდ უწვრილესი ნაწილაკები. მაგრამ უღენთავს, ამძიმებს ფერდობზე არსებულ გამოფიტვის ფხვიერ პროდუქტებს და იწვევს დაცოცებასა და დაგორებას. ამის გამო ფერდობი თანდათან ირეცხება, დაბლდება, თავისუფლდება ფხვიერი მასალისგან და გამომფიტავ ძალებს¹ საშუალება ეძლევა განაგრძოს გამოფიტვა. ზეწრული ჩამონადენის ეროზიის ბაზისი ფერდობის ძირია. ამიტომ მათ მიერ წამოღებული, დაცოცებული, თუ დაგორებული მყარი მასალა ფერდობის ძირში ჩერდება და ქმნის დელუვიონს. ზოგჯერ მეზობელი დელუვიონები ერთდება და ჩნდება ერთიანი ფენა—დელუვიური საფარი. ამის გამო ზეწრული ჩამონადენის გეოლოგიური როლი გამოხატება ფერდობების ჩამორეცხვასა და დელუვიონის შექმნაში. მაგრამ ეს დელუვიონი უმთავრესად წმინდამარცვლოვანია და წააგავს ლიოსს. თბილისში ასეთია მამადავითისა და სხვა ქედების ძირში არსებული თიხნარები, რომლისგანაც აკეთებენ აგურ-კრამიტს.

ღვარებისა და დროებითი დინების კალაპოტიანი ნაკადების გეოლოგიური როლი. ღვარები და დროებითი დინების კალაპოტიანი წყლები მნიშვნელოვანი სიმძლავრის ნაკადებია, მაგრამ მოქმედებს მხოლოდ წვიმებისა და თოვლ-ყინულის დნობის დროს და ეხებიან მიწის ზედაპირის იმ ნაწილს, რომელზედაც მოძრაობს. მათ გაცილებით მეტი და მსხვილი მასალა მოაქვთ, ვიდრე ზეწრულ ჩამონადენს და მეტ ეროზიასაც აწარმოებს. ეს კარგად ჩანს ძლიერი-წვიმე-

ბისა და თოვლ-ყინულის სწრაფი დნობის დროს, როდესაც პატარა, მშრალი ხეებიც კი ისე დიდდებიან და ისეთ ლოდებს მოაგორებს, რომ



ნახ. 46. ხრამი.

შიგ გასვლა საჩიშია. ღვარები კი ფხვიერ ქანებში აჩენს ხრამებს, რომელთა სიღრმე, ერთხელ წვიმის დროს, ზოგჯერ რამდენიმე . მ, ხოლო სიგრძეათეულ და ასეულ მეტრებს აღწევს (ნახ. 46). ამ დროს მათ დიდძალი მყარი მასალა მოაქვთ.

გარდა ამისა, სხვადასხვა სიღრმის ნატეხებისგან შემდგარ მძლავრ ფხვიერ ნალექებში, ღვარები (ზეწრული ნაკადებიც) ქმნიან ე. წ. „მიწის პირამიდებს.“ ეს არის 15 მ-მდე სიმაღლის მიწის სვეტები, რომლებსაც ზემოდან ადევს ლოდები (ნახ. 47). ღვარი ლოდს ვერ ძრავს ადგილიდან, უვლის



ნახ. 47. მიწის პირამიდები.

ვარშეშ და მის ირგვლივ ქმნის წრიულ ჩაღრმავებას. შემდგომი ღვარები მას კიდევ უფრო აღრმავებს. ამიტომ ლოდქვეშ მოქცეული მიწის მასა რჩება ადგილზე სვეტის სახით, რადგან მას სიმტკიცეს აძლევს ლოდის სიმძიმე.

წაღებული მასალის რაოდენობის მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა ისეთი რაოდენობის დროებითი დინების კალაპოტიანი ნაკადები, სადაც წვიმებს შორის გადის ხანგრძლივი დრო, ფერდობები აგებულია თიხაფიქლებისა და სხვა ადვილადშლადი შიშველი ქანებისგან, და ხანდახან იცის კოკისპირული წვიმები, რადგან ამ დროს წვიმათშორის ინტერვალში ფერდობებზე გროვდება დიდი რაოდენობის გამოფიტვის პრიოდქტი, მას ერევა წვიმის წყალი, ძრავს ადგილიდან, აქცევს ტალახ-ლორდის ნაკადად და დიდი სიჩქარით (15 კმ-მდე საათში) მოაქანებს ქვევით. საქართველოში ასეთ ნაკადს ღვარცოფი ჰქვია, კავკასიაში—სელი, სილი, ალპებში კი—მური. მას ქვევით მოაქვს უამრავი მყარი მასალა (1921 წლის 8 ივლისს ალმა-ათაში ღვარცოფმა ჩამოიტანა 1,5 მლნ მ³ შლამი და ლორდი, რომელშიც რამდენიმე ტონიანი ლოდებიც ერია, დაფარა ქუჩები, დამარხა შენობები. 1940 წლის აგვისტოში კი ჩრდილო კავკასიაში, მდ. ბაქსანის ხეობაში, ღვარცოფმა ერთბაშად ჩამოიტანა 3 მლნ-მდე მ³ მყარი მასალა)

არჩევენ ორი სახის ღვარცოფს: სტრუქტურულსა და ტურბულენტურს. პირველი შედგება 80%—90%-მდე მყარი მასალისა და დანარჩენი წყლისგან, მეორეში კი მყარი მასალა 10—20%-ია, ამასთან იგი მდიდარია პიდროფილური (წყალშთანთქმელი) კოლოიდური ნაწილაკებით. ღვარცოფი იცის ყველგან, სადაც ზემოაღნიშნული პირობები გვაქვს, მათ შორის საქართველოშიაც. იგი ცნობილია სვანეთში, მთის რაჭასა და მთიან კახეთში და მოიცავს 18,5 ათას კმ² ფართობს, ე. ი. საქართველოს მთელი ტერიტორიის 26%-ს. ამ მხრივ განსაკუთრებით განთქმულია მდ. დურუჯი, რომელსაც არაერთხელ წაუღვია ყვარლის რაიონული ცენტრი (პროფ. გ. ხარატიშვილისა და სხვათა მონაცემებით, 1949 წლის ივლისში, ღამის პირველ საათზე ყვარელს უეცრად მოადგა 7 მ სიმაღლის ტალღა, რომელმაც რამდენიმე წუთში ამოავსო სახლების პირველი სართულები). ღვარცოფიან მდინარეთა ხეობები ჩვეულებრივ მოკლეა, შუაში ვიწრო, სათავესა და ქვემო წელში გაფართოებული.

ღვარცოფს დიდი ზიანი მოაქვს. ამიტომ მის წინააღმდეგ მიმართავენ შემდეგ ღონისძიებებს: ფერდობებზე აშენებენ ტყეებს; ფერდობებზე და ხეობის ფსკერზე აკეთებენ ტერასებს, ტაფობებს, ღვარდამკურ კედლებს, მიმმართველ ჯებირებს, ღვარსაქცევებს, ღვარმჭრელ რკინის, ცემენტისა და ხის ცოძებს (ბარიერებს), ხის ფარებს. ღვარცო-

ფის მოსალოდნელობის წინასწარი დადგენისათვის კი ახდენენ მეტეოროლოგიურ დაკვირვებებს და ა. შ.

ღვარებისა და ღრობითი დინების კალაპოტიანი წყლების ეროზიის ბაზისიც ფერდობის ძირია. ისინი, გავაკების ან მდინარესთან შეერთების გამო, ჩერდებიან, უეცრად კარგავენ ძალას და ლექავენ წამოდებულ მასალას. ამ მასალის დანაგროვს გვეგმაზე ფერდობისკენ წვეროთი მიმართული დაწოლილი კონუსის ფორმა აქვს, ამიტომ მას გამოტანა კონუსის უწოდებენ, ნალექებს კი ღვარნალექები, ან უპროლუვიონი ჰქვია. ესეც ისეთივე არაშრებერივია, როგორც დელუვიონი, მაგრამ მისგან განსხვავებით აქ ნატეხები ოდნავ დამუშავებული (წვეროები და კუთხეები მოცვეთილი აქვს) და რამდენადმე დახარისხებულია, რადგან კონუსის წვეროში მოთავსებულია უფრო მსხვილი მასალა, ფუძეში კი—შედარებით წვრილი. შეცემენტებულ პროლუვიონს ფანგლომე რატი ეწოდება. ზოგჯერ მეზობელი გამოტანის კონუსები ერთდებიან და ქმნის ერთიან ფენას—პროლუვიურ სარსაფარსა და პროლუვიურ ველს. ამრიგად, ღვარებისა და ღრობითი დინების კალაპოტიანი ნაკადების გეოლოგიური როლი გამოიხატება ფერდობების ჩამორეცხვაში, მიწის პირამიდების, გამოტანის კონუსების, პროლუვიური საფარისა და პროლუვიური ველის შექმნაში.

მუდმივი დინების კალაპოტიანი წყლების გეოლოგიური მუშაობა. როგორც აღვნიშნეთ, მუდმივი დინების კალაპოტიანი წყლებია: ნაკადული, დელე და მდინარე. ჩვენს პლანეტაზე რამდენიმე ათეული მილიონი ასეთი წყალია, საბჭოთა კავშირში კი—2 მლნ 870 ათასი. ყველა ეს წყალი ასრულებს ერთნაირ გეოლოგიურ როლს, მაგრამ უმთავრესს—მდინარე. ამიტომ მათ გეოლოგიურ მოქმედებას განიხილავენ, როგორც მდინარის გეოლოგიურ როლს.

ზოგადი ცნობები მდინარის შესახებ. მდინარე ეწოდება წყლის მნიშვნელოვან მასას, რომელიც უმთავრესად მიედინება მის მიერ შექმნილ ჩაღრმავებებში. საზღვრობის მიხედვით იგი ოთხგვარია: თოვლის, მყინვარის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლებით მოკვებადი. მაგრამ იშვიათია ისეთი მდინარე, რომელიც მხოლოდ ერთ-ერთი ამ წყლით იკვებებოდეს. ჩაღრმავებას, რომელშიც მდინარე მიედინება, ჰქვია ხეობა, მის ყველაზე ჩაღრმავებულ ნაწილს, რომელშიც მდინარე წყალმცირობის დროს მოძრაობს—კალაპოტი, კალაპოტის უღრმესი წერტილების შემაერთებელ ხაზსს—ტალვეგი. კალაპოტსგარეთ ხშირად არის მეტ-ნაკლებად მოსწორებული ადგილი, რომელიც მდინარის ნალექებით ან ტყით არის დაფარული. იგი წყალდიდობისას წყლით იფარება. მას ეწოდება კალა

(მერე), ანუ დიდი კალპოტი. ჰალის ფარგლებში ზოგჯერ გამოიყოფა საფეხურისებრი მოვაკებული ადგილი, რომელზედაც წყალი მხოლოდ ძლიერი წყალდიდობის დროს აღის. ჰალის ამ ნაწილს ჰალის ტერასა ჰქვია. ჰალა (ჰალისტერასიანად) და კალპოტი შეადგენს ხეობის ფსკერს. შემდეგ იწყება ფერდობები. ხანდახან მასზეც ჩანს ტერასები. კალპოტი, ჰალა, ფერდობები და ტერასები ხეობის ელემენტებია. გარდა ამისა, ხეობას (მდინარეს) გააჩნია ზემო, შუა და ქვემო წელი, სათავე და შესართავი.

ფართობს, რომლიდანაც მდინარე წყალს იკრებს, ეწოდება კვების აუზი; მდინარეს, რომელიც უშუალოდ ერთვის ამა თუ იმ აუზს — მთავარი მდინარე; დანარჩენებს — შენაკადები; მდინარისა და მისი შენაკადების ერთობლიობას — მდინარის სისტემას; ამა თუ იმ ადგილის ხეობებით დასერილობის ხარისხს — მდინარის ქსელი; ყველა სახის წყლის ერთობლიობას კი — ჰიდროგრაფიული ქსელი (ეროზიული ქსელი).

მდინარეს გააჩნია აგრეთვე სიგრძე, სიგანე, დახრილობა, განივი პროფილი, ხარჯი და სიჩქარე. სიგრძე ეწოდება მანძილს სათავიდან შესართავამდე; სიგანე — მანძილს ერთიდან მეორე კიდემდე; დახრილობა — მდინარის ზედაპირის პროფილს მთელ სიგრძეზე; განივი პროფილი — მდინარის ზედაპირის სახეს განივი მიმართულებით; ხარჯი — დროის ერთეულში მდინარის მიერ გატარებული წყლის რაოდენობას; სიჩქარე კი — განვლილ მანძილს დროის ერთეულში.

ჩვენს პლანეტაზე ყველაზე უგრძესია მდ. ნილოსი (6671 კმ), ყველაზე განიერი, დიდაუზიანი და უხვწყლიანია — მდ. ამაზონი (ქვემო წელში მისი საშუალო სიგანეა 20 კმ, აქა-იქ — 80 კმ, კვების აუზი — 7 180 000 კმ², ხარჯი — 120 ათასი მ³ წამში). საბჰოთა კავშირში ყველაზე გრძელი და დიდაუზიანია მდ. ობი (5570 კმ; 2930 ათასი კმ²), უხვწყლიანი — ენისეი (19100 მ³/წმ). საქართველოში ყველაზე უგრძესია (413 კმ) მდ. ალაზანი, უხვწყლიანი — რიონი (338 მ³/წმ). საერთოდ, ყველაზე ჩქარია (4—12,5 მ/წმ) მთის მდინარეები (საქართველოში მდ. ენგურის სიჩქარე წყალდიდობისას უდრის 12 მ/წმ). ყველაზე ნელი — ვაიის მდინარეები (0,5—2,5 მ/წმ).

არჩევნ შინარის სამ ფაზას: წყალმცირობას, წყალდიდობასა და წყალმოვარდნას. წყალმცირობა ისეთი მომენტია, როდესაც მდინარეში ყველაზე ნაკლები წყალია. წყალდიდობა ეწოდება მდინარეში წყლის რაოდენობის მნიშვნელოვან მომატებას (ხდება თოვლის დნობის, ხანგრძლივი წვიმებისა და მდინარის საწინააღმდეგოდ ქარის ქროლვის დროს), წყალმოვარდნა კი — წყლის დონის უეცარ, მოკლენიან აწევას და ნაპირებიდან გადმოსვლას (ადგილი აქვს თოვლ-ყინულის

სწრაფი დნობისა, კაშხლის გარღვევის, კოკისპირული წვიმების და სხვა ამგვარი მოვლენების დროს). წყალმოვარდნა ხდება საქართველოშიაც. უკანასკნელად აქ მას ადგილი ჰქონდა 1968 წლის 19 აპრილს და 11 ივლისს. იგი გამოწვეული იყო იმ დღეებში უეცარი, კოკისპირული წვიმებით და თოვლის სწრაფი დნობით მდინარეთა სათავეებში. 19 აპრილს, დილით თბილისში მტკვრის დონე 6,8 მ-ით აიწია, ხარჯმა კი წამში 2600 მ³-ს მიაღწია, ე. ი. 1,5-ჯერ გადააჭარბა მრავალწლიან მაქსიმუმს. მან წალეკა თბილისის, ბორჯომის, ახალციხის და სხვა რაიონების მთელი რიგი ადგილები და დიდი ზარალი გამოიწვია. ამ დროს ასეთივე ზარალი მოხდა დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა ხეობებშიაც. საყურადღებოა, რომ 1968 წლის ზაფხულში წყალმოვარდნებს ადგილი ჰქონდა ინდოეთში, საფრანგეთში, აღმოსავლეთ პაკისტანსა და სხვა ქვეყნებშიაც. მარტო პაკისტანში მან იმსხვერპლა 162 კაცი, 6500 პირუტყვი და დაანგრია 300 ათასზე მეტი სახლი.

გეოლოგიური თვალსაზრისით უდიდესი მნიშვნელობა აქვს წყალდიდობასა და წყალმოვარდნას, რადგან ამ დროს მდინარის ხარჯი, სიჩქარე და ძალა ბევრად იზრდება (1931 წელს იანძის დონე 40 მ-ით აიწია) და მდინარეს გადააქვს უდიდესი რაოდენობის და უფრო მსხვილი მყარი მასალა (მდ. განგს მარტო 122 წვიმიან დღეში გადააქვს 170 მლნ მ³, ხოლო წლის დანარჩენ დროში—მხოლოდ 7 მლნ მ³ მასალა).

მდინარე მოძრაობს სიმძიმის ძალით, მაგრამ ნაწილობრივ მიგორავს, ე. ი. მისი წინა ნაწილი უკან რჩება და უკანა წინ უსწრებს. ამიტომ კალაპოტის მეტად დახრილ უბნებში მდინარის სიჩქარე მეტია. სწორ კალაპოტში მდინარე უფრო ჩქარია შუა (ღერძულ) ნაწილში, მიმოხვეულ კალაპოტში—გამოზნექილი ნაპირისკენ, შიგნით კი—ზედაპირიდან დაახლოებით 1/3 სიღრმეზე, რადგან ზედაპირზე იგი ჰაერს ენახუნება, ქვეშ კი—ფსკერს. ამის გამო მდინარის წყალი ფენობრივად, ანუ ლამინალურად, მოძრაობს და ყველაზე ნელია ფსკერთან. მაგრამ კალაპოტის ზედაპირი ყოველთვის უსწორმასწოროა. ამიტომ ჩალრმავეებულ ადგილებში წყალი ვარდება, ამოწეულში ზევით ამოდის და ლამინალური მოძრაობა ტურბულენტურიით, ანუ ბრუნვითი მოძრაობით იცვლება. ამას გეოლოგიაში დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ამ დროს წყალი ფსკერიდან იტაცებს წვრილ ნაწილაკებს, გადააქვს და არ აძლევს საშუალებას დაილექოს, დიდებს კი ძირს უთხრის, მიაგორებს, ტყორცნის ან მიათრევს.

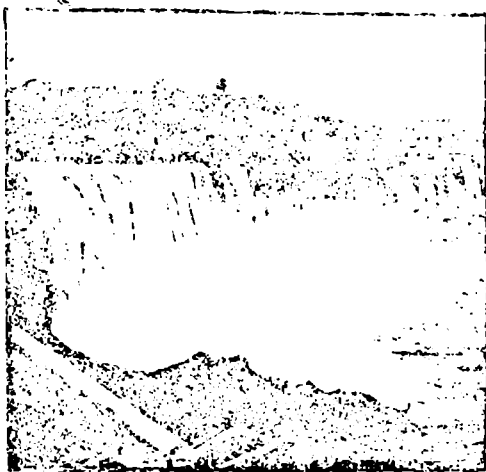
მდინარის გეოლოგიური მუშაობა. მდინარე შლის რელიეფის არსებულ ფორმებს და ქმნის ახალს; აღრმავებს და აფართოებს თავის გზას და აჩენს ხეობას; ეზიდება ნაშალ მასალას, ამრგვალებს, ლექავს და წარმოშობს ახალ ნალექებს; მიმდინარეობს ეროზიას.

ხეობის განვითარება. როგორც აღვნიშნეთ, ეროზია იწყება შესართავიდან და მიმდინარეობს სათავისკენ. ამიტომ ხეობაც შესართავშივე ისახება და ვითარდება აღმა. პირველად ფერდობზე ჩნდება ნალვარევეები, შემდეგ—ლარტაფები, ხეხები და ხეობები. ასე რომ, ხეობის წარმოქმნა ერთბაშად არ ხდება. ხეობის წარმოქმნის დასაწყისში რელიეფის პირვანდელი უსწორმასწორობის ან შემადგენელი ქანების განსხვავებული სიმაგრის გამო, ხეობის ფსკერი უსწორმასწოროა და ხასიათდება ხშირი ტბებითა და წყალვარდნილებით, თანაც მისი განივკვეთი მცირე და სამკუთხოვანია. ასეთ ხეობას (მდინარეს) ახალგაზრდა ხეობა (მდინარე) ჰქვია. შემდეგ წყალვარდნილები თანდათან იშლება (დაბლდება), კორომებად იქცევა, ტბების მეტი ნაწილი ისპობა და ხეობა განიერდება. ასეთ ხეობას მოწიფული ხეობა (მდინარე) ეწოდება. ბოლოს ხეობის ფსკერი მთლიანად ვაკდება, ძლიერ განიერდება, კალაპოტის დონე ეროზიის ბაზისს უტოლდება ან მას უახლოვდება, მისი სიგრძივი პროფილი ოდნავ ჩაზნექილ პარაბოლს ემსგავსება და მდინარე მდოვრედ მიედინება. ასეთ ხეობას (მდინარეს) მოხუცი, ხოლო სიგრძივ პროფილს—წონასწორობის პროფილი ჰქვია. ამრიგად, ხეობის (მდინარის) განვითარებაში გამოიყოფა სამი სტადია: ახალგაზრდობის, მოწიფულობისა და მოხუცებულობის. ახალგაზრდა ხეობას (მდინარეს) ახასიათებს: ტეხილი, სიგრძივი პროფილი, V-სებრი განივკვეთი, ხშირი ტბები, ჩანჩქერები, კლდეკარები და ქანიონები; მოწიფულს—უფრო რბილი სიგრძივი პროფილი—განიერი ყუთისმაგვარი (L) განივკვეთი და კორომები; მოხუცს კი: სიგრძივი წონასწორობის პროფილი, გაშლილი—როფისებრი განივკვეთი (U), მეანდრები, მარჩხობები, კუჩქულები და ტერასები. ახალგაზრდა მთის მდინარეები, მოხუცი—ბარის. მდინარე მოხუცებას იწყებს შესართავიდან (მისი კალაპოტის ფსკერი პირველად აქ უტოლდება ეროზიის ბაზისს). ამიტომ ერთი და იგივე მდინარე ერთ ადგილზე შეიძლება იყოს მოხუცი, მეორეზე—მოწიფული და მესამეზე—ახალგაზრდა (რიონი მოხუცია კოლხეთის დაბლობზე, ახალგაზრდაა—რაჭაში, მოწიფულია—ამათ შორის).

ჩანჩქერი. ჩანჩქერი ეწოდება მდინარის ხეობაში მეტ-ნაკლები სიმაღლიდან ჩამოვარდნილ წყალს. ამიტომ მას წყალვარდნილსაც ეძახიან. იგი ჩნდება იქ, სადაც კალაპოტი უეცრად ტყდება და შეიძლება იყოს დიდი და მცირე. ამჟამად მსოფლიოში ყველაზე უმაღლესია (1500 მ) კაუტრას ჩანჩქერი მდ. კაუტრას სათავეში, ვენესუელაში. შე-

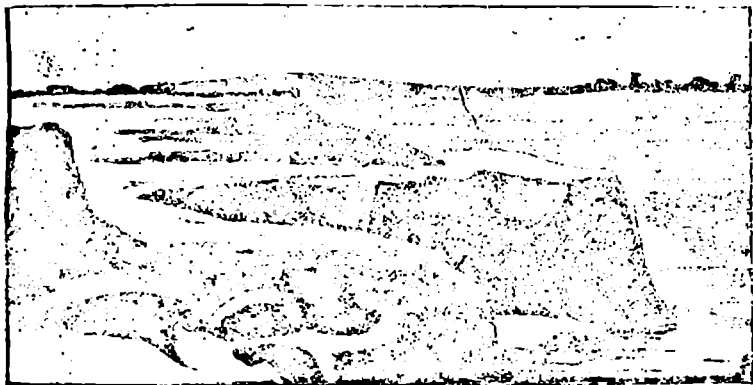
მდეგ მოდის ანხელის ჩანჩქერი მდ. ჩურუნზე, აგრეთვე ვენესუელაში (1054 მ) და ა. შ. ჩანჩქერი გვხვდება თბილისშიაც—ბოტანიკურ ბაღში. მისი სიმაღლე 7—8 მ-ია. საბჭოთა კავშირში ყველაზე მეტად ცნობილია ნარვის ჩანჩქერი (7 მ), მდ. ნარვაზე, ესტონეთისა და ლენინგრადის ოლქის საზღვართან.

ჩანჩქერი შეიძლება წარმოიშვას რელიეფის პირვანდელი გადატეხის ადგილებში; რღვევის შედეგად აწეულ ბლოკებთან; ხეობაში ზეავის ან მეწყრის ჩამოწოლით შექმნილ კაშხლებთან ან პორიზონტალურად განლაგებული მაგარი და რბილი შრეებისგან აგებული ადგილის გამოფიტვით შექმნილი მაგარი ქანების შვერილებთან. არჩევენ ჩანჩქერის სამ ჯგუფს: ვიწროს, ფართოსა და კასკადურს. ვიწრო ისეთი ჩანჩქერია, რომლის სიმაღლე ბევრად აღემატება სიგანეს, ფართო—პირიქით, კასკადური კი შედგება საფეხურებისგან და შეიძლება იყოს ვიწრო და ფართოც. ვიწრო ჩანჩქერს მაღალ ჩანჩქერს უწოდებენ, ფართოს—დაბალს. ვიწროა კაურას ჩანჩქერი, ფართო—იგუასუს ჩანჩქერი (სიმაღლე—72 მ, სიგანე—3 კმ, მდებარეობს მდ. პარანის აუზში არგენტინისა და ბრაზილიის საზღვარზე), ვიქტორიას ჩანჩქერი (სიმაღლე 120 მ, სიგანე—1800 მ, მდებარეობს სამხრეთ აფრიკაში, მდ. ზამბეზზე), კასკადური კი—იოსემიტის ჩანჩქერი, იოსემიტის ხეობაში, კალიფორნიაში (სიმაღლე—792,5 მ, ქმნის 7 საფეხურს). ხალხში ყველაზე მეტად ცნობილია ნიაგარის ჩანჩქერი. იგი მდებარეობს მდ. ნიაგარის შუა წელში—აშშ-სა და კანადის საზღვარზე, და შედგება კანადისა და ამერიკის ტოტებისგან. კანადის ტოტის სიგანეა 914 მ, სიმაღლე—48 მ, ამერიკის ტოტისა კი—შესაბამისად, 305 და 51 მ (ნახ. 48). ჩანჩქერი გვაქვს მიწისქვეშა მდინარეებშიაც. საფრანგეთში, ჰენ-მორტის უფსკრულში—ერთ-ერთი ჩანჩქერის სიმაღლე 135 მ-ია.



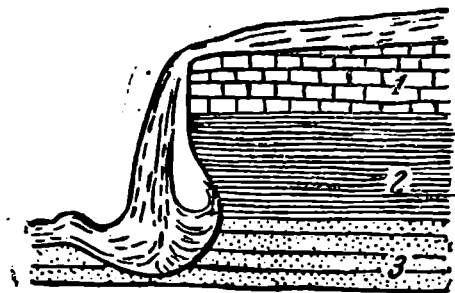
ნახ. 48. ნიაგარის ჩანჩქერი.

ჩანჩქერში წყალი მთელი სიძიმით ვარდება. ამიტომ იგი ლაცემის ადგილზე ინტენსიურად შლის ფსკერის ქანებს, ამასთან, ადგილზევე აბრუნებს არსებულ ქვებს, ღრღინის ფსკერს და აჩენს დევის ქვაბებს



ნახ. 49. დევის ქვაბები.

(ნახ. 49). ლაცემისას წყლის ნაწილი უკუირეკლება, ეჯახება ჩანჩქერის საფეხურს და ძირს უთხრის მას (ნახ. 50). ამის გამო საფეხურის ზედა ნაწილი ერთხანს წინწამოწეულია, შემდეგ ინგრევა და ჩანჩქერი უკან იხევს, ე. ი. ჩანჩქერი თვითონ სპობს თავის თავს. ამ გზით ნიაგარის



ნახ. 50. ჩანჩქერი ჩრდილში.

ჩანჩქერი წელიწადში 1,2 მ-ით იხევს უკან და თუ მომავალშიაც ეს ასე გაგრძელდა, იგი 10 ათას წელში მოისპობა. ასევე ემართება მდინარის კალაპოტის ტბებსაც, რადგან წყალი თანდათან შლის მის წინა ზღუდეს, ამასთან ნალექებით ავსებს ტაფობს. ამიტომ ჩანჩქერი და ტბები ღროვებითი წარმონაქმნებია და თანდათან ისპობა.

კლდეკარი და კანიონი. კლდეკარი და კანიონი ეწოდება ვიწრო, ღრმა, შეუუღკედლებიან, ხშირად საფეხურებიან ხეობას. მაგრამ კლდეკარი მცირე მანძილზე (მეტრები, ათეული მეტრები) ვრცელდება, კანიონი

კი—დიდზე (ასეული და მეტი მეტრობით). კლდეკარი ხანდახან იმდენად მოკლე და ვიწროა, რომ კლდეში გასასვლელ კარს მოგვიავონებს. ამიტომ მას სხვანაირად კარს, ვიწრობს, ანუ ორპირს უწოდებენ (ნახ. 51). საქართველოში კლდეკარია მტკვრის ხეობა მეტეხის ხილთან (თბილისი), რიონის ხეობა სოფ. მურის, ტეფისა და სარეწველას მიდამოებში და სხვ., კანიონი კი—მტკვრის ხეობა ბორჯომის მიდამოებში, დაბახანის ხეობა თბილისის ბოტანიკური ბაღის ცოტა ზევით, უფშარას ხეობა მთელ სიგრძეზე (რიწასთან), ფსირცხის ხეობა ახალ ათონთან, ეშერის ხეობა იქვე და ა. შ. მსოფლიოში ყველაზე ღრმა (2 კმ) კოლორადოს კანიონი, ჩრდილო ამერიკაში, მდ. კოლორადოს ხეობაში, კავკასიაში კი—სულაკის კანიონი ჩრდილო კავკასიაში—მდ. სულაკის მიერ შავი მთების გადაკვეთის ადგილზე (სიღრმე 1კმ-მდე, ფსკერის სიგანე—10 მ-მდე). მნიშვნელოვანი სიდიდისაა აგრეთვე „დიდი კანიონი“ ყირიმში.

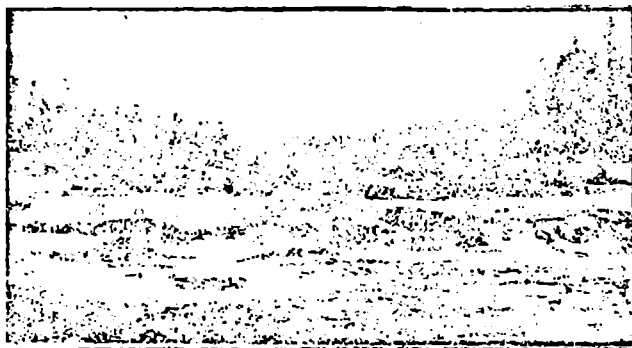


ნახ. [51. კლდეკარი (ვიწრობი).

წინათ ფიქრობდნენ, რომ კანიონები წარმოიშობა მხოლოდ უდაბნოში, რადგან იქ მდინარე იწვევს ხაზობრივ ეროზიას და ფართობული ეროზია ნულამდეა დაყვანილი. მაგრამ ახლა მიაჩნიათ, რომ იგი წარმოიქმნება ყველგან, სადაც რელიეფი ნელა იწვევს ზევით და მდინარეები არ იცვლიან მიმართულებას ისე, როგორც ანცედენტური ხეობების წარმოშობის დროს.

ჭოროში. ჭოროში ეწოდება მდინარის კალაპოტში არსებულ მკვირივი ქანების ეროზიულ ნარჩენებს—სერებს, ბორცვებსა და სხვა სახის შევრილებს, რომლებზედაც გადმოსკლის ან ირგვლივ შემოვლისას წყალი ბრუნავს და ისე ქაფდება, რომ თითქოს დულს (ნახ. 52), ამიტომ

ნავებით ან სხვა ტრანსპორტით მასზე გავლა შეიძლება მხოლოდ ძლიერი წყალდიდობის დროს. იგი გვხვდება როგორც ვაკის, ისე მთის მდინარეებშიაც, მათ შორის მდ. ანგარის შუა წელში (289 კმ სიგრძეზე), ფინეთის თითქმის ყველა მდინარეში, საქართველოში კი—მდ. ენგურის, კოდორის, რიონისა და სხვა მდინარეთა სათავეებში. წინათ საბჭოთა კავშირში სახელგანთქმული იყო დნეპრის კორომები (მდებარეობდა დნეპრის შუა წელში, იქ, სადაც ეს მდინარე კვეთს უკრაინის | კრისტალური მასივის გრანიტებსა და გნეისებს). მაგრამ ახლა იგი დაფარულია, რადგან 1932 წელს იმ ადგილზე ააგეს დნეპრჰესის უზარმაზარი კაშხალი.



ნახ. 52. კორომები მდ. კოხუმდვჯეზე.

მარჩხოზი. მარჩხოზი ეწოდება მდინარის თხელწყლიან უბნებს (თავთხელებს), სადაც წყლის დინება შენელებულია და ეროზიის ნაცვლად ხდება დაღეჟვა. ამის გამო მის ფარგლებში მდინარის ფსკერი თანდათან მადლდება, ზოგჯერ წყლის ზეეთაც ამოდის და ქმნის ალუვიონურ (მონალექ), ანუ მოშლამულ, კუნძულებს. თბილისში ასეთია ორთაქალის მიდამოები. მდინარეთა კალაპოტებში აქა-იქ გვხვდება აგრეთვე ე. წ. ქვის კუნძულებიც. ისინი სიმაგრის ან სხვა მიზეზის გამო ეროზიას გადარჩენილი ძირითადი ქანების ცალკეული შვერილებია. საქართველოში ასეთია მცხეთაში—მტკვრის ხიდთან არსებული მაგმური ქანის კუნძულები. იგი | გვხვდება ჩვენი პლანეტის თითქმის ყველა დიდ მდინარეშიაც. როგორც წესი, მდინარეული კუნძულები წაგრძელებულია მდინარის დინების მიმართულებით და ზოგჯერ შეიძლება იყოს საკმაოდ დიდიც (ზუგდიდის რაიონში ასეთ მოშლამულ კუნძულზე გაშენებულია სოფ. შამგონა).

მეანდრი. მეანდრი ეწოდება მდინარის რკალისებრად მოხვეულ კალაპოტს. იგი ახასიათებს ბარის მდინარეებს, მაგრამ ზოგჯერ გვხვდება

მთის მდინარეებშიაც (ძირითადად ამას ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც მდინარე მიუყვება დაკლაკნილ ნაპარალს ან მდინარეს [გზაზე ეღობება მაგარი ქანი და გვერდს უვლის). ბარში მისი სიმრავლე გამოწვეულია იმით, რომ აქ მდინარე მღოვრეა, სუსტია, ძლივს მიედინება და მცირე წინააღმდეგობასაც გვერდს უვლის. ამიტომ ბარის თიანჭმის ყველა მდინარე შეანდრიანია. ძალზე მკვეთრი და დიდი შეანდრი აქვს მდ. ვოლგას ქ. კუბიშიშევთან, მდ. ღუნაის—„რკინის კართან“, ენგურსა და რიონს—კოლხეთის დაბლობზე და ა. შ. მდინარე, როგორც ყოველი მოძრავი სხეული, ცდილობს შეინარჩუნოს სწორხაზობრივი მიმართულება. ამიტომ უფრო მეტად აწვება შეანდრის გამოზნეილ ნაწილს, გარკვეულ შემთხვევაში კვეთს მას, ტოვებს ძველ გზას და ასწორებს კალაპოტს. მიტოვებულ შეანდრს ნ ა მ დ ი ნ ა რ ე ვ ი ჰ ქ ე ვ ი ა, შიგ არსებულ წყალს



ნახ. 53. შეანდრი და შეანდრული ტბები.

კი—შ ე ა ნ დ რ უ ლ ი ტ ბ ა (ნახ. 53). საქართველოში ასეთია ჯაპანის ტბები—ლანჩხეთის რაიონში. ისინი რიონის მიტოვებულ კალაპოტშია. ბევრი ასეთი ტბა არის ღუნაის ქვემო წელშიაც. შეანდრული ტბების უმრავლესობა რკალური ფორმისაა.

ხეობების ტიპები და ბრძოლა აუზისათვის. ზოგი მდინარე (ხეობა) კვეთს ნაოკების ღერძებს. ზოგი მათი პარალელურია და მოთავსებულია ანტიკლინის თალში, სინკლინის ძირში, ფრთაში ან გრაბენში, ნასხლეტსა და ნაპრალში. ამიტომ გეოლოგიურ სტრუქტურებთან დამოკიდებულების მიხედვით არჩევენ ხეობების (მდინარეების) ორ ტიპს: გ ა მ კ ვ ე თ ს ა (მართობულად კვეთს ნაოკების ღერძებს) და გ ა ს წ ვ რ ი ვ ს (მიემართება ნაოკების ღერძების პარალელურად), უკანასკნელში კი გამოყოფენ: ს ი ნ კ ლ ი ნ უ რ (მიჰყვება სინკლინის ღერძს); ა ნ ტ ი კ ლ ი ნ უ რ (მოთავსებულია ანტიკლინის თალში); ი ზ ო კ ლ ი ნ უ რ (მდებარეობს ნაოკის ფრთაში ღერძის პარალელურად); გ რ ა ბ ე ნ უ ლ (მოთავსებულია გრაბენში); ნ ა ს ხ ლ ე ტ უ რ (მიჰყვება ნასხლეტს) და ნ ა პ რ ა ლ უ რ ხეობებს. გარდა ამისა, მთების ღერძებთან დამოკიდებულების მი-

ხედვით არჩევენ: გამკვეთ (მთებს კვეთს მართო ბულად), გასწ-
ვრივისა (მიემართება მთის პარალელურად) და დიაგონალურ
ხეობებს (მთებს კვეთს ირიბულად). თბილისში გამკვეთია მტკვრის ხე-
ობა მცხეთიდან მეტეხის ხილამდე ჩათვლით, სინკლინურია საბურთა-
ლოს მშრალი ხეობა დელისის მიდამოებში, ანტიკლინურია ლისის ხე-
ობა და იზოკლინურია ვერეს ხეობა.

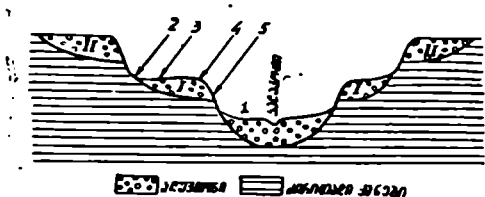
ცალკე გამოყოფენ აგრეთვე ე. წ. ანტიცედეენტურ და
ეპიგენეტურ ხეობებს. ანტიცედეენტური ისეთი ხე-
ობაა, სადაც მდინარე არ სარგებლობს ქედთან არსებული ჩაღრმავე-
ბით და პირდაპირ კვეთს ქედს. ამიტომ ეს ხეობა უფრო ძველია, ვი-
დრე მის მიერ გაკვეთილი ქედი, ე. ი. ქედი წარმოშობილია ხეობის
შემდეგ, მაგრამ ისე წელი აწევით, რომ მდინარეს მოუსწრია მისი ჩა-
ქრა და არ უცვლია კალაპოტი. ა. ჯანელიძის აზრით, საქარ-
თველოში ასეთია მდ. ტეხურის ხეობა აბედათის ქედის ფარ-
გლებში და მტკვრის ხეობა—ბორჯომისა და თბილისის მიდამო-
ებში. ეპიგენეტური კი ისეთი ხეობაა, რომელიც თავდაპირვე-
ლად გაკვეთილია ძლიერ დანაოჭებულ-დაწყვეტილ ქანებზე განლაგებულ
ჰორიზონტალურ შრეებში, მაგრამ ქვედა ფენებში შესვლის შემდეგ ჰო-
რიზონტალური შრეები გადარეცხილია და ამიტომ ხეობა არავეითარ
კანონზომიერ დამოკიდებულებას არ იჩენს შემადგენელი ქანების ტექ-
ტონიკური სტრუქტურებისადმი. ასეთია ბალტიისა და თითქმის ყველა
ძველი კრისტალური ფარების ხეობები.

ხეობის განვითარების შესაბამისად, მდინარის სათავე თანდათან
უკან იხევს და წყალგამყოფ ხაზს უახლოვდება. ამ ხაზამდე პირ-
ველად აღწევს ის მდინარე, რომელიც ეროზიის უკეთეს პირო-
ბებში იმყოფება. შეჰდევ იგი გადაღის ქედის მეორე ფერდობზე
და წყალს ართმევს იქაურ მდინარეებს. ამას აუზისათვის ბრძოლა
ჰქვია. ა. ჯანელიძის აზრით, თბილისში ამ გზით არის დამშრალი
საბურთალოსა და ლისის ხეობები, რადგან ჯერ ლისის ხევის წყალი მო-
სტაცა დიღმის წყალმა და საბურთალოს მდინარემ, ხოლო შემდეგ ამ
უკანასკნელს—მდ. ვერემ. ასევე, ჩრდილო კავკასიაში მდ. თერგს მიტა-
ციებული აქვს მდ. მალკის წყალი, რადგან იმ ადგილის გეოლოგიური
ისტორიის შესწავლით ირკვევა, რომ მეოთხეულის დასაწყისში მალკა-
ერთვოდა მდ. ყუბანს, მაგრამ შემდეგ თერგის მარცხენა შენაკადმა მას
გზა გადაუჭრა და მიითვისა. ამავე დროს, თერგი ჩრდილო კავკასიის
ერთადერთი მდინარეა, რომელიც კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე გად-
მოდის. ფიქრობენ, ეს იმით არის გამოწვეული, რომ თერგის სათავე
მოთავსებულია ნაპრაღში.

მდინარეული ტერასები. ეროზიის პროცესში მდინარის კალა-
პოტის ფსკერი თანდათან ქვევით იწევს და უახლოვდება ეროზიის ბაზისს.
ამ დონეზე დასვლისას მდინარე წყვეტს სიღრმით ეროზიას და აფარ-

თოებს კალაპოტს. თუ ეს პროცესი დიდხანს გაგრძელდა, წარმოიშობა ფართო ჭალა. ამ ჭალაში მდინარე ხან აქეთ გადავარდება და ხან იქით. მდინარის კალაპოტის ასეთ ქანობას დიევაგაციოპქეცია. ზოგჯერ ძველსა და ახალ კალაპოტს ან მოსაზღვრე მდინარეთა ხეობებს შორის რჩება მეტ-ნაკლებად წაგრძელებული მალლობი. მას ეროზიის მოწმე ეწოდება. თბილისში ასეთია არსენალის გორა და დელისსა და მდ. ვერეს შორის არსებული სერი.

ფართო ჭალის გამომუშავების შემდეგ. თუ ეროზიის ბაზისი დაიწია, შესართავში ჩნდება ფერდობი, მდინარე ახალგაზრდავდება, აღრმავებს კალაპოტს და გარკვეულ მომენტში ძლიერი წყალდიდობის დროსაც კი ვერ ადის წინანდელ ჭალაზე. ამიტომ ძველი ჭალის ეს ნაწილი რჩება ზევით, საფეხურისებრი ვაკე რელიეფის სახით. ასეთ ვაკეს ტერასაჰეცია. იგი შეიძლება მდებარეობდეს მდინარის ერთ ან ორივე მხარეზე და იყოს ერთი ან რამდენიმე. ორივე მხარეზე მოთავსებულია მაშინ, როდესაც მდინარე ახალ კალაპოტს იმუშავებს ძველის შიგნით, ერთ მხარეზე



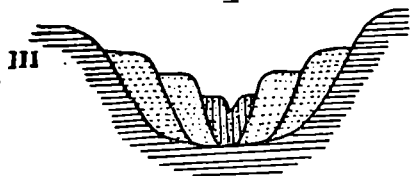
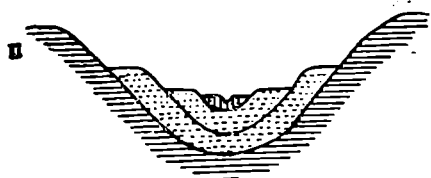
ნახ. 54. მდინარეული ტერასები და ტერასის ელემენტები: I — პირველი ტერასა; II — მეორე ტერასა; 1 — ჭალა; 2 — ზურგის ნაკერი; 3 — საკუთრივ ტერასა (ბაქანი, მოედანი); 4 — ტერასის წარბი (ქიმი); 5 — ტერასის საფეხური.

სხვა ტერასა მდინარის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზეა, ერთი და იგივე ტერასა კი — ერთნაირზე, თუმცა ტერასის სიმაღლე შესართავისკენ მატულობს, რადგან მისი განვითარება აქედან იწყება.

ტერასას გააჩნია შემდეგი ელემენტები: ზურგის ნაკერი; ტერასის კიდე, ანუ ნაწიბური; საკუთრივ ტერასა (ტერასის მოედანი), ანუ ბაქანი; ტერასის ქიმი, ანუ წარბი; ტერასის საფეხური და საფეხურის ძირი (ნახ. 54). ტერასის კიდე იაზაზა, რომლითაც ბაქანი გამოყოფა ფერდობის ან ზედა ტერასის საფეხურის ძირისგან; ბაქანი — მოვაკებული ადგილია; ტერასის ქიმი — ბაქნის საფეხურისგან გამომყოფი ხაზი; საფეხური — ფლატე (ტერასის ფერ-

კი — ძველის კიდეზე. რამდენიმე ტერასა ვითარდება მაშინ, როდესაც მდინარე რამდენჯერმე გამოიმუშავებს ფართო ჭალს და ამის შესაბამისად მისი ეროზიას ბაზისი ქვევით დაიწევა. ამიტომ ტერასების რიცხვი გვიჩვენებს იმ ადგილზე ეროზიის ბაზისის ქვევით დაწევის რაოდენობას. სხვადა-

დობი); საფეხურის ძირი კი—ჰალისგან ან ქვედა ტერასისგან საფეხურის გამომყოფი ხაზი. ხშირად ტერასის ქიმი და საფეხურის ძირი დაფარულია ნაყარით. ბაქანი შეიძლება იყოს ათეული და ასეული მეტრი (ზოგჯერ კმ-ის) სიგანის და ასეული მეტრის ან კილომეტრების სიგრძის. იგი შეუმჩნეველად არის დაქანებული მდინარის დინებისა და კალაპოტისკენ. საფეხური შეიძლება იყოს ერთეული, ათეული და ასეული მეტრი სიმაღლის.



ნახ. 55. მდინარეული ტერასის ტიპები: I — ეროზიული ტერასები; II — დადებული აკუმულაციური ტერასები; III — ჩადგმული აკუმულაციური ტერასა; IV — შერეული (ცოკლიანი) ტერასა.

რეული ნალექებისგან. ასეთია თბილისის ყველა და სხვა ადგილის ტერასების უმრავლესობა. აკუმულაციურ ტერასაში გამოყოფენ ორ ჯგუფს: დადებულსა (ზედა ტერასა დადებულია ქვედაზე) და ჩადგმულს, სადაც ტერასების ფუძე განლაგებულია ძირითად ქანებზე და გვერდები მიყრდნობილია სხვა აკუმულაციური ტერასის გვერდებზე (ნახ. 55). საქ-

აგებულების მიხედვით არჩევენ სამი ტიპის ტერასას: ეროზიულს (სკულპტურული, გადაირეცხილი), აკუმულაციურსა (დაგროვებითი) და შერეულს (ცოკლიანი). ეროზიული ისეთი ტერასაა, რომლის საფეხური და ბაქანი მთლიანად შედგება ძირითადი ქანებისგან, ე. ი. მასზე არ არის მდინარეული ნალექები (ზოგ შემთხვევაში შეიძლება იყო, მაგრამ შემდეგ გადაირეცხა). აკუმულაციური ტერასა მთლიანად აგებულია მდინარეული ნალექებისგან და მდინარეც თავისივე ნალექებზე მიედინება (მასში ძირითადი ქანები არ ღებულობს მონაწილეობას), შერეული კი ისეთი ტერასაა, რომელიც შედგება ორივე ამ წარმონაქმნისგან, ე. ი. ძირითადი ქანებისა და მდინარეული ნალექებისგან.

ართველოში აკუმულაციური ტერასები გვაქვს კოლხეთის ვაკეზე.

ტერასების ნომენკლატურა წარმოებს ქვევიდან ზევით, ე. ი. ახლიდან ძველისკენ. ამიტომ მდინარის კალაპოტთან ყველაზე ახლომდებარე ტერასა პირველია, ზედა მომდევნო—მეორე და ა. შ. ამიტომ ყველაზე მაღალი ტერასა ყველაზე ძველია და ყველაზე დაბალი—ყველაზე ახალგაზრდა. ტერასებს ძირითადად ათარიღებენ სიმაღლის მიხედვით და ამბობენ, რომ ერთნაირი სიმაღლის ტერასები ერთი და იმავე ასაკისაა (მტკვრის ათმეტრიანი ტერასა ყუბანის ათმეტრიანი ტერასის სინქრონულია და ა. შ.). დათარიღების ამ წესს მორფოლოგიური მეთოდი ჰქვია. იგი ფართოდაა გავრცელებული, მაგრამ ნაკლსაც მოიცავს, რადგან გულისხმობს მიწის ქერქის ყველგან ერთდროულ, ერთნაირი მიმართულებისა და ერთნაირი სიმძლავრის აწვევდაწვევით მოძრაობებს. ეს კი ყოველთვის ასე არ არის. ამასთან, როგორც ვთქვით, ტერასების სიმაღლე სათავისკენ კლებულობს, მომდევნო ტერასები შეიძლება შეერთდეს და ერთსა და იმავე ხეობაშიაც კი ერთნაირი სიმაღლის ტერასები შეიძლება ერთი ასაკის არ იყოს. ამიტომ უფრო სწორი იქნება მდინარეულ ტერასას გავყვეთ ზღვიურ ან ტბიურ ტერასასთან შეერთებამდე, უკანასკნელებში ვეძიოთ ნამარხები და ისე დავათარიღოთ, ან ვეცადოთ ტერასაში ვიპოვოთ არქეოლოგიური ნაშთები და გავარკვიოთ მათი აბსოლუტური ასაკი.

ტერასას უმთავრესად უწოდებენ იმ ადგილის გეოგრაფიულ სახელს, სადაც იგი გვხვდება (საბურთალოს ტერასა—თბილისში, სალორის ტერასა—ქუთაისთან და ა. შ.), ზოგჯერ კი გამყინვარების იმ ფაზის სახელსაც, რომელსაც უნდა გამოეწვია ამ ტერასის წარმოშობა (გუნცუარი, მინდელური, რისული, ვურმული და ა. შ.).

ტერასები უმთავრესად წარმოიშობა ეროზიის ბაზისის დაწვევის შედეგად. ეს კი ძირითადად შეიძლება მოხდეს სანაპიროს აღმავალი ან ზღვის (ტბის) ფსკერის დაღმავალი მოძრაობით, კლიმატის გამოშრობით, გამყინვარებით და სხვა მიზეზებით. თუმცა, ზოგჯერ, ტერასა შეიძლება წარმოიქმნას ეროზიის ბაზისის ცვლილების გარეშეც.

ტერასები გვხვდება ყველა დიდი მდინარის ხეობებში, მათ შორის საქართველოში და თბილისშიც. თბილისში არჩევენ 5 ტერასას (ქვევიდან ზევით): 1. დიდუბე-ჩუღურეთის (3—5 მ, მას შეესატყვისება პლენანოვისა და დიღმის ტერასები); 2. საბურთალო-ვაკე-რუსთაველ-ავლაბრის (25—30 მ); 3. არსენალის (60—80 მ, გავრცელებულია არსენალ-ნავთლუღის მიდამოებში); 4. ლოტკინის გორის (150—170 მ, დიდ ფართობს იკავებს მახათას გორის ჩრდილო ფერდობზე); 5. მახათას (210—260 მ, შეესატყვისება ფუნიკულორის პლატოს მოვაკებული ზედაპირი). ზოგიერთები ამას უმატებენ მეექვსე

ქ ა შ ვ ე თ ი ს ტ ე რ ა ს ა ს ა ც, მაგრამ ა. ჯ ა ნ ე ლ ი დ ი ს აზრით, იგი სამგორის ალუვიური ველის გაგრძელებაა და არა ტერასა. მდინარეული ტერასების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი მიგვითითებს იმ ადგილებში მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობების ხასიათზე, დროზე და ზოგჯერ კლიმატის ცვლილებაზე, ამასთან ხშირად შეიცავს წყალს, თიხების, ხრეშის, ქვიშრობებისა და სხვა წიაღისეულის საბადოებს და გვიჩვენებს, რომ მათში მოქცეული ოქროს, პლატინის ან სხვა გამძლე მინერალთა ძირითადი გამოსასვლელები იმავე მდინარის ხეობაშია (ეს მინერალები ჩამოტანილია ამ მდინარის მიერ).

მდინარის მიერ მასალის გადატანა და მდინარეული ნალექები. მდინარეს მასალა გადააქვს გახსნილი, ატივტივებული და აგორებული სახით, ზოგჯერ ხტუნვითაც (ს ა ლ ტ ა ც ი ა). გახსნილია მარილები, ატივტივებული—ქვიშა, შლამი, მტვერი და სხვა წვრილი ნაწილაკები, აგორებული—დიდი ქვები, ატაცებული—კენჭები, რომლებიც ჭორომებზე ან სხვა ასეთ ადგილებში, წყლის ძლიერი ტურბულენტური მოძრაობის გამო, ხტუნვა-ხტუნვით მოძრაობს. ჭარბობს მყარი მასალა, რადგან მდინარეში მარილები ძირითადად შეტანილია მიწისქვეშა წყლების მიერ და უმნიშვნელო რაოდენობისაა (ს. ბ რ უ ე ე იჩ ი ს გამოთვლით, ყოველი ლიტრი მდინარის წყალი საშუალოდ შეიცავს 100³ მგ მარილს). თანაც იგი უფრო მეტია (მთელი გადატანილი მასალის 60—70%) ვაკის მდინარეებში, რადგან ისინი ნელია და მათ მიერ მყარი მასალის გადატანის უნარი—მცირე. საერთოდ, მდინარის მიერ წაღებული მყარი მასალის რაოდენობა და დიამეტრი დამოკიდებულია მის კინეტიკურ ენერგიაზე (0,2 მ/წმ სიჩქარისას მას შეუძლია გადაიტანოს მხოლოდ წვრილი ქვიშა; 1,6 მ/წმ-ის დროს—მტრედის კვერცხისოდენა ნატეხები; 5 მ/წმ სიჩქარისას კი—68 დმ³ მოცულობის ქვები და ა. შ.). ამიტომ მთის მდინარეებს ზღვებსა და ტბებში ბევრად მეტი მყარი მასალა შეაქვს, ვიდრე მათზე უფრო დიდი ვაკის მდინარეებს (რიონს წელიწადში 8 მლნ მ³, თერგს—11,5 მლნ მ³, კოლხეთის ყველა მდინარეს—100 მლნ მ³-ზე მეტი). საერთოდ, გ. ლ ო პ ა ტ ი ნ ი ს 1950 წლის გამოთვლით, ჩვენი პლანეტის ყველა მდინარეს ზღვებსა და ოკეანეებში ყოველწლიურად შეაქვს 17 564 მ³ მასალა, საიდანაც ს. ბ რ უ ე ე იჩ ი ს მიხედვით, 3 მლნ 630 ათასი ტ მარილებია.

მდინარეებს განსაკუთრებით მსხვილი და დიდი რაოდენობის მყარი მასალა გადააქვს წყალდიდობის დროს. რადგან, ე რ ი ს კ ა ნ ო ნ ი ს თანახმად, ამ დროს მისი კინეტიკური ენერგია მატულობს სიჩქარის გაზრდის მექვეყნებზე ხარისხის შესაბამისად (ორჯერ მომატებისას 64-ჯერ, სამჯერ გაზრდისას—729-ჯერ და ა. შ.). ამიტომ არის, რომ წყალ-

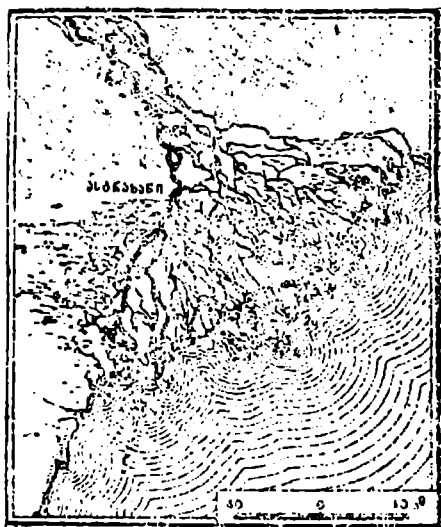
დიდობისას მდინარე ყრუ ხმას გამოსცემს, რადგან მიათრევს ან მიაცოცებს დიდ ქვეებს და ერთმანეთზე აჯახებს. ამას ხელს უწყობს ისიც, რომ წყალში სხეული კარგავს იმდენ წონას, რამდენსაც იწონის მისი მოცულობის წყალი. ეს იმას ნიშნავს, რომ, ჰაერზე 5 სმ³ ჰერის წონა 15 გ-ია, სუფთა წყალში იგი აიწონის 10 გ-ს, მღვრიეში კი — უფრო ნაკლებს;

გადატანისას ქანების მოზრდილი და დიდი ნატეხები ეჯახება ერთ-იმეორეს, ფსკერის ქანებს, იფშენება, მუშავდება და მრგვალდება. ვლებულობთ კ ა კ ა რ ს, რ ი ყ ი ს ქ ე ე ბ ს, ხ რ ე შ ს და სხვა ასეთ ქვარგვალებს. მათი ფორმა უმეტესად სამღერძა ბრუნვითი ელიფსოიდურია, რადგან მდინარე ნატეხებს ყოველი მიმართულებით აბრუნებს. წმინდა ქვიშა და უფრო წვრილი ნაწილაკები ატივტივებულია, დამუშავებას არ განიცდის და არსებითად თავისი პირვანდელი ფორმით ილექება.

გახსნილი მასალა მთლიანად, ხოლო მყარი მასალის უმნიშვნელოვანი ნაწილი შედის ტბებში, ზღვებსა და ოკეანეებში, ნაწილი კი მდინარეთა კალაპოტში ან ჭალებში ილექება. ამ ნალექებს მ დ ი ნ ა რ ე უ ლ ი ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი, ა ნ უ ა ლ უ ვ ი ო ნ ი ჰ ქ ე ვ ი ა. იგი შეიძლება იყოს თანამედროვე და ძველი, და შედგებოდეს თიხის, ქვიშის, ხვიჩის, რიყის ქვების, კაპარის ან ამათი შეცემენტებით მიღებული მასისგან. მათი სისქე ზოგჯერ 3—4 ასეულ მ-ს აღწევს. ხანდახან მოსაზღვრე მდინარეთა ალუვიონი ერთდება და ქმნის ა ლ უ ვ ი უ რ ვ ე ლ ს. ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო შ ი ასეთია კოლხეთის დაბლობი, მუხრან-ტირიფონისა და სამგორის ვაკეები. პროფ. მ. ძველ ა ი ა ს, ე. ვ ა ' ხ ა ნ ი ა ს ა და სხვათა მიხედვით, კოლხეთის დაბლობი მოთავსებულია შავი ზღვის „კოლხეთის უბის“ ადგილზე და წარმოშობილია ამ უბის ამოვსებით რიონის, ენგურის, კოდორისა და სხვა მდინარეთა მიერ შეტანილი მყარი მასალით. ავტორის აზრით, უბე მდებარეობდა ტექტონიკურ დეპრესიაში, რომელიც ჩანსახა ოლიგოცენის წინ, მაგრამ მკაფიოდ გამოიკვეთა შემდგომ დროებში. დაბლობის წარმოქმნა კი დაიწყო პლიოცენის მიწურულში, არსებითად მოხდა თანამედროვე ხანაში და დიდ მდინარეთა შესართავებსა და სანაპიროს შეზნეპილ ადგილებში მისი ზრდა ახლაც მიმდინარეობს.

დელტა. ტბებში, ზღვებსა და ოკეანეებში შეტანილი მყარი მასალის უმეტესი ნაწილი სიღრმეში გადის და მათ ნალექებს ვრევა, ნაწილი კი ზოგიერთი მდინარის შესართავშივე რჩება, ვგროვდება, ფორმით ბერძნულ ასოს დელტას (Δ) ემსგავსება და გარკვეულ მომენტში წყლის ზევითაც ამოღის. შესართავებში დარჩენილი ნალექების ასეთ დანაგროვს დ ე ლ ტ ა ჰ ქ ე ვ ი ა. იგი უმთავრესად შედგება ალუვიური ნალექებისგან და ხლართულ შრეებრივია. მასზე, ნალექთა დაგროვების შესაბამისად, მდინარეთა კალაპოტები ზეით იწევს. ამიტომ დელტაში ხშირია მდი-

ნარეების ერთი ადგილიდან მეორეზე გადავარდნა, დატოტვა, ნამდინარევი ტბები და ჰაობები (ნახ. 56). ასეთ ტბებს დე ლ ტ უ რ ი ტ ბ ე ბ ი ჰქვია. წყალდიდობისას მყარი მასალა იღეჭება ყველა ტოტში. ამიტომ დელტის ფართობი თანდათან იზრდება და ზოგჯერ მოიცავს უდიდეს ტერიტორიას (იანძიძიანისა და ხუანხეს დელტა, წყალქვეშა ნაწილიანად, 500 000 კმ²-ია, ნილოსის—200 000 კმ², ლენის—45 000 კმ², ვოლგის—18 000 კმ² და ა. შ.), ამასთან მისი ზედაპირი არსებითად ვაკეა. ასეთ ვაკეს დე ლ ტ უ რ ი, ა ნ უ დ ე ლ ტ უ რ - ა ლ უ ვ ი უ რ ი ვ ა კ ე ჰქვია



ნახ. 56. ვოლგის დელტა.

ფის, ხოლო მეორე—კოროხის მიერ რამდენიმე ასეული წლის წინ. ორივეზე მდებარეობს რელიქტური ტბები (ბიჭვინთის ვაკეზე—„ინკითი“, კახაბრისაზე—„ნურთე“ და სხვ.). ჩვენი წელთაღრიცხვის დასაწყისში არც ის კუნძული იყო, რომელზეც გაშენებულია ქ. ფოთის საპორტო ნაწილი.

დელტა რომ წარმოიშვას, ამისათვის საჭიროა მდინარეთა შესართავებში არ არსებობდეს მიქცევა-მოქცევა და სანაპირო დინებები, ან თუ არსებობს, იყოს იმდენად სუსტი, რომ არ შეეძლოს მთლიანად გაიტანოს მდინარეების მიერ მოტანილი მყარი მასალა, ამასთან მდინარეებს უნდა შეჰქონდეს მნიშვნელოვანი რაოდენობის გამოფიტვის პროდუქტები (იქ, სადაც ასეთი პირობები არ არის, ვლდებულობთ შესართავ-
204

დელტები აქვს საქართველოს შავ ზღვაში შემავალ ყველა დიდ მდინარესაც (რიონი, ენგური, კოროხი და სხვ.), ქ. ფოთი რიონის დელტაზე გაშენებული. საყურადღებოა, რომ რიონის ახალ შესართავში (ჰალადიდი) 1939 წლიდან დღემდე წარმოიშვა კუნძული „ახალი მიწა“, რომლის ფართობი 300 მ²-ია. საქართველოში გვაქვს დელტური ვაკეებიც, ასეთია ბიჭვინთისა და კახაბრის ვაკეები. პირველი შექმნილია ბზი-

ვის მეორე ტიპს—ესტუარს). ამიტომ მსოფლიოს 145 დიდი მდინარი-
დან დელტიანია მხოლოდ 70-მდე.

დელტის ზრდის სისწრაფე დამოკიდებულია მასში მდინარეების
მიერ დალექილი მასალის რაოდენობაზე, დელტის ფსკერის ტექტონი-
კური მოძრაობის ხასიათსა და ინტენსივობაზე. ამის შესაბამისად ვო-
ლგის დელტა წელიწადში წინ მიიწევს 170—500 მ-ით; მტკვრის—175-
300 მ-ით; რიონის—დაახლოებით 3 მ-ით; თერგის—100—120 მ-ით; ნი-
ლოსის კი—მხოლოდ 4 მ-ით, რადგან მისი ფსკერი ქვევით იწევს, თა-
ნაც ნილოსს ათასი კმ-ის გავლა უხდება უდაბნოში და წყლისა თა წა-
მოღებული მასალის მნიშვნელოვან ნაწილს იქ ტოვებს. ამითვე აიხსნება,
რომ ნილოსის დელტაში ნალექების სისქე 600 მ-მდე აღწევს.

გარდა ამისა, არჩევენ აგრეთვე ე. წ. „მშრალ დელტებს“
(ტერმინი შემოღებულია აკად. დ. ვ. ნალიკინის მიერ 1956
წელს). იგი წარმოიშობა უდაბნოებში, იქ, სადაც მდინარეები შრებიან, ან
თავისივე ნარიყალში „იკარგებიან“, რადგან იქვე ტოვებენ წამოღებულ
მასალას. საბჭოთა კავშირში ასეთი დელტები გააჩნია მდ. მურგაბს, ჩუს,
თეჯენს, სარისუსა და შუა აზიის ზოგიერთ სხვა მდინარეს.

დელტური ნალექების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რა-
დგან ძველი დელტები ზოგჯერ შეიცავს ტორფის, ქვანახშირის, ნავ-
თობისა და სხვა წიაღისეულის საბადოებს. ფიქრობენ, კარბონული
ღროის დელტებშია წარმოშობილი მოსკოვისა და კიზილის ქვანახშირის
ბუდობები, აზერბაიჯანში კი—შუა პლიოცენური „პროლუქტიული წყე-
ბა“ (სისქე 1400 მ-მდე), რომელშიც მოთავსებულია ბაქოს ნავთობი.

მიმდინარე წყლების სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა. მიმდინ-
არე წყლებს დიდი გეოლოგიური და სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა
აქვს, რადგან მისი ნალექები ხშირად წარმოადგენს თიხის, ქვიშის, ხრე-
შისა და სხვა სამშენებლო მასალების ბუდობებს; მას მთებიდან ჩამოაქვს
ქანებში აქა-იქ გაბნეული ალმასი, ოქრო, პლატინა, ვოლფრამიტი და
სხვა ძვირფასი მინერალები, ჩააქვს ქვიშრობებში და ქმნის ქვიშრო-
ბების საბადოებს; მას აქვს უზარმაზარი ენერჯია (მსოფლიოში 2500
მლრდ კვტ/სთ), რომელსაც იყენებენ ელექტრობის მისაღებად; მას
მთებიდან დაბლობებში ჩამოაქვს აგრეთვე შესანიშნავი ნოყიერი მასალა
და ნიადაგს ამდიდრებს მცენარეთა საკვები ელემენტებით; ამ წყლებს
იყენებენ სატრანსპორტოდ, სასმელად, მოსარწყავად და მთელი რიგი
სხვა მიზნებისათვის.

ზღვის გეოლოგიური მოქმედება

მოკლე ცნობები ზღვის შეხახებ. ტერმინ „ზღვას“ აქვს ორი
მნიშვნელობა—ფართო და ვიწრო. ფართო გაგებით მასში იგულისხმება

მსოფლიო ოკეანე, ვიწრო გაგებით კი—საკუთრივ ზღვა, ე. ო. კონტინენტისპირა ან კონტინენტში შეჭრილი ოკეანის ნაწილი. გეოლოგიაში იგი არსებითად იხმარება ფართო გაგებით.

მსოფლიო ოკეანე ეწოდება ზღვებისა და ოკეანეების ერთობლიობას. იგი შედგება ოთხი ოკეანის (წყნარი, ატლანტის, ინდოეთისა და ჩრდილო ცინულოვანი) და რამდენიმე ათეული ზღვისაგან, ფარავს დედამიწის ზედაპირის 70,8% ფართობს და მოიცავს 1370,3 მლნ კმ³ წყალს. წყნარი ოკეანის ფართობი (განაპირა ზღვებიანად) 179,679 მლნ კმ²-ია; (მსოფლიო ოკეანის ფართობის დაახლოებით 50%), მოცულობა—723,699 მლნ კმ³, საშუალო სიღრმე (ზღვების გარეშე)—4028 მ, მაქსიმალური სიღრმე—11535 მ (მიკრონეზიაში, კუნძულ მინდანოს აღმოსავლეთით—ფილიპინების ღრმულში, აღმოჩენილია 1962 წელს ინგლისური გეოგრაფიული გემის „ჰუკის“ მიერ). დანარჩენი ოკეანეებისა კი, შესაბამისად: ატლანტის ოკეანის—93,363 მლნ კმ² (დაახლოებით 25%), 337,699 მლნ კმ³, 3926 მ, 9219 მ; ინდოეთის ოკეანის—74,917 მლნ კმ² (დაახლოებით 21%), 291,945 მლნ კმ³, 3987 მ, 7450 მ; ჩრდილო ცინულოვანი ოკეანის—14 მლნ კმ² (დაახლოებით 4%), 17 მლნ კმ³, 1205 მ, 5220 მ. ყველა ამათი ფსკერი მოფენილია ქედებით, კუნძულებით, ტაფობებით, ღრმულებითა და რელიეფის სხვა ფორმებით, მაგრამ უმთავრესად მაინც ვაკეა, ამასთან კუნძულებისა და ქედების უმრავლესობა ვულკანურია.

წყნარი ოკეანის ქედებიდან ყველაზე მაღალია (8850 მ) ახალ ზელანდიასა და სამოას კუნძულებს შორის მდებარე წყალქვეშა მთათა სისტემა, ყველაზე გრძელი კი—ჰავაის ქედი (3600 კმ, სიგანე—1100 კმ, სიმაღლე—დაახლოებით 1000 მ). კუნძულებიდან აღსანიშნავია: კურილის, იაპონიის, ფილიპინების, მარიანის, ჰავაის, მარშალის, მალაის არქიპელაგი და სხვ.; ტაფობებიდან: მარიანის, ცენტრალური, სამხრეთი ფილიპინების, დასავლეთი და აღმოსავლეთი კაროლინის, მარშალის, სამხრეთ-დასავლეთის, ჩრდილო-აღმოსავლეთის, პერუ-ჩილეს, ბელინს-ჰაუზენის და სხვ.; პლატოებიდან: ახალზელანდიის, ალპატროსის და სხვ.; ღრმულებიდან: ფილიპინების (11535 მ), მარიანის (11022 მ), ტონგას (10822 მ), კუილ-კამჩატკის (10542 მ), კერმადევის (10047 მ) და ა. შ. საერთოდ წყნარ ოკეანეში 5500-დან 10382 მ-მდე სიღრმის 30-მდე ღრმულია.

ატლანტის ოკეანეში ყველაზე დიდია შუაატლანტური ქედი. იგი მოთავსებულია ამ ოკეანის შუა ნაწილში, „S“ ფორმისაა, იწყება ისლანდიიდან, გრძელდება სამხრეთ განედის 58°-მდე, ოკეანეს ჰყოფს აღმოსავლეთ და დასავლეთ ნაწილებად და თვითონაც იყოფა სამხრეთ და ჩრდილო ატლანტურ ქედებად. მისი განივი 550—900 კმ, თხემების სი-

მაღლე—3500—4000 მ. ამ ქედის სამხრეთი ნაწილია აფრიკა-ანტარქტიკის წყალქვეშა მაღლობი, აღმოსავლეთი—კროზეს პლატო. მასზე აღმართულია მრავალი ვულკანური კონუსი, საიდანაც ზოგიერთები (აზორის, ტრისტან-და-კუნეისა და სხვ.) ზედაპირზეც ამოდის. ისინი მეტწილად აგებულია მყავე ქანებისგან. ქედის თხემის ფარგლებში ოკეანის საშუალო სიღრმე 2741 მ-ია. ჩირლანდიასა და ლაბრადორს შორის განლაგებულია ამერიკა-ევროპის შემაერთებელი ტელეგრაფის კაბელები. სხვა დადებითი ფორმებიდან აღსანიშნავია: ვეშაპისა და სამხრეთ ანტილის ქედები. კაპისა და ტომსონის მეჩჩეები, ბერმუდისა და რიუ-გრანდის პლატოები, უარყოფითი ფორმებიდან კი: ჩრდილო აფრიკის, გვინეის, ანგოლის, კაპის, ბრაზილიის, არგენტინისა და სხვა ტაფობები, პუერტო-რიკოს (9218 მ), სამხრეთ სანდვიჩისა (8254 მ) და რომანშის ღრმულები (7728 მ).

ინდოეთის ოკეანეში აღსანიშნავია: ცენტრალური ინდოეთის, კერგელენისა და არაბეთ-ინდოეთის წყალქვეშა ქედები; მალედივის, ჩაგოსის, ამსტერდამის, კერგელენისა და სხვა კუნძულები; ინდოეთ-ავსტრალიის, სამხრეთ ავსტრალიის, ავსტრალია-ანტარქტიკისა და სხვა ტაფობები; იავისა (7450 მ) და სხვა ღრმულები; ჩრდილო ყინულოვან ოკეანეში კი: ლომონოსოვისა და მენდელეევის წყალქვეშა ქედები; ნანსენის მეჩჩეი; კანადა-ციმბირისა და გრენლანდია-ევროპის ტაფობები; გრენლანდიისა და კანადის არქიპელაგები და მთელი რიგი სხვა კუნძულები, რომლებიც თითქმის ყველა კონტინენტური წარმოშობისაა და მდებარეობს კონტინენტურ ბაქანზე.

ოკეანური აუზების წარმოშობის საკითხი ჯერ კიდევ გადაუჭრელია. ინგლისელი გ. ჰილსის, ფრანგი გ. ლიპმანის, ა. ჯანელიძისა და სხვათა მიხედვით, თვი არსებობს მიწის ქერქის გაჩენის მომენტიდან და წარმოშობილია გაცივების გამო, ამ ქერქის ცალკეული უბნების მეტ-ნაკლები გასქელებითა და ამოწვევით, მიწის ტეტრაედრული ფორმით, ან ღეღამიწის ზედაპირის პირვანდელ ტაფობებში წყლის ჩადგომითა და ქერქის წყალქვეშა ნაწილის უფრო მეტად გაცივება-შეკუმშვით; ვ. ბელოუსოვის, ვ. ხაინის, კ. მარკოვისა და სხვათა აზრით, კი — მიწის ქერქის დაწყვეტითა და ქვევით დაწვევით. ფიქრობენ, წყნარი ოკეანის ტაფობი უფრო ძველია, ვიდრე დანარჩენები, რადგან იგი შემოფარგლულია ნაოჭა სისტემების სარტყლებით, საიდანაც ყველაზე ახალგაზრდა (ალპური სისტემა) უშუალოდ აკრავს ოკეანეს და ქმნის კუნძულების რკალს, ყველაზე ძველი (რიფული) — მდებარეობს ყველაზე გარეთ და ირგვლივ უვლის ამ ოკეანეს, დანარჩენი სისტემები კი მოთავსებულია ამათ შორის და ისეა განლაგებული, რომ ყველაზე ძველს მოსდევს უფრო ახალგაზრდა, ამას — შედარებით ახალგაზრდა და ა. შ., ე. ი.

თითქოს ჩასმულია ერთმანეთში. სხვა ოკეანეთა აუზების ნაპირები მართობულად ან კუთხით კვეთს მიმდებარე ნაოქებს, მათ სისტემებს (ზოგჯერ კაინოზოურის ჩათვლით) და დადებულია მათზე. ამასთან, ამ აუზებში არ გვაქვს დიდი ზღვიური ბაქნები, ღრმულები და კუნძულების რკალები, მაგრამ გვაქვს სეისმურად მეტად აქტიური შუაოკეანური ქედები, კონტინენტური ქერქის მქონე ბელტური ამოწევები (სეიშელისა და მასკარენის კუნძულები ინდოეთის ოკეანეში, ლომონოსოვის ქედი ჩრდილო ყინულოვან ოკეანეში და ა. შ.) და სხვა ისეთი წარმონაქმნები, რომლებიც მიგვიბრუნებენ, რომ ეს ოკეანეები წარმოშობილია ფანეროზოურში. ამიტომ მკვლევართა უმეტესობა თვლის, რომ წყნარი ოკეანის ტაფობი პირველადია და წარმოქმნილია კამბრიულისწინა დროში (დასაწყისში მისი ნაპირი მოთავსებული იყო ირგვლივ მდებარე ყველაზე უძველეს მთათა სისტემის ფარგლებში, შემდეგ იგი დანაოჭდა—მთებად იქცა, ზღვამ ცენტრისკენ დაიხია, შემცირდა და თანამედროვე სახე მიიღო), დანარჩენი ოკეანეები კი — მეორეულია და წარმოშობილია მეზო-კაინოზოურში მათ აღვილზე არსებული კონტინენტის დაწყვეტითა და ჩაძირვით. თუმცა არაა გამორიცხული, რომ ზოგიერთი მათგანი პალეოზოურიდანაც მომდინარეობდეს. როგორც ჩანს, ოკეანური აუზების სხვადასხვანაწილი წარმოქმნილია სხვადასხვა დროს და მათი განვითარება ასე გარძელებდა მომავალშიაც.

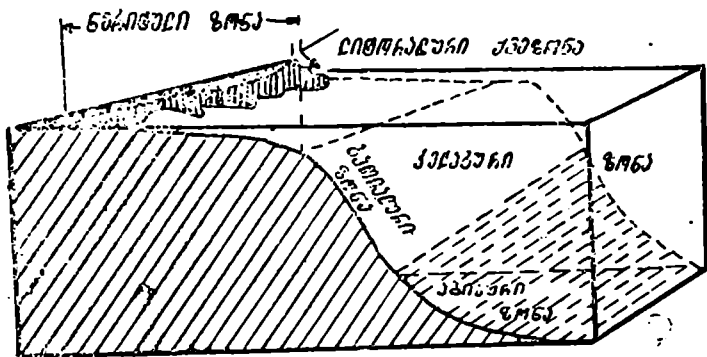
მსოფლიო ოკეანის შეხწავლის მეთოდები და ხელსაწყოები.

მსოფლიო ოკეანეს სწავლობს ოკეანოგრაფია (ოკეანოლოგია). შესწავლას ახდენენ სპეციალური საკვლევი გემების საშუალებით, რომელთა გემბანზე და კაიუტებში დგას მეტწილად ავტომატურად მომუშავე მეტეოროლოგიური, ჰიდროქიმიური, ჰიდროლოგიური, ჰიდროფიზიკური, გეოლოგიური, ბიოლოგიური და სხვა სახის ხელსაწყოები. დაკვირვებათა ნაწილი ხდება ზომალდის სვლის პროცესში, ნაწილი კი შეჩერებისას. სიღრმეებს ზომავენ ექოლოტით; ტემპერატურას—სიღრმის თერმომეტრებით, ელექტრობა თერმოზონდებითა და სხვა იარაღებით; ფერს—22-ფერიანი სკალით; მარილიანობას—ინტერფერომეტრებით, ბიურეტებითა და პიპეტებით; ზღვის დონის მერყეობას—მარეოგრაფებით; ტალღების სიმაღლეს, სიგრძეს, სიჩქარესა და მიმართულებას—პერსპექტომეტრებით, ტალღოგრაფებით და ა. შ. წყლის სინჯებს იღებენ ზღვის ბათომეტრებით; გრუნტის სინჯებს—ფსკერხაპია მანქანებით, ტრალეებით, დრაგებით, დარტყმითი მილებით. პლანქტონურ ორგანიზმებს იჭერენ პლანქტონური და პელაგური ბადეებით; ნექტონურს—თევზსაჭერი ბადეებითა და თევზის ტრალეებით; ბენტოსურს—დრაგებით, ტრალეებითა და ა. შ.

უკანასკნელ დროს ბიოლოგიურ და სხვა სახის კვლევებში ფართ-

ოდ იყენებენ სკაფანდრს, აკვლანგს, წყალქვეშა ნავეზს, წყალქვეშა ველოსიპედებს, ჰიდროსტატებს, ბატისკაფებს, ბატისფერებს, მობოტს (წყალქვეშა რობოტი) და სხვა მოწყობილობებს. ამჟამად ლენინგრადელი სპეციალისტების—მ. დ ი ო შ ი დ ო ვ ი ს ა და ა. დ ი მ ი ტ რ ი ე ვ ი ს მიერ შექმნილია 11,5 კმ სიღრმეზე ჩასასვლელი ბატისკაფის პროექტი, რომელიც ხრახნით, რომლებიც ბატისკაფს აამოძრავებენ ყოველ სიღრმეზე ვერტიკალურად.

მსოფლიო ოკეანის შესწავლას უდიდესი გეოლოგიური მნიშვნელობაც



ნახ. 57. ზღვის ბიონომიური ზონები.

აქვს, რადგან დანალექი ქანების უმეტესი ნაწილი მასშია წარმოშობილი. ამ ქანების აგებულებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმების ნაშთები, ორგანიზმების განვითარებაზე კი გავლენას ახდენს ზღვის ბიონომიური, ანუ სასიცოცხლო, პირობები.

ზღვის ბიონომიური ზონები. ზღვის ბიონომიური პირობები დამოკიდებულია მისი წყლის ქიმიურ შემადგენლობაზე, მარილიანობაზე, განათებაზე, ტემპერატურაზე, სიმკვრივეზე, მოძრაობაზე, ფსკერის ხასიათსა და სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე. ყველაფერი ეს კი—წყლის სიღრმეზე. ამის შესაბამისად ზღვაში გამოყოფენ სამ ბიონომიურ ზონას: ნ ე რ ი ტ უ ლ ს, ბ ა თ ი ა ლ უ რ ს ა და ა ბ ი ს უ რ ს, ზოგიერთები კი უმატებენ პ ე ლ ა გ უ რ, ანუ წყლის უფსკერო, ზონასაც (ნახ. 57); ნერიტული ზონის ფსკერს ჰქვია. შე ლ ფ ი, ბათიალური ზონისას — კ ო ნ ტ ი ნ ე ნ ტ უ რ ი ფ ე რ დ ო ბ ი (ახლა ამერიკაში გამოყოფენ კონტინენტური ფერდობის ძირსაც), აბისური ზონისას—ო კ ე ა ნ ი ს ფ ს კ ე რ ი (კალაპოტი). შელფი მოიცავს დაახლოებით 29 მლნ კმ²-ს (მსოფლიო ოკეანის ფართობის 7%), კონტინენტური ფერდობი—77 მლნ კმ²-ს (21,33%), ოკეანის ფსკერი—255 მლნ კმ²-ს (70,67%).

ნერიტული ზონა საშუალოდ ვრცელდება 200 მ სიღრმემდე. მასში არჩევენ: ლიტორალურ, სუბლიტორალურ და ფსევდოაბისურ ქვეზონებს. ლიტორალური ქვეზონა მოთავსებულია მიმოქცევის საზღვრებს შორის (სადაც ეს არ არის ტალღათცემის ფარგლებში); სუბლიტორალური ქვეზონა — ლიტორალურ ქვეზონასა და წყალმცენარეების გავრცელების ქვედა საზღვარს (უმეტესად 100—150 მ) შორის; ფსევდოაბისური ქვეზონა კი — სუბლიტორალურ ქვეზონასა და კონტინენტური ფერდობის ზედა საზღვარს შორის. ნერიტული ზონა კარგადაა განათებული და მდიდარია ჟანგბადით. ამიტომ მასში უხვადაა წყალმცენარეები და ცხოველები. მაგრამ აქ ძლიერია ღელვა და სწრაფია მარილიანობა — ტემპერატურის ცვლილება. ამიტომ გავრცელებულია ევრიპალური და ევრითერმული ორგანიზმები, ე. ი. ისეთი სახეობები, რომლებიც ადვილად იტანენ მარილიანობასა და ტემპერატურის ფართო ცვლილებებს (ბერძნ. „ჰალინოს“ — მარილიანი; „თერმე“ — სითბო). მათი ნიჟარები მორთულია ეკლებით, წიბოებით, ხორკლებითა და სხვა ამგვარი მოკაზმულობით.

ბათიალური ზონა ვრცელდება 200 მ-დან (ზოგჯერ 500—1000) 2500—3000 მ სიღრმემდე. მისი ფსკერი საშუალოდ დაქანებულია 3,5—7,5°-ით. განათებულია წყლის მხოლოდ სულ ზედა ნაწილი და ისიც სუსტად, თითქმის უძრავია წყალი და უცვლელია მისი ტემპერატურა და მარილიანობა. ამიტომ შიგნაკლებია მცენარეები და ცხოველები, და რაც არის, ისიც წარმოდგენილია მცირეტანიანი, გლუვ-თხელნიჟარებიანი სტენოპალური და სტენოთერმული ფორმებით, ე. ი. ისეთი სახეობებით, რომლებიც ვერ იტანენ მარილიანობისა და ტემპერატურის ცვლილებებს (ბერძნ. „სტენოს“ — ვიწრო).

აბისური ზონა მოიცავს 2500—3000 მ-ზე ღრმა ზღვას. მისი ფსკერი დაქანებულია 0,20—0,40°-ით და წყალი ხასიათდება აბსოლუტური სიბნელით, სუსტი მოძრაობით, მაღალი წნევით, მუდმივი ტემპერატურითა (4°C-მდე, დიდ სიღრმეებზე — 0°C) და მარილიანობით. ამიტომ იგი ღარიბია ორგანიზმებით და დასახლებულია ბაქტერიებით, საპროფიტული წყალმცენარეებით, ბრმა-ან დიდთვალებიანი და კარგად განვითარებული გრძნობის ორგანიზმიანი ცხოველებით.

ერთნაირ პირობებში მცხოვრები ორგანიზმები სახლდებიან ერთად და ქმნიან თანასაზოგადოებებს, ანუ ბიოცენოზებს (მოლუსკების, კიების, ღრუბლების, მარჯნების და სხვ.), ხოლო ხშირად მკვდარ ორგანიზმთა ნაშთები გროვდება ერთად და ქმნიან შესაბამის თანასაზოგადოებებს — ტანატოცენოზებს. მათ შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ისინი გვიხსნიან შემცველი ქანების წარმოშობის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებს.

ამჟამად ზღვაში აღმოჩენილია 70-მდე ქიმიური ელემენტი, მაგრამ მთავარ როლს ასრულებს ქანგბადი (85,82% წონით), წყალბადი (10,72%), Cl (1,9%) და ნატრიუმი (1,05%). ზღვაში გვხვდება რკინა, სპილენძი, ოქრო და სხვა ნივთიერებებიც, მაგრამ მათი რაოდენობა 0,5% არ აღემატება, თუმცა საერთო რაოდენობა კოლოსალურია, რადგან წყლის მასა დიდია (ერთ მ³ ზღვის წყალში ოქროს რაოდენობა 0,008 მგ-ია, მსოფლიო ოკეანეში 10—მლრდ ტ). ამ ნივთიერებათა ერთი ნაწილი მარილების სახითაა, მეორე ნაწილი კი თავისუფალია. მარილებიდან ზღვის წყალში მთავარ როლს ასრულებს: NaCl (მარილების საერთო წონითი რაოდენობის 77,75%), MgCl₂ (10,87%), MgSO₄ (4,73%), CaSO₄ (3,6%), K₂SO₄ (2,46%), CaCO₃ (0,3%) და MgBr₂ (0,21%), დანარჩენებზე კი მოდის 0,08%. ეს იმას ნიშნავს, რომ ზღვის წყალში პირველ ადგილზეა ქლორიდები (88,62%), მეორეზე—სულფატები (10,79%), მესამეზე—კარბონატები (0,3%). საერთოდ, მსოფლიო ოკეანეში გახსნილია 48 000 000 მლრდ ტ მარილი, საიდანაც 38 000 000 მლრდ ტ სუფრის მარილი და 5 200 000 ტ სულფატებია. ამიტომ, თუ სადმე შეხვდებიან სუფრის მარილიან წყალს, მას განამარხებელ ზღვის წყლ დ თვლიან.

მარილები წყალს ანიჭებს მარილიანობას. მას გამოსახავენ პრომილებით. (‰). არჩევენ ნორმალურ მარილიან და ანორმალურ წყალს. პირველის მარილიანობა 35‰, მეორესი—პირველზე მეტი ან ნაკლები. ნორმალურზე მეტმარილიან წყალს უწოდებენ მლაშეს, ნაკლებმარილიანს — მომარილიანოს. ხორმალურმარილიანია ყველა ოკეანის წყალი მაღალი განედების ზედა ფენის გამოკლებით, რადგან აქ წყლის ეს ფენა ზამთრობით იყინება, გაყინვისას მისგან მარილები იდევნება, ზაფხულში ყინული დნება და მიღებული უმარილო წყალი ზემოდან ადგას ქვედას, მარილიანს. მლაშეა ხმელთაშუა ზღვა (37—39‰) და წითელი ზღვა (39—52‰), მომარილიანოა: შავი ზღვა (ზედაპირზე საშუალოდ 17—18‰, 100 მ სიღრმეზე—20‰, ფსკერზე—22,6‰), კასპიის ზღვა (დიდ მდინარეთა შესართავებში 4—7,5‰, სხვაგან ზედაპირზე—12,6—14‰), ბალტიის ზღვა (1—7‰) და ა. შ. საერთოდ, ზღვის მარილიანობა დამოკიდებულია მასში შემავალი მდინარეული წყლისა და ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, აორთქლებაზე, მოსაზღვრე აუზებთან წყლის გაცვლის შესაძლებლობაზე და ზოგ სხვა პირობებზე. ოკეანეების ზედაპირზე ყველაზე მეტი მარილიანია (37,5‰) პასატების ზოლის წყალი (ინტენსიური აორთქლების გამო), ყველაზე ნაკლებმარილიანი (30—32‰)—პოლარული სარტყლების წყალი (მცირე აორთქლებისა და ყინულების დნობის შედეგად). ოკეანეებში 200—400 მ სიღრმემდე მარილიანობა მცირედ იცვლება, უფრო ქვევით თითქმის

უცვლელია (34,6—34,9⁰/₀₀), მაგრამ, საერთოდ სიღრმის მატების შესაბამისად მატულობს, მარილთა შემადგენლობა და თანათარობა კი ყველგან ერთნაირია. მარილიანობა გავლენას ახდენს ორგანიზმებზე, წყლის სიმკვრივეზე, გაყინვაზე, სხივტეხასა და სხვა ფიზიკურ თვისებებზე (მარილიანი წყალი ბევრად დაბალ ტემპერატურაზე იყინება, ვიდრე უმარილო და ა. შ.).

ფიქრობენ, ზღვაში მარილები შეტანილია მდინარეების მიერ, მაგრამ არაა გამორიცხული, რომ მისი გარკვეული ნაწილი შემოსული იყოს წყალქვეშა ვულკანური ამოფრქვევითაც. რადგან ამოფრქვევის გაზობრივ პროდუქტებში სუფრის მარილისა და HCl-ის რაოდენობა ხშირად 95%-მდე აღწევს, ამასთან ზღვაში ქლორი 670-ჯერ მეტია, ვიდრე მიწის ქერქში.

ზღვის წყალში გახსნილია გაზებიც. აქედან პირველ ადგილს იკავებს აზოტი (65%), შემდეგ—უანგბადი (34%) და ნახშირორჟანგი (1%). პირველი ორის მოცულობა ყოველ ლიტრ წყალში 18 სმ³-ია. ისეთ აუზებში კი, სადაც წყლის ვერტიკალური ცირკულაცია არ არის ან შესუსტებულია, მნიშვნელოვანი რაოდენობით გროვდება H₂S და იწვევს წყლის მოწამვლას. ამით აიხსნება, რომ წაე ზღვაში 183—200 მ-ის კვევით აერთებული სიციცხლე არ არის. როგორც ჩანს, - H₂S ამოდის სიღრმიდან და გამოიყოფა ორგანიზმების ნაშთების ბრწინითაც. X

ზღვის წყალი თბება მზისგან. ამიტომ ოკეანეების ზედაპირის ტემპერატურა ეკვატორიდან პოლუსებისკენ კლებულობს და 32⁰C-დან (ზაფხულში, ეკვატორთან) მინუს 1,8⁰C-მდე (ზამთარში, პოლუსებთან) მერყეობს. მაგრამ გარკვეულ ადგილებში ამაში ცვლილება შეაქვს თბილ და ცივ დინებებს. საერთოდ, წყნარი ოკეანის ზედაპირული ნაწილის საშუალო წლიური ტემპერატურა 19,1⁰C-ია, ატლანტის ოკეანის—16,9⁰C, ინდოეთის ოკეანის—17⁰C, მსოფლიო ოკეანის—17,4⁰C, ატმოსფეროს ქვედა ფენებისა კი—14,4⁰C. ეს იმას ნიშნავს, რომ წყალში, ბევრად მეტი სითბოა, ვიდრე ატმოსფეროში. სიღრმეში ტემპერატურა კლებულობს და ფსკერზე +3⁰-დან (ტროპიკულ ზოლში) მინუს 1,6⁰C-მდე (პოლარულ არეში) დადის.

ჩაკეტილ ზღვებში ზედაპირული წყლის ტემპერატურა დამოკიდებულია ადგილობრივ კლიმატზე და ყველაზე მაღალია (45,6⁰) სპარსეთის ყურეში, ფსკერის ტემპერატურა კი უღრის ზედაპირული წყლის ტემპერატურის მინიმუმს (ხმელთაშუა ზღვაში 13,5⁰-ია, წითელ ზღვაში 21,5⁰).

ზღვის წყლის წხევა დამოკიდებულია სიღრმეზე, ყოველ 10 მ-ზე ერთი ატმოსფეროთი მატულობს და უღრმეს ადგილებში—800—1100 ატმ-მდე აღწევს. ამას დიდი გეოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან წნევის მომატებისას წყალი შთანთქავს მეტ აირს, ხსნის ძნელხსნად

მინერალებს და კირქვის ნაკვებებს არ აძლევს საშუალებას მიადწიოს ფსკერამდე.

წყლის სიმკვრივე დამოკიდებულია მარილიანობა-ტემპერატურა-წნევაზე და ოკეანეების ზედაპირზე 1,0255—1,02813 გ/სმ³-მდე მერყეობს, სიღრმეში კი მატულობს და 10 კმ-ზე 1,07105 გ/სმ³-ს აღწევს.

ზღვის წყლის განათება დამოკიდებულია მზის სხივის დაცემის კუთხეზე (მისი პირდაპირპროპორციულია), ყოველი 50 მ სიღრმეზე საშუალოდ ათჯერ მცირდება, ტროპიკულ და სუბტროპიკულ სარტყლებში 500—800 მ-მდე აღწევს, მაგრამ საშუალოდ 400 მ-მდე ვრცელდება. ამ-მხრივ ზღვაში არჩევენ სამ ზონას: ევფოტურს (კარგად განათებული, 30—80 მ-მდე), დისფოტურს (სუსტად განათებული, 30—80-დან 200 მ-მდე) და აფოტურს (ბნელი, 200 მ-ზე ღრმად).

ზღვის წყალში ბგერა ვრცელდება წამში 1500 მ სიჩქარით. ამაზე დამოკიდებული ექოლოტის მიერ წყლის სიღრმის განსაზღვრა.

ოკეანეები რადიოაქტიურია, რადგან მასში მოთავსებულია ურანის, თორიუმის, რადიუმისა და სხვა რადიოაქტიურ ნივთიერებათა იზოტოპები. მათი საერთო რადიოაქტივობა უდრის 4.7·10¹¹ კიურს.

ზღვა მუდამ მოძრაობს. არჩევენ მისი მოძრაობის ორ სახეს — პერიოდულსა და მუდმივს (ტრანსლაციური). პირველს შეეკუთვნება დელტა და მიოქციკვა-მოქციკვა მეორეს — დინებები.

დელტა არის წყლის ზედაპირული ფენის რხევითი მოძრაობათა ტალღების წარმოქმნა. მეტწილად მას იწვევს ქარი, ზოგჯერ კი — წყალქვეშა მიწისძვრები, ვულკანიზმი და მეწყერები, აგრეთვე მიმოქცევის ტალღებიც. ქარისმიერი ტალღები სიღრმეში გეომეტრიული პროგრესიით სუსტდება და 200 მ-ზე ღრმად არ ვრცელდება. მიმოქცევის, მიწისძვრებისა და ვულკანიზმის ტალღებს (ცუნამი) კი მოძრაობაში მოჰყავს ოკეანის მთელი წყალი. ზოგჯერ ასეთივე სიძლიერისაა წყალქვეშა ჩამოქცევითი (მეწყრული) ტალღებიც. ტალღის სიგრძე ჩვეულებრივად 10—15-ჯერ აღემატება სიმაღლეს, ფრთების დახრა 2,8—5,7°-ია და სიჩქარე წამში 8—10 მ-მდეა, მაგრამ 12-ბალიანი ქარის დროს მისი სიმაღლე 10—15 მ, სიგრძე—500—800 მ და ნაწილაკთა სიჩქარე წამში 35 მ-მდეც აღწევს. ცუნამისა და ჩამოქცევითი ტალღების სიმაღლე კი ხანდახან 37 მ-საც უტოლდება. ამ დროს მისი დარტყმის ძალა ყოველ მ² ფართობზე 30—37 ტ-ს უდრის. საერთოდ, ტალღის სიგრძე, სიმაღლე, სიჩქარე და ძალა დამოკიდებულია წარმოშობი მიზეზის სიძლიერეზე, ხანგრძლივობაზე, აუზის სიღრმე-სიდილეზე და მათი პირდაპირპროპორციულია. ტალღები განსაკუთრებით ღიდ სიმაღლეს აღწევს ვიწრო ადგილებში შესვლისას.

მოქციკვა-მიოქციკვა ეწოდება მსოფლიო ოკეანეში წყლის

დონის პერიოდულ აწვევ-დაწვევას. მას იწვევს მთვარე-მზე-დედამიწის ურთიერთმიზიდულობა, ძირითადად კი მთვარის მიზიდულობა, რადგან მთვარე 390-ჯერ ახლოსაა მიწასთან, ვიდრე მზე, და მზესთან შედარებით 2,17-ჯერ მეტად იზიდავს მიწას. მიმოქცევა ზოგან დღე-ღამეში ხდება ერთხელ (მექსიკის უბე, ინდონეზიის სანაპიროები და სხვ.), ზოგან — ორჯერ (ატლანტის ოკეანის მეტი ნაწილი, მურმან სკ-ციმბირ-კორეა-ახალი ზელანდია და სხვ.), ზოგან — ოთხჯერ (ინგლისი-უეიმუტსა და კუნძულ უაიტს შორის), ზოგ ადგილას კი სულ არა (ჩრდილო ზღვა და სხვ.) და ვრცელდება ტალღების სახით. ოკეანეებსა და გაშლილ ზღვებში ამ ტალღების სიმაღლე 1 მ-მდეა, მათ ნაპირებთან — 2 მ-მდე, მდინარეთა ხეობებში — 7—8 მ (წინა ფერდობის დახრა 70°-მდე), ხოლო ვიწრო სრუტეებში, ბუხტებსა და უბეებში არც შეიმჩნევა. ლამანშის სრუტეში მისი სიჩქარე საათში 70 კმ-ია, ატლანტის ოკეანეში — 300 კმ-მდე, დიდ სიღრმეებში კი — 350 მ-მდე. შელფზე იგი დინების სახეს ღებულობს. ამ დინებების საერთო ენერჯია 1240 მლრდ კვტსთ-ია. ბარენცის ზღვაში მასზე აგებულია ელსადგური, რომელმაც 1968 წლის 28 დეკემბერს მოგვცა პირველი ენერჯია (400 კვტსთ).

მიმოქცევითი ტალღები ბევრად სუსტია, ვიდრე ქარისმიერი, მაგრამ ისიც შლის ნაპირისა და ფსკერის ქანებს, იღებს დალექილ მასალას და სიღრმეში ეზიდება. მართალია, ტურბულენტური მოძრაობის გამო, მას არ შეუძლია ეს მასალა გაიტანოს შორს, მაგრამ იგი მას არ აძლევს საშუალებას დაილექოს და ხელს უწყობს მოხვედეს უფრო ნელი და მუდმივი დინების არეში, სადაც სიდიდის მიხედვით სიღრმეში თანდათან ხარისხდება და ილექება. მიმოქცევა იწვევს აგრეთვე ორგანიზმების ფილტვებით სუნთქვაზე გადასვლას, რადგან ასეთი ადგილების სანაპირო ზონის ცხოველები იძულებულია შეეგუოს ხმელეთისა და ზღვის პერიოდულ მორიგეობას.

ზღვის დონის პერიოდულ შეცვლას იწვევს აგრეთვე გამყინვარება — მყინვარის გადნობა (გლაციოევისტაზია) და მიწის ქერქის აწვევ-დაწვევა (ტექტოევისტაზია), მაგრამ იგი მეტად ნელი და ხანგრძლივია. მაგალითად, ფიქრობენ, ე. წ. რისული, ანუ მაქსიმალური, გამყინვარების დროს ზღვის დონე ახლანდელთან შედარებით 120 მ-ით დაბლა იყო და ეს გრძელდებოდა 123000 წელს.

დინება ეწოდება პორიზონტალური ან ვერტიკალური მიმართულებით წყლის წინსვლით მოძრაობას. ზღვის ზედაპირზე ასეთია: გოლფსტრიმი, კურო-სივო, პასატური — დინებები და სხვ. აქედან ერთ-ერთი უდიდესია გოლფსტრიმი. იგი აღმოაჩინეს ესპანელმა მეზღვაურებმა 1513 წელს, იწყება მექსიკის უბეში ქ. პავანასთან, ნიუფაუნდლენდამდე, მიუყვება ჩრდილო ამერიკის სანაპიროებს, შემდეგ უხვევს ჩრდილო-

აღმოსავლეთით, ჩაუვლის სკანდინავიის დასავლეთ მხარეზე და შპიც-ბერგენსა და „ნოვაია ზემლიას“ შორის შედის ჩრდილო ცინულოვან ოკეანეში. მისი გავლენა შეიმჩნევა კუნძულ ვრანგელთან და ჩრდილო პოლუსის რაიონშიაც, რადგან იქ 500 მ სიღრმეზე ტემპერატურა $1,5^{\circ}\text{C}$ -ია. იგი შედგება წრეებისა და ხვეულების სახის მრავალი დინებისა და უკუდინებისგან, გრძელდება 10 000 კმ-ზე მეტ მანძილზე, ფლორიდის სრუტეში მისი სიგანე 75 კმ-ია (სხვაგან 300 კმ-მდეც), სიღრმე—700 მ, სიჩქარე ზედაპირზე—6—10 კმ/სთ, დებიტი წამში—25 მლნ მ³ (მსოფლიოს ყველა მდინარისაზე 20-ჯერ მეტი), საშუალოდ წლიური ტემპერატურა $+26^{\circ}\text{C}$ (შპიცბერგენთან $+3-5^{\circ}\text{C}$).

ასეთივე დინებები გვაქვს ზღვის ფსკერზედაც. იგი პირველად აღმოაჩინა ამერიკელმა ოკეანოლოგმა კრომველმა 1951 წელს წუნარ ოკეანეში (პაფაის კუნძულების სამხრეთით), მოთავსებულია დასავლეთ პასატური დინების ქვეშ და მოძრაობს მის საწინააღმდეგოდ. ამიტომ მას კრომველის სიღრმული უკუდინება ჰქვია. საბჭოთა მკვლევარების 1972 წლის დაკვირვებებით, ამ დინების აგებულება რთულია და განივკვეთი—II-სებრი აქვს. 1958 წელს, საბჭოთა მკვლევარებმა ფსკერის დინება აღმოაჩინეს ატლანტის ოკეანეშიაც (სამხრეთი პასატური ზედაპირული დინების ქვეშ) და მას ლომონოსოვის სიღრმული უკუდინება უწოდეს. იგი ბრტყელია, გრძელდება 2 500 მილზე მეტ მანძილზე და წამში მოძრაობს 0,96 კმ სიჩქარით. ამჟამად ატლანტის ოკეანეში ცნობილია ე. წ. ანტილო-გვიანის სიღრმული უკუდინებაც. იგი იწყება სარგასის ზღვის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში, გრძელდება 3 500 მილზე მეტ მანძილზე და კვებავს ლომონოსოვის სიღრმულ უკუდინებას. სარგასის ზღვის ამ ნაწილში არსებობს აგრეთვე ეკვატორისკენ მიმართული ფსკერის დინებათა სხვა მრავალი რთული სისტემაც.

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ზედაპირული დინების შემდეგ სახეებს: ბაროგრადიენტულს, მიმოქცევითს, დრეიფულს (ყველაზე ხშირია), გრავიტაციულს, კომპენსაციურსა და შერეულს. პირველს იწვევს ზღვის ზედაპირზე ატმოსფერული წნევის ცვლილება; მეორეს—ზღვის მიმოქცევა; დრეიფულს—ერთი მიმართულებით დიდხანს მქროლავი ქარები; გრავიტაციულს—ზღვის სხვადასხვა ადგილზე წყლის განსხვავებული სიმკვრივე; კომპენსაციურს—სხვადასხვა მიზეზით ზღვის ამა თუ იმ უბანში წყლის დანაკლისი; შერეულს კი—ორი ან რამდენიმე ამოთვანი. როგორც ჩანს, ფსკერის დინებები კომპენსაციურია და გამოწვეულია ზედაპირული დინებებით.

გეოლოგიური თვალსაზრისით უფრო მნიშვნელოვანია ფსკერის

დღეებში, რადგან ისინი წარმოადგენენ უზარმაზარ წყალქვეშა მდინარეებს, მათ არეში რეცხავენ ფსკერს, შლიან ქანებს, ნაშალ მასალას არ აძლევენ საშუალებას დაილექოს და იწვევენ ხარვეზს, ე. ი. ნალექთა დაგროვებისას არღვევენ მათ ნორმალურ ასაკობრივ თანამიმდევრობას (ჭრილს აკლებენ გარკვეული ასაკის ქანებს), რასაც გეოლოგები ჩვეულებრივად ხსნიან იმ დროს იმ ადგილზე ხმელეთის არსებობით, სინამდვილეში კი, ზოგ შემთხვევაში, შეიძლება გამოწვეული იყოს ფსკერის დინებებით.

ზღვის გეოლოგიური მოქმედება. ზღვის გეოლოგიური მოქმედება გამოიხატება ქანების დაშლაში, ანუ აბრაზიაში, ნაშალი მასალის გადატანა-დალექვასა და ახალი ნალექების წარმოქმნაში.

აბრაზია. აბრაზიო ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს მოფხეკას. გეოლოგიაში ამ ტერმინში იგულისხმება ტალღების მიერ ზღვების, ტბებისა და წყალსაცავების ნაპირების დაშლა-ჩამორეცხვა. ამ დროს ხდება ქანების როგორც მექანიკური, ისე ქიმიური დაშლა, მთავარ როლს ასრულებს პირველი. ამიტომ აბრაზიის ხარისხი დამოკიდებულია ტალღების ძალაზე; სანაპიროს ქანების სიმკვრივეზე, ნაპრალიანობასა და ნაპირისადმი შრეების განლაგებაზე. ტალღების ძალა კი დამოკიდებულია ქარის სიძლიერეზე, ტალღის მიერ ატაცებული მყარი მასალის რაოდენობასა და დიამეტრზე. რამდენადაც ძლიერია ქარი, ბევრი და მსხვილია ატაცებული მასალა, ციცაბოა ნაპირი, რბილი ან ნაპრალოვანია მისი შემადგენელი ქანები და შრეები დახრილად ნაპირის საწინააღმდეგოდ, მით ძლიერია აბრაზია და, პირიქით. მართალია, ტალღებში წყლის ნაწილაკები მხოლოდ ვერტიკალურად ქანობს, მაგრამ კიდესთან მიახლოებისა და წყლის გამარჩხებისას იგი დინების ხასიათს ღებულობს და ზოგჯერ კოლოსალური ძალით აწყდება ნაპირს. შავ ზღვაში ეს ძალა ტალღისადმი მართობული ზედაპირის ყოველ მ²-ზე 2,8 ტ-ს აღწევს, ამერიკის სანაპიროებზე 30 ტ-ს, ხოლო ჩრდილო შოტლანდიაში ზოგჯერ 38 ტ-ს აჭარბებს. ამის გამო იყო შემთხვევა, როდესაც შოტლანდიაში ტალღამ ტალღასაჭრელ ვიკს მოწყვიტა და ნაპირისკენ დაძრა 2600 ტ წონის რკინა-ბეტონის კედელი; საფრანგეთში (შერბურის პორტში) ტალღამ 6 მ სიმაღლის კედელზე გადაისროლა 3,5 ტ-იანი ლოდი; 1947 წელს სოკის პორტში ტალღამ ადგილიდან დაძრა 200 ტ-იანი ბუნები (ბეტონის ტალღამჭრელები); 1890 წელს ფოთში კი 40 ტ-იანი ტალღასაჭრელი ლოდები და ა. შ.

ასეთ ძალას ქანები ვერ უძლებს და იშლება. ეს პროცესი ყველაზე ინტენსიურია რბილ, ნაპრალოვან და ნაპირის საწინააღმდეგოდ დახრილ შრეებში, რადგან რბილი ქანები ისედაც სუსტია, ნაპრალებში კი იჭრება წყალი, რეცხავს, აფართოებს მას და ასუსტებს კავშირს ცალკეულ

ნამტვრევებს შორის, ამასთან დარტყმის შედეგად ძლიერ კუმშავს შიგ არსებულ ჰაერს, რომელიც შემდეგ აფეთქების ძალით ფართოვდება. ამავე დროს, ზოგჯერ შეკუმშული ჰაერი ნაპრალებიდან გამოდის გარეთ, თან გამოაქვს იქ არსებული ფხვიერი მასალა და ხელს უწყობს ნაპრალების შემდგომ გამოფიტვა-გაფართოებასა და ზედა ნაწილის ჩამოქცევას. ასევე ხდება ნაპირის საწინააღმდეგოდ დაქანებული შრეების შემთხვევაშიაც, რადგან ტალღა ქვედა ფენების გამორეცხვით ძირს უთბრის ზედა შრეებს, რომლებიც შემდეგ თავისივე სიმძიმით ჩამოიქცევა. აბრა-

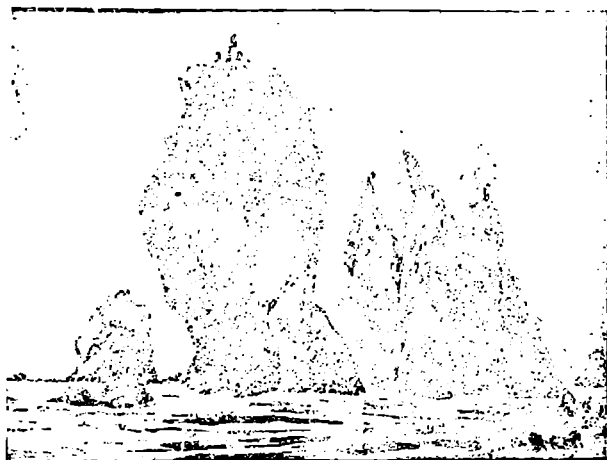


ნახ. 58. ხლეური მღვიმე ხმელთაშუა ზღვის კუნძულ კაპრზე.

ზია ყველაზე სუსტია ერთგვაროვან, მაგარ, უნაპრალო ქანებსა და ზღვისკენ დაქანებული შრეებისგან აგებულ დამრეც ნაპირზე, რადგან ამ დროს ქანების ზედაპირი შედარებით გლუვია, ტალღა გარბის მასზე და ენერჯიას ხარჯავს ხახუნის ძალის გადალახვაზე. სხვადასხვა სიმაგრის ან ღრმად დანაპრალებულ მაგარ ქანებში კი ჭრავა აღვილად იჭრება რბილ ქანებსა და ნაპრალებში და აჩენს ბუხტებს, მღვიმეებსა და სხვა სახის წარმონაქმნებს (ნახ. 58), მაგარი ქანები კი რჩება შიგ კუნძულეებისა და შეერილების სახით. ამიტომ ამათ ა ბ რ ა ზ ი ის ნ ა რ ჩ ე ნ ე ბ ს, ა ნ უ მ ო წ მ ე ე ბ ს, უწოდებენ (ნახ. 59). მღვიმეები უფრო მეტად ჩნდება აღვილხსნადი ქანებისგან აგებულ ნაპირებზე, რადგან ამ დროს წყალი ქანს შლის ქიმიურადაც.

ზვირთცემა შედარებით მცირე სიმაღლემდე აღწევს და კლდოვან

ნაპირზე აჩენს ტალღათ ცემის ყელს, ანუ ნიშს (ნახ. 60). იგი შემდეგ თანდათან ღრმავდება, ზედა ნაწილს საფუძველი ეშლება და ხდება ჩამოქცევა. ამით ნაპირი უკან იხევს და ციცაბო ხდება. ასეთ ნაპირს სანაპირო ფლატე ანუ კლიფი ჰქვია. ჩამონაზვავი მასალა გროვდება კლიფის ძირში და ასუსტებს ნაპირის აბრაზიას, მაგრამ ტალღების მოქმედებით თვითონ იმსხვრევა, მრგვალდება და ქვიშად და ქვამრგვალებად იქცევა. აბრაზიას განიცდის ფსკერისა და სანაპირო ზონის ის ნაწილიც, რომელზედაც ნაშალი მასალა მოძრაობს. ამიტომ ამ ადგილს წყალქვეშა აბრაზიულ ტერასას უწოდებენ. მისი ერთი ნაწილი წყალშია, მეორე—ხმელეთზე. იგი მეტწილად

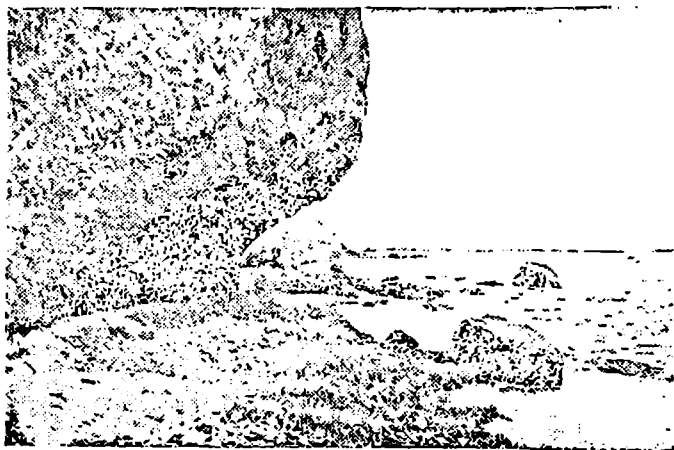


ნახ. 59. აბრაზიული ნარჩენები ყირიმის სამხრეთ სანაპიროსთან.

მოფენილია ქვიშით, ღორღით ან რიყნარით და ქმნის კლაუსს. აბრაზია არსებითად მიმდინარეობს 200 მ სიღრმემდე. ამიტომ უფრო ღრმად მოხვედრილი ნაშალი მასალა ტალღას ზევით ვეღარ ამოაქვს, იქვე გროვდება და ქმნის საფეხურს, რასაც წყალქვეშა აკუმულაციური ტერასა ჰქვია (ნახ. 61). სხვადასხვა ქანებისგან აგებული აბრაზიული ტერასის ზედაპირი უსწორმასწოროა, ზოგიერთ ჩაღრმავებაში არსებული ქვები ადგილზევე ბრუნავს და აჩენს ე. წ. ევოზიულ ქვაბებს (ნახ. 62).

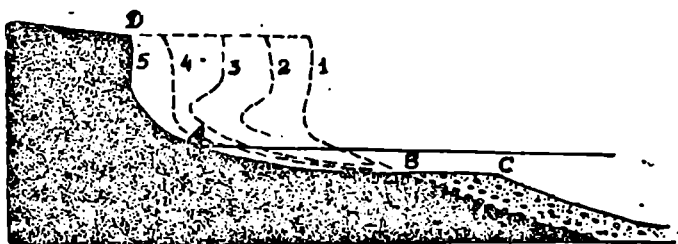
როცა ზღვის დონე დიდხანს უცვლელია და სანაპირო ზონა აწევდაწევას არ განიცდის, აბრაზიის შედეგად ნაპირი თანდათან უკან იხევს, აბრაზიული ტერასა ფართოვდება და ქმნის აბრაზიულ ბაქანს,

ანუ სანაპირო ველს. ამ ველის გამომუშავების შესაბამისად ნაპირის უკან დახევა მცირდება, წყალქვეშა აბრაზიული ტერასის დონე



ნ.ხ. 60. ტალათემის ნიში (ყირიმი).

ზევით იწევს, ვაკდება, წყალი თხელდება, ხახუნის არე მატულობს, ტალღის ძალა და აბრაზია თანდათან სუსტდება და ბოლოს წყდება.



ნახ. 61. ზღვის ნაპირის უკუსვლა აბრაზიის შედეგად: 1, 2, 3, 4, 5—ნაპირის მდებარეობა სხვადასხვა დროს; AB—წყალქვეშა აბრაზიული ტერასა; BC—წყალქვეშა აკუმულაციური ტერასა; AD—კლიფი.

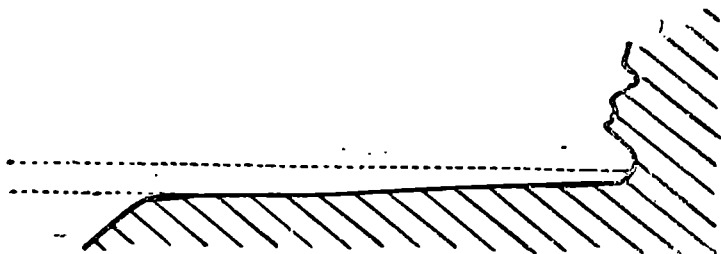
ამ მომენტში სანაპირო ზონის განივ პროფილს აბრაზიული წონასწორობის პროფილი ჰქვია (ნახ. 63). შემდეგ ტალღების მოქმედების არეში არსებული ქანების ნამტვრევები ტალღების გავლე-

ნით გორავს, იხეხება, იფშენება, წვრილი მასალა ღრმა ზღვაში გადის, მსხვილი—ადგილზე რჩება და ჩნდება ლოდნარ-რიყიანი პლაჟი. მართალია, წყალქვეშა აბრაზია შემდეგაც ხდება, მაგრამ მას იწვევს არა ქარის ტალ-



ნახ. 62. ევოზიული ქვაბი.

ღები, არამედ ცუნამი, მიმოქცევითი ტალღები, ფსკერის დინებები და ლაფისა და სიმღვრიის ნაკადები (ლაფის ნაკადი წყალში ახელილი მიწის ღვარია, სიმღვრიის ნაკადი კი—წყალში გათქვეფილი მიწა. ისინი წარმოიქმნება დაქანებულ ფსკერზე დაღეძილი ფხვიერი მა-



ნახ. 63. აბრაზიული წინასწორობის პროფილი.

სალის შენჯღრევით, წყალზე მძიმეა, მიჰყვება ფსკერს და ახდენს აბრაზიას. მათ შიგნით ე. წ. წყალქვეშა კანიონების წარმოშობას), მაგრამ ესენი შედარებით იშვიათია.

ტრანსგრესია-რეგრესია. ზღვიური ტერასები და სანაპიროს ტიპები. მიწის ქერქი და ზღვის დონე მუდამ მერყეობს, იგი ხან ზევით იწევს, ხან ქვევით. როცა სანაპირო ზონა ქვევით მოქარაობს, ან ზღვის დონე ზევით იწევს, აბრაზია ახალგაზრდავდება, ზღვა წინ მიდის და თანდათან ფარავს ხმელეთს. ზღვის ამგვარ ნელ, ხანგრძლივ შეჭრას ხმელეთზე ტრანსგრესია ეწოდება. როცა იგი სწრაფია, ზღვა ვერ ასწრებს ნაპირის მოვაკებას და მისი რელიეფის ფორმები თითქმის უცვლელად შედის წყალქვეშ. ამიტომ ზოგი მდინარის ხეობა ზღვის ფსკერზე დიდ მანძილზე ვრცელდება. მაგრამ ზღვის ნელი წინსვლის დროსაც კი მისი ფსკერის ზედაპირი ყოველთვის ტალღისებრია, რადგან იგი შედგება სხვადასხვა სიმაგრის ქანებისგან. ასეთ ზედაპირს აბრაზიული ხე-დაპიროპეჯია. ტრანსგრესიის დროს ახალგაზრდა ნალექები თანდათან ეფინება მის უშუალო წინამორბედზე ძველ წარმოქმნებს, კრილი მეტწილად იწყება კონგლომერატით და ზევით უფრო და უფრო წვრილმარცვლოვანი ხდება, ამასთან კონგლომერატის ქვარგვალეზი წარმოდგენილია იმ ქანების ნამტკრევეებით, რომლებსაც ზემოდან ადევს. ნა-



ნ.ხ. 64. ნალექების ტრანსგრესიული განლაგება.

ლექთა ასეთ განლაგებას ტრანსგრესიული განლაგებაჲ ეწევა. კონგლომერატს კი — ფუძის (ბაზალური) კონგლომერატი (ნახ. 64). ხმელეთის ზოგიერთი ადგილი ზღვის დონეზე დაბლაა. ამიტომ წინსვლის დროს ზღვა მასში აბრაზიის გარეშე იჭრება. ამ მოვლენას ინგრესია ეწოდება.

როცა ზღვის დონე ქვევით იწევს, ან სანაპირო ზონა ზევით, ამ დროს ზღვა უკან იხევს და ათავისუფლებს ფსკერის ნაწილს. ზღვის ამგვარ ნელ, ხანგრძლივ უკან დახევას რეგრესია ეწევა. ფსკერის ზედაპირად ქვევით კი — ემერსია. რეგრესიის დროს კრილი კონგლომერატით მთავრდება, ე. ი. ქვევიდან ზევით ნალექების მარცვლების სიდიდე თანდათან მატულობს.

ტრანსგრესია-რეგრესიის მეტწილად იწვევს მიწის ქერქის ვერტიკალური მოძრაობები (აწევა-დაწევა), ზოგჯერ კი — კლიმატის ცვლილება (გამყინვარება-მყინვარის გადნობა).

როცა რეგრესია ჩერდება, მაშინ ზღვა იმუშავებს ახალ ნაპირს, ძველი სანაპირო ზონა და ფსკერის ნაწილი კი რჩება ზევით მოვაკებული

საფეხურის სახით. ზღვის მიერ შექმნილ ასეთ მოვაკებულ საფეხურს ზღვიური ტერასა ეწოდება. იგი ზღვის ნაპირის მეტ-ნაკლებად პარალელურია, ოდნავ დაქანებულია ზღვისკენ და შეიცავს ზღვიურ ნამარხებს, ხშირად ებმის მდინარეულ ტერასებს და ნამარხების გარეშე მისგან ძნელი გამოსაცნობია. ზღვას შეიძლება ჰქონდეს ერთი ან რამდენიმე ტერასა. მათი რიცხვი შეესაბამება რეგრესიის შეჩერების რიცხვს, თუმცა ზოგჯერ რეგრესიას ტრანსგრესია მოსდევს. მის არეში ტერასები ისპობა და ტერასების რიცხვი ყოველთვის არ გამოსახავს იმ აუზის უკან დახევის რაოდენობას.

ზღვიურ ტერასებს ნომრავენ ისე, როგორც მდინარისას (ყველაზე დაბალი ტერასა პირველია, მომდევნო—მეორე და ა. შ.), დათარიღებას კი ახდენენ პალეონტოლოგიური, მორფოლოგიური (ალტიმეტრიული), არქეოლოგიური და რადიოლოგიური მეთოდებით. მაგრამ დღემდე შემორჩენილი ტერასები არსებითად მეოთხეული ასაკისაა. მეოთხეულში კი სახელმძღვანელო ნამარხები იშვიათია. ამიტომ ტერასებს პალეონტოლოგიურად დათარიღებენ უმთავრესად ნამარხების კომპლექსების მიხედვით, ზოგჯერ კი — სტატისტიკური მეთოდით, რისთვისაც ტერასულ ნალექებში ნაპოვნ ნამარხებში ანგარიშობენ ამოწყვეტილ ფორმათა რაოდენობას და რომელ ტერასაშიც მათი პროცენტული რაოდენობა ყველაზე მეტია, ის მიაჩნიათ ყველაზე ძველ ტერასად, ერთნაირი რაოდენობის შემცველები კი — ერთდროულად. ბოლო დროს ფართოდ იყენებენ აგრეთვე ე. წ. პალინოლოგიურ მეთოდს, ე. ი. ნალექების დათარიღებას მათში დაცული მცენარეების სპორებისა და მტერის მიხედვით. იგი ზოგ შემთხვევაში კარგ შედეგს იძლევა. ტერასების ასაკის მორფოლოგიური მეთოდით კვლევისას ეყრდნობიან ტერასების სიმაღლეებს ზღვის დონიდან და ასკვნიან, რომ ერთნაირი სიმაღლის ტერასები ერთნაირი ასაკისაა. მაგრამ ყოველთვის არც ეს არის სწორი, რადგან მაწის ქერქი ზოგან ზევით იწევს, ზოგან ქვევით და იცვლება ტერასების სიმაღლებიც. უფრო დამაჯერებელია არქეოლოგიური მეთოდით დათარიღება, მაგრამ ყველა ტერასა არ შეიცავს ადამიანთა კულტურის ნაშთებს.

ყველაზე სანდოა რადიოლოგიური დათარიღება, მაგრამ ყველა ტერასაში არ გვხვდება ისეთი საგანი, რომლის აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრა შეიძლებოდეს. ამიტომ ჯერჯერობით უფრო გავრცელებულია ტერასების პალეონტოლოგიური და მორფოლოგიური მეთოდებით დათარიღება. ამ საფუძველზე შ. დეპერე ხმელთაშუა ზღვის სანაპიროზე არჩევს ოთხ ტერასას: 1. მონასტირის (18—20), 2. ტირენულს (28—35 მ), 3. მილატურსა (55—60 მ) და 4. სიცილიურს (90—100 მ), სხვები კი უმატებენ მეხუთესაც — მონასტი-

რი ულის შემდგომს (6—8 მ). ასევე, აკად. ა. ცაგარელი აფხაზეთის სანაპიროზე (გაგრასა და სოფ. მიუსერას შორის) გამოყოფს 9 ტერასას: საიდანაც სამი მაღალი (450—900, 290—310 და 240—250) ჩაუდამდელი ასაკისაა, დანარჩენები კი: 170—215 მ—ზედა ჩაუდღური; 70—130 მ—ძველევქსინური; 40—70 მ—ძველევქსინურ-უზუნლარული; 14—20 მ—ადრეულკარანგატული (კარანგატული მაღალი); 8—12 მ—გვიანკარანგატული (კარანგატული დაბალი) და 4—6 მ—ახალშავზღვიური. ზოგიერთები აქას უმატებენ მათე ტერასას—ნიმფურს (1,5—2 მ).

რეგრესიის დროს ხშირად ხმელეთზე რჩება ზღვის წყალი და ქმნის ე. წ. ლაგუნებს, ე. ი. ზღვისგან მთლიანად ჩამოცილებულ ან მასთან სუსტად დაკავშირებულ აუზებს. კლიმატის შესაბამისად იგი შეიძლება იყოს მტკნარი ან მარილიანი. ამიტომ მასში ზღვიური ორგანიზმების სეტი ნაწილი წყდება, გადარჩენილი კი სწრაფად ვითარდება.

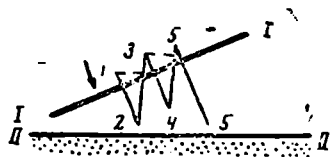
ზღვის ნაპირი სხვადასხვა ადგილზე შედგება სხვადასხვა სიმაგრისა და ტექტონიკური-სტრუქტურების ქანებისგან. რბილ ქანებსა და სინკლინურ აუზებში ზღვა ადვილად იჭრება და ქმნის ბუხტებსა და უბეებს, მაგარი ქანებისა და ანტიკლინურ რაიონებში კი აჩენს კონცხებს, კუჩქულებსა და რელიეფის სხვა ფორმებს. ამიტომ სანაპირო ხაზი ზოგან მართობულად კვეთს ნაოკებსა და მთებს, ზოგან—ირიბად, ხანდახან მისი პარალელურია ან არაერთარ დამოკიდებულებაში არ არის მასთან, ზოგიერთ ადგილზე ზღვა ანგრევს, ზოგან ლეკავს, ზოგან კი—ორივე ეს პროცესი მიმდინარეობს ერთად. ამის გამო გეოლოგიურ სტრუქტურებთან დამოკიდებულების მიხედვით არჩევენ სანაპიროს შემდეგ ტიპებს: განივს (ატლანტური); სიგრძივს (წყნაროკეანური); დიაგონალურსა და ნეიტრალურს (გულგრილი); ზღვის ტალღების მოქმედების მიხედვით: აბრაზიულს, აკუმულაციურსა და რთულს (შერეული); რელიეფის ფორმების მიხედვით კი: ბუხტებიანს, ფორდებიანს, ლაგუნებიანს და ა. შ.

სიგრძივი ნაპირი სანაპიროს უმთავრესი ნაოკებისა და რღვევების პარალელურია, სანაპირო ხაზი სწორი და მარტივია. განივი ნაპირი მიმართების მართობულად კვეთს სანაპიროს ძირითად სტრუქტურებს და საკმაოდ დაკლანძობილია. დიაგონალური ნაპირი ირიბად ჰკვეთს სანაპიროს უმთავრეს სტრუქტურებს, ნეიტრალური ნაპირი კი არავითარ კანონზომიერ დამოკიდებულებას არ იჩენს ამ სტრუქტურებისადმი. აბრაზიულ ნაპირზე ტალღები ძირითადად ახდენს ნგრევას, აკუმულაციურ ნაპირზე—დალექვას, რთულ ნაპირზე—ორივეს. ბუხტებიანი ნაპირი მოიცავს ბუხტებს, ე. ი. ლეღვისგან დაცულ პატარა, ღრმა

უბეებს, ფიორღებიანი ნაკირი — ფიორღებს, ე. ი. ხმელეთში ღრმად შეჭრილ ვიწრო, მეტწილად მაღალ, ციცაბო, კლდოვან-ნაპირებიან უბეებს, ლაგუნებიანი ნაკირი კი — ლაგუნებს.

ზღვის მიერ მყარი მასალის გადატანა და ზღვიური ნალექები. ქანების ნატეხებს ტალღები ამოდრავებს წინ და უკან ატივტივებული და აგორებული სახით. ატივტივებულია ქვიშა, შლამი და სხვა წერილი ნაწილაკები, აგორებული — უფრო დიდი ნამტკრევები. როცა ტალღა ნაპირის მართობულია, ის მიერ წალეზული ნატეხების მოძრაობის მიმართულებაც მისი თანხვედნილია, ნაპირისადმი ირიბად მიმართული ტალღის დროს კი — ნატეხები ნაპირის გასწვრივაც გადაადგილდება, რადგან ტალღის წინსვლისას ნატეხების მოძრაობის მიმართულება ყოველთვის ტალღის მიმართულების მართობულია, უკუხვედლისას კი — ნაპირის მართობული (ნახ. 65). ამით აიხსნება, რომ ალუპკის (ყირიმი)

პლაჟზე ვხვდებით აიუ-დაღისა და გურზუფის ნაპირებზე მოძტვრეულ ნატეხებს, ბიჭვინთის პლაჟე კი — ტუაფისას, ე. ი. 200 კმ-დან გადმოტანილ ნამტკრევებს. ნაპირის გასწვრივ ნამსხვრევი მასალის გადაადგილების მიმართულება დამოკიდებულია ზღვისგან მონაბერი ვაბატონებული ძლიერი ქარების მიმართულებაზე, გადაადგილების სიჩქარე კი — ამ მასალის დიამეტრზე (ყველაზე ჩქარა მოძრაობს წერილი ნამტკრევები, ნელა — ლოდები). ქარის ძალასა და წელის სიღრმეზე. სიმეიზში ჩატარებული ცდებით გამოირკვა, რომ ერთბაღიანი ლელვის დროს რიყის ქვები დღე-ღამეში გადაადგილდა 6 მ-ით, 4 ბალის დროს — 45 მ-ით, 8 ბალის დროს — 100 მ-ით. ცდებითვე დადგენილია, რომ ქარის ტალღები ნამსხვრევ მასალას ამოძრავებს მხოლოდ 8 — 10 მ სიღრმის ზოლში, ცუნამი და მიმოქცევის ტალღები კი — მთელ ფსკერზე.



ნახ. 65. ზღვის ნაპირის გასწვრივ კლასტური მასალის მოძრაობის სქემა: I—I — ტალღა; II—II — ნაპირის ისარი — ქარის მიმართულება; 1, 2, 3, 4, 5. 6 — ნატეხების მოძრაობის მიმართულება.

შედარებით ღრმა ზღვაში ტალღის ძალა მცირეა. ამიტომ იგი ადგილიდან ძრავს მხოლოდ ქვიშას. მაგრამ ქვიშაზე მოქმედებს სიმძიმის ძალაც. იგი ხელს უშლის ზევით გადაადგილებაში და ეხმარება ქვევით განანაცვლებაში. ამიტომ ქვიშა დაღმა მოძრაობისას თანდათან ქვევით მიცოცავს და როცა მიაღწევს იმ სიღრმემდე, საიდანაც ტალღას მისი ამოღება აღარ შეუძლია, ილექება. ტალღა ყველაზე ძლიერია თხელ ზღვაში და ნაპირებისადმი მართობულად მიმართულია. ამიტომ იგი ადგილიდან

ძრავს მსხვილ ნამტვრევებსაც, მიაგორებს ზევით და ზოგჯერ ხმელეთზედაც ამოაქვს ნაპირიდან საკმაოდ მოშორებით. უკუსვლისას ტალღას სიმძიმის ძალაც ეხმარება, მაგრამ იგი მაინც სუსტია, რადგან წყლის ნაწილი ნაყარში ჩადის, თანაც მას მომდევნო წინსვლითი ტალღა ანელებს. ამიტომ უკანდახეულ ტალღას არ შესწევს უნარი თან წაილოს მთელი ამოტანილი მასალა. ამის გამო ამ მასალის ნაწილი ადგილზევე რჩება და ქმნის ნაპირის პარალელურ ბუცობს, რასაც სანაპირო ყურე, ანუ სანაპირო ნაზვიანი ჰქვია. ორივე შემთხვევაში ნაპირისკენ მოძალეულ ზვირთს ნატეხები მიაქვს აღმა, უკან გაბრუნებულს — დაღმა. ისინი მოძრაობისას ვეჯახებიან როგორც ერთიმეორეს, ასევე ფსკერის ქანებს, იფშვნიებიან, იხეხებიან, მუშავდებიან და იქცევიან რიყის ქვებად, კენჭებად, ქვიშებად და უფრო წვრილ ნაწილაკებად. დაღმა მოძრაობაში ნატეხებს ეხმარება სიმძიმის ძალაც. ამიტომ ისინი ხშირად ჩადიან იმ ადგილზე ქვევით, საიდანაც ტალღამ აიტაცა და ბოლოს ექცევა ისეთ პირობებში, საიდანაც მასზე ტალღა ვეღარ მოქმედებს, ილექება — პირველ რიგში მსხვილი ნატეხები, შემდეგ — წვრილები.

ამრიგად, ტალღები ქანებს არა მარტო ანგრევს, არამედ გადააქვს ნაშალი მასალა, ამუშავებს, ახარისხებს მას და ლექავს. დალექვა ხდება სიღრმის შესაბამისად. მაგრამ ზღვაში ილექება ორგანული და ქიმიური წარმონაქმნებიც და მათი ხასიათიც დამოკიდებულია სიღრმეზე. ამიტომ შემადგენლობის მიხედვით არჩევენ ზღვიური ნალექების სამ ტიპს: ტერიგენულს (ხმელეთიდან მონგრეული), ორგანულსა — და ქიმიურს, წარმოქმნის სიღრმის მიხედვით კი ოთხ გვუფს: ლიტორალურს, ნერიტულს (შელფური), ბათიალურსა (კონტინენტური ფერდობის) და აბისურს (ოკეანის ფსკერის).

ლიტორალური ნალექები წარმოიქმნება იმ ადგილზე, რომელიც მოქცევისას წყლით იფარება და მოქცევისას წყლისგან თავისუფლდება. ტერიგენული ნალექები წარმოდგენილია ლოდნარით, რიყნარით, ხრეშით, ქვიშებითა და მყუდრო ადგილებში (ბუხტები, უბეები) — თიხებით. ისინი ძირითადად მონგრეულია ნაპირზე ტალღების მოქმედებით, ნაწილობრივ კი ჩამოტანილია მდინარეების მიერ. ამიტომ მისი ხასიათი უმთავრესად დამოკიდებულია ნაპირის მორფოლოგიასა და შემადგენლობაზე (კლდოვან ნაპირზე მსხვილკლასტურია, ვაკეზე — წვრილი, ამავე დროს ისინი მეტწილად იმ ქანების ნატეხებია, რომლისგანაც აგებულია ნაპირი). ქვეშის ზედაპირზე ზოგჯერ ჩანს ტალღათცემის ქაელები, თიხაზე კი — ქიების, მოლუსკებისა და სხვა ცხოველების ნაკვალევები. ორგანული ნალექებიდან აღსანიშნავია დამტვრეული ნიყარები, რომლითაც ზოგჯერ მოფენილია სანაპირო ზონა ან აგებულია სანაპირო

ყორეები. აქვე გვხვდება მცენარეთა ღეროები და ტალღების მიერ გამო-
რიყული ორგანიზმების სხვა ნაშთები, სუბტროპიკული ქვეყნების ვაკე-
პაობიან ადგილებში — კი მანგროვული მცენარეების ტორფი, რომლის-
განაც შემდეგ წარმოიქმნება პ ა რ ა ლ უ რ ი, ა ნ უ ზ ღ ვ ი ს პ ი რ ა,
ნ ა ხ შ ი რ ე ბ ი. ლიტორალურ ზონაში ქ ი მ ი უ რ ი ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი
იშვიათია. იგი არსებითად წარმოდგენილია კირქვებით და გვხვდება მხო-
ლოდ ცხელი და მშრალი ჰავის უბნებსა და ლაგუნებში, სადაც ინტე-
ნსიური აორთქლებისა და ორგანიზმების მოქმედებით კალციუმის ჰიდ-
როკარბონატი გადადის კარბონატში, გარს ეკვრის ატივტივებულ ქვიშის
მარცვლებს და გვაძლევს ოლითურ კირქვებს.

ნერიტული ნალექები გროვდება შელფზე. აქ გვხვდება
როგორც ტერიგენული, ისე ორგანული და ქიმიური წარმონაქმნებიც.
ტ ე რ ი გ ე ნ ნ ა ლ ე ქ ე ბ შ ი მონაწილეობს ქანების ყველა სიდიდის
ნატეხი კაჰარიდან შლამისა და თიხის ჩათვლით, ჰარბობს ქვიშა და
შლამები. ნაპირთან გავრცელებულია კაჰარ-რიყნარი, შემდეგ-კენწნარი,
ქვიშა და შლამი, მყუდრო უბნებში — თიხები. მაგრამ დინებებისა და
ამოწეულ ადგილებში დარღვეულია ეს კანონზომიერება და აღნიშნული
ქანები ხშირად შეჭრილია ერთმანეთში. შესაბამის რაიონებში გვხვდება
აგრეთვე აისბერგების მიერ მოტანილი მყინვარული ნალექები, კოსმო-
სური და ეოლური მტვერი და ვულკანური მასალა.

შელფის ორგანულ ნალექებში პირველ ადგილს იკავებს
რიფული და სხვა სახის კირქვები. რ ი ფ ი წარმოადგენს კირქვის ნა-
გებობას, რომელიც აგებულია კოლონიური მარჯნების, კირქვიანი წყალ-
მცენარეების, მილაკებიანი კიების, ხავსცხოველების, ფორამინიფერებისა
და სხვა კირქვიანი ორგანიზმების მაგარი ნაწილებისგან, უმთავრესად
კი — მარჯნებისგან. იგი წარმოიშობა სუბტროპიკული და ტროპიკული
ქვეყნების 80 მ-მდე სიღრმის ზღვაში, სადაც ტერიგენული მასალის შე-
ტანა უმნიშვნელოა. მაგრამ რიფი ზოგან ამოწეულია ზევით 1500 მ
სიმაღლეზე (ზონდის არქიპელაგი), ზოგან კი ჩაწეულია 1,2—2,5 კმ სი-
ღრმემდე (მარშალის კუნძულები). ეს იმას ნიშნავს, რომ პირველ ადგი-
ლზე ზღვის ფსკერის ზევით ამოზიდულა, მეორეზე კი — დაძირულა.
სხვა კირქვები არსებითად წარმოქმნილია კირქვიანი ღრუბლების, მო-
ლუსკების, ეკალკანიანებისა და სხვა ორგანიზმთა მაგარი ნაწილებისგან.

ქ ი მ ი უ რ ი ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი დ ა ნ შელფზე ყველაზე მეტად გავრცე-
ლებულია CaCO_3 , შემდეგ რკინა-მარგანეც-ალუმინის ჰიდროქსი-
დები, ფოსფორიტი და ზოგან სუფრის მარილი. ისინი ძირითადად
შემოაქვს მდინარეებსა და მიწისქვეშა წყლებს, მაგრამ მათი მეტი
ნაწილი წარმოშობილია არა სუფთა ქიმიური, არამედ ბიოქიმი-
ური გზით, ე. ი. ორგანიზმების მონაწილეობით. პირველ რიგში

ეს ოქების CaCO_3 -ზე, რადგან წყალმცენარეები კალციუმის ჰიდროკარბონატს ართმევენ CO_2 -ს და გადაჰყავს კარბონატში, რომელიც გარკვეულ მომენტში გამოეყოფა წყალს, ილექება და გვაძლევს ოოლითურ და მარცვლოვან კირქეებს. რკინა-მარგანეც-ალუმინის ჰიდროქანგები კოლოიდებია, ზღვის წყალში შერევისას განიცდის კოაგულაციას და ილექება. ფოსფორიტი კი წარმოშობილი უნდა იყოს 50-დან 150 მ-მდე სიღრმის ზღვაში ცხოველთა ნაშთების ხრწნის შედეგად გამოყოფილი P_2O_5 -ის ხარჯზე, რადგან უფრო ღრმად წყალში ბევრია CO_2 და P_2O_5 -ს, დიდხანს ინარჩუნებს ხსნად მდგომარეობაში. სუფრისა და ზოგი სხვა მარილი კი წარმოიქმნება ცხელი და მშრალი კლიმატის ლაგუნებში, ყურეებსა და ლიმანებში წყლის ინტენსიური აორთქლების შედეგად. ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია სპარსეთის უბე, რადგან მასში არის სუფრის მარილის კუნძული — ორმუზი, რომლის სიგრძე 30 კმ და აბსოლუტური სიმაღლე — 90 მ-ია.

ბათილურ ზონაში არსებით როლს ასრულებს შლამები. მასში არჩევენ ტერიგენ, ვულკანურ და ორგანულ შლამებს.

ტერიგენ შლამში გამოყოფენ ლურჯს, წითელსა და მწვანეს. ლურჯი შლამი განსაკუთრებით დიდ ფართობს იკავებს ატლანტის ოკეანეში და გვხვდება 225-დან 5 000 მ სიღრმემდე. იგი შედგება 0,1—0,3 მმ სიდიდის ნაწილაკებისგან, საიდანაც 60%-მდე შლამია, 25%-მდე — მეტამორფული და ამონთხეული ქანების ალევრიტული და უფრო დიდი ნაწილაკები, დანარჩენი კი — ფორამინიფერებისა და სხვა კირქვიანი ორგანიზმების ნაქუქები. ლურჯ შლამში ჩვეულებრივად მთელი მასის 30%-მდე CaCO_3 -ია, მაგრამ ზოგჯერ იგი 50%-საც აღწევს. ამ დროს მას კირქვის შლამს უწოდებენ. შლამს ლურჯ ფერს აძლევს რკინის გოგირდოვანი ნაერთები და დიდძალი ორგანული მასალა.

წითელ შლამს ნაკლები ფართობი უკავია. იგი გვხვდება ამაზონის, იანძის, ხუანხესა და სხვა ისეთ დიდ მდინარეთა შესართავების ახლოს (200-დან 2 000 მ სიღრმემდე), რომლებიც მოედინებიან ლატერიტულ ან ლიოსურ რაიონებში და ზღვებში შემოაქვთ ამ ქანების დიდძალი გამოფიტვის პროდუქტი. ამიტომ შლამსაც წითელი ფერი აქვს. შემადგენლობით იგი უახლოვდება ლურჯ შლამს, რადგან აქაც კარბობს შლამური და თიხოვანი მასალა და ბევრია ორგანული CaCO_3 .

მწვანე შლამი უმთავრესად გავრცელებულია შელფიდან კონტინენტურ ფერლობში გარდაშავალ ზოლში და გვხვდება 80—2 300 მ სიღრმემდე, მაგრამ ზოგან 4 000 მ-მდეც აღწევს. იგი ძირითადად შედგება ფორამინიფერებისა და სხვა კირქვიანი ორგანიზმების ნაქუქების ხარჯზე წარმოქმნილი CaCO_3 -საგან (50%-ზე მეტი) და გლაუკონიტი-

სგან, რომელსაც ხანდახან ურევია ქლორიტი და ფოსფორიტის მარგულები. ფერს აძლევს გლაუკონიტი.

ვულკანური შლამი გვხვდება წყალქვეშა ვულკანებისა და ვულკანური კუნძულების ახლოს ყველა სიღრმეზე და ფაქტიურად წარმოადგენს ვულკანური ფერფლით გაზდიდრებულ ლურჯ შლამს.

ორგანულ შლამებში არჩევენ: მარჯნის, ფორამინიფერებიანსა და პტეროპოდებიანს. მარჯნის შლამი გავრცელებულია ეკვატორული სარტყლის ოკეანეებში რიფების ახლოს და შედგება 70—80% CaCO_3 -საგან, რომელიც წარმოშობილია ტალღებით რიფების დაშლის შედეგად.

ფორამინიფერებიანი შლამი ძირითადად შედგება ფორამინიფერების ნაჭუქების, ხოლო უფრო ნაკლებად—0,1 მმ სიდიდის ტერიგენული მასალისგან, რომელსაც ზოგჯერ დიდი რაოდენობით ურევია პტეროპოდების (პასიურად მოძრავი ფრთაფეხიანი მოლუსკები) ნიჟარები და ერთუჯრედიანი კირქვიანი წყალმცენარეების—კოკოლითოფორების კირქვის ფირფიტები. იგი დიდ ადგილს იკავებს მექსიკის უბესა და ხმელთაშუა ზღვაში და შედგება 60—90% CaCO_3 -საგან.

პტეროპოდებიანი შლამი გავრცელებულია ოკეანეების ტროპიკულ ნაწილებში 3000 მ სიღრმემდე და ძირითადად შედგება პტეროპოდების ნიჟარებისგან, აგრეთვე ფორამინიფერებისა და სხვა კირქვიანი ორგანიზმების ნაწილებისგან.

აბისურ ნალექებში ძირითად როლს ასრულებს ორგანული შლამები და აბისური წითელი თიხა. ორგანულ შლამებში არჩევენ კირქვიანსა და კაჟიან შლამებს, კირქვიან შლამში—გლობიგერინებიან და პტეროპოდებიან შლამს, კაჟიანში კი—რადიოლარიებიან და დიატომეებიან შლამს.

გლობიგერინებიანი შლამი უმთავრესად (50%-ზე მეტი) შედგება ერთუჯრედიანი მიკროსკოპული ცხოველების—გლობიგერინების ნაჭუქებისგან; პტეროპოდებიანი შლამი—პტეროპოდების ნიჟარებისგან; რადიოლარიებიანი შლამი—ერთუჯრედიანი კაჟიანი პლანქტონური ცხოველების—რადიოლარიების ნაჭუქებისგან; დიატომეებიანი შლამი კი—ერთუჯრედიანი კაჟიანი წყალმცენარეების—დიატომეების საგდულებისგან.

გლობიგერინიანი შლამით მოფენილია მსოფლიო ოკეანის ფსკერის დაახლოებით 30%. იგი რამდენიმე მეტრი სისქისაა და გვხვდება 700—6000 მ სიღრმემდე. პტეროპოდებიანი შლამი გავრცელებულია 3 კმ სიღრმემდე, რადიოლარიებიანი შლამი—4—8 კმ-მდე, დიატომებიანი შლამი კი—1—4,5 კმ სიღრმემდე.

აბისური წითელი თიხა შედგება ეოლური, კოსმოსური და ვულკანური მტვრის, ფორამინიფერებისა და ხერხემლიან ორგანიზმთა ძნელხსნადი ნაწილების (ზვიგენის კბილები, ვეშაპის სმენის ფირფიტები, ე. წ. ოტოლიტები და სხვ.), დინებებით გადატანილი თიხოვანი და კოლოიდური მასალის, აისბერგებით წალეხული ქანების ნამტვრევებისა და სხვა თიხოვანი მინერალების უწყრილესი ნაწილაკებისგან, მოიცავს მსოფლიო ოკეანის ფსკერის მესამედზე მეტ ფართობს (82 მლნ კმ²), მაგრამ უმნიშვნელო სისქისაა (50—70 სმ), რადგან უკანასკნელ დროს მისგან ამოღებულ 40 სმ სისქის სინჯში თანამედროვე ცხოველების ნაშთებთან ერთად ოლიგოცენური ასაკის ზვიგენის კბილები და ვეშაპის ძვლებიც იპოვეს.

ზღვიური ნალექების დალექვის სიჩქარე და სისქე დამოკიდებულია მასალის რაოდენობაზე, წყლის სიწყნარზე და მათი პირდაპირპროპორციულია. ფიქრობენ, 100 წელიწადში ზღვებში დალექილი ფენის სისქე საშუალოდ 6 მმ-ია, ოკეანეებში — 1 მმ-მდე, რიფის წანაზარდი — 30 სმ.

ამრიგად, ზღვის სხვადასხვა სიღრმეზე ნალექების ლითოლოგიური და პალეონტოლოგიური ხასიათი სხვადასხვაა და ეს თვისება დამახასიათებელია ამ სიღრმეებისათვის. შრის ყველა ამ თვისებას შვეიცარიელმა გეოლოგმა ა. გრესლიმ (1814—1865) 1838 წელს ფაციესი უწოდა. ამრიგად, პირვანდელი მნიშვნელობით, ფაციესი არის შრის ლითოლოგიურ და პალეონტოლოგიურ თვისებათა ერთობლიობა, ე. ი. იგი წმდგება ორი ნაწილისგან — შრის ლითოლოგიური (პეტროგრაფიული და მინერალური შემადგენლობა, მარცვლების სიდიდე, დამუშავებისა და შეკავშირების ხარისხი, ფერი, შრეებრიობა და სხვ.) და პალეონტოლოგიური ნიშნებისგან (შრეში არსებული ორგანიზმების ნაშთების რაგვარობა, ნიჟარების სიდიდე, სისქე, მოკაზმულობა, დაცულობა და ა. შ.). დღეს ეს ტერმინი ფართოდ არის გავრცელებული, მაგრამ რამდენადმე შეცვლილია, რადგან ზოგიერთები ფაციესში გულისხმობენ ქანის მხოლოდ პეტროგრაფიულ ხასიათს და არჩევენ ქვიმაქვის, კირქვის და სხვა ამგვარ ფაციესებს, ზოგი კი გამოყოფს გეოქიმიურ ფაციესსაც და ა. შ.

ასაკის მიხედვით არჩევენ თანამედროვე და ნამარხ ფაციესებს, წარმოშობის ძიხედვით კი ზღვიურს, კონტინენტურსა და ლაგუნურ ფაციესებს. თანამედროვე ფაციესში გულისხმობენ დედამიწის ზედაპირზე ახლა არსებულ ისეთ უბანს, რომელიც ხასიათდება ერთნაირი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებითა და ერთნაირი ფლორითა და ფაუნით, ნამარხ ფაციესში კი — ასეთივე ადგილს, მაგრამ ძველს. მიწის სხვადასხვა ადგილზე სხვადა-

სხვა პირობები გვაქვს. ამიტომ სხვადასხვაა მათი ნაღვეების ფაცი-
ლური ხასიათი. ამის შესაბამისად ფაციესების აღნიშნულ ჯგუფებს
ანაწილებენ ცალკეულ სახეებად, კერძოდ ზღვიურ ფაციესში გამოყოფენ:
ლიტორალურ (სანაპირო), ნერიტულ, ბათილურ და
აბისურ ფაციესებს, კონტინენტურ ფაციესში—მტკნარი წყლი-
სა და ხმელეთის ფაციესებს, ლაგუნურ ფაციესში—მტკნარი
და მლაშე წყლის ფაციესებს და ა. შ. ამავე დროს, სანაპირო
ფაციესში არჩევენ: შლამის, ქვიშის, კლდეების, რი-
ფულ და სხვა ფაციესებს; მტკნარი წყლისაში—მდინარეულ ს-
ტბიურსა და ქაობის ფაციესებს; ხმელეთის ფაციესში—
მყინვარულ, ეოლურ, ფერდობის ძირის და სხვა
ფაციესებს.

ფაციესების შესწავლას უდიდესი თეორიული და პრაქტიკული მნი-
შვნელობა აქვს, რადგან იგი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ, ამა
თუ იმ ტერიტორიისა და მთელი დედამიწის გეოლოგიური განვითარე-
ბის ისტორია, ე. ი. აღვადგინოთ მიწის ისტორიის ცალკეულ დროებში
მისი ცალკეული რაიონებისა და მთელი პლანეტის პალეოგეოგრაფია,
პალეოტექტონიკა, პალეოკლიმატოლოგია, პალეობიოლოგია, პალეო-
ვეულკანოლოგია, პალეოოროგრაფია და ა. შ., და განვსაზღვროთ ამა-
თუ იმ სასარგებლო წიაღისეულის წარმოშობა-მდებარეობის ადგი-
ლები და ძებნა-ძიების გზები.

**ზღვიურ ნაღვეებთან დაკავშირებული უმთავრესი სასარგებლო-
ნამარხები.** ზღვიურ ნაღვეებთან დაკავშირებულია მარილების, რკინის,
მარგანეცის, ფოსფორიტის, ნავთობის, აირისა და მთელი რიგი სხვა-
სასარგებლო წიაღისეულთა ბუდობები.

მარილები წარმოიშობა მშრალი და ცხელი ჰავის ლაგუნებსა-
და ლიმანებში აორთქლების შედეგად. ჩვენში ასეთია სოლიკამსკისა და
სხვა ადგილების მარილების უდიდესი საბადოები.

ზღვიური რკინის მადნები შრეებრივია და გამო-
ყოფილია ზღვის წყლისგან ქიმიური და ბიოქიმიური გზით. ასე უნდა-
იყოს წარმოშობილი კრივიროგის, სამხრეთ აფრიკისა და სხვა ადგი-
ლების კამბრიულამდელ კვარციტებში არსებული რკინის უზარმაზარი
ბუდობები, რომელთა საერთო მარაგი 3400 მლრდ ტ-ზე მეტია. მაგრამ
რკინა ზღვიურ ნაღვეებში ღრესაც იღებება. ეს არის ე. წ. რკინა-
შანგანუმი სკონკრეციები, რომელთა დიამეტრი მილიმე-
ტრებიდან რამდენიმე ათეულ სმ-მდე აღწევს, მაგრამ მეტწილად 3—4 სმ-
ია. ამ კონკრეციებით დაფარულია წყნარი, ატლანტისა და ინდოეთის ოკე-
ანეების ფსკერის მნიშვნელოვანი ფართობი. იგი საშუალოდ შეიცავს 14% -
მდე რკინას, 24,2% -მდე მანგანუმს, 1% -მდე ნიკელს, 0,5% -მდე კობალტს;

ამდენივე სპილენძს, აგრეთვე მოლიბდენს, რადიაქტიურ და სხვა იშვიათ ელემენტებს. ფიქრობენ, მსოფლიო ოკეანეში მისი საერთო მარაგი 1500 მლრდ ტ-აა, საიდანაც 300—350 მლრდ ტ რკინა და მანგანუმი, 2 მლრდ ტ—მოლიბდენი, ერთი მლრდ ტ—კობალტი და ა. შ. ეს იმითაც არის საინტერესო, რომ ხმელეთზე კობალტის მსოფლიო მარაგი არ აღემატება ერთ მლნ ტ-ს. „დიპსი ვენჩურის“ კომპანია (აშშ) აღნიშნული კონკრეციებიდან დღეს იღებს კიდევ მანგანუმს, კობალტს, ნიკელს, სპილენძს და სხვა 30-ზე მეტ ელემენტს.

წარსული დროის ზღვიური მარგანეციის საბადოებიდან აღსანიშნავია ჭიათურისა და ნიკოპოლის უდიდესი ბუდობები. ფიქრობენ, იგი წარმოშობილია ზღვაში განხნილი მინერალური მარილების ელექტროლიზური მოქმედების გამო მარგანეციანი კოლოიდური ხსნარების კოაგულაციის შედეგად.

რკინა-მანგანუმის კონკრეციების გარდა დღეს ზღვის ფსკერზე (შლამებში) გროვდება აგრეთვე ბ რ ო მ ი ს შ ე მ ც ვ ე ლ ი ნ ა ე რ თ ე ბ. ი, ა ბ ი ს უ რ წითელ თიხებში კი — კ ო ბ ა ლ ტ ი, ნ ი კ ე ლ ი, ს პ ი ლ ე ნ ძ ი, ა ლ უ შ ი ნ ი, რ კ ი ნ ა და სხვა ელემენტები. ფიქრობენ, ამ შლამებში მოთავსებულია 90 ათასი მლრდ ტ ბრომი (მსოფლიო მარაგის 99%), აბისურ წითელ თიხაში კი: 4 კვადრილიონი ტ ალუმინი, 350 მლრდ ტ სპილენძი, 300 მლრდ ტ ნიკელი, 100 მლრდ ტ კობალტი და ა. შ. ეს იმას ნიშნავს, რომ ამ კობალტით კაცობრიობა შეიძლება უზრუნველყოთ 300 ათას წელს, სპილენძით 35 ათას წელს, ნიკელით — 20 ათას წელს და ა. შ.

ფოსფორიტს ზოგიერთები თვლიან ქიმიურ წარმონაქმნად, ზოგი კი — ბიოქიმიურად. საბჭოთა კავშირში მისი მნიშვნელოვანი საბადოებია მცირე ყარათაუს ქედზე. ვიატკა-კამის, აქტიუბინსკისა და სხვა რაიონებში.

ზღვიური ნალექები იწოდებიან ნ ა ვ თ ო ბ ი თ ა და ბ უ ნ ე ბ რ ი ვ ი ა ი რ ი თ ა ც. დღეს ნავთობის წარმოქმნა უნდა ხდებოდეს შავ ზღვაში და ისეთი ზღვებზე ფსკერზე, რომლებშიც წყლის ვერტიკალური ცირკულაცია არ არის ან გაძნელებულია, რადგან იქ ორგანიზმების ნავთობი იხრწნება და მიღებული პროდუქტები ადგილზევე რჩება. ამჟამად ზღვის ქვეშ ნავთობის საბადოები აღმოჩენილია ალასკის სანაპიროზე, მექსიკისა და სპარსეთის უბეებში, კასპიის ზღვაში და სხვაგან, ბუნებრივი გაზისა კი — ჩრდილოეთის ზღვაში. ზღვისქვეშა ნავთობის სავარაუდო მარაგი უდრის 60—150 მლრდ ტ-ს (3—4-ჯერ მეტს, ვიდრე ხმელეთის წიაღში), აირის — კვადრილიონობით კმ³-ს. დღეს ზღვის ფსკერიდან ნავთობს იღებს 20-ზე მეტი სახელმწიფო. წლიური ამოღება შეადგენს რამდენიმე ათეულ მლნ ტ-ს (მსოფლიო ამოღების 15%), აირისა — მილ-

იარდობით კმ³-ს. მექსიკის უბეში ზღვის ფსკერზეა გოგირდის საბადოც.

დიდი გამოყენება აქვს ზღვიურ ქვიშას, ხრეშს და რიყის ქვებსაც, ამასთან მთელ რიგ პლაჟებზე ეს ქვიშა შეიცავს ტიტანის, ცირკონის, ვანადიუმის, ალმასის, კალის, ქარვისა და სხვა წიაღისეულის ქვიშრობის სამრეწველო ბუდობებს. კალინინგრადში ქვიშრობიდან იღებენ ქარვას, აფრიკის სამხრეთ-დასავლეთ სანაპიროზე — ალმასს, ინგლისისა და ინდოჩინეთის ნაპირებზე — კალას, ტოკიოს უბეში — რკინას და ა. შ.

მაგრამ თვით ზღვის წყალიც მადანია, რადგან იგი შეიცავს მთელ რიგ სასარგებლო კომპონენტებს. გამოთვლილია, რომ მსოფლიო ოკეანეში მოთავსებულია 38 კვადრილიონი (38·10¹⁵) ტ სუფრის მარილი; 10 კვადრილიონი ტ მაგნიუმი და გოგირდი; 100 ტრილიონი ტ კალციუმი და კალიუმი; 10 ტრილიონი ტ ბრომი, ნახშირბადი და სტრონციუმი; ტრილიონი ტ ბორი; 300 მლრდ ტ თორიუმი და შოლიბდენი; 200 მლრდ ტ ვერცხლი; ამდენივე — აზოტი, ალუმინი, რუბიდიუმი, ლითიუმი და ფოსფორი; 100 მლრდ ტ — იოდი; ამდენივე — რკინა, დარიშხანი, ბარიუმი, მანგანუმი, სპილენძი; 10 მლრდ ტ — ოქრო; 3 მლრდ ტ — ურანი; 200 მლრდ ტ — ცერიუმი, ვანადიუმი, ლანთანი, იტრიუმი, ნიკელი; 10 მლრდ ტ — სკანდიუმი, ვერცხლისწყალი და ა. შ. ეს იმას ნიშნავს, რომ მსოფლიო ოკეანეში არსებული სუფრის მარილის მარაგს კაცობრიობა შეუძლია დააკმაყოფილოს 1,7 მლრდ წლის განმავლობაში, სხვა ნივთიერებათა მარაგებს კი — ათეული და ასეული მილიონი წლების მანძილზე. ამჟამად მისგან იღებენ სუფრის მარილს, ბრომს, იოდს, კალიუმს და ზოგ სხვა ნივთიერებას. დღეს მსოფლიოში მოპოვებული სუფრის მარილის 1/3 ზღვის წყალზე მოდის. იოდს იღებენ მისი შემცველი წყალმცენარეებისგან, ბრომს კი — ზღვის წყლის გადამუშავებით (ამ გზით მისი წლიური ამოღება 100 ათას ტ-ზე მეტია). გამოთვლილია, რომ ზღვის წყლიდან 10 ათასი ტ სუფრის მარილის ამოღებისას თანადროულად შეიძლება მივიღოთ 1730 ტ თაბაშირი, 370 ტ კალიუმის მარილი, 200 ტ მაგნიუმი და 26 ტ ბრომი.

ზღვა წარმოადგენს მტკნარი წყლის მისაღებ უზარმაზარ აუზსაც. ამჟამად მსოფლიოში მუშაობს 100-ზე მეტი ზღვის წყლის გამამტკნარებელი დანადგარი. 35 წლის წინათ ერთ-ერთი ასეთი დანადგარი შექმნა ქართველმა მეცნიერმა, პროფ. კ. სალდაძემ. მასზე პატენტი აღებული აქვს ინგლისს, აშშ-ს, კანადას, საფრანგეთს, იტალიას და მთელ რიგ სხვა ქვეყნებს. კუვეიტის სახელმწიფო მხოლოდ ზღვის გამობდილი წყლით სარგებლობს.

გზა. ჭაობი. მათი გეოლოგიური როლი

ზოგადი ცნობები ტბის შესახებ. ტბა ეწოდება ხმელეთზე მდგარ წყალს. იგი არ უერთდება ზღვას, ან თუ უერთდება, მხოლოდ დაღმავალი წყლით. ტბა შეიძლება მდებარეობდეს ზღვის დონეზე ძლიერ მაღლა ან დაბლა და იყოს დიდი, მცირე, ღრმა, თხელი, დროებითი, მუდმივი, გამდინარე, გაუდინარი და ა. შ. ყველაზე მაღლა მოთავსებულია ტბა არპორტ-ცო (ტიბეტში, 5465 მ-ზე); ყველაზე დაბლა—მკედარი ზღვა (—392 მ-ზე); ყველაზე დიდია კასპიის „ზღვა“ (395 ათასი კმ²); ყველაზე ღრმა—ბაიკალის ტბა (1741 მ); საკმაოდ თხელია ელტონის ტბა (60 სმ); დროებითია შშრალი ჰავის ტბების უმრავლესობა; მუდმივი—ტენიანი ჰავის თითქმის ყველა ტბა; გამდინარეა ბაიკალის ტბა (მისგან გამოდის მდ. ანკარა); გაუდინარი—კასპიისა და არალის ზღვები და ა. შ. არ არსებობს ისეთი ქვეყანა, სადაც ტბა არ არის. საბჭოთა კავშირში 200 ათასზე მეტი ტბაა. იგი აქ მოიცავს მისი ხმელეთის 1,3%-ს. ტბები განსაკუთრებით ბევრია ისეთ ადგილებში, რომლებიც ახლო გეოლოგიურ წარსულში დაფარული იყო მყინვარებით. ამიტომ ფინეთში მას ხმელეთის 8% უკავია, კალინინის ოლქში კი 2300-ზე მეტი ტბაა. ტბები გვაქვს საქართველოშიაც. ყველაზე უდიდესია ფარავნის ტბა (37 კმ², მაქსიმალური სიღრმე—2,8 მ), უღრმესია—ამტყელის ტბა (0,43 კმ², სიღრმე—122 მ). დანარჩენებიდან უფრო მნიშვნელოვანია დიდი რიწისა (1,32 კმ², სიღრმე—2,67 მ, მაქსიმალური სიგანე—800 მ, მაქსიმალური სიღრმე—101 მ, აბსოლუტური სიმაღლე—950 მ) და პალიასტომის ტბა (17,34 კმ², მაქსიმალური სიღრმე—8 მ, აბსოლუტური სიმაღლე—1,5 მ). ტბებს ჩვენს პლანეტაზე უკავია 2,7 მლნ კმ² ფართობი, ე. ი. მთელი ხმელეთის 1,8%. ა. ვერნადსკის გამოთვლით, მათში მოთავსებულია იძენი წყალი, რომელიც მიწის ზედაპირზე თანაბრად განაწილებისას მოგვცემს 2 მ სისქის ფენას.

ადგილობრივი ჯლიაქტის შესაბამისად, ტბა შეიძლება იყოს მტკნარი ან მლაშე. ტბის წყალს, რომლის ყოველ ლიტრში მარილები 1 გ-მდეა, ჰქვია მტკნარი, 1—24,7 გ-იანს—მომარილიანი, მეტიანს—მლაშე (ძარილიანი). აკრიგად, საზღვრად მიღებულია 24,7 გ/ლ, რადგან ასეთ მარილიანობაზე წყალს აქვს უდიდესი სიმკვრივე და იყინება 1°332"-ზე. მტკნარია ტენიანი ჰავის თითქმის ყველა ტბა (საქართველოში—დასავლეთ საქართველოს ტბები), მარილიანი კი—შშრალი ჰავის ტბები (თბილისში—კუშისის ტბა). ყველაზე მეტად მარილიანია სუეცის ტბა მთიან აფრიკაში (530‰), შემდეგ: ბასკუნჩაკის ტბა (420‰), წითელი ტბა პერეკობთან (328‰), ელტონის ტბა (280‰), მკედარი ზღვა (საშუალოდ 260‰), ყარაბოღაზგოლი (საშუალოდ 160—180‰, მაქსიმალური—300‰) და ა. შ.

ტბები შეიცავს იმავე ქიმიურ ელემენტებს, მარილებსა და აირებს,

რასაც ზღვა, მაგრამ მასში ნაკლებია ქლორიდები და მეტია კარბონატები, თუმცა ზოგჯერ გვხვდება ქლორიდული ტბებიც (კასპიის ზღვა, ელტონი, ბასკუნჩაკი, კულუნდინის სტეპის ზოგიერთი ტბა). შემცველი მარილების მიხედვით მლაშე ტბებში არჩევენ სამ ტიპს: კ ა რ ბ ო ნ ა - ტ უ ლ ს (ს ო დ ი ა ნ ი), ს უ ლ ფ ა ტ უ რ ს ა და ქ ლ ო რ ი დ უ ლ ს. იქ, სადაც წყლის ვერტიკალური ცირკულაცია არ არის, ტბები მოწამლულია H_2S -ით და მოკლებულია სიცოცხლეს (გეოქეგლის ტბა 20 მ-ზე ღრმად აზერბაიჯანში, წარმოშობილია 1139 წელს მიწისძვრის დროს ხეობაში ზევის ჩამოწოლით).

ტბებში სწრაფია მარილიანობისა და ტემპერატურის ცვლილება. ამიტომ მასში ცხოვრობენ ევრიპალური და ევრითერმული ორგანიზმები. არსებითად დასახლებულია მტკნარი ტბები, ზედმეტად მარილიანი კი თითქმის მოკლებულია სიცოცხლეს (მკედარ ზღვაში ცხოვრობს მხოლოდ თითო-ორი ბაქტერია). ორგანიზმები ძირითადად თავმოყრილია ტბების სანაპირო ზონაში, რადგან იქ კარგია განათება და ბევრია ჟანგბადი. აქ გვხვდება წყალმცენარეები, ხავსები, ლერწამი, ჩალამკალამი, ლელქაში და ზოგიერთი სხვა მაღალსაფეხურზე მდგომი მცენარეები, ცხოველებიდან კი: მუცელფეხიანი და ორსაგდულიანი მოლუსკები, თევზები, წურბლები, კიბობები და ა. შ. საერთოდ, ტბები ღარიბია ორგანიზმთა გვარობრივი და სახეობრივი შემადგენლობით, მაგრამ მდიდარია შეგუებული ფორმების ინდივიდებით, რადგან ბევრი ორგანიზმი ვერ ეგუება ჩაკეტილი წყლის პირობებს და წყდება, მაგრამ გადარჩენილი სწრაფად ვითარდება (ე. წ. კარაგანულ ტბაში თითქმის მხოლოდ ერთი გვარი—სპანიოდონტელა ცხოვრობდა, მაგრამ ისე იყო გავრცელებული, რომ მათი ნიჟარებით გავსებულია იმ ტბაში დალექილი ქანები), ამასთან იგი იცვლის თავის სახეს და ახალ ორგანიზმად იქცევა. ამიტომ ტბებში ბევრია ენდემური, ანუ ადგილზე წარმოშობილი, ფორმები (ბაიკალის ტბის ორგანიზმთა 1700 სახეობიდან 1083 ენდემურია). ტბების ორგანიზმებით დასახლებას დიდი გეოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან, შესაბამის პირობებში, მათი ნაშთებისგან წარმოიშობა ორგანული ქანები, ამავე დროს ისინი ზოგჯერ საშუალებას გვაძლევს დავათარილოთ მათი შემცველი ნალექები. ტბებს სწავლობს მეცნიერება ლ ი მ ო ლ ო გ ი ა (ბერძნ. „ლიმნე“—ტბა).

ტბების წარმოშობა და კლასიფიკაცია. შემცველი წყლის წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ხ მ ე ლ ე თ ი ს ა და ზ ლ ვ ი უ რ ტ ბ ე ბ ს. პირველი წარმოდგენს ხმელეთზე დამდგარ ატმოსფერულ ნალექებს, მეორე კი—ზღვის ნაშთს. ამიტომ ზღვიურ ტბებს რ ე ლ ი ქ ტ უ რ, ა ნ უ ნ ა რ ჩ ე ნ, ტ ბ ე ბ ს ა ც უ წ ო დ ე ბ ე ნ. მაგრამ ადგილობრივი კლიმატის შესაბამისად რელიქტური ტბა განიცდის ევოლუციას და შესაბამისად ხმელეთის ტბას. ამიტომ მათი ერთმანეთისგან გამოცნობა ძნელაა. ყო-

ველ შემთხვევაში, ზღვიურად თვლიან ისეთ ტბებს, რომლებიც შეიცავენ ზღვიურ ფაუნას ან იმ ადგილის გეოლოგიური ისტორიის მიხედვით გარკვეულ მომენტში ჩამოცილებულია ზღვას. ასეთია კასპიის ზღვა, რომელიც ხვალისკურ ეპოქაში, კუმა-მანიის სრუტით, შეერთებული იყო აზოვის ზღვასთან და შემდეგ (ამ სრუტის ფსკერის აწევით ან კასპიის ზღვის ცენტრალური ნაწილის ჩაქცევით) გამოეყო მას. რელიქტურია ლადოგისა და ონეგის ტბებიც, რადგან ისინი მეოთხეული გამყინვარების დასასრულს შეერთებული იყო ბალტიის ზღვასთან და შემდეგ (ფსკერის ჩაქცევის გამო) ჩამოსცილდა მას. საქართველოში რელიქტურია ინკითის ტბა ბზიფის დელტაზე, პალიასტომისა და იმნათის ტბები ფოთთან, ნურიველის ტბა ბათუმში და სხვ.

მაგრამ გეოლოგიაში ტბების კლასიფიკაციას უფრო მეტად ახდენენ იმ ტაფობის, ანუ ფოსოს, წარმოშობის მიხედვით, რომელშიც წყალი დგას. ამ თვალსაზრისით არჩევენ ორი ჯგუფის ტბებს: ეგზოგენურსა და ენდოგენურს, თითოეულ მათგანში კი გამოყოფენ: გადატიხრულსა (კაშხალიანი) და ამოქვამულს. ეგზოგენური ტბების ტაფობები წარმოშობილია ეგზოგენური ფაქტორებით, ენდოგენურისა კი—მიწის შიგა ძალებით. ეგზოგენურ გადატიხრულ ტაფობებს ეკუთვნის: ზეავებით, შვანებით, ზეწეერებით, დიუნებით, ვულკანური ლავებით, მორენებით, ადანიანის მოქმედებითა (ანთროპოგენული) და სხვა ასეთი გზით გადაკეტილი ხეობები; ეგზოგენურ ამოქვამულ ტაფობებს კი: მყინვარული, კარსტული, სუფოზიური, ეოლური, ნამდინარევი, ანთროპოგენული და სხვ ჩადრმავეები. ენდოგენურ გადატიხრულ ტაფობებს წარმოადგენს: მარილის გუმბათებითა და მიწის ქერქის აწევით გადაკეტილი ხეობები, ენდოგენურ ამოქვამულ ტაფობებს კი: ვულკანური კრატერები, ტექტონიკური ჩადრმავეები, ჩაქცევები და ა. შ.

ამის წესაბამისად არჩევენ: დაგუბებულ (ხეობების გადაკეტილი წარმოქმნილი), ტექტონიკურ, მყინვარულ, ვულკანურ, კარსტულ, სუფოზიურ, ჩაქცევითი, ეოლურ, ნამდინარევი, ანთროპოგენულ და სხვა სახის ტბებს, ამავე დროს ცალკე განიხილენ რელიქტურ, ანუ ზღვის ნარჩენ, ტბებს. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ზეავეური ტბები. მაგალითად, სარეზის ტბა. როგორც აღვნიშნეთ, იგი წარმოშობილია 1911 წლის 6 თებერვალს მდ. მურგაბის ხეობაში გრანდიოზული ზეავის (2200 მლნ მ³) ჩამოწოლის შედეგად. საქართველოში ასეთი წარმონაქმნია რიწის, ამტყელის და სხვა ტბები. რიწის ტბა წარმოშობილია ფშეგვიშხვას მთის კალთებიდან მოწყვეტილი ზეავის ჩამოწოლით მდ. ლაშიფსეს ხეობაში, ამტყელის ტბა კი წარმოქმნილია 1891 წლის 3 ოქტომბერს მთა პატარა სხაპკიდან წამოსული ზეავის ჩაწოლით მდ. ამტყელის ხეობაში. ეს ტბა გაუდინარია და მიწისქვეშა კარსტული არხებით

კვებავს მდ. შავწყალას, ცივწყალას, მთელ რიგ წყაროებს და შესაძლოა მდ. კელასურსაც.

ხშირია აგრეთვე შევავური, მყინვარული და მეწყრული ტბებიც, მაგრამ შევავური ტბები მცირე ხანგრძლივობისაა, რადგან თოვლის ტბარის გაღნობასთან ერთად ისინი.

მყინვარული ტბები გვხვდება მყინვარების ყოფილი გავრცელების ტერიტორიაზე და მოთავსებულია მყინვარის მოქმედებით მიწის ამონადრუვ ტაფობებში (ამონადრუვი ტბები), ე. წ. მორენებით შემოფარგლულ ქვაბულებში (მორენული ტბები) და ყოფილ კარულ-ცირკული მყინვარების ადგილებში (კარული ტბები). ასეთია ფინეთ-სკანდინავიის, ციმბირისა და კანადის ტბების უმრავლესობა, საქართველოში კი: აძიყის (ფანავის ქედის თხემზე), ყვარაშის (ჩხალთის ქედზე), ოქროწყლის (ხოჯალის ქედის კალთაზე), შავი წიხის (ლაგოდეხის ნაკრძალის ალპურ სარტყელში), ჯაჯის (აჭარა-იმერეთის ქედის მწვერვალი მეფის წყაროსთან), ყელის პლატოს ტბათა უმეტესობა და ა. შ.

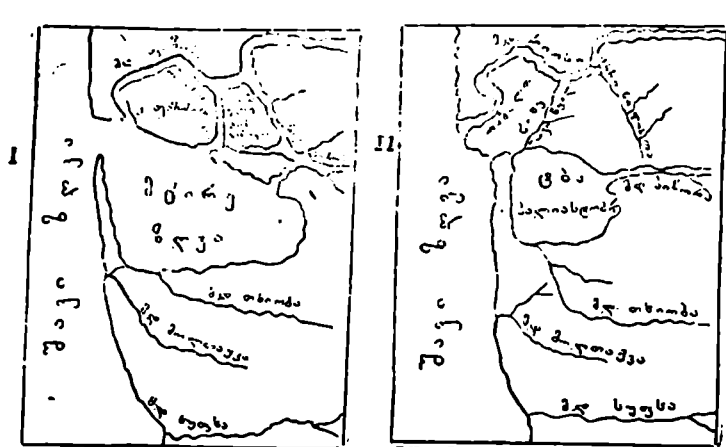
მეწყრული ტბები წარმოშობილია ხეობაში მეწყრის ჩამოწოლით ან მეწყრული მასის ზედა ნაწილში წყლის ჩადგომით. ა. ჯანელიძის აზრით, თბილისში პირველს მიეკუთვნება მდ. ვერეს ძველი ტბა, მეორეს კი—კუს, ანუ ხორხის, ტბა.

ყველაზე ნაკლები გავრცელებისაა ეოლური და ხეობაში ლავის შექრით წარმოქმნილი ტბები. პირველი გვხვდება მოძრავი დიუნების რაიონებში, სადაც ისინი აგუბებენ მდინარეებს, მეორე კი—ვულკანურ მხარეებში. უკანასკნელს ეკუთვნის სევანის, ანუ გოგჩის, ტბა. ამ ტბის მიღამობის გეოლოგიური ისტორიის შესწავლით ირკვევა, რომ მესაქელში მის ადგილზე იყო ღრმა ხეობა და შიგ მიედინებოდა მდ. რაზდანი. მესამეულის ბოლოს კი მასში შეიქრა გეგამისა და ვარდენის ვულკანური ქედებიდან ამონანთხევი ლავა, გადაკეტა ხეობა და მოგვცა აღნიშნული ტბა. როგორც ირკვევა, რაზდანის ნაწილი ახლაც მიედინება ძველი კალაპოტის ფსკერზე ვულკანური ნაკადის ქვეშ. საქართველოში ამგვარივე წარმონაქმნია დიდი ყელის ტბა ყელის ზეგანზე.

ტბების დანარჩენ სახეებს შუალედი ადგილი უკავია. კერძოდ, ტექტონიკური ტბები გავრცელებულია ტექტონიკურად აშლილ რაიონებში და მოთავსებულია გრაბენებში ან სინკლინურ აუზებში. ასეთია მკვდარი ზღვა, ბაიკალის, ლადოგის, ონეგის, ჟენევის, აღმოსავლეთ აფრიკისა (ტანგანიკა, ნიასა, ვიქტორია, რუდოლფი და ა. შ.) და სხვა ტბები. საქართველოში კი—ბაღისტომის ტბა. ეს უკანასკნელი მოთავსებულია კოლხეთის დაბლობზე, რომელიც, მთელი რიგი გეოლოგების აზრით, შემოფარგლულია სიღრმელი რღვევებით და თვითონაც დანაწევრებულია ბლოკებად. პროფ. მ. რუბინშტეინისა (1951; 1956) და ა. ლალიევის მონაცემებით (1957), ორი ასეთი რღვევა ფიქსი-

რებულია პალიასტომის ტბის მიდამოებშიც, საიდანაც ერთი („სამეგრელოს სიღრმული რღვევა“) გადის ტბის შუაში და მიემართება ჩრდილო-აღმოსავლეთისკენ, მეორე კი („კოლხეთის სიღრმული რღვევა“) მოთავსებულია ოდნავ სამხრეთით და პირველის პარალელურია. თვით ტბის ტერიტორია მოთავსებულია დაღმავალი ბლოკის ფარგლებში და ახლაც ქვევით იწევს. საყურადღებოა ისიც, რომ VI საუკუნემდე შედგენილ რუკებზე პალიასტომის ტბის ადგილზე აღნიშნულია „მცირე ზღვა“, ანუ უბე. იგი ფართო ყელით არის დაკავშირებული ზღვასთან და ჩრდილოეთიდან იერთებს სამტრიალს გაყოფილ მდ. ფაზისს, ანუ რიონს, XVI საუკუნის რუკაზე კი უბის ნაცვლად ტბაა და რიონის შესართავი გადაადგილებულია ჩრდილო-დასავლეთით (ნახ. 66). როგორც ჩანს, ამ ხნის განმავლობაში შემოტანილი მყარი მასალით რიონს ამოუყვია პალიასტომის უბის ყელი და უბე ტბად შექცევია. ამიტომ, უნდა ვიკარაუდოთ, რომ პალიასტომის ტბა გრაბენულ-რელიქტური ტბა არის.

საქართველოში გვაქვს სინკლინური ტბებიც. ასეთია ბაშკოვისა (ბარეთის) და უზუნგელის ტბები წალკაში, კარწახის (ბოზა-



ნახ. 66. პალიასტომის ტბის ტერიტორია და მისი მახლობელი ადგილები ახალი წელთაღრიცხვის VI საუკუნეში (I) და XVI საუკუნეში (II) გ. ჯანაშვილის „საქართველოს ეკონომიური გეოგრაფიიდან“.

ფინის) ტბა ჯავახეთში, ყაჯირის, ჯანდარის (ყარაიაზის) და სხვა ტბები ივრის ზეგანზე და ა. შ. თუმცა ჯანდარის ტბა ძირითადად ანთროპოგენულია, რადგან მასში 1867 წელს არხით (იწყება ქ. რუსთავთან ახლოს) შეიყვანეს მტკვრის წყალი.

ვულკანური ტბები მოთავსებულია ვულკანურ კრატერებსა და მარტებში ან გაცივებული ლავის ზედაპირზე არსებულ ჩაღრმავებ-

ბებში. კრატერულია კრონენის ტბა კამჩატკაზე, მარულია ლახერის ტბა ეიფელის მასივზე (გფრ), პავენისა და გოდივალის ტბები საფრანგეთში და ა. შ. საქართველოში კრატერულია წუნდის ტბა ასპინძის რაიონში (თუმცა ზოგიერთები მას მეწყერულ ტბად თვლიან), ხოლო ვულკანური ზეგნის ჩაღრმავებებში არსებულია ფარავნისა და ტაბისყურის ტბები სამხრეთ საქართველოში. საერთოდ, ვულკანური ტბები ბევრია კამჩატკაზე, კურილის კუნძულებზე (კრონოცის, კურილის და სხვ.), სომხეთში (ტუმან-გელი, არპა-გელი) და სხვა ვულკანურ რაიონებში.

კარსტული ტბები ძირითადად მოთავსებულია კარსტულ ძაბრებაში (საქართველოში ასეთია ერწოს ტბა სამხრეთ ოსეთში, ვეფხვის ტბა სოფ. ლელვანის სკოლასთან და სხვ.), ჩაქცევითი ტბები— მიწისქვეშა კარსტული, სუფოზიური, თერმოკარსტული და ვულკანური სიციარიელეების ჩაქცევით წარმოქმნილ ტაფობებში (ლენინგრადის ოლქში კარსტულ-ჩაქცევითია ონეკ-ბელოზერსკის წყალგამყოფის ტბები, თბილისში სუფოზიურია გლდანისა და კუპისის ტბები, აგრეთვე თბილისის ზღვის ტაფობი. თერმოკარსტული ტბები ბევრია იაკუტიასა და სხვა მარადმზრალ რაიონებში), ნამდინარევი ტბები—მდინარეების მიტოვებულ კალაპოტებში (რუმინეთში ასეთია სნაგოვის ტბა, რომლას კუნძულზე აშენებულია ანთიმოზ იბერიელის მონასტერი, საქართველოში ნამდინარეგია ჯაპანის ტბები და სხვ.), დელტური ტბები—მდინარეთა დელტებში, ლიმანური ტბები—ყოფილ ლიმანებში, ანთროპოგენული ტბები—ადამიანთა მიერ შექმნილ წყალსაცავებში (საქართველოში ასეთია თბილისის ზღვა, შაორისა და აბაღოვლის წყალსაცავები და სხვ.) და ა. შ.

აკად. ა. ჯანელიძე არჩევს აგრეთვე ზეჩაღრმავებითი დებრესიებისა ც. ეს ისეთა ტაფობია, სადაც ხეობა მიჰყვება რბილ ქანებს და მას წინ ეღობება მაგარი ქანები. რბილ ქანებში მდინარე ნორმულ პროფილზე მეტად აღრმავებს ჭეობას, მაგარი ქანები კი რჩება ამალღებულო სახით, როგორც კაშხალი. მისი აზრით, თბილისში ასეთია ლისის ტბის ტაფობი.

ტბის გეოლოგიური როლი. ტბა ისეთივე გეოლოგიურ როლს ასრულებს, როგორსაც ზღვა, მაგრამ გაცილებით მცირე ფართობზე და მცირე მასშტაბით. ისიც ახდენს ქანების დაშლას, ანუ აბრაზიას, ნაშალი მასალის გადატანა-დაქუშავება-დაჯარისებასა და ახალი ნალექების წარმოქმნას. აბრაზია განსაკუთრებით მკვეთრად ჩანს ხელოვნურ წყალსაცავებში, სადაც წყალი თანდათან შლის ფერდობს, ძირს უთარის მას და აჩენს მეწყერებს (ციმლიანსკის წყალსაცავში 1952-დან 1956 წლამდე ნაპირი საშუალოდ გადაადგალდა 50 მ-ით). მაგრამ ტბებში, წყლის სიმცირისა და მცირე სიღრმის გამო, ტალღები და მისი აბრაზიული მოქმედებაც გაცილებით სუსტია.

გეოლოგიური თვალსაზრისით ტბებში უფრო მნიშვნელოვანია ნალექების წარმოქმნა, რადგან მასთან ხშირად დაკავშირებულია მთელი

რიგი წიაღისეულის საბადოები. ტბებშია ციმბე ტიპების ნალექები წარმოიშობა, როგორც ზღეებში (ტერიგენი, ქიმიური, ორგანული), მაგრამ შედარებით მცირე რაოდენობით. ამავე დროს ნალექების ხასიათს ძირითადად განსაზღვრავს კლიმატი, რადგან ტენიანი ჰავის ტბებში კარბობს ტერიგენი და ორგანული წარმონაქმნები, მშრალი ჰავისაში კი—ქიმიური.

ტერიგენი ნალექები. ტბებში ტერიგენი ნალექების რაოდენობა და ხასიათი დამოკიდებულია ტბების სიდიდეზე, მათი კვების აუზის ატმოსფერულ ნალექთა რაოდენობასა და რელიეფზე (მათი პირდაპირპროპორციულია). ამის შესაბამისად, ტენიანი ჰავის დიდ მთისწინა ტბებში ისინი მეტწილად წარმოდგენილია ლოდნარით. რიყნარითა და მსხვილმარცვლოვანი ქვიშებით, რბილი რელიეფის, მშრალი ჰავისა და მცირე ზომის ტბებში კი—წვრილმარცვლოვანი ქვიშებითა და თიხებით, ამასთან მსხვილი ნატეხები მოთავსებულია ნაპირთან ახლოს, წვრილები კი—ღრმა უბნებში. მაგრამ, როგორც წესი, ტბებში კარბობს წმინდა ნაწილაკები და თხელი შრეები. ამიტომ ასეთი ნალექები წინათ იმ ადგილზე ტბის ან წყნარი აუზის არსებობის მაჩვენებელია.

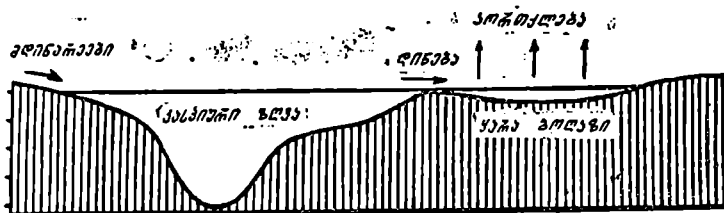
ქიმიური ნალექები. ქიმიური ნალექები განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული მშრალი და ცხელი კლიმატის ტბებში, რადგან ინტენსიური აორთქლების გამო, წყალი თანდათან ნაჯერი ხდება და გარკვეულ მომენტში მას გამოეყოფა ზედმეტი მარილები. დალექვა მეტწილად ხდება ზაფხულში, მაგრამ მიმდინარეობს ზამთარშიაც, რადგან ტემპერატურის დაწვეისას კლებულობს წყლის მიერ ნივთიერებათა გახსნის უნარიც. ამით აიხსნება, რომ მარილები ილექება ტბებში ცივი კლიმატის პირობებში (ზამთარშიც). საერთოდ, წყლიდან მარილების გამოყოფა დამოკიდებულია წყლის კონცენტრაცია-ტემპერატურაზე, შიგ გახსნილი ნივთიერებების შემადგენლობაზე და მიჰდინარეობს მთელი წლია განმავლობაში. მაგალითად, კარბონატულ ტბებში სოდა ილექება მინუს 2°-დან 32°C-მდე ტემპერატურაზე (დაბალზე—ზამთარში, მაღალზე—ზაფხულში), სულფატურ ტბებში კი ტენარდიტი (Na_2SO_4)—მხოლოდ 25°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე და ისიც იმ დროს, როცა წყალი გაჯერებულია სუფრის მარილით. ამის შესაბამისად კარბონატულ ტბებში ილექება: სოდა (Na_2CO_3), ტრონა [$\text{Na}_2\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$], კალციტი (CaCO_3) და ზოგიერთი სხვა მარილი; სულფატურ ტბებში: მირაბილიტი ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ტენარდიტი, ეფსომიტი ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), თაბაშირი ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) და სხვ.; ქლორიდულ ტბებში კი: სუფრის მარილი (NaCl), ჰიდროპალიტი ($\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ზოგიერთებში—ბორატები და ა. შ. ყველა შემთხვევაში ჯერ ილექება ძნელხსნადი მარილები (თაბაშირი, ანჰიდრიტი), შემდეგ—ქვამარილი, ბოლოს კი—ადვილხსნადები (კალიუმისა და მაგნიუმის ნაერთები).

კარბონატები უმთავრესად ილექება ზაფხულში, რადგან ამ დროს, სითბოსა და წყალმცენარეების მოქმედებით, წყალი ღარიბია CO_2 -ით,

ტრონა კი—მაღალი კონცენტრაციის ხსნარებიდან და ისიც იმ შემთხვევაში, როცა წყლის ტემპერატურა 28,2—30,4°C-ია.

წვიმიან პერიოდში მარილების დალექვა წყდება და მას ცვლის ტერიგენი წარმონაქმნები. ვლებულობთ მარილებისა და ტერიგენული შრეების მორიგეობას.

წელიწადში დალექილი მარილების სისქე ჩვეულებრივად სანტიმეტრებია, მაგრამ ზოგჯერ 3—8 მ-საც აღწევს (საბჭოთა კავშირის, მექსიკის, ეგვიპტისა და ზოგიერთი სხვა ქვეყნების მშრალი რაიონების ტბებში). ფიქრობენ, წელიწადში წარმოიშობა სუფთა მარილისა და შლამის თითო შრე. მარილების საბადოებში თვლიან ამ შრეთა წყვილების რაოდენობას და განსაზღვრავენ საბადოთა ასაკს. ამ გზით დადგენილია, რომ საკის ტბაში (ყირინი) მარილების დალექვა დაიწყო 2150—2175 წლის წინათ და გაგრძელდა 150—175 წელს. დღეს მარილების მასობრივი დალექვა ხდება ყარაბოლაზგოლში (კასპიის ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილში), რომელშიც კასპიის ზღვიდან ყოველწლიურად შედის 10 კმ³



ნახ 67. წყლის მოძრაობის სქემა ყარაბოლაზგოლში.

წყალი და შეაქვს 135 მლნ ტ მარილი. წყალი ორთქლდება, მარილები ილექება (ნახ. 67). ეს პროცესი გაგრძელდება მანამ, სანამ აუზი მარილებით არ ამოივსება. მაგრამ, თუ დალექვის შესაბამისად მისი ფსკერი ქვევით დაიწია, მაშინ დალექვა განუწყვეტლივ იწარმოებს და მარილების სისქეც კილომეტრებს მიაღწევს. როგორც ჩანს, ასეთ პირობებშია წარმოშობილი სოლიკამსკისა და მარილების სხვა უდიდესი საბადოები.

დღეს დიდძალი მარილი ილექება აგრეთვე ელტონისა და ბასკუნჩაკის ტბებშიც. ამიტომ ელტონის ტბის მარილების მარტო ზედა ფენაში 1,5 მლრდ ტ მარაგია, ბასკუნჩაკისაში კი—1,6 მლრდ ტ. მარილების დალექვა ხდება თბილისში—კუმისისა და გლდანის ტბებშიაც, მაგრამ ზაფხულში და მცირე რაოდენობით, თანაც ილექება მირაბილიტი. თბილისში (დელისის მიდამოებში) აღმოჩენილია 6 მ სისქის ეფსომიტის ფენა, რომელიც წარმოშობილია მეოთხეულში იქ არსებულ ტბაში. საქართველოში მარილების წარმოქმნის უფრო უკეთესი პირობები არსებობდა ზედა იურაში, რადგან სოფ. ცაიში და დასავლეთ საქართველოს

სხვა ადგილებში ღრმა ბურღილებმა ამ ასაკის ნალექებში გადაკვეთა ან-
ჰიდრიტისა და სუფრის მარილის ფენები, გაშიშვლებებში კი თაბაშირი
ქშირად გვხვდება ოკრიბის, რაქა-ლუჩხუმისა და აფხაზეთის ე. წ. ფერად
წყებაში.

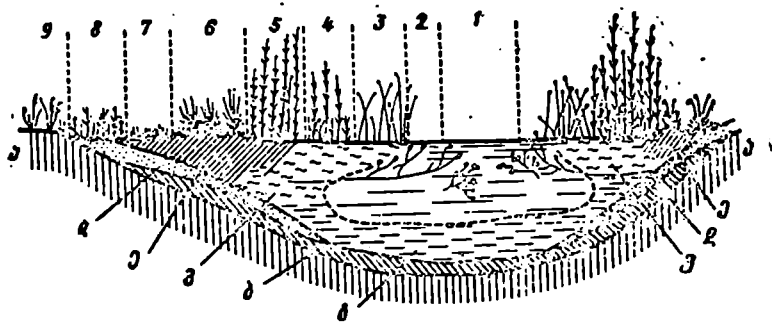
ორგანული ნალექები. ორგანული ნალექები ძირითადად წარმოიქ-
მნება მტკნარ ტბებში. არჩევენ მის ორ ჯგუფს: ო რ გ ა ნ უ ლ ს ა და
მ ი ნ ე რ ა ლ უ რ ს. პირველს ეკუთვნის: ს ა პ რ ო პ ე ლ ი, ს ა პ რ ო -
კ ო ლ ი, ს ა პ რ ო პ ე ლ უ რ ი ნ ა ხ შ ი რ ე ბ ი (ბ ო გ ჰ ე დ ი, კ ე ნ ე -
ლ ი) და ს ა წ ვ ა ვ ი ფ ი ქ ლ ე ბ ი, მეორეს კი: კ ი რ ქ ვ ი ა ნ ი
და დ ი ა ტ ო მ ე ე ბ ი ა ნ ი შ ლ ა მ ე ბ ი, ნ ი ქ ა რ ე ბ ი ა ნ ი კ ი რ -
ქ ვ ა და დ ი ა ტ ო მ ი ტ ი (იხ. ქიმიური და ბიოქიმიური ქანები და
ზღვიური ნალექები). ქვემოთ განვიხილავთ მათ უზარმაზარ საბადოებს
(საწვავი ფიქლები—ესტონეთში, ნიქარებიანი კირქვები—ქერხსა და
ოღესაში და ა. შ.).

ორგანიზმები დიდ როლს ასრულებს აგრეთვე ტბებში რკინის,
ალუმინისა და მარგანეცის მადნების წარმოქმნაში. ეს ნაერთები აქ შე-
მოაქვს მიწისქვეშა და ზედაპირულ წყლებს. მათზე მოქმედებს რკინისა
და სხვა სახის ბაქტერიები და გადაჰყავთ უხსნად მდგომარეობაში. ამი-
ტომ ტბების ფსკერზე გროვდება რკინის, ალუმინისა და მარგანეცის
ჰიდროქსიდების კონკრეციები, ოლითები, პიზოლითები და სხვა ფორ-
მის წარმონაქმნები, რომლებიც ზოგჯერ სამრეწველო მნიშვნელობისაა.
რკინა ჩვეულებრივ გამოიყოფა და გროვდება სანაპირო ზონაში, მარგა-
ნეცი—უფრო მოშორებით. საბჭოთა კავშირში ამ მადნებიანი ტბების რი-
ცხვი 150-ზე მეტია.

გეოლოგიურად ტბები იმითაც არის მნიშვნელოვანი, რომ ანაერო-
ბულ პირობებში მათში ხდება სამკურნალო ტალახების (ლამის, საპრო-
პელური) წარმოქმნა. ლ ა მ ი ს ტ ა ლ ა ხ ი წარმოადგენს ტბების, ლი-
მანების, დიდი გუბურებისა და ზოგჯერ მდინარეების ფსკერზე დალექილ
შავ ტალახს, შედგება 50%-მდე ქვიშის, თიხის, კირქვისა და სხვა მყარი
ნაწილაკებისგან, 40%-მდე წყლისა და დანარჩენი გახსნილი მინერალე-
ბისა და ორგანული ნივთიერებებისგან. ს ა პ რ ო პ ე ლ უ რ ი ტ ა ლ ა -
ხ ი კი არის საპროპელის შემცველი ლამი. იგი უმთავრესად გვხვდება
ჩრდილოეთის მტკნარი ტბების ფსკერზე. ორივე გამოიყენება გულ-სისხლ-
ძარღვთა, საკმლის მომწიფებელ, შარდსადენ და სხვა ორგანოთა დაავა-
დების სამკურნალოდ.

ტბების ევოლუცია. ტბებში გარედან მუდამ შემოდის გახსნილი
და მყარი მასალა, აშას ემატება საკუთარი, ე. ი. მის მიერ ნაპირიდან
მონგრეული ნამტკრეკები, შიგ მცხოვრები ორგანიზმების ნაშთები და
გამოყოფილი მარილები. ამ მასალის ფსკერზე დაგროვების შესაბამისად
ტბები თანდათან ივსება, თხელდება, იცვლება, განიცდის ევოლუციას.

განსაკუთრებით დიდ როლს ასრულებს ტბაში მცხოვრები მცენარეები. აქ 1 მ სიღრმემდე იზრდება წყალხმელეთა მცენარეები (ტბის შვიტა, წვრილფოთლოვანი ისლი, ლაქაში და სხვ.); 2 მ-მდე მაღალი წყალზე და მცენარეები (ლერწამი, ჩალა, ზოგან—აკლიმატიზებული ინდოეთის წყლის ბრინჯი და სხვ., რომელთა წყალზედა ნაწილის სიმაღლე 3 მ-მდეა); 2,5—3 მ-დე ნახევრად ჩაძირული მცენარეები (თეთრი ღუმფარები, ყვითელი აყიროები, წყლის უგრეხლა, მცურავი რდესტი და სხვ.), რომელთა ფოთლები განლაგებულია ტბის ზედაპირზე და ზოგჯერ ფარავს მას; 3.5 მ-მდე—ჩაძირული მცენარეები (რდესტი და სხვ.), რომელთა ღეროები და ფოთლები წყლის ზედაპირზეც ამოდის. უფრო ღრმად (ზოგჯერ 50 მ მდე) გავრცელებულია წყლის ხავსები და ასეთ პირობებს შეგუებული მიკრო-და მაკროფლორის სხვა წარმომადგენლები. შემოდგომაზე პლანქტონი და სხვა მცენარეთა დიდი უმეტესობა ხმება. მათი ნაშთების ერთი ნაწილი ილექება ფსკერზე, მეორე ნაწილი კი რჩება ტბის ზედაპირზე. მომდევნო წლებში მას ახალი მასები ემატება. ამიტომ ამ ნაშთების მასა თანდათან იზრდება და ხშირად ზედაპირზე აჩენს მოტივტივე ფე-



ნახ. 68. მცენარეებით ტბის დაფარვის სქემა (ვ. რ. ვილიამსის მიხედვით):

- ა—ტბის ფსკერი, ბ—კვირინი საპროპელური შლამი; გ—ამორფული საპროპელური შლამი; დ—მიწიანი ტორფი; ე—ისლის ტორფი; ვ—ლელ-ლერწმიანი ტორფი; 1—თავისუფლად მცურავი წყლის მცენარეები; 2—ღუმფარა; 3—ლელი; 4—ლაქაში; 5—ლერწამი; 6—მსხვილი ისლი; 7—წვრილი ისლი; 8—ფესურიანი მარცლოვნები; 9—მარცლოვნები.

ნას. იგი შემდეგ თვითონ ხდება მცენარეთა გავრცელების არე და ზოგჯერ მთლიანად ფარავს და ნიღბავს ტბებს (ასეთი ტბები ბევრია ბელორუსიაში. მასში სიარული საფრთხილია). ამის გამო ტბა თანდათან ვიწროვდება, თხელდება, ივსება, ჯერ ქაობად იქცევა და ბოლოს ისპობა (ნახ. 68), ე. ი. ყველა ტბა დროებითია.

ზოგადი ცნობები ქაობის შესახებ საკავშირო ჰიდროგეოლოგიური ინსტიტუტის ქაობის კადასტრის 1934 წლის კონფერენციის განსაზღვრით „ქაობი ეწოდება დედამიწის ზედაპირის ქაობტენიან უბანს დაფარულს არანაკლები 30 სმ სისქის დაუშრობადი და 20 სმ სისქის დაშრობადი ტორფით, ყველა დანარჩენი ქაობტენიანი ადგილი, რომლებიც მოკლებულია ტორფს ან დაფარულია 30 სმ-ზე ნაკლები სისქის დაუშრობადი ტორფით, წარმოადგენს დაქაობებულ მიწებს“.

საბჭოთა ქაობთმცოდნე ა. დუბახის გამოკვლევებით სფაგნუმიანი (თეთრხავისიანი) ქაობი ბუნებრივ მდგომარეობაში შეიცავს 92—94% წყალს და დანარჩენ ტორფის მშრალ მასას, ბალახიანი ქაობი კი—89—94% წყალს. ამასთან ეს წყალი ისეა დაკავშირებული ტორფის მასასთან, რომ აორთქლების გარდა, არავითარ საშრობ არხებს არ შეუძლია მისი რაოდენობა ქაობში დასწიოს 85%-ზე დაბლა. ეს იმას ნიშნავს, რომ ქაობი არის ტორფისა და წყლის თავისებური კომბინაცია—წყლით გაჯერებული ხმელეთი ან უმოდრაო (დაბმული) წყლიანი ტბა და ტორფი მისი ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ქაობებსა და დაქაობებულ ადგილებს დედამიწაზე უკავია 350 მლნ ჰა (3,5 მლნ კმ³) ფართობი, საიდანაც 175 მლნ ჰა ტორფნარია. აქედან 210 მლნ ჰა, ანუ 60%, მოთავსებულია საბჭოთა კავშირში (127 მლნ ჰა ტორფნარი). ქაობები ყველაზე მეტია აზიაში, ევროპასა და ჩრდილო ამერიკაში, განსაკუთრებით კი—ტუნდრასა და ტაიგაში, სადაც ზოგიერთ რაიონში (ტაიგისა და დასავლეთ ციმბირის ცალკეულ უბნებში) მას მთელი ტერიტორიის 50—70% უკავია. საბჭოთა კავშირში ტორფიანი ქაობების 80%-მდე მოდის ტაიგაზე. ქაობები ბევრია აგრეთვე შორეული აღმოსავლეთის ფართოფოთლიანი ტყის ზონაში, პოლესიეში, დნეპრის შუა წელში და ყველგან, სადაც ნიადაგის ქარბად დატენიანების პირობებია (უხვი ატმოსფერული ნალექები და წყლის გაღინების უკმარისობა), გვხვდება როგორც ვაკეზე ისე ფერდობებსა და წყალგამყოფებზედაც.

ქაობები გვხვდება საქართველოშიც. აქ სამრეწველო მნიშვნელობის ტორფიანი ქაობების ფართობი 16 ათასი ჰექტარია. აქედან, მთავის 70%-ზე მეტი კოლხეთის ქაობშია. 1921 წელს ამ ქაობს ეკირა 220 ათასი ჰა, ახლა 100 ათასია (დანარჩენი ამოაშრია). კოლხეთის ქაობი შედგება რამდენიმე ქაობისაგან და მოთავსებულია შავი ზღვის ყოფილ უბეში. ავტორის აზრით მისი წარმოშობის მიზეზებია: წყალგაუმტარი ქანების მიწის ზედაპირთან ახლოს მდებარეობა; ვაკე (ზოგჯერ უაოყოფითი) რელიეფი და ხშირი ტბები; კოლხეთის დაბლობის დაღმავალი მოძრაობა (ფოთში საშუალოდ 6 მმ წელიწადში); მდინარეთა აწეული კალაპოტები და კალაპოტისპირა ზეინულები; დაბლობის ზედაპირსა და ზღვის დონეს შორის მცირე სიმაღლე (20—25 მ) და მისი თანდათანობითი შემცო-

რება-გაძნელებული დრენაჟი; ზღვისპირა დიუნები, რომლებიც წყალდიდობისას ხელს უშლის წყლას თავისუფალ შესვლას ზღვაში; ჭარბი ატმოსფერული ნალექები (წელიწადში საშუალოდ 1850 მმ); მცირე აორთქლება (წელიწადში ნალექების შემოსავალი 130 მმ-ით აღემატება გასავალს; ხშირი წყალდიდობები (წელიწადში საშუალოდ 1000—1350 საათი ნალექიანი, წვიმის საშუალო ხანგრძლივობა 5 სთ და წვიმების 48% კოკისპირული); ტორფი და მიწისქვეშა წყლების გამოსასვლელი. როგორც ჩანს, ამ ჭაობის წარმოქმნა დაიწყო 6—7 ათასი წლის წინათ, რადგან იმნათის ტორფის საბადოში (იგი კოლხეთის ჭაობის ცენტრალურ ნაწილშია) ყველაზე უძველესი ტორფის ასაკი 5825 ± 125 წელი, ხოლო ნაბადას საბადოში 6660 ± 60 წელია.

თავისებურია მანგროვული ჭაობები. ისინი მოთავსებულია ტროპიკული ქვეყნების ისეთ ზღვისპირა დაბლობებში, რომლებიც დაცულია ტალღების მოქმედებისგან, მოქცევის დროს იფარება წყლით და დასახლებულია მანგროვული მცენარეებით (ტროპიკული ზღვების თხელ, ლამიან ლაგუნებში, მდინარეთა ქვემო წელსა და შესართავებში მცხოვრები მცენარეები; რომლებიც შეგუებულია წყალში ცხოვრებას და ქმნიან ხშირ რაყას). მათზე ბინადრობენ ბაქტერიები, გამოყოფენ გოგირდწყალბადს და წამლავენ გარემოს, მაგრამ ეს მცენარეები მაინც არსებობენ, რადგან ჟანგბადს ღებულობენ ზევით მზარდი, ე. წ. სასუნთქი ფესვებით—პნევმატოფორებით. მათი ნაშთები რჩება ადგილზე, იხრწნება და იქცევა ტორფად.

ჭაობები გვაქვს ტროპიკული სარტყლის სხვა ადგილებშიაც. მართალია, ამ ორგანული ნივთიერებები სწრაფად იშლება, მაგრამ მასობრივად გროვდება და სტუატრის ერთ-ერთ ადგილზე ქმნის 9 მ სისქის ტორფს.

თავისებურია ჩრდილო ამერიკაში (ვირჯინიისა და ჩრდილო კაროლიანის შტატებში) არსებული დიდა დისპალის „დაღუპული“ ჭაობი. მისი ფართობი 2400 კმ²-ია. შიგ ყრია უზარმაზარი ხეების უამრავი ღერო და სხვა ნაწილები, ქვეშ კი მოთავსებულია 5 მ-მდე სისქის ტორფი. ეს ჭაობი წარმოქმნილი უნდა იყოს იმ ადგილის ქვევით დაწვეით.

არსებობს აგრეთვე მდელის მცენარეების ბუნებრივი ევოლუციით წარმოშობილი ჭაობებიც.

ამრიგად, ჭაობი შეიძლება წარმოიშვას: ტ ბ ე ბ ის ა მ ო შ რ ო ბ ი თ; ა ტ მ ო ს ფ ე რ უ ლ ი ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი ს და გ რ ო ვ ე ბ ი თ მ ი წ ი ს ზ ე და ა პ ი რ უ ლ ფ ე ნ ე ბ შ ი; ხ შ ი რ ი წ ყ ა ლ დ ი დ ო ბ ე ბ ი თ; გ რ უ ნ ტ ი ს ა და ს ხ ვ ა ს ა ხ ი ს წ ყ ლ ე ბ ი ს ა მ ო ს ვ ლ ი თ დ დ ი ს ს ი ნ ა თ ლ ე ზ ე; ზ ღ ვ ი ს წ ყ ლ ი ს ხ ა ნ გ რ ძ ლ ი ვ ი შ ე ჩ ე რ ე ბ ი თ ს ა ნ ა პ ი რ ო ზ ო ნ ე ბ შ ი; ა მ ა თ უ ი მ ა დ გ ი ლ ი ს და დ მ ა ვ ა ლ ი მ ო ძ რ ა ო ბ ი თ; მ დ ე ლ ო ს მ ც ე -

ნარეების ევოლუციით და ა. შ. მაგრამ მათი კლასიფიკაციის საფუძვლად მაინც უფრო მეტად მიღებულია ქაობის ზედაპირის ფორმა, მკვებავი წყლისა და შიგ მცხოვრები მცენარეების ხასიათი. ამ თვალსაზრისით არჩევენ სამი ტიპის ქაობს: ქვედურს (დაბალქაობი, ევტროფული), ზედურსა (მაღალქაობი, ოლიგოტროფული) და გარდამავალს (მეზოტროფული).

ქვედური ქაობები • მეტწილად მოთავსებულია დაბლობებში (მდინარეთა ქალებში, ტერასებზე, დელტებში, ყოფილი ტბების ტერიტორიაზე, ტბებისა და ზღვების ნაპირებზე და სხვა ჩაწეულ ადგილებში). ხასიათდება ბრტყელი ან ჩაზნექილი ზედაპირით. იკვებება გრუნტის ან მდინარეული (ზოგჯერ ზღვის) წყლებით და დასახლებულია ევტროფული, ანუ ისეთი მცენარეებით, რომლებიც მოითხოვენ საკვებით მდიდარ ნიადაგებს (მურყანი, არყის ხე, წყლის სამყურა, წყლის მარწყვაბალახი, ტირიფი, ლელქაში, ლერწამი, შვიტა, ისლი, მწვანე ხავესები და სხვა.). ისინი საკვებს ღებულობენ გრუნტიდან და თვითონ გარდაქმნიან ორგანულ ნაერზებად. შემცველი მცენარეების სიჭარბის მიხედვით მასში არჩევენ: ბალახოვან, მწვანე ხავესიან (პიპნუმიანი) და ტყის ქაობებს.

ქვედური ქაობი ზოგჯერ გვხვდება წყალგამყოფებსა და ფერდობებზედაც, მაგრამ ამ დროს მასში ქაობობს მწვანე ხავესები და მცირეა ყვავილოვანი მცენარეები. ქვედურია საქართველოს ქაობების უმრავლესობა და კოლხეთის დაბლობის თითქმის ყველა ქაობი.

ზედური ქაობები უფრო მეტად გავრცელებულია წყალგამყოფებზე და იკვებება ატმოსფერული ნალექებით (აქ გრუნტის წყალი ღრმად მდებარეობს), მაგრამ გვხვდება ფერდობებზე და დაბლობებშიც. ხასიათდება შუაში ამოზნექილი (ზოგჯერ 10 მ-მდე) ზედაპირით და დასახლებულია ოლიგოტროფული, ანუ საკვებით ღარიბ სუბსტრატს შეგუებული, მცენარეებით (თეთრი ხავესები—სფაგნუმი—ჯუჯა ფიჭვი, წყლის ძანანა, ძიგვა, წყლის ბამბა, წყლის ივლი, შტოში და სხვ., ქარბობს პირველი). ზედური ქაობები ბევრია საბჭოთა კავშირის ჩრდილოეთი ნაწილის ტყის ზონაში და ევროპა-აზიის ტუნდრებში. საქართველოში ასეთია იმნათისა და ქობულეთის ქაობის ზოგიერთი უბანი.

გარდამავალ ქაობს შუალედი ადგილი უკავია ქვედურ და ზედურ ქაობებს შორის. მისი ზედაპირი შედგება ამოწეული და ჩაწეული უბნებისგან. პირველზე სახლდება ზედური ქაობის მცენარეები, მეორეში—ქვედურის, საერთოდ კი—მეზოტროფული, ანუ ისეთი მცენარეები, რომლებიც საკვების მხრივ ზომიერ მოთხოვნილებას უყენებენ ნიადაგს. საქართველოში ასეთია ანარიის (ზუგდიდის რაიონი) ქაობი და იმნათისა და ქობულეთის ქაობების ზოგიერთი უბანი.

ქაობის გეოლოგიური როლი და დაშრობის ხერხები. ქაობების

გეოლოგიური როლი, ძირითადად გამოიხატება ტორფისა და ჭაობის მადნების წარმოქმნაში.

ჭაობში წყალი მდოვრეა და ჰაერაცია სუსტი ან შეჩერებული. ამიტომ იგი ძლიერ ღარიბია ჟანგბადით და ზოგჯერ მოწამლულია გოგირდწყალბადით, შიგ მცენარეთა ნაშთები იხრწნება და იქცევა ტორფად. ტორფი არასრულად დაშლილი მცენარეული მასაა, შენარჩუნებული აქვს მცენარეული სტრუქტურა, საშუალოდ შეიცავს 55—66% ნახშირბადს, 5,5—6% წყალბადს, 35—40% ჟანგბადს, აზოტსა და გოგირდს, გამოიყენება: სათბობად, ბენზინის, ნავთის, ამიაკის, ცვილის, სქელფისის, კრეოლინის, ფენოლისა და სხვა ზეთების მისაღებად, ქალაქის დასამზადებლად, სითბოს იზოლატორად, აზოტოვან სასუქად და ა. შ. მისი სისქე ჩვეულებრივ მეტრებია, მაგრამ ზოგჯერ 25 მ-საც აღწევს (24,6 მ სისქის ტორფი ცნობილია გერმანიაში სოფ. პეტლაკთან ქ. ოლდენბურგის ახლოს, 12 მ სისქის კი საქართველოში, იმნათის ჭაობში). ტორფის მარაგის 75% მოდის საბჭოთა კავშირზე (საქართველოში—894 მლნ მ³). რუსეთის ჭაობებში ტორფის სისქე 100 წელიწადში დაახლოებით 7 სმ-ით მატულობს. სისქის ზრდის შესაბამისად ტორფი თანდათან მკვრივდება, ჟანგბადითა და წყალბადით ღარიბდება, ნახშირბადით მდიდრდება, მურა ნახშირად და ქვანახშირად იქცევა. განახშირების პროცესი ყველაზე ინტენსიურია იქ, სადაც მიწის ქერქი ქვევით იწევს, რადგან ამ დროს წნევას ემატება გაზრდილი ტემპერატურაც. ფიქრობენ, ასეა წარმოშობილი ქვანახშირის ყველა საბადო.

ნახშირიან ნალექებს ნ ა ხ შ ი რ ი ა ნ ი წ ყ ე ბ ა ჰქვია, სამრეწველო მნიშვნელობის ნახშირის დანაგროვს—ნ ა ხ შ ი რ ი ს ს ა ბ ა დ ო, ნახშირიანი ნალექების შემცველ ტერიტორიას კი—ნ ა ხ შ ი რ ი ა ნ ი, ა ნ უ: ქ ვ ა ნ ა ხ შ ი რ ი ს, ა უ ზ ი. იგი შეიძლება შედგებოდეს ქვანახშირის ერთი ან რამდენიმე ფენისა და საბადოსაგან. არჩევენ სამი ტიპის ნახშირიან აუზს: ღ ი ა ს, (ა ხ ე ვ რ ა დ. ღ ი ა ს ა და და ხ შ უ ლ ს. პირველში ზედაპირზე ჩანს მხოლოდ ნახშირიანი წყება (კუზბასის აუზი), მეორეში იგი ნაწილობრივ დაფარულია სხვა ნალექებით (დონეცის, ყარაგანდის, ტყვარჩელ-ტყიბულის აუზები), მესამეში კი ნახშირიანი წყება მთლიანად დაფარულია სხვა წარმონაქმნებით (ჩელიაბინსკის აუზი).

ზღვისპირა ჭაობების ტორფისგან წარმოშობილ ნახშირს პ ა რ ა ლ უ რ ი ნ ა ხ შ ი რ ი ჰქვია (ბერძნ. „პარა“—ახლო; „პალს“—მარილი, ზღვა), ტბიურს—ლ ი მ ნ უ რ ი. პარალური ნახშირი ვრცელდება დიდ მანძილზე, მეტ-ნაკლებად ინარჩუნებს სისქეს, ღარიბია მექანიკური მინარევებით და მაღალკალორიულია (დონეცის აუზის ნახშირები. აქ ნახშირის ფენათა რიცხვი 200 მ-მდეა), ლიმნური ნახშირი კი მოკლე მანძილ-

ზე ისოლება, დიდ ფარგლებში იცვლის სისქეს, მაღალნაცრიანი და დაბალკალორიულია (მოსკოვის აუზისა და საქართველოს ნახშირები).

არჩევენ აგრეთვე ა ე ტ ო ქ თ ო ნ უ რ და ა ლ ო ქ თ ო ნ უ რ ნახშირებს. პირველი წარმოშობილია იმავე ადგილზე მცხოვრები მცენარეებისაგან, მეორე კი—მდინარეების მიერ მოტანილი მცენარეული ნაწილებისგან. საქართველოს ნახშირები ალოქთონ-აეტოქთონურია.

დედამიწის ისტორიაში გამოიყოფა ქვანახშირის წარმოშობის ოთხი მთავარი პერიოდი: კ ა რ ბ ო ნ უ ლ ი, პ ე რ მ უ ლ ი, ი უ რ უ ლ ი და მ ე ს ა მ ე უ ლ ი. საბჭოთა კავშირში კარბონული ასაკისაა: დონეცის, ძიზელისა და სხვა ქვანახშირის უდიდესი საბადოები; პერმულია: კუზნეცკისა და სხვა აუზები; იურულია; ლენა-ვერხოიანსკის ზონის, გულმოკან-ირკუტსკისა და ტყვარჩელ-ტყიბულის ბუდობები; მესამეული კი—სახალინის, ახალციხისა და სხვა.

ზოგიერთ ჰაობში ილექება ჰაობის მადნებიც, კერძოდ: რკინის, მარგანცისა და ფოსფორის ნაერთები (სიდერიტი, ლიმონიტი, მარგანეცის ჰიდროქსიდი, ვივიანიტი), ხანდახან კი—ტორფის ტალახი და კალციუმი.

რ კ ი ნ ი ს მ ა დ ნ ე ბ ი ძირითადად წარმოიქმნება ზღვისპირა ჰაობებში. მცენარეთა ხრწნადი ნაშთები ხელს უშლის რკინის დაქანგვას და იწვევს სიდერიტის წარმოშობას. იგი ერევა ნახშირს და იმავე ფერისაა. ლ. რ უ ხ ი ნ ი ს მონაცემებით, სიდერიტის ლინზების სისქე ზოგჯერ ათეული მეტრია. შემდეგ იგი იქანგება და გადადის ლიმონიტში. ამათ წარმოქმნას ხელს უწყობს აგრეთვე სპეციალური ბაქტერიები. ასევე წარმოიშობა მარგანეცის მადნებიც, მაგრამ ნაკლები გავრცელებისაა.

ტ ო რ ფ ი ს ტ ა ლ ა ხ ი ჰაობის ფსკერზე არსებული, ტორფის გახრწნით წარმოქმნილი ნივთიერებებით მდიდარი და მინერალური წყლით გაჟღენთილი ტალახია. იყენებენ სამკურნალოდ. კალციტი კი ილექება იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაობში შემოდის კალციუმის ჰიდროკარბონატით მდიდარი წყლები.

გარდა ამისა, ჰაობს დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ამა თუ იმ ადგილზე მცენარეულობის, კლიმატის ცვლილებისა და ჰაობის წარმოქმნის დროის დაწყების დადგენის საქმეშიაც, რადგან ტორფი საუკუნეების მანძილზე ინახავს მასში მოქცეულ ორგანულ ნაშთებს (გერმანიაში, ბავარიის ერთ-ერთ ჰაობში, აღმოაჩინეს შუა საუკუნეების მხედარი; ავსტრიაში, ლიახის ჰაობში, 1,2 მ სიღრმეზე იპოვეს რომაელების მიერ ხის მორებისაგან გაკეთებული გზა და ჩენი ერის 41 წლით დათარიღებული რომაული მონეტა; კოლხეთის ჰაობში ჩამაჩხულია ჩ. წ. ა. IV—III ათასწლეულში აგებული შენობები; ყველა ჰაობში მშვენივრად არის დაცული იმ დროის მცხოვრები მცენარეების მტვერი და ა. შ.). ამ გზით დადგენილია, რომ 2—2,5 ათასი წლის წინათ ჩრდილო ევროპაში ბევ-

რად მაღალი ტემპერატურა იყო, ვიდრე დღეს არის; საბჭოთა კავშირის ტორფნარი 5—8 ათასი წლისაა და ა. შ.

მაგრამ ზოგ შემთხვევაში ჰაობებს დიდი ზიანიც მოაქვს, რადგან იკავებენ შესანიშნავ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს. ამიტომ მის წინააღმდეგ მიმართავენ შემდეგ ღონისძიებებს: გაჰყავთ სადრენაჟო არხები; იყენებენ კოლმატაციას; აშენებენ დიდი აორთქლების მქონე მცენარეებს; ახდენენ გადატუმბვას და ა. შ.

სადრენაჟო არხებში წყალი სწრაფად მოძრაობს და გრუნტის წყლის ღონე ქვევით იწევს. კოლმატაცია ნიშნავს ჰაობში მდინარის გადაადგმას და წყალდიდობისას მის მიერ მოტანილი მასალით ჰაობის ამოვსებას. ბიოლოგიური ბრძოლის დროს კი ჰაობში აშენებენ ისეთ მცენარეებს, რომლებიც აორთქლებენ დიდძალ წყალს (ევკალიპტი, ტირიფი—ერთი ძირი წელიწადში საშუალოდ აორთქლებს 100 მ³ წყალს, თუხა, ალვის ხე და სხვ.). თუ ეს ღონისძიებები უსარგებლოა, მაშინ ჰაობის მთელ რიგ ადგილებში ჰრიან წყალშემკრებ ჰებს ან სხვა წყალშემკრებ ნაგებობებს და ახდენენ წყლის გადატუმბვას. უვნებელ ადგილზე. ჰოლანდიაში ამ გზით აშრობენ არა მარტო ჰაობებს, არამედ ზღვების ცალკეულ უბნებსაც. იქ ასეთ დაშრობილ ადგილებს პოლდერები ჰქვია. დღეს ჰოლანდიის ტერიტორიის დაახლოებით 20% ზღვისგან წართმეული დაშრობილი ადგილებია.

ყინულაგის გეოლოგიური მოქმედება

ყინულის ხახეები. ყინული ეწოდება მყარ წყალს. იგი წარმოიშობა ისეთ გარემოში, რომლის ტემპერატურა 0°C-ზე დაბალია. არსებობს მისი 9 მოდიფიკაცია, საიდანაც 8 კრისტალური და ერთი ამორფულია. მათი უმეტესობა წარმოქმნილია ჩვეულებრივი ყინულისგან (ყინული 1) და შედგება ჰექსაგონური სინგონიის კრისტალებისგან, არჩევენ: მიწის ქვეშა (გრუნტის, ნიადაგის) და მიწის ზედა ყინულებს. პირველი მოთავსებულია მიწის ქერქში, მეორე—ატმოსფეროში და მიწის ზედაპირზე. მიწისზედა ყინულებს ეკუთვნის: ატმოსფეროს, თოვლის საფარის, წყლისა და მყინვარის (გლეტჩერის ყინულები).

მიწის ქვეშა ყინული არსებითად გავრცელებულია მარადმზრალ რაიონებში. იგი ორგვარია: სეზონური და მუდმივი (მრავალწლიანი). სეზონური ყინული წარმოიშობა აქტიურ, ფენაში, ე. ი. გაყინული გრუნტის ზედა ნაწილში, რომელიც ზაფხულობით ღებება და ზამთრობით იყინება. მუდმივი ყინული კი მდებარეობს ამ ფენის ქვეშ, სადაც ქანები საუკუნეების მანძილზეა გაყინული. ამიტომ ასეთ ადგილებს მარადმზრალ რაიონებს უწოდებენ. აქტიური

ფენის სისქე რამდენიმე სანტიმეტრიდან 3—5 მ-მდეა, მაგრამ მეტწილად 1,5—2 მ-ია, მარადმზრალი ფენისა კი 0,4 მ-დან 400—600 მ-მდეც აღწევს. მარადმზრალ რაიონებს უკავია მთელი ხმელეთის 20—25%, საბჭოთა კავშირში კი (1954 წლის მონაცემებით)—49,7% (11115 ათასი კმ²). იგი მოიცავს ჩრდილო განედის 50°-ზე მაღლა ძღებარე აღმოსავლეთი ციმბირის მთელ ტერიტორიას და ზოგან სხვა ადგილებშიც იჭიება (ნახ. 69). ყველა ამ ადგილის საშუალო წლიური ტემპერატურა მინუს 2°-დან მინუს 17°C-მდეა.

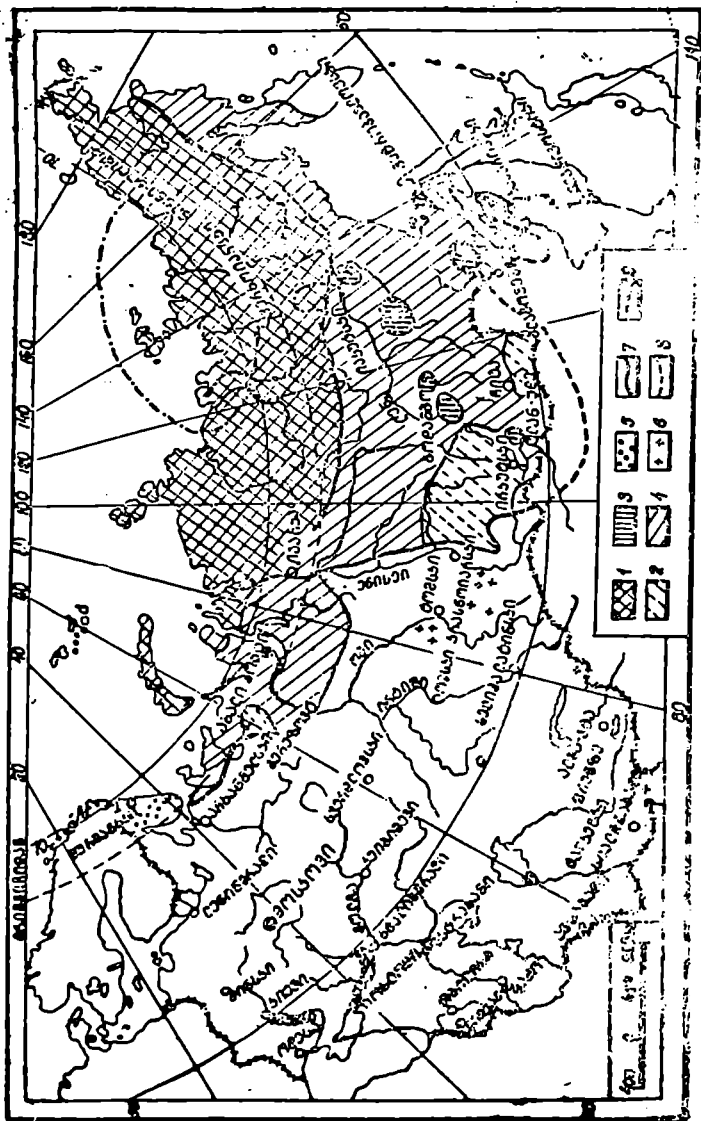
მარადმზრალი ფენა უწყვეტი არ არის. მასში (თერმული წყაროების გამოსასვლელებში და სხვ.) გამოერევა გამლღვალი უბნები—„მღვალობები“, რომელთა რაოდენობა და ფართობი სამხრეთისაკენ და დასახლებულ რაიონებში ისე მატულობს, რომ ახლა მასშია ჩართულია მარადმზრალი გრუნტის ცალკეული „კუნძულები“. როგორც ჩანს, მღვალობების შექმნაში გარკვეული წვლილი მიუძღვის მოსახლეობას, რადგან შენობების აგებით ათბობენ გრუნტს.

მარადმზრალ ფენაში ყინული მოთავსებულია ცალკეული კრისტალების, ძარღვების, კონგლომერატის, ლინზების, მთლიანი ფენების ან სხვა ფორმის სხეულების სახით, აგრეთვე ქანების ფორებში, ნაპრალებში ან შრეებს შორის და სისქით ზოგჯერ 10 მ-ს აღწევს. ასეთი ყინულის მთლიან მასებს უწოდებენ „მკვდარ“, ანუ ნაძარხ, ყინულს. ფიქრობენ, იგი წარმოადგენს მეოთხეულ დროის მყინვარის დღემდე შემორჩენილ ნაშთს. ჯერჯერობით ყველაზე დიდი „მკვდარი“ ყინული აღმოჩენილია 1969 წელს ფინეთში, ქ. ლახტის მახლობლად, ე. წ. რემკომიაკის ქვიშრობის ბორცვში, 30 მ სიღრმეზე. მისი სისქე 4 მ და ფართობი 700 მ²-მდეა. ჩვენს პლანეტაზე მიწისქვეშა ყინულების საერთო მოცულობა 0,5 მლნ კმ³-ია.

გაყინული ფენა არ ატარებს წყალს, ნავთობს და მოკლებულია მათ ბუნებრივ გამოსასვლელებს. ამიტომ წინათ მარადმზრალ რაიონებს ნავთობის ძებნისათვის უპერსპექტივოდ თვლიდნენ. ახლა ეს აზრი უარყოფილია, რადგან მასში აღმოჩენილია ნავთობის უზარმაზარი საბადოები.

მარადმზრალი რაიონები ღარიბია მცენარეებითაც. გვხვდება მხოლოდ დაკნინებული დაბალტანიანი ხეების ტყის მასივები, რომელთა ფესვები გაშლილია ჰორიზონტალურად და ჩადის მცირე სიღრმეზე.

ზოგიერთების აზრით, მარადი მზრალობა გამოწვეულია მეოთხეული გამყინვარებით, რადგან იმ დროს ეს ადგილები დაფარული იყო კონტინენტური მყინვარით, შემდეგ ყინული გადნა, მაგრამ ქანები ისევ გაყინულია. სხვების მიხედვით, იგი შედეგია ახლანდელი დაბალი ტემპერატურის და მოიცავს იმ ტერიტორიას, სადაც პაერის საშუალო



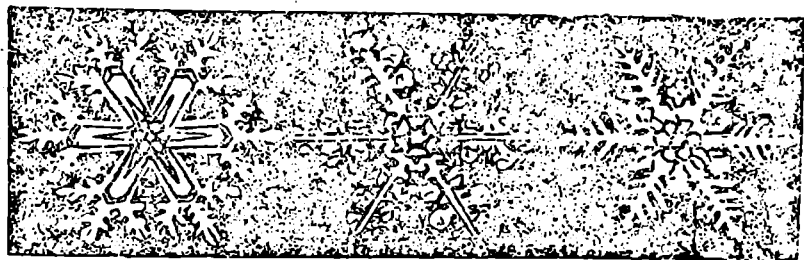
ნახ. 69. მარადმზრალი რაიონები საქმთოთა კავშირში (მ. თ. სუმგინის პიქტოთ):

1—მთლიანად გაყინული ადგილი; 2—გაყინული იდელი „ქუნულები“ სახით; 3—მარადმზრალი რაიონები აქა-იქ ლხობადი გრუნტით; 4—ადგილები, რომელთა გაყინულობის ხასითი უცნობია; 5—ადგილები, სადაც გაყინულია მხოლოდ ტორფიანი გოპობის ბორცვები; 6—ცალკეული მარადმზრალი ქუნულები; 7—მარადმზრალი რაიონების სამზრეთი საზღვარი საქმთოთა კავშირში; 8—ფიგვი, სევა ქვეყნებში; 9—ნამარხი ყრულები გაყინულების „არე“.

წლიური ტემპერატურა 0°C -ზე დაბალია. შესაძლოა ეს ასეც იყოს, რადგან ნალექების რაოდენობა გამდნარ-აორთქლებულზე ნაკლებია (ზაფხულში თოვლი დნება, მაგრამ მიწა გაყინულია). თუმცა საყურადღებოა ისიც, რომ მიწისქვეშა ყინულებში დაცულია ათასეული წლების წინათ მცხოვრები მამონტების, მარტორქების, სხვა ცხოველებისა და მცენარეების გაუზრწელი ხაშთები, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მარადი მზრალობის ასაკიც ათასეული წლებია.

მარადმზრალობას სწავლობს მეცნიერება მზრალმცოდნეობა. დღეს აქედან გამოყოფილია გეოკრიოლოგია, ე. ი. მეცნიერება მრავალწლიანი და სეზონურად გაყინული ნიადაგისა და ქანების შემადგენლობა-აგებულება-ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესახებ.

ატმოსფეროში ყინული გვხვდება ცალკეული კრისტალების სახით, ან მონაწილეობს თოვლის, სეტყვის, ხორბოშელას, ყინულის ნემ-



ნახ. 70. თოვლის ფიფქები.

სებისა და სხვა ამგვარი ნალექების შექმნაში, წარმოშობილია უკვე ვარსებელი წყლის ორთქლის გაყინვით.

თოვლის საფარის ყინული გავრცელებულია თოვლეთში, ე. ი. მუდმივი თოვლით დაფარულ ადგილებში და მონაწილეობს თოვლის აგებულებაში. თოვლის ფიფქი კი წარმოადგენს ყინულის ნემსისებრი კრისტალებისაგან შედგენილი ექვსკუთხოვანი ფიფქების, პრიზმების ან ვარსკვლავების ფორმის სხეულს (ნახ. 70).

ნემსისებური პრიზმული კრისტალებისაგან შედგება წყლის ყინულიც მაგრამ წარმოიქმნება წყლის გაყინვით. იყინება ჰაერის ტემპერატურის გავლენით და არსებითად მიმდინარეობს ზევიდან ქვევით. ყინული სითბო-სიცივეს ცუდად ატარებს. ამიტომ მისი გასქელების შესაბამისად მცირდება ქვევით სიცივის გადაცემა და ყინულის სისქის 2—2,5 მ მილწვევისას წყდება. ამის გამო წყლის ყინულის სისქე არ აღემატება 2—2,5 მ-ს (ზოგჯერ მეტია, მაგრამ ეს გამოწვეულია მისი ნატეხების ერთიმეორეზე შეხერგვით), ამასთან მასში კრისტალები ერთიმეო-

რის პარალელურია და განლაგებულია წყლის ზედაპირის მართობულად.

წყლის გაყინვაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე პაერტიდან წყალში მოხვედრილი ყინულის წვრილი კრისტალები, თოვლის ფიფქები, ძველი ყინული, ქარი, ღელვა, კონვექცია (სითბური, პიროსტატიკური), წყლის სიჩქარე, მარილიანობა, წყალქვეშა ვულკანიზმი და დაკრისტალების სითბო (0° -ზე 1 გ წყლის გაყინვისას გამოიყოფა 79,4 კალ სითბო). პირველი სამი წარმოადგენს დაკრისტალების ცენტრებს და ხელს უწყობს გაყინვას. ქარს ეს ცენტრები გადააქვს ერთი ადგილიდან მეორეზე და აცივებს წყალს, ტალღებსა და კონვექციურ ნაკადებს კი ისინი და ცივი წყალი ჩააქვს სიღრმეში და ქმნის ყინულის წარმოქმნის პირობებს, მაგრამ თბილი წყალი ამოაქვს ზევით და ხელს უშლის ზედაპირის გაყინვას. სწრაფი მოძრაობისას წყლის მასები ჩქარა ერევა ერთმეორეში და იქმნება მთელ სისქეზე მისი ერთდროული გაყინვის პირობები, მაგრამ დაწყება გვიანდება (ამით ახსნება, რომ მდოვრე მდინარეში ყინული ჩნდება ზედაპირზე და შედარებით სწრაფად, ჩქარ მდინარეში კი—მთელ მასაში ერთდროულად და გაცილებით გვიან). მომატებული მარილიანობა, წყალქვეშა ვულკანიზმი და დაკრისტალების სითბო კი ხელს უშლივს გაყინვას ($35-40\%$), (მარილიანობის წყალი იყინება მინუს $1,9-2,2^{\circ}$ -ზე, $15-20\%$ -იანი—მინუს $0,5-0,8^{\circ}$ -ზე, ნაკლებმარილიანი—მინუს $0,3$ -ზე). ამიტომ მდინარეები და მტკნარი ტბები იყინება უფრო ადრე, ვიდრე ზღვები, ამავე დროს ზღვის ყინული უფრო ელასტიკურია, რადგან გაყინვისას ყინულში რჩება მარილების საწყისი რაოდენობის დაახლოებით 25% და იწვევს მის ელასტიკურობას. მართალია, შემდეგ ეს მარილები გამოიყოფა ყინულიდან, მაგრამ გროვდება მის ქვეშ და ხელს უშლის წყლის შემდგომ გაყინვას. მსოფლიო ოკეანეში ყოველწლიურად ჩნდება და დნება დაახლოებით 37 ათასი კმ³ ყინული.

საერთოდ, ბუნებრივ წყალსაცავებში ყინულის წარმოქმნისათვის საჭიროა შემდეგი სამი პირობა: წყალს ჰქონდეს გაყინვის წერტილზე დაბალი ტემპერატურა; შიგ იყოს დაკრისტალების ცენტრები და დაკრისტალებისას გამოყოფილი სითბო გადიოდეს წარმოშობის ადგილიდან.

მყინვარის ყინული წარმოიქმნება მყარი ატმოსფერული ნალექების (უმათარესად თოვლის) გარდაქმნით თოვლეთში. აქ ზამთარში მოსული თოვლი ზაფხულში ვერ ასწრებს მთლიანად გადნობას და იქვე რჩება. ახალი თოვლი ძლიერ ფოროვანია, რადგან შედგება თოვლის ფიფქებისაგან. დღისით, თბილ ამინდში, ფიფქები დნება, იშლება, მაგრამ ღამით ნაღნობი წყალი იყინება და თხელი ყინულის სახით გადაეკვრის თოვლის საფარს. წყლის ნაწილი თოვლში ჩადის, მაგრდება და ქმნის მარცვლებს. შემდგომში ეს პროცესი ისევ გრძელდება, თოვლის ფოროვნობა მცირდება, სიმკვრივე და მარცვლოვნობა იზრდება და თოვლი მარცვლოვან თოვლად, ანუ ფირნად, იქცევა. ამას ხელს უწყობს

სუბლიმაცია, ე. ი. ყინულის აორთქლება და თხევადი ფორმის გამოტოვებით კრისტალურში გადასვლა. ამ დროს გამოიყოფა სითბო. იგი აღნობს თოვლს, ყინულის წვრილ კრისტალებს და აჩქარებს ფირნის წარმოქმნას. აორთქლება ხდება ყველა ზომის კრისტალიდან, მაგრამ წვრილებზე აორთქლის დრეკადობა მეტია. ამიტომ აქედან აორთქლი მოძრაობს დიდი კრისტალებისკენ და კიდევ უფრო ზრდის მათ. მაგრამ ფირნს ახალ-ახალი თოვლი ემატება. მისი მასა და წნევა იზრდება, მარცვლები ერთმანეთს ეკვრის, ეყინება, ფირნი მკვრივდება, მჭიდროვდება და მარცვლოვან ყინულად, ანუ ფირნის ყინულად, იქცევა. წნევის შემდგომი გაზრდისას მარცვლების ზომა მატულობს, ყინულიდან ჰაერი იღვენება, ყინული თანდათან ცისფერი და მასიური ხდება და ფირნის ყინული მყინვარის ყინულში გადადის.

ყველა ეს ყინული შრეებრივია, რადგან შედგება სხვადასხვა დროს მოსული თოვლის ფენებისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია მოთოვის შუალედებში მათ ზედაპირზე ქარის მიერ დაღეჭილი მტვრით, ამასთან ფირნისა და მყინვარის ყინულში ურთიერთშორის მორიგეობს ჰაერის ბუშტებით მდიდარი—თეთრი და ამ ბუშტებით ღარიბი—ცისფერი ფენები. ამავე დროს, ფირნი თეთრი (მდიდარია ჰაერის ბუშტებით) და გაუჰჰვირვალეა, მყინვარის ყინული კი—ცისფერი და გამჰჰვირვალე.

ამრიგად, წყლის ყინულისაგან განსხვავებით, მყინვარის ყინული წარმოიქმნება ხმელეთზე თოვლის გარდაქმნით. ჯერ მიიღება ფირნი, შემდეგ—ფირნის ყინული და ბოლოს მყინვარის ყინული. თანაც მყინვარის ყინული სქელი (ზოგჯერ კილომეტრები), მსხვილ-მარცვლოვანია და შედგება ერთიმეორეში არეული (ოპტიკური ღერძებით სხვადასხვანაირად განლაგებული) კრისტალებისაგან.

ადგილს, სადაც მყინვარის წარმოქმნა ხდება, ეწოდება ფირნის ველი. იგი ორგვარია: ალპური (ტაფობური) და ვაკე (მაგიდისებრი), ანუ ნორვეგიული. პირველი დამახასიათებელია ალპებისა და სხვა ახალგაზრდა მთებისათვის, მეორე—მეოთხეულში კონტინენტური მყინვარებით დაფარული ადგილებისთვის (ნორვეგია და სხვ.), სადაც მყინვარების მოქმედებით მთების თხემები მოკვეთილია. საერთაშორისო გეოფიზიკური წლის მონაცემებით, დღეს მყინვარის ყინულით დაფარულია 16,3 მლნ კმ² ფართობი (ხმელეთის დაახლოებით 11%) და მათი მოცულობა 26660 ათასი კმ³-ია. თუ მას გავაღწიებთ, მსოფლიო ოკეანის დონე აიწევს 66,3 მ-ით. მყინვარებს სწავლობს მეცნიერება

გ ლ ა ც ი ო ლ ო გ ი ა (ლათ. „გლაციეს“—ყინული; ბერძნ. „ლოგოს“—შესწავლა).

აღნიშნული ყინულებიდან გეოლოგიურად მნიშვნელოვანია მხოლოდ მიწისქვეშა, ზედაპირული წყლებისა და მყინვარის ყინული, უმთავრესად—უკანასკნელი.

მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების ყინულების გეოლოგიური როლი. მიწისქვეშა ყინულებიდან სეზონური ყინული იწვევს სოლიფლუქციას, დანარჩენები ქმნის ჰიდროლაკოლითებს, მინაყინს, მონაწილეობს ქანების ფიზიკურ გამოფიტვაში და ა. შ. (იხ. „გამოფიტვა“ და „მიწისქვეშა წყლის გეოლოგიური მოქმედება“).

ზედაპირული წყლების ყინულებიდან უმთავრეს გეოლოგიურ როლს ასრულებს ტბიური და ზღვიური ყინულები. ვინაიდან ამ აუზების გაყინვისას ყინულში ექცევა მათი სანაპირო ზოლის ფსკერზე არსებული კენკები, ლოდები და სხვა ფხვიერი მასალა. გაზაფხულზე ყინულის ნამტვრევებს თან მიაქვს ეს მასალა, აჯახებს ნაპირს და ახდენს აბრაზიას. აქედან განსაკუთრებით საყუოადღებოა აისბერგები, ე. ი. ზღვაში შესული მყინვარის ნამტვრევები (ყინულის მთები). ანტარქტიდასა და წყნარ ოკეანეში ისინი აღწევენ სამხრეთ განედის 50°-მდე, ინდოეთის ოკეანეში—45°-მდე, ატლანტის ოკეანეში—40°-მდე. მათ ასეული და ათასეული კილომეტრების მანძილზე ვადააქვთ ხმელეთიდან მონგრეული ქანების ნატეხები—მორენები, ლექავენ ღრმა ზღვაში, ე. ი. ამ მასალისათვის უჩვეულო ადგილებში და ქმნიან ქანს ტილოიდს, ანუ ზღვიური და მყინვარული ნალექების ნარეკს.

მდინარეული ყინულებიდან არსებით გეოლოგიურ როლს ასრულებს სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ მიმდინარე ციმბირის მდინარეების ყინულები. ამ მდინარეთა სათავეში ყინულსაფარი უფრო ადრე იშლება, ვიდრე ქვემო წელში. ამიტომ გაზაფხულზე მათ მიაქვთ ყინულის ნამტვრევები, კალაპოტის მოხრილ ნაწილებთან და ბოლოში ქმნიან ყინულის ხერგებს—ტოროსებს, ბულდოზერივით აწვებიან ნაპირებს, ხვეტენ იქ არსებულ ფხვიერ მასალას, შლიან ფსკერის ქანებს და ქმნიან ე. წ. კეკურებსა და კორგებს. ორივე ტერმინი ციმბირულია. კეკური ეწოდება წყალდიდობისას მდინარეული მყინვარების მიერ ნაპირზე გამოტანილი რიყის ქვებისა და ლოდებისაგან აგებულ სერსა და მიწაყრილს, ან ზღვის ნაპირზე და მთებში მყინვარის მოქმედების შემდეგ დარჩენილ მაგარი ქანების კონუსურ სხეულებს. კორგი კი წარმოადგენს წყალდიდობისას მდინარეული მყინვარების მიერ შექმნილ მცირე ზომის ცელებს, რომლებიც ზოგჯერ განლაგებულია მდინარის დინების მართობულად, აგრეთვე ზღვის მყინვარებისაგან შექმნილ წყალქვეშა და წყალზედა მეჩენს. მაგრამ გეოლოგიური თვალსაზრისით ძირითადი მანძი მყინვარის ყინულია.

ზოგადი ცნობები მყინვარების შესახებ. მყინვარი ეწოდება მიწის ზედაპირზე მოძრავი ყინულის ბუნებრივ დანაგროვს. როგორც აღვნიშნეთ, იგი წარმოიქმნება მყარი ატმოსფერული ნალექების (უმთავრესად თოვლი) გარდაქმნით ფირნის ველზე და მოძრაობს წნევისა და რეჟელაციის, ე. ი. გაღობა-ხელახალი შეყინვის, მეშვეობით (წნევის გაზრდისას გაყინვის წერტილი დაბლა იწევს, ყინული იქცევა მარცვლების გროვად. მათი ნაწილი დნება. მიღებული ნარევი მოძრაობს, წინ მიიწევს. ახლა მასზე წნევა მცირდება, გაყინვის წერტილი მაღლა იწევს. ნაღობი წყალი იყინება, აკავშირებს მარცვლებს და ყინულის წინსვლა წყდება. შემდეგ წნევა ისევ მატულობს და აღწერილი პროცესი მეორდება. მყინვარის წინსვლაში გარკვეულ როლს ასრულებს აგრეთვე ყინულის კრისტალების ტრანსლაცია, ე. ი. გადაადგილება კრისტალოგრაფიული სიბრტყეების გასწვრივ). მოძრაობის სიჩქარე დღე-ღამეში ჩვეულებრივ მმ-ები ან ათეული სმ-ებია. მაგრამ ზოგჯერ 3—4 ათეულ მ-საც აღწევს (გრენლანდიაში 5—20 მ-ია, ანტარქტიკაში—40 მ-მდე). ეს დამოკიდებულია ყინულის სისქეზე, კვება-დნობა-აორთქლებაზე, ე. ი. შემოსავლისა და გასავლის ურთიერთანაფარდობაზე და ფსკერის დაქანებაზე, შემოსავალი—მოსული მყარი ნალექების რაოდენობაზე, გასავალი კი, ძირითადად—მყინვარის დნობაზე. მყინვარი დნება ზედაპირიდან და ფსკერიდან (ჰარბობს პირველი), რადგან ფსკერზე მაღალია წნევა და დაბლა სწევს დნობის წერტილს, ხადნობი წყალი მოძრაობს ფსკერზე, მყინვარის ზედაპირზე და ნაპრალეშიც ჩადის. ყინულქვეშ იგი ზოგჯერ წნევიანია და ზევით ამოდის შადრევანის სახით. მაშასადამე, შემოსავლის სიკარბისას მყინვარი წინ მიდის, გასავლისა და შემოსავლის ტოლობისას—ჩერდება, შემოსავლის ნაკლებობის დროს—უკან იხვეს. წინსვლისას მყინვარი არათოვლეთშიც ჩამოდის. ამიტომ ე. წ. მთის მყინვარში არჩვენ ორ ნაწილს: ზედა (კვების) და ქვედა (დინების) მხარეებს. პირველი მოიცავს ფირნის ველს და ამიტომ მას კვების აუზს, ანუ ფირნის მყინვარსაც, უწოდებენ, მეორე კი წარმოდგენს მყინვარულ ჩამონადენს და მას მყინვარული ენა ჰქვია.

ქვევით ჩამოსვლისას მყინვაოი თანდათან თხელდება და იბუოცება, რადგან მისი ნაპირები უფრო სწრაფად დნება, ვიდრე შუა ხაწილი. მყინვარის იმ ნაწილს, სადაც იგი მთავრდება, შუბლი, ანუ ფრონტი ჰქვია, ნაპირებს—კიდეები. შუბლთან ჩვეულებრივ იწყება მდინარე. იგი მყინვარში აჩენს ხერელს—მყინვარის ჰიშკარს.

მყინვარი პირველ რიგში იკავებს რელიეფის ჩადრმავებულ ადგილებს და მიჰყვება ხეობას. ვიწრო ხეობაში შესვლისას ვიწროვდება, განიერში—ფართოვდება, ბორცვებისა და სხვა მაგარ წინააღმდეგობათა შეხვედრისას მიჰყვება მათ, აღმა მოძრაობს და ხშირად მეორე მხარეზედაც გადადის. ამიტომ სკდება, ნაპრალდება. არჩვენ მყინვარის სამი სახის ნაპრალს: კიდის (გვერდის), გარდიგარდმოსა (განივი) და გასწვრივს (სიგრძივი). პირველი წარმოიშობა მყინვარის

კიდევბზე, რადგან ყინულის ხახუნი ქანებთან უფრო მეტია და მისი პე-
რიფერიული ნაწილები ჩამორჩება ცენტრალურს. ამიტომ ეს ნაპრალები
მყინვარის ლერძისადმი მიმართულია ირიბულად. განივი ნაპრალები
ჩნდება მყინვარის ფსკერის რელიეფის გადატენის ადგილებში, რადგან
აქ მყინვარი სწრაფად მოძრაობს, ყინული ვერ უძლებს მას და სკდება.
ამ ნაპრალების დიამეტრი მეტწილად 1—2 მ-ია, სიღრმე კი 200 მ-საც
აღწევს. სიგრძივი ნაპრალები ძირითადად წარმოიქმნება ხეობის ვიწრო
უბნიდან მყინვარის ფართო უბანში გასვლისას და შუბლთან, რადგან
აქ მყინვარი ფართოვდება და რადიალურად იზარება.

არჩევენ მყინვარების სამ მთავარ ჯგუფს, ანუ კლასს: მთის, კონ-
ტინენტურსა და შუალედურს.

მთის მყინვარს საკუთრივ მყინვარს უწოდებენ. იგი მოთავსე-
ბულია მთებში და იკავებს ჩაღრმავებულ ადგილებს. მასში გამოყოფენ
შემდეგ ტიპებს: კარულს (ფირნის), ცირკულს, დაკიდებულს
(მთის ფერდობების), კალდერულს (ველკანური კონუსების) და ხეო-
ბის. ზოგიერთები არჩევენ აგრეთვე: მარტივ (ალბური), რთულ
(პოლისინთეზური), პამირის (თურქესტანის), კოლიმის, ტატო-
ბურ და სხვა ტიპის მყინვარებსაც.

კარული მყინვარი მოთავსებულია კარში, ე. ი. ფერდო-
ბის სეპარატის ან კოვზისებრ ჩაღრმავებაში. იგი პატარაა, უნოა, ან
მოიცავს იმდენად მოკლე ენას, რომ არათოვლეთში არ ჩამოდის. ე. ი.
არსებთად წარმოდგენილია ფირნის ველით. ამიტომ მას ფირნის მყინ-
ვარსაც უწოდებენ. გვხვდება კავკასიონზეც. ცირკული მყინვარი
მდებარეობს მყინვარულ ცირკში, ე. ი. ხეობის სათავესთან არსებულ
მომრგვალო ჩაღრმავებაში. კვებავს ხეობის მყინვარს. დაკიდებუ-
ლი მყინვარი მოთავსებულია მთის მწვერვალზე ან ფერდობზე, ძირაბ-
დე არ ჩამოდის და ისე ჩანს თითქოს დაკიდებულია. ხასიათდება პატა-
რა ფირნის ველითა და მოკლე ენით. მას ხშირად წყდება ბოლო ნაწი-
ლი, გროვდება მთის ძირში, დასაბამს აძლევს ე. წ. აღდგენილ
მყინვარს და ზოგჯერ კვებავს ცირკულ მყინვარსაც. კალდერ-
ული მყინვარი მდებარეობს კალდერებში, ე. ი. ვულკანური
კონუსის შიგნით არსებულ უზარმაზარ ტაფობებსა და კრატერებში,
მომრგვალო და მოკლენიანია.

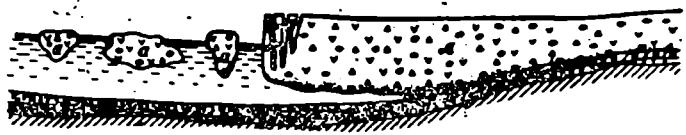
ხეობის მყინვარი მოთავსებულია ხეობაში, ზევით განიე-
რია, ქვევით ვიწრო, ხასიათდება მკვეთრად გამოსახული ფირნის ველი-
თა და გრძელი ენით. ამჟამად მსოფლიოში ყველაზე უგრძესია (145 კმ,
ენის სიგანე—16 კმ-მდე) ხაბარდის მყინვარი ალასკაზე, საბ-
ჰოთა კავშირში—ფედჩენკოს მყინვარი (ნახ. 71) დასავლეთ-
პამირზე (სიგრძე 77 კმ, სისქე—1 კმ), კავკასიონზე—დიხსუს მყინ-
ვარი (სიგრძე 15,28 კმ), საქართველოში კი—ლენზირის მყინ-

ვარი სვანეთში (ფართობი—38,43 კმ², სიგრძე—13,65 კმ). მართი-ვი ეწოდება ერთენიან მყინვარს, რთულ ი—რამდენიმე ენიანს. პირველი ტიპურად გავრცელებულია ალპებში (გვხვდება კავკასიონზეც). ამიტომ მას ალპური ტიპის მყინვარიც ჰქვია. ასეთივეა პამირ-თურქესტანის ტიპის მყინვარებიც, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ მათ არ გააჩნია ფირნის ველი, რადგან იქ ხეობები ვიწროა და შემოფარგლულია მახვილთხემიან-ციცაბოკალთებიანი მთებით, რომლებზეც თოვლი ვერ ჩერდება და მყინვარები ძირითადად იკვებება თოვლის ზვავებით. რთული მყინვარები გვხვდება უხვ-თოვლიან რაიონებში.

ასეთია ფელჩენკოს, ინილჩეკის (ყარაყორუმი), ლეხზირისა და საქართველოს ზოგი სხვა მყინვარი. კოლიმის ტიპის მყინვარს ახასიათებს ორსართულიანი აგებულება. იგი წარმოიქმნება იქ, სადაც მყინვარი მოძრაობს საფეხურებიან ზედაპირზე. ტაფობისკი ისეთი მყინვარია, რომელიც მოთავსებულია დიდ ჩაღრმავებაში.



ნახ. 71. ფელჩენკოს მყინვარი (პამირი).



ნახ. 72. აისბერგის წარმოქმნის სქემა: (ა—აისბერგი, A—მყინვარი. წვეტილი ხაზები—ზღვა).

ზოგი მყინვარი ზღვაშიც შედის, მიჰყვება ფსკერს, სიმსუბუქის გამო ზევით იწევს, ტყდება და გვაძლევს ყინულის მოცურავე მთებს—აისბერგებს (ნახ. 72). მათი სისქე ზოგჯერ 0,5 კმ, სიგრძე—100 კმ და სიგანე—რამდენიმე კმ-ია, წყალქვეშა ნაწილის სისქე კი ჩვეულებრივ 5—6-ჯერ აღემატება წყალზედას.

კონტინენტური მყინვარი მოიცავს მთელ კონტინენტს

ან მის მნიშვნელოვან ნაწილს და სისქით ასეულ მეტრებს ან კილომეტრებს აღწევს. მას მყინვარულ საფარს, ანუ მყინვარულ ზეწარსაც უწოდებენ. იგი შუაში ამოზნექილია, იკვებება ცენტრიდან და მოძრაობს ყველა მიმართულებით პერიფერიებისკენ, მაგრამ უმთავრესად იქით, საითაც უფრო პლასტიკურია. მისი დინების მხარე შეუმჩნეველად აგრძელებს კვებისას (ნახ. 73). ასეთებია: ანტარქტიდის, გრენლანდიის, კანადის არქტიკული არქიპელაგის, ისლანდიის, შპიცბერგენის, ახალი მიწის, ფრანც-იოსების მიწის, ჩრდილოეთის მიწისა და მთელი რიგი სხვა არქტიკული კუნძულების მყინვარები.

ანტარქტიდაში მყინვარს უკავია 13,5 მლნ კმ³. იგი საშუალოდ 2 კმ სისქისაა (მაქსიმალური 4335 მ), მოცულობით—23820000 კმ³

(12 კვადრილიონი ტ, ჩვენი პლანეტის ყველა წყნის 90%), 830 კმ-ის მანძილზე შედის როსის ზღვაში, აჩენს შეღფურ მყინვარს და ბოლოში კმნის ე. წ. როსის ბარიერს, ე. ი. 20—70 მ სიმაღლის წყნის ფლატეს. მას აქვს გამყინვარების ორი ცენ-



ნახ. 73. გრენლანდიის კონტინენტური მყინვარი.

ტრი: აღმოსავლეთისა და დასავლეთის. სანაპირო ზოლში მისი სიჩქარე წელიწადში 100—130 მ-ია. აშშ-ს ანტარქტიკული ექსპედიციის უკანასკნელი მონაცემებით ამ მყინვარის ასაკი 20 მლნ წელია, სხვების მიხედვით კი წინულქვეშა ქანების ასაკი 2,7 მლნ წელი.

გრენლანდიაში მყინვარს უჭირავს 1,87 მლნ კმ³. მისი საშუალო სისქე 2 კმ-მდეა, მაქსიმალური—3408 მ (ცენტრალურ ნაწილში), მოცულობა—3630000 კმ³, ყველაზე ახალგაზრდა წინულქვეშა ქანის ასაკი—10000 წელი. წინულში ზოგან მოჩანს ხმელეთის შვერილები. მას ნუნატაკები ჰქვია. კუნძულის 300 კმ-მდე სივანის სანაპირო ზოლი ნოკლებულია წინულს (მას წინ ეღობება მაღალი მთები) და ზღვამდე აღწევს მხოლოდ მყინვარის ცალკეული ნაკადები, რომლებიც გადადიან უღელტეხილებზე და ქმნიან აისბერგებს.

ახალ მიწაზე წინულის სისქე 700 მ და ფართობი 22600 კმ²-ია, ფრანც-იოსების მიწაზე, შესაბამისად—100—500 მ, 15320 კმ²; ჩრდილოეთის მიწაზე—500 მ, 15600 კმ² და ა. შ.

კონტინენტურ მყინვარში არჩევენ სამი ტიპის მყინვარს: შპიცბერგენის, მყინვარულ გუმბათებსა და მყინვარულ ფა-

რებს. პირველი მცირე სისქისაა, მოიცავს ნუნატაკებს, ზედაპირზე დაახლოებით ფსკერის რელიეფის პარალელურია და გვხვდება ფრანც-იოსების მიწის ზოგიერთ კუნძულზე. მეორე გუმბათის ფორმისაა, არ იმეორებს ფსკერის რელიეფს, გავრცელებულია შედარებით ბრტყელ ზედაპირზე, წარმოშობილია შპიცბერგენის ტიპის მყინვარის გასქელებით და გვხვდება ისლანდიაში, ფრანც-იოსების მიწისა და ანტარქტიდის ცალკეულ კუნძულებზე. ფარისებრი მყინვარი კი ჰგავს ფარს, სქელია და მოიცავს ასეულობით კმ²-ს. გრენლანდიის მყინვარში ორი ასეთი ფარია.

შუალედური მყინვარი გარდამავალია მთისა და კონტინენტურ მყინვარს შორის. მას ეკუთვნის ე. წ. სკანდინავიური (ნორვეგიული) ტიპისა და მთისწინეთის (მთის ძირის) მყინვარები. პირველი გვხვდება მოვაკებულთხემიან მთებში, ზეწარივით არის გადაფარებული მასზე, ხშირად მოიცავს ასეულ კმ²-ებს, მოძრაობს ყველა მიმართულებით და ქვევით ეშვება ისე, როგორც მთის მყინვარები. ამით ისინი ჰგავს მთის მყინვარებს, ბრტყელი ფირნის ველით კი—კონტინენტურს. ასეთია იუსტედალსბრეს ზეგნის მყინვარი ნორვეგიაში. მთისწინეთის მყინვარი მოთავსებულია ტენიანი პავის მთისწინა ვაკეზე, სადაც ნალექები მეტწილად მოდის მყარი სახით. ხეობის მყინვარები აღწევს მთის ძირამდე, გავაკებისას იროხმება, ქმნის ყინულის ერთიან საფარს. ასეთია მალასპინის მყინვარი ალასკაზე. მისი ფართობი 3800 კმ²-ია. იგი აქა-იქ ზღვამდეც აღწევს.

დღეს მყინვარები გვხვდება დედამიწის ყველა ადგილზე პოლუსებიდან ეკვატორის ჩათვლით. ს. კოლესნიკის მონაცემებით ჩვენს პლანეტაზე მას უჭირავს 16321400 კმ² ფართობი (მთელი ხმელეთის 11%) და მოცულობით შეადგენს დაახლოებით 27 მლნ კმ³-ს (მთელი ყინულების 98,5%), აქედან 2100000 კმ³ მოდის ჩრდილო პოლარულ ქვეყნებზე; 100000 კმ³—ჩრდილო ნახევარსფეროს ზომიერ სარტყელზე; 400 კმ³—ტროპიკულ სარტყელზე; 21000 კმ³—სამხრეთ ნახევარსფეროს ზომიერ სარტყელზე; 14100000 კმ³—სამხრეთ პოლარულ მხარეზე. ამრიგად, მყინვარების 99% მოთავსებულია პოლარულ მხარეებში (0,0025%—ტროპიკულ ქვეყნებში), მაგრამ მათი განაწილება აქაც არათანაბარია, რადგან ჩრდილო პოლარულ მხარეზე მოდის 13%, სამხრეთისაზე—86%, ვინაიდან ეს ადგილი უფრო ცივი და ტენიანია.

მყინვარები გვხვდება საბჭოთა კავშიოშიაც. იგი ცნობილია 17 რაიონში და მოიცავს 77,5 ათას კმ² ფართობს. აქედან 53,5 ათასი კმ² მართო ზემოაღნიშნულ სამ კუნძულზეა, 17000 კმ²—შუა აზიის მთებში, 2100 კმ²—კავკასიონზე (1465 კმ²—ჩრდილო ფერდობზე, 670 კმ²—საქართველოში). საბჭოთა კავშირში სულ 6500 მყინვარია, კავკასიაში—1379, საქართველოში—539. აქ მყინვარები გვაქვს მხოლოდ მთავარ კავკასიონზე და ისიც უმთავრესად ცენტრალურ ნაწილში. საქართვე-

ლოს მყინვარები მეტწილად ალპური ტიპისაა. იგი ყველაზე მეტად გვხვდება მდ. ენგურის ზემო წელში, შემდეგ კი: თერგის, კოდორის, რიონის, ბზიფის, ცხენისწყლის, ხობის, ლიახვის, ასასა და ანდის ყოუსის სათავეებში. აქედან ყველაზე უგრძესია (13,65 კმ) ლეზნორის მყინვარი, უდიდესი (43 კმ²)—ტვიბერის მყინვარი სვანეთში.

მყინვარის აღნიშნული ტიპები მკიდროდ არის დაკავშირებული ერთმანეთთან და შესაბამის პირობებში ერთიმეორეში გადადის. მაგალითად, ჰაეის აცივებისას წლის მეტ დროს ნალექები მოდის მყარი სახით, მათი დნობის პერიოდი მცირდება, თოვლის სისქე, თოვლეთის, ფირნისა და მყინვარის ფართობი მატულობს, კარული მყინვარი ცირკულში გადადის, ცირკული—ალპურში, უკანასკნელი—ართულში, ეშვებიან ქვევით და ქმნის ტაფობისა და მთისძირის მყინვარებს. წყალგამყოფები, ფერდობები, ვაკეები და წყალსაცავები ყინულებით იფარება, ჩნდება მიწისქვეშა ყინულებიც, ხდება გამყინვარება. ჰაეის ათბობისას კი ნალექები მეტწილად წვიმის სახით მოდის. ყინული დნება, მყინვარის სისქე და ფართობი მცირდება, კონტინენტური მყინვარი ცალკეულ მყინვარებად ნაწილდება, რთული მყინვარი მარტივით იცვლება, ვაკეები, წყალსაცავები, მთები ყინულისგან თავისუფლდება, მყინვარები მცირდება, უკან იხევს. ამრიგად, მყინვარების წინსვლა-უკუსვლა დამოკიდებულია ჰაეაზე და მის შესაბამისად ცვალებადობს.

მყინვარის გეოლოგიური როლი. მყინვარის გეოლოგიური როლი გამოიხატება ეგზარაციასა და ახალი ნალექების წარმოქმნაში.

ეგზარაცია ეწოდება მყინვარის მიერ ქანების დაშლასა და ნაშალი მასალის გადატანას. იგი ხდება ქანებზე მყინვარის დაწოლა-წინსვლის შედეგად და მით უფრო ინტენსიურია, რაც მეტია მყინვარის სისქე და რბილია ქანები. მყინვარის სისქე ხშირად ასეული მეტრებია. იგი აწვება და ამტვრევს ქანებს, აცემენტებს და მიათრევს ნატეხებს. გადაადგილებისას ნატეხები ეხახუნება ფსკერის ქანებს და ისე მოქმედებს მათზე, როგორც ზუმფარა, ამიტომ ნატეხების ქვედა მხარე და ქანების ზედაპირი იშლიფება და აკაწრება მყინვარის მოძრაობის მიმართულებით. ეგზარაციის გამო ხეობის მყინვარი აღრმავებს და აფართოებს ხეობას, ამრგვალებს, შლიფავს, კაწრავს მის ფსკერსა და ფერდობებს და აძლევს ვარცლის (გობის) სახეს. მყინვარის მიერ შექმნილ ასეთ ხეობას ტროგი ჰქვია (ნახ. 74). იგი ზემო წელში ღიაა და ქვევით ბრმა (დახშული), რადგან, ხეობის მყინვარი მეტწილად ვერ აღწევს ზღვამდე. მყინვარი რბილ ქანებს ადვილად შლის, მაგარს ძნელად. ამიტომ მყინვარის გადნობისას ტროგის ფსკერზე რჩება ამონალრუეები (აბაზანები) და შვერილები (რიგელები). ტროგის ფერდობები საშუალოდ დაქანებულია 40—45° კუთხით და მასთან შეერთებისას შენაკადები დაკიდებულია: ტროგი გვხვდება ფინეთ-სკანდინავიაში, კავკასიონზე და ყველა იმ ადგილში, რომლებიც მეოთხეულში დაფარული იყო მთის მყინვარებით.

კონტინენტური მყინვარიც ისე მოქმედებს, როგორც მთის. ნიწის ზედაპირზე ისიც აჩენს ამონადრუეებს, მაგარი ქანების შვერილებს, ანუ ვერძის შუბლებსა და ამ უქანასკნელთა ჯგუფებს, ანუ ხუჭუჭაკლებს. ვერძის შუბლი ასიმეტრიულია (ნახ. 75). მისი ის მხარე, რომელსაც მყინვარი აწვებოდა, დამრეცი, უფრო მომრგვალებული და დაკაწრულ-მოკრიალებულია, საწინააღმდეგო კი—ციცაბო, ნაკლებდამუ-



ნახ. 74. ტოვო.

შეფუთული და ხორკლიანი. იგი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ, თუ საით მოძრაობდა მყინვარი.

ზოგჯერ მყინვარი ადგილიდან გლეჯს მაგარი ქანების ბორცვებს და მიათრევს, რბილ ქანებს კი ანაოჭებს ან წყვეტს და ქმნის ნახლებეტებსა და შეცოცებებს. ქანების ასეთ აშლილობას მყინვარული, ანუ გლაციოლოდისლოკაცია, ჰქვია. იგი მცირე ფართობსა და სიღრმეზე ვრცელდება.



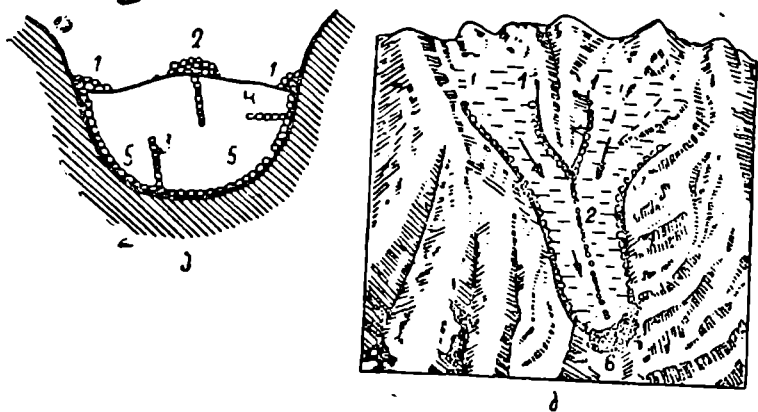
ნახ. 75. ვერძის შუბლი გვერდიდან.

მყინვარის ვერტიკალურ ნაპრალში წვიმისა და ნადნობი წყალი ვარდება მთელი სიშდომით. იგი ეცემა ფსკერზე არსებულ ქანების ნატეხებს და ადგილზევე აბრუნებს. ამიტომ მათ ქვეშ ქანები თანდათან იღრღნება და ჩნდება ჩალრმავეებები. ასეთ ადგილებს მყინვარული წის-

ქვილები ეწოდება, ამონაღრუებს კი — მყინვარული ქვაბები.

მყინვარის მიერ მონგრეულ და გადატანილ მასალას მორენა ჰქვია. იგი შედგება როგორც მყინვარის მიერ მომტკრეული, ისე მთის ფერდობებიდან მასზე ჩამოყრილი ან სხვა გზით ჩამოტანილი ქანების დიდი დამცირე ნატეხებისგან. მთის მყინვარში არჩევენ მორენების შემდეგ სახეებს: ზედაპირულს, შიგას, ფსკერისა და შუბლის (ბოლო). ზედაპირულში გამოყოფენ კილისა და შუა მორენებს, შიგა მორენებში კი — ჰორიზონტალურსა და ვერტიკალურს (ნახ. 76). ამათგან შუბლის მორენა უძრავია, დანარჩენები — მოძრავი.

კილის მორენა წარმოადგენს სამძიმის ძალით ან სხვა ფაქტორების მიერ ფერდობებიდან ჩამოტანილ და მყინვარის კიდეზე დაგროვილ ქანების ნამტვრეებს. იგი მყინვარს გასდევს ორივე მხარეზე და ზოგჯერ ქმნის 20—30 მ-მდე სიმაღლის სერს (ნახ. 76₁). შუა მორენა



ნახ. 76. მორენების განლაგება მყინვარის კრილში (ა) და გეგმაზე (ბ): 1—კილის მორენა; 2—შუაზედაპირული მორენა; 3—შიგავერტიკალური მორენა; 4—შიგაჰორიზონტალური მორენა; 5—ფსკერის მორენა; 6—შუბლის მორენა.

წარმოიქმნება ორი მყინვარის შეერთებისას მათი ურთიერთმიმართული კილის მორენების ერთმანეთთან შერწყმის შედეგად (ნახ. 76₂). ისიც სივრცითი სერის სახით გასდევს მყინვარს შეერთების ადგილის ქვევით. შიგა ვერტიკალური მორენა წარმოადგენს მყინვარის ნაპრალებში ჩაცვენილ ან წყლის მიერ ჩატანილ და იკვერტიკალურად განლაგებულ ქანების ნატეხებს (ნახ. 76₃), თუძცა ზოგჯერ წარმოიშობა ორი მყინვარის ერთმანეთთან შეერთების დროსაც მათი ურთიერთმიმართული პერიფერიული ფსკერის მორენების ხარჯზე. ძირითადად ზედაპირული

მორენებისგან არის წარმოქმნილი შიგა ჰორიზონტალური მორენაც (ნახ. 76_ა), ვინაიდან ფირნის ზედაპირზე ჩამოცვენილი ქანების ნამტვრევები შემდეგ იფარება თოვლით და ექცევა ფირნის შიგნით. გარდა ამისა, მყინვარის ზედაპირზე არსებული მცირე ზომის ქვები თანდათან იჭრება მყინვარის მასაში და შიგა მორენად იქცევა, რადგან ისინი მზისგან ადვილად თბებიან, ადნობენ ქვეშ მდებარე ყინულს და ნელ-ნელა მიიწევენ სიღრმეში. ამიტომ მათ ადგილზე მყინვარში ჩნდება ვერტიკალური მილები—მყინვარული ქილები, ანუ ჭიქები.

შიგა ჰორიზონტალური მორენა წარმოიშობა ერთი მყინვარის მეორეზე შეცოცების დროსაც, მაგრამ ამ დროს მასში ზედაპირულ მორენებთან ერთად მონაწილეობს ფსკერის მორენაც. ფსკერის მორენა მოთავსებულია მყინვარის ფსკერზე (ნახ. 76_ბ). იგი შედგება მყინვარის ფსკერის ფარგლებში წინათ არსებული გამოფიტვის პროდუქტების, მოძრაობისას მყინვარის მიერ მონგრეული ქანების ნატეხებისა და მყინვარების ზედაპირიდან ნაპრალებში ჩაცვენილი და მყინვარის ფსკერამდე მიღწეული ლორღნარისგან. შუბლის მორენა კი მდებარეობს მყინვარის შუბლთან და შედგება ყველა აღნიშნული მორენებისგან, რადგან ისინი აქ წყვეტენ მოძრაობას (ნახ. 76_გ). მთის მყინვარში იგი რკალურია, კონტინენტურში—პერიფერიული ნაწილის პარალელური. ზოგჯერ კი რთული. მყინვარის უკან დახევისას შუბლის მორენთან ხშირად დგება წყალი და ჩნდება მორენული ტბა.

კონტინენტური მყინვარი თითქმის მთლიანად მოკლებულია ზედაპირულ მორენებს (იგი გვხვდება მარტო ნუნატაკების ირგვლივ და ისიც მცირე რაოდენობით) და მოიცავს მხოლოდ ფსკერისა და შიგა მორენებს, ამასთან ეს უკანასკნელი წარმოიშობა მყინვარის მიერ რელიეფის დიდი უსწორმასწორობების გადალახვისას, რადგან ამ დროს ყინული დეფორმაციას განიცდის, ფსკერის მორენა გამოიწურება და ზევით გადაადგილდება.

ეგზარაციაში მონაწილეობს მხოლოდ ფსკერის მორენა, დანარჩენები კი ძირითადად ბოლომდე ინარჩუნებენ იმ ფორმასა და სიდიდეს, რაც მათ მყინვარის ზედაპირზე ან მის სხეულში მოხვედრისას ჰქონდათ.

სქელი ზედაპირული მორენები მყინვარს იცავს გადნობისგან. ასევე ხდება ყინულზე დაცემული ლოდების ქვეშაც, რადგან ლოდები დღის განმავლობაში ვერ ასწრებენ ფუძემდე გათბობას. ამიტომ მათ ქვეშ ყინული რჩება ამაღლებული სახით და ქმნის ე. წ. მყინვარული მაგიდებს.

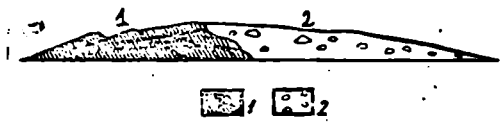
მყინვარული ნალექები. მყინვარის შუბლთან ყველა მოძრავი მორენა ჩერდება და ილექება. დალექილ მორენებს მყინვარული, ანუ

მორენული ნალექები ჰქვია. არჩევენ მის სამ სახეს: შუბლის (ბოლო), ნაპირისა და ფუძის მორენებს.

როგორც აღენიშნეთ, შუბლის მორენა მოთავსებულია მყინვარის შუბლთან და წარმოიქმნება მოძრავი მორენების დალექვით. მყინვარის წინ იგი ქმნის გარდიგარდმო სერებს, ზვინულებსა და ბორცვებს, რომელთა სიმაღლე, ჩვეულებრივ, 30—40 მ-მდეა, მაგრამ ხანდახან 100 მ-საც აღწევს. ზოგჯერ ისინი ჯაჭვისებრად არის გადაბმული ერთმეორეზე და ვრცელდება ასეული და ათასეული კილომეტრების მანძილზე, ამავე დროს მათი მწკრივები ხშირად ერთმანეთისგან დაცილებულია მნიშვნელოვანი მანძილით. ეს მყინვარის უკუსვლის პერიოდული შეჩერების მაჩვენებელია, მაღალი სერი კი იქ მყინვარის დიდი ხნით შეჩერებაზე მიგვითითებს.

მყინვარი დნება კიდევებთანაც და მორენები აქაც ილექება. მაგრამ ისინი განლაგებულია მყინვარის ნაპირების პარალელურად. ამიტომ მას ნაპირის მორენა ჰქვია. იგი წარმოადგენს კიდის მორენების დანაგროვს და სერების სახით გასდევს მყინვარს ორივე ნაპირზე.

მყინვარის განუწყვეტელი უკუსვლისას მორენები თანაბრად ნაწილდება მის ყოფილ ფსკერზე და ქინის ერთიან საფარს. ამ ნალექს ფუძის მორენა ეწოდება. მის ფარგლებში ქარბობს მოვაკებული და ბორცვიანი რელიეფი, მთიან რაიონებში კი გვხვდება სიგრძივი ზვინულებიც. ბორცვები წარმოქმნილი უნდა იყოს მყინვარის ნაპრალებში ჩაყრილი და ფსკერზე დაგროვილი მორენების შედეგად, სიგრძივი ზვინულები კი— კიდისა და შუა მორენების ხარჯზე. აღსანიშნავია აგრეთვე ე. წ. დრუმლინიები. ისინი წარმოადგენს 5—25 მ-მდე სიმაღლის, 100—150 მ-მდე სიგანისა და 2,5 კმ-მდე სიგრძის ბორცვებს, რომლებიც უმთავრესად გავრცელებულია კონტინენტური მყინვარის ნამყოფ ადგილებში და შედგება მორენული ღორღის შემცველი მკვრივი თიხებისგან. მათ შუაში ან ერთ-ერთ ბოლოში ხშირად ჩანს ვერძის შუბლის მსგავსი მკვრივი ძირითადი ქანების გაშლითულ-დაკაწრული შვერილები (ნახ. 77). ფიქრობენ, ეს შვერილები აქ არსებობდა მყინვარის შემოჭრამდე. შემდეგ მათზე გადაიარა მყინვარმა, გაშლითა-დაკაწრა და წინ ან ორივე მხარეზე დატოვა მორენები.



ნახ. 77. დრუმლინი კრილში:
1—მკვრივი ძირითადი ქანი; 2—მორენა.

ნამყინვარეფ ადგილებში ზოგჯერ ვხვდებით აგრეთვე ე. წ. ვრატოულ ლოდებს, ანუ ობოლ ქვებს, ე. ი. ნატეხებს ისეთი ქანებისას, რომელთა ძირითადი გამოსასვლელები იქ არსად არ მოიპო-

ვრათვე ე. წ. დრუმლინიები. ისინი წარმოადგენს 5—25 მ-მდე სიმაღლის, 100—150 მ-მდე სიგანისა და 2,5 კმ-მდე სიგრძის ბორცვებს, რომლებიც უმთავრესად გავრცელებულია კონტინენტური მყინვარის ნამყოფ ადგილებში და შედგება მორენული ღორღის შემცველი მკვრივი თიხებისგან. მათ შუაში ან ერთ-ერთ ბოლოში ხშირად ჩანს ვერძის შუბლის მსგავსი მკვრივი ძირითადი ქანების გაშლითულ-დაკაწრული შვერილები (ნახ. 77). ფიქრობენ, ეს შვერილები აქ არსებობდა მყინვარის შემოჭრამდე. შემდეგ მათზე გადაიარა მყინვარმა, გაშლითა-დაკაწრა და წინ ან ორივე მხარეზე დატოვა მორენები.

ება. ასეთია ლენინგრადის შიდამოებში, პოლონეთსა და ევროპის სხვა ადგილზე ფართოდ გავრცელებული წითელი გრანიტების (რაპაკივი) ნამტვრევები, რომლებიც ჩამოტანილია ფინეთიდან.

მყინვარული ნალექებისთვის დამახასიათებელია: ა რ ა შ რ ე ე ბ რ ი ო ბ ა ; დ ა უ ხ ა რ ი ს ხ ე ბ ლ ო ბ ა ; გ ა შ ლ ი ფ უ ლ-დ ა კ ა წ რ უ ლ ი ქ ვ ე ბ ი ; ე რ ა ტ ი უ ლ ი ლ ო დ ე ბ ი და ც ი ვ ი კ ლ ი მ ა ტ ი ს ხ მ ე ლ ე თ ი ს ო რ გ ა ნ ი შ მ ე ბ ი ს ნ ა შ თ ე ბ ი ს შ ე მ ც ვ ე ლ ო ბ ა. ძველ (მეოთხეულამდე) მყინვარულ ნალექებს ტ ი ლ ი ტ ი ჰქვია. იგი ხშირად ძლიერ გამკვრივებული და გარდაქმნილია.

მორენების ნაწილი მყინვარებს შეაქვს ზღვაში და ლექავს ზღვიურ ნალექებთან ერთად, ნაწილს კი ეპატრონება მყინვარებიდან გამოძვალნი მდინარეები და სხვა მასალასთან ერთად შლის ფართო ველებზე. პირველს ზ დ ვ ი უ რ - მ ყ ი ნ ვ ა რ უ ლ ი (თ ა ლ ა ს უ რ — გ ლ ა ც ი უ რ ი) და მეორეს მ დ ი ნ ა რ ე უ ლ - მ ყ ი ნ ვ ა რ უ ლ ი, ა ნ უ ფ ლ უ ვ ი უ რ - გ ლ ა ც ი უ რ ი ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი ჰქვია.

თალახურ-გლაციური ნალექები. მორენების მსგავსი ნალექები ზღვაში პირველად აღმოაჩინა 1901—1903 წლებში გერმანიის საიხრეთ პოლარულმა ექსპედიციამ ანტარქტიკაში, 315—3670 მ სიღრმეზე, და აღწერა ამ ექსპედიციის წევრმა ე. ფ ი ლ ი პ მ ა. ახლა იგი ცნობილია ატლანტისა და წყნარი ოკეანეების სამხრეთ პერიფერიებზე, ბარენცისა და კარის ზღვებში და ატლანტის ოკეანის ჩრდილო ნაწილში, გვხვდება როგორც ღრმა ზღვაში. ისე შელფზედაც და წარმოდგენილია დაუხარისხებელ-დაუშუშავებელი კლასტური მასალით. ეს ნალექები ზოგან ზემოდან ადევს დიატომებიან შლამს, ზოგან მის ქვეშ ძვეს, არქტიკულ ზღვებში კი ჩართულია მასში და ქმნის 4 ფენას. ფიქრობენ, იგი შემოტანილია აისბერგებისა და ზღვისპირა მყინვარებისგან, თუმცა არ არის გამორიცხული, რომ დღევანდელი შელფის ფარგლებში ეს ნალექები პირველად იყო ხმელეთზე და შემდეგ მოექცა ზღვის ქვეშ. ნამარხ ზღვიურ-მყინვარულ ნალექებს ტ ი ლ ო ი დ ი ჰქვია.

ფლუვიურ-გლაციური ნალექები. თბილ ამინდში მყინვარი მუდამ დნება და ორთქლდება. ამას ხელს უწყობს წვიმები და ზოგი სხვა ფაქტორიც. ნაღნობი წყალი მოძრაობს მყინვარის ზედაპირზე ან ჩადის ნაპრალებში, აღწევს ფსკერამდე, იერთებს მყინვარის ქვედა ნაწილის გაღნობით მიღებულ წყალს (იქ მყინვარი დნება დიდი წნევისა და მიწის სითბოს გავლენით) და ქმნის მყინვარქვეშა ნაკადების ქსელს. ზოგჯერ ეს ნაკადები ერთდება და წარმოშობს მყინვარქვეშა მდინარეებს. ყველა ეს ნაკადი ადნობს ყინულს, რეცხავს მათ ფსკერზე არსებულ ნაშალ მასალას, აფართოებს თავის გზას და შესაბამის პირობებში აჩენს მყინვარქვეშა მღვიმეებს, ამასთან კალაპოტს ათავისუფლებს ნაშალი მასალისგან, მიედინება ძირითად ქანებზე, ახდენს ეროზიას, აღრმავებს

ფსკერს, წარმოშობს მყინვარქვეშა მდინარეულ ხეობებს, ზედაპირზე გამოდის მუღმივი ან დროებითი ნაკადების სახით, გამოაქვს მყინვარის ფსკერიდან წამოღებული ნაშალი მასალა და მუდამ ჭუჭყიანია. შემდეგ იგი რეცხავს შუბლის მორენას, მიაქვს რასაც ძლევს, ამრგვალებს, ამუშავებს და ლექავს თავის ქალებსა და იმ აუზებში, რომლებსაც ერთვის. ეს მასალაც მყინვაოულია, მაგრამ მდინარეების მიერ წაღებულ-გადამუშავებულ-დახარისხებულნი. ამიტომ მისგან აგებულ ნაღებებს ფ ლ უ უ რ-გ ლ ა ც ი უ რ ნ ა ლ ე ქ ე ბ ს უწოდებენ. იგი განსაკუთრებით ფართოდ არის გავრცელებული კონტინენტური მყინვარების შუბლის მორენების ორივე მხარეზე და ქმნის რელიეფის თავისებურ ფორმებს—ზ ა ნ დ რ ე ბ ს, კ ა მ ე ბ ს ა და ო ზ ე ბ ს.

ზ ა ნ დ რ ი ეწოდება შუბლის მორენების წინ მოთავსებულ ქვიშით დაფარულ ტალღობრივ ვაკეს, რომელიც ოდნავ ($3-4^{\circ}$) არის დაქანებული მყინვარის მოძრაობის მიმართულებით და შედგება შრეებრივი ქვიშის, ხვინჯისა და რიყის ქვებისგან. შუბლის მორენიდან დაცილების შესაბამისად, იგი თანდათან წვრილმარცვლოვანი ხდება და ბოლოს წმინდა მდინარეული ნაღებებით იცვლება. ფიქრობენ, ზანდრი წარმოშობილია მყინვარის მიერ მოსწორებულ ზედაპირზე მყინვარქვეშა ნაკადების გამოტანის კონუსების ერთად შეერთებით. ისლანდიის მყინვარების წინ დღეს მას უკავია 500 კმ²-მდე ფართობი. გვხვდება სხვაგანაც.

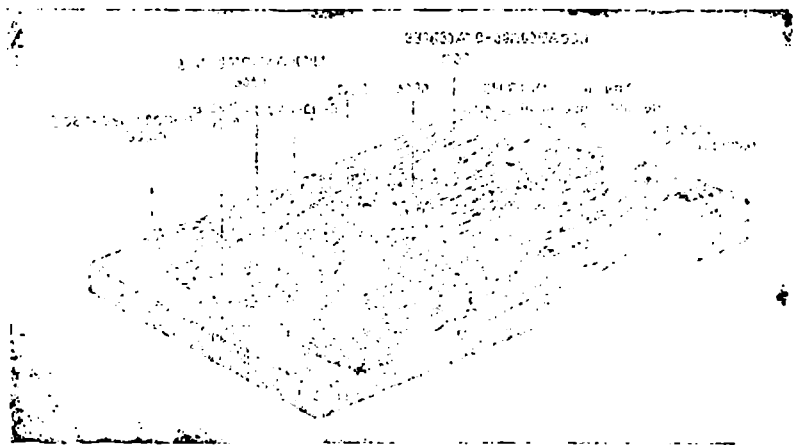
ო ზ ე ბ ი წარმოადგენს მყინვარის მოძრაობის მიმართულებით წაგრძელებულ სერებსა და ზვინულებს, რომელთა სიგრძე ასეული მეტრებიდან 30—40 კმ-მდე აღწევს, სიმაღლე მეტწილად 5—50 მ-მდეა, ხოლო სიგანე ათეული მეტრებიდან 2—3 კმ-მდე. იგი გვხვდება შუბლის მორენის უკან, სწორხაზობრივი ან დაკლაკნილია, ზოგან ვიწროვდება ან ფართოვდება, მთლიანი ან წყვეტილია, განლაგებულია ერთ ხაზზე წაგრძელებულ ბორცვებად და შედგება შრეებრივი (ხშირად დიაგონალური), ქვიშების, ხვინჯისა და რიყის ქვებისგან, რომლებშიც ჩართულია ლოდები და თიხა.

ზოგიერთების აზრით, ოზი მყინვარქვეშა დიდი მდინარეების დელტური წარმონაქმნია, რადგან მათ მყინვარიდან გამოაქვთ დიდძალი მყარი მასალა და ლექავენ გავაკების ადგილებში. მყინვარის უკუსვლისას მდინარეც უკან იხევს და შეჩერებისას ისევ დელტას ქმნის. ამიტომ ოზი ხაზობრივი, მთლიანი ან წყვეტილი, ფართო, ვიწრო, მაღალი ან დაბალია. ეს ჰიპოთეზა საყურადღებოა, მაგრამ ვერ ხსნის, თუ რატომ არის, რომ ოზი გვხვდება ფერდობებზედაც, სადაც მდინარე ჩქარია.

მკვლევართა მეორე ჯგუფის შეხედულებით, ოზი წარმოადგენს მყინვარზედა და მყინვარქვეშა მდინარეთა კალაპოტებში დაღეკილ და მყინვარის გადნობის შემდეგ იქვე დარჩენილ მორენულ დანაგროვს, მესამე ჯგუფის შეხედულებით კი—მყინვარის დიდ სიგრძივ ნაპრალებში

ზედაპირული ნაკადების მიერ ჩატანილ და მყინვარის გადნობის შემდეგ ადგილზე დარჩენილ მყარ მასალას. არის სხვა აბრებიც, მაგრამ ნაკლებ-სარწმუნო.

ქ ა მ ე ბ ი ეწოდება 6—12 მ-მდე (ზოგჯერ 30) სიმაღლის ბორცვებს, რომლებიც შეტწილად მოთავსებულია შუბლის მორენის ახლოს (უკან), ერთმანეთისგან გამოყოფილია ტბებითა და ჭაობებით და შედგება კენჭებისა და რიყის ქვების ჩანართებიანი შრეებრივი, კარგად დახარისხებული ქვიშების, ზოლური თიხების მსგავსი ფურცელა თიხებისა



ნახ 78. მყინვარული რელიეფის ლანდშაფტი.

და ლოდნარისგან. თიხები წარმოსობილია დამდგარ წყალში. ამიტომ ფიქრობენ, კამები წარმოქმნილია „მკვდარი ყინულის“ ზედაპირზე არსებულ პატარა ტბებში, რომლებშიც წყლის ნაკადებს შეჰქონდათ კლასტური მასალა, ზოგიერთი მათგანი შესაძლოა წარმოადგენდეს მყინვარ-ქვეშა ნაკადების გამოტანის კონუსსაც.

მყინვარებთან დაკავშირებულია აგრეთვე ტ ბ ი უ რ-მ ყ ი ნ ვ ა რ უ-ლი (ლი მ ნ უ რ-გ ლ ა ც ი უ რ ი) ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი ც, კერძოდ, ზოლური თიხები, რომლებიც წარმოქმნილი უნდა იყოს მყინვარებით მკვებავ ტბებში. როგორც აღვნიშნეთ, მას იყენებენ მეოთხეული გამყინვარების ფაზებისა და მათ შორის დროის დასადგენად (იხ. აბსოლუტური დათარიღების მეთოდები) (ნახ. 78).

მეოთხეულისა და ძველი გამყინვარებები. გ ა მ ყ ი ნ ვ ა რ ე ბ ა

ეწოდება მიწის ზედაპირის მნიშვნელოვანი ფართობის მყინვარებით დაფარვას, რაც ათასეული წლების მანძილზე გრძელდება. მიწის გეოლოგიური ისტორიის შესწავლით ირკვევა, რომ ჩვენს პლანეტაზე მას ადგილი ჰქონდა რამდენჯერმე. აქედან უახლესია პლეისტოცენის გამყინვარება. მას უწოდებენ მეოთხეულის გამყინვარებას, მეოთხეულამდელს კი—ძველს.

მეოთხეულში მყინვარებს ეჭირა მთელი ჩრდილო ევროპა, ჩრდილო ამერიკის ჩრდილო ნაწილი დიდი ტბების ჩათვლით, ალპები, კავკასიონი, ჰიმალაი, კლიმანჯარო, კორდილიერები და ყველა თანამედროვე მაღალი მთა, თანაც მაქსიმალური წინსვლისას (რისული, ანუ დნეპრული, ფაზა) იგი მოიცავდა 46 166 220 კმ²-ს, ე. ი. მთელი ხმელეთის 31%-ს. ჩრდილო ევროპაში გამყინვარების მთავარ ცენტრს წარმოადგენდა სკანდინავიის ნახევარკუნძული (მეორეხარისხოვანს—ახალი მიწა და ჩრდილო ურალი); ცენტრალურ ევროპაში—ალპები; ჩრდილო ამერიკაში—ლაბრადორი და ჩრდილო კანადის პლატო; სამხრეთ ამერიკაში—ანდები; აზიაში—ჩრდილოეთის მიწის კუნძულები, ბირანგის მთები და შუა ციმბირის ზეგანი; ავსტრალია-აფრიკაში—მაღალი მთები; სამხრეთ ნახევარსფეროში—ანტარქტიდა (პ. ვორონოვის მონაცემებით, რისული ფაზის დროს იქ მყინვარები 190 კმ-ით უფრო ჩრდილოეთით ვრცელდებოდა, ვიდრე დღეს არის) და ა. შ. იმ დროს ყველა ეს მყინვარი ღრმად იჭრებოდა მიმდებარე ტერიტორიებზე, სკანდინავიაში კი მისი სისქე 2 კმ-ს აღემატებოდა, მოსკოვის მიდამოებში 1 კმ-ზე მეტი იყო და ბალტიის ზღვის სამხრეთ ნაპირზე 1კმ-ს აღწევდა.

გამყინვარების დროს ჰავა ხშირად იცვლებოდა. ხან ათბებოდა, ხან აცივდებოდა და შესაბამისად მყინვარებიც წინ მიიწევდა ან უკან იხევდა. მყინვარის ყოველ ასეთ წინსვლას გამყინვარების ფაზა (საუკუნე, სტადია, ეპოქა) ჰქვია, მათ შორის დროს—ინტერგლაციური (გამყინვარებათა შორისი) დრო, გამყინვარების წინა დროს—პრეგლაციური დრო, გამყინვარების შემდგომს—პოსტგლაციური დრო. ამრიგად, გამყინვარების მთელი დრო შედგება გამყინვარების ფაზებისა და გამყინვარებათშორისი დროებისგან.

გამყინვარების ფაზათა რიცხვს ადგენენ ნალექებში მოქცეული მორენული ფენების რიცხვის მიხედვით და ამბობენ, რომ ამა თუ იმ ადგილზე იმდენი გამყინვარების ფაზაა, რამდენიც მორენული ფენა, რადგან მყინვარების წინსვლისას (ჰავის აცივებისას) მიწის ზედაპირი იფარება მორენებით, უკუსვლისას (ჰავის ათბობისას) ამ მორენებზე ეფინება სითბოსმოყვარული მცენარეებისა და ცხოველების ნაშთების შემცველი მდინარეული, ტბიური, ჭაობისა და სხვა ნალექები, მომდევნო წინსვლისას კი ეს ნალექები ექცევა ახალი მორენების ქვეშ და ა. შ. ამ საფუძველზე ალპებში არჩევენ მეოთხეული გამყინვარების 4 ფაზას: გუნცურს,

მინდელურს, რისულსა და ვურმულს (გუნცი, მინდელი და რისი მდ. ღუნაის ზემო წელის შენაკადებია, ვურმი კი იქვე ღუნაის შენაკადის შენაკადი), საიდანაც პირველი ზედა პლიოცენს ეკუთვნის, დანარჩენები—პლეისტოცენს.

გუნცურს გარდა, ყველა ეს ფაზა დადგენილია რუსეთის ვაკესა და კავკასიაში, თუმცა ბოლო დროს ფაზათა რიცხვი თანდათან გაიზარდა, რადგან კ. მარკოვი საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში აღნიშნავს გამყინვარების 5 ფაზას (ქვედა ბერეზინის, ოკის, დნეპრის, მოსკოვისა და ვალდაის), ა. მოსკვიტინი—ექვსს ოკის, ბერეზინის, დნეპრის, მოსკოვის, კალჩინისა და ოსტაშკოვის), ს. სოკოლოვი კი—შვიდს და ა. შ. მაგრამ ერთი კი ცხადია, რომ მეოთხეულის გამყინვარებამ მაქსიმუმს მიაღწია დნეპრულ (რისულ) ფაზაში, რადგან ამ დროს მყინვარმა დაფარა მთელი ჩრდილო ევროპა, სკანდინავიის მყინვარმა გადალახა გერმანიის ზღვა, წეიქრა ბრიტანეთში, შეუერთდა ადგილობრივ მყინვარებს და ლონდონამდე მიაღწია იგი გადაეფარა მთელ ჩრდილო გერმანიას, მიადგა ჰარცის, საქსონიისა და ისპოლინის მთებს, აჰყვა მათ 500 მ სიმაღლემდე და იქ დატოვა ნორვეგიიდან წამოღებული ლოდები. ზან დაფარა აგრეთვე თითქმის მთელი პოლონეთი, აზიის ჩრდილოეთი ნაწილი, სხვა კონტინენტების მნიშვნელოვანი ფართობი, რუსეთის ვაკეზე დაეშვა სამხრეთისკენ, შეიქრა დნეპრისა და დონის ხეობებში. წარმოშვა ორი ენა და ჩრდილო-განედის 50°-მდე მიაღწია. ფიქრობენ, გუნცური და მინდელური გამყინვარება მოიცავდა 49—49 ათას წელს, რისული და ვურმული—123—123, ათას წელს, ამათ შორის დროები კი: პირველი (ქვედა) 65 ათას წელს მეორე—123 ათას წელს, მესამე—39 ათას წელს, გამყინვარების შემდგომი დრო კი—21 ათას წელს (აღმნიანები ამ უკანასკნელ დროში ცხოვრობენ).

ძველ გამყინვარებებს ადგილი ჰქონდა არქეულში (კანადასა და სამხრეთ აფრიკაში), ადრეულ პროტეროზოურში (ჩრდილო ამერიკაში). პროტეროზოურისა და პალეოზოურის საზღვარზე (ჩრდილო ამერიკა), გრენლანდიაში, სკანდინავიაში, ჩრდილო ევროპაში, ციმბირში, ჩინეთში, ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკაში და სხვ.) და ზედა პალეოზოურში (ინდოეთში, ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკაში, ბრაზილიაში და ა. შ.), როგორც ჩანს, ზოგიერთი მათგანი ბევრად მეტ ფართობს მოიცავდა, ვიდრე მეოთხეულის გამყინვარება და მეტი ფაზებისგანაც შედგებოდა. ფიქრობენ, ამა თუ იმ ადგილის გამყინვარებისათვის საჭიროა ორი პირობა: იმ ადგილის საშუალო წლიური ტემპერატურა იყოს 0°C-ზე დაბალი და ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა აღემატებოდეს გამდნარ-აორთქლებულს.

დღეს მთელი რიგი მყინვარები უკან იხევს (უკანასკნელ 100 წელი-

წადში კავკასიონზე მყინვარების ფართობი შემცირდა 200 კმ²-ით, ფედ-
ჩენკოს მყინვარი წელიწადში უკან იხევს 10 მ-ით, სკანდინავია-ჰიმალაი-
სა—15 მ-ზე მეტით და ა. შ.). ზოგიერთები ამას ხსნიან ატმოსფეროში
მტვრის რაოდენობის გაზრდითა და მყინვარის გაქუქყიანებით, რაც
ათბობს და აღნობს მყინვარს. მაგრამ ცალკეული მყინვარები წინაც მო-
დის. მაგალითად, ვ. ხ ო დ ა კ ო ვ ი ს მონაცემებით, პამირის მყინვარ-
მა „მედვეტა“ 1963 წელს დაიწყო სწრაფი წინსვლა, თვეზე ცოტა მეტ-
ხანს 2 კმ-ით გადაადგილდა, შეიქრა გეოლოგების დაბა „დალში“,
დააგუბა ორი მდინარე და გამოიწვია მათი წყალდიდობა. 5 თვის შემ-
დეგ მყინვარი შეჩერდა. ხ ო დ ა კ ო ვ ი ს აზრით, მყინვარის წინსვ-
ლის მიზეზი იყო მისი სისქის შემცირება.

მყინვარებს უდიდესი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს, რად-
გან იგი არეგულირებს ზედაპირულ ჩამონადენს; აწესრიგებს სითბოს
წლის დროთა შორის (წყალი გაყინვისას ათავისუფლებს დიდძალ სით-
ბოს და ზამთარში ათბობს ჰაერს, ყინული გადნობისას კი შთანთქავს
ამ სითბოს და ზაფხულში აგრილებს ჰაერს); მონაწილეობს წყლის წრე-
ბრუნვაში; საშენი ნასალა გადააქვს ერთი ადგილიდან მეორეზე და ა. შ.

გამყინვარების მიზეზები. გამყინვარებას ზოგი ხსნის კოსმოსური
მოვლენებით, ზოგი კი მიწის შიგნით მიმდინარე პროცესებით. კოსმო-
სურ მიზეზებად ასახელებენ: დედამიწის ორბიტის პერიოდულ ცვლილე-
ბას; მზის სხვადასხვა სტადიაში გადასვლას; მზის გავლას კოსმოსური
მტვრის ნისლეულებში; მზის გააქტიურებით დედამიწაზე ციკლონების
წარმოქმნას და ა. შ., დედამიწისეულ მიზეზებად კი: ვულკანიზმის გაძ-
ლიერებით ატმოსფეროში ღრუბლიანობა-მტვრიანობის მომატებას და
შენელებით CO₂-ის შემცირებას, მთების წარმოშობას და სხვ.

მ ი წ ი ს ო რ ბ ი ტ ი ს პ ე რ ი ო დ უ ლ ი ც ვ ლ ი ლ ე ბ ი თ
გ ა მ ყ ი ნ ვ ა რ ე ბ ი ს წ ა რ მ ო ქ მ ნ ი ს შესახებ პირველად აზრი გა-
მოთქვა ფრანგმა მათემატიკოსმა ა. ა დ ე მ ა რ მ ა 1842 წელს. მან
იყოფა, რომ დედამიწა მზისადმი და მისი ბრუნვის ღერძი ეკლიპტიკი-
სადმი (დედამიწის მოძრაობის სიბრტყე) პერიოდულად იცვლის მდებარე-
ობას, ორბიტა კი—ფორმას, კერძოდ: ყოველ 20 ათას წელში მიწის
ღერძი ეკლიპტიკისადმი მინიმალურად ან მაქსიმალურად დახრილია,
ყოველ 92 ათას წელში ორბიტა წრიული ან ძლიერ გაწელილია და
წლის ყოველი დღის პერიპელიუმური დრო (ყველაზე ახლოს მდებარეო-
ბა მზესთან) 21 ათასი წელია. აქედან გამომდინარე ა დ ე მ ა რ მ ა დაას-
კვნა, რომ როცა დედამიწის უგრძესი ორბიტა, აპოპელიუმი (ყველაზე
მეტად დაცილება მზისგან) და ბრუნვის ღერძის უკიდურესი დამრეცი
მდებარეობა ერთიმეორეს ემთხვევა, მიწა მზისგან ლებულობს ყველაზე
ნაკლებ სითბოს და ხდება გამყინვარება. ამ საფუძველზე მ. მ ი ლ ა ნ-

კოვიჩმა და რ. შპიტალერმა გამოთვალეს წარსულ დროში მზის რადიაციის ცვლილება და შეადგინეს „რადიაციის მრუდი“, რომლის მიხედვით გამყინვარება უნდა მომხდარიყო 230600 და 20300 წლის წინათ, აგრეთვე ქვედა ნესამეულში და ადრეც. მაგრამ ძველ გამყინვარებებს იგი არ ემთხვევა.

ამ საკითხზე მნიშვნელოვანია აგრეთვე ე. დიუბუას, თ. ნელკეს, ე. ხანტიנגტონ-ს. კიშერიის, ს. არენიუსის, ე. გარბოსა და დე მარჩის, პ. დ'ფ. საჟასინების, ჩ. ლაიელის, ვ. რამზეისა და სხვათა შეხედულებები.

დიუბუა (1893) ვარაუდობდა, რომ მეოთხეული გამყინვარება გამოწვეულია მზის ყვითელი სტადიიდან წითელ სტადიაში გადასვლით, რადგან ამ დროს მისი გამოსხივება მინიმალურია. ასეთი გადასვლა კი რამდენჯერმე მოხდა, ვინაიდან ეოცენამდე მზე იყო თეთრი ვარსკვლავი და კლიმატი ყველგან ერთნაირი. ეოცენსა და პლიოცენს შორის იგი გახდა ყვითელი ვარსკვლავი, შემდეგ—ცვალებადი (ხან წითელი იყო, ხან ყვითელი). წითელ მდგომარეობაში ყოფნისას მზე ასხივებდა სითბოს მინიმალურ რაოდენობას და დედამიწაზე ხდებოდა გამყინვარება. ამრიგად, გამყინვარებათა ფაზები შეესაბამება მზის წითელ სტადიებს, მათ შორის დროები კი—ყვითელს. მაგრამ ფიქრობენ, ვარსკვლავის ევოლუცია უფრო რთულია და ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე დიუბუას მიაჩნია, თანაც გამყინვარებები ეოცენამდეც იყო.

ნელკეს აზრით (1909), გამყინვარებას იწვევს მზის გავლა კოსმოსური მტვრის ნისლეულებში, რადგან მტვერი შთანთქავს მზის სითბოს მნიშვნელოვან ნაწილს და ამცირებს მიწაზე მოსული სითბოს რაოდენობას, აძვეი დროს ნისლეულის მკვრივ უბნებში შესვლისას მყინვარი წინ მიდის, და პირიქით. იგი ამ მხრივ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს ორიონის ნისლეულს. მაგრამ მათემატიკური გამოთვლა გვიჩვენებს, რომ ისეთ მცირე მანძილზე, რომლითაც დედამიწა დაცილებულია მზისგან, მტვრის მიერ სითბოს შთანთქმა უმნიშვნელოა და მას არ შეუძლია გამოიწვიოს დედამიწის ჰაერის ძლიერი აცივება.

ხანტიנגტონ-ვიშერი (1922) გამყინვარების ძირითად მიზეზად ასახელებენ მზის ამოფრქვევების გაძლიერებას (მასზე დიდი რაოდენობის ლაქების გაჩენას), დამატებით მიზეზებად კი: დედამიწის ციკლონებს, პალეოგეოგრაფიულ ცვლილებებს (დიდი და მალალი აზიდული კონტინენტები) და ღრევიანდელთან შედარებით ზღვის წყლის დაბალ მარილიანობას, რის შედეგადაც იგი უფრო მალალ ტემპერატურაზე იყინებოდა. ისინი ფიქრობენ, რომ მზის გააქტიურებისას დედამიწაზე ჩნდება ციკლონები, მათ ატმოსფეროს ზედა ფენებში ააქვთ სითბო, ქვედა ფენები

ცივდება, შიგ არსებული წყლის ორთქლი კონდენსირდება, ნალექთა რაოდენობა მატულობს და მიწა იფარება ყინულებით.

მართალია, მზის ამოფრქვევები დედამიწაზე იწვევს ციკლონებს, ამ უკანასკნელს თან ახლავს ნალექები, მაგრამ იგი გამყინვარების მთავარ მიზეზად მაინც ვერ ჩაითვლება, რადგან მზის აქტივობის პერიოდი 11 წელია, გამყინვარებათმორისი დრო კი—ათასეული წლები.

ე. გ ა რ ბ ო (1898) და დ ე მ ა რ ჩ ი გამყინვარების მიზეზად თვლიან ატმოსფეროში ღრუბლიანობის მომატებას, ს. ა რ ე ნ ი უ ს ი (: 895)— CO_2 -ის შემცირებას, პ. და ფ. ს ა რ ა ს ი ნ ე ბ ი (1901) კი—ვულკანური ფერფლის რაოდენობის გაზრდას, ყველაფერ ამას მიაწერენ დედამიწაზე ვულკანიზმის გაძლიერება შენელებას. მართალია, ღრუბლები და ფერფლი ირეკლავს მზის სხივების მნიშვნელოვან ნაწილს და არ აძლევს საშუალებას მიაღწიოს მიწამდე, CO_2 კი თავისუფლად ატარებს მზის სინათლის სხივებს, შთანთქავს დედამიწიდან არეკლილ სითბოს. სხივებს და ათბობს ჰაერს, მაგრამ ძნელი დასაჯერებელია, რომ გამყინვარება მხოლოდ ვულკანიზმით იყოს გამოწვეული, რადგან იგი ადგილობრივი მოვლენაა და მკვეთრად ვერ იმოქმედებს დიდ ტერიტორიაზე. თანაც ამოფრქვევის დროს გამოიყოფა არა მარტო დიდძალი წყლის ორთქლი და ფერფლი, არამედ CO_2 -იც და მან უნდა გაზარდოს ჰაერის ტემპერატურა. ამას არც მიწის ისტორია და დაკვირვება ადასტურებს, რადგან არც მეზოზოურში, როცა ვულკანიზმი ინტენსიური იყო, და არც კამბრიულში, როცა იგი თითქმის შეწყვეტილი იყო, არ შეიმჩნევა გამყინვარება, სამხრეთი ანდების ვულკანების 1884, 1913 და 1922 წლების ძლიერ ამოფრქვევებს კი არ გამოუწვევია ჰაერის ტემპერატურის საგრძნობი შემცირება. გარდა ამისა, CO_2 -ს ინტენსიურად შთანთქავს წყალი, მცენარეები და საშუალებას არ აძლევს დიდი რაოდენობით დაგროვდეს ჰაერში.

გამყინვარების მიზეზის შესახებ ამჟამად უმრავლესობა იზიარებს „რ ე ლ ი ე ფ ი ს ჰ ი ბ ო თ ე ზ ა ს“, ე. ი. გამყინვარება მთების წარმოქმნის საშუალებით. ეს აზრი პირველად გამოთქვა ჩ. ლ ა ი ე ლ მ ა 1830—33—51 წლებში, მაგრამ უფრო უკეთესად ჩამოაყალიბა ვ. რ ა მ-ზ ე ი მ 1910—24 წლებში, კ. ბ რ უ კ ს მ ა 1925—52 წლებში და .ა შ.. ამ ჰიპოთეზის მიხედვით მთების წარმოშობისას მიწის ზედაპირის გარკვეული ნაწილი ზევით იწევს, ინტენსიურია ვულკანური ამოფრქვევებიც. ამიტომ ატმოსფერო ივსება ღრუბლებითა და ფერფლით, ეცემა ჰაერის ტემპერატურა, შიგ არსებული წყლის ორთქლი კონდენსირდება, იზრდება ატმოსფერულ ნალექთა რაოდენობა და მთები იფარება თოვლითა და მყინვარებით. თოვლ-ყინული ძლიერ ირეკლავს მზის სხივებს და დაბლა სწევს ტემპერატურას. ამიტომ ახლა სიცივე ვრცელდება დაბალადგილებშიაც, თოვლის ხაზი თანდათან ქვევით იწევს, თხელი ზღვები

იყინება, ოკეანური დინებები ვიწროვდება, ყინულსაფარი ფართოვდება, ხდება გამყინვარება. მაგრამ მთებზე მაშინვე იწყებს ბოქმედებას სხვადასხვა ფაქტორები, იგი იშლება, დაბლდება, ატმოსფეროს ფუძე ქვევით იწვევს, ჰაერი მკვრივდება, წყლის ორთქლითა და CO₂-ით მდიდრდება, თბება, მყინვარი დნება, უკან იხევს. ამრიგად, რელიეფის ჰიპოთეზის მიხედვით, გამყინვარებას იწვევს მთების წარმოქმნა და ორივე ეს პროცესი ერთდროული და ურთიერთთანხვედნილია.

ეს ჰიპოთეზა საკმაოდ დამაჯერებლად ხსნის გამყინვარებას, მაგრამ მაინც მოიცავს წინააღმდეგობას, რადგან ზედა პალეოზოურისა და ზედა მესამეულის გარდა, მთების წარმოშობისა და გამყინვარების პერიოდები ერთიმეორეს არ ემთხვევა. თანაც ამ დროებშიაც კი ზოგჯერ არც მათი ადგილებია ერთმანეთისადმი თანხვედნილი (ზედა პალეოზოურში მთები უმთავრესად წარმოიშვა ჩრდილო ნახევარსფეროში, გამყინვარებას კი ძირითადად ადგილი ჰქონდა სამხრეთ ნახევარსფეროში). იგი ვერ ხსნის აგრეთვე მყინვარის ხშირ წინსვლა-უკუსვლას, რადგან რელიეფის სიმაღლის ასე სწრაფი ცვლილება ჯერ არ არის ცნობილი.

გამყინვარების მიზეზების შესახებ არსებობს აგრეთვე სხვა მოსაზრებებიც (ტომსონის ბარიერის წარმოქმნა, დედამიწის პოლუსების გადაადგილება, კონტინენტების დრეიფი, წიაღიდან მომდინარე სითბური ნაკადების შემცირება და ა. შ.), მაგრამ სრულყოფილად ვერც ერთი ვერ ხსნის ამ მოვლენას. როგორც ჩანს, იგი ხდება არა ერთი ფაქტორის, არამედ ფაქტორთა კომპლექსის გავლენით და მასში მთავარ როლს ასრულებს მთების წარმოქმნა და მზის რადიაციის შესუსტება.

რაც შეეხება დღევანდელი მყინვარების გავრცელებას, ამის შესახებ ფიქრობენ, რომ იგი შედეგია ხმელეთისა და ზღვების თანამედროვე განაწილების, რადგან ხმელეთი მეტად ცივდება, ვიდრე ზღვა, სამხრეთ განედის 65°-ზე სამხრეთით ხმელეთი ჰარბობს და აქ მყინვარსაც მეტი ფართობი უჭირავს.

ანლოკენური პროცესები

მაგმატიზმი

მაგმატიზმი ეწოდება მაგმის შემოჭრას მიწის ქერქში ან ამოსვლას ზედაპირზე. ამიტომ არჩევენ მის ორ სახეს: ინტრუზიულსა (სიღრმის) და ეფუზიურს (ზედაპირული). თუმცა მაგმატიზმს ზოგჯერ ვულკანიზმაც უწოდებენ, რადგან მასთან დაკავშირებულია ვულკანური მოვლენები. ამ მნიშვნელობით ვულკანიზმიც შეიძლება იყოს ინტრუზიული და ეფუზიური. მაგრამ ვულკანიზმში უფრო მეტად გულისხმობენ ეფუზიურ მაგმატიზმს.

როგორც აღვნიშნეთ, მაგმის წარმოდგენის მიწის სიღრმეში არსებულ, აქროლადი ნივთიერებებით მდიდარ, გამდნარ სილიკატურ მასას. მიწის ზედაპირზე ამოსვლისას მას ჰქვია ლავა. ამ დროს იგი სწრაფად კარგავს აირებს და ბევრად ცივია. ამიტომ ლავა ლარიბია აირებით და შემადგენლობით განსხვავდება მაგმისგან. მაგმის გაცივებით ვლტებულობით ინტრუზიულ და ჰიპაბისურ ქანებს, ლავისგან—ეფუზიურ ქანებს (იხ. მაგმური ქანები). არც ინტრუზიული ქანები გვიჩვენებს ზუსტად მაგმის შემადგენლობას, რადგან მაგმა მიწის ქერქშიაც კარგავს აირების ნაწილს. მაგრამ მაინც დადგენილია, რომ მაგმაში ძირითად როლს ასრულებს: O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, H; შედარებით ნაკლებს კი: Ti, C, P, Cl, F, S და ღელამიწაზე ცნობილი ყველა სხვა ელემენტი. ისინი უმთავრესად წარმოდგენილია ქანგეულების სახით, ნაწილი კი თავისუფალია. ქანგეულებიდან მაგმურ ქანებში პირველად გილზეა SiO_2 . ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ იგი მაგმაშიაც ასეთივე როლს ასრულებს.

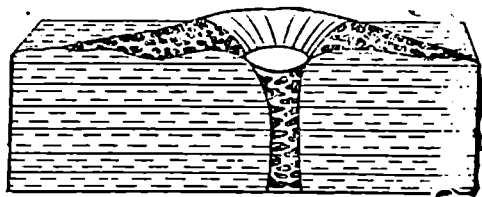
მეზოზოური მანამბიზმი—მულკანიზმი

ზოგადი ცნობები მულკანიზმის შესახებ. ტერმინი „მულკანი“ წარმოდგება ძველი რომაელების მიწისქვეშა სამყაროს ცეცხლისა და სამკედლო საქმის ღმერთის სახელის—ვულკანუსისგან. მათი აზრით, თითქოს ამ ღმერთს იქ მოწყობილი ჰქონდა სამკედლოები, გარს ეხვია ცალთვალა გოლიათები და ჰედდენ მადანს. ამიტომ სამკედლოების ღუმლიდან დროდადრო გამოვარდებოდა ალი და ცეცხლოვანი ქვები. ამის გამო ბერძნებმა, 2000 წლის წინათ, იტალიის სანაპიროებზე ახალშენების დაარსებისას სიცილიის ჩრდილოეთით მათ მიერ აღმოჩენილ კუნძულს, რომლის წვეროდან განუწყვეტლივ ამოდიოდა კვამლი და ზოგჯერ ცეცხლოვანი მასები, ვულკანი უწოდეს, რადგან იგი მიიჩნეის ვულკანუსის მიწისქვეშა სადგომის შესასვლელად. შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ასეთი ადგილები სხვაგანაც მოიპოვება. ამიტომ სახელი ვულკანი განაზოგადეს და დღეს მას უწოდებენ ყველა ადგილს, სადაც მიწის წიაღიდან ზედაპირზე მუდმივად ან დროგამოშვებით ამოლის ან ოდესღაც ამოდიოდა გავარვარებული მასები. ამჟამად ცნობილია ისიც, რომ ვულკანიზმი (ყოველგვარი გავარვარებული მასების გამოვლინება ციურ სხეულთა ზედაპირზე) საერთო კოსმოსური მოვლენაა და ხდება მზეზე, ვარსკვლავებზე, მთვარესა და სხვა პლანეტებზედაც. ვულკანს, რომელიც მუდმივად ან პერიოდულად მოქმედებს, ან ისტორიულ დროში მოქმედებდა, მოქმედობს ჰქვია, უფრო ძველს (უმოქმედოს)—ჩამქრალი. ვულკანის უმეტესობა კონუსური მთაა, ნაწილი—გუმბათური ან ფარისებრი მაღლობი. წვეროში ყველას გააჩნია ჯამის ან ძაბრისებრი ჩაღრმავება—კრატერი. მის ფსკერზე ხშირად ჩანს ერთი ან რამდე-

ნიმე ზერელი—ყელი, ანუ სადენი აოსი. იქიდან ზედაპირზე ამოდის გავარვარებული მასები—მოფრქვევის კოდუქტები. ვულკანს ზოგჯერ გვერდებზეც აქვს პატარა ვულკანები—დამატებითი, ანუ პარაზიტული, კონუსები. იგი ჩნდება კონუსის ფერდობებზე გამომავალი სადენი არხის ირგვლივ და შეიძლება იყოს ერთი ან რამდენიმე.

კონუსის სიმაღლე დამოკიდებულია შემადგენლობაზე. ყველაზე მაღალი და ციკაბოა (ფერდობების დახრა 25—45°) ვულკანური წილის კონუსი; საშუალო სიმაღლისაა (15—30°) ტუფების კონუსი; ყველაზე დაბალი და დამრეცია (3—10°) ლავის კონუსი. აშქამად მსოფლიოში ყველაზე მაღალია მათუნა-ლოას კონუსი ჰავაის კუნძულებზე (10220 მ, 6150 მ წყალშია, 4170 მ—ზევით), ევრაზიაში—კლუჩევსკაია სოპკა—კამჩატკაზე (4875 მ, 60-მდე პარაზიტული კონუსით), ევროპაში—ეტნა—სიცილიაში (3263 მ, მას აქვს 300-ზე მეტი პარაზიტული კონუსი, 800 სადენი არხი და 45 კმ ფუძის დიამეტრი). დიდი და მცირე არარატების (თურქეთი) ფართობი ერთად 1000 კმ².აა, ფუძის პერიმეტრი—130 კმ, არაგაცის (სომხეთი) ფუძის—200 კმ-ზე მეტია. ვულკანი აკონკაგუა (სამხრეთი ამერიკა) 7035 სიმაღლემდე აღწევს.

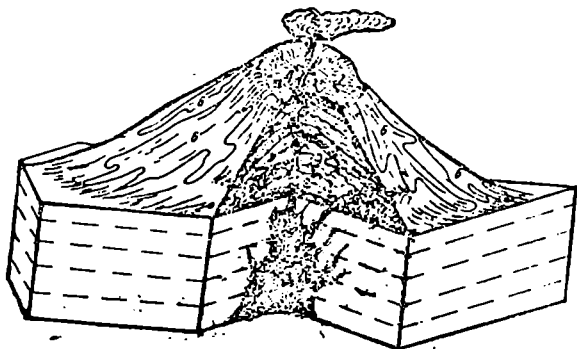
კრატერი წარმოადგენს ზედაპირზე გამომავალი სადენი არხის გაფართოებულ ნაწილს. იგი შექმნილია რამდენიმე აფეთქების შედეგად. მისი დიამეტრი მეტწილად ასეული მეტრებია, მაგრამ ზოგჯერ 5 კმ-საც აღწევს (კილაუეას კრატერი ჰავაის კუნძულებზე, სიღრმე—150 მ). ზოგ კრატერში მუდამ დგას თხევადი ლავა (კილაუეა), ზოგი—წყალი, ზოგი კი თავისუფალი ამათგან. ბირველს ლავის ტბა და მეორეს კრატერული ტბა ჰქვია.



ნახ. 79. მაარი.

ზოგიერთი ვულკანი ერთი აფეთქებით ამთავრებს თავის „სიცოცხლეს“ და ზედაპირზე აჩენს ცილინდრულ მილს ან ძაბრისებრ ტაფობს, რომელთა დიამეტრი 200—3200 მ და სიღრმე 150—500 მ-ია. მათ პრიმიტიულ, ანუ მონოგენურ, ვულკანს (ხანდახან „აფეთქებითი მილებს“) უწოდებენ. ზოგჯერ ისინი შემოფარგლულია ქანების ნატეხებისგან აგებული დაბალი ზღუდით და შევსებულია წყლით, ხანდახან კი მოკლებულია ამათ. წყლიანსა და ზღუდიანს მაარი ჰქვია (ნახ. 79), უწყლოსა და უზღუდოს—დიატრემა.

ზოგჯერ კრატერის სტილზე მოთავსებულია უზარმაზარი ტაფობი, რომლის დიამეტრი 20—30 კმ, სიღრმე ასეული მეტრები, კალთები ციცაბო და ფსკერი მოვაკებულია. მას კალდერა (ესპანურად—ქვაბი) ეწოდება. იგი წარმოქმნილია ვულკანის უძლიერესი აფეთქებებით; კონუსქვეშა სიციარიელის ჩაქცევით (ჩაწოლით); კრატერის ფერდობებს ჩამონგრევეთ; ეროზიით ან ამ ფაქტორთაგან ორი ან რამდენიმეს ერთდროული მოქმედებით. ვულკან აირას (იაპონია) კალდერას ფართობი 429 კმ²-ია, სიგრძე—24 კმ, სიგანე—23 კმ; ასოს კალდერასი (იქვე)—375 კმ² (სიგრძე—25 კმ, სიგანე—17 კმ, სიღრმე—500 მ). ზოგი-



ნახ. 80. ვულკანური აპარატი:

1—კალდერა; 2—სომბა; 3—კონუსი; 4—კრატერი; 5—ყელი; 6—ლავური ნაკადი; 7—მაგმური კერა.

ერთი ვულკანის ძველი კრატერისაგან დარჩენილია მხოლოდ რკალური სერი. ამ ნარჩენს სომაჰქეა, სომიან ვულკანს—რთული; უსომოს—მარტივი; შრეებრივ ვულკანს—სტრატოვულკანი; არაშრეებრივ კონუსს—ნაყარი (ნაზინი); ამ ორ უკანასკნელთაგან აგებულს—შერეულს; ლავის ფენებით შედგენილს—ნადენი; ზარის ფორმისას—ზარისებრი; შუაში კლდოვან მასალიანს—კლდოვანი; მალლა აზიდულ ცილინდრულ ლავურ სხეულს—ლავური ობელისკი; კონუსის ფერდობებზე რადიალურად განლაგებულ ხეობებს—ბარანკოსები და ა. შ. კონუსი, ყელი, კრატერი, კალდერა, სომა და სხვ.—შეადგენს ვულკანურ აპარატს (ნახ. 80).

მოქმედი ვულკანები წყალქვეშაც არის, მაგრამ ჭარბობს ხმელეთის. ამჟამად ჩვენს პლანეტაზე 731 მოქმედი (650—ხმელეთის, 81—წყალქვეშა; საბჭოთა კავშირში—71 ხმელეთის, 1 წყალქვეშა) და 4000-ზე მეტი ჩამქრალი ვულკანია. ზოგჯერ ვულკანს ჩამქრალად თვლიან, მაგრამ უცებ ამოქმედდება. ამისი კარგი მაგალითია ვეზუვი (იტალია), რომელმაც 2—3 ათასი წლის „ძილის“ შემდეგ ჩ. წ. ა. 63 წელს უეცრად გა-

იღვიძა, 79 წელს კი ისე დამარხა ქალაქები: პომპეი, ჰერკულანუმი და სტაბია, რომ დიდხანს მათ ნამყოფ ადგილსაც ვერ მიაგნეს. შემდეგ XVII საუკუნემდე 8 დიდი ამოფრქვევა მოახდინა. უკანასკნელად მძლავრად ამოფრქვა 1906 და 1944 წლებში.

ჩაქპრალ ვულკანად თელიან იალბუზსაც. მაგრამ, როგორც ჩანს, იგი აქტიურობას იწყებს, რადგან მის აღმოსავლეთ მწვერვალზე მატულობს გოგირდის სუნი, გამოდის თბილი ორთქლი და გოგირდოვანი აირები, იზრდება ფერდობებზე გამოშვებული წყაროების ტემპერატურა. ამიტომ არ არის საკვირველი, რომ ამოქმედდეს.

ვულკანის წარმოქმნა ახლაც ხდება. ამისი კარგი მაგალითია ვულკანი პარიკუტინი (მექსიკა), რომელიც 1943 წლის თებერვალში აღამიანთა თვალწინ აღიმართა და 9 წელიწადს მოქმედებდა. 1965 წლის ივნისში ისლანდიაში ზღვაშიაც (ნაპირთან) წარმოიშვა ვულკანი. მისი სიმაღლე 20 მ და ფართობი 180^მ მ-ია.

ამოფრქვევის პროდუქტები. ვულკანი ზევით ისერის სამი სახის პროდუქტს: გაზობრივს, თხევადსა და მყარს.

გაზობრივია წყლის ორთქლი და სხვადასხვა აირები. მართალია ვულკანის აფეთქებისას გამოყოფილი აირები თითქმის შეუსწავლელია, რადგან იმ დროს იქ მისვლა და სინჯის აღება შეუძლებელია (ასეთი რამ შეძლეს მხოლოდ ერთხელ და ისიც საბჭოთა კავშირში კამჩატკის ვულკანოლოგიური სადგურის თანამშრომლებმა—გეოლოგმა ვ. თ. პოპკოვმა და ქიმიკოსმა ი. ზ. ივანოვმა 1938 წელს კლუჩევსკაია სოპკას ამოფრქვევისას. მათ ჩაიყვან აზბესტის ჩექმები, გადავიდნენ ლავის ზედაპირზე, აიღეს აირების სინჯები და გაზომეს ლავის ტემპერატურა. აღმოჩნდა, რომ ზედაპირზე იგი იყო 270—300°C, 40 სმ სიღრმეში—840°C, მაგრამ მაინც დადგენილია, რომ მასში მონაწილეობს: H₂O, H₂S, CO₂, CO, HCl, H, O, N, NH₃, Cl, F, Ar, As, S, CH₄, B, ნატრიუმის, რკინის, სპილენძისა და თუთიის ქლორიდები, რკინისა და სპილენძის ქანგები, ბორჟანვი, გოგირდოვანი დარიშხანი (რეალგარი. აურიპიგმენტი), კინოვარი, ტუტე ლითონებისა და ამონიუმის მარილები, რადიუმის ემანაციები და სხვა აირები, საიდანაც მთავარ როლს ასრულებს წყლის ორთქლი (ჰავაიზე კი ლავუას ვულკანის აირებში, იგი მოცულობით 68,2—90%-ია, კუნძულ მარტინიკზე მონ-პელეს 1902 წლის ამოფრქვევისას იყო 80%. ალასკაზე—კატმაის ფუმაროლებში არის 99% ღვ. შ.).

ვულკანურ აიზებს ეწოდება ფუმაროლები (ლათ. „ფუმა“—კვამლი). მათი ტემპერატურა 1000°-მდეა. ტემპერატურისა და შემადგენლობის მიხედვით არჩევენ: მშრალ, მთავი, ტუტე (ამიაკიანი), გოგირდოვან (სოლფატარა) და ცივ (ნახშირორქვანგანი, მოფეტები) ფუმაროლებს. მშრალი ფუმაროლის ტემპერატურა

500°-ზე მეტია, გეავეს—300—500°C, ტუტეს—180—300°C, სოლფატარების—100—180°C, მოფეტების—100°C-ზე ნაკლები. ამოფრქვევის დასაწყისში ამოდის მშრალი ფუმაროლები, შემდეგ მომღვენობები, ბოლოს—მოფეტები.

მშრალი ფუმაროლები მოკლებულია ან მცირე რაოდენობით შეიცავს წყლის ორთქლს და ძირითადად აგებულია ნატრიუმ-კალიუმის ქლორიდებისგან. მას ურევია აგრეთვე SO₂, CO₂ და მარგანეც-სპილენძ-ფტორის ნაერთები. ისინი მეტწილად გამოყოფს NaCl, KCl-ს უფრო ნაკლებად კი: სპილენძ-თუთია-რკინის ქლორიდებსა და სულფატებს.

მეავე ფუმაროლები შედგება: HCl, SO₂, H₂S, H₂O, Fe—Al—Mn-ის ქლორიდების, გოგირდისა და რეალგარისგან, გამოყოფენ თავისუფალ გოგირდს.

ტუტე ფუმაროლებში მონაწილეობს: ამონიუმის ქლორიდი, ნახშირმეავა ამონიუმი, ამონიუმის სულფატები და ფტორიდები, H₂S, H₂O; სოლფატარებში—SO₂, H₂S; მოფეტებში კი—CO₂, H₂O.

ფართო მასშტაბით აირების ამოფრქვევა ხდება მძლავრი აფეთქების დროს. ისინი უმთავრესად გამოიყოფა ვულკანის ყელიდან და ზოგ-



ნახ. 81. „ათიათას კვამლთა ხეობის“ ნაწილი (ალასკა).

ჯერ კოლოსალურ სიდიდეს აღწევს (ვეზუვის 1906 წლის ამოფრქვევისას მისი რაოდენობა წონითა და მოცულობითაც ბევრად აღემატებოდა ფერფლსა და ლავას საერთო რაოდენობას). როგორც ჩანს, ამოფრქვევამდე აირები ზევით თავისუფლად ვერ ამოდის, გროვდება ყელში და იწვევს აფეთქებას. მაგალითად, ალასკაზე ე. წ. „ათიათას კვამლთა ხეობა“, სადაც ზედაპირზე ამოდის აირების მილიონობით კაველი და ყოველ წამში ამოაქვს 23 მლნ ლიტრი წყლის ორთქლი, აგრეთვე წელიწადში 1250 ათასი ტ HCl და 200 ათასი ტ HF (ნახ. 81). ეს კავლები წარმოშობილია

1912 წელს, იქვე მდებარე ვულკან კატმაის ძლიერი ამოფრქვევისას. მათი ტემპერატურა 600—650°C-ია.

ზევით ამოსვლისას აირების მეტი ნაწილი ჰაერში იფანტება, ნაწილი კი განიცდის სუბლიმაციას და ქმნის შინერალებს, რომლებსაც ზოგჯერ სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს. ასეა წარმოშობილი კურილის კუნძულების, კამჩატკის, ჩილეს, იტალიისა და ზოგიერთი სხვა ქვეყნის ვულკანურ კრატერებში არსებული თვითნაბადი გოგირდის საბადოები, აგრეთვე ვულკან ვულკანოში (იტალია) ბორის ანჰიდრიდი და სხვ.

ამოფრქვევის თხევადი პროდუქტია ლავა. მისი ტემპერატურა 700—1300°C-ია. იგი შეიძლება იყოს მჟავე და ფუძე. პირველი ბლანტია და გვაძლევს გუმბათებსა და კონუსებს (როგორცაა, იალბუზი და მყინვარწვერი), მეორე კი თხევადია და ზედაპირს ეფინება განფენებისა და ნაკადების სახით (ისლანდიაში მარტო ვულკანობად არ უნის ლავას უქირავს 3684 კმ², იქვე, ვულკან სკაპტარის 1783 წლის ნაკადის სიგრძე 80 კმ-ია. საქართველოში ვულკანური განფენებთ არის აგებული ჯავახეთის ზეგანი და ყელის პლატო, ვულკანური ნაკადის ბოლო ნაწილს კი წარმოადგენს ბორჯომ-პლატო. პროფ. ნ. სხირტლადის აზრით, ეს ნაკადი წამოსულია ბაკურიანთან ახლომდებარე მუხერის ვულკანური ცენტრიდან, გამოჰყოლია გუჯარეთის წყლის ძველ ხეობას და შტკვრამდე მოუღწევია). მაგრამ ყველაფერი ეს დამოკიდებულია ლავის რაოდენობასა და ტემპერატურაზე, რადგან გაცივებისას ფუძე ლავაც ბლანტია. თხევადი ლავის სიჩქარე საათში 5—30 კმ-ია, ბლანტის—ბევრად ნაკლები. ყველაზე მეტი რაოდენობის ლავა ამოიფრქვა კუნძულ სუმბავაზე (ნალაის არქიპელაგი) 1815 წელს (15,16 კმ²), ჩვენში კი—კლუჩევსკაია სოკკას ამოფრქვევისას 1829 წელს (3,5 კმ²).

ზოგჯერ ლავას აქვს მკვრივი ქერქი, მაგრამ ქვედა ნაწილი ისევ მოძრაობს, ამტვრევს ამ ქერქს და მიათრევს ან მის ქვეშ აჩენს სიღრუეს. ხან კი ქერქი თხელია, ბლანტია და დინების გავლენით ბაწარივით იგრძობება. პირველს ლოდური ლავა ჰქვია, მეორეს—დაბაწრული, სიღრუეს—ლავეური გვირაბი (კალიფორნიაში შასტის მთაში ასეთი გვირაბის სიგრძე 1,5 კმ, სიმაღლე—20 მ და სიგანე—6—25 მ-ია. დიდია ეტნის გვირაბიც). არსებობს ბალიშა, სფერული, ტალღური და სხვა სახის ლავაც.

ლავა სწრაფად კარგავს აირებს. მათ ადგილზე ქანში რჩება სიციურილები. შემდეგ ისინი ივსება წყლის ან აირების მიერ შეტანილი შინერალებით. წარმოიქმნება ჟეოდები, კონკრეციები, დრუზები და სხვა. ფორებით მდიდარ ლავას ან მის ნატეხებს ჰქვია ვულკანური წიდა; ქათისებრ მსუბუქს—პემზა; ლავით შეცემენტებულ ლავის ნატე-

ხებს—ლავური ბრექჩია; ლავის გაცივებით მიღებულ ქანებს—
ეფუზიური ქანები.

ამოფრქვევის მყარი პროდუქტებია: ვულკანური ბომბები (ყუმბარები), კენჭები (ლაპილები), ქვიშა და ფერფლი (მტვერი). ისინი უმთავრესად აირების მოწოლით დაქუცმაცებული ლავის ნაგლეჯებია, ნაწილობრივ კი—ქანების ან მინერალების ნამტვრევები. ბომბების დიამეტრი 32 მმ-დან 30 მ-მდეა (ერთ მეტრზე დიდებს ვულკანური ბელტები ჰქვია), ლაპილის—4—32 მმ, ქვიშის—1—4 მმ, ფერფლის—უფრო მცირე.

ვულკანური ბომბები მეტწილად თითისტარისებრი ან წაგრძელებულბრუნვითი ელიფსოიდურია. ისინი ხანდახან ჰაერში ვერ ასწრებენ გაცივებას და მიწაზე დაცეისას ქვედა მხარეზე ბრტყელდებიან. ზედაპირზე მათ ხშირად ემჩნევა მოწყვეტის ნაწიბურები, აირების ნამყოფი სიცარიელები და პურის ქერქის ისგავსი ნასკდომები (ნახ. 82).



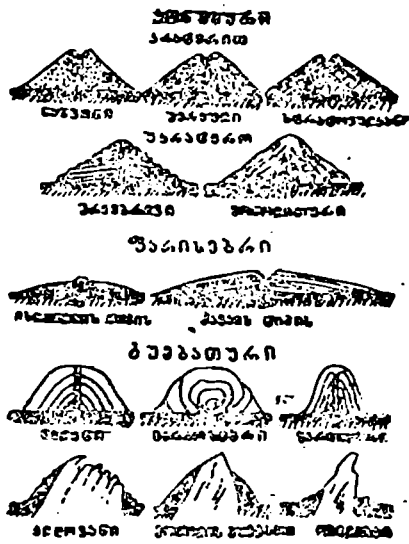
ნახ. 82. ვულკანური ბომბები.

ლაპილი მომრგვალო ფორმის ვულკანური კენჭია; ვულკანური ქვიშა—უფრო დაქუცმაცებული ამგვარივე ნამტვრევები; ფერფლი—მტვრისებრი მასა. ზოგჯერ ამოდის იმდენი ფერფლი, რომ ცას აბნელებს (ფილიპინების კუნძულ სუმბავაზე ვულკან ტამბორის 1815 წლის ამოფრქვევისას მისი რაოდენობა იყო 100 კმ³, კატმაის 1912 წლის ამოფრქვევისას—20 კმ³). იგი რამდენიმე კმ-ზე აიტყორცნება ზევით და დიდხანს რჩება ჰაერში, ხანდახან კი მთელ დედამიწას უვლის გარშემო (ვულკან კრაკატაუს 1883 წლის ამოფრქვევის დროს 80 კმ-ს მიაღწია, 3000 კმ-ზე მზე დააბნელა, 4 წელს დარჩა ჰაერში და რამდენჯერმე შემოუარა დედამიწას) და იწვევს ისეთ მოვლენებს, როგორიცაა ღრუბლების ლაისის ნათება, წითელი განთიადი, გაგრძელებული ბინდი

და ა. შ. დაღეჟილ, შეუცემენტებელ, მყარ, ვულკანური ამოფრქვევის პროდუქტებს ავლომერატი ჰქვია, შეცემენტებულს—ტუფი. ნორმალურ დანალექ ქანებთან შერეულს—ტუფიტი და ა. შ. (იხ. პიროკლასტური ქანები).

ვულკანების კლასიფიკაცია და ტიპები. ვულკანებს აჯგუფებენ წარმოშობის ადგილის; ამოფრქვევის პროდუქტების ხასიათის; ზედაპირზე ამოსვლის თავისებურების; ვულკანური აპარატის ფორმისა და მთელი რიგი სხვა თვისებების მიხედვით. პირველი ნიშნის მიხედვით არჩევენ ვულკანების ორ ჯგუფს—ხმელეთისა და წყალქვეშას; მეორე ნიშნით—სამ კატეგორიას: ლავურს, შერეულსა და აფეთქებითს;

მესამე ნიშნით—სამ ჯგუფს: ფართობულს (არეალური) ნაპრალურსა (ხაზობრივი) და ცენტრულს; აპარატის, ფორმის მიხედვით—სამ ჯგუფს: კონუსურს, ფარისებურსა და გუმბათურს; მოქმედების მიხედვით—მოქმედსა და ჩამქრალს და ა. შ. ამავე დროს ლავურ კატეგორიაში გამოჰყოფენ შემდეგ ტიპებს: ფართობულს, ნაპრალურსა (ისლანდიური) და ჰავაის; შერეულში—სტრომბოლის ვულკანოსა და ეტნა-ვეზუვის; აფეთქებითში—მერაპის, პელეს, კატმაის, კრატატაუსს, მაარსა და ბანდაისანის;



ნახ. 83. ვულკანების ტიპები.

კრატერიან კონუსურში—დაზვიინვის, შერეულსა და შრეებრივის; უკრატერო კონუსში—შრეებრივისა და მონოლითურს; ფარისებრში—ისლანდიურსა და ჰავაის; გუმბათურში—ნადენს, შარაოსებრს, ზარისებრს, კლდოვანს, წნევეითს, ობელისკს და ა. შ. (ნახ. 83).

ფართობული ამოფრქვევები ამჟამად არ არის, მას ადგილი ჰქონდა მხოლოდ მიწის ქერქის საწყის სტადიაზე. ამ დროს ქერქი თხელი იყო, მაგმა ადვილად აღნობდა, ზედაპირზე ამოდიოდა აფეთქების გარეშე და იკავებდა უდიდეს ფართობს. ასეთ ვულკანებში დიდი როლი უნდა მიუძღოდეს მიწის ქერქის ფორმირებაში.

ხაზობრივი ისეთი ვულკანია, რომელშიც მაგმა ამოდის ნაპრა-

ლიდან, ცენტრული კი ისეთი, რომლის სადენი არხი მომრგვალო ან ოვა ლურია და ამოფრქვევა ხდება ერთი განსაზღვრული წერტილიდან (ცენტრიდან). ნაპრალოვ ვულკანებს მიეკუთვნება სკაპტარის, ლაკისა და ისლანდიის თითქმის ყველა სხვა ვულკანი (ლაკის ვულკანის ნაპრალის სიგრძე 32 კმ-ია), ცენტრულს კი—თითქმის ყველა სხვა თანამედროვე ვულკანი.

ჰავაის ტიპის ვულკანების ლავა ძლიერ თხევადია (ბაზალტური), აირებს არ აკავებს, დროგამოშვებით ნელა იწვევს ზევით და წყალივით გამოიღინება, ტეხილ ზედაპირზე ქმნის ლავის ჩანჩქერებს. მისი აპარატი ფარისებრია. ჰავაის კუნძულებზე ასეთი ვულკანებია კილაუეა, მაუნა-ლოა და სხვ. იგი გვხვდება ისლანდიაში (კოდლოტა-დინგი), სამოას კუნძულებზე და აფრიკის აღმოსავლეთ ნაწილშიაც.

თხევადია ისლანდიის ტიპის ვულკანების ლავაც, მაგრამ ოდნავ ბლანტი. მისგან ყველა აირი ზევით ვერ ამოდის, გროვდება მაგმაში და იწვევს სუსტ აფეთქებებს. უფრო ძლიერი აფეთქებისას ლავა ერთბაშად ამოდის მთელი ნაპრალიდან და დიდ ფართობს ფარავს, სუსტი აფეთქების დროს კი რამდენიმე ადგილიდან ამოიფრქვევა და ქმნის დაბალ კონუსებს (ვულკან სკაპტარს ასამდე ასეთი კონუსი აქვს). იგი გვხვდება მხოლოდ ისლანდიაში და ჰავაის კუნძულებზე.

ბაზალტური, მაგრამ კიდევ უფრო ბლანტია სტრომბოლის ტიპის ვულკანების ლავა. ეს ვულკანია იტალიაში, ლიპარის კუნძულებზე. მის კრატერში თითქმის ყოველთვის დგას გავარყვარებული (1000—1100°) ლავა, რომლის სინათლე ღამით ცეცხლის სვეტის სახით არის ამართული ჰაერში, 150 კმ-დან ჩანს და ბუნებრივ შუქურას წარმოადგენს მეზღვაურთათვის. მისი მაგმური კერა ზედაპირთან ახლოსაა. აირები ნაწილობრივ გროვდება ლავის ქერქქვეშ და იწვევს სუსტ, რიტმულ (წუთები, ათეული წუთები) აფეთქებებს. ზევით ამოდის ლავა, ქვიშა, ლაპილი და ბომბები. ლავა ქმნის მოკლე ენებს. ასეთია აგრეთვე ვულკანი ისალკო ცენტრულ ამერიკაში (200 წელზე მეტია მოქმედებს) და პლოსკი ტობაჩიკი კამჩატკაზე.

ვულკანოც ლიპარის კუნძულების ვულკანია. ამ ტიპის ვულკანებშიაც მაგმური კერა ზედაპირთან ახლოსაა, მაგრამ ლავა უფრო ბლანტია (ანდეზიტური, ტრაქიტული, დაციტური), ვიდრე სტრომბოლისაში. ატმოსფეროში სწრაფად ცივდება, ამოფრქვევის შემდეგ მკიდროდ კეტავს ყელს, ქმნის ლავის საცობს. აირები გროვდება მის ქვეშ, ახდენს მძლავრ აფეთქებას, ამსხვრევს საცობს, ზევით ისვრის ბომბებს, ლაპილებს, ქვიშას, ფერფლს, ქმნის მაღალ კონუსს ღრმა კრატერით. ლავა მოკლეა. ამოფრქვევათმორისი ინტერვალი—უფრო დიდი, ვიდრე

სტრომბოლში. ამ ტიპისაა კამჩატკის ვულკანების უმრავლესობა (კლუჩევსკაია, ავაჩი, კარიმი).

ეტნა-ვეზუვის ტიპს ახასიათებს: ბლანტი, მუავე ლავა; კერის ღრმად მდებარეობა; ძლიერი აფეთქება; მათ შორის დიდი ღრო (ათეული და ასეული წლები); ყველა სახის ამოფრქვევის მყარი პროდუქტი; აირებს—პინისებრი ღრუბლები. ხშირად ლავა მთავარი სადენი არხის ზედაპირამდე ვერ აღწევს, გამოდის გვერდითი ნაპრალებიდან და აჩენს შრავალ პარაზიტულ კონუსს, ბოლო საცობივით კეტავს ვულკანის ყელს და ზევით არ უშვებს აირებს. ამიტომ აქ აფეთქება ძლიერი და ინტერვალი მათ შორის დიდია, თანაც ზოგჯერ ჩნდება კალდერა. ზოგიერთები ამ ვულკანებს პინისებურ ვულკანებს უწოდებენ, რადგან მათ მიერ გამოყოფილი აირების ღრუბელი წააგავს მცენარე პინის კრონას. ეტნა-ვეზუს გარდა, ამ ტიპს ეკუთვნის სამხრეთ ამერიკის, იაპონიის, კურილის კუნძულების, კამჩატკისა და ხმელთაშუა ზღვის მრავალი ვულკანი. ხანდახან ამ ტიპიდან ცალკე გამოყოფენ ვეზუვის ტიპის ვულკანებს.

მერაპის ტიპის ვულკანებისთვის დამახასიათებელია (ეს ვულკანი მდებარეობს კუნძულ იავაზე): დიდი რაოდენობის აირები; ბლანტი (ანდეზიტურ-დაციტური) ლავა, რომელიც ხშირად მთლიანად ფერფლად და ლაპილად იქცევა (ამოფრქვევის მყარი პროდუქტების რაოდენობა 9—9,5-ჯერ აღემატება ლავას); მწველი ღრუბლები; ცხელი შვავები; ლახარები ანუ ცხელი ქვა-ტალახის ნაკადები (მერაპთან მისი სიგრძე 40 კმ-მდეა) და ცენტრალურ კრატერში ან ფერდობებზე ლავის ამონაბურცი გუმბათები. მერაპს გარდა, ასეთია აგუნგი (კუნძულ ბალზე) და ზონდის კუნძულების სხვა მრავალი ვულკანი. ასეთივე იყო კამჩატკაზე ვულკან ბეზიმიანი 1956 წლის ამოფრქვევა.

პელეს ტიპის ვულკანების სახელი მომდინარეობს ვულკან მონ-პელესგან (ჩდებარეობს კუნძულ მარტინიკზე). მათ ახასიათებთ: ძლიერ ბლანტი ლავა (ყელშივე ცივდება); უძლიერესი აფეთქება, მიწისძვრა და საშინელი გრგვივნა; მყარი პროდუქტებითა გაჯერებული მძიმე, პორიზონტალური ან დაღმავალი მწველი (800°C) ღრუბლები (1902 წელს პელეს ამ ღრუბლებმა მოსპო მარტინიკის მთავარი ქალაქი—სენ-პიერი 30 ათასი მცხოვრებით) და ლავის ობელისკურად ამოზიდვა. ასეთი იყო კამჩატკაზე ვულკან შიველუჩის 1944 წლის ამოფრქვევა.

კატმაის ტიპის ვულკანების ლავაც მუავეა (ეს ვულკანი ალასკაზეა). გამოყოფს უდიდესი რაოდენობის ფერფლს, დიდძალ აირსა და ორთქლს. ქმნის მძიმე, მწველ (1000°-მდე) ღრუბლებს. აფეთქება ისე მძლავრია, რომ ძლიერ აზიანებს კონუსს. კრატერი თავისუფლდება ლავისგან, ღრმავდება, ფართოვდება, ნამტვრევები შორს გაიტ-

ყორცნება (კატმის 1912 წლის ამოფრქვევისას ზევით ამოტანილ იქნა 1,6 კმ³ მასალა, წარმოიშვა 3—4 კმ დიამეტრისა და 600—1100 მ სიღრმის კრატერი, ჰაერიდან მის ირგვლივ ცვიოდა 250 მ-მდე დიამეტრის ლოდები). მისგან დიდხანს ამოდის აირების ქაელები. ასეთი იყო აგრეთვე კამჩატკის ვულკან ავაჩის 1945 წლის ამოფრქვევა, რომლის ფერფლისგან 25 მკ დამორებით წარმოიშვა 45 სმ სისქის ფენა.

კ რ ა კ ა ტ ა უ ს ტ ი პ ი ს ვ უ ლ კ ა ნ ე ბ ი ს ლავა ძლიერ ბლანტია, არ უშვებს აირებს, იწვევს არაჩვეულებრივი სიძლიერის აფეთქებას, გამოყოფს დიდძალ აირსა და ფერფლს. ძავალითად, **კ რ ა კ ა ტ ა უ ს** (ზონდის სრუტეში) 1883 წლის ამოფრქვევა. იგი მოხდა 26—27 აგვისტოს. 27-ში აფეთქება ისე ძლიერი იყო, რომ ხმა 4800 კმ-ზე ისმოდა. კუნძულს მოწყდა 2/3 ნაწილი და მის ადგილზე წარმოიშვა 75 კმ² ფართობის წყალქვეშა ტაფობი. შიგ ჩადგა 300 მ სიღრმის ზღვა. ამოფრქვევისას ტაფობის ფსკერიდან აღიძარბა ვულკანური კუნძული—„ანაი-კრა-კატაუ“ (კრაკატაუს შვილი). 1772 წელს იავაზე ასეთმა აფეთქებამ ჰაპანდიაინის მთას მოწყვიტა 1220 მ სიმაღლის კონუსი.

მ ა ა რ ი დ ა დ ი ა ტ რ ე მ ა (აფეთქებითი მილი), როგორც აღვნიშნეთ, წარმოშობილი უნდა იყოს ერთი უძლიერესი აფეთქებით, თუმცა მათი მაგმა და ფურქე ულტრა ფუტებზალტურია, მაგრამ, როგორც ჩანს, მოთავსებულია ძლიერ ღრმად. მაარის ზღუდე შედგება წილისა და ქანების ნამტვრევებისგან. მილი (ქვევით)—ფუტებზალტური ლავისა და ზევით—ქანების ნატეხებისგან, დიატრემას ყელი კი—აღმასის შემცველი ვულკანური ბრეჩიის (კიმბერლიტი) ლურჯი თიხების, ტუფებისა და სხვა ქანების ნამტვრევებისგან. მაარი გვხვდება გერმანიაში (აქ, შვაბეთის მთებში, 120-ზე მეტი მაარია), დიატრემა—შოტლანდიაში, სამხრეთ აფრიკაში, იაკუტიაში, თანამედროვე მაარი და დიატრემა კი: ჰავაის კუნძულებზე, ისლანდიასა და კამჩატკაზე.

კატასტროფულია **ბ ა ნ დ ა ი ს ა ნ ი ს ტ ი პ ი ს ვ უ ლ კ ა ნ ე ბ ი ს** ამოფრქვევაც (ეს ვულკანი მდებარეობს იაპონიაში, კუნძულ ხონსიუზე) იგი ათასი წლის ძილის შემდეგ ამოფრქევა 1883 წელს, გაგრძელდა 2 საათს, მთას მოწყდა 1,2 კმ³ მოცულობის წვერო და გაიფანტა 70 კმ²-ზე მეტ ფართობზე. ამოფრქვევას წინ უსწრებდა მიწისძვრა და ადგილის დანაპრალება. შესაძლოა ეს ამოფრქვევა გამოწვეული იყო ნაპრალებში ღრმად ჩასული წყლით. ამაზე მიგვითითებს სუმატრაზე ვულკან **ს უ ო ხ ი ს** 1933 წლის ამოფრქვევა, რომელსაც წინ უსწრებდა მიწისძვრა და დანაპრალება. ნაპრალებში ჩავიდა წყალი და მოხდა აფეთქება. ამოიტყორცნა 210 მლნ მ³ ტალახი და წარმოიშვა ორკრატერიანი კონუსი.

წყალქვეშა ვულკანიზმი. ვულკანები წყალქვეშაც არის, უმთავრესად—ზღვაში. მათი ამოფრქვევისას ზღვა დელავს, ქაფდება, „დღუღს“, ფერებს იცვლის, ზევით ისვრის ორთქლის უზარმაზარ ბუშტებს, რომ-

ლებსაც თან ამოაქვს წყლის დიდი რაოდენობა და აჩენს გრანდიოზულ შადრევანს. ამ დროს წყალი თბება, ზოგჯერ ცხელდება, მისი ზედაპირი იფარება დახოცილი თევზებითა და სხვა ორგანიზმებით, ჩნდება ორთქლისა და აირის ბოლქვა ღრუბლები (ნახ. 84). ღრმა ზღვაში წყლის სვეტის წნევა ქარბობს აირების წნევას ლავაში. ამიტომ აირები ზევით ვერ ამოდის და ამოფრქვევა უხმაუროდ ხდება. აფეთქებას ადგილი აქვს მხოლოდ საშუალო და თბელ ზღვაში და ისიც სუსტს. ამიტომ ზღვაში ამოფრქვევისას, ამოფრქვევის მყარი პროდუქტები ბევრად ნაკლებია, ვიდრე ხმელეთზე, თანაც წყალში ლავა ნელა მოძრაობს, სწრაფად ცივდება, ამოსული აირები წყალში იხსნება, დანარჩენი პროდუქტები კი ქმნის წყალქვეშა ვულკანურ ზეწრებს, კონუსებს და სხვა ფორმებს. როგორც ჩანს, წინათ წყალქვეშა ვულკანიზმი ბევრად ქარბობდა დღევანდელს, რა-ზედაც ბიგვიითი თებს ვულკანური მთებისა და კუნძულების ფართო გავრცელება ზღვებისა და ოკეანეების ფსკერზე, ზოგიერთები წყალზევითაც ამოდის (ჭაფაის კუნძულები), აგრეთვე ვულკანური ზეწრებისა და ნაკადების მორიგეობა ზღვიურ ნალექებთან. /

ნახ. 84. ვულკანის ამოფრქვევა ატლანტის ოკეანეში (აზორის კუნძულებთან) 1957 წელს.



უძლიერესი ვულკანური ამოფრქვევები. ამ მხრივ საინტერესოა ვეზუვი 79 წლის, სკაპტარისა და საქბრეთ ისლანდიის სხვა ვულკანების 1783 წლის, პელეს 1902 წლის, კლუჩევსკაია სოპკას 1944—45 წლების ამოფრქვევები და პარიკუტინის წარმოქმნა.

ვეზუვი მდებარეობს იტალიაში, ნეაპოლთან ახლოს. 79 წლის 24 აგვისტოს (დღისით) იგი უეცრად შეირყა, მისგან აღიმართა არაჩვეულებრივი სიდიდის ღრუბლის სვეტი და მცენარე პინიას დაემსგავსა. ქვევიდან მას ემატებოდა მიწითა და ფერფლით გაედენთილი თეთრი, მურა და შავი ღრუბლების ახალ-ახალი ბოლქვები. განუწყვეტლივ ისმოდა ქექა-ქუხილის მსგავსი ხმაური. მეორე დღის 7 საათზე ზღვამ უკან

დაიხია, ღრუბელი ქვევით დაეშვა, ღლე ღამედ აქცია. დადგა გოგირ-
ლის სუნი, კრატერიდან წამდაუწუმ ამოდირდა ცეცხლის ენები. წამო-
ვიდა ქვისა და შტერის წვიმა, იმსხვერპლა დიდძალი ხალხი, დამარხა
ბალები, სახლები, მათ შორის ქალაქები: პომპეი (30 ათასი მცხოვრე-
ბით), ჰერკულანუმი, სტაბია და მთელი რიგი სოფლები. წამოვიდა
ძლიერი წვიმა, წარმოქმნა ტალახის ღვარები და ყველაფერი უდაბნოდ
აქცია. დაღეჭილი ფერფლის, პემზისა და ქვების სისქემ 9 მ მიაღწია.
ქალაქების ნაშთი ადგილიც ვეღარ ნახეს. ასე გავიდა XVII საუკუნე.
მაგრამ XVIII საუკუნის დასაწყისში, ვიღაც მეპურე თავის ნაკვეთზე
ქის თხრისას წააწყდა ძველ ნაგებობას. ეს გაიგო ავსტრიის თავადმა
ელ ბე ე მა, 1709 წელს შეისყიდა ის ნაკვეთი, ვითომ წყლის საძებნე-
ლად, შეუდგა შახტეის თხრას და ბაღე ჰერკულანუმის თეატრს მიად-
გა. მომდევნო წლებში იპოვეს ჰერკულანუმისა და კლეოპატრას ქანდაკე-
ბებიც, შემდეგ კი—ქ. პომპეი თავისი სახლებით, ტაძრებითა და ქუჩე-



ნახ. 85. პომპეის ფორუმი (თავყრილობის ადგილი) ფერფლისგან
გაწმენდის შემდეგ.

ბით. მასში ყველაფერი ისე იყო დაცული, როგორც დამარხვამდე, რად-
გან იგი ციფმა ფერფლმა დაფარა. 1748 წელს დაიწყო მისი გაწმენდა
და ღლეს მუზეუმს წარმოადგენს (ნახ.85).

სკაპტარისა და სამხრეთ ისლანდიის სხვა ვულკა-
ნების 1783 წლის ამოფრქვევა დაიწყო ივნისში და გაგრძელდა სექ-
ტემბრამდე. ამოფრქვევა მოხდა 24 კმ სიგრძის ნაპრალიდან. მას წინ
უსწრებდა მიწისძვრა, რომელიც ბიძგების სახით მთელ კვირას გაგრძელ-
და. ჯერ ნაპრალიდან ამოიტყორცნა ფერფლი და წიდა ნაპრალის გას-
წვრივ წარმოიშვა 34 დიდი და 60 მცირე კონუსი და კრატერი. შემდეგ
ყველა აივსო ლავით და გადმოდინდა ორივე მხარეზე. სკაპტარის ხეო-
286

ბაში ლავის ნაკადის სიგრძე 80 კმ, სიგანე—150 მ და საშუალო სისქე 30 მ იყო. დააგუბა მდინარე. ამოიფრქვა 12,5 კმ³ ლავა, დაფარა 557 კმ² ფართობი. შემდეგ მიწის ზედაპირის ზოგიერთი უბანი ჩაიქცა, წარმოიშვა ტბები და ქაობები, რომლებშიც დაღხანს იღვა ცხელი წყალი.

პ ე ლ ე ს 1502 წლის ამოფრქვევა დაიწყო 5 მაისს მძლავრი მიწისძვრის შემდეგ. პირველად ზევით ამოვიდა ფერფლი, შემდეგ ტალახი და დიდი ოდენობის წყლის ორთქლი. მთა სამ დღეს გახვეული იყო ორთქლის თეთრ ღრუბლებში. 6 მაისს, დილით კრატერიდან აღიმართა ქვიშით გაჯერებული აირებისა და ორთქლის მუქი, სქელი, ცხელი (450—700°C) ღრუბლები, დაეშვა ვულკანის ფერდობზე 180 კმ/სთ სიჩქარით, შეიჭრა ქ. სენ-პიერში, რამდენიმე წუთში დაწვა ყველა სახლი და სულდგმული (30 ათასი კაცი), გადარჩა მხოლოდ ერთი ზანგი—პოლ სარტრუ, რომელიც სიკვდილმისჯილი იყო და იმყოფებოდა ქვის ციხის ღრმა სარდაფში. რამდენიმე კვირის შემდეგ კრატერის ფსკერზე გამოჩნდა დღეში 10 მ სიჩქარით ზევით მომავალი ლავის გუშბათი. მან კრატერის ფსკერიდან მიაღწია 900 მ სიმაღლეს, დაახლოებით ერთ წელს იარსება, შემდეგ ჩაბოიქცა და 1903 წლის აგვისტოში მთლიანად დაიშალა.

კ ლ უ ჩ ე ვ ს კ ა ი ა ს ო კ ა ს 1944—45 წლის ამოფრქვევა დაიწყო 1944 წლის 5 დეკემბერს, უძლიერესი გრგვინებით, ბოლოდნელად. მის თავზე უცებ გაჩნდა ფერფლისა და აირის სვეტი. იგი ყოველდღე მატულობდა და ღამით ლაპლაპებდა. 1945 წლის 1 იანვრის დილის 4 საათსა და 40 წუთზე მოხდა უძლიერესი აფეთქება. კრატერიდან ირიბად აღიმართა ფერფლიანი აირების უზარმაზარი სვეტი, რომელიც 15 წუთში 1,5 კმ სიმაღლეზე ავიდა და გიგანტურ პროტუბერანსს დაემსგავსა. იგი გარემოცული იყო აირის ბოლქვებით, რომლებიც 7 კმ სიმაღლეს აღწევდა. მის წვეროდან ცვიოდა ფერფლი და გავარვარებული ბომბები. ფერდობზე დაცემისა და დაგორებისას ისინი მოჩანდნენ მნათოწვრილებისა და ცეცხლის მოძრავი ენების სახით. ღრუბელს ხშირად კვეთდა ხაზობრივი ელვა. 8 საათსა და 20 წუთზე სვეტის სიმაღლე 10 კმ იყო. 3 კმ სიმაღლემდე ღრუბელს ჰქონდა ფერადი კომბოსტოს სახე. ამოფრქვევა მიმდინარეობდა არაჩვეულებრივი სიძლიერით (აირები საათში საშუალოდ მოძრაობდა 60 კმ სიჩქარით). ფერფლისა და ბომბების მოქმედებით კონუსზე თოვლი გადნა და აორთქლდა. მთის ზედა ნაწილი (1 კმ სიმაღლეზე) გაეხვია ბამბასავით თეთრი წყლის ორთქლში. 11 საათსა და 30 წუთზე მოხდა ყველაზე ძლიერი ამოფრქვევა, ჩუმად. შემდეგ ხმაური თანდათან გაძლიერდა და 200 კმ-ზე ისმოდა. 15 საათის განმავლობაში მოხდა 3—5 ბალიანი მიწისძვრის 21 ბიძგი. ამოფრქვევა გაგრძელდა საღამოს 8 საათამდე. მეორე დღის 4 საათზე ფერფლის ღრუბელმა მიაღწია ვულკანოლოგიურ სადგურამდე (სოფ. კლუჩი) და

მზე დააბნელა. ფერფლცვენა შეწყდა 3 იანვარს. მან დაფარა კამჩატკის თითქმის 2/3 ნაწილი. მისი სისქე აქა-იქ 4 სმ იყო, საერთო მოცულობა—0,6 კმ³.

ფერფლის შვავებმა კონუსის ფერდობზე წარმოშვა უზარმაზარი ხეობა. მან 2700 მ სიმაღლემდე ჩამოაღწია და მოსპოვებულკანოლოგების ალპური სადგომები. 2000—2700 მ სიმაღლეზე შექმნა უზარმაზარი ცხელი მინდორი. იგი დაფარა ერმანის მყინვარიდან წამოსულმა ყინულმა. ყინული გადნა და მოგვცა წყლის გიგანტური ნაკადები, რომლებიც 25°-იან ყინვაშიც მოძრაობდა. რამდენიმე დღის შემდეგ კრატერიდან ამოვიდა ლავა და მძლავრი ნაკადის სახით დაეშვა ფერდობზე. 20 იან-



ნახ. 86. ვულკან პარიკუტინის ამოფრქვევა წარმოშობის დროს.

ვარს ამოფრქვევა შეწყდა, მაგრამ თვის ბოლომდე მთავარ კრატერში აირები მაინც ამოდიოდა. 19 ივნისს ვულკანი ისევ „გაცოცხლდა“. მის აღმოსავლეთ ფერდობზე (1000—1500 მ სიმაღლეზე) გაჩნდა რადიალური ნაპრალი და ზედ წარმოიქმნა 4 პარაზიტული კონუსი. ზედა კონუსიდან ამოვიდა აირი და ფერფლი, სულ ქვევიდან—1200°-იანი ლავა და მოგვცა 300 მ სიმაღლის შადრევანი და 6 კმ-მდე სიგრძის ნაკადი. 7 ივლისს ამოფრქვევა შეწყდა. 1946 წლის ოქტომბერში მისგან 2 კმ-ის დაშორებით გაჩნდა ახალი, დამატებითი ვულკანი. ერთ თვეში იქიდან ამოვიდა 18 მლნ მ³ ლავა და 3 მლნ მ³-მდე ქვიშა და მტვერი. კლუჩევსკაია სუსტ ამო-

ფრქვევებს ახდენს 7—8 წელში ერთხელ, ძლიერს კი—ყოველ 26 წელში.

ვულკანი პარიკუტინი მდებარეობს მექსიკაში, ამავე სახელწოდების სოფლის ახლოს „სასიმიანდე მინდორზე“. 1943 წლის 20 თებერვალს თავის ნაკვეთში მუშაობდა გლეხი დიონისიო პუდილო. დროდადრო ისმოდა ქუხილის მსგავსი ხმაური, მაგრამ ცაზე ღრუბელი არ ჩანდა, მიწა კი იძვროდა (მიწისძვრები იგრძნობოდა 8 დღით აღრეც, 19 თებერვალს აღინიშნა 300 ბიძგი). შემდეგ მიწაში გაჩნდა 7 სმ სიგანის ნაპრალი და იქიდან ამოვიდა კვამლი. პუდილომ იფიქრა ცეცხლი მე გავაჩინეო და ნაპრალი მიწით ამოავსო, მაგრამ კვამლი უფ-

რო გაძლიერდა. პუ დ ი ლ ო შეშინდა, პოლიციას აცნობა. 3 საათის შემდეგ მოსულ კომისიას დახვდა 9 მ სიღრმის ხვრელი, საიდანაც ამოდიოდა შავი კვამლისა და ფერჯულის სქელი ღრუბლები (ნახ. 86), იდგა გოგირდის სუნი და ხვრელის ირგვლივ აღმართულიყო 2 მ სიმაღლის კონუსი. მის ყელში ფერფლი სწრაფად ფუედებოდა და ისეთ ხმას გამოსცემდა, როგორცაც წყალი კვებში დუღილისას. საღამოს 10 საათზე მოხდა აფეთქება და შემდეგ შეუწყვეტილად გაგრძელდა. ამოიტყორცნა დიდძალი ბომბი და ფერფლი. ბომბები 600—900 მ სიმაღლეზე აღიოდა. საღამოს მათი დიამეტრი 15—20 მ აღწევდა. მეორე დღეს, დილას კონუსის სიმაღლე 10 მ იყო, 3 დღის შემდეგ—138 მ, წლისთავზე—430 მ. მეორე დღესვე ამოინთხა ოლიფინიანი ბაზალტური ლავა და მოგვცა ნაკადები. შემდეგ ლავის ამოსვლას შორის გადიოდა კვირეები და თვეები. ლავა საათში 30 სმ-დან 30 მ-მდე მოძრაობდა. მიაი ტემპერატურა 1020—1250°C იყო, აირებისა—850°C. ვულკანის აქტიური მოქმედება გაგრძელდა 9 წელს. 1950 წლის ივნისის ბოლომდე ამოიფრქვა 500 მლნ მ³ ლავა.

პოსტვულკანური პროცესები. პოსტვულკანური პროცესები ეწოდება ვულკანური მოქმედების ბოლო სტადიაზე მიმდინარე პროცესებს (ლათ. „პოსტ“—შემდეგ). ამ დროს მაგმა იმდენად გაციფებულია, რომ ველარ ამოდის ზედაპირზე და ვულკანიდან გამოიყოფა მხოლოდ აირები, წყლის ორთქლი და ცხელი წყალი. ამიტომ ამ სტადიაში ვულკანი აფრქვევს აირებსა და ჰიდროთერმებს, ასე რომ, ეს აირები რეაგირობს ერთმანეთთან, ჰაერის აირებთან ან განიცდის სუბლიმაციას და წარმოშობს სუფრის მარილს, გოგირდს, ბორმჟავას, ნიშადურს, რკინა-სპილენძ თუთიის ქლორიდებს, სპილენძისა და რკინის ჟანგებს, რეალგარს, აურიპიგმენტს, კინოვარს, ტუტე ლითონებს და ამონიუმის სხვადასხვა მარილებს, რომლებსაც ხშირად სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს. ამავე დროს, შესაბამის პირობებში, ქმნის ტალახის ვულკანებს, ანუ ქ ვ ა ბ ე ბ ს. მაგრამ, ნავთობიანი რაიონების ტალახის ვულკანებისგან განსხვავებით, ეს ტალახი ცხელია, შეიცავს ცხელი წყლის ორთქლსა და აირებს, მოკლებულია მეთანს (იხ. მიწისქვეშა წყლის გეოლოგიური მოქმედება).

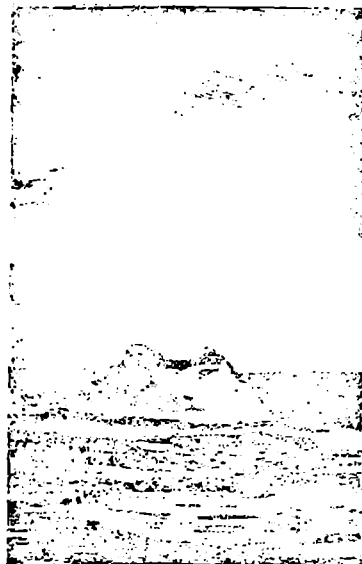
ვულკანურ ჰიდროთერმებს წარმოადგენს ც ხ ე ლ ი წ ყ ა რ ო ე ბ ი და გ ე ი ზ ე რ ე ბ ი .

ც ხ ე ლ ი წ ყ ა რ ო ე ბ ი ს ტემპერატურა ზოგჯერ 100°C-საც აღემატება. ისინი გვხვდებიან როგორც ვულკანურ, ისე არავულკანურ რაიონებშიაც. ამიტომ ფიქრობენ, მათი გარკვეული ნაწილი ვადოზური წარმოშობისაა (ზედაპირიდან არის ჩასული მიწაში და იქ გაცხელებული). მაგრამ ზოგიერთი მათგანი მთელ მანძილზე მოძრაობს ისეთ ქანებში, რომლებსაც არ გააჩნია ისეთი ქიმიური შემადგენლობა, როგორც მის-

ვან გამომავალ წყალს აქვს. ამიტომ თვლიან, რომ ისინი დაკავშირებულია ვულკანიზმთან და სიღრმიდან მომდინარეობს. ასეთია კარლსბადისა (აშშ-შია, გამოდის გრანიტებიდან, ჰიდროკარბონატულია) და ახალგაზრდა ვულკანური რაიონების მთელი რიგი ცხელი წყაროები. ზოგჯერ იგი დიდი რაოდენობით შეიცავს კალციუმის ჰიდროკარბონატს და ზედაპირზე გამოსვლისას ლექავს არაგონიტსა (კარლსბადი) და კირტუფს, ზოგიც კი—კაჟტუფს—გეიზერიტს.

გეიზერი ეწოდება 94—99°-იან (სიღრმეში 120—130°) პერიოდული დენის ცხელ წყაროს, რომელიც ზედაპირზე ამოსვლისას ქმნის შადრევანს (სახელი მომდინარეობს ისლანდიის „დიდი გეიზერისგან“, სა-

დაც იგი პირველად იქნა შესწავლილი). გეიზერი გარეგნულად წააგავს ვულკანს, რადგან გააჩნია კონუსი, კრატერი და ყელი (ნახ. 87), ამასთან ამოფრქვევა ხდება აფეთქებით და მას წინ უსწრებს მიწისქვეშა გუგუნის და რყევა. კონუსის შიგნით მოთავსებულია აუზი (კრატერი, გრიფონი) და არხი, რომლებიც თითქმის ყოველთვის სავსეა ცხელი წყლით. ამოფრქვევის წინ იგი თუხთუხებს, დულს, შემდეგ კი ხდება აფეთქება და ზევით აღიმართება ცხელი წყლის შადრევანი და ორთქლის ბული. რამდენიმე წაპის ან წუთის შემდეგ ყველაფერი ქრება. აუზი ერთხანს ცარიელია, მაგრამ მალე ივსება და აღწერილი პროცესი ისევ მეორდება, ცალკეულ გეიზერებში ამოფრქვევათშორისი დრო მუდმივია და ერთეული წუთებიდან რამდენიმე საათს უდრის.



ნახ. 87. იელოუსტონის პარკის (აშშ) ერთ-ერთი გეიზერი.

100 მ-საც აღწევს, ორთქლის მკვრივი ღრუბლებისა კი—300 მ-საც აღემატება.

გეიზერის წყალი მცირედმინერალიზებულია (1—2 გ/ლ). იგი ეკუთვნის კლორ-ნატრიუმიან და კლორ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიანი ტიპის ნაერთებს, შეიცავს ნატრიუმის, მაგნიუმის, კალციუმის, სილიციუმშეკავების მარილებს და შედარებით ბევრ სილიციუმშეკავებს. ამ ნაერთების ერთიმეორეზე და მათ ხსნარებზე სპეციალური წყალმცენარეების მოქმედებით წყლისგან გამოიყოფა ოპალი, ილექება წყაროს ირგვლივ და ქმნის ქანს—კაჟტუფს, ანუ გეი-

ზერიტს. ზოგჯერ გეიზერი ქარბად შეიცავს ბორის ანჰიდრიდს და მა-
საც გამოყოფს (ტოსკანი—იტალია). გეიზერის წყალი ძირითადად ატ-
მოსფერული წარმონაქმნია, აქა-იქ კი სახეშეცვლილი ზღვის ან მაგმური
წყლის ნარევი. იგი გვხვდება ისეთ ადგილებში, სადაც ვულკანები ახ-
ლაც მოქმედებს ან სიღრმეში წინანდელი ვულკანების მაგმა ჯერ კიდევ
ცხელია. ამრიგად, გეიზერი არის ტუტე და გოგირდოვანი
ცხელი წყაროების თავისებური სახე, რომელიც ზეით
ისვრის ცხელ წყალსა და ორთქლს.

გეიზერები ცნობილია ისლანდიაში, ახალ ზელანდიაში, აშშ-ში,
ტიბეტში (4700 მ სიმაღლეზე), საბჭოთა კავშირში, იავაზე, იტალიაში
და სხვა.

ისლანდიაში 50-მდე გეიზერია. ისინი თავმოყრილია ვულკან ბორ-
ნაფელის მახლობლად 0,5 კმ² ფართობზე. ამთავან სახელგანთქმულია
„დიდი გეიზერი“. მისი კონუსი ბრტყელი, დაბალია, ყელის დიამეტრი—
3 მ, აუზის—18 მ, სიღრმე—2 მ. კონუსის შუაში ჩანს 23,5 მ სიღრმის
მილისებრი ხვრელი. აუზში მუდამ დგას გამჭვირვალე წყალი, რომლის
ტემპერატურა ზედაპირზე 80—82°-ია, 6 მ სიღრმეზე—120°, მილის
ფსკერზე—126° და გადმოდის სამ ნაკადად. მას ახასიათებს მცირე და
დიდი აფეთქებები. მცირე ამოფრქვევა ხდება დღეში რამდენჯერმე—
დიდი კი—ყოველ 24—30 საათში და გრძელდება 10 წუთს. შადრევნის
სიმაღლე 30 მ-მდეა, ამოფრქვევის წინ კონუსი ირყევა და ისმის მიწს-
ქვეშა გუგუნი. მცირე ამოფრქვევისას წყალი თალივით იბურცება, ზევით
ამოდის ვეებერთელა ბუშტები, სკდება და აჩენს რამდენიმე მეტრი სი-
მაღლის შადრევნებს. გამოიყოფა თეთრი ორთქლის სქელი ბული.

საბჭოთა კავშირში გეიზერები ცნობილია სამხრეთ და აღმოსავლეთ
კამჩატკაზე; აღმოაჩინა აკად. ს. კრაშენინი 1737—40
წლებში მდ. პაუჟეტის ხეობაში ვულკან კოშელიოვისა და
კამბალნის ახლოს. აღმოსავლეთზე კი ტ. უსტინოვამ მდ. გეი-
ზერნაიასა და შუმნაიას ხეობებში ვულკან უზონსა და კიხინინის შორის
1941 წელს. სამხრეთ კამჩატკაზე დღეს 2 გეიზერია, აქედან ერთი მოქ-
მედებს ყოველ 15 წუთში, მეორე—თვეში ორჯერ. შადრევნის სიმაღლე
3 მ-დეა. გეიზერნაიას აუზში 12 დიდი და რამდენიმე ათეული მცირე
გეიზერია, შუმნაიას ხეობაში—22 დიდი და ასამდე პატარა გეიზერი.
აქტიურად მოქმედებს 20-ზე მეტი.

მსოფლიოში ყველაზე სახელგანთქმული და უძველესია ჩრდილო
ამერიკის გეიზერები. ისინი მოთავსებულია იელოუსტონის პარკში და
მოიცავს 84 დიდ გეიზერსა და 7000-მდე ცხელ წყაროს. მათი შადრევ-
ნების სიმაღლე 60 მ-მდეა. ახალზელანდიაში 1000-ზე მეტი გეიზერი და
ცხელი წყაროა და ა. შ.

გეიზერის ამოფრქვევის შესახებ პირველად აზრი გამოთქვა ბუნ-
ხენმა XIX საუკუნეში. შემდეგ იგი მნიშვნელოვნად შეივსო და შეი-
ცვალა. დღეს მას შემდეგნაირად ხსნიან: მშვიდ პერიოდში გეიზერის
ზედაპირული წყლის ტემპერატურა 100°-ზე ნაკლებია, ფსკერზე—ბევრად
მეტი, მაგრამ იქ წყალი მაინც არ დუღს, რადგან წნევის ქვეშაა. ქვევი-
დან სითბო ადის ზედა ფენებში და როცა იქ 100°C-ს გადააჭარბებს,
წყალი დუღს და შეფერებსა და მცირე შადრევნებს ისვრის. ამის გამო
ქვედა ფენებზე წნევა მცირდება, გადამეტებურებული წყალი ერთბაშად
ორთქლდება, ფეთქდება, ხმაურით ამოდის ზევით და ამოაქვს ზედა ფენაც.
ხდება ამოფრქვევა. ორთქლი ჰაერში განიცდის კონდენსაციას, შადრე-
ვანი ცივდება, წყალი ნაწილობრივ ისევ გეიზერის აუზში ბრუნდება,
დაბლა სწევს მის ტემპერატურას და ამოფრქვევა წყდება. შემდეგ ეს
პროცესი ისევ მეორდება. ამიტომ არის, რომ გეიზერში ქვის ან მიწის
ჩაყრისას ამოფრქვევა ჩქარდება, რადგან იგი ხელს უწყობს ქვედა (უფ-
რო ცხელი) წყლის ამოსვლას ზევით.

ვულკანები საბჭოთა კავშირში. როგორც აღვნიშნეთ, საბჭოთა
კავშირში ამჟამად აღრიცხულია 72 მოქმედი [71 ხმელეთის, (49—აქტი-
ური, 22—ჩაქრობის სტადიაში მყოფი) 1—წყალქვეშა] და ახლო წარ-
სულში რამდენიმე ასეული ჩამქრალი ვულკანი. ძველ გეოლოგიურ
დროებში კი, როგორც ჩანს, მათი რიცხვი ბევრად მეტი იყო, რადგან
თითქმის არ არის ისეთი ადგილი, რომელსაც რომელიღაც დროის
ვულკანის კვალი არ აჩნდეს. მოქმედი ვულკანები თავმოყრილია კამჩატ-
კაზე და კურილის კუნძულებზე. კამჩატკაზე მოთავსებულია 14 აქტიუ-
რი, 15 ჩაქრობის სტადიაში მყოფი და 158-ზე მეტი ახლო წარსულში
ჩამქრალი ვულკანი, კურილის კუნძულებზე კი: 25 აქტიური (1 წყალ-
ქვეშა), 14 ჩაქრობის სტადიაში მყოფი და 60-ზე მეტი ჩამქრალი ვულკა-
ნი. კამჩატკის ვულკანებიდან ყველაზე აქტიურია: კ ლ უ ჩ ე ვ ს კ ა ი ა .
ს ო კ კ ა , ბ ე ზ ი მ ი ა ნ ი , პ ლ ო ს კ ი ტ ო ლ ბ ა ჩ ი კ ი , კ ა რ ი მ ი
და ა ვ ა ჩ ი ; კურილის ვულკანებიდან კი: ა ლ ა ი დ ი ,
ე ბ ე კ ო , კ რ ე ნ ი ც ი ნ ი , ს ა რ ი ჩ ე ვ ი ს პ ი კ ი , ფ უ ს ი და
ს ნ ო უ .

ვულკანები სხვა ციურ სხეულებზე. სხვა ციური სხეულებიდან.
ვულკანური პროცესები ჯერჯერობით ცნობილია მთვარეზე, მარსზე,
ვენერაზე, მზესა და ზოგიერთ ვარსკვლავზე.

მ თ ვ ა რ ე ზ ე იგი პირველად აღმოაჩინა საბჭოთა ასტრონომმა ნ. კ ო -
ზ ი რ ე ვ შ ა 1958 წლის 3 ნოემბერს „აღფონსის კრატერის“ ცენტრა-
ჯ92

ლური პიკის რაიონში. ამ ამონაფრქვევის სპექტრის შესწავლით გამოიკვია, რომ ჯერ ამოიფრქვა ფერფლი, შემდეგ — აირები და ამ აირებში მონაწილეობდა ნახშირბადის ორი და მრავალატომიანი მოლეკულები. შემდეგ ასეთი ამოფრქვევა კოზირევა შეამჩნია „არისტარქეს კრატერშია“. ახლა ფიქრობენ, რომ მთვარის კრატერების გარკვეული ნაწილი „ცირკები“ და მთვარის მთელი რელიეფი შექმნილია ვულკანური ამოფრქვევებით.

მარსზე მოქმედი ვულკანების არსებობის შესახებ პირველად აზრი გამოთქვა ე. ანტონიადმა 1909—11 წლებში. მან იქ შეამჩნია ნაცრისფერი ღრუბლები, მტვრის მოწითალო ქარიშხალი და მიიღო ვულკანურ წარმონაქმნად. ამჟამად ამ აზრს იზიარებს გ. კატერფელი და ზოგი სხვა მკვლევარიც, რადგან შემდეგ ასეთი ღრუბლები აღრიცხულ იქნა 30-ჯერ და ისიც მცირე ხნით (მკვეთრი და უეცარი ანთების სახით). 1951 წელს იგი გაგრძელდა 5 წუთს, შეუიარაღებელი თვალით ჩანდა მოციმციმე ვარსკვლავის სახით, შემდეგ ჩაქრა და გადაიქცა 300 კმ-მდე დიამეტრის მონაცრისფრო ღრუბლად, რომელიც 40 წუთის განმავლობაში შეიმჩნეოდა. ასეთ მოვლენას ადგილი ჰქონდა 1956 წლის 15 იანვარშიც. ისიც ანთებით დაიწყო, გარდაიქმნა 750 კმ დიამეტრიან ღრუბლად და აღიმართა 100—200 კმ სიმაღლეზე.

გარდა ამისა, „მარინერ—4“-ის მიერ მარსზე აღრიცხულია მთვარის კრატერის მსგავსი 110 კრატერი. ერთ-ერთ მათგანში ჩანს ცენტრალური ბორცვი, დიდი კრატერების ფერდობებზე კი—პარაზიტული კონუსები. არსებობს სანახევროდ დაშლილი კრატერებიც. ამიტომ ვარაუდობენ, მარსზე არის ძველი და მოქმედი ვულკანებიც.

ვენერა გარემოცულია 300—400°C-იანი სქელი ღრუბლებით. აკად. ა. ვინოგრადოვი და ზოგი სხვა მკვლევარი მის წარმოქმნას მიაწერს ვულკანიზმს, სხვები კი—შივა პროცესების შედეგად პლანეტის საერთო ვაცხელებას. მაგრამ ვენერაზე ვულკანების არსებობას არც ისინი გამორიცხავენ. ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ ვულკანური თვალსაზრისით ვენერა მეტად აქტიური პლანეტაა და მისი ატმოსფეროც, ალბათ, ამ პროცესის შედეგია.

საბჭოთა ასტრონომ ს. ვსესნვიატსკის აზრით, მოქმედი ვულკანები გვაქვს სხვა პლანეტებზედაც, მაგრამ იგი ვლინდება სხვა ფორმით, ვიდრე დედამიწაზე. მისი შეხედულებით, ასეთია სატურნის თეთრი ლაქები, რომლებიც ხანდახან ჩანს თვეების მანძილზე და უნდა წარმოადგენდეს ფერფლის ღრუბლებს. ზოგიერთების აზრით, ვულკანუ-

რი წარმონაქმნია სატურნის რგოლიც, რომელიც მტერისა და უფრო დიდი ნატეხებისგან შედგება. არის აზრი იმის შესახებაც, რომ იუპიტერის ოჯახში შემავალი 61 მოკლებერიოდული კომეტა და გიგანტური პლანეტებიდან მომავალი რადიოტალღები ვულკანური ამოფრქვევის შედეგია.

მ ზ ე ზ ე ვულკანურ ამოფრქვევებად მიაჩნიათ პროტუბერანცები. სხვა ვარსკვლავებზე კი — „ახალი“ და „ზეახალი“ ვარსკვლავების უეცარი ანთება. ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ ვულკანიზმი საერთო კოსმოსური მოვლენაა და ხდება ყველა დიდ ციურ სხეულზე.

ვულკანების განაწილება დედამიწაზე. როგორც აღვნიშნეთ, დედამიწაზე ამჟამად აღრიცხულია 731 მოქმედი ვულკანი (551 აქტიური-



ნახ. 88. მოქმედი ვულკანების (შავი წერტილები) განაწილება დედამიწის ზედაპირზე.

180—ჩაქრობის სტადიაში მყოფი), საიდანაც 650 ხმელეთზეა და 81—წყალქვეშ. ისინი გვხვდებიან ყველა კონტინენტზე, განლაგებულია ხაზობრივად და ქმნის წყნარი ოკეანის, ხმელთაშუა ზღვა-ინდონეზიისა და ატლანტური ოკეანის სარტყლებს (ნახ. 88). პირველი და მესამე სარტყელი მერიდიანულია, მეორე—განედური.

წყნარი ოკეანის სარტყელი გარს უვლის ამ ოკეანეს და მოიცავს 383 ვულკანს (361 ხმელეთის, 22—წყალქვეშა), ე. ი. ყველა ვულკანის 52%-ს. ამიტომ მას ცეცხლის რკალს უწოდებენ. იგი შედგება აღმოსავლეთი (ამერიკული) და დასავლეთი (აზიური) ტოტებისგან. უკანასკნელი იწყება კამჩატკიდან და კურილ-იაპონია-ფილიპინებ-ახალი გვინეა-სოლომონის, ახალი ჰებრიდისა და ახალი ზელანდიის კუნძულებზე; გავლით გრძელდება სამხრეთისკენ, მოიცავს 200 ვულკანს (183 ხმელე-

თის, 17—წყალქვეშა), ე. ი. ყველა ვულკანის 27,3%-ს. ამერიკული ტოტი კი მიჰყვება ამერიკის დასავლეთ ნაპირს, მოიცავს 183 (177 ხმელეთის, 5—წყალქვეშა) ვულკანს (25%) და ანტარქტიდაზე—ვულკან ერეზუსისა და ტერორის არეში უნდა უერთდებოდეს აზიურ ტოტს. ზოგიერთების აზრით, ახალი ჰებრიდის კუნძულებთან მას გამოეყოფა შტო, გაივლის სამოა-ტონგა-კერმადეკისა და სხვა მახლობელ კუნძულებზე, ჩილესთან უერთდება აღმოსავლეთ ტოტს და ცეცხლის რკალს ყოფს ჩრდილოეთისა და სამხრეთის რგოლებად.

მეორე სარტყელი იწყება ხმელთაშუა ზღვის დასავლეთ სანაპიროებთან, გაივლის იტალიის ვულკანებზე, ალპებ-ყირიმ-კავკასიონ-მცირე-აზია-ბირმა-ინდოჩინეთის მთებზე, შედის ინდონეზიაში და უერთდება ცეცხლის რკალის აზიურ ტოტს. იგი მოიცავს 196 ვულკანს (175 ხმელეთის, 21—წყალქვეშა), ე. ი. ყველა ვულკანის 26,8%-ს.

ატლანტის ოკეანის სარტყელი კი შუაზე გასდევს ამ ოკეანეს, ჩრდილოეთით იწყება კუნძულ იან-მაიენიდან, მიუყვება შუა-ატლანტურ წყალქვეშა ქედს და მოიცავს მის არეში მდებარე 79 (10,8%) ვულკანს (ისლანდიის, აზორის, კანარის კუნძულების და სხვ.), საიდანაც 44 ხმელეთისაა და 35 წყალქვეშა.

სარტყელგარეშეა აფრიკა-წითელი ზღვის, არაბეთის, ჩრდილო აზიის (ანუი, ინდიგირკა), ინდოეთის ოკეანისა და ჰავაის კუნძულების ვულკანები, რომელთა საერთო რიცხვი 73-ია (70—ხმელეთის, 3—წყალქვეშა). 16 ვულკანი (15—ხმელეთის, 1—წყალქვეშა) გვხვდება ანტარქტიდაზედაც.

ამავე დროს, ვულკანები ყველაზე მჭიდროდ განლაგებულია ინდონეზიაში (128), იაპონიაში (71), კურილის კუნძულებზე (41), ჩილეში (35), კამჩატკაზე (28) და სხვა ისეთ ადგილებში, სადაც ხშირია მიწისძვრები და მთების წარმოქმნა ისევე გრძელდება.

ვულკანური ამოფრქვევის წინასწარმეტყველება. ამ მიზნით ინდონეზიაში 1918 წ. და შემდეგ სხვა ქვეყნებში (საბჰოთა კავშირშიც) შეიქმნა ვულკანოლოგიური სადგურები და ინსტიტუტები, მაგრამ ჯერჯერობით ცნობილია მხოლოდ ის, რომ ვულკანის აქტივობის დაწყებისას ვულკანური აირები იცვლის შემადგენლობას (ნახშირორჟანგიანი სტადია გადადის გოგირდოვანში, გოგირდოვანი—ჰალოიდურში), მატულობს მათი რაოდენობა, გოგირდის სუნი, იზრდება ვულკანის ფერდობებზე გამოშვებული წყაროების ტემპერატურა და მცენარე ფურისელა, ანუ „სიკვდილის ყვავილი“, რომელიც იავეზე ხარობს და იზრდება ვულკანის მწვერვალზე (3 კმ სიმაღლეზე), ჰყვავის მხოლოდ ამოფრქვევის წინ.

ინფრუზიული მავნებლები

ინტრუზიული ისეთი მავნებლებია, როცა მავმა იჭრება მიწის ქერქში, მაგრამ ზედაპირზე ვერ ამოდის, ცივდება და გვადღევს ინტრუზიულ-ჰიპობისურ ქანებსა და შესაბამის სხეულებს (ბათოლითი, ლაკოლითი და სხვ.). ქვემოთ განვიხილავთ მხოლოდ მავმის წარმოშობას, რიცხვს, მოძრაობის მიზეზებს, მავმატიზმის ზიანსა და ამ მოვლენის გეოლოგიურ—პრაქტიკულ მნიშვნელობას.

მავმის წარმოშობა. წინათ ფიქრობდნენ, რომ მავმა მოთავსებულია მიწის ქერქქვეშ, წარმოადგენს მიწის თხევად მდგომარეობაში ყოფნის დროიდან შემორჩენილ გაუცივებელ მთლიან მასას და ქერქში იჭრება ან ზედაპირზე ამოდის მიწის გაცივება-შეკუმშვისა და ქერქის დანაოქება-დაწყვეტის შედეგად, რადგან ქერქი აწეება მას და განდევნის ნაპრალებსა და სუსტ ადგილებში (იხ. კონტრაქციის ჰიპოთეზა). ამჟამად ეს აზრი უარყოფილია, რადგან სეისმური მონაცემებით მტკიცდება, რომ მიწის ქერქქვეშ ერთიანი თხევადი მასა არ არის და მანტიაც მყარია, ამავე დროს გაბატონებულია შეხედულება, რომ დედამიწა წარმოშობილია არა გავარვარებული ნისლეულის გაცივებით, არამედ მეტეორიტების ერთად შეერთებით, თავიდანვე ცივი იყო, ახლა თბება და მისი შიგა მასები მთლიანად არასდროს არ ყოფილა გამდნარი.

ამჟამად მავმის წარმოშობისა და ადგილის შესახებ არსებობს სამი ძირითადი აზრი. ერთის მიხედვით, მავმა წარმოშობილია ქვედა მანტიიდან ან მიწის გულიდან ზომდინარე ცხელი აირების მოქმედებით მიწის მყარ მასებზე, რადგან თავის გზაზე ისინი აღნობს ამ მასებს, აირები კი წარმოქმნილია სიღრმეში ძალაღი ტემპერატურის, წნევის, ბირთვული რეაქციებისა და სხვა ფიზიკურ ქიმიური პროცესების გავლენით ნივთიერებათა დეგაზაციის შედეგად. ამიტომ მავმური კერა ერთიანი კი არა, რამდენიმეა და მოთავსებულია აღნიშნული აირების სავალ გზებზე — ქერქში ან ზედა მანტიაში. მიწაში ნივთიერებათა დეგაზაციას მართლაც აქვს ადგილი, მაგრამ საეჭვოა, რომ ამ გზით გამოყოფილ აირებს შეეძლოს ნივთიერებათა გადნობა და მავმის წარმოქმნა.

მეორე აზრით, მავმა წარმოშობილია რადიოაქტიურ ნივთიერებათა დაშლით გამოყოფილი სითბოთი მიწის მასების გადნობით და მოთავსებულია იქ, სადაც ეს ნივთიერებები ქარბად არის თავმოყრილი. ეს იმას ნიშნავს, რომ მავმური კერა მრავალია და შეიძლება იყოს მიწის ქერქშიაც. არც ეს აზრია საფუძველს მოკლებული, რადგან ამ გზით მართლაც გამოიყოფა დიდძალი სითბო, ქანები მას ცუდად ატარებს და ხელს უწყობს გაბოყოფის ადგილებში დაგროვებას, მაგრამ ზოგიერთების აზრით, რადიოაქტიურ სითბოს თავისთავად არ შეუძლია მავმის წარმოქმნა, რადგან მას ხელს უშლის დიდი წნევა.

ამიტომ უფრო მიღებულია მესამე შეხედულება, რომლის მიხედვითაც რადიოაქტიური სითბო წარმოადგენს მაგმის წარმოშობის წინაპირობას, მაგმის წარმოქმნას კი იწვევს მიწის ძლიერ გახურებულ უბნებში წნევის შეკვეთრი შემცირება, რადგან ამ დროს იმ ადგილებიდან ერთბაშად თავისუფლდება დაგროვილი დიდძალი სითბო, იქრება მცირე წნევის არეში და აღნობს ქანებს. წნევის შემცირება ხდება მიწის ქერქის დანაოქება-დაწყვეტის შედეგად. ამას ადგილი აქვს ქერქის მთელ სისქეზე ან მის გარკვეულ სიღრმემდე, ამიტომ მაგმური კერა შეიძლება წარმოიშვას როგორც ქერქში, ისე ზედა მანტიაშიც, მაგრამ იმ სიღრმეზე, სადაც ტემპერატურა საკმარისია ქანების გასადნობად (60 კმ-ის ქვევით) და წნევა შემცირებულა, ე. ი. დარღვეულია ნივთიერებათა თერმოდინამიკური წონასწორობის პირობები. ეს ძირითადად ხდება მთიან, ე. ი. ქანების დაწყვეტა-დანაოქების რაიონებში. ამავე დროს აქ რადიოაქტიურ სითბოს ემატება დრესვის სითბოც. ამიტომ არის, რომ ვულკანები გავრცელებულია ახალგაზრდა მთების ზოლში და იქ ხშირია მიწისძვრებიც.

მაგმის რიცხვი. მაგმური ქანების შემადგენლობის მიხედვით უნდა არსებობდეს ოთხი ტიპის მაგმა: მჟავე, საშუალო მჟავე, ფუძე და ულტრაფუძე. მაგრამ ყველა ამ შეხედულებას არ იზიარებს, რადგან ფიქრობენ, რომ ესენი წარმოადგენს ერთი (ბაზალტური) ან ორი (გრანიტული და ბაზალტური) მაგმის დიფერენციაციის პროდუქტებს. დღეს უფრო მეტად აღიარებენ ერთი-ბაზალტური მაგმის არსებობას, რადგან ბაზალტური ქანები ძლიერ დიდ ფართობზეა გავრცელებული (მათ შორის მთვარეზედაც). თანაც ხშირად, ერთსა და იმავე გაცივებულ მაგმურ კერაში გვხვდება ერთიმეორეში გარდამავალი სხვადასხვა შემადგენლობის ქანები (ტაგილის გაბროული მასივი ურალზე და სხვ.). ეს არ არის საკვირველი, რადგან გაცივებამდე მაგმაში მიმდინარეობს გრავიტაციული და კრისტალიზაციური დიფერენციაცია — SiO_2 -ით ლარიბი, მძიმე ფუძე და ულტრაფუძე (ბაზალტური) მასები ქვევით ეშვება, ამ ნივთიერებით მდიდარი, მსუბუქი-საშუალო მჟავე და მჟავე (გრანიტული) მასები კი ზევით ექცევა და თუ ამოფრქვევა მაგმის წარმოქმნის დიდი ხნის შემდეგ მოხდა, ან ამოფრქვევათშორის დიდი დრო გადის, მაშინ, ცხადია, ჯერ ამოიფრქვევა მჟავე მასები და შემდეგ ფუძეები, ან ამათ შორის გარდამავლები. ამიტომ, ასეთ პირობებში, ბუნებრივია, რომ ერთი და იგივე ვულკანი სხვადასხვა დროს სხვადასხვა შემადგენლობის ლავას აფრქვევდეს.

მაგმატოზმის მიზეზები. მაგმატიზმის მიზეზად თვლიდნენ ზღვის წყალს, რადგან ფიქრობდნენ, რომ ეს წყალი ნაპრალების საშუალებით ჩადის მიწის ღრმა ზონებში, ორთქლდება და იწვევს აფეთქებას (როგორც

ჩანს, ზოგჯერ ეს მართლაც ასე ხდება). მაგრამ შემდეგ გამოიკრევა, რომ ზოგიერთი ვულკანი ზღვას დაცილებულია ასეული და მეტი კილომეტრობით (აფრიკის ვულკანი კენია 1 000 კმ-ით) და ზღვის წყალი არაფერ შუაშია, ამასთან ვულკანები დაკავშირებულია მთებთან. ამჟამად კოითვლიან, რომ მაგმის ზევით ამოსვლას იწვევს ჰიდროსტატიკური წნევა; აირების მოწოლა და აირების გამოყოფასთან დაკავშირებული ადი-აბატური გაფართოება. ეს აზრი საკმაოდ დამაჯერებელია, რადგან ლ. კ. გ რ ე ი ტ ო ნ ი ს გამოთვლა გვიჩვენებს, რომ 9,4% აირების შემცველი მაგმის 40 კმ სიღრმიდან ზედაპირზე ამოსვლისას მისი ძოკულობა იზრდება 1 155-ჯერ და გაფართოება იწყება 5 კმ სიღრმეზე.

მაგმატიზმის ზიანი და გეოლოგიურ-პრაქტიკული მნიშვნელობა. ზოგიერთი ვულკანის ამოფრქვევის ენერგია 40 ტრილიონ კილოვატს აღემატება, წნევა კი 3 000 ატმოსფეროს აღწევს. ამიტომ მას დიდი ზიანი მოაქვს. არაზუსტი ცნობებით ვულკანიზმის შედეგად ჩვენს პლანეტაზე დღემდე მთლიანად განადგურებულია ასამდე დიდი და პატარა ქალაქი, 1 000-ზე მეტი დაბა-სოფელი, დაღუპულია ნახევარ მილიონზე მეტი კაცი. მარტო ვულკან ლაკის (ისლანდია) 1783 წლის ამოფრქვევისას გაწყდა 10 ათასზე მეტი რქოსანი საქონელი, 27 ათასი ცხენი, 180 ათასი ცხვარი და 9 ათასი ადამიანი, რაც ისლანდიის იმდროინდელ მცხოვრებთა 20%-ს შეადგენს. ვულკანიზმის წინააღმდეგ ჯერ-ჯერობით მიმართავენ მხოლოდ ლავის დაბობმვას, რადგან იგი აქტუალურად მას და არ აძლევს საშუალებას მიაღწიოს დასახლებულ პუნქტამდე.

მაგრამ მაგმატიზმს დიდი სარგებლობაც მოაქვს, რადგან ამ გზით წარმოიქმნება ყველა მაგმური ქანი, რომელსაც მიწის ქერქში დიდი ადგილი უკავია (88,4%) და ფართოდ გამოიყენება სამშენებლო საქმეში. მაგმური წარმონაქმნია აგრეთვე ლითონების თითქმის ყველა საბადო და არალითონიან წიაღისეულთა მნიშვნელოვანი ნაწილი (გოგირდი, -ბორის ანჰიდრიდი, ქარსები, კეთილშობილი ქვები, მინერალური, სამკურნალო და სამრეწველო წყლების გარკვეული ნაწილი, ცხელი აირები, ორთქლი და ა. შ.). ბევრ რაიონში ცხელ აირებსა და ორთქლს იყენებენ კიდეც, როგორც ენერჯის წყაროს (მსოფლიოში პირველი ასეთი გეოთერმოელექტროსადგური ააგეს იაპონიაში. იქ ამჟამად მუშაობს 10, 11 და 20 ათასი კვტ სიმძლავრის სამი სადგური, საბჭოთა კავშირში კი გეოთერმოელექტროსადგური ააგეს 1965 წელს კამჩატკაზე, მდ. პაუეტის ხეობაში. იგი 5 000 კვტ სიმძლავრისაა და მუშაობს 170°C-იანი ორთქლისა და წყლის ნარევით), აგრეთვე სუფრის მარილის, ნიშადურისა და სხვა ნივთიერებათა მისაღებ ნედლეულად.

ამავე დროს, მაგმატიზმი გვიჩვენებს, რომ მიწის სიღრმეში არის მალალი

ტემპერატურა და იქ მიმდინარეობს ატომგულური ან სხვა მძლავრი პროცესები, რომლებიც იწვევს მიწის უზარმაზარი მასების გადაადგილებას, თანაც ნაწილობრივ გვამცნობს ამ მასების ქიმიურ შემადგენლობასა და აგრეგატულ მდგომარეობას.

მინისძვრები

ზოგადი ცნობები მიწისძვრის შესახებ. მიწისძვრა ეწოდება მიწის უეცარ, ბუნებრივ გაქანებას. მას ბერძნულად სეისმი ჰქვია (ბერძნ. "სეისმოს" — რყევა, მიწისძვრა). ამიტომ მიწისძვრის შემსწავლელ მეცნიერებას სეისმოლოგიას უწოდებენ. გამომწვევი მიზეზების მიხედვით არჩევენ ენდოგენურ და ეგზოგენურ მიწისძვრებს. არის ტექნოგენური, ანუ ადამიანის მოქმედებით წარმოქმნილი მიწისძვრებიც (ქვემეხის გასროლა, კლდეების აფეთქება, მატარებლისა და მძიმედ დატვირთული მანქანების გავლა და სხვ.), მაგრამ იგი ხელოვნურია და მიწისძვრად არ თვლიან.

ენდოგენურ მიწისძვრებს ეკუთვნის: ტექტონიკური და ვულკანური მიწისძვრები, ეგზოგენურს კი: კარსტული მღვიმეებისა და მიტოვებული გვირაბების ქერის ჩამოქცევით, მეწყრებისა და ზღავების ჩამოწოლით, მეტეორიტებისა და მეხის ჩამოვარდნით, ჩანჩქერების ფუძეში წყლის დაცემით და სხვა ამგვარი მიწის გაქანებები. ტექტონიკური მიწისძვრები გამოწვეულია მიწის ღრმა ფენებში მასების გადაადგილებით, ვულკანური მიწისძვრები — სადენი არხის კედლებზე მაგმური აირების აფეთქებითი ბიძგებითა და ვულკანქვეშა სიციარიელების ჩამოქცევით, ეგზოგენური მიწისძვრები კი — უმთავრესად დენუდაციური პროცესებით, ამიტომ მას ზოგჯერ დენუდაციურ მიწისძვრებსაც უწოდებენ.

ყველაზე სუსტი (6 — 7 ბალამდე, გავრცელება-ერთეული და ათეული კილომეტრები) და იშვიათია (ყველა მიწისძვრის 1%-მდე) ეგზოგენური მიწისძვრები, საშუალო ადგილზეა ვულკანური მიწისძვრები (4 — 5%, 8 ბალამდე, გავრცელება — ზოგჯერ ასეული კილომეტრები, ბიძგთა რაოდენობა — ზოგჯერ ასეულები), ხოლო ყველაზე ხშირი (95%-მდე) და ძლიერია (ზოგჯერ 12 ბალი) ტექტონიკური მიწისძვრები, ამავე დროს იგი ხშირად მეორდება. ამიტომ მიწისძვრებში ჩვეულებრივ ტექტონიკურ მიწისძვრებს გულისხმობენ.

საბჭოთა მკვლევარების — ს. მედვედევისა და ნ. შებალინის უახლესი მონაცემებით, ჩვენს პლანეტაზე ყოველწლიურად ხდება: 1 — 2 კატასტროფული (M — 8); 15 — 20 — რეგიონალური მას-

შტაბის ძლიერი (M — 7); 100 — 150 — ლოკალური მასშტაბის ძლიერი (M—6); 750 — 1000 — ლოკალური მასშტაბის საშუალო სიძლიერის (M — 5); 5000 — 7000 — ადგილობრივი სუსტი (M — 4) და ასეულათასობით უფრო სუსტი მიწისძვრები. ეს იმას ნიშნავს, რომ არ არის ისეთი წუთი, რომ სადღაც მიწა არ იძვროდეს. მაგრამ ზოგან იგი იშვიათი და სუსტია (რუსეთის ვაკე, ციმბირის დაბლობი, კანადა, ბრაზილიის პლატო, აფრიკის მეტი ნაწილი და სხვ.), ზოგან კი — ხშირი და ძლიერი (იაპონია, კამჩატკა, შუა აზია, კავკასია, ალპები, კორდილიერები და სხვა ახალგაზრდა მთიანი რაიონები). პირველს ასე ი ს მ უ რ ი (უმიწისძვრა), ხოლო მეორეს ს ე ი ს მ უ რ ი (მიწისძვრებიანი) მხარე ჰქვია. საქართველო უკანასკნელს ეკუთვნის.

ადგილს, სადაც მიწისძვრის გამომწვევი მოძრაობა ხდება, მიწისძვრის კერა, ფოკუსი, ანუ ეპიცენტრი ჰქვია (ბერძნ. „ჰიპო“ — ქვედა); მიწის ზედაპირზე მის ზემოთ მდებარეს — ეპიცენტრი (ბერძნ. „ეპი“ — ზე); უკანასკნელის დიამეტრალურს — ანტიეპიცენტრი; მანძილს ეპიცენტრიდან ეპიცენტრამდე — კერის სიღრმე; ეპიცენტრიდან დაკვირვების სადგურამდე — ეპიცენტრული მანძილი. იგი იზომება კილომეტრებით ან გრადუსობით. ეპიცენტრი და ეპიცენტრი შეიძლება იყოს ფართობული (ყოველმხრივ თითქმის ერთნაირი ზომის) და ხაზობრივი.

ეპიცენტრის სიღრმის მიხედვით არჩევენ 4 ტიპის მიწისძვრას: ზედაპირულს (10 კმ-მდე), ნორმალურს (10—60 კმ), შუალედურსა (60—300 კმ) და ღრმა ფოკუსიანს (300—800 კმ-მდე). უკანასკნელი აღმოჩენილია მიმდინარე საუკუნის 20—30-იან წლებში წყნარი ოკეანის პერიფერიებზე, ამჟამად კი ცნობილია პამირზე. ჰინდუკუშში, ჰიმალაიზე, მალაის არქიპელაგზე, ატლანტის ოკეანესა და თითქმის ყველა კონტინენტზე.

ყველაზე მეტად დამაზიანებელია ზედაპირული და ნორმალური მიწისძვრები, რადგან მათი კერა ზედაპირთან ახლოს არის და მოძრაობა დიდ ფართობზე არ ვრცელდება. ამიტომ მათ ადგილობრივი მიწისძვრებს უწოდებენ. ასეთია მიწისძვრების თითქმის ნახევარი. ზოგი მიწისძვრა ასეულათას კმ² მოიცავს, ზოგი კი მთელ დედამიწაზე ვრცელდება. პირველს შორსმწვდომი, ხოლო მეორეს — მსოფლიო მიწისძვრა ჰქვია. მეტწილად ასეთია ღრმაფოკუსიანი მიწისძვრები.

მიწისძვრა ვრცელდება ყველა მიმართულებით დრეკადი ტალღების სახით, ისე როგორც ბგერა. ეს ტალღები წარმოიქმნება ეპიცენტრში. მათ სეისმური ტალღები ჰქვია. ამ ტალღებში ნაწილაკები მოძრაობს სივრცეში და განივი მიმართულებით ისე, როგორც რეზინის

ზონრის ნაწილაკები ზონრის გაწელვა-მოშვებისა და შვეკლი რყევისას. ამიტომ არჩევენ ორი ძირითადი სახის სეისმურ ტალღებს: სიგრძივსა— P (ლათ. „პრიმა“—პირველი) და განივს—S (ლათ. „სეკუნდა“—მეორე).

პირველი ბევრად ჩქარია მეორეზე. ამიტომ $\frac{U_p}{U_s} = 1,73$.

სეისმური ტალღები ყველაზე სწრაფად ვრცელდება მკვრივ (მაგ. მური, მეტამორფული) ქანებში და შრეებრიობის გასწვრივ, ყველაზე ნელა — რბილ, ფხვიერ ქანებში და შრეების დაქანების მიმართულებით. მაგრამ ფხვიერი და სუსტად შეცემენტებული ქანები (ალუვიონი, დელუვიონი და სხვ.) უფრო მეტად რეაგირებს მიწისძვრას, ვიდრე მკვრივი ქანები, რადგან ამ დროს მასში წარმოიშობა განსაკუთრებული, დამატებითი რყევა. ამიტომ ფხვიერ ქანებზე აგებული სახლები უფრო მეტად ზიანდება, ვიდრე მკვრივზე.

მიწის ზედაპირზე სეისმური ტალღები პირველად ამოდის ეპიცენტრში, რადგან აქამდე მანძილი ყველაზე მკაცრია. ამიტომ მიწისძვრაც აქ ყველაზე ძლიერი და მოძრაობა ვერტიკალურია (იყო შემთხვევა, როდესაც მიცვალბულები ამოყარა ზეით), მისგან დაცილებით კი — დახრილი და იწვევს სხეულების რყევას ან ბრუნვას. მიწის იმ ფართობს, რომელზედაც ვრცელდება ადამიანისათვის საგრძნობი მიწისძვრა პ ლ ე ი ს ტ ო ს ე ი ს ტ უ რ ი არე ჰქვია.

ეპიცენტრში ამოსვლისას სეისმური ტალღები წარმოშობს ისეთ ტალღებს, როგორსაც ქვა წყალში ჩაგდების დროს. ამ ტალღებს ზ ე დ ა პ ი რ უ ლ ი ს ე ი ს მ უ რ ი ტ ა ლ ლ ე ბ ი ეწოდება. იგი ვრცელდება მხოლოდ ჰორიზონტალური მიმართულებით, ყველაზე ნელი და გრძელია და იწვევს სხეულების რყევით ან ბრუნვით მოძრაობას. მათ აღნიშნავენ ასო L-ით (ლათ. „ლონგა“ — გრძელი).

დახრილი ტალღები ზედაპირზე ამოსვლისას ირეკლება და ისევ მიწის სიღრმეში ბრუნდება, რადგან ამ მიმართულებით უფრო ადვილად მოძრაობს (მასების მეტი სიმკვრივის გამო), ვიდრე ჰაერში. იგი შეიძლება რამდენჯერმე გადატყდეს. ამ ტალღებს ა ნ ა რ ე კ ლ ი ს ე ი ს მ უ რ ი ტ ა ლ ლ ე ბ ი ჰქვია. ერთხელ გადატყეხილი სიგრძივი ტალღის სიმბოლოა PP, ორჯერადის—PPP, განივის (შესაბამისად) — SS; SSS და ა. შ.

მიწის ზედაპირის მთელ რივ ადგილებში სეისმური ტალღები ერთდროულად ამოდის და ერთნაირი სიძლიერისაა. ხაზებს, რომლებიც რუკაზე აერთებს მიწის ზედაპირზე სეისმური ტალღების ერთდროული ამოსვლის წერტილებს, ეწოდება ჰ ო მ ო ს ე ი ს ტ ე ბ ი (ბერძნ. „ჰომოს“ — ერთნაირი), ერთნაირი სიძლიერის წერტილების შემაერთებელს—ი ზ ო ს ე ი ს ტ ე ბ ი (ბერძნ. „იზოს“ — თანაბარი), ქანებში სეისმური ტალღების მოძრაობის მიმართულების მაჩვენებელს კი—ს ე მ ს უ რ ი ს ხ ი ვ ე ბ ი. ერთნაირი

შემადგენლობისა და აგებულების სხეულებში ჰომოსეისტები და იზოსე-
ისტები წრეებია, დედამიწაზე კი — მრუდი, კონცენტრული ხაზები. მიწის-
ძვრის კერის ზედაპირთან ახლო მდებარეობისას მათ შორის მანძილი
6 — 30 კმ-ია და სიღრმის მატების შესაბამისად იზრდება, ტალღების
გავრცელების მანძილი კი დამოკიდებულია მიწისძვრის ძალაზე.

მიწისძვრის ძალა. მიწისძვრის ძალა ეწოდება მიწისძვრის დროს
მიწის ზედაპირზე გამოვლენილი ენერჯის რაოდენობას. იგი ჰიპო-
ცენტრში ბევრად მეტია, ვიდრე ეპიცენტრში და მისგან დაცილებულ
ადგილებში. ამიტომ მიწის ზედაპირზე მისი სიდიდე დამოკიდებულია
ჰიპოცენტრის სიღრმეზე და ეპიცენტრიდან დაცილებაზე. ამ თვალსა-
ზრისით არჩევენ სამი სახის მიწისძვრას: მ ი კ რ ო, მ ა კ რ ო და მ ე -
გ ა ს ე ი ს მ ს. პირველს აღრიცხავს მხოლოდ უგრძობიერესი ხელსაწყო,
მეორეს გრძობს ყველა ადამიანი, მესამე კი იწვევს შენობების ნგრევასა
და დეფორმაციებს მიწის ქერქსა და ზედაპირზე.

მიწისძვრის ძალას ზომავენ ბალებით. ბალი პირობითი ერთეულია
და ისაზღვრება მიწის ქერქში და ზედაპირულ საგნებზე მიწისძვრის მო-
ქმედების შედეგების მიხედვით. საამისოდ შემოღებულია სპეციალური,
ე. წ. ს ე ი ს მ უ რ ი ს კ ა ლ ა. საგნებზე მიწისძვრის მოქმედების მი-
ხედვით პირველად ასეთი სკალა შეადგინა იტალიელმა კარტოგრაფმა
ი. გ ა ს ტ ა ლ მ ა 1564 წელს. შემდეგ ყველაზე მეტი პოპულარობით
სარგებლობდა იტალიელი მ. რ ო ს ი ს ა და შვეიცარიელი ფ. ფ ო -
რ ე ლ ი ს მიერ 1873 წელს შედგენილი ამგვარივე ხასიათის, მაგრამ
უფრო დეტალური 10-ბალიანი სკალა, 1912 წლიდან კი — იტალიელი
სეისმოლოგების: დ. მე რ კ ა ლ ი ს, ა. კ ა ნ კ ა ნ ი ს ა და ა. ზ ი ბ ე რ გ ი ს
მიერ ანავე საფუძველზე აგებული, მაგრამ 12-ბალიანი სკალა „მკზ“. 1917 წელს იგი მიიღო მიწის წიაღის ფიზიკისა და სეისმოლოგიის სა-
ერთაშორისო ასოციაციამ და ევროპაში უმთავრესად იყენებენ დღესაც.

მაგრამ ყველა ეს სკალა მეტად სუბიექტური იყო. ამიტომ 1904
წელს ა. კ ა ნ კ ა ნ მ ა წამოაყენა წინადადება — მიწისძვრის ძალა განე-
საზღვრათ მიწისძვრის დროს ნიადაგის ნაწილაკების რყევის სიხშირის
მიხედვით. ს. ვ. მ ე დ ვ ე დ ე ვ მ ა საამისოდ შექმნა სპეციალური
სეისმომეტრი დრეკადი სფერული ქანქარით, რომლის პერიოდი, რყე-
ვების ჩაქრობისას, დაახლოებით ისეთივეა, როგორც ჩვეულებრივი
ტიპის სახლში ($T = 0,25$ წმ). აღმოჩნდა, რომ 2,5 მმ/წმ-ზე
ნაკლები სიხშირის რყევას ადამიანი ვერ გრძობს, 12-ბალის
დროს კი რყევა 5 000 მმ/წმ-ზე მეტია. ამ საფუძველზე საბ-
ჭოთა კავშირში შეადგინეს და სტანდარტიზაციის საკავშირო
კომიტეტმა, როგორც დოკუმენტი დაამტკიცა შესაბამისი სკალა
(ცხრ. 3), რომელშიც მოცემულია: მიწისძვრის სახელები, ძალა ბალებით
(F), მათი შესაბამისი ნიადაგის ნაწილაკების აჩქარება, მმ/წმ²-ით (a)
და სიმძიმის ძალის აჩქარების ნაწილებში (g), აგრეთვე მიწისძვრისას

ალნიშნული სეისმოგრაფის ქანქარის მაქსიმალური გადაადგილება, მმ-ობით (X₀).

ცხრილი 3

ჩეხოსლოვაკია ინსტრუმენტული დაკვირვებების მიხედვით

მიწისძვრის სახელი	ძალა, ბალებით (F)	ნიადაგის ნაწილაკთა აჩქარება, მმ/წმ ² (ა)	ნიადაგის ნაწილაკთა აჩქარება სიმძიმის ძალის აჩქარების ნაწილებით (ა')	ქანქარის მაქსიმალური გადაადგილება, მმ-ობით (X ₀)
შუემჩნეველი	1	2,5	0,0002	—
ძლიერ სუსტი	2	2,6—5	0,0005	—
სუსტი	3	6—10	0,001	—
ზომიერი	4	11—25	0,002	0,5
საკმაოდ ძლიერი	5	26—50	0,005	0,5—1
ძლიერი	6	51—100	0,01	1,1—2
მეტად ძლიერი	7	101—250	0,02	2,1—4
დამანგრეველი	8	251—500	0,05	4,1—8
გამანადგურებელი	9	501—1000	0,10	8,1—16
ამაოხრებელი	10	1001—2500	0,25	16,1—32
კატასტროფული	11	2501—5000	0,50	32
ძლიერ კატასტროფული	12	5000	0,50	—

ამ სკალას იყენებდნენ უკანასკნელ დრომდე, მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ მასში აუცილებელია ნაჩვენები იყოს აგრეთვე მიწისძვრის დროს საგნების დაზიანებაზე ჩატარებული დაკვირვებების შედეგებიც. ამის შესაბამისად, სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტმა, კერძოდ ს. ვ. მედვედევა 1952 წელს შეადგინა და 1953 წლის იანვრიდან ჩვენში ფართოდ გამოიყენება 12-ბალიანი სეისმური სკალა ГОСТ 6249 — 52. იგი აგებულია სპეციალური სეისმოგრაფის მექანიკური ჩანაწერების მონაცემებზე (მისი საკუთარი რყევის პერიოდია 25 წმ), შენობათა დაზიანების ხარისხის, გრუნტის დეფორმაციის, ხმელეთისა და გრუნტის წყლების რეჟიმის ცვლილებებისა და მიწისძვრით გამოწვეული სხვა მოვლენათა დაკვირვებებზე. ამავე დროს, სეისმოგრაფების თვალსაზრისით სახლები დაყოფილია სამ—A, B, C ჯგუფად. A ჯგუფში შედის ნატეხი ქვებით, ალიზითა და ბზით ნაგები სახლები, B ჯგუფში — აგურისა და პანელური ტიპის მსხვილბლოკური სახლები, C ჯგუფში კი — კარკასულ-რკინა-ბეტონიანი და ხის კარგად ნაგები სახლები. ეს სკალა შემოკლებული სახით მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ხაბჭოთა კავშირში აშკამად მოქმედი ხეისმური სკალა (შემოკლებულად)

ბალი	მიწისძვრის დასახელება	მიწისძვრის მოქმედების მოკლე დახასიათება	მიწის ნაწილ-აკების არქარება ზედაპირზე, მმ/წმ ² (X ₀)
1	2	3	4
1	მიკროსეისმი	მელანდებდა მხოლოდ სეისმური ხელსაწყოებით	2,5
2	ძლიერ სუსტი	ადამიანები გრძნობენ იშვიათად	2,5—5
3	სუსტი	ძლიერ შესაგრძნობია	5—10
4	ზომიერი	კარები ზანზარებს, დაკიდებული ნივთები ირყევა	10—25
5	საგრძნობი	ხახლში მყოფი ყველა ადამიანი გრძნობს, მძინარი იღვიძებს, ქანქაროანი საათი ჩერდება	25—50
6	ძლიერი	ყველა გრძნობს, მათ შორის გარეთაც, სახლში ბათქაში და საგნები ცეევა, სახლები მსობუქად ზიანდება	50—100
7	მეტად ძლიერი	კედლებში ჩნდება ნაპარალები, საკვამლე მძლები იშლება	100—250
8	დამანგრეველი	კუდად ნაგები სახლები იშლება, არის პანიკა	250—500
9	გამანადგურებელი	ზოგიერთი ხახლი მთლიანად იშლება, ზოგი მნიშვნელოვნად ზიანდება	500—1000
10	ამაობრებელი	მრავალი სახლი იშლება, მიწის ქერქში ჩნდება ნაპარალები, მთებში — ზეავეები, მეწყერები	1000—2500
11	კატასტროფული	ქვის ნაგებობები, ნიდების ბურჯები, კაშხლები მთლიანად იშლება, მიწის ქერქში ჩნდება ფართო ნაპარალები, მსხვერპლია	2500—5000
12	ძლიერ ფული კატასტროფული	ყოველგვარი ნაგებობა იშლება, დიდი მსხვერპლია	> 5000

ზოგიერთები შეეცადნენ აგრეთვე შეედგინათ აბსოლუტური სკალა. ე. ი. მიწისძვრის ძალა განესაზღვრათ მის ქერაში გამოყოფილი ენერჯის აბსოლუტური სიდიდით ერგებში (1 ერგი = 1 დინ/სმ-ს, ე. ი. ძალას, რომელიც 1 გ მასას წაშში ანიჭებს 1 სმ წმ² არქარებას). ერთ-ერთი ასეთი სკალა შეადგინეს ამერიკელმა (აშშ) სეისმოლოგებმა ბ. გუტენბერგმა და კ. რიხტერმა. ამასთან ტერმინი „ძალის“ ნაცვლად შემოიღეს ცნება „მიწისძვრის ინტენსივობა“ — „მაგნიტუ-“

და“ (M). იგი იზომება ეპიცენტრიდან პირობითად 100 კმ ზე მოთავსებული სეისმოგრაფების მეშვეობით ნიადაგის ნაწილაკების მაქსიმალური გადაადგილების სიდიდის მიხედვით. ფაქტიურად მაგნიტუდა არის მიწისძვრისას ნაწილაკთა გადაადგილების ამპლიტუდის (A) სტანდარტული მიწისძვრისას მიწის ნაწილაკთა გადაადგილების ამპლიტუდასთან (A¹) შეფარდების ლოგარითმი $(M = \lg \frac{A}{A^1})$. აღნიშნულმა მკვლევარებმა მაგნიტუდის მიხედვით მიწისძვრები დაყვეს 9 ჯგუფად, საიდანაც 1 ჯგუფი ყველაზე სუსტია და მე-9 ყველაზე ძლიერი.

მიწისძვრის კერაში გამოყოფილი ენერგიის განსაზღვრისათვის არსებობს რამდენიმე ხერხი, მაგრამ ყველაზე ადრეულთაგან ერთ ერთია ბ. გოლიცინის ფორმულა — $E = H^2PV \frac{a}{T}$, სადაც E არის ენერჯია;

V — სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე;

P — მიწის ზედა შრეების სიმკვრივე;

a — ქანქარის გადაადგილების ამპლიტუდა;

T — რყევის პერიოდი. ამ გზით დადგენილია, რომ მიწისძვრის დროს გამოყოფილი ენერგიის რაოდენობა ცვალებადობს 10¹⁰-დან (მაგნიტუდა 1, ბალი 1) 10²⁶ ერგამდე (მაგნიტუდა 9, ბალი 12), რადგან უფრო მეტ ენერგიას ქანების სიმტკიცე ვერ უძლებს. მიწისძვრის ძალის ჩვეულებრივო სკალის ბალების მაგნიტუდაში გადასაყვანად იყენებენ ფორმულას:

$$M = 1,3 + 0,6F,$$

სადაც M მაგნიტუდაა; F — მიწისძვრის ძალა ბალებში.

ამ გზით ცნობილია, რომ 4—5 ბალიანი მიწისძვრის ენერჯია უდრის 10¹⁵ ერგს; 5—6 ბალიანის — 10¹⁷ ერგს; 6—7 ბალიანის — 10¹⁹ ერგს; 7—9 ბალიანის — 10²¹ ერგს; 9—11 ბალიანის — 10²³ ერგს; 11—12 ბალიანის — 10²⁵ ერგს; ლისაბონის 1755 წლის მიწისძვრის დროს გამოიყო 7 · 10²⁷ ერგი ენერჯია; ასამის (ინდოეთი) 1950 წლის მიწისძვრისას — 3 · 10²⁷ ერგი ენერჯია; ქებინის (ალმა-ათა) 1911 წლის მიწისძვრის დროს კი — 4,1 · 10²⁴ ერგი ენერჯია, რაც, ცნობილი საბჭოთა სეისმოლოგის პ. მ. ნიკიფოროვის გამოთვლით, უდრის საბჭოთა კავშირის უდიდესი ელსადგურის — „დნეპრპრესის“ 32 წლის განუწყვეტელი მუშაობისას გამოყოფილ ენერჯიას. მისივე აზრით, იმ დროს იქ შეათედ წამებში გამოიყო იმდენი ენერჯია, რაც უდრის 20 მლრდ 800 მლნ ისეთი ქვემეხის ერთდროული ზალპით გამოყოფილ ენერჯიას, სადაც თითოეულ ქვემეხს ტონიანი ყუმბარა შეუძლია ატყორცნოს 25 კმ სიმაღლეზე. ახლა ცნობ.

ბილია ისიც, რომ 5-ბალიანი მიწისძვრის ენერგია უტოლდება საშუალო ქალიბრის ატომური ბომბის ენერგიას, ძლიერი მიწისძვრის ენერგია — 150 მლრდ ცხენის ძალას, ასამის 1950 წლის მიწისძვრისა კი — 100 000 ატომურ ბომბს, თუ ეს ბომბი იქნება ისეთი სიმძლავრის, როგორიც იყო 1945 წელს ხიროსიმას დაბომბვისას.

დაახლოებით 30 წლის წინათ ბ. გუტენბერგმა და კ. რიხტერმა შეადგინეს აგრეთვე სხვა სკალაც. ეპიცენტრში სიძლიერისა და გავრცელების მანძილის მიხედვით, მათ მიწისძვრები დაყვეს 5—A, B, C, D, E კლასად. A და B კლასში მოათავსეს უძლიერესი, ე. ი. მსოფლიო მიწისძვრები, დანარჩენებში კი — უფრო სუსტები. ამ სკალის მიხედვით, A კლასის ძალა ეპიცენტრში 11 — 12 ბალია, მაგნიტუდა — 8-ზე მეტი, ენერგია — 10^{25} ერგი, დანარჩენებში შესაბამისად: B კლასში — 9 — 11; 7,0 — 7,9; 10^{23} ; C კლასში — 7 — 9; 6,0 — 6,9; 10^{21} ; გავრცელების მანძილი — 10 000 კმ; D კლასში — 6 — 7; 5,0 — 5,9; 10^{19} , გავრცელების მანძილი — 5000 კმ, E კლასში კი — 5 — 6; 4,0 — 4,9; 10^{17} , გავრცელების მანძილი — $< 1 000$ კმ. ამგვარ დაყოფას ზოგჯერ დღესაც იყენებენ.

არსებობს აგრეთვე სხვანაირი სკალებიც. მაგალითად, იაპონიაში იყენებენ ფ. ომორის მიერ 1900 წელს შედგენილ და შემდეგ რამდენჯერმე გადაშუშავებულ 7-ბალიან სკალას, რომელშიც ჩვენი 12-ბალიანი სკალის 1 ბალი 0 ბალია, ორი — 1; სამი — 2; ოთხი — 2 — 3; ხუთი — 3; ექვსი — 4; შვიდი — 4 — 5; რვა — 5; ცხრა და ათი — 6; თერთმეტი და თორმეტი — 7.

1963—1964 წლებში ს. მედვედევმა (სსრკ), ვ. შპონხოიერმა (გდრ) და ვ. კარნიკმა (ჩეხოსლოვაკია) შეიმუშავეს საერთაშორისო 12-ბალიანი სეისმური სკალის პროექტი („მშკ-64“), რომელიც ახლოს დგას საბჭოთა კავშირში მოქმედ სკალასთან. საერთაშორისო ორგანიზაციის „იუნესკოს“ სეისმოლოგიისა და სეისმური მშენებლობის კომისიის 1964 წლის თათბირის დადგენილებით იგი რეკომენდებულია ყველა ქვეყანაში დროებით გამოსაყენებლად.

მიწისძვრის შესწავლის მეთოდები და საშუალებები. მიწისძვრებს სწავლობენ უშუალო დაკვირვებებით, ინსტრუმენტებით, სეისმური რუკებითა და გეოლოგიური მონაცემებით.

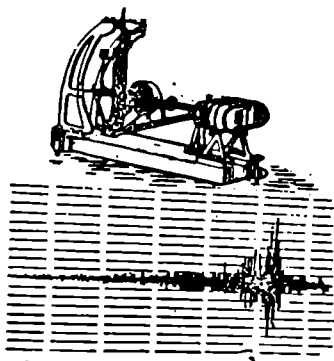
უშუალო დაკვირვებით მიწისძვრას სწავლობენ ამ მოვლენის მიმდინარეობის პროცესში — თვალყურს ადევნებენ მიწისძვრის მსვლელობას, შედეგებს და ა. შ. მაგრამ მიღებული დასკვნების სიზუსტე და-

მოკიდებულია დამკვირვებლის პასუხისმგებლობაზე, გამოცდილებაზე, ცოდნასა და დაკვირვების დეტალობაზე. ამიტომ ერთი და იმავე მიწის-ქვრის მსვლელობაზე სხვადასხვა დამკვირვებლის მიერ მიღებული შთა-ბეჭდილება ხშირად სხვადასხვანაირია.

უფრო ზუსტია ის ტ რ უ მ ე ნ ტ უ ლ ი მ ე თ ო დ ი, ე. ი. მიწისძვრის უესწავლა ხელსაწყოებით. ამ ხელსაწყოებს ს ე ი ს მ ო ს კ ო პ ე ბ ი, ს ე ი ს-მ ო მ ე ტ რ ე ბ ი და ს ე ი ს მ ო გ რ ა ფ ე ბ ი ჰქვია. ისინი მოთავსებულია სპეციალურ შენობებში, რომლებსაც ს ე ი ს მ უ რ ი ს ა დ გ უ რ ე ბ ი ეწო-დება. ამჟამად მსოფლიოში 600-ზე მეტი სეისმური სადგურია. აქედან 100-ზე მეტი საბჭოთა კავშირშია, 41—კავკასიაში, 20 საქართველოში (თბილისი, გორი, ბორჯომი, აბასთუმანი, დუშეთი, ზუგდიდი, 4 ენგურპუისის მახლობლად და ა. შ.). თბილისის სეისმური სადგური მსოფლიოში ერთ-ერთი უძველესია. იგი შეიქმნა 1899 წელს. საბჭოთა კავშირში ორი ჯგუ-ფის სეისმური სადგურია: ტ ე ლ ე ს ე ი ს მ უ რ ი და რ ე გ ი ო ნ ა ლ უ-რ ი. პირველი აღრიცხავს შორეულ მიწისძვრებს (ასეთია თბილისის სად-გური), მეორე—მახლობელს.

ს ე ი ს მ ო ს კ ო პ ი თ ადგენენ მიწის რყევის ხარისხს, მიწისძვრის ხასიათს ზოგად ფორმებში და მი-მართულებას. პირველად იგი გამო-იგონა ჩინელმა ჩ ე ა ნ-ხ ე ნ მ ა 132 წელს. მისი მუშაობის პრინციპი ეძყარებოდა ქანქარის მოძრაობის სიხშირეს. მაგრამ იგი მიივიწყეს და გამოიყენეს XVIII საუკუნეში. შემდეგ თანდათან გააუმჯობესეს და მიიღეს თანამედროვე სეისმო-მეტრები და სეისმოგრაფები. ყვე-ლა მათგანის არსებით ნაწილს წარმოადგენს ქანქარა.

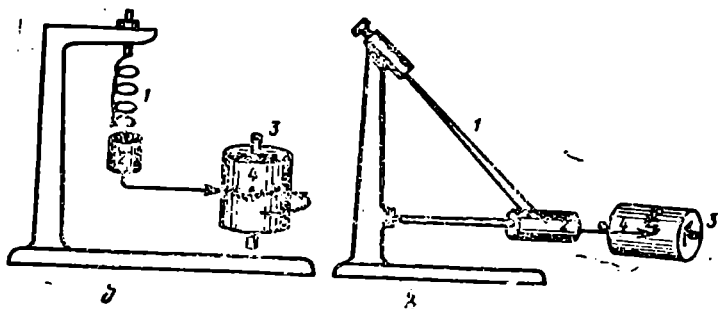
ამჟამად ყველაზე უფრო სრულყოფილია ელექტროსეისმოგრაფი. იგი პირველად შექმნა აკად. ბ. გ ო ლ ი ც ი მ მ ა დაახლოებით 60 წლის წინ და აღნუსხავს 20 ათას კმ-მდე მომხდარ მიწისძვრებს (ნახ. 89). ამ ხელსაწყო-თი აღჭურვილია საბჭოთა კავშირსა და ყველა საზღვარგარეთის ტელესე-ისმური სადგურების მეტი ნაწილი.



ნახ. 89. გოლიცინის სეისმოგრაფი სეისმოგრაფით (ქვევით).

ზოგ სეისმოგრაფში ქანქარა მოთავსებულია ვერტიკალურად, ზოგში—ჰორიზონტალურად. ამიტომ არჩევენ ორი ტიპის სეისმოგრაფს: ვერტიკალურსა და ჰორიზონტალურს (ნახ. 90). ორივე მუშაობს საათის მექანიზმით. მათი მთავარი ნაწილებია: ქანქარა; მისი დასამაგრებელი ღერო; რყევის ჩამწერი კალამი ან სინათლის სხივი და ცილინდრი (დოლი), რომელიც ბრუნავს საათის მექანიზმებით და წინ მიიწევს მარცხნავ. დოლზე დახვეულია ჩვეულებრივი ან ფოტოქალაღი. მასზე კალამი ან სხივი ტოვებს ხაზს—სეისმოგრამას. ყველაფერი ეს დამონტაჟებულია გრუნტში მკიდრად (უძრავად) დამაგრებულ მასიურ საყრდენზე. მშვიდ პერიოდში სეისმოგრამა სწორი ხაზია, მიწისძვრისას—ტეხილი.

ყველა ქანქარა აღნუსხავს მხოლოდ გარკვეული მიმართულების რყევას. ამიტომ სეისმურ სადგურებში დგას სამი სეისმოგრაფი, საიდანაც ორი



ნახ. 90. ვერტიკალური (A) და ჰორიზონტალური (B) სეისმოგრაფები; 1—ჩამოსაკიდი; 2—ტვირთი (ქანქარა); 3—დოლი; 4—სეისმოგრამა.

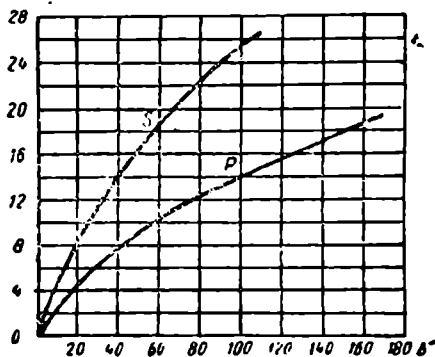
იწერს ჰორიზონტალურ რყევებს, მესამე—ვერტიკალურს. ძლიერი და კატასტროფული მიწისძვრების ჩასაწერად აშუამად საბჭოთა კავშირში იყენებენ საბჭოთა მკვლევარის დ. კირნოსის ელექტროდინამიკურ სეისმოგრაფს. არსებობს სხვა ტიპის სეისმოგრაფებიც. თანამედროვე სეისმოგრაფები უჩვენებს მიწისძვრის დროს, ძალასა და ადგილს.

მიწისძვრის ხანგრძლივობისა და სიძლიერის შესაბამისად სეისმოგრაფის ტეხილი ხაზების მიერ დაკავებული ადგილი დიდი ან პატარაა და ეს ხაზები — გრძელი ან მოკლე. ამიტომ სეისმოგრამა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მიწისძვრის ხანგრძლივობა, ბიძგთა რიცხვი, ამპლიტუდა და ღრვ. სეისმური ტალღების მოძრაობის ხასიათის გასარკვევად ადგენენ

გრაფიკ—გოდოგრაფს (ნახ. 91). ამისათვის კოორდინატთა სისტემის ევრტიკალურ ღერძზე გადაზომვენ დროებს წუთებში. ჰორიზონტალურ-ზე—მანძილებს მერიდიანულ გრადუსებში. გოდოგრაფისა და სიგრაძივ-ვანევი ტალღების მოსვლის დროებს შორის სხვაობის მიხედვით ანგარიშობენ მანძილს ეპიცენტრიდან. ამრიგად, ინსტრუმენტული მეთოდით იგებენ მიწისძვრის დროს, ძალასა და ადგილს.

სეისმური რუკების მეთოდით მიწისძვრების კვლევისას რეგისტრირებული მიწისძვრების ეპიცენტრებს აღნიშნავენ გეოგრაფიულ რუკაზე და ავლებენ იზოისტებს. ასეთი რუკები გვიჩვენებს, თუ სად არის მიწისძვრები ხშირი, ძლიერი და უფრო მეტად მოსალოდნელი. ამ გზით დადგენილია, რომ მიწისძვრების გავრცელება ხაზობრივია. რუკები საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ დედამიწის ზედაპირის სეისმური დარაიონება, ე. ი. გამოვყოთ სეისმურად აქტიური და სუსტი ადგილები და თითოეული მათგანისათვის შევარჩიოთ ნაგებობათა შესაბამისი კონსტრუქციები.

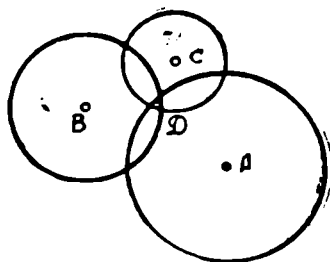
გეოლოგიური მონაცემები კი გვიჩვენებს, თუ დედამიწის რომელი ადგილია ძველი ან ახალგაზრდა, ე. ი. მღვრადი და აქტიურად მოძრავი. იგი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ თუ სად არის მოსალოდნელი მიწისძვრა და სად არა.



ნახ. 91. გოდოგრაფი (S—განივი ტალღა, P—სიგრაძივი ტალღა, Δ —ეპიცენტრული მანძილი მერიდიანულ გრადუსებში).

ეპიცენტრისა და ჰიპოცენტრის ადგილის განსაზღვრა. ეპიცენტრის ადგილის განსაზღვრის მიზნით იყენებენ დანიშვნისა და გოლიცინის მეთოდს. დანიშვნის მეთოდით მუშაობისას საჭიროა გვექონდეს ერთი და იმავე მიწისძვრის სამი სეისმური სადგურის სეისმოგრაფა, გოლიცინის მეთოდით კვლევისას კი—ერთი სეისმური სადგურის სამი მაღალმგრძობიარე სეისმოგრაფის (ორი ჰორიზონტალური, ერთი—ვერტიკალური) ჩანაწერი. აქედან უფრო მარტივია დანიშვნის მეთოდი. ამ მეთოდით მუშაობისას რუ-

კაზე ან გლობუსზე სამივე სეისმური სადგურის ადგილიდან ეპიცენტრულ მანძილს რადიუსით ავლებენ წრეებს და სადაც ეს სამივე წრე ერთმანეთს გადაკვეთს, ეპიცენტრიც იქ არის (ნახ. 92).



ნახ. 92. ეპიცენტრის ადგილის განსაზღვრა დანიშვნის მეთოდით (ABC—სეისმური სადგურებია; D—ეპიცენტრი).

—სხვაობა მოცემულ სეისმურ სადგურში ზედაპირული და სიგრძივი სეისმური ტალღების მოსვლის დროებს შორის, წუთებში.

ჰიპოცენტრის ადგილის განსაზღვრისათვის არსებობს რამდენიმე მეთოდი. აქედან უხეში, მაგრამ ყველაზე მარტივია სახლების კედლებში გაჩენილი ბზარების მიხედვით მისი დადგენა. არკვევენ ამ ბზარების გადახრას მიწის ზედაპირისადმი, აგებენ მათზე მართობებს და ქვევით აგრძელებენ მანამ, სანამ ისინი არ გადაკვეთენ ეპიცენტრიდან დაშვებულ ვერტიკალურ ხაზს. გადაკვეთის ადგილი ჰიპოცენტრია (ნახ. 93).

უფრო ზუსტად ჰიპოცენტრის განსაზღვრავად იყენებენ შემდეგ ემპირიულ ფორმულებს $H = 7 \sqrt{S_2 - S_3}$ და $F = 1,5 + 3 \lg \left(\frac{r^2}{h^3} + 1 \right)$,

სადაც H არის ჰიპოცენტრის მდებარეობის სიღრმე;

S_2 —ეპიცენტრიდან მეორე იზოსეისტიტ შემოსაზღვრული ფართობი; S_3 —მესამე იზოსეისტიტის ასეთივე ფართობი; P—ეპიცენტრში მიწისძვრის ძალა; r— რადიუსი იმ ტერიტორიისა, რომელზედაც მიწისძვრა იგრძნობა.

არსებობს აგრეთვე უფრო რთული და ზუსტი ხერხებიც. ამ გზებით დადგენილია, რომ მიწისძვრების კერების საერთო რიცხვის ნახევარი მო-

ეპიცენტრული მანძილი გამოიანგარიშება ფორმულებით

$$\Delta = (S - P) - 1$$

(ზორეულ მიწისძვრებში) და

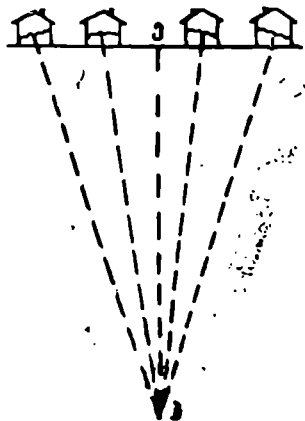
$$V = \frac{l - P}{3}$$

(ახლობელ მიწისძვრებში), სადაც Δ არის ეპიცენტრული მანძილი მეგამეტრებში (1000 კმ); $S - P$ — სხვაობა აღებულ სეისმურ სადგურში განივი და სიგრძივი სეისმური ტალღების მოსვლის დროებს შორის, წთ; $L - P$

რავსებულია 60 კმ სიღრმემდე, დანარჩენები—უფრო ქვევით, კერძოდ: ყირიში—5—40 კმ-მდე (მეტწილად 15—30 კმ); კავკასიაში—უფრო მცირე სიღრმეზე ან 100 კმ-ზეც; შუა აზიაში—უმთავრესად 15—20 კმ-ზე და ა. შ

ზღვისძვრა. ზღვის ფსკერზე მომხდარ მიწისძვრას ეწოდება ზღვის ძვრა. იგი იწვევს გემის სწრაფ აწევ-დაწევას და ისეთ ბიძგებს, როგორსაც გემის დაჯახება წყალქვეშა კლდეზე ან რომელიმე მძიმე, მკურავ სხეულზე. ამ დროს ისმის გემის ნაწილების კრაქუნის და ქვევიდან მომდინარე ყრუ ხმაური. ანდა ირხევა, დაუმაგრებელი საგნები ზევით ხტება და ძირს ცვივა, ადამიანები კარგავენ წონასწორობას, ეცემიან. ტრიუმში ზოგჯერ ძლიერ ზიანდება. ხანდახან წყლის ზედაპირი თუხთუხებს და ზევით ისკრის შადრევნებს, რაც იმას ნიშნავს, რომ ფსკერზე მოხდა ვულკანის აპოფრქვევა.

ზღვისძვრა მეტწილად დაკავშირებულია ზღვის ფსკერის გაწყვეტასთან, ზოგჯერ — წყალქვეშა. ვულკანიზმთან ან წყალქვეშა ზვავმეწყობთან, ხან კი თვითონ იწვევს ამ მოვლენებს. ამავე დროს ზედაპირზე ქმნის უზარმაზარ ტალღებს—ცუნამს. ცუნამი შედგება ერთიმეორის მომყოლ 5—7-მდე ტალღის სერიისგან, საიდანაც ჩვეულებრივ მეორე ან მესამე ტალღა ყველაზე ძლიერია. გაშლილ ოკეანეში ამ ტალღების სიგრძე 100—300 კმ-ია, სიმაღლე — 2—3 მ, სიჩქარე წამში 100—200 მ (საათში 400—800 კმ), მაგრამ ნაპირთან მიახლოებისას — ფსკერის დახრისა და სანაპიროს რელიეფის შესაბამისად, სიმაღლე მატულობს და ზოგჯერ 15—30 მ აღწევს, სიჩქარე კი სწრაფად კლებულობს და 30—70 კმ/სთ-მდე დადის. ამიტომ ცუნამი ღია ზღვაში ნაკლები შესამჩნევია, მაგრამ ნაპირთან ბობოქრობს, იჭრება ხმელეთზე და ყველაფერს სპობს, ხშირად ოკეანის მეორე ნაპირამდეც ვრცელდება და მიწისძვრაზე მეტ ზიანს იწვევს.



ნახ. 93. ჰიპოცენტრის ადგილის განსაზღვრა სახლების კედლების ბზარების მიხედვით (ე-გმრცენტრია, პ — ჰიპოცენტრი).

წყალში სეისმური ტალღების სიჩქარე წამში 1400 მ-ია, ცუნამისა კი — ბევრად ნაკლები. ამიტომ ზოგ შემთხვევაში, ამა თუ იმ ადგილზე სეისმური ტალღების მოსვლიდან ცუნამის მოსვლამდე საათები გადის. სარგებლობენ ამით და სპეციალური იარაღებით წინასწარ იგებენ ცუნამის მო-

ახლოებას, ხალხი ვაკყავთ უსაფრთხო ადგილებში (ზღვის დონიდან 30—40 მ-ით მაღლა) და 1,5—2 საათში არ აძლევენ უკან დაბრუნების უფლებას, რადგან შესაძლოა პირველ ტალღას მეორე და მესამე მოჰყვეს და უფრო ძლიერიც, ამასთან ტალღათშორის ინტერვალი 10—30 წუთს უდრის. თუ ძლიერი მიწისძვრიდან 2 საათში ოკეანემ არ დაიხია და ცუნამი არ წარმოიქმნა, როგორც წესი, შემდეგ იგი აღარ წარმოიშობა.

ზღვისძვრაც ისეთივე სიძლიერის შეიძლება იყოს, როგორც ხმელეთის. მისი ძალის გასაზომად იყენებენ ნ-ბალიან სკალას, მაგრამ იგი ჯერჯერობით სქემატურია.

უძლიერესი მიწისძვრები. ამ მხრივ ყველაზე მეტად საინტერესოა ლისაბონის 1775 წლის, მესინის (იტალია) 1903 წლის, იაპონიის (ტოკიოს) 1923 წლის, ასამის (ინდონეზია) 1950 წლის, გობი-ალტაის (მონგოლეთი) 1957 წლისა და ჩილეს 1960 წლის მიწისძვრები.

ლისაბონის მიწისძვრა დაიწყო 1 ნოემბერს დღის 1 საათზე უძლიერესი გრგვინებით და დამთავრდა იმავე დღესვე. შედგებოდა ბიძგების ორი ჯგუფისაგან, საიდანაც თითოეული გაგრძელდა 8—8 წუთს. მისი ეპიცენტრი იყო ლისაბონის ახლოს, ბისკაის უბის ფსკერზე. მოძრაობა გავრცელდა ევროპაზე 4-ჯერ მეტ ტერიტორიაზე (ნიუიორკშიც იგრძნობოდა, შვეიცარიაში ძლიერ დაზიანა ქ. ბრიგი). გადმოცემილ დასაწყისში მიწა ირწყვოდა წყრთის სიმალლეზე. სახლები საშინელა ზმაურით სკდებოდა. მთაზე უზარმაზარი მონასტერი აკვანივით ქანაობდა 3—4 საათის შემდეგ მიწისძვრა უფრო მძლავრად გამეორდა. ქალაქში ერთბაშად გაჩნდა ხანძარი. შეშინებული ხალხი ზღვის ნაპირს მიაწყდა. ზღვამ უკან დაიხია, ფსკერი გააშიშვლა, შემდეგ 26 მ სიმაღლის ტალღების სახით სამჯერ ეკვეთა ნაპირს, ქალაქში შეიჭრა 15 კმ სიღრმემდე და რასაც მიწვდა, ყველაფერი მოსპო. ნაპირზე გამოიჩნა და დაზიანა ნავსადგურში მდგომი 300-ზე მეტი გემი, საიდანაც ერთი (პოლანდიურა ხომალდი) 18—20 ათას ცენტნერს იწონიდა. მარმარილოს სანაპირო ქუჩა, რომელზედაც ხალხი გემებში ჩასხდომას ელოდებოდა, ხალხიანად ჩაიქცა და ზედ 200 მ-მდე სიღრმის წყალი დადგა. ტალღები მთელ ატლანტის ოკეანეში გავრცელდა, კადისკის უბეში (სამხრეთი ესპანეთი) მისი სიმაღლე 20 მ იყო, მაროკოსთან—6 მ (აქ ერთი სოფელი ნაპრაღში შთაინთქა), მადეირას კუნძულებთან—5 მ, ინგლისის სამხრეთ სანაპიროზე გე-

შები ღუზა: მოსწყვიტა და ზღვაში გატყორცნა. ტალღა გავიდა ატლანტის ოკეანის მეორე ნაპირზე და მარტინიკის, ბარბადოსისა და ცენტრული და ჩრდილო ამერიკის სხვა კუნძულებსაც შეეხო. მიწისძვრამ, ხანძარმა და ტალღებმა ლისაბონის 20 ათასი სახლიდან 15 ათასი დაანგრია-დააზინა, 500 ათასი მცხოვრებიდან 60 ათასი მოსპო, ყველა გემი მწყობრიდან გამოიყვანა. ამოქმედდა ვულკანი ვეზუვი. პომპეის დალუპვის შემდეგ ლისაბონის ტრაგედია ევროპაში უდიდეს კატასტროფად ითვლება.

მესინის 1908 წლის მიწისძვრა დაიწყო 28 დეკემბერს დილის 5 საათსა და 20 წუთზე და გავრცელდა 4 წუთს. მთლიანად დაინგრა ქალაქები: მესინა, რეჯიო და მთელი რიგი დაბა-სოფლები. ნგრავა გავრცელდა 4000 კმ²-ზე. 12 მ სიმაღლის ცუნამმა მოსპო ყველაფერი, რასაც მიწვდა. მესინაში რამდენიმე ათასი სახლიდან გადარჩა მხოლოდ 30-მდე, ისიც ნახევრად დაზიანებული, დაიღუპა 150 ათას კაცზე მეტი. აი, რას ამბობს ამ მიწისძვრის შესახებ მ. გორკი (1868—1936), რომელიც მაშინ სამხრეთ იტალიაში მკურნალობდა: „ფანჯრის ჩარჩოებისა და კარის ქრაქუნმა და მტვრევამ გააღვიძა მძინარეები. ბნელოდა... საგნებო და ადამიანები ბარბაცებდნენ, ეცემოდნენ... მიწა გუგუნებდა, ფეხქვეშ იზნიქებოდა, ზღვასავით ღელავდა, ქმნიდა ნაპარალებს. ყოველი შენჯღრევით მკერდიდან იგლეჯდა სახლებს, ქოხებს, ტაძრებს, ყაზარმებს, საკურობილეებს, სკოლებს... ასობით და ათასობით სპობდა ქალებს, ბავშვებს, მდიდრებსა და ღარიბებს... ქუჩები და ადამიანები იფარებოდა ქვის ნატეხების გროვებით... ზღვა უზარმაზარი ფინჯნის მსგავსად ქანაობდა... შემდეგ გრანდიოზული ტალღა დაეცა ნაპირს... გაქყლიტა და დაახრჩო ცოცხლები... და წაიღო ყველაფერი, რასაც მიწვდა.“

იაპონიის (ტოკიოს) 1923 წლის მიწისძვრა დაიწყო 1 სექტემბერს 11 საათსა და 58 წუთზე ტოკიოს დროით. ყველაზე ძლიერი იყო ორი ბიძგი—დასაწყისში და 20 წუთის შემდეგ. წინასწარ ისმოდა ყრუ მიწისქვეშა გუგუნი. ყველგან გაჩნდა ხანძარი. მიწისძვრამ ხანძარმა და ცუნამმა გაანადგურა ქ. ტოკიო, იოკოსუკა, ნავსადგური იოკოჰამა, მთელი რიგი პატარა ქალაქები და სოფლები. ტოკიოს 653 ათასი სახლიდან დაინგრა და დაიწვა 411 ათასი, იოკოჰამაში გადარჩა მხოლოდ 5 სახლი. ტოკიოში დაიღუპა 174 ათასი კაცი, საიდანაც 133 ათასი დაიწვა ან წყალში მოიხარშა (გადასარჩენად არხებს მიაწყდნენ, მაგრამ იქ წყალი აღუღდა), მსხვერპლთა საერთო რიცხვმა 280 ათასს მიაღწია,

რადგან 103733 კაცი დაშავდა. ზარალმა 10 მლრდ იენი (9 მლრდ ოქროს მანეთი) შეადგინა. ნაპირთან ზღვის ფსკერი დანაოკდა, ზოგან 180 მ-ით დაიწია, ზოგან 90 მ-ით ამოიზიდა. უფრო მოშორებით გაჩნდა წყალქვეშა ქედი. იაპონია სეისმურად იმდენად აქტიურია, რომ იქ ყოველდღიურად ხდება 3—4 საგრძნობი მიწისძვრა..

ასამის მიწისძვრა მოხდა 1950 წლის 15 აგვისტოს. წინასწარ ისმოდა ყრუ მიწისქვეშა გუგუნნი. მას მოჰყვა ძლიერი ბიძგები, რომლებიც 5—6 წუთს გაგრძელდა და ორ კვირაში რამდენჯერმე გამეორდა. მისი ძალა 3.10²⁷ ერგი იყო და ყველაფერი მიწასთან გაასწორა. ამიტომ მას ერთ-ერთ უძლიერეს მიწისძვრად თვლიან.

კატასტროფული იყო გობი-ალტაის 1957 წლის მიწისძვრა. იგი მოხდა 4 დეკემბერს გობი-ალტაის მთებში, ე. წ. „ლოლინა ოზიორში“, რომელსაც ბელტური აგებულება აქვს. ეს ბელტები ახლაც მოძრაობს და სეისმურად საშიშია. მიწისძვრა შედეგობდა ერთიმეორის მომყოლი მრავალი ბიძგისაგან. მისი ძალა იყო 11—12 ბალი (M-8), ეპიცენტრის სიგრძე—275 კმ, ნგრევის ფართობი—300 ათასი კმ², გავრცელება—5 მლნ კმ². მან განაახლა ძველი და წარმოშვა ასეული კილომეტრების სიგრძის ახალი რღვევები, საიდანაც აღიმართა გრუნტის მრავალრიცხოვანი შადრევანი და შექმნა 1—1,5 მ-მდე სიმაღლის კონუსები. მიწისძვრა მოხდა გენერალური რღვევის გასწვრივ, რომელიც ნაწევ-ნახსლეთია (სამხრეთი ფრთა აწეულია 10—12 მ-ით და გადაადგილებულია ჩრდილოეთისაზე) და ზედაპირზე ჩანს 1—9,2 მ სიმაღლის გაცივებული ტალღის სახით. რღვევის ზოლის სიგანე 1,5 კმ-ია, ღია ნაპრალებისა—2—60 სმ, ზოგერთი ნაპრალის სიგრძე—270—280 კმ. ეპიცენტრულ ზოლში წარმოიშვა 800 მ სიგანის, 2,7 კმ სიგრძისა და 4 მ-მდე სიღრმის გრაბენი. იგი გარშემორტყმულია 14—19 მ-მდე სიგანის ნაპრალებით. რღვევის ზოლის სიგრძე 500 კმ-მდეა. მიწის ისტორიაში ეს მიწისძვრა ერთ-ერთი უძლიერესთაგანია.

ჩილეს მიწისძვრა დაიწყო 1960 წლის 21 მაისს და ვაგრძელდა 11 დღეს. ამ ხნის განმავლობაში ადგილი ჰქონდა 40 ძლიერ და მრავალ სუსტ ბიძგს. მათი ხანგრძლივობა 1—10 წამი იყო. ფოკუსი მდებარეობდა წყნარი ოკეანის ფსკერზე (ნაპირთან ახლოს) და გრძელდებოდა მის გასწვრივ 600 კმ-ზე. 22 მაისს მიწისძვრის ძალა 11—12 ბალი იყო. მოძრაობამ გადაიარა წყნარ ოკეანეზე და იაპონიის, ავსტრალიის, აშშ-სა და ჰავაის კუნძულებზედაც მიადწია. დასაწყისშივე წარმოიშვა გიგანტური ცუნამი, რომელმაც 23 საათსა და 30 წუთში გაიარა 16,5 ათასი კმ და იაპონიის კუნძულებზე—ხონსიუსა და ხოკაიდოში წალეკა 5 ათასზე მეტად სახლი. ჩილეს მთებში გაჩნდა ასეული მეტროების სიგრძისა და 0,5 მ-მდე

სიგანის უამრავი ნაპრალი, ათასობით მეწყერი და ზეავი. 200 კმ სიგრძეზე ნაპირი ჩაიწია 2 მ სიღრმეზე, ქ. ანკუდი და მაულინი ნაწილობრივ წყლით დაიფარა. ამოქმედდა 14 ვულკანი. დაინგრა ჩილეს თითქმის ნახევარი. ნგრევა გავრცელდა თითქმის 1000 კმ-ზე. ნანგრევებად იქცა ქალაქები: ვალიდია, პუერტო-მონტი, კონსენსონი და მთელი რიგი სხვა დასახლებული პუნქტები. დაიღუპა 17 ათასამდე და უსახლკაროდ დარჩა 200 ათასზე მეტი კაცი. ზარალმა ნახევარ მილიარდ დოლარს მიაღწია. ამ დროს გამოიყო ენერჯის ისეთი რაოდენობა (10^{26} ერგი), რომელიც უდრის რამდენიმე მეგატონა ტროტუოლის აფეთქებით გამოყოფილ ენერჯიას.

მიწისძვრები საბჭოთა კავშირში. საბჭოთა კავშირში სეისმურად ყველაზე მეტად აქტიურია კარპატებისპირეთი, ყირიმი, კავკასია, თურქმენეთი, შუა აზიის აღმოსავლეთი ნაწილი, ალტაისა და იმიერბაიკალს შორის არსებული ტერიტორია, კამჩატკა და კურილის კუნძულები.

კ ა რ პ ა ტ ე ბ ი მიწისძვრები უმთავრესად ხდება აღმოსავლეთ ნაწილში, ზოგჯერ კატასტროფულია, მომდინარეობს 100 კმ-მდე სიღრმიდან და დიდ ფართობს იკავებს.

ყ ი რ ი მ ბ ი სეისმურად აქტიურია სამხრეთი მთიანი მხარის ის ზოლი, რომელზედაც გადის შეცოცების ხაზი. მათი კერა 5—40 კმ სიღრმეზეა. მიწისძვრები 7—8-ბალიანია, მაგრამ ადგილობრივი. ერთ-ერთი ასეთი მიწისძვრა იყო 1927 წელს ყირიმში.

თითქმის ასეთივეა კ ა ვ კ ა ს ი ს მ ი წ ი ს ძ ვ რ ე ბ ი ც. იგი უფრო ღშირია აპარა-თრიალეთის ქედზე და მთავარი კავკასიონის აღმოსავლეთ ნაწილში. ზოგჯერ გამანადგურებელია. შავი და კასპიის ზღვების ფსკერის ცენტრალური ნაწილი მოკლებულია მიწისძვრებს, ე. ი. ისინი უდრევი სხეულებია. იგი ნაკლებია კოლხეთის დაბლობზე და აღმოსავლეთ აპარ-თველოს მთათაშუეთშიაც. კავკასიაში ჭერჭერობით აღრიცხულია 1000-ზე მეტი ძლიერი მიწისძვრა, მათ შორის რამდენიმე ათეული დამანგრეველი. 736 წელს ასეთი მიწისძვრა იყო სომხეთში—ქ. მეზის მიდამოებში (მდებარეობდა სევანის ტბის სამხრეთით). მან ამსხვერპლა 10 ათასზე მეტი კაცი და ისე გაანადგურა ეს ქალაქი, რომ ხალხმა ამ ადგილს „ვიაიოცქორი“, ანუ ტირილის ველი უწოდა.

ძლიერი მიწისძვრები იყო ს ო მ ხ ე თ ი ს ყოფილ დედაქალაქ დვინში 851, 858, 863, 869, 893 წლებში და აგრეთვე ყოფილ დედაქალაქ ანში 1319 წელს. 893 წელს მან რამდენიმე წამში ნანგრევებად აქცია ქ. დვინი და იმსხვერპლა 70 ათასი კაცი, 1319 წელს კი მიწასთან გაასწორა ქ. ანი. შემდეგ იგი მიატოვეს. 1139 წელს ასეთივე ბედი ეწვია ქ. განჯას (ახლანდელი კიროვობადი). 1902 წლის თებერვალში კი ქ. შემახსასაც განჯასთან ზეავებმა

ჩაკეტა ხეობა და წარმოშვა ტბა გეოქგელი, რომელიც ახლაც არსებობს.

მიწისძვრები იცის საქართველოშიც. აქ 1283 წელს მიწისძვრის შედეგად დაინგრა მცხეთის ტაძარი, 1920 წლის 20 თებერვალს (ღაღის 3 საათზე) კი—ქ. გორი, სადაც 1496 სახლიდან დაუზიანებელი გადაიზა მხოლოდ 2, დაინგრა და ძლიერ დაზიანდა 941 (64%), დაიღუპა 114 და დაიჭრა 38 კაცი. მიწისძვრა გაგრძელდა 2—3 წუთამდე, გავრცელდა 1000 კმ² ფართობზე და დაანგრია აგრეთვე ტინისხიდი, სკრა, ოთარაშენი, ხედისთავი, უფლისციხე და სხვა სოფლები, რადგან, ისინიც ეპიცენტრულ რეჟიმში მოქცევა. მისი ძალა 10 ბალი იყო.

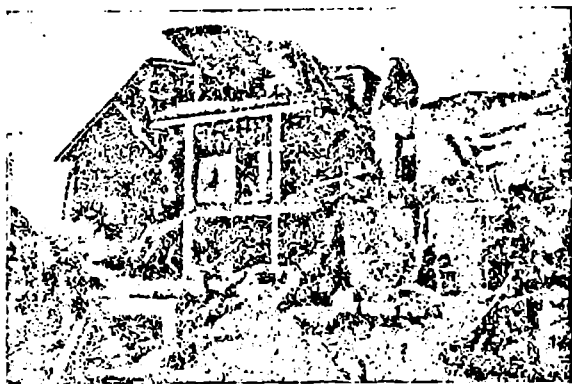
საქართველო მიეკუთვნება 7-ბალიან მიწისძვრათა რაიონს, მაგრამ, ზოგჯერ უფრო ძლიერიც იცის. უკანასკნელად (1957 წლის 26 იანვარს) 7-ბალიან მიწისძვრა მოხდა გეგეჭკორის რაიონში—სალხინოს, დიდი ჭყონის, ბალდას, გაჭედლისა და ასხის მთის ძირში განლაგებულ სხვა სოფლებში, მნიშვნელოვნად დაზიანდა ზოგიერთი შენობა.

მიწისძვრები ცნობილია თბილისშიც. უკანასკნელ 100 წელში აქ აღრიცხულია 200-მდე მიწისძვრა. მათ შორის უკანასკნელი მოხდა 1970 წლის 3 იანვარს 10 საათსა და 54 წუთზე ადგილობრივი დროით. მისი ეპიცენტრი იყო ბაკურიანის დასავლეთით 10 კმ-ზე, მთაში. იქ მისი ძალა იყო 7 ბალი, თბილისში—4 ბალი. ბორჯომში, ლიკანში, წალვერსა და კეჩხოზში მნიშვნელოვნად დაზიანდა ზოგიერთი შენობა.

მიწისძვრები ხშირია კავკასიის სხვა ადგილებშიც. ჭერჯერობით აღრიცხულია 1000-ზე მეტი ძლიერი მიწისძვრა, მათ შორის რამდენიმე ათეული დამანგრეველი. აქედან უკანასკნელად ერთ-ერთი მოხდა 1970 წლის 14 მაისს, მახაჩკალაში. ეპიცენტრში მისი ძალა იყო 8 ბალი. მთებში გაჩნდა რამდენიმე მეტრამდე სიგანის ნაპრალები. მიწის ნაწყვეტები ზოგან ერთიმეორისადმი გადაადგილდა.

თურქმენეთში სეისმურია სამხრეთი მთიანი მხარე. აქ, კოპეტ-დაღის მთებში, არაერთხელ მომხდარა კატასტროფული მიწისძვრა. ამათგან ყველაზე მეტად ცნობილია აშხაბადის 1948 წლის მიწისძვრა. იგა მოხდა 6 ოქტომბერს ღამის 1 საათსა და 12 წუთზე ადგილობრივი დროით. დაიწყო მთავარი ბიძგებით და გაგრძელდა 8—10 წამს. ეპიცენტრი მდებარეობდა ქალაქის სამხრეთ-აღმოსავლეთით 25 კმ-ზე—კოპეტ-დაღის მთავარი შეცოცების ხაზზე (მისი ძალა იყო 9—10 ბალი). ჰიპოცენტრი— 10—20 კმ სიღრმეზე. საგრძნობი მიწისძვრა გავრცელდა 80 კმ სიგრძესა და 10 კმ სიგანეზე. ქალაქში დაინგრა შენობების დიდი ნაწილი (ნახ. 94). მიწის ჭერქში წარმოიშვა ასეული მეტრობით სიგრძის ნაპრალები და რღვევები. ზოგიერთი მათგანიდან გამოვიდა ქვიშიან-თიხიანი წყალი, გაჩნდა ვულკანოიდების მსგავსი მცირე კონუსები, გრანდიოზული მეწყერები და ზევეები. მომყოლი ბიძგები გაგრძელდა 6 წელს და ათასს გადააჭარბა.

უფრო აქტიურია შუა აზიის აღმოსავლეთი ნაწილი — ტიან-შანისა და პამირის მთები. აქ მიწისძვრის ძალა ხშირად 9 ბალზე მეტია. იგი განსაკუთრებით ხშირია ტაჯიკეთის დეპრესიაში, მაგრამ შედარებით სუსტია. შუა აზიაში დღემდე აღრიცხულია 2000-ზე მეტი მნიშვნელოვანი მიწისძვრა. ერთ-ერთი ასეთი იყო ტაშკენტის 1966 წლის მიწისძვრა. იგი მოხდა 26 აპრილს დილის 5 საათზე 22 წუთსა და 50 წამზე ადგილობრივი დროით. მისი ეპიცენტრი იყო ქალაქის რაიონში, ჰიპოცენტრი—5—10 კმ სიღრმეზე, ძალა—8 ბალი. რეაბალიანი მიწისძვრა გავრცელდა 2 კმ სიგრძის რადიუსის ფარგლებში, შვიდბალიანი—5 კმ-ზე, ექვსბალიანი—10 კმ-ზე. 4 თვეში ბიძგთა რიცხვმა 700-ს გადააჭარბა და გაგრძელდა 1967 წელშიაც, ძალა კი ზოგჯერ 7 ბალს აღემატებოდა.



ნახ. 94. აშხაბადის 1948 წლის მიწისძვრის დროს დანგრეული სახლი.

მიწისძვრა გამოწვეული იყო მიწის მასების გადაადგილებით ე. წ. „კარკანტაუს რღვევის“ გასწვრივ, რომელიც, ალბათ, მესამეულში წარმოიშვა.

აღტაისა და იმიერბაიკალს შორის აგებული არსებული ტერიტორია 7-ბალიანი მიწისძვრათა რაიონია, მაგრამ ბაიკალისპირეთის რღვევების გასწვრივ ზოგჯერ 9—10 ბალიანი მიწისძვრებიც ხდება.

სეისმურად ყველაზე მეტად აქტიურია კამჩატკა-კურილის მიდამოები, მაგრამ ზოგიერთი ვულკანურია, ამასთან, ბევრი მათგანის კერა 600 კმ-ზე ქვევითაა.

მიწისძვრების გავრცელება. სეისმური რუკებით (ნახ. 88). ირკვევა, რომ მიწისძვრებს დედამიწაზე ზონალური გავრცელება აქვს. იგი აქვს ორი მთავარი და 4 მეორეხარისხოვანი სარტყელს. მთავარია: წყნარი ოკეანისა და ხმელთაშუა ზღვა—ტრანსსაზიური სარტყლები. მეორეხარისხოვანი კი: ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეების შუა ნაწილზე, აღმოსავლეთი აფრიკის გრაბენებზე და არქტიკის გასწვრივ გამავეალი ზოლები. აქედან მეორე მთავარი და მეოთხე მეორეხარისხოვანი სარტყელი განედურია, დანარჩენები—მერიდიანული.

წყნარი ოკეანის სარტყელი გარს უვლის ამ ოკეანეს და მოიცავს მის ირგვლივ მდებარე მთებს. ღრმულებს, კუნძულების რაკლებსა და ინდონეზიის კუნძულებს, ტრანსსაზიური სარტყელი კი პარალელურად გასდევს ხმელთაშუა ზღვას მთელ სიგრძეზე, მოიცავს სამხრეთ ევროპა-ჩრდილო აფრიკის, მცირე აზია-ყირიმ-კავკასია-ირანის მთების ტერიტორიას, შუა აზიის მეტ ნაწილს, ჰინდიკუშს, კუნლუნს, ჰიმალაის და ვრცელდება აზიის აღმოსავლეთ ნაპირებამდე.

ყველაზე მეტად აქტიურია წყნარი ოკეანის სეისმური სარტყელი. აქ ხდება ყველა მიწისძვრის 80%-ზე მეტი, ძლიერი მიწისძვრების 5/5 ნაწილი (მათ შორის კატასტროფული, ღრმადოკეანისიანი და შუალედური მიწისძვრების უმრავლესობა) და გამოიყოფა მთელი სეისმური ენერჯიის დაახლოებით 90%. შემდეგ მოდის ხმელთაშუა ზღვა—ტრანსსაზიური სარტყელი (5%-მდე, მათ შორის დამანგრეველი და შუალედურიც) ბოლოს, კი დანარჩენები (5%-ზე ნაკლები), ამასთან აქ არსებითად ხდება ზედაპირული და ნორმალური მიწისძვრები.

სხვა ციური სხეულებიდან მიწისძვრა ჯერჯერობით ცნობილია მხოლოდ მთვარეზე. იგი აღმოჩენილია 1972 წელს ამერიკელების მიერ იქ დადგმული სეისმომეტრებით. ფიქრობენ, ეს მიწისძვრა გამოწვეული იყო 3 მ-მდე დიამეტრის მქონე მეტეორიტის დაცემით, რომელმაც წარმოქმნა 100 მ-მდე დიამეტრის კრატერი. მისი დაცემისას აფეთქების ძალა უდრიდა ათას ტრილიტროტოლოლის ენერჯიას. არ არის გამოჩენილი, რომ ასეთივე მიწისძვრები ხდებოდეს სხვა პლანეტებზე და მათ თანამგზავრებზედაც. დასაშვებია ისიც, რომ ვულკანური მიწისძვრები არსებობს მარსზე, ვენერაზე, სატურნზე, მზეზე და ზოგიერთ სხვა ციურ სხეულზედაც.

მიწისძვრის გეოლოგიურ-პრაქტიკული მნიშვნელობა. მიწისძვრებს უდიდესი გეოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი იწვევს ნაპრალების, ჩაქცევების, რღვევების (ნასხლეტები, შეცოცებები და სხვ.), ნაკვების, ზეავეების, მეწყრების, სელების, ღორღის ზვინულებისა და ზოგჯერ ვულკანების წარმოქმნას, ე. ი. მიწის ზედაპირის რელიეფისა და

შინაგანი აგებულების შეცვლას, აგრეთვე დედამიწის ზედაპირზე მაგნიტურ-ელექტრული ველებისა და ატმოსფეროში სინათლე-ბგერის მოვლენათა ცვლილებებს. ამ მოვლენათა უმრავლესობა ზევით არის განხილული, ნაპრალები, რღვევები და ნაოჭები კი საკმაოდ დეტალურად დახასიათებულია შემდეგ თავში. ამიტომ აქ მოკლედ შევეხებით მხოლოდ ჩაქცევებს, მაგნიტურ-ელექტრული ველებისა და ატმოსფერულ მოვლენათა ცვლილებებს.

როგორც ჩანს, მიწის ქერქის ჩაქცევა ხდება მაშინ, როცა მის ქვეშ ჰიდროსფერული ან წნევაა შესუსტებული. ამ მხრივ მეტად საინტერესოა ე. წ. „ჩაქცევების“ წარმოქმნა. იგი ბაიკალის ტბის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილის უბეა და მოიცავს 260 კმ² ფართობს. მის ადგილზე წინათ იყო



ნახ. 95. რილფუტის ტბა (აშშ), ზევით მოჩანს 1811 წელს წყლით დაფარული მცენარეთა ღეროები.

მდ. სელენგას დელტა და კუდარის სტეპის ნაწილი, რომელსაც ხალხი იყენებდა საძოვრად. 1862 წლის 14 იანვარს იგი უეცრად ჩაიქცა, თან ჩაიტანა ცხოველთა ჯოგები მწყემსებიანად და 8 მ სიღრმის წყლით დაიფარა. ჩაქცეული მასის წონა 1,3 მლრდ ტ იყო.

1911 წელს ასევე მოხდა მდ. მისისიპის ხეობაშიაც (აშშ, ქ. ახალი მადრიდის რაიონი). აქაც თვალის ერთ დახამხამებაში ჩაიქცა უზარმაზარი ტერიტორია მინდორ-ტყეებიანად და მის ადგილზე გაჩნდა 50 კმ²-ზე მეტი ფართობის ე. წ. რილფუტის ტბა, საიდანაც ახლაც არის ზევით ამოშვებული ბუმბერაზი ხეების გამხმარი ღეროები (ნახ. 95). ტოკიოს 1923 წლის მიწისძვრის დროს წარმოქმნილი უბის სიღრმე კი 400 მ-მდეა.

ყველა ამ ჩაქცევებს თან ახლდა მიწისძვრები. ამიტომ მკვლევართა უმეტესობა მათ მიზეზად თვლის მიწისძვრებს, თუმცა ზოგიერთებს ეს მიწისძვრები ჩაქცევებით წარმოქმნილად მიაჩნიათ.

მიწისძვრის წინ ან მისი მსვლელობისას ატმოსფეროში ხშირად ჩანს: 1. ციმციმის, ელვის ან პოლარული ნათების მსგავსი მოყვითალო-მწვანე

სინათლე; 2. ხანძრის ელვარების ანაშუქი და ისმის ყრუ მიწისქვეშა გუ-
გუნი; 3. ადგილი აქვს მაგნიტურ გადახრას 3,5°-მდე და 4. ჩნდება ია-
ლალი დაძაბულობის ელექტროველები. ფიკრობენ, პირველი წარმოქმნი-
ლია ხახუნის შედეგად მიწის ნაწილაკების ნათებამდე გახურებით და ნა-
პერწყლების ატმოსფეროში გატყორცნით; მეორე—სიღრმიდან ძლიერ
მცირე პერიოდისა და დიდი სიხშირის ტალღების ამოსვლით მიწის ზე-
დაპირზე; მესამე—მიწის შიგა მაგნიტური ქანების გადაადგილებით და
წეოთხე—ზოგიერთი მინერალის უნარით მაღალი წნევის არეში გავარა-
რებისას გამოყოს დადებითი მუხტები.

მიწისძვრის დროს ზოგჯერ ხდება ვულკანური ამოფრქვევები და შე-
საბამისი წიაღისეული საბადოების წარმოქმნა, თხევადი და გაზობრივი
სასარგებლო ნამარხების გადაჯგუფება-კონცენტრაცია და მიწის ზედა-
პირზე გამოსვლა. მაგრამ ეს ზღვაში წვეთია იმასთან შედარებით, რაც მას
ზიანი მოაქვს. ისტორიული წყაროებით ირკვევა, რომ დღემდე მიწის-
ძვრებით მთლიანად მომსპარი და განადგურებულია ასობით დიდი და
მცირე ქალაქი, ათასობით სოფელი და სხვა დასახლებული პუნქტი, გა-
ნოწყვეულია აურაცხელი მატერიალური ზარალი, უკანასკნელ 3 ათას წე-
ლში დაღუპულია 15 მლნ-მდე ადამიანი (ჩინეთის პროვინცია შანსში.
ნარტო ერთი—1556 წლის 23 იანვრის მიწისძვრისას დაიღუპა 830 ათასი
კაცი) და ა. შ. ჭერჯერობით მიწისძვრის წინააღმდეგ ბრძოლის არავითარი
საშუალება არ გაგვაჩნია.

მიწისძვრების შესწავლას უდიდესი თეორიული და პრაქტიკული
მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი გვიჩვენებს, თუ სად, როგორი სამუშაო-
ები ვაწარმოთ; მათი ტალღების გავრცელების სიჩქარეების მიხედვით
ახდენენ წიაღისეულის ძებნა-ძიებას (ამას განსაკუთრებით დიდი მნიშე-
ნელობა აქვს ნავთობის საბადოების ძებნის საქმეში); არკვევენ დედამი-
წის შინაგან აგებულებას, შემადგენლობას. ფიზიკურ მდგომარეობას. დე-
ფორმაციებს (ნაკვები, რღვევები) და ა. შ. ამ საქმეში დიდ დახმარებას
გვიწევს ხელოვნურ აფეთქებებზე ჩატარებული დაკვირვებები.

მიწისძვრების წინასწარმეტყველება მიწისძვრის წინასწარმეტყველება
ნიშნავს დავადგინოთ, თუ როდის. სად და რა სიძლიერით მოხდება იგი.
აქედან, მეორე და მესამე საკითხზე ნაწილობრივ პასუხს გვაძლევს სეის-
მური რუკები. პირველი საკითხი კი გადაუჭრელია. აღნიშნული მიზნით,
სწავლობენ მიწისძვრის წინ ცხოველების ქცევას, მიწისქვეშა ხმაურს, ატ-
მოსფერული მოვლენების, დედამიწის ელექტრომაგნიტური ველის, მიწის
ზედაპირის დახრისა და რადიაქტივობის ცვლილებებს. აღმოჩნდა, რომ მრ-
წისძვრამდე რამდენიმე საათით ადრე ძროხები ბლავიან, ძაღლები ყმუიან
და პატრონს ეხვევიან, კატები აქეთ-იქით აწყდებიან, ლოკები ეზოებიდან
გარბიან, ქვეწარმავლები და გარეული ფრინველები მასობრივად ტოვებენ

საცხოვრებელ ადგილებს და ა. შ., ე. ი. თითქმის ყველა ცხოველი გრძნობს ადამიანისათვის შეუმჩნეველ მიწისძვრებს. ეს, ალბათ, იმით აიხსნება, რომ მათ ყური უფრო ახლო აქვთ მიწასთან (განსაკუთრებით ქვეწარმავლებს). ვიდრე ადამიანებს, ადრე იგებენ სიღრმიდან მომდინარე ელექტრომაგნიტური ტალღების ამოსვლას ზედაპირზე და ინსტიტუტურად გრონოვს საინჟინეროებას.

შემჩნეულია ისიც, რომ მიწისძვრამდე რამდენიმე საათით ადრე ხშირად ისმის ყრუ მიწისქვეშა გუგუნი, სწრაფად იცვლება მიწის ზედაპირის დახრილობა (დახრილობის საზომით), ადგილი აქვს მაგნიტურ ქარიშხალსა და ძლიერ ჭექა-ქუხილს, აგრეთვე მიწის რადიაქტივობა 25—30% -ით მატულობს (ს. შენიხის პ. კახანჩიანი და სხვა ერევენელი მკვლევარებმა 1970 წელს. ფიქრობენ, იგი გამოწვეულია ნაპრალებში რადიაქტიური ელემენტებით მდიდარი ხსნარების შექრით). მაგრამ ყოველთვის არც ეს ნიშნებია. ამიტომ მიწისძვრის წინასწარმეტყველების საკითხი ჯერ კიდევ გადაუჭრელია.

სეისმურ რაიონებში მშენებლობათა ხასიათი. ამა თუ იმ ადგილზე მშენებლობათა დაპროექტებისას აუცილებელია მხედველობაში მივიღოთ მისი სეისმური მდგრადობა, ე. ი. იმ ადგილის ტექტონიკური აგებულება; ლანამედროვე მოძრაობების ინტენსივობა; გრუნტის ხასიათი. რელიეფის თავისებურება; გრუნტის წყლის მდებარეობის სიღრმე და ა. შ. რადგან ზოგი მათგანი ხელს უწყობს მიწისძვრას, ზოგი კი ანელებს.

ტექტონიკურად აქტიურ რაიონებში ყველაზე უმჯობესია შენობები ავაგოთ მკვირვ, მასიურ, საღ ქანებზე და მოვერიდოთ მცირე სისქის ფხვიერ და წყალშემცავ ქანებს, აგრეთვე ციცაბო ფერდობების ძირს, რადგან პირველ ორ შემთხვევაში ქანები ადვილად იძვრის ადგილიდან, მესამეში კი მოსალოდნელია ჩამოქცევა, ამასთან ფხვიერ მასებში ჩნდება დამატებითი ტალღები და ძლიერდება მიწისძვრა.

ნაგებობები ნაკლებად ზიანდება ღრმადგანლაგებული სიცარიელებების ზედაპირზე და წყლით შემოფარგულ ადგილებში, რადგან ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას სეისმური ტალღები ქრება. მაგრამ შენობათა აგებისათვის არც ეს ადგილებია მიზანშეწონილი, რადგან წყალმა შეიძლება გამოიწვიოს მეწყერი. სიღრმე კი ჩაიქცეს.

ყველაზე კარგია სეისმურ რაიონებში აგებულ იქნეს ანტისეისმური ნაგებობები. არჩევენ მის ორ ტიპს: მსუბუქსა (მორებიის, ძელური) და მასიურს (რკინაბეტონიანი, მძლავრი ფუნდამენტით). პირველს იყენებენ თბილი კლიმატის სოფლებში, მეორეს — ქალაქებში. ისინი მეტად უძლებს რყევას, მაგრამ აუცილებელია მათი ქვედა ნაწილი უფრო მასიური და მტკიცე იყოს, რადგან ქვედა სართული უფრო მეტად ზიანდება, ზედა კი მხოლოდ ირხევა. ამავე დროს საჭიროა

მათი ნაწილები მკიდროდ იყოს დაკავშირებული ერთმანეთთან და მასიურ შენობებს ჰქონდეს მრგვალი ან ოვალური ფორმა, მომრგვალებული კუთხეები და თალური კარ-ფანჯრები, რადგან ამ დროს ისინი ნაკლებად ზიანდებოდა. შენობა, რომ სეისმურად გამძლე იყოს, საჭიროა: შეეკმნათ მძლავრი საძირკველი და მკიდროდ დავაკავშიროთ მასთან ნაგებობა; მშენებლობისათვის გამოვიყენოთ უნაკლო მასალები და რკინაბეტონის კონსტრუქციები; სართულშორის შეეკმნათ რკინაბეტონის არმატურის მტკიცე სარტყლები; ნაგებობა გავათავისუფლოთ დიდი აივნების, შორსგაწედილი ლავგარდანების და ზედმეტი დეტალებისგან: შევამსუბუქოთ სახურავი და ა. შ. ასეთ შემთხვევაში სეისმურ რაიონებში შეიძლება მრავალსართულიანი სახლებიც აიგოს.

მიწისძვრის მიზეზები. ძველი ბერძნების აზრით, მიწისძვრას ახდენს ღმერთი—ნებტუნი, რომელიც თითქოს სამწვეტიანი შუბით ამოძრავებს მას; იაპონელთა გადმოცემით, დედამიწა დაყრდნობილია ვეშაპებზე და მათი მოძრაობისას ქანაობს; ირანელთა შეხედულებით, მიწა მოთავსებულია ხარის რქაზე, ხარი კი—ოკეანეში მოცურავე უზარმაზარ ვეშაპზე და როცა იგი იგი მიწას ერთი რქიდან მეორეზე გადაისვრის, ხდება მიწისძვრა; ბუღისტი ლამების მიხედვით, მიწა მდებარეობს ოქროს ბაყაყზე და როცა იგი ფეხს გაიწვდის ან თავს მოიფხანს, მიწა ირყევა და ა. შ.

მაგრამ ზოგიერთები ძველადაც საღად აზროვნებდნენ. მაგალითად, ა რ ი ს ტ ო ტ ე ლ ი ს შეხედულებით, მიწისძვრას იწვევს მიწისქვეშა სიცარიელებში მოქცეული ქარი, რომელიც ცდილობს განთავისუფლდეს და აწყდება აქეთ-იქით. ეს აზრი დიდხანს ბატონობდა მეცნიერებაში, მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ხანდახან მიწისძვრა ხდება ვულკანური ამოფრქვევისა და მიწისქვეშა სიღრუეების ჰერის ჩაქცევის დროს. ამიტომ ერთხანს მიწისძვრის საერთო მიზეზად ეს მოვლენები აღიარეს. მაგრამ შემდეგ გამოირკვა, რომ ყველა მიწისძვრას არ ახლავს ვულკანიზმი და ჩაქცევა. ამიტომ ზოგიერთებმა მიწისძვრა მიაწერეს ატმოსფერულ მოვლენებს, რადგან დადგინდა, რომ ჩრდილო ნახევარსფეროში მიწისძვრების უმრავლესობა ხდება ზამთარში, ამასთან მას ზოგჯერ წინ უსწრებს ძლიერი ელქვი (მეხი) და გრიგალი. მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ეს მოვლენები კი არ იწვევს, არამედ აჩქარებს მიწისძვრას.

ბოლოს ყურადღება მიაქციეს მიწისძვრების კერების განლაგებას. გამოირკვა, რომ ეს კერები ემთხვევა მიწის ქერქის რღვევებისა და ახალგაზრდა მთების ზოლებს. მათ წარმოქმნას კი იწვევს მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობები. ამიტომ მიწისძვრების მთავარ მიზეზად ეს მოძრაობები მიაჩნიათ.

მინის ქარის ზეჯონიური მოძრაობები

„ტექტონიკა“ ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მშენებლობას. გეოლოგები ამ ტერმინში ვულისხმობენ მიწის ქერქის გეოლოგიურ სტრუქტურას, ე. ი. ნაოჭებსა და რღვევებს. მათ წარმოემქმნელ ძალებს უწოდებენ ტექტონიკურ ძალებს, მოძრაობებს—ტექტონიკურ მოძრაობებს, მათ შემსწავლელ მეცნიერებას—გეოტექტონიკას, ანუ ტექტონიკას. ტექტონიკური მოძრაობები ზოგადად შედარდება სუსტად (არ ცვლის იმ ადგილის გეოლოგიურ სტრუქტურას, იწვევს მხოლოდ ძიწის ქერქის ვერტიკალურ რყევას—აწევ-დაწევას), ზოგან კი მძლავრად და იწვევს ქანების დანაოჭებას ან დაწყვეტას—დისლოკაციას. ამიტომ არჩევენ ორი ტიპის ტექტონიკურ მოძრაობას: რყევითსა (ეპიროგენული, რადიალური) და დისლოკაციურს.

მიწის ქერქის რყევითი მოძრაობები—ეპიროგენეზი. ჯერ კიდევ ძველმა ბერძნებმა (პითაგორა და სხვ.), ხოლო შემდეგ ლომონოსოვმა, ჯ. პლეფერმა, ჩ. ლაიელმა და სხვებმა, შეამჩნიეს, რომ ზღვა ხან იჭრება ხმელეთზე და ფარავს მას, ხან კი უკან იხევს და მისი ფსკერი ხმელეთად იქცევა. ამ მოვლენას დიდხანს ხსნიდნენ ჰავის აცილება-დათბობის შედეგად ზღვის დონის ქანაობითა („ევსტატიური მოძრაობა“) და ოკეანეებში ნალექების დაგროვების გამო, ზღვის მოცულობის შემცირებით. მაგრამ XIX საუკუნის ბოლოს ბალტიისპირეთში და სხვაგან ჩატარებულმა გეოდეზიურმა აგეგმვებმა გვიჩვენეს, რომ ზღვის წინსვლა-უქუსვლა ძირითადად გამოწვეულია არა აღნიშნული მიზეზებით, არამედ მიწის ქერქის ვერტიკალური (აწევ-დაწევით) მოძრაობებით, რადგან ხშირია შემთხვევა, როცა ესა თუ ის ადგილი ქვევით იწევს და ზღვა წინ მოდის, მაგრამ მოსაზღვრე ტერიტორია მალე იწევს და ზღვა უკან იხევს (იგი ზღვის დონის ქანაობით რომ ყოფილიყო გამოწვეული, მაშინ ასეთ მოვლენას ადგილი არ ექნებოდა, რადგან ზღვის აწევ-დაწევა მთელ პლანეტაზე მოხდებოდა ერთნაირად და ერთდროულად, რადგან ზღვები ერთმანეთთან არის შეერთებული). ამავე დროს ეს მოძრაობა იმდენად ნელი და უპნიშვნელოა (წელიწადში მილიმეტრზე), რომ შესამჩნევია მხოლოდ საუკუნეების მანძილზე და ისიც არაპირდაპირი გზებით. ამიტომ, ევსტატიური მოძრაობისგან განსხვავებით, 1890 წელს ამერიკელმა გ. ჯილბერტმა მიწის ქერქის ვერტიკალურ რყევას ეპიროგენეზი უწოდა (იმავე წელს მანვე შემოიღო ტერმინი „როგენეზი“). სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით იგი ნიშნავს ხმელეთის წარმოქმნას (ბერძნ. „ეპეირა“—ხმელეთი; „გენეზის“—წარმოშობა). სინამდვილეში კი ამ დროს ხდება როგორც ხმელეთის წარმოქმნა (ზღვის უქუსვლა), ისე მისი ზღვით დაფარვა. ამიტომ ახლა „ეპირო-

ჯენზის“ ნაცვლად ხმარობენ ტერმინს—მიწის ქერქის ვერტიკალური რყევა და ორივეში გულისხმობენ მიწის ქერქის ნელ, წყნარ, საუკუნეობრივ აწევ-დაწევას. რაც იწვევს ზღვის წინსვლა-უკუსვლას, ე.ი. ტრანსგრესია-რეგრესიას. ამავე დროს მასში არჩევენ: თანამედროვე ნეოტექნიკურ და ძველ მოძრაობებს. თანამედროვე რყევითი მოძრაობები მიწის ქერქის ისეთი აწევ-დაწევაა, რომელიც ხდება ახლა და ხდებოდა ისტორიულ



ნახ. 96. სერაპისის ტაძრის კოლონა ღუს.

დროში. მაგალითად, სერაპისის ტაძრის ნანგრევები. რომლებიც მდებარეობს იტალიაში, ნეაპოლის უბეში, ქ. პოცუოლის მახლობლად. ეს ტაძარი აგებულია ძვ. წ. ა. 105 წელს. IV საუკუნემდე იგი ზევით იწევდა, VI-XVI საუკუნეებში ქვევით დაიწია და წყალქვეშ მოექცა. 1749 წელს მისი ნანგრევები იპოვეს უბის ნაპირზე, ბუჩქებსა და ქვიშაში. გაწმენდით აღმოჩნდა, რომ ტაძრის მარმარილოს იატაკზე დგას 12—12 მ-იანი მარმარილოს სამი სვეტი, რომლებიც 3,6 მ სიმაღლემდე დაფარული იყო ზღვი-

ური ნაღებებით, 6,3 მ სიმაღლემდე კი—მოფენილია ზღვიური ცხოვე-
ლების (მბურღავი მოლუსკები) ხვრელებით, რომლებშიც დღემდე შემო-
რჩენილია მათი ნიჟარები. ეს იმას ნიშნავს, რომ IV საუკუნიდან XVI
საუკუნის შუა წლებამდე ტაძრის ტერიტორია იმდენად დაწვეულა, რომ
6,3 სიღრმის ზღვით დაფარულა, შემდეგ კი აწეულა და ხმელეთად ქცე-
ულა. XIX საუკუნის დასაწყისიდან ეს ადგილი ისევ ქვევით იწევს და
დღეს ზღვაშია. 1836 წელს იქ ზღვის სიღრმე იყო 31 სმ; 1878 წელს—
65 სმ; 1911 წელს—188 სმ; 1954 წელს—2,5 მ (ნახ. 96), ე. ი. უკანასკნელი
120 წლის განმავლობაში იგი წელიწადში საშუალოდ ქვევით იწევს 2
სმ-ით.

ასეთი შემთხვევები ახლა ცნობილია მრავალ სხვა ადგილებზედაც,
მაგალითად, ბოტნიის უბის ნაპირზე 1620 წელს მოწყობილი პორტი
1724 წლის შემდეგ ხმელეთია; არალის ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილში წყა-
ლქვეშ ჩანს სამი საქარავნო ბილიკი; არალის ზღვამ მის სამხრეთ-აღმოსა-
ვლეთ ნაწილში 1847 წლიდან დღემდე დაიკავა 30—35 კმ სიგანის ხმელეთი
და აკ-საგას ქები, რომლებიც 1849 წელს ზღვისაგან დაცილებული იყო
30—40 კმ-ით, 1937 წელს იმყოფებოდა 3 კმ-ზე; იტალიის ქ. რავენა წინაო
საზღვაო პორტი იყო, მაგრამ ახლა ზღვისაგან დამორებულია 6—7 კმ-ით;
უკანასკნელ წლებში კასპიის ზღვის სამხრეთი ნაწილი თხელდება და
პლაჟი ფართოვდება, მაგრამ მტკვრის შესართავი წელიწადში 7 მმ-ით
ქვევით იწევს; ტოკიო იწევს 1 წელიწადში 4 სმ-ით, პოლანდიელები კი
ზღვის შემოტრევისაგან ხელოვნური ჭებირებით რომ არ იცავდნენ თავს,
მათი ქვეყანა დიდი ხნის წინათ ზღვით იქნებოდა დაფარული და ა. შ.

მაგრამ ამის საწინააღმდეგოდ ზოგიერთი ადგილი ზევით იწევს, მა-
გალითად: სკანდინავიის ქვეყნები (ნორვეგია წელიწადში საშუალოდ 1
სმ-ით აწევს, ფინეთის ტერიტორია უკანასკნელ 100 წელიწადში გადიდდა
700 კმ²-ით); ისლანდია, გრენლანდია, შოტლანდია, შიციბერგენი, ახალი
მწიწა, ბალტიისპირეთი (5—9 მმ); შუა რუსეთის მაღლობი (15—20 მმ); დიდი
ტბების ჩრდილო ნაპირები (აშშ); მექსიკის უბე, ანტილიის კუნძულები.
სამხრეთი ალასკა, სოხუმი, თბილისი, კავკასიონის ცენტრალური გული
და სხვ., მაგრამ ქვევით იწევს: კალიფორნია, ჩრდილო ამერიკის აღმოსა-
ვლეთი და ცენტრალური ნაწილი, პერუ, ინგლისის სანაპიროები, სამხრეთ
საფრანგეთი (აქ სარბონა, ეგიომორტი და ზოგი სხვა ქალაქი ზღვაშია ჩა-
ძირული), ავსტრალიის ნაპირები, აზოვ-ყუბანის დაბლობი (3—5 მმ), თერ-
გის ქვემო წელი (6—7 მმ), კოლხეთის დაბლობი (ფოთში—6 მმ) და ა. შ. ეს
იმას ნიშნავს, რომ მიწის ქერქის თანამედროვე რყევითი მოძრაობები სა-
ყოველთაო მრვლენაა და მოიცავს ყველა კონტინენტს. მას სწავლობენ
ზღუბებისა და ტბების სანაპირო ნაწილის გადაადგილებაზე დაკვირვებე-

ბით, გამეორებითი გეოდეზიურა აგეგმვებითა და მთელი რიგი იმ მეტო-
დებით, რომლებიც ქვევით არის განხილული.

ნ ე ო ტ ე ქ ე ტ ო ნ ი კ უ რ ი ისეთი მოძრაობებია, რომლებიც მიმდინ-
ნარეობდა ნეოგენის ბოლოსა და მეოთხეულში ისტორიულ ხანამდე. ამი-
ტომ მას უ ა ხ ლ ე ს ტ ე ქ ე ტ ო ნ ი კ ა ს და ა ხ ა ლ გ ა ზ რ და მ ო ძ-
რ ა ო ბ ე ბ ს ა ც უ წ ო დებენ (ბერძ. „ნეოს“—ახალი, უახლესი). ამ მოძ-
რაობებს სწავლობს მეცნიერების სპეციალური დარგი—ნ ე ო ტ ე ქ ე ტ ო ნ ი-
კ ა. ტერმინი ნეოტექტონიკა შემოღებულია 1948 წელს აკად. ვ. ო ბ რ უ-
ჩ ე ვ ი ს მიერ. იგი მასში გულისხმობდა ალპური დანაოჭების შემდგომ
მოძრაობებს თანამედროვემდე. მკვლევართა უმრავლესობა მას ამ მნიშ-
ვნელობით ხმარობს. ამიტომ ნეოტექტონიკური მოძრაობების ზედა საზღვა-
რი გარკვეულია, მაგრამ ქვედა საზღვარი ყველგან ერთნაირი არ არის,
რადგან ალპური ოროგენული ციკლი სხვადასხვა რაიონში სხვადასხვა
დროს დამთავრდა (პირენეებში—ოლიგოცენის წინ, ალპებში—მიოცენის
წინ, კავკასიონზე—ჩოკრაყულის წინ და ა. შ.). ყოველ შემთხვევაში, უმე-
ტეს ადგილზე ნეოტექტონიკა მაინც ქვედა პლიოცენიდან იწყება.

ჯერ კიდევ ვ. ო ბ რ უ ჩ ე ვ ი აღნიშნავდა, რომ ნეოტექტონიკური
მოძრაობა მარტო რყევითი კი არა, დამანაოჭებელი მოძრაობაც არის,
რადგან იგი იწვევს არსებული ნაოჭების ზრდას, ძველი რღვევების „გა-
ცოცხლებას“, ახლების წარმოქმნას და ა. შ. დღეს ეს არზი დადასტურე-
ბულია, რადგან მთელ რიგ ადგილებში მეოთხეული ნალექები დაწყვე-
ტილ-დანაოჭებულია (ჩინეთში, იუმიინ გაოტაის რაიონში, მას კვეთს დი-
დი შეცოცებები, ჩრდილო ამერიკაში მეოთხეული ისეა დანაოჭებული,
რომ გამოყოფილია ახალი—პასადენური ოროფაზა და ა. შ.).

მაგრამ პლიოცენ-მეოთხეულში ადგილი ჰქონდა მიწის ქერქის რყე-
ვით მოძრაობებსაც. ამას ადასტურებს ზღვიური და ტბიური ტერასები,
ე. ი. ამ აუზების სანაპირო ხაზების გადაადგილება, ცალკეული რაიონე-
ბის სიმაღლეთა ცვლილებები და სხვა ნიშნები. ნეოტექტონიკური მოძრაო-
ბების დადგენის იყენებენ: ს ე ი ს მ უ რ, გ ე ო დ ე ზ ი უ რ, ა ხ-
ტ რ ო ნ ო მ ი უ ლ, ჰ ი დ რ ო ლ ო გ ი უ რ, ო რ ო ჰ ი დ რ ო გ რ ა ფ ი-
უ ლ (გ ე ო მ ო რ ფ ო ლ ო გ ი უ რ ი), გ ე ო ლ ო გ ი უ რ, ბ ი ო-
გ ე ო გ რ ა ფ ი უ ლ და ს ხ ვ ა მ ე თ ო დ ე ბ ს.

ს ე ი ს მ უ რ ი მ ე თ ო დ ი თ კვლევისას ადგენენ სეისმურ რუკებს.
ამისათვის მიწისძვრების ადგილები გადააქვთ რუკაზე, აღნიშნავენ მა-
საჟლოდ, გავრცელებას, ავლებენ იზოსეისტებს და ა. შ. ეს რუკები
გვიჩვენებს, თუ სად არის ტექტონიკური მოძრაობები ხშირი და ძლიერი.

გ ე ო დ ე ზ ი უ რ ი მ ე თ ო დ ე ბ ი თ კვლევა მდგომარეობს გან-
მეორებითი ტრიანგულაცია-ნიველირებაში, ე. ი. დედამიწის ზედაპირის

წერტილების სიმაღლეთა ხელახალ განსაზღვრაში იგი საშუალებას გვაძლევს ზუსტად დავადგინოთ, თუ რომელი ადგილი იწევს ზევით, ქვევით, განზე და რამდენად. ეს მეთოდი ყველაზე სანდო და დამაჯერებელია.

ასტრონომიული მეთოდი გამოიყენება ამა თუ იმ ადგილის ჰორიზონტალური გადაადგილების დასადგენად. ამ მიზნით სხვადასხვა დროს საზღვრავენ საკვლევი წერტილების გეოგრაფიულ კოორდინატებს და შედეგებს ადარებენ ერთმანეთს. ჰიდროლოგიური მეთოდი მდგომარეობს ზღვებისა და ტბების დონეების მერყეობის გაზომვაში. ამისათვის იყენებენ მარეოგრაფებს, მარეომეტრებს და სხვა ხელსაწყოებს. გეომორფოლოგიური მეთოდით კვლევისას აკვირდებიან ხეობების სიგრძივ და განივ პროფილებს, მდინარეთა ქსელის გეგმას, მუხრანებს, კუნძულებს, ნახევარკუნძულებს, ტერასებს და რელიეფის სხვა ფორმებს. რადგან მათი ზოგიერთი თავისებურება მიგვიჩვენებს მიწის ქერქის რყევითი მოძრაობების ხასიათზე. მაგალითად: ანტიცედენტური ხეობა გვიჩვენებს ადგილის ნელ აწევას; მდინარის ქვემოწელში მძლავრი ალუვიონის დაგროვება—ხეობის ამ ნაწილის დაწევას, ვიწრო ღრმა მუხრანის იმ ადგილის აწევას; გეგმაზე მდინარეთა ქსელის გაძრულება—დინებისკენა მხარის დაწევას, შოპირდაპირე მხარის აწევას და ა. შ. გეოლოგიური მეთოდით მუშაობასას სწავლობენ პლიოცენ-მეოტხეული ნალექების სისქეებს, ფაციესებსა და დეფორმაციებს. ადგენენ პალეოგეოგრაფიულ რუკებს და მათ საფუძველზე გამოაქვთ შესაბამისი დასკვნები. ზოგჯერ ამ საქმეში გვეხმარება ბიგეოგრაფიული კვლევებიც, ე. ი. ორგანიზმების გეოგრაფიული გავრცელების შესწავლა. ამ გზით დადგენილია, რომ ალასკის მდინარეებში არის ისეთი თევზები, როგორც კამჩატკის, შორეული აღმოსავლეთისა და ჩინეთის მდინარეებში. მაგრამ ისინი ზღვის წყალს ვერ იტანენ. ამიტომ ფიქრობენ, რომ წინათ ეს მდინარეები ერთად იყვნენ დაკავშირებული და შემდეგ გაითიშნენ მათ შორის მიწის ქერქის აწევით.

აღნიშნული მეთოდებით დადგენილია, რომ მეოტხეულის დასაწყისში მაღალის არქიპელაგი, იაპონიის, კურილისა და წყნარი ოკეანის აზიისპირა ზოლის სხვა კუნძულები შეერთებული იყო აზიასთან; სამხრეთ და აღმოსავლეთ ჩინეთის, იაპონიისა და ოხოტის ზღვები არ არსებობდა ან თხელი შიდაკონტინენტური ზღვები იყო; აზია ხმელეთით უკავშირდებოდა ამერიკას და ეს ხმელეთი შორის ვრცელდებოდა ჩრდილო ყონულოვან ოკეანემდე; ხმელეთი იყო ჩრდილო ზღვის ადგილზეც, ზედ მიედინებოდა ელბა, ვეზერი, რაინი და სხვა მდინარეები. ეს ხმელეთი უშუალოდ ეკვროდა დიდ ბრიტანეთს და ორივე ერთად—ევროპას; ლამანშის ადგილზე მდ. სენას ხეობა იყო; ხმელთაშუა, შავი და კასპიის ზღვები ხშირად უკავშირდებოდა და ეთიშებოდა ერთმანეთს და ა. შ. ეს

იმას ნიშნავს, რომ ნეოტექტონიკურ მოძრაობებს დედამიწის ზედაპირას თანამედროვე სახის შექმნაში დიდი წვლილი მიუძღვის.

მიწის ქერქის რყევით მოძრაობებს შორეულ გეოლოგულ დროებშიაც უკონდა ადგილი. ამას ადასტურებს იმდროინდელი კონტინენტური და ზღვიური ნალექების ურთიერთმორიგეობა, აგრეთვე ზღვიური ნალექების ფაციალური ხასიათის ცვლილება, სისქეები, რიტმულობა და სტრატиграფიული ხარვეზი, რადგან დაწევის ადგილებში ზღვა წინ მოიწევს და ტრანსგრესია ხდება, აწევისაში კი—რეგრესია. ტრანსგრესიის დროს იმ ადგილზე ზღვა ღრმავდება და ჭრილში ნალექები ქვევიდან ზევით თანდათან წვრილმარცვლოვანი ხდება, რეგრესიის დროს კი — პირიქით. ინტენსიური და ხანგრძლივი დაწევის ადგილებში ნალექების სისქეც მატულობს, ხოლო, როცა აღმავალ-დაღმავალი მოძრაობა მოკლე დროში ცვლის ერთიმეორეს, ვდებულობთ თხელ შრეებს, რომლებიც ვერტიკალურ ჭრალში რიტმულად მეორდება, ე. ი. თუ ქვიშაქვას თიხა მოსდევს და თიხას—კირქვა, შემდეგ ისევ ეს ქანები ილექება, თანაც მათი თანმიმდევრობა და თითოეულ რიტმში შრეთა რიცხვი ძირითადად უცვლელია.

გარდა ამისა, ნალექთა ვერტიკალურ თანმიმდევრობაში ხშირად ვხვდებით სტრატиграფიულ ხარვეზს, ე. ი. მოვლენას, როდესაც ჭრილში რომელიღაც ასაკის ქანები აკლია. ეს იმაზე მიგვითითებს, რომ უხარვეზო შრეების დალექვის შემდეგ ის ადგილი ზევით აწეულა, ხმელეთად ქცეულა, გადარეცხილა, შემდეგ ისევ დაწეულა, წყლით დაფარულა და ქანების გადარეცხილ ზედაპირზე ბევრად ახალგაზრდა შრეები განლაგებულა.

ქანების ხასიათის აღნიშნული ცვლილებები და ხარვეზები ჩანს ყველა კონტინენტის ყველა დროის ნალექში, მათ შორის ერთსა და იმავე ადგილზედაც. ეს იმას ნიშნავს, რომ ეპიროგენული მოძრაობა საყოველთაოდ ნაღი, უწყვეტი და შებრუნებადია. მ. ი. თუ დღეს ესა თუ ის ადგილი ქვევით იწევს, მომავალში შეიძლება ზევით აიწიოს და, პირიქით. იმავე დროს, იგი ამოძრავებს მთელ ქერქს, იწვევს დიდრადიუსიან ამოწევებსა და ჩაზნექებს, მაგრამ ქერქის სტრუქტურას არ ცვლის.

ერთი შეხედვით, ეპიროგენეზი მიწის ქერქის უმნიშვნელო მოძრაობაა, მაგრამ გეოლოგიურად იგი მეტად ეფექტურია, რადგან 1 სმ სიდიდის დროსაც კი, გეოლოგიურად ისეთ მოკლე დროში, როგორც მილიონი წელია, იწვევს ამა თუ იმ ადგილის 10 კმ-ით აწევას ან დაწევას. ასეთი სიმაღლის მთა დედამიწაზე არ არსებობს, ღრმული კი იშვიათია. ამიტომ

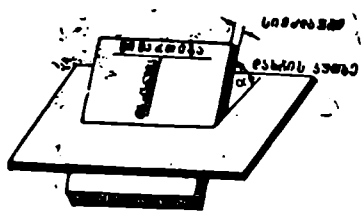
ზოგიერთები ეპიროგენეზს ოროგენეზისგან არც კი გამოყოფენ და ფიქრობენ, რომ ოროგენეზი არის ეპიროგენული მოძრაობის თავისებური გამოსახულება მიწის ქერქის მოქნილ უბნებში. ყოველ შემთხვევაში, ის კი ცხადია, რომ ეპიროგენეზს დიდი წვლილი მიუძღვის ჩვენი პლანეტის ზედაპირის თანამედროვე რელიეფის შექმნაში. იგი მიგვიჩივებს აგრეთვე იმაზეც, რომ ქერქვეშ არის ბლანტი მასა, ვინაიდან ამის გარეშე ქერქს არ შეუძლია ჩაწევა და ამოწევა. ამ საფუძველზე 1855 წელს ინგლისელმა ასტრონომმა ე. ერიმ ეპიროგენეზის ასახსნელად წამოაყენა ე. წ. იზოსტაზიის, ანუ წონასწორობის, ჰიპოთეზა. რომლის მიხედვით, მიწის ქერქი ეყრდნობა თხევად (ბლანტი) მასას და მასზე ტივტივებს, დატვირთვის ადგილებში ქვევით იწევის, განტვირთვასაში—ზევით და ასე მოძრაობს მანამ, სანამ წონასწორობაში არ მოვა. დატვირთვის იწვევს გამყინვარება და დენუდაციურ-ვეულკანური პროცესებით ამა თუ იმ ადგილზე სქელი ნალექების დაგროვება ან მთების წარმოშობისას მთების მოსახლვრე ტერიტორიებზე მიწის მასების გადაწოლა, განტვირთვის კი—მყინვარის გადნობა და ნალექების გადაცლა-გადარეცხვა. ამიტომ აჩვენებს ეპიროგენეზის შემდეგ სახეებს: მყინვარულს, დენუდაციურს, ვულკანურს და ტრფენულს, ზოგიერთები კი—მანტიის ტელურული და კონვექციური ნაკადებისას და ა. შ.

მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ნალექების დაგროვება-გადაცლა არ შეიძლება იყოს მიწის ქერქის ვერტიკალური რყევის მთავარი მიზეზი, რადგან ბევრგან ამ მოძრაობის სისწრაფე და ამპლიტუდა მნიშვნელოვნად აღემატება დატვირთვა-განტვირთვით გამოწვეულ აწევ-დაწევის მოსალოდნელ სიდიდეს, ამასთან არის ადგილები, სადაც დატვირთვის გამო ჩაწევა უნდა ხდებოდეს, მაგრამ ამოწევა ხდება, და პირიქით. ამიტომ იზოსტაზიის ჰიპოთეზა დღეს თითქმის უარყოფილია. თუმცა მისი მთლიანად უკუგდება არ შეიძლება, რადგან ტექტონიკურად აშლილ და ახლო-გეოლოგიურ წარსულში მძლავრი მყინვარებით დაფარულ, მაგრამ დღეს მისგან თავისუფალ რაიონებში, იზოსტატიკურ მოძრაობას მართლაც უნდა ჰქონდეს ადგილი. ამაზე მიგვიჩივებს მთისწინა დაბლობების ღრმად დაძირვა და ნამყინვარევი ადგილების (სკანდინავია და სხვ.) აღმავალი მოძრაობა. ამიტომ, როგორც ჩანს, მიწის ქერქის რყევით მოძრაობებს ძირითადად იწვევს ის ძალა, რომლის კერა მიწის სიღრმეშია (იხ. ოროგენული თეორიები).

დისლოკაციური მოძრაობები. „დისლოკაცია“ ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს გადაწვევას. გეოლოგები ამ ტერმინში გულისხმობენ ქანების დანაოჭება-დაწყვეტა-გადაადგილებას. ამიტომ იგი ორგვარია: ნაკადი და რღვევითი.

ნაოჭა დისლოკაცია. ნაოჭა დისლოკაცია არის შრის გალუნვა-დანაოჭება. მას ლუნვით (პლიკატური) დისლოკაციასაც უწოდებენ. დანაოჭებისას შრე გამოდის პირვანდელი, ანუ ჰორიზონტალური მდგომარეობიდან, იხრება და იჭმუქნება. ჰორიზონტალური შრე ყოველმხრივ ვრცელდება, დახრილ შრეს კი გააჩნია გარკვეული მდებარეობა. იგი განისაზღვრება ე. წ. შრის წოლის ელემენტებით — მიმართებით, დაქანებითა და დახრის კუთხით.

მიმართება ეწოდება შრეში ნულოვანი დახრის მიმართულებას, დაქანება — შრის მაქსიმალური დახრის მიმართულებას, დახრის კუთხე — რომელსაც შრე ადგენს ჰორიზონტალურ ზედაპირთან (ნახ. 97). მიმართებას აქვს ორი მიმართულება. ისინი ერთმანეთთან ქმნის 180° კუთხეს. დაქანებას აქვს ერთი მიმართულება და მიმართებასთან ადგენს 90° კუთხეს. ამიტომ დაქანება განსაზღვრავს მიმართებას, მიმართება კი არ გვიჩვენებს დაქანებას. მიმართება და დაქანება იზომება აზიმუტებში და იცვლება 0°-დან 360°-მდე, დახრის კუთხე კი — ჩვეულებრივ გრადუსებში და არ შეიძლება იყოს 90°-ზე მეტი.



ნახ 97. შრის წოლის ელემენტები.

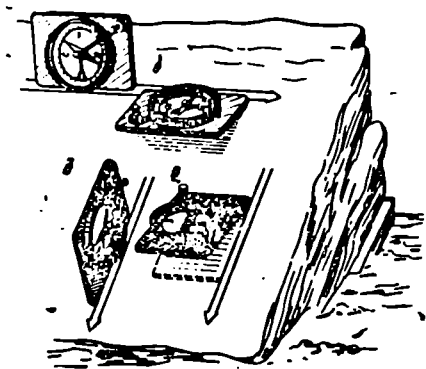
ნახევარწრე; დასავლეთის ადგილზე წერია აღმოსავლეთი და ლიმბზე წარწერებიც შებრუნებულია, ე. ი. მატულობს საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით.

შრის წოლის ელემენტების გაზომვისას ასუფთავებენ შრის ზედაპირს. მიმართების აზიმუტის გარკვევის დროს კომპასს გრძელი გვერდით და კლინომეტრით ქვევით ვერტიკალურად დაადებენ შრის ზედაპირს და ამოძრავებენ მანამ, სანამ კლინომეტრი არ დადგება 0°-ზე. ამ დროს შრის ზედაპირზე კომპასის გრძელი გვერდის პარალელურად ავლებენ ხაზს. ეს არის მიმართების ხაზი. შემდეგ კომპასს დაიკავენ ჰორიზონტალურად და ისე, რომ მისი გრძელი გვერდი იყოს მიმართების ხაზის პარალელური. აუშვებენ მაგნიტურ ისარს და როცა იგი გაჩერდება, მისი ჩრდილო ბოლოს პირდაპირ ლიმბზე აითვლიან რიცხვს. ეს მიმართების აზიმუტია. დახრის კუთხისა და და-

შრის წოლის ელემენტებს საზღვრავენ სამთო კომპასით. ჩვეულებრივი კომპასისაგან განსხვავებით სამთო კომპასს აქვს სწორკუთხედი ფსკერი; კლინომეტრი (დახრილობის საზომი), რომელიც მოძრავად არის ჩამოცმული ნემსზე; შიდა ფუძეზე მოთავსებულია 90-90°-ად დაყოფილი

ქანების აზიმუტის გაგების დროს კი კომპასს გრძელი გვერდით და კლინომეტრით ქვევით ვერტიკალურად დაადებენ შრის ზედაპირს და ამოძრავებენ მანამ, სანამ კლინომეტრი არ გვიჩვენებს მაქსიმალურ კუთხეს. ეს დაახრის კუთხეა. ამ დროს კომპასის გრძელი გვერდის პარალელურად შრის ზედაპირზე გაავლებენ ხაზს. ეს დაქანების ხაზია. შემდეგ კომპასს დაიკავებენ თარაზულად ისე, რომ მისი ჩრდილო წარწერა მიმართული იყოს დაქანებისკენ და გრძელი გვერდი დაქანების ხაზის პარალელურად. აუშვებენ მაგნიტურ ისარს და როცა იგი გაჩერდება მისი ჩრდილო ბოლოსაა, ლიპზე აითვლიან რიცხვს. ეს დაქანების აზიმუტია (ნახ. 98). რადგან დაქანება განსაზღვრავს

მიმართებას, ორივე იზომება აზიმუტებში, კუთხე კი — გრადუსებში, ამიტომ შრის წოლის ელემენტების ჩაწერისას სიტყვა მიმართებას, აზიმუტსა და გრადუსის ნიშანს არ წერენ და შრის წოლის ელემენტების სრული ჩანაწერი ღებულობს შემდეგ სახეს: დაქ. სა 75< 38.

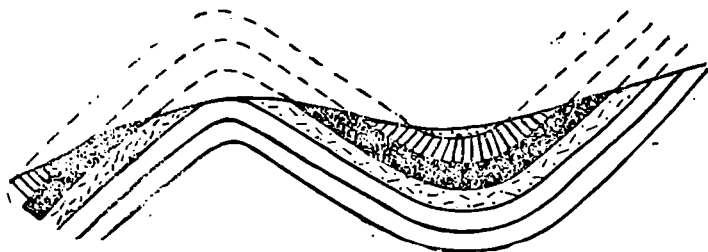


ნახ. 98. შრის წოლის ელემენტების გაზომვის სქემა: ა — მიმართების ხაზის განსაზღვრა; რ — მიმართების აზიმუტის განსაზღვრა; მ — დახრის კუთხისა და დაქანების ხაზის განსაზღვრა; რ — დაქანების აზიმუტის განსაზღვრა.

ზოგჯერ შრე ერთხელ ილუნება, ხანდახან — რამდენჯერმე. შრის ერთ მთლიან გადაღუნვას ჰქვია ნაოჭი, რამდენიმე გადაღუნვას — ნაოჭები. ნაოჭი ორგვარია — ამოზნექილი და ჩაზნექილი ამოზნექილს ეწოდება ანტიკლინი, ჩაზნექილს — სინკლინი (ნახ. 99). ზოგჯერ შრე ცალმხრივ ილუნება და ქმნის მუხლს. მას ფლექსურა ეწოდება. ყველა ნაოჭს გააჩნია შემდეგი ელემენტები: კლიტე (საკეტე), შარნირი, ფრთები, დერძული სიბრტყე (დერძული ზედაპირი), დერძი, გული, სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე და ნაოჭის კუთხე.

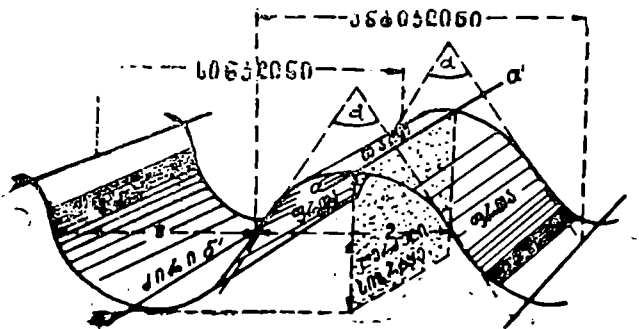
კლიტე ეწოდება ნაოჭის გადაღუნულ ნაწილს. ანტიკლინი მას ჰქვია თალი (უნაგირა), სინკლინი — ძირი. შარნირი არის შრის მაქსიმალური გადაღუნვის წერტილების შემაერთებელი ხაზი, ფრთები — ნაოჭის გვერდები, სადაც შრეები დაქანებულია ცალმხრივ

ვად. ანტიკლინში ფრთები დახრილია ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ და ამიტომ ჰქვია ან ნაოქს ანტიკლინი (ბერძნ. „ანტი“—წინააღმდეგ; „კლინო“—დახრა), სინკლინში— ერთმანეთისკენ (ბერძნ. „სინ“—თანა). ლ ე რ ძ -



ნახ 99. გადარეცხილი ანტიკლინი (მარცხნივ) და სინკლინი (მარჯვნივ), წვეტილი ხაზებით ნაჩვენებია ეს ნაოქები გადარეცხვამდე.

უ ლ ი ს ი ბ რ ტ ყ ე ეწოდება შარნირზე (გასწვრივ) გამავალ სიბრტყეს, ლ ე რ ძ — ამ სიბრტყისა და მიწის ზედაპირის ურთიერთგადაკვეთით მიღებულ ხაზს; გ უ ლ ი — ღერძის მახლობელ არეში მოთავსებული ნაოქის შიგა ნაწილს; ს ი გ რ ძ ე — ნაოქის ბოლოებს შორის არსებულ მანძილს;



ნახ. 100. ნაოქის ელემენტები.

გ ა ნ ი — ნაოქის ფრთების შუა წერტილებს შორის მანძილს (ნაოქის მიწის ზედაპირზე გამოსვლისას მის ფრთებს შორის მანძილს); ს ი მ ა ლ ე — ერთი და იმავე შრის მოსაზღვრე ანტიკლინისა და სინკლინის შარნირებს შორის ვერტიკალურ მანძილს; ნ ა ო ქ ი ს კ უ თ ხ ე კ ო — კლიტისკენ ნაოქის ფრთების გაგრძელებებს შორის შედგენილ კუთხეს (ნახ. 100).

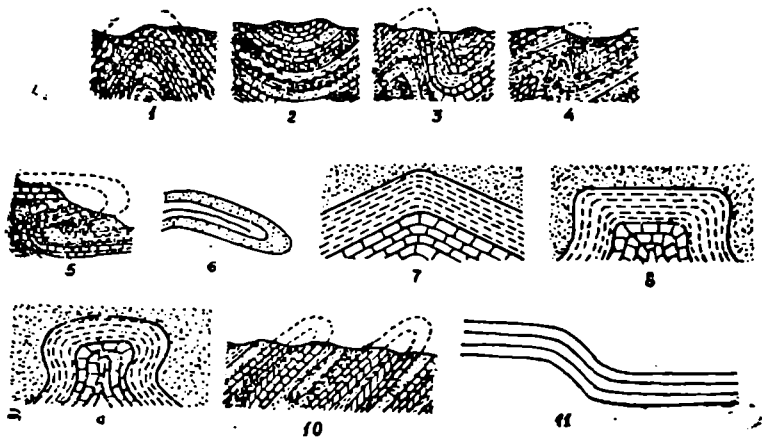
სინკლინის ძირს ან ზოგჯერ მთელ სინკლინს (უმეტესად წრიულს) უწოდებენ მ უ ლ დ ა ს. ნაოჭში იმდენი შარნირია, რამდენიც შრე, ლერძული სიბრტყე კი—ერთი. იგი ნაოჭს ყოფს ორ თანაბარ ნაწილად და შეიძლება იყოს სწორი ან ტალღისებრი. ყველა ნაოჭში ზევიდან ქვევით გადავდივართ ძველ ქანებში. ამიტომ გადარეცხილი ანტიკლინის გულში გაშიშვლებულია ძველი ქანები, სინკლინისაში—ასალგაბრდა. ადგილსა, სადაც მიმართების გასწვრივ ნაოჭის ფრთები ერთმანეთს უერთდება. ნ ა ო ჭ ი ს ბოლო ეწოდება. აქ შრეები მდოვრედ უხვევს და შემოწირს რკალს. ამ რკალის ყოველ წერტილში შრეები დაქანებულია სხვადასხვა მიმართულებით. კერძოდ, ანტიკლინში—გარეთ (პერიფერიისკენ), სინკლინში—შიგნით (ცენტრისკენ). ამიტომ ნაოჭის ამ ნაწილს ანტიკლინში ეწოდება პ ე რ ი კ ლ ი ნ ი. სინკლინში—ც ე ნ ტ რ ი კ ლ ი ნ ი.

ათეულ მეტრამდე (ჩათვლით) სიგრძის ნაოჭს ჰქვია მიკრონაოჭი; უფრო დადებს—მაკრონაოჭი; დაახლოებით ერთნაირი სიგრძე-სიგანისას—წრიული (გუმბათური) ნაოჭი; როცა სიგრძე სამიდან ათჯერ მეტად არ აღემატება სიგანეს—მოკლე. ანუ ბ რ ა ქ ი ნ ა ო ჭ ი; უფრო გრძელს — გ რ ძ ე ლ ი (ხ ა ზ ო ბ რ ი ვ ი, გ რ ძ ი ვ ი) ნ ა ო ჭ ი. მიკრონაოჭები გვაქვს თბილისშიაც—კოქაქარის ხეივანთან, მთავარი გზის კიდეზე, თიხა-ფიქლებში, ბრაქინაოჭებია თბილისის ყველა სხვა ნაოჭი (დიღმის სინკლინი, ლისის ანტიკლინი, საბურთალოს სინკლინი, მამადავითის ანტიკლინი, კრწანისის სინკლინი, თელეთის ანტიკლინი და სხვ.), აგრეთვე სათანჯოს ანტიკლინი (გალის რაიონი), ცაიშის ანტიკლინი (ზუგდიდის რაიონი); ეკის ანტიკლინი (ცხაკაიას რაიონი) და ა. შ. გრძივი ნაოჭებია მთავარი და მცირე კავკასიონის ნაოჭთა უმეტესობა, წრიული ნაოჭი კი—აბეღაძის ანტიკლინი გეგეჰკორის რაიონში.

ღერძული სიბრტყის მიხედვით არჩევენ ნაოჭის შემდეგ სახეებს: ს წ ო რ ს (ს ი მ ე ტ რ ი უ ლ ი, ვ ე რ ტ ი კ ა ლ უ რ ი), დახრილს, გადაყირავებულს, დაწოლილსა და გადაბრუნებულს. ფორმის მიხედვით კი: თხემისებრს, კილისებრს (მახვილკუთხა), კოლოფურს, მარაოსებრსა და ა. შ. (ნახ. 101). არსებობს აგრეთვე იზოკლინური, ზეწრული, დიაპირული ნაოჭები, ანტიკლინორიუმო, სინკლინორიუმო, ანტეკლიზა, სინეკლიზა და სხვა სტრუქტურებიც.

იზოკლინური ისეთი ნაოჭია, რომლის ფრთები მიკრულია ერთმანეთზე და ერთიმეორის პარალელურია. იგი წარმოიშობა ძლიერი დამანაოჭებელი ძალების მოქმედებით. ზ ე წ რ უ ლ ი ნ ა ო ჭ ე ბ ი წარ-

მოიქმნება მტკიცე სუბსტრატზე (ბაქანი) განლაგებულ შრეებში გვერდი-დან მოწოლის შედეგად ისე, როგორც მაგიდაზე გადაფარებულ ზეწარში ნაკეცები ხელით მიწოლისას. იგი შედგება ვიწრო ანტიკლინებისა და ჭართო სინკლინებისგან. დ ი ა პ ი რ უ ლ ი ისეთი ნაოქია, რომლის თა-ღში შემოჭრილია მარილი, თიხა ან სხვა პლასტიკური მასები, წარმოი-შობა ამ მასების შემცველ შრეებში გვერდებზე დაწოლის ან გვერდები-



ნახ. 101. ნაოქის სახეები:

1 — ვერტიკალური ანტიკლინი; 2 — ვერტიკალური სინკლინი; 3 — დახრილი ანტიკლინი და სინკლინი 4 — გადაბრუნებული ნაოქები; 5 — დაწოლილი ნაოქები; 6 — გადმო-ყირავეული ანტიკლინი; 7 — მახვილკუთხა ანტიკლინი; 8 — კოლოფური ანტიკლინი; 9 — შაროსებრი ანტიკლინი; 10 — იზოკლინური ნაოქები; 11 — ფლექსურა; წვეტილი ხაზე-ბით — საპერო ნაოქები.

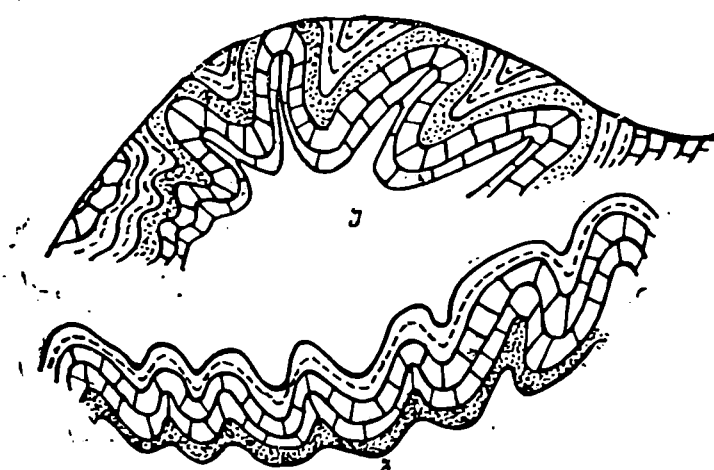
დან მოწოლის შედეგად. ანტიკლინორიუმი და სინკლი-
ნორიუმი არის ანტიკლინისა და სინკლინის ფორმის უზარმაზარი ნა-
ოქები. მათი სიგრძე ათეულად და ასეული კილომეტრებია, სიგანე—ზოგ-
ჯერ ათეული კილომეტრები და ამოზიდვის ამპლიტუდა ხანდახან 10—12
კმ-მდეა. ფრთები გართულებულია უამრავი მცირე ნაოქით და ზოგჯერ
რღვევებითაც (ნახ. 102). ანტიკლინორიუმი და სინკლინორიუმი წარმო-
იშობა მიწის ქერქის პლასტიკურ უბნებში—გეოსინკლინებში. ასეთივე
სიგრძე-სიგანისა ანტიკლინორიუმი და სინკლინორიუმი, მაგრამ მათ
ფორმა მეტწილად მომრგვალო ან ოვალურია და ფრთების დახრა არ
აღემატება 1°-ს. ანტიკლინორიუმი და სინკლინორიუმი—ჩამისე-
ბრი ჩაწევა. ორივე ვითარდება ბაქნების ფარგლებში.

დანაოქების ასაკს საზღვრავენ შრეების დანაოქების ხარისხის მ-

ზედვით და ამბობენ. რომ დანაოქება უფრო ახალგაზრდაა, ვიდრე ყველაზე ახალგაზრდა შრე დანაოქებულ შრეთაგან და უფრო ძველია. ვიდრე ყველაზე ძველი შრე დაუნაოქებელ ან ნაქობდანაოქებულ შრეთაგან.

რღვევითი (დიზუნქტორი) დისლოკაციები. რღვევითი დისლოკაციის დროს ქანები წყდება ან ნაპრალებდა. გამომწვევი მიზეზების მიხედვით არჩევენ მის სამ სახეს: ტექტონიკურს, მყინვარულსა და მეწყარულს. მთავარ როლს ასრულებს ტექტონიკური. მასში გამოყოფენ ორ ჯგუფს: გადაადგილების გარეშესა (დიაქლაზი) და გადაადგილებიანს. პირველი ნაპრალებია. შუორე კი—ნასხლელი, შესხლელა, შეცოცება. ნაწევი და ა. შ.

ნაპრალები გვხვდება თითქმის ყველა ქანში, მაგრამ უმთავრესად გავრცელებულია გეოსინკლინურ მხარეებში და შეიძლება იყოს



ნახ. 102. ანტიკლინორიუმი (A) და სინკლინორიუმი (B).

სხვადასხვა სიდიდის, მიმართულების, დახრის, ღია ან ამოვსებული, ტექტონიკური, განწევრების, განტვირთვის, წნევის და ა. შ. თვალისაშუაშუაჩნეველ ნაპრალს ჰქვია მიკრონაპრალი, უფრო დიდებს—მაკრონაპრალი, ქანის გაწეღვით ან შეკუმშვით წარმოქმნილ ძლიერ წვრილ ნაპრალს—კლივაჟი. იგი წარმოიშობა ინტენსიური დანაოქების რაიონებში, შრეებრიობასთან ქმნის კუთხეს, უმთავრესად ნაოქის ღერძული სიბრტყის პარალელურია (ნახ. 103) და ერთგვაროვან საღ ქანებში ძნელი შესამჩნევია. ტექტონიკური ნაპრალები ძირითადად განლაგებულია მოქმედი ძალების მიმართულების მართობულად.

გადაადგილებიანი რღვევა ისეთი დისლოკაციაა, სადაც შრეები მთლიანად წყდება და ნაწყვეტები ურთიერთ შორის მოძრაობს. ზოლს, რომელშიაც რღვევა მოხდა, რღვევის ზოლი ჰქვია; მის გასწვრივ გამავალ სიბრტყეს—სხლეტსიბრტყე; ნაწყვეტებს—ფრთები (ბაგეები); ფრთების ურთიერთ შორის გადაადგილების მანძილს—ამპლიტუდა.

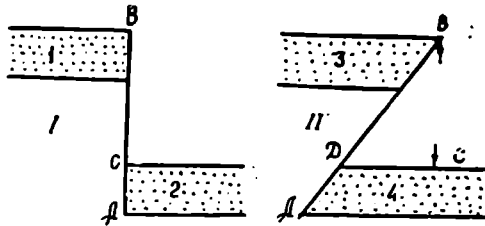
სხლეტსიბრტყეს გააჩნია: მიმართება, დაქანება და დახრის კუთხე. ისინი იზომება ისე, როგორც შრის წოლის ელემენტები. სხლეტსიბრტყე შეიძლება იყოს შვეული და დახრილი, მისი ზე-



ნახ. 103. კლივიის ნაპრალები ქვიშაქვიში.

დაპირი კი—ბრტყელი ან მრუდე, მოელვარებული და დაკაწრული (ბაგეების გადაადგილებისას ხახუნის გამო). მოელვარებულ ზედაპირს ჰქვია დრესვის სარკე; ნაკაწრებს—დრესვის ნაკაწრები; შვეულსიბრტყიან რღვევას — ვერტიკალური რღვევა; დახრისიბრტყიანს— დახრილი რღვევა; ბაგეს, რომელშიც გაშიშვლებული ძველი ქანები და აწყდება მეორე ბაგის მასზე ახალგაზრდა ქანებს—აწეული ბაგე; საწინააღმდეგოს—დაწეული ბაგე; სხლეტსიბრტყეზე მდებარეს — ზედა ბაგე; სხლეტსიბრტყის ქვეშ მოთავსებულს — ქვედა ბაგე; ბაგეების ვერტიკალური გადაადგილების მანძილს — ვერტიკალური ამპლიტუდა; ჰორიზონტალური გადაადგილების მანძილს — თარაზული;

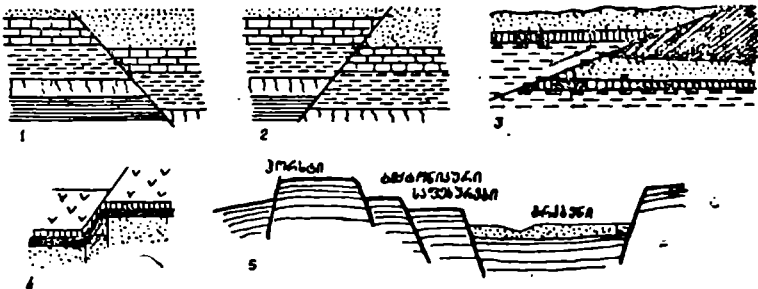
(პორიზონტალური) ამპლიტუდა; ბაგეების ურთიერთკონტაქტში არსებულ ქანების ასაკებს შორის სხვაობას — სტრატოგრაფიული ამპლიტუდა.



ნახ. 104. რღვევის სახეები და ელემენტები:

I — ვერტიკალური რღვევა; II — დახრილი რღვევა; AB — სხლეტის-ბრტყეზე; BC — შვეული ამპლიტუდა; CD — პორიზონტალური ამპლიტუდა; 1 — აწეული ბაგე; 2 — დაწეული ბაგე; 3 — ზედა ბაგე; 4 — ქვედა ბაგე.

ვერტიკალურ რღვევაში არის აწეული და დაწეული ბაგე და ვერტიკალური და სტრატოგრაფიული ამპლიტუდა; დახრილ რღვევაში კი — ზედა ბაგე, ქვედა ბაგე, სტრატოგრაფიული, პორიზონტალური და ვერტიკალური



ნახ. 105. დახრილი, საფეხურებიანი რღვევები და ნაწევი:

1 — ნახლეტი; 2 — შესხლეტა; 3 — შეცოცება; 4 — ნაწევი (ბლოკდიაგრამა); 5 — პორსტი, ტექტონიკური საფეხურები და გრაბენი.

როი ამპლიტუდა (ნახ. 104). რღვევას, რომელშიც ზედა ბაგე მოთავსებულია ზევით, ჰქვია ნახლეტი (ამ დროს მიწის ზედაპირი გაფართოებულია), რომელშიც მდებარეობს ქვევით — შესხლეტა (ამ დროს მიწის ზედაპირი შემცირებულია); დამრეც (30°-მდე) სხლეტისებრტიანი შესხლეტას — შეცოცება; ძლიერ დიდ შეცოცებას — შარიაჟი (მისი თარაზული ამპლიტუდა კილომეტრები ან ათეული კილომეტრებია); საფე-

ტურებიან რღვევებს, რომლის შუა ნაწილი ჩაწეულია—გ რ ა ბ ე ნ ი. თუ ეს ნაწილი ამოწეულია—პ ო რ ს ტ ი; რღვევას, სადაც ბაგეები ერთმანეთისადმი გადაადგილებულია მხოლოდ ჰორიზონტალური მიმართულებით, ნ ა წ ე ვ ი (ნახ. 105); მიწის ქერქის ბაზალტურ ფენამდე დამავალ ან მთელი ქერქის გამკვეთ და მანტიაში ჩალწეულ რღვევას—ს ი ლ რ მ უ ლ ი რ ღ ვ ე ვ ა (ტერმინი შემოღებულია აკად. ა. პ ე ი ვ ე ს მიერ 1945 წელს). ეს რღვევა ცნობილია წყნარი ოკეანის აზიისპირა ნაწილში, შუაატლანტიური წყალქვეშა ქედის გასწვრივ, აღმოსავლეთ აფრიკის გრებენების ზოლში და ყველა კონტინენტზე. საქართველოში კი ასეთია კავკასიონის „მთავარი შეტოცება“ და ის რღვევები, რომლებიც „საქართველოს ბელტს“ ანაწილებს ბლოკებად.

გ. ბ ე ლ ო უ ს ო ვ ი ს აზრით, სიღრმული რღვევები წარმოიშობა რადიქტიური სითობს გავლენით მიწის შიგა მასების გაფართოებისა და ზედა შრეების გაწეღვა-დასკდომის შედეგად, ე. ხ ა ი ნ ი ს მიხედვით კი—მიწის არათანაბარი ბრუნვით თავისი ღერძის გარშემო.

რღვევებს ათარიღებენ ისე, როგორც დანაოქებას და ამბობენ, რომ რღვევა უფრო ახალგაზრდაა, ვიდრე მის მიერ გაკვეთილი ყველაზე ახალგაზრდა შრე და უფრო ძველია, ვიდრე ყველაზე ძველი შრე გაუკვეთელ შრეთაგან.

მიწის ქერქის ტექტონიკური სტრუქტურების შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგან ანტიკლინებთან დაკავშირებულია ნავთობის საბადოები, სინკლინებთან—არტეზიული წყლები, რღვევის ზოლებთან კი—ლითონიანი მადნები და ა. შ.

მიწის ქერქი ზოგან რბილია, ზოგან უდრეკი, მის ცალკეულ უბნებში ნაოქები ან რღვევები ქარბობს, აქა-იქ კი ორივე ისინი თანაბრად მონაწილეობენ. ამიტომ მიწის ქერქს სხვადასხვა ადგილზე სხვადასხვა გეოლოგიური სტრუქტურა აქვს და თითოეული მათგანი ხასიათდება შესაბამისი თვისებებით.

მიწის ქერქის ძირითადი სტრუქტურული ელემენტები. წინათ მიწის ქერქში არჩევდნენ ორ ძირითად სტრუქტურულ-ტექტონიკურ ელემენტს: გ ე ო ს ი ნ კ ლ ი ნ ე ბ ს ა და ბ ა ქ ნ ე ბ ს, ამეამად კი, ამათ გარდა, გამოყოფენ: დ ა ნ ა ო ქ ე ბ უ ლ ზ ო ნ ე ბ ს, კ ი დ უ რ ჩ ა ღ რ მ ა ვ ე ბ ე ბ ს, ო კ ე ა ნ უ რ ა უ ზ ე ბ ს, რ ი ფ ტ ე ბ ს ა და შ უ ა ო კ ე ა ნ უ რ ქ ე დ ე ბ ს.

გ ე ო ს ი ნ კ ლ ი ნ ი ა რის მიწის ქერქის მოქნილი (დრეკადი) უბანი. რომელსაც ტექტონიკური ძალები ანაოქებს და აქცევს მთებად. ჭერ კიდევ XIX საუკუნის 30-იან წლებში ინგლისელებმა ბ ე ბ ე ჯ მ ა და ჰ ე რ შ ე ლ მ ა გამოთქვეს აზრი, რომ მძლავრი დანაოქებული წყებები წარმო-

წობილია მიწის ქერქის ღრმად ჩაწეულ ადგილებში და შემდეგ არის ამოზიდული ზევით. 1859 წელს ამერიკელმა გეოლოგმა ჯ. ჰოლმა (1811—1898) აპალაჩების მთების კვლევისას დაადგინა, რომ ეს მთები შედგება ასეული მეტრობით სიღრმის ზღვაში დალექილი 15 კმ-მდე სისქის დანაოქებული შრეებისგან და დაასკვნა, რომ მათ ადგილზე წინათ ყოფილა მოქნილფსკერიანი ზღვა. შიგ დაგროვილა დიდძალი ნალექი. ამიტომ მისი ფსკერი ქვევით ჩაწეულა, ზღვის სიღრმე უცვლელი დარჩენილა, მაგრამ ნალექების სისქე გაზრდილა. შემდეგ ეს ნალექები დანაოქებულა და მთებად ქცეულა. 1873 წელს ამერიკელმა გეოლოგმა ჯ. დენამ (1813—1895) ასეთ ადგილს გეოსინკლინი უწოდა. 1887 წელს ფრანგმა გეოლოგმა მ. ბერტრანმა (1847—1907) მასში შეამჩნია სტადიურობა, 1900 წელს კი ფრანგმა გეოლოგმა ე. ოგმა (1861—1927) მოგვცა გეოსინკლინის განმარტება. მისი აზრით, გეოსინკლინი არის ორკონტინენტს შორის მდებარე. ვიწრო, გრძელი. მოქნილფსკერიანი ღრმა ზღვა, რომელშიც ხდება ნალექების ინტენსიური დაგროვება, დაძირვა, მაგმატიზმი, მეტამორფიზმი. დანაოქება და მთებად ქცევა. ჰეტამორფიზმი იწყება იმის შემდეგ, როცა დანალექი ქანები მიადწეეს მაგმას და დამანაოქებელი (ოროგენული) ძალების გავლენით მაგმა აჭრება ზევით მდებარე შრეებში. ამათან დაძირვა ყოველთვის არ კომპენსირდება ნალექების დაგროვებით და უკანასკნელ სტადიაზე ნაოქებთან ერთად წარმოიქმნება გეოსინკლინები. ე. ი. გეოსინკლინში არსებული დიდი კუნძულები, რომლებიც, არხანგელსკის აზრით, წარმოიშობა ფსკერის ამოზიდვით, ზევით იწეეს და მთებად იქცევა.

შემდეგ გეოსინკლინის თეორია ფართოდ გავრცელდა გეოლოგთა შორის და დიდი მხარდაჭერით სარგებლობს დღესაც, მაგრამ მისი ცნება ყველას ერთნაირად არ ესმის. მაგალითად, ჰოლი გეოსინკლინის დაძირვის მიზეზად თვლიდა ნალექების დაგროვებას, დენა—დედამიწის შეკუმშვას და ა. შ. თუმცა მასში ნალექების ინტენსიურ დაგროვებას, დაძირვას, მეტამორფიზმსა და მაგმატიზმს ყველა აღიარებს.

ჩრდილო ამერიკელმა გეოლოგმა ჩ. შუხერტმა გააფართოვა დენას შეხედულება და 1923 წელს გამოყო მეზო-, მრო-, პოლი-და პარაგეოსინკლინები. აქედან პირველი მდებარეობს კონტინენტებს შორის და წარმოადგენს უზარმაზარ, ღრმა, ზღვიურ აუზს (ტეთისი), დანარჩენები კი—კონტინენტის კიდეზე და ოკეანისგან გამოყოფილია „კილური ხმელეთით“—ბორდელენდით, რომელიც კვებაჟა

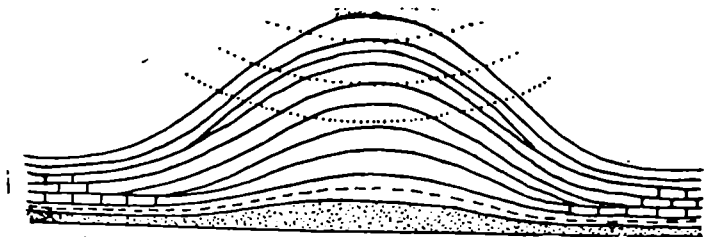
მათ ტერიტორიას და დანაოქებისას იძირება. მონოგოსინკლინი მარტივი გეოსინკლინია და ღრმა აუზად არ იქცევა. პოლიგოსინკლინი რთულია და გეოანტიკლინებით დანაწევრებულია ორან მეტ გეოსინკლინად. პარაგეოსინკლინი თანამედროვე ტიპია და ოკეანისგან გამოყოფილია კუნძულების ვიწრო რკალით (ობოტის, იაპონიის, ჩინეთისა და სხვა ზღვები).

გერმანელმა პ. შტილემ 1931—35—1940 წლებში შემოიღო ტერმინები: კრატონი, ორთოგოსინკლინი, ევგეოსინკლინი, მიოგოსინკლინი და პარაგეოსინკლინი, კრატონი მიწის ქერქის მკვრივი, უდრეკი ნაწილია (ბაქანი); ორთოგოსინკლინი—ნამდვილი გეოსინკლინი, მდებარეობს ორ კონტინენტს შორის. მისი ფსკერი ძლიერ მოქნილია, ოროგენული ძალების გავლენით მხოლოდ ნაოჭდება, ნაოჭები ძლიერ შეკუმშული და წარმოქმნილი მთები ალპინოტიპურია, ე.ი. შედგება მხოლოდ ნაოჭებისგან; ევგეოსინკლინი (ინტერნდი)—ორთოგოსინკლინის კრატონისგან ძლიერ დაცილებული, ინტენსიურად მოძრავი უბანია; მიოგოსინკლინი (ექსტერნდი)—ორთოგოსინკლინის კრატონთან ახლომდებარე, ნაკლებმოძრავი ნაწილია; პარაგეოსინკლინი კი—გარდამავალი გეოსინკლინია და მდებარეობს მიწის ქერქის არასრულყოფილად გამკვრივებულ უბანზე (ვ. ბელოუსოვის აზრით, საქართველოში ასეთია კოლხეთის დაბლობი), ე.ი. იგი არც ტიპური ბაქანი და არც ტიპური გეოსინკლინია. ამიტომ ოროგენული ძალები მასში იწვევს როგორც ნაოჭების, ისე რღვევების წარმოქმნას და მიღებული მთები გერმანოტიპურია (წყვეტილნაოჭა).

გეოსინკლინის თანამედროვე გაგების შემუშავებაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის ა. ბორისიას (1872—1944), ა. არხანგელსკს, ე. ობრუჩევს, ე. მილიანოვსკს (1892—1946), ნ. შატსკს და ნალიევკინს, ვ. ბელოუსოვს, ე. ხაინსა და სხვა საბჭოთა მკვლევარებს. მათი აზრით, გეოსინკლინი არის მიწის ქერქის ასეული და ათასეული კმ-ის სიგანის დრეკადი მოქნილი უბანი, რომელშიც ხდება დიდძალი ნალექების დაგროვება. ინტენსიური მაგმატიზმი, მეტამორფიზმი, დანაოჭება და მთების წარმოქმნა. ამასთან იგი შეიძლება იყოს კონტინენტებს შორის (მაღის არქიპელაგი). კონტინენტის კიდეზე (კამჩატკა) და კონტინენტზედაც (ფერგანის ტაფობი) და წარმოიშვას მიწის ქერქის როგორც ჩალუნულ. ისე ჩაქცეულ ადგილებშიაც. ეს იმას ნიშნავს, რომ გეოსინკლინები არსებობს დღესაც და იქ მომავალში აღიმართება მთები. ამიტომ ზოგიერთები გეოსინკლინს მთების აკვანსაც უწოდებენ. (ნახ.

106). რთულ გეოსინკლინში მ. ტეტიაევი არჩევს ინტრაგეოატიკლინებს (ამოზიდული) და ინტრაგეოსინკლინებს (მათ შორის ჩაწეული ადგილები).

გეოსინკლინის განვითარებაში ზოგი გამოყოფს ორ სტადიას, ზოგი— სამს და ოთხს. პირველ სტადიაზე გეოსინკლინი განიცდის ინ-



ნახ. 106. გეოსინკლინის სქემა.

ტენსიურ ჩაწევას და, როგორც წესი, იფარება ზღვით. მოსაზღვრე ხმელეთიდან მასში ჩამოდის დიდძალი მყარი ნაშალი მასალა. ეს მასალა შემდეგ მკვრივდება, გარდაიქმნება და იქცევა ფიქლებად (ასეა წარმოქმნილი კავკასიონის ასპიდური ფიქლები, რომელთა სისქე 14 კმ-მდეა). ზოგჯერ ჩაწევა ხდება რამდენიმე ადგილზე. ამ დროს გეოსინკლინი რთულდება და შიგ ჩნდება ინტრაგეოსინკლინები და ინტრაგეოანტიკლინები. ეს უკანასკნელი ხანდახან წყალზევითაც ამოდის, ქმნის დაბალ, ბრტყელ კუნძულებს და ტერიგენი მასალით კვებავს გეოსინკლინებს, მაგრამ მასალა მეტწილად თიხოვანია. ამიტომ პირველ სტადიაზე ნალექებიც ერთგვაროვანია. მეტად ინტენსიური ჩაწევის ადგილებში მიწის ქერქი სკდება, ჩნდება დიდი რღვევები, ზევით ამოდის ჭერ მუავე. შემდეგ—საშუალო და ფუძე ლავა, ხშირად—ამოფრქვევის მყარი პროლუტებიც და წარმოიქმნება დიდძალი მაგმური ქანები. მაგმა მოქმედებს ნალექებზე და ქმნის კაჟიან ფიქლებსა და იაშმას. ამოფრქვევა მეტწილად წყალქვეშაა.

მეორე სტადიაზე მოძრაობა რთულდება, გეოსინკლინში ჩნდება მთელი რიგი ამოწევა-ჩაღრმავებები, ე. ი. კუნძულების გირლანდები (კორდილიერები) და ზღვის ვიწრო, ღრმა სრუტეები (ფიქრობენ, ღღეს ამ სტადიაშია წყნარი ოკეანის აზიური სანაპირო). ინტენსიურდება რყევითი მოძრაობებიც. ჩნდება ფლიში, ე. ი. ორი, სამი ან ოთხი სხვადასხვა ტიპის თხელშრებერივი კლასტური ქანების რიტმული მორიგეობა (კარბონული ქანების გადარეცხვისას—კარბონატული ფლიში). მაგრამ კუნძულები თანდათან ირეცხება, დაბლდება, სწორდება, ნაშალი

მასალა თიხოვანი ხდება, ვულკანიზმი ნელდება, აუზები თხელდება, ზოგჯერ ხმელეთად იქცევა და ირეცხება. შემდეგ რყევითი პროცესები ისევ აქტიურდება, აღწერილი პროცესი მეორდება. ამ მოძრაობაში ჩაერთვის ბაქნის კიდეებიც და გეოსინკლინი და ცენტრალური გეოანტიკლინი ფართოვდება.

მესამე სტადიაზე ჩალუნვა თანდათან იცვლება ამოწვევითა და დანაოქებით, ამოწვევები ფართოვდება, ჩალუნვები ვიწროვდება. ზღვა თხელდება. სრუტეები უბეებად, ლაგუნებად, ტბებად, ხოლო გეოსინკლინის მეტი ნაწილი ხმელეთად იქცევა. ფლიშის ნაცვლად თიხები, ქვიშები, უფრო მსხვილი მასალა, აქა-იქ თაბაშირი და სხვა მარილებიც ილექება. დანაოქება იმდენად ძლიერია, რომ გეოანტიკლინებს გარდა, მასში ჩალუნვის ზონებიც ებმება. ეფუზიურ მაგმატიზმს ინტრუზიული ცვლის. ჩნდება უზარმაზარი ინტრუზიები, საიდანაც მეტი ნაწილი მჟავე და საშუალო მჟავეა. როგორც ჩანს, ეს სტადია გეოსინკლინის ტექტონიკურ აქტივობის უმაღლესი საფეხურია.

მეოთხე სტადიაზე გეოსინკლინის ცენტრში ნაოქების წარდა წყდება, მთელი ტერიტორია ზევით იწევს, მთებად იქცევა, ხეობებით ისელება. ეროზია მატულობს. შუაში მაღალი პლატო, ხოლო პერიფერიებზე გადაბრუნებული ნაოქები, შარიაყები, რღვევები და მთისწინა ჩალრმავეებები ჩნდება, მიწის ქერქი ბლოკებად სკდება. ისინი ზევით და ქვევით იწევს. მოძრაობა ზღვის ფსკერზედაც ვრცელდება. მაგმატიზმი სუსტდება, ნაპრალო, ცენტრულ და ფუძე ხასიათს ღებულობს. ენდოგენური პროცესები თანდათან ნელდება. ეგზოგენური—ძლიერდება. რელიეფი ნაწევრდება, იშლება. მთისწინა და მთათაშუა ჩალრმავეებები მოლასური ნალექებით (კონგლომერატები, ქვიშაქვები, თიხები, მერგელები) ივსება. ამ ნალექების სისქე ზოგჯერ კილომეტრებამდე აღწევს (კარპატებისპირა ჩალრმავეებაში 3 კმ-ია. იმიერკარპატების მთათაშუეთში—5—6 კმ, აღმოსავლეთ საქართველოს მთათაშუეთში—2.5—3 კმ). ზღვები ლაგუნებად ნაწილდება. მთელი ტერიტორია ვაკდება, სწორდება, მკვრივდება, გეოსინკლინი ამთავრებს განვითარებას, ჯერ დანაოქებულ ზონებად და შემდეგ უღრევ სხეულად—ბაქნად იქცევა.

ზოგჯერ გეოსინკლინი ბაქანზედაც ჩნდება (დადებული, აღორძინებული გეოსინკლინი), მაგრამ აღწერილი პროცესები მასში ბევრად სუსტად ვითარდება (საქართველოში ასეთია აჭარა-თრიალეთის გეოსინკლინი). ამიტომ მკვლევართა მეტი ნაწილი ფიქრობს, რომ შორეულ გეოლოგიურ წარსულში გეოსინკლინები მეტი იყო და მეტ ფართობსაც იკავებდა. რომ შემდეგ შევიწროვდა და რიცხობრივადაც შემცირდა.

გეოსინკლინები გვაქვს ოკეანის ფსკერზედაც. მას თ ა ლ ა ს ო გ ე -
ო ს ი ნ კ ლ ი ნ ი. ანუ ზღვიური გეოსინკლინი ჰქვია (ტერმინი შემოღებუ-
ლია ნ. ა. ბოგდანოვის მიერ 1966 წელს). იგი გვხვდება წყნა-
რი ოკეანის კიდური დანაოჭებული სარტყლის ზედა პალეოზოურ და
მეზოზოურ სტრუქტურებში, კერძოდ: ახალ ზელანდიაში, ახალ გვინეაში,
ფილიპინებზე, იაპონიაში, სახალინზე, კორეის მთიანეთში, კალიფორ-
ნიაში და აგებულია მძლავრი (15—20 კმ), ღრმა წყლის კაჟიან-გრაუეაკული
წყებებისგან, რომლებიც ზევით გადადის ფლიშში და მთავრდება ფუძე
და ულტრაფუძე მაგმური ქანებით.

ამრიგად, გეოსინკლინური ნალექების დამახასიათებელი ნიშნებია:
მ ე ტ წ ი ლ ა დ ს ა ნ ა პ ი რ ო ფ ა ც ი ე ს ი; დ ი დ ი ს ი ს ქ ე (კი-
ლომეტრები); ი ნ ტ ე ნ ს ი უ რ ი დ ა ნ ა ო კ ე ბ ა; ძ ლ ი ე რ ი
მ ე ტ ა მ ო რ ფ ი ზ შ ი და დ ი დ ძ ა ლ ი მ ა გ მ უ რ ი ქ ა ნ ე ბ ი ს
შ ე მ ც ვ ე ლ ო ბ ა. ამ ნიშნებით მტკიცდება, რომ მთების უმეტესობა
წარმოშობილია გეოსინკლინის დანაოჭების შედეგად. ამიტომ ზოგიერ-
ოები დანაოჭებას ოროგენეზსაც უწოდებენ.

დანაოჭებული ზონები, ოროგენეზი. დანაოჭებული ზონები წარმოად-
გენს მიწის ქერქის დაკუმპენილ, მთებად ქცეულ უბნებს. ისინი გარდაპა-
ვალაა გეოსინკლინსა და ბაქნებს შორის და ხასიათდება საერთო ნიშნე-
ბით, მაგრამ განსხვავდება მათგანაც. კერძოდ, გეოსინკლინისგან განსხვა-
ვებით, იგი უფრო ნაკლებმოქნილია და უმეტესად ზევით იწევს (ირეცხება,
იშლება), ბაქნისგან განსხვავებით კი უფრო ხშირად განიცდის რყევით
წოდებას; შედგება გაცილებით დიდი სისქის (კილომეტრები) დანალექი
ქანებისგან; ეს ქანები უმთავრესად წარმოდგენილია ზღვიური წარმონაქმ-
ნებით და ინტენსიურად არის დანაოჭებულ-დაწყვეტილი; შიგ ჩანს რამდენ-
იმე სტრუქტურული სართული; ახალგაზრდა დანაოჭებულ ზონებში
გვაქვს მოქმედი და ახლო წარსულში ჩამქრალი ვულკანები და ა. შ. და-
ნაოჭებული ზონები წარმოიქმნება გეოსინკლინის დანაოჭების. ანუ ორო-
გენეზის, შედეგად.

ოროგენეზი ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მთის წარმოქმნას („ოროს“
—მთა; „გენეზის“—წარმოშობა). მაგრამ მთები წარმოიშობა დენუდაცი-
ური და აკუმულაციური პროცესებითაც. ამიტომ გენეტური თვალსაზრი-
სით არჩევნ: ტ ე ქ ტ ო ნ ი კ უ რ. დ ე ნ უ დ ა ც ი უ რ და ა კ უ მ უ ლ ა -
ც ი უ რ მ თ ე ბ ს.

ტ ე ქ ტ ო ნ ი კ უ რ ი მ თ ე ბ ი წარმოქმნილია ტექტონიკური ძალებით
მიწის ქერქის დანაოჭება-დაწყვეტის შედეგად. გამოყოფენ მის სამ
ტიპს: ნ ა ო კ ა ს (ა ლ ბ ი ნ ო ტ ი პ უ რ ი), წ ყ ვ ე ტ ი ლ ნ ა ო კ ა ს ა გ ე -
რ მ ა ნ ო ტ ი პ უ რ ი) და ბ ე ლ ტ უ რ ს. ნაოკა მთები წარმოშობილია
ორთოგეოსინკლინში (ალპები და სხვ.), წყვეტილნაოკა-პარაგეოსინკლინში

(იურის მთები, ნაწილობრივ კავკასიონი და სხვ.), ბელტური მთები კი—ბაკანზე, ე. ი. წინათ დანაოკებულ-გამკვრივებულ ადგილებში მისი დაწყვეტი-სა და მიღებული ბლოკების ზევით გადაადგილების შედეგად (ტიან-შანი, უსტურტის პლატო, აფრიკის მთების მეტი ნაწილი და სხვ.). ამიტომ ბელტურ მთებს ა ლ ო რ ძ ი ნ ე ბ უ ლ, ა ნ უ გ ა ა ხ ა ლ გ ა ზ რ დ ა ვ ე ბ უ ლ და ე პ ი ბ ა ქ ნ უ რ მ თ ე ბ ს ა ც უ წ ო დ ე ბ ე ნ, დანარჩენებს კი — ე პ ი გ ე ო ს ი ნ კ ლ ი ნ უ რ ს.

დ ე ნ უ ლ ა ც ი უ რ ი მ თ ე ბ ი წარმოშობილია დენუდაციის ფაქტორების (წყალი, ქარი, მყინვარი და სხვ.) მოქმედებით, ა კ უ მ უ ლ ა ც ი უ რ ი მ თ ე ბ ი კი—ქანების ნაშალი მასალის ან ვულკანური ამოფრქვევის პროდუქტების ამა თუ იმ ადგილზე დაგროვებით. ამიტომ მთების ამ ჯგუფში არჩევენ: ე რ ო ზ ი უ ლ (მიწის ზედაპირის ეროზიული დანაწევრებით წარმოქმნილი), ე ო ლ უ რ (ბარქანები, დიუნები), მ ყ ი ნ ვ ა რ უ ლ (ოზები, კამები), ვ უ ლ კ ა ნ უ რ (ვულკანური კონუსები, გუმბათები) და სხვა სახის მთებს. მაგრამ მთების უმეტესობა მაინც გეოსინკლინურია, ე. ი. წარმოშობილია გეოსინკლინში მიმდინარე დამანაოკებელი ბიძგების შედეგად. 1924 წელს შ ტ ი ლ ე მ ამ ბიძგებს დ ა ნ ა ო კ ე ბ ო ს ფ ა ზ ი ს ე ბ ი. ა ნ უ ო რ ო ფ ა ზ ე ბ ი, უწოდა, გეოსინკლინში დანაოკების დაწყებიდან მთების წარმოქმნამდე მომხდარი ბიძგების ერთობლიობას კი—ო რ ო გ ე ნ უ ლ ი ც ი კ ლ ი.

დანაოკების ასაკს და რაოდენობას საზღვრავენ ნალექთა ვერტიკალურ კრილში კუთხური უთანხმოებითა და მისი რიცხვის მიხედვით, რადგან ფიქრობენ, რომ ყოველი ფაზის შემდეგ ზღვის ფსკერი ხმელეთად იქცევა, ეს ხმელეთი ირეცხება, დაბლდება, ქვევით იწვეს, წყლით იფარება და მის გადანარეცხ ზედაპირზე უთანხმოდ ახალგაზრდა ნალექები ეფინება. ამიტომ ამბობენ, რომ დანაოკება უფრო ახალგაზრდაა, ვიდრე ყველაზე ახალგაზრდა შრე დანაოკებულ შრეთაგან და უფრო ძველია, ვიდრე ყველაზე ძველი შრე დაუნაოკებელ ან ნაკლებდანაოკებულ შრეთაგან.

ოროფაზების დათარიღების ეს მეთოდი საყოველთაოდ აღიარებულია, მაგრამ ყოველთვის სწორ პასუხს არ გვაძლევს, რადგან ყველა ოროფაზის დროს ხმელეთი არ წარმოიშობა (ზოგჯერ გეოსინკლინის ამოზიდული ნაწილი ისევ წყალქვეშ რჩება და ზედ ისევ დალექვა მიმდინარეობს, ე. ი. კუთხური უთანხმოება არ წარმოიქმნება). ამიტომ აკად. ა. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ე მ 1940 წელს წამოაყენა წინადადება ოროფაზები დავათარილოთ სრულ კრილში ნალექთა მარცვლების სიდიდის ცვლილების მიხედვით, რადგან ოროფაზის დროს ზღვა თხელდება, უკან იხევს, რეგრესია ხდება და კრილში ქვევიდან ზევით, ნალექთა მარცვლების დიამეტრი თანდათან მატულობს, ტრანსგრესიის დროს კი—პირიქით. ტრანსგრესია შეესაბამება ადგილის დაწვევას, ე. ი. ოროფაზის დამთავრებას. ამიტომ რამდენადაც ზუსტად გან-

ესაზღვრავთ ჭრილში ნალექთა ხასიათის ამგვარ ცვლილებას, იმდენად ზუსტად დავადგენთ ოროფაზების დაწყება-დამთავრების დროს.

როგორც აღვნიშნეთ, გარკვეული ოროფაზები შეადგენს ო რ ო გ ე - ნ უ ლ ც ი კ ლ ს, ე. ი. იწვევს ამა თუ იმ ადგილის გეოსინკლინის დანაოქებასა და მთებად ქცევას. უეჭველია, რომ ამგვარ მოძრაობებს ადგილი ჰქონდა კამბრიულამდელ დროშიაც, მაგრამ არქეულ-პროტეროზოურის ქანები ისეა დანაოქებულ-დაწყვეტილი და გარდაქმნილი, რომ მასში ოროგენიკის ხუსტი ადგილის, რიცხვისა და დროის დადგენა შეუძლებელია. ამიტომ კარგად შესწავლილია მხოლოდ ფანეროზოური ოროგენული მოძრაობები. წინათ ამ დროში არჩევდნენ სამ ოროგენულ ციკლს: კ ა ლ ე დ ო ნ ი უ რ ს, ჰ ე რ ც ი ნ უ ლ ს ა და ა ლ პ ი დ უ რ ს, ამჟამად კი ალპურ ციკლს უფენ მ ე ზ ო ზ ო უ რ (კიმერიული, ტიან-შანის, ვერხოიანსკის, წყნაროკიანური) და საკუთრივ ა ლ პ უ რ (კაინოზოური) დანაოქებად, ამავე დროს კალედონიური დანაოქების ქვედა საზღვარი ქვევით გადააქეთ. ამ გაგებით კ ა ლ ე დ ო ნ ი უ რ ი ო რ ო გ ე ნ ე ზ ი (სახელი მომდინარეობს რომაელების ბატონობის დროს შოტლანდიის სახელის—კალედონიისაგან) დაიწყო კამბრიულში და დამთავრდა ზედა დევონის წინ. მან წარმოიშვა: შოტლანდიის, სკანდინავიის, გრენლანდიის ჩრდილო სანაპიროების, ცენტრული ყაზახეთის დასავლეთი ნაწილის, ტიან-შანის ჩრდილო მონაკვეთის, სალაირის, ჩრდილო მონგოლეთის, სამხრეთ და აღმოსავლეთ ჩინეთის, ავსტრალიის ალპების დასავლეთი ნაწილისა და სხვა მთები, შეაერთა ერთმანეთთან ე. წ. ჩრდილო ამერიკისა (ლავრენტის) და რუსეთის ბაქნები და შექმნა ერთი დიდი—ჩ რ დ ი ლ ო ა ტ ლ ა ნ ტ უ რ ი კ ო ნ ტ ი ნ ე ნ ტ ი.

ჰ ე რ ც ი ნ უ ლ ი ო რ ო გ ე ნ ე ზ ი (სახელი მომდინარეობს გერმანიის ჰარცის მთისგან) დაიწყო დევონის დასაწყისში და დამთავრდა შუა ტრიასში. ამ დროს წარმოიშვა: სამხრეთ ირლანდიის, ბრეტანის, ჰარცის, ურალის, ნოვაია ზემლიას, ყაზახეთის, აპალაჩის, აღმოსავლეთ ავსტრალიის და სხვა მთები, ერთიმეორეს შეუერთდა ჩრდილო ატლანტური, ციმბირის, ცენტრალური აზიის, ჩინეთის ბაქნები და წარმოიშვა უზარმაზარი—ჩ რ დ ი ლ ო ნ ა ხ ე ვ ა რ ს ფ ე რ ო ს, ა ნ უ ლ ა ვ რ ა ზ ი ი ს კ ო ნ ტ ი ნ ე ნ ტ ი.

მ ე ზ ო ზ ო უ რ ი დ ა ნ ა ო ო ო ო ბ ა დაიწყო ტრიასისა და ეურის საზღვარზე და დამთავრდა ცარცის ბოლოს. წარმოიშვა ვერხოიანსკ-ჩუკოტკის მთები, ჩრდილო ამერიკის კორდილიერები და ხმელთაშუა-ინდონეზიის მთების სარტკლას ნაწილი. ა ლ პ უ რ ი ო რ ო გ ე ნ ე ზ ი კ ი მიმდინარეობდა კაინოზოურში და ძირითადად დამთავრდა მეოთხეულის წინ. წარმოიშვა: პირენეები, ალპები, კარპატები, ყირიმ-კავკასიონი. მცირე აზია-ირან-ავღანეთ-პაკისტან-ბირმისა და სხვა თანამედროვე მაღალი მთები. მან დიდი როლი შეასრულა ჩვენი პლანეტის ახლანდელი რელიეფის შექმნაში.

თითოეული ციკლი შედგება რამდენიმე ოროფაზისგან. აქედან ზოგიერთები გადამწყვეტ როლს ასრულებს ამა თუ იმ მთების საბოლოოდ ჩამოყალიბებაში. ამ ოროფაზას იმ მთისთვის მთავარი ოროფაზა ჰქვია, მის წინას—წინამორბედი, შემდგომს—ომყოლი. ოროფაზების ხანგრძლივობა მეტწილად რამდენიმე მლნ წელია, ოროგენულაციკლებისა კი—ხანდახან ასეული მლნ წლებიც. ამ მოძრაობათა შედეგად დანაოჭებული ზონები თანდათან მკვრივდება, მტკიცდება და ბაქნად იქცევა.

ბაქანი ეწოდება მიწის ქერქის დიდ, უდრეკ ნაწილს, რომელიც არ განიცდის დანაოჭებას. იგი შედგება ორი სართულისგან. ქვედა სართულს ჰქვია კრისტალური სუბსტრატის (ფუნდამენტი), ზედას—დანალექი საფარი. სუბსტრატის აგებულია ძლიერ მეტამორფული, ინტენსიურად დანაოჭებულ-დაწყვეტილი და ინტრუზივებით დასერილი კრისტალური ქანებისგან, დანალექი საფარი კი—ჰორიზონტალური ან ტალღობრივად გაღუნული, მცირე სისქის დანალექი ქანებისგან, რომლებიც დიდი კუთხური უთანხმოდ ადევს სუბსტრატს. ბაქნის იმ ნაწილს, სადაც ორივე სართული გვხვდება, ეწოდება ფილაქანი, გაშიშვლებულ ან მცირე სისქის მეოთხეული ნალექებით დაფარულ სუბსტრატს კი—ფარი (თხემი). ბაქნისთვის დამახასიათებელია: სუსტი, იშვიათი მიწისძვრები და ვულკანიზმი; ნელი, ხანგრძლივი რყევითი მოძრაობები (ეპიროგენეზი); ძლიერ ფართო (ასეული კმ-ების სიგანის) და დამრეცი ჩაზნექები და მოწეგები (სინეკლიზა და ანტიკლიზა), რომელთა ამპლიტუდა მეტწილად 2—3 კმ-მდეა, მაგრამ ზოგჯერ 10 კმ-საც აღწევს.

ასაკის მიხედვით არჩევენ: ძველ (კამბრიულამდელი) და ახალგაზრდა. ანუ კამბრიულის შემდგომ (კალედონიური, ჰერცინული, მეზოზოური) ბაქნებს. ესენი ამავე დროს მიწის ქერქის დანაოჭებული ზონებია. მეზოზოურ ბაქნებს ჯერ კიდევ შერჩენილი აქვს აქტიური მოძრაობის უნარი. ძველი ბაქნებია: აღმოსავლეთ ევროპის ვაკე (რუსეთის ბაქანი); აღმოსავლეთი ციმბირი (ანგარის ბაქანი); ჩრდილო ჩინეთ-მანჯურიის კორეითურთ: ტარიმის; ჩრდილო და სამხრეთი ამერიკების მეტი ნაწილი: თითქმის მთელი აფრიკა; მადაგასკარი; ინდოეთი და დასავლეთი ავსტრალია. კალედონიური ბაქნებია: სკანდინავია-აპალაჩის მთები. ჰერცინული ბაქნები—ურალი, დასავლეთ ციმბირის დაბლობი, ცენტრალური ყაზახეთი; მეზოზოური ბაქნები კი: აზიის წყნარი ოკეანისპირა მთიანეთი ჩუკოტკის ჩათვლით. ჩრდილო ამერიკის კორდილიერები და ა. შ. ამათგან ფარებია:

ბალტიისპირეთი, გრენლანდიის მეტი ნაწილი, კანადა, ბრაზილია, მდ. ამაგარის აუზის შუა წელი და სხვ.

ბაქნები არსებობს ოკეანეების ფსკერზედაც. მათ ოკეანური ბაქნები ეძევა. ასეთია წყნარი ოკეანის მთელი ფსკერი (ნაპარების გამოკლებით) და სხვა ოკეანეების ფსკერის უმეტესი ნაწილი. კონტინენტური ბაქნებისგან განსხვავებით ისინი მოიცავენ ბევრად მეტ ფართობს, არ შეიცავენ გრანიტულ ფენას და მცირე სისქისაა (3—15 კმ).

ღროთა ვითარებაში ბაქანი იცვლის ხასიათს და ვითარდება, ეხიანის განვითარებაში არჩევენ ოთხ სტადიას. პირველ სტადიაზე ბაქანი ზღვებით შემოფარგლული ხმელეთია და განიცდის ინტენსიურ დენულაციას, მეორე სტადიაზე ბაქნის გეოსინკლინთან მიმდებარე ადგილი ქვევით იწევს და ჩნდება კიდური სინეკლიზა. იგი თანდათან ფართოვდება, ზღვით აუსება, ცენტრულ ნაწილსაც მოიცავს. ზღვა ასწორებს ფსკერის ზედაპირს და დიდძალ კლასტურ და ორგანულ ნალექს იძლევა. სინეკლიზას ფერდობებზე ჩნდება ზურგობები, მცირე რღვევები და ნაოქები. მესამე სტადიაზე მთელი ბაქანი ზევით იწევა, ხდება რეგრესია, ზღვა ნაწილდება ლაგუნებად, ყურეებად, ტბებად და შიგ მარილები ან ტორფი ილექება. მეოთხე სტადიაზე ბაქანი მთლიანად თავისუფლდება ზღვისგან, ზევით იწევს, ზოგიერთ ადგილზე იმსხვრევა, უმაღლესი რაიონები მყინვარებით იფარება, მსხვრევის ზოლში კი ხდება ვულკანიზმი და მიწისძვრები. ი. ბილიბინის აზრით. მთელ ამ პერიოდში, ზღვით ამოდის ფუძე და ტუტე მაგმა, ჩნდება ტრაპები (მძლავრი ბაზალტური წყებები), ნეფელინიანი სიენიტები და სხვა შესაბამისი ქანები.

ზოგიერთების აზრით, ბაქნის წარმოქმნით მთავრდება მიწის ქერქის განვითარების პროცესი, ა. კარპინსკის, ნ. შატსკის, მ. მურატოვისა და სხვა გეოლოგების შეხედულებით. კი ეს პროცესი ეწყვეტია და ბეორდება, ე. ი. ბაქნები გეოსინკლინებში გადადის და პირიქით. მაგალათად, დონეცის მთები, რომლის ადგილზე წინათ ბაქანი იყო, კარბონულში გაჩნდა გეოსინკლინი, პერმულის ბოლოდან კი ისევ ბაქანია. ეს აზრი უფრო დამაჯერებელია, მაგრამ ახლადწარმოქმნილი გეოსინკლინი (ბაქანიც) ზუსტად ძველის ადგილს არ იკავებს და არც იმავე ზომების, თვისებებისა და მიმართულებისაა, მასში არსებული ზღვა კი განსხვავდება წინანდელისგან მდებარეობით. ფართობითა და თვისებებით.

კიდური ჩაღრმავება. კიდური ჩაღრმავება წარმოადგენს ბაქნისა და გეოსინკლინის საზღვარზე არსებულ უზარმაზარ ასიმეტრიულ როფს. რომელიც ჩვეულებრივ 1000 კმ-ზე მეტ მანძილზე ვრცელდება და არსებითად შეესებულება მოლასური და მაგმური ქანებით. მისი გარეგანი ფართადამრეცია და მოთავსებულია ბაქნური ნალექების ქვეშ. შინაგანი

ფრთა კი ციციბოა და აგებულია გეოსინკლინური წყებებით. იგი ხშირად დაწანვერებულია განივი ამოწეევებით და მოიცავს დიაპირულ და ბრაქინაოქებს, ფლექსურებსა და მარილის გუმბათებს, ქვანახშირისა და ნაერთობ-აირის დასაგროვებლად ხელსაყრელ უბნებს, რომლის შიგნით გვხვდება ხაზობრივი ნაოქები. მაგმური პროცესები შესუსტებულია. ასეთია, მაგალითად, ურალისპირა ჩაღრმავება. იგი მთელ სიგრძეზე გასდევს ამ ქედს დასავლეთ ფერდობის გასწვრივ. ასეთივეა ჰიმალაისწინა, ვერხოიანსკისწინა, აპალაჩებისწინა და სხვა ჩაღრმავებებიც. როგორც ჩანს, ისინი წარმოშობილია ოროგენეზის დროს დანაოქებული ზონის გადმოწოლით ბაქნების კიდურ ნაწილზე და მისი ჩაწევით. ზოგი მათგანის ლერძი თანდათან უახლოვდება ბაქანს (კარპატებისწინა ჩაღრმავება).

ოკეანური აუზები. ოკეანური აუზები ეწოდება ოკეანის წყლით შევსებულ უზარმაზარ ტაფობებს. მათ უჭირავს 361 მლნ კმ² ფართობი. ამ აუზების წარმოშობის შესახებ ზევით გვექონდა საუბარი (იხ. მოკლე ცნობები ზღვის შესახებ). ამიტომ აქ აღვნიშნავთ მხოლოდ იმას, რომ მათი ფსკერის დაახლოებით 60% წარმოადგენს ზღვიურ ბაქნებს (თალასოკრატონი, თალასოპლენი). ისინი მოთავსებულია 3—4 ათასი მ სიღრმეზე, 3—15 კმ-მდე სისქისაა, შედგება ბაზალტური ფენისა და მასზე განლაგებული მცირე სისქის ზღვიური ნალექებისგან. შესაძლოა იგაიყოს მიწის პირვანდელი ქერქის ნარჩენი.

შუაოკეანური ქედები. შუაოკეანური ქედები წარმოადგენს ოკეანეების ფსკერზე არსებულ გიგანტურ მთათა სისტემებს (იხ. მოკლე ცნობები ზღვის შესახებ). ამიტომ აქ აღვნიშნავთ მხოლოდ იმას, რომ ეს ქედები გვხვდება ყველა ოკეანეში, ზოგჯერ სიგრძით 60 ათას კმ-ზე მეტია, საშუალოდ 200—1200 კმ სიგანისაა, ფსკერიდან მეტწილად აღმართულია 1—3 კმ სიმაღლემდე, მაგრამ ხანდახან დღის სინათლეზედაც ამოდის (კუნძული ამსტერდამი ინდოეთის ოკეანეში, ბუვეს, აზორისა და სხვა კუნძულები ატლანტის ოკეანეში და ა. შ.). ისინი აგებულია მაგმური ქანებისგან და დანაწევრებულია მეტწილად სიგრძივი სიღრმული რღვევებით. მათ თხემურ ნაწილში (გასწვრივ) ჩვეულებრივ მოთავსებულია გრაბენული, ანუ რიფტული, ხეობები. ამერიკელი გეოფიზიკოსების—მ. იუ ნ გ ის ა და ბ. ჰე ი ზ ე ნ ის აზრით, აღნიშნული ქედები წარმოქმნილია რღვევიდან ამოსული ვულკანური პროდუქტების ადგილზე დაგროვების შედეგად და ეს პროცესი იქ ახლაც გრძელდება.

რიფტი. რიფტი ეწოდება ხშირად 1000 კმ-ზე მეტ მანძილზე წაგრძელებულ ღარის ან თხრილისებრ ჩაღრმავებას, რომლის განი მ ე ტ წ ი ლ ა დ 30—70 კმ-ია, მაგრამ ზოგჯერ 5—20 კმ-მდეც ჩამოდის ან 200—400 კმ-საც აღწევს. პირველად იგი აღწერა ე. გ რ ი გ ო რ მ ა 1921 წელს აღმოსავლეთ აფრიკის გრაბენული სისტემის მაგალითზე. რიფტი

გვხვდება ოკეანეების ფსკერსა (უმეტესად შუა ოკეანური ქედების ღერძულ ნაწილში) და კონტინენტზედაც, ხასიათდება ხშირი მიწისძვრებითა და ვულკანიზმით. უმთავრესად ზევით ამოდის ფუძე ლავა და ქმნის ოლივინიან ბაზალტებს, პიკრიტებს და სხვა ასეთ ქანებს. იშვიათად კი—მეავე მასებს (ფონოლითი, ტრაქიტი). რიფტია მკვდარი და წითელი ზღვები და ადენის უბის ტაფობები. 1960 წელს ერთ-ერთი უზარმაზარი რიფტული ხეობა აღმოაჩინეს მ. იუნგმა და ბ. ჰეიზენმა. იგი კეთს ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეების ფსკერს. შუაში გასდევს იქ არსებულ შუაოკეანურ ქედებს და გრძელდება 72 ათას კმ მანძილზე. ატლანტის ოკეანეში მისი ფსკერი მდებარეობს ზღვის დონიდან 2750—4575 მ სიღრმეზე. იქ ამ რიფტის სიღრმე საშუალოდ 1800 მ-ია. ზოლო სიგანე (რამდენიმე ასეულ კმ-ზე)—10—40 კმ. ისლანდიაში იგი სმელეთზეც ამოდის და ქმნის ე. წ. „გრაბენულ დებრესიას“. ასეთივე დებრესიაა აგრეთვე აღმოსავლეთ აფრიკაშიც. მასში მოთავსებულია ტანგანიკის, ნიასის, რუდოლფის და სხვა ტბები.

რიფტის წარმოქმნა ჯერ აუხსნელია. ზოგიერთების აზრით. იგი წარმოშობილია მიწის ქერქის ცალკეული ნაწყვეტების (ბლოკები) აწევა-დაწევით ან განზე გაწევით, სხვების მიხედვით კი—იმ ადგილის ჯერ აწევით, შემდეგ გაწყვეტით და ბლოკების ერთი ან ორივე მხარეზე გადაადგილებით.

მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობების მიზეზები. ამ საკითხზე ჯერჯერობით არსებობს მხოლოდ მოსაზრებები. აქედან უფრო საყურადღებოა: კონტრაქციის (შეკუმშვის), იზოსტაზიის (წონასწორობის), პულსაციური, ოსცილაციური (რხევის), კონვექციური დინებების, მობილიტური (კონტინენტების მოძრაობის) და რადიომიგრაციული პიპოთეზები.

კონტრაქციის (შეკუმშვის) პიპოთეზა წამოაყენა ფრანგმა გეოლოგმა ელი დე ბომონმა (1796—1874) 1852 წელს (აზრი გამოთქვა 1829 წელს). იგი ეყრდნობოდა ბიუფონისა და ლაპლასის შეხედულებებს თავდაპირველად მიწის გაფარვარებულ მდგომარეობაში ყოფნისა და შემდეგ გაცივება-შეკუმშვის შესახებ და ფიქრობდა, რომ დედამიწის გული ახლაც თხევადია. ცივდება და იკუმშება. სითხის შეკუმშვის კოეფიციენტი მყარი სხეულის შეკუმშვისაზე ბევრად მეტია. ამიტომ გული მეტად იკუმშება. ვიდრე ქერქი. ამით ქერქსა და ფუძეველი ეცლება და ერთხანს რჩება თალისებურად დაკიდებული. მაგრამ ქერქი სქელია, მძიმეა და არ შესწევს უნარი შეინარჩუნოს წონასწორობა. ამიტომ იგი ქვევით იწევს. შემოურგება მცირე გულს. ნაოკდება და სკდება, ნაოკების ნაწილი ზევით იწევს და ჩნდება მთები, ქერქის გაწ-

ყვეტისას მიწა ირყევა (ხდება მიწისძვრა), რღვევის ბოლოში კი იჭრება მაგმა და ადგილი აქვს მაგმატიზმს. ბოლოს მყარდება წონასწორობა. გულის შემდგომი შეკუმშვით აღწერილი პროცესი ისევე მეორდება. ამრიგად, კონტრაქციის თეორიის თანახმად, ყველა ამ მოვლენას იწვევს მიწის გულის შეკუმშვა—ქერქის მორგება მცირე მოცულობის გულზე და ამიტომ არის, რომ დანაოჭება პერიოდულია, იმ დროს ვულკანიზმი და მიწისძვრები ძლიერია და ყველაფერი ეს ხდება მთების ზოლებში, რადგან იქ მიწის ქერქი ყველაზე მეტად სუსტი და აშლილია.

ეს ჰიპოთეზა კარგად ხსნის დანაოჭებას, მის პერიოდულობას, რღვევებისა და მთების წარმოქმნას, ვულკანიზმს, მიწისძვრებს და მთელ რაგს სხვა გეოლოგიურ მოვლენებს. ამიტომ იგი დიდი ავტორიტეტით სარგებლობდა XIX საუკუნის მეორე ნახევარსა და XX საუკუნის დასაწყისში. მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ისეთი დიდი შარიაეები, როგორსაც იგი გულისხმობს, ბუნებაში არ არის; მთების წარმოქმნა ხდება არა ერთბაშად (კატასტროფულად), არამედ მილიონი წლების განმავლობაში; მიწაში არსებობს რადიაქტიური ნივთიერებები, რომლებიც გამოყოფს დიდძალ სითბოს და მიწა შეიძლება კი არ ცივდებოდეს, თბებოდეს კიდევ; მაგრამ, რაც მთავარია, არის აზრი, რომ მიწა წარმოშობილია არა ცხელი ნისლეულის გაცივებით, არამედ მეტეორიტების ერთად შეერთებით, და ამიტომ თავიდანვე ცივი იყო და ახლა თბება. ამის გამო კონტრაქციის ჰიპოთეზამ დაკარგა თავისი მნიშვნელობა. თუმცა მას ახლაც ჰყავს მომხრეები (ნეოკონტრაქციონისტები), რომლებიც აღიარებენ არა თანდაყოლილ სითბოს, არამედ რადიაქტიური სითბოს შემცირებას და დედამიწის გამკვრივების მიზეზად მიიჩნევენ წიაღში მიმდინარე გრავიტაციულ დიფერენციაციასა და ნივთიერებათა ფაზურ ცვლილებებს.

იზოსტაზიის ჰიპოთეზა ზემოთ განვიხილეთ. პულსაციური ჰიპოთეზა კი წამოაყენა გერმანელმა ა. როტპლეტციმ 1902 წელს, მაგრამ უფრო სრულყოფილად ჩამოაყალიბა ამერიკელმა ტექტონისტმა ვ. ბაჩერმა (1933) და შეავსო საბჭოთა მკვლევარებმა მ. უსოვმა (1936; 1940) და ვ.ობრუჩევმა (1940). ამ ჰიპოთეზის მიხედვით მიწის ქერქის ტექტონიკურ მოძრაობებს იწვევს ნივთიერებათა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შეცვლა. ქერქქვეშა მასის პერიოდული გაფართოება-შეკუმშვა (პულსაცია). ორივე ეს პროცესი ერთდროულია. მაგრამ ხან ერთი ჭარბობს, ხან—მეორე. ერთმანეთში გადასვლა კი ნახტომისებრია. გაფართოებისას ქერქი იწელება, თხელდება, მისი მკვრივი უბნები ზევით იწევს, პლასტიკური—ქვევით და გეოსინკლინალ იქცევა. შეკუმშვის სტადიაში გეოსინკლინები ნაოჭდება, მთებს წარმოშობს. ქანები ზოგან წყდება, ნაპრალდება და ვულკანიზმი

და მიწისძვრები ძლიერდება. ამ დროს წიაღში დაგროვილი ენერგია თავისუფლდება და ქერქი წონასწორობაში მოდის. შემდეგ ისევ გაფართოება, ე. ი. ენერჯის დაგროვება ხდება და ა. შ.

ეს ჰიპოთეზა კარგად ხსნის დანაოქების პერიოდულობას და მიწის ქერქის რყევით მოძრაობებს, მაგრამ ვერ ახაბუთებს, თუ რა იწვევს პულსაციას, ამასთან იგი გულისხმობს დედამიწის ისეთ განვითარებას, როგორც კონსტრუქციის ჰიპოთეზა და მის ნაკლს იზიარებს.

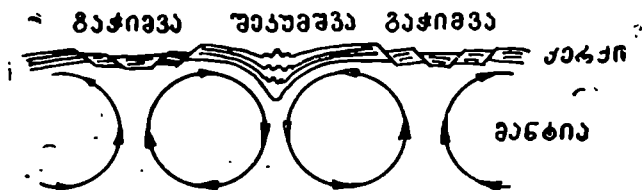
პულსაციურ ჰიპოთეზას ჩამოგავს ოსცილაციური, ან ურხვეის, ჰიპოთეზა. იგი წამოაყენა გერმანელმა ე. შაარმანმა 1930 წელს და გულისხმობს, რომ დედამიწა ერთხანს გამდნარი იყო და მისი ნაწილები უველა მიმართულებით თავისუფლად მოძრაობდა. ქერქის გაჩენის შემდეგ ეს უნარი შერჩა მხოლოდ ქერქქვეშა მასებს. ამიტომ ამ მასების აღმავალი მოძრაობის ადგილებში ქერქი ზევით იწვედა, დაღმავალისაში—ქვევით და ჩნდებოდა დიდრადიუსიანი გაღუნვები— უნდაციები, კერძოდ, ამოზნექილი, ანუ დადებითი უნდაციები— გეოტუმორები და ჩაზნექილი, ანუ უარყოფითი, უნდაციები— გეოდეპრესიები. ამავე დროს ისინი ხშირად ერთიმეორეს ცვლიდა. ამათი დროებიდან ნალექები იწყებდა დაცოცებას, ნაოქდებოდა და გვაძლევდა მთებს. ეს ჰიპოთეზაც კარგად ხსნის მიწის ქერქის აწევ-დაწევას, მაგრამ არ გვიჩვენებს. თუ რა ძალები აიძულებს ქერქქვეშა მასას იმოძრაოს. მთები მართლა ნალექების დაცოცებით რომ იყოს წარმოქმნილი, მაშინ ნაოქები ქაოსურად იქნებოდა ერთიმეორეში არეული და ბევრად ნაკლებად შეკუმშული, ვიდრე ეს კავკასიონსა და სხვა მთებში გვხვდება.

კონვექციური, ანუ ქერქქვეშა მასების დინებების, ჰიპოთეზა წამოაყენა ავსტრიელმა გეოლოგმა ო. ამპფერერმა 1906 წელს, მაგრამ შემდეგ იგი უფრო კარგად ჩამოაყალიბა ინგლისელმა გეოლოგმა და გეოფიზიკოსმა ჯ. ჯოლმა, პოლანდიელმა გეოფიზიკოსმა ფ. ვენინგ-მეინეზმა, გერმანელმა ტექტონისტმა რ. შტაუბმა და სხვებმა. ამპფერერის აზრით, ქერქქვეშა ნივთიერება დოგამოშვებით ფართოვდება და იკუმშება. გაფართოებისას წარმოიქმნება აღმავალი ნაკადები. ისინი ზევით სწევს ქერქს, ამასთან აიძულებს პორიზონტალურად იმოძრაოს, დაიწიოს და დანაოქდეს. მაგრამ იგი არ ასახელებს, თუ რა იწვევს შეკუმშვა-გაფართოებას. ვენინგ-მეინეზი და სხვები ამის მიზეზად მიიჩნევენ რადიქტურ ნივთიერებებს. მათი აზრით, მიწაში ეს ნივთიერებები განაწილებულა არათანაბრად, ჰარბი თავმოყრის ადგილებში მიწა თბება, ფართოვდება და ჩნდება გამთბარი მასების აღმავალი ნაკადები. ქერქთან მიღწევისას ეს ნაკადები იცვლის მიმართულებას (ქერქის წინააღმდეგობის გამო), მიჰყვება მის ქვედა საზღვარს და მიათრევს ქერქსაც, ცივდება, მკვრივ-

დება და ქვევით ეშვება. მათ ადგილს იკავებს ქვევიდან მომდინარე ახალი თბილი მასები. ამიტომ ქერქქვეშ ჩნდება თბილი მასების წრიული ნაკადუ-ბი და ისინი 200—800 კმ სიღრმემდე აღწევს. მოსაზღვრე აღმავალ ნაკა-დებს შორის ქერქი ზევით იწევს, იწელება და სკდება, დაღმავალ ნაკა-დებს შორის კი—იკუმშება. ნაოქდება და მთებდა იქცევა (ნახ. 107).

ამ დასკვნის გამოტანისას ვენ ინ გ-მ ე ი ნ ე ზ ი ე ყ რ დ ნ ო ბ ო-და მის მიერ ინდონეზიაში ჩატარებულ წყალქვეშა გრავიმეტრიულ დაკვირვებებს. მაგრამ დანამდვილებით არავინ არ იცის ქერქქვეშ მართ-ლა არსებობს თუ არა ასეთი ნაკადები—და თუ არსებობს, იგი უნდა იყოს ლამინარული (ფენობრივი) კონვექცია, რაც, ზოგიერთების აზრით. შესაძლებელია მხოლოდ ერთგვაროვან გარემოში (დედამიწაში გამორი-ცხულია).

არსებითად განსხვავებულია მ ო ბ ი ლ ი ს ტ უ რ ი (კ ო ნ ტ ი ნ ე ნ-ტ ე ბ ი ს მ ო ძ რ ა ო ბ ი ს) ჰ ი პ ო თ ე ზ ა. იგი წამოაყენა ასტრონო-



ნახ. 107. მიწის ქერქის შეკუმშვა-გაფართოება კონვექციური ღინებების ჰი-პოთეზის მიხედვით (წრეები კონვექციური ნაკადებია).

მიის მოყვარულმა რუსმა მასწავლებელმა ე. ბ ი ხ ა ნ ო ვ მ ა (1828—1915) 1877 წელს, სახელი უწოდა შვეიცარიელმა გეოლოგმა ე. ა რ გ ა ნ-მ ა (1879—1940), ხოლო მკაფიოდ ჩამოაყალიბა გერმანელმა გეოფიზი-კოსმა ა. ვ ე გ ე ნ ე რ მ ა (1880—1930). ამიტომ მას ხშირად ვ ე გ ე ნ ე-რ ი ს ჰ ი პ ო თ ე ზ ა ს ა ც უ წ ო ლ დ ე ნ. ვ ე გ ე ნ ე რ ი ს აზრით, თავდა-პირველად მიწას ირგვლივ ერთჯერა თხელი ქერქი და იგი მკვეთრად განი-ცილიდა მზის მიზიდულობისა და მიწის ბრუნვით გამოწვეული ცენტრიდა-ნული ძალის გავლენას. ამიტომ ქვედა პროტეროზოურში მიწას მოწყდა გარკვეული ნაწილი, გაიტყორცნა სივრცეში და მოგვცა მთვარე. მოწყ-ვეტის ადგილზე კი ჩადგა წყალი და მივიღეთ წყნარი ოკეანე. კარბო-ნულის დასაწყისში, ცენტრიდანული ძალების გავლენით, ქერქის დარჩე-ნილი მასა ეკვატორისკენ გადმოადგილდა, შეჭგუფდა, გასქელდა, ზევით ამოიზიდა და წარმოშვა ერთი დიდი კონტინენტი — პ ა ნ გ ე ა. მას გარს ეტყა ერთიანი ზღვა — პ ა ნ თ ა ლ ა ს ი. იურულ პერიოდში პანგეა

დაწყდა: ამერიკა გამოეყო ევროპა-აფრიკას და დასავლეთისკენ გაცურა; აფრიკა მოწყდა ევროპა-სამხრეთ აზიას და ახლანდელი სამხრეთი ბოლოთი შემობრუნდა საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით. მაკრამ ძირითადად მაინც ადგილზევე დარჩა; ავსტრალია-ანტარქტიდა ჩამოაცილდა აფრიკა-აზიას და აღმოსავლეთითა და სამხრეთით გადაადგილდა: კურილის, იაპონიის, ზონდისა და ამ ზოლში მდებარე სხვა კუნძულება გამოეყო აზიას, ალუუტის კუნძულები კი—ამერიკას და მეტწილად აღმოსავლეთისკენ გაცურა. გადაადგილებისას მათი კიდეები ეხახუნებოდა ქვედა მასებს, დანაოჭდა და მთებად იქცა (ამიტომ ამერიკას მთები არაქვს დასავლეთით და ავსტრალიას—აღმოსავლეთით), ნაწყვეტებს შორის კი ჩადგა წყალი და წარმოიშვა ოკეანეები

ეს ჰიპოთეზა ეყრდნობა გეოფიზიკურ მონაცემებს კონტინენტურა და ოკეანური ქერქების განსხვავებული აგებულების შესახებ: ამერიკის აღმოსავლეთი და აფრიკა-ევროპის დასავლეთი ნაპირების მორფოლოგიურ მსგავსებას; ბრაზილია-აფრიკისა და საერთოდ, კონტინენტების ურთიერთმიმართული მხარეების ერთნაირ გეოლოგიურ სტრუქტურას; წყნარი ოკეანის ფსკერზე სიალური გარსის თითქმის არარსებობას; სამხრეთ ამერიკა-აფრიკა-ინდოეთ ავსტრალიის პალეოზოოურ-ქვედა მეზოზოურ ნალექებში ერთნაირ ნამარხ ფლორა-ფაუნას; ჩრდილოეთის ზოგიერთი კუნძულის ქანებში ტროპიკული მცენარეების ნაშთების შემცველობას და ა. შ. ამიტომ მან იმთავითვე მიიპყრო ხალხის ყურადღება და მიმდინარე საუკუნის 20-იან წლებში დიდი ავტორიტეტით სარგებლობდა. მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ მზე-დედამიწის ურთიერთმიზიდულობა იმდენად მცირეა, რომ მას არ შეუძლია კონტინენტების ადგილიდან დაძვრა; რომც დაეძრა, კონტინენტებს უნდა ემოდრავა პოლუსებიდან ეკვატორისკენ და არა დასავლეთით, აღმოსავლეთითა და სამხრეთით. ამასთან, თუ ქერქქვეშა მასა პლასტიკურია, მაშინ კონტინენტების მოწოლით, იგი უნდა დანაოჭებულიყო და არა კონტინენტების კიდე.

ვ ე გ ე ნ ე რ ი ს ჰ ი პ ო თ ე ზ ა ვერ ხსნის დანაოჭების პერიოდულობას და გამორიცხავს მიწის ქერქის რყევით მოძრაობებს. ამიტომ მიმდინარე საუკუნის 40—50-იან წლებში იგი უარყოფილ იქნა. მაგრამ დღეს ისევ იჩინა თავი, რადგან დამატებით აღმოჩნდა, რომ გვიანპალეოზოოურში მყინვარებით იყო დაფარული სამხრეთ ნახევარსფეროს ყველა კონტინენტი; ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეების შუაში გვხვდება მიმდებარე კონტინენტების ნაპირების დაახლოებით პარალელური. 60 ათასი იკმ სიგრძის წყალქვეშა ქედები და მათი გასწვრივი ღრმა წყალქვეშა ლარები, რომლებიც ახლაც ფართოვდება; ანტარქტიდის იზგვლივ (დევო-

სის ზღვიდან დედოფალ ვიქტორიას მიწამდე) მოთავსებულია 2 ათასი მილი სიგრძის წყალქვეშა ნაპრალი, რომელიც აგრეთვე ფართოვდება; უნძულ ტასმანიასზე (სერპრაიზის ტბის პირას) ბინადრობს პატარა კობო, რომელიც მხოლოდ სამხრეთ ამერიკასა და აფრიკაში ცხოვრობს; ატლანტის ოკეანის ფსკერის ქანების ასაკი 150 მლნ წლამდეა. კონტინენტებისა კი— მილიარდობით წლები; ცალკე აღებული ყველა კონტინენტის ერთნაირი ასაკის ქანებში მაგნიტური ელემენტების ორიენტაცია ყველგან ერთნაირია, სხვადასხვა კონტინენტის ერთნაირი ასაკის ქანებში კი—ერთიმეორისგან მკვეთრად განსხვავებული და ა. შ. გარდა ამისა, 1971 წლის ივლისიდან 1972 წლის ოქტომბრამდე დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრის „იზაგეკსიდან“ ლაზერის სხივებით ტელემეტრულმა გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ ატლანტის ოკეანის ფსკერის შუა ნაწილი მთელ სიგრძეზე გაწყვეტილია და აფრიკა-ამერიკის კონტინენტები ახლაც მოძრაობს, მაგრამ მიწის ქერქის დამწყვეტი და კონტინენტების გადაპაადგილებელი ძალები ისევ საქმებარია.

ამჟამად დიდი პოპულარობით სარგებლობს ვ. ბ ე ლ ო უ ს ო ვ ი ს რ ა დ ი ო მ ი გ რ ა ც ი უ ლ ი ჰ ი პ ო თ ე ზ ა, რომელიც მან წამოაყენა 1942 წელს და ავითარებს დღესაც. ამ ჰიპოთეზის მიხედვით, დედამიწა სხვადასხვა ადგილზე შეიცავს სხვადასხვა რაოდენობის რადიაქტიურ ნივთიერებებს. ქანები ცუდად ატარებს სითბოს. ამიტომ რადიაქტიურ ნივთიერებათა ჰარბად თავმოყრის ადგილებში გროვდება დიდძალი სითბო. მანტიის ზედა ნაწილი დნება. მსუბუქი გრანიტული ფრაქცია, ნაღობის ზედა ნაწილში თავსდება და თან მიაქვს რადიაქტიურ ნივთიერებათა მნიშვნელოვანი ნაწილი, რადგან ისინი გრანიტში სამჭერ მეტია, ვიდრე ბაზალტში, მძიმე—ბაზალტური მასები, ქვევით მოძრაობს, ხდება ნივთიერებათა გრავიტაციული დიფერენციაცია. გათბობის შესაბამისად ქერქი ფართოვდება, სკდება და ჩნდება სიღრმული რღვევები. ამ რღვევებში იჭრება გრანიტული მაგმა, თან მიაქვს რადიაქტიური ნივთიერებები და ახდენს მათ მიგრაციას. ამავე დროს, ზევით ამოდის დაგროვილი სითბოც, ამიტომ ეს ადგილები ცივდება, იკუმშება, ქვევით იწევს, ქმნის ინტრაგეოსინკლინებს, თბილი უბნები კი რჩება ამოწეული და გვაძლევს ინტრაგეოანტიკლინებს. გაცივება ხელს უწყობს ნივთიერებათა გრავიტაციულ დიფერენციაციას. ამიტომ ეს პროცესი ყველაზე ინტენსიურია ინტრაგეოსინკლინების ღერძულ ნაწილებში. ამიტომ იქ წარმოიშობა და გროვდება დიდძალი გრანიტული მასა და რადიაქტიური ნივთიერებები, იქმნება გაცხელება-გაფართოების ადგილობრივი კერები. ამის გამო ეს ადგილები ზევით იწევს და ჩნდება ცენტრალური ამაღლებები. ახლა მოსაზღვრე ადგილებიდან აქეთ იწყებს დენას გრანიტი რადიაქტი-

ური ნივთიერებებითურთ. გრანიტით ღარიბი ადგილები ცივდება, იკუმ-
შება, ნაოჭდება, მთებზე იქცევა, ცენტრალური ამაღლება კი ფართო-
დება, ზევით იწევს, წყდება და ზეშოალწერილი პროცესი ისევ მეორდება.
ამით მთავერდება პირველი, ე. ი. კონტინენტური ქერქის შექმნის, ანუ
„გრანიტული“, სტადია და იწყება მეორე—„ბაზალტური“ სტადია, რად-
გან ამჟამად კონტინენტურ ქერქში მასობრივად იკრება მანტიის დიფე-
რენციაციის ნარჩენი—ბაზალტური მაგმა, „ჰამს“ კონტინენტურ ქერქს
და აქცევს ოკეანურ ქერქად. ეს ქერქი მძიმეა, ქვევით იწევს, შიგ ღგება
წყალი და ვლებულობთ ოკეანეებს. ამავე დროს, ზოგიერთ ადგილზე
(ტიან-შანი) ბაზალტი ქვევიდან ეროჩილება კონტინენტურ ქერქს და იწვევს
მის გააქტიურებას, აქა-იქ კი (აღმოსავლეთი აფრიკა) ამსხვრევს მას და
აჩენს გრაბენებსა და ჰორსტებს. ეს ჰიპოთეზა კარგად ხსნის მიწის
ქერქის რყევით მოძრაობებს, დანაოჭება-რღვევებს, კონტინენტური და
ოკეანური ქერქის წარმოქმნას და ა. შ. მაგრამ ვერ ასაბუთებს მთების
წარმოშობის პლანეტურ ერთდროულობას, უარყოფს ჰორიზონტალურ
ძალებს და ყველაფერს მიაწერს მიწის ქერქის ცალკეული ბლოკების
ვერტიკალურ გადაადგილებას.

არსებობს სხვა შეხედულებებიც, მაგრამ სრულყოფილად ვერც ერ-
თი ვერ ხსნის მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობების მიზეზს. უნდა
გეგარაუდოთ, რომ ამ საქმეში ძირითად როლს მაინც მიწის წიაღში მიმ-
დინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები და რადიოქტიური სითბო ასრუ-
ლებს, რადგან ძნელი წარმოსადგენია, რომ კოსმოსურ ძალებს შეეძლოს
ისეთი მტკიცე და სქელი მასის თავისუფლად ამოძრავება, როგორც
მიწის ქერქია.

დედამიწის განვითარების ძირითადი ეტაპები

დედამიწის განვითარების ისტორია დაკავშირებულია მის წარმო-
შობის საკითხთან. როგორც აღვნიშნეთ, ამ საკითხზე ამჟამად არსებობს
ერთმანეთის პრინციპულად საწინააღმდეგო ორი ძირითადი აზრი. ერ-
თის მიხედვით, დედამიწა ამა თუ იმ გზით მოწყვეტილია მზეს ან სხვა
რომელიმე გავარვარებულ ნისლეულს, გარკვეული დროის განმავლობა-
ში თვითონაც გავარვარებული იყო, შემდეგ გაცივდა (ქერქით შემოიფა-
რგლა), გული ახლაც ცხელია, ცივდება და იკუმშება. მეორე აზრის მი-
ხედვით კი დედამიწა წარმოიშვა პატარ-პატარა ცივი, მყარი სხეულებიან
—მეტეორიტების ერთად შეერთებით, ამიტომ თავიდანვე ცივი იყო და

ქ ტ უ რ ე ბ ი ს პ ი რ ვ ე ლ ი უ დ ი დ ე ს ი ც ვ ლ ი ლ ე ბ ა — ა რ კ ე უ ლ ის ქ ე რ კ ი და წყ და, მიღებული ნაწყვეტები ზეკით და ქვევით ამოძრავდა და მოგვცა ბაქნები და ახალი გეოსინკლინები. ამ დროს აღგილი ჰქონდა დანაოქების ორ ციკლს: ე ბ უ რ ნ ე ი ს ა (2 მ ლ რ დ წ ლ ის წ ი ნ) და კ ა რ ე ლ ი უ რ ს (1,8 — 1,7 მ ლ რ დ წ ლ ის უ კ ა ნ). ამიტომ ბაქნებს მოემატა ახალი მასები (კარელიაში, კოლის ნახევარკუნძულზე, ფინეთში და სხვაგან) და მიწის ქერქში შეიქრა უზარმაზარი გრანიტული ინტრუზიები.

ა მ რ ი გ ა დ, ა დ რ ე უ ლ პ რ ო ტ ე რ ო ზ ო უ რ შ ი მ ი წ ი ს ქ ე რ კ ი მ კ ვ ე თ რ ა დ დ ა ნ ა წ ი ლ და გ ე ო ს ი ნ კ ლ ი ნ ე ბ ა დ და ბ ა ქ ნ ე ბ ა დ; მ ო ხ და ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი ს დ ა ნ ა ო ქ ე ბ ა, მ ე ტ ა მ ო რ ფ ი ზ მ ი. გ რ ა ნ ი ტ ი ზ ა ც ი ა და ქ ე რ კ ი ს შ ე მ დ გ ო მ ი კ ო ნ ს ო ლ ი და ც ი ა. ა მ ი ტ ო მ ა მ ე ტ ა პ ი ს ბ ო ლ ო ს თ ა ნ ა ნ ე დ რ ო ვ ე კ ო ნ ტ ი ნ ე ნ ტ ე ბ ი ს დ ი დ ფ ა რ თ ო ბ ზ ე ბ ა ტ ო ნ ო ბ და ბ ა ქ ნ უ რ ი პ ი რ ო ბ ე ბ ი.

გ ვ ი ა ნ პ რ ო ტ ე რ ო ზ ო უ რ შ ი (1,5 — 1,3 მ ლ რ დ წ ლ ის წ ი ნ ა თ) მ ო ხ და მ ი წ ი ს ქ ე რ კ ი ს ს ტ რ უ ქ ტ უ რ ე ბ ი ს მ ე ო რ ე დ ი დ ი გ ა რ და ქ მ ნ ა, ი გ ი ხ ე ლ ა ხ ლ ა და წყ და და წ არ მ ო ი შ ვ ა ძ ე ვ ე ლ ი ბ ა ქ ნ ე ბ ი და წყ ნ არ ი ო კ ე ა ნ ის გ ე ო ს ი ნ კ ლ ი ნ უ რ ი ს ა რ ტ ყ ლ ე ბ ი ს რ გ ო ლ ი. დაიწყო მათი გადარეცხვა-დაძირვა დანაოქება. ხ ა ი ნ ის ა ზ რ ი თ, გ ვ ი ა ნ პ რ ო ტ ე რ ო ზ ო უ რ შ ი მ ო ხ და ს ა მ ი დ ა ნ ა ო ქ ე ბ ა; გ რ ე ნ ვ ე ი ლ ის (1 მ ლ რ დ წ ლ ის წ ი ნ ა თ), დ ე ლ ი ს ა (800 მ ლ ნ წ ლ ის უ კ ა ნ) და ბ ა ი კ ა ლ ის (600 მ ლ ნ წ ლ ის წ ი ნ). ამის გამო, ატლანტის სეგმენტში წარმოიშვა უზარმაზარი კონტინენტი — ლ ა ვ რ ო გ ო ნ დ ი ა (ლავრაზია + გონდვანა) მის მოპირდაპირე მხარეზე კი ასეთივე გიგანტური, წყ ნ ა რ ი ო კ ე ა ნ ის ტ ა ფ ო ბ ი. ამ ბაქნის ჩრდილო ატლანტურ და ურალ-ოხოტის ზოლში შესაძლებელია არსებობდა ცალკეული „გამქოლი“ გეოსინკლინებიც.

მაგრამ ლავროგონდიას არ დასცალდა დიდხანს ყოფნა, რადგან მისი კონსოლიდაციის თითქმის დასასრულს, ე. ი. პროტეროზოურის ბოლოსა და ფანეროზოურის დასაწყისში (ალბათ, გვიანბაიკალური დანაოქების დროს), გაიყო ორ დიდ კონტინენტად — ლ ა ვ რ ა ზ ი ა დ და გ ო ნ დ ვ ა ნ ა დ (ლავრაზიას უწოდებენ ჩრდილონახევარსფეროში წინათ არსებულ დიდ კონტინენტს, რომელიც მოიცავდა ახლანდელ ჩრდილო ამერიკას, ანუ ლავრენტის, ევროპას, აზიის დიდ ნაწილსა და დღეს ჩრდილო ნახევარსფეროს ოკეანეებში ჩაძირულად მიჩნეულ მთელ რიგ ტერიტორიებს. გონდვანა კი წარმოადგენდა პალეოზოურსა და მეზოზოურის დასაწყისში არსებულ გიგანტურ კონტინენტს,

რომელიც მოიცავდა ინდოეთის ოკეანეს, ავსტრალიას, ინდოეთს, თითქმის მთელ აფრიკასა და სამხრეთ ამერიკის უმეტეს ნაწილს. დაიშალა შუა მეზოზოურში. ანტარქტიდაც მისი ნამტერევი უნდა იყოს), შემდეგ კი — მთელ რიგ ბლოკებად და გეოსინკლინურ ზოლებად. ე. ხ ა ი ნ ის აზრით, გაწყვეტა უნდა მომხდარიყო ხმელთაშუა ზღვაზე გამავალ ხაზზე, ამიტომ იქ წარმოიშვა ტეთისის გეოსინკლინი. ლავროგონდია დანაპრალდა აგრეთვე ახლანდელი ატლანტური და ინდოეთის ოკეანეების სამხრეთ ნაწილშიაც და ჩაისახა ეს ოკეანეები. შესაძლოა, იმ დროსვე წარმოიქმნა ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის ტაფობიც. ამის გამო, პროფ. ა. ხოდალევიჩის შეხედულებით, პროტეროზოურის ბოლოსა და პალეოზოურის დასაწყისში დედამიწაზე არსებობდა შემდეგი ძირითადი სტრუქტურული ელემენტები: გონდვანის, რუსეთის (აღმოსავლეთ ევროპის), ციმბირის, ჩინეთის, კანადისა და ერისბაქნები; კალედონური, ურალ-ტიან-შანის, ანგარის, აღმოსავლეთ ციმბირის, ტეთისის, აპალაჩების, კორდილიერებისა და აღმოსავლეთ აზიის გეოსინკლინები (ნახ. 108).

ამრიგად, გვიანპროტეროზოურში შეიქმნა უზარმაზარი კონტინენტი — ლავროგონდია, დაწყნარი ოკეანის ტაფობი, პროტეროზოურის ბოლოსა და ფანეროზოურის დასაწყისში კი ლავროგონდია ჯერ დაიყო გონდვანად და ლავრაზიად, შემდეგ კი — ეს უკანასკნელი დანაწილდა რამდენიმე ბაქნად, წარმოიშვა მთელი რიგი გეოსინკლინები და ჩაისახა ატლანტის, ინდოეთისა და ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანეები.

ამის გამო, პროტეროზოურში მიწის ქერქს შეემატა ორგანული ქანები; კაუჩიან-რკინიანი ნალექი წყებები; მეტი რაოდენობის ტერიგენ-მეტამორფული მასალა; გეოსინკლინური სარტყლები; ახალი მთები, უზარმაზარი კონტინენტები; გაჩნდა წყნარი ოკეანის ტაფობი; ჩაისახა სხვა ოკეანეები; დაიწყო ტრანსგრესია-რეგრესიები; წარმოიშვა ნამდვილი ორსართულიანი ბაქნები (ძირითადად დამთავრდა წითი კრისტალური ფუნდამენტის ფორმირება) და ჩამოყალიბდა მიწის ქერქის ყველა გარსი.

ფანეროზოურში უფრო გაბატონდა ორგანულ-ტერიგენული ქანები; შემცირდა პიროკლას-

ტოლითები და სხვა მაგმური წარმონაქმნები, გაიზარდა ქიმიური ნალექების წილი; ატმოსფერო გაივსო თავისუფალი აზოტითა და უანგბადით; ოკეანეების წყალი არსებითად ქლორიდული გახდა.

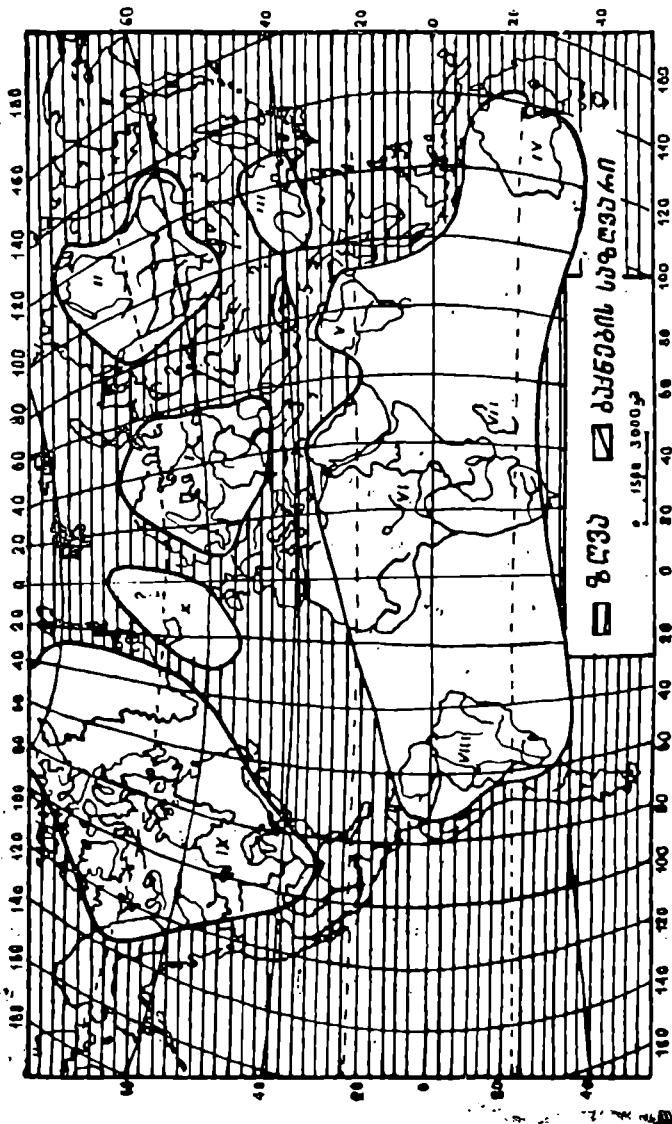
ქვედა პალეოზოურში და შუა პალეოზოურის დასაწყისში მოხდა კალედონიური დანაოჭება, რუსეთის, კანადისა და ერიის ბაქნები შეეზარდა ერთიმეორეს და მოგვცა ერთი დიდი — ჩრდილოატლანტიური კონტინენტი. გაიზარდა სხვა კონტინენტების ფართობიც.

ზედა პალეოზოურის ბოლოსა და ტრიასის დასაწყისში დასრულდა პერციული ოროგენეტიური ციკლი, ციმბირისა და ჩინეთის ბაქნები შეუერთდა ჩრდილოატლანტიურ კონტინენტს და მოგვცა ერთი დიდი — ჩრდილოკონტინენტი (ლავრაზია), წარმოიშვა ჩრდილო გერმანიის ჩაღრმავება. კარბონულის ბოლოსა და, განსაკუთრებით, პერმულში დაიწყო გონდვანის კონტინენტის დაწყება, აფრიკასა და მადაგასკარს შორის გაჩნდა მგრ. იდიანული მიმართულების რღვევა და იგი ზღვამ დაიკავა.

ტრიასულში თითქმის იგივე სურათი გვაქვს, რაც პერმულის, დასასრულს, მაგრამ მას დაემატა სამხრეთ გერმანიის, ანუ შვაბეთის, ჩაღრმავება.

იურულ პერიოდში დაიწყო მიწის ქერქის უკანასკნელი გლობალური შეცვლა — გაძლიერდა ლავრაზია-გონდვანის კონტინენტების დანაწილება. დაწყება უმთავრესად წარმოართა მერიდიანული მიმართულებით. ატლანტის ოკეანის ჩრდილო სეგმენტის შუა ნაწილში, არაბეთ-მოზამბიკის ნაოჭა სარტყლის ღერძის გასწვრივ და ავსტრალიის დასავლეთ მხარეზე გაჩნდა გრძელები და შიგ ჩადგა ზღვა. წარმოიშვა ხატანგის, ლენის, ვილუის, ირკუტსკის, ინგლის-პარიზის, აკვიტანიისა და სხვა დეპრესიები. ზღვამ დაიკავა თითქმის მთელი ევროპა და ურალის დასავლეთ-აღმოსავლეთი მხარეები. ძლიერ გაფართოვდა მადაგასკარის სრუტე. ამერიკის კონტინენტზე ჩაისახა კასკადის, სიერა-ნევადის, სანაპიროს მთები და ანდეები.

ცარცულ პერიოდში გავრძელდა კონტინენტების დანაწილება — გონდვანის ადგილზე წარმოიშვა ბრაზილიის, აფრიკა-არაბეთის, მადაგასკარისა და ინდოეთის ბაქნები; გაჩნდა ატლანტის ოკეანის სამხრეთი ნაწილიც; ავსტრალიასა და აფრიკას შორის არსებული ტერიტორიაც ზღვამ დაიკავა, წარმოიქმნა ინდოეთის ოკეანე; ლავრაზია გაიყო ევრაზიისა და ჩრდილო ამერიკის ბაქნებად; აღმოსავლეთ ციმბირის გეოსინკლინის დიდ ნაწილზე (ვეროხოიანსკ-ჩუკოტკიდან ინდოჩინეთამდე



ნახ. 103. გეოსიკლიმებისა და ბაქების განაწილება პოეტროზოურის ბოლოს (ა. ნ. (ოდ. ლუეჩის მიხედვით); გეოსიკლიმების კლასიფიკაცია: 1 — კალდონიური; 2 — ურალ-ტიან-შანის; 3 — ანგარის; 4 — აღმოსავლეთ ციმბირის; 5 — ხმელთაშუა ზღვის (ტეთისი); 6 — აპალაქების; 7 — კორდილიერების; 8 — აღმოსავლეთ აზიის, ბაქების; 9 — რუსეთის; 10 — ციმბირის; 11 — ჩინეთის; 12 — ავსტრალიის; 13 — ინდოეთის; 14 — აფრიკა-არამეთის; 15 — მადაგასკარის; 16 — ბრაზილიის; 17 — კანადის; 18 — ერიის.

ჩაოვლით), ტეთისის აღმოსავლეთ უბანში და კორდილიერების გეოსინკლინში აღიპართა მთები; საფუძველი ჩაეყარა თანამედროვე კონტინენტებსა და ზღვებს, მათი სიდიდე და მოყვანილობაც მიუახლოვდა თანამედროვეს.

მესამეულში კიდევ უფრო გამოიკვეთა მიწის ქერქის დღევანდელი სტრუქტურები; ამ პერიოდის ბოლოს არსებითად დამთავრდა ალპური ოროგენეზი; კონტინენტებს ნოემბრატა ახალი მთები და ნაოქა სარტყლები; დედამიწის ზედაპირმა თანამედროვე სახე მიიღო.

ამრიგად, მკვლევართა უმრავლესობის მიხედვით, დედამიწის წარმოქმნა დაიწყო 5—6 მლრდ წლის წინათ; დასაწყისში იგი იყო მეტეორიტების აგლომერატული ნარევი; 4—5 მლრდ წლის წინ მისი ზედა ნაწილი ზონურად გამოდნა, შემდეგ გაცივდა და, ქერქად იქცა, ეს ქერქი კი ბაზალტური იყო. 3,5—4 მლრდ წლის წინ მიწა იმყოფებოდა მთვარის ერაში, ე. ი. წარმოადგენდა უწყლო სხეულს, გარშემორტყმული იყო წყლის ცხელი ორთქლით გაჯერებული ატმოსფეროთი და ჩოფენილი იყო რელიეფის ვულკანური ფორმებით; აქვეულში (3,5—2,5 მლრდ წლის წინ) მიწაზე დაილექა წყალი, გაჩნდა ჰიდროსფერო. დაიწყო გამოფიტვის პროცესები, წარმოიშვა ტერიგენი და ქიმიური ნალექები; ნალექების ჭარბად დაგროვების ადგილებში ჩაისახა გეოსინკლინები, დაიწყო ქერქის გრანიტიზაცია, წარმოიშვა ეტანოროფული ქანები, 3,1—2,7 მლრდ წლის წინათ წარმოიქმნა სიცოცხლე, გაჩნდა ორგანული ქანები. შემდეგ გეოსინკლინები დანაოქდა, წარმოიშვა პირველი ნაოქა მთები და ბაქნების ჩანასახები. ატმოსფეროში შემცირდა CO_2 -ის რაოდენობა და გაიზარდა თავისუფალი ჟანგბადისა და აზოტის წილი, ოკეანის წყალი ქლორიდულ-კარბონატული გახდა. პროტეროზოურში მოხდა 5 დანაოქება (ეზურნის, კარელიური, გრენვილის, დელის, ბაიკალური), ჯერ წარმოიშვა ლავროგონდია და წყნარი ოკეანის ტაფობი, შემდეგ კი — ლავრაზიისა და გონდვანის კონტინენტები, გაძლიერდა ქერქის გრანიტიზაცია, ტრანსგრესია რეგრესიები და გაჩნდა ნაძვლილი (ორსართულიანი) ბაქნები. ატმოსფეროში უფრო შემცირდა CO_2 , გაიზარდა თავისუფალი ჟანგბადი და აზოტი, ოკეანის წყალი ქლორიდებით გაჯერდა. ბოლოს ლავრაზია დაწყდა და ჩაისახა ატლანტის, ინდოეთისა და ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანეები. ქვედა პალეოზოურსა და შუა პალეოზოურის დასაწყისში მოხდა კალედონიური ოროგენეზი—წარმოიქმნა ჩრდილო ატლანტური კონტინენტი. პალეოზოურის ბოლოს დასრულდა ჰერცინული ოროგენეზი, მოგვცა ჩრდილო კონტინენტი (ლავრაზია) და დაიწყო გონდვანის დაწყება. იურულ-ტარტულ პერიოდებში გავრძელდა გონდვანისა და დაიწყო ლავრაზიის კონტინენტის დანაწევრება, გაფართოვდა ოკეანეები. მესამეულის ბოლოს (ალპური ოროგენეზის შემდეგ) დედამიწამ თანამედროვე სახე მიიღო.

შემდეგ გათბა, რაც უმთავრესად მოხდა რადიოაქტიურ ნივთიერებათა დაშლით გამოყოფილი სითბოთი.

პირველი აზრის მომხრეები ნიწის განვითარების ისტორიაში გამოყოფენ ორ მთავარ დროს: ასტრულს, ანუ ვარსკვლავურსა (ქერქამდელს), და გეოლოგიურს (ქერქიანს), ამავე დროს უკანასკნელს ანაწილებენ ძველ (უწყლო და წყლიან, მაგრამ უსიცოცხლო) და ახალ (სიცოცხლიან) გეოლოგიურ დროდ, რადგან ფიქრობენ, რომ მაღალი ტემპერატურის გამო, ქერქის გაჩენისთანავე დედამიწაზე არ შეიძლება ყოფილიყო წყალი და წყლის წარმოქმნის მომენტიდანვე სიცოცხლე (შიშველი პროტოპლაზმა და მისი მთავარი შემადგენელი ნაწილი—ცილები, რომლებიც ყველა ორგანიზმის უჯრედის ცოცხალი ნივთიერებაა, 60°C-ზე მაღალ ტემპერატურას ვერ უძლებს).

დედამიწის მეტეორიტული წარმოშობის მომხრეები აქედან გამორიცხავენ ასტრულ დროს, მაგრამ დედამიწის განვითარების ისტორიაში ისინიც გამოყოფენ ორ მთავარ დროს: გეოლოგიურამდელსა (საწყისი) და გეოლოგიურს (ქერქიანი). პირველი გრძელდება გაზოვან-მტვროვანი ნისლეულის შემკიდროების (შესქელება, შედედება) დაწყებიდან ქერქის გაჩენამდე, მეორე კი—ქერქის გაჩენიდან ჩვენს დრომდე.

გეოლოგიურამდელი ეტაპის შესახებ მრავალი აზრი არსებობს. ფართოდ აღიარებული შეხედულების მიხედვით, ამ ეტაპზე გაზოვან-მტვროვანი ნისლეულის მნიშვნელოვანი ნაწილი, საიდანაც წარმოიშვა პლანეტური სისტემა, იმყოფებოდა იონიზებულ, ანუ პლაზმურ მდგომარეობაში, ე. ი. შედგებოდა თავისუფალი ელექტრონებისა და ატომთა ბირთვების, ანუ დადებითად დაშუბტული, იონებისგან და ისინი ერთმანეთს შეუერთდნენ ურთიერთმიზიდულობისა და მაგნიტურ-ჰიდროდინამიკური ძალების მოქმედებით. ამ ნივთიერებათა ურთაერთშეერთების ინტენსივობის გაზრდის შესაბამისად იზრდებოდა დედამიწის ჩანასახის მოცულობა, წონა და შიდა წნევა. აპიტომ მისი შემადგენელი მასები თანდათან იკუმშებოდა და გამოყოფდა სითბოს (წნევის სითბო). ამას ემატებოდა ჩანასახის სხეულში რადიოაქტიურ ნივთიერებათა დაშლით, მასების გრავიტაციული გადაადგილებებითა და კრისტალიზაციით წარმოქმნილი სითბოც (რადიოაქტიური, ხახუნისა და კრისტალიზაციური სითბო). ამის გამო დედამიწა თანდათან ხურდებოდა, მისი ზედა ნაწილი, ანუ მანტა, განიცდიდა ზონურ გამოდნობა-დეგაზაციას და ჩქარდებოდა მიწის მასების გრავიტაციული დიფერენციაციას. ანუ გეოსფეროებად დანაწილება.

გაზოვან-მტკროვანი ნისლეულის შედეგების დაწყებისას, მის შემადგენლობაში შემავალი მსუბუქი აირების ერთი ნაწილი გაიფანტა მსოფლიოს სივრცეში, მეორე ნაწილი კი (აქროლადი ნივთიერებითურთ) თანწაიტაცა მანტიის ნივთიერებებმა და შემდეგ, წნევისა და ტემპერატურის გაზრდის შესაბამისად, „გამოიწურა“ ზედაპირისაკენ (მოხდა დეგაზაცია) და წარმოშვა დედამიწის პირველადი ატმოსფერო. მასში ჭარბობდა CO_2 და წყლის ორთქლი. ამ დროს დედამიწის ზედაპირი გახურებული იყო, ცხელი იყო ატმოსფეროს ქვედა ფენებიც. ამიტომ მასში არ ხდებოდა ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესები თანამედროვე გაგებით. მანტიისგან გამოყოფილი აირები თავს იყრიდა ატმოსფეროში და დედამიწის ირგვლივ ქმნიდა სქელ ფენას. ამის გამო პირვანდელი ატმოსფერო პრაქტიკულად გაუმჭვირვალე იყო და მიწა თბებოდა მხოლოდ საკუთარი (შინაგანი) სითბოთი. დროთა ვითარებაში ძირითადად დამთავრდა მიწის მასების შეკუმშვა-გრავიტაციული დიფერენციაცია (გეოსფერობად დანაწილება) და მნიშვნელოვნად შექცირდა რადიაქტიური კრისტალიზაციური სითბო. ახლა მიწის ზედაპირმა დაიწყო გაცივება და გარკვეული დროის შემდეგ ქერქით შემოიფარგლა. ამით დამთავრდა გეოლოგიურამდელი დრო, რომელიც დაახლოებით 1,5—2 მლრდ წელს გრძელდებოდა და დაიწყო გეოლოგიური დრო.

მაგრამ მიწის პირვანდელი ქერქი ისეთი არ იყო, როგორც დღეს არის. აკად. ა. ვინოგრადოვის, ვ. ხაინის, მ. მურატოვისა და ზოგიერთი სხვა მკვლევარის შეხედულებით, იგი შედგებოდა ბაზალტისგან (ისინი გამომდინარეობენ ქვის მეტეორიტის ზონურ გამოდნობაზე ჩატარებული ცდებიდან, რომლის დროს ადვილდნობადი—ბაზალტური მასა მოთავსდა ნაღობის ზედა ნაწილში, ძნელდნობადი—დუნიტი კი მის ქვეშ. ისინი ეყრდნობიან აგრეთვე მთვარის ქანების შესწავლის მონაცემებს, რომლის მიხედვით მთვარის ზედაპირი არსებითად ბაზალტურია), ვ. ბელოუსოვისა და სხვათა აზრით კი—გრანიტისგან, რადგან გრანიტული მასა უფრო მსუბუქია და ნაღობს მოექცეოდა ზევით.

ამჟამად მიწის ქერქში არჩევენ კონტინენტური და ოკეანური ტიპის ქერქებს, ამასთან კონტინენტურ ქერქში გამოყოფენ: დანალექსაფარს, გრანიტულ და ბაზალტურ ფენებს, ოკეანურ ქერქში კი—დანალექსაფარსა და ბაზალტურ ფენას (ზოგიერთები—ბაზალტზედა ფენასაც). ეს იმაზე მიგვითითებს, რომ წარმოშობიდან დღემდე მიწის ქერქს განუცდია მთელი რიგი პროცესები და შეცვლილა მისი შემადგენლობა—გეოლოგიური

სტრუქტურა. ამიტომ შეიძლება დავასკვნათ, რომ გეოლოგიური დრო არის მიწის ქერქის თანამედროვე სახით ფორმირების დრო.

დედამიწის მზისგან ან გავარვარებული ნისლეულისგან წარმოშობის მომხრეთა მიხედვით, მიწას ქერქი გაუჩნდა მაშინ, როდესაც მისი პირვანდელი მასის ზედაპირის ტემპერატურა დავიდა ქერქის შემადგენელი ყველაზე ძნელდნობადი ნივთიერების დაკრისტალების ტემპერატურამდე. მანამდე კი ეს მასა იმყოფებოდა თხევად მდგომარეობაში; განიცდიდა გრავიტაციულ დიფერენციაციას და გარშემორტყმული იყო წყლის ორთქლით გაჭერებული გავარვარებული ატმოსფეროთი. დიფერენციაციის შედეგად მსუბუქი კომპონენტები (სიალური, გრანიტულ მასა) გროვდებოდა ნადნობის ზედა ნაწილში, მძიმე (ბაზალტური) წარმონაქმნები კი—მის ქვეშ. ამიტომ პირვანდელი ქერქი იყო სიალური და შემდეგ მოხდა მისი გარდაქმნა. ასეთი შეხედულებისაა გ. ჰილსის ცემისი აზრით, მიწას პირველად ქერქი გაუჩნდა პოლუსებზე (ალბათ. მეტი სიცივის გამო) და იყო სიალური. შემდეგ იგი სხვა ადგილებშიაც წარმოიშვა, მაგრამ პირვანდელი წარმონაქმნები უფრო გასქელდა, ბაზალტური მასაც შეიერთა, ამაღლდა და მოგვცა კონტინენტები (კონტინენტური ქერქი). შემდეგ ამ ქერქის ქვედა ფენებში დაიწყო ინტენსიური რადიოაქტიური პროცესები, დაგროვდა სითბო, გადნა ბაზალტი, ვულკანების საშუალებით ამოვიდა ზევით, დაგროვდა კონტინენტებს შორის არსებულ ჩაღრმავებებში და წარმოშვა ოკეანური ქერქი. ამრიგად. პილსის მიხედვით. კონტინენტური ბელტები და ოკეანური აუზებია პირველია, დასაწყისში მთელი ქერქი სიალური იყო, კონტინენტები ისევ სიალური დარჩა, ჩაღრმავებებში კი შემდეგ ჩადგა ბაზალტური მასები და მისი ფსკერი ოკეანურ ქერქად აქცია. ამიტომაც, რომ კონტინენტურ ქერქი სქელი და სიალურია და ოკეანური ქერქი თხელი და ბაზალტური.

რამდენადმე განსხვავებულია აკად. ა. ჯანელიძის შეხედულება (წამოაყენა 1924 წელს), რომლის მიხედვით ქერქის გაჩენისთანავე მიწამ მიიღო ტეტრაედრის ფორმა. ამიტომ ტეტრაედრის წვეროებსა და წიბოებზე, როგორც უმაღლეს ადგილებში. დაგროვდა სიალური მასა და მოგვცა კონტინენტები, წახნაგებზე, როგორც დაბალ ადგილებში, კი მოთავსდა ბაზალტური მასა და წარმოშვა ოკეანური ქერქი. კონტინენტების ქვეშ ტემპერატურა და წნევა უფრო მაღალია, ვიდრე იმავე დონეზე ოკეანეების ქვეშ. ამიტომ, როცა ოკეანეების ქვეშ ნივთიერებათა დაკრისტალება შეწყდა, იმავე დონეზე კონტინენტების ქვეშ იგი ისევ გრძელდება, გროვდება გრანიტული მასა, ცივდება, ეზრ-

დება კონტინენტს და ასქელებს მას. ამის გამო კონტინენტები ზევით იწეეს, საზღვარი ოკეანურ აუზებთან მკვეთრი ხდება. აუზები ღრმავდება და უფრო ნაკლებ ფართობს იკავებს. ამრიგად, ჯანელიძის აზრით, მიწის ქერქი თავიდანვე იყო დანაწილებული კონტინენტურ და ოკეანურ ქერქებად (კონტინენტებად და ოკეანურ აუზებად) და ორივე პირველადია. არსებობს სხვა ჰიპოთეზებიც, მაგრამ ისინი თითქმის არ განსხვავდება აღნიშნული შეხედულებებისგან.

მდნარი მასიდან მიწის ქერქის წარმოქმნას აღიარებენ დედამიწის მეტეორიტული წარმოშობის მომხრეებიც, მაგრამ ისინი ვარაუდობენ, რომ გამდნარი იყო არა მთელი პლანეტა, არამედ მისი მხოლოდ სულ ზედა ნაწილი და ისიც ნაწილობრივ, ამასთან ეს მოხდა დედამიწის ჩასახვიდან მნიშვნელოვანი დროის გასვლის შემდეგ, მაგალითად, აკად. ა. ვინოგრადოვის აზრით (1962, 1967), მიწის გახურება და ნივთიერებათა გრავიტაციული დიფერენციაცია დაიწყო იმის შემდეგ, როცა მის სიღრმეში საკმაო რაოდენობით დაგროვდა წნევისა და რადიაქტიური სითბო. დედამიწის ზედაპირზე მცირეა წნევა და ტემპერატურა. ამიტომ აქ მოლწევისას ქვევიდან მომდინარე თბილი მასები იყო გადახურებული, ზედმეტ სითბოს გადასცემდა ზედაპირულ ფენებს, ათბობდა და იწვევდა მათ ზონურ გამოდნობა-დეგაზაციას. მიღებული ნაღობი ჩადიოდა ქვევით, ექცეოდა მაღალი წნევის არეში და იმ პირობებისათვის იყო გადაცივებული. ამიტომ კრისტალდებოდა და გამოყოფდა სითბოს (დაკრისტალების სითბო). ეს სითბო ემატებოდა წნევისა და რადიაქტიურ სითბოს და ნივთიერებებს ახურებდა დნობის ტემპერატურამდე. ამ მასებს კი ზევით ამოქონდა უფრო მეტი სითბო და აჩქარებდა ზედა მანტიის ზონურ გამოდნობა-დეგაზაციას. ამის გამო მანტიის ზედა ფენები თანდათან გაღნა, გამონადნობი ბაზალტი დაგროვდა მიწის ზედაპირზე, ძნელდნობად დუნიტური მასები — მის ქვეშ, ადვილაქროლადი ნივთიერებები კი ამოვიდა ზევით და შექმნა ატმოსფერო. შემდეგ მიწაში თანდათან შემცირდა რადიაქტიურ ნივთიერებათა რაოდენობა და მისგან გამოყოფილი სითბო, გამდნარი ბაზალტური მასა გაცივდა და ქერქად იქცა, ატმოსფეროში კი მოხდა წყლის ორთქლის კონდენსაცია და წარმოიშვა ჰიდროსფერო. მიწის საწყის სტადიაზე (4.7 მლრდ წლის წინათ) რადიაქტიური ნივთიერებები და მისი სითბო 8—9-ჯერ აღემატებოდა ახლანდელს, მაგრამ იგი მაინც არ იყო საკმარისი იმისათვის, რომ მთლიანად გაეღნო დედამიწა. მან გამოიწვია მხოლოდ მანტიის ნივთიერებების ზონური გამოდნობა-დეგაზაცია. ეს პროცესი ამჟამადაც მიმდინარეობს, მაგრამ უმნიშვნელოდ.

მიწის ქერქის შემდგომი ევოლუციის საკითხში ყველა მკვლევარი ერთნაირი აზრისაა, რადგან ყველანი ფიქრობენ, რომ იგი წარმართა ოროგენული პროცესების გზით. განსხვავება არის მხოლოდ განვითარების სტადიების (ეტაპები) რაოდენობაში, სახელწოდებებსა და ხარისხობრივ დახასიათებაში, ვინაიდან ზოგი გამოყოფს 5 ეტაპს (ვ. ხ ა ი ნ ი, 1968; 1971 წ.), ზოგი ექვსს (პ. პ ა ნ ი უ კ ვ ი, 1968) და ა. შ. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ კამბრიულამდელი ქანები ინტენსიურად დანაოქებულ-დაწყვეტილია და მასში ძნელია გავარჩიოთ ოროგენულ მოძრაობათა ზუსტი ადგილი, რიცხვი და თანმიმდევრობა. ამიტომ გეოლოგიურ დროს ზოგიერთები იწყებენ არქეულით, ზოგი კი—არქეულამდელი ეტაპით. მიუხედავად ამისა, მკვლევართა უმეტესობა მაინც მიწის ქერქის განვითარებაში არჩევს შემდეგ ეტაპებს: არქეულამდელს (მ თ ვ ა რ ი ს); არქეულს; ადრეულ-პროტეროზოულს; გვიან პროტეროზოულ-პალეოზოულს დასაწყისს; ქვედა პალეოზოულს; ზედა პალეოზოულს; შუამეზოზოულსა და კაინოზოულს-მიწურულს.

მთვარის ეტაპი დაიწყო დედამიწის ქერქის გაჩენის მომენტიდან და გაგრძელდა ჩვენს პლანეტაზე წყლის (ჰიდროსფეროს) წარმოქმნამდე. ამ დროს დედამიწის ზედაპირი იმდენად ცხელი იყო, რომ მასზე წყალი არ არსებობდა. სამაგიეროდ მისი ორთქლი უხვად იყო ატმოსფეროში და ეს ატმოსფერო შეიცავდა აგრეთვე CO_2 , NH_3 , CH_4 , HCl , HF , H_2BO_3 , NH_4 , H_2S , -სა და ინერტულ აირებს, მაგრამ მთავარ როლს მაინც წყლის ორთქლი, CO_2 , NH_3 და CH_4 ასრულებდა. ფიქრობენ, ამ დროს ჩვენს პლანეტაზე ჭერ მიმდინარეობდა ინტენსიურა ფართობული ამოფრქვევები (ბაზალტური ლავა ადვილად არღვევდა თხელ ქერქს, მასობრივად ამოდიოდა ზევით და აღნობდა კიდეც მას). მაგრამ გაცივების შესაბამისად ქერქი თანდათან გასქელდა, გამკვრივდა და ამოფრქვევა ნაპრალები გახდა. ამის გამო, დედამიწის ზედაპირი დაიფარა ბაზალტის უზარმაზარი ლავური ველებით, კონუსებით, კრატერებითა და რელიეფის სხვა ისეთი ვულკანური ფორმებით, როგორც დღეს ეთიოპიაზე გვაქვს. ამიტომ აკად. ა. პ ა ვ ლ ო ვ მ ა (1922) და მ. მ უ რ ა ტ ო ვ მ ა (1971) დედამიწის განვითარების ამ დროს „მთვარის“ ერა უწოდეს. იგი წარმოადგენს გეოლოგიურ უწყლო დროს.

მაგრამ დედამიწის ზედაპირი და ატმოსფერო თანდათან ცივდებოდა. ამიტომ, როცა ატმოსფეროს წნევა და ტემპერატურა დავიდა წყლის კრიტიკულ სიდიდემდე (217 ატმოსფერო, 274°C), მოხდა წყლის ორთქლის კონდენსაცია, წარმოიშვა წყალი, დაილექა დედამიწაზე და შექმნა

პირველადი ოკეანეები (პიდროსფერო). ამით დამთავრდა მთვარის ეტაპი და დაიწყო გეოლოგიური წყლიანი დროის უძველესი ფაზა. ანუ არქეული, ეტაპი. როდის მოხდა ეს ცვლილება. ჭერ კიდევ დადგენილი არ არის, მაგრამ მთვარის ატმოსფეროს აზრით, „მთვარის ერა“ დიდხანს არ გაგრძელდებულა. ყოველ შემთხვევაში, წყლის მონაწილეობით წარმოქმნილი ამჟამად ცნობილი ყველაზე უძველესი ქანის (კონგლომერატული და სხვ.) აბსოლუტური ასაკი 3.5 მლრდ წლამდეა და თუ შევძლებ უფრო ძველი ამგვარი ქანი არ აღმოჩნდა, მაშინ მთვარის ეტაპის ხანგრძლივობა დაახლოებით 0,5 მლრდ წელი უნდა იყოს.

ამრიგად, მთვარის ეტაპი ხასიათდება წყლის ცხელი ორთქლით გაჯერებული ატმოსფეროთი, მიწის ქერქის ერთგვაროვანი (ბაზალტური) აგებულებით, მცირე სისქითა და რელიეფის ვულკანური ფორმებით. ეს ფორმები დედამიწაზე დღეს არ ჩანს, რადგან შემდეგ მოისპო ქარის წყლისა და სხვა ეგზოგენური ფაქტორების მოქმედებით, მაგრამ ტიპურად წარმოდგენილია მთვარეზე.

არქეული ეტაპი დაიწყო დედამიწაზე წყლის დალექვის მომენტიდან. ამ დროს ატმოსფერო თანდათან განთავისუფლდა წყლის ორთქლისგან, გაიზარდა მისი გამკვირვალობა, მზის სხივებმა მოაღწია დედამიწის ზედაპირს და მისი ტემპერატურის წარმმართველი ძალა გახდა. ამიტომ შეიქმნა ტემპერატურული კონტრასტი ეკვატორულ და პოლუსურ მხარეებს შორის, შეიცვალა ატმოსფეროს პირობებიც, რადგან მასში გაჩნდა ჰაერის მასების ზოგადი ცირკულაცია და დაიწყო წყლის წრებრუნვა. შეიცვალა მიწის ქერქის ცხოვრების პირობებიც, რადგან დაიწყო მისი გამოფიტვა (ეგზოგენური პროცესები), წარმოიშვა ტერიგენული მასალა, მიწის ზედაპირზე გაჩნდა დენუდაციურ-სელიმენტაციური უბნები, წარმოიქმნა დანალექი ქანები.

მაგრამ არქეულში ადგილი ჰქონდა ენდოგენურ პროცესებსაც, განსაკუთრებით, ნაპრალოური ნასიათის ინტენსიურ ვულკანიზმს. ამის გამო, ზედაპირზე მასობრივად ამოდიოდა უმთავრესად ბაზალტური ლავა და მისი პიროკლასტოლითები. ამიტომ მიწის პირვანდელი ქერქი თანდათან გასქელდა. მაგრამ ეს პროცესი სხვადასხვა ადგილზე სხვადასხვა სიძლიერით წარიმართა. ინტენსიური გასქელების ადგილები უფრო და უფრო ამალდა, ოკეანის დონის ზევით ამოვიდა, ჯერ ხმელეთად და შემდეგ კონტინენტად იქცა, მიწის რელიეფი უსწორმასწორო გახდა.

ქვედა არქეულში დედამიწის ზედაპირზე მაინც გაბატონებული იყო სუსტად ტალღისებრი ეროზიითა და დენუდაციით დაუნაწევრებელი ვაკეები. ისინი მოფენილი იყო ნაპრალებითა და უწესრიგოდ განლაგებული ვულკანური კონუსებით და მისი რელიეფი მრავალი თვი-

სებით ჰგავდა თანამედროვე ოკეანურ ბაქნებს. ამიტომ ფიქრობენ, ახლანდელი ზღვიური ბაქნები არქეული ბაქნების ნარჩენებია.

როგორც ჩანს, არქეულში პირველადი ოკეანე თითქმის მთლიანად ფარავდა ჩვენი პლანეტის ზედაპირს (რელიეფის მცირე უსწორმასწორობის გამო) და საშუალო სიღრმით ბევრად ჩამორჩებოდა ახლანდელს. დასაწყისში იგი ცხელი და მჟავე უნდა ყოფილიყო, რადგან შეიცავდა მანტიიდან გამოყოფილი მძლავრი მჟავების ხსნარებს და ატმოსფეროს აირების ნაწილს. მაგრამ დროთა ვითარებაში ეს ოკეანე თანდათან განეიტრალდა, რადგან შემცირდა დეგაზაციის პროდუქტები, წყალმა გახსნა ქერქის ნივთიერებების ნაწილი და დაიწყო მასთან ქიმიური ურთიერთობა. ამიტომ არქეულის მეორე ნახევარში პირველადი ოკეანე ქლორიდულ-კარბონატული გახდა და ტერიგენ ნალექებს ქიმიური წარმონაქმნებიც (უმთავრესად ლითონების ქლორიდები, ხოლო უფრო ნაკლებად—Ca, Mg, Fe-ის სულფიდები) მოემატა.

დასაწყისში ტერიგენული ნალექები შედგებოდა ფუფე ლავისა და მისი პიროკლასტოლითების ხმელეთზე გამოფიტულ-გადანარეცხი მასალისგან. ამ მასალის უმეტესი ნაწილი ილექებოდა ოკეანეების სანაპირო ზოლში და აწევებოდა მის ფსკერს. მაგრამ ამ დროს ქერქი თხელი იყო, ნალექების ქარბად დაგროვების ადგილებში (ხმელეთის მაღალი უბნების ახლოს) ქვევით იწვედა და გეოსინკლინის თვისებებს იძენდა. ამიტომ ნალექებიც ქვევით იწვედა, უფრო მაღალი ტემპერატურისა და წნევის არეში ხვდებოდა და მეტამორფიზმს განიცდიდა, ნაწილი კი დნებოდა და ხელახლა მაგმად იქცეოდა. მაგრამ შემდეგ ამ მაგმას ემატებოდა ქერქქვეშა ნივთიერებების დიფერენციაციის მჟავე ფრაქცია და თანდათან მჟავე ხდებოდა. ეს მაგმა, და მასთან ერთად, მანტიის დეგაზაციით გამოყოფილი ტუტე ლითონების შენაერთები და აქროლადი ნივთიერებები იქრებოდა მიწის ქერქში. ამოდიოდა ზედაპირზე, ცვლიდა ბაზალტურ ქანებს და მას მჟავე (გრანიტულ) ხასიათს აძლევდა. ქვედა არქეულის ბოლოდან ქანების გარდაქმნა-გრანიტიზაციის პროცესი იმდენად გააქტიურდა, რომ შუა არქეულში ბაზალტური ქერქი დიდ ფართობზე გრანიტულთ შეიცვალა და ტერიგენული ნალექების შემადგენლობაში მჟავე ქანების გადანარეცხბა მასალამ უფრო მეტი ადგილი დაიჭირა, ამასთან ქერქის დაწევის უბნებში გეოსინკლინები ჩაისახა. გარკვეული დროის შემდეგ გეოსინკლინები დანაოჭდა, მთებად იქცა და ხმელეთს შეეზარდა. ამით ოკეანეების ფართობი შემცირდა და ხმელეთის ტერიტორია, სიმაღლე და დენუდაციის ხარისხი გაიზარდა. ამიტომ გეოსინკლინებმა ოკეანეების სიღრმეში გადაინაცვლა. შემდეგ ისინიც დანაოჭდა და ხმელეთის ფართობი და მასში მჟავე (გრანიტული) მასა-

ლის რაოდენობა კიდევ უფრო გადიდდა. ამავე დროს არქეულში გეოსინკლინების წარმოშობა-დანაოქების პროცესი რამდენჯერმე გამეორდა. ამის გამო, ამ დროს მიწის ქერქის სტრუქტურაც შეიცვალა, რადგან შიგ გაჩნდა დანალექი, მეტამორფული და მაგმური ქანებისგან აგებული ძლიერ დისლოცირებული უბნები (ბაქნების ჩანასახები). არქეულის მეორე ნახევარში (2,7 — 3,1 მლრდ წლის წინათ) დედამიწაზე სიცოცხლევ წარმოიშვა (წყალმცენარეები, ბაქტერიები, სოკოები) და მათი ცხოველმოქმედებით ატმოსფეროში გაჩნდა თავისუფალი ენგბადი და აზოტი და ნახშირორქანგის რაოდენობა შემცირდა.

ამიტომ, არქეული ეტაპი მიწის განვითარების ეტაპია, როდესაც ჩვენს პლანეტაზე წარმოიშვა ჰიდროსფერო (ძირითადი მასა), ტერიგენი, ქიმიური, მაგმურ-მეტამორფული და პირველი ორგანული ქანები; ჩაისახა გეოსინკლინები; წარმოიქმნა პირველი ნაოქა მთები, ოკეანური და კონტინენტური ტიპის ქერქები (ბაქნების ჩანასახები); გაჩნდა სიცოცხლე; ატმოსფეროში წარმოიშვა თავისუფალი ენგბადი და აზოტი; შემცირდა ნახშირორქანგის რაოდენობა და ოქეანების წყალი მნიშვნელოვნად განეიტრალდა (ქლორიდულ-კარბონატული გახდა).

პროტეროზოურში კიდევ უფრო გაიზარდა ორგანიზმების რაოდენობა და როლი, გაჩნდა ცხოველთა და მცენარეთა ახალი ჯგუფები, გვარები და სახეობები. მათ ხარჯზე წარმოიშვა კირქვები, მუხვითი, გრაფიტი და სხვა ორგანული ქანები. ამავე დროს, ატმოსფეროში შემცირდა CO_2 და გაიზარდა აზოტ-ენგბადის რაოდენობა, ოქეანის წყალი კი ქლორიდულ-კარბონატულ-სულფატური გახდა. შემცირდა რკინისა და მრავალი სხვა ქიმიური ელემენტების ზოძრაობის უნარიც. ისინი დაილექნენ ოქეანის ფსკერზე და მოგვეცეს კაჟიან-რკინიანი შლამები, რომლებიც შემდეგ გარდაიქმნა რკინის მადნად (რკინიანი კვარციტები), ანუ ჯესპილიტებად. დაიწყო ზღვის წინსვლა-უქუსვლა (ტრანსგრესია-რეგრესიები), გადაირეცხა ხმელეთის დანაოქებულ-მეტამორფული ქანების გარკვეული ნაწილი და მასზე უთანხმოდ განლაგდა ახალი ნალექები. წარმოიშვა ორსართულიანი აგებულების ნამდვილი ბაქნები, რომლის ფუძეში მოთავსებულია ძლიერი დისლოცირებულ-მეტამორფული კრისტალური ქანები, მათ გადაარეცხილ ზედაპირზე კი ძვეს პორიზონტალური ან ოდნავ აშლილი, დანალექი წყებები. შესამჩნევად გაიზარდა ტერიგენ-ორგანული ნალექების როლი და შემცირდა პიროკლასტური მასალა.

ვ. ხაინის აზრით (1968; 1971), პროტეროზოურის დასაწყისში (2,5 — 1,7 მლრდ წლისწინ) მოხდა მიწის ქერქის სტრუ-

საბანთა საძიებელი

ა

აბისური ზონა 206, 210
აბისური ნალექები 228
აბრაზია 216
აბრაზიის მოწმე 217
აბრაზიული ბაქანი 218
აბრაზიული ზედაპირი 221
აბრაზიული წონასწორობის პროფილი 219
აბსოლუტური დათარიღების მეთოდება 36
აბსოლუტური ტენტევალობა 154
აბსორბირებული წყალი 152
აგლომერატი 281
აგრესიული წყალი 159
ადგილობრივი ზონა 41
ადრეულპროტეროზოური ეტაპი 360
ადსორბირებული წყალი 152
აეროლოგია 79
ავიტი 93
ავიტიტი 94
ავტოქთონური ნახშირი 247
ავღანელი 133
აისბერგი 257
აკუმულაციური შთები 343
აკუმულაციური ტერასა 200
ალბიტი 100
ალევრიტი 111
ალევროლითი 111
ალმასი 95
ალოქთონური ნახშირი 247
ალპინოტიპური მთა 340, 343
ალპური ოროგენეზი 345
ალუვიონი 203
ალუვიური ველი 203
ალუვიური კუნძულები 196
ამორფული სხეულები 90
ამორფიკაციის პროდუქტები 257

ანალიზისა და სინთეზის მეთოდი 5
ანდეზინი 101
ანდეზიტი 107
ანდეზიტური პორფირიტი 107
ანთროპოგენი 45
ანორთიტი 101
ანორთოზიტი 107
ანთეკლიზა 333
ანტეცედენტური ხეობა 198
ანტიეპიკენტრი 300
ანტიკლინი 351
ანტიკლინორიუმი 333
ანტილო-გვიანის სიღრმული უკულანჯა 215
ანტრაციტი 115
ანჰიდრიტი 97
აპური წყალი 152
აპლიტი 106
არალითონიან საბადოთა გეოლოგია 4
არგილიტი 111
არგონის მეთოდი 38
არტეზიული წყალი 156
არქეული (აზოური) 44, 46
არქეოლოგიური მეთოდი 168
არქეული ეტაპი 360, 361
ასამის (ინდოეთის) მიწისძვრა 314
ასეისმური მხარე 300
ასტეროიდები 26
ასტრონომიული მეთოდი 327
ასტრული დრო 356
ასფალტი 115, 117
ატმოსფერო 78
ატმოსფერული გამოფიტვა 121
აუნისათვის ბრძოლა 198
ავროპიკენტი 95
აფოტური ზონა 213
აქტუალიზმის მეთოდი 5, 6
აღდგენა 124

აღდგენითი პროცესები 126
აღდგენილი მყინვარი 256
აღორძინებული მთები 344
ახალგაზრდა და ხნიერი ვარსკვლავი 20
ახალგაზრდა მღვიმე 164
„ახალი და ზეახალი“ ვარსკვლავი 20

ბ

ბაზალტზედა ფენა 86, 87, 357
ბაზალტი 107
ბაზალტური ზონა 62
ბაზალტური შრე 86, 87, 357
ბათილური ზონა 210, 211, 225
ბათოლოთი 103
ბაიკალური დანაოჭება 364
ბარანკოსები 276
ბარისფერო 62
ბარქანი 140
ბარქანების წაქეცი 141
ბაქანი 338, 342, 346
ბენტონიტური თიხები 112
ბიოგენური ელემენტები 84
ბიოგეოგრაფიული მეთოდი 326, 327
ბიოზონა 41
ბიოსფერო 78, 83
ბიოტიტი 89
ბიოტიტიანი ფიქლები 89
ბიოქიმიური ქანები 108
ბიტოვნიტი 101
ზოგპედი 116, 241
ბოლიდი 27
ბოქსიტი 112, 127
ბრაქინაოქი 333
ბრეჭჩია 111
ბრმა მღვიმე 164
ბულგუნიახი 177
ბუხტი 223

გ

გაბრო 105, 107
გაზის გეოლოგია 3
გაზობრივი წყალი 152
გალქტიკა 21
გალენიტი 95
გამოტანის კონუსი 189
გამოფიტვა 121
გამოფიტვის ფაქტორები 121
გამოფიტვის ქვრქვი 129

გამყინვარება 267
გამყინვარების ფაზა 268
გამჭოლი მღვიმე 164
განამარხებული წყალი 154
განფენი 103, 104
განწევრება 101, 102
გარდაძვეალი ქაობი 245
გარმატანი 135
გაფანტვის სფერო 79
გახსნა 124
გეოზერი 289, 290
გეიბერიტი 113, 290
გეოანტიკლინი 329
გეოგნოზია 4, 14
გეოდეზია 3
გეოდეზიური მეთოდი 326
გეოდეპრესია 351
გეოთერმია 78
გეოთერმული გრადიენტი 75
გეოთერმული საფეხური 75
გეოქიოლოგია 251
გეოლოგია 3, 4, 14
გეოლოგიის საფუძვლები 15
გეოლოგიურამდელი დრო 356
გეოლოგიურამდელი ეტაპი 356
გეოლოგიური დრო 356
გეოლოგიური მეთოდი 326, 327
გეოლოგიური პროცესი 120
გეოლოგიური რუკა 52
გეოლოგიური რუკის შედგენის მეთო-
დი 5, 6
გეოლოგიური საზოგადოება 16
გეოლოგიური კრილი 54
გეომორფოლოგიური მეთოდი 326
გეოსინკლინი 338
გეოტექტონიკა 323
გეოტუმორი 351
გეოფიზიკა 3
გეოფიზიკური მეთოდები 5
გეოქიშია 3, 15
გეოქრონოლოგიური ერთეულები 40
გეოქრონოლოგიური სკალა (გეოქრონო-
ლოგია) 42
გერმანოტიპური მთა 340, 343
გვალვის ნასკდომები 150
ვეირკვინიანი ტუნდრა 178
ვიგანტური ვარსკვლავი 19

გლაციოლისლოკაცია 261
გლაციოლოგია 254
გნესი 119
გობი-ალტაის მიწისძვრა 312
გოდოგრაფი 309
გონდვანა 364, 365
გრაბენი 338
გრაფიშტრიული მეთოდი 7
გრაფიტაციული წყალი 152
გრანიტი 105
გრანიტოიდები 105
გრანიტული ზონა 62
გრანიტული ფენა 86, 87, 357
გრაფიტი 95
გრენვილის დანაოქება 364
გრუნტის შინაყინი 177, 178
გრუნტის წყალი 155, 160
გრძივი ნაოქი 333

დ

დავანები 141
დაკიდებული მყინვარი 256
დამლაშებული უდაბნო 148, 149
დანალექი მინერალები 94
დანალექი საფარი 86, 87, 346, 357
დანაოქებული ზონები 338, 342, 343
დაოსიზმი 10
დასტა 41
დაქანება 330, 331
დახრის კუთხე 330, 331
დედამიწა 24
დედამიწის კორონა 79
დევის ქვაბი 184, 194
დეკონური სისტემა 44, 48
დეგმა 150
დელის დანაოქება 364
დელუვიონი 128, 186
დელუვიური საფარი 186
დელტა 203, 204
დელტური ვაკე 204
დელტური ტბა 204
დენტრიტი 91
დენუდაციის მეთოდი 36
დესქვამაცია 122
დეტალური გეოლოგიური რუკა 52
დეფლაცია 133
დიაბაზი 108
დიაგენეზი 109

დიალაგიტი 99
დიალექტიკური მეთოდი 5
დიაპირული ნაოქი 333
დიატომიტი 84, 113, 241
დიატრემა 275, 284
დივაგაცია 199
დინამიური გეოლოგია 4
დინამიური პეტამორფიზმი 117
დინებები 213, 214
დიორიტი 105, 107
დისლოკაცია 329
დისფორტური ზონა 213
დიუნი 140, 143
დოლომიტი 97, 114
დრუზა 90
დრუმლინი 264
დუნიტი 98

ე

ებრაელთა ქვა 106
ებურნეს დანაოქება 364
ეგზარაცია 260
ეგზოგენური პროცესები 120, 121
ეგზოსფერო 79, 81
ევეგოსინკლინი 340
ევორზიული ქვაბი 213
ევრითერმული ორგანიზმები 210
ევრიპალური ორგანიზმები 210
ევესტატიური მოძრაობა 323
ევეფორტური ზონა 213
ეკოლოგიური გეოსფერო 62
ელვარება 92
ელუვიონი 128
ემერსია 221
ენდოგენური პროცესები 120, 373
ეოლოსი 133
ეოლური დევის ქვაბი 137
ეოლური მაგიდები 137
ეოლური მოვლენები 133
ეოლური ნალექები 133, 140
ეოლური რელიეფი 133
ეოლური სვეტები 137
ეოლური ფორმები 133
ეოლური ქვები 137
ეონი 40
ეოცენი 15
ეპიგენეტური მინერალები 109

ეპიგენეტური წყალი 153
ეპიგენეტური ხეობა 198
ეპიზონა 118
ეპიროგენეზი 323, 328
ეპიცენტრი 300
ეპიცენტრული მანძილი 300
ერა 39, 40
ერატიული (ობოლი) ქვა 264
ერგი 149
ერის კანონი 202
ეროზია 183
ეროზიის ბაზისი 184
ეროზიის ციკლი 185
ეროზიული ტერასა 200
ესტუარი 205
ექსპერიმენტის მეთოდი 5
ექსპერიმენტული გეოლოგია 14

ვ

ვადოზური წყალი 153, 160
ვარსკვლავთსამყარო 19
ვეზუვის 79 წლის ამოფრქვევა 285
ველური წყლები 182
ვენერა 24
ვერცხლი 95
ვერძის შუბლი 261
ვოკლუზი 157, 163
ვოლფ-რაიეს ტიპის ვარსკვლავი 20
ვულკანი 274
ვულკანიზმი 274
ვულკანური განფენი 103, 104
ვულკანური გუმბათი 103, 104
ვულკანური ნაკადი 103, 104
ვულკანური ტუფი 110, 281
ვულკან პარიკუტინის წარმოშობა 288

ზ

ზანდრი 266
ზეგალაქტიკა 21
ზედაირული ჩამონადენი 182
ზედური ჰაობი 245
ზევითურა წყალი 155
ზეწრული ნაოჭი 333
ზეწრული ჩამონადენი 186
ზევი 170
ზოლური თიხების მეთოდი 37

ზონა 40
ზღვა 152
ზღვისძვრა 311
ზღვის წისკვილი 165
ზღვიური ტერასა 222

თ

თაბაშირი 97
თალასოგეოსინკლინი 343
თალასურ-გლაციური ნალექები 267
თანავარსკვლავედი 21
თანამედროვე რყევითი მოძრაობები 314
თანხმობითი განლაგება 110
თბილი მღვიმე 165
თბილი წყალი 157
თერმოკარსტი 166, 167
თერმომეტამორფიზმი 118
თერმოსფერო 79, 80, 81
თერმული წყალი 157
თიხა 111
თიხა-ფიქალი 119
თიხიანი კარსტი 166, 167
თიხიანი უდაბნო 148, 149

ი

იარდანგები 139
იზოგონი 71
იზოლინი 71
იზოკლინი 71
იზოკლინური ნაოჭი 333
იზომორფიზმი 90
იზოსტაზიის პიოზოთეზა 329, 350
იზოტროპული მინერალი 97
ინგრესია 221
ინტრაგეოანტიკლინი 341
ინტრაგეოსინკლინი 341
ინფილტრაციული წყალი 156
ინფლუაციური წყალი 156
ისლანდიის ვულკანების 1783 წლას
ამოფრქვევა 286
ისტორიული გეოლოგია 3, 15
იონოსფერო 79, 81
იუვენური წყალი 153, 160
იურული სისტემა 45, 50

ს

კამბირიული სისტემა 44
 კაინოზოური ერა 44
 კალაპოტი 182, 189
 კალდერა 276
 კალდერული მყინვარი 256
 კალედონიური ოროგენეზი 345
 კალციტი 96
 კაშები 266, 267
 კანიონი 194
 კაოლინი 100
 კაოლინიტი 99
 კაპილარული წყალი 152
 კარბონატები 95, 96, 112, 113
 კარბონატიზაცია 124, 128
 კარბონული სისტემა 45, 48
 კარელიური დანაოქება 364
 კარი 161
 კარნალიტი 96
 კარსტი 160
 კარსტის ღენუდაციის ბაზისი 163
 კოსტული ლამბაქი 161
 კარსტული მდინარე 163, 165
 კარსტული მოვლენები 160
 კარსტული მღვიმე 163
 კარსტული ორმოები 162
 კოსტული რელიეფი 160
 კარსტული სასულე 160
 კარსტული ტბა 162
 კარსტული ფორმები 160
 კარსტული შახტი 162
 კარსტული ძაბრი 161
 კარსტული წყალი 157
 კარსტული წყარო 163
 კარსტული ჰა 162
 კარული ველი 161
 კარული მყინვარი 256
 კატავოტრა 161
 კატაზონა 118
 კაუსტობიოლითები 112, 115
 კეკური 354
 კენელი 116, 341
 კვანარი 20
 კვარცი 95
 კვარციანი პორფირი 106
 კვარციანი სიენიტი 106

კვალიტი 96, 119
 კვების აუზი 157
 კიდის მორენა 262
 კილური ჩაღრმავება 347
 კირქვა 85, 97, 114
 კირქვის ტუფი 114, 290
 კლასტოკარსტი 166
 კლასტური სტრუქტურა 102
 კლასტური ქანები 110
 კლდეკარი 194
 კლიეაჟი 335
 კლიტე 331
 კლფი 218
 კლუიევსკაია სოკას 1944-45 წლის ამო-
 ფრქვევა 287
 კოლაპსარი 20
 კოლიმის ტიპის მყინვარი 257
 კოლოიდები 91
 კოშეტა 26
 კომპლექსური გეოლოგიური რუკა 52
 კონგლომერატი 111
 კონვექციური დინებების ჰიპოთეზა 349,
 351
 კონკრეტია 91
 კონრადის ზედაპირი 86
 კონსტიტუციური წყალი 152
 კონტაქტმეტამორფიზმი 118
 კონტიენენტური ბელტები 86
 კონტინენტური მყინვარი 256, 257, 258
 კონტინენტური ტიპის ქვრქი 87, 357
 კონტინენტური ფერდობი 58, 209
 კონტრაქციის ჰიპოთეზა 349
 კონტურის ხაზი 54
 კორაზია 133, 136
 კორაზიული ბორცვები 140
 კორკი 254
 კორუნდი 95
 კოსმოსური მტვერი 27
 კრატერი 174, 274, 275
 კრატერული ტბა 275
 კრატონი 340
 კრიპტოზოოური 40
 კრისტალი 88
 კრისტალიზაციური წყალი 152
 კრისტალოგრაფია 3, 90
 კრისტალური სტრუქტურა 102
 კრისტალური სუბსტრატი 346

კრისტალური ფიქლები 119
კუთრი წონა 93
კუთხური უთანხმოება 110
კენძულა მთები 138

ლ

ლაბრადორი 101
ლაბრადორიტი 107
ლაგუნა 223
ლაგა 274, 279
ლაგის ტბა 275
ლაგრაზიის კონტინენტი 345, 364, 365
ლაგროგონდია 364, 365
ლაგური ბრეჟჩია 280
ლაგური გუმბათი 103, 104
ლაგური კონუსი 103, 104
ლაკოლითი 103
ლამის ტალახი 241
ლატერიტი 112, 127, 129
ლები 126
ლითონიან საბადოთა გეოლოგია 3
ლითოსფერო 62, 86
ლიმნოლოგია 234
ლიმნურ-გლაციური ნალექები 267
ლიმნური ნახშირი 246
ლიმონიტი 95
ლინზა 110
ლიოსებისა და ლიოსისებრი თიხნარების
კარსტი 166, 167
ლიოსი 111, 146
ლიოსიანი უდაბნო 148, 149
ლიოსისმაგვარი თიხნარები 111
ლიპარიტი 106
ლისაბონის მიწისძვრა 312
ლიტორალური ნალექები 225
ლიტორალური ქვეზონა 210
ლომონოსოვის სიღრმული უკუდინება
215
ლუმბეული 114

მ

მარი 275, 284
მაგმა 94, 296, 297
მაგმატიზმი 273
მაგმური მინერალები 94
მაგმური ქანები 104

მაგნეტიზმი 69
მაგნეტიტი 95
მაგნიტომეტრია 72
მაგნიტომეტრიული მეთოდი 8
მაგნიტულა 304, 305
მაგნიტური ანომალია 71
მაგნიტური დახრილობა 70
მაგნტური ეკვატორი 70
მაგნიტური ველი 70
მაგნიტური ველის ელემენტები 70
მაგნიტური შერიდიანი 70
მაგნიტური მიხრილობა 70
მაგნიტური მრუდეები 71
მაგნიტური პოლუსი 69
მაგნიტური ქარიშხალი 72
მაგნიტური ძალა 70
მადნეული ზონა 62
მაკრონაოქი 333
მაკრონაპრალი 335
მაკროსისმი 302
მანგანოლითები 112, 113
მანგროვული ქაობი 244
მარადი მზარლობა 248
მარილები 112, 230
მარილიანობა 211
მარილების მეთოდი 36, 168, 169
მარილწყალი 159, 160, 211, 234
მარმარილო 97, 113, 119
მარსი 24
მარშრუტული აგეგმვა 54
მარჩხოობი 196
მდინარე 181, 182
მდინარეული მინაყინი 176
მდინარეული ტერასები 198
მეანდრი 196
მეანდრული ტბა 197
მეგასეისმი 302
მეზოგეოსინკლინი 339
მეზოზონა 118
მეზოზოური ერა 44
მეზოზოური ოროგენეზი 345
მეზოპაუზა 80
მეზოსფერო 79, 80
მეიმეჩიტი 108
მეოთხეული სისტემა 45, 52
მერველი 113, 114

მერკური 24
მესამეული სისტემა 45
მესონის მიწისძვრა 313
მეტაგალაქტიკა 21
მეტამორფიზმი 117
მეტამორფული მინერალები 94
მეტამორფული ქანები 117
მეტეორიტი 26
მეტეორიტული კრატერი 26
მეტეორული სხეული 26
მექანიკური გამოფიტვა 121
მეწყერი 170
მეწყრის ფუძე 171
მეწყრული ტბა 171
მეწყრული ტერასა 171
მეწყრული ცირკი 171
მთავარი ქანთმაშენი მასები 101
მთავარი ქანთმაშენი მინერალები 101
მზრალმცოდნეობა 252
მზრალობისზედა წყალი 158
მზრალობისქვეშა წყალი 158
მზრალობის შიგა წყარო 158
მთვარის ერა 360
მთიანი უდაბნო 148
მთის მყინვარი 256
მთისწინეთის მყინვარი 259
მიკროკლინი 100
მიკრონაოკი 339
მიკრონაპარალი 335
მიკროპალეონტოლოგია 15
მიკროსეისმი 302
მიკროსკოპული პეტროგრაფია 15
მიმართება 330
მიმდინარე წყალი 151
მინაყინი 176
მინერბრივი სტრუქტურა 102
მინერალი 88
მინერალიზებული წყალი 158
მინერალის ფერი 92
მინერალოგია 3, 88
მინერალური წყალი 158
მიოგეოსინკლინი 340
მიწის გული 63
მიწის პირამიდა 187
მიწის ქერქი 63
მიწისქვეშა წყალი 151
მიწის შუალედი გარსი (მანტია) 63

მიწისძვრის ძალა 302
„მკედარი“ ყინული 249
მოლასი 342
მოლიბდენიტი 95
მომპრილიანი წყალი 159, 160, 233
მონატები 93
მონოგეოსინკლინი 340
მორენა 262
მორენული ტბა 263
მორფოლოგიური მეთოდი 168, 201
მოფეტები 272
მოქმედი ეულკანი 274
მოქცევა-მიქცევა 213
მოხუცი მღვიმე 164
მეაიანობა 105
მეაუე ფუმაროლები 278
მეაუე ქანები 105
მსოფლიო ოკეანე 82
მსხვილმასშტაბიანი გეოლოგიური რუკა 52
მტკნარი წყალი 158, 160, 233
მტკნარი წყლის „უხეძელები“ 158
მუდმივი ტემპერატურის დონე 76
მულა 333
მურა ნახშირი 115
მური (სელი) 188
მუსკოვიტი 99
მუსკოვიტიანი ფიქალი 99
მღვალობი (ლეღმა) 158
მყარი წყალი 152
მყინვარი 152, 255
მყინვარის ყინული 252, 253
მყინვარის წყალი 82
მყინვარული გამოფიტვა 122
მყინვარული მაგილები 263
მყინვარული ქვაბები 262
მყინვარული ქილები 263
მყინვარული წისქვილები 261
მშრალი დელტა 205
მშრალი ფუმაროლები 278
მტენარე გეოლოგი 85
მტურავი ქანი 179

6

ნეთობი 85, 115, 231
ნეთობის გეოლოგია 3

ნამარხი ლიოსი 147
 ნამარხი უდაბნო 150
 ნაოქა დისლოკაცია 330
 ნაოქი 331
 ნაპირის მორენა 264
 ნასხლეტი 337
 ნალეარევი 181, 192
 ნაწევი 338
 ნახშირბადის მეთოდი 38
 ნახშირბანი აუზი 246
 ნახშირბანი წყება 246
 ნახშირის საბადო 246
 ნეოგეა 40
 ნეოგენი 45, 50
 ნეოტექტონიკა 326
 ნეოტექტონიკური მოძრაობები 326
 ნეოტაური ქანები 105
 ნეპტუნი 24
 ნეპტუნიზმი 11
 ნერიტული ზონა 209, 210
 ნერიტული ნალექები 226
 ნეფუდი 149
 ნიადაგი 130
 ნიადაგთმცოდნეობა 131
 ნიადაგის წყალი 155
 ნიფესიმა 65
 ნორმული დანალექი ქანები 111
 ნორმული მარილიანობა 211

ო

ობსიდიანი 106
 ოზი 266
 ოზოკერიტი 115, 117
 ოკეანე 152
 ოკეანის ფსკერი 58, 59, 109
 ოკეანოვარაფია 208
 ოკეანოსფერო 82
 ოკეანური აუზი 86, 348
 ოკეანური ტიპის ქერქი 87, 357
 ოლიგოკლაზი 101
 ოლიგინი 98
 ონკოლითი 47
 ოოლითი 91
 ოპალი 95
 ორგანული გამოფიტვა 121
 ორგანული ნაერთები 95, 101
 ორდოვიკული სისტემა 44, 47

ორთოგეოსინკლინი 340
 ორთოკლაზი 100
 ორთოკლაზიტი 100
 ორთოფირი 106
 ორმაგი ვარსკვლავი 20
 ოროგენეზი 323, 343
 ოროგენული ციკლი 344, 345
 ოროფაზა 344
 ოსცილაციური ჰიპოთეზა 349, 351

პ

პალეოგეა 40
 პალეოგენი 45, 50
 პალეოზოური ერა 44
 პალეომგებეტიზმი 72
 პალეონტოლოგია 15
 პალეონტოლოგიური მეთოდი 15
 პალეორბაური ქანები 1ს5
 პალინოლოგიური მეთოდი 222
 პამირის ტიპის მყინვარი 257
 პანგია 352
 პანთალასი 352
 პარაგენეტური მინერალები 94
 პარაგეოსინკლინი 339, 340
 პარაზიტული კონუსი 275
 პარალური ნახშირი 226, 246
 პარამაგნიტური გარსი 73
 პარსკეი 20
 პეგმატიტი 106
 პელაგური ზონა 209
 პელეს 1902 წლის ამოფრქვევა 287
 პელიტური ტუფი 110
 პემზა 106, 279
 პენეპლენი 185
 პერიდოტიტი 108
 პერიდოტიტული ზონა 62
 პერიკლინი 333
 პერლიტი 106
 პერმული სისტემა 45, 48
 პეტროგრაფია 3
 პეტროგრაფიული მეთოდი 35
 პეხშტეინი 106
 პიკრიტი 108
 პიკრიტ-პორფირი 108
 პირიტი 95
 პიროკლასტური ქანები 110

პიროლუზიტი 95
 პიროსფერი 61
 პიროქსენიტ-პერიდოტიტები 105
 პლაგიოკლაზი 100
 პლაგიოკლაზიტი 101
 პლესტოსენისტური არე 301
 პლანეტათშორისი გაზები 27
 პლაგი 218
 პლუტონიზმი 11, 14
 პნეუმატოლიზური მინერალები 94
 პოლიგეოსინკლინი 340
 პოლდერები 248
 პოლიე 162
 პოლიმორფიზმი 90
 პონორი 161
 პორფირიტი 107
 პორფირული სტრუქტურა 102
 პროლუვიონი 189
 პროლუვიური საფარი 189
 პროტეროზოური ერა 44, 46
 პულსარი 20
 პულსაციური ჰიპოთეზა 350

ჟ

ჟანგვა 124, 126
 ჟანგვა-აღდგენითი პროცესები 124
 ჟანგები და ჰიდროქსიდები 95
 ჟეოლა 90

რ

რადიაქტივობა 73
 რადიაქტიური ელემენტები 73
 რადიოლარიტი 85
 რადიოლოგიური მეთოდები 5, 37
 რადიომეტრია 75
 რადიომიგრაციული ჰიპოთეზა 349, 354
 რეგიონალური მეტამორფიზმი 118
 რეგრესია 221, 324
 რელიქტური მეწყერი 171.
 რელიქტური მინერალები 109
 რელიქტური ტბა 234
 რელიქტური წყალი 153
 რიგელი 260
 რიფტი 448
 რკინა-ნიკელიანი გეოსფერი 62
 როზის ფორმულა 67

რლევითი დისლოკაცია 329, 335
 რლევის ზოლი 326
 რლვეის ხაზი 54
 რუბიდოუმ-სტრონციუმის მეთოდი 38
 რქატეუარა 93, 99
 რძის გზა 21

ს

საინჟინრო გეოლოგია 3
 სალტაცია 202
 სამრეწველო წყალი 157
 სამუში 133, 135
 სანაპირო ყორე 225
 სანხეი-დინი 10
 სამროკოლი 116, 241
 სპაროპელი 115, 116
 სპაროპელითი 116
 სპაროპელური ნახშირები 241
 სპაროპელური ტალახი 241
 სარაქსებური გამოფიტვა 137
 სასარგებლო წარმოება გეოლოგია 3
 სასმელი წყალი 160
 საშუალო მკავე ქანები 105
 საწყავი აირი 116, 231
 საწყავი ფიქლები 116, 241
 საპერო ავეგმვა 7
 სელიმენტაციის სიჩქარის მეთოდი 36
 სეისმი 299
 სეისმოგრაფი 307
 სეისმოგრამა 308
 სეისმოლოგია 299
 სეისმომეტრი 307
 სეისმოსკოპი 307
 სეისმური გამყოფი 63
 სეისმური მეთოდი 7, 326
 სეისმური მზარე 300
 სეისმური სადგური 307
 სეისმური სკალა 302
 სეისმური სხივი 301
 სეისმური ტალღები 300
 სეკრეცია 91
 სელი (სილი) 188
 სერირი 149
 სერ-ორმოებიანი რელიეფი 141, 143
 სერ-უჭრედოვანი რელიეფი 141, 143
 სიალი 65

სიგრძივი ბარქანული სერები 141
სიგრძივი წონასწორობის პროფილი 122
სიენიტი 105, 106
სილვინი 96
სილიკატები 95, 93
სილიკატური გეოსფერო 62
სილიციტები 112
სილურული სისტემა 44, 47
სიმა 65
სიმაგრე 93
სიმეტრია 88
სიმეტრიის ელემენტები 89
სიმძიმის ძალის ანომალია 69
სინათლის წელი 20
სინგნეტური წყალი 153
სინგოლია 89
სინგური 95
სინკლინი 331
სინკლინორიუმი 333
სიღრმის ქანები 103
სიღრმული რღვევა 338
სკანდინავიური მყინვარი 259
სმერჩი 135
სოლიფლუქცია 179
სოლიფლუქციური ტერასა 179
სოლფატარა 277
სომა 276
სპილიტი 108
სპონგოლითი 85
სრული ტენტევალობა 154
სტალაგმიტი 167
სტალაქტიტი 167
სტატისტიკური მეთოდი 15, 222
სტენოთერმული ორგანიზმები 210
სტენოპალური ორგანიზმები 210
სტრატეგრაფიული ერთეულები 40
სტრატეგრაფიული მეთოდი 35
სტრატეგრაფიული კრილი 54
სტრატეგრაფიული ხარეზი 110, 328
სტრატისფერო 86
სტრატოპაუზა 79, 80
სტრატოსფერო 79, 80
სტრომატოლითები 47
სტრუქტურა 102
სტრუქტურული გეოლოგია 3
სუბლიტორალური ქვეზონა 210
სუმბარინული წყარო 166

სულფატები 95
სულფიდები 95, 97
სულფიდ-ქანგეულებიანი გეოსფერო 62
სუფოზა 170
სუფოზიური ლამბაქები 170
სუფოზიური ტბები 170
სუფოზიური ცირკები 170
სფალერიტი 95
სხლექსიბრტყე 336

ტ

ტაკირი 149
ტალახის ვულკანები 174
ტალეგვი 189
ტბა 152, 233
ტემპერატურული გამოფიტვა 121
ტენტევალობა 154
ტერასის ელემენტები 199
ტერიოგენული ნალექები 225, 239
ტექსტურა 101, 102
ტექტონიკა 323
ტექნიკური მოძრაობები 323
ტექტონიკური ძალები 323
ტილოიდი 254
ტყევალობა 91
ტოკიოს მიწისძვრა 313
ტოროსი 254
ტორფი 85, 115
ტორფის ტალახი 247
ტრავერტინი 97
ტრანსგრესია 221, 321
ტრანსგრესიული განლაგება 221
ტრაჰიტი 107
ტრეპელი 113
ტრიასული სისტემა 45, 48
ტროგი 260
ტროპოპაუზა 79
ტროპოსფერო 79, 80, 81
ტუტე ფუმაროლები 278
ტუფობრეჭია 110
ტუფიტი 111
ტუფოკონგლომერატი 111
ტუფქვიშაქვა 110

უ

უკვალა 162
 უდაბნო 132
 უთანხმო განლაგება 110
 ულტრაფილეთე ქანები 105
 უნდაცია 351
 ურანი 24
 უშუალო დაკვირვების მეთოდი 5

ფ

ფალენი 114
 ფანგლომერატი 189
 ფანეროზოური 40
 ფარი 346
 ფაციესი 15, 229
 ფელდშპატები 33, 100
 ფეროლითები 112
 ფერომაგნიტური გარსი 73
 ფესენკოვის ჰიპოთეზა 32
 ფიზიოგრაფიული გეოლოგია 3
 ფილაქანი 346
 ფილიტი 119
 ფირნი 252
 ფირნის ველი 253
 ფირნის მყინვარი 255
 ფირნის ყინული 253
 ფლექსურა 331
 ფლუვიურ-გლაციური ნალექები 265
 ფლუორიტი 96
 ფოსფატები 95, 97, 112, 113
 ფოსფორიტი 231
 ფსევდოაბისური ქვეზონა 210
 ფსევდომორფიზმი 90
 ფსკერის მორენა 263
 ფუმაროლები 277
 ფუშე ქანები 105
 ფუძის კონგლომერატი 221
 ფუძის მორენა 264

ქ

ქალცედონი 96
 ქანი 88, 101
 ქარბორბალა 135
 ქარი 131
 ქარიშხალი 133
 ქარსები 98, 99
 ქარული ეროზია 134

ქვანახშირი 115
 ქვანახშირის გეოლოგია 3
 ქვების ზღვები და ნაკადები 123
 ქვედური ქაობი 245
 ქვიანი უდაბნო 148, 149
 ქვის მეტეორიტი 27
 ქვიშაქვა 111
 ქვიშიანი უდაბნო 148, 149
 ქვიშის ზღვა 140, 141, 142
 ქვიშის პირამიდები 141
 ქვიშის ქაელები 143
 ქიმიური გამოფიტვა 124, 126
 ქიმიური ქანები 108, 112
 ქლორიტები 98, 100
 ქლორიტანი ფიქლები 100
 ქროფესიმა 65
 ქსეროფიტები 132, 150

ლ

ლარტაფი 182, 192
 ღვარი 181, 186
 ღვარანალექები 189
 ღვარცოფი 188
 ღელვა 213
 ღერძული სიბრტყე 332
 ღრმული 58, 59

ს

ყელი (სადენი არხი) 275
 ყუმი 149

შ

შარიაცი 337
 შარნირი 331
 შახტის წყალი 159
 შელფი 58, 209
 შერეული (ცოკოლიანი) ტერასა 200
 შერეული (ეულკანოგენ-დანალექი) ქანები 110
 შერეული წყალი 153, 160
 შესხლეტა 337
 შეფარდებითი-ისტორიული მეთოდი 6
 შეცოცება 337
 შიგა ვერტიკალური მორენა 262
 შიგა პორიზონტალური მორენა 263
 შმილტის ჰიპოთეზა 32
 შოტები 149
 შრე 41, 109
 შრეთაშორისი წყალი 155, 160

შრის წოლის ელემენტები 330
შტრიხი 92
შუალედური მყინვარი 259
შუაოკეანური ქელი 338, 348

ჩ

ჩამქრალი ველკანი 274
ჩანჩქერი 192, 193
ჩეულბერივი წყალი 157
ჩილეს შიწისძვრა 314

ც

ცარცა 85, 97
ცარცული სისტემა 45, 50
ცენტრიკლინი 333
ცივი მღვიმე 165
ციტრული მყინვარი 256
ცრუკარსტი 166
ცუნამი 311
ცხელი წყალი 157

ძ

ძარღვი 103, 104
ძველი გეოლოგიური დრო 356
ძლიერ ცხელი წყალი 157

წ

წვეთურ-თხევადი წყალი 152
წოლის ფორმა 102, 103
წალგამტარობა 154
წალგაუმტარობა 154
წალგაცემის უნარი 154
წალმოვარდნა 190
წალქვეშა გამოფიტვა 121
წალქვეშა ველკანოზმი 284
წალქვეშა წყაროები 158
წალშემცველობა 154
წყაროების მინაყინი 177
წყაროს კოთანნი 163
წყლის უანული 248, 251

ჭ

ჭალა 189
ჭალის ტერასა 190
ჭაობი 152, 243, 244
ჭაობის წყალი 160
ჭოროზი 195

ხ

ხალასი ელემენტები 95
ხანა

ხევი 182, 192
ხეობა 182, 192
ხეობის მყინვარი 256
ხიფინი 133, 134
ხლართული შრეებრიობა 110, 150
ხმელეთის წყლები 82
ხრამი 187
ხუან-ფინი 133, 134
ხუქუქა კლდეები 262

ჯ

ჯგუფი 39, 40
ჯუჯა ვარსკვლავი 19

კ

კაერაციის ზონა 155
კალიტი 96
კალოიდური ნაერთები 95, 96
კალოფიტები 132
კამადა 149
კამსინი 133, 135
კელიტეტი 168
კემბატიტი 95
კემერა 40
კერცინული ოროგენეზი 345, 366
კეტეროსფერო 79
კიგროსკოპული წყალი 152
კიდრარგილიტი 95
კიდრატაცია 124, 125
კიდრატული წყალი 152
კიდროგეოლოგია 152
კიდროთერმული მინერალები 94
კიდროთერმული მეტამორფიზმი 118
კიდროლიზი 125
კიდროთერმული მინერალები 94
კიდროლოგიური მეთოდი 326
კიდროსფერო 78, 82
კიდროქიმიური მეთოდი 131
კიპაბისური ქანები 102
კიპერთერმული წყალი 157
კიპოცენტრი 300
კიფსოგრაფიული მრუდი 60
კობას მეტეორიტი 27
კომოსეისტი 301
კომოსფერო 79
კორბლენდიტი 99
კორიზონტი 41
კორსტი 338

პირთა საკმეხელი

ა
 აბიხი პ. 17
 აგრიკოლა 12
 აღეშარი ა. ი. 270
 აეიენა 12
 ალბერტი ფ. 45
 ალფროვანდი უ. 4
 აშბარკუმიანი ვ. ა. 33
 ამჟფერერი ო. 351
 ანაქსიმანდრე 11
 ანაქსიმენი 11
 ანდრუსოვი ნ. ი. 18
 არდუინო ჯ. 39, 45
 ახდრუსოვი ნ. ი. 18
 არგანი ე. 352
 არენიუსი ს. 271, 272
 არისტოტელე 11, 56, 153, 322
 არხანგელსკი ა. დ. 18, 340

ბ
 ბაგრატიონი ვ. 162
 ბალაეძე ბ. კ. 87
 ბაჩერი ვ. პ. 350
 ბებეჯი კ. 338
 ბელოუსოვი ე. ვ. 18, 75, 207, 338, 340, 354
 ბერგი გ. 60
 ბერგი ლ. ს. 148
 ბერტრანი მ. 339
 ბესელი ფ. ვ. 57
 ბილიბინი ი. ა. 347
 ბირუნი ე. 12
 ბიუფონი ე. ლ. 13, 28, 34, 349
 ბიხანოვი ბ. 352
 ბოგდანოვი ნ. ა. 343
 ბოლტეუდი ნ. 37
 ბოფორტი ფ. 133
 ბრონიარი ა. 15, 45

ბრუევიჩი ა. 202
 ბრუესი კ. 272
 ბულენი კ. 63
 ბუნენი რ. 292

გ

გაბუნია კ. ე. 18
 გამყრულიძე პ. დ. 18
 გარბო ე. 271, 272
 გასტალი ი. 302
 გეტარი ე. ე. 13, 14
 გულშმიდტი ე. მ. 60, 62, 75
 გოლიტინი ბ. ბ. 64, 305, 307
 გორკი მ. 313
 გრეიტონი ლ. 398
 გრესლი ა. 15, 229
 გრიგორი გ. ე. 348
 გროტი პ. 150
 გრუბენმანი უ. 118
 გუბეინი ი. მ. 18
 გურვიჩი ლ. გ. 34
 გლტენბერგი ბ. 64, 304, 306

დ

დევისი ვ. მ. 185
 დეე პ. 15
 დე ლუკი 4
 დე შარჩი 271, 272
 დენუაიე ჯ. ფ. 45
 დენა ჯ. 40, 44, 339
 დეპერე შ. 222
 დიმიტრიევი ა. 209
 დიომიდოვი მ. 209
 დიუბუა დე მონპერე ფ. 17
 დიუბუა ე. 271
 დოკუჩაევი ვ. ვ. 130
 დუბაზი ა. დ. 244

ე

ელბეფი 286
ელი დემობონი ე. 15, 349
ემპედოკლე 11
ერი ე. 329
ესოლტი მ. 4

ვ

ვადათი კ. 64
ვახანია ე. ყ. 203
ვეგენერი ა. 352, 353
ვენინგ-შეინეზი ფ. ა. 351
ვერნადსკი ვ. ი. 65, 84, 95, 159, 233
ვერნერი ა. გ. 4, 13, 14
ვინოგრადოვი ა. პ. 60, 74, 82, 293, 357, 359
ვიშერი ს. 271
ვოიტკევიჩი გ. 61
ვორონოვი პ. ს. 268
ვორონცოვ-ველიამინოვი ბ. ა. 27
ვესეხვიატსკი ს. 293

ზ

ზავარიცკი ა. ნ. 60
ზიბერგი ა. 302
ზიუსი ე. 83, 153

თ

თალასი 11
თვალთვაძე გ. კ. 87
თვალჭრელიძე ა. ა. 18
თეოდოროვიჩი ბ. ა. 132

ი

ივანოვი გ. 14
ივანოვი ი. 277
ინოხოლცევი პ. ბ. 71
იუნგი მ. 348

კ

კაზანჩიანი პ. 321
კაიზერი ე. 184
კალაშნიკოვი ა. გ. 73
კანკანი ა. 302
კანტი ე. 29
კარნიკი ვ. 306
კარპინსკი ა. პ. 18, 347
კატერფელდი გ. ნ. 293
კირნოსი დ. პ. 308
კიური პ. 37

კლარკი ფ. უ. 60
კოეაიკინა ი. ი. 64
კოზირევი ნ. 292, 293
კოლენსნიკი ს. 259
კონიბირი ვ. დ. 45
კრასოვიცს ფ. ნ. 57
კრაშენინიკოვი ს. პ. 291
კრომეელი 215
კუფეი ე. 13, 15, 45

ლ

ლაიელი ჩ. 6, 13, 15, 145, 271, 272, 323
ლაიტფუტი ჯ. 34
ლალიევი ა. გ. 236
ლამარკი ე. ბ. 83
ლაო-ცზი 10
ლაპლასი პ. ს. 28, 29, 30, 67, 349.
ლემელვეი ა. თ. 152
ლემელვეი დ. 14
ლემელდინსკი ა. 34
ლეიპუნსკი ა. 73
ლეისტე ე. 71
ლემანი ე. 39
ლენინი ვ. ი. 11
ლეონარდო და ვინჩი 6, 12
ლუპერსი ჩ. 44
ლვოვიჩი მ. 182
ლიპმანი გ. 207
ლისი-ცენი 12
ლიმონოსოვი მ. ე. 6, 13, 14, 323
ლოპატინი გ. 202

მ

მაგელანი ფ. 56
მაგნიცი ვ. ა. 64
მალახოვა ნ. 106
მარკ ვიტრუვი 153
მარკოვი კ. კ. 207, 269
მარუაშვილი ლ. ი. 166
მედვედევი ს. ე. 299, 302, 303, 306
მელიქ-ჰაიკაზიანი ი. ი. 64
მენდელეევი დ. ი. 117
მერკალი დ. 302
მილანკოვიჩი მ. 271
მილანოვსკი ე. ე. 340
მილეიტნერი 150
მოლოდენსკი მ. ს. 68

მოსი ფ. 93
მოსკვიტინი ა. ი. 269
მოპოროფინიჩი ა. 63
მულტონი ფ. 28
მურატოვი მ. ვ. 347, 357, 360
მურეი დ. 36
მურჩისონი რ. 44, 45
მუხამედ ნასრედინი 12

ბ

ნალიკინი დ. ვ. 18, 205, 340
ნაუმანი გ. 45
ნელკე თ. 271
ნიგლი ა. 118
ნიკოლი უ. 15
ნიკიფოროვი პ. მ. 305

ო

ობრუჩევი ვ. ა. 18, 147, 148, 326, 310
350
ოგა ე. 339
ომელიუს დ'ალუა ე. 44
ონორი ფ. 306

პ

პავლოვი ა. პ. 18, 45, 360
პანიუკოვი პ. ნ. 360
პეფე ა. ვ. 338
პეკი ხ. 14
პითაგორა 11, 323
პიკელნერი ს. 34
პლატონი 153
პლინიუს უფროსი 11
პლუფერი ჟ. 323
პოლ სარტრუ 287
პოპკოვი ვ. თ. 277
პუდილო დიონისიო 288

რ

რამზეი ვ. 271, 272
რინტერი კ. ფ. 64, 304 306
რინტჰოფენი ფ. 147
როდიონოვი ნ. 172
როსი მ. 302
როტპლეტცი ა. 350
რუბინშტეინი მ. მ. 236

ს

სავარენსკი ე. თ. 64
სალდაძე კ. 232

სარასინი პ. და ფ. 271, 272
სეჭვიცი ა. 44
სმიტი უ. 15
სოკოლოვი ე. დ. 117
სოკოლოვი ს. 269
სტენო ნ. 12
სტრაბონი 11
სტრაბოვი ნ. მ. 18
სტრესი რ. 75
სხირტლაძე ნ. ი. 279

ტ

ტამსი 58
ტეტიაევი მ. მ. 341
ტრესკოვი ა. 64
ტუტკოვსკი პ. 147, 148

უ

უოლკოტი უ. დ. 36
უსოვი მ. ა. 350
უსტინოვა ტ. ი. 291

ფ

ფერსმანი ა. ე. 18, 60
ფესენკოვი ე. გ. 21, 23, 27, 33, 34
ფილიპი ე. 265
ფილიპსი ჯ. 44, 45
ფორელი ფ. ა. 302
ფუქსელი გ. კ. 4, 14

შ

შატსკი ნ. ს. 340, 347
შებალინი ნ. 68, 73, 299
შმიდტი თ. ი. 28
შპიტალერი რ. 271
შპონსოიერი ვ. 306
შტაუბი რ. 351
შტილე ჰ. 340
შუხერტი ჩ. 40, 939

ჩ

ჩედვიცი ჟ. 40
ჩემბერლენი რ. ტ. 28, 30
ჩეან-ხენი 307

ც

ცაგარელი ა. ლ. 223

ძ

ძველაია მ. თ. 203
ძოწენიძე გ. ს. 18, 113

წ
წილუკიძე გ. გ. 18

ბ
ბაილი ე. ე. 18, 338, 340, 347, 357, 367,
364, 365
ხანტინგტონი ე. 271
ხარატიშვილი გ. დ. 188
ხლოპინი ვ. გ. 75
ხოდაკოვი ვ. 270
ხოდალუკიძე ა. ნ. 365

ჴ
ჯანელიძე ა. ი. 18, 171, 172, 173, 193,
202, 344, 358, 359
ჯილბერტი გ. კ. 323

ჩინსი ჟ. 28, 31
კოლი ჟ. 75, 351

კ
პაარშანი ე. 351
პაიფორდი ს. 57
პალეი 36
პეიტენი ბ. 348
პეისკანენი 57
პერაკლიტე 11
პერშელი 328
პეტონი ჟ. 13, 14
პილსი გ. 207, 358
პოლი ჟ. 13, 14, 339
პოლმსი ა. 37, 75
პორნესი მ. 45

ლიტერატურა

- გუჯაბიძე გ. მზის სისტემისა და დედამიწის წარმოშობა. თბილისი საქ. კ. ც.-ის გამომც.-ის პოლიგრაფკომბინატი „კომუნისტი“, 1962.
- გუჯაბიძე გ. როდის და როგორ წარმოიშვა ოკეანეები. თბილისი, გამომც. „საბჭოთა საქართველო“, 1966.
- გუჯაბიძე გ. ბუნების მრისხანე მოვლენები. თბილისი, გამომც. „საბჭოთა საქართველო“, 1974.
- აარიძე გ. მაგმური და მეტამორფული ქანების პეტროლოგია. თბილისი, გამომც. „განათლება“, 1972.
- ობრუჩევი ვ. ა. გეოლოგიის საფუძვლები. თბილისი, „ტექნიკა და შრომა“. 1953.
- სხირტლაძე ნ. პეტროგრაფია მინერალოგიის საფუძვლებით. თბილისი, მსუ-ის გამომცემლობა, 1970.
- ჯანელიძე ა. ნარკვევები გეოლოგიის ისტორიიდან. თბილისი, მსუ-ს გამომცემლობა, 1959.
- ჯანელიძე ალ. ისტორიული გეოლოგიის მოკლე კურსი. თბილისი, გამომც. „ცოდნა“, 1963.
- ჯანელიძე ალ. ზოგადი გეოლოგიის მოკლე კურსი, თბილისი, მსუ-ს გამომცემლობა, 1968 და 1972.
- Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. М., Госгеолтехиздат, 1954.
- Белоусов В. В. Структурная геология. М., Изд-ва МГУ, 1960.
- Богданов А. А., Жуков М. М., Милаловский Е. В., Павлинов В. Н. Пособие к лабораторным занятиям по курсу «Общая геология». М., Госгеолтехиздат, 1954.
- Влодавец В. И. Вулканы Советского Союза. М., Географиздат, 1949.
- Геологический словарь. Госгеолтехиздат, Т. I, II, 1955.
- Горбачев А. М. Общая геология. М., «Высшая школа», 1973.
- Горшков Г. П. Землетрясения на территории СССР. М., Географиздат, 1949.
- Горшков Г. П., Якушева А. Ф. Общая геология М., Изд-во МГУ, 1962-1973.
- Жуков М. М., Славин В. И., Дунаева Н. Н. Основы геологии. М., Госгеолтехиздат, 1961.
- Жуков М. М., Славин В. И., Дунаева Н. Н. Основы геологии. М., Изд-во «Недра», 1971.
- Иванова М. Ф. Общая геология. М., Изд-во «Высшая школа», 1969.
- Кузнецов С. С. Геология. М., Учпедгиз, 1956.
- Курс общей геологии. Составлен коллективом каф. общей геологии Ленинградского горного ин-та под редакцией В. И. Серпухова. М., Госгеолтехиздат, 1960.
- Ланге О. К. Введение в геологию. М., Госгеолтехиздат, 1951.

- Ланге О. К., Иванова М. Ф. Общая геология. М., Изд-во МГУ, 1961, 1963.
- Левитес Я. М. Общая и историческая геология. М., Изд-во «Недра», 1965.
- Леонтьев О. К. Краткий курс морской геологии. М., Изд-во МГУ, 1963.
- Магницкий В. А. Основы физики Земли. ГОНТИ, 1936.
- Мушкетов И. В. Физическая геология. М., Т. I, 1924; т. II, 1926.
- Нечаев А. П. Работа ветра. ОНТИ, 1936.
- Нечаев А. П. Работа рек и ручьев. М., Учпедгиз, 1936.
- Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР., Госгеолтехиздат, 1962.
- Ог Э. Геология (с дополнениями А. П. Павлова, Е. В. Миглановского, Е. А. Кузнецова). ГОНТИ, 1933 геология и охрана недр, 1962.
- Павлов А. П. Вулканы, землетрясения, моря, реки. М., Изд-во МОИП, 1943.
- Панюков П. Н., Перфильева З. Г. Основы геологии. М., Изд-во «Недра», 1968.
- Страхов Н. М. Основы исторической геологии. М., т. I—II, Госгеолиздат, 1948.
- Холмс А. Основы физической геологии. М., Изд-во Иностран. лит., 1949.
- Чарыгин М. М. Общая геология. М., Госгостехиздат, 1963.
- Яковлев С. А. Общая геология. М., Госгеолиздат, 1948.

რეცენზენტები: გეოლოგია-პალეონტოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,

პროფესორი მ. ქველაია

⁴

გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა კანდიდატი,

დოქტორი, ნ. ქუჩულოია

ნაშრომი რეკომენდებულია საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის გეოლო-
გია-პალეონტოლოგიის ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს მიერ.

რედაქტორი ა. ლ. ქ ე ბ უ ლ ა ძ ე

მხატვრული რედაქტორი ე. ლ. ს უ ლ თ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი

ტექნიკური რედაქტორი თ. მ ა ნ ჯ ა ლ ა ძ ე

კორექტორი ბ. დ გ ე ბ უ ა ძ ე

უფროსი კორექტორი ა. ბ ა ხ ტ ა ძ ე

გამომცემი ნ. ლ ო გ უ ზ ა შ ვ ი ლ ი

გადაეცა წარმოებას 17/X, 75 წ. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16/VI-76 წ.,
ქალაქის ზომა 60/90¹/₁₆ საბეჭდი ქალაქი № 2, ნაბეჭდი თაბახი 24,5 საარტიცხო-
საგამომცემლო თაბახი 23,84

ფასი 1 მან 16 კაპ.

უფე 00439

ტირაჟი 2000

შეკვ. № 92

ენომცემლობა „განათლება“, თბილისი, მარჯანიშვილის ქ. № 5.
Издательство «Ганатлеба», Тбилиси, ул. Марджанишвили, № 5.

1976

Типография ГПИ, Тбилиси, ул. Ленина 69.

სპი-ს სტამბა, თბილისი, ლენინის ქ. № 69.