

### 3. ზუნგანია

# ზუნგანი გეოლოგია

საქართველოს სსრ უჩალესი და სა-  
შუალო სპეციალური განათლების სამი-  
ნისტროს მიერ დამტკიცებულია საბელ-  
მძღვანელოდ არაგეოლოგიური სპეცი-  
ალობის სტუდენტთათვის

550

5511

199



## გეოლოგიის საბანი, მიზანი და ამოხანაბი

გეოლოგია (ბერძნულად გე—მიწა, ლოგოს მოძღვრება, სწავლება) არის მეცნიერება დედამიწის ქერქის შედგენილობის, აგებულებისა და განვითარების ისტორიის შესახებ. გეოლოგია შეისწავლის დედამიწის ქერქს, მის წარმოქმნას და განვითარებას, ქიმიურ, მინერალოგიურ და პეტროგრაფიულ შედგენილობას, სტრატეგრაფიულ და ტექტონიკურ აგებულებას, ქერქის შემდგენელი ქანების ფიზიკურ, ქიმიურ და მექანიკურ თვისებებს, მის მოძრაობას. გეოლოგია სწავლობს ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს ურთიერთმოქმედებას, რომლის დამახასიათებელ ნიშან-თვისებად ითვლება ქანთა კომპლექსისა და ქერქის სტრუქტურების (გეოსინკლინები, ბაქნები და სხვ.) წარმოქმნა. გეოლოგია შეისწავლის მაგმური, დანალექი და მეტამორფული ქანების, სასარგებლო ნამარხების, წარმოქმნის კანონზომიერებას და თანამიმდევრობას, დედამიწაზე ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ცვლილებებს და ორგანული ბუნების განვითარების ისტორიას.

გეოლოგიის კვლევის ძირითად ობიექტს ლითოსფერო<sup>1</sup> წარმოადგენს. ლითოსფეროს აგებულების, მასში მიმდინარე გეოლოგიური პროცესების, მასშივე შემონახული აწ გადაშენებულ-განამარხებული ორგანიზმების (ფლორისა და ფაუნის) წარმოშობისა და განვითარების გარკვევისათვის, სასარგებლო ნამარხების ძიებისათვის და, საერთოდ, დედამიწის განვითარების ისტორიის გაგებისათვის, იგი ყოველმხრივ უნდა იქნას შესწავლილი, ამიტომ გეოლოგია წარმოადგენს მრავალ გეოლოგიურ მეცნიერებათა დარგების ერთობლიობას. ისინი გამოეყო გეოლოგიას ცალკეული დარგების ღრმად შესწავლისა და გეოლოგიური კვლევის მეთოდების უფრო სრულყოფის შედეგად. გეოლოგიურ მეცნიერებათა დარგების რიცხვი ამჟამად ორ ათეულზე მეტია.

გეოლოგიაში შეიძლება გამოიყოს შემდეგი ძირითადი დარგები:

<sup>1</sup> ლითოსფერო დედამიწის მყარი ქერქია, რომელიც ირგვლივ შემოერტყმის ქენს პლანეტას.

გეოქიმია — დედამიწის ნივთიერი (ქიმიური) შედგენილობის, მასში განლაგებული ქიმიური ელემენტების ისტორიის შემსწავლელი მეცნიერება

დინამიკური ანუ ზოგადი გეოლოგია — დედამიწის ქერქში მომხდარი და მომდინარე პროცესების შემსწავლელი მეცნიერება;

ისტორიული გეოლოგია — დედამიწის ქერქის განვითარების ისტორიის შემსწავლელი მეცნიერება.

გეოქიმიურ მეცნიერებებს მიეკუთვნება: კრისტალოგრაფია, მინერალოგია, პეტროგრაფია, ლითოლოგია და საკუთრივ გეოქიმია.

კრისტალოგრაფია (ბერძნ. კრისტალოს — მთის ბროლი) სწავლობს ნივთიერებათა კრისტალურ მდგომარეობას, კრისტალთა გარეგან ფორმასა და შინაგან აგებულებას.

მინერალოგია (ფრანგულად მინერა — მადნის ნატეხი). შესწავლის ქანებისა და მადნების შემადგენელი ნაწილის — მინერალების ქიმიურ შედგენილობას, სტრუქტურულ თავისებურებას, ფიზიკურ თვისებებს, ბუნებაში არსებობის ფორმებს და წარმოშობას. მინერალოგიის საგანს მინერალების ყოველმხრივი შესწავლა შეადგენს.

პეტროგრაფია (ბერძნულად პეტრა — ქვა) არის მეცნიერება დედამიწის შემადგენელი ქანების შესახებ. იგი სწავლობს: ქანების გენეზისს, შედგენილობას, აგებულებას, თვისებებს, წოლის ფორმებსა და ცვლილებებს; დანალექი ქანების შემსწავლელ მეცნიერებას ლითოლოგია ეწოდება;

გეოქიმია სწავლობს დედამიწის ქიმიურ შედგენილობას, განსაკუთრებით დედამიწის ქერქში ქიმიური ელემენტების სივრცობრივი და ქრონოლოგიური განაწილების კანონებს, ამ ელემენტების ერთიანობასა და მოძრაობას. გეოქიმია სწავლობს ატომებს, მინერალოგია — ატომთა ერთიანობას — მინერალებს, ხოლო პეტროგრაფია — მინერალთა ერთიანობას — ქანებს.

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერების დიდი დარგი — დინამიკური გეოლოგია სწავლობს დედამიწის შიგნითა და მის ზედაპირზე მომდინარე გეოლოგიურ პროცესებს. ენერჯის წყაროსთან დამოკიდებულებით გეოლოგიური პროცესები ორად იყოფა: შინაგანი (შიგა) დინამიკის ანუ ენდოგენური და ვარეგანი (გარე) დინამიკის ანუ ექსოგენური პროცესები.

დინამიკური გეოლოგია შესწავლის ობიექტითა და მეთოდებით აღიარებული ემპირიული ფიზიკური გეოგრაფიის, მაგრამ ისინი მიზნებითა და ამოცანებით მაინც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: ფიზიკური გეოგრაფიის ამოცანას შეადგენს თანამედროვე ფიზიკურ-გეოგრაფიული მოვლენების აღწერა, ხოლო დინამიკური გეოლოგია ძირითადად იკვლევს აწინდელ გეოლოგიურ მოვლენებს.

შინაგან დინამიკას ანუ ენდოგენურ პროცესებს შეისწავლის გეოლოგიურ მეცნიერებათა შემდეგი დარგები: გეოტექტონიკა, მ-გ-მატიამი, სეისმოლოგია. გეოტექტონიკა არის მეცნიერება გეოლოგიური სტრუქტურების, შრეების წოლის ფორმის, დედამიწის ქერქის სტრუქტურული განვითარების, ქერქის მოძრაობისა და დეფორმაციის. აგრეთვე ამ დეფორმაციის გამომწვევი ძალების შესახებ. მ-გ-მატიამი — პროცესი, რომელთანაც დაკავშირებულია მაგმისა და მაგმური ქანების წარმოქმნა. ვულკანოლოგია — მეცნიერება ვულკანების შესახებ. წარმოადგენს მაგმატიზმის ნაწილს. სეისმოლოგია მიწისძვრების შემსწავლელი მეცნიერებაა, ხოლო მეტამორფიზმი ეწოდება დედამიწის წიაღში ქანების ცვლილებებს, მათი გარდაქმნის პროცესს.

ეკოგეოგენურ პროცესებში უნდა ვიგულისხმოთ ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროს მოქმედება ლითოსფეროზე. ამ პროცესების ძირითად წყაროს მზის ენერგია წარმოადგენს. ეკოგენური პროცესების შემსწავლელი დარგებია: ჰიდროლოგია — მეცნიერება დედამიწის ზედაპირის წყლების შესახებ, კოტამოლოგია ანუ მდინარის ჰიდროლოგია — მეცნიერება ზედაპირული მიმდინარე წყლების შესახებ, ჰიდროგეოლოგია შეისწავლის მიწისქვეშა წყლების წარმოშობას. თვისებებსა და მოქმედებას, ოკეანოლოგია შეისწავლის ოკეანეებისა და ზღვების გეოლოგიურ მოქმედებას, გლაციოლოგია — მეცნიერება მყინვარების თვისებების, განვითარებისა და მოქმედების შესახებ. ხოლო ლიმნოლოგია შეისწავლის ტბებისა და კაობების გეოლოგიურ მოქმედებას. დინამიკური გეოლოგია სწავლობს აგრეთვე გამოფიტვის პროცესებსა და ქარის გეოლოგიურ მოქმედებას. გეომორფოლოგია — მეცნიერება დედამიწის ზედაპირის რელიეფის წარმოშობისა და განვითარების შესახებ. ისტორიული გეოლოგია სწავლობს დედამიწის ქერქისა და ორგანული ბუნების ისტორიას და განვითარების კანონზომიერებას, გეოლოგიურ მოვლენათა თანამიმდევრობას, ქერქის წარმოქმნის მომენტებიდან, თითქმის ჩვენს დრომდე. ისტორიული გეოლოგია, გეოლოგიური ქრონოლოგიის დადგენით, დედამიწის ქერქისა და მისი ისტორიის გარკვევით, ქერქის განვითარების საერთო კანონზომიერების განსაზღვრით (ნალექების დაგროვება, ვულკანური და მაგმური პროცესები, ტექტონიკური მოძრაობა, დედამიწაზე სიცოცხლის განვითარება და ამ განვითარების განმსაზღვრელი პირობები) სწავლობს მიწის წარსულს. სტრატეგრაფია აღწერს პალეონტოლოგიური მეთოდების გამოყენებით დანალექ ქანებს, სწავლობს შრეთა განლაგების ქრონოლოგიურ თანამიმდევრობას. აბსოლუტური გეოქრონოლოგია:

დადგენისათვის ამჟამად ფართოდ არის გამოყენებული რადიოგეოლოგიური მეთოდები. შეიქმნა მეცნიერების ახალი დარგი რადიოგეოლოგია. პალეონტოლოგია, ორგანიზმების ნამარხი ნაშთებისა და მათი ცხოველმოქმედების ნიშნების საშუალებით, სწავლობს წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში ცხოველთა და მცენარეთა განვითარების ისტორიას. პალეოგეოგრაფია სწავლობს ზღვებისა და კონტინენტების განაწილებას გეოლოგიურ წარსულში, ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებს წარსულ გეოლოგიურ დროში. რეგიონული გეოლოგიის ამოცანას შეადგენს დედამიწის ზედაპირის ცალკეული უბნების (კონტინენტი, ქვეყანა, მხარე, უბანი) გეოლოგიური აგებულებისა და გეოლოგიური ისტორიის შესწავლა. მეცნიერება სასარგებლო ნამარხების შესახებ სწავლობს დედამიწის ქერქში სასარგებლო ნამარხთა წარმოქმნასა და განაწილებას, გვაძლევს თეორიულ საფუძველს წიაღისეულის ძებნა-ძიებისათვის.

## გეოლოგიის პენსიის მეთოდები

გეოლოგები თანამედროვე გეოლოგიური პროცესების შესწავლის შედეგად (ანალიზით) აღგენენ ამა თუ იმ გეოლოგიურ პროცესის კანონზომიერებას და ამ კანონზომიერებას ადარებენ წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში მომხდარ პროცესებს. კვლევის ამ ხერხს აქტუალიზმის მეთოდი ანუ პრინციპი ეწოდება. მისი არსი გამოხატულია მოკლე ფრაზაში: „თანამედროვეობა გასაღებია წარსულის შესაცნობად“ ე. ი. თანამედროვე გეოლოგიური მოვლენების შესწავლით ჩვენ შეგვიძლია ვიმსჯელოთ შორეული წარსულის ანალოგიურ მოვლენებზე. მაგრამ თანამედროვე გეოლოგიური პროცესების მიმდინარეობის წარსულ ეპოქებთან შედარება არ შეიძლება მექანიკურად, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში დედამიწის ევოლუციას და მის შიგნით და ზედაპირზე მაშინ არსებულ პირობებს. რამდენადაც ჩვენი დროიდან დაშორებულია გეოლოგიური ეპოქა, იმდენად ნაკლებად უნდა იქნას გამოყენებული აქტუალიზმის მეთოდი. ხოლო შედარებით ახლო გეოლოგიური წარსულის შესწავლისათვის ეს მეთოდი დამაჯერებელია და მას ფართო გამოყენება აქვს.

გეოლოგია ძირითადად დაკვირვების მეთოდით სარგებლობს. იყენებს აგრეთვე ექსპერიმენტსაც, შემდეგ მიმდინარეობს დაკვირვებითა და ექსპერიმენტით მიღებული შედეგების განზოგადება. კვლევის ძირითად მეთოდს საველე დაკვირვება წარმოადგენს. დაკვირვებას საფუძვლად უდევს ქანებისა და შრეების თანამიმდევრობა (სტრატოგრაფია), ქანების შედგენილობა (პეტროგრაფია) და შრეებში დაცული ცხოველთა და მცენარეთა ნამარხი ნაშთების საშუალებით გან-

საზღვრული მათი შეფარდებითი ასაკი (პალეონტოლოგია), ამასთან ერთად შესწავლილი იქნება ფაციესები (ნალექების ნიშან-თვისებათა ერთობლიობა).

დაკვირვება გვაძლევს ძირითად ფაქტიურ მასალას დედამიწის აგებულებისა და, საერთოდ, გეოლოგიური მოვლენების შესახებ. დედამიწის ქერქის (ზედაპირის) გეოლოგიური შესწავლისათვის ამჟამად დიდი გამოყენება აქვს აეროფოტოგადაღებას და სხვადასხვა გეოფიზიკურ მეთოდებს (გრავიმეტრია, მაგნიტომეტრია, სეისმომეტრია და სხვ.).

გეოლოგია დაკვირვებითი მეცნიერებაა, აქ ძნელი და ზოგჯერ შეუძლებელიცაა ექსპერიმენტები, ამიტომ ეს მეთოდი გეოლოგიაში უკანა პლანზეა გადატანილი. მიუხედავად ამისა მრავალი ექსპერიმენტია ჩატარებული მინერალებისა და ქანების მისაღებად, ტექტონიკური ფორმების (ნაოჭი, ნასხლელი) წარმოსახვისათვის და სხვ.

საველე მუშაობის პირობებში გეოლოგიური დაკვირვებებისა და ფაქტიური მასალის შეგროვების შემდეგ გეოლოგიაში მინერალებისა და ქანების შედგენილობისა და თვისებების შესასწავლად ფართოდ იყენებენ თანამედროვე ფიზიკის, ქიმიისა და სხვა მეცნიერებათა კვლევის მეთოდებს, რენტგენოსკოპულ და სპექტრულ ანალიზს, მიკროსკოპული კვლევის მეთოდებს და სხვ. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ქანების აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრის მეთოდებს.

უშუალო დაკვირვებისა და ექსპერიმენტული გზით შეგროვილი დიდძალი ფაქტიური მასალის განზოგადება ამა თუ იმ თეორიის, ჰიპოთეზის, იდეის დასაბუთების საშუალებას გვაძლევს. სწორი თეორიული განზოგადება შესაძლებელია შემეცნების მეცნიერული მეთოდის, დიალექტიკური მატერიალიზმის გამოყენებით.

დედამიწის ქერქის ნივთიერი შედგენილობის, გეოლოგიური პროცესების, დედამიწაზე ორგანული ბუნების განვითარებისა და გეოლოგიური პროცესების ისტორიული თანამიმდევრობის შესწავლით გეოლოგია დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა შორის წამყვან როლს ასრულებს. განუსაზღვრელად დიდია გეოლოგიის, როგორც მეცნიერების, თეორიული მნიშვნელობა. გეოლოგია იძლევა სასარგებლო ნამარხების ძიების, მათი ექსპლოატაციის თეორიულ საფუძველს. დედამიწის განვითარების კანონზომიერებათა შესწავლით გეოლოგია დიდ როლს თამაშობს რელიგიურ ცრურწმენათა ბრძოლის საქმეში. გეოლოგია სწავლობს მოძრაობის გეოლოგიურ ფორმას, რომელიც მატერიის მოძრაობის ერთ-ერთ ძირითად ფორმას წარმოადგენს.

გეოლოგიური მეცნიერების თეორიული პრობლემები მკიდრო კავ-

შირშია ყველაზე მნიშვნელოვან პრაქტიკულ ამოცანასთან—სახალხო მეურნეობისათვის უმნიშვნელოვანესი მინერალური რესურსების ძიებასთან. საბჭოთა ხელისუფლების წლებში საბჭოთა გეოლოგების მიერ აღმოჩენილი და შესწავლილი სასარგებლო ნამარხების სახეებით საბჭოთა კავშირი პირველ ადგილზეა მსოფლიოში, ხოლო მრეწველობა უზრუნველყოფილია მინერალური ნედლეულის ყველა სახით. გეოლოგიის როლი მარტო სასარგებლო ნამარხების ძიებით არ ამოიწურება, საბადოს სწორი ექსპლოატაციისათვის აუცილებელია გეოლოგიის სამსახური. პრაქტიკულმა მოთხოვნილებებმა გამოიწვია სარეწაო გეოლოგიის შექმნა. გეოლოგია გახდა სახალხო მეურნეობის უმნიშვნელოვანესი დარგი, რომელიც სწავლობს ქვეყნის მინერალურ რესურსებს.

გარდა ამისა გეოლოგიას დიდი მნიშვნელობა აქვს სახალხო მეურნეობის სხვა მრავალი დარგისათვის, უპირველეს ყოვლისა ჰიდროტექნიკური მშენებლობისათვის. კაშხალის, არხების, ჰიდროსადგურების დაპროექტება და აშენებისათვის საჭიროა არა მარტო საინჟინრო და ჰიდროგეოლოგიური კვლევა, არამედ სამუშაოთა წარმოებისათვის აუცილებელია მდინარის ხეობის გეოლოგიური ისტორიის და ქანების ლითოლოგიის შესწავლა. გეოლოგიას, განსაკუთრებით საინჟინრო და ჰიდროგეოლოგიას, დიდი მნიშვნელობა აქვს რკინიგზის ახალი მაგისტრალების მშენებლობაში, სამოქალაქო მშენებლობაში. ჩვენს ქვეყანაში კანონით აკრძალულია გეოლოგების დასკვნის გარეშე ყოველგვარი მშენებლობის დაწყება.

ფართო გამოყენება ჰპოვა გეოლოგიამ აგრეთვე სამხედრო საქმეში (წყლით მომარაგება, გზების მშენებლობა, სანგრების, მიწისქვეშა თავშესაფრების, აეროდრომების მშენებლობა, სტრატეგიული ნედლეულის დამუშავება და სხვ.).

გეოლოგიას დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობისათვის. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ამაღლებისათვის დიდ როლს თამაშობს მინერალური სასუქები, მათი წარმოებისათვის აუცილებელია მინერალური ნედლეული, ე. წ. აგრონომიული მადნები. ჩვენს ქვეყანაში გეოლოგების მიერ აღმოჩენილი და შესწავლილია აპატიტისა და ფოსფორიტების საბადოები, კალიუმისა და მაგნიუმის შემცველი მადნები. ამ საბადოთა ბაზებზე შექმნილია მინერალური სასუქების მძლავრი წარმოება, რომელიც მთლიანად აკმაყოფილებს ჩვენი ქვეყნის სოფლის მეურნეობას. ნიადაგის ხასიათი დამოკიდებულია ნიადაგთწარმომქმნელ დედაქანებზე. ამიტომ აუცილებელია ამ ქანების შესწავლა. მელიორაციული სამუშაოების ჩატარება შეუძლებელია წინასწარი გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური შესწავლის

გარეშე, ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა ჩატარებისათვის აუცილებელია ქანების, განსაკუთრებით მეოთხეული ნალექების შესწავლა.

გეოლოგიას გამოყენება აქვს მედიცინაშიც. მთელი რიგი სამკურნალო პრეპარატების ნედლეულის, მინერალური წყლების, სამკურნალო ტალახის შესწავლისათვის.

## გეოქრონოლოგიური სხრილი

შეფარდებითი გეოქრონოლოგიის ამოცანაა აბსოლუტური ასაკის დადგენის გარეშე ქანების შედარებითი ასაკის განსაზღვრა, ე. ი. გარკვევა იმისა, კრილში რომელი შრეა უფრო ძველი და რომელი ახალი. ამ მეთოდის ძირითად ამოცანას შეადგენს დანალექი ქანების წყებებისა და მათთან დაკავშირებული მაგმური ქანების მასივების ასაკის მიხედვით დაყოფა და ამის საშუალებით გეოლოგიურ მოვლენათა თანამიმდევრობის დადგენა.

შრეების ურთიერთშორის მდებარეობის განსაზღვრისათვის სარგებლობენ სტრატოგრაფიული და პალეონტოლოგიური მეთოდებით.

სტრატოგრაფიული მეთოდი (სტრატუმ—ლათინურად ფენა, შრე). დანალექი ქანები შრეების სახით ერთმანეთზე თანამიმდევრულადაა განლაგებული. ცხადია, ქვედა შრე უფრო ადრინდელია. ძველია, ვიდრე ზედა შრე. ეს უკანასკნელი ისე არ დაილექებოდა ქვედა შრე რომ არ ყოფილიყო. მაგალითად თუკი მდინარის პირას გაშიშვლების ძირში გვაქვს კირქვები, ზევით ამ კირქვებზე განლაგებულია ქვიშაქვები და უფრო ზევით — თიხები. ცხადია, კირქვები ქვიშაქვებზე ადრეა დალექილი, ხოლო თიხები ქვიშაქვებზე უფრო გვიან.

ქანის შეფარდებით ანუ შედარებით ასაკს განსაზღვრავენ მათი შედგენილობის მიხედვითაც, პეტროლოგიურ-ლითოლოგიური ნიშნით. შრეთა პარალელიზაციის ეს მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ ახლო მდებარე ჰუნქტებისათვის, მაგრამ არაა საიმედო დიდი მანძილით დაშორებული კრილებისათვის. ამ შემთხვევაში, შესაძლებელია სხვადასხვა შედგენილობის ქანები ერთი ასაკის აღმოჩნდეს, ხოლო ერთი და იგივე ასაკის ქანები ერთმანეთისაგან შედგენილობით განსხვავდებოდნენ.

პალეონტოლოგიური მეთოდით შესაძლებელია განესაზღვროთ ქანების ასაკი ნებისმიერი წოლის ფორმისა და ადგილ-მდებარეობის პირობებში. დანალექ ქანებში ხშირად დაცულია წარსული გეოლოგიური დროის ცხოველთა და მცენარეთა ნაშთები, ანუ ნა-

ნარჩები — ნიჟარები, ანაბეკდები. ნამარხები საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ, ადვადგინოთ, ორგანული ბუნების განვითარების გზები შორეული გეოლოგიური დროიდან ჩვენს ეპოქამდე. გეოლოგიურ წარსულში ორგანულმა ბუნებამ დიდი ევოლუცია განიცადა, ადრეული, პრიმიტიული ორგანიზმთა ნაშთები დედამიწის ქერქის ძველ ფენებში გვხვდება, ცხოველთა და მცენარეთა მაღალგანვითარებული სახეები — გვიანდელ ნალექებში. დანალექ ქანებში დაცული ნამარხები საშუალებას იძლევა ერთმანეთს შევადაროთ ქანები და დავადგინოთ მათი შეფარდებითი ასაკი. შრეთა შეფარდებითი ასაკის დადგენისათვის მნიშვნელოვანია არა კონსერვატიული სახეები, რომლებიც უცვლელად არსებობს მილიონი წლების განმავლობაში, არამედ დროის შედარებით ხანმოკლე პერიოდში სწრაფცვალებადი ევოლუტივი სახეები, რომელთაც სახელმძღვანელო ნამარხებს უწოდებენ. მათთვის დამახასიათებელია სწრაფი ვერტიკალური ცვალებადობა, ფართო პორიზონტალური გავრცელება, სახეთა (ინდივიდთა) სიმრავლე და კარგი დაცულობა. ნამარხი ფაუნისა და ფლორის საშუალებით შეიძლება დავადგინოთ არა მარტო დანალექი ქანების შეფარდებითი ასაკი. არამედ შესაძლებელია ვიმსჯელოთ წარსული გეოლოგიური პერიოდების ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე. დანალექი ქანების შედგენილობა პალეონტოლოგიურ ნიშნებთან ერთად სტრატეგრაფიული ერთეულების გამოყოფის კრიტერიუმს წარმოადგენს. დანალექი ქანები, მასში დაცული ნამარხებით, საშუალებას გვაძლევს შევისწავლოთ გეოლოგიურ წარსულში პალეოგეოგრაფიული ცვლილებები.

ისტორიული გეოლოგიის ყველაზე დიდ გეოქრონოლოგიურ მონაკვეთს ერა წარმოადგენს. სტრატეგრაფიულ სკალაში ერას ნალექების ჩგუფი შეესაბამება. ჩგუფი თავის მხრივ იყოფა სისტემებად, სისტემები სექციებად, ხოლო ეს უკანასკნელი სართულებად. თითოეულ სისტემას დროში შეესაბამება პერიოდი, სექციას — ეპოქა, სართულს — საუკუნე. დიდ სტრატეგრაფიულ ერთეულებს ჩგუფებს, სისტემებს; სექციებს საერთაშორისო მნიშვნელობა აქვს, უფრო წვრილი ერთეულები: სართული, ზონა მეტწილად ადგილობრივ (პროვინციულ) ერთეულებს წარმოადგენს.

1-ლ ტაბულაში მოცემულია გეოქრონოლოგიური ცხრილი, ჩამოთვლილია გეოლოგიური ერები, პერიოდები, ეპოქები და ციფრებით ნაჩვენებია მათი ხანგრძლივობა მილიონ წლებში, დროის ცალკეულ მონაკვეთებში სიცოცხლის განვითარების ძირითადი ეტაპებისა და ზღვის აუზების დამახასიათებელი ცხოველების ჩამოთვლით.



ნაუქთა კომპლექსი (ჯგუფი)	პერიოდი (სისტემა)	ეპოქა სექ- ცია	დამახასიათებელი ზღვის აუზების უბე- რებელი ცხოველები	სიცოცხლის განვითარების ძირითადი ეტაპები	მცენარეები
აღწერილობა	სტრატეგია	სტრატეგია	სტრატეგია	სტრატეგია	სტრატეგია
ნეო- ზოური	პერიოდი ანუ ახტიოპო- გენი	თანამედროვე (კოლოცენი) ზედა (ადრე ანტიოპოგე- ნული) Q	აწინდელი მოლუსკე- ბის მახლობელი	პერიოდის დასაწყისში ადამიასის გამოჩენა, აწინდელი ცხოველთა სამყაროს განვითარება.	აწინდელ გეონარეთა სამ- ყაროს განვითარება.
		Kz	მოლუსკები: ბულეციოდები ორსაგდულაინები, მუცელფეხიანები	თანამედროვეკოსთან ახ- ლი კოქსიგენოების გამოჩენა და განვითარე- ბა, ადამიანის მსგავსი გაიმენის განვითარება.	ფარულელსლიანების აყვავება.
ნეო- ცენო- კენო- ზოური	პერიოდი ანუ ახტიოპო- გენი	პლიოცენი მიოცენი N	ფორამინიფერები, მუცელფეხები, მუ- ცელფეხიანები, ორ- საგდულაინები	პერიოდული მუცელფე- ხავების განვითარება	ფარულელსლიანების განვითარება.
		პლეისტოცენი Pz	34 42		

სარეულე (კარცი)	ზედა ცარცი	Cr <sub>1</sub>	პერიოდს დასასრულს ამონიტების გადაშენება	ქვეწარმავლების აუვება და მეორე ნახევრის პილის გაცენტური ქვეწარმავლების გადაშენება. ხეკუთხე საღმანდროების, ნიანგელების, პიტონისებრ გველების გამოჩენა, კბილანი ფრინველები, პრიმიტიული ძუძუმწოვრები.	ფარეულთესლიანების გამოჩენა და ზიშველთესლიანების აცეკება (ბალმები და წიწვოანები)
იურული (იურა)	ზედა იურა (ბალმი) შუა იურა (დოკერი) ქვედა იურა (ლოასი)	J <sub>1</sub> J <sub>2</sub> J <sub>3</sub>	ორტოკერატოების გადაშენება, ამონიოდების ამონიტებად გარდაქმნა, ბელუნიტები, ასიმტრეული ზღარბების, კობორჩხალების გამოჩენა	მეცისებრი (მეცებელი) ქვეწარმავლების გადაშენება, გიგანტური ქვეწარმავლების გამოჩენა, მფრინავი ქვეწარმავლები, ბაყაყები, პრიმიტიული ფრინველების გამოჩენა.	შიშველთესლიანების აუვება
ტრიასული (ტრიასი)	ზედა ტრიასი შუა ტრიასი ქვედა ტრიასი	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub>	პალიოზოური ფაუნის გადაშენება, ბელუნიტების, თანამდროვე მარჩენების გამოჩენა.	ქლოვანი თევზების გამოჩენა, სტეგოფელების დაშენება, მხეციანები (მეტეპტელი) ქვეწარმავლები, დაბალი, მუქმკაყურების (ჩანთოსნების) განვითარება.	შიშველთესლიანების განვითარება (გინგკოსები, ტიკალდები, წიწვოანები).
პერმული (პერმი)	ზედა პერმი ქვედა პერმი	P <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	ტრილობიტების, ოთქკიშაინი მარჩენების გადაშენება, ამონიოდების (ეურატოების) განვითარება.	განიოდური თევზები, სტეგოფელური, ქვეწარმავლების განვითარება.	ხისებრი სპორიანი მცენარეები, წიწვოანები, ქვიანპირის პერიოდის მცენარეთა გადაშენება

ქანახშირის ცარბონი	C	ბედა კარბონი (ტრაპული) ანუ კარბონი (მოსკოვური) ქვედა კარბონი (დინანტური)	C <sub>8</sub> C <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	75	მ.რკინები, მხარფხიანები, პროლტერუსები, აბრაუეოიდული.	ჩვეუნიანი თევზების გადაღებები, ამფიბიები, ქვეწარმკვლელების გამომჩენა.	ხმელეთის უხვი მცენარეულობა (შიშველ-თესლიანები).
დევენური (დევონი)	D	ზედა დეონი შუა დეონი ქვედა დეონი	D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	60	არჩენები, მხარფხიანები, თევზებიანი მოლუსკები, გონიატორები	ჩვეუნიანი თევზების აგებულება, ორმაგსუნოვანი თევზები, სტერეომეფალების გამომჩენა.	შავი ქვიშაღარი, ა.ი.რ. სებინი, ხმელეთის დაბალი (ფხვი) მცენარეულობა.
სილურული (სილური)	S	ზედა სილური ქვედა სილური	S <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	30	ბრილიანტები, ბრაქიოპოდები, გრაფტოლოტები, მარკნები.	ჩვეუნიანი თევზები	ჯალმცენარეები, ფსილოციტები
ორდოვიციული (ორდოვიცი)	O	ზედა ორდოვიციული შუა ორდოვიციული ქვედა ორდოვიციული	O <sub>3</sub> O <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	60	ბრილიანტები, ბრაქიოპოდები, მარკნები, გრაფტოლოტები, გიგანტური კობისნაირნი.	ჩვეუნიანი თევზების გამოჩენა. პირველი ხმელეთის ცხოველები პორიფერები, მრავალფეხიანები.	ჯალმცენარეები, ფსილოციტები
კამბრიული (კამბრი)	C	ზედა კამბრიული შუა კამბრიული ქვედა კამბრიული	C <sub>III</sub> C <sub>II</sub> C <sub>II</sub>	70	ბრილიანტები, დრუპული, უკლავო მხარფხიანები, ზღვის ვარსკვლავები.	ბერბემლიანები არ გვხვდება	ჯალმცენარეები, ფსილოციტები
რეფოლი, სინური, გვიანი კამბრიული, ნანა-პროტეროზოული II				3000	ჯალმცენარეები და ბაქტერიები ცუდად დაცული უსებემლიან ნანა-პროტეროზოული II		

6  
5  
4  
3  
2  
1

მანძი  
-მანსყიდვი

კაპიტალ- მდელი II	Pr	პროცენტი- ბოული	A <sub>3</sub>	ლაზლ.	
კაპიტალის წინამდელი I	Ar	არაკიული	A <sub>2</sub>	800	პროცენტიული ნაშთები
კაპიტალის წინამდელი I	Kr	არაკიული	A <sub>1</sub>	800	ორგანიზაციის ნაშთი არ გეხდება

ფაქტობრივი

## აბსოლუტური მეოქრონოლოგია

შეფარდებითი გეოქრონოლოგიით შეიძლება ვიმსჯელოთ მოვლენათა თანამიმდევრობაზე, მაგრამ არ შეიძლება მივუთითოთ ამა თუ იმ პერიოდის დაწყება-დამთავრებაზე. მათ აბსოლუტურ ხანგრძლივობაზე, ამ უკანასკნელის განსაზღვრას კი დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. აბსოლუტური წელთაღრიცხვა სხვადასხვაგვარია: თუ ცნობილია ნალექების სისქე (სიმძლავრე) და დალექვის სიჩქარე, მწელი არ არის განსაზღვროთ რამდენ ხანს გრძელდებოდა შრეების დალექვა.

1. ჯ. მურეის მიხედვით ყოველწლიურად მდინარეებს ზღვაში ჩააქვს 16 კმ<sup>3</sup> მყარი ნივთიერება. იგი ყოველწლიურად ზღვის ფსკერზე წარმოშობს 0,11 მმ სიმძლავრის ნალექს. დანალექი ქანების საერთო სიმძლავრე 150 კმ-ია. გამოანგარიშებით ირკვევა, რომ დალექვის დაწყების მომენტიდან გასულა  $1,5 \cdot 10^9$  წელი.

2. მსოფლიო ოკეანეებში გახსნილი მარილები შეტანილია მდინარეების მიერ ქანების გამორეცხვით. თუ გავიგებთ მარილების რა რაოდენობა არის ოკეანეებში 3,5% მარილიანობის პირობებში და გვეცოდინება ყოველწლიურად რამდენი მარილი შეაქვს მდინარეებს ოკეანეებში, შესაძლებელია გავიგოთ რამდენი წლის განმავლობაში გრძელდებოდა ოკეანეებში მარილების დაგროვება. ამ მეთოდით პალეოზოოური ერის დასაწყისიდან დღემდე გავლილი დროის აღსანიშნავად მიღებულ იქნა ციფრი 0,3-დან 1,5 მილიარდ წლამდე.

ცნობილია აბსოლუტური წელთაღრიცხვის სხვა გეოლოგიური მეთოდებიც (კირქვების დაგროვების სიჩქარით, სანაპიროს ნალექების დაგროვების სიჩქარით და სხვ.). მაგრამ ეს მეთოდები არაზუსტია და ამიტომ ნაკლებად დამაჯერებელი.

შედარებით ზუსტ მეთოდს თანამედროვე ფიზიკა და გეოქიმია იძლევა, ესაა რადიოლოგიური მეთოდი. აბსოლუტური გეოქრონოლოგიის დადგენისათვის ეს მეთოდი ყველაზე სწორი და პერსპექტიულია.

ქანების ასაკის განსაზღვრის რადიოლოგიური მეთოდი ემყარება მინერალთა ისეთ რადიოაქტიური ელემენტების გამოყენებას, რომელთა ბირთვი არამდგრადია და იშლება განსაზღვრული სიჩქარით. შედეგად წარმოიშობა რადიოაქტიური დაშლის პროდუქტის — ახალი ელემენტი, მაგალითად ტყვია და სხვ. ზოლმისის ხატოვანი გამოთქმით „გეოლოგიისათვის რადიოაქტიური მინერალები წარმოადგენს საათს, მომართულს მისი მინერალიზაციის დროს“. რადიოაქტიური ელემენტები ყველა ქანში გვხვდება, მაგრამ უფრო მეტად მაგმურ ქანებში

და გამოიხატება პროცენტის მეათითასეულ ნაწილებში. გარკვეულ დროში რადიაქტიური ელემენტები — ურანი, რადიუმი, თორიუმი. კალიუმი და სხვ. იზოტოპებით თავისთავად იშლება და საბოლოოდ წარმოიშობა მდგრადი ელემენტები ტყვია და ჰელიუმი, რომლებიც შემდეგ არ იშლება.  $U^{238}$ ,  $Pb^{206}$ ,  $Th^{232}$ ,  $Pb^{208}$ , რადიაქტიური ელემენტების დაშლა მუდმივია. დაშლის სიჩქარეზე არ მოქმედებს ტემპერატურისა და წნევის შეცვლა, ქიმიური რეაქციები, მაგნიტური და ელექტრული ველი. რადიაქტიური დაშლის სიჩქარისა და რადიაქტიური ტყვიის ან ჰელიუმის ქანში არსებულ ურანთან პროცენტული შეფარდებით შეიძლება გამოითვალოს რადიაქტიური ელემენტების დაშლის დრო, ე. ი. ქანის ასაკი. მაშასადამე ასაკის განსაზღვრისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ქანში რადიაქტიური ელემენტებისა და მათი დაშლის პროდუქტების შემცველობა.

ტყვიის მეთოდი. ქანის ან მინერალის ასაკის დადგენა შესაძლებელია მათ შედგენილობაში არსებული 206 ატომური წონის ტყვიის რაოდენობით. დავეშვათ, რომ მინერალის ანალიზით მასში აღმოჩნდა 8,70 გრამი ურანი და 1,125 გრამი ტყვია. ტყვიის ეს რაოდენობა ოდესღაც იყო ურანი და იწონიდა 1,125 გრამზე მეტს, იმდენად მეტს, რამდენადაც ურანის ატომი მძიმეა ტყვიის ატომზე. განტოლება  $1,125 \times \frac{238}{206} = 1,30$ , მაშასადამე 1,125 გრამი ტყვია მიღებულია 1,30 გრამი ურანიდან. ცნობილია, რომ 100 გრამი ურანიდან 1 გრამი ტყვია მიიღება  $79 \cdot 10^6$  წლის განმავლობაში. მაშასადამე მინერალის ასაკი არის დაახლოებით ერთი მილიარდი წელი ( $t = 1,30 \times 79 \cdot 10^6 = 1 \cdot 10^9$  წელი).

არგონის მეთოდი. კალიუმის მინერალების დაშლისას, კალიუმის ატომების 12% არგონში გადადის, 88% — კალიუმის ( $K^{40}$ ) იზოტოპში. მინერალების ასაკის განსაზღვრა ხდება  $\frac{Ar^{40}}{K^{40}}$  შეფარდებით. რადგანაც კალიუმის შემცველი მინერალები ფართოდაა გავრცელებული, ამ მეთოდს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ეს მეთოდი გამოყენებულია კალიუმის მინერალების შემცველი დანალექი ქანების აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრისათვისაც. არგონის მეთოდი ძირითადად დამუშავებულია საბჭოთა მეცნიერის ე. გერლინგის მიერ.

რუბიდიუ-მსტრონციუმის მეთოდი. რუბიდიუმის იზოტოპი 87 ატომური წონით გვაძლევს სტრონციუმის იზოტოპს, იმავე ატომური წონით. მათი რაოდენობის შეფარდებით შეიძლება ჰინერალთა ასაკის დადგენა, მაგრამ ამ მეთოდს ნაკლები გამოყენება აქვს, რადგან რუბიდიუმით მდიდარი მინერალები იშვიათია და თან

რუბიდიუმის სტრონციუმად გარდაქმნა მიმდინარეობს ძლიერ ნელა (რუბიდიუმის ნახევრად დაშლის პერიოდი 66 მილიარდი წელია).

ნახშირბადის მეთოდი. ატმოსფეროში კოსმიური სისივების მოქმედებით წარმოიქმნება ნახშირბადის რადიოაქტიური იზოტოპი ( $C_{14}$ ), რომლის ნახევრად დაშლის პერიოდი 5568 წელს შეადგენს. მცენარეები ატმოსფეროდან ნახშირმკვავასთან ერთად შთანთქავენ რადიოაქტიურ ნახშირბადს. არარადიოაქტიური და რადიოაქტიური ნახშირბადის რაოდენობა მცენარის სიცოცხლის დროს უცვლელია. მცენარის სიკვდილის შემდეგ დაშლის გამო, რადიოაქტიური ნახშირბადის რაოდენობა მცირდება. ქანების ასაკის დადგენისათვის საჭიროა რადიოაქტიური ნახშირბადის რაოდენობის განსაზღვრა შრეებში განამარსებული მცენარის ნაშთებში. რადიოაქტიური ნახშირბადის, ნახევრად დაშლის პერიოდისა და რაოდენობის განსაზღვრით შესაძლებელია მცენარის სიკვდილის დროისა და იმ ქანის ასაკის დადგენა, რომელშიაც განამარსებული მცენარე გვხვდება. ეს მეთოდი შესაძლებელია გამოვიყენოთ მცენარეთა იმ ნაშთების განსაზღვრისათვის, რომელთა ასაკი 15—30 ათას წელს არ აღემატება, ამიტომ ამ მეთოდს ფართო გამოყენება აქვს ძირითადად არქეოლოგიაში.

## მეორე მსოფლიო დედამიწის ქერქის ისტორიიდან

(ერები, პერიოდები)

არქეული ერა. არქეულსა და პროტეროზოულს ხშირად აერთიანებენ და კამბრიულისწინას ანუ კამბრიულამდელ დროს უწოდებენ. უკანასკნელ ხანებში ცალკე გამოყოფენ პროტეროზოული ერის ზედა ნაწილს რიფეულის სახელწოდებით. არქეული (ბერძნულად არქე—საწყისი) უძველესი, საწყისი ერაა. დედამიწის ქერქის უძველესი ქანები — ფუნდამენტი წარმოდგენილია: გნეისებით, კრისტალური ფიქლებით, მეტწილად ამფიბოლიტებით, ხოლო შედარებით ნაკლებად — მარმარილოთი და კვარციტებით. მაგმური ქანებიდან განსაკუთრებით დიდ როლს თამაშობს გრანიტები, პორფირიტები და სხვ. არქეულში ძლიერი იყო დანაოკებისა და ვულკანიზმის პროცესები. ქანები ძლიერ დანაოკებულია. არქეული ასაკის ქანები ამჟამად კრისტალური ფარების (ბალტიის, კანადის, ბრაზილიის, ცენტრალური აფრიკის, ავსტრალიის, ჩინეთის, ციმბირის, უკრაინის) სახით შიშვლდება დედამიწის ზედაპირზე. ორგანული ბუნების ნაშთები არქეულში ნაპოვნი არ არის. ჭერჭერობით არქეული ერა უნდა განვიხილოთ, როგორც ჩვენი პლანეტების განვითარების ხანგრძლივი აბიოტური სტადია. არქეულ ქანებში გრაფიტისა და მარმარილოს არსებობა მათ ორ-  
2. გ. ზუხბაია

განულ წარმოშობაზე მიუთითებს. მაგრამ ამჟამად გამოთქმულია მოსაზრება მათი არაორგანული გზით წარმოშობის შესახებ. არქეული ერის ბოლოსათვის შესაძლებელია დაეუშვათ პრიმიტიული ორჯანის-მების არსებობა.

**პროტეროზოული ერა** (პროტეროს -- პირველი), ეს არის პირველადი, უმარტივესი სიცოცხლის ერა. წარმოდგენილია გნეისებით, კრისტალური ფიქლებითა და სხვა მეტამორფული ქანებით. დიდი გავრცელებით სარგებლობს გრანიტები, გაბრო-დიაბაზები და სხვა მაგმური ქანები, გვხვდება აგრეთვე მარმარილო-გადაკრისტალეზული კირქვა, რკინიანი კვარციტები, შუნგიტი, გრაფიტი, არქეულთან შედარებით პროტეროზოულში ქანები ნაკლებ მეტამორფულია. პროტეროზოულის ზედაფენები მეტწილად აგებულია ნორმალური დანალექი ქანებით, მათ შორის ქვიშაქვებითა და კირქვებით. ეს ერა ხასიათდება მძლავრი ვულკანური პროცესებითა და დანაოქებით. პროტეროზოული ერის ნალექებში ნაპოვნია ფორამინიფერების ანაბეჭდები, რადიოლარიების ნემსები, ჭიების ნაკვალევი, ღრუბელთა სპიკულები, უძველეს კიბონაირთა ჯავშნის ნაშთები, აგრეთვე წყალმცენარეები და ბაქტერიები. საბჭოთა მეცნიერების ს. ნაუმოვას, ბ. ტიმოფევის მიერ უჯანასკნელ წლებში ურალში, ტიმანზე პროტეროზოული ნალექებში ნაპოვნია მცენარეთა სპორები. პროტეროზოულის დანალექებისათვის დედამიწის ზედაპირი დანაწილდა უდრეკ, ნაკლებად მოძრავ და ლაბილურ უბნებად. არქაულთან ერთად პროტეროზოული ნალექები გვხვდება კამბრიულამდელი ფარებისა და ბაქნების გავრცელების რაიონებში. საბჭოთა კავშირში პროტეროზოული ნალექები ცნობილია ტიმანში, კურსკის მაგნიტური ანომალიის რაიონში, კრივოი როგის მიდამოებში, ჩრდილოეთ კავკასიაში, ციმბირის ბაქანზე და სხვ.

საქართველოში კამბრიულისწინა ნალექები ცნობილია კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში — მთიანი აფხაზეთიდან დარიალამდე, აგრეთვე ძირულის, ხრამის და ლოქის (ჯანდარის) მასივებში. აქ გვხვდება გრანიტები, გნეისები, კრისტალური ფიქლები და სხვა მაგმური და მეტამორფული ქანები.

### პალეოზოური ერა

პალეოზოური ერის ნალექები უმნიშვნელოდაა სახეცვლილი და კონტინენტურ ბაქნებზე თითქმის ჰორიზონტალურადაა განლაგებული, დანაოქება და მეტამორფიზმი მეტწილად გეოსინკლინური ზონის ნალექებს ემჩნევა. პალეოზოურში ორჯერ ჰქონდა ადგილი მთათწარმოშობის პროცესებს: კალედონური დანაოქებაა ორდოვიკსა და სილურულში (კალედონიდები) და ჰერცინული დანაოქება ქვანახშირის და



პერმულ პერიოდებში (პერციინდები). მძლავრმა მათწარმოშობის პროცესებმა განსაზღვრეს დედამიწის ზედაპირის კონფიგურაცია, ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები და კლიმატი. დანაოკებებს თან ახლდა მძლავრი მაგმატიზმი.

ნამარხ უხერხემლოთა მრავალფეროვნება საშუალებას იძლევა ეს ერა დაიყოს სისტემებად და უფრო წვრილ ერთეულებად. პალეოზოო-ურ ერაში გამოყოფენ შემდეგ პერიოდებს (სისტემებს): კამბრიული, ორდოვიკული, სილურული, დევონური, ქვანახშირის და პერ-მული.

პროტეროზოულსა და პალეოზოურს შორის გამოყოფენ ს ი ნ ე უ რ ი ნალექების კომპლექსს (სინა — ჩინეთის ძველი სახელწოდება). გეოლოგიურ ჭრილში ნალექების სინეური კომპლექსის ადგილი ჯერ კიდევ ზუსტად არ არის დადგენილი. რუსეთსა და ციმბირის ბაქნებზე სინეური წარმომადგენელია სუსტად დისლოცირებული და ასევე სუსტად შეცვლილი ნორმალური დანალექი ქანებით — ორგანოგენული კირქვებით, თიხიანი ფიქლებით, ქვიშაქვებითა და კონგლომერატებით, მათთან მონაცვლეობაშია ეფუზიური ქანები და ტუფები. სინეურ ნალექებში ნაპოვნია სპორებისა და წყალმცენარეების ნაშთები, ცხოველებიდან — ფეხსახსრიანები (ავსტრალია).

კ ა მ ბ რ ი უ ლ ი პერიოდი გამოყოფილ იქნა 1836 წელს სეჯვიკის მიერ ინგლისში—უელსში. სახელწოდება მიიღო უელსის ძველი სახელწოდება — კამბრიადან. ცნობილია ზღვის უხერხემლო ცხოველთა ყველა ტიპი, ცხოველთა ათასამდე სახე. მათი ნახევარი ფეხსახსრიანებზე — ტრილობიტებზე მოდის. გარდა ტრილობიტებისა. რომელიც ხელმძღვანელ ნამარხებს წარმოადგენს, გვხვდება არქეოკიატიდები, უკლიტო მსარფესიანები და სხვ. ხმელეთის ცხოველები ცნობილი არ არის. კამბრიულის ფლორა წარმოდგენილია წყალმცენარეებით, იაკუტიაში, შუა კამბრიულის კირქვებში, ნ. ჩერნიშოვაჟ მიერ ნაპოვნია უძველესი გვიმრანაირი მცენარის ნაშთი, რომელსაც წინათ შუა დევონურად თვლიდნენ. კამბრიული ნალექები ცნობილია ლენინგრადის ოლქში, სადაც ის წარმოდგენილია ცისფერი თიხებით, ციმბირში მდ. ლენის, ალდანის შუა დინებაში, ანაბარას, ხატანგას, ოლენეკის ხეობებში. ციმბირში კამბრიული წარმოდგენილია კონგლომერატებით, ქვიშაქვებით, თიხის ფიქლებითა და კირქვებით. ტექტონიკურად კამბრიული არის სიწყნარის პერიოდი. ასევე უმნიშვნელო იყო ვულკანური მოქმედება, ამიტომ შედარებით ნაკლებია მაგმური ქანები. კამბრიული კონტინენტური ნალექები ცნობილია სამხრეთ სიბერეაში, ნალექების ხასიათი მიუთითებს მშრალ და ცხელ კლიმატ-

ზე, ჩინეთსა და ნორვეგიაში არის გამყინვარების ნაშთები. საქართველოში კამბრიული ნალექები ცნობილია ძირულის მასივის აღმოსავლეთ ნაწილში, სოფ. ლოპანის მიდამოებში; აქ, გამარმარილებულ კირქვებში, იპოვეს ნამარხები, რომელიც გეოლოგ ვოლოგდინის მიერ განსაზღვრულ იქნა, როგორც არქეოციატიდების ახალი სახე — არქეოციატუს კაუკაზიკუს, ხოლო ქანები, რომელშიც ნამარხები იპოვეს დათარიღებულ იქნა როგორც ქვედა კამბრიული.

კამბრიული მადნეული საბადოებით ღარიბია. არამადნეულებიდან გვხვდება ფოსფორიტები (ყარა-თაუ); ბოქსიტები. საშენი ქვები, თიხები.

ორდოვიციული<sup>1</sup> პერიოდი. საბჭოთა კავშირში ამ სისტემას ქვედა სილურულად თვლიდნენ, რადგანაც ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე ორდოვიციულის და სილურულის საზღვარზე შესამჩნევად დიდი ცვლილებებია ორგანული ბუნების განვითარებაში. 1956 წლიდან ორდოვიციული ცალკე სისტემად გამოყვეს.

კამბრიულთან შედარებით ორდოვიციულში ორგანული ბუნება მრავალფეროვანია. ტრილობიტების ფაუნა იცვლება ახალი სახეებით (ჟუკანალოყიანებით). პერიოდის დასასრულისათვის დიდი გავრცელებით სარგებლობენ მარჯნები — ტაბულატები, აგრეთვე ხავსცხოველები, გრაფტოლიტები ძლიერ გავრცელებულია და წარმოადგენს ხელმძღვანელ ნამარხებს. გვხვდება კლიტიანი მხარფეხიანები კირქვის ჩონჩხით. გამოჩნდნენ პირველი ზღარბები და შროშანები, მოლუსკებიდან ხშირია თავფეხიანი — ნაუტილოიდები. აგრეთვე გიგანტური კიბონაირები, ორდოვიციული პერიოდიდან გვხვდება პირველი ხმელეთის ცხოველები (მორიელები და მრავალფეხანი). მცენარეულობიდან გვხვდება წყალმცენარეები, პრიმიტიული ფსილოფიტები. ორდოვიციული ნალექები წარმოდგენილია ბალტიისპირეთში, ურალში, ტიმანზე, ტიანშანში, საიანში. ციმბირის ბაქანზე და სხვ. დაახლოებით იმავე ადგილებში, სადაც კამბრიულის წარმონაქმნებია გავრცელებული.

კამბრიულისა და ორდოვიციულის საზღვარზე აღინიშნება კალედონური ოროგენეზისის საღარიული ფაზისი, ხოლო ორდოვიციულსა და სილურულის საზღვარზე — ტაკონიური ფაზისი.

სილურული პერიოდი გამოყოფილ იქნა ინგლისში 1835 წელს მურჩისონის მიერ (სილურები — ტომი ძველ ინგლისში — უელსში). სილურული ოროგენეზულთან შედარებით მდიდარია ფაუნით. განსაკუთრებით დამახასიათებელია გრაფტოლიტები, ტაბულატები, მრავალი ხელმძღვანელი ფორმა ცნობილი მხარფეხიანებიდან, ტრილობიტები

<sup>1</sup> ორდოვიციები კელტური ტომია ძველ ინგლისში.

ახალი სახეებითაა წარმოდგენილი, მაგრამ რაოდენობრივად ეტყობა ძლიერ შემცირება, დიდი გავრცელებით სარგებლობს ნაუტილოდევები. პერიოდის ბოლოსათვის გამოჩნდნენ პირველი გონიატიტები, ცნობილია გივანტური კიბონაირები. ხერხემლიანებიდან — თევზები, მცენარეებიდან — წყალმცენარეები და ფსილოფიტები.

საბჭოთა კავშირში სილურული ნალექები გვხვდება: ლენინგრადის ოლქში, დასავლეთ უკრაინაში, ურალში, შუა აზიაში, ციმბირში, მდ. ლენის სათავეებთან, ანგარისა და ვილუის ჩრდილოეთით და სხვ. სილურული პერიოდის ქანებია: ფიქლები, გლაუკონიტისანი ქვიშაქვები, კირქვები. ციმბირში ცნობილია აგრეთვე თიხები და მერგელები თაბაშირით. კალედონურ მთათწარმოშობასთან დაკავშირებით ორდოვიციულსა და სილურულში ადგილი ჰქონდა პალეოგეოგრაფიულ ცვლილებებს. სილურულის დასასრულს კალედონური გეოსინკლინისა და აპალაჩის გეოსინკლინის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაწილის დანაოკებით კანადისა და რუსეთის ბაქნები შეერთდა და წარმოიშვა მთლიანი ჩრდილო-ატლანტური კონტინენტური მასივი (ლავრენცია). სილურულს შემდგომ ქვედა დევიონი არის გეოკრატიის ეპოქა. ინტენსიურ მაგმურ მოქმედებასთან დაკავშირებით სილურული მდიდარია მაგმური ქანებით და მადნეული საბადოებით, აგრეთვე ფოსფორიტებით, საწვავი ფიქლებით, სამშენებლო ქვებით.

დევიონური პერიოდი გამოყოფილ იქნა 1839 წელს ინგლისში, დევიონირის საგრაფოში, მურჩისონისა და სეჯვიკის მიერ. დევიონურ პერიოდში მნიშვნელოვნად შეიცვალა ცხოველთა სამყარო. საესებით გადაშენდნენ გრაფტოლიტები, თითქმის გადაშენდნენ ტრილობიტები. დევიონური ნალექების სტრატეგრაფიაში მთავარ როლს მარჯნები, მხარფეხიანები და გონიატიტები თამაშობდნენ. ხერხემლიანებიდან გვხვდება თევზები. მათ შორის ორმაგმსუნთქავიც. ხოლო დევიონურის დასასრულისათვის გამოჩნდნენ ხმელეთის პირველი ხერხემლიანები — პრიმიტიული სტეგოცეფალები, მცენარეებიდან შუა დევიონში გამოჩნდნენ გვიძრანაირები, შეიტანაირები, პტერიდოსპერმები.

საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში ნალექები გავრცელებულია ორ ე. წ. დევიონურ ველში — დასავლეთში (ბალტიისპირეთი, ლენინგრადის ოლქი, ჩრდილოეთ ბელორუსია) და ცენტრალურში (კურსკის, ვორონეჟის, ორიოლის ოლქები). გარდა ამისა დევიონური ნალექები გვხვდება ურალში, ყაზახეთში, ალტაიში. რუსეთის ბაქანზე დევიონური ნალექები წარმოდგენილია კირქვებით, დოლომიტებით, ქვიშაქვებით, თაბაშირით, მარილებით. დევიონური პერიოდი — ურალში. ტიმანზე, ტიანშანში, ალტაიზე — ხასიათდება ინტენსიური ვულკა-

ნური მოქმედებით. დევონურ პერიოდში კლიმატი იყო მშრალი და ცხელი. სასარგებლო ნამარხებია: ნავთობი სსრ კავშირში — უხტაში, ტუიმაზში, (ვოლგასა და ურალს შორის), ჩრ. ამერიკაში, ბოქსიტები — ურალში, ქვანახშირი — კუზნეცის აუზში და სხვ.

— ქვანახშირის პერიოდი (კარბონი) გამოყოფილ იქნა ინგლისში 1822 წელს კონიბირისა და ფილიპსის მიერ. კარბონული სხვა პერიოდებისაგან განირჩევა ორგანული ბუნების უჩვეულო აყვავებით. ქვანახშირის პერიოდში ძლიერ გავრცელებული იყო უმარტივესი ცხოველები — ფუზულინები, ისინი ხშირად ქანთმშენნი არიან, მრავალრიცხოვანია მარჯნები, კრინოიდები, მხარფეხიანები, გონიატიტები, ფესხასსრიანები — მწერები, იაზობასნაირნი. ხერხემლიანებიდან პირველ ადგილზეა სტეგოცეფალები, ქვეწარმავლები ჯერ კიდევ იშვიათია. ქვანახშირის პერიოდში გვხვდება უხვი მცენარეულობა: გიგანტური კალამიტები, ლეპიდენდრონები, სიგილარიები, კორდაიტები. ქვანახშირის პერიოდში კლიმატი იყო თბილი და ტენიანი. სამხრეთ ნახევარსფეროში, გონდვანის კონტინენტზე (ეკვატორული და სამხრეთი აფრიკა, ინდოეთი, ავსტრალია, სამხრეთი ამერიკა), ცნობილია მყინვარეული ნალექები. სსრ კავშირში ქვანახშირის პერიოდის ნალექები დიდი გავრცელებით სარგებლობს: დონბასში, ურალში, მოსკოვის ოლქში, პოვოლჟიეში, ყაზახეთში. შუა აზიაში, აღმოსავლეთ შაბაკალიეში, ენისეის ქვემო დინებაში და სხვ. ამ პერიოდის ნალექები გვხვდება ევროპის, აზიის, ჩრდილოეთ ამერიკის თითქმის ყველა სახელმწიფოში. კარბონული პერიოდის ნალექები შეიცავს ქვანახშირის მსოფლიო მარაგის თითქმის მეოთხედს. ქვანახშირის პერიოდში მეტწილად ილექებოდა ქვიშაქვები, კონგლომერატები, კირქვები, ქვიშები, თიხები და ფიქლები.

საქართველოში კარბონული ნალექები ცნობილია მდ. ენგურის ხეობაში, აქ ე. წ. „დიხის წყებაში“ ნაპოვნია ქვედა კარბონული მარჯნები. დიხის წყება შედგება ძლიერ სახეცვლილი ქვიშაქვების, კონგლომერატების, ფიქლების, სახეცვლილი ტუფების, გამარმარილოებული კირქვებისა და სხვ. ქანებისაგან. თბილისის დასავლეთით, ხრამის მასივში, ტუფოგენურ ქვიშაქვებში იპოვეს კარბონული მცენარეების ლეპიდენდრონებისა და სიგილარიების ნაშთები. ქვანახშირის პერიოდში მიმდინარეობდა მძლავრი დანაოჭების პროცესი — პერცინულა ტექტოგენეტური ციკლი, ასევე ძლიერი იყო ვულკანური აქტივობა. კარბონულა პერიოდისაა მოსკოვის აუზის, დონეცის, კარაგანდის. კიზილის ქვანახშირის საბადოები. ამ პერიოდის ნალექებთანაა დაკავშირებული სარატოვის გაზის საბადოები, ტიხვინის ბოქსიტები, ლიპეცის რკინის მადნები, სვანეთის მარმარილო და სხვ.

პერმული პერიოდი. სახელწოდება მიიღო ქალაქ პერმიდან. გამოყოფილ იქნა 1841 წელს მურჩისონის მიერ.

პერმულის დასაწყისში განვითარებას აგრძელებს კარბონული ზღვიური ფაუნა, მაგრამ პერმულის დასასრულისათვის გადაშენდა მრავალი პალეოზოური ფორმა. უმარტივესი ცხოველებიდან დიდი გავრცელებით სარგებლობენ ფუზულინები და შვაგერინები, მხარფეხიანებიდან — პროდუქტიდები და სპირიფერიდები, ხავსცხოველები, მოლუსკებიდან — პელეციპოიდები და ამონოიდები. პერმული პერიოდის დასასრულს გადაშენდნენ: ტრილობიტები, გონიატიტები, ბლასტოიდები, ძველი ზღარბები, ოთხქიმიანი მარჯნები, ფუზულინები. ტაბულატები, პროდუქტიდები, სპირიფერინები. ხერხემლიანთა ფაუნა პერმულში წარმოდგენილი იყო თევზებით, სტეგოცეფალებით, ქვეწარმავლებით და სეიმურიებით (რომელთაც ჰქონდათ ამფიბიებისა და რეპტილიების აგებულების საერთო ნიშნები). ქვედა პერმულში ჯერ კიდევ ბატონობს ქვანახშირის პერიოდის მცენარეულობა. პერმულის მეორე ნახევრიდან გვხვდება წიწვიანები, საგოსნაირნი, გინგკოსებრნი. პერმული ნალექები დიდი გავრცელებით სარგებლობს საბჰკოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში, ურალში. ნალექებიდან გვხვდება ქვიშაქვები, კონგლომერატები, კირქვები, დოლომიტები, თიხები, მერგელები, ქიმიური ნალექებიდან — თაბაშირი და მარილები. ცნობილია მაგმური ქანებიც — ციმბირის ტრაპები. პერმულში მკვეთრად ჩანს კლმატური ზონები: ჩრდილოეთით—შშრალი და ცხელი, ხმელთაშუა ზღვის ზოლში — ტენიანი ტროპიკული, გონდვანზე — ცივი. პერმულში დამთავრდა ჰერცინული ოროგენეზისი, შეერთდა ჩრდილოეთით ატლანტური და ციმბირის ბაქნები. წარმოიშვა მთლიანი კონტინენტი — ლავრაზია. სამხრეთ ნახევარსფეროში დაიწყო კონტინენტ გონდვანის დანაწილება. სასარგებლო ნამარხები: კუზნეცკის, ტუნგუსკის, პეჩორის აუზების ქვანახშირის საბადოები. ქიმიური ნაერთები, მარილები — სოლიკამსკში, არტემოვსკში, ილეცკში, ნავთობი—ურალში და სხვ.

#### მეზოზოური ერა

მეზოზოური<sup>1</sup> ესაა საშუალო ცხოვრების ერა. პალეოზოურის დასასრულს მთათწარმოშობის პროცესებით შექმნილი დედამიწის გეოგრაფიული სახე მეზოზოურში თითქმის უცვლელად დარჩა. ეპეიროგენეტური მოძრაობით გამოწვეულმა შუა იურულმა და ზედა ცარცულმა მძლავრმა ტრანსგრესიამ არსებითად ვერ შეცვალა დედამიწის ზედაპირის სტრუქტურა. მიუხედავად იმისა, რომ მეზოზოურ ერაში ამინდინარეობდა მთათწარმოშობის პროცესები, სახელდობრ, კიმერიული

<sup>1</sup> მეზოს—ბერძნულად საშუალო.

დანაოქება. ამ დროს ჩამოყალიბდა ვერხოიანსკ-კოლიმის, სიხოტუ-  
ალანის, ჩრდილოეთ ამერიკაში — კლდოვანი მთების ნაოქა სტრუქტურ-  
ები. რაიონებში, სადაც აღინიშნება დანაოქება, ინტენსიური იყო  
მაგმური აქტივობა. ერა წარმოდგენილია ძირითადად დანალექი, განსა-  
კუთრებით კარბონატული ქანებით.

მეზოზოური ერა იყოფა სამ პერიოდად: ტრიასული, იურული და  
ცარცული.

ტ რ ი ა ს უ ლ ი პერიოდი გამოყოფილ იქნა ალბერტის მიერ გერ-  
მანიაში 1834 წელს. სახელწოდება მიიღო სამი ერთმანეთისაგან ლი-  
თოლოგიურად და პალეონტოლოგიურად განსხვავებული წყებისაგან.  
ტრიასი — ტექტონიკურად შედარებით სიწყნარის პერიოდია. უხერ-  
ხემლო ცხოველებიდან გაბატონებულია ამონიტები და ბელემნიტები.  
მხარფეხიანები წარმოდგენილია რინხოზელებითა და ტერებრატულე-  
ებით. ტრიასში გამოჩნდნენ ექვსქიმიანი მარჯნები, ზღვის ხერხემლი-  
ანებიდან — პირველი ძვლოვანი თევზები. პერიოდის დასასრულისა-  
თვის ქვეწარმავლებმა დიდ განვითარებას მიაღწიეს, გვხვდებიან ხმე-  
ლეთის (დინოზავრები), წყლის (იხთიოზავრები, პლეზიოზავრები) და  
მფრინავი (პტეროზავრები) ხელიკისნაირნი. ტრიასულიდან გვხვდე-  
ბა პირველი ძუძუმწოვრები, მცენარეებიდან გაბატონებულია შიშ-  
ველთესლიანები — განსაკუთრებით წიწვნიანები, ციკადები, გინკო-  
სებრნი, საგონსაირნი, ხოლო გვიმრანაირნი და შვიტანაირნი დამორ-  
ჩილებულ როლს თამაშობენ. საბჭოთა კავშირში ტრიასული ნალე-  
ქები ცნობილია ყირიმში, ჩრდილოეთ კავკასიაში. დონბასში, კასპიის-  
პირეთში (მანგიშლაკი), ციმბრიში და სხვ. ტრიასულში ხშირად  
გვხვდება წითელი ფერის კონტინენტური ნალექები, კლიმატი—მშრა-  
ლი, ცხელი, სამხრეთ ნახევარსფეროში ზომიერი, მყინვარული ნალე-  
ქები ცნობილი არ არის. ტრიასული ნალექები სასარგებლო ნამარხე-  
ბით შედარებით ღარიბია. საბჭოთა კავშირში უმთავრესად გვხვდება  
თაბაშირისა და ქვამარილის საბადოები. საქართველოში — სვანეთში.  
მდ. ენგურსა და ცხენისწყალს შორის. გამოჰყოფენ ზედა პალეოზოურ  
ტრიასულ თიხა-ფიქლებსა და კვარციტებს.

ი უ რ უ ლ ი პერიოდი. სახელწოდება მიიღო იურის მოებიდან  
(შვეიცარია), გამოყოფილ იქნა 1829 წელს ალ. ბრონიარის მიერ.  
იურულ პერიოდში მნიშვნელოვნად იცვლება დედამიწის სახე. ზღვის  
ძლიერი ტრანსგესიის გამო როგორც გონდვანა, ისე ჩრდილოეთის კონ-  
ტინენტი (ლავრაზია) ნაწილდება ცალკეულ კონტინენტებად და კუნ-  
ძულებად. უხერხემლო ცხოველებიდან ძლიერ გავრცელებულია ექვს-  
ქიმიანი რიფის მშენებელი მარჯნები. სახელმძღვანელო ნამარხებს  
წარმოადგენს ამონიტებისა და ბელემნიტების ახალი სახეები. მნიშვ-

ნელოვან როლს თამაშობენ აგრეთვე ღრუბლები, ზღვის ზღარბები, ზღვის შროშნები, ორსაგდულიანები. დიდ აყვავებას მიაღწია გიგანტურმა ხვლიკისნაირმა ცხოველებმა, მათ შორის გვხვდება ბალახის-მკამელი და მტაცებელი ფორმები. ეს ცხოველები სიგრძით ხშირად 20—25 მეტრს აღწევენ, წონით 30—40 ტონას (დიპლოდოკები). ბავარიაში, იურულ ნალექებში, ნაპოვნია პირველი ფრინველის არქეოპტერიქსის ნაშთი. იურული პერიოდისათვის დამახასათებელია უხვი მცენარეულობა, იზრდებოდა შიშველთესლიანები: წიწვიანები (არა-უკარია), ციკადები, გონგოები, ბენეტიტები, საგოსნაირნი, აგრეთვე შვიტასნაირნი და გვიმრანაირნი. ნამარხი მერქნითა და მტერით დადასტურებულია ფარულთესლიანთა არსებობა. საერთოდ, იურულ პერიოდში უხვი, მაგრამ ერთფეროვანი მცენარეულობა იყო გაბატონებული. იურა ქვანახშირის წარმოშობის მეორე უმნიშვნელოვანესი პერიოდია. ქვანახშირის მსოფლიო მარაგის დაახლოებით 45% იურულზე მოდის. თითქმის მთელ დედამიწაზე იურულში იყო თბილი ტენიანი კლიმატი. იურულ პერიოდში ოროგენეტული მოქრაობა (კიმერიული დანაოქება) შესამჩნევად ძლიერი იყო ყირიმში, კავკასიაში, ჩრდილო-აღმოსავლეთით აზიაში და სხვ. კიმერიულ დანაოქებას მოჰყვა მძლავრი მაგმატიზმი, როგორც ინტრუზიული. ისე ეფუზიური. სსრ კავშირში იურიული ნალექების გავრცელების რაიონებია: პოდ-მოსკოვიე, პოვოლჟიე, დონბასი, ყირიმი, კავკასია, შუა აზია, ყაზახეთი, ციმბირი. ნალექებიდან გვხვდება: თიხები, ქვიშაქვები, ქვიშები, კონგლომერატები, კირქვები, მერგელები და სხვ.

საქართველოში ქვედა იურა წარმოდგენილია ფიქლებითა და ქვიშაქვებით, შუა იურა — ვულკანოგენური ქანებით და ნახშირიანი წყებით. ზედა იურა — კარბონატული ქანებითა და ე. წ. ფერადი წყებით (ლაგუნური ნალექები). იურულში საქართველოში ძლიერ ინტენსიური იყო როგორც დანაოქება, ისე ვულკანური მოქმედება. იურული პერიოდის სასარგებლო ნამარხებიდან უმნიშვნელოვანესია: ქვანახშირის საბადოები ურალში, ყაზახეთში, შუა აზიაში, ციმბირში. იურულ ნალექებში ცნობილია აგრეთვე ნავთობი, საწვავი გაზი, ფოსფორიტები, საწვავი ფიქლები, მარილები, თაბაშირი, მადნეული საბადოები, საქართველოში — ქვანახშირი, ბარიტი, პოლიმეტალები, მარ-მარილო, თაბაშირი და სხვ. ✓

ც ა რ ც უ ლ ი პ ე რ ი ო დ ი. სახელწოდება წარმოდგება ცარცი-დან, რომელიც ხშირად გვხვდება ამ პერიოდის ნალექებში. გამოყოფილ იქნა საფრანგეთში დ. ჰალუას მიერ 1822 წელს. ცარცულის მეორე ნახევარი აღინიშნება დედამიწის ისტორიაში უდიდესი ტრანსგრესი-

ით, ხოლო პერიოდის დასასრულს ასევე ძლიერმა რეგრესიამ მნიშვნელოვნად შეამცირა ზღვების ფართობი. გვხვდება დიდი ზომის ფორამინიფენები (ორბიტოიდები), ღრუბლები, მარჯნები, ზღვის უწესო ზღარბები, სტრატოგრაფიულად ისევე დიდ როლს თამაშობენ თავფეხიანი მოლუსკები — ამონიტები და ბელემნიტები. ორსაგდულიანებიდან დამახასიათებელია რუდისტები, ინოცერამები. ხერხეპლიანებიდან ცნობილია ძვლიანი თევზები, ქვეწარმავლები — ხელიკისნაირნი აღწევენ გიგანტურ სიდიდეს. გვხვდება კბილიანი ფრინველები, ძუძუმწოვრებიდან — პრიმიტიული პლაცენტიანი ფორმები. ჰავის შეცვლის გამო ცარცულის დასასრულს ფაუნაში დიდი ცვლილებები მოხდა: გადაშენდნენ ამონიტები, ბელემნიტები, გიგანტური ქვეწარმავლები. კბილიანი ფრინველები და სხვა მეზოზოური ფორმები. ზედა ცარცულში უკვე გვხვდება ყვავილოვანი მცენარეები (მუხა, წიფელი, ტირიფი, დაფნა, მაგნოლია, სხვადასხვაგვარი მარცვლეული და სხვ.)

ცარცული პერიოდის დასასრულს, მესამეულის საზღვარზე. აღინიშნება მძლავრი ორგენეტური მოძრაობა (ლარამული დანაოქება), მძლავრი ვულკანიზმი. ცარცულში კლიმატური სარტყლები მკვეთრადაა შესამჩნევი. ნალექებიდან ძლიერ გავრცელებულია კირქვები, ნაკლებად — მერგელები, თიხები, ქვიშაქვები, კონგლომერატები, აგრეთვე მაგმური ქანები. ცარცული ნალექები გვხვდება აღმოსავლეთ ევროპის ცენტრალურ ნაწილში, უკრაინაში, შუა აზიაში, აღმოსავლეთ ციმბირში, კავკასიაში და სხვ.

საქართველოში ცარცული ნალექები დიდი გავრცელებით სარგებლობს. კავკასიონის სამხრეთ ნაწილში ცნობილია ე. წ. ცარცის ფლიშური ნალექები, საქართველოს ბელტზე — კარბონატული ნალექები. ხოლო აპარა-თრიალეთის ნაოქა ზონაში კარბონატულ-ვულკანოგენური ქანები.

სასარგებლო ნამარხებიდან აღსანიშნავია: ფოსფორიტები (სსრ კავშირის ევროპული ნაწილი), ნავთობი (ჭმბა), ქვანახშირი (ციმბირი, შორეული აღმოსავლეთი), საწვავი გაზები, ცარცი და სხვ. საქართველოში ცარცულ ნალექებთანაა დაკავშირებული წყალტუბოს რადიოაქტიური წყლები, გუმბრინი, დოლომიტები, სამშენებლო კირქვები და სხვ.

#### კაინოზოური ერა

ესაა ცხოვრების ახალი ერა, როდესაც ცხოველთა სამყარო და მცენარეულობა თანდათანობით იღებს თანამედროვე იერს. კაინოზოური ესაა ზღვებში ორსაგდულიანებისა და მუცელფეხიანების, ხმელეთზე ძუძუმწოვრებისა და ფრინველების ბატონობის ერა, მცენარეებიდან



ფარულთესლიანების აყვავების ერა. ალპურმა დანაოქებამ, რომელიც ჯერ კიდევ მეზოზოურში დაიწყო და ამჟამადაც გრძელდება მიწის-ძვრების სახით, კაინოზოურში წარმოშვა ნაოქა მთათა სისტემები: ალპები, აპენინები, პირინეები, ატლასის მთები, დინარის მთები, ბალკანები, კარპატები, ყირიმი, კავკასიონი, კოპეტ-დაღი, პამირი, ტიან-შანი, ჰიმალაი, სიხოტე-ალინი და სხვ. ალპურ სისტემას მიეკუთვნება კორდილიერები და ანდები. კაინოზოურში დახაოქებამ გამოიწვია ძლიერი მაგმატიზმი და ვულკანიზმი. კლიმატი: ტროპიკული, სუბ-ტროპიკულ ზომიერი, ნეოგენის ბოლოსათვის შესამჩნევია თანდათანობითი აცივება.

მესამეული პერიოდი გამოყოფილ იქნა ფრანგი მეცნიერებისა ე. კიუვიესა და ალ. ბრონიარის მიერ 1809 წელს. მესამეულში ქარბობს კლასტური ქანები — ქვიშაქვები, კონგლომერატები, თიხები, მერგელები, აგრეთვე კირქვები. ინტენსიური დანაოქების რაიონებში გვხვდება მაგმური ქანებიც. ალპურ-ჰიმალაური გეოსინკლინის დანაოქების გამო ოკეანე თეტისი პალეოგენში თანდათანობით მცირდება. ამჟამად ამ ოკეანის ნაშთს ხმელთაშუა ზღვა, მარმარილოს, შავი და კასპიის ზღვები წარმოადგენს. ქვედა მესამეულში — პალეოგენში ძლიერ გავრცელებულია უმარტივესი ცხოველები ნუმულიტები. ეს ცხოველები ქანთმშენს წარმოადგენენ. უხერხემლო ცხოველებიდან გაბატონებულია ორსაგდულიანები და მუცელფეხიანები, ხერხემლიანებიდან ძუძუმწოვრები, ბალახისმკამელები, ლუწ და კენტჩლიქიანები, ჩანთოსნები, ხორთუმიანები, ვეშაპები, ზვიგენები. მესამეულში ძუძუმწოვრებს გამოეყო დამოუკიდებელი შტო — პრიმატები, საიდანაც შემდგომ ადამიანის მსგავსი მაიმუნები წარმოიშვა. გვიან მესამეულში — ნეოგენში სამხრეთ ევროპის, აზიის, ჩრდილოეთ აფრიკის სტეპებსა და სავანებში გავრცელებული იყო ჰიპარიონები, ყირაფები, ანტილოპები, მარტორქები, მასტოდონები და სხვ. მესამეულის მკენარეულობას თითქმის თანამედროვე სახე აქვს, გაბატონებულია ფარულთესლიანები ორლებნიანთა სიჭარბით. სსრ კავშირში მესამეული ნალექები ცნობილია: უკრაინაში, ყირიმიში, პოვოლჟიეში, კავკასიაში, თურქმენეთში, ყაზახეთში, ციმბირში, სახალინზე, კამჩატკაზე, კუროლის კუნძულებზე და სხვ. მესამეული პერიოდი დედამიწის ქერქის ისტორიაში ქვანახშირისა და ნავთობის წარმოშობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ეპოქაა.

მესამეული ნალექები საქართველოში წარმოდგენილია ქვიშაქვებით, თიხებით, მერგელებით, კონგლომერატებით, ბრექჩიებით, კირქვებით, ე. წ. ფლიშური ნალექებით, პალეოგენური სიენიტებითა და დიორიტებით, ბაზალტებით, შუა ეოცენური ანდეზიტური განფენ-

ბით და მათი კლასტოლიტებით. პლიოცენის ანდეზიტებით და სხვ. ქანებით.

საბჭოთა კავშირში მესამეული პერიოდის უმნიშვნელოვანესი სასარგებლო წარმოებები: ნავთობი (ბაქო, გროზნი, მაიკოპი, ფერგანა-სახალინი), ქვანახშირი (ამურის აუზი, სახალინი, უკრაინა), მარგანეცი (ნიკოპოლი). საქართველოში მესამეული ასაკისაა ქიათურის მარგანეცის საბადო. კახეთის და გურიის ნავთობის საბადოები, ასალციხის ქვანახშირი, ქისათობის დიატომიტი, ანდეზიტი, სამშენებლო ქანები, მერგელი, თიხები, მინერალური წყლების ნაწილი და სხვ.

მეოთხეული პერიოდი გამოჰყო ფრანგმა მეცნიერმა ე. დენუაემ 1829 წელს. მეოთხეულის დასაწყისში გამოჩნდა ადამიანი, ამიტომ რუსი მეცნიერის ა. პავლოვის წინადადებით ამ პერიოდს ანტროპოგენი (ბერძნულად ანთროპოს — ადამიანი) უწოდეს. მეოთხეული პერიოდი ამჟამადაც გრძელდება. ნალექები ძირითადად კონტინენტურია, ზღვიური ნალექები გვხვდება შავი, კასპიის, ბალტიის ზღვების, ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანის სანაპირო ზოლში. ცნობილია მეოთხეული ვულკანური ქანები — ლავები. მეტამორფული ქანები მეოთხეულში არ გვხვდება. მეოთხეული პერიოდი ხასიათდება კლიმატის მკვეთრი გაუარესებით, გამყინვარებით, ისე რომ მეოთხეულს ხშირად გამყინვარების ეპოქასაც უწოდებენ. ალპებში დადგენილია ოთხი გამყინვარება შუალედი თბილი პერიოდებით, აღმოსავლეთ ევროპაში — სამი გამყინვარება. მეოთხეულ პერიოდში წარმოიშვა ლამანშის სრუტე, ბალტიის ზღვის აუზი, მეწამული ზღვა. ეგეოსის ზღვა, კონტინენტს გამოეყო იაპონია და ზონდის კუნძულები.

მეოთხეული პერიოდის ფაუნა თითქმის არ განსხვავდება აწინდელისაგან, თუმცა გვხვდება განსხვავებული სახეებიც: ბეწვიანი მარტორქა, ცხვარხარი, ჩრდილოეთის ირემი, გამოქვაბულის დათვი, მამონტი და სხვ. მეოთხეულ ნალექებში გვხვდება პირველყოფილი ადამიანის ძვლები, უფრო გვიანდელ ნალექებში ადამიანის შრომის იარაღები, პირველყოფილი კულტურის ნაშთები. მეოთხეული პერიოდის მცენარეულობა ძლიერ მცირედ განსხვავდება აწინდელისაგან. კლიმატის ცვლილებებთან დაკავშირებით მეოთხეულში ხშირად ხდებოდა ცხოველთა და მცენარეთა მიგრაცია.

მეოთხეულში დედამიწამ საბოლოოდ მიიღო ის მოხაზულობა, რომელიც ამჟამად აქვს და ჩამოყალიბდა ძირითადად თანამედროვე რელიეფი. ასევე თანამედროვე სახე მიიღეს მეოთხეულში მცენარეებმა და ცხოველებმა.

# დედამიწის ფორმა და ფიზიკური თვისებები

ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 530 წლით ადრე პითაგორი მიუთითებდა დედამიწის სფეროსებარ ფორმაზე. ნიუტონის მიერ მსოფლიო მიზიდულობის კანონის აღმოჩენის შემდეგ მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით დედამიწა პოლუსებთან ჩაბრტყელებული უნდა იყოს და ეკვატორთან უფრო გამოწეული. დედამიწის ზუსტი ფორმის განსაზღვრისათვის მთავარია დედამიწის ეკვატორული და პოლარული ნახევარსფეროების (რადიუსების) სიდიდეთა ცოდნა. მე-17 საუკუნიდან ჩვენს დრომდე ჩატარებული გაზომვებით შეცნიერებმა მიიღეს მიახლოებით თანაბარი ციფრები. დედამიწის ყველაზე ზუსტი ფორმა და სიდიდე გამოთვლილ იქნა საბჭოთა მეცნიერების ა. ი. ზოტოვისა (1940) და ფ. კრასოვსკის (1946) მიერ. ამ გამოთვლებით სფეროიდი შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება: ეკვატორული რადიუსის სიგრძე 6,378.245 მეტრი, პოლარული რადიუსის 6.358.863 მ. დედამიწის შეკუმშულობა  $\alpha = 1 : 298,3$ , პოლარული რადიუსი ეკვატორულზე მოკლეა დაახლოებით 21 კმ-ით. ამ მონაცემებით გამოანგარიშებულ იქნა სხვა სიდიდეებიც, როგორცაა დედამიწის ზედაპირის ფართობი, რაც დაახლოებით 510 მლნ. კმ<sup>2</sup> უდრის, მოცულობა  $1.10^{12}$  კმ<sup>3</sup>; მერიდიანის სიგრძე 40.008,6 კმ-ია, ეკვატორისა — 40.075,7 კმ. 45° სიგანეზე ერთი გრადუსის შესაბამისად რკალის სიგრძე — 111.109,713 მეტრს უდრის, დედამიწის წონა —  $5,98 \cdot 10^{21}$  ტონა. კგ

დედამიწის ფორმა დაახლოებით უახლოვდება ბრუნვის ორღერძიან ელიფსოიდს. დედამიწის ნამდვილ ფორმას გეოიდი ეწოდება (ლისტინგი, 1873 წ.). გეოიდის წარმოსახვითი ზედაპირი ემთხვევა ოკეანეებში წყლის ზედაპირს და ამ ზედაპირს თეორიულად ხმელეთზე გაგრძელებულს.

დედამიწის ზედაპირის რელიეფი. დედამიწის რელიეფის ძირითადი ფორმებია ხმელეთის ამაღლებული ნაწილები და ოკეანური ღრმულები. ხმელეთს უკავია დედამიწის ზედაპირის 29,2%, ანუ 149 მლნ. კმ<sup>2</sup>, წყალს — 70,8%. 361 მლნ. კმ<sup>2</sup>. დედამიწის ზედაპირზე ყველაზე მაღალი მწვერვალია ევერესტი (ჩომოლუნგმა) 8848 მ. ყველაზე ღრმა — წყნარ ოკეანეში მარიანის ღრმული 11,521 მ. კონტინენტები ძირითადად თავმოყრილია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, აქ ზედაპირის 39% ხმელეთი შეადგენს, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში კონტინენტებს ზედაპირის 19% უჭირავს.

ხმელეთის ზედაპირის 75% 1000 მეტრზე მაღალი არ არის, ხოლო ოკეანეებში ჰარბობს სიღრმე 3000-დან 6000 მ-მდე. კონტინენტების

კონტინენტებისა და ოკეანეების ფართობი,  
კონტინენტების სიმაღლე და ოკეანეების სიღრმე

კონტინენტები	ფართობი მლნ. კვ. კმ-ში	სიმაღლე		ოკეანეები	ფართობი მლნ. კვ. კმ-ში	მაქსიმალური სიღრმე მეტრ- ებში
		საშუალო	მაქსიმალური			
ევროპა	11,609	360	5633			
აზია	41,839	950	8848	წყნარი	179,679	11,521
აფრიკა	29,841	650	6,010	ატლანტის	93,363	9219
ჩრდ. ამერიკა	24,259	700	6187			
სამხრეთ ამერიკა	18,280	600	7040	ინდოეთის	74,917	7450
ავსტრალია და ოკეანა	8,963	400	5030	ჩრდ. ყინვ. ლოვანი	13,100	5220
ანტარქტიდა	14,000	1000	6000			

საშუალო სიმაღლე 850 მეტრია. მე-2 ტაბულაში მოცემულია ცნობები კონტინენტებისა და ოკეანეების ფართობის, კონტინენტების სიმაღლისა და ოკეანეების სიღრმის შესახებ.

დედამიწის შინაგანი აგებულების შესწავლის სხვადასხვა მეთოდი არსებობს. ღრმა ბურღვები საშუალებას გვაძლევს ჭერჭერობით უშუალოდ დავაკვირდეთ ქანებს 7—8 კმ სიღრმემდე, მაგრამ ეს ძალიან უმნიშვნელო სიღრმეა დედამიწის რადიუსთან შედარებით. ამჟამად დედამიწის შინაგან აგებულებას გეოფიზიკური მეთოდებით სწავლობენ. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს სეისმომეტრიას — მიწისძვრებისა და ხელოვნური აფეთქების დროს დედამიწის ქერქში წარმოქმნილი დრეკადი რხევების შესწავლას. ვ. გოლიცინის ხატოვანა თქმით „მიწისძვრა ლამპარის მსგავსად რამდენიმე სეკუნდით ანათებს დედამიწის შინაგან სტრუქტურას“. სიგარძივი სეისმური ტალღები მხოლოდ მყარ გარემოში ვრცელდება.

სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარის შესწავლით გამოყოფილ იქნა გეოსფეროები — სხვადასხვა შედგენილობითა და თვისებებით. სეისმური ტალღები სხვადასხვა დრეკადობის თვისებების მქონე ფენათა საზღვარზე განიცდიან გარდატეხას და არეკვლას. ეს მოვლენა საფუძვლად უდევს სასარგებლო ნამარხთა ძიების მეთოდებს.

დედამიწის მაგნიტიზმი. დედამიწა მაგნიტს წარმოადგენს. დედამიწის ირგვლივ იქმნება მაგნიტური ველი, რომელიც მოქმედებს მაგნიტურ ისარზე, დედამიწას აქვს მაგნიტური ლერძი და პოლუსები. მაგნიტური პოლუსები დედამიწის გეოგრაფიულ პოლუსებს

არ ემთხვევა. ჩრდილოეთ მაგნიტური პოლუსის კოორდინატებია: ჩ. ს. 74° და დ. ს. 100°, სამხრეთ პოლუსის — ს. ს. 68° და ა. ს. 143°. პოლუსების მდებარეობა წლიდან წლამდე იცვლება. დედამიწის მაგნეტიზმი ორი სიდიდით ხასიათდება: მაგნიტური განხრილობით და მაგნიტური დახრილობით. განხრილობას უწოდებენ მოცემული ადგილის გეოგრაფიული მერიდიანიდან მაგნიტური ისრის გადახრის კუთხეს. განხრილობა ორგვარია: აღმოსავლეთისა და დასავლეთის, სხვადასხვა ადგილისათვის ეს სიდიდე ცვალებადია. ერთნაირი განხრილობის წერტილების შემაერთებელ ხაზს იზოგონს უწოდებენ. ნული განხრილობის იზოგონს მაგნიტური მერიდიანი ეწოდება. მაგნიტური დახრილობა ეწოდება მაგნიტური ისრის პორიზონტისადმი დახრილობის კუთხეს, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ისრის ჩრდილო ბოლო იხრება ქვევით, სამხრეთ ნახევარსფეროში — სამხრეთი ბოლო. ერთნაირი დახრილობის წერტილების შემაერთებელ ხაზს იზოკლინს უწოდებენ, ნული დახრილობის იზოკლინს მაგნიტური ეკვატორი ეწოდება. იგი გეოგრაფიულ ეკვატორს გადაჭრის აღმ. სიგრძედის 169°-ზე და დას. სიგრძედის 23°-ზე. იგი აღმოსავლეთ ნახევარსფეროში გაივლის ჩრდ. განედის 10°-ზე. ხოლო დას. ნახევარსფეროში სამხრეთი განედის 15°-ზე.

დედამიწის მაგნიტური ველისათვის დამახასიათებელია დაძაბულობა. ესაა ძალა, რომელიც ერთ გრამ მასას ერთ სექუნდში ანიჭებს 1 მმ აჩქარებას. მაგნიტური დაძაბულობის ერთეულს ერსტედი ეწოდება. ერთნაირი დაძაბულობის მქონე წერტილების შემაერთებელ ხაზებს იზოდინამებს უწოდებენ. დაძაბულობა დიდდება ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ. დედამიწის ნებისმიერი წერტილისათვის მაგნეტიზმის ეს ელემენტები არ წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს. იგი განიცდის დღელამურ, წლიურ და უფრო ხანგრძლივ ცვლილებებს. დედამიწის ზედაპირზე შესაძლებელია იზოკლინისა და იზოგონის მიმართულების ცვალებადობა, ამ გადახრას მაგნიტურ ანომალიას უწოდებენ. არჩევენ რეგიონულ და ადგილობრივ ანომალიას. რეგიონული ანომალია დიდ სივრცეებს მოიცავს, მისი ნამდვილი მიზეზები ცნობილი არ არის, შესაძლებელია დედამიწის ღრმა პორიზონტების არაერთგვაროვნებით იყოს გამოწვეული. ადგილობრივი ანომალიები რამდენიმე კვადრატული კილომეტრიდან ათეულ ათას კვადრატულ კილომეტრამდე ფართობს მოიცავს. ადგილობრივ ანომალიას სიღრმეში მდებარე მაგნიტური ქანები და მადნები იწვევს (კურსკის მაგნიტური ანომალია). რადგანაც ადგილობრივ მაგნიტურ ანომალიას ტანების მაგნიტური თვისება განსაზღვრავს, ამიტომ კვლევის მაგნიტო-

მეტრულ მეთოდს დიდი გამოყენება აქვს ფერომაგნიტური მინერალების შემცველ მადანთა საბადოების ძიების საქმეში.

მაგნიტური ველი ორგვარია: მუდმივი და ცვალებადი. ცვალებად მაგნიტურ ველს ანუ მაგნიტურ ვარიაციას მიეკუთვნება მაგნიტური შერყევა — მცირე. ხანმოკლე გადახრიდან, მაგნიტურ ქარიშხლამდე. მაგნიტური შერყევები გამოწვეულია პოლარული ნათებით, იონოსფეროში მონხდარი ცვლილებებით, ეს მოვლენები თან ახლავს მიწისძვრებს და ვულკანურ პროცესებს. მაგნიტური ქარიშხალი განსაკუთრებით ძლიერია მზის ლაქების მაქსიმუმის წლებში.

დედამიწის სიმკვრივე. სიმკვრივის განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით ამჟამად დადგენილია, რომ დედამიწის საშუალო სიმკვრივე არის 5,52 გ/სმ<sup>3</sup>. დიდი წნევისა და მასის შეკუმშვის გამო დედამიწის ზედაპირიდან სიღრმისაკენ სიმკვრივე თანდათანობით იზრდება, მაგრამ სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარის შესწავლით გამორკვეულია, რომ ხშირად გვაქვს სიმკვრივეში მნიშვნელოვანი ცვლილებები: 8—80 კმ. სიღრმემდე 2,7 გ/სმ<sup>3</sup>-დან (რაც დაახლოებით გრანიტულ ქანებს შეესაბამება) 2,9 გ/სმ<sup>3</sup>-მდე იზრდება (ბაზალტური ქანების სიმკვრივე). 80 კმ. სიღრმიდან სიმკვრივე ნელა იზრდება — 2900 კმ. სიღრმემდე 3,4-დან 6,5 გ/სმ<sup>3</sup>-მდე, ხოლო 2900 კმ. სიღრმეზე სიმკვრივე ნახტომისებურად იზრდება 9,9 გ/სმ<sup>3</sup>-მდე. ცენტრში დედამიწის სიმკვრივე 12,5 გ/სმ<sup>3</sup> აღწევს (მ. მოლოდენსკი, 1955 წ.), რადგანაც დედამიწის ბირთვი გარეთა ნაწილებზე უფრო მკვრივია, სიმძიმის ძალის აჩქარება ბირთვის საზღვარზე მაქსიმუმს აღწევს. 2900 კმ. სიღრმეზე 1037 სმ სეკ<sup>2</sup>, შემდეგ თანდათანობით მცირდება და ცენტრში ნულამდე ეცემა, რადგან დედამიწის ცენტრში მდებარე წერტილი ყველა რადიუსით გარემომცველი ნაწილაკების მიერ მიიზიდება ერთნაირი ძალით.

შიდიღება გამოვთვალთ 1 სმ<sup>2</sup> კვეთის სვეტის წონა, სიგრძით დედამიწის რადიუსის ტოლი, ეს არის ზევით მდებარე ქანების წონით გამოწვეული წნევა ელემენტარულ (1 სმ<sup>2</sup>) ფართობზე. გაანგარიშებანი გვაძლევს შემდეგ ციფრებს: დედამიწის ქერქის ძირში 50 კმ სიღრმეზე წნევა არის დაახლოებით 13 ათასი ატმოსფერო ანუ 13 ტ/სმ<sup>2</sup>, 100 კმ-ზე — 31,000 ატმოსფერო, 2900 კმ-ზე 1.370.000 ატმოსფერო და დედამიწის ცენტრში—3.510.000 ატმოსფერო ანუ 3 510 ტონა.

დედამიწის შინაგანი ტემპერატურა. დედამიწა სითბოს ორი წყაროდან ღებულობს: მზის სხივებიდან და მიწის წიაღიდან. დედამიწის ზედაპირზე ტემპერატურულ რეჟიმს ძირითადად (99,5%) მზიდან მიღებული სითბო განსაზღვრავს, შინაგანი სით-

ზო დედამიწის ზედაპირზე მხოლოდ ვულკანურ მხარეებში გამოვლინდება. ეკზოგენურ გეოლოგიურ პროცესებს, დედამიწის ზედაპირის „ცხოვრებას“, მზე წარმართავს. დედამიწის ზედაპირისათვის მზის ენერჯიის ასეთი მნიშვნელობის მიუხედავად, ჩვენი პლანეტის შინაგანი ნაწილებისათვის მზის სითბური ენერჯია უმნიშვნელოა. წლის განმავლობაში მზის სხივების სითბო დედამიწის სიღრმეში 8—30 მეტრის სიღრმემდე ვრცელდება. ამ საზღვრებს ქვევით გვაქვს მუდმივი ტემპერატურის ზოლი. ეს დედამიწის ქერქის ის ფენაა, სადაც ტემპერატურის სეზონური და დღელამური ცვალებადობა არ წარმოებს. ამ ზონის ტემპერატურა დაახლოებით უდრის მოცემული ადგილის წლიურ საშუალო ტემპერატურას. მოსკოვში 1882 წლიდან 20 მ სიღრმეზე შენარჩუნებულია  $4,2^{\circ}$ , პარიზისათვის უკანასკნელი ასი წლის განმავლობაში 28 მ სიღრმეზე  $11,8^{\circ}$ , საერთოდ მუდმივი ტემპერატურის ზონის სიღრმე 1—2 მეტრიდან (ეკვატორთან) 40 მეტრამდე მერყეობს.

მუდმივი ტემპერატურის ზონის ქვევით შახტებსა და ჭაბურღილებში სიღრმის ზრდასთან ერთად შენიშნულია ტემპერატურის თანდათანობითი მატება. მუდმივი ტემპერატურის ზონის ქვევით, სიღრმისაკენ ყოველ ას მეტრზე ტემპერატურის ზრდას გეოთერმული გრადიენტი ეწოდება. ს. კრასოვსკის მიხედვით გეოთერმული საფეხური ერთ მეტრზე შეიძლება იცვლებოდეს  $0,005$ -დან  $0,25^{\circ}$ -მდე, რაც შეესაბამება  $5$ -დან  $250^{\circ}$  ერთ კილომეტრზე. საშუალოდ ერთ კილომეტრზე ტემპერატურის  $30^{\circ}$ -ით ზრდას გულისხმობენ. მუდმივი ტემპერატურის ზონის ქვევით დედამიწის ქერქში ვერტიკალურ მანძილს, ტემპერატურის ერთი გრადუსით ზრდისათვის საჭიროს გეოთერმული საფეხური ეწოდება. ეს სიდიდე სხვადასხვა ადგილისა და სიღრმისათვის არაერთგვაროვანია. საშუალოდ ყოველ 33 მეტრზე ტემპერატურა ერთი გრადუსით მატულობს.

ხშირად გვაქვს გადახრები გეოთერმული საფეხურის საშუალო სიდიდიდან. პიატიგორსკში თბილი წყაროების რაიონში, სადაც სიღრმეში ჩაქრობის სტადიაში მყოფი ვულკანური კერაა, გეოთერმული საფეხურის სიდიდე  $1,5$  მეტრია, არხანგელსკში  $10$  მ, მოსკოვში— $38,4$  მ. დას. ევროპაში გეოთერმული საფეხური მერყეობს  $28$ — $36$  მ შორის. აშშ-ში  $35$ — $45$  მ. საბჭოთა კავშირში საშუალოდ— $12$  —  $112,5$  მ. კოლჩეთის დაბლობის ფარგლებში გეოთერმული საფეხური საშუალოდ  $29$  მეტრია. ყველაზე დიდი გეოთერმული გრადიენტი აღნიშნულია აშშ-ში (შტატი ორეგონი, ბანანცი) —  $150$  გრადუსი კილომეტრზე. ამ შემთხვევაში გეოთერმული საფეხური  $1$  გრადუსზე  $6,6$  მეტრია. ეს ადგილი ახალგაზრდა ვულკანური მოქმედების რაიონში მდებარეობს. ყველაზე უმცირესი გრადიენტი  $6$  გრადუსი კილომეტრზე ან  $172,7$  მ

გრაღუსზე ცნობილია სამხრეთ აფრიკაში ვიტვატერსრანდის ძველ კრისტალურ მასივზე.

გეოთერმული საფეხურის ასეთი სხვაობა აიხსნება:

1. ქანების განსხვავებული თბოგამტარობით, რამდენადაც დიდი ქანების სითბოგამტარობა, მით უფრო ნაკლებია გეოთერმული საფეხური და პირიქით;

2. ქერქის სიღრმეში მიმდინარე ჰიდროქიმიური პროცესებით, რომელსაც თან ახლავს დიდი რაოდენობით სითბოს გამოყოფა (წყლის მოქმედება სულფიდებთან და სხვ.);

3. ქანების წოლის ფორმების პირობებით: როცა შრეები ძლიერ დანაოჭებულია ან ყირაზე დგას, სიღრმისაკენ ტემპერატურა უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე შრეთა პორიზონტალური განლაგების შემთხვევაში;

4. მიწისქვეშა ცხელი წყაროები ახურებს ქანებს, ამცირებს გეოთერმულ საფეხურს;

5. ოკეანეებისა და ზღვების ნაპირებზე გეოთერმული საფეხური უფრო მეტია, ვიდრე ზღვიდან დაშორებულ ადგილებში, წყლის დიდი მასა ადგილობრივ გეოთერმულ რეჟიმზე ახდენს გავლენას.

6. რადიაქტიური ელემენტების კონცენტრაციის უბნებში გეოთერმული საფეხური მცირდება;

7. გეოთერმულ საფეხურზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ვულკანური მოქმედება.

გეოთერმული საფეხურის სიდიდის ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს პრაქტიკულად შახტებისა და გვირაბების მშენებლობისათვის. გათვალისწინებული უნდა იქნეს ტემპერატურული საზღვარი, სადაც აღამიანს შეეძლება მუშაობა.

ამგვარად, თუ მივიღებთ გეოთერმული საფეხურის საშუალო სიდიდედ 33 მ და დავუშვებთ რომ სიღრმეში ტემპერატურა თანაბრად იზრდება, გვექნება ტემპერატურის ასეთი ზრდა:

33 მ.	—	1°	33000 მ — 1000°
330 მ	---	10°	100000 მ — 3000°
3300 მ.	—	100°	

თუ დავუშვებთ სიღრმისაკენ ტემპერატურის ასეთ ზრდას, მაშინ დედამიწის ცენტრში ტემპერატურამ დაახლოებით 182 ათას გრაღუსს უნდა მიაღწიოს, რაც შეუძლებელია, რადგან ასეთ ტემპერატურულ პირობებში არათუ დედამიწის ბირთვი და მანტია, არამედ ქერქიც უნდა გამდნარიყო.



ქანების სითბოგამტარობის აღრიცხვაზე დამყარებულმა გამოანგარიშებამ, სიღრმიდან ზედაპირისაკენ მიმდინარე სითბური ნაკადის სიდიდემ უჩვენა, რომ გეოთერმული გრადიენტის ასეთი ზრდა შენარჩუნებულია მხოლოდ 15—20 კმ. სიღრმემდე. ქვევით კი ტემპერატურის ზრდა ნელდება ისე, რომ 100 კმ სიღრმეზე, როგორც ვ. მაგნიციკი მიუთითებს, უნდა იყოს არა 3000° ტემპერატურა, არამედ 1300°.

შე-3 ტაბულაში მოცემულია უცხოელ და საბჭოთა ავტორების თეორიული ვარაუდებით სიღრმეში ტემპერატურის ზრდის მაჩვენებლები

ტ ა ბ უ ლ ა 3

სიღრმე კმ-ში	10	20	40	60	80	100	140	200
ტემპერატურა გრადუსებში	180	170	100	620	980	1250	1420	1950

ვარაუდობენ, რომ ჩვენი პლანეტის წიაღის ტემპერატურა მისი გულის ფარგლებში 3000—4000 გრადუსზე მაღალი არ უნდა იყოს.

დ ე დ ა მ ი წ ი ს რ ა დ ი ა ქ ტ ი ვ ო ბ ა. გეოთერმიის — დედამიწის სითბოს შესახებ მეცნიერების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას დედამიწის წიაღში მაღალი ტემპერატურის არსებობის საკითხის შესწავლა წარმოადგენს. ამჟამად გაბატონებულია შეხედულება, რომ დედამიწის შინაგანი სითბოს წყაროს რადიაქტიურ ელემენტთა დაშლა წარმოადგენს. დედამიწის ქერქის ამგები ქანები შეიცავს რადიაქტიურ ელემენტებს. ეს ელემენტები უწყვეტლევ გამოყოფს სითბონა და ახურებს დედამიწის ფენებს. რადიაქტივობის მიხედვით ქანები 4 ჯგუფად იყოფა: ძლიერ მაღალი, მაღალი, საშუალო და დაბალი რადიაქტივობის. ძლიერ მაღალი რადიაქტივობით ხასიათდება თორიუმის, რადიუმის და ურანიუმის შემცველი მინერალები და ქანები. მაღალი რადიაქტივობა აქვს გრანიტებს, საშუალო დანალექი ქანებიდან — ფიქლებს, თიხებს, დაბალი რადიაქტივობა — ქვიშაქვებს, კირქვებს, მარილებს.

მაგმური ქანებიდან მაღალი რადიაქტივობით ხასიათდება მუყავე ქანები, შემდეგ ფუძე და ბოლოს ულტრა ფუძე ქანები, ამიტომ, რადიაქტიური ელემენტების რაოდენობა სიღრმისაკენ მკვეთრად მცირდება. მითუმეტეს, რომ ლითოსფეროს ზედაფენის 70%-ს გრანიტები შეადგენს და 30%-ს — ბაზალტები. ვ. ხლოპინი დედამიწის ქერქში რადიაქტიურ ფენას განსაზღვრავს 91 კმ-მდე. მისი გამოთვლით ამ შემთხვევაში რადიაქტიური სითბოს გამოყოფა შეადგენს 40—10<sup>16</sup> გ/კალორიას (სითბოს) საათში, ე. ი. დედამიწის სითბური გამოსხივების

სიდიდეს. დაშლასთან დაკავშირებით რადიაქტიური ელემენტების რაოდენობა დედამიწის შიგნეთში განუწყვეტლივ მცირდება. ე. ხლო-პინის გამოანგარიშებით თუ ამჟამად რადიაქტიური დაშლა საათში გვაძლევს  $40 \cdot 10^{16}$  გ/კალ. სითბოს, სამი მილიარდი წლის წინათ ის გვაძლევდა  $228 \cdot 10^{16}$  გ/კალ. სითბოს ე. ი. სამი მილიარდი წლის განმავლობაში რადიაქტიური სითბოს გამოყოფა შემცირებულა 5-ჯერ ე. ი. ამჟერად შემცირდა მიწის ქერქში რადიაქტიური ელემენტების რაოდენობა.

რადიაქტიური დაშლა დედამიწის შინაგანი სითბოს ერთადერთი წყარო არ არის, შესაძლებელია სითბოს არანაკლები რაოდენობა გამოიყოს გრავიტაციული დაშრევეების (დანაწევრების) დროს.

დედამიწის შიგნით ნივთიერებათა აგრეგატული მდგომარეობა.

ბუნებაში ცნობილია ნივთიერებათა სამგვარი ფიზიკური (აგრეგატული) მდგომარეობა: გაზებრივი, თხევადი და მყარი. დედამიწის შიგნეთში ნივთიერების გაზებრივ მდგომარეობაში არსებობის ფაქტი გამორიცხულ უნდა იქნას, რადგანაც მინერალებისა და ქანების გაზებრივ მდგომარეობაში გადასვლისათვის საჭირო მაღალი ტემპერატურა შიგნეთში არა გვაქვს. როგორც სიგარძივი, ისე განივი სეისმური ტალღები თავისუფლად ვრცელდება დედამიწის ქერქსა და მანტიაში, ამიტომ უნდა ვივარაუდოთ, რომ დედამიწის ბირთვამდე ნივთიერებანი მყარ მდგომარეობაში იმყოფება. აქ ნივთიერებათა თხევადი მდგომარეობა დასაშვებია მაგმისა და ვულკანების მოქმედების უბნებში. ამასთან ერთად მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ქანები 15--20 კმ სიღრმეზე პლასტიკურ, ზოგჯერ დენად მდგომარეობაშია.

სითხეები განივ სეისმურ ტალღებს არ ატარებს. დედამიწის ბირთვში ტალღები არ ვრცელდება. აქედან ლოგიკურია დასკვნა: დედამიწის ბირთვი იმყოფება თხევად, უფრო სწორად, მდნარ მდგომარეობაში (ვარაუდობენ, რომ მხოლოდ გარეგანი ბირთვია თხევად მდგომარეობაში, ხოლო შინაგანი ბირთვი ისევე მყარ მდგომარეობაშია). დასასრულს, უნდა აღვნიშნოთ ის ფაქტი, რომ განივი ტალღების ბირთვში გაუვრცელებლობა ჯერ კიდევ არ ნიშნავს მის თხევად მდგომარეობას, შესაძლებელია აღმოჩენილ იქნას ამ ტალღების ბირთვში გავლის ნიშნები, ან, შესაძლებელია ბირთვში ნივთიერება იმყოფებოდეს ისეთ მდგომარეობაში, რომ მექანიკური პროცესები მიმდინარეობდეს ჩვენთვის სრულიად უცნობი გზებით.

## დედაძინის ქიმიური შედგენილობა

ღრმა ბურღვა და დანალექი ქანების სტრუქტურა საშუალებას იძლევა 16—20 კმ სიღრმემდე უშუალოდ შევისწავლოთ ქერქის შემადგენელი ქანებისა და მინერალების ქიმიური შედგენილობა, უფრო ღრმა ფენებისათვის ჭერჭერობით მეცნიერულ ვარაუდებს ვეყრდნობით. 15 კმ სიღრმემდე დედაძინის ქიმიურ შედგენილობას მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში სწავლობდა ამერიკელი გეოქიმიკოსი კლარკ ფრანკ უიგლსუორტი (1847—1931), კლარკი იმ ვარაუდიდან გამოდგოდა, რომ დედაძინის ქერქის 95% მაგმური ქანები წარმოადგენს, დანალექ ქანებზე მხოლოდ 5% მოდის. კლარკი სარგებლობდა ქანების 6000 ანალიზით და დედაძინის ქერქის შემადგენელი ქიმიური ელემენტების პროცენტულ რაოდენობა პირველად გამოთვლილ იქნა მის მიერ, შემდგომ ეს ციფრები დაზუსტებულ იქნა ა. ფერსმანის (1883—1945) მიერ. ქიმიური ელემენტების პროცენტულ რაოდენობას (ვარსკვლავების ატმოსფეროში, ლითოსფეროში, ინსტრუქციულ მასივებში და სხვ.) ფერსმანის წინადადებით კლარკის რიცხვები ან მარტივად კლარკები<sup>1</sup> უწოდეს. ქვემოთ მოცემულია ა. ფერსმანის მიხედვით დედაძინის ქერქის ქიმიური შედგენილობა (უფრო გავრცელებული ოთხი ათეული ელემენტი).

I. ენგბალა	O	49,13		II. ნახშირბადი	C	0,35
სილიციუმი	Si	26,00	ქლორი	Cl		0,20
ალუმინი	Al	7,45	ფოსფორი	P		0,12
რკინა	Fe	4,20	ვოგირდი	S		0,10
კალციუმი	Ca	3,25	მანგანუმი	Mn		0,10
ნატრიუმი	Na	2,40	ფტორი	F		0,08
მაგნიუმი	Mg	2,35	ბარიუმი	Ba		0,05
კალიუმი	K	2,35	აზოტი	N		0,04
წყალბადი	H	1,00	სტრონციუმი	Sr		0,035
ტიტანი	Ti	0,61	ქრომი	Cr		0,030
		98,74 %				1,11 %
III. ცირკონიუმი	Zr	0,025	ცერიუმი	Ce		0,0029
ვანადიუმი	V	0,020	კობალტი	Co		0,002
ნიკელი	Ni	0,020	თორიუმი	Th		0,002
თუთია	Zn	0,020	ნეოდიუმი	Nd		0,00175
ბორი	B	0,010	ტყეია	Ph		0,016
სპილენძი	Cu	0,10	გალიუმი	Ga		0,001
რუბიდიუმი	Rb	0,008	მოლიბდენი	Mo		0,001
ლითიუმი	Li	0,005	ბრომი	Br		0,001
იტრიუმი	Y	0,005	ურანი	U		0,0009
ბერილიუმი	Be	0,003	ვოლფრამი	W		0,0009
		0,126 %				0,015015

<sup>1</sup> ა. ფერსმანის მიერ ეს ტერმინი შემოღებულ იქნა ნაცვლად გაერთიანება: „ქიმიური ელემენტების გავრცელება“ ანუ „ქიმიური ელემენტების სახმარე“.

მოცემული კლარკებიდან ჩანს, რომ დედამიწის ქერქი ძირითადად შედგება სამი ელემენტისაგან: ქანგბადი, სილიციუმი და ალუმინი, ამ ელემენტებზე მოდის დედამიწის ქერქის 82,6%, ხოლო ქანგბადსა და სილიციუმზე—75,13%, პირველი ათეული ელემენტი შეადგენს 98,74%, ხოლო 40 ელემენტი—99,991%, დანარჩენ ქიმიურ ელემენტებზე დედამიწის ქერქის წონის მხოლოდ 0,009% მოდის.

ქვემოთ (ტაბულა 4) მოცემულია დედამიწის შედგენილობა ცალკეული გეოსფეროების მიხედვით:

ტ ა ბ უ ლ ა 4

ვ. გოლდშვიდისა და გ. ტამანის (1923—1924) მიხედვით			ა. უერსმანის მიხედვით (1933)	
გეოსფერო	სიღრმე კმ-ში	ქიმიური შედგენილობა	გეოსფერო	სიღრმე (კმ)
სიალური	60	ქანგბადი, სილიციუმი, ალუმინი, კალიუმი, ნატრიუმი, მაგნიუმი, რკინა.	გრანიტული მაზალტური	0,20 20—60
ს ი მ ა	60—1200	ქანგბადი, სილიციუმი, მაგნიუმი, რკინა, კალციუმი, ალუმინი, კალიუმი, ნატრიუმი.	პერიდოტიტული	60 1600
ქანგეულ-სულფიდური	1200—2900	20% რკინა, 70% გოგირდ-რკინა, 10% ქანგბადოვანი და სილიციუმ-მეყავა რკინა	მანგეული	1600—3000
ნიკელი-რკინიანი ბირთვი	2900—6370	10% ნიკელი, 90% -მდე რკინა, სპილენძის, კობალტის და სხვ ნაშთებიც.	ცენტრალური ბირთვი	3000—6370

დედამიწის სფეროში უმნიშვნელოვანესი ქიმიური ელემენტების გავრცელება % -ში: Fe—36,9, O—29,3, Si—14,9, Mg—7,4, Ca—3,0, Ni—3,0, Al—2,4, 0,6, Na—0,6, H—0,2, Cl—0,1.

დედამიწის ქერქში ქიმიური ელემენტები მეტწილად მინერალებითა და ქანების სახით გვხვდება, ქერქში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის ქანგეულებს: SiO<sub>2</sub>, MgO, FeO, აგრეთვე Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> და CaO; დანარჩენ ქანგეულებზე მოდის 2,15%.

### გეოსფეროები

დედამიწის კონცენტრული აგებულების, კონცენტრული სფეროების შესახებ იღეა ეკუთვნის ავსტრიელ გეოლოგს ე. ზიუსს (1875 წ.). გეოსფეროები დედამიწის განსხვავებული შედგენილობისა და სიმკ-

ვრივის კონცენტრიული სფერული გარსებია. მათ მიეკუთვნება: ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, ბიოსფერო, ლითოსფერო, დედამიწის მანტია და ბირთვი.

### ატმოსფერო

ატმოსფერო დედამიწის გარეგანი გაზებრივი სფეროა, იგი მთლიანი, უწყვეტი ჰაერის ოკეანითფარავს დედამიწას. ატმოსფერო გაზების ნარევის წარმოადგენს, მოცულობით ის ბევრად აღემატება ჩვენი პლანეტის დანარჩენ ნაწილებს, თუმცა ატმოსფეროს მასა დედამიწის მასის მხოლოდ 0,16 ნაწილს შეადგენს.

თანამედროვე რაკეტული ტექნიკა, დიდი სიმაღლის ავიაცია, თავისუფალი სფერო — ზონდების გაშვება, აგრეთვე მეტეორიტების ვარდნისა და სინათლის ეფექტის გარკვევა, საშუალებას გვაძლევს დეტალურად შევისწავლოთ ატმოსფეროს აგებულება და შედგენილობა.

ატმოსფეროს ქვედა საზღვარს ჰიდროსფეროსა და ლითოსფეროს ზედაპირი წარმოადგენს, თუმცა ჰაერი ქვევითაც რამდენიმე კმ სიღრმეზე ვრცელდება სიცარიელებში, ან გახსნილია ზღვებისა და ოკეანეების წყალში. ატმოსფეროს ზედა საზღვრის დადგენა ძნელია. დედამიწის ზედაპირიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად ჰაერის სიმკვრივე თანდათანობით მცირდება, უახლოვდება მატერიას, რომელიც ავსებს საპლანეტათშორისო სივრცეებს. 1100—1300 კმ სიმაღლეზე ატმოსფეროს არსებობა დადგენილ იქნა დედამიწის ზედაპირიდან ძლიერ ზუსტი ფოტომეტრული და სპექტრული გაზომვებით. 1300 კმ-ზე ზევით ატმოსფეროს კვალი ჭერჭერობით აღმოჩენილი არ არის.

ბუნების მოვლენებზე დაკვირვებანი გვიჩვენებს, რომ ატმოსფეროს აქვს ფენებრივი აგებულება. გამოყოფენ სამ ძირითად სფეროს: ტროპოსფეროს, სტრატოსფეროს და იონოსფეროს. მათ შორის კიდევ რამდენიმე სფერო ანუ ზონა გამოიყოფა. მათი განაწილება სიმაღლეების მიხედვით ასეთია: ტროპოსფერო — სიმაღლე 8 კმ, ტროპოპაუზა — 8—12 კმ, სტრატოსფერო—12—55, გარდამავალი ზონა—55—85, იონოსფერო 85—600, ვაკუუმსფერო—600—1300, დისსიპაციის (დისოციაციის) სფერო 1300-ზე ზევით. თითოეული სფერო ხასიათდება მკვეთრად გამოსახული ფიზიკური თავისებურებებით.

დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე გეოლოგიური პროცესები მჭიდრო კავშირშია ტროპოსფეროსთან, ამიტომ ატმოსფეროს სხვა ნაწილებთან შედარებით გეოლოგიისათვის ყველაზე მეტად საინტერესოა ტროპოსფერო.

ტროპოსფეროს („მოძრავი სფერო“) სიმძლავრე არაერთგვაროვანია. დედამიწის ღერძის გაზომვით ბრუნვისა და ცენტრიდა-

ნული ძალის მოქმედებით ტროპოსფეროს სიმძლავრე ცვალებადია. ის ტროპიკებთან 16—18 კმ-ია; პოლუსებთან 10 კმ, ხოლო ზონიერ განედებში 10—12 კმ. ტროპოსფერო შეიცავს მთელი ატმოსფეროს მასის 79%-ს. შემადგენელი გაზების წონითი შეფარდება ასეთია: აზოტი—75,7%, ჟანგბადი—23,01%, არგონი და სხვა ინერტული გაზები—1,28%; ნახშირბადა გაზი—0,03%, შეიცავს აგრეთვე წყალბადს, გოგირდმჟავა ანჰიდრიდს, ძლიერ ცვალებადი რაოდენობით წყლის ორთქლს. მტვერს, (საშუალოდ 1 სმ<sup>3</sup> შეიცავს 250 000 მტვერისებურ ნაწილაკს), მინერალურ მარილებს და ბაქტერიებს — 1 სმ<sup>3</sup>-ში ათეულ და ასეულ ათასს. ვერტიკალური მიმართულებით ტროპოსფეროს რამდენიმე ფენად ყოფენ: ქვედა 1—2 კმ-ზე სასაზღვრო, მომიჯნავე ფენა (ანუ შერევის ფენა), შუა ფენა 6 კმ-მდე და ზევით სტრატოსფეროში გარდამავალი სუბსტრატოსფეროს ანუ ტროპოპაუზის ფენა. ტროპოსფეროსათვის დამახასიათებელია: ტენის ცვალებადობა, ჰაერის მოძრაობა როგორც პორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მიმართულებით, ქვევიდან ზევით ტემპერატურის დაცემა საშუალოდ 0,6° ყოველ ას მეტრზე. ტროპოსფერო ძირითადად დედამიწის ზედაპირიდან თბება, ამიტომ ტროპოსფეროს ტემპერატურა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მზის სითბოზე ანუ ინსოლაციაზე. ატმოსფერული წნევა არის ძალი, რომლითაც ჰაერი აწევა სხეულებს, წნევას იწვევს ჰაერის წონა.

ატმოსფერული წნევის ცვლილებებს ძირითადად იწვევს დედამიწის ზედაპირის არათანაბარი გახურება. გახურებით ჰაერი ფართოდება მოცულობის გადიდებით წონა მცირდება და მიისწრაფვის ზევით, მაგრამ დიდ სიმაღლეზე ცივდება, მძიმდება და კვლავ მიისწრაფვის დედამიწის ზედაპირისაკენ. ტროპოსფეროს ფარგლებში წარმოიქმნება ჰაერის ვერტიკალური ცირკულაცია, ერთდროულად მიმდინარეობს ჰაერის პორიზონტალური გადაადგილება მაღალი წნევის ადგილიდან დაბლისაკენ, რაც იწვევს ქარებს. ჰაერის საერთო ცირკულაციაზე გავლენას ახდენს დედამიწის ფორმა, დღეღამური ბრუნვა. წლიური მოძრაობა მზის ირგვლივ, ზღვებისა და ხმელეთის განაწილება, რელიეფი და სხვა ფაქტორები.

ატმოსფერული ნალექები. მტვრის უმცირესი ნაწილაკები წარმოადგენს წყლის ორთქლის კონდენსაციის შესაძლებელ ცენტრს. კონდენსაციის შემთხვევაში, როდესაც შეფარდებითი ტენიანობა მაქსიმუმს მიაღწევს, წარმოიშობა ღრუბელი, ნისლი, თრთვილი, ცვარი (ნამი), წვიმა, თოვლი, სეტყვა. ნალექების რაოდენობა იზომება ბილიმეტრებში. დედამიწის ზედაპირზე ნალექები არათანაბრად განაწილებული, მაგალითად, ადენში ნალექების წლიური რაოდენობა

60 მმ-ია, მდ. ინდის ხეობის ზემო ნაწილში — 12 500 მმ. საბჭოთა კავშირში, კასპიისპირა დაბლობში (მტკვარ-არაქსის დაბლობი), ნალექების წლიური საშუალო რაოდენობა 150—200 მმ-ია, მოსკოვში — 586 მმ, ბათუმში 2000—2500 მმ, საერთოდ საქართველოში ნალექების რაოდენობა 300 მმ-დან 2400—2800 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს, მინიმუმია ჰერეთის ზეგანის დაბლობ ნაწილში. მაქსიმუმი — აჭარაში.

ამინდი არის დროის გარკვეულ მომენტში, ნებისმიერ პუნქტში: მეტეოროლოგიურ მოვლენათა ერთობლიობა. ნებისმიერი ადგილისათვის (რაიონისათვის) კლიმატი არის მეტეოროლოგიური პროცესების კანონზომიერი თანამიმდევრობა განსაზღვრული ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობათა კომპლექსით და ამინდის მრავალწლიანი რეჟიმით. ამინდი სწრაფად იცვლება, კლიმატი — დროის ხანგრძლივ შუალედში. კლიმატის განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორებია: ადგილის გეოგრაფიული მდებარეობა, ხმელეთისა და ზღვის განაწილება, ხმელეთის რელიეფი, ჰაერის მასები, მცენარეული საფარი და ადამიანის მოქმედება. დედამიწის ძირითადი კლიმატური სარტყლებია: ტროპიკული, სუბტროპიკული, ზომიერი, ცივი, პოლარული. დასავლეთ საქართველოში მეტწილად სუბტროპიკული ჰავა გაბატონებული, აღმოსავლეთ საქართველოში — ზომიერად ტენიანი და ზომიერად თბილი.

ს ტ რ ა ტ ო ს ფ ე რ ო (მის ზედა ნაწილს 60—80 კმ შორის მდებარეს ზოგჯერ „მეზოსფეროს“ უწოდებენ) ირგვლივ უცლის ტროპოსფეროს დაახლოებით 80 კმ სიმაღლემდე. იონოსფეროსთან შედარებით ჰაერის სიმკვრივე მნიშვნელოვნად მალაია. ამიტომ სტრატოსფერო შეიცავს მთელი ატმოსფეროს მასის 20%. აქ ულტრაიისფერი სხივებით მიმდინარეობს ჟანგბადის დისოციაცია და ოზონში (O<sub>3</sub>) გადასვლა. ოზონით განსაკუთრებით მდიდარია 25—50 კმ. შორისი ფენა ისე, რომ ამ ფენას ხშირად ოზონოსფეროს უწოდებენ. იონოსფეროსაგან განსხვავებით, უმნიშვნელო რაოდენობით, მაგრამ მაინც, გვხვდება წყლის ორთქლი, ზომილიც წარმოქმნის ე წ. სადაფისებრ და ვერცხლისებრ ღრუბლებს, ეს უკანასკნელი სულ ზედა ნაწილშია და იონოსფეროსაგან გამოჰყოფს სტრატოსფეროს. ქვედაფენებში ტემპერატურა მუდმივია და პოლუსებთან მინუს 45—55°-ია, ეკვატორთან პლუს 70—80°, სტრატოსფეროს ზედა ფენებში ოზონი შთანთქავს ულტრაიისფერ სხივებს, გარდაქმნის მას სითბოდ, ამიტომ ტემპერატურა მალღდება ისე, რომ ოზონოსფეროში ტემპერატურა პლიუს 25° აღწევს, 55—კმ-დან ისევ ეცემა და სტრატოსფეროს ზედა საზღვართან მინუს 80—90°-ია.

ი ო ნ ო ს ფ ე რ ო მდებარეობს მიწის ზედაპირიდან 80. კმ-ზე. ზე-

ვით. აქ ჰაერი ძლიერ გაიშვიათებულია, ატმოსფერული ნაწილაკები იონიზებულია. იონები წარმოიქმნება ულტრაიისფერი და კოსმოსური სხივების მოქმედებით. ჰაერის გაიშვიათების გამო იონოსფერო შეიცავს ატმოსფეროს მასის 0,5%. იონოსფეროში იზრდება პელიუმისა და წყალბადის რაოდენობა 500 კმ-ზე 90%-მდე. მცირდება ნახშირმჟავა გაზისა და არგონის რაოდენობა. წყლის ორთქლი არ არის. ტემპერატურა მალალია (200 კმ სიმაღლეზე პლიუს 600—700° აღწევს). იონოსფეროში მიმდინარე პროცესები ძლიერ მოქმედებს დედამიწის მაგნეტიზმსა და ელექტრულ ველზე.

ცალკე უნდა აღინიშნოს დისსიპაციის ანუ გაფანტვის სფერო, აქედან ხდება ნაწილაკების აქრილება კოსმიურ სივრცეში. ეს ზონა იწყება 700—900 კმ სიმაღლიდან, აქ გაზები ძლიერ გაიშვიათებულია.

ატმოსფეროს დიდი მნიშვნელობა აქვს მზის ენერჯიის გარდაქმნისა და ეკზოგენური გეოლოგიური პროცესების განსაზღვრისათვის. ატმოსფეროსა და დედამიწის ქერქს შორის ურთიერთდამოკიდებულებით მიმდინარეობს ელემენტების ურთიერთმიმოცვლა ისე, რომ გეოსფეროებს შორის მყარდება მოძრავი წონასწორობა. ატმოსფერო ქიმიურად მოქმედებს ლითოსფეროზე, ხელს უწყობს გამოფიტვის პროცესებს, ატმოსფეროში წარმოიქმნება ატმოსფერული ნალექები, ეს უკანასკნელი აძლევს საწყისს მიმდინარე წყლებს, აქ წარმოიშობა ქარი, ტემპერატურის რყევა იწვევს ქანების მექანიკურ გამოფიტვას. ამჟამად ატმოსფეროდან ლებულობენ აზოტს, ჟანგბადს, არგონს, ნეონს, ნაწილობრივ ჰელიუმს, ზოგჯერ ატმოსფერული აგენტები არის გადამწყვეტი ფაქტორი ქანების დაშლის პროცესსა და რელიეფის ცვლილებებში.

### ჰიდროსფერო

ჰიდროსფერო დედამიწის სფეროს წყლის წყვეტილი გარსია. ჰიდროსფერო მოიცავს ოკეანეებს, ზღვებს, ტბებს, მიწისქვეშა და ხმელეთის ყველა წყალს, აგრეთვე თოვლსა და მყინვარებს.

ვ. ვერნადსკის მიხედვით მსოფლიო ოკეანის წყლის რაოდენობა 1370 მლნ კმ<sup>3</sup>-ია, ხმელეთის წყლების—4 მლნ კმ<sup>3</sup>, კონტინენტური მყინვარების მოცულობა 16—20 მლნ კმ<sup>3</sup>, მიწისქვეშა წყლებისა—400 მლნ კმ<sup>3</sup>, ხოლო ბუნებრივი წყლების საერთო მოცულობა შეადგენს 1,8 მლრდ კმ<sup>3</sup>.

მსოფლიო ოკეანის ღრმა არეების შესასწავლად იყენებდნენ ლოტს, ექოლოტს (ბგერით ტალღებს), ფოტოგრაფიულ მეთოდს, აკვალანგს (აბარატს შეკუმშული ჰაერით სუნთქვისათვის), ფოლადის სფეროს — ბატისფეროს (ვ. ბიბი) — 1000 მ-მდე, ბენტოსკოპს (ო. ბარტონი — 1360 მ-მდე), ბატისკაფს (პიკარი—3150 მ). 1960 წელს



ზღვის სიღრმეების მკვლევარის — პიკარის შვილმა მის მიერ აგებული ბატისკაფით მარიანის ღრმულში მიაღწია მაქსიმალურ სიღრმეს—11 500 მეტრს.

ოკეანეებში არჩევენ შემდეგ გეომორფოლოგიურ ელემენტებს: კონტინენტური შელფი, კონტინენტური დაქანება, ოკეანური კალაპოტი, ოკეანური უფსკრული. ეს ელემენტები დაახლოებით შეესაბამება ერთმანეთისაგან ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით განსხვავებულ ზღვის ზონებს: ნერიტული ზონა — შეესაბამება კონტინენტურ შელფს, აქვე გვაქვს, სანაპირო ზოლში, ზღვის ტალღების მოქცევისა და მიქცევის ფარგლებში ლითონური ქვეზონა, კონტინენტურ დაქანებას შეესაბამება ბათიალური ზონა და ოკეანურ კალაპოტსა და უფსკრულს (ღრმულებს) — აბისური ზონა.

ზღვა ოკეანის ნაწილია, მისგან ხმელეთით მეტნაკლებად განცალკევებული, ცნობილია შიგა (შავი ზღვა, ბალტიის ზღვა, მეწამული ზღვა) და განაპირა ზღვები (ოხოტის, იაპონიის, ბერინგის, ბარენცის და სხვ.).

ზედაპირულ ზონაში წყლის სიმკვრივე 1,020-ია, პასატების მხარეებში, სადაც უფრო ინტენსიურია აორთქლება სიმკვრივე 1,0275 აღწევს, ეკვატორულ ზოლში და პოლუსებთან—1,255. სადაც მარილიანობა მაღალია, იქ მეტია წყლის სიმკვრივეც. ზღვის წყლის წნევა ყოველ 10 მეტრზე იზრდება ერთი ატმოსფეროთი ისე, რომ დიდ სიღრმეებში წნევა 100 ატმოსფეროზე მეტია. შუა და მაღალ განედებში, წყლის კარგი გამჟვრვალობის პირობებში კარგადაა განათებული ზღვის ფსკერი შელფის ფარგლებში 200 მეტრ სიღრმემდე. ულტრა წითელი სხივები 400 მ. სიღრმემდე აღწევს, ხოლო ულტრა იისფერი—800 მეტრამდე, 1050 მეტრს ქვევით ყველაზე მგრძნობიარე ფოტოგრაფიულ ფირფიტებზედაც არ მოქმედებს სინათლის სხივი. გამჟვრვალე ზღვებში 50 მეტრამდე განათება მწვანეა, 180 მეტრამდე ღია ლურჯი, 300 მეტრზე ოდნავ მოშავო-ლურჯი.

### ბიოსფერო

ბიოსფერო<sup>1</sup> ორგანიზმებით დასახლებული სფეროა. იგი მოიცავს ატმოსფეროს ქვედა ნაწილს, მთელ ჰიდროსფეროს და ლითოსფეროს ზედა ნაწილს. ბიოსფეროს ზედა საზღვარი მდებარეობს ტროპოს-

<sup>1</sup> ეს ტერმინი მეცნიერებაში შემოიტანა ფრანგმა ნატურალისტმა ე. ლამარკმა (1744—1829 წ. წ.) დიოპტრის გაორცილებული ყველა ცოცხალი არსების აოსანიშნავად. ე. ზიუსმა (1875 წ.) ტერმინს მისცა გეოლოგიური განსაზღვრა, როგორც დელამიწის ერთ-ერთ გარსს, ბიოსფეროს თანამედროვე განსაზღვრა და მისი როლი გეოლოგიურ მეცნიერებაში დაადგინა ე. ვერნანსკიმ.

ფეროში 10—15 კმ სიმაღლეზე, ქვედა საზღვარი ლითოსფეროში—2—3 კმ სიღრმეზე. დედამიწის ქერქში 500 მ ქვევით მხოლოდ ანაერობული თავისუფალი ჟანგბადის გარეშე არსებული ბაქტერიები გვხვდება. ოკეანეებში ორგანული ბუნების გავრცელების ქვედა საზღვარი ოკეანეების ფსკერია. ვ. ვერნადსკი ბიოსფეროს განიხილავს. როგორც თერმოდინამიკურ გარსს  $+50^{\circ}$ -დან  $-50^{\circ}$ -მდე. დაახლოებით ერთი ატმოსფერული წნევით. მაგრამ ორგანიზმებს არსებობა შეუძლიათ უფრო მაღალ და დაბალ ტემპერატურულ პირობებში. ზოგიერთი მიკრობის სპორები უძლებენ  $+180^{\circ}$  ტემპერატურას. ასევე ბაქტერიების სპორებს შეუძლიათ აიტანონ  $-180$ -მდე სიცივე. ზოგიერთი ბაქტერია უძლებს 3000-მდე ატმოსფერულ წნევას. ვ. ვერნადსკის მიხედვით ცოცხალი ორგანული მატერიის მასა დედამიწის ქერქში 0,001% შეადგენს. მიუხედავად ამისა დიდია ცოცხალი ორგანიზმების გეოლოგიური მნიშვნელობა. სიცოცხლის პერიოდში თითოეული ორგანიზმი გარემომცველი გარემოდან ითვისებს ქიმიური ელემენტების გარკვეულ რაოდენობას და ასევე უცვლელად უბრუნებს უკან. ორგანიზმები დიდ როლს თამაშობენ ქანებისა და მინერალების წარმოქმნაში (ბიოლითები). ზღვის მცენარეებიდან ქანთმშენია დიატომებიანი წყალმცენარეები, რომლებიც წარმოქმნიან კაიან ქანს — დიატომიტს, აგრეთვე კირქვიანი წყალმცენარეები. ზღვის ცხოველებიდან ქანთმშენია: ფორამინიფერები, რადიოლარიები, მარჯნები, ხავს-ცხოველები, კანეკლიანები, ორსაგდულიანი მოლუსკები და სხვ. ხმელეთის ქანთმშენ ორგანიზმებს უმთავრესად მცენარეები მიეკუთვნება. მათი ცხოველმოქმედებით წარმოიქმნება კაუსტო-ბიოლითები: სპაროპელიტი, ტორფი, ქვანახშირი, ნავთობი. ორგანიზმების შედგენილობაში დიდი რაოდენობით გვხვდება შემდეგი ელემენტები: C, O, H, N, S, P, K, Fe; სასიცოცხლო ფუნქციების მატარებელია ბიოგენური ელემენტები: იოდი, მანგანუმი, თუთია, სპილენძი. ამჟამად ორგანიზმების შედგენილობაში 60-მდე ელემენტია ცნობილი. მათი რაოდენობა ახალი ანალიზებით თანდათანობით დიდდება.

ორგანიზმები დიდ როლს თამაშობენ ქიმიური ელემენტების კონცენტრაციაში. საკმარისია გავიხსენოთ ნახშირბადის კონცენტრაცია მცენარეებში, ხოლო შემდგომ მათი ნაშთი, საიდანაც წარმოიქმნება ტორფი, ქვანახშირი, ნავთობი. ცნობილია 22-მდე ელემენტი, რომლებიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით გროვდება ორგანიზმებში. დადგენილია, რომ გარემოს ქიმიურ შედგენილობას დიდი ვაეღენა აქვს ორგანიზმებზე. ერთი მხრივ გარემო განსაზღვრავს გავრცელებას, მეორე მხრივ იწვევს მათ ცვლილებას. ორგანიზმების მთელი რიგი ავად-

მყოფობანი ქიმიური ელემენტების სიჭარბით ან სიმცირითაა გამოწვეული. ნიადაგში Mg, Mn, Fe-ს ნაკლებობა მცენარეებში იწვევს ქლოროზს, ცხველებში P და Ca ნაკლებობა — ძვლების ავადმყოფობას, ადამიანებში იოდის ნაკლებობა — ჩიყვს. ნიადაგში ამა თუ იმ ელემენტის სიჭარბე ხშირად მელავნდება მცენარეებშიც. ბიცობი ნიადაგების ზოგიერთ მცენარეში 10%-მდეა NaCl; თუთიის საბადოს მიდამოების მცენარის ნაცარში 13%-მდეა თუთია. ნიკელითა და კობალტით მდიდარ ნიადაგებზე იზრდება მცენარეულობა ამ მეტალების მდიდარი შემცველობით.

ნიადაგი წარმოადგენს დედაქანებისა და ორგანიზმების ურთიერთმოქმედების პროდუქტს.

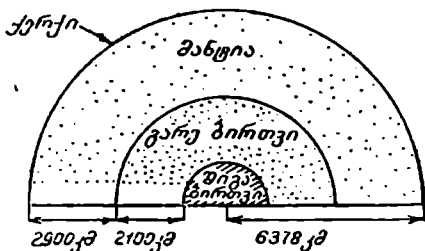
### ლითოსფერო

ლითოსფერო ანუ დედამიწის ქერქი, გარეგანი მყარი სფეროა. ზევით მას ესაზღვრება ჰიდროსფერო და ატმოსფერო, ქვევით მანტიის ზედა ნაწილიდან გამოყოფილია მოხორციელებული ზედაპირით, სადაც იცვლება სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე. დედამიწის ქერქს ფენებრივი აგებულება აქვს. ლითოსფეროს ზედაპირის არასისწორე — უთანაბრობა აპირობებს მის რელიეფს, რომლის მთავარი ელემენტებია კონტინენტური მასივები და ოკეანური ღრმულები. ქერქის ფენებს ოკეანეებისა და კონტინენტების ფარგლებში სხვადასხვაგვარი სიმძლავრე და აგებულება აქვს. ამასთან დაკავშირებით გამოყოფენ დედამიწის ქერქის ოკეანურ, კონტინენტურ და შუალედ ტიპებს. დედამიწის ქერქი შედგება დანალექი, გრანიტული და ბაზალტური ფენებისაგან. ლითოსფეროს ზედა ნაწილს დანალექი ქანები წარმოადგენს, ის წყვეტილია, ფარავს დედამიწის ზედაპირი დაახლოებით 75% და აქვს დაახლოებით 10—15 კმ. მაქსიმალური სიმძლავრე. ქვევით SiO<sub>2</sub>-ით მდიდარი გრანიტული ფენა ძირითადად შედგება გრანიტებისა, გნეისებისა და სხვა მაგმური და მეტამორფული ქანებისაგან. ეს ფენა კონტინენტებზე 15—20 კმ. სიმძლავრეს აღწევს, ხოლო ოკეანეების ქვეშ ძლიერ მცირდება, ან სულ არ არის. მაგალითად მცირედ ან თითქმის არ არის წყნარი, ინდოეთისა და ატლანტის ოკეანეების ქვეშ. ვაკე-დაბლობი რაიონების ქვეშ გრანიტული ფენის სიმძლავრე ყველგან დაახლოებით 10 კმ-ია, მაღალი ქედების ქვეშ გრანიტული ფენის სიმძლავრე 50 კმ-მდე აღწევს. გრანიტული ფენის ქვევით არის ბაზალტური ფენა, იგი SiO<sub>2</sub>-ით ღარიბი ფუძე ქანებისაგან შედგება, ეს ფენა გვხვდება როგორც კონტინენტების, ისე ოკეანეების ქვეშ. კონტინენტების დაბლობ მხარეებში ბაზალტური

ფენის სიმძლავრე 30 კმ-მდეა მაღალი ქედების ქვევით—10—15 კმ. გრანიტულ და ბაზალტურ ფენებს შორის საზღვარს კონრადის ზედაპირს უწოდებენ.

გრანიტული და ბაზალტური ფენები ქმნის სიალის გარსს (სილიციუმისა და ალუმინის სიჭარბით). სიალურ გარსში ხშირად დედამიწის ქერქს გულისხმობენ. ამ შემთხვევაში დედამიწის ქერქის სიმძლავრე მაღალი ქედების მხარეებში 50—70 კმ იქნება, ხოლო კონტინენტებზე დაბლობ ადგილებში—30—40 კმ. სიალის ფენის ქვევით, სადაც სიგრძივი სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე 8 კმ. სექ-მდე აღწევს, უნდა გვქონდეს  $SiO_2$ -ით ღარიბი და რკინითა და მაგნიუმით მდიდარი ულტრაფუძე ქანები (პერიდოტიტები, პიროქსენიტები, ღუნიტები, ეკლოგიტები). ეს სფერო მთლიანად ფარავს მთელს დედამიწას, მისი სიმძლავრე 1200 კმ-ია.

ლითოსფეროს ჰყოფენ აგრეთვე სამ თერმოდინამიკურ სფეროდ: ზედა ნაწილში — გამოფიტვის ქერქი, დაბალი წნევითა და ტემპერატურით, 0,5—0,8 კმ. სიმძლავრით; მეტამორფიზმის მხარე — სიღრმის გადიდებისთან ერთად წნევა და ტემპერატურა დიდდება, ამასთან, დაკავშირებით იცვლება ქანების მინერალური შედგენილობა, სიღრმესაკენ (20—25 კმ) მყარი ნივთიერებანი გადადიან „ნახევრად თხევად“ დინებად მდგომარეობაში მაგმატურ გეოსფეროში.



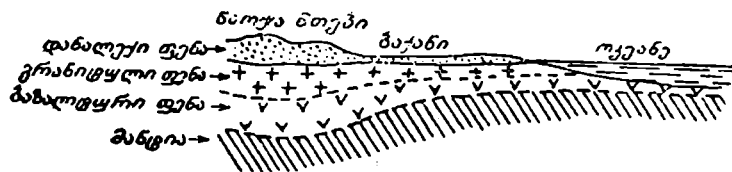
სურ. 1. გეოსფეროები

### ღედამიწის მანტია

ქერქქვეშა გეოსფერო სხვადასხვა სახელწოდებას ატარებს: რადგანაც „სიალს“ ქვევით მაგნიუმმიანი მინერალები და ქანები (პერიდოტიტები, პიროქსენიტები, ღუნიტები, ეკლოგიტები) ქარბობს. ბ. გუტენბერგი და გ. ლინკი ამ გეოსფეროს „სიმას“ (სილიციუმი—მაგნიუმი) უწოდებენ, ვ. გოლდშმიდტი — „ქვის“ ან „ეკლოგიტურ“ სფეროს, ზოგჯერ ქერქქვეშა სუბსტრატს ან შუალედ გეოსფეროს, პერიდოტიტულ გეოსფეროს (ა. ფერსმანი), ზოგჯერ — ბარისფერს (მჩიკე სფეროს). ამჟამად საყოველთაოდ მიღებული ტერმინია „მანტია“. იგი დიდი სიმძლავრის გეოსფეროა. აქ ნივთიერება მყარ მდგომარეობაშია. მთლიანად ფარავს დედამიწის ბირთვს და მდებარეობს 8—8½ კმ-დან 2900 კმ-მდე სიღრმეებში.

კ. ბულენის მონაცემებით ნივთიერებათა შედგენილობისა და მდგომარეობის მიხედვით მანტია B, C და D ზონად იყოფა. B ზონა 400 კმ სიღრმემდე ვრცელდება, როგორც სეისმური ტალღების გავრცელებიდან ჩანს, ეს ზონა არაერთგვაროვანია, მანტიის ზედა ნაწილში, ქერქის მსგავსად, აღნიშნულია ფენებრივობა. გულისხმობენ, რომ ზონის არაერთგვაროვნება არ არის გამოწვეული ნივთიერებათა შედგენილობის ცვლილებებით, არამედ გამოხატავს ტემპერატურითა და წნევით გამოწვეულ დრეკად თვისებათა რყევას, შედგენილობის მეორეხარისხოვანი ცვლილებების პირობებში. C ზონა ანუ გოლიცინის ფენა 400-დან 900—1000 კმ-მდე ვრცელდება. სეისმური სიჩქარისა და სიმკვრივის სწრაფი ზრდა მიუთითებს ნივთიერებათა როგორც შედგენილობის, ისე მდგომარეობის ცვლილებებზე. D ზონა 1000-დან 2900 კმ-მდე ვრცელდება, აქ სეისმური სიჩქარე ნელა იზრდება, შესაძლებელია მისი თავისებურებანი აიხსნას ერთგვარი შედგენილობისა და მდგომარეობის პირობებში სიღრმისაკენ წნევის გადიდებით. ვ. ბელოუსოვი მანტიას ჰყოფს ორად: ზედა და ქვედა, B და C ზონებს მიაკუთვნებს ზედა მანტიას, ხოლო D ზონას—ქვედა მანტიას.

ზედა მანტია შედგება ოლივინისა (Mg, Fe) SiO<sub>3</sub> და პიროქსენის (Mg, Fe) SiO<sub>3</sub> ტიპის რკინა მაგნეზიალური სილიკატებისაგან, ამ შედგენილობასთან ახლოსაა ქვიანი მეტეორიტები. აქ მთავარ როლს თამაშობს ელემენტები Si, Fe, Mg, შედარებით ნაკლებს—ქრომი, ამიტომ ზედა მანტიას ქროფესიმასაც უწოდებენ. ქვედა მანტიაში არსებით როლს თამაშობს ნიკელი, ამიტომ მას ნიფესიმას სახელწოდებით აღნიშნავენ. ვარაუდობენ, რომ ნივთიერებათა თვისებების ცვლილება გამოწვეული უნდა იყოს მათი სტრუქტურის, კერძოდ ატომური კავშირების ცვლილებებით. ვ. ნაგნიცკის მიხედვით მანტიის ზედა ნაწილში ჰარბობს ნივთიერებათა ქიმიური კავშირის იონური ტიპი, ხოლო მის ქვედა ნაწილში — ატომური ანუ კოვალენტური ტიპი.



სურ. 2. დედამიწის ქერქის აგებულება (გოლდშმიდტის, ბადინგტონისა და ბულენის მიხედვით).

ყოველგვარი ცნობები ღედამიწის ბირთვის შესახებ ჭერჭერობით ვარაუდებს ეყრდნობა. ბირთვი ღედამიწის სფეროს ცენტრალური ნაწილია. იგი ვრცელდება 2900 კმ სიღრმიდან ღედამიწის ცენტრამდე. მისი რადიუსი დაახლოებით 3500 კმ-ია, ფიზიკური თვისებებით ბირთვი მკვეთრად განსხვავდება მანტიისაგან. სიგრძივი სეისმური ტალღები ბირთვის საზღვარზე განიცდის გარდატეხას, ნაწილი აირეკლება. განივი ტალღები როგორც თხევად გარემოში, ისე აქაც არ ვრცელდება.

გამოანგარიშებით ღედამიწის ბირთვის სიმკვრივე უნდა შეესაბამებოდეს დიდი წნევის ქვეშ მყოფი რკინის სიმკვრივეს, ამიტომ მკვლევარები ფიქრობენ, რომ ბირთვი შედგება რკინა და ნიკელისაგან (NiFe).

ამჟამად გამოთქვამენ მოსაზრებას ბირთვის სილიკატური შედგენილობის შესახებ, რომელიც იმყოფება გამკვრივებულ „მეტალიზებულ“ მდგომარეობაში. ვარაუდობენ, რომ ბირთვი არ შედგება მარტო რკინისაგან, რომ რკინა აქ უფრო მცირეა, ვიდრე მანტიაში, წნევის გავლენით აქ ატომები განიცდის დაშლას და კარგავს ელექტრონებს, 5 000 მეტრს სიღრმეზე ნივთიერებათა მდგომარეობა იცვლება, ცენტრისაკენ გვაქვს სუბბირთვი ანუ შინაგანი ბირთვი. ვარაუდობენ, რომ გარეთა ბირთვში ნივთიერება თავისი ფიზიკური მდგომარეობით ახლოს უნდა იყოს თხევად მდგომარეობასთან. ჭეკობსის თეორიული გამოანგარიშებით 2900—5100 კმ. სიღრმეზე ნივთიერება უნდა იმყოფებოდეს მდნარ მდგომარეობაში, ხოლო უფრო დიდ სიღრმეზე, დიდი წნევისა და ატომების ელექტრული გარსების მოწყვეტის გამო, ნაწილაკები ერთმანეთს უახლოვდებიან უფრო მეტად, ამიტომ ნივთიერება აქ უფრო შეკუმშულია და უნდა იმყოფებოდეს მყარ მდგომარეობაში.

ვ. ვერნადსკის დასაშვებად მიაჩნდა ღედამიწის ცენტრში მეტალური ბირთვის არსებობა, სადაც უნდა ქარბობდეს რკინის ფერი მაგნიტური სახესხვაობა. ა. ფერსმანი კარაულობდა, რომ ბირთვი შედგება მეტალური რკინისაგან, ნიკელის, კობალტის და სხვა მეტალების მიზარევებით.

## ლეღამიწის ქაჩის შეღვენილობა

ზოგადი ცნობები ვინერალთა უმასხვა

მინერალი ეწოდება ქანებისა და მადნების შემადგენელ ბუნებრივ ქიმიურ ნაერთს ან თავისუფალ ელემენტს, რომელიც წარმოიქმნება ღედამიწის ქერქში ან მის ზედაპირზე მიმდინარე რთული

ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების შედეგად. ამჟამად 2000-ზე მეტი მინერალია ცნობილი, ხოლო სახესხვაობებთან ერთად მათი ოაოდეწობა შეიღიათასს აღწევს. აქედან შედარებით ფართოდაა გავრცელებული 450 მინერალი, მათ შორის 50-მდე მინერალი ქანთშმშენია. ბუნებაში მინერალები, ჩვეულებრივ, მყარ მდგომარეობაში გვხვდება, ცნობილია თხევადი მინერალები (ნაეთობი, ვერცხლისწყალი), გაზისებრივ მინერალებს მიეკუთვნება გოგირდწყალბადი, ნახშირბჟევა გაზი და სხვ.

მინერალები გვხვდება კრისტალების, კრისტალური აგებულების უწყესო ფორმის მარცვლოვანი ან მთლიანი მასების სახით. ცნობილია ამორფული მინერალებიც.

ბუნებაში მინერალთა ნაწილი კრისტალურ მდგომარეობაში გვხვდება. კრისტალი ეწოდება ბუნებრივ ან ლაბორატორიულ პირობებში მრავალწახნაგის სახით წარმოქმნილ მყარ სხეულს. კრისტალის ზედაპირი შემოფარგლულია სიბრტყეებით ანუ წახნაგებით, წიბოებითა და წვეროებით. შემდგომ აღმოჩნდა, რომ კრისტალისათვის წახნაგები არ არის მისი აუცილებელი ნიშანდობლივი დამახასიათებელი თვისება, რადგან კრისტალური ნივთიერებანი ხშირად გვხვდება არაწესიერი ფორმის გროვებისა და მარცვლების სახით. კრისტალური ნივთიერების ძირითად დამახასიათებელ ნიშან-თვისებას კრისტალში ატომებისა და იონების წესიერი განლაგება შეადგენს. სივრცებრივი გისოსი (მესერი) კრისტალური ნივთიერების გეომეტრიულ აგებულებას გამოხატავს. კრისტალთა რეალურ სტრუქტურებში სივრცებრივი გისოსის კვანძების ადგილი უჭირავს ატომებს, იონებს, ან ატომთა და იონთა ჯგუფებს. ამგვარად, კრისტალი არის მყარი სხეული, სადაც ნაწილაკები (ატომები, იონები, მოლეკულები) კანონზომიერადაა განაწილებული. კრისტალური ნივთიერებისათვის დამახასიათებელია ერთგვაროვნება, ანიზოტროპობა და წახნაგებით შემოფარგვლის უნარი. კრისტალებისაგან განსხვავებით ამორფული სხეულები ხასიათდება ატომების უწყსრიგო განლაგებით.

კრისტალში ერთგვაროვანი წახნაგების, წიბოებისა და კუთხეების წესიერ გამეორებას მრავალწახნაგის სიმეტრია ეწოდება. კრისტალის სიმეტრიას განსაზღვრავს სიმეტრიის სამი ელემენტი: სიმეტრიის სიბრტყე, სიმეტრიის ღერძი და სიმეტრიის ცენტრი. სიმეტრიის სიბრტყე (P) ეწოდება წარმოსახვით სიბრტყეს, რომელიც კრისტალს ჰყოფს ორ თანაბარ ნაწილად, ეს ნაწილები ერთმანეთს ისე შეესაბამება, როგორც საგანი თავის გამოსახულებას სარკეში. სიმეტრიის ღერძი (L) ეწოდება წარმოსახვით ხაზს, რომლის ირგვლივ კრისტალის 360°-ით შემობრუნებისას წესიერად მეორდება მისი შიშობღარ-

გვლელი ელემენტები. ე. ი. სივრცეში კრისტალი რამდენჯერმე იმეორებს თავის საწყის მდგომარეობას. კრისტალებში შესაძლებელია სიმეტრიის მე-2, მე-3, მე-4 და მე-6 რიგის ლერძები. სიმეტრიის ცენტრი (C) ეწოდება კრისტალის შიგნით წარმოსახვით წერტილს, რომლის მიმართ ერთსა და იმავე მანძილზე დაშორებული ურთიერთსპირისპირო და პარალელული წახნაგებია განლაგებული.

კრისტალის სიმეტრიის ამ ელემენტების ერთობლიობას სიმეტრიის სახე ანუ კლასი ეწოდება. მსგავსი ნიშნების მიხედვით ცნობილია სიმეტრიის 32 კლასი. სიმეტრიის ეს კლასები გაერთიანებულია 7 ჯგუფად (ჰექსაგონალური, ტეტრაგონალური, ტრიგონალური, რომბული, მონოკლინური, ტრიკლინური), რომელთაც სისტემები ანუ სინგონიები ეწოდება.

კუბური სინგონია ხასიათდება სამი ურთიერთპერპენდიკულარული და თანაბარი კოორდინატული ლერძით. სრულწახნაგოვანი კლასის ფორმებისათვის დამახასიათებელია  $3L_4$ ,  $4L_3$ ,  $L_6$ , C, 9P. ჰექსაგონალურ სინგონიას ახასიათებს ერთი მე-6 რიგის სიმეტრიის ლერძი, ხოლო სრულწახნაგოვან ფორმებს— $L_6$ ,  $6L_2$ , C, 7P.

ტეტრაგონალურ სინგონიას ახასიათებს ერთი მეოთხე რიგის სიმეტრიის ლერძი, სრულწახნაგოვანი ფორმებისათვის —  $L_4$ ,  $4L_2$ , C, 5P.

ტრიგონალურ სინგონიას მიეკუთვნება კრისტალები, რომელთაც ერთი მესამე რიგის სიმეტრიის ლერძი აქვს, სრულწახნაგოვანი ფორმებისათვის დამახასიათებელია  $L_3$ ,  $3L_2$ , C, 3P. რომბულ სინგონიას ახასიათებს სამი ურთიერთპერპენდიკულარული და არათანაბარი კოორდინატული ლერძი, სრულწახნაგოვანი კლასის ფორმების სიმეტრიის ელემენტებია  $3L_2$ , C, 3P.

მონოკლინური სინგონიის კრისტალებში სამი არათანაბარი სიგრძის კოორდინატული ლერძი გადაკვეთის წერტილში ორ მართ და ერთ ბლაგვ ან მახვილ კუთხეს გვაძლევს. სრულწახნაგოვანი კლასის სიმეტრიის ელემენტებია  $L_2$ , C, P.

ტრიკლინური სინგონიის კრისტალებში სამი არათანაბარი კოორდინატული ლერძი ურთიერთშორის ირიბ კუთხეებს ჰქმნის. მიეკუთვნება ასიმეტრიული კრისტალები, რომელთაც მხოლოდ სიმეტრიის ცენტრი აქვს.

კრისტალთა გარეგანი ფორმა და ფიზიკური თვისებები განისაზღვრება ნაწილაკების სივრცეში განლაგებით, სივრცობრივი მესერის ტიპით ნაწილაკების განლაგების შეცვლით, იცვლება ნივთიერებათა გარეგანი ფორმა და ფიზიკური თვისებები. მოვლენას, როდესაც ერთი და იგივე ქიმიური შედგენილობის ნივთიერებანი გვაძლევს სხვადასხვა სტრუქტურას კოლიმორფიზმი ეწოდება. ნივთიერება



სხვადასხვა თერმოდინამიკურ პირობებში გვაძლევს ორ ან რამდენიმე მოდიფიკაციას, რომელთაც აქვთ ერთნაირი ქიმიური შედგენილობა, მაგრამ განსხვავებული ქიმიური და ფიზიკური თვისებები.

კრისტალური აგებულების ბევრი მინერალისათვის დამახასიათებელია ქიმიური შედგენილობის და მის შესაბამისად ფიზიკური თვისებების კანონზომიერი ცვალებადობა, ამ შემთხვევაში მინერალის კრისტალური სტრუქტურა ერთნაირი რჩება. ამ მოვლენას იზომორფიზმი ეწოდება. იგი გამოწვეულია ქიმიური ელემენტების უნარით. ანალოგიური (ახლობელი) შედგენილობის და კრისტალური სტრუქტურის ქიმიურ ნაერთებში შეცვალონ ერთიმეორე. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება ერთგვაროვანი კრისტალური სტრუქტურის ნივთიერებათა შედგენილობის უწყვეტლივ ცვალებადი ნარევი — იზომორფული რიგი ანუ მყარი ხსნარები. იზომორფიზმის მაგალითს წარმოადგენს პლაგიოკლაზები.

### მინერალუკის ფიზიკური თვისებები

მინერალთა განსაზღვრა შეიძლება მათი თვისებებით. კრისტალური ფორმის გარდა მინერალების მნიშვნელოვან დიაგნოსტიკურ თვისებებს მიეკუთვნება: სიმაგრე, ფერი, ელვარება, გამჭვირვალობა, ტკეჩადობა, მონატეხი, კუთრი წონა, მაგნიტიანობა და სხვა.

ს ი მ ა გ რ ე. გარეგანი მექანიკური ზემოქმედებისადმი წინააღმდეგობის გაწევის უნარს მინერალის სიმაგრეს უწოდებენ. იგი დამოკიდებულია მინერალის ნაწილაკებს შორის შეკიდულობის ძალაზე. მინერალთა სიმაგრე იზრდება კრისტალთა სივრცობრივ მესერში ატომთა შორის მანძილების შემცირებასთან ერთად. მინერალოგიაში სიმაგრის ეტალონად მიღებულია 10 მინერალი, ისინი დალაგებულია სიმაგრის ზრდის მიხედვით (მოოსის სკალა).

მინერალთა სიმაგრის ზუსტი განსაზღვრა წარმოებს სპეციალური ხელსაწყოებით — სკლერომეტრებით.

ტ ა ბ უ ლ ა 5

მინერალთა შეფარდებითი სიმაგრე მოოსის სკალით და აბსოლუტური სიმაგრე

მინერალი	სიმაგრე მოოსის სკალით	აბსოლუტური სიმაგრე კგ/მმ <sup>3</sup>	მინერალი	სიმაგრე მოოსის სკალით	აბსოლუტური სიმაგრე კგ/მმ <sup>3</sup>
ტალკი	1	2,4	ორთოკლაზი	6	795
თაბაშირი	2	35	კვარცი	7	1120
ჯალსიტი	3	109	ტოპაზი	8	1427
ფლორიტი	4	189	კორუნდი	9	2060
აპატიტი	5	536	ალმასი	10	10060

ფერი. მინერალთა ფერი ძირითადად დამოკიდებულია ქიმიურ შედგენილობაზე. ქრომოფორებზე — შეფერვის მატარებელ ელემენტებზე: Ti, V, Mn, Cr, Fe, CO, აგრეთვე MO, W და მექანიკურ მინარეებზე. მინერალთა სახელწოდება ხშირად ფერთან არის დაკავშირებული, ქლორიტი — მწვანე, ალბიტი — ალბუს — თეთრი, როდონიტი — როდონ — ვარდისფერი, ჰემატიტი — ჰემატოს — სისხლი და ა. შ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ქრომოფორები შედის მინერალის ქიმიურ შემადგენლობაში, მინერალთა შეფერვას იდიოქრომატულს უწოდებენ, მაგალითად მწვანე ზურმუხტი, წითელი ლალი. ქრომოფორები მინერალებში ზოგჯერ მონაწილეობს უცხო მექანიკური მინარეების სახით და იწვევს შეფერვას, რომელიც ქიმიურ შედგენილობაზე არ არის დამოკიდებული. ამით აიხსნება ერთი და იგივე მინერალის სხვადასხვაგვარი ფერი. მაგალითად უფერო კვარცმა შეიძლება მიიღოს იისფერი (ამეთისტი), ლიმონისფერი (ციტრინი), შავი ფერი (მორიონი) და ა. შ. მინერალთა ასეთ შეფერვას ალოქრომატულს უწოდებენ. ზოგიერთი მინერალისათვის დამახასიათებელია ფსევდოქრომატული შეფერვა, რაც გამოწვეულია სხვადასხვაგვარი სინათლის ეფექტით, მეტწილად ინტერფერენციის მოვლენით. ფსევდოქრომატიზმი დამახასიათებელია ლაბრადორიტისათვის. ძირითადი შეფერვის გარდა, მინერალის თხელ ზედაპირულ ქერქს აქვს დამატებითი შეფერვა, რომელსაც ყალბას უწოდებენ. მინერალის ზედაპირი თითქოს ფერს იცვლის სინათლის სხივების დაცემის კუთხესთან დაკავშირებით (მაგ. ქალკოპირიტი). რადგან ფერთან შედარებით ხაზის ფერი უფრო მუდმივია, ამიტომ დიაგნოსტიკისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მინერალის ფხვნილის ფერს ანუ ხაზის ფერს. ხშირად მინერალის ფერი განსხვავდება ხაზის ფერისაგან. პირიტი — მოყვითალო ფერისაა, ხაზის ფერი შავი. მინერალის ფხვნილის ფერის განსაზღვრისათვის მას გაუსვამენ მოუქიქავ ფაიფურის ფირფიტაზე („ბისკვიტზე“), მინერალთა მნიშვნელოვანი ნაწილი მასზე ტოვებს ხაზს.

ელვარება დამოკიდებულია ზედაპირიდან სინათლის სხივის არეკვლისა და მინერალზე დაცემული სინათლის სხივის გარდატეხის მაჩვენებელზე. მინერალებს შორის არჩევენ მეტალურ და არამეტალურ ელვარებას. მეტალური ელვარება ახასიათებს არაგამჭვირვალე შავი ფერის ხაზის მქონე მინერალებს, როგორც, მაგალითად, ოქროს, ტყვიას, ქალკოპირიტს, ანთიმონტს და ა. შ. არალითონური ელვარების შემდეგ სახეებს არჩევენ: ალმასური — ძლიერი ელვარება, გამოწვეულია სინათლის სხივის შინაგანი არეკვლით (ალმასი, სფალერიტი), მინისებრი — დამახასიათებელია გამჭვირვალე მინე-

რალეებისათვის (მთის ბროლი, კალციტი, ფლორიტი): ცხიმური ... მინერალი ცხიმწასმულსა ჰგავს, ზედაპირი ხორკლიანია (ნეფელინი, ვარდის კვარცი); აბრეშუმისებრი ახასიათებს წვრილბოჭკოვანი აგებულების მინერალებს (აზბესტი, სელენიტი); სადაფისებრი — მინერალის ზედაპირი ერთიმეორეში ცისარტყელასებრ გარდამავალი ფერებით ხასიათდება.

გ ა მ ქ ვ ი რ ვ ა ლ ო ბ ა არის მინერალის სინათლის სხივების შუქგამტარობის უნარი. არჩევენ გამქვირვალეს (მთის ბროლი, ქვამარილი), საიდანაც კარგად ჩანს საგნები. ნაჯერად გამქვირვალე, საიდანაც შეიძლება შევამჩნიოთ მხოლოდ საგნის კონტურები, შუქგამტარს, სადაც საგნების გარჩევა შეუძლებელია (მინდვრის შპატები) და გაუმქვირვალე მინერალებს, მაგალითად მეტალები და სხვ.

ტ კ ე ჩ ა დ ო ბ ა. ზოგიერთი მინერალის უნარს, გააობით წარმოშვას განსაზღვრული მიმართულების ბრტყელი ზედაპირი, ტკეჩადობა ეწოდება. ტკეჩადობის სიბრტყეების მიმართულება მკიდრო კავშირშია მინერალის კრისტალურ ფორმასთან. პრაქტიკულად არჩევენ ტკეჩადობის შემდეგ სახეებს:

ი დ ე ა ლ უ რ ი — ქარსები, ქლორიტი, სრული — კალციტი, ქვამარილი, საშუალო — ბარიტი, მინდვრის შპატი, არასრული — აპატიტი, ოლივინი, სუსტი — კვარცი, კორუნდი. ტკეჩადობა მხოლოდ კრისტალური აგებულების მინერალთათვისაა დამახასიათებელი, ამორფულ მინერალებს ტკეჩადობა არა აქვთ.

მ ო ნ ა ტ ე ხ ი ეწოდება მინერალის ზედაპირს, რომელიც მიიღება მინერალის არატკეჩადობის სიბრტყეებით დამტკიცებისას არჩევენ მონატეხის შემდეგ სახეებს: ნიუარისებრი — მონატეხის ზედაპირი მოგვაგონებს ნიუარის შინაგან ზედაპირს: კვარცი, მთის ბროლი. ჰემატიტი, ხიწვისებრი — ახასიათებს ბოჭკოვან მინერალებს, მიწისებრი — მქისე, მქრქალ მინერალებს (კაოლინიტი, ლიმონიტი), მარცვლოვანი — მინერალთა აგრეგატებს. მინერალები, რომელთაც ახასიათებს ტკეჩადობა, ორი მიმართულებით ხასიათდება საფეხურისებრი მონატეხით (მინდვრის შპატები), თუ მინერალის ზედაპირი დაფარულია მცირე ზომის კაუქებით, მონატეხს კაუქისებრს ეწოდებენ: ხალასი ოქრო, ვერცხლი, სპილენძი.

კ უ თ რ ი წ ო ნ ა — ცვალებადობს 0,8-დან (ოზოკერიტი) 22-მდე (ოსმიუმიანი ირიდიუმის ჯგუფის მინერალი სისერტსკიტი). კუთრი წონის მიხედვით მინერალებს პირობით სამ ჯგუფად ჰყოფენ: მსუბუქი 2,5-მდე (გრაფიტი, თაბაშირი, ქვამარილი), საშუალო 2,5—4-მდე (კვარცი, მინდვრის შპატი) და მძიმე 4-ზე მეტი (მალნეული მინერალები, თავისუფალი მეტალები და სხვ.).

მაგნიტურობა. ზოგიერთი მინერალი მაგნიტური თვისებით ხასიათდება. სუსტი პარამაგნიტური თვისების მინერალებს მაგნიტი ადვილად იზიდავს (პიროტინი). ფერომაგნიტური თვისების მინერალები (მაგნეტიტი, ნიკელიანი რკინა) თვითონ მაგნიტია და მიიზიდავს რკინის მსუბუქ ნივთებს.

გემო დამახასიათებელია ადვილ ხსნადი მინერალებისათვის (მარილებისათვის): ჰალიტს აქვს მლაშე გემო, სილინს — მწარე მლაშე. სოდას — ტუტე, შაბს — მკავე და ა. შ.

#### კრისტალური აბრეგატების მორფოლოგია

მინერალები იშვიათადაა ცალკეული კრისტალების (მონოკრისტალების) სახით, ხშირად გვხვდება მარტივი და პოლისინთეტური მრჩობლების სახით, როდესაც ერთგვაროვანი კრისტალები კანონზომიერად არის შეზრდილი ერთმანეთთან. კრისტალებს გარდა გვხვდება ფარულ კრისტალური აგრეგატები და კოლოიდური მასები. მინერალური აგრეგატებიდან უმნიშვნელოვანესია მარცვლოვანი აგრეგატები. კრისტალური მარცვლებითაა აგებული სრულკრისტალური მაგმური ქანები და მრავალი მინერალი. აქვე შეიძლება გავარჩიოთ ფურცლისებრი ან ქერცლისებრი, ბოჭკოვანი, სვეტისებრი, ნემსისებრი მტევანისებრი, თირკმლისებრი, მინისებრი და სხვ. აგრეგატები.

ღრუზები კრისტალთა შენაზარდია (ჭგუფია), რომელთა ერთი ბოლო საერთო ფუძეზეა მიმაგრებული, ხოლო მეორე ბოლო თავისუფალია (მთის ბროლი), წარმოიქმნება ქანების სიცარიელებში. დენდრიტები ანუ მცენარის ტოტისმაგვარი ფორმები წარმოადგენს მრავალრიცხოვან კრისტალთა შენაზარდებს ერთ სიბრტყეში. წარმოიშობა წვრილ ნაპრალებში ან ბლანტ გარემოში მინერალთა სწრაფი კრისტალიზაციის დროს.

კონკრეციები სფერული ფორმის დანაგროვებია. ხსნარიდან გამოყოფილი ნივთიერება რაიმე ცენტრის (ქვიშა, შლამი და სხვ.) ირგვლივ გროვდება, ამის შესაბამისად იზრდება ცენტრიდან პერიფერიისაკენ (ფოსფორიტი, პირიტი). სეკრეციებში ანუ ყეოდებში, პირიქით, მინერალის ზრდა წარმოებს სიცარიელის კედლებიდან ცენტრისაკენ (ამეთისტი). ოლითები ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული კონცენტრიული აგებულებით, ხშირად აქვს ნაჭუჭისებრი, ან რადიალური — სხივოსნური აგებულება. ოლითები წარმოიქმნება კოლოიდური, ქიმიური და ბიოქიმიური წარმოშობის ნალექებში, ზომა — 0,05—მმ-დან 5—10 მმ-დე. ნადენი ფორმები წარმოიქმნება ქანების სიცარიელებში კოლოიდური ხსნარებიდან (გელი), ნადენ ფორმებს შეეკუთვნება სტალაქტიტები, სტალაგმიტები, მინის თავი, თირკმლი-

სებრი აგრეგატები. მათთვის დამახასიათებელია კონცენტრულ-ნაკუქისებრი აგებულება.

### მინერალულის გენეზისი

მინერალების წარმოქმნა დაკავშირებულია გეოლოგიური პროცესების დროს მიმდინარე გეოქიმიურ რეაქციებთან. მინერალები სხვადასხვა გზით წარმოიქმნება. მათი წარმოქმნის პროცესები ორ ჯგუფად იყოფა: ენდოგენური და ექზოგენური, გამოყოფენ მეტამორფულ გზასაც.

მინერალების წარმოქმნის ენდოგენური პროცესები მიმდინარეობს დედამიწის ქერქის სიღრმეში, მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში. მინერალები გამოიყოფა მდნარი მაგმის კრისტალიზაციის დროს. ამ შემთხვევაში მინერალები წარმოიშობა საწყისი მაგმიდან და კრისტალიზაციის დროს ნარჩენი მაგმური მდნარიდან. კრისტალიზაციის ამ სტადიებს შეესაბამება საკუთრივ მაგმური და პეგმატიტური პროცესის მინერალები. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში ვლდებულობთ ორი ან რამდენიმე მინერალის წესიერად ორიენტირებულ შენაზარდებს — ორთოკლაზითა და კვარცით.

მინერალთა წარმოშობა მიმდინარეობს მაგმიდან გამოყოფილი გაზებიდან — აქროლადი კომპონენტებიდან, ამ გაზების გვერდით ქანებზე ურთიერთმოქმედების შედეგად. მინერალების წარმოშობის ამ პროცესს პნევმატოლიტური ეწოდება. ამ შემთხვევაში ერთი მინერალის მეორით ჩანაცვლების მოვლენას პნევმატოლიტურ-მეტასომატურ პროცესს უწოდებენ.

მაგმის დიფერენციაციის ბოლო ფაზაში მდნარიდან გამოყოფილი წყლის ორთქლი და გაზები, დედამიწის ქერქის ღრმა ზონებში დიდი წნევის გამო, განიცდის კონდენსაციას და ცხელ წყალხსნარებში ვადადის. ამ ხსნარებიდან გამოიყოფა ჰიდროთერმული მინერალები. მინერალთა წარმოშობის პნევმატოლიტური და ჰიდროთერმული პროცესები ხშირად ერთად მიმდინარეობს.

მინერალთა წარმოქმნა მიმდინარეობს ქანების მეტამორფიზმის დროსაც, როდესაც ქანები გადაკრისტალდება მყარ მდგომარეობაში მაღალი ტემპერატურის, დიდი წნევისა და მაგმის მიერ გამოყოფილი აქროლადი კომპონენტების გავლენით.

ექზოგენური წარმოშობის მინერალებს მიეკუთვნება გამოფიტვის ქერქის მინერალები, ხსნარებიდან გამოყოფილი ქიმიური წარმოშობის მინერალები და ორგანიზმების ცხოველმოქმედებით წარმოქმნილი ბიოგენური მინერალები.

მინერალების კლასიფიკაციას სხვადასხვა პრინციპი უდევს საფუძველად (გენეტიკური, გეოგრაფიული, გამოყენების მიხედვით და სხვ.). მაგრამ მინერალების კლასიფიკაციის წამყვან ფაქტორს წარმოადგენს მათი ქიმიური შედგენილობა.

მინერალების ძირითადი კლასებია: თავისუფალი ელემენტები, სულფიდები, უანგეულები, ჰალოიდები, უანგბადიან მკვავათა მარილები — კარბონატები, ნიტრატები, ფოსფატები, სილიკატები.

### თავისუფალი ელემენტები

დედამიწის ქერქში თავისუფალ მდგომარეობაში ცნობილია 50-მდე ქიმიური ელემენტი (მასში შედის ბუნებრივი გაზები O, N, H, H<sub>2</sub> და სხვ.). ისინი 80-მდე მინერალურ სახეს გვაძლევენ და შეადგენენ დედამიწის ქერქის 0,1%-ზე ნაკლებს. წარმოდგენილია როგორც მეტალებით (Au, Ag, Cu, Pb და სხვ.) ისე არამეტალებით (ალმასი, გრაფიტი, გოგირდი). ცნობილია ზოგიერთი ელემენტის რამდენიმე პოლიმორფული სახესხვაობა: ალმასი, გრაფიტი, α და β გოგირდი და სხვ. თავისუფალი ელემენტები ბუნებრივ პირობებში ქიმიური ინერტულობით ხასიათდება, მათი მეტი ნაწილი პირველადი წარმოშობისაა, ასეთია მაგალითად ალმასი, პლატინა, ოქროს მნიშვნელოვანი ნაწილი და სხვ. ისინი უშუალოდ მაგმიდან ან ხსნარებიდანაა გამოყოფილი. მეორადი წარმოშობის უფრო რთული მინერალები ქიმიური რეაქციების პროდუქტებს წარმოადგენს. თავისუფალ ელემენტებს აქვს მაღალი კუთრი წონა. შედარებით დაბალი სიმკვრივე, მეტწილს ახასიათებს კარგი ქედვადობა, სითბოსა და ელექტროობის კარგი გამტარობა. არ ახასიათებს ტყეჩადობა, ხასიათდება იზომეტრული კრისტალებით, სამრეწველო ბუდობები მეტწილად ქვიშრობთანაა დაკავშირებული.

ა ლ მ ა ს ი — C. სახესხვაობები — ბორტი, კარბონადო, გათლილი ალმასი — ბრილიანტი. სინგონია — კუბური, ფერი — უფერო. წყლისებრ გამჟვირვალე, მტრედისფერი, ლურჯი, რუხი, შავი. ელვარება — ძლიერ ალმასური, სიმკვრე — 10, კ. წ. 3,5. დიაგნოსტიკური ნიშნები — სიმკვრე, ელვარება. წარმოშობა — მაგმური, პნევმატოლიტური, მეორადი საბადოები — ქვიშრობები. გამოყენება — პირველი კლასის ძვირფასი ქვაა. მცირე ზომის ალმასებს იყენებენ ტექნიკური მიზნებისათვის. ბუდობები — იაკუტიის ასსრ-ში, სამხრეთ აფრიკაში, ბრაზილიაში, ინდოეთში.

გ რ ა ფ ი ტ ი — C. სახესხვაობები — გრაფიტითი, შუნგიტი. სინგო-

ნია—ჰექსაგონალური. აგრეგატები: ფურცლისებრი, ქერცლისებრი. მკვრივი მასები. ფერი — რკინისებრ-შავი, ფოლადისფერ-ნაცრისფერამდე, ელვარება—მეტალური ან მკრთალი, ხაზის ფერი—შავი. სიმაგრე—1, კ. წ. 2,09—2,2, დიაგნოსტიკური ნიშნები—მცირე სიმაგრე. მკვებში არ იხსნება, ხელს სერის. წარმოშობა—მაგმური, ქვანახშირის ბუდობების მეტამორფიზმის გზით. გამოიყენება ტივლების წარმოებაში, ელექტრომეტალურგიაში, მანქანების საცხებ მასალად, ფანქრის წარმოებაში. ბუდობები — ბურიატ-მონღოლეთში (ალიბერი), კრასნოიარსკის მხარეში (ტურუხანის რაიონი), უკრაინაში (ბაბენკოვასა და ვოლიანაიას აუზი).

გოგირდი — S. სინგონია რომბული აგრეგატები მკვრივი, ფხვნილისებრი, მიწისებრი მასები, იშვიათად ნადენი თირკმლისებრი ფორმები. ფერი—ყვითელი, ელვარება—წახნაგებზე ალმასისებრი. მონატენზე — ცხიმოვანი. სიმაგრე — 1—2, დიაგნოსტიკური ნიშნები—ფერი, დაბალი სიმაგრე. ელვარება. წარმოშობა—თაბაშირისა და სხვა გოგირდოვანი ნაერთების დაშლით, ვულკანური, იშვიათად ბიოქიმიური. გამოიყენება—კაუჩუკის ვულკანიზაციისათვის, გოგირდმკვას მისაღებად, სოფლის მეურნეობაში, მედიცინაში, სამხედრო საქმეში და სხვ. საბადოები — უზბეკეთის სსრ-ში (შორ-სოუს, გაურდაკი), თურქმენეთის სსრ-ში (ყარაყუმი). სიცილიაში, აშშ-ში (შტატები — ტეხასი და ლუიზიანა).

ოქრო — Au. სახესხვაობა ელექტრუმი. სინგონია — კუბური. აგრეგატები — უსწორმასწორო მარცვლები, ფურცლისებრი და ქერცლისებრი მასები. ფერი — ყვითელი, ელვარება — ძლიერ მეტალური, სიმაგრე—2,5—3 კ. წ. 15,6—18,3. დიაგნოსტიკური ნიშნები: ფერი, ელვარება, დაბალი სიმაგრე, ჰედეადობა. მაკალი კუთრი წონა; არ იყენება. წარმოშობა — ძირითადად ჰიდროთერმული, მეორადი ბუდობები — ქვიშრობებში. გამოიყენება — ძირითადად სავალუტო მეტალი, იყენებენ კბილის საექიმო ტექნიკაში, საიუველირო საქმეში, ზუსტი ხელსაწყოებისათვის. საბადოები — ბერეზოვსკში (ურალი), დარასუნში (ზაბაიკალიე), ციმბირში, შორეულ აღმოსავლეთში, ალისკაში, ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკაში და სხვ.

#### სულფიდები

სულფიდებიდან ცნობილია 200-მდე მინერალი, რომელიც ძირითადად  $H_2S$ -ის მარილებს წარმოადგენს. მიუხედავად იმისა, რომ სულფიდები შეადგენს დედამიწის ქერქის მხოლოდ 0,15%, სახალხო მეურნეობისათვის მას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მასთანაა დაკავშირებული ფერადი მეტალების (Pb, Zn, Cu, Hg, As, Mo, Sb

და სხვ.) მნიშვნელოვანი ბუდობები. სულფიდების მეტი ნაწილი ჰიდროთერმული წარმოშობისაა. მისთვის დამახასიათებელია მაღალი კუთრი წონა, შედარებით დაბალი სიმკვრივე, მეტწილად მეტალური ელვარება. დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილებში, გამოფიტვის ზონაში სულფიდები იყანგება, იშლება და გადადის ჯერ ადვილად ხსნად სულფატებში, შემდეგ ჰიდროქსიდებში, ჟანგებში, კარბონატებში და სხვა ნაერთებში. სულფიდების გარდაქმნით გამოფიტვის ზონაში გროვდება მეორადი მინერალები, განსაკუთრებით რკინის ჰიდროქსიდი, გამოფიტვის ეს პროდუქტები „რკინის ქუდის“ სახელწოდებითაა ცნობილი.

**პ ი რ ი ტ ი** — (ვოგირდის ალმადანი)  $FeS_2$ . სინგონია — კუბური, აგრეგატები მთლიანი მასები, ჩანაწინწყლები, სფერული კონკრეციები, ფერი — თითბრისფერი — ყვითელი, ხაზისფერი — მურა ან მომწვანო — შავი, ელვარება — მეტალური, სიმკვრივე — 6—5.5, კ. წ. 4,9—5,2. დიაგნოსტიკური ნიშნები — კრისტალების წახნაგების დახაზულობა, ფერი, სიმკვრივე, წარმოშობა — ჰიდროთერმული. მაგმური, დანალექი, გამოყენება — ძირითადი ნედლეულია გოგირდმქაფას მისაღებად. საბადოები — ურალში, (ბერეზოვსკი, კარაბაში, კრასნოურალსკი, კალატი, დეკტიარკა), აზერბაიჯანის სსრ-ში ჩირაგიძორის ბუდობი, ესპანეთში — რიო ტინტო.  $FeS_2$ -ის მეორე პოლიმორფულ სახესსვობას მარკაზიტი ეწოდება — კრისტალდება რომბულ სინგონიაში.

**ქალკოპირიტი** —  $CuFeS_2$ , სინგონია — ტეტრაგონალური, აგრეგატები მკვრივი მასები, ჩანაწინწყლები, თირკმლისებრი აგრეგატები. ფერი — ყვითელი, ელვარება — მეტალური, სიმკვრივე 3—4. კ. წ. 4,1—4,3. დიაგნოსტიკური ნიშნები — თითბრისფერ ყვითელ ფერს ზედაპირზე გადაჰკრავს მოლურჯო იისფერი. წარმოშობა — მაგმური, ჰიდროთერმული, გვხვდება დანალექ ქანებშიც. გამოყენება — სპილენძის ყველაზე გავრცელებული მადანია. საბადოები — ყაზახეთში ჯეზკაზგანში, კოუნრადში, სომხეთში (ზანგეზური, ალავერდი), საქართველოში, მადნეული: კანადაში, სელბერი, სამხრეთ აფრიკაში — ბუმველი.

**გ ა ლ ე ნ ი ტ ი** —  $PbS$ . ტყვიის კრიალა. სინგონია — კუბური, აგრეგატები: მთლიანი მასები, დრუზები, იშვიათად თირკმლისებრი ფორმები, ფერი — ნაცრისფერი, ელვარება — მეტალური, სიმკვრივე — 2—3, კ. წ. 7,4—7,6. ტყეჩადობა სრული, დიაგნოსტიკური ნიშნები — მაღალი კუთრი წონა, ელვარება. წარმოშობა — ჰიდროთერმული, პნევმატოლიტური. გამოყენება — ტყვიის მნიშვნელოვანი მადანია. საბა-



დოები — ზაბაიკალიეში, ნერჩინსკში, ალტაიში (ყარათაუ), საქართველოში — კვაისა, მადნეული, აშშ-ში შტატი — მისური, კანადა — სულივანი.

კინოვარი — (სინგური)  $H_2S$ , კუბური — მოდიფიკაცია — მეტაცინბარიტი, სინგონია — ჰექსაგონალური, აგრეგატები მთლიანი მასები და ჩანაწინწყლები. ფერი — წითელი, ხაზის ფერი — წითელი, ელვარება — აღმასისებრი ან ნახევრად მეტალური. სიმაგრე 2 — 2,5, კ. წ. 8—2, დიაგნოსტიკური ნიშნები: ფერი, მაღალი კუთრი წონა, დაბალი სიმაგრე. ვერცხლისწყლის ერთადერთი მადანია. საბადოები — ნიკიტოვკაში (დონბასი), საქართველოში — აფხაზეთსა და რაჭაში.



სურ. 3. კინოვარის კრისტალის მრჩობლი. ტალახიანის (რაჭა) საბადოდან.

რეალგარი —  $AsS$ , სინგონია — მონოკლინური, აგრეგატები: მარცვლოვანი, მიწისებრი. მკერივი, ფერი — წითელი, ხაზის ფერი ნარინჯისებრ-ყვითელი, ელვარება — აღმასური, ახალმონატეხზე — ცხიმოვანი. სიმაგრე 1,5—2. კ. წ. 3,4. წარმოშობა ჰიდროთერმული, გვხვდება ვულკანის კრატერის კედლებზე თავისუფალ გოგირდთან ერთად. გამოყენება — დარიშხანის მადანია. საბადოები — რაჭაში — ლუხუმი, კოდისძირი, საკაურა, აშშ-ში — იუტასა და ნევადას შტატებში.

### ქანგეულეზი

ქანგეულეზი და ჰიდროქანგეულეზი შეადგენს დედამიწის ქერქის 17%. ეს კლასი ორ ჯგუფად იყოფა: სილიციუმის ქანგეულეზი და ჰიდროქანგეულეზი და მეტალების (რკინა, ალუმინი, მანგანუმი, ქრომი, კალა და სხვ.) ქანგეულეზი და ჰიდროქანგეულეზი.

ქანგეულეზი წარმოიქმნება სხვადასხვა გეოლოგიურ პირობებში: მაგმური, ჰიდროთერმული, მეტამორფული, მეტასომატური პროცესების დროს, აგრეთვე ეკზოგენური პროცესებით (დაქანგვის ზონაში). ზვერი ქანგეული მნიშვნელოვანი სასარგებლო ნამარხია, წარმოადგენს ძვირფას და ტექნიკურ ქვებს (კორუნდისა და კვარცის სახესხვაობანა), რკინის, მარგანეის, ალუმინის, ქრომის, კალის და სხვა მეტალთა მადნებს.

კვარცი —  $SiO_2$  სახესხვაობა — მთის ბროლი, კარგად დაკრისტალებული, გამჭვირვალე, ამეთისტი — იისფერი — მთის ბროლი.

რაუხტოპაზი — კვამლისფერი. მორიონი — შავი ფერის, ციტრინი ლიმონისებრ-ყვითელი ფერის კრისტალები. ჩვეულებრივი კვარცი არაგამჟვირვალე, თეთრი ან ნაცრისფერი მინერალია. ფერისა და აღნაგობის მიხედვით გამოირჩევა რძის კვარცი — რძისებრ თეთრი და მკვრივი, ვარდის კვარცი — ვარდისებრ-წითელი, მკვრივი. სინგონია — ტრიგონალური, აგრეგატები — მკვრივი, კრისტალურ მარცვლოვანი, შენაზარდები, ღრუხები, ყეოდები და სხვ. ელვარება მინისებრი, სიმაგრე 7,5, კ. წ. 2,5—2,6. დიაგნოსტიკური ნიშნები — კრისტალური ფორმები, მაღალი სიმაგრე, ნიქარისებრი მონატეხი. ტექნადობის უქონლობა. წარმოშობა — მაგმური, ჰიდროთერმული. მეტასომატური, პნევმატოლიტური, მეტამორფული, ჰიპერგენული (ზედაპირული). გამოყენება — საიუველირო-სანახელავო ქვა, ოპტიკური ხელსაწყოებისათვის, ქიმიური ჭურჭლებისათვის, რადიოტექნიკაში — პიეზოელექტრული ფირფიტების დასამზადებლად, მედიცინაში — ულტრაიისფერი სხივებით მკურნალობისათვის, მინისა და კერამიკულ წარმოებაში და სხვ. საბადოები ურალში (მურზინკა, ლიპოვკა, შაიტანსკოე), უკრაინაში (ვოლინი), სადაც ნაპოვნი იქნა კვარცის 10 ტონა წონის და 2,7 მ სიგრძის კრისტალი, ზაბაიკალიეში (ადუნჩილონის ქედი), საქართველოში (ყაზბეგი, რაჭა, სვანეთი), ბრაზილიაში (მინას-ჟერაის), ალპებში: მადაგასკარში, ცეილონში, ბირმაში.



სურ. 4. ახალციხის აქატი

ქ ა ლ ც ე დ ო ნ ი —  $\text{SiO}_2$ , კვარცის ფარულ-კრისტალური სახესხვაობაა. საკუთრივ ქალცედონის სახესხვაობანია: აქატი—ზოლიანი ქალცედონი, ქრიზოპრატი—ვაშლისებრ მწვანე, ეშმა—მდიდარი მინარევეებით სხვადასხვა ფერისა, სარდიონი — წითელი, ყავისფერი — სარდერი, კაჟი — ქვიშის, თიხისა და სხვა ნაწილაკების მინარევეებით. აგრეგატები—მკვრივი, ნადენი, თირკმლისებრი, ხშირად ავსებს უფოდებს, გვხვდება მინდალინების სახით. ელვარება — მინისებრი, ცხიმოვანი, სიმაგრე—6,5—7, კ. წ. 2,5, წარმოშობა: ზედაპირულ პირობებში ქანების ბზარებში, გადახურებული და ცივი წყალსნარებიდან, აგრეთვე სილიკატების დაშლით. ფერადი სახესხვაობანი ნახევრად ძვირფასი და სანახელავო ქვებია, მეტალურგიაში ფეროსილიციუმის გამოსადნობად. აქატს იყენებენ მანქანებისა და აპარატების ისეთი ნაწილებისათვის, რომლებსაც სჭირდება განსაკუთრებული სიმაგრე.

მ ა გ ნ ე ტ ი ტ ი — (მაგნიტური რკინა),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , სახესხვაობა ტიტან-მაგნეტიტი, ქრომ-მაგნეტიტი, სინგონია — კუბური, აგრეგატები — მთლიანი, მკვრივი, მარცვლოვანი მასები, ჩანაწინწყლები. ქვიშების სახითაც, ფერი — რკინისებრ-შავი, ხაზისფერი — შავი, ელვარება — ნახევრად მეტალური, სიმაგრე — 5,5—6, კ. წ. 4,9—52. დიაგნოსტიკური ნიშნები — მსგავსი მინერალებისაგან (ქრომიტი, ჰემატიტი, გეტიტი) განსხვავდება ხაზის ფერთა და მაგნეტიზმით. წარმოშობა — მაგმური, ჰიდროთერმული, კონტაქტურ-მეტასომატური, ზედაპირულ ქვიშებში. გამოყენება — რკინის მნიშვნელოვანი მადანია (რკინის რაოდენობა 72,4 %). საბადოებია კურსკის მაგნიტური ანომალია, ურალში (მთა მაგნიტნაია, ვისოკაია, ბლაგოდატი) უკრაინაში (კრივოი როგი), აზერბაიჯანში (დაშკესანი), საქართველოში — შავი ზღვის სანაპიროს მაგნიტური ქვიშა (ურეკში); აშშ-ში (ზემო ტბის რაიონი), შვეციაში (კირუნაჰარა და ლიუფოსაჰარა).

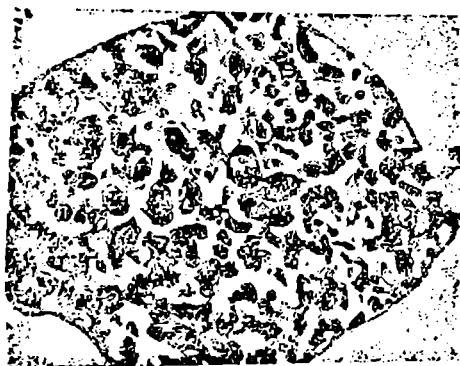
ჰ ე მ ა ტ ი ტ ი —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , სახესხვაობა—რკინის ელვარება, რკინის ვარდი, რკინის ქარსი, წითელი რკინაქვა. სინგონია—ტრიგონალური, აგრეგატები—მკვრივი, ფარულ-კრისტალური მასები, ფურცლოვანი და ქერცლოვანი, აგრეთვე ნადენი და ჩანაწინწყლები. ფერი — წითელი. რკინისებრ-შავი, ფოლადისებრ-ნაცრისფერი, ხაზის ფერი ალუბლისებრ-წითელი. ელვარება — ნახევრად მეტალური. სიმაგრე 5,5—6, კ. წ. 5,0—5,3. დიაგნოსტიკური ნიშნები — რკინის სხვა მინერალებისაგან განსხვავდება ხაზის ფერთ, დიდი სიმაგრით. წარმოშობა — მაგმური, ჰიდროთერმული, პნევმატოლიტური, დინამომეტამორფული, გვხვდება კრისტალურ ფიქლებში. გამოყენება — რკინის უმნიშვნე-

ნელოვანესი მადანია. საბადოები—კრივოი როგში, კურსკის მაგნიტური ანომალია, ურალში, საქართველოში (ბოლნისის რაიონი—ფოლადაურა), აშშ-ში (ზემო ტბების რაიონი), რუმინეთში, კუნძულ ელბაზე და სხვ.

**კ ო რ უ ნ დ ი** —  $Al_2O_3$ , სახესხვაობა — წითელი ლალი, ლურჯი საფირონი, უფრო — ლეიკოსაფირონი, მწვანე — აღმოსავლეთის სმარაგდი (ზურმუხტი), ყვითელი — აღმოსავლეთის ტოპაზი, იისფერი — აღმოსავლეთის ამეთისტი. სინგონია — ჰექსაგონალური, აგრეგატები — წერილმარცვლოვანი, მთლიანი მასები, პეგმატიტებში გნეისებში, ფიქლებსა და სხვა ქანებში — კრისტალების სახით ქვიშრობებში. ფერი — მომწვანო, მოყვითალო, ნაცრისფერი, მოლურჯო. სიმაგრე—9, კ. წ. 3,9—4,1, ელვარება — მინისებრი. დიაგნოსტიკური ნიშნები — სიმაგრე, კრისტალური ფორმები — წარმოშობა მაგმური, კონტაქტური, რეგიონული მეტამორფიზმის გზით, მეორადი — გვხვდება ქვიშრობებში. გამოყენება—სააბრაზივე მასალაა. გამოქვირვალე სახესხვაობანი ძვირფას და ნახევრად .ძვირფას ქვებს წარმოადგენს. საბადოები: ურალში, (კიშტიმი, ილმენის მთები), ყაზახეთში (სემიბუგი), ბირმაში, ინდოეთში.

**პ ი რ ო ლ უ ზ ი ტ ი** —  $MnO_2$ , სინგონია—ტეტრაგონალური აგრეგატები, მთლიანი მარცვლოვანი, მიწისებრი, ფარულკრის-

ტალური ოლითური, ფერი და ხაზის ფერი—შავი, ელვარება ნახევრად მეტალური, ან მქრქალი, სიმაგრე 1—6, კ. წ. 4,7—5,0. დიაგნოსტიკური ნიშნები — შავი ფერი, ხელს სერის წარმოშობა — ზღვიური და ნალექი, იშვიათად—პიდროტერმული. გამოყენება — მარგანეცის მნიშვნელოვანი მადანია. საბადოები: უკრაინაში. საბადოები: უკრაინაში. საბადოები: უკრაინაში.



სურ. 5. ქიათურის საბადოს მადნის ცოთ-ერთი „მწვარი“, პიროლუზიტი.

ინაში. (ნიკოპოლი), საქართველოში (ქიათურაში), ინდოეთში, დას. აფრიკაში.

## ჰალოიდები

ჰალოიდები წარმოადგენს ჰალოიდ-წყალბადოვან მკვავათა მარილებს. ამ კლასიდან ცნობილია 120-მდე მინერალი, ეს მინერალები მეტწილად გამჟვრეველია, ახასიათებს დაბალი სიმკვრე, მინისებრი ელვარება. მეტი ნაწილი წყალში კარგად იხსნება, ასევე, მეტწილად წარმოადგენს ქიმიურ ნალექებს, გვხვდება ჰიდროთერმული, მაგმური და პნევმატოლიტური წარმოშობის მინერალებიც.

ამ კლასიდან განსაკუთრებული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ჰალიტს, სილვისს და ფლუორიტს.

**ჰ ა ლ ი ტ ი** — (ქვამარილი)  $\text{NaCl}$ , სინგონია — კუბური, აგრეგატები — მარცვლოვანი, მკვრივი, ბოჯოვანი. ფერი — თეთრი, ხშირად ნაცრისფერი, ვარდისფერი. ელვარება — მინისებრი. სიმკვრე 2,5. კ. წ. 2,1—2,2, ტყეჩადობა სრული. დიაგნოსტიკური ნიშნები — მლაშე გემო, წყალში ადვილად იხსნება, მსგავსი სილვისისაგან განსხვავდება ფერითა და გემოთი. წარმოიშობა ტბებსა და ლავუნებში ქიმიური დალექვის გზით. გამოიყენება კვებისა და ქიმიურ მრეწველობაში, ტყავის წარმოებაში, მედიცინაში, მეტალურგიაში და სხვ., საბადოები — არტემოვსკში, ილეცაია ზაშიჩტაში, (ყაზახეთში), ელტონისა და ბასკუნჩაის ტბებში ჩრდილო ინდოეთში და სხვ.

**ფ ლ უ ო რ ი ტ ი** — (მდნობი შპატი)  $\text{CaF}_2$ , სინგონია კუბური, აგრეგატები — მთლიანი მასები, იშვიათად მიწისებრი მასები, ჩანაწინწკლები. ფერი — უფერო, წყლისებრ გამჟვრეველი. მინარეცების გამო ყვითელი, მტრედისფერი, მწვანე, იისფერი, ვარდისფერი, მუქი ნაცრისფერი, ელვარება მიწისებრი. სიმკვრე—4, კ. წ. 3,2, წარმოშობა — ჰიდროთერმული, იშვიათად პნევმატოლიტური, აუფრო იშვიათად — ჰიპერგენული. გამოიყენება მეტალურგიაში — მდნობად. ფტოროვანი პრეპარატების დასამზადებლად. საბადოები — არხანგელსკის ოლქში. ზაბაიკალიეში, უზბეკეთში, ტაჯიკეთში, ყაზახეთში, უკრაინაში, ინგლისში. აშშ-ში.

## კარბონატები

კარბონატები ანუ ნახშირმკვავა მარილები დიდი გავრცელებით სარგებლობს ლითოსფეროს ზედა ნაწილში; დანალექ ქანებში განსაკუთრებით გავრცელებულია  $\text{Ca}$  და  $\text{Mn}$ -ის კარბონატები, ისინი წარმოქმნიან მონომინერალურ ქანებს (კირქვა, დოლომიტი, მარმარილო). მინერალთა ეს კლასი დედამიწის ქერქის 1,7% შეადგენს. კარბონატები ხასიათდება დაბალი (მცირე) სიმკვრით, არამეტალური ელვარებით. კარბონატების უმრავლესობა ექზოგენური წარმოშობისაა. მეტწილად გამოფიტვისა და სედიმენტაციის პროდუქტებს წარმოადგენს. მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი ენდოგენური გზით წარმოიქმნება, ცნო-

ბილია ორგანოგენული წარმოშობის კარბონატებიც. სხვა მინერალე-  
ბისაგან განსხვავებით კარბონატებისათვის დამახასიათებელია მარილ-  
მჟავასთან რეაქცია. ბევრ კარბონატს აქვს პრაქტიკული მნიშვნელო-  
ბა, როგორც რკინის, თუთიის, ტყვიის, სპილენძის და სხვა მეტალების.  
შემცველ მადანს.

**კ ა ლ ც ი ტ ი** —  $\text{CaCO}_3$ , სახესხვაობა — ისლანდიის შპატი. სინ-  
გონია — ტრიგონალური, აგრეგატები — ფირფიტოვანი, ნადენი,  
დრუზები, ოლითური, მკვრივი, სხივოსნური. ფერი — თეთრი,  
ნაცრისფერი, ყვითელი, მტრედისფერი, გამკვირვალე, ელვარება —  
მინისებრი, სიმაგრე — 3, კ. წ. 2,6—2,8, ტყეჩადობა — სრული, დი-  
აგნოსტიკური ნიშნები — სხვა კარბონატებისაგან განსხვავებით მძაფ-  
რად დულს მარილმჟავას მოქმედებით, ახასიათებს ტყეჩადობა რომ-  
ბოდრის მიშართ. წარმოშობა — ჰიდროთერმული, კონტაქტურ-მეტა-  
სომატური, წყლის აუზებში დალექვის გზით. კალციტი არის უმნიშვნე-  
ლოვანესი შემადგენელი ნაწილი დანალექი (კირქვა, კირქვის ტუ-  
ფი) და მეტამორფული (მარმარილო) ქანებისა. გამოყენება — ის-  
ლანდიის შპატს იყენებენ ოპტიკაში. საბადოები: კალციტი საყოველ-  
თაო გავრცელებით სარგებლობს. ბუდობები: უკრაინაში, იტალი-  
აში და სხვ.

**მ ა გ ნ ე ზ ი ტ ი** —  $\text{MgCO}_3$ , სინგონია — ტრიგონალური, აგრეგა-  
ტები — მარცვლოვანი, მკვრივი ან მიწისებრი. ფერი თოვლივით თეთ-  
რი. მოყვითალო, მონაცრისფრო. ელვარება — მინისებრი. სიმაგრე —  
4—4,5 კ. წ. 2,9—3,1. ტყეჩადობა სრული. დიაგნოსტიკური ნიშ-  
ნები — მსგავსი მინერალებიდან — ცარცისა და კაოლინისაგან განირ-  
ჩევა სიმაგრით. დოლომიტისაგან — ოპტიკური და ქიმიური თვისე-  
ბებით. წარმოშობა — მაგნიუმის სილიკატების გამოფიტვით, მეტასო-  
მატური ჩანაცვლებით, ფუძე მაგმური ქანების მეტამორფიზმით.



სურ. 6. მალაქიტი (გაკრიალებული  
ზელაპირი).

გამოყენება ცეცხლგამძლე  
აგურის დასამზადებლად, ქი-  
მიურ მრეწველობაში. საბადო-  
ები — ურალში (სატკინსკი,  
ბაკალი, ხალილოვო), ავსტრია-  
ში, ჩეხოსლოვაკიაში, ჩინეთში.

**მ ა ლ ა ქ ი ტ ი** —  $\text{CuCO}_3$ .  
 $\text{Cu(OH)}_2$  სინგონია — ზონოკ-  
ლინური, აგრეგატები. — ნადე-  
ნი, რადიალურ-ბოჭკოვანი,  
თირკმლისებრი, მტევნისებრი,  
მიწისებრი ანუ სპილენძის  
მწვანე. ფერი — მწვანე, ხაზის

ფეოი — ძკრთალი მწკანე, ელვარება — მინისებრი აღმასისებრანდე. სიმაგრე—3,5—4, კ. წ. 4,0. დიაგნოსტიკური ნიშნები — ფერი, აგრე-გატები ა ფორმები. წარმოიშობა სულფიდების დაქანგვით. გალიეენე-ბა — აააა. ელავო ქვად, სპილენძის ძადაი. საბადოები — უთალში (მედნორუდინსკი, გუმიშევსკი) აფრიკაში.

### სულფაზაი

სულფატები წარმოადგენს ტუტე და ტუტე მიწა მეტალების გო-გირდქავა მარილებს. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ უწყლო და წყლიან სულფატებს. ბუნებაში ეს მინერალები გვხვდება კრისტალების, მარცვლოვანი მასების, ბოჭკოვანი, მიწისებრი აგრეგატების სახით. ხასიათდება მცირე სიმაგრით, სულფატების მნიშვნე-ლოვანი ნაწილი წყალში ადვილად იხსნება. მინერალთა ამ კლასის მეტი ნაწილი ჰიპერგენული წარმოშობისაა. ზღვებსა და ტბებში წყლის ინტენსიური აორთქლებით გამოიყოფა სულფატები (მეტწილად კალციუმისა და ნატრიუმის). ცნობილია ჰიდროთერმული წარმოშო-ბის სულფატიც (ბარიტი). მრავალი სულფატი დაქანგვის ზონის მი-ნერალია, ცნობილია ვულკანურ პროდუქტებშიც.

ბ ა რ ი ტ ი —  $BaSO_4$ ,  
 სინგონია — რომბული,  
 აგრეგატები მკერივი,  
 მარცვლოვანი, ფა-  
 რულკრისტალური, სა-  
 ვარცხლისებრი, მიწი-  
 სებრი. ფერი — თეთ-  
 რი, ვარდისფერი, წი-  
 თელი, ცისფერი, მწვა-  
 ნე, მტრედისფერი.  
 მუქი ნაცრისფერი, შა-  
 ვი. ელვარება — მინი-  
 სებრი. სიმაგრე—3—  
 3,5, კ. წ. 4,3—4,7. წარ-  
 მოშობა — ჰიდროთერ-  
 მული, მცირე რაოდე-  
 ნობით გვხვდება დანა-  
 ლექ ქანებშიც გამო-  
 იყენება საღებავი ლი-  
 ტოპონის თეთრას და-  
 5. ვ. ზუზბაია



სურ. 7. ბარიტის კრისტალების სავარცხლი-  
 სებრი აგრეგატი. ლაძგვერია — ლეკეფიტას  
 საბადო.

სამზადებლად, რეზინისა და ქალაღის წარმოებაში, ქიმიური მრეწველობის მრავალ დარგში. საბადოები — უკრაინაში, ყაზახეთში, საქართველოში — ოკრიბაში, რაქა-ლეხუშში, ცხენისწყლის ხეობაში, სვანეთში, აფხაზეთში, ბოლნისის რაიონში, ინგლისში, გერმანიაში.

თ ა ბ ა შ ი რ ი' —  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , სახესხვაობა — ალებასტრი, სელეტინი, სინგონია — მონოკლინური. აგრეგატები — წვრილკრისტალური, მარცვლოვანი, ბოქვოვანი, ფირფიტისებრი ან ფურცლოვანი. ფერი — თეთრი. რუხი, ვარდისფერი, მურა, უფერო, გამჭვირვალე, ელვარება — მინისებრი, ტყეჩადობა — კარგი. სიმაგრე 2. კ. წ. 2, 3 დიაგნოსტიკური ნიშნები — რბილია, ფრხილით იხაზება, ტყეჩადია. წარმოშობა — გვხვდება დანალექ ქანებს შორის, როგორც წყლის ჩაქეტილი აუზების ქიმიური ნალექი და მადნეული ბუდობების გამოფიტვის ზონაში, წარმოიქმნება აგრეთვე ანჰიდრიტის ჰიდრატაციით. გამოიყენება საშენ მასალად, არქიტექტურაში, ქანდაკებაში, მედიცინაში, სოფლის მეურნეობაში და სხვ. საბადოებია: ურალის დასავლეთ ფერდობებზე, ბაშკირეთის ასსრ-ში, თათართა ასსრ-ში, ჩრდილო კავკასიაში, საქართველოში (სალომინაო, ხუდონი, ოქუმი, ტყვარჩელი, წყალთბილა, გდრ. აშშ და სხვ.).

### სილიკატები

სილიკატებს მიეკუთვნება 800-მდე მინერალი, სილიკატები შეადგენს დედამიწის ქერქის 75%, ბოლო კვარცთან ერთად 87%. სილიკატები წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს ქანთშეშენ მინერალებს როგორც მავური, ისე დანალექი და მეტამორფული ქანებისათვის. სილიკატები გვადლევს მნიშვნელოვან სასარგებლო ნამარხებს (აზბესტი, კაოლინი, თიხები, ქარსები, მინდვრის შპატები, თალკი და სხვ.). ძვირფას და სანახლავო ჭეჭებს (ზურმუხტი, ტოპაზი, აკვამარინი, ტურმალინი, ნეფრიტი და სხვ.). სილიკატებისათვის დამახასიათებელია შედარებით დაბალი კუთრი წონა, დიდი სიმაგრე და მინისებრი ელვარება. სილიკატებს განიხილავენ, როგორც პიპოთეტური მყავების — ორთოსილიციუმის —  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , მეტასილიციუმის —  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , პიროსილიციუმის —  $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  და სხვა მყავათა მარილებს.

ამჟამად სილიკატების კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს კრისტალოქიმიური აგებულება, სივრცობრივი კრისტალური გისოსის (მესრის) ტიპები. ყველა სილიკატის ძირითადი სტრუქტურული ერთეული არის ჯგუფი, რომელიც შედგება სილიციუმის ერთი ატომისა (იონისა) და ჟანგბადის ოთხი ატომისაგან (იონისაგან). სილიციუმი მოთავსებულია ტეტრაედრის ცენტრში. ასეთი სილიციუმი ქანგბადო-

<sup>1</sup> ძველი ბერძნული სახელწოდებაა გიპსი.



ვანი ტეტრაედრების ერთ-ერთ განლაგებასთან დამოკიდებულებით სილიკატების კრისტალურ მესერში მიიღება სტრუქტურების სხვადასხვა ტიპი. ორმაგი ტეტრაედრული ჯგუფი საერთო ჟანგბადით გვაძლევს სტრუქტურას ახალი რადიკალით  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{2-}$ , თუ სტრუქტურაში მონაწილეობს საერთო ჟანგბადით შეერთებული სამი ან ექვსი ტეტრაედრი, ვლებულობთ რგოლისებრი რადიკალებს  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$  და  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ .

სილიციუმ-ჟანგბადიანი რადიკალების აგებულების საფუძველზე ქვემოთ მოცემულია სილიკატების კრისტალურ-ქიმიური კლასიფიკაცია.

1. იზოლირებული ჯგუფი  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ , სილიციუმ-ჟანგბადიან ნაერთებს არა აქვს საერთო ჟანგბადი, ისინი ერთმანეთს უკავშირდებიან სხვა ატომების საშუალებით;

2. იზოლირებული ჯგუფი  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{2-}$ ; აქ გვაქვს სილიციუმ-ჟანგბადიანი ტეტრაედრების განცალკევებული წყვილები, რომლებსაც ერთი საერთო ჟანგბადი აქვს;

3. სილიკატები — იზოლირებული რგოლისებრი ჯგუფით, შედგება სამი, ოთხი, ან ექვსი ტეტრაედრისაგან. მათი რადიკალებია:  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$  და  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ ,

4. უსასრულო ჯაჭვური სილიკატები წარმოადგენს განცალკევებული უწყვეტი ჯაჭვებისაგან შემდგარ სტრუქტურებს, სადაც თითოეულ ტეტრაედრს აქვს ორი საერთო ჟანგბადი. სტრუქტურის რადიკალია  $[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ;

5. უსასრულო ლენტური სილიკატები. ამ ტიპის რადიკალია  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{4-}$ ;

6. უსასრულო ფურცლოვანი სილიკატები. სილიციუმ-ჟანგბადიანი ტეტრაედრები ერთმანეთთან შეერთებით ქმნიან ტეტრაედრების ფურცლებს. მათი რადიკალია  $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$ ;

7. სილიკატები სამგანზომილებიანი გისოსით ანუ კარკასით. აქ ყველა ტეტრაედრის ჟანგბადი საერთოა, ამიტომ ის სტრუქტურაში სხვა ატომთან არ შედის. ეს შეესაბამება კვარცის სტრუქტურას, მაგრამ ტეტრაედრის ცენტრში სილიციუმის ალუმინით შეცვლის შემთხვევაში ოთხვალენტიანი სილიციუმის სამვალენტიანი ალუმინით თითოეული ჩანაცვლება იწვევს ერთი თავისუფალი ვალენტობის წარმოშობას. ამ შემთხვევაში რადიკალი იქნება  $[(\text{Si},\text{Al})\text{O}_3]^{1-}$ ;

სტრუქტურებთან მჭიდრო კავშირშია მინერალთა ფიზიკური თვისებები.

მინდერის შპატების ჯგუფი, ხასიათდება კარკასული სტრუქტურით და იყოფა ორ ქვეჯგუფად: ა) ორთოკლაზის ქვეჯგუფი:

ორთოკლაზი —  $KAlSi_3O_8$  და მიკროკლინი —  $KAlSi_3O_8$ ; ბ) პლაგიოკლაზების ქვეჯგუფი —  $NaAlSi_3O_8 \cdot CaAl_2Si_2O_8$ .

მინდერის შპატები მინერალთა ყველაზე გავრცელებული ჯგუფია, შეადგენს მაგმური ქანების მასის 60%, მეტამორფული ქანების—30%, დანალექი ქანების—12%.

ორთოკლაზი (კალიუმიანი მინდერის შპატი) —  $KAlSi_3O_8$ , სახესხვაობა: ადულარი — უფერო, გამჭვირვალე ან ნახევრად გამჭვირვალე, სანიდინი, სინგონია — მონოკლინური, ფერი — ღია ვარდისფერი, მოყვითალო, თეთრი, ხორცისფერი, წითელი, ნაცრისფერი, ელვარება — მინისებრი, სიმაგრე 6—6,5, კ. წ. 2,5. ტექჩადობა სრული. დიაგნოსტიკური ნიშნები — ფერი, არალითონური ელვარება, დიდი სიმაგრე, ტექჩადობა, მეჯეებში არ იხსნება.

ორთოკლაზი მაგმური წარმოშობისაა, იგი მეჯეე და ტუტე მაგმური ქანების უმნიშვნელოვანესი ქანთშემნი მინერალია. გვხვდება გრანიტებში, ლიპარიტებში, კვარც-პორფირებში, სიენიტებში და სხვა მაგმურ ქანებში.

მიკროკლინი —  $KAlSi_3O_8$ , სინგონია — ტრიკლინური. ფერი — თეთრი, ნაცრისფერი, წითელი, ყვითელი, მწვანე (ამაზონის ქვა), ელვარება — მინისებრი, სიმაგრე 6—6,5, კ. წ. 2,5. გარეგნულად ეს მინერალი არ განირჩევა ორთოკლაზისაგან. მიკროკლინისათვის დამახასიათებელია პოლისინთეტური და გისოსისებრი (ცხავისებრი) მრჩობლები, რაც კარგად ჩანს მიკროსკოპის ჯვარედინ ნიკოლში. წარმოშობა დაკავშირებულია მეჯეე და ტუტე ინტრუზიულ ქანებთან და პეგმატიტურ ძარღვებთან. გამოყენება — ორთოკლაზსა და მიკროკლინს იყენებენ მინის, ფაიფურის, ქაშანურის და ქიქურის დასამზადებლად. ამაზონის ქვას — სანახელავოდ.

პლაგიოკლაზები. კალციუმ-ნატრიუმიანი მინდერის შპატები ანუ პლაგიოკლაზები ალბიტის  $Na[AlSi_3O_8]$  და ანორტიტის  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  იზომორფულ ნარევეს წარმოადგენს. ალბიტისა და ანორტიტის შეფარდებითი რაოდენობის მიხედვით (ფედოროვის კლასიფიკაცია) გამოყოფენ პლაგიოკლაზების შემდეგ სახესხვაობებს:

პლაგიოკლაზის ნომერი შეესაბამება ანორტიტის მოლეკულის პროცენტულ რაოდენობას:

პლაგიოკლაზი № 55 ნიშნავს, რომ იზომორფული ნარევი წარმოადგენს ანორტიტის 55% და ალბიტის 45%; № 0—დან 30-მდე პლაგიოკლაზებს უწოდებენ — მეჯეებს, № 30—60 საშუალოს და № 60—100—ფუტქს.  $SiO_2$ -ის რაოდენობა მეჯეე პლაგიოკლაზებში მალაია (68,8%), ფუტქებში მცირდება (43,3%).

პლაგიოკლაზები თვისებებით ერთმანეთის მსგავსია. კრისტალდება

ტრიკლინურ სინგონიაში, მისთვის დამახასიათებელია პოლისინთეტური მრჩობლები, ახასიათებს ტყეჩალობა. სიმაგრე — 5,5—6, კ. წ. 2,61. (ალბიტი) — 2,76 (ანორტიტი). ფერი — თეთრი, ნაცრისფერი. მოყვითალო, მოწითალო, მომწვანო, მკავე პლაგიოკლაზები ღია ფერისაა, ფუძე მეტწილად მუქი ფერისა.

პლაგიოკლაზი ძირითადად მაგმური, ნაკლებად — მეტამორფული წარმოშობის მინერალია. დანალექ ქანებში პლაგიოკლაზები გვხვდება მაგმური ან მეტამორფული ქანების ნატეხებში. მაგმური ქანების დანაწილება მკავე, საშუალო და ფუძე ქანებად, მათში  $\text{SiO}_2$ -ის და, მასთანადამე, პლაგიოკლაზების რაოდენობაზეა დამოკიდებული. გაბროსათვის დამახასიათებელია ფუძე პლაგიოკლაზი, დიორიტისათვის — საშუალო და გრანიტისათვის — მკავე. პლაგიოკლაზი გამოფიტვით გადადის კაოლინში.

ოლივინი —  $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$  (იზოლირებული სტრუქტურა) წარმოადგენს შუალედ წევრს ოლივინის ჯგუფის ორი მინერალის ფორსტერიტისა —  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  და ფაიალიტის —  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  იზომორფული რიგებს შორის. სინგონია — რომბული, აგრეგატები — მარცვლოვანი, ფერი — ზეთისხილისებრი მწვანე, მოშავო. ზოგჯერ უფერო, მოყვითალო-მომწვანო ფერისა. გამჭვირვალე (ქრიზოლითი). ელვარება — მინისებრი, ცხიმოვანი. სიმაგრე — 6,—7, კ. წ. 3,3—3,5, წარმოშობა — მაგმური, გამოყენება — ქრიზოლითი — ნახევრად ძვირფასი ქვაა, ოლივინიან ქანებს იყენებენ ცეცხლგამძლე აგურის დასამზადებლად.

ოლივინი უმნიშვნელოვანესი ქანთშენი მინერალია — ულტრაფუძე ქანი დუნითი თითქმის (97%) ოლივინისაგან შედგება, ასევე პერიდოტიტიც ძირითადად ოლივინისაგან შედგება: ოლივინი, როგორც შემადგენელი ნაწილი, ხშირად გვხვდება მაგმურ ქანებში: გაბროში, დიაბაზში, აგრეთვე ფუძე ეფუზივების ტუფებში. საბადოები — ურალში, აღმოსავლეთ საიანში, კარელიაში, ახალ ზელანდიაში, აშშ-ში (იელოუსტონის პარკი), იტალიაში (ვეზუვის ლავაში).

ჯაკვური სილიკატები — პიროქსენები. ძლიერ გავრცელებულია მონოკლინური და რომბული სინგონიის მინერალთა ჯგუფი — უმნიშვნელოვანესი ქანთშენი მინერალები. პიროქსენებიდან მაგმურ ქანებში განსაკუთრებით გავრცელებულია ავგიტი, დიოფსიდი, დიალაგი, ენსტატიტი და ჰიპერსტენი, ეგირინ და ეგირინ-ავგიტი. გვხვდება ტუტე ქანებში (ნეფელინიანი სიენიტები, ფონოლიტები). ამფიბოლები და პიროქსენები შეადგენს მაგმური ქანების 16,8%.

ავგიტი —  $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Al})(\text{SiAl})_2\text{O}_6$  მუქი სილიკატებიდან ყველაზე გავრცელებული ქანთშენი მინერალია. სინგონია — მონოკლინური, აგრეგატები — მთლიანი მარცვლოვანი მასები, ფერი —

მომწვანო, შავი, იშვიათად მუქი მწვანე ან მურა. ელვარება — მინისებრი, სიმაგრე — 5—6; კ. წ. 3,2—3,6. ავგიტი შედის უმთავრესად ფუძე ქანების შედგენილობაში. საქართველოში გვხვდება შუა იურული და მესამეული ეოზოური ვულკანიზმის გავრცელების მხარეებში.

ამ ფიზიკური პირობებისაგან განსხვავებით ამფიბოლებში მონაწილეობს წყალი და აქროლადი (F, Cl) კომპონენტები. მნიშვნელოვანი ქანთშენი მინერალებია, განსაკუთრებით საშუალო სიმკვავის ქანებისათვის, ამ ჯგუფშიც გვაქვს რომბული და მონოკლინური სინგონიის მინერალები. ამფიბოლებიდან მაგმური ქანებისათვის უმნიშვნელოვანესი ქანთშენი მინერალია რქატყუარა.

რქატყუარა —  $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe} \dots)_4(\text{Al}, \text{Fe} \dots)[\text{SiAl}]_4\text{O}_{11}[\text{OH}]_2$ , სინგონია — მონოკლინურ-პრიზმული და სვეტისებრი კრისტალები. გვხვდება აგრეთვე მარცვლები ჩანართების სახით. ფერი — შავი, მომწვანო, მტრედისფერი, ელვარება — მინისებრი, სიმაგრე — 5,5—6 კ. წ. 3,1—3,3. ტყეჩალობა — სრული, წარმოშობა — მაგმური, როგორც ქანთშენი მინერალი, განსაკუთრებით დამახასიათებელია საშუალო სიმკვავის ქანებისათვის როგორცაა: სიენიტები, დიორიტები, გრანოდიორიტები, დიორიტ-პორფირიტები. რქატყუარა ხშირად გვხვდება მეტამორფულ ქანებში — ამფიბოლიტებში, ფიქლებსა და გნეისებში.

### ფურცლოვანი სილიკატები. კარსები

ქარსები ღედამიწის ქერქში ძლიერ გავრცელებული მინერალებია, იგი შეადგენს ღედამიწის ქერქის 3,8%, ქიმიურად წარმოადგენს ტუტე მეტალების, აგრეთვე Ca, Mg, Fe წყლიან ალუმოსილიკატებს. ქარსები კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში, აქვს მინისებრი ელვარება, ზოგჯერ სადაფისებრი, იდეალური ტყეჩალობა ერთი მიმართულებით.

ქარსები გვხვდება თხელი ფურცლებისა და ქერცლების სახით. ამ ჯგუფის უმნიშვნელოვანესი მინერალებია ბიოტიტი  $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$ , მუსკოვიტი  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}_2)$ , ფლოგოპიტი —  $\text{KMg}_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$ . ლეპიდოლითი  $\text{KLi}_2\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{F}, \text{OH}]_2$ . მინერალებს შორის ძირითადი განსხვავება ფერშია.

ბიოტიტი შავია, მურა, ან მოწითალო ელფერით, არაგამჭვირვალეა ან შუქგამტარი.

მუსკოვიტი უფეროა, ხშირად მოყვითალო, ნაცრისფერი ან მომწვანო ელფერით. მუსკოვიტის წვრილქერცლოვან სახესხვაობას სერციტი ეწოდება.

ლ ე პ ი დ ო ლ ი თ ი ვარდისფერი, მკრთალი-იისფერი, ნაკლებად თეთრი ან წითელი ფერისაა.

გამოყენება — ბიოტიტს იყენებენ ოპტიკაში, როგორც შუქ-ფილტრს; მუსკოვიტს და ფლოგოპიტს მალალი დეელექტრული თვისებების გამო იყენებენ იზოლატორად ელექტროტექნიკაში, ქარსის ფხენილს ტექნიკაში ბევრგან აქვს გამოყენება, ხოლო ლეპოდოლითიდან ლებულობენ ლითიუმს. წარმოშობა — მაგმური, პნევმატოგენური, ჰიდროთერმული, გვხვდება აგრეთვე პეგმატიტურ ძარღვებში, ქარსიანი ფიქლებისათვის, გნეისებისათვის და ზოგიერთი სხვა მეტამორფული ქანებისათვის ქარსები მთავარ ქანთშეშენ მინერალს წარმოადგენს. საბადოები — ურალში (კიშტიმი — ბერეზოვსკი, ილმენის მთები), აღმოსავლეთ ციმბირში (მამსკის რაიონი სლუდიანკა), საიანში, ბირიუსინსკში, საქართველოში (ძირულის მასივი, ვაკიჭერის პეგმატიტურ ძარღვებთან), იტალიაში, გერმანიაში, ნორვეგიაში, აშშ-ში, (პენსილვანია, მონროე), კანადაში, ბრაზილიაში.

კ ა ო ლ ი ნ ი ტ ი —  $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ , სინგონია — მონოკლინური. გვხვდება თიხისმაგვარი, წვრილმარცვლოვანი, ფხვიერი და მკვრივი აგრეგატების სახით. ფერი — თეთრი, მოყვითალო, მურა, მოწითალო, მტრედისფერი, მომწვანო ელფერი. ელვარება — მქრქალი, სიმაგრე — 1, კ. წ. 2,5—2,6, წარმოშობა — ალუმოსილიკატების გამოფიტვით. კაოლინიტის პოლიმორფული მოდიფიკაციებია: დიკიტი და ნაკიტი. ტექნიკური სახესხვაობანი — ფაიფურის თიხები, არ შეიცავენ რკინას, შედგენილობით თითქმის კაოლინისებრია. ცეცხლგამძლე თიხები, კაოლინს გარდა, შეიცავს ალუმინის ქანგის ჰიდრატებს და მცირე რაოდენობით ქარსს; საქონე და აგურის თიხები შეიცავს კვიშას, რკინის ქანგებს და სხვა მინარევებს; ყვითელი, წითელი, ყავისფერი თიხები შეიცავს რკინის ქანგებს; მათეთრებელი თიხები რთული მინერალოგიური შედგენილობისაა. კაოლინს გარდა აქ გვხვდება მონტმორინოლიტი, ბეიდელიტი და კაოლინის ჭკუფის სხვა მინერალები. მსხვილი კრისტალური კაოლინიტისაგან შემდგარ თიხებს კ ა ო ლ ი ნ ი ეწოდება. კაოლინი თიხების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი სახესხვაობაა, შეადგენს დანალექი ქანების უმთავრეს შემადგენელ ნაწილს და დიდ როლს თამაშობს დედამიწის ქერქის აგებულებაში.

ს ე რ პ ე ნ ტ ი ნ ი —  $Mg_6[Si_4O_{10}][OH]_8$ , სახესხვაობა — ანტიგორიტი მუქი მწვანე ფერის, ფურცლისებრი, ქერცლისებრი სერპენტინი; ქრიზოტილი ბოჭკოვანი; კეთილშობილი სერპენტინი ანუ ოფიტი. სინგონია — დაუდგენელია, ცნობილია ანტიგორიტის კრისტალები მონოკლინურ სინგონიაში, აგრეგატები — მკვრივი მასები, ზოგჯერ

დახლართულ-ბოქკოვანი, ფერი — მუქი-მწვანე, მურა-მწვანე, ხაზის ფერი — თეთრი ან მომწვანო, ელვარება — ცხიმოვანი ან მინისებრი. სიმაგრე — 2,5—3, კ. წ. 2,5—3. დიაგნოსტიკური ნიშნები — ფერი და შეფერილობის ცვლილება, ხშირად აზბესტის ძარღვების არსებობა. დაბალი სიმაგრე. წარმოშობა — ულტრაფუძე ქანების ჰიდროთერმული ცვლილებებით, სერპენტინიტში გადადის ოლივინი, ენსტატიტი და სხვა მეტასილიკატები. გამოიყენება (მკვრივი სახესხვაობა) სანახელოვო ქვად, მაგნიუმისანი ნაეროების მისაღებად, ცეცხლგამძლე აგურის წარმოებაში: საბადოები — ურალში, ალტაიში, აღმ. ციმბირში, ჩრდ. კავკასიაში, სომხეთში, საქართველოში (ძირულის მასივი), სამხ. აფრიკაში, კანადაში.

**აზბესტი** — სახესხვაობა — სერპენტინ-აზბესტი ან ქრიზოტილ-აზბესტი (ქიმიური შედგენილობით სერპენტინის ანალოგიურია) და ამფიბოლ-აზბესტი —  $Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}]_2 \cdot (OH)_2$ . ფერი — თეთრი, მომწვანო-ყვითელი, იშვიათად მურა; ელვარება — აბრეშუმისებრი, მინისებრი, სიმაგრე 2—3. დიაგნოსტიკური ნიშნები — სხვა მინერალებისაგან ადვილად განირჩევა პარალელურ-ბოქკოვანი აგებულებით. წარმოშობა — ჰიდროთერმულ-მეტამორფულია, ულტრაფუძე ქანებზე ცხელი წყალხსნარების მოქმედებით. გამოიყენება — აზბესტის ბოქკოებისაგან მზადდება ცეცხლგამძლე კოსტუმები, სათეატრო ფარდები, იყენებენ ელექტროტექნიკაში, ძნელად გასაცვეთ საავტომობილო სამუხრუჭო ჰაბთებისათვის, ფილტრებისათვის, ეტერნიტისა და შიფერის წარმოებაში და სხვ. საბადოები ურალში — (ბაქენოვი, ალაპაევსკი, რეუევსკი, კრასოურალი), ჩრდ. კავკასიაში (ლაბინსკი). საქართველოში (ძირულის მასივი), კანადაში, კუნძულ კიპრში, სამხრეთ აფრიკაში.

**ფელდშპატილები** — კარკასული სტრუქტურა. მიეკუთვნება ტუტე ალუმოსილიკატებს, მინდერის შპატებისაგან განსხვავდება  $SiO_2$ -ის ნაკლები და ტუტეების მეტი რაოდენობით. ქანთშენი მინერალებია, ქანებში ცვლის მინდერის შპატებს. მათ მიეკუთვნება ნეფელინი, ლეიციტი, სოდალიტი, ნოზიანი და სხვ. ნიტრატები და ფოსფორიტები განხილულია აგრამდენებთან ერთად

## დედამიწის ქერქის პეგრობრეული ველგანილობა

დედამიწის ქერქი შედგება ქანებისაგან, ანუ ქვის მასებისაგან. ქანები ქმნის დედამიწის ქერქის ნივთიერ გარემოს. ქანი ეწოდება ერთი ან რამდენიმე მინერალისაგან შემდგარ, მინერალოგიურად და ქიმიურად შეტანაკლებად ერთგვაროვან მინერალურ აგრეგატს, რომელსაც ახასიათებს გეოგრაფიული გავრცელება და წარმოადგენს

დედამიწის ქერქის შემადგენელ ნაწილს. მინერალურ აგრეგატებს კარდა გვხვდება მთლიანი ვულკანური მინისაგან შემდგარი ქანები — ობსიდიანი, პეზიტენი, პემზა. ზოგიერთი ქანი მინერალებისა და ვულკანური მინის ნარევის წარმოადგენს. ასეთებია: დაციტები, რიოლიტები და სხვ. ერთი მინერალისაგან შემდგარ ქანებს მონომინერალურს უწოდებენ. მაგალითად, მარმარილო, კვარციტი, ლაბრადორიტი; ქანს, რომელიც რამდენიმე მინერალისაგან შედგება მრავალ ანუ პოლიმინერალურს უწოდებენ. მაგალითად, გრანიტი შედგება კვარცისა, ორთოკლაზისა და ქარსისაგან. ამჟამად ცნობილია ქანების დაახლოებით ათასამდე სახე და სახესხეობა. წარმოშობის მიხედვით ქანები სამ ჯგუფად იყოფა: მაგმური, დანალექი და მეტამორფული.

ქანების პირველი ჯგუფი წარმოიქმნება მდნარი, უმთავრესად სილიკატური მასებისაგან, მაგმებისაგან, მაღალტემპერატურულ პირობებში. ქანების მეორე ჯგუფი დანალექი, მეორადი წარმოშობისაა; იგი დაბალ ტემპერატურულ პირობებში ადრე არსებული ქანების დაშლისა და დალექვის შედეგად წარმოიშობა, ხოლო მესამე ჯგუფი — მეტამორფული ქანები წარმოადგენს შემდგომი პროცესებით შეცვლილ მაგმურ და დანალექ ქანებს. ქანების გარდაქმნა ან მეტამორფიზმი ძირითადად მაღალ ტემპერატურულ პირობებში მიმდინარეობს. ქანის ერთი სახე პირობების შეცვლით შესაძლებელია მეორე სახეში გადავიდეს. მაგალითად, გრანიტი მაგმური ქანია, ზედაპირზე მისი გამოფიტვით წარმოიქმნება კვარციანი ქვიშები, თიხები და სხვა ნამსხვრევი ქანები, იგივე გრანიტი დედამიწის წიაღში მაღალი წნევისა და ტემპერატურის გავლენით გარდაიქმნება მეტამორფულ ქანებისად.

დედამიწის ქერქის ლითოლოგიური შედგენილობა (16 კმ. სიღრმემდე) დაახლოებით ასეთია % -ში:

მაგმურ ქანებს უკავია 95  
თიხა-ფიქლებს და თიხებს—4  
ქვიშაქვებსა და ქვიშებს—0,75  
ქირქვებს — 0,25.

### მაგმური ქანები

მაგმური ქანების საწყის მასას, ანუ „დედაქანს“ მაგმა ეწოდება. იგი წარმოადგენს დედამიწის შიგნეთში წარმოქმნილ გეოლოგიურად დამოუკიდებელ და დიდ სივრცულ განზომილებების მქონე, მაღალტემპერატურულ მოლეკულურ ხსნარს. მაგმა წარმოიქმნება დედამიწის ქერქის იმ ზონაში, სადაც მაღალი ტემპერატურის გამო სილიკატები

თხევად მდგომარეობაშია, მაგმის შედგენილობაში ჟანგეულებთან ერთად დიდ როლს თამაშობს აქროლადი კომპონენტები —  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  და სხვ. ეს კომპონენტები დაბლა სწევს სილიკატების დნობის ტემპერატურას და ხელს უწყობს როგორც მაგმის კრისტალიზაციას, ისე მინერალთა წარმოქმნას, ამიტომ მათ მიწერილი ზატორებს უწოდებენ. მინერალიზატორების არსებობა დასტურდება მეტამორფიზმის, მეტალოგენეზის და თანამედროვე ვულკანიზმის პროცესების შესწავლით. ვარაუდობენ, რომ მაგმა წარმოიქმნება ლითოსფეროს ქვედა ნაწილის ცალკეულ კერებში ფიზიკურ-ქიმიური წონასწორობის რღვევით (წნევის შემცირება, ტემპერატურის გადიდება და სხვ.) ისე რომ ნივთიერება, რომელიც იმყოფება მყარ მდგომარეობაში გადადის თხევად ან ბლანტ მდგომარეობაში, რომელსაც აქვს უნარი გეოლოგიური პროცესების გავლენით შეიჭრას ლითოსფეროს ზედა ზონებში, ან მიაღწიოს დედამიწის ზედაპირამდე. მაგმას, რომელიც მიაღწევს დედამიწის ზედაპირზე და კარგავს აქროლადი კომპონენტების მეტ ნაწილს, ლავას უწოდებენ. ზედაპირზე ლავის გაცივებით წარმოიქმნება ამონთხეული ანუ ეფუზიური ქანები.

მაგრამ მაგმა ყოველთვის ვერ აღწევს ზედაპირამდე. ღია ნაპრალების არარსებობის ან ენერჯის სისუსტის გამო იგი შეიძლება სიღრმეში შეჩერდეს. დედამიწის ქერქის სიღრმეში მაგმის შეჭრის პროცესს ინტრუზია ეწოდება. ამავე ცნებით შეიძლება გამოვხატოთ გეოლოგიური სხეული, რომელიც წარმოიქმნება სიღრმეში მაგმის შეჭრითა და გაცივებით. ეს იქნება ინტრუზიული სხეული ანუ მოკლედ ინტრუზივი.

დედამიწის ქერქის სიღრმეში წარმოქმნილი სხვადასხვა გაზებრივი კომპონენტებით გაჯერებული მაგმა სილიკატურ მდნარს წარმოადგენს და ძირითადად შედგება ჟანგბადის, სილიციუმის, ალუმინის, კალციუმის, მაგნიუმის ნატრიუმის, კალიუმის, წყალბადის, ნაკლებად — ტიტანის, ნახშირბადის, ფოსფორის, ქლორის და სხვ. ელემენტებისაგან, მაგრამ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება  $\text{SiO}_2$ , რომლის შედგენილობა 35—80% -ის ფარგლებში მერყეობს. ქიმიური შედგენილობით იგი ახლოსაა მაგმურ ქანებთან, იმ განსხვავებით, რომ ქანები არ შეიცავს აქროლად კომპონენტებს — გაზებსა და ორთქლს. მაგმური ქანები ქიმიური და მინერალოგიური მრავალფეროვნებით განირჩევა ერთმანეთისაგან. ამჟამად ცნობილია მაგმური ქანის 600-ზე მეტი სახე და სახესხვაობა.

პეტროგრაფების უმრავლესობას ქანების საწყისად ერთი მაგმა მიაჩნიათ და ვარაუდობენ, რომ ქანების მრავალფეროვნება საწყისი მაგმის დიფერენციაციით არის გამოწვეული. არჩევენ დიფერენცია-



ციის ორ სახეს: მაგმურს და კრისტალიზაციურს. მაგმური დიფერენციაციის თეორიის თანახმად, მაგმა გაცივების დროს იყოფა ორ ან რამდენიმე სხვადასხვა შედგენილობის ერთიმეორესთან შეურეველ მასად — მაგმად. ეს პროცესი მიმდინარეობს დიდ სიღრმეში და მაღალ ტემპერატურის პირობებში კრისტალიზაციის დაწყებამდე. კრისტალიზაციური დიფერენციაციის დროს მაგმაში გარკვეული თანამიმდევრობით მიმდინარეობს ცალკეული მინერალების — კრისტალების გამოყოფა. ამ შემთხვევაში მაგმაში კრისტალების განაწილება ხდება მათი კუთრი წონის შესაბამისად; მიმდინარეობს გრავიტაციული დიფერენციაცია. სხვადასხვა მაგმური ქანის წარმოქმნაში დიდ როლს აკუთვნებენ ასიმილაციას, ე. ი. ინტრუზიის დროს მაგმის მიერ გვერდითი ქანების გაღწობას და შეთვისებას. ასიმილაციის ჰიპოთეზის თანახმად მაგმური ქანების მრავალფეროვნება აიხსნება თხევადი მაგმის მიერ გვერდითი ქანების (უცხო მასების) შეღწობა-შთანთქმით.

მაგმური ქანების შედგენილობაში მონაწილეობს ამჟამად ცნობილი თითქმის ყველა ელემენტი, მაგრამ მათ შორის არსებით როლს თამაშობს შემდეგი ათი ქანგეული:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . მათი საერთო ჯამი მაგმური ქანების შედგენილობის 98% შეადგენს.

ტ ა ბ უ ლ ა 6

მაგმური ქანების საშუალო ქიმიური შედგენილობა (% % -ში).

ქანგეულები	კლარკისა და ვაშინგტონის მიხედვით	ფოხტის მიხედვით
$\text{SiO}_2$	59,12	64,03
$\text{Al}_2\text{O}_3$	15,34	15,71
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	3,08	2,20
$\text{FeO}$	3,80	2,66
$\text{MgO}$	3,49	3,67
$\text{CaO}$	5,08	4,64
$\text{Na}_2\text{O}$	3,84	3,51
$\text{K}_2\text{O}$	3,13	3,52
$\text{H}_2\text{O}$	3,15	—
$\text{TiO}_2$	1,05	0,60
$\text{CO}_2$	0,10	—
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,30	0,16
დანარჩენი ქანგეულები	0,50	—

ზემოთ ჩამოთვლილ ქანგეულებს გარდა მაგმურ ქანებში ზოგჯერ მცირე რაოდენობით მონაწილეობენ: S, Zn, Ba, Sr, Ni, Co, Sn, Li, Rb, AS, Sb, U, F, B, Cl, Th და სხვ. ელემენტები.

მაგური ქანების მინერალთა შორის არჩევენ მთავარ და მეორეხარისხოვან მინერალებს. მთავარს ანუ არსებითს წარმოადგენს უფრო მეტად გავრცელებული ქანთშენი მინერალები, რომელთა არსებობა განსაზღვრავს ქანის მიკუთვნებას ამა თუ იმ ჯგუფისადმი. მაგალითად, გრანიტის მთავარი მინერალებია: კვარცი, კალიუმიანი მინდვრის შპატი, მუქი მინერალები — ბიოტიტი, რქატყუარა ან პიროქსენი და ზოგჯერ მუსკოვიტი. მთავარი ქანთშენი მინერალებია: კვარცი, კალიუმიანი მინდვრის შპატები, პლაგიოკლაზები, პიროქსენები, ამფიბოლები, ოლივინი, ქარსები, ნეფელინი, ლეიციტი და სხვ. მეორეხარისხოვანი მინერალები ქანში უმნიშვნელო რაოდენობითაა. აქცესორული მინერალების არსებობა მხოლოდ მიკროსკოპით შესწავლის დროს აღინიშნება. აქცესორული მინერალები ქანში, საერთოდ უმნიშვნელო რაოდენობითაა, ხოლო თვისებრივად ხშირად ნიშანდობლივი: (დამახასიათებელია) ქანისათვის — სწორედ მათ მონაწილეობას ქანის კორელაციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. მათი პროცენტული შემადგენლობის მიხედვით ხშირად ზდება სხვადასხვა ადგილას (კრილის) ქანების ერთმანეთთან შეთავსება — კორელაცია. აქცესორული მინერალებია: აპატიტი, ცირკონი, სფენი, აგრეთვე — მადნეული მინერალები პირიტი, მაგნეტიტი, ილმენიტი, ტიტანიტი, ჰემატიტი და სხვ. მაგმის კრისტალიზაციის ბოლო სტადიაში მისი გამყარების შემდეგ ჰიდროთერმული და სხვა პოსტმაგური პროცესებით წარმოქმნილ მინერალებს ეპიმაგური ეწოდება, ქანების გამოფიტვითა წარმოქმნილ მინერალებს — მეორადი მინერალები; მათ მიეკუთვნება ჯაოლინი, სერიციტი, ეპიდოტი, ქლორიტი, სერპენტინი და სხვ.

თუ ქანში ღია ფერის მინერალები (კვარცი, მინდვრის შპატები, მუსკოვიტი და სხვ.) ქარბობს, მას ლეიკოკრატულს უწოდებენ, მუქი სილიკატების (ოლივინი, ამფიბოლები, პიროქსენები, ბიოტიტი და სხვ.) სიქარბის შემთხვევაში — მელანოკრატულს.

წარმოშობის პირობებისა და გვერდით (მეზობლად მდებარე) ქანებთან ურთიერთობის საფუძველზე სიღრმის ქანებს შორის გამოყოფენ ინტრუზიის სხვადასხვა ფორმებს. თანხმობითი ინექციები: ფენებრივი ინტრუზიული ბუდობები ანუ სილები, ლაკოლითები, ფაკოლითები, ლოპოლითები. უთანხმო ინექციები: დაიკები. ძარღვები, ყელები ანუ ნეკები, რგოლური და კონუსისებრი სხეულები, ხონოლითები; სიღრმის მასებს მიეკუთვნება შტოკები და ბათოლითები.

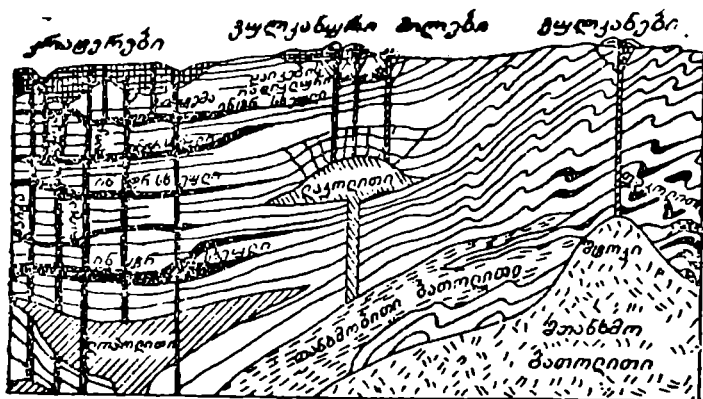
სილი ანუ ფენებრივი ინტრუზია გვერდით ქანებს შორის თანხმობითაა განლაგებული.

ლაკოლითი სოკოსებრი ფორმის ინტრუზიაა, რომლის ფუძე და სახურავი თანხმობითაა გარემომცველ ქანებთან.

ფაკოლითი შედარებით მცირე ზომის ჩაზნექილი, ოსპის ფორმის ინტრუზიული სხეულია, იგი თანხმობით არის განლაგებული (მოთავსებული) ნაოკის თაღურ ნაწილში.

ლოპოლითი — ჯამისებრი ინტრუზიული სხეულია და თანხმობითაა განლაგებული დანალექ ქანებს შორის.

უთანხმო ინექციები: დაიკა — პარალელური კედლებით შემოფარგლული მაგმური სხეული, წარმოიშობა მაგმის მიერ დედამიწის ქერქში ვერტიკალური ან დახრილი ნაპარალის ამოვსებით. ძარღვები ფილაქნისებრი მაგმური სხეულებია, წარმოიქმნება ხსნარებიდან მიწერალურ ნივთიერებათა გამოყოფითა და ნაპარალში დალექვით. დაიკებისაგან განსხვავებით მათ შესაძლებელია არ ქონდეთ პარალელური გვერდები. ნეკი ანუ ყელი სვეტილებრი ფორმის სხეულია. წარმოიქმნება ვულკანის ყელში ლავის გაცივებით. ხონოლითი არაწესიერი ფორმის ინტრუზიული სხეულია, რომელიც რთულ ურთიერთობაშია გარემომცველ ქანებთან. ბათოლითი — დიდი ზომის (100 კმ<sup>2</sup>-ზე მეტი) არასწორი მოხაზულობის ინტრუზიული სხეულია, ჩვეულებრივ, გრანიტოიდული შედგენილობისა; მცირე ზომის (100 კმ<sup>2</sup>-მდე) ბათოლიტებს ხშირად შტოკებს უწოდებენ.



სურ. 8. ინტრუზიული სხეულის წოლის სხვადასხვა ფორმა.

დედამიწის ქერქის სიღრმეში დიდი წნევის ქვეშ, მაგმის ხანგრძლივი დროის განმავლობაში გაცივებისას ქანები იძენს სრულ-კრისტალურ თანაბარ მარცვლოვან სტრუქტურას (გრანიტები, სიენიტები, დიორიტები, ღუნიტები და ა. შ.) ლავის ზედაპირზე ამონთხევისას,

იგი სიღრმესთან შედარებით სწრაფად კრისტალდება და მათთვის დამახასიათებელია ფარულ-კრისტალური ან წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურა (ანდეზიტი, ტრაქიტი, ბაზალტი, ლიპარტი და ა. შ.).

ზოგიერთ შემთხვევაში სწრაფი გაცივებისას, განსაკუთრებით მკავე ლავებში გაზების დაკარგვით, შეუძლებელია კრისტალების გამოყოფა, ამიტომ ქანი იღებს მინისებრ იერს და წარმოიქმნება მინისებრი სტრუქტურა (ობსიდიანი, პერლიტი). პორფირული სტრუქტურის შემთხვევაში ფარულ-კრისტალური მასის საერთო ფონზე, პორფირული გამოჩაყვების სახით, გვხვდება ცალკეული მინერალები. (პორფირიტები, გრანიტ-პორფირიტები, დიორიტ-პორფირიტები და ა. შ.)

მაგური ქანების ტექსტურაში გულისხმობენ ქანის შემადგენელი ნაწილების წყობას, ურთიერთგანლაგებას. იგი დამოკიდებულია კრისტალიზაციის პროცესებზე და გარეგანი ძალების მოქმედებაზე მაგმურ ქანებს მეტწილად მასიური ტექსტურა აქვს. გამოიყოფა აგრეთვე ფლუიდური, სფერული, ფოროვანი, წილისებრი მანდელ-შტაინური და ა. შ. ტექსტურები.

$\text{SiO}_2$ -ის რაოდენობის მიხედვით მაგმურ ქანებს შორის გამოჰყოფენ: მკავე ( $\text{SiO}_2 > 65\%$ ), საშუალო ( $\text{SiO}_2 = 65\text{--}52\%$ -მდე), ფუქე ( $\text{SiO}_2 = 52\text{--}40\%$ -მდე) და ულტრაფუქე ( $\text{SiO}_2 < 40\%$ ) სახესხვაობებს.

### მკავე ქანები

მკავე ქანები ხასიათდება  $\text{SiO}_2$ -ის მაღალი (65—75%), ხოლო მუქი მინერალების შედარებით უმნიშვნელო (3—12%) რაოდენობით და ღია შეფერილობით. კუთრი წონა არ აღემატება — 2,7. ამ ჯგუფში შედის სიღრმის ქანებიდან გრანიტები, ხოლო ამონთხეულიდან — ლიპარიტები, კვარციანი პორფირები, ობსიდიანი, პემზა და სხვ. მკავე ქანების უმთავრესი ქანთშენი მინერალებია: კვარცი, კალიუმიანი მინდვრის შპატი, მკავე პლაგიოკლაზი, ბიოტიტი, ნაკლებად მუსკოვიტი და რქატყუარა. აქცესორული მინერალებიდან ტიპურია აპატიტი, ცირკონი, ტურმალინი. მეორადი მინერალებია სერიციტი, კაოლინი, ქლორიტი.

გრანიტი ღია ფერის, სრულ-კრისტალური, მარცვლოვანი სიღრმის ქანია. გრანიტებში მაკროსკოპულად შეიძლება გავარჩიოთ კვარცი. მინდვრის შპატი და ქარსი, ფერი დამოკიდებულია მინდვრის შპატებზე, რომლის რაოდენობა ქანში 40—60% აღწევს, კვარცისა 20—40%. მუქი მინერალებისა — 10%-მდე. მუქი მინერალების შემცველობის მიხედვით გრანიტებს შორის არჩევენ: ბიოტიტიან, მუსკოვიტიან, ორქარსიან, რქატყუარიან და სხვ. სახესხვაობებს, ხოლო ქიმიური შედგენილობის მიხედვით

არჩევენ — ნორმალურ (ტუტემიწოვან) და ტუტე — გრანიტებს. ეს უკანასკნელი მდიდარია  $\text{Na}_2\text{O}$ -ით. სტრუქტურა—სრულკრისტალური მარცვლოვანია; მარცვლების ზომის მიხედვით არჩევენ მსხვილ, საშუალო და წვრილ კრისტალურ, ხოლო მათი შეფარდებითი სიდიდის მიხედვით თანაბარმარცვლოვან და პორფირულ სტრუქტურებს.

ფერი: ღია ნაცრისფერი წითელ ფერამდე, შეკუმშვისადმი წინააღმდეგობის საზღვარი — 1200—1500 კგ. სმ<sup>2</sup>. გრანიტების წოლის ფორმებია ბათოლიტები, ნაკლებად შროკები, დაიკები, ძარღვები, ლაკოლიტები. გრანიტებს ახასიათებს მატრაცისებრი ან პარალელპიპედური განაწევრება. საბჭოთა კავშირში გრანიტები დიდი გავრცელებიან სარგებლობს კოლის ნახევარკუნძულზე, კარელიაში, უკრაინაში, ურალში, შუა აზიაში, კავკასიაში. საქართველოში პალეოზოური გრანიტები ცნობილია კავკასიონზე, დარიალის ხეობაში, ზემო რაქაში, ძირულისა და ხრამის მასივებში, შუა იურული გრანიტები არის აფხაზეთში, ძირულის მასივში, მესამეული ასაკის ინტრუზიები—კავკასიონზე.



სურ. 9. გრანიტული სტრუქტურა. O—ორთოკლაზი, K—კვარცი, C—ქარსი.

გრანიტის სახესხვაობებს შორის არჩევენ: რაპაკივ-პორფირული სტრუქტურის გრანიტს. საშუალომარცვლოვანი მასის საერთო ფონზე გვაქვს ორთოკლაზის მსხვილი ჩანართები, რომელსაც პლაგიოკლაზის ღია ნაცრისფერი არშია აქვს შემოვლებული; საწერ გრანიტს — ძარღვულ გრანიტს, პეგმატიტური სტრუქტურით. თუ ქანში პლაგიოკლაზის რაოდენობა სჭარბობს ორთოკლაზს, ქანს გრანოდიორიტს უწოდებენ. თუ ორთოკლაზი და პლაგიოკლაზი თანაბარი რაოდენობითაა, ქანს ადამელიტი ეწოდება. გრანიტ-პორფირიტისათვის დამახასიათებელია პორფირული სტრუქტურა და გრანიტული შედგენილობა. გრანიტების ეფუზიური ანალოგებია ლიპარიტი და კვარც-პორფირი.

ლიპარიტი — გრანიტის კაინოტიპური (მესამეულ-მეოთხეული) ეფუზიური ანალოგია, მინისებრი ან ფარულ-კრისტალური ძირითადი მასით. გრანიტებისაგან განსხვავდება პორფირული სტრუქტურით — ძირითად მასაში კვარცის, ორთოკლაზის (სანიდინის) პორფირული გამონაყოფებით, პლაგიოკლაზის, მცირე რაოდენობით. ქარსის ან სხვა მუქი სილიკატის ჩანართებით. ლიპარიტებს ხშირად

აქვს ფლუიდური ტექსტურა — მაგმის დინების გამომხატველი მინერალების დამახასიათებელი განლაგებით. ლიპარიტის ამ სახესხვაობას რიოლითი ეწოდება, ხოლო ჩანართებს მოკლებულ ლიპარიტს — ფელზიტი. ამ ქანის მინისებრ სახესხვაობიდან აღსანიშნავია ობსიდიანი ანუ ვულკანური მინა. შავი ან მუქი-მოწითალო ფერის მინისებრი ქანი, პერლიტი-მეავე ვულკანური მინა, კონცენტრიულ-ნაკუჭისებრი განწყევრებით და სფეროლითური სტრუქტურით. პეზა — ფოროვანი ვულკანური მინა, შედგება ობსიდიანის ძაფებისაგან, წარმოიშობა წყლიან აუზებში ლავის ამონთხვევის დროს.

ლიპარიტები, ჩვეულებრივ, ღია, ნაცრისფერი, მოწითალო ან მოყვითალო შეფერილობისაა. ლიპარიტების წოლის ფორმებია: ნაკადები, განფენები, ძარღვები, მცირე შტოკისმაგვარი სხეულები, შეკუმშვისადმი წინააღმდეგობის საზღვარი — 1300—1800 კგ სმ<sup>2</sup>. ლიპარიტები ცნობილია კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში, ჩრ. კავკასიაში, ყირიმში, სომხეთში, სამხრეთ საქართველოში (ჯავახეთის ქედი).

კვარციანი პორფირი—გრანიტის პალეოტიპური (მესამეულამდელი) ეფუზიური ანალოგია, მკვრივი ქანია, ფერი — მურა-წითელი მოთეთრო-მომწვანო ელფერით, მურა-მოყვითალო, შედგენილობით ლიპარიტების ანალოგიურია, მაგრამ განირჩევა უფრო მუქი შეფერვით. ლიპარიტისაგან განსხვავებით პორფირული გამონაყოფებიდან სანიდინის ნაცვლად ორთოკლასს შეიცავს. ეს ქანები ლიპარიტებთან შედარებით უფრო შეცვლილია, კვარციან პორფირებსაც თან ახლავს მინისებრი სახესხვაობები და ტუფები.

კვარციანი პორფირები გვხვდება ლაეური ნაკადების, დაიკების ან ლაკოლითების სახით. შეკუმშვისადმი წინააღმდეგობის საზღვარი — 1500—3000 კგ/სმ<sup>2</sup>. ცნობილია უკრაინაში, ურალში, ალტაიში, ყაზახეთში, ციმბირში. საქართველოში იურული ასაკის კვარციანი პორფირი არის ჭიათურა-სალაეთს შორის, სოფ. მარტოთუბანში, ხრამის ხეობაში, ტყვარჩელში.

მეავე ძარღვეულ ქანებს მიეკუთვნება აპლიტები და პეგმატიტები. აპლიტი წარმოადგენს ლეიკოკრატულ წვრილმარცვლოვან ძარღვეულ ქანს, რომელიც თითქმის მთლიანად ღია მინერალებისაგან (კვარცი, კალიუმისანი მინდვრის შპატი, მეავე პლაგიოკლასი, მუსკოვიტი) შედგება.

პეგმატიტები აპლიტებთან შედარებით უფრო მსხვილმარცვლოვანი ქანებია. წარმოადგენს კვარცისა და ორთოკლასის კანონზომიერ შენახარდს და წარმოშობით დაკავშირებულია მაგმის გაცივების უკანასკნელ სტადიასთან. ჩვეულებრივ მდიდარია ადვილად აქ-

როლადი ნივთიერებების (წყალი, ფტორი, ბორი, ქლორი და სსკ.) შემცველი მინერალებით.

### საშუალო სიჩაპის ქანები

საშუალო სიჩაპის ქანები შეიცავს  $\text{SiO}_2$ -ს 52—65%-მდე, ხოლო მუქ მინერალებს — 25%-მდე. კუთრი წონა 2,7—2,9. საშუალო ქანები მინერალოგიური შედგენილობით სამ ჯგუფად იყოფა: პლაგიოკლაზიანი (დიორიტ-ანდეზიტები), ორთოკლაზიანი (სიენიტ-ტოაქიტები) და ფელდშპატიდიანი ქანები (ნეფელინიანი სიენიტები).

დიორიტი ნაცრისფერი, მუქი-ნაცრისფერი ან მომცვიანო ნაცრისფერი მარცვლოვანი სიღრმის ქანია. შედგება პლაგიოკლაზისა (ანდეზინი, ოლიგოკლაზი) და რქატყუარასაგან, ნაყლებად არის პიროქსენი და ბიოტიტი. პლაგიოკლაზების რაოდენობა ქანში დაახლოებით 70—75%-მდეა. კვარცი, ჩვეულებრივ, არ გვხვდება, მაგრამ ზოგჯერ ამ მინერალს შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით. ამ შექთხვევაში ქანს კვარციანი დიორიტი ეწოდება. აქცესორული მინერალებია: ა.ა.ტიტი, ტიტანიტი, მაგნეტიტი, მეორადი მინერალები — ქლორიტი, სერიციტი და სხვ. დიორიტები ხასიათდება სრულკრისტალური მარცვლოვანი სტრუქტურით. დიორიტები გვხვდება მცირე ზომის მასივების, შტოკების, ძარღვების სახით, ზოგჯერ წარმოადგენს უფრო მეავე ქანების პერიფერიულ ნაწილებს. შეკუმშვისადაც წინააღმდეგობის საზღვარი — 1000—2500 კგ/სმ<sup>2</sup>. დიორიტებს საშუალო ადგილი უკავია მეავე და ფუქე ქანებს შორის (გაბროდიორიტები, გრანოდიორიტები და სხვ.). დიორიტები ცნობილია ურალში, ალტაიზე, შუა აზიაში, სომხეთში, აზერბაიჯანში. საქართველოში დიორიტები და კვარციანი დიორიტები გვხვდება ძირულისა და ხრამის ქასივებში, ქუთაისის მიდამოებში, აჭარა-თრიალეთის ქედზე და სხვ. დიორიტის ეფუზიური ანალოგებად ანდეზიტები და ხშირად პორფირიტები ითვლება.

ანდეზიტი წარმოადგენს პორფირული სტრუქტურის ქანს. შედგება პლაგიოკლაზისა (ანდეზინი, ლაბრადორი) და ერთი ან რამდენიმე მუქი მინერალისაგან, როგორცაა მაგალითად, ავეიტი, რომბული პიროქსენი, რქატყუარა, ბიოტიტი, უფრო ფუქე სახესხვაობებში (ანდეზიტ-ბაზალტები) — ოლივინი, ხოლო, უფრო მეავე დაციტებისაკენ გარდამავალ სახესხვაობისათვის დამახასიათებელია კვარცი. ფერი — ნაცრისფერი, მოვარდისფრო, ზოგჯერ შავი. ანდეზიტები გვხვდება განფენების, ნაკადების, გუმბათების, დაიკების სახით. ეს ქანი დიდი გავრცელებით სარგებლობს ახალ ჩრდა ეულკანური მოქმედების მხარეებში. ანდეზიტები შეადგენს ეფუზიური ქანების მე-

ოხედს, ცნობილია: ურალში, კარპატებში, ალტაიზე, აღმოსავლეთ ციმბირში, კამჩატკაზე, სომხეთსა და საქართველოში.

**პორფირიტები** ქანების საერთო სახელწოდებაა, ხასიათდება მინისებრ ძირითად მასაში პლაგიოკლაზის, პიროქსენის (ჩვეულებრივ ავგიტის) ან რქატყუარის პორფირული გამონაყოფებით. პორფირიტები დაორიტების პალეოტიპური ეფუზიური ანალოგებია, შესაძლებელია იყოს სხვა — ფუძე ან უფრო მკაფიე ქანების ეფუზიური ანალოგებიც. იმ შემთხვევაში, როდესაც პლაგიოკლაზი ალბიტიტაა წარმოდგენილი ქანს ალბიტოფირი ეწოდება.

პორფირიტები, ჩვეულებრივ, მუქი-ნაცრისფერი ან მუქი-მწვანე ფერისაა. მათი შეცვლით მიღებული ქლორიტი ქანს აძლევს მწვანე ფერს, ამიტომ პორფირიტებს ხშირად მწვანე ქვიან („გრუნშტაინურ“) ქანებს უწოდებენ. გვხვდება სხვადასხვა სიძლიერის განფენებისა და ნაკადების სახით, აგრეთვე დაიკებისა და გამკვეთი ძარღვების სახითაც. პორფირიტები გავრცელებულია უკრაინაში, ურალზე, ალტაიში, შუა აზიაში, აღმ. ციმბირში, აზერბაიჯანში, სომხეთში. საქართველოში შუა იურული პორფირიტული წყება ცნობილია კავკასიონის სამხრეთ ფერდის მთელ ზოლში ოსეთიდან აფხაზეთამდე (ჩათვლით), პალეოგენური ასაკის პორფირიტები გვხვდება აჭარისა და თრიალეთის ქედებზე.

**სიენიტები**. სიღრმის სრულკრისტალური მარცვლოვანი ქანებია. შედგება ორთოკლაზისა ან მიკროკლინისა, პლაგიოკლაზისა და მუქი მინერალისაგან. რქატყუარა, პიროქსენი ქარსები კვარცს არ შეიცავს ან ძლიერ მცირე რაოდენობით. სტრუქტურა თანაბარმარცვლოვანია, ზოგჯერ პორფირული, ფერი — ღია ნაცრისფერი, თეთრი, ვარდისფერი, წითელი, მოყვითალო. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ: ნორმალურ (ტუტე-მიწოვან) და ტუტე (ნატრიუმთან) სიენიტებს. მუქი სილიკატების მიხედვით — რქატყუარიან და პიროქსენიან სიენიტებს. უფრო გავრცელებულია რქატყუარიანი სიენიტები. პიროქსენიან სიენიტებს, სადაც ორთოკლაზის და პლაგიოკლაზის თანაბარი რაოდენობაა; მონცონიტებს უწოდებენ. სიენიტების წოლის ფორმებია: შტოკები, დაიკები, გვხვდება აგრეთვე როგორც დამოუკიდებელი მასივების სახით, ისე დიდი გრანიტული მასივების პერიფერიულ ნაწილებში. გრანიტებთან შედარებით. უმნიშვნელო გავრცელებით სარგებლობს. სიენიტები გავრცელებულია ურალში, შუა აზიაში, კოლის ნახევარკუნძულზე, უკრაინაში, საქართველოში — სიენიტების მცირე ზომის მასივი ცნობილია მდ. ნატანების ხეობაში, სოფ. ვაკიჯვართან.



ტ რ ა ქ ი ტ ი სიენიტის კაინოტიპური ეფუზიური ანალოგია. ტრაქიტი შედგება სანიდინის, მკავე პლაგიოკლაზებისა და ფერადი მინერალებისაგან (ბიოტიტი, ავგიტი, რქატყუარა). ფერი -- თეთრი, მოყვითალო, ნაცრისფერი, მოწითალო, სტრუქტურა -- პორფირული მკვრივ მასაში ჩანს თითქმის გამჭვირვალე სანადინის ჩანართები. აქვს ფოროვანი ტექსტურა. ძლიერ შეცვლილ პალეოტიპურ ტრაქიტს ო რ თ ო ფ ი რ ს უწოდებენ. ან უკანასკნელს აქვს უფრო მუქი ფერები და მკვრივი ძირითადი მასა. მეტნაკლებად შეცვლილ ნატრიუმთან ტრაქიტებს კ ე რ ა ტ ო ფ ი რ ე ბ ს უწოდებენ. ცნობილია აგრეთვე ტრაქიტული მინები—ობსიდიანი და პეზუტეინი<sup>1</sup>. ტრაქიტების წოლის ფორმებია: განფენები, ნაკადები, ლაკოლითები. განსაკუთრებით დამახასიათებელია გუმბათები, წნევისადმი გამძლეობა 600—700 კგ სმ<sup>2</sup>. ტრაქიტები მცირე გავრცელებით სარგებლობს. ცნობილია ურალში, ციმბირში, ჩრდ. კავკასიაში, სომხეთში, საქართველოში—ახალქალაქის ვულკანურ ზეგანზე, გურიაში, ვანის რაიონში.

ნ ე ფ ე ლ ი ნ ი ა ნ ი ს ი ე ნ ი ტ ე ბ ი კრისტალურ მარცვლოვანი ქანებია. შედგება ნეფელინისა (20%-მდე), ტუტე შინდვრის შპატისა და ფერადი მინერალებისაგან (ბიოტიტი, ტუტე პიროქსენი ან ამფიბოლი). მაკროსკოპულად ქანები ღია-ნაცრისფერია, მომწვანო ან მოწითალო იერით. სტრუქტურა — მსხვილმარცვლოვანია, გვხვდება შტოკების, ლაკოლიტების, მცირე ზომის ინტრუზიული სხეულების სახით. კოლის ნახევარკუნძულზე ნეფელინთან სიენიტებთან არის დაკავშირებული აპატიტის საბადოები. ნეფელინიანი სიენიტების ეფუზიური ანალოგი არის ფონოლითი.

ნეფელინიანი სიენიტები შედარებით ნაკლები გავრცელებით სარგებლობს: გვხვდება კოლის ნახევარკუნძულზე, ურალში, უკრაინაში, სომხეთში და სხვ. საქართველოში — გურიაში — მდ. ნატანების ხეობაში, სოფ. ვაკიჯვართან, ვანის რაიონში მდ. ყუმურის ხეობაში.

### ფუძე ქანები

ფუძე ქანები შეიცავს SiO<sub>2</sub> 45—52%-მდე ფერადი მინერალების — მუქი სილიკატების რაოდენობის 45—50%. ამიტომ ქანებს შავი ან მუქი-მწვანე ფერი აქვს. კუთრი წონა 2,6—3,2, პლაგიოკლაზები წარმოდგენილია საშუალო და ფუძე სახესხვაობით (ლაბრადორი, ბიტოენიტი, ანორტიტი), კვარცი, ჩვეულებრივ, არ მონაწილეობს. დიდი გავრცელებით სარგებლობენ ფუძე ქანების ეფუზიური ანალოგები. ფუძე ქანებიდან უმნიშვნელოვანესია: გაბრო, დიაბაზი და ბაზალტი:

<sup>1</sup> ტერმინი ითვლება მოძველებულად, სინონიმაა „ფისისქვა“.

გ ა ბ რ ო ს რუღკრისტალური, საშუალო ან მსხვილმარცვლოვანი, მუქი-მომწვანო ან შავი ფერის სიღრმის ქანია. მთავარი ქანთმშენი მინერალთა პლაგიოკლაზი — ლაბრადორიდან ანორტიტის ჩათვლით, ავგიტი (ან დიალაგი), იშვიათად დიოფსიდი, ჰიპერსტენი ან ენსტატიტი, აგრეთვე ოლივინი, რქაქუყარა და ბიოტიტი, სტრუქტურა მსხვილი და საშუალო მარცვლოვანი. მინერალოგიური შედგენილობის შეცვლასთან დაკავშირებით ცნობილია გაბროს სახესხვაობანი.

ს ა კ უ თ რ ი ე გ ა ბ რ ო შედგება ლაბრადორისა და მონოკლინური პიროქსენისაგან (ავგიტი, დიალაგი), ნორიტი — შედგება ფუჟე პლაგიოკლაზისა და რომბული პიროქსენისაგან (ჰიპერსტენი, ბრონზიტი), გ ა ბ რ ო — ნორიტი, როდესაც მონაწილეობს როგორც რომბული, ისე მონოკლინური პიროქსენი.

ფ ო რ ე ლ ე ნ შ ტ ე ი ნ ი — სერპენტინიზებული ოლივინიანი გაბრო, შედგება ლაბრადორისა და ოლივინისაგან. ამ უკანასკნელის მიმართ სერპენტინის ფსევდომორფიზებით, შესაძლებელია მცირე რაოდენობით მონაწილეობდეს პიროქსენი. გაბროს ჯგუფის ქანებიდან აღსანიშნავია მონომინერალური პლაგიოკლაზიანი ქანები ან ო რ თ ო ზ ი ტ ე ბ ი და ლ ა ბ რ ა დ ო რ ი ტ ე ბ ი. გაბროს წოლის ფორმებია: შტოკები, ლინზები, ინტრუზიული ბუდობები, დაიკები, წნევისადმი წინააღმდეგობა 2900—3000 კგ/მ<sup>2</sup>, გავრცელებულია ჩრდილო და შუა ურალში, უკრაინაში, კარელიაში და სხვ. საქართველოში — მცირე ზომის მასივებისა და ძარღვების სახით — ძირულის მასივში, მესტიის რაიონში და აფხაზეთში. რიკოთის გადასასვლელთან ცნობილია გაბროს დეკორატიული სახესხვაობა (რიკოთიტი).

დ ი ა ბ ა ზ ი გაბროს პალეოტიპური (ჰიპაბისური) ანალოგია. შედგება ფუჟე პლაგიოკლაზისა, ჩვეულებრივ, ლაბრადორისა და ავგიტისაგან. ფერი — ნაცრისფერი, მუქი-მომწვანო, შავი. სტრუქტურა — მარცვლოვანი, პორფირული. გაბროს სახესხვაობებიდან აღსანიშნავია გაბრო-დიაბაზები, ე. ი. გაბრო-დიაბაზური სტრუქტურით. აგრეთვე ოლივინიანი, კვარციანი, ალბიტიზებული და სხვ. დიაბაზები გვხვდება განფენების, ნაკადებისა და ძარღვების სახით. წნევის მიმართ გამძლეობა — 2000—2700 კგ/სმ<sup>2</sup>. დიაბაზები დიდი გავრცელებით სარგებლობს კარელიაში, ურალში, უკრაინაში, კავკასიაში. საქართველოში დიაბაზები ცნობილია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე, შუა იურულ პორფირიტული წყების ქანების გავრცელების ზოლში სამხრეთ ოსეთიდან აფხაზეთამდე (ჩათვლით), ბორჯომის მიდამოებში და სხვ.

ბ ა ზ ა ლ ტ ე ბ ი კანოტიპური შავი ან ნაცრისფერი ეფუზიური ქანია, ჩვეულებრივ, პლაგიოკლაზისა და ავგიტის კრისტალეზთან ერ-

თად, გვხვდება დაუკრისტალელებელი მინისებრი მასა. შესაძლებელია მინა სრულებით არ მონაწილეობდეს. გარდა ფუძე პლაგიოკლაზისა და ავგიტისა მუქი სილიკატებიდან ზოგჯერ შეიძლება მონაწილეობდეს ტიტან-ავგიტი, ან რომელიღაც პიროქსენები, აგრეთვე ოლივინი და ბაზალტური რქატყუარა. ბაზალტები წარმოადგენს მკვირვ, წვრილკრისტალურ ქანებს. პორფირული სტრუქტურის შემთხვევაში ჩანართებს წარმოადგენს ოლივინი, ავგიტი, ნაკლებად მინდვრის შპატი, ამ შემთხვევაში ძირითადი მასა კრისტალურია ან მინისებრი. მსხვილმარცვლოვან კრისტალურ ბაზალტებს დოლომიტებს უწოდებენ. ბაზალტებს აქვს მკვირივი ან ფოროვანი ტექსტურა. განწვევრება სეიტისებრია. შეკუმშვისადმი წინააღმდეგობა 3000—3500 კგ/სმ<sup>2</sup>. პაზალტები გვხვდება განფენების, ნაკადებისა და ძარღვების სახით. გავრცელებულია ციმბირის სხვადასხვა ადგილას, კამჩატკაზე, ზაბაიკალიეში, ალტაიში, უკრაინაში, სომხეთში. საქართველოში ბაზალტების მნიშვნელოვანი გამოსავლები გვაქვს თეთრი წყაროს, მარნეულის, წალკის, ახალქალაქის, ბორჯომის და ჭიათურის რაიონებში, ქუთაისის მიდამოებში, სამხრეთ ოსეთში და სხვ.

#### ულტრაფუძე ქანები

ულტრაფუძე ქანებში  $\text{SiO}_2$ -ის რაოდენობა 40%-მდეა. არ შეიცავს მინდვრის შპატებსა და კვარცს. ქანები შედგება მუქი სილიკატებისაგან — ოლივინი, რქატყუარა და პიროქსენი, ამიტომ ულტრაფუძე ქანები შავი ან მუქი-მომწვანო ფერისაა. მეორეხარისხოვანი მინერალებია ქრომიტი, მაგნეტიტი, ილმენიტი. წარმოადგენს მეტწილად სიღრმის ქანებს. ულტრაფუძე ქანებს მიეკუთვნება პერიდოტიტები, დუნიტები, პიროქსენიტები და სხვ.

პერიდოტიტები მუქი-მწვანე, თითქმის შავი ფერის ქანებია, სრულკრისტალური, მასიური, შედგება ოლივინისა და ავგიტისაგან, რქატყუარის, მაგნეტიტის და სხვა მინერალების მცირე შემცველობით. გვხვდება შტოკებისა და დაიკების სახით. გავრცელებულია ციმბირსა და ურალში.

დუნიტები მუქი-მწვანე, ან მუქი-მოყვითალო, სრულკრისტალური მარცვლოვანი ქანებია. შედგება თითქმის მხოლოდ ოლივინისა (98,5%) და მცირე რაოდენობით (1,5%), ქრომიტისა და მაგნეტიტისაგან. წოლის ფორმები: მცირე სიმძლავრის ძარღვები, დაიკები. დუნიტები ძლიერ გავრცელებულია ურალში, ცნობილია აგრეთვე სომხეთში.

პიროქსენიტები მუქი-მწვანე, თითქმის შავი, სრულ კრისტალური, მასიური ქანებია. ქანი ძირითადად პიროქსენისაგან (ავგიტი)

შედგება, მაგრამ გვხვდება ამ ჯგუფის სხვა მინერალებიც, მაგალითად დიალაგი, ენსტატიტი, ჰიპერსტენი. წოლის ფორმებია: მცირე ზომის მასივები, ძარღვები, იშვიათად შტოკები და შლირები. გავრცელებულია ურალზე, კოლის ნახევარკუნძულზე, ენისეის ხეობაში.

ს ა ქ ს ო ნ ი ტ ე ბ ი შედგება ოლივინისა და ჰიპერსტენისაგან; თუ რომელი პიროქსენი ენსტატიტით ან ბრონზიტით არის წარმოდგენილი, ქანს ჰარცბურგიტი ეწოდება. ლ ე რ ც ო ლ ი ტ ე ბ ი ოლივინთან ერთად შეიცავს დიალაგს და ბრონზიტს ან ენსტატიტს. პორბლენდიტები ძირითადად რქატყუარისაგან შედგება. გვხვდება პიროქსენი და სხვა მეორეხარისხოვანი მინერალები, (ოლივინი, ბიოტიტი). ულტრაფუქე ქანების, განსაკუთრებით პერიოდიტების გარდაქმნით წარმოიქმნება სერპენტინიტი, რომელიც ძირითადად სერპენტინისაგან შედგება.

ულტრაფუქე ქანების ეფუზიური ანალოგებია პიკრიტები და პიკრიტული პორფირიტები. პიკრიტი შედგება ოლივინის, ავგიტისა და სხვა მეორეხარისხოვანი მინერალებისაგან. პიკრიტულ პორფირიტებს აქვს პორფირული სტრუქტურა და სარგებლობს მცირე გავრცელებით.

საქართველოში ულტრაფუქე ქანები ცნობილია მდ. კოდორის ხეობის ზემო ნაწილში და ძირულის მასივის ფარგლებში.

### დანალექი ქანები

დანალექი ქანები წარმოადგენს დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილში და მის ზედაპირზე წარმოქმნილ გეოლოგიურ სხეულს. ეს ქანები არსებობს დედამიწის ზედაპირისათვის დამახასიათებელ თერმოდინამიკურ პირობებში და წარმოადგენს ადრე არსებულ მაგმურ, მეტამორფული და უფრო ძველი დანალექი ქანების დაშლისა და შემდგომ მათი დალექვის პროდუქტს.

დანალექ ქანებს დედამიწის ქერქის შედგენილობის მხოლოდ 5% უკავია, მაგრამ დანალექი ქანებითაა დაფარული დედამიწის ზედაპირის 75%. კონტინენტურ ბაქნებზე დანალექი ქანების სიმძლავრე 2—3 კმ-ს არ აღემატება (საშუალოდ დაახლოებით 1,5 კმ), ნაოჭა ზონებში კი 8—10 კმ-ს აღწევს, იშვიათად — 15—20 კმ-ს. დანალექი ქანების წარმოქმნა რთული და მრავალფაზიანი პროცესია. იგი იწყება ძირითადი ქანების გამოფიტვით, შემდეგ მიმდინარეობს ნალექების გადატანა, დალექვა და ბოლოს ნალექების ქანად გარდაქმნის პროცესი. ამ შემთხვევაში ილექება სხვადასხვა ზომის მექანიკური მასალა. გამოფიტვის პროცესები მიმდინარეობს არა მარტო ხმელეთზე, არამედ ჰიდროსფეროშიც — ოკეანეების და ზღვების ფსკერზე. აქ ზღვის წყლის მარილიანობის, მისი ტემპერატურის, წნევისა და გაზებრივი

რეჟიმის მოქმედებით მიმდინარეობს ქანებისა და მინერალების დაშლა და ცვლილებები; ამ პროცესს ჰალმიროლიზს უწოდებენ. ნალექების დაგროვების მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს წყალში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებათა გამოყოფა. ეს კი შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როდესაც მარილების კონცენტრაცია მიაღწევს გაჯერების ზღვარს, მინერალური ნივთიერებანი გამოიყოფა კოლოიდური ხსნარებიდანაც. დანალექი ქანების წარმოქმნაში განსაკუთრებულ როლს თამაშობს ორგანიზმები. მტკიცე ჩონჩხის ასაგებად ორგანიზმები ხსნარებიდან (ზღვის წყლიდან) ითვისებენ მინერალურ ნივთიერებებს; ორგანიზმების დაღუპვის შემდეგ ეს ნივთიერებანი გროვდება ორგანული შლამის, ჩონჩხის ნაწილების, გროვების სახით. ორგანული მასალის წარმოშობის მიხედვით არჩევენ: ზოგეწურ დანალექ ქანებს ცხოველების ჩონჩხის ნაწილებით აგებულს (კირქვიანი და ზოგიერთი კაჟიანი ქანები) და ფიტოგენურ დანალექ ქანებს, აგებულს მცენარეული ნაშთებისაგან (ქვანახშირის ძირითადი მასა, ზოგიერთი კირქვა და კაჟიანი ქანი). ცნობილია აგრეთვე ნარევი ზოოფიტოგენური ქანებიც. მასასადამე, დანალექი ქანები წარმოიშობა დედამიწის ზედაპირზე სხვა ნებისმიერი ქანების დაშლით, ხსნარებიდან ნივთიერებათა გამოყოფით და ორგანიზმების ცხოველმოქმედებით. ამის შესაბამისად წარმოშობის მიხედვით დანალექი ქანები იყოფა სამ ჯგუფად:

1. მექანიკური ნალექები — სხვადასხვა ქანების მექანიკური გამოფიტვის პროდუქტები, მათ აგრეთვე კლასტურ ანუ ნამსხვრევე ქანებს უწოდებენ;

2. ქიმიური ნალექები — ხსნარებიდან ნივთიერებათა გამოყოფილა და ქიმიური გზით დალექვის პროდუქტები;

3. ორგანოგენული ქანები — ცხოველთა და მცენარეთა ცხოველმოქმედების პროდუქტები. ზოგიერთი ქანი ნარევი ქიმიური და ორგანოგენული წარმოშობისაა, ამიტომ მათ ბიოქიმიურს უწოდებენ. დანალექი ქანების განსაკუთრებულ ჯგუფს შეადგენს საწვავი ქანები ანუ კალსტობიოლითები (ნამარხი ნახშირები, ტორფი, საწვავი ფიქლები. ნაფთობი, საწვავი გაზები და სხვა ბითუმოიდები).

წარმოშობის ადგილის მიხედვით არჩევენ ზღვიურ, კონტინენტურ და ზღვიურ-კონტინენტურ ნალექებს.

#### დანალექი ქანების მინერალოგიური უმჯავინლოვა

დანალექი ქანების მინერალებს შორის უნდა გავარჩიოთ რელიქტური და საკუთრივ დანალექი წარმოშობის მინერალები. რელიქტური მინერალები დედაქანის შემადგენელია, ახალ ქანში უცვლელად გადასული. მათ მიეკუთვნება კვარცი, მინდვრის შპატები და ქარსები.

მაგრამ, შესაძლებელია გვეონდეს საწყისი ქანის ნებისმიერი მინერალი. მინერალთა ეს ჯგუფი საშუალებას გვაძლევს უიმსჯელოთ დედაქანის შესახებ. საკუთრივ დანალექი მინერალები წარმოიქმნება ქიმიური და ბიოქიმიური დალექვის გზით, პირველადი მინერალების ქიმიური დაშლისა და დანალექი ქანების ფორმირების, აგრეთვე დიაგენეზისის პერიოდში. დანალექი ქანების გავრცელებული მინერალებია: კვარცი, ქალცედონი, ოპალი, კაოლინიტი, გლაუკონიტი, მონტმორი-ნოლიტი, მონოთერმიტი, რკინის, მარგანეცის, ალუმინის ჰიდროქსიდები, კარბონატები (კალციტი, დოლომიტი), ჰალოიდური ნაერთები (სილინი, ჰალიტი, კარნალიტი). სულფატები (თაბაშირი, ანჰიდრიტი), აქვე გვხვდება მინდვრის შპატები, ქარსები, რქატყუარა, ავგიტი და სხვ.

დანალექი ქანებში ზოგიერთ მინერალს (ცირკონი, გრანატები, აპატიტი, ავგიტი, მინდვრის შპატები, ბიოტიტი, მუსკოვიტი, რქატყუარა და სხვ.) მნიშვნელობა აქვს ქანების პარალელიზაციის ანუ კორელაციისათვის. ცალკე შეიძლება აღინიშნოს მინერალები, რომლებსაც აქვს მეტწილად პრაქტიკული მნიშვნელობა, ასეთებია: რკინის, მარგანეცის, ალუმინის ქანგის ჰიდრატები, თაბაშირი, ანჰიდრიტი, ჰალოიდები და სხვ. ნამსხვრევ ქანებში ახალწარმოქმნილი მინერალები ხშირად წარმოადგენს ც ე მ ე ნ ტ ს, რომელიც ავსებს ნატეხებს შორის შუალედებს. კლასტურ ქანებში ხშირია დედაქანის სხვადასხვა ზომის ნატეხები.

დანალექი ქანებში, ჩვეულებრივ, გვხვდება ცხოველთა და მცენარეთა ნაშთები — ნამარხები. ზოგიერთ ნალექში ორგანოგენული მასალა შეადგენს ქანის ძირითად მასას. მაგალითად, ორგანოგენულ კირქვებში, დიატომიტში, ნამარხ ნახშირებში. ქანთშემენ ორგანიზმებს მიეკუთვნება: ფორამინიფერები, რადიოლარიები, ღრუბლები, სტრომატოპორიდები, მარჯნები, კანეკლიანები, ორსაგდულიანები და სხვ. მცენარეებიდან — ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები, ლითოთამნიები, კაჟიანი წყალმცენარეები და სხვ.

დანალექი ქანების მინერალები გვხვდება კრისტალურ, ამორფულ და კოლოიდურ მდგომარეობაში. მინერალთა რაოდენობის მიხედვით არჩევენ მონომინერალურ და პოლიმინერალურ ქანებს.

მინერალოგიურ შედგენილობაზე არის დამოკიდებული დანალექი ქანების ფერი. მთავარი ქანთშემენი მინერალები: კვარცი, კალციტი, კაოლინიტი თეთრი — უფეროა, ამიტომ წარმოქმნიან თეთრი ფერის ქანებს (ჭივიები, კირჩქები, კაოლინი). რკინის ქანგის ჰიდრატი ქანს აძლევს მოყვითალო ან მოწითალო ელფერს. ზოგიერთი ქანის ფერი — წითელი ან ვარდისფერი გამოწვეულია ორთოკლასით, მწვანე ფერი — გლაუკონიტი, შავი ფერი — მარგანეცი, ან ორგანული ნივთიერების არსებობით და ა. შ.

დანალექი ქანების სტრუქტურას განსაზღვრავს შემადგენელი ნაწილების ფორმა და ზომა. ტექსტურას კი აპირობებს ქანის შემადგენელი ნაწილების განლაგება, წყობა.

მექანიკურ დანალექ ქანებში მარცვალთა ზომის მიხედვით არჩევენ სტრუქტურის ოთხ ძირითად ჯგუფს: 1. პ ს ე ფ ი ტ ი, მსხვილმარცვლოვანი ქანია, მარცვლების ზომა (დიამეტრი) 2 მმ-ზე მეტია. 2. პ ს ა მ ი ტ ი (ქვიშიანი) საშუალო მარცვლოვანი სტრუქტურის ქანია, მარცვლების ზომა 1,0—0,1 მმ-დეა. 3. ა ლ ე ვ რ ი ტ ი (შლამისებრი) მარცვლების ზომა — 0,1—0,01 მმ. 4. პ ე ლ ი ტ ი (თიხისებრი) წმინდა მარცვლოვანი ქანია, მარცვლების ზომა 0,01 მმ-ზე ნაკლებია. არსებობს აგრეთვე ნარევი სტრუქტურები პსეფიტურ-პსამიტური, ან პსამიტურ-პელიტური და ა. შ. მარცვლების ფორმის მიხედვით არჩევენ: კუთხურ-მარცვლოვან, მომრგვალებულ-მარცვლოვან, კრისტალურ-მარცვლოვან სტრუქტურებს; მარცვლების შეფარდებითი სიდიდის მიხედვით: თანაბარმარცვლოვან და არათანაბარმარცვლოვან ქანებს. ქიმიურ დანალექ ქანებს აქვს მარცვლოვანი სტრუქტურა, სადაც მარცვლების ზომის მიხედვით არჩევენ მსხვილმარცვლოვან, საშუალო-მარცვლოვან, წვრილმარცვლოვან, მკვრივ სტრუქტურებს; მინერალების ზომის მიხედვით — თანაბარმარცვლოვანს და არათანაბარმარცვლოვანს. მარცვლების გარდა ცნობილია აგრეთვე ფურცლოვანი, ნემსისებრი, ბოჭკოვანი, ოლითური და სხვ. აგებულების ქანები და მინერალები.

ორგანულ ქანებში არჩევენ: ფუზულინიან, მარჯნიან, ორგანოგენულ-დეტრიტუსიან და სხვ. ქანებს.

დანალექი ქანების სტრუქტურა დამოკიდებულია არა მარტო მარცვლების ფორმაზე, არამედ ცემენტის ხასიათზედაც. დანალექ ქანებში არჩევენ ცემენტის შემდეგ ძირითად ტიპებს: ბ ა ზ ა ლ უ რ ი — მარცვლები ერთმანეთთან შეუხებლადაა მოთავსებული ცემენტში.

კ ო ნ ტ ა ქ ტ უ რ ი ცემენტაცია ჩანს მხოლოდ მარცვლების კონტაქტთან, ა მ ო ვ ს ე ბ ი ს ცემენტი ავსებს ფორებს — მარცვლებს შორის სივრცეებს, დასასრულ — ნ ა რ ე ვ ი ტ ი პ ი ს ა. შედგენილობის მიხედვით ცნობილია კირქვიანი, კაჟიანი, თიხიანი, ფოსფატიანი, თაბაშირიანი, რკინიანი და სხვ. ცემენტი. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ სინგენეტურს-დანალექ ქანებთან ერთდროულად წარმოქმნილს (მაგ. კაჟიანი) და ეპიგენეტურს — გვიანდელ (ე. ი. დალექვის შემდეგ) ცემენტს (მაგ. კარბონატული).

დანალექი ქანების სტრუქტურულ თავისებურებებს მიეკუთვნება

აგრეთვე ფორიანობა. ტუფებისათვის დამახასიათებელია კავერნოზული აგებულება, ნიქარიანი კირქვებისათვის — ფორიანობა და სხვ. არჩევენ პირველად ფორიანობას — ქანის წარმოშობის დროს წარმოქმნილს (მაგ. მარცვლებს შორისი ფორიანობა) და მეორადს, ქანებში გამოტუტვით ან სხვა მეორადი პროცესებით წარმოშობილს.

დანალექი ქანების ტექსტურა, ჩვეულებრივ, შრეებრიობაა. ცნობილია შრეებრიობას მოკლებული ქანებიც (რიფული კირქვები, მყინვარული ნალექები. ლიოსი და სხვ.) ჰორიზონტალური შრეებრიობა დამახასიათებელია ზღვიური და ტბიური ნალექებისათვის, შედარებით ჰორიზონტალური — ალუვიური ნალექებისათვის, ირიბი — ეოლური და დელტური ნალექებისათვის.

ქანის შემადგენელი ნაწილების განლაგების ხასიათის მიხედვით არჩევენ უწყსრივო, მიკროშრეებრივ და ფლუვიდალურ ტექსტურებს. დანალექი ქანების ტექსტურული თავისებურებიდან ტიპურია სფერული ან ოვალური ფორმის კონკრეციები.

### მეჩანისური ნალექები

ნამსხვრევ ანუ კლასტურ ქანებს შორის ნატეხების სიდიდისა და ფორმის მიხედვით არჩევენ უხეშ ნამსხვრევ ან მარცვლოვან (ნატეხების ზომა 2 მმ-ზე მეტი). საშუალო ნამსხვრევ ან მარცვლოვან (ნატეხების დიამეტრი—0,1 მმ-მდე), წვრილნამსხვრევ (0,1 მმ-ზე ნაკლები) და ნარევ ქანებს.

უხეშ ნამსხვრევ ანუ პსეფიტურ ქანებს შორის გამოჰყოფენ ფხვიერ და შეცემენტებულ ქანებს. ფხვიერ ქანებს მიეკუთვნება ლოდნარი, რიყნარი, როჰკი, ხეინჰკა, კაჰარი, შეცემენტებულს — ბრეჰჩია და კონგლომერატი.

ლოდნარი — კუთხური ნატეხების გროვა, დიამეტრი (განვიკვეთი) 100 მმ-ზე მეტია. როჰკი — კუთხური ნატეხების გროვა, ზომით 100-დან 10 მმ-მდე. კაჰარი — ქანების დამრგვალებული ნატეხები, ზომით 10 სმ და მეტი. ხეინჰკა — ქანების დამუშავებული, დამრგვალებული, მცირე ზომის ნატეხები (2—10 მმ). რიყნარი შედგება დამრგვალებული ლოდებისა, ხეინჰისა და ქვიშისაგან.

ნამსხვრევი ქანები წარმოიქმნება მდინარის, ტბის, ზღვის მოძრავი წყლების მიერ ლოდებისა და როჰკის დამუშავებითა და დამრგვალებით. ხოლო საკუთრივ ლოდნარი და როჰკი — ქანების მექანიკური კამოფიტვით.

როჰკს, რიყნარს, ხეინჰკას და სხვა ნამსხვრევ ქანებს იყენებენ, როგორც ინერტულ მასალას მშენებლობაში.

შეცემენტებულ როჰკს ბრეჰჩია ეწოდება. დანალექი ბრეჰჩიები შედარებით მცირე გავრცელებით სარგებლობს, უფრო ხშირად



გვხვდება ვულკანოგენური ტუფური და ლავური ბრექჩიები. დანალექი ბრექჩიებიდან, გარდა როჰკის ჰიდროქიმიური გზით შეცემენტებულ პიდატოგენური ბრექჩიებისა, ცნობილია ნასხლეტის სიბრტყის გასწვრივ ქანების დამსხვრევისა და შემდგომი შეცემენტებით წარმოქმნილი ტექტონიკური ანუ დრესვის ბრექჩია და ბიოგენური (ძვლის) ბრექჩია. შედგენილობით არჩევენ ერთგვაროვან და არაერთგვაროვან ბრექჩიებს.

კონგლომერატი ეწოდება შეცემენტებულ რიყის ქვებს, საერთოდ, შეცემენტებულ დამრგვალებულ მასალას. კონგლომერატი შედგება რიყის ქვებისა (ქვარგვალი) და ცემენტისაგან. შეცემენტებული მასალის შედგენილობის მიხედვით არჩევენ ერთი ქანისაგან შემდგარ მონომიქტურ კონგლომერატს, ბრექჩიას და პოლიმიქტურს ანუ სხვადასხვა ქანით აგებულ კონგლომერატსა და ბრექჩიას. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ზღვიურ, მდინარეულ, ფლუვიოგლაციურ, ეოლურ კონგლომერატებს. პიროკლასტურ ქანებს შორის ცნობილია ტუფური და ლავური კონგლომერატები. დანალექი ქანების ქვედა ნაწილში კონგლომერატის არსებობა ხშირად მიუთითებს ზღვის ტრანსგრესიაზე.

ცემენტის შედგენილობის მიხედვით ცნობილია კირქვიანი, კაჟიანი, რკინიანი, თიხიანი ბრექჩიები და კონგლომერატები. ბრექჩიებისა და კონგლომერატების ზოგიერთი სახესხვაობა გამოყენებულია მშენებლობაში, როგორც ინერტული მასალა, საგზაო მშენებლობაში და ა. შ. კონგლომერატებთან ხშირად დაკავშირებულია სასარგებლო ნივთიერებები (ოქრო, პლატინა, ალმასი და სხვ.).

საშუალო ნამსხვრევი ქანები (პსამიტები) გვხვდება ფხვიერი (ქვიშები) და შეცემენტებული (ქვიშაქვები) სახით.

ქვიშა წარმოადგენს ფხვიერ მექანიკურ-მინერალურ წარმონაქმნს. სადაც შემადგენელი მინერალების მარცვლები არაა ერთმანეთთან დაკავშირებული, და ქანების გამოფიტვის პროდუქტს. ქვიშების მთავარი შემადგენელი მინერალებია კვარცი, მინდვრის შპატები, აგრეთვე ქარსები, მაგნეტიტი, გლაუკონიტი და სხვ. შეიცავს აგრეთვე თიხებს, ქანებისა და ნივარების ნატეხებს. მარცვლების ზომა მერყეობს — 0,1—2,0 მმ-ს ფარგლებში. მარცვლების ზომის მიხედვით არჩევენ უხეშმარცვლოვან (2,0—1,0 მმ), მსხვილმარცვლოვან (1,0—0,5 მმ), საშუალომარცვლოვან (0,5—0,25 მმ) და წერილმარცვლოვან (0,25—0,01 მმ) ქვიშებს. ქვიშებში მარცვლების ფორმა მომრგვალებული, ნახევრად მომრგვალებული და კუთხური. შედგენილობის მიხედვით ცნობილია: კვარციანი, გლაუკონიტურ-კვარციანი, ქარსიანი, ჰაგნეტიტიანი, არკოზული (კვარციან მინდვრის შპატიანი) ქვიშები და სხვ. ყველაზე მეტად კვარციანი ქვიშებია გავრცელებული. წარმოშო-

ბის ადგილის მიხედვით ცნობილია მდინარეული, ტბიური, ზღვიური, ეოლური ქვიშები. ქვიშები (განსაკუთრებით ალუვიური და ფლუვიოგლაციური) დიდ როლს თამაშობს ნიადაგთწარმოქმნის პროცესებში.

ქვიშებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ბეტონის სამშენებლო დუღაბის, სილიკატური აგურის, მინის წარმოებისათვის, მეტალურგიაში, სააბრაზივო საქმეში და სხვ. ქვიშის საბადოები საბჭოთა კავშირში ფართოდაა ცნობილი, კერძოდ საქართველოში—ბორჯომის, თბილისის, სურამის, ქუთაისის მიდამოებში.

ქვიშაქვები შეეყვანებულ ქვიშებს ეწოდება. მასში მარცვლების ზომა 2,0—0,1 მმ-ს შორის ცვალებადობს. ქვიშების მსგავსად, მარცვლების იმავე ზომების მიხედვით არჩევენ უხეშმარცვლოვან, მსხვილმარცვლოვან, საშუალომარცვლოვან და წვრილმარცვლოვან ქვიშაქვებს. ხოლო შედგენილობის მიხედვით — კვარციან, კვარციან-მინდვრის შპატიან, კვარციან-გლაუკონიტთან, კირქვიან, თიხიან და სხვ. ქვიშაქვებს. ქვიშაქვების მთავარი შემადგენელი მინერალი არის კვარცი. როგორც სხვა ნამსხვრევ ქანებში, ქვიშაქვებშიც ცემენტი მეტწილად არის კარბონატული, კაჟიანი, რკინიანი, თიხიანი და სხვ. ქვიშაქვები, რომლებიც შედგება კვარცისა და მინდვრის შპატისაგან, კაჟიანი ან კარბონატული ცემენტით, ღია ფერისაა. მუქი მინერალების ზრდით ქვიშაქვები იძენს უფრო მუქ ფერებს, მწვანეს — გლაუკონიტის შერევით, მოყვითალო ან მურა-წითელ ფერებს აძლევს რკინის წყლიანი ყანგები და ა. შ. ქვიშაქვების ყველაზე მკვრივ სახესხვაობას მიეკუთვნება კვარციტი. იგი შედგება გადაკრისტალებული კვარცის მარცვლებისა და  $SiO_2$ -ის ცემენტისაგან. კვარციტი მეტამორფული ქანია. ტუფოგენური ქვიშაქვები შედგება კლასტური მასალისა და ეულკანური ფხვიერი პროდუქტებისაგან.

ქვიშაქვებს იყენებენ მშენებლობაში, აბრაზიულ მრეწველობაში და სხვ. ქვიშაქვებს დიდი გავრცელება აქვს. იგი დანალექი ქანების 12—15% შეადგენს. ნორმული და ტუფოგენური ქვიშაქვები საქართველოში ცნობილია თბილისის მიდამოებში, საქართველოს სამხედრო გზაზე, ატენის ხეობაში, ხრამისა და ალგეთის მიდამოებში და სხვ.

ალევრიტები ეწოდება წვრილმარცვლოვან მტკერისებრ. ზღვიური, მდინარეული და ეოლური წარმოშობის ქანებს. მას შუალედი მდებარეობა უკავია ქვიშებსა და თიხებს შორის, მარცვლების ზომა 0,1—0,01 მმ-ია. შეეყვანებულ (მეტწილად კარბონატული ან კაჟიანი ცემენტით) ალევრიტებს, ალევროლიტებს უწოდებენ.

ალევრიტებს შორის გვხვდება ზღვიური, ტბიური, მდინარეული და ეოლური წარმოშობის ქანები. ალევრიტებს შორის დამახასიათებელ ქანს ლიოსი წარმოადგენს.

ლიოსი ერთგვაროვანი წვრილმარცლოვანი, ღია მოყვითალო ფერის, ფოროვანი ქანია, ტიპურ ლიოსს შრეებრიობა არ ახასიათებთ. გაშიშვლებებში ქმნის დიდი სიმძლავრის შვეულ ფლატეებს. ლიოსი პოლიმინერალური ქანია. მინერალების რიცხვი მასში ზოგჯერ 50-ს აღწევს, მაგრამ ქანთშემენ როლს კვარცი (დაახლოებით 50%), კარბონატები (20—30%), თიხები (20%-მდე) და მინდვრის შპატები თამაშობს.

ლიოსისებრი თიხამიწები — მოთეთრო-მოყვითალო ქანები შედგენილობით ახლოს დგას ლიოსთან, მაგრამ უფრო უხეშმარცლოვანი ქვიშიანი ქანებია. ლიოსისებრი თიხამიწები სხვადასხვაგვარი წარმოშობისაა და მნიშვნელოვანი გავრცელებით სარგებლობს საბჭოთა კავშირში.

თიხამიწები მტვერისებრ თიხოვანი ქანებია, შეიცავს 20—30%-მდე თიხიან და 10—20%-მდე მტვერისებრ ნაწილაკებს. მტვერისებრ ქანებს, რომლებიც 10—20% თიხიან ნაწილებს, ხოლო 20—25% ქვიშიან ნაწილებს შეიცავს, ქვიშნარს უწოდებენ. თიხამიწების წარმოშობაში აქტიურ მონაწილეობას იღებს წვიმის წვეთები, მდინარეები, მყინვარები, განსაკუთრებით ალსანიშნავია მყინვარული წარმოშობის თიხამიწები, სადაც მტვერისებრ და თიხისებრ ნაწილაკებთან ერთად გვხვდება უფრო დიდი ნატეხები, კაქრები და სხვ.

კიჩქვიან კაჟიანი ცემენტით გამკვრივებულ ალევრითებს, როგორც აღნიშნეთ, ალევროლითებს უწოდებენ, მათ მიეკუთვნება: გამკვრივებული ლიოსი, გაქვაებული შლამი და სხვ.

#### წინდანამსხვრავი ანუ პალიტური ქანები. თიხავი

თიხები წარმოადგენს წმინდამარცლოვან, წვრილდისპერსიულ ქანებს, რომლებსაც აქვს მიწისებრი იერი და წყალთან გვაძლევს პლასტიკურ მასას. ქანის შემადგენელი ნაწილაკების დიამეტრი 0,01 მმ-ზე ნაკლებია. აქედან 30% აქვს 0,001 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრი, თიხების შედგენილობის 50%-ზე მეტს თიხიანი მინერალები—კაოლინი, მონოთერმიტი, გიბსიტი, ჰალუაზიტი, ბეიდელიტი, პიროფილიტი და სხვ. შეადგენს. თიხიან მინერალებთან ერთად მთავარი ქანთშემენი მინერალია კვარცი, ამ მინერალებს გარდა თიხებში მონაწილეობს მინდვრის შპატები, ქარსები, ქლორიტები, ქალცედონი, ოპალი, გლაუკონიტი, კალციტი, რკინის ქანგები და ჰიდროქანგები და სხვ. თიხებში შეიძლება შეგვხვდეს ამორფული წარმონაქმნები, ორგანული წვრილ დისპერსიული ნივთიერებანი, ფლორისა და ფაუნის ნაშთები. არჩევენ

პოლიმინერალურ (კაოლინიტური, მონტმორილონიტური და სხვ.) და პოლიმინერალურ თიხებს.

თიხები ქიმიური, ნაკლებად მექანიკური, გამოფიტვის პროდუქტს წარმოადგენს. წარმოშობის მიხედვით გამოყოფენ ელუვიურ (შთენილ) თიხებს, რომლებიც დედაქანების გამოფიტვის ადგილზეა დარჩენილი, მას მიეკუთვნება ელუვიური თიხები, კაოლინი, წითელმიწა, ლატერიტები, ბოქსიტები და სხვ. საკუთრივ თიხებს ანუ დანალექს — ეოლური, დელუვიური, ალუვიური, ტბიური და ზღვიური თიხები. თიხებს, რომლებიც კაოლინიტის დიდ რაოდენობას (40—70%) შეიცავს „მსუქანს“ ანუ „მსუყეს“ უწოდებენ, ცნობილია აგრეთვე კვარცით და სხვა ქანგეულობით მდიდარი თიხები.

პოლიმინერალური თიხები უფრო წვრილდისპერსიულია, გვხვდება როგორც ნარჩენ (შთენილ), ისე დანალექ თიხებს შორის, შედარებით მცირე გავრცელებით სარგებლობს და უფრო მნიშვნელოვანია რადგან მათ მიეკუთვნება ცეცხლგამძლე და მათეთრებელი თიხები. პოლიმინერალური თიხები გავრცელებულია ყველა ფაციალურ ტიპს შორის და აქვს გამოყენება მრეწველობის სხვადასხვა დარგში.

კაოლინი თიხების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი სახესხვაობაა. თოვლივით თეთრია ან გადაკრავს მოყვითალო-ნაცრისფერი, გვხვდება ლინზებისა და ფენების სახით, ძირითადად კაოლინიტისა და ჰიდროქარსებისაგან შედგება და გამოყენება აქვს ფაიფურის წარმოებაში. კერამიკაში, ცეცხლგამძლე მასალად, ქალაღის, რეზინის, ლინოლეუმის, ფანქრის და სხვ. წარმოებაში. საბადოებია უკრაინაში, დასავლეთ ციმბირში, აღმოსავლეთ ყაზახეთში, საქართველოში მახარაძის რაიონში — სოფ. მაკვანეთში, ქუთაისის მიდამოებში და სხვ.

მონოთერმიტული თიხები შედგება უმათავრესად მინერალ-მონოთერმიტის წმინდა დისპერსიული ნაწილაკებისა და ქერცლები-საგან. ქიმიური შედგენილობა— $H_{10}Al_2Si_3O_{14}$ . გარეგნულად ეს თიხები კაოლინის მსგავსია, ხასიათდება პლასტიკურობითა და ცეცხლგამძლეობით. ცნობილია დონბასში, მოსკოვის ოლქში და სხვ.

მონტმორილოლიტიანი თიხები, გარდა მინერალ-მონტმორილოლიტისა ( $Mn, Ca$ ) $O \cdot Al_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot nH_2O$  შეიცავს კვარცს, მინდვრის შპატებს, ეფუზიური ქანების ნატეხებს და სხვა მინერალებს. გამოირჩევა მაღალი დისპერსიულობით.

მათეთრებელი ანუ ბენტონიტური თიხები ძირითადად მონტმორილოლიტისა და ბეიდელიტისაგან შედგება, კალციუმისა და მაგნიუმის არსებობა აპირობებს ამ თიხებში შთანთქმითუნარიანობას; იგი აუფერულებს ნავთობს, ზეთებსა და ცხიმებს, ამიტომ იყენებენ ნავთობის პროდუქტების გასაწმენდად, გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობის

სხვა დარგებშიც. მათეთრებელი თიხის საბადოები ცნობილია აშშ-ში (ფლორიდინი), ყირიმში, ბაქოსა და ნალჩიკის მიდამოებში, საქართველოში — ვ უ მ ბ რ ი ნ ი სოფ. გუმბრაში (წყალტუბოს რაიონი), რომელიც მოქცეულია ცარცული ასაკის კირქვებს შორის და ა ს კ ა - ნ ი ტ ი სოფ. ასკანაში (მახარაძის რაიონი), რომელიც მოქცეულია ეოცენურ ვულკანოგენურ და კარბონატულ თიხიან ქანებს შორის. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში ანდეზიტური ქანების გამოფიტვის ნარჩენ (შთენილ) პროდუქტს.

ა რ გ ი ლ ი ტ ე ბ ი მკვრივი, ქვის მსგავსი თიხებია. თიხებისაგან განსხვავებით არგილიტებს არ ახასიათებს პლასტიკურობა და სიბლანტე. წარმოიქმნება თიხების ან თიხიანი ქანების გამკვრივებით, დეჰიდრატაციისა და შეცემენტების შედეგად, დიაგენეზისის ან მეტამორფიზმის საწყისი სტადიის დროს. ცემენტს ხშირად ქალცედონი წარმოადგენს.

თ ი ხ ა ფ ი ქ ლ ე ბ ი ფიქლებრივი მეტამორფიზებული თიხიანი ქანებია, დიდი წნევის შედეგად თიხები მჭიდროვდება, ფიქლებრივი ხდება და იპობა თხელ ფირფიტებად. თიხიანი მინერალების მნიშვნელოვანი ნაწილი, მეტამორფიზმის გამო, გადასულია ქარსებში, ქლორიტებში. გვხვდება კვარცი, ორგანული ნივთიერებანი და სხვ. თიხაფიქლების სახესხვაობებიდან აღსანიშნავია სახურავი და ბიტუმიანი საწვავი ფიქლები. საქართველოში სახურავი ფიქლები ცნობილია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე, განსაკუთრებით სეანეთსა და კახეთში.

მ ე რ გ ე ლ ი კარბონატულ-თიხიანი ქანია, კირქვაში თიხების რაოდენობა 30—50% აღწევს. თიხისა და  $\text{CaCO}_3$ -ის მეტნაკლები რაოდენობის მიხედვით არჩევენ კირქვიან და თიხიან მერგელებს. ცნობილია დოლომიტური მერგელიც, ეს უკანასკნელი  $\text{MgCO}_3$ -ის მნიშვნელოვან რაოდენობას შეიცავს. მერგელებში ხშირად გვხვდება სხვა მინერალებიც: გლაუკონიტი, კვარცი, თაბაშირი და სხვ. ქანი წარმოიქმნება ზღვებსა და ტბებში თიხიანი შლამის კირქვის მასალასთან ერთდროული დალექვით. მერგელები გვხვდება შრეების სახით. მეტწილად ნაცრისფერია. იყენებენ ცემენტის წარმოებაში, მჟავე ნიადაგების ნეიტრალიზაციისათვის. საბადოებია დონბასში, პოდოლსკის მიდამოებში, ნოვოროსიისკ-გელენჯიკის შორის და სხვ. საქართველოში მერგელები ძირითადად დაკავშირებულია მესამეულ და ცარცულ ნალექებთან. გვხვდება კასპის, ლუშეთის, ცაგერის, ცხაკაიას, წალენჯიხის რაიონებში, აფხაზეთში, სამხრეთ ოსეთში და სხვ.

დანალექ ქანებს შორის ქიმიური ნალექები მნიშვნელოვანი გავრცელებით სარგებლობს. აქ შეიძლება გავარჩიოთ საკუთრივ ქიმიური ნალექები — მინერალური მარილები და ბიოქიმიური წარმოშობის ქანები. წყლის ხსნარებიდან მინერალური მარილების მიღება შესაძლებელია: 1. ცხელი და მშრალი კლიმატის პირობებში ზღვის წყლიდან უბებში, აუზებში, რომლებიც თითქმის გამოყოფილია ზღვიდან (ყარა-ბოლაზ-გოლი); 2. კონტინენტურ, დაშრობის პროცესში მყოფი აუზებიდან (ტბები — ელტონი, ბასკუნჩაყი და სხვ.); 3. მარილიანი წყაროებიდან; 4. კოლოიდური ხსნარების კოაგულაციით.

მარილების გამოყოფის თანამიმდევრობაზე გავლენა აქვს არა მარტო ხსნარების კონცენტრაციას და ხსნადობას, არამედ ტემპერატურას და ქიმიურ შედგენილობას.

ტემპერატურის ამალვებით ზოგ შემთხვევაში დიდდება ხსნადობა, მაგალითად KCl-ის, მაგრამ NaCl-ის ხსნადობაზე ტემპერატურის ამალვება ვერ ახდენს დიდ გავლენას. ყარა-ბოლაზ-გოლის უბეში. ზაფხულის თვეებში, ინტენსიურად ილექება ტენარდიტი ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), ხოლო ზამთრობით, როდესაც ტემპერატურა  $16^\circ$ -ზე დაბალია, ტენარდიტის ნაცვლად გამოიყოფა მირაბილიტი ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). ხსნარის კრისტალიზაციის მსვლელობაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს ქიმიურ შედგენილობას. ხსნარში ერთი ნივთიერების არსებობა გავლენას ახდენს მეორის გამოყოფაზე.  $\text{CaSO}_4$ -ის სუფთა ხსნარიდან თაბაშირი გამოიყოფა  $60^\circ$ -ზე; ხოლო ანჰიდრიტი — უფრო მაღალ ტემპერატურაზე. მაგრამ, თუ ხსნარში გვაქვს NaCl, მაშინ ანჰიდრიტი გამოიყოფა  $30^\circ$ -ზე, ხოლო  $\text{MgCl}_2$ -ის მონაწილეობის შემთხვევაში  $25^\circ$ -ზე.

ხსნარებიდან მარილების გამოყოფის დაახლოებით ასეთი თანამიმდევრობა გვაქვს: პირველად გამოიყოფა კალციუმის სულფატი (თაბაშირი, ანჰიდრიტი,) შემდეგ ქვამარილი და უფრო გვიან, როგორც უფრო ადვილად ხსნადები, კალციუმისა და ნატრიუმის სხვა მარილები.

ქიმიურ ნალექებს მიეკუთვნება: მინერალური მარილები (ქვამარილი, სილვინი, კარნალიტი, ანჰიდრიტი, თაბაშირი და სხვ.), ზოგიერთი კარბონატული ქანი (ოლითური კირქვა, კირქვის ტუფი, კირქვის ნაწვეთარი ფორმები, კირქვების წვრილმარცვლოვანი ქიმიური სახესხვაობები), კაჟიანი ქანები, ალიტები და ფეროლითები, ლატერიტები, ბოქსიტები, რკინის მადნიანი დანალექი ქანები და სხვ.

ქ ვ ა მ ა რ ი ლ ი ქიმიური წარმოშობის დანალექი ქანია. იგი თითქმის მინერალ პალიტისაგან შედგება, სუფთა სახესხვაობებში NaCl-ის რაოდენობა 99% აღწევს. მინარევების გამო შეიძლება ჰქონდეს მურა

და ნაცრისფერი. მინარევებია თიხის ნაწილაკები და ქანში გაფანტული წვრილდისპერსიული მასალა. ჩანარების ან ბუდეების სახით გვხვდება ანჰიდრიტი, ნაკლებად თაბაშირი, ან კალიუმისა და მაგნიუმის მარილები, ბითუმების მინარევები. ქვამარილის საბადოები ცნობილია ყველა გეოლოგიურ ეპოქაში მკლავრი ფენებრივი ბუდობების, ლინზების, შტოკების, გუმბათების და ბოლოს სხვა ქანებში ჩანარების სახით. ქვამარილის მნიშვნელოვანი საბადოები დაკავშირებულია ლაგუნურ ნალექებთან. მათი დალექვა ამჟამადაც მიმდინარეობს ელტონისა და ბასკუნჩაყის ტბებში.

ქვამარილის საბადოების ზედა ნაწილში ხშირად გვხვდება კალიუმ-მაგნეზიალური მარილები, მათგან უმნიშვნელოვანესია: სილვინი— $KCl$ , კარნალიტი— $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , კაინიტი —  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ , კიზერიტი— $MgSO_4 \cdot H_2O$ . პოლიჰალიტი —  $2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2H_2O$  და სხვ. ზოგიერთი მათგანი ქვემოთ განხილულია, როგორც აგრონომიული მადანი.

**ანჰიდრიტი**, როგორც დანალექი ქანი, ძირითადად მინერალ ანჰიდრიტისაგან შედგება, გამოიყოფა წყლის ჩაქეტილ აუზებში, ასეთი ხსნარებიდან, რომლებიც უფრო გავრეხულია იმ ხსნარებთან მედარებით, საიდანაც გამოიყოფა თაბაშირი. ბუნებაში მეტწილად ფენების სახით გვხვდება და როგორც ქანი თაბაშირზე მკერვივა.

**თაბაშირი** დანალექი ქანია, შედგება მინერალ თაბაშირისა და მინარევებისაგან, ეს უკანასკნელი წარმოდგენილია ანჰიდრიტით, დოლომიტით, კალციტით, კვარცით და სხვა მინერალებით, აგრეთვე ორგანული ნივთიერებებით. თაბაშირის პირველადი საბადოები ლაგუნებსა და ტბებში ილექება. თაბაშირი გვხვდება სხვადასხვა ზომის ლინზების, ბუდობებისა და შტოკისებრი მასების სახით.

**კირქვები** მეტწილად ზღვიური დანალექი ქანებია, ძირითადად  $CaCO_3$ -საგან შედგება. სუფთა კირქვა 56%  $CaO$ -ს და 44%  $CO_2$ -ს შეიცავს. მინარევებიდან აღსანიშნავია თიხები, კაჟმიწა, რკინის ქანგები, გლაუკონიტი და სხვ. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ორგანოგენულ-ქიმიურ და ზოგჯერ ნამსხვრევ კირქვებს. ქიმიური წარმოშობის კირქვებს ხშირად აქვს ოლითური, კონცენტრიული აგებულება, გვხვდება ნაწვეთარი ფორმების, კირქვის ტუფების (ტრავერტინი) სახით და სხვ. კირქვები, ჩვეულებრივ, თეთრი ან ნაცრისფერია, გვხვდება აგრეთვე მოყვითალო, ვარდისფერი და სხვა ფერის კირქვები. სტრუქტურის მიხედვით არჩევენ კრისტალურ, ნამსხვრევ, ორგანოგენულ, ნამსხვრევ-ნიჟარებიან და რიფულ კირქვებს. გვხვდება აგრეთვე ოლითური, ბრექჩიისებრი, მიწისებრი და ცარცისებრი კირქვები. მინარევების მიხედვით ცნობილია

ქვიშიანი, თიხიანი, გლაუკონიტიანი, დოლომიტიანი და ა. შ. გვხვდება ფოროვანი კირქვებიც. კირქვები ცნობილია ყველა გეოლოგიური პერიოდის ნალექებში, განსაკუთრებით ცარცული პერიოდის ნალექებში. იყენებენ საშენ მასალად, მოსაპირკეთებლად, დეკორატიულ ქვად, კირისათვის, მდნობად მეტალურგიაში, მკავე ნიადაგების მოკირიანებისათვის და სხვ. კირქვები დიდი გავრცელებით სარგებლობს ურალში, ციმბირში, შუა აზიაში, სსრკ-ის ევროპულ ნაწილში, კავკასიაში, ყირიმში და სხვ. საქართველოში განსაკუთრებით გავრცელებულია იურული, ცარცული პერიოდების და პალეოგენური კირქვები.

**დოლომიტი** ძირითადად შედგება მინერალ დოლომიტისა და კალციტისაგან. ცნობილია დოლომიტებსა და კირქვებს შორის გარდამავალი სახესხვაობანი — კირქვიანი დოლომიტები, დოლომიტიანი კირქვები და სხვ. დოლომიტებში შესაძლებელია მონაწილეობდეს რკინის ჟანგები, თიხიანი ნივთიერებანი და სხვ. დოლომიტებს აქვს მარცვლოვან-კრისტალური სტრუქტურა. დოლომიტები ზოგჯერ ფოროვანია. წარმოიშობა კირქვების დოლომიტიზაციით, ამ პროცესს შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს დიაგენეზისის პირველ სტადიაზედაც, ხსნარიდან Mg-ის ქიმიური გზით გამოყოფით და სხვ. დოლომიტებს იყენებენ საშენ მასალად, მეტალურგიაში — მდნობად, ტექსლგამძლე აგურისათვის, აგრონომიულ მდნად და სხვ. საქართველოში გადოლომიტებული კირქვები ცნობილია ცარცული პერიოდის ნალექებში.

**კაჟიანი ქანები** ძირითადად ოპალისა და ქალცედონისაგან შედგება. წმინდა ქიმიური წარმოშობის კაჟიანი ქანები იშვიათია, მათ მიეკუთვნება ცხელი წყალქსნარებიდან გამოყოფილი კაჟიანი ტუფები ანუ გეიზერიტები — თეთრი ან ღიად შეფერილი.

**ალიტები და ფერიტები** ძირითადად ალუმინისა და რკინის ჰიდროქსიდებისაგან შედგება. მალიაკინის მიხედვით ქანში თუ  $Al_2O_3 : SiO_2 > 1$  მას ალიტი ეწოდება. მაგალითად ბოქსიტები, მაგრამ თუ  $Fe_2O_3$  და  $Al_2O_3$  ტოლი რაოდენობითაა ქანებს ფერიალიტებს უწოდებენ. მათ ლატერიტები და ბოქსიტები მიეკუთვნება. **ლატერიტები** წარმოადგენს ცხელი და ტენიანი კლიმატის პირობებში ალუმინილიტების შემცველი მაგმური (ფუძე და ულტრაფუძე, ნაკლებად მკავე) ქანების გამოფიტვის ელუვიურ პროდუქტებს. ისინი მდიდარია ალუმინისა და რკინის ჰიდროქსიდებით, რომელიც წარმოადგენილია. როგორც ამორფული, ისე კრისტალური სახესხვაობებით. ფერი წითელია, გვხვდება როგორც რბილი, მიწისებრი. ისე მკვრივი სახესხვაობანი. ლატერიტული ფენების სიმძლავრე ზოგჯერ ას მეტრამდე აღწევს.



რკინის შემცველ დანალექ ქანებს მიეკუთვნება მურა რკინის საბადოები, რკინიანი ოლითები და სხვ.

**ბოქსიტები** ეწოდება დანალექ ანუ ელუვიურ ქანს, მდიდარს ალუმინის ჰიდროქსიდით, რომელიც შედგენილობითა და თვისებებით შეესაბამება ალუმინის სამრეწველო მადანს. ბოქსიტი წარმოადგენს ქვისებრ, ნაკლებად რბილ, სუსტად გამკვრივებულ წვრილ დისპერსიულ ქანს, მეტწილად წითელი ან ყავისფერია, ხშირად ოლითური სტრუქტურით. ალუმინის ჰიდროქსიდს გარდა ბოქსიტები შეიცავს რკინის ჰიდროქსიდებს, ჰემატიტს, კაოლინიტის ჯგუფის მინერალებს და სხვ. ბოქსიტები ალუმინის ძირითადი მადანია.

**ფოსფორიტები** წარმოადგენს ფოსფატებით გამდიდრებულ დანალექ ქანებს — ქვიშაქვებს, მერგელებს, კირქვებს, თიხებს, სადაც ფოსფორიტი ცემენტის როლს ასრულებს, ფოსფორიტები გვხვდება კონკრეციებისა და ოლითების სახითაც, ამიტომ ფენებრივ ბუდობებს გარდა ცნობილია კონკრეციებით წარმოდგენილი საბადოები, რომელიც გვხვდება ძირითადად ფოსფორმჟავა კალციუმის სახით. არჩევენ ქიმიურ და ორგანოგენული წარმოშობის ფოსფორიტებს.

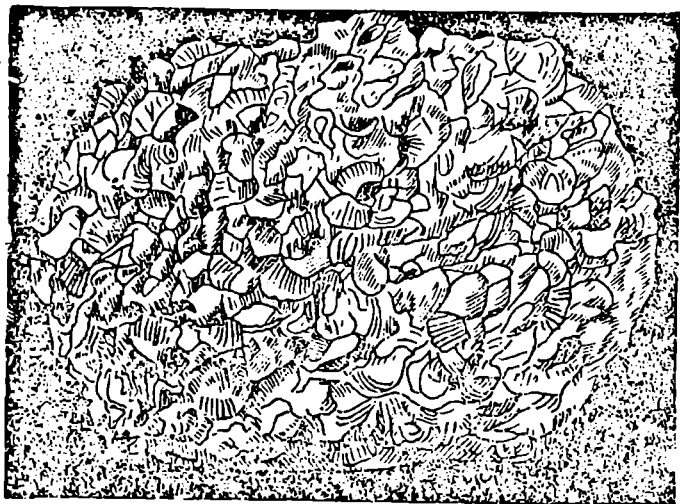
### ორგანოგენული ქანები

ორგანოგენული ქანები ანუ ბიოლითები მთლიანად ან ნაწილობრივ წარმოადგენს ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროდუქტს. ორგანიზმები ხსნარებიდან ითვისებენ ნაერთებს და აგებენ ჩონჩხის მკვრივ ნაწილებს, ნიჟარებს, ჯავშანს, სპიკულებს და ა. შ. ორგანიზმების სიკვდილის შემდეგ აუზის ფსკერზე გროვდება მათი მყარი მინერალური ნაწილები — ორგანოგენული შლამი, რომელიც დიაგენეზისით მკვრივ ორგანოგენულ ქანად გარდაიქმნება.

ცხოველური ნაშთების მინერალური შედგენილობის მიხედვით ცნობილია კარბონატის, კაჟისა და ფოსფატის შემცველი ქანები. მცენარეულ ნაშთებს შორის გვხვდება კირქვიანი, კაჟიანი, ნახშირიანი ნაშთები. ხშირად ქანები მთლიანად ნიჟარებისაგან შედგება. ასეთ ქანს ლუმაშელი ეწოდება.

ბიოლითები იყოფა საწვავ (კაუსტობიოლითები -- ტორფი, ნამარხი ნახშირები, ნავთობი) და არა საწვავ ქანებად (კირქვა, დიატომიტ, ცარცი და სხვა).

ორგანოგენული კირქვების წარმოქმნაში ცხოველური ან მცენარეული ნაშთები ასრულებენ მნიშვნელოვან ან გადაწყვეტ როლს. არჩევენ ზოგენური — ცხოველური და ფიტოგენური -- მცენარეული წარმოშობის კირქვებს. ზოგენურს მიეკუთვნება: ფორამინი-



სურ. 10. ლუმაშელი.

ფერებიანი, მარჯნიანი, ხავსცხოველებიანი, მხარუეხიანი, კრინოიდებიანი, მუცელფეხიანი და სხვ. კიოქვები, ფოტოგენურს—წყალმცენარეებიანი, ლითოჟამსიანი და სხვ.

კიოქვებისათვის დამახასიათებელია საკუთრივ ორგანოგენული სტრუქტურა, როდესაც ორგანოგენული ნაშთები არ ამჟღავნებს გადატანის ნიშნებს. ორგანოგენული — ნამსხვრევი სტრუქტურა, როდესაც ორგანოგენული ნაშთები წარმოდგენილია ნამსხვრევი და დამრგვალებული, დამუშავებული ნაწილაკებით, ცნობილია აგრეთვე დეტრიტული სტრუქტურა, როდესაც ქანი მთლიანად შედგება ორგანული ნაშთების დამსხვრეული ნაწილაკებისაგან და სხვ. ორგანულ კიოქვებს შორის ცნობილია ბიტუმინი, კაჟიანი და სხვ. სახესხვაობანი.

ცარცი ნეტწილად თეთრი, სუსტად შეცემენტებული, ხშირად მიწისებრი, კარბონატული ქანია,  $\text{CaCO}_3$ -ის რაოდენობა 91—98,5%-ია. ორგანულ ნაშთებს შორის ჰარბობს ფორამინიფერების ნიჟარები 30%-მდე, თითქმის ამდენივე კოკოლიტების კიოქვიანი წყალმცენარეების ნაშთები. მრავალუჯრედიანი ცხოველთა ნაშთები შედარებით მცირე რაოდენობით გვხვდება (10%-მდე). მეტნაკლები რაოდენობით შეიცავს დიატომიტს, რადიოლარიების და ღრუბლების კაჟიან ნაშთებს. მისი წარმოშობა დაკავშირებულია წვრილმარცვლოვანი კარ-

ბონატული მასალის — ორგანოგენული ნაშთების ნაცვალა დალექ-  
ვასთან.

ცარცის საბადოები მეტწილად ცარცული პერიოდის ნალექებთან  
არის დაკავშირებული. ცარცს იყენებენ ცემენტისა და მინის წარმო-  
ებაში, სამღებრო საქმეში, რეზინისა და ქაღალდის მრეწველობაში,  
სოფლის მეურნეობაში — მკვებ ნიადაგების მოკირიანებისათვის. ცარ-  
ცის საბადოები ცნობილია უკრაინაში, კურსკის ოლქში, პოვოლჟიეში  
და სხვ. საქართველოში — ვალის რაიონში (ოცარცე), ცაიშში, სურა-  
მის მიდამოებში და სხვაგან.

### კაჟიანი ქანები

ორგანოგენულ კაჟიან ქანებს მიეკუთვნება: დიატომიტი, ტრეპე-  
ლი, რადიოლარიტი, სპონგოლითი, ოპოკა და სხვ. კარბონატულ ქა-  
ნებთან შედარებით ესენი ნაკლები გავრცელებით სარგებლობენ.

დ ი ა ტ ო მ ი ტ ი მიწისებრი ან სუსტად შეცემენტებული მსუბუ-  
ქი (მოცულობითი წინა — 0,42—0,96), ფოროვანი თეთრი ან მსუბუ-  
ქად შეფერილი ოპალიანი ქანია. შედგება: წყალმცენარე დიატომეას  
ნაქუქების, ნაწილობრივ რადიოლარიების ჩონჩხისა და ღრუბლების  
სპიკულების და ზოგჯერ თიხიანი მასალის, კვარცისა და გლაუკონი-  
ტისაგან. წარმოადგენს ზღვიურ და ტბიურ ნალექს. დაკავშირებულია  
მესამეულ ნალექებთან. გამოიყენება სითბოსა და ბგერის იზოლაცი-  
ისათვის, ფილტრად, დინამიტის დასამზადებლად, კატალზატორად  
და სხვ.

საბადოებია: უკრაინაში, სომხეთში, პოვოლჟიეში, საქართველო-  
ში — ახალციხის რაიონში (ქისათიბის საბადო).

ტ რ ე პ ე ლ ი — მაკროსკოპულად არ განირჩევა დიატომიტისაგან,  
მაგრამ მიკროსკოპში ჩანს, რომ ის შედგება არა ნიყარებისაგან, არა-  
მედ ოპალის მცირე ზომის (0,01—0,001 მმ) მარცვლებისაგან. ფიქ-  
რობენ, რომ ტრეპელის საწყის მასას დიატომიტი წარმოადგენს. ტრე-  
პელი გროვდება დიატომეების ნიყარების დამსხვრევიითა და შემდგომ  
ხელახლა დალექვის გზით. მკვებამძლე და ცეცხლგამძლე ქანია, იყე-  
ნებენ თერმოიზოლატორად, მკვებების საფილტრავად და სხვ. საბადო-  
ებია უკრაინასა და ბელორუსიაში, სმოლენსკისა და ორიოლის ოლ-  
ქებში.

ო პ ო კ ა ფოროვანი, მკვრივი ქანია, შედგება ოპალისაგან, ორგა-  
ნიზმების (რადიოლარიები, ღრუბლების სპიკულები, დიატომების  
ჯავშანი) კაჟიანი ნაშთების მინარევებით, შეიცავს აგრეთვე კვარცს,  
მინდვრის შპატს, თიხებს და სხვ. ფიქრობენ, რომ ოპოკა წარმოადგენს  
კაჟიანი ქანების (დიატომიტი, სპონგოლითი და სხვ.) ცვლილებათა

პროდუქტს, ზოგიერთ მკვლევარს ის ზღვიურ ქიმიურ დანალექ ქანად მიაჩნია. გავრცელებულია პოვოლციესა, ურალსა და ციმბირში.

კაჟიან ქანებს მიეკუთვნება რადიოლარიტი და სპონგოლითი. ეს უკანასკნელი ცნობილია საქართველოში, აჭაშეთის მიდამოებში და გამოყენება აქვს სილიკატური აგურის წარმოებაში.

### კაუსტობიოლითიანი

კაუსტობიოლითებს (ბერძნულად — კაუსტიკოს საწვავი, ბიოს სიციცხლე, ლითოს — ქვა) მიეკუთვნება ორგანული წარმოშობის საწვავი ქანები და მინერალები. მათი საერთო დამახასიათებელი თავისებურებაა წვის უსარი, რასაც აპირობებს თავისუფალი ნახშირბადის ან ნახშირწყალბადების დიდი რაოდენობა.

კაუსტობიოლითები გვხვდება მყარ (ტორფი, მურა ქვანახშირი, ანთრაციტი, საწვავი ფიქლები, ასფალტი, ოზოკერიტი, ქარვა), თხევად (ნავთობი) და გაზისებრ (საწვავი გაზები) მდგომარეობაში. აქედან ყველაზე მეტად გავრცელებული და პრაქტიკულად მნიშვნელოვანია ტორფი, ნამარხი ნახშირები, ნავთობი და საწვავი გაზები.

ნამარხი ნახშირები მცენარეული წარმოშობისაა. წარმოშობის პირველი სტადია მცენარეული ნაშთების დაგროვებასა და ლაშლაში გამოიხატება. მცენარეული მასა შესაძლებელია დაგროვდეს მათი აღმოცენების ადგილზე (ავტოქტონური დაგროვება), ან მცენარეული ნაშთების გატანით (ალუქტონური დაგროვება). ნამარხი ნახშირები წარსული გეოლოგიური ეპოქების მცენარეთა ნაშთებიდან რთული ცვლილებების (განახშირების) გზით წარმოიქმნება, წარმოებს საწყისი ნივთიერების თანდათანობით ნახშირბადით გაძლიერება. განახშირების ხარისხის მიხედვით ნამარხ ნახშირებს შორის გამოჰყოფენ მურა ნახშირს, სხვადასხვა ტიპის ქვანახშირს და ანთრაციტს. მურა ნახშირი ტორფსა და ქვანახშირს შორის შუალედი წარმონაქმნია. მას აქვს მურა-შავი ფერი და ტორფზე უფრო მკვრივია. ნახშირბადის რაოდენობა 67—78% აღწევს. კუთრი წონა 0,8-1,8. ქვანახშირი უფრო მკვრივია, აქვს შავი ფერი, მჭრქალი ან ელვარეა. ნახშირბადის რაოდენობა—82—95%. კუთრი წონა 1,26—1,35. ანთრაციტი ნამარხ ნახშირებს შორის ყველაზე მეტამორფიზებულია, ფერი შავი, ელვარება — ძლიერი ნახევრად მეტალური, ნახშირბადის რაოდენობა 95%, კუთრი წონა 1,40—1,80.

ნამარხი ნახშირები გვხვდება ფენებისა და ლინზების სახით. საბჭოთა კავშირს ქვანახშირის მარაგით მსოფლიოში პირველი ადგილი უკავია. უდიდესი საბადოებია დონბასში, კუზბასში, კარაგანდამში,

პენორაში და სხვ. საქართველოში—ცნობილია ტყიბულის, ტყვარ-  
ჩელის, ახალციხის, შაორის და სხვ. საბადოები.

ნ ა ე თ ო ბ ი ზეთისებრი, დამახასიათებელი სუნისა და ფლუორეს-  
ცენციის უნარის მქონე სითხეა. შედგება პარაფინის და ნაფთენის,  
ნაკლებად—ბენზოლის რიგის ნახშირწყალბადებისაგან. ძირითადი შე-  
მადგენელი ელემენტებია ნახშირბადი და წყალბადი. ფერი გამჭვირვალე  
ლია მოყვითალოდან მუქ ყავისფერამდე, ზოგჯერ შავიც. კუთრი წონა  
0,6-0,9, ზოგჯერ 1-ზე მეტიც, ნავთობი, როგორც ვარაუდობს მეცნიერ-  
თა დიდი უმრავლესობა, ორგანული წარმოშობისაა. არაორგანული  
წარმოშობის ჰიპოთეზას ჰყავს თავისი მოპირეებიც (ნ. კუდრიავცევი და  
სხვ.), მაგრამ ძლიერ მცირე რაოდენობით. ნავთობის პროდუქტებს  
გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში. საბჭოთა კავ-  
შირში ნავთობის დიდი საბადოებია კავკასიაში (ბაქო, გროზნი, მაიკო-  
პი), მეორე ბაქოში (ვოლგისპირეთი), დასავლეთ ციმბირში, შუა  
აზიაში, დასავლეთ ყაზახეთში, დასავლეთ უკრაინაში და სხვ.

ს ა წ ვ ა ვ ი ანუ ბუნებრივი გაზები ნავთობის საბადოებთან და-  
კავშირებული ძვირფასი ქიმიური და ენერგეტიკული ნედლეულია. ბუ-  
ნებაში გვხვდება აგრეთვე სუფთა გაზის ბუდობებიც, რომლებიც ძი-  
რითადად შედგება გაზისებრი ნახშირწყალბადებისაგან (მეთანი, ეთანი  
და სხვ). გაზის ბუდობები ცნობილია დასავლეთ ციმბირში, შუა აზია-  
ში. სტავროპოლის მხარეში, აფშერონის ნახევარკუნძულზე და სხვ.

### ნალექების დიაგნოზისი

დედამიწის ზედაპირის 75% დანალექი ქანებითაა დაფარული. ეს  
ქანები ძველი ზღვების ნალექებს წარმოადგენს. ზღვაში კი, ჩვეულებ-  
რივ შლამისებრი, ფხვიერი ნალექები გროვდება. ზღვების, ტბების,  
კაობების გეოლოგიური მოქმედებით, აგრეთვე სხვა ეკზოგენური  
ფაქტორებით წარმოქმნილი ფხვიერი ნალექები ასეული ათასი წლების  
მანძილზე, ამ ნალექებში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოქიმი-  
ური პროცესების მოქმედებით იცვლება და გარდაიქმნება მკვრივ და-  
ნალექ ქანებად. ნალექის ქანად გარდაქმნის პროცესს დ ი ა გ ე ნ ე-  
ზ ი ს ი (დიაგენეზი) ეწოდება. ნალექების დაგროვების პროცესში  
ნალექის შემადგენელ ნაწილებსა და გარემომცველ გარემოს შორის  
ირღვევა ფაზიკურ-ქიმიური წონასწორობა. დიაგენეზისის პროცესში  
ნალექის შემადგენელი ნაწილები მოქმედებს ურთიერთგარემომცველ  
გარემოსთან და იწვევს ფხვიერი (რბილი) ნალექების ქანებად გარ-  
დაქმნას. ნ. სტრაზოვის მიხედვით ზღვიური ნალექების ქანებად გარ-  
დაქმნა მიმდინარეობს: 1. ნალექებიდან ნაკლებად მდგრადი მინერა-

ლების გახსნითა და მოცილებით. 2. ახალი ფიზიკურ-ქიმიურ გარემოში მდგრადი ახალი მინერალების წარმოქმნით; ვ) ცალკეულ ნივთიერებათა გადაწეობით, გადაკრისტალებითა და ცემენტაციით. ნალექების ქანად გარდაქმნის დროს მიმდინარე ცვლილებებს მიეკუთვნება: ა) ნალექების გამკვრივება, ბ) გახსნა და გახსნის დროს წარმოქმნილ სიკარიელეთა ამოვსება, ნალექების შეცემენტება, გ) სულფატების აღდგენა, დ) კონკრეციების წარმოქმნა, ე) დოლომიტების წარმოქმნა, ვ) სილიკატების დაშლა და სხვ.

ნალექების გარდაქმნის ხასიათი და სიჩქარე დამოკიდებულია ნალექის შედგენილობაზე, შემადგენელი ნაწილების სიდიდეზე, მათ ერთგვარობაზე და სხვ. მაგალითად, ქვიშები და რიუნარი მცირედ იცვლება, იგი მხოლოდ შეცემენტდება და გამკვრივდება, ხოლო შლამისებრი ნალექები ღრმა ცვლილებებს განიცდის. შლამსა და წყალს შორის მიმდინარეობს ურთიერთმოქმედება, გახსნა, არამდგრადი მინერალების მოცილება და ახალი მინერალების წარმოქმნა, გადაკრისტალება და ა. შ. დიაგენეზისის პროცესში ხშირად აქტიურ მონაწილეობას იღებს ბაქტერიები.

გ ა მ კ ვ რ ი ვ ე ბ ა მიმდინარეობს ზევით მდებარე ფენების წნევით. ამ დროს წყალი, რომელსაც ნალექები შეიცავს, მნიშვნელოვნად განიღვრება. ნალექების გამკვრივებას ხელს უწყობს ქერქის რყევითი მოძრაობა. ნალექების გამკვრივებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს გადაკრისტალებას და ცემენტაციას. გადაკრისტალებას ძირითადად განიცდის ორგანოგენული და ქიმიური კარბონატული და კაჟიანი ნალექები, ხოლო შედარებით ნაკლებად — თიხიანი ნალექები. გადაკრისტალების კარგ მაგალითს წარმოადგენს რიფული ნალექების დიაგენეზისი. ნალექები დასაწყისში შედგება მარჯნების, ხავსცხოველების, წყალმცენარეების და სხვ. კირქვიანი ჩონჩხისაგან. ორგანულ ნივთიერებათა დაშლით გამოყოფილი ნახშირორჟანგის მოქმედებით ჩონჩხის  $\text{CaCO}_3$  ნაწილობრივ იხსნება, ხოლო  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფის შემდეგ ისევ გამოიყოფა უკვე კრისტალურ ფორმაში.

ც ე მ ე ნ ტ ა ც ი ა დაკავშირებულია ნალექებში ისეთი ქიმიური ნაერთების გამოყოფასთან, რომლებიც შეაყვანებულ ნალექის ცალკეულ მარცვლებს. ნალექების შემაცემენტებელი ნივთიერებებია  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeCO}_3$ , ამით აიხსნება ის, რომ ქვიშების შეცემენტებით, მაგალითად, წარმოიქმნება კარბონატული, კაჟიანი და რკინიანი ქვიშაქვები. სინგენეტურ შემაცემენტებელ ნივთიერებათა გამოყოფა მიმდინარეობს ნალექების წარმოქმნასთან ერთად, ხოლო

ეპიგენეტურ ნივთიერებათა კი ნალექის შემდგომი ცვლილების, გარდაქმნის შემდგომი სტადიის დროს.

შემაცემენტებელი ნივთიერება ავსებს სიციარიელეებს, ბზარებს, ფორებს, ამკვრივებს შემადგენელ ნაწილაკებს. ნალექების ცემენტაციით ქვიშები გარდაიქმნება ქვიშაქვებად, რიყნარი — კონგლომერატად, როქვი — ბრექჩიად, ტერიგენული შლამი — თისად, თისიან ფიქლად, არგილიტად და ა. შ.

აუზის ფსკერზე დალექილ მასალაზე მოქმედებს წყალი და ხსნის მის ადვილხსნად ნაწილებს. მარილების გახსნა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, წნევაზე, წყალში გახსნილ გაზებზე, განსაკუთრებით ჟანგბადზე  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  და სხვ., მარილების კონცენტრაციაზე. გახსნის პროცესები, სიციარიელეთა წარმოქმნა და შემდგომ მისი ამოვსება ჩანს ლიოსსა და ლიოსისებრ თინებში, სადაც ხშირად დიდი რაოდენობით გვხვდება  $\text{CaCO}_3$ -ის თეთრი ან ნაცრისფერი ე. წ. ტიკინები („უურავჩიკი“, დიტვი).

წყალში დალექილი სულფატებიდან წყალსა და ნალექებში არსებული ანაერობული ბაქტერიები სულფატებიდან იღებს ჟანგბადს. სულფატები აღდგება და გადადის სულფიდებში.

ფოროვან ქანებში — ქვიშებში, ქვიშაქვებში, ნაპრალოვან კირქვებში და დოლომიტებში ხშირად გვხვდება სფერული ან ელიფსოიდური ფორმის, სხვადასხვა ზომის (მილიმეტრის ნაწილიდან რამდენიმე მეტრამდე დიამეტრით) კონკრეციები. შემადგენლობის მიხედვით არჩევენ: პირიტის, კვარცის, ოპალის, ქალცედონის, ფოსფორიტის, რკინიანი თაბაშირის და სხვ. კონკრეციებს. კონკრეციები წარმოიქმნება ნალექში ხსნარის ცირკულაციის დროს ახალი მინერალური ნივთიერების არათანაბარი გამოყოფის გზით და ქანის ან გამაგრებული (გამყარებული) ნალექის სიციარიელეთა მინერალური ნივთიერებით ამოვსების შედეგად.

დიაგენეზისით აიხსნება მარჯნის რიფებიდან დოლომიტების წარმოქმნა. ზღვის წყლის ქლორიანი მაგნიუმი მოქმედებს ნახშირმყავა კალციუმთან:  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCl}_2 \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{MgCO}_3$ . ეს რეაქცია წონასწორობის მდგომარეობაში მოდის მაშინ, როდესაც  $\text{CaCO}_3$  წონით არის 54,36%, ხოლო  $\text{MgCO}_3$ —45,64%. წარმოიქმნება დოლომიტი  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . ნალექებში წყლისა და მასში გახსნილი  $\text{CO}_2$  მოქმედებით მიმდინარეობს სილიკატების დაშლა. ორთოკლაზი და ანორტიტი გარდაიქმნება კაოლინად

დიაგენეზისის პროცესებთან არის დაკავშირებული შლამიან ნა-

ლექებში ორგანული ნივთიერებიდან ნავთობის, საწვავი გაზების წარმოშობა; აგრეთვე მცენარეთა ნაშთების, ჰაერის ნაკადის გარეშე, ტორფად, შემდგომ მურა ნახშირად, ქვანახშირად და ანთრაციტად გარდაქმნა.

ნალექების ქანებად გარდაქმნა — დიაგენეზი რთული და გრძელხნიანი პროცესია და მას დიდი მნიშვნელობა აქვს დანალექი ქანების და ზოგიერთი სასარგებლო ნამარხის წარმოქმნისათვის.

დიაგენეზისი ერთ-ერთი სქემა მოგვცა ნ. სტრახოვმა (1954 წ.). ის გამოყოფს ოთხ სტადიას: პირველი — ნალექის ზედაფენა მდებარეობს დამკანაგავ ან ნეიტრალურ ზონაში; აქ ბაქტერიების აქტიური მონაწილეობით წარმოიქმნება ახალი მინერალები — სანაპირო ქვიშიან ზონაში — რკინისა და მარგანეცის უანგის კონკრეციები, ოკეანეების სიღრმეში, წყრილ შლამში — გლაუკონიტი და ფოსფორიტი.

მეორე სტადიაში ნალექი არის აღმდგენელ ზონაში, აქ მიმდინარეობს სულფატების, რკინისა და მარგანეცის უანგეულების აღდგენა და წარმოიქმნება მინერალები ქვეუანგის ფორმით (სიდერიტი, პირიტი, რკინის სილიკატები და სხვ.).

მესამე სტადიაზე მიმდინარეობს ნალექის შიგნით წარმოქმნილ მინერალთა გადანაწილება: კონკრეციების წარმოქმნა, შეცემენტება, გადაკრისტალება. მეოთხე სტადიაზე — ნალექის გამკვრივება, მისი ქანად გარდაქმნა, ამ დროს მიმდინარეობს დეჰიდრატაცია (წყლის დაკარგვა) და გადაკრისტალება.

### მეტამორფიზმი

მეტამორფიზმი არის პროცესების ერთიანობა, რომელიც იწვევს ქანების ღრმა ცვლილებებს მყარ მდგომარეობაში, მათ გარდაქმნას ახალ ქანებად. ამ ცვლილებებს ძირითადად განსაზღვრავს ზევით მდებარე ქანების წნევა, მაღალი ტემპერატურა, მაგმიდან გამოყოფილი ქიმიურად აქტიური ნივთიერება (ხსნარები და გაზები). ამ ფაქტორების ზემოქმედებით შესაფერის ფიზიკურ-ქიმიური პირობებში ყველა ქანი. მაგური, დანალექი და ადრე მეტამორფიზებული, განიცდის სრულ ან ნაწილობრივ გადაკრისტალებას. ქანების მეტამორფიზმით იცვლება მათი სტრუქტურა, ზოგჯერ მინერალური შედგენილობაც. მეტამორფიზმის პროცესებით წარმოქმნილ ქანებს მეტამორფულს უწოდებენ. მეტამორფიზმი მიმდინარეობს არსებული მინერალების დაშლით და ახალ თერმოდინამიკურ პირობებში უფრო მდგრადი მინერალების წარმოქმნით, ნივთიერებათა შეტანის და გატანის (დაკარგვის) გარეშე ან პირიქით ნივთიერებათა შეტანითა და გატანით. ზირველ შემთხვევაში



ქანის მთლიანი ქიმიური შედგენილობა უცვლელია, მეორე შემთხვევაში — იცვლება.

ქანებში ცვლილებების გამომწვევი ამა თუ იმ ფაქტორის სიკარბის მიხედვით არჩევენ მეტამორფიზმის ტიპებს: კონტაქტური, რეგიონული და დინამომეტამორფიზმი ანუ დისლოკაციური მეტამორფიზმი.

კონტაქტურ მეტამორფიზმს იწვევს ქანებში მაგმის შეჭრა. ამ შემთხვევაში ქანები მაგმური ინტრუზიის გავლენით განიცდიან თერმულ და ქიმიურ ზემოქმედებას, ამიტომ იცვლება მათი შედგენილობა და სტრუქტურა გვერდითი ქანებთან კონტაქტით ცვლილებებს განიცდის მაგმაც. ინტრუზიულ ქანში მიმდინარე ცვლილებებს ენდოკონტაქტურს უწოდებენ, ხოლო გვერდითა ქანებში — ექსოკონტაქტურს. კონტაქტურ მეტამორფიზმს ქანები განიცდის უშუალოდ მაგმასთან კონტაქტის ზონიდან 2—5 კმ მანძილზე, ზოგჯერ 10—15 კმ-ზე და ც. ძლიერ სუსტია ეფუზიის დროს ზედაპირზე გვერდით ქანებთან მეტამორფიზმი, იგი კონტაქტის ზონიდან მხოლოდ რამდენიმე სმ-ზე ვრცელდება. რამდენადაც დიდია ინტრუზია, მით უფრო მეტია გამოყოფილი სითბური ენერგია და, მაშასადამე, ცვლილებებიც. კონტაქტურ ცვლილებათა ინტენსივობა დამოკიდებულია გარემომცველი ქანებისა და მაგმის თვისებებზე და შედგენილობაზე.

კონტაქტური ცვლილებები მიმდინარეობს: მაგმური მასების მალალი ტემპერატურის ზემოქმედებით, ტემპერატურა — 850—1000° (პირომეტამორფიზმი), გაცივების პროცესში მყოფი მაგმიდან გამოყოფილი ცხელი გაზებით (პნევმატოლიზი), მაგმიდან გამოყოფილი ორთქლის კონდენსაციით წარმოქმნილი ცხელი მინერალიზებული წყლებით, მაქსიმალური ტემპერატურა 400° (პიდროთერმული მეტამორფიზმი).

მეტამორფიზმის ამ ორ სახეს — როდესაც ქანების ცვლილებები დაკავშირებულია ნივთიერებათა შეტანასთან ან დაკარგვასთან (გატანასთან) და იცვლება ქანების ქიმიური შედგენილობა მეტასომატურ მეტამორფიზმს უწოდებენ. პნევმატოლიტურ-პიდროთერმულად შეცვლილ ქანებს გრეიზენი ეწოდება. ამ შემთხვევაში პირველადი ქანების მინდვრის შპატები იცვლება კვარცით და ღია ქარსით.

გარემომცველი ქანების ფენებს ან ნაპრალებს შორის თხელი მაგმის შეჭრით მიმდინარეობს გვერდითი ქანების ნაწილობრივი დნობა და ასიმილაცია; ამ მოვლენას ინექციურ მეტამორფიზმს უწოდებენ. ავტომეტამორფიზმს აპირობებს მაგმის გაცივების დროს გამოყოფილი აქროლადი კომპონენტების და ხსნარების ზემოქმედება (პერიდოტიტების სერპენტინიზაცია, სპილიტების ალბიტიზაცია და სხვ.).

გრანიტული მაგმა კარბონატებთან კონტაქტით წარმოქმნის Ca, Mg, Fe-ით გამდიდრებულ სილიკატებს ე. წ. სკარნულ ქანებს. ქვიშა-ქვიან-თიხიანი ქანები მეტამორფიზმით გადადის როგოვიკებში, რომელსაც აქვს მკვირივი მარცვლოვანი აგებულება და შედგება კვარცისა, ქარსებისა და მეტამორფული ქანებისათვის დამახასიათებელი (ანდალუზიტი და სხვ.) მინერალებისაგან.

დ ი ნ ა მ ო მ ე ტ ა მ ო რ ფ ი ზ მ ი ანუ დისლოკაციური მეტამორფიზმი დაკავშირებულია დედამიწის ქერქის ტექტონიკურ მოძრაობასთან — ნაოჭებისა და რღვევების წარმოქმნასთან. ცვლილებები მიმდინარეობს მაგმის მონაწილეობის გარეშე, შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე მაღალი წნევის ქვეშ. ცვლილებებს იწვევს ორიენტირებული ცალმხრივი წნევა — სტრესი. ამ დროს იცვლება ქანების სტრუქტურა, წარმოიქმნება სტრუქტურები მინერალების მკვეთრად გამოხატულ ორიენტირებით, კრისტალიზაციური ფიქლებრიობა. ამ შემთხვევაში გვაქვს პლასტიკური დინამომეტამორფიზმი, ცვლილებები მინერალური კომპონენტების დამსხვრევის გარეშე. ამავრამ დინამომეტამორფიზმის შემთხვევაში მიმდინარეობს ქანების არა მარტო გადაკრისტალეა, ფიქლებრიობის წარმოქმნა, არამედ ქანების დამსხვრევა, მინერალების დაშლა, კატაკლასტური მეტამორფიზმი ამ შემთხვევაში ძლიერ დამსხვრეულ ქანებს, რომლებიც დიდი ზომის ნატეხებისაგან შედგება, ტექტონიკურ ბრეჩჩიებს უწოდებენ. ხოლო ძლიერი დაქუცმაცება-დამსხვრევით მტვერისებრ ნაწილაკებამდე — წარმოიქმნება ღია ფერის დაფიქლებული ქანი — მილონიტი. ქანებს, რომლებიც დინამომეტამორფიზმის ნიშნებს ატარებს ტექტონიტებს უწოდებენ.

რ ე გ ი ო ნ უ ლ ი მ ე ტ ა მ ო რ ფ ი ზ მ ი ანუ სიღრმის მეტამორფიზმი დაკავშირებულია დედამიწის ქერქის მოძრავ, ლაბილურ ზონებთან — გეოსინკლინებთან, გამოვლინდება დიდ სივრცეზე. რეგიონული მეტამორფიზმი მიმდინარეობს დიდ სიღრმეზე გეოსინკლინურ მხარეებში, ქანებზე ტექტონიკური მოძრაობით წარმოქმნილი მაღალი წნევისა და მაგმის მაღალი ტემპერატურისა და პოსტმაგმური ხსნარების ერთობლივი მოქმედებით. გეოსინკლინები ხანგრძლივი დროის განმავლობაში იძირება. ამ დროს ნალექების მძლავრი წყებები მოხედება მაღალი ტემპერატურისა და დიდი წნევის პირობებში და განიცდის გადაკრისტალეას, გადადის კრისტალურ ფიქლებსა, გნეისებსა და სხვა მეტამორფულ ქანებში.

უმადლესი ხარისხის მეტამორფიზმი — ულტრამეტამორფიზმი, დაკავშირებულია დედამიწის ქერქის ღრმა ზონებთან და გამოიხატება

მეტასომატოზის, გრანიტიზაციის, მიგმატიზაციის და პალინგენეზის პროცესებით. ვარაუდობენ, რომ დედამიწის ქერქის ყველაზე ქვედა ნაწილებში მიმდინარეობს ქერქის შემადგენელი ქანების დნობა. თუ ეს დნობა ნაწილობრივია, პალინგენეზისი ეწოდება, თუ სრული—ნატექსისი. დნება მეტამორფული ქანები—გნეისები. ამგვარად ქანები გარდაიქმნება მაგმურ მდნარად. პალინგენეზისის დროს წარმოიქმნება გრანიტული მაგმის მსგავსი შედგენილობის მდნარი; მათი გაცივებით მეორადი გრანიტები წარმოიშობა. ასეთ გრანიტებს ხშირად ემჩნევა პირველადი გნეისური ტექსტურა. მაგმისა და აქროლადი კომპონენტების გავლენით, მეტამორფულ ქანებში, გნეისებისა და გრანიტების მონაცვლეობით წარმოქმნილ რთულ ქანებს მიგმატიტებს უწოდებენ, ხოლო მათი წარმოქმნის პროცესს მიგმატიზაციას. დიდ სიღრმეზე მაგმური ქანებიდან მიღებული გადახურებული ტუტე ხსნარები გაივლის მეტამორფულ ქანებს და მეტასომატიზმის გზით გარდაქმნის მათ ქანებად, რომელიც შედგენილობით ახლოა გრანიტებთან. ამ პროცესს გრანიტიზაციას უწოდებენ.

ქანების მეტამორფიზმის ხასიათი დაზოკიდებულია სიღრმეზე, ტემპერატურაზე და წნევაზე. ეს ფაქტორები განსაზღვრავს მეტამორფული ქანების ზონალურ განაწილებას. უ. გრუბენმანი მეტამორფიზმის ხარისხის მიხედვით დედამიწის ქერქში გამოყოფს სამ ზონას:

ეპიზონა ანუ ზედა ზონა. მისთვის დამახასიათებელია ზომიერი ტემპერატურა ( $100-150^{\circ}$ ), დაბალი ჰიდროსტატიკური წნევა და მძლავრი ცალმხრივი (ტექტონიკური) წნევა ( $1000-2000$  ატმ) ეპიზონაში თიხები და თიხაფიქლები გადადის ფილიტებში, ქვიშაქვა-ფიქლებრივ კვარციტში, კირქვები—წვრილმარცვლოვან მარმარილოში. გვხვდება აგრეთვე ტალკიანი, ქლორიტიანი ფიქლები, ალბიტიანი გნეისები, ურალიტური ამფიბოლიტები და სხვ.

მეზოზონა მეტამორფიზმის საშუალო ზონაა, რომელიც ხასიათდება მაღალი ტემპერატურით ( $200-დან\ 500^{\circ}-მდე$ ), მაღალი ჰიდროსტატიკური და ინტენსიური ცალმხრივი წნევებით ( $2000-2500$  ატმ), აქ გვხვდება სხვადასხვა სახის გნეისები, კვარციტები, მარმარილო, ქარსიანი ფიქლები და, საერთოდ, კრისტალური ფიქლები.

კატაზონა ანუ ღრმა ზონა, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ძლიერ მაღალი ტემპერატურა, მაღალი ჰიდროსტატიკური წნევა, შედარებით სუსტი გვერდითი წნევა (ზოგჯერ სულ არ არის). ამ ზონაში წარმოქმნილი ქანები გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში და ფიქ-

ლებრიობა არა აქვს. მეტამორფული ქანებიდან აქ გვხვდება ბიოტი-  
ტიანი და პიროქსენიანი გნეისები, ეკლოგიტები, ამფიბოლიტები  
და სხვ.

### მეტამორფული ქანები

მეტამორფული ქანები წარმოიშობა დედამიწის ქერქში მაგმური  
ან დანალექი ქანების მყარ მდგომარეობაში გადაკრისტალებით. შესა-  
ფერაჲს თერმოდინამიკურ პირობებში შეიძლება გადაკრისტალდეს მე-  
ტამორფული ქანებიც.

მეტამორფიზმის პროცესში ქანების მყარ მდგომარეობაში გადაკ-  
რისტალებით წარმოიქმნება მეორადი კატაბლასტური სტრუქტურა.  
საწყისი ქანის სრული გადაკრისტალების შემთხვევაში — კრისტალო-  
ბლასტური სტრუქტურა. პრეფიქსი „ბლასტო“ ახალ სტრუქტურაზე  
მიუთითებს. ქანის შემადგენელი ნაწილების სივრცობრივი განლაგე-  
ბასთან დამოკიდებულებით მეტამორფული ქანებისათვის დამახასია-  
თებელია ფიქლებრივი, ზოლებრივი, მასიური ტექსტურები. მეტამორ-  
ფული ქანებისათვის, ისე, როგორც მაგმური და დანალექი ქანე-  
ბისათვის, ქანთშემნ მინერალებს წარმოადგენს კვარცი, მინდვრის  
შპატები, პიროქსენები, ამფიბოლები, ქარსები და სხვ. მაგრამ, ამას-  
თან ერთად გვხვდება სხვა მეტამორფული ქანებისათვის დამახასიათე-  
ბელი მინერალები—ანალუზიტი, ვოლასტონიტი, გრანატი, დიოფსი-  
დი, ეპიდოტი, ქლორიტი და სხვ.

გენეტიკური ნიშნებით მეტამორფული ქანები იყოფა რეგიონულ-  
მეტამორფულ, კონტაქტურ-მეტამორფულ და კატაკლასტურ (ტექ-  
ტონიტები) ქანებად. ტექსტურის მიხედვით გამოჰყოფენ ფიქლებრივ  
(გნეისები, ფიქლები) და მასიურ (მარმარილო, კვარციტი) მეტამორ-  
ფულ ქანებს.

რეგიონული მეტამორფიზმის ქანები. ზედა ზონის  
ქანები: ოლიგოწვრილმარცვლოვანი, თხელ-ფიქლებრივი მკვრივი  
ქანებია. შრეებრიობის სიბრტყეზე აბრეშუმისებრი ელვარებით; ფერი:  
ბომწვანო-ნაცრისფერი, წითელი, შავი, შედგება კვარცისა, სერაცი-  
ტისა და ქლორიტისაგან, ბიოტიტისა და ალბიტის მინარევით, ზოგ-  
ჯერ გვხვდება გრანატის, ტურმალინის და სხვ. მინარევები. წარმოიქ-  
მნება თიხიანი ქანების მეტამორფიზმით და წარმოადგენს გარდამავალ  
ქანს თიხა-ფიქლებსა და ქარსიან ფიქლებს შორის. ფილიტების ადგი-  
ლად ხლეჩად სახესხვაობას სახურავ ფიქალს უწოდებენ.

ქლორიტიანი ფიქლები რბილი, ფიქლებრივი, მეტწილად  
მუქი მწვანე ქანებია; შემადგენლობა: ძირითადად ქლორიტი, შეიცავს

აგრეთვე კვარცს, ტალკს, ქარსებს, აქტინოლიტს და სხვ. ფუძე ქანების მეტამორფიზაციით წარმოიქმნება ტალკიანი ფიქლები — თხელ ფიქლებრივი, რბილი, ცხიმოვანი ელვარების, თეთრი, ნაცრისფერი ან მომწვანო ფერის ქანებია; ძირითადად შედგება ტალკისაგან, შეიცავს აგრეთვე კვარცს, ქლორიტს. სერიციტს, მაგნეტიტს, აქტონოლიტს და სხვ. მასიური სტრუქტურის შემთხვევაში მათ ტალკიან ქანებს უწოდებენ. საწყის ქანს — ულტრაფუძე ქანები წარმოადგენს. რეგიონული მეტამორფიზმის ზედა ზონას მიეკუთვნება მწვანე ფიქლები, წვრილმარცვლოვანი მომწვანო და მომწვანო ნაცრისფერი ქანები, მათ მასიურ სახესხვაობას გრიუნშტიენტურ („მწვანე ქვიან“) ქანს უწოდებენ.

რეგიონული მეტამორფიზმის საშუალო და ქვედა ზონის ქანები. კრისტალური ფიქლები საერთო სახელწოდებაა სხვადასხვა მინერალური შედგენილობის სრულკრისტალური მეტამორფული ქანებისა. არჩევენ პარაფიქლებს — დანალექი ქანების მყარ მღვობარეობაში გადაკრისტალებით წარმოქმნილს და ოროფიქლებს — მაგმური ქანებიდან. მათ შორის ყველაზე მეტად ვავრცელებულია ქარსიანი ფიქლები. ამა თუ იმ მინერალის სიჭარბის მიხედვით არჩევენ გრანატ-ქარსიან, ტალკიან-ქარსიან და სხვ. ფიქლებს. კვარცის სიჭარბის შემთხვევაში ქარსიანი ფიქლები გადადის ქარსიან კვარციტებსა და კვარციან ფიქლებში.

კვარციტი მასიურ-კრისტალური მკვრივი მარცვლოვანი მეტამორფული ქანია. შედგება კვარცისა და კვარციანი ცემენტისაგან. წარმოიშობა კვარციანი ქვიშების, ქვიშაქვების, აგრეთვე პორფირების და სხვ. კვარციანი ქანების მეტამორფიზმით. ზოგჯერ შეიცავს რკინიან ნერთებს (რკინიანი კვარციტები), ქარსებს, ქლორიტს და სხვ. მინერალებს. ფერი — ვარდისფერი, ნაცრისფერი, მოყვითალო.

მარმარილო მარცვლოვანი, მეტამორფული, სრულკრისტალური ქანია. სუფთა სახესხვაობა თეთრი ფერისაა, მინარევეები იწვევს შეფერვას, ცნობილია ნაცრისფერი, მოყვითალო, ვარდისფერი, ქრელი (ფერადი) და სხვ. ფერის სახესხვაობანი. მარმარილოს წარმოშობა დაკავშირებულია კარბონატული ქანების — კირქვების, დოლომიტების, დოლომიტიზებული კირქვების გადაკრისტალებასთან.

ამფიბოლიტები ძირითადად შედგება ამფიბოლისა (რქატყუარისა) და პლაგიოკლაზისაგან, აგრეთვე მონაწილეობს კვარცი. გრანატები და სხვ. მინერალები. ფერი — ნაცრისფერი — მწვანედან შავამდე. ფიქლებრივობა კრისტალურ ფიქლებზე უფრო სუსტად ემჩნევა, ხშირად გეხვდება მასიური ტექსტურით. წარმოიშობა

საშუალო და ფუძე-მაგმური ქანების ან დოლომიტიზებული მერგელე-ბის მეტამორფიზმით.

გ ნ ე ი ს ე ბ ი მარცვლოვანი, ზოგჯერ პორფირული ქანებია, მეტ-ნაკლებად გამოხატული პარალელური ტექსტურით. ძირითადად კვარ-ცისა და მინდვრის შპატებისაგან შედგება. შედგენილობაში მონაწი-ლეობს აგრეთვე ქარსები, რქატყუარა, ავგიტი და სხვ. მუქი მინერა-ლების შემცველობის მიხედვით არჩევენ: ქარსიან, ამფიბოლიან, პი-როქსენიან და ა. შ. გნეისებს. გნეისები წარმოიშობა მაგმური (ორ-თოგნეისები) და დანალექი (პარაგნეისები) ქანების მეტამორფიზმით.

კონტაქტურ-მეტამორფულ ქანებს მიეკუთვნება როგოვიკები, სკარ-ნები და გრეიზენები.

რ ო გ ო ვ ი კ ე ბ ი წარმოიქმნება ინტრუზიული სხეულების გარე-მომცველ ქანებთან ურთიერთმოქმედებით. აქვს მკვრივი, მარცვლოვა-ნი აგებულება, ფიქლებრიობას მოკლებულია. შედგენილობა: კვარცი. ქარსები, ხშირად მინდვრის შპატები, გრანატები, ანდალუზიტი, კორდი-ერატი, სილიმანიტი და სხვ.

ს კ ა რ ნ ე ბ ი შედგება გრანატის, პიროქსენის და სხვ. მინერალე-ბისაგან, წარმოიქმნება კარბონატული და სილიკატური ქანების შე-დარებით მცირე სიღრმეზე მაღალ ტემპერატურულ პირობებში მეტა-სომატოზის შედეგად, გრანიტოიდული ინტრუზიისა და კარბონატული ქანების კონტაქტის ზონაში. ცვლილებებს განიცდის როგორც გრანი-ტოიდები, ისე კირქვები.

გ რ ე ი ზ ე ნ ე ბ ი პნევმატოლიტურ-ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანებია, რომელშიც პირველადი ქანის მინდვრის შპატები შეცვლილია კვარცით, ქარსით, კვარცისა და ქარსის გარდა შედის ტურმალინი, ფლუორიტი, პირიტი, მაგნეტიტი და სხვ. ამჟამად დადგენილია, რომ გრეიზენები შესაძლებელია წარმოიქმნას არა მარტო მაგმური ქანების შეცვლით, არამედ ნაწილობრივ დანალექი ქანებისაგანაც.

ს ე რ პ ე ნ ტ ი ნ ი ტ ე ბ ი მიეკუთვნება ავტომეტამორფულ ქა-ნებს. იგი თითქმის მონომინერალურ ქანებს წარმოადგენს, შედგება სერპენტინისაგან. წარმოიქმნება ულტრაფუძე ქანების შეცვლით.

კატაკლასტურ ქანებს მიეკუთვნება ტექტონსკური ბრეჩიები და მი-ლონიტები, ულტრამეტამორფული ზონის ქანები — მიგმატიტები.

მეტამორფულ ქანებთან, განსაკუთრებით მეტამორფიზმის პნევმა-ტოლიტურ-ჰიდროთერმულ ფორმებთან დაკავშირებულია რკინის (კრი-ვოი როვი, კურსკი), სპილენძის, ვოლფრამის, აგრეთვე სხვა ფერადი და იშვიათი მეტალების ბუდობები და მრავალი არამადნეული საბადო.

მეტამორფული ქანებიდან კვარციტები და მარმარილო წარმოადგენს საუკეთესო მოსაპირკეთებელ და დეკორატიულ ქვებს.

### ნიადაგთწარმოქმნელი ქანები

ნიადაგი ქანიდან წარმოიქმნება. ქანი გამოფიტვისა და ნიადაგთწარმოქმნელი პროცესებით გარდაიქმნება ნიადაგად. ნიადაგთწარმოქმნელი დედაქანები ორ ჯგუფად იყოფა: მასიურ-კრისტალური (მაგმური და მეტამორფული) და დანალექი (ძველი და მეოთხეული).

მაგმურ დედაქანებს მიეკუთვნება სხვადასხვა ასაკის გრანიტი, სიენიტი, დიორიტი, გაბრო, დიაბაზი, ბაზალტი, ანდეზიტი, პორფირიტი, პიროკლასტური ქანები (ტუფები, ტუფკონგლომერატები, ტუფ-ბრექჩია) და სხვ. სიღრმის ქანებიდან განსაკუთრებით გავრცელებულია გრანიტები, ხოლო ამონთხეულიდან — ბაზალტები, მეტამორფული ქანებიდან — გნეისები და კრისტალური ფიქლები. ეს ქანები ძირითადად მთიან რაიონებშია გავრცელებული. მეოთხეულამდელი დანალექი ქანებიდან — თიხები, თიხა-ფიქლები, ქვიშაქვები, ქვიშები, კირქვები, მერგელები, კონგლომერატები და სხვ. მეოთხეულამდელი ქანები შედარებით ნაკლებ როლს თამაშობს დანალექ ქანებს შორის. ძირითად ნიადაგთწარმოქმნელ ანუ დედაქანებს წარმოადგენს მეოთხეული ნალექები. მეოთხეული ასაკის ნიადაგთწარმოქმნელ ქანებს შორის მექანიკური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ: ქვიან — ხირხატიან, ქვიშიან, სილნარიან, თიხამიწიან და თიხიან ქანებს.

წარმოშობის მიხედვით საბჭოთა კავშირის მეოთხეულ კონტინენტურ ნალექებს შორის არჩევენ დედაქანების შემდეგ სახეებს: მყინვარეული ნალექები წარმოდგენილი ყველა სახის მორენებით, ფლუვიოგლაციური (წყალმყინვარეული) და მყინვარეულ-ტბიური ნალექებით. მორენული ნალექებია თიხები, თიხამიწები, ქვიშები. სილნარი, მათში უწყსრიგოდ გაფანტული კაქრებით. მყინვარეულ ნალექებს შორის არჩევენ არაკარბონატულ და კარბონატულ ქანებს. ეს უკანასკნელი გვხვდება კარბონატული ქანების გავრცელების რაიონებში (პერმის ოლქი და სხვ.), რომელიც მეოთხეულ პერიოდში მყინვარებით იყო დაფარული.

ფ ლ უ ვ ი ო გ ლ ა ც ი უ რ ი (წყალმყინვარეული) ნალექები წარმოიქმნება მყინვარების დნობით. წყლის ნაკადების აკუმულაციურ-გეოლოგიური მოქმედებით, ილექება მყინვარების კიდებზე. ლითოლოგიურად ფლუვიოგლაციური ნალექები წარმოდგენილია ქვიშიანი რიყნარი, ზოგჯერ წვრილკაქროვანი, ნაკლებად წვრილქვიშიანი და თიხიანი ნალექებით. აქ მასალა, განსაკუთრებით ქვიშიანი რიყნარი,

კარგადა დახარისხებული, ახასიათებს დიაგონალური (ირიბი) შრეებრივობა. ფლუვიოგლაციურ ნალექებთან ახლოს არის ე. წ. ზეწრული თიხამიწები, რომელიც ხასიათდება წვრილმარცვლოვანი მასალით და მოკლებულია შრეებრივობას. წარმოადგენს მყინვარების დნობით წარმოქმნილ დროებითი ნაკადების ნალექებს. გარდა თიხამიწებისა, შეიცავს სუფთა თიხებსაც.

ტ ბ ი უ რ-მ ყ ი ნ ვ ა რ უ ლ ი ნალექები დამახასიათებელია ვაკე რაიონებისათვის, დალექვა წარმოებდა მყინვარულ ტბებში. ტიპურ ტბიურ-მყინვარულ ნალექებს მიეკუთვნება პორიზონტალურ-შრეებრივი ზოლური თიხები, ხშირად ქვიშებისა და სილნარის შუაშრეებით

ტ ბ ი უ რ ი ნალექები, როგორც ცველი, ასევე თანამედროვე, ტბიურ-მყინვარეულისაგან განსხვავდება ტიპიური ზოლური ფენებრივობის არარსებობით, დაკავშირებულია ძველ და თანამედროვე ტბიურ აუზებთან. ლითოლოგიურად ტბიური ნალექები ძირითადად წარმოდგენილია თიხებით, ქვიშებით, რიყნარით. საერთოდ ტბიური ნალექები ხასიათდება შლამისებრივი ფრაქციის სიჭარბით. ხშირად გვხვდება ორგანოგენული შუა შრეები (საპროპელიტი, ტორფი), ზოგან ნალექებში დიდი რაოდენობითაა ქიმიური წარმონაქმნები — მარილები.

ა ლ უ ვ ი უ რ ი ნალექების წარმოქმნა მდინარეების გეოლოგიურ მოქმედებასთანაა დაკავშირებული. არჩევენ კალაპოტის, მერიის (ქალა), ნამდინარევის ნალექებს. მათ მიეკუთვნება დიდი მდინარეების (ვოლგა, დონი, დნეპრი, ობი, ენისეი, ლენა და სხვ.) დელტური ნალექები. ლითოლოგიურად ალუვიური წარმონაქმნები წარმოდგენილია თიხებით, თიხამიწებით, ქვიშებით. რიყნარით, გვხვდება ტორფი და მცენარეთა და ცხოველთა ნაშთები, ახასიათებს მკვეთრად გამოხატული ირიბი ან პორიზონტალური შრეებრივობა.

ტ ბ ი უ რ-ა ლ უ ვ ი უ რ ი ნალექები განსაკუთრებით დამახასიათებელია ვაკე რელიეფისათვის (დას. ციმბირი, პოლესიე), სადაც ქარბი ტენის გამო გაზაფხულის წყალდიდობის დროს დროებით დაგუბებული წყალი ტოვებს ტბიური ტიპის თიხიან ნალექებს.

პ რ ო ლ ი ვ ი უ რ ი ნალექები ძლიერ გავრცელებულია მაღალი მთების ძირში, ხეობებში, სადაც დროებით (სელურ) ნაკადებს ჩამოაქვს დიდძალი დაუხარისხებელი მასალა.

პ რ ო ლ ი ვ ი უ რ ნალექებს სხვადასხვაგვარი პეტროგრაფიული შედგენილობა აქვს. მთის ძირში დალექილი უხეში მასალა — როჭკნარი, დაბლობისაკენ თანდათანობით გადადის ქვიშებში, თიხამიწებში, ზოგჯერ კი ნალექებს ლიოსისებრი ხასიათი აქვს.

ე ლ უ ვ ი ო ნ ს მიეკუთვნება გამოფიტვის ადგილზე დარჩენილი



პროდუქტები. თანამედროვე ელუვიურ განფენებს ხშირად გამო-  
ფიტვის ქერქს უწოდებენ. ელუვიონი განვითარებულია წყალგამ-  
ყოფ სივრცეებზე, სადაც დენუდაციის პროცესები სუსტია. ფზე-  
ერ ქანებზე განვითარებული ელუვიონი შედგენილობითა და თვისე-  
ბებით მცირედ განსხვავდება საწყისი ქანისაგან, მკვრივი ქანების  
ელუვიონი მექანიკურად და მინერალოგიურად მეტწილად არაერთ-  
გვაროვანია.

დ ე ლ უ ვ ი ო ნ ი გვხვდება მთების, ბორცვების და, საერთოდ,  
ბაღლობების ფერდობებზე, მათ ძირში ახასიათებს ფერდობების  
პარალელურად შრეებრივობა და მასალის დახარისხება. გვხვდება  
ფერდობების ძირში შლიეფების ფორმით არაშრეებრივი და დაუხა-  
რისხებელი დელუვიონიც. მსხვილი ნაწილები შედარებით ნაკლე-  
ბათაა, ქარბობს თიხამიწები და თიხები. ხშირად ელუვიონისა და  
დელუვიონის ნალექების ერთმანეთისაგან გარჩევა ძნელია, ამიტომ  
მათ ელუვიურ-დელუვიურ ნალექებს უწოდებენ, ეს ნალექებიც და-  
კავშირებულია მთიან და ბორცვიან რაიონებთან.

ე ო ლ უ რ ი ნალექები გვხვდება ქარის აკუმულაციური მოქმე-  
დების რაიონებში. მათ მიეკუთვნება უდაბნოებისა და ნახევრად  
უდაბნოების ქვიშები, აგრეთვე ზღვებისა და მდინარეების დიუნები.  
ხასიათდება დიაგონალური შრეებრივობით.

ლიოსი და ლიოსისებრი თიხამიწები დიდი გავრცელებით სარგებ-  
ლობს უკრაინაში, შუა აზიაში, შუა-რუსეთის მაღლობზე და სხვ.  
მექანიკური შედგენილობით არჩევენ თიხამიწიან და თიხიან ქანებს.  
ძველი მდინარეული ტერასების ლიოსს აქვს მსუბუქი თიხამიწიანი  
და ქვიშიანი (სილნარი) მექანიკური შედგენილობა. გვხვდება აგ-  
რეთვე ცალკეულ ოლქებსა და მხარეებში კომპლექსური ხასიათის  
ნარევი ნალექები.

#### ბუნებრივი ზონების მიხედვით ნიადაგთვარაშრომისათვის ქანების გავრცელება

ტ უ ნ დ რ ი ს ა და ტ ყ ე ტ უ ნ დ რ ი ს ზ ო ნ ა. ტუნდრის ვა-  
კეებზე დედაქანებს წარმოადგენს მყინვარეული არაკარბონატული  
(კაქრებიანი ქვიშები, თიხამიწები, თიხები), ფლუვიოგლაციური  
(თიხამიწები, სილნარი), ტბური და ალუვიური ნალექები, იშვი-  
ათად — მეოთხეული ზღვიური ნალექები, მთიან მხარეებში — მე-  
ოთხეულამდელი მაგმური და დანალექი ქანები. ნიადაგები ტუნდრის და  
ქაობიანი ტყეტუნდრისაა.

ტ ყ ი ს ზ ო ნ ა. დასავლეთ ნაწილში (ბალტიის ზღვიდან მდ. ენი-

სეიმდე) დედაქანებია: მყინვარეული არაკარბონატული, მყინვარეული კარბონატული, ფლტევიოგლაციური, ზეწრული თიხამიწები, ტბიური, ტბიურ-მყინვარული, ალუვიური, ტბიურ-ალუვიური, ლიოსისებრი კარბონატული თიხამიწები და კომპლექსური ხასიათის ნალექები.

აღმოსავლეთ ნაწილში — ენისეიდან წყნარ ოკეანემდე — მაგმური ქანების ელუვიონი და დელუვიონი, დანალექი ქანების ელუვიონი და დელუვიონი, სხვადასხვა ასაკის ელუვიონი და დელუვიონი. ნიადაგის ძირითადი ტიპებია კორდიან-ეწერი და ქაობიან-ტორფიანი ნიადაგები.

ტყე-სტეპის ზონა. ყველაზე გავრცელებულ დედაქანს ლიოსი და ლიოსისებრი თიხამიწები წარმოადგენს, მდინარეთა ხეობებში — ალუვიური ნალექები. გავრცელებულია ტყე-სტეპის და ჩრდილოეთის შავმიწა ნიადაგები.

მდელო-სტეპის ზონაში შუა რუსეთის მაღლობსა და ვოლგისპირეთში დედაქანს წარმოადგენს ლიოსისებრი თიხამიწები, კირქვების, მერგელების და სხვა ქანების გამოფიტვით წარმოქმნილი ელუვიურ-დელუვიური ნალექები. დონეცის რაიონში — ლიოსი და ელუვიურ-დელუვიური ნალექები. ასევე კავკასიის წინა მთებისპირა დაბლობის რაიონებში ლიოსისებრი ნალექები, სტავროპოლის პლატოზე — ნეოგენური ნალექები, შავიზღვისპირა დაბლობზე — ლიოსისებრი თიხამიწები, აზოვისპირა მხარეშიც გვხვდება ლიოსისებრი ნალექები, მხოლოდ მაღლობებზე შიშვლდება ძველი კრისტალური მასივის ქანებში — გრანიტები და გნეისები. დასავლეთ ციმბირში ეს ზონა დანალექი ლიოსისებრი თიხამიწებით, ელუვიურ-დელუვიური და კომპლექსური ხასიათის ნალექებითაა წარმოდგენილი.

მდელო-სტეპის ზონა წარმოადგენს ყველაზე ნაყოფიერი შავი მიწების გავრცელების მხარეს.

მშრალი სტეპების ზონაში ლიოსისებრი თიხამიწები და დელუვიურ-ალუვიური ნალექებია, კასპიისპირა დაბლობებზე — ზღვიური მეოთხეული ნალექები (თიხები, თიხამიწები, ქვიშები); თურგაის რაიონში — ოლიგოცენური ზღვიური და მიოცენური კონტინენტური ნალექები (მერგელები, თიხები, კონგლომერატები, ქვიშები). ყაზახეთში გვხვდება ძველი კრისტალური და დანალექი ქანები, ბევრგან — კომპლექსური ხასიათის ნალექები.

ამ ზონაში მეტწილად გავრცელებულია წაბლა და მურა ნიადაგები.

უდაბნოს სტეპებისა და უდაბნოს ზონაში დედაქანებს მეტწილად ეოლური ნალექები წარმოადგენს, წინამთების

(ტიანშანი, ჰამირი და სხვ.) ვაკე რაიონებში — ლიოსისებრი ნალექები. აქ ძირითადად რუხი ნიადაგებია გავრცელებული. მთიან რაიონებში დედაქანები მეტწილად წარმოდგენილია მაგმური, მეტამორფული და ძველი დანალექი ქანებით, გვხვდება აგრეთვე პროლუვიონი, კომპლექსური წარმოშობის ნალექები.

ს უ ბ რ ა პ ი კ უ ლ ზ ო ნ ა შ ი დედაქანებია ანდეზიტები, ბაზალტები, ჰორფირიტები, ტუფები და მათი გამოფიტვის პროდუქტები, აგრეთვე სხვა მაგმური ქანები, მთების ძირში — პროლუვიური ნალექები. აქ გავრცელებულია წითელი და ყვითელი მიწები.

საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში დედაქანს სხვადასხვა ასაკის სიღრმის მაგმური ქანები, იურული თინაფიქლები და ქვიშაქვები, ვულკანოგენური (პორფირიტული წყება) და კარბონატული ქანები შეადგენს, ხშირად ნიადაგი უშუალოდ გამოფიტვის ქერქის გარეშე ვანლაგებელია ცარცულ და მესამეულ კირქვებსა და მერგელებზე. ვაკე და დაბლობ რაიონებში და ფერდობებზე დედაქანებს მეოთხეული კონტინენტური ნალექები წარმოადგენს. გვხვდება მინდელური, რისული და ვიურმული სტადიების, გვიან მეოთხეული პერიოდის და თანამედროვე ალუვიური და ფლუვიოგლაციური ნალექები (თიხები, თიხამიწები, ქვიშები). აღმოსავლეთ საქართველოში ღიდი გავრცელებით სარგებლობს მიოპლიოცენური (მეოტური) და ზედა პლიოცენური კონტინენტური ნალექები. ალაზნისა და მტკვრის დეპრესიებში გვხვდება მეოთხეული ალუვიურ-პროლუვიური ნალექები, კოლხეთის დაბლობზე — გვიან მეოთხეული ალუვიური ნალექები და სხვ. მთის ფერდობებზე — ელუვიონი, დელუვიონი, პროლუვიონი, შავი ზღვის სანაპიროზე მცირე გავრცელებით სარგებლობს მეოთხეული ზღვიური თიხები და კონგლომერატები, ხოლო საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში, ყელის პლატოზე და ყაზბეგის რაიონში — მეოთხეული ვულკანოგენური ქანები. ქანების პეტროგრაფიულ მრავალფეროვნებაშიც უნდა ვეძებოთ საქართველოს ნიადაგური საფარის მრავალფეროვნება.

### აგრონომიული მადნები

აგრონომიული მადნები ისეთი მინერალები და ქანებია, რომელთაც აქვთ გამოყენება ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდებისათვის.

მეცნიერების მიერ ზუსტად დადგენილია, რომ მცენარის სრული განვითარებისათვის აუცილებელია ისეთი მასაზრდოებელი გარემო, რომლის შემადგენლობაში, როგორც მინიმუმში, შედის ათი ელემენ-

ტი: ნახშირბადი, წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, რკინა, გოგირდი. ეს ათი ელემენტი აუცილებელია მცენარის სიცოცხლისათვის და არც ერთი მათგანის სხვა ელემენტით შეცვლა არ შეიძლება. ნახშირბადს მცენარე ლებულობს ჰაერიდან ნახშირმჟავა გაზის სახით. ჟანგბადსა და წყალბადს — ძირითადად წყლიდან. დანარჩენ შვიდ ელემენტს მცენარე ლებულობს ნიადაგიდან, მათი ფესვთა სისტემისა და სხვადასხვა სასარგებლო მიკროორგანიზმების საშუალებით.

მაღალი მოსავლის მიღებისათვის ნიადაგი ხშირად განიცდის აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის და ზოგჯერ ბიოლოგიურად ადვილად მოძრავი კალციუმის და მაგნიუმის სიმცირეს. ამ შემთხვევაში ადამიანი იძულებულია დაეხმაროს მცენარეს აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის, კალციუმის და მაგნიუმის შემცველი სასუქების შეტანით. გარდა ამისა არაშეუნიადაგიან რაიონებში დიდი გავრცელებით სარგებლობს კორდიან-ეწეროვანი, ღია რუხი და რუხი ტყე-სტეპის ნიადაგები, რომელთაც აქვთ მჟავე რეაქცია. ასეთ ნიადაგებზე კულტურული მცენარეები ცუდად ვითარდება, ამიტომ ეს ნიადაგები საჭიროებს სპეციალურ აგროტექნიკურ ღონისძიებებს ე. წ. მოკირიანებას. მჟავე ნიადაგის ნეიტრალიზაციისათვის ჰექტარზე შეაქვთ 1,0-დან 3—5 ტონა კირქვიანი ქანი.

უკანასკნელ ხანებში დადგენილ იქნა, რომ ზემოთ დასახელებული ათი ელემენტის (რომლებსაც მაკროელემენტებს უწოდებენ) გარდა მცენარის სიცოცხლისათვის ნიადაგში საჭიროა მცირე რაოდენობით ისეთი ელემენტები როგორცაა ბორი, მანგანუმი, მოლიბდენი, კობალტი, სპილენძი და სხვ. რადგანაც ისინი საჭიროა მიკროდოზებში, ამიტომ მათ მიკროელემენტებს უწოდებენ. ამგვარად, ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდებისათვის ხშირად შეაქვთ მცირე დოზებში ისეთი ნაერთები, რომლებიც შეიცავს ამა თუ იმ მიკროელემენტს. სოფლის მეურნეობის აღმავლობისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს სასუქების მაქსიმალურად წარმოებას, რომლის ძირითად წყაროს კი აგრონომიული მადნები წარმოადგენს. გამოყოფენ აგრონომიული მადნების შემდეგ სახეებს: ორგანული, გვარჯილები, ფოსფატები, კალიუმიანი მარილები, კარბონატები, სულფატები და ამა თუ იმ მიკროელემენტების შემცველი აგრონომიული მადნები.

ორგანულ აგრომადნებს მიეკუთვნება ტორფი და ბიოლოგიური წარმოშობის მდინარეული ან ტბიური შლამი.

ტორფი ეწოდება მცენარეთა ნაშთების არასრული ლპობით

წარმოქმნილ ფოროვან ქანს, რომელსაც მურა, მოყვითალო მურა ან შავი ფერი აქვს. მცენარეთა ნაშთების ხრწნა მიმდინარეობს ჭაობებში — ტორფობებში, ჰაერის არასაკმარისი ნაკადის პირობებში, სხვადასხვა მიკროორგანიზმების მონაწილეობით.

რელიეფის მაღალ ადგილებში ტორფი ხასიათდება მცენარეული ნაშთების არასაკმარისი დაშლით, აქვს დაბალი ნაცრიანობა. დაბლობი ადგილების ტორფი ახლოს არის გრუნტის წყლის დონესთან, ხასიათდება მცენარეული ნაშთების დაშლის მაღალი ხარისხით და მაღალი ნაცრიანობით. ბუდობის ზედაფენებში გვხვდება მცენარეთა გაუხრწნელი ნაწილები, ხოლო ქვედაფენებში მცენარეთა ნაწილების გარჩევა ძნელია და ტორფი ერთგვაროვანი ხდება.

ცდებმა და პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ ტორფი, განსაკუთრებით ნაკელთან ან სხვა მინერალურ სასუქთან ერთად, განსაკუთრებით ამიაკის დამატებით, მკვეთრად ამაღლებს ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოსავლიანობას. ამასთან ერთად ტორფი უნარჩუნებს მცენარეს ტენს. ტორფიდან ამზადებენ ტორფნეშომპალა ქოთნებს, შემფუთავ მასალას ხილის და ბოსტნეულის შესანახად.

საბჭოთა კავშირში მოდის ტორფის მსოფლიო მარაგის 66%. ჩვენს ქვეყანაში ტორფის ბუდობებს უკავია 72 მლნ. ჰექტარი. მართო ბელორუსიაში ტორფებს უკავია მთელი ტერიტორიის 20%. ტორფის დიდი მარაგი გვაქვს არხანგელსკის, ვოლოგდის, კოსტრომის, იაროსლავლის, კიროვის, პერმის, კალინინის, გორკის, ნოვოსიბირსკის, სვერდლოვსკის, ომსკის ოლქებში, გვხვდება აგრეთვე ციმბირში, შორეულ აღმოსავლეთში და სხვ. საქართველოში ტორფის მოპოვება წარმოებს შავიზღვისპირა რაიონებში, კოლხეთის დაბლობზე. ცნობილია 30-მდე ბუდობი 16 ათას ჰექტარზე მეტ ფართობზე, განსაკუთრებით აღსანიშნავია იმნათის ბუდობი, პალიასტომის ტბასთან, სადაც ბუდობის სიმძლავრე 2-დან 12 მეტრამდეა, საშუალოდ 8,5 მ.

საქართველოს შორეული წარსულიდან აწარმოებდნენ მდინარეული შლამის გამოყენებას ნიადაგის განაყოფიერებისათვის.

### აზოტმზავა აგრომადნები (გვარჯილები)

აზოტის შემცველ აგრომადნებს მიეკუთვნება გვარჯილები. ეს მინერალები წყალში ადვილად ხსნადია, ამიტომ გვხვდება მხოლოდ ცხელი და მშრალი კლიმატის პირობებში, უდაბნოებსა და ნახევრად უდაბნოებში. გარეგნულად გვარჯილები წარმოადგენს მიწისებრ მკვრივ მასას. გვხვდება კრისტალური ქერქის, ბრკისებრი და ნაწვე-

თარი მასების სახით. როგორც სასუქს, გაცილებით მეტი მნიშვნელობა აქვს ნატრიუმის ანუ ჩილეს გვარჯილას  $\text{NaNO}_3$ . ფერი — თეთრი, ნაცრისფერი, მოწითალო-მურა, მოყვითალო. წარმოშობა: მშრალი ჰავის პირობებში აზოტუმცველი ორგანული ნივთიერების (გუანო, ძვლები და სხვ.) ბიოქიმიური დაშლით, აგრეთვე წყალმცენარეების გახსნის შედეგად. ნატრიუმის გვარჯილის წარმოშობაში მონაწილეობს ნიტრობაქტერიები. იგი ნაწილობრივ ქიმიურ ნალექსაც წარმოადგენს, ილექება ტბებში (მაგ., ზაბაიკალიეში — დორონინის ტბა). ნატრიუმის გვარჯილის ყველაზე მნიშვნელოვანი ბუდობი ცნობილია ჩილეში და ნაწილობრივ, ბოლივიაში. ჩილეში, ემულდენის ხეობაში, გვარჯილა ზედაპირულ შრეებში 1—5 მ სიმძლავრის წყების სახით გავრცელებულია 140 კმ-ზე, ზევიდან დაფარულია თიხითა და ქვიშით.

კალიუმის გვარჯილა —  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ —46,5%,  $\text{N}_2\text{O}_5$ —53,5%, ცნობილია წვრილმარცვლოვანი, მიწისებრი და სხივოსნური აგრეგატების სახით, ფერი — თეთრი, ქმნის მცირე ზომის ბუდობებს. წარმოშობა — ორგანულ ნივთიერებათა ნარჩენებისა და ცხოველური ნაყარის ხარჯზე მიკროორგანიზმების მონაწილეობით. შუააზიაში კალიუმის გვარჯილის ბუდობები ცნობილია ძველი ყორღანების, ციხე-სიმაგრეების ახლოს და, საერთოდ, იქ, სადაც ძველად ჰირუტყვის სადგომი იყო.

ჩვენს ქვეყანაში გვარჯილების ცნობილი ბუდობები მარაგით უმნიშვნელოა, მას მხოლოდ ადგილობრივი მნიშვნელობა აქვს.

### ფოსფატინი აკროვალენაი

ცნობილია ფოსფორის შემცველი სამი მინერალი: აპატიტი, ფოსფორიტი და ვივიანიტი.

აპატიტი —  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ . არჩევენ: ფტორაპატიტს, ქლორაპატიტს და ჰიდროქსილაპატიტს. აპატიტი გვხვდება კრისტალებისა და კრისტალური აგრეგატების სახით, ფერი — მტრედისფერი, მომწვანო-იისფერი, უფერო, ელვარება მინისებრი. სამრეწველო ტიპის აპატიტის საბადოების წარმოშობა მაგმურ პროცესთან არის დაკავშირებული, ხიბინის (კოლის ნახევარკუნძული) აპატიტის ბუდობები ტუტე მაგმურ ქანებს შორისაა მოქცეული. უფრო ნაკლებმნიშვნელოვანია პნევმატოლიტური წარმოშობის ბუდობები. სუფთა აპატიტში  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ის რაოდენობა 42% აღწევს. ხიბინის აპატიტები მინერალ ნეფელინთან ერთად გვხვდება. აპატიტ-ნეფელინისანი ქანები თითქმის 13 კმ მანძილზე ქმნის რკალურ ზოლს. აპატიტურ

ქანებს შორის ცნობილია „ლაქებრივი“ ქანი 70 მ სიმძლავრით:  $P_2O_5$ -ის რაოდენობა 29—31%, „ზოლებრივი“ ქანი — აპატიტისა და ფუქი ქანების მორიგეობით,  $P_2O_5$ -ის რაოდენობა 20—21%, „ბადებრივი“, — როცა აპატიტი ფუქ ქანში მცირე ბუდეების (ნაპრალების) სახით გვხვდება,  $P_2O_5$ -ის რაოდენობა 7—15%, აპატიტი ნიადაგში ცნელად იხსნება, ამიტომ მას იყენებენ ადვილხსნადი ფოსფოროვანი სასუქის — სუპერფოსფატის წარმოებისათვის. სუფთა სახესხვაობიდან უშუალოდ შეიძლება სასუქის დამზადება, შედარებით ღარიბი ბუდობიდან მოპოვებული მადანი ჯერ გამაუხვებელ ფაბრიკებში იგზავნება, გამდიდრების შემდეგ მადანში  $P_2O_5$ -ის რაოდენობა 40%-მდე აღწევს. საქართველოში აპატიტი ცნობილია მახარაძის რაიონში ვაიჯერის პეგმატიტურ ძარღვებში.

**ფ ო ს ფ ო რ ი ტ ი** — შედგენილობით უახლოვდება აპატიტს, ისიც ფოსფორმჟავა კალციუმს წარმოადგენს, აპატიტისაგან განსხვავებით ფოსფორიტები ქიმიური და ბიოლოგიური წარმოშობისაა, მეტწილად გვხვდება კონკრეციების, წვრილი ზომის კენჭების და მიწისებრი მასების სახით. ფერი — მუქი ნაცრისფერი, სავსებით თეთრი, კრისტალურ ფოსფორიტებში ფოსფორმჟავა კალციუმის რაოდენობა 65—80% აღწევს, დანარჩენს — ნახშირმჟავა კალციუმი, ფლუორიტი და სხვ. მინარეები. კრისტალური ფოსფორიტები ცნობილია პოდოლიასა და ყარათაუში, ამორფულ ფოსფორიტებში ფოსფორმჟავა კალციუმის რაოდენობა 20—60% შეადგენს, დანარჩენი — ნახშირმჟავა კალციუმს, ქვიშიან და თიხიან მინერალებს. ამორფული ფოსფორიტები წყალში უკეთ იხსნება და გადამუშავების გარეშე შეიძლება გამოყენებულ იქნას სასუქად. ჩვენს ქვეყანაში ფოსფატების ბუდობების მეტი ნაწილი ამ სახესხვაობითაა წარმოდგენილი. საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე ფოსფორიტის საბადოები ძლიერ მოხერხებულადაა განლაგებული. ქვეყნის ყველა მნიშვნელოვან სასოფლო-სამეურნეო რაიონში, როგორც ევროპულ, ისე აზიურ ნაწილში. საქართველოში ფოსფორიტები ცნობილია ცაგერის რაიონში (აღვი, ლეირიში), გოდოგანში, ელდარის ეელზე და სხვ.

**ვ ი ვ ი ა ნ ი ტ ი** —  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ . კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში, მეტწილად გვხვდება ვარსკვლავისებრი რადიალურ-სხივოსნურ და თირკმლისებრი აგრეგატების და მიწისებრი მასების სახით. საღი დაუქანგავი უფერო და გამჭვირვალეა, ჰაერში რკინის ქვეყანგი გადადის ქანგში და მინერალი ლებულობს ლურჯ ან მტრედისფერ შეფერილობას. ვივიანიტი მეორადი მინერალია, ჩნდება ფოსფოროვანი მინერალების დაქანგვის ზონაში. სუფთა ვივიანიტში  $P_2O_5$ -ის რაოდენობა 28,3% აღწევს. როგორც აგრონომიულ მადანს, პრაქტიკული

მნიშვნელობა აქვს მიწისებრ სახესხვაობას “ლურჯი რკინის მადანს“. ხშირად გვხვდება ქაობიან რკინის მადნებსა და ტორფნარში, როგორც სასუქი მნიშვნელოვანია ტორფ-ვივიანიტი. საბადოები ცნობილია ბელორუსიის სსრ-ში 600 ათასი მ<sup>3</sup>, ტორფ-ვივიანიტი, რომელიც 5—10%-მდე შეიცავს P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ს და 300 ათასი მ<sup>3</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ის 2,5% შემცველობით, ვივიანიტი გვხვდება ქერჩის რკინის საბადოში, მოსკოვის ოლქში და სხვ.

### კალიუმიანი აგრომაღნები

ესენია კალიუმის წყალში ხსნადი მინერალები, რომელთა ათვისება მცენარეს ადვილად შეუძლია. ამ მინერალებს მიეკუთვნება: სილვინი, სილვინიტი, კარნალიტი, კაინიტი, პოლიგალიტი და სხვ.

**ს ი ლ ვ ი ნ ი** — KCl, K—52,5%, კრისტალდება კუბურ სინგონიაში, ხშირად გვხვდება სხვა მარილებთან ერთად მთლიანი მარცვლოვანი გროვების სახით. გარეგნულად ქვამარილსა ჰგავს, წყლისებრ გამჟვირვალე და უფეროა, მინარეკების გამო — ყვითელი, მოწითალო და მტრედისფერი. ელვარება — მინისებრი, სიმაგრე — 1,5—2, კუთრი წონა 1,97—1,99. ქვამარილისაგან განსხვავდება მწარე გემოთი. წარმოშობა — ქიმიურ ნალექს წარმოადგენს, გვხვდება ქვამარილთან, კარნალიტთან და სხვა მინერალებთან ერთად. შუა აზიისა და ყაზახეთის მთელ რიგ ტბებში ამჟამადაც მიმდინარეობს სილვინის დალექვა. იგი სხვა მარილებზე გვიან გამოიყოფა, ამიტომ ყოველთვის გვხვდება მარილიანი ნალექების ზედა პორიზონტებში.

**ს ი ლ ვ ი ნ ი ტ ი** — NaCl·KCl, წარმოადგენს ქიმიურ დანალექქვანს, შედგება ქვამარილისა და სილვინისაგან, შეიცავს აგრეთვე უმნიშვნელო რაოდენობით კალიუმის შემცველ სხვა მინერალებს — კარნალიტს, კაინიტს და სხვ. სილვინი წითელი ვარდისფერია, ქვამაჩილივით უფერო ან მტრედისფერი, გამოყენებულია სასუქად.

**კ ა რ ნ ა ლ ი ტ ი** — MgCl<sub>2</sub>·KCl·6H<sub>2</sub>O·Mg—8,7%, K—14,1%, კრისტალდება რომბულ სინგონიაში, გვხვდება მთლიანი მარცვლოვანი მასების სახით. ფერი — თეთრი, უფერო, ჰემატიტის წვრილი ქერცლები მინერალს წითელ ან ვარდისფერს აძლევს, გვხვდება სილვინთან და ქვამარილთან ერთად, სიმაგრე — 2—3, კუთრი წონა 1,60. წარმოადგენს ქიმიურ ნალექს, კალიუმის სხვა მარილებთან ერთად იყენებენ ნიადაგის სასუქად, აგრეთვე ქიმიურ მრეწველობაში, მედიცინაში და სხვ.

**კ ა ი ნ ი ტ ი** — MgSO<sub>4</sub>·KCl·3H<sub>2</sub>O·MgO—16,1% K<sub>2</sub>O—18,9%, სინგონია მონოკლინური, მეტწილად გვხვდება მარცვლოვანი აგრეგა-



კუბის სახით. ფერი მოყვითალო. ან ნაცრისფერი—თეთრი, ზოგჯერ: წითელი, ელვარება მინისებრი, გემო — მწარე-მლაზე, სიმაგრე—2, კუთრი წონა 2,1, ზღვიურ ქიმიურ ნალექს წარმოადგენს. კაინიტი მაგნიუმისა და კალიუმის მნიშვნელოვანი მადანია.

პოლიჰალიტი —  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 6H_2O$ ;  $K_2O$  — 15,6%,  $MgO$ —6,6%,  $CaO$ —18,6%,  $SO_3$ —53,2%,  $H_2O$ —6,0%. ფერი — ხორცისებრ წითელი, (ჰემატიტის მინარევები აძლევს ასეთ ფერს). სიმაგრე—3, კუთრი წონა 2,77, ელვარება — მინისებრი, გვხვდება ბოქკოვანი აგრეგატების სახით. ქიმიური ზღვიური ნალექია. მარილიან ნალექებს შორის გავრცელებული მინერალია, ასოციაციაშია ქვამარილთან, ანჰიდრიტთან.

საბჭოთა კავშირში კალიუმისანი აგრომადნების უდიდესი მარაგი გვაქვს. საკმარისია ითქვას, რომ სოლიკამსკის საბადო ექვეყნერ მეტია, ერთად აღებული ყველა კაპიტალისტური ქვეყნების კალიუმის მარაგზე. სოლიკამსკის ბუდობი, მდ. კამას მარცხენა ნაპირზე, აღმოჩენილ იქნა 1925 წელს, ხოლო ექსპლოატაცია დაიწყო 1929 წელს. ბუდობის სქემატური ჭრილი ასეთია: ყველაზე ზევით გვაქვს კირქვების, თიხების, ქვიშაქვებისა და მერგელების შრეები 70 მეტრი სიმძლავრით; ქვევით არის კარნალიტური ზონა, რომელიც შედგება კარნალიტისა და ქვამარილისაგან, სიმძლავრე ცვალებადობს 20—100 მ. ფარგლებში. ეს ზონა ქვევით გადადის სილვინიტურ ზონაში, რომელიც ძირითადად სილვინიტისა და სილვინისაგან შედგება, სიმძლავრე 15—55 მ. ესაა ძირითადი სამრეწველო მნიშვნელობის წყება, საიდანაც იღებენ მადანს და ქლორნატრიუმის შოცილებით ღებულობენ კალიუმისან სასუქს. სილვინიტის ბუდობები ცნობილია თურქმენეთის სსრ-ში კარმოკისა და გარშანგინსკის რაიონებში, ურალ-ემბის რაიონში — მდ. ურალსა და ემბას შორის. ყაზახეთის ჩრდ. ნაწილში, ორენბურგისა და სარატოვის ოლქების მთელ რიგ პუნქტებში გვხვდება ძირითადად სულფატებით წარმოდგენილი კალიუმისანი აგრომადნები (პოლიჰალიტი, კაინიტი და სხვ.). მათი წარმოშობა დაკავშირებულია პერმული პერიოდის ზღვიურ ნალექებთან. დასავლეთ უკრაინაში, სტანისლავსკისა და ლვოვის ოლქებში. კალიუმისანი აგრომადნები წარმოდგენილია კაინიტით, პოლიჰალიტით, სილვინიტით და სხვა მინერალებით. კალიუმისანი აგრომადნების ბუდობები ცნობილია აგრეთვე ბელორუსიაში — პოლესიეს რაიონში, ივანოვის ოლქში და სხვ. უცხოეთის საბადოებიდან აღსანიშნავია სტრასფურტის (გდრ), ელზასის (საფრანგეთი), აშშ-ის დასავლეთ ტენასის, ახალი მექსიკის და სხვ.

## კირიანი აგრომაღწეობა

კირიან აგრომაღწეობებს მიეკუთვნება კირქვა, კირქვის ტუფები, მერკული და დოლომიტი. ეს ქანები განხილულია წიგნის პეტროგრაფიულ ნაწილში.

## თაბაშირიანი აგრომაღწეობა

თაბაშირიან აგრომაღწეობას იყენებენ ბიცობი ნიადაგებისა და ბიცობების მოთაბაშირებისათვის. ცნობილია, რომ ნიადაგში NaCl-ის დიდი რაოდენობით არსებობა აუარესებს ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს. თაბაშირის შეტანა ნიადაგში უვნებელს ხდის ნატრიუმის უარყოფით მოქმედებას და აღმჭობებს ნიადაგის თვისებებს მაღალი მოსავლის მიღებისათვის.

სასუქად იყენებენ თაბაშირის ფქვილს. თაბაშირის ფქვილის 80% უნდა გადიოდეს საცერში 0,25 მმ ღიაშებრით.

მიკროელემენტების (Mn, Zn, Cu, B, CO, Mo და სხვ.) შემცველი აგრომაღწეობიდან ძირითადად იყენებენ ამ ელემენტების შემცველი მინერალების გამდიდრებისა და ქიმიური გადამუშავების პროდუქტებს.

## ეკზოგენური პროცესები

### ღეწუღაციური პროცესები

ღეწამიწის დინამიკის, მისი განვითარების კანონზომიერებათა შესწავლა დინამიკური გეოლოგიის ძირითად ამოცანას შეადგენს. გეოლოგიური პროცესები ორ ჯგუფად იყოფა: გარეგანი გეოდინამიკის ანუ ეკზოგენური და შინაგანი გეოდინამიკის ანუ ენდოგენური პროცესები.

ეკზოგენური ანუ გარეგანი პროცესები მიმდინარეობს ღეწამიწის ზედაპირზე და ლითოსფეროს ზედა ნაწილში (გამოფიტვის ქერქი); ლითოსფეროს, ატმოსფეროსთან, ჰიდროსფეროსთან და ბიოსფეროსთან ურთიერთმოქმედებით, მზის ენერჯის, სიმძიმის ძალის (გრავიტაციული ენერჯია) და ნაწილობრივ, ღეწამიწის შინაგანი ზონებიდან გამოყოფილი ენერჯის საშუალებით. ეკზოგენურ პროცესებს მიეკუთვნება: გამოფიტვა, ქარის, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების, თოვლისა და ყინულის, ზღვებისა და ტბების, სიმძიმის ძალის, ორგანიზმების მოქმედება. ეკზოგენური პროცესები მოქმედებს ღეწამიწის ზედაპირზე, შლის მინერალებს და ქანებს, გადააქვს დაშლის პროდუქტები და ქმნის ახალი ფიზიკურ-გეოგრაფიული გარემოსათვის შესაბამის მინერალებსა და ქანებს.

დენუდაცია („დენუდაციო“ — ლათინურად გაშიშვლება) არის დედამიწის ზედაპირზე ქარის, სხვადასხვა მდგომარეობაში მყოფი წყლის და ორგანიზმების მოქმედებით გამოწვეული გეოლოგიურ მოვლენათა ერთობლიობა, რომელიც გამოიხატება ქანების დაშლასა, დაშლის პროდუქტების გადატანასა და დალექვაში. დენუდაციურ პროცესებს მიეკუთვნება: ეროზია, აბრახია, ექზარაცია და სხვ.

ეროზია არის ქანების გადარეცხვა მიმდინარე წყლებით, აბრახია ნიშნავს გადარეცხვას ზღვის წყლის მოქმედებით, ექზარაცია — მყინვარების გეოლოგიურ მოქმედებას. აქედან უნდა აღინიშნოს ქარის მოქმედება (დეფლაცია, კორაზია), მიწისქვეშა წყლების მოქმედება — სუფოზია და კარსტული მოვლენები, გამოფიტვის პროცესის დროს ქანებისა და მინერალების დაშლა და მასალის გადატანა სიმძიმის ძალის გავლენით. ქანების დაშლით, დენუდაციური პროცესით გარდაიქმნება დედამიწის რელიეფი, დაბლდება ხმელეთის ზედაპირი და საბოლოოდ მალალმთიანი რელიეფი გარდაიქმნება სუსტ ტალღებრივ დენუდაციურ ვაკედ (დაბლობად).

დენუდაციასთან მჭიდრო კავშირშია ნალექების დაგროვების ანუ აკუმულაციის პროცესები. აკუმულაცია ესაა დენუდაციით გადატანილი გამოფიტვის პროდუქტების დაგროვების პროცესი რელიეფის დადბლებულ ნაწილებში. აკუმულაცია არის ახალი დანალექი ქანების წარმოქმნის პირველი სტადია. რელიეფის აკუმულაციურ ფორმებს მიეკუთვნება; მდინარეული დაბლობები (ვაკეები, ტერასები, კალაპოტისპირა სერები, გამოტანის კონუსები), მეწყარები, ზღვებისა და ტბების ნალექები, მყინვარეული და ეოლური ნალექები, ვულკანიზმის პროდუქტები, ორგანოგენული და ტექნოგენური ნალექები.

### გამოფიტვა

დედამიწის ზედაპირზე გაშიშვლებული ქანები ახალ ფიზიკურ-ქიმიურ პირობებში არამდგრადობის გამო იშვიათად ინარჩუნებს პირველად ბუნებას, განიცდის მრავალმხრივ ცვლილებებს, რაც გამოიხატება, პირველ რიგში, ქანების გაფხვიერებაში და დაშლაში, შემდეგ განიავებასა და გადარეცხვაში. დედამიწის ზედაპირზე ქანების გაფხვიერება, დაშლა და გარდაქმნა მიმდინარეობს ტემპერატურის რყევით, წყლის გაყინვით, ნაპრალებში მცენარეთა ფესვების შეღწევით, ჰაერისა და ატმოსფერული წყლების უანგბადისა და ნახშირორჟანგის აქტიურობით, ორგანიზმების ცხოველმოქმედებით. გარეგანი გეოლოგიური პროცესებით ქანებისა და მინერალების მექანიკურ დამსხვრევას და ქიმიურ დაშლას გამოფიტვის უწოდებენ. ქანებზე მოქმედი ფაქტორებისა და ამ მოქმედების შედეგების მიხედვით არ-

ზევენ ფიზიკურ ანუ მექანიკურ გამოფიტვას, ქიმიურ და ორგანულ გამოფიტვას, გამოფიტვის ეს სახეები (ტიპები) ერთდროულად მიმდინარეობს გარკვეულ კლიმატურ ზონებთან ერთი მათგანის სიჭარბით.

ფიზიკური გამოფიტვა—ამ შემთხვევაში ქიმიური ბუნების შეუცვლელად, ქანების მექანიკური დამსხვრევით, წარმოიქმნება ლოდნარი-როქი და ქვიშა. ფიზიკური გამოფიტვის გამომწვევი ფაქტორებია: ტემპერატურის რყევა, წყლებისა და ყინულის მექანიკური მოქმედება, ჰაერის ნაკადების დინამიკური მოქმედება, ქარის მიერ იტაცებული ნაწილაკების მექანიკური მოქმედება, კრისტალების ზრდა, ატმოსფეროს ელექტრული მოვლენები, მცენარეთა ფესვები, ადაზიანის მოქმედება და სხვ. ფიზიკური გამოფიტვის ხასიათი დამოკიდებულია ზემოქმედი ფაქტორების ბუნებაზე; ერთ შემთხვევაში ტემპერატურის რყევით ქანის შემადგენელი ნაწილაკების მოცულობის ცვლილება იწვევს, მექანიკური ზემოქმედების გარეშე, ქანების შიგნით მოძრაობას, ამ მოვლენას ტემპერატურულ გამოფიტვას უწოდებენ; მეორე შემთხვევაში ქანების დამსხვრევა მიმდინარეობს გარეშე აგენტების მექანიკური ზემოქმედებით, ამ მოვლენას მექანიკური გამოფიტვა ეწოდება.

ფიზიკური გამოფიტვის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია ინსოლაცია — მზის სხივებით ქანების გახურება. გახურებისა და გაციების შენაცვლებით, ქანის მოცულობის პერიოდული ცვლილებებით ქანები იმსხვრევა. ცივი ღამის შემდეგ დღისით გახურება იწვევს ქანების აქერცვლას (აფტქენას) ანუ დესქვამაციას და ბზარების წარმოშობას.

ტემპერატურულ გამოფიტვას უფრო ინტენსიურად განიცდის მრავალი მინერალისაგან შემდგარი ქანები. ამ მინერალებს მოცულობითი და ხაზოვანი გაფართოების სხვადასხვა კოეფიციენტები აქვს, ამიტომ ტემპერატურის რყევის დროს სხვადასხვაგვარ დეფორმაციას განიცდის. 10 სმ სიგრძის კვარცის ძელაკი  $1^{\circ}$  გახურებისას გრძელდება  $1,4 \cdot 10^{-4}$  სმ, ორთოკლაზის ასეთივე ძელაკი გრძელდება  $0,8—10^{-4}$  სმ.

მაშასადამე, კვარცის გაფართოების კოეფიციენტი უფრო მეტია, ვიდრე ორთოკლაზისა, გრანიტი ძირითადად ამ მინერალებისაგან შედგება. გრანიტის გახურებისა და გაციების დროს მინერალები ერთმეორისაგან გადაიწევა და ბოლოს ქანი მთლიანად იმსხვრევა — იშლება შემადგენელ მინერალებად.

ერთი კვადრატული მეტრი ქვიშაქვა  $60^{\circ}$ -მდე გახურებით გადიდება  $1,400$  მმ<sup>2</sup>-ით. გრანიტი— $1,280$  მმ<sup>2</sup>-ით. ბუნებრივია, რომ მოცულობითი და ხაზოვანი კოეფიციენტების სხვაობა ქანებში იწვევს ბზა-

რების წარმოშობას, ბზარები კი თანდათანობით ფართოვდება და ქანი იმსხვერვა ჯერ ლოდებად. შემდეგ როქკად და ბოლოს ქვიშაღ იქცევა. ტემპერატურული გამოფიტვის დროს მთავარია ტემპერატურის დღე-ღამური რყევა, სეზონურ რყევას შედარებით ნაკლები გავლენა აქვს. ტემპერატურული გამოფიტვა ყველა კლიმატურ ზონაში გვხვდება. მაგრამ განსაკუთრებით ძლიერია მკვეთრი კონტინენტური კლიმატის პირობებში—უდაბნოებში, სადაც დღეღამური ტემპერატურის რყევის ამპლიტუდი 40—50°-ია. ყარაყუშში, შუა ზაფხულში ჰაერის 40° ტემპერატურის დროს, დღისით ქვიშა 70—80° მმ-მდე ხურდება, სიღო დამით მინუს 10°-მდე ცივდება. მშრალი და ცხელი კლიმატის პირობებში გამოფიტვას ხელს უწყობს აგრეთვე კოკისპირული წვიმები. ამ შემთხვევაში ქანები სწრაფი გაცივების გამო იმსხვრევა. გამოფიტვის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს მინერალთა მარცვლების სიდიდე და ქანების დანაპრალიანება, მსხვილმარცვლოვანი და ძლიერ დაბზარულ-დანაპრალიანებული ქანები ადვილად იმსხვრევა.

ფიზიკური გამოფიტვის ინტენსივობაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ქანების შეფერვა და მათი აგებულება. მუქი ფერის ქანები უფრო ძლიერ და ჩქარა იფიტება, ვიდრე ღია ფერის ქანები.

ტემპერატურული გამოფიტვა ძლიერ ინტენსიურია მაღალი მთების ციკაბო ფერდობებზე, სადაც ონსოლაცია დაბლობ ადგილებთან შედარებით უფრო ძლიერია. ამ შემთხვევაში მთების ძირში გროვდება ქვის ნაზვავი, რომელსაც კოლუვი (კოლუვიონი) ეწოდება, იგი შეიძლება დაუპირისპიროთ დაბლობი მხარეების დელუვიონს.

მექანიკური გამოფიტვა გამოწვეულია მექანიკური ზემოქმედებით. აქ, პირველ რიგში, უნდა აღინიშნოს „ყინვითი გამოფიტვა“. ნაპრალებში მოქცეული წყლის გაყინვით მისი მოცულობა 10—11% -ით იზრდება და ნაპრალის კედლებს აწვება 1 სმ-ზე რამდენიმე ასეული კილოგრამი ძალით და იწვევს ქანის დამსხვრევას ცალკეულ ნატეხებად. ყინვითი გამოფიტვისათვის აუცილებელი პირობებია ქანებში ბზარების (ნაპრალების) და ფორების არსებობა, აგრეთვე წყალი და შესაბამისი ტემპერატურული პირობები. პოლარულ ქვეყნებსა და მაღალმთიან მხარეებში !შირად დადი სიერცეები დაფარულია ყინვითი გამოფიტვით შექმნილი „ქვების ზღვითა“ და „ქვების ნაკადებით“. ქანების დამსხვრევას იწვევს აგრეთვე კაპილარულ ბზარებში მარილების კრისტალიზაცია. მზარდი კრისტალების დაწოლით (წნევით) კაპილარული ბზარები ფართოვდება, ირღვევა ქანის მთლიანობა და იშლება. მცენარეების ფესვთა სისტემა, მღრღნელი ცხოველები, მექანიკური ზემოქმედებით იწვევს ქანების გაფხვიერე-

ბასა და დამსხვრევას. მინერალი ანჰიდრიტი წყლის მიერთებით გადადის თაბაშირში:  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . ამ რეაქციას თანახმად მოცულობის 33%-ით გადიდება, ზევით მდებარე შრეების დანაოქება.

ქ ი მ ი უ რ ი გ ა მ ო ფ ი ტ ვ ა. მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში წარმოქმნილი მაგმური მინერალები და ქანები დედამიწის ზედაპირზე ახალ თერმოლინამიკურ პირობებში, გამოფიტვის აგენტების მოქმედებით, არამდგრადი ხდება, ამ შემთხვევაში იშლება მინერალთა სივრცებრივი მესერი, ქანები განიცდის გაფხვიერებას.

ქიმიური გამოფიტვის შემთხვევაში დაქანგვის, ჰიდრატაციის, დეჰიდრატაციის, ჩანაცვლების რეაქციებით და ჰიდროლიზის პროცესებით იშლება პირველადი ქანები, იცვლება მინერალების ქიმიური შედგენილობა და წარმოიქმნება გამოფიტვის ქერქისათვის მდგრადი, ახალი მინერალები. ქიმიურ გამოფიტვაში ძლიერი ქიმიური აქტიურობით გამოირჩევა: უანგბადი, წყალი, ნახშირმჟავა და ორგანული მჟავები. მაშასადამე, ქიმიური გამოფიტვის დროს მიმდინარეობს დაქანგვის, ჰიდრატაციის, გახსნისა და ჰიდროლიზის პროცესები. წყალში გახსნილ ან ჰაერის უანგბადთან ნივთიერების მოლეკულის შეერთებას და უ ა ნ გ ვ ა ეწოდება. დაქანგვას, პირველ რიგში, განიცდის რკინის, გოგირდის, მარგანეცის, ნიკელის და სხვ. უანგბადთან ადვილად შეერთების თვისების მქონე ელემენტთა შემცველი მინერალები; განსაკუთრებით ის ელემენტები, რომლებიც დედამიწის ზედაპირთან გვხვდება ქვეუანგების სახით. გოგირდწყალბადის დაქანგვით წარმოიქმნება თავისუფალი გოგირდი:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$ .

დაქანგვით სულფიდები თანდათანობით იცვლება სულფატებად. დაქანგვებად.  $\text{FeS}_2 + n\text{O}_2 + m\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot$

$\downarrow$  პიროვი ლიმონიტი  
 $\downarrow$

•  $n\text{H}_2\text{O}$ ; პირველად წარმოქმნილი რკინის ქვეუანგის სულფატი შემდგომი დაქანგვით გადადის რკინის უანგის სულფატში  $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ , ეს უკანასკნელი კი რკინის წყლიან უანგში — ლიმონიტში.

ტროპიკულ მხარეებში ზღეების, ტბების, მდინარეების შლამი რკინის უანგის მარილებით გამდიდრების გამო  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ის წარმოქმნით წითლდება. მდ. ამაზონის მტრედისფერი შლამი ნაპირებზე მოხვედრისას ერთ თვეში წითლდება  $\text{FeS}_2$ -დან  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ის წარმოქმნით; ზომიერი კლიმატის ქვეყნებში რკინის უანგის ჰიდრატის ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  — ლიმონიტი) წარმოქმნის გამო მტრედისფერი შლამი მურა-

მოყვითალო ფერს იძენს. ტროპიკული (და სუბტროპიკული) მხარეების გამოფიტვის ქერქზე განვითარებული ნიადაგები ხასიათდება წითელი ფერით.

დაქანვეის საპირისპირო პროცესია აღდგენა. ქაობებში ქანისა და ფხვიერი სახურავის ყველა ფორი წყლითაა სავსე, აქ ქაობის მცენარეთა ხარჯით წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერება დაშლის დროს ადვილად უერთდება ჟანგბადს და ითვლება ძლიერ აღმდგენლად. ამ შემთხვევაში იხარჩება არა მარტო წყალში გახსნილი თავისუფალი ჟანგბადი, არამედ ქანის შემადგენელი მინერალების ჟანგბადის ნაწილიც; რკინის ჟანგის ქვეჟანგში ( $FeO$ ) გადასვლით წარმოიქმნება ნაცრისფერ-მომწვანო ფერის თიხისებრი მასა, რომელსაც ნიადაგთმცოდნენი ლებს უწოდებენ, ხოლო პროცესს — გაღებებას.

ჰ ი ღ რ ა ტ ა ც ი ა მინერალების მიერ წყლის მიერთებაში, შთანთქმაში გამოიხატება. ჰიდრატაციის ცნობილი მაგალითია ანჰიდრიტის თაბაშირში გადასვლა.  $CaSO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$  ასევე, ჰემატიტის ლიმონიტში გადასვლა:  $Fe_2O_3 + nH_2O \rightarrow Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ . დეჰიდრატაციის შემთხვევაში შემადგენელი ნაწილი იკარგება:  $CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$ .

ქიმიური გამოფიტვის შემთხვევაში ადგილი აქვს ცვლილებებს შემადგენელი ნაწილების მიმოცვლით: კირქვა მაგნიუმის შექენით და კალციუმის გამოყოფით გადადის დოლომიტში.

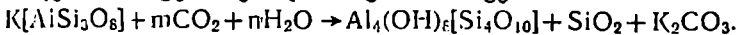
ქანების ცვლილებების პროდუქტებთან ნახშირმჟავის შეერთებით კალციუმის, მაგნიუმის, რკინის და სხვა მეტალების კარბონატების წარმოქმნის პროცესს კ ა რ ბ ო ნ ა ტ ი ზ ა ც ი ა ეწოდება. კარბონატების მეტი ნაწილი კარგად იხსნება, ამიტომ გამოფიტვის ქერქიდან იგი გადადის ქვევით მდებარე ქანებში, სადაც მათი ნაწილი გროვდება (კონკრეციების სახით), კარბონატების ნაწილი გამოაქვს აგრეთვე გრუნტის წყლებს (ის აპირობებს გრუნტის წყლების სიხისტეს). მშრალ ქვეყნებში კარბონატების მეტი ნაწილი რჩება გამოფიტვის ქერქში.

გ ა ხ ს ნ ა და ჰ ი ღ რ ო ლ ი ზ ი ქანებზე წყლისა და ნახშირორჟანგის ერთდროული მოქმედებით მიმდინარეობს. ერთი ნივთიერების მოლეკულის უნარს დიფუზიის გზით გავრცელდეს მეორე ნივთიერებაში, მათი ქიმიური შედგენილობის შეუცვლელად გახსნა (სხნადობა) ეწოდება.

წყალი,  $H^+$  და  $OH^-$  იონებად მეტნაკლებად დისოცირების გამო, ქიმიური გამოფიტვის მთავარ აგენტად ითვლება. წყლის დისოციაციის ხარისხი დიდდება ტემპერატურის ამაღლებით და ნახშირმჟავით გაჯერებით. გახსნის პროცესი ბუნებაში ძლიერ გავრცელებულია

ხდელი ხსნადობით გამოირჩევა ქვამარილი, სილვინი, შედარებით ნელით — ანჰიდრიტი, თაბაშირი, აგრეთვე კარბონატული ქანები. ხაერთოდ კი უნდა აღინიშნოს, რომ აბსოლუტურად უხსნადი ნივთიერებანი ბუნებაში არ არსებობს.

ხსნადობის გარდა წყლისა და ნახშირმჟავის მოქმედებასთან დაკავშირებულია ჰიდროლიზის პროცესი, ე. ი. წყლის მოქმედებით მინერალთა სივრცებრივი მესერის დაშლა ცალკეული იონებისა და რადიკალების კომპლექსად. ჰიდროლიზის მაგალითს წარმოადგენს მინდვრის შპატების კაოლინიზაციის პროცესი:



ორთოლაზი

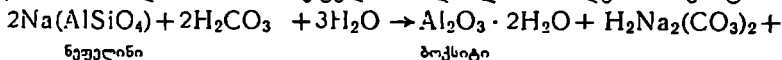
კაოლინი

კაოლინი წარმოიქმნება სხვა ალუმოსილიკატებიდანაც (ანორტიტი, ალბიტი). ტროპიკულ ქვეყნებში ეს პროცესი გრძელდება ლატერიტულ სტადიამდე:  $H_3Al_4Si_4O_{18} \rightarrow H_4Al_4O_8 + SiO_2 \cdot nH_2O.$

კაოლინატი

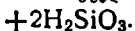
ლატერიტი

რკინა — მაგნეზიალური სილიკატები უფრო ინტენსიურად იშლება. ვიდრე ალუმოსილიკატები, ამიტომ ამ მინერალების შემცველი ფუძე და ულტრაფუძე მაგმური ქანები ძლიერ განიცდის გამოფიტვას: წყლისა და ნახშირმჟავას ზემოქმედებით აქ მიმდინარეობს კათიონების გამოძევება და Ca და Mg-ის ხსნადი ნახშირმჟავა მარილების წარმოქმნა. ორვალენტოვანი რკინა გვაძლევს ლიმონიტს, პირველადი მინერალის დაშლით წარმოქმნილ კაჟმიწას ნაწილობრივ ხსნარი გაიტანს, მეტი ნაწილი გამოიყოფა გელის; წყლიანი კაჟმიწის — ოპალის სახით. ნეფელინის დაშლით მიიღება ბოქსიტი:



ნეფელინი

ბოქსიტი



ტენიანი, ზომიერი კლიმატის პირობებში ძნელია სილიკატებისა და ალუმოსილიკატების დაშლა წყლიანი კაჟმიწის, ალუმინისა და რკინის გამოყოფით, ამ შემთხვევაში ქანების ზეეთ (გამოფიტვის ზონაში) გროვდება კაოლინიტისა და მონოთერამიტის ტიპის თიხიანი მინერალები. რადგანაც ალუმოსილიკატები და ფეროსილიკატები დედამიწის ქერქში ყველაზე გავრცელებული მინერალებია, ამიტომ, ცხადია მათი დაშლით წარმოქმნილი თიხები შეადგენს ქიმიური გამოფიტვის პროდუქტების მთავარ მასას.

უდაბნოებსა და ნახევრად უდაბნოებში კლდოვანი მთების ზედაპირზე გვხვდება ე. წ. უდაბნოს ქერქი, რომელიც უმთავრესად რკინის და მანგანუმის ჟანგებისაგან შედგება.

გამოფიტვის პროდუქტების ხასიათს განსაზღვრავს არა მარტო გამოფიტული ქანების მინერალოგიური შედგენილობა, არამედ კლი-



მატური პირობებიც. გამოფიტვის სიჩქარე და გამოფიტვის პროდუქტების ხასიათი დამოკიდებულია კლიმატზედაც: რამდენადაც მაღალია ტემპერატურა და მერტი ტენი, იმდენად ინტენსიურად მიმდინარეობს ქიმიური გამოფიტვა.

### ბიოლოგიური ანუ ორგანული გამოფიტვა

ორგანიზმების ცხოველმოქმედება იწვევს ქანების დაშლას და მიიღება ახალი ბიოგეოქიმიური წარმონაქმნები. ამ შემთხვევაშიც ქანების დაშლა ფიზიკური და ქიმიური გზით მიმდინარეობს. გამოფიტვის პროცესში ორგანიზმების გეოლოგიური როლი შესწავლილ იქნა რუსი მეცნიერების ვ. დოკუჩაევის, ვ. ვერნადსკის, ბ. პოლინოვის, პ. კოსტიჩევის, ვ. ვილიამსის, ა. ვინოგრადოვის და სხვ. მიერ. ორგანიზმები ქანების დაშლის დროს ითვისებენ სხვადასხვა ელემენტებს და ცხოველმოქმედებით გამოყოფენ ქიმიურად აქტიურ (მოქმედ) ნივთიერებებს, მათ შორის ორგანულ მყაეებს. ქანების დაშლა იწყება მათ ზედაპირზე მიკროორგანიზმების „დასახლების“ მომენტიდან, ისინი ამზადებენ სუბტრასტს მცენარეთა შემდგომი განვითარებისათვის, ხოლო მცენარეულობა ხელს უწყობს ქანების შემდგომ დაშლას: პირველად გამოჩნდებიან ბაქტერიები და ლურჯი-მწვანე წყალმცენარეები, შემდგომ მიკროფლორა-დიატომებიანი წყალმცენარეები და უმარტივესი სოკოები, ბოლოს ლითოფილური მცენარეები — მლიერები და ხავსები. უმდაბლესი მცენარეები ამზადებენ ნიადაგს უმაღლესი მცენარეების მოქმედებისათვის. ლითოფილური მცენარეების ნაცარი სხვა ელემენტებთან ერთად ყოველთვის შეიცავს კაჟმიწას და თიხამიწას ე. ი. პირველი ლითოფილური მცენარეულობა შლის (არღვევს) ალუმოსილიკატების სივრცობრივ მესერში მტკიცე კავშირს  $SiO_2$ -სა და  $Al_2O_3$ -ს შორის. ორგანული ნაშთების დაშლითა და ლობობით წარმოქმნილი ორგანული (ჰუმუსური) მყაეები ხელს უწყობენ სილიკატებისა და ალუმოსილაკების დაშლას და იქიდან კატიონების გამოძევებას.

ორგანიზმების მიერ გამოყოფილი უანგბადი და ნახშირორჟანგი, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, დიდ როლს ასრულებს ქანების ქიმიურ გამოფიტვაში.

მცენარეთა ფესვები ქანების ნაპრალებს თანდათანობით აფართოებს და ხელს უწყობს ქანების მექანიკურ და ქიმიურ გამოფიტვას: ღეღამიწის ქერქის ზედაფენაში ქანების დაშლასა და გაფხვიერებაში დიდ როლს თამაშობს ქიები, ჭიანჭველები, თერმიტები, თხუნელები და სხვ. ადამიანი თავის სამეურნეო საქმიანობით აჩქარებს ქანების გამოფიტვის პროცესს.

დედამიწის ზედაპირზე, თანამედროვე თერმოდინამიკურ პირობებში ქიმიურ გამოფიტვას მცირე გავრცელება აქვს, ძირითადად მიმდინარეობს ქანების ბიოქიმიური გამოფიტვა. ცოცხალი ორგანიზმების, კერძოდ მიკროორგანიზმების არსებობა, აძლიერებს ქიმიური გამოფიტვის ინტენსივობას და სიჩქარეს. ვ. ვერნადსკის მიხედვით მინდვრის შპატების გამოფიტვის რეაქციაში მონაწილეობენ მიკროორგანიზმები, მხოლოდ წყლისა და ნახშირმჟავას მოქმედებით ისე წელი იქნება კაოლინიზაციის პროცესი, რომ ეს რეაქციები დაკარგავს პრაქტიკულ მნიშვნელობას. ჰიდრატაციის, ჰიდროლიზის და დაჟანგვის პროცესები ძლიერია ცოცხალი ორგანიზმების მონაწილეობით, ორგანული ანუ ბიოლოგიური გამოფიტვა გადამწყვეტია ზედაპირული ქანების გარდაქმნის პროცესში. ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვა დაქვემდებარებულ როლს თამაშობს.

ქანების გარდაქმნაში ბიოლოგიური ფაქტორების ამ დიდ როლზე მიგვიითივებს ნიადაგთწარმოქმნის პროცესი.

გამოფიტვის პროცესის შედეგად წარმოიქმნება გამოფიტვის ადგილზე დარჩენილი ნაშთური ელუვიალური პროდუქტები ანუ ელუვიონი და მოძრავი პროდუქტები, რომლებიც გადატანილ იქნება მეტნაკლებ მანძილზე. გამოფიტვას ახასიათებს სტადიურობა — მალალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში წარმოქმნილი მინერალების გამოფიტვის ქერქში გარდაქმნის თანამიმდევრობა. თითოეულ სტადიას თავისი გამოფიტვის პროდუქტები ახასიათებს, ე. ი. ისეთი ახალი მინერალების წარმოქმნა, რომელიც მდგრადია ახალი გარემოსადმი (დაბალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში). სტადიურობა შესამჩნევია დაჟანგვის ჰიდრატაციის, დეჰიდრატაციის შენაცვლების რეაქციისა და ჰიდროლიზის დროს. ბ. პოლინოვი გამოჰყოფს გამოფიტვის ოთხ სტადიას: 1. ნამსხვრევი — კლასტური, 2. სიალიტური გამოკირიანებული, 3. მჟავე სიალიტური და 4. ალიტური. პირველი (კლასტური) სტადია არის ფიზიკური გამოფიტვა, როდესაც ქიმიური შედგენილობის შეცვლის გარეშე გროვდება ქანების სხვადასხვა სიდიდის ნატეხები. ეს სტადია ფართოდაა გავრცელებული მთავორიან ადგილებში, პოლარულ მხარეებსა და უდაბნოებში. ტენიანი და თბილი კლიმატის პირობებში, ეს სტადია ხანმოკლეა. გამოფიტვის მეორე სტადია სიალიტური — გაკირიანებული, ქიმიური გამოფიტვის საწყის სტადიას წარმოადგენს, იწყება ალუმოსილიკატებისა და სილიკატების გახლეჩით; ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება შუალედი თიხიანი მინერალები მონტომორილონიტისა და ნაწილობრივ ჰიდროქარსის ჯგუფიდან, გამოფიტვის ქერქში გროვდება აგრეთ-

ვე გამოფიტვის დროს გამოყოფილი თავისუფალი კალციუმის, გრუნტისა და ნიადაგის ხსნარების ნახშირორჟანგის ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნილი  $\text{CaCO}_3$ ; ამ უკანასკნელით გამდიდრებულ ელუვიონს გაკირიანებულს უწოდებენ, იგი გვხვდება მაგმური და მეტამორფული ქანების გაშიშვლებებთან, მეტწილად მშრალი კონტინენტური კლიმატის პირობებში.

მესამე, მკავე სიალიტურ სტადიაზე გრძელდება კატიონების, ნაწილობრივ  $\text{SiO}_2$ -ის გამოტანა, წინათ არსებული ფუძე რეაქცია იცვლება მკავე რეაქციით. შუალედი თიხიანი მინერალები იშლება და წარმოიქმნება კაოლინიტის ჯგუფის მინერალები,  $\text{CaCO}_3$ -ის ხსნარიდან გატანა ხდება და ელუვიონში იგი არ გროვდება. ეს სტადია სწრაფად მიმდინარეობს ტენიანი და თბილი კლიმატის პირობებში.

მეოთხე, ალიტურ სტადიაზე გრძელდება თიხიანი მინერალების დაშლა, წარმოიქმნება ზედაპირული პირობებისათვის მდგრადი ნაერთები ალუმინის, რკინის, სილიციუმის, წყლიანი ქანგები. ამ სტადიის ელუვიონს ალიტურს უწოდებენ, მას ტროპიკებისა და სუბტროპიკების ელუვიონში რკინის ჰიდროქსიდის მონაწილეობის გამო აქვს წითელი ფერი და ლატერიტი ეწოდება (ლათინურად ლატერ — აგური). გამოფიტვის პროცესები ზონალობის კანონს ექვემდებარება. ჩვეულებრივ, არჩევენ სამ კლიმატურ ზონას: ნივალური (ცივი), არიდული (მშრალი), ჰუმიდური (ტენიანი).

ტუნდრის ზონაში გამოფიტვა მთავრდება კლასტური ნამსხვრევი — ფხვიერი სტადიით. ზომიერ სარტყელში — მკავე სიალიტურით და სუბტროპიკებში — ლატერატულთ.

ზემოაღნიშნული ფაქტორების გარდა გამოფიტვის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს ქანების აგებულებას, წოლის ფორმებს და შედგენილობას. ქანების აგებულება, სხვა თანაბარ პირობებში, გავლენას ახდენს გამოფიტვის პროცესების მიმდინარეობაზე:

1. ქანი, რამდენადაც მსხვილმარცვლოვანია უფრო სწრაფად იფიტება, რადგან იგი ხელს უწყობს წყლის შეღწევას, ბზარების წარმოქმნას და ძლიერების განვითარებას;

2. ფიქლებრივი აგებულება პირიქით ანელებს გამოფიტვას, იმდენად მეტად, რამდენადაც ფიქლებრიობის სიბრტყე სწორი და პირდაპირია;

3. პორფირული აგებულება სხვადასხვაგვარად მოქმედებს: ა) პორფირები წვრილმარცვლოვანი ძირითადი მასით, მკვირვ პორფირებთან შედარებით, ადვილად იფიტება;

ბ) პორფირები მსხვილი კრისტალების ჩანართებით ადვილად იფიტება, ვიდრე წვრილი ჩანართებით;

4. მკვრივი აგებულება ანელებს გამოფიტვას.

ქანების წოლის ფორმები, განწვევების ხასიათი და გვერდითა ქანებთან დამოკიდებულება გავლენას ახდენს გამოფიტვაზე.

1. ქანში რამდენადაც ნაკლებია განწვევების ბზარები, იმდენად ნაკლებად იფიტება;

2. ურთიერთპერპენდიკულარული ბზარების სისტემა ხელს უწყობს გამოფიტვას და შიგნიდან პერიფერიებისაკენ ქანების დაშლას. ასეთ შემთხვევაში ქანი ზედაპირთან სავსებით სალია, ხოლო შიგნით — გამოფიტული და მიწისებრ მასად გადაქცეული;

3. გვერდითა ქანების არსებობა დიდ გავლენას ახდენს გამოფიტვაზე, რადგან ამაზეა დამოკიდებული ქანებზე მოქმედი ხსნარების ხასიათი. გამოფიტვის ხასიათი დამოკიდებულია ქანების მინერალოგიურ შედგენილობაზედაც;

ყველაზე ადვილად იფიტება წყალში ხსნადი ქანები: თაბაშირი კირქვა და სხვ.;

მინდვრისშპატიანი ქანები უფრო ადვილად იფიტება, ვიდრე უმინდვრისშპატი;

მინდვრისშპატიან ქანებს შორის ადვილად იფიტება კაემიწით ( $SiO_2$ -ით) ღარიბი ქანები, კვარცის მინდვრის შპატებისა და ქარსის შემცველი ქანები უფრო სწრაფად იფიტება, ვიდრე იგივე ქანები უქარსოდ. ქარსიანი ქანებიდან უფრო ადვილად იფიტება შავი ფერის ბიოტიტი, ვიდრე თეთრი ფერის მუსკოვიტი.

როგორც ვიცით, ადგილზე დარჩენილ ქანების გამოფიტვის პროდუქტს ელუვიონი ეწოდება. ელუვიონი თანდათანობით გადადის ქვევით მდებარე ქანებში, საიდანაც ის წარმოიშვა; არაშრეებრივი მასალა დახარისხებული არ არის, გვხვდება ქანების ნატეხები. ელუვიონის ზედაფენა ფიზიკური გამოფიტვის უფრო ძლიერ გავლენას განიცდის, ვიდრე სიღრმეში მდებარე ფენები. ელუვიონის ზედაფენა უფრო წვრილი ნაწილაკებისაგან შედება, ქვევით მასალა თანდათანობით მსხვილდება და უხეში ხდება. ელუვიონის ქვედაფენა ქანის ნატეხებისაგან შედგება ისე, რომ ხშირად, განსაკუთრებით, ადვილფიტვად ქანებში, ელუვიონისა და ქანს შორის საზღვრის გავლება ძნელია. დაახლოებით ასეთივე კანონზომიერება გვაქვს ქიმიური გამოფიტვის დროსაც. ელუვიონის ქვედაფენა, ზედასთან შედარებით, ქიმიურად ნაკლებ შეცვლილია.

გამოფიტვის, გამორეცხვისა და გადაცლის პროცესებით ელუვიონის მასა თანდათანობით მცირდება. ქანების გამოტუტვა უფრო ძლიერია

ელუვიონის ზედაფენებში, მაგრამ, თუ აქ მასა მთლიანად გამოიტუტა, ეს პროცესი სიღრმეში გადავა წვრილი მასალის გამორეცხვა ხდება ელუვიონის სიღრმეშიც და ზედაპირზეც, ამ უკანასკნელში უფრო ინტენსიურად გადაცლა მხოლოდ ზედა ნაწილში ხდება. ამგვარად, ეს პროცესები ელუვიონის მასას ამცირებს და ფორიანობას აღიღებს. ელუვიონის ზედაპირული ფენა მცირდება და გამოფიტვის პროცესები ძირითადი ქანების სიღრმეში იჭრება, ეს კი ელუვიონის ფენის ისევ გადიდებას იწვევს. ამგვარად, ელუვიონის მასის შემცირება და სიმძლავრის გადიდება ერთდროულად მიმდინარეობს. მაშასადამე, ელუვიონის ყველაზე ქვედა ჰორიზონტები ყველაზე ახალგაზრდაა და ყველაზე ზედა—უძველესი. ზედაპირიდან წვრილი ნაწილაკების გამორეცხვისა და გადაცლის გამო ელუვიონის ზედა ჰორიზონტი გამდიდრებული რჩება მსხვილი მასალით (ნატეხებით).

მკვრივ ქანებთან შედარებით, რბილი ქანები ადვილად იშლება, სადაც ამ ქანების მონაცვლეობა გვაქვს, იქ რბილ ქანებთან ელუვიონის სიმძლავრე უფრო მეტია, ე. ი. ელუვიონის ქვედა საზღვარი არ არის თანაბარი, რბილ ქანებთან წარმოიქმნება გამოფიტვის პროდუქტებით ამოვსებული რამდენიმე ათეული მეტრის სიღრმის ძაბრისებრი, ცილინდრული ან სხვა ფორმის ჯიბეები.

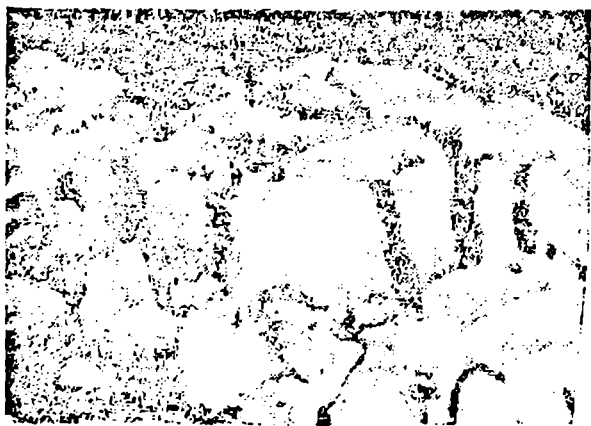
ქანების გამოფიტვა ქმნის რელიეფის არა მარტო დამახასიათებელ ფორმებს, არამედ როგორც მთიან მხარეებში, ისე დაბლობებში იწვევს, საერთოდ, რელიეფის ფორმების შეცვლას. ლანდშაფტის ხასიათი, მისი რელიეფის ფორმები, ტექტონიკასთან ერთად, დამოკიდებულია მათი გამოფიტვის პირობებზე. გამოფიტვა, ჩვეულებრივ, იწყება ქანების ზედაპირიდან, დაბლობზე იგი დიდ სიღრმემდე ვერ აღწევს, რადგან ელუვიონი იცავს ქვევით მდებარე ქანებს გამოფიტვისაგან. მთებში, განსაკუთრებით ციკაბო ფერდობებზე გამოფიტვის პროდუქტები, ადგილზე არ რჩება, გამოფიტვის ქერქს ქვევით მდებარე ქანები შიშვლდება და ეს პროცესი ისევ იწყება. მიმდინარეობს რელიეფის არსებული ფორმების შეცვლა და ახალი ფორმების — დელუვიონის წარმოქმნა.

ერთგვაროვანი მასიურ-კრისტალური აგებულების მთები ყველა მიმართულებით ერთნაირად გამოიფიტება, ამიტომ მას, ჩვეულებრივ, აქვს არა წვეტიანი, არამედ კონუსისებრი ან გუმბათისებრი მწვერვალები (მთა სამსარი ახალქალაქის ზეგანზე). თუ ქანი შედგენილობით და აგებულებით არაერთგვაროვანია, მაშინ გამოფიტვის შემდეგ მთის ფერდობებზე წარმოიქმნება შვერილები და ჩაღრმავებანი; გამოფიტვა იჭრება ნაპრაღში და მასიური ქანი იყოფა ცალკეულ ლოდებად.

ფენებად, სწორი, ვერტიკალური ნაპრალიანობის ან პარალელუპიპედური განწევრების შემთხვევაში ქანი იყოფა ჰორიზონტალურ მატრიცისებრ ფენებად (გრანიტები). მთებში, სადაც მკვრივი მაგმური ქანებისა და სუსტი (ადვილ შლადი) დანალექი ქანების მონაცვლეობა გვაქვს, გამოფიტვით ვლბულობთ რთულ ფორმას, დანაწევრებულ მწვერვალებს, ამ შემთხვევაში ძარღვები და დაიკები შიშვლდება. საქართველოში ანდეზიტ-ბაზალტების და სხვა მაგმური ქანებისა და დანალექი ქანების გავრცელების რაიონებში ხშირად გვხვდება დანალექი ქანების გამოფიტვით ზედაპირზე გაშიშვლებული მაგმური ქანები (მაგალითად ახალციხესა და აბასთუმანს შორის ბენარაში ანდეზიტით აგებული მალღობები).

მეტამორფული ფიქლებით აგებული მთები განირჩევა ერთგვაროვანი მწვერვალებით და ფერდობებით (32—36° — დაქანებით); წვრილად და თანაბრად დაკბილული თხემებით, ცალკეული მწვერვალების მეტნაკლებად პირამიდული ფორმებით.

დანალექი ქანებით აგებული მთების ფორმა დამოკიდებულია ქანების სიმკვრივეზე და დისლოკაციაზე. მკვრივი, თხელშრეებრივი. ციცაბოდ დაქანებული ქანები გვაძლევს არათანაბრად დაკბილულ თხემებს. სქელი შრეებრივი, მკვრივი ქანები, შრეების ციცაბოდ ან ძლიერ დაქანებული მდებარეობით, არათანაბარი გამოფიტვით, წარმოქმნის ძლიერ დანაწევრებულ თხემებს, კარნიზებს, სვეტების, „კოშკების“, დაკბილული მწვერვლების სახით. მრავალგვარია დანალექი ქანებით აგებული მთების ფერდობების ფორმა. თითოეულ ქანს აქვს თავისი დაქანების საზღვარი, იგი დამოკიდებულია ქანის სიმკვრივისა და გამოფიტვის ხასიათზე. დროებითი ციცაბოდ ფერდობი თუ აკარბებს



სურ. 11. კარები გარის ქელის კორქებზე.

ქანის დაქანების საზღვარს, ამ შემთხვევაში ფერდობი ინგრევა მანამ, სანამ ამ საზღვარს არ მიღწევს. ჰორიზონტალურად ან სუსტად დაქანებულ შრეებში, ქვევით მდებარე ფენები ზედა შრეებზე ადვილად იფიტება, ამიტომ ზევით მდებარე შრეები წარმოქმნის დაკიდებულ კლდეებს, თუ მკერვი და სუსტი ქანების მონაცვლეობა გვაქვს — წარმოიქმნება გამოფიტვის ტერასები ან საფეხურისებრი ფერდობები. თუ ქანები აგებულებით და შედგენილობით თითქმის ერთგვაროვანია, ასეთი მთების ფერდობებზე ქიმიური გამოფიტვით წარმოიქმნება რელიეფის ორიგინალური ფორმები კარები ანუ შრატები. კარები კირქვებსა და თაბაშირზე ვითარდება.

**გ ა მ ო ფ ი ტ ვ ი ს ქ ე რ ქ ი.** ლითოსფეროს ზედა ნაწილში. გამოფიტვის ადგილზე, ფიზიკური, ქიმიური და ბიოქიმიური გამოფიტვით დაშლილი და გარდაქმნილი ქანების მონაწილეობით წარმოქმნილ ფენას **გ ა მ ო ფ ი ტ ვ ი ს ქ ე რ ქ ი** ეწოდება.

გამოფიტვის ქერქის სიმძლავრე რამდენიმე ათეული სანტიმეტრიდან ას მეტრამდე და კიდევ ზევით მერყეობს, იგი დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე, რელიეფზე, გამოფიტვის პროცესების ინტენსივობასა და ხანგრძლივობაზე და ქანების შედგენილობაზე. გამოფიტვის ქერქს ყველაზე მეტი სიმძლავრე აქვს მაგმური ქანების ზედაპირზე ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში. გამოფიტვის ქერქის შემდეგ ტიპებს არჩევენ: 1. შთენილი (ნარჩენი) — წარმოდგენილია დაშლის ადგილზე დარჩენილი პროდუქტებით, მას შენარჩუნებული აქვს პირველადი ქანის სტრუქტურისა და ტექსტურის ნიშნები. 2. გადარეცხილი, შთენილი გამოფიტვის ქერქის ადგილზე გადარეცხვით, მინერალოგიურად ყოველთვის არ არის მსგავსი შთენილთან, რადგან შესაძლებელია სხვა მინერალების მოტანა-შერევა. 3. ჩარეცხილი ზედა ჰორიზონტები, ნაწილობრივ, ჩარეცხილია, დარჩენილს არ განუცდია ხელახლა გამოფიტვა. 4. გარდაქმნილი ანუ დაფენილი — წარმოქმნილი გეოლოგიურ პერიოდებში შთენილი გამოფიტვის ქერქის ქიმიური გარდაქმნის გზით ან ინფილტრაციული პროცესებით, დამატებითი ელემენტების შემოტანით, რასაც მოყვება გამოფიტვის პირვანდელი ქერქის მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობის ცვლილებები. დროის მიხედვით არჩევენ თანამედროვე — ელუვიონს და ძველს ანუ ნამარხ გამოფიტვის ქერქს.

ტენიანი, ზომიერი, თბილი და ცხელი კლიმატის პირობებში ალუმოსიკატების გამოფიტვით წარმოიქმნება კაოლინური გამოფიტვის ქერქი. ამ შემთხვევაში ქანებიდან გატანილია ტუტეები, ტუტე-მიწები, რკინის ქანგი და კაჟმიწა; დიდდება თიხამიწის რაოდენობა და

საბოლოოდ ვლებულობთ კაოლინიტს. კაოლინიზაციის ინტენსივობა და ხასიათი დამოკიდებულია კლიმატსა და დედაქანებზე. ზომიერი კლიმატის პირობებში კაოლინიზაციის პროცესი ნელა მიმდინარეობს. ცხელ კლიმატში — სწრაფად, აქ კაოლინის ფენის სიმძლავრემ შეიძლება 100 მეტრს მიაღწიოს.

ცნობილია აგრეთვე ლატერიტული გამოფიტვა, ლატერიტიზაცია. ამ შემთხვევაში ალუმოსილიკატიანი ქანების გამოფიტვა მიმდინარეობს ცხელსა და თბილ კლიმატურ პირობებში ტენიანი და მშრალი სეზონების მონაცვლეობით. სილიკატებისა და ალუმოსილიკატების დაშლით გამოფიტვის პროდუქტს თანდათანობით სცილდება კაჟმიწა. ტუტემიწები, ხოლო გამოფიტვის ქერქში გროვდება რკინის და ალუმინის თავისუფალი ჰიდროქსიდები და წარმოიქმნება ლატერიტები, რამდენიმე ათეული მეტრი სიმძლავრით. გამოფიტვის ქერქის პროფილი ასეთია: 1. დედაქანი, 2. ღია თიხიანი მასის დასტა, რომელსაც შენარჩუნებული აქვს დედაქანის ტექსტურა, 3. გამდიდრების ზონა ანუ დედაქანის ჰრელად შეფერილი ლაქებრივი დასტა. იგი ძირითადად შედგება რკინისა და ალუმინის ქანგის ჰიდრატებისაგან, დედაქანს ტექსტურა და სტრუქტურა დაკარგული აქვს და ითვლება ლატერიტად. 4. რკინიანი ქერქი, გამდიდრების ზონის ზედა ნაწილი, შედგება მკვრივი ლატერიტისაგან, ძლიერ გამდიდრებულია რკინის ჰიდროქსიდით, ლატერიტულ პროფილში ასეთი თანამიმდევრობა ზოგჯერ დარღვეულია.

გამოფიტვის ქერქს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მის წარმოქმნასთან არის დაკავშირებული კაოლინის, ბოქსიტების, ნიკელის, რკინის, მარგანცის, ტყვია-თუთიის უმნიშვნელოვანესი საბადოები. პლატინისა და ოქროს შემცველი ქანების ელუვიონში მიმდინარეობს ფხვიერი პროდუქტების მეტალებით გამდიდრება და წარმოიქმნება ოქროს, პლატინის, ალმასის და სხვა ძვირფასი ქვების ელუვიური ქვიშრობები. გამოფიტვის ქერქში ფორმირდება გრუნტის წყლები, ახალი მინერალები და ქანები. გამოფიტვის ქერქის ზედა ნაწილში ადამიანი აწარმოებს სამეურნეო-საინჟინრო საქმიანობას. აქაა მოთავსებული ჰიდროელექტროსადგურები, არხები, ფაბრიკა-ქარხნები, გზატკეცილები და რკინიგზები. გამოფიტვის პროცესს დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც რელიეფის წარმოქმნის მძლავრ ფაქტორს. გამოფიტვის ქერქის ზედა ნაწილში წარმოიქმნება ახალი ბუნებრივ-ისტორიული სხეული — ნიადაგი.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ გამოფიტვის პროცესები დიდ ზიანს



აყენებს ძველი არქიტექტურის ძეგლებს, ქვის ნაგებობანი განიცდის ინტენსიურ გამოფიტვას, რაც მოითხოვს ქვების კონსერვაციას ან ნაგებობის რეკონსტრუქციას.

## ქარის გეოლოგიური მოქმედება

ქარი ეწოდება დედამიწის ზედაპირზე ატმოსფერული წნევის სხვაობით გამოწვეულ ქაერის ჰორიზონტალურ მოძრაობას, ატმოსფერული წნევის სხვაობას იწვევს ქაერის არათანაბარი გახურება. ქარი ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი გეოლოგიური აგენტია. ყველა გეოლოგიურ მოვლენას, რომელიც ქარის მოქმედებასთან არის დაკავშირებული, ეოლოგები უწოდებენ. ქარის გეოლოგიური მოქმედება გამოიხატება ქანების დაშლაში, ფხვიერ-დაშლილი მასალის გადატანასა და დალექვაში. სხვა გეოლოგიურ აგენტებისაგან ქარს მასალა გადააქვს ყველა მიმართულებით. ქარი წარმოშობს რელიეფის თავისებურ სკულპტურულ და აკუმულაციურ ფორმებს. ქარის მოქმედება ვლინდება ყველა კლიმატურ ზონაში, მაგრამ განსაკუთრებით ძლიერ — მშრალი კლიმატის მხარეებში, სადაც ტემპერატურის მკვეთრი დღეღამური ცვლილებებით ინტენსიურია ფიზიკური გამოფიტვის პროცესები, უმნიშვნელოა ატმოსფერული ნალექები (200—250 მმ წელიწადში), ისიც არარეგულარულად. ქარის მოქმედებას აძლიერებს მცენარეული საფარის იშვიათობა ან არარსებობა, გადასატანი მასალის სიუხვე. ეს თავისებურებანი განსაკუთრებით დამახასიათებელია უდაბნოებისა და ნახევრად უდაბნოებისათვის.

ქარის მოქმედება შემდეგი პროცესებისაგან შედგება: დეფლაცია (გადაცლა, გადახვეტა), კორაზია (მოცვეთა, მოხეხვა), გადატანა და აკუმულაცია (დალექვა). ბუნებრივ პირობებში ქარის მოქმედების ყველა ეს სახე ერთდროულად მიმდინარეობს და წარმოადგენს ერთ მთლიან რთულ პროცესს, თუმცა შესაძლებელია ერთ ადგილას ქარბობდეს ქარის მოქმედების რომელიმე ერთი სახე, მეორე ადგილას — მეორე.

დეფლაცია გულისხმობს გადახვეტას. ქარის დამანგრეველ მოქმედებას, გამოფიტვის პროცესებით დამსხვრეული ნაწილაკების გადაცვლითა და ეოლოგიური განიავეებით. დეფლაციის პროცესი უფრო ინტენსიურია უდაბნოებში, სადაც ქარი ატაცებულ ქვიშასთან ერთად მოქმედებს და იწვევს ქანების გახეხვას. უდაბნოებში ქარის ნაკადები იჭრება ნაპრალებსა, ბზარებსა და ხერელებში და იქიდან გამოაქვს გამოფიტვის ფხვიერი მასალა, ამიტომ ღიად დარჩენილი სივრცეების ზედაპირი ისევ განიცდის გამოფიტვას, ფხვიერი მასალა

ისევ ქარს გააქვს და, ამგვარად, გამოფიტვის პროცესებისა და ქარის ერთდროული მოქმედება იწვევს ნაპრალების გაფართოებას და მოცვეთილ-მოსწორებული კლდეების უცნაური ფორმების — კოშკების, სვეტების, ობელისკის წარმოქმნას. სხვადასხვა სიმტკიცის ქანებისაგან შემდგარ ციკაბო ფერდობებზე გამოფიტვის პროცესებითა და ქარის მოქმედებით წარმოიქმნება შვერილების ანუ კარნიზებისა და ჩაღრმავებების (ნიშების) თავისებური მონაცვლეობა. 1906 წელს ჩინეთის ჯუნგარიაში, ყარაარატის მთის მასივის ძირში, ვ. ობრუჩევიმა აღმოაჩინა „ეოლური ქალაქი“, კლდეების უცნაური ფიგურებით, ამ ფორმებს მეცნიერმა ასევე თავისებური სახელები უწოდა: „მრგვალი კოშკი“, „გრდემლი“, „სფინქსი“ და სხვ.

უდაბნოს ზედაპირიდან ქარის დეფლაციით თანდათანობით მცირდება გამოფიტული წვრილი მასალა და ადგილზე რჩება მხოლოდ დიდი ზომის ლოდები და ნატეხები. ქვიშიან უდაბნოებში დეფლაციით წარმოიქმნება სხვადასხვა სიღრმის ქვაბურები. დეფლაცია მხოლოდ გამიშვლებულ ზედაპირზე მიმდინარეობს. იგი შედარებით სუსტია, სადაც თუნდაც სუსტი მცენარეული საფარია, მაგრამ დეფლაცია ძლიერია, სადაც ნიადაგი მცენარეულობით დაცული არ არის. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს სიბრტყითი დეფლაციას ანუ ეოლურ აბლაკიას. ცნობილია აგრეთვე ღარული დეფლაცია. ვიწრო ნაპრალში ან ღარში ქარის ძალა მეტია, მასალის გადაცლა აქ პირველ რიგში ხდება და ღარები (კვლები) უფრო ღრმავდება. ჩინეთის ლიოსში ხშირად ჩნდება 30 მ-მდე სიღრმის კანიონები, რომელსაც ხოლევებებს უწოდებენ.

ქარს დაშლილი მასალა გადააქვს ორგვარად: ატაცებულ და ნაგორებ მდგომარეობაში — 6,5 მ/სეკ. სიჩქარის ქარს გადააქვს მტვერი და წვრილი ქვიშა დიამეტრით 0,25 მმ-მდე, 10 მ/სეკ. სიჩქარის დროს გადაიტანს ნაწილაკებს 1 მმ-მდე დიამეტრით, ხოლო 20 მ/სეკ. სიჩქარის დროს — 4—5 მმ დიამეტრის ნაწილაკებს, გრიგალის დროს — წვრილ ქვებსაც (3—4 სმ დიამეტრიდან ზოგჯერ 7—8 სმ-მდე დიამეტრით). ქარის ძალა განსაკუთრებით დიდია გრიგალის შემთხვევაში: 40 მ/სეკ. სიჩქარის გრიგალს შეუძლია დაანგრეოს სახლები, ფესვებიანად ამოაგდოს მიწიდან დიდი ხეები გრიგალის ძალამ მდ. მისისიპის ხიდიდან წყალში გადააგდო დატვირთული მატარებელი; 1876 წელს ნიუ-იორკში ქარმა გადააყირავა 60 მ სიმაღლის კოშკი; 1932 წელს კუნძულ კუბაზე დაანგრია ქ. სანტ-კრუცი, დაიღუპა 3 000 კაცი; 1876 წელს ჯანგის დელტასთან ერთ ღამეში გრიგალით დაიღუპა 100 ათასი კაცი. ზედაპირზე დიდ ნგრევით მოქმედებას აწარმოებს ე. წ. მტერის გრი-

გალი. ქარიშხლის დროს ჰაერის ბრუნვის სიჩქარე სეკუნდში რამდენიმე ათეულ მეტრს აღწევს, ხოლო მისი გადანაცვლების სიჩქარე— 10—20 მ/სეკუნდს.

ამერიკის შეერთებული შტატების მთელ რიგ რაიონებში ასეთი ქარიშხალი წელიწადში ასიდან ორასამდეა. ქარის მიერ ატაცებული მტვერი დიდხანს რჩება ჰაერში, წარმოქმნის მტვერისებურ ბოლს, რომელიც ძლიერ ამცირებს მზის რადიაციას. რამდენადაც მაღლა აიწევს მტვერი, იმდენად შორს გადააქვს ქარს იგი. საჰარის უდაბნოდან მტვერი ქარს ევროპამდე გადააქვს (იტალია, გერმანია) და მიწის ზედაპირს ეცემა წითლად შეფერილ წვიმასა და თოვლთან ერთად. 1863 წელს კანარის კუნძულებზე მოვიდა მტვრიანი წვიმა. მტვრის მასა განსაზღვრულ იქნა 10 მლნ. ტონამდე. ყარაყუმის მტვერი ქარს გადააქვს ყაზახეთის და შუა აზიის სამხრეთით, ხშირად მტვერი ილექება 5—6 კმ სიმაღლის მთებზე. ქარს მტვერთან ერთად დიდი რაოდენობით გადააქვს ქვიშაც. ამ გადატანის დროს იქმნება დამახასიათებელი რელიეფი, რომელიც გამოხატავს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ჰაერის დინების დინამიკას.

ეოლური აკუმულაცია. უდაბნოებში დეფლაციასა და გადატანასთან ერთდროულად მიმდინარეობს აკუმულაცია და რელიეფის გარკვეული ფორმების, ეოლური კონტინენტური ნალექების განსაკუთრებული ტიპების წარმოქმნა, შედგენილობის მიხედვით ეოლურ ნალექებს შორის გამოიყოფა ქვიშა, მტვერი და თიხა. თიხიანი და მტვრისებრი ეოლური ნალექები წვრილი ნაწილაკების დალექვით გროვდება, ხოლო ქვიშიანი — უფრო მსხვილი ნაწილაკებიდან, ამიტომ ეოლური ქვიშები დეფლაციის მხარეებში გროვდება. თიხისებრი და მტვრისებრი ნაწილაკები ქარს უფრო შორს გადააქვს. ეოლური ნალექები, ჩვეულებრივ, ფხვიერია, მათთვის ტიპურია მეტწილად ყვითელი, ნაცრისფერი, რუხი ან თეთრი შეფერვა, შესაძლებელია სხვა ფერის ნალექებიც. ქვიშიან უდაბნოებში რელიეფის ფორმები დაზოკიდებულია ზედაპირის პირვანდელ ფორმაზე, ქვიშის რაოდენობაზე, მცენარეულობაზე, ქარის რეჟიმის ხასიათზე, გამოყოფენ ქვიშიანი რელიეფის შემდეგ ტიპებს:

ბარქანული ქვიშები. ბარქანი ასიმეტრული ნამგლისებური ფორმის ქვიშიანი ბორცვი. მოძრავი ქვიშის. მკვეთრად მოხაზული ფორმაა, ქარისკენ მიმართული მხარე გრძელი და დამრეცია (10—15° დაქანება), ხოლო მოპირდაპირე მხარე მოკლე და უფრო ციცაბო. შეესაბამება ქვიშის ბუნებრივ ფერდობს, დაქანება დამოკიდებულია ქვიშის მექანიკურ შედგენილობაზე, ჩვეულებრივ არის

32—33°. არ აღემატება 36°-ს. ბარქანის ფერდობები წარმოქმნის რკალის ფორმის მახვილ თხემს, ამ უკანასკნელის მახვილი ბოლოები („რქები“) გაბატონებული ქარების მიმართულებითაა ორიენტირებული. თხემი წარმოადგენს ბარქანის ყველაზე მაღალ ნაწილს, ბარქანების სიმაღლე 1—2 მეტრიდან 15 მეტრამდეა. ლიბიის უდაბნოში ბარქანების სიმაღლე 30 მეტრზე მეტია, სიგანე—40—70 მ, ზოგჯერ 140 მეტრზე მეტი. მცირე ზომის ბარქანები ხელსაყრელ პირობებში ერთი წლის განმავლობაში რამდენიმე კილომეტრით გადაადგილდება ბარქანები წარმოიქმნება მკვირვ გრუნტზე რაიმე დაბრკოლების (კლდე, კედელი, ბუჩქი და სხვ.) არსებობის შემთხვევაში. ცალკეული იზოლირებული ბარქანები უდაბნოებში იშვიათად გვხვდება.



სურ. 12. ბარქანი, ქვიშიანი უდაბნო.

განივწყრივიანი ქვიშები (ბარქანული მთაგრეხილები) წარმოიქმნება ქვიშიან უდაბნოებში, მთლიანი ქვიშის ფენებში მკვირვ გრუნტზე. აქ ბარქანები ერთიმეორეს უერთდება და წარმოქმნის ბარქანულ მწყრივს, რომელიც მიმართულია გაბატონებული ქარების მიმართულების პერპენდიკულარულად. ამ შემთხვევაში ცალკეული ბარქანების მახვილი ბოლოები („რქები“) ერთმანეთს ეხება და ქმნის მწყრივს, მათი ფერდობებიც ასიმეტრიულია. მწყრივის ცალკეულ ბარქანებს ნამგლისებრი ფორმა აქვს. მწყრივის ამოზნექილი მხარე გაბატონებული ქარისკენაა მიმართული. ბარქანული მწყრივების სიგრძე, ჩვეულებრივ, 3—5 კმ-ია, მაგრამ ცნობილია 20 კმ სიგრძის მწყრივებიც, ერთ კმ-მდე სიგანით, მწყრივების სიმაღლე 100-მდე აღწევს, თითოეული მწყრივი მრავალი ცალკეული ბარქანისაგან შედგება. ცალკეული ბარქანები და ბარქანული მწყრივები

ერთმანეთზე შეცოცებით წარმოქმნის ბარქანულ ველს, ესაა პოლი-  
სინთეტური ბარქანები, იგი წარმოიქმნება მძლავრი ქვიშიანი სუბს-  
ტრატის პირობებში. მაღალი ბარქანული მწკრივები ცენტრალური  
აზიის (თაკლა-მაკანი) რელიეფის გაბატონებული ტიპია. ერთსა და  
იგივე უბანზე შეიძლება გვექონდეს ქვიშიანი რელიეფის როგორც  
მსხვილი, ისე წვრილი ფორმები.

სიგრძივი ბარქანული მწკრივები ესაა ტროპიკებში პასატების მხა-  
რეში ადვილმოდრავი ქვიშების გროვა გაქიმული ქარის მიმართუ-  
ლებით. პირამიდული დიუნები ყველაზე დიდი ეოლური მდლობებია.  
საჰარაში მათი სიმაღლე ზოგჯერ 500 მეტრამდეა. დიუნების წარ-  
მოქმნას უკავშირებენ ცხელი ჰაერის მძლავრი აღმავალი ნაკადის  
მოქმედებას.

საბჰოთა კავშირში პირამიდული დიუნები ცნობილია მუიუნკუ-  
მის უდაბნოში (ყაზახეთი) და უჩატაგანის ქვიშებში (თურქმენეთი).  
საჰარისაგან განსხვავებით აქ გვხვდება არა ცალკეული დიუნები,  
არამედ დიუნების ჭკუფი ქვიშიანი მასივის შიგნით. მათი ფუძის დი-  
ამეტრი ზოგჯერ 13—18 კმ-ია, ხოლო სიმაღლე — რამდენიმე ათე-  
ული მეტრი.

უდაბნოებში დიდი გავრცელებით სარგებლობს სიგრძივმწკრივი-  
ანი ქვიშები, რომელიც გროვდება იქ, სადაც ქრის ერთი ან ახლო  
მიმართულების ქარები. მაქსიმალური წნევის რაიონებისაკენ ქა-  
რებს არა აქვს შემასუსტებელი დაბრკოლებები. ჰორიზონტალური  
მოძრაობა შეფარდებულია აღმავალ და დაღმავალ ნაკადებთან, ქვი-  
შის არათანაბარი ზედაპირის ძლიერ, მაგრამ არაერთგვაროვან გახუ-  
რებასთან, რაც აპირობებს კონვექციის განვითარებას. ქარის ერთი  
მიმართულების დროს წარმოიქმნება ქვიშის ვიწრო და გრძელი სი-  
მეტრიული მწკრავები, რომლებიც ერთმანეთისაგან 200 მ-დან 2500  
მ-მდეა დაშორებული, მწკრივების სიმაღლე 1—3 მეტრიდან 10—12,  
ზოგჯერ 40—60 მეტრამდეა, საჰარაში კი სიმაღლე რამდენიმე ასეულ  
მეტრს აღწევს.

მწკრივუჯრდოვანი ქვიშები ნარევი ფორმაა. სადაც ქარის მი-  
მართულებით განლაგებულ მაღალ მწკრივებთან ერთად გვხვდება  
მწკრივთაშორის დადაბლებანი, ამიტომ ქვიშის მთელი ზედაპირი  
შედგება 100—200 მ დიამეტრის ჯამისებრი სიღრუვეებისაგან და  
მათი ერთმანეთისაგან გამომყოფი წვრილი მწკრივებისაგან. ქვიშიანი  
რელიეფის ეს ფორმა დამახასიათებელია რაიონებისათვის, სადაც  
შიგა კონტინენტური ქარების პირობებში ხშირად შეიჭრება ციკლო-  
ნები, დამახასიათებელი ქარებით, რომლებიც ხშირად იცვლის მიმარ-  
თულებას. ეს ფორმები გვხვდება ყარაყუმსა და ყიზილყუმში.

მწკრივორმოიანი ქვიშები წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც ქარები ჰქრის საპირისპირო მიმართულებით, ერთ-ერთის უპირატესობით, ამ დროს წარმოიქმნება ბარქანების მსგავსი რკალისებრი სერები, შუაში დადაბლებით.

ბორცვიანი ქვიშები გავრცელებულია ყარაყუმსა და ყიზილყუმში 5—8 მეტრამდე სიმაღლის ქვიშიანი ამალღებების სახით. ზოგჯერ ეს ბორცვები წარმოქმნის მოკლე მწკრივებს, რომელთა შორის მოთავსებულია ჩაკეტილი ფოსურები, ჩალრმავებანი, ქვიშის ასეთი ბორცვები წარმოიქმნება ქვიშების უდაბნოს მცენარეულობით გამაგრების შედეგად.

უდაბნოებში ეოლურ ნალექებს გარდა ქარის მოქმედებასთან არის დაკავშირებული მარილიანი ტბებისა და ლაგუნების ნალექები—თაბაშირი, ქვამარილი, მირაბილიტი და ტენარდიტი.

ქარის მოქმედება უდაბნოებს გარდა შესამჩნევია უფრო ტენიან მხარეებშიც, სადაც ქვიშიანი ფორმების წარმოქმნის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს გაშიშვლებული ქვიშიანი ნალექების არსებობა, მცენარეების არარსებობა და ძლიერი ქარები. ასეთი პირობები გვაქვს ზღვებისა და ტბების სანაპირო პლაჟის ზონაში, აგრეთვე დიდი მდინარეების ნაპირებზე. სანაპიროს ქარებს ქვიშა გადააქვს კონტინენტის სიღრმისაკენ. კრელიეფის უსწორობა ან მცენარეთა ბუჩქები აკავებს ქვიშას და მათ ირგლივ წარმოიქმნება პირველადი ქვიშიანი ბორცვები. შემდეგში ეს ბორცვი თვითონ წარმოადგენს დაბრკოლებას, თანდათანობით იზრდება, ერთმანეთს უერთდება და წარმოიქმნება ქვიშის სერები, ანუ მწკრივები. ამ წაგრძელებულ ბორცვებსა და მწკრივებს დიუნებს უწოდებენ. ამგვარად, დიუნის ეწოდება ზღვის, ტბის ან მდინარის ნაპირზე ქარის მოქმედებით წარმოქმნილ ქვიშის ბორცვს ან მწკრივს, რომელსაც ზოგჯერ ნახევარმთვარის ფორმა აქვს. დიუნის განივი პროფილი ასიმეტრიულია, ციცაბო ფერდობის დაქანება 36°-მდე აღწევს, ხოლო იმ მხარეზე, საიდანაც ქარი ქრის, დაქანება, ჩვეულებრივ, 12—15° არ აღემატება. დიუნების მოძრაობა მიმდინარეობს გაბატონებული ქარების მიმართულებით. ჩვეულებრივ, კონტინენტის სიღრმისაკენ. მოძრაობის დროს იცვლება მათი ფორმა და მოხაზულობა. თუ ქარს მუდმივი მიმართულება აქვს, მაშინ ამ მხარეზე დიუნის მოხაზულობა უახლოვდება პარაბოლს და წარმოიქმნება პარაბოლური დიუნა. თუ ქარის მიმართულება ხშირად იცვლება, მაშინ ჩნდება პირამიდული დიუნა. დიუნები ხშირად ემსგავსება უდაბნოს ქვიშის მწკრივებსა და ბარქანებს, მაგრამ მათგან განსხვავდება შემდეგი თავისებურებით: დიუნები ჩნდება

ქანებზე მექანიკური მოქმედებით წარმოქმნილი ქვიშიდან, ხოლო ბარქანებისა და ქვიშის მწკრივების წარმოქმნა მიჰდინარეობს წინა ეპოქებში წყლის მოქმედებით და გამოფიტვის პროცესებით წარმოქმნილი ქვიშიდან. დიუნები სხვადასხვა განედზე წარმოიქმნება და არ არის დამოკიდებული კლიმატურ პირობებზე, ხოლო ბარქანები და ქვიშიანი მწკრივები დამახასიათებელია შიდაკონტინენტური მშრალი მხარეებისათვის. დიუნებს არა აქვს ისეთი მახვილი ბოლოები („ჩქები“), როგორც ბარქანებს, ზღვისპირა დიუნების ქვიშის შემადგენლობა უფრო ერთგვაროვანია, ვიდრე ბარქანების ქვიშისა.

დიუნების მოძრაობის სიჩქარე წელიწადში რამდენიმე ათეული სანტიმეტრიდან 20 მეტრამდე აღწევს. მოძრავი ქვიშები დიდ ზიანს აყენებს ზღეებისა და ტბების სანაპირო ზონას. ალაგ-ალაგ წარმოიქმნება რთული კონცენტრიული დიუნური ველები. საფრანგეთში, ატლანტის ოკეანის ნაპირას, აგრეთვე აფრიკის ნაპირებზე დიუნების სიმაღლე 100 მეტრს აღწევს. საბჭოთა კავშირში დიუნები გაქოჟა ბალტიის ზღვისა და ფინეთის უბის სანაპიროებზე, სადაც დიუნების სიმაღლე ზოგჯერ 20—25 მ-ია. მდ. ლენის სანაპიროზე მდინარეულ დიუნების სიმაღლე იშვიათად 20—30 მეტრს აღწევს, ჩვეულებრივ, 10—15 მ-ია, დიუნები ცნობილია მდ. დნეპრის, დონის, ვოლგის, ურალის, ირტიშის, ობის და სხვ. მდინარეთა აუზების ქვემოწელში.

ქარის საშუალებით ქანების გამიშვლებული ზედაპირის მექანიკურ დამუშავებას, ქარის მიერ ატაცებული ნაწილაკების საშუალებით ქანების გახეხვას, მოცვეთას, გამობურღვას — კორაზია ეწოდება.

კორაზია შეიძლება იყოს მკაწრავი, მცვეთავი და მბურღავი. ქარის მიერ ატაცებული ქვიშის საშუალებით, განსაკუთრებით დედამიწის ზედაპირთან ახლოს, მიმდინარეობს კლდეების მოცვეთა, ჩნდება ნაკაწრები, კვლები, ღარები. კლდეების გახეხვა ხელს უწყობს გამოფიტვის პროცესს და ქანის მონოლითობის რღვევას. ქარის კორაზიული მოქმედებით წარმოიქმნება მიკრორელიეფის თავისებური ფორმები.

უდაბნოებში დეფლაციის, გადატანის, კორაზიისა და გამოფიტვის ერთიანი პროცესი სხვადასხვა შედეგის კლდეებს აძლევს თავისებურ მონაზულობას. ხშირად არაერთგვაროვანი ქანების გამოფიტვით გვხვდება სოკოსებრი ფორმები — ეოლური სვეტები. მაგიდები, ობელისკები, აგრეთვე ნიშები და მეტნაკლები ზომის ეოლური ქვაბურები.

კორაზია წარმოქმნის ეოლურ თაღებს, გამოქვაბულებს, კლდეებს

უცნაური მოხაზულობით. მბურღავი კორაზიის შემთხვევაში წარმოიქმნება ფიკისებრი ან უჯროვანი ფორმები. ეფუზიურ ქანებსა და ქვიშაქვებში ქარი ხშირად წარმოქმნის სფეროსებრ ფორმებს, მასიურ ქანებში — ნაპრალოვან ციცაბო კედლების მქონე მრავალკუთხოვან მალღობებს. უდაბნოს თიხიან ზედაპირზე ერთი მიმართულების ქარის მოქმედებით მოძრავი ქვიშები წარმოქმნის კვლებსა და ღარებს (1—2 მ, ზოგან 6 მ. სიღრმემდე), რომელიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია ამაღლებული მწკრივებით. ასეთ ღარებს ჩინეთში ი ა რ დ ა ნ გ ე ბ ს უწოდებენ. ქარის მიერ ატაცებული ქვიშით ხდება ცალკეული ლოდების ერთი მიმართულებით მოხეხვა-მოსწორება, ქარის მიმართულების შეცვლისას, ზედაპირზე ახალი წახნაგი წარმოიქმნება, საბოლოოდ მიიღება სამკუთხოვანი ან მრავალკუთხოვანი ბრტყელწახნაგოვანი ლოდები და ქვები—დრეიკანტერები. თუ ქანი არაერთგვაროვანია, ატაცებული ქვიშა გამობურღავს ადგილს უჯრედების სახით და კლდის ზედაპირზე წარმოიქმნება უჯროვანი ზედაპირი.

◀ ეოლური ნალექები სხვა კონტინენტური ნალექებისაგან განსხვავდება, უპირველეს ყოვლისა, ირიბი, ხლართული შრეებრივობით. სხვადასხვა მიმართულებით, მეტნაკლებად, დახრილი შრეები მიუთითებს ქარის რეჟიმის ცვლილებით ქვიშიანი ფორმების მრავალჯერ შეცვლაზე. ეოლური ნალექების თავისებურებაა აგრეთვე ქვიშის წერილმარცვლოვანობა (0.05—0.25 მმ) და თანაბარმარცვლოვანობა, მრგვალი მარცვლები. ასეთ ქვიშაში მტვერისებრი ნაწილაკები გადაკლილია ქარის მიერ. მინერალოგიური შედგენილობით ქარბობს კვარციანი ქვიშები, აგრეთვე მინდვრისშპატიანი ქვიშები, ქარსის ქერცლები ქვიშაში არ რჩება. უდაბნოებში ეოლური ნალექების სიმძლავრე რამდენიმე ათეულ მეტრს აღწევს.

ეოლურ ნალექებს მიეკუთვნება თაყირები—თიხიანი უდაბნოები. თაყირი (ტაკირი) არის ბრტყელი, მოსწორებული თიხიანი გაშიშვლებული ზედაპირი, რომელიც მშრალ პერიოდში პოლიგონური ბზარებით ხასიათდება (ცალკეული ფილაქნების დიამეტრი 7—12 სმ). წვიმების დროს თიხები ბლანტი და წებოვანია, შეიძლება დაიფაროს თხელი ტბით, რომელიც ისევ სწრაფად ამოშრება. თაყირების ფართობი კვადრატული მეტრებიდან კვადრატულ კილომეტრამდე აღწევს. თაყირები წარმოიქმნება რელიეფის დადაბლებულ ნაწილებში წერილმარცვლოვანი მასალის დაგროვებით. გავრცელებულია ქვიშიან და კლდოვან უდაბნოებს შორის. სსრ კავშირში თაყირები ცნობილია კობეტ-დაღის პროლუვიურ დაბლობებში, ამუდარიისა და სირდარიის დელტებში.



როგორც აღენიშნეთ, ქარის მოქმედება განსაკუთრებით ძლიერია უდაბნოებში. ამეამად უდაბნოებს დედამიწის ზედაპირის მესუთელი ნაწილი უჭირავს, ხოლო საბჭოთა კავშირის ტერიტორიის 3%- უდაბნოებს უწოდებენ დედამიწის ზედაპირის მშრალ უბნებს. საბჭოთა ნალექის წლიური რაოდენობა 250 მმ-ზე ნაკლებია, შეფარდებითი ტენიანობა 35%-ზე დაბალია და ხასიათდება დღეღამური და წლიური ტემპერატურის მკვეთრი რყევით. წინათ უდაბნოების რეკლამას წინააღმდეგობას წარმოქმნიდა ქარს თვლიდნენ. მაგრამ ამეამად დადგენილია, რომ ყარაყუმისა და ყიზილყუმის უდაბნოები შედგება ძველი ალუვიური ვაკეებისაგან, მხოლოდ ზედაპირზე, მეზო და მიკრო-რელიეფში ჩანს ქარის მოქმედება.

გამოფიტვის, ქარის დეფლაციური, გადატანითი და აკუმულაციური მოქმედებით, აგრეთვე მთის დროებითი ნაკადების მოქმედებით უდაბნოებში წარმოიშობა ზედაპირის შემდეგი ტიპები: ქვიანი უდაბნოები. რომელთაც ჩრდილოეთ აფრიკაში ჰამადებს უწოდებენ, ქვიშიანი უდაბნოები, თიხიანი უდაბნოები, მარილებით გამდიდრების შემთხვევაში — მლაშობი და თაბაშირიანი უდაბნოები, აქედან ქვიანი უდაბნოები იუკუთვნიება დეფლაციურ ტიპს, დანარჩენი—აკუმულაციურს.



სურ. 13. თაყირა, ყიზილყუმი.

გეოგრაფიული გავრცელების მიხედვით გამოყოფენ: ეკვატორული ან სუბტროპიკული სარტყელის უდაბნოებს (საჰარა, არაბეთი, მექსიკა და სხვ.), ჩრდილოეთი განედების უდაბნოებს (არალიკასპიის მხარე) და შიგა კონტინენტური ზომიერი სარტყლის უდაბნოებს (ჩინეთი, მონგოლეთი, გობი და სხვ.). რელიეფის მიხედვით არჩევენ მთის უდაბნოებს, შიშველი კლდოვანი ქედებით, და ვაკის ქვიან და თიხიან უდაბნოებს.

ლიოსი. ხანგრძლივი დროის განმავლობაში უდაბნოებიდან ქარს შორს მანძილზე გადააქვს მტვერი, ეს პროცესი დაკავშირებულია არა იმდენად ქარის მოქმედებასთან, რამდენადაც ჰაერის ნაკადების ინტენსიურ ვერტიკალურ აღმავალ მოძრაობასთან. შუა აზიის უდაბნოებში ქარის 5 მ/სეკ სიჩქარის დროსაც მტვერი აიწევს 3 კმ სიმაღლეს. ტიბეტის ზეგანზე, კუენლუნში 5 კმ სიმაღლის ქედებზედაც კი, ეოლური მტვერი განუწყვეტლივ იღეჭება ამჟამადაც. მტვერის ქარიშხალი ხშირია ცენტრალურ აზიაში (თაკლა-მაკანის უდაბნო) და აშ შტატებში, საბჭოთა კავშირის მშრალ სტეპებში (ყაზახეთში, ქვემო პოვოლჟიეში). ამგვარად, უდაბნოების განაპირა ზონებში სტეპებსა და მთის ჯერდობებზე გროვდება ქარის მიერ მოტანილი მტვერი. მტვერისებრი მასალის დაგროვებით წარმოიქმნება თავისებური ქანი ლიოსი. იგი წარმოადგენს ერთგვაროვან, წვრილმარცვლოვან, არაშრეებრივ, ფხვიერ არამტკიცე ღია-ყვითელი ფერის ქანს, შედგება კვარცის, თიხის, ნახშირმჟავა კალციუმის, თიხამიწის მცირე ზომის მარცვლებისაგან, რკინის ჟანგის ჰიდრატის, ქარსის ქერცლების და სხვა მინერალების მინარევებით. ხშირად შეიცავს ნახშირმჟავა კალციუმის კონკრეტებს (მარცვლების ზომა—0,05—1 მმ, ზოგჯერ უფრო მცირეც—0,01—0,005 მმ) — ლიოსის ტიკინებს. ლიოსს მიუყვება წვრილი ვერტიკალური მილაკები, დარჩენილი მცენარეთა ღეროების გაქრობის შემდეგ. ლიოსისათვის დამახასიათებელია ვერტიკალური განწყვერება, ფორიანობა, გაშიშვლებულ ადგილებში ლიოსი ქმნის შვეულ კედლებს. ჩინეთში ლიოსის სიმძლავრე ხშირად 100 მეტრამდე აღწევს, ჩრდილოეთ ჩინეთში—250 მმ-მდე სიმაღლის ლიოსური ნალექებიცაა ცნობილი.

ტიპური ლიოსი გავრცელებულია ჩინეთში, შუა აზიაში, აშშ-ის დასავლეთ შტატების ნახევრად უდაბნო რაიონებში. სსრ კავშირის სამხრეთ სტეპებში. შუა გერმანიაში გვხვდება ლიოსისებრი ქანები ან ლიოსისებრი თიხამიწები, ეს უკანასკნელი ცნობილია თბილისის მიდამოებშიც.

ლიოსისა და ლიოსისებრი ქანების წარმოშობის საკითხი საბოლოოდ დღემდე გადაჭრილი არ არის. გარდა ეოლური წარმოშობის ჰიპოთეზისა, არსებობს ლიოსის პროლუვიური, ალუვიური, დელუვიური, ელუვიური-ნიადაგთწარმოქმნის პროცესებთან დაკავშირებით, წარმოშობის ჰიპოთეზები. დასაშვებად მიაჩნიათ ლიოსის არაერთგვაროვანი, სხვადასხვა გზით წარმოშობა. ლიოსზე ხშირად ვითარდება ძლიერ ნაყოფიერი ნიადაგები. უკრაინაში მარცვლოვანი კულტურების, შუა აზიაში

ბამბის, ჩინეთში ბრინჯისა და სხვა ძვირფასი კულტურების მაღალი მოსავალი დაკავშირებულია ლიოსიან ან ლიოსისებრ დედაქანებზე განვითარებულ ნიადაგებთან.

ქარი ენერჯის წყაროს წარმოადგენს. ქარის გეოლოგიური მოქმედება ხშირად დიდ ზიანს აყენებს ადამიანს. მაგალითად აფრიკის (ეგვიპტე, ლიბია და სხვ.) ცენტრალური და შუა აზიის მთელი რიგი რაიონები, სადაც ისტორიულ წარსულში კულტურა ჰყვოდა, დღეს ქარის მიერ მოტანილი ქვიშითაა დაფარული. ამჟამადაც მოძრავი ქვიშები ეოლოური „ტრანსგრესიის“ დროს ხშირად ფარავს ბალებს, სახნავ-სათეს ფართობებს, ტყეებს და ხშირად სოფლებსაც კი. ქვიშების მოძრაობა საშიშროებას ქმნის სავარგული მიწებისათვის, რკინიგზებისა და დასახლებული პუნქტებისათვის. ეოლოური მოქმედების შედეგებთან ბრძოლას დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა აქვს. დიუნებსა და ბარქანებში ქვიშების მოძრაობის შესაჩერებლად რგავენ მცენარეებს, მათი ფესვები ამაგრებს ქვიშას, ხოლო მცენარეთა გვირგვინი ანელებს ქარის ენერჯიას. თუ ეოლოური ფორმების მცენარეებით გამაგრება შეუძლებელია, მაშინ ფარავენ მას მცენარეთა ტოტებით, წნულებით, ქვებით, მაგრამ ეს დროებითი ღონისძიებაა, მიმართავენ უფრო ეფექტურ ღონისძიებებსაც: ქარის მიმართულებით აგებენ ფარებს, ღობეებს, აშენებენ ქარსაცავი ტყის ზონებს, აწარმოებენ მოძრავი ქვიშების ბიტუმიანიზაციას და სხვ. დიდ ზიანს აყენებს ადამიანს ნიადაგის დეფლაცია ანუ ქარისმიერი ეროზია. მთელ ღივ ქვეყნებში ნიადაგის დეფლაცია იწვევს მილიონობით ჰექტარი ნაყოფიერი მიწების გადაკლას.

## აბმოსფერული წყლების გეოლოგიური მოქმედება

აბმოსფერული ნალექებისა და დედამიწის ზედაპირზე განლაგებული წყლების დროებითი (უკალაპოტო) ნაკადები ქმნის წყლის მუდმივ ნაკადებს — ლელებსა და მდინარეებს. ზედაპირული წყლის დროებითი ნაკადები აწარმოებს გეოლოგიურ მუშაობას, პორაიზონტალურ ანუ ზედაპირულ ჩამორეცხვას — დელუვიურ პროცესებს, ხოლო წყლის მუდმივი ნაკადები — მდინარეები ღოგორც სიღრმით, ისე გვერდითა ჩარეცხვას (ვერტიკალურ ეროზიას). ჩამორეცხვის პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია წყლის ცოცხალ ძალაზე:  $F = \frac{mv^2}{2}$ ,

სადაც  $F$  ცოცხალი ძალაა,  $m$  წყლის მასა და  $v$  წყლის სიჩქარე.

ზედაპირული წყლების გეოლოგიური მოქმედება გამოიხატება ჩამორეცხვასა, გადარეცხვასა და ამ პროცესებით წარმოქმნილი პროდუქ-

ტების გადატანა-დალექვაში. ჩარეცხვაში უნდა ვიგულისხმოდ წვიმის წყლების, მეტნაკლებად, თანაბარი გადარეცხვითი მოქმედება ფერდობებსა და წყალგამყოფებზე. წვიმის წყალი მიედინება სიბრტყითი ნაკადის სახით. დინებისათვის ნაწილობრივ გამოყენებულია წვრილი ლარტაფები. სიბრტყითი ჩარეცხვის საპირისპირო მოვლენაა ხაზებრივი ჩარეცხვა დაკავშირებული გარკვეულ ეროზიულ კალაპოტთან. ხეობასთან. სიბრტყითი ჩარეცხვა ნელა მიმდინარეობს, — ხაზებრივი — ჩქარა.

• სიბრტყითი ჩარეცხვის შემთხვევაში წყლის ნაკადებს მიაქვს შლამისებრი, თიხისებრი და ქვიშიანი ნაწილაკები. ჩარეცხვა წარმოებს არა მარტო ზედაპირზე, არამედ ფხვიერი ქანების შიგნითაც. გამოფიტვის პროდუქტების ფერდობებზე ჩამოტანას წყალთან ერთად იწვევს სხვა ფაქტორებიც. გამოფიტვის ყველა პროდუქტს, წარმოქმნილს ფერდობებზე და გადანაცვლებულს ხაზებრივი ჩარეცხვის მონაწილეობის გარეშე, დ ე ლ უ ვ ი ო ნ ი ეწოდება, ხოლო დელუვიონის სახესხვაობას, რომელიც ფერდობის ძირამდე აღწევს და იქ წყვეტს მოძრაობას როგორც ვიცით, კ ო ლ უ ე ი ო ნ ი ეწოდება. თუ ფერდობი სწორია და ქანი ერთგვაროვანი, მაშინ წარმოიქმნება ერთმანეთისაგან ვიწრო თხემებით გამოყოფილი ფლატეები (ხრამები). ეს თხემები შემდეგ მთელ რიგ პირამიდებად ნაწილდება.

პორიზონტალურად განლაგებულ შრეებში უფრო მკვრივი ფენები გამოჩნდება კარნიზების სახით. თუ შრეები დახრილ მდგომარეობაშია, წვიმისა და თოვლის წყლან ნაკადები ჩქარა შლის რბილ ფენებს, ხოლო უფრო მკვრივი ქანები რჩება გრძელი თხემების სახით. ზედაპირული წყლების ნაკადების ხანგრძლივი მოქმედება საბოლოოდ იწვევს მთების ფერდობების მოსწორებას (ნიველირებას).

დელუვიური ნალექების ნიშანდობლივი თვისებაა მკვეთრად გამოსახული შრეებრიობის არარსებობა და მასალის დაუხარისხებლობა. მრავალფეროვანი პეტროგრაფიული შედგენილობა, არადიდი (2—3 მ) სიმძლავრე, ნეობების ფერდობებზე საფარველის შლეიფების სახით განლაგება. სხვადასხვაგვარია დელუვიური ნალექების მექანიკური შედგენილობა. დელუვიური ფერდობის ზედა ნაწილი ზოგჯერ აგებულია როჰკისაგან, ფხვიერი ბრეჭჩიისა, ან მალლობის უფრო ზედა ნაწილში მდებარე ქანების ნატეხებისაგან. შესაძლებელია ერთგვაროვანი ქანებისაგან (ქვიშაქვა, როჰკი) ლინზისებრი შუაშრეები წარმოიშვას. ფერდობის შუა და ქვედა ნაწილი აგებულია უფრო წვრილმარცვლოვანი ქანებით (თიხამიწები, ქვიშნარი). დელუვიური საფარველისათვის დამახასიათებელია აგრეთვე ლიოსი-

სებური თიხნარები. დელუვიური ნალექები გროვდებოდა მთელი მე-ოთხეული პერიოდის განმავლობაში, განსაკუთრებით ინტენსიური იყო დელუვიური პროცესი, იმ რაიონებში, სადაც ზედაპირი არ იყო დატული მცენარეული საფარით. დელუვიურ ნალექებს დიდი ფართობი უჭირავს და წარმოადგენს ნიადაგთწარმოქმნელ დედაქანს. ძლიერ იცვლება დელუვიონის მოძრაობის სიჩქარე და ხასიათი -- ზვავებისა და ზოგიერთი მეწყრების კატასტროფული სწრაფი გადაადგილებიდან ძლიერ ნელ მოძრაობამდე. ფართობული ცოცვის დროს დელუვიონი გადაადგილდება ფერდობის მთელ ზედაპირზე, მაგრამ არაერთგვარი სიჩქარით, თითქმის ყველა ფერდობზე გვაქვს მეტნაკლებად შესამჩნევი ხაზებრივად-გაქვიშული ფლატეები (შურო), სადაც დელუვიონი უფრო სწრაფად მოძრაობს, ვიდრე გვერდითა უბნებზე, ასეთ ფლატეებს (ღარებს) დელიცა უწოდებენ. იგი განსაკუთრებით კარგადაა გამოხატული მსხვილოდნარიან ნაყარში. იქ სადაც გვხვდება „ქვის ნაკადები“, ეს უკანასკნელი დელუვიონის სხვა მასასთან შედარებით უფრო სწრაფად ცოცავს. იმ უბნებზე, სადაც ქვის ნაკადების მოძრაობა ნელდება, დელუვიონის ზევით მდებარე მასის გავლენით წარმოიშობა რკალისებურად ჩაზნექილი სერი.

ხ რ ა მ ე ბ ი ს წ ა რ მ ო ქ მ ნ ა და გ ა ნ ვ ი თ ა რ ე ბ ა. როგორც ზემოთ აღინიშნა თანაბარი სიბრტყითი ჩარეცხვა მხოლოდ სწორ ფერდობზე მიმდინარეობს, მაგრამ მიწის ზედაპირზე ყოველთვის გვაქვს ჩალრმავებანი, ნაპრალები, ამიტომ ჩარეცხვის პროცესი ვითარდება არა მარტო პორიზონტულ სიბრტყეზე, არამედ ვერტიკალური მიმართულებითაც. ამგვარად, ქანების დაშლას ადგილი აქვს სიღრმისაკენ, ამ პროცესს ვერტიკალურ ეროზიას უწოდებენ. ამ დროს მიმდინარეობს ხრამების წარმოქმნა. იგი დამახასიათებელია ეროზიული რელიეფისათვის. ფერდობებზე წყლის წვრილი ნაკადები ერთდება და ქმნის უფრო მძლავრ ნაკადებს, იძენს დიდ ცოცხალ ძალას და იწყებს ფერდობების ნგრევას, წარმოქმნის ფლატეებს. ძლიერი წვიმების ან თოვლის დნობისას ასეთი ფლატე იზრდება სიღრმეში, სიგანეში, ზევით ფერდობისაკენ და იწყება ფერდობის გადარეცხვა ანუ ეროზია. დროთა ვითარებაში ეს ფლატეები (ორმონები) დიდდება და გარდაიქმნება ხრამებად. ხრამები წარმოადგენს წყლის ეროზიული მოქმედების და ადამიანის მოქმედების ერთიანობას.

ხრამი ეწოდება ღრმა (10—15 მ და მეტი) ციკაბოკედლიან. ზოგჯერ ძლიერ განტოტებულ ორმოს, იგი წარმოიქმნება ვაკე-ბორცვიან მხარეებში წყლის დროებითი, არადიდი, მუდმივი ნაკადებით, განსაკუთრებით ფხვიერი ქანების (ლიოსი, თიხამიწა) გავრცელების

მხარეებში. ხრამი ეროზიული ხევის (დარტავის) აქტიურ ფორმას წარმოადგენს. ხრამების წარმოქმნას ხელს უწყობს ბორცვიანი რელიეფი, ატმოსფერული ნალექები, ქანების სიფხვიერე; ხე-მცენარეების სიმცირე, ადამიანის ზემოქმედება (ხვნა, ბუჩქების ამოძირკვა) და სხვ.

ს. სობოლევი ხრამების განვითარების ოთხ სტადიას გამოპყოფს: პირველი სტადია არის საწყისი სიღრუვის წარმოშობის სტადია. სადაც მდნარი თოვლისა და წვიმის წყლების კონცენტრაცია ხდება: ორმოს სიღრმე 0,5 მეტრამდეა. სიგრძივი პროფილი ადგილის რელიეფს მიუყვება. მეორე სტადია იწყება მაღალი ფლატის წარმოქმნით, ხრამი იზრდება კედლების ჩამოზვავებით წყალგამყოფი სივრცეებისაკენ. ხრამის სიღრმეა 20—30 მ. სიგრძივი პროფილს კავშირი არა აქვს იმ ფერდობის პროფილთან, სადაც ხრამი ვითარდება. კალაპორტი ხასიათდება დიდი დაქანებით. მესამე სტადია იწყება იმ მომენტიდან, როდესაც ხრამი ღრმავდება და შესართავი აღწევს ხეობის დონეს; ფსკერის პროფილი სწორდება, ხრამი ფართოვდება, წონასწორობის პროფილი გამომუშავდება ფერდობის ქვედა ნაწილში, წარმოიქმნება ნაზვავი. მეოთხე სტადია არის ჩაქრობის სტადია, მცირდება სიღრმითი ეროზია, წყდება ხრამის სიგრძეში ზრდა. ფერდობები ინარჩუნებს ბუნებრივ, ნაკლებ დამრეც დაქანებას, ხრამში თანდათანობით გროვდება მასალა, იფარება ნიადაგით და იზრდება მცენარეულობა. ამგვარად, არჩევენ მზარდ, მოქმედ და ძველ არამზარდ დელუვიონითა და მცენარეულობით დაფარულ ხრამებს. თითოეულ ხრამს, წყლის თითოეულ ნაკადს აქვს სათავე, სადაც ის იწყება და ბოლო წერტილი—შესართავი, აქ ნაკადი გამოდის ღია ადგილზე ან უერთდება წყლის აუზს. იმ აუზის დონეს, რომელსაც ხრამი ერთვის ეროზიის ბაზისს უწოდებენ. თუ ხრამის ფსკერი მიაღწევს მიწისქვეშა წყლების დონეს, მაშინ კალაპორტში წარმოიქმნება წყლის მუდმივი ნაკადი — ლეღე, რომელიც ხრამს თანდათანობით აფართოებს, აგრძელებს და საბოლოოდ გარდაქმნის მდინარის ხეობად.

ხრამები დიდად გავრცელებულია სსრ კავშირის ევროპულ ნაწილში, განსაკუთრებით შუა რუსეთსა და ვოლგისპირეთის მაღლობებზე. დახრამულ ტერიტორიას საბჭოთა კავშირში დაახლოებით 4,5 მლნ. ჰექტარი ფართობი უჭირავს.

მთის დროებითი ნაკადების მოქმედება. დიდი წვიმების ან თოვლის დნობის დროს მთის ფერდობებზე დროებით ნაკადებს ქვევით ჩამოაქვს დიდძალი ნაშალი მასალა — ქვიშა, ლორ-

ლი, ზოგჯერ ლოდებიც კი, ყოველივე ეს აძლიერებს დროებითი ნაკადების მოქმედებას, მთისწინა ვაკეზე ნაკადები მარაოსებურად იშლება და ტოვებს ჩამოტანილ მასალას — პროლუვიონს. ასე წარმოიქმნება გამოტანის კონუსი, რომელსაც ოდნავ ჩაზნექილი კონუსის სახე აქვს. სიდიდის მიხედვით აქ მიმდინარეობს მასალის დაზარისხება, მთებთან ახლოს მსხვილმარცვლოვანი მასალა რჩება, ხოლო კონუსის ყველაზე განაპირა მხარეში მტვერისებრი (ხშირად ლიოსი). მთის დროებითი ნაკადებისათვის ეროზიის ბაზისის მთის ძირი წარმოადგენს, აქ გამოდის ნაკადი მთის წინა ვაკეზე და მიმდინარეობს აკუმულაციის პროცესები. დროებითი მთის ნაკადები იზრდება ეროზიის ბაზისის ზევითა მიმართულებით. ამ მოვლენას რეგრესიულ ანუ უკუსვლით ეროზიას უწოდებენ.

მთიან მხარეებში, წყლით გაქვნილი ფსკიერი ქანებში, ხშირად ადგილი აქვს მასის ჩამოქცევას, ზევაებს. ფერდობებიდან მოწყვეტილი დიდი ლოდები სწრაფად დაგორდება ქვევით და ხეობის ფსკერს დაფარავს ქანების ნატეხებით. დიდი ზევაები ხშირად ხეობებს აგუბებს და ტბებს წარმოქმნის (აფხაზეთში ტბა რიწა, ამტყელი).

მთებზე, მთების ფერდობებზე, ხეობებსა და ხევებში თოვლის სწრაფი დნობის ან ხშირი წვიმების შედეგად (ზოგჯერ ხელოვნური ან ბუნებრივი კვბირების გარღვევით), წარმოიქმნება დიდი ნგრევის უნარის მქონე ხანმოკლე, მაგრამ მძვინვარე ტალახიან-ქვიანი ნაკადები, რომელთაც ალპებში მუ რ ე ბ ს უწოდებენ, შუა აზიასა და კავკასიაში — ს ე ლ ე ბ ს (სილებს). ზემოაღნიშნულ პირობებთან ერთად სელების წარმოქმნისათვის აუცილებელია ხეობათა ზემო ნაწილებში გამოფიტვის ფსკიერი პროდუქტები, მცენარეთა საფარის არარსებობა და ხეობის ციკაბო დაქანობა. ტალახ-ლორღის ანუ სელურმა ნაკადმა 1921 წელს დიდი ნგრევა გამოიწვია ალმა-ატაში, ქალაქის ცენტრალურ ქუჩებში დატოვა მილიონობით ტონა ქვალორღი. ორსაათიანი კოკისპირული წვიმით გამოწვეულმა ტალახ-ლორღის ნაკადმა დიდი ზიანი მიადეცა სურ. 14. ტალახიან-ქვიანი ნაკადი. ყაზბეგო, მდ. ჩხერის ხეობა.



სურ. 14. ტალახიან-ქვიანი ნაკადი. ყაზბეგო, მდ. ჩხერის ხეობა.

ქ. ერევანს 1946 წელს. მურებთან ანუ სელებთან ბრძოლის ღონისძიებებია: ნაკადის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება, კალაპოტის გაღიღებით ქვების დამ-

ჭერი მოედნების მოწყობა და მცენარეული საფარის განვითარება.

საქართველოს, განსაკუთრებით მის აღმოსავლეთ ნაწილს, სელები დიდ ზიანს აყენებდა. ამჟამად, განსაკუთრებით მცენარეული საფარით, სელების დამანგრეველი მოქმედება მნიშვნელოვნად შემცირებულია.

## მდინარეების გეოლოგიური მოქმედება

მდინარე წყლის მნიშვნელოვანი, ბუნებრივი უწყვეტი ნაკადია დაქანების მიმართულებით. უძველესი დროიდანვე მდინარეები უდიდეს როლს ასრულებდა ადამიანის სამეურნეო ცხოვრებაში. დიდ მდინარეთა სანაპიროები, მათი შესართავები იყო და არის ცივილიზაციის უძველესი და უდიდესი ცენტრები. მდინარეები წარმოადგენს წყალმომარაგების მთავარ, ელექტროენერჯის ყველაზე იაფ, მორწყვის ძირითად წყაროს. მდინარეებს ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც იაფ სატრანსპორტო საშუალებას, როგორც წყაროს თევზის სარეწაოებისათვის, ხშირად სახელმწიფოებს შორის ბუნებრივ საზღვარს დიდი მდინარეები წარმოადგენს.

მდინარეულ ნალექებთან, ალუვიონთან არის დაკავშირებული მთელი რიგი ძვირფასი მეტალებისა (ოქრო, ვერცხლი, პლატინა) და მინერალების (ალმასი, კორუნდი, კასიტერიტი, ლალი, საფირონი და სხვ.) საბადოები, ე.წ. ქვიშრობები. ორგანული ნივთიერებით მდიდარ მდინარეულ შლამს ნიადაგის გასანაოყიერებლად იყენებენ.

კვების მიხედვით მდინარეები რამდენიმე ჯგუფად იყოფა:

1. მდინარეები, სადაც ჭარბობს თოვლით კვება, გვხვდება ცივი და ზომიერი ჰაის სარტყლებში, მათ მიეკუთვნება ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს მდინარეთა მნიშვნელოვანი ნაწილი. მდინარეებში თოვლის დნობით განაფხულის ჩამონადენი შეადგენს საერთო წლიური ჩამონადენის 50—70%.

2. მდინარეები, რომლებიც უპირატესად მყინვარების დნობით იკვებებიან, სათავეს იღებენ მაღალმთიან რაიონებში, ამ ტიპს მიეკუთვნება ცენტრალური და შუა აზიის მდინარეები (სირ-დარია, ამუ-დარია, ტარიმი და სხვ.), რადგან ეს მდინარეები გზაზე აორთქლების გამო დიდი რაოდენობით კარგავენ წყალს, ხოლო დამატებით კვებას არ ღებულობენ, ამიტომ ხშირად ასეთი მდინარეები ვერ აღწევენ შესართავამდე და გზაში, შუა აზიის უდაბნოს ქვიშებში, იკარგებიან (მურაბი, ჩუ და სხვ.). წყალუხვობა ასეთ მდინარეებში, მთებში მყინვარის დნობის პერიოდს ემთხვევა (გაზაფხული, ზაფხული).



3. მდინარეები, რომლებიც ძირითადად წვიმის წყლებით იკვებებიან, გვხვდება მუსონური კლიმატის მხარეებში. ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში.

4. მიწისქვეშა წყლებით ყველა მდინარე იკვებება, მაგრამ იგი განსაკუთრებით კარგად ჩანს ფხვიერი ქანებით აგებულ ხეობაში. საბჭოთა კავშირის ჩრდილოეთის მდინარეების კვების 30% მიწისქვეშა წყლებზე მოდის, შუა ზონის — 10—20%, ხოლო სამხრეთი რაიონების — 5—10%.

მარტო ერთი რომელიმე ზემოაღნიშნული წყაროთი რომ იკვებებოდეს, ასეთი მდინარეები ბუნებაში თითქმის არ გვხვდება. ჩვეულებრივ მდინარეები წყალს ღებულობენ სხვადასხვა წყაროდან. რომელიმე ერთი ტიპის სიჭარბით. ნარევი კვების ტიპის მდინარეები (კავკასია) სხვადასხვა წყაროთი იკვებებიან. ფხვიერ ქანებში დაკარგულ მდინარეებს კონტინენტურს უწოდებენ, ხოლო მდინარეებს, რომლებიც ზღვებსა და ოკეანეებს ერთვის — ოკეანურს.

მდინარის ხასიათს განსაზღვრავს წყლის რაოდენობა. წყლის დონე და დინების სიჩქარე, ამ სიდიდეთა ცვლილებაზეა დამოკიდებული მდინარის რეჟიმი. მდინარის რეჟიმში იგულისხმება დროში მდინარის დონის, მისი ხარჯის, ნაყარის, წყლის ტემპერატურის და სხვ. ცვლილებები. კვების წყაროზეა დამოკიდებული მდინარის რეჟიმის ძირითადი ფაზები: წყალდიდობა, წყლის მოყარდნა, წყალმეტობა და წყალსიმცირე. წყალდიდობა ეწოდება მდინარეში წყლის რაოდენობის გადიდებას, წყლის ერთსა და იმავე დროს მისი დონის მნიშვნელოვან ამაღლებას. მდინარეებში, სადაც ჰარბობს თოვლით კვება წყალდიდობა გვაქვს გაზაფხულზე (მდ. ვოლგა): მყინვარული კვების მდინარეებში — ზაფხულობით.

წყალდიდობასთან ერთად მდინარეებში ადგილი აქვს ძლიერი კოკისპირული წვიმების გამო მდინარის დონის სწრაფ, ხანმოკლე აღიდებას — წყალმეტობას. ძველ ქართულში ამ მოვლენას დიდროაჟ ეწოდებოდა. საქართველოს მდინარეები კვების მხრივ ნარევი ტიპის მიეკუთვნება. აქ მაქსიმალური პორიზონტი და წყლის რაოდენობა ზაფხულის თვეებში მთებში მყინვარების დნობითა და ხშირი წვიმიებითა გამოწვეული.

ხანგრძლივ სეზონურ პერიოდს, წყლის უმცირესი რაოდენობით მდინარეში და მის ასევე უმდაბლეს დონეს — წყალსიმცირეს უწოდებენ. თოვლით კვების ტიპის მდინარეებში წყალმცირობა დეება ზამთრობით და შემოდგომით: ეკვატორულ მხარეებში — ტროპიკული წვიმების დამთავრების შემდეგ წყლის სიმცირის დროს მდინარეები, ჩვეულებრივ, გრუნტის წყლებით იკვებება.

მდინარის წყლის დინების სიჩქარე დამოკიდებულია წყლის მასაზე და კალაპოტის დაქანებაზე. მდინარეებში წყლის მოძრაობა უწყესრიგო—ტურბულენტურია, ე. ი. ნაკადის თითოეულ წერტილში დინების სიჩქარე სიდიდითა და მიმართულებით სხვადასხვაგვარია. სადაც მდინარის დაქანება უმნიშვნელოა და დინება ნელი, იქ შესაძლებელია ლამინალური მოძრაობა, ე. ი. წყლის ცალკეული ქავლები მიედინებიან პარალელურად. მდ. ვოლგის, დნეპრის საშუალო სიჩქარეა 1 მ/სეკ. და მეტი, მთის მდინარეების — 3,0—5,0 მ/სეკ. და მეტი. მდინარეს მინიმალური სიჩქარე აქვს წყალსიმცირის პერიოდში, მაქსიმალური — 2—3-ჯერ მეტი წყალდიდობის დროს. მდ. მტკვრის სიჩქარე ზაფხულში 1,5/სეკ-ია, წყალდიდობის დროს—3,0 მ/სეკ.

მდინარის მუშაობის უნარს მდინარის ენერგია ანუ ცოცხალი ძალა ეწოდება. მდინარის ცოცხალი ძალა —  $K$  პროპორციულია წყლის მას-

სისა ( $m$ ) და დინების სიჩქარის ( $v$ ) კვადრატისა:  $K = \frac{mv^2}{2}$ .

მდინარეები აწარმოებენ სამგვარ გეოლოგიურ მუშაობას: ქანების დაშლა-გადარეცხვას (ეროზია), დაშლილი მასალის გადატანას და დალექვას (აკუმულაცია). მდინარეები ქანებს შლიან მექანიკურად ნაკადის ძალით, გადატანილი ნამსხვრევი მასალის ძირითად ქანებზე მექანიკური ზემოქმედებით, ქანებზე წყლის ქიმიური ურთიერთმოქმედებით (გახსნა, გამოტუტვა). ეროზიული მოქმედების ძალა მდინარის ნაკადის სისწრაფეზეა დამოკიდებული. არჩევენ ფსკერის ანუ სიღრმის და გვერდით ეროზიას. სიღრმითი ეროზიის შემთხვევაში წყლის ნაკადი იჭრება დედამიწის ზედაპირის სიღრმეში და წარმოქმნის ჩაღრმავებას, რომელსაც ხეობა ეწოდება. გვერდითი ეროზიის დროს კალაპოტის ნაპირები გამოირეცხება და ხეობა ფართოვდება. მდინარის განვითარების პირველ ეტაპზე ქარბობს სიღრმითი ეროზია, იგი უფრო ინტენსიურად მთის მდინარეებში გამოვლინდება. ზედაპირის დონეს, სადაც მდინარე კარგავს ცოცხალ ძალას და ქვევით არ შეუძლია ჩააღრმავოს თავისი კალაპოტი ეროზიის ბაზისი ეწოდება. როგორც ხრამის, ისე მდინარის განვითარება მიმდინარეობს ეროზიის ბაზისიდან ზევით, ე. წ. უკუსვლით ანუ რეგრესიული ეროზიის კანონით.

წყლის ნაკადის მოქმედება დინების არხის შექმნისათვის სხვადასხვაგვარად გამოვლინდება. ტიპური ნაკადი სამ ნაწილად იყოფა: სათავესთან — შემკრებ აუზში ქარბობს მასალის ნგრევა და გატანა, შუა ნაწილში — გადატანა, ქვედა ნაწილში — აკუმულაცია.

როდესაც ნაკადის სამივე ნაწილი ასრულებს მისთვის დამახასიათებელ მუშაობას, ნაკადს აქვს თავისი წონასწორობის პროფილი. არჩე-

ვენ გამომუშავებულ პროფილს და წონასწორობის პროფილს. პირველი ახასიათებს მდინარეებს, სადაც ქარბობს სიღრმითი ეროზია, პროფილს აქვს საფეხურებრივი მრუდის სახე. მეორე არის მდინარის ხეობის სიგრძივი პროფილი, როდესაც ხანგრძლივი გადარეცხვით ფსკერი შოსწორებულია. მაშასადამე, მდინარე კალაპოტის ისეთ პროფილს გამოიმუშავებს, რომელიც შეიძლება გამოხატულ იქნას განსაკუთრებული მრუდით, მას მდინარის წონასწორობის მრუდი ეწოდება. მრუდი ჩაზნექილია და ნაკადის სათავეში ვერტიკალური ხაზის, ხოლო შესართავთან ჰორიზონტალური ხაზის შემხებია. წონასწორობის მრუდი სამ ნაწილად იყოფა: წყალშემკრები აუზი, სადენი არხი და გამოტანის კონუსი. პირველში ქარბობს გადარეცხვითი და ნგრევეითი მუშაობა, მეორეში — გადატანა და მესამეში — დალექვა. მიღებულია, რომ მდინარის გამომუშავებულ პროფილში ეროზიასა და აკუმულაციას შორის არსებობს წონასწორობა. ბუნებაში ასეთი იდეალური გარემო პირობები, სადაც თანაბარი დაქანება და ერთგვაროვანი ქანებია, პრაქტიკულად არ არსებობს, ამიტომ გამომუშავებული პროფილი ფაქტიურად საფეხურიანებუძია.

ჩვეულებრივ, ზედაპირი, რომელზედაც მიედინება მდინარე, არათანაბარია, მაგრამ მკერძი და რბილი ქანების მონაცვლეობის შემთხვევაში მდინარეში წარმოიქმნება უბნები საფეხურებით, სადაც მდინარის დინების სიჩქარე სხვა უბნებთან შედარებით მეტია. მდინარის ასეთ საფეხურებს ჰორომებს უწოდებენ. ძლიერი ჰორომები ახასიათებდა შუა დინებაში მდ. დნეპრს, მაგრამ 1932 წელს დნეპრპისის აგებით იგი წყალსაცავმა დაფარა. საქართველოში ყველაზე მეტი ჰორომებით ხასიათდება მდინარეები: ბზიფი, კოდორი, ენგური, ცხენისწყალი, რიონი, აგრეთვე მათი ზემო წელის შენაკადები.

ჩანჩქერი არის ადგილი, სადაც მდინარის კალაპოტი ხვდება ციცაბო საფეხურს, საიდანაც წყალი ვარდება ქვევით. ჩანჩქერების სამ ტიპს არჩევენ: 1. ნიაგარის, როცა ვარდნილი წყლის მასა ეცემა ისე, რომ ჰორიზონტალური სიდიდით თანაბარია, ან მეტია ვერტიკალურად ვარდნის სიდიდზე. 2. კასკადური—წყალი ვარდება ვიწრო ქავლის სახით დიდი სიმაღლიდან. 3. კარელიის ტიპი — წყალი ეცემა ციცაბოდ ( $40-50^\circ$ ) დაქანებულ კალაპოტში რამდენიმე მეტრიდან 1-2 კმ მანძილზე, ზოგჯერ გადადის ჰორომში. მსოფლიოში ნიაგარის ტიპის უდიდესი ჩანჩქერებია: კანადაში. ნიაგარის — სიგანე 900 მ; იგუასუს — მდ. პარანაზე, სიგანე 2700 მ. სამხრეთ აფრიკაში — მდ. ზამბეზზე ჩანჩქერი ვიქტორია — სიგანით 1600 მ; კასკადური ჩან-

ჩქერებიდან აღსანიშნავია კალიფორნიაში მდ. მერსედზე ჩანჩქერი 793 მ. ვარდნის სიმაღლე. საბჭოთა კავშირში მრავალი ჩანჩქერია ცნობილი ტიან-შანში, გისარის ქედზე, კავკასიაში, ყირიმში.

საქართველოს მთის მდინარეები სათავეებთან ხშირად ჰქმნიან ჩანჩქერებს. ჩანჩქერის ძირში მდინარის ფსკერის გაღრმავებას ხელს



სურ. 15. მდ. გეგას (აფხაზეთი) ჩანჩქერი (ვოკლეუზი).

ხარკი“ განსაკუთრებით დიდია წყალდიდობისა და წყალმეტობის დროს.

ატივტივებული მასალის სიდიდე ყოველწლიურად მილიონ ტონებში გამოიხატება შემდეგი ციფრებით: იანჭი—2532, განგი და ბრაჰმა-პუტრა—1800, ტიგროსი და ევფრატი—1050, ამუდარია—570, ინდი—450, მისისიპი—400, ნილოსი—125, მტკვარი—36, თერგი—25, მ. ვოლგა—25,5, ობი—13,4, დონი—6,4, დნეპრი—2,4; როგორც ამ ციფრებიდან ჩანს საქართველოს მდინარეებს მტკვარსა და თერგს ყოველწლიურად ზღვაში უფრო მეტი ფხვიერი მასალა შეაქვს, ვიდრე ვოლგას, დონს ან ობს. როგორც ჩანს ამ შემთხვევაში მდინარის სიგრ-

უწყობს ფსკერზე არსებული ქანის ნატეხები. ვარდნილი წყალი ამ ნატეხებს მორევეში მოაქცევს, ხოლო მათი ბრუნვითი მოძრაობა ბურღავს მდინარის ფსკერს და წარმოქმნის კონუსური ან ცილინდრული ფორმის სიღრუეებს, კედლებზე სპირალისებრი ჩაღრმავებებით, მას დევის ანუ ევერზიულ ქვაბებს უწოდებენ.

გ ა დ ა ტ ა ნ ა. ქანების დაშლის პროდუქტები მდინარეს გადააქვს ვანსნილ და ატივტივებულ მდგომარეობაში, ხოლო მსხვილი ლოდები და რიყის ქვები — ნაგორებ მდგომარეობაში. რაოდენობრივად ქარბობს ორი უკანასკნელი. მასალა გადააქვს აგრეთვე მდინარეს ყინულის ჩანართების სახითაც. მდინარის „მყარი

ძეს და აუზის სიღიდეს მნიშვნელობა არა აქვს, მთავარია მდინარის კალაპოტის დაქანება. მდ. თერგის დაქანება თითქმის 125-ჯერ მეტია: მდ. ობის საშუალო დაქანებაზე, რადგან ამ უკანასკნელზეა დაპო- კიდებული მდინარის სიჩქარე, 0,3 მ/სეკ. სიჩქარის შემთხვევაში მდი- ნარეს შეუძლია გადაატანოს მხოლოდ წვრილი ქვიშა. ხოლო 2,4 მ/სეკ. სიჩქარისას — 20 სმ-მდე კენჭები.

ფხვიერი ატივტივებული და ნაგორები მასალის გარდა, მდინარე- ებს გადააქვს მასალა გახსნილ მდგომარეობაში. ეს განსაკუთრებით შესამჩნევია დიდი ვაკეების მდინარეთათვის, სადაც იგი ხშირად მდი- ნარის მიერ მთლიანად შეტანილი მასალის 60—70% შეადგენს. მდი- ნარე დონს ყოველწლიურად შეაქვს ზღვაში 6.2 მლნ. ტონა ქიმიურად გახსნილი ნივთიერება, დნებრს — 8.13 მლნ. ტონა, ენისეის—30,0 მლნ. ტონა.

6. სტრახოვი მდინარეების მიერ გადატანილ მასალას სამ ჯგუფად ჰყოფს:

1. ადვილხსნადი მარილები  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ : ეს მარი- ლები ყოველთვის გვხვდება მდინარეთა წყლებში, ტენიანი კლიმატის პირობებში მცირე რაოდენობით, მშრალ მხარეებში (კასპიისპირეთი. ყაზახეთი) — მნიშვნელოვანი რაოდენობით;

2. კარბონატები  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , განსაკუთრებით ნახ- შირმჟავა კალციუმი. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ საბჭოთა კავ- შირის მდინარეების წყლები სუსტად მინერალიზებულია (50—500 მგ/ლ) და მეტწილად მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ წყლებს;

3.  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{P}$  — შემცველი ნაერთები, ეს უკანასკნელი კარბონა- ტებთან ერთად, გარდა ხსნადი მდგომარეობისა, მდინარეს მექანი- კურად ატაცებულ (ატივნარებულ) მდგომარეობაშიც გადააქვს.

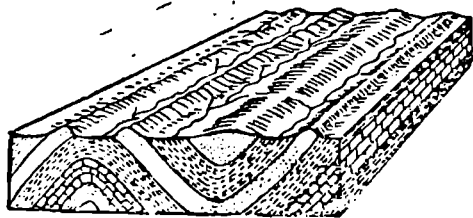
ზამთარსა და ადრე გაზაფხულზე. მკაცრი ჰაერის პირობებში, მდი- ნარეების გაყინულ ზედაპირზე, ფერდობებიდან ჩამოცვენილი ჩაყი- ნული დელუვიონის ჩანარები, ფსკერის ლოდნართან და რიყნართან ერთად, მდინარეს გადააქვს გაზაფხულზე და ყინულის დნობის შემ- დგ ტოვებს კალაპოტის ქვემო ნაწილში ან შეაქვს ზღვაში, ამით აიხ- სნება ის, რომ ხშირად ქვიშასა და კარგად დამრგვალებულ კენჭებს შორის გვხვდება დაუმუშავებელი დაკუთხული ლოდნარი და როჰკი.

და ლ ე ქ ვ ა ( ა კ უ მ უ ლ ა ც ი ა ). ეროზიასა და გადატანასთან ერთდროულად მიმდინარეობს დალექვის პროცესი. ჯერ კიდევ მდინარის განვითარების პირველ სტადიაში, როდესაც დალექვას ჰარ- ბობს ეროზიისა და გადატანის პროცესი, ნაწილობრივ მაინც მიმდი- ნარეობს დალექვა.

დამლილი მასალის ნაწილი მდინარეებს შეაქვს ზღვაში, ან ტბაში, ნაწილი კი მდინარის ფსკერზე, მის ნაპირებზე ილექება. მდინარეულ ნალექებს ალუვიონი ეწოდება. ალუვიური ნალექების ძირითადი თავისებურებაა წყლის ნაკადების ცვლილებებით გამოწვეული მკვეთრად გამოხატული, ხშირად ხლართული შრეებრიობა. ალუვიონი შედგება სხვადასხვაგვარად დამუშავებული — დამრგვალებული და დახარისხებული ფხვიერი მასალისაგან. ალუვიონში მასალის სიდიდის მიხედვით არჩევენ შემდეგ ნალექებს: რიყის ქვა, კენჭები, ხვინჯა, ქვიშა, თიხამიწა, ნაკლებად თიხა, ქვიშების საერთო სიჭარბით. ალუვიონს ახასიათებს როგორც მიმართულებით, ისე სიმძლავრით სწრაფი და მნიშვნელოვანი ცვლილებები და შედარებით არადიდი სიმძლავრე—20—60 მ. (დეღტებში ალუვიონის სიმძლავრე ხშირად 200—300 მეტრს აღწევს, მაგალითად, თერგის—200 მ, ვოლგის—300 მ, განგის—400 მ). ლითოლოგიური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ ალუვიური ნალექების სამ ტიპს: 1. კალაპოტის, 2. ნამდინარევის და 3. ქალის (ნარწყულის). ვაკე მხარეებში მდინარის კალაპოტის ნალექები, ჩვეულებრივ, ქვიშიანი, იგი წყლის გარშემო წარმოიქმნება; ნამდინარევი, სადაც მეტწილად გუბეები, ტბები ან ქაობები გვხვდება, აგებულია წვრილმარცვლოვანი ქვიშებით, შლამით, თიხებით, მდიდარია ჰიდროფილური მცენარეულობით — ორგანული ნაშთებით, ზოგჯერ ტორფობებით. განსაკუთრებით საინტერესოა ნარწყულის (ქალის) ნალექები. აქ არჩევენ ზედა „მარცვლოვან“ და ქვედა „ფენებრივ“ („შრეებრივ“) ქალას. „მარცვლოვანი“ ქალა წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც ქალაში წყალი იჭრება თანდათანობით და არის მშვიდ მდგომარეობაში, ატივნარებული მასალა ილექება თანდათანობით და წარმოიქმნება ფენა, რომელიც მშრალ პირობებში იფარება ბზარებით, აქ გვაქვს ნაყოფიერი ნიადაგი მარცვლოვანი სტრუქტურით. იგი მდიდარია ჰუმუსით და დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობისათვის. შრეებრივი (ფენებრივი) ქალა წარმოიქმნება მდინარეების ძლიერი ადიდების დროს, უმთავრესად უტყეო ადგილებში. წყალდიდობის პერიოდში წყალს ყველაზე ჩქარი დინება თითონ მდინარის ღერძულ ნაწილში აქვს: ნაპირებზე, ქალაში, წყლის სიჩქარე კლებულობს, სიჩქარის ცვლილება იწვევს ქალის ტერიტორიაზე სხვადასხვა ზომის მექანიკური ნალექების დაგროვებას. მდინარესთან ახლოს ილექება ქვიშის ფენები, წყლის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე მდინარის ქალაპოტიდან ხეობისაკენ თანდათანობით მცირდება, იქ, სადაც სიჩქარე ნაკლებია, ილექება წვრილი ნაწილაკები — თიხამიწები, სადაც სიჩქარე დიდია — უფრო მსხვილი მექანიკური ნაწილაკები. აქ წარმოიქმნება ალუვიური — ქვიშიანი ნიადაგები.

მდინარეთა ხეობები, მათი ფორმა და განვი-  
თარება. მდინარის ხეობა ეწოდება სიგრძესთან შედარებით  
ვიწრო ღრმულს, რომელსაც სათავედან შესართავისაკენ, მთელ  
სიგრძეზე აქვს დაქანება. მდინარეული ხეობები მეტწილად ერო-  
ზიული წარმოშობისაა. ცნობილია ტექტონიკური წარმოშობის,  
ანტიკლინური და სინკლინური ხეობებიც.

მდინარის ხეობის  
ელემენტებია: მდინა-  
რის კალაპოტი, ჭალა  
(ნარწყული), ფერდო-  
ბები, ტერასები. ძირი-  
თადი კალაპოტით  
მუდმივად მიედინება  
მდინარე; ჭალა ხეო-  
ბის ის ბრტყელი ნა-  
წილია, რომელიც



სურ. 16. ანტიკლინური და სინკლინური ხეობები.

წყალდიდობის დროს წყლით იფარება. როდესაც მდინარე წონას-  
წორობის პროფილს გამოიმუშავებს, იგი შეწყვეტს კალაპოტის გაღრ-  
მავებას და სათავეებთან სიღრმითი ეროზია იცვლება გვერდითი  
ეროზიით. ხოლო ხეობის ფორმა ლათინური V ასოსებრივიდან U  
ასოსებრივად იცვლება. თუ მდინარეებში, ეროზიის ღრმა ბაზისით, ჭარ-  
ბობს სიღრმითი ეროზია, მდინარე გამოიმუშავებს კანიონს, ან V ასო-  
სებურ ხეობას. კანიონი არის მდინარის ღრმა და ვიწრო ხეობა,  
შვეული ან ძლიერ დაქანებული საფეხურისებრი ფერდობებით, ვი-  
თარდება მშრალი კლიმატის პირობებში მეტწილად ზეგნებზე, როცა  
შრეებს ჰორიზონტალური განლაგება აქვს, ან რელიეფი აგებულია  
ლავეური ნაკადებით. მსოფლიოში უდიდესი კანიონი აქვს ჩრდილოეთ  
ამერიკაში მდ. კოლორადოს (2000 მ.). კავკასიაში ცნობილია ძლიერ  
ღრმა კანიონები (ენგურნი, ბზიფი, თერგი, სულაკი და სხვ.). გვერ-  
დითი ეროზიის გაძლიერების დროს ხეობაში გვხვდება გაფართოებუ-  
ლი უბნები, სადაც იწყება ნალექების დაგროვება. ამ შემთხვევაში  
წარმოიქმნება ყუთისებრი (U ასოსებრი) ხეობის ტიპი. მდინარე,  
ჩვეულებრივ, კლაკნილად, მიხვეულ-მოხვეულად მიედინება. ეს აიხ-  
სნება პირველადი რელიეფის უსწორმასწორობით, კალაპოტის ქანე-  
ბის შედგენილობის და სტრუქტურის სხვადასხვაობით. მდინარე  
კლაკნილობის კოეფიციენტით ხასიათდება. ამ უკანასკნელში იგულის-  
ხმება მდინარის ნამდვილი სიგრძის შეფარდება სათავესა და შესარ-  
თავს შორის არსებულ პირდაპირ ხაზთან.

ვაკე რაიონებში მდინარეთა ხეობების სიგანე ზოგჯერ რამდენიმე კმ-ს აღწევს, ამ შემთხვევაში მდინარე ქალის ფარგლებში მიედინება საკუთრივ ალუვიონზე და წარმოქმნის კლაკნილებს, რომელსაც მე-ანდრებს უწოდებენ. არჩევენ ჩაჭრილ ანუ ხეობის მეანდრებს და მოხეტიალე ანუ ზედაპირულ მეანდრებს. წყალდიდობის დროს ნაკალმა შეიძლება მეანდრების ვიწრო ყელი გადაქრას და ვაასწოროს თავისი კალაპოტი, ამ შემთხვევაში გვერდით გვრჩება მდინარის ყოფილი კალაპოტი — ნამდინარევი, რომელიც ხშირად რკალისებური ფორმის ტბად ან ქობად გადაიქცევა. ასეთი ნამდინარევი — ნარონალები გვხვდება მდ. რიონის ქვემო დინებაში. მდ. ალაზნისათვის დამახასიათებელია ნააღზნარები და სხვ.

ქალა ხეობის წყალდიდობის დროს წყლით დაფარული ნაწილია. ნარწყულები ჩნდება ხეობის გაფართოებულ ნაწილებში, მდინარის ხან მარჯვენა, ხან მარცხენა ნაპირზე, ზოგჯერ ორივე მხარეზედაც.

სათავეებში საქართველოს მდინარეთა უმრავლესობა ნარწყულებს მოკლებულია. შუაწელში ხშირად გვხვდება ფართო და შედარებით გრძელი ნარწყულები. მდ. არაგვის ნარწყული სოფ. ნაფენიანთკართან სიგანით 2 კმ-ს აღწევს. ალაზნის ნარწყულის სიგანე 700 მეტრს შეადგენს, სოფ. ჩხალთის ქვემოთ მდ. კოდორის ნარწყული 300—400 მ სიგანისაა. ჩვეულებრივ, აგებულია ალუვიონით, ზედაპირზე შიშვლდება ძირითადი ქანებიც.

ზოგჯერ მოკლე მდინარეები თანდათანობით აღიდეგენ გვერდითა აუზების ხარჯზე თავიანთ წყალშემკრებს, ამით ავიწროებენ — გადასწევენ წყალგამყოფ ხაზს. აუზების ასეთი გადანაწილება ცნობილია, როგორც „ბრძოლა“ აუზისათვის. რაც იწვევს ერთი მდინარის მიერ მეორის მოტაცებას. ამის მაგალითს წარმოადგენს ქ. სოხუმის მიდამოებში, სოფ. შრომის ტერიტორიაზე. მდ. დასავლეთ გუმისთის მიერ აღმოსავლეთ გუმისთის მოტაცება.

ყოველი მდინარის სისტემაში არჩევენ მთავარ მდინარეს და მის შენაკადებს, ეს უქანასკნელი შეიძლება იყოს პირველი, მეორე, მესამე რიგისა და ა. შ. მაგალითად, მდ. ყვირილა რიონის პირველი რიგის შენაკადია, ძირულა, რომელიც ყვირილას ერთვის, მეორე რიგის — შენაკადი, ხოლო დუმალა, რომელიც ძირულას ერთვის, მესამე რიგის შენაკადია. ტერიტორიას. საიდანაც წყალი მიედინება მთავარ მდინარესა და მის შენაკადებში წყალშემკრები, აუზი ეწოდება. მდ. ობის აუზი 3354000 კვ. კმ-ია, მისისიპის — 3250000 კვ. კმ, ვოლგის — 1460000 კვ. კმ, მტკვრის — 188000 კვ. კმ, ენგურის — 4062 კვ. კმ, მდინარეთა სისტემებს შორის წყალგამყოფი ყოველთვის ამალდება, ჩვეულებრივ, გამოყოფენ მთავარ და გვერდითა წყალგამყოფებს. მდი-



ნარეთა ქსელის სისწორე დაზოკიდებულია, უპირველეს ყოვლისა, ქვეყნის, მხარის კლიმატურ პირობებზე, აგრეთვე რელიეფზე. ქანების შედგენილობასა და წოლის ფორმებზე.

დელტა. მდინარის შესართავი ნაწილის ფორმირებაში გავლენას ახდენს მრავალრიცხოვანი ფაქტორები: ა) მდინარეში წყლის ხარჯი და მისი ცვლილებები დროში, ბ) მდინარის მიერ მოტანილი მასალის რაოდენობა და შედგენილობა, გ) ზღვის წყლის მარილიანობა, დ) ზღვის დინება, ე) მოქცევა და უკუქცევა და სხვ.

მდინარისა და ზღვის ურთიერთმოქმედებათა სხვადასხვაობა ვან-საზღვრავს სხვადასხვა ტიპის შესართავების წარმოქმნას. მდინარეთა შესართავის ორი ძირითადი ტიპია ცნობილი: დელტა და ესტუარია. სიტყვა დელტა პირველად ხმარებული იქნა მდ. ნილოსის გამოტანის კონუსის აღსანიშნავად, ფორმით ბერძნული ასო Δ-სთან მსგავსების გამო. დელტა წარმოადგენს მდინარის გამოტანის კონუსს, სანაპიროს ნაწილს მდინარის შესართავთან. დელტაში არჩევენ ზედა ფართობს, რომლის ნაწილი ამოწეულია წყლიდან და წარმოქმნის წყლის ზედა დაბლობს, ხოლო ქვედა ნაწილი წარმოადგენს წყალქვეშა დადაბლებას. დელტა დაქანებულია წყალქვეშა დაბლობიდან ზღვისაკენ (ან ტბისაკენ), წყალზედა დაბლობის უმნიშვნელო დახრილობის გამო მდინარე იტოტება, ეს კი აპირობებს დელტის ზრდას. დელტა ალუვიური ნალექებითაა აგებული, ამ ნალექებისათვის დამახასიათებელია დიაგონალური შრეებრიობა. დელტურ ნალექებს შორის არჩევენ: ზედაპირულ, ფერდობის და ფსკერის ნალექებს. ზედაპირული ნალექები წარმოქმნის წყალზედა და წყალქვეშა დელტურ დაბლობებს (ვაკეებს). პირველში ნალექები გროვდება ხმელეთის პირობებში და წარმოდგენილია ცუდად დახარისხებული ქვიშიანი თიხებით, ქვიშებით. რიყნარით და კარგად დახარისხებული ნამდინარევი და ქაობის ნალექებით. წყალქვეშა დაბლობზე, მარჩხ წყალში, გვხვდება მსხვილმარცვლოვანი მასალა, რომელიც ჰორიზონტალურად სწრაფად გადადის უფრო წერილ დახარისხებულ ალუვიტულ ნალექებში. ქვედა წყალქვეშა დაბლობზე ნალექები ზღვის პირობებში გროვდება. აქ მასალა კარგადაა დახარისხებული და გვხვდება ზღვის ცხოველთა ნაშთები.

ყოველი წყალდაბობის შემდეგ მდინარის დელტა იცვლის ფორმას, ფართოვდება, მაღლდება და გრძელდება ზღვისაკენ. მდ. ეოლგის დელტა წლიურად საშუალოდ იზრდება 170 მ-ით, სირდარიასი—164 მ-ით, მტკვრის—175—300 მ-ით, თერგის—დაახლოებით 100 მ-ით. დელტის წარმოქმნისათვის ხელსაყრელ პირობებს შორის აღსანიშნავია (უმთავრესია). მდინარის ჩადინების ადგილას ზღვის მცირე სიღრმე, მდინარის მიერ მოტანილი ფხვიერი მასალის სიუხვე და ბოლოს, დელტის ადგილას არ უნდა იყოს მძლავრი დინებანი.

მდინარეთა დელტებს ხშირად მნიშვნელოვანი ფართობი უკავია. მაგალითად, ხუანხეს—500 კმ<sup>2</sup>, განგასა და ბრაჰმაპუტრას—82500 კმ<sup>2</sup>, ლენას—45 000 კმ<sup>2</sup>, მისისიპის—32 000 კმ<sup>2</sup>, ნილოსის—22 000 კმ<sup>2</sup>, ვოლგას—18 000 კმ<sup>2</sup>, ამუდარიას—10 000 კმ<sup>2</sup>.

თანამედროვე დელტებს გარდა ცნობილია ძველი ანუ ნამარხი დელტები; ხშირად ძველ დელტებთან დაკავშირებულია სასარგებლო ნამარხები. მოსკოვისა და კიზილის ქვანახშირის აუზები წარმოადგენს ქვანახშირის პერიოდის (კარბონი) დელტურ ნალექებს, ასევე აზერბაიჯანში მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ ძველი დელტის მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს ის ალუვიურ-პროლუვიური წყება, (სიმძლვარე 1400 მ), რომელსაც „პროლუქტიულს“ უწოდებენ. ამ წყებასთან არის დაკავშირებული ნავთობის საბადოები.

ესტუარია მდინარის ღია შესართავია ზღვაში; ესტუარიის საშუალებით ზღვის მოქცევა ღრმად შედის მდინარეში. ესტუარიებს მეტწილად ძაბრისებრი ფორმა აქვს და წარმოიქმნება იქ, სადაც, ზღვაში გვაქვს დინებანი, მიქცევა და მრქცევა, ხოლო მდინარის მიერ მოტანილი მასალა უმნიშვნელოა. ესტუარიების წარმოქმნას ხელს უწყობს აგრეთვე მდინარის შესართავის დაძირვა, ამ შემთხვევაში ზღვა საკმაოდ შორს იჭრება მდინარის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით. მოქცევა-უქუქცევითი დინებანი მდინარის შესართავთან უფრო ძლიერია, ვიდრე ზღვაში, განსაკუთრებით უქუქცევის სიჩქარე, რადგან ამ შემთხვევაში ზღვის წყალთან ერთად მიედინება მდინარის წყალიც, ყოველივე ეს ხელს უშლის მდინარის შესართავთან ნალექების დაგროვებას, მდინარის შესართავის გაფართოებას და გაღრმავებას. საბჭოთა კავშირში ესტუარიები გვხვდება მდინარეების ენისეის, ობის (სადაც იგი „გუბას“ სახელწოდებით არის ცნობილი), აგრეთვე ტემზას, სენას, ელბას შესართავებთან და სხვ. ზღვის წყლით დაფარული მდინარის გაფართოებულ შესართავს, უბედ გარდაქმნილს ლიმანი ეწოდება. ცნობილია ღია ლიმანები, რომელსაც უშუალო კავშირი აქვს ზღვასთან, და დახურული — ზღვიდან ბექობით (ცელით) გამოყოფილი.

მდინარეული ტერასები. მდინარეთა ხეობების როგორც სიგრძივ, ისე განივ პროფილში ხშირად გვხვდება საფეხურისებრი აგებულება. ამ საფეხურებს მდინარეთა ტერასებს უწოდებენ. ტერასების არსებობა დაკავშირებულია ეროზიის ბაზისის რყევასთან. დავუშვათ, რომ დასაწყისში მდინარემ  $a-a$ . მდებარეობის პირობებში განაჟითარა ჰალა (ნარწყული), შემდეგ ეროზიის ბაზისის დაწევის (ან ხმელეთის აწევის) გამო გაძლიერდა ეროზია და მდინარემ ჩაჭრა წინანდელი ნარწყული, გვერდზე კი დატოვა ტერასისებრი საფეხური და შექმნა ახალი ჰალა  $b-b$  დონეზე, ეროზიის ბაზისის დაწევის (ან ხმე-

ლეთის აწევის) გამო მდინარემ ჩაქრა ეს ქალაქ და გვერდზე დატოვა ისევ ტერასისებრი საფეხურები, ამ შემთხვევაში შეიქმნება ისევ ახალი კალაპოტი, სუდეც ამჟამად მიედინება მდინარე, მაშასადამე, ქვედა ტერასი ახალგაზრდაა, ზედა ძველი. ამგვარად, ტერასა არის მდინარის ყოფილი კალაპოტი, ფართობი, მდინარისპირა ფერდობზე შემოფარგლული საფეხურისებურად. არჩევენ ტერასის შემდეგ ელემენტებს: საფეხური, საფეხურის ძირი, ტერასის ქიმი, ტერასისებრი მოედანი, ქედის (ზურგის) ნაწიბური, სადაც მოედანი უერთდება ზედა ფერდობს. აგებულების მიხედვით მდინარეულ ტერასებს შორის არჩევენ: გადარეცხვის ანუ ეროზიულ ტერასას, დაგროვების ანუ აკუმულაციურ ტერასას და ცოკოლურ ანუ ნარევ ტერასას. სტრუქტურული ტერასა წარმოადგენს ტერასისებრ საფეხურს, აგებულია სხვადასხვა სიმკვრივის ქანებით. ეროზიულ ტერასებში საფეხური აგებულია ძირითადი ქანებით, ალუვიონი არ გვხვდება. აკუმულაციურ ტერასებში საფეხური და მოედანი აგებულია ალუვიური ნალექებით. ნარევ ტერასებში, საფეხურის ძირში ფუძედ, ნაწილობრივ ძირითადი ქანები გვაქვს, საფეხურის ნაწილი და ტერასისებრი მოედანი ალუვიონისაგან შედგება.

ტერასების წარმოქმნის ძირითადი მიზეზებია: დედამიწის ქერქის მოძრაობა ანტროპოგენურ პერიოდში (ე. ი. უახლოეს გეოლოგიურ პერიოდში) და მის მიერ მდინარეს წონასწორობის პროფილის რღვევა, კლიმატის ცვლილებების გამო წყლის მასის გადიდება, მდინარის მიერ შეტანილი მასალის რაოდენობის ცვლილებები. მაგრამ, ცხადია, ტერასების წარმოშობისათვის მთავარია დედამიწის ქერქის უახლოესი მოძრაობანი. ამგვარად, მდინარის ეროზიის ბაზისის რყევას თან ახლავს მდინარის აუზის ხასიათის შეცვლა. მდინარის ეროზიის ბაზისის დაწევა ან ხმელეთის აწევა. მდინარის გაახალგაზრდავებას იწვევს. ამ შემთხვევაში მდინარის მოქმედება უფრო ინტენსიური ხდება, წინანდელი ნალექები მისი კალაპოტის ზევით რჩება და ტერასები წარმოიქმნება. არჩევენ განივ და სიგრძივ ტერასებს. განივ ტერასებს აპირობებს რბილ ქანებს შორის უფრო მკვრივი ქანების არსებობა, რომელიც აბრკოლებს მრეცმულ ადგილში ხეობის თანაბრად ჩაქრას, განივი ტერასები წარმოიქმნება აგრეთვე ნაკადის გამოტანის კონუსით, ზვავით. ან ძველი მორენით. განივი ტერასა კალაპოტში გამოხატულია წყალვარდნილით, ან ჩქერით, სიგრძივი ტერასები განლაგებულია მდინარის ნაპირას ერთ ან ორივე მხარეზე, დიდ მანძილზე ან ცალკე უბნებად. ასეთი ტერასები შეიძლება იყოს რამდენიმე. როგორც ზემოთაა მითითებული, მათი წარმოქმნა დაკავშირებულია ეროზიის ბაზისის დაწევასთან ან ხმელეთის აწევასთან. ორივე შემთხვევაში იზრდება მდინარის ფსკერის დაქანება, ეს კი იწვევს ეროზიული პროცესების

გაძლიერებას და მდინარის გაახალგაზრდალებას; ამ შემთხვევაში მდინარე დაიწყებს წონასწორობის ახალი სიგრძივი პროფილის გამომუშავებას ე. ი. მდინარის შესართავიდან სათავისაკენ სიღრმით ეროზიის პროცესების გაძლიერებას.

ამოწვევის ამპლიტუდთან დაკავშირებით მდინარე ნაწილობრივ ან მთლიანად ჩაქრის ალუვიონს ძირის ქანებამდე, ან ალუვიონთან ერთად ნაწილობრივ ჩაქრის ძირის ქანებსაც. მაგრამ ეროზიის ბაზისის ამალღების შემთხვევაში წყალი წალეკავს მდინარის შესართავ ნაწილს და წარმოქმნის ლიმანს. ამ შემთხვევაში მდინარის კალაპოტის ფსკერის დაქანება და, მაშასადამე, წყლის მოძრაობის სიჩქარე მცირდება, სამაგიეროდ ძლიერდება აკუმულაციის პროცესები. მტკვარი თბილისის მიდამოებში მდინარის ორივე მხარეზე ქმნის რამოდენიმე ტერასას.

## მიწისქვეშა წყლები

მიწისქვეშა წყლები დედამიწის ჰიდროსფეროს ნაწილს შეადგენს. მიწისქვეშა წყლების შემსწავლელი მეცნიერების — ჰიდროგეოლოგიის ამოცანას შეადგენს მიწისქვეშა წყლების გენეზისის და წოლის ფორმების შესწავლა, მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის კანონების დადგენა, მიწისქვეშა წყლების ქიმიური და ფიზიკური თვისებების, მათი გამოყენებისა და რეგულირების პირობების შესწავლა. მიწისქვეშა წყლები ეწოდება დედამიწის ქერქის ყველა წყალს, რომელიც არის დედამიწის ზედაპირის ქვევით ქანების ფორებში, სიცარიელეებსა და ნაპრალებში თხევად, ორთქლისებრ და მყარ მდგომარეობაში. მიწისქვეშა წყლები წარმოადგენს „მეტად ძვირფას სასარგებლო ნივთს“ (ა. კარპინსკი). მიწისქვეშა წყლები ჰაბურდილებში ცნობილია 4000 მ სიღრმეზე, ვ. ვერნადსკის ვარაუდით მიწისქვეშა წყლები შეიძლება იყოს უფრო ღრმაც, შესაძლებელია 60 კმ სიღრმემდეც, რადგან 2000° ტემპერატურაზე წყლის მოლეკულების მხოლოდ 1,8% განიცდის დისოციაციას. ამავე ავტორის გამოანგარიშებით 16 კმ სიღრმემდე მიწისქვეშა წყლების საერთო რაოდენობა 400 მლნ. კმ<sup>3</sup>-ს აღწევს; რაც მსოფლიო ოკეანეების წყლის დაახლოებით ერთ მესამედს შეადგენს.

მიწისქვეშა წყლების გენეზისი. მიწისქვეშა წყლების წარმოშობის საკითხით ჯერ კიდევ ძველ საბერძნეთში იყვნენ დაინტერესებული. პლატონს (4—3 სს ჩვენ ერამდე), მიწისქვეშა წყლების წყაროდ ზღვის წყალი მიაჩნდა, არისტოტელს (მე-4 ს. ჩვენ ერამდე) — ცივი ჰაერის შესქელება, მარკ პოლიომ (1 ს ჩვენ ერამდე) მიწისქვეშა წყლების წარმოშობა ახსნა ატმოსფერული ნალექების (წყლების) ჩაქონვით. ეს ჰიპოთეზა, მე-18 საუკუნეში (1717 წ.) დაასაბუ-

თა მარხოტიმ და მას ინფილტრაციული უწოდა. რადგან წყაროების ხარჯი ხშირად არ შეესაბამება მოცემულ ტერიტორიაზე მოსულ ატმოსფერულ ნალექებს, ამიტომ მე-19 საუკუნეში გამოითქვა მოსაზრება ინფილტრაციული (ვადოზური) ჰიპოთეზის წინააღმდეგ. ფოლგერმა (1877 წ.) წამოაყენა კონდენსაციური ჰიპოთეზა. ზაფხულობით ტენიანი ჰაერი დედამიწის ზედაპირთან ნიადაგის ჰაერთან შედარებით უფრო თბილია, ამიტომ გვაქვს განსხვავება წყლის ორთქლის წნევისა ჰაერსა და ნიადაგში. ზედაპირიდან, რადგან წნევა აქ მეტია, წყლის ორთქლი შეიქრება გრუნტში, სადაც მიმდინარეობს ამ ორთქლის კონდენსაცია — თხევად მდგომარეობაში გადასვლა. რუსმა მეცნიერმა ა. ლებედევმა (1907—1919 წწ.) განავითარა კონდენსაციური ჰიპოთეზა. მან დაუშვა დრეკადობის განსხვავების გავლენით წყლის ორთქლის გადანაცვლება. გრუნტში მუდმივი ტემპერატურის ზონამდე ტემპერატურა დაბლა იწევს. იქ გვაქვს ორთქლის მინიმალური წნევა; ამ ჰორიზონტებისაკენ მიისწრაფვის წყლის ორთქლი არა მარტო დედამიწის ზედაპირიდან, არამედ მუდმივი ტემპერატურის ქვემოთ მდებარე ჰორიზონტიდანაც, რადგან ქვევით ტემპერატურა დიდდება და, მაშასადამე, ქვედა ჰორიზონტებშიც დიდდება წნევა. ლებედევი არ უარყოფდა კონდენსაციასთან ერთად მიწისქვეშა წყლების ინფილტრაციის გზით წარმოქმნას. ე. ზიუსმა გამოჰყო აგრეთვე მაგმიდან გამოყოფილი იუვენური წყლის ორთქლის კონდენსაციით წარმოქმნილი წყლები.

ამგვარად, წარმოშობის მიხედვით გამოჰყოფენ მიწისქვეშა წყლების რამოდენიმე ტიპს: 1. ინფილტრაციული, 2. კონდენსაციური, 3. იუვენური (ანუ მაგმოგენური) და 4. ნაშთური ანუ რელიქტური.

ინფილტრაციული მიწისქვეშა წყლები წარმოიქმნება დედამიწის ზედაპირიდან ატმოსფერული ნალექების ჩაყონვით. ატმოსფერული ნალექები ასეა განაწილებული: ნალექები, ჩამდნადენი, აორთქლება, ჩაყონვა. მათ შორის ურთიერთობა დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე, რელიეფზე, მცენარეულ საფარზე და ქანების ლითოლოგიურ შედგენილობაზე. იუგოსლავიაში, დინარის ზეგანზე, წლიური ნალექების რაოდენობა 1000 მმ-ია, მაგრამ კირქვებში ხშირი ნაპარალებისა და სიციარიელის გამო წყალი სიღრმეში ჩაყონავს, ამიტომ ზედაპირზე გვაქვს უწყლო ქვიანი უდაბნო. საბჰოთა კავშირის სამხრეთ-აღმოსავლეთ რაიონებში ნალექების 70—80% ორთქლდება. მდ. მოსკოვის აუზში წყალდიდობის დროს ატმოსფერული ნალექების 72% ჩაედინება მდინარეებში, წყალმცირობის დროს პირიქით 80% აორთქლდება, 20% ჩაედინება მდინარეებში, ხოლო ინფილტრაციისათვის არაფერი რჩება. ინფილტრაციით მიწისქვეშა წყლების წარ-

მოქმნის ერთ-ერთი დამამტკიცებელია ქებში ხშირი წვიმების დროს წყლის თვისობრივი და ოდენობრივი ცვლილებები. ინფილტრაცია არის მიწისქვეშა წყლების შევსების ძირითადი წყარო. ინფილტრაციის ინტენსივობა, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობასთან ერთად დამოკიდებულია ქანების ლითოლოგიურ შედგენილობაზე; რელიეფზე, მათ სტრუქტურაზე, ტექტონიკურ აგებულებაზე.

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ მიწისქვეშა წყლები წარმოიქმნება ნიადაგში წყლის ორთქლის კონდენსაციით. ამით აიხსნება ის, რომ უდაბნოებსა და მშრალ ადგილებში, სადაც ნალექები იშვიათია და აორთქლება ინტენსიური, არ არის პირობები ინფილტრაციით მიწის ქვეშა წყლის მარაგის შევსებისათვის, მაგრამ უდაბნოებსა და მშრალ ადგილებში სხვადასხვა სიღრმეზე ყველგან გვხვდება მიწისქვეშა წყლების შემცველი ტენიანი ქანები, ასევე კონდენსაციით უნდა აიხსნას ის მოვლენა, რომ ხანგრძლივი გვალვის პირობებში ნიადაგი ინარჩუნებს ტენიანობას. კონდენსაცია მიმდინარეობს ზომიერი და ტენიანი კლიმატის პირობებშიც, მაგრამ მას აქ, ინფილტრაციის პროცესებთან შედარებით, უმნიშვნელო ადგილი უჭირავს. ინფილტრაციულ და კონდენსაციურ წყლებს ვადოზურს (ჩანაჟონს) უწოდებენ.

იუვენური (პირველადი) მიწისქვეშა წყლები წარმოიქმნება დაახლოებით 500—600° ტემპერატურაზე მაგმიდან გამოყოფილი ეანგბადისა და წყალბადის შეერთებით. მაგრამ მაგმიდან გამოყოფილი წყლის ორთქლი მაშინვე შეერევა მიწისქვეშა წყლებს, ამიტომ სუფთა იუვენური წყლები დედამიწის ქერქის ზედაპირულ ნაწილში არ გვხვდება. შესაძლებელია ხელსაყრელ პირობებში ინფილტრაციული წყლები დიდ სიღრმეში ჩავიდეს, მაღალი ტემპერატურის პირობებში გაცხელდეს და შეიძინოს იუვენური წყლების თვისებები.

ნაშთური ანუ რელიქტური წყალი, ესაა ზღვის, ტბის, მდინარეების წყალსატევების წყალი, დაცული ნალექებზე მათი ქანად გარდაქმნის შემდეგ. ზღვის წყლები შეიძლება დაცული იყოს ზღვის ფსკერზე დაგროვილ ნალექებში, ან ზღვის აუზიდან გაჟონოს ადრე ფორმირებულ ნალექებში. ამის შესაბამისად ზღვიური წარმოშობის მიწისქვეშა წყლები იყოფა ორ ტიპად: სინგენეტური და ეპიგენეტური მიწისქვეშა წყლები. პირველი წარმოიქმნება ზღვის აუზში ნალექების დაგროვებისა და დიაგენეზისის დროს. ე. ი. იმ ქანებთან ერთად, რომელიც ამ წყალს შეიცავს; მეორე ტიპის წყლები გროვდება ადრე არსებულ ქანებში ზღვის წყალსატევიდან წყლის ჩაჟონვით. ნაშთური წყლის შენახვის საუკეთესო პირობას წარმოადგენს მათი არსებობა წყალგაუმტარ ფენებს შორის. ასეთ წყლებს „განმარჩებულს“ უწოდებენ. ვარაუდობენ, რომ ორგანული წყალი წარმოიქმნება იმ ორგანიზმების მასის დაშლით, საიდანაც ნავთობი წარმოიშვება.

ქანების წყალგამტარობა. ქანების უნარს გაატაროს წყალი გრავიტაციის გავლენით წყალგამტარობას უწოდებენ. ქანების ამ უნარს დიდი მნიშვნელობა აქვს მიწისქვეშა წყლების დაგროვებისათვის. ქანების წყალგამტარობას განსაზღვრავს ფორიანობა მარცვლოვან ქანებში და ნაპრალიანობა მასიურ ქანებში. აბსოლუტურად წყალგაუმტარი ქანები ბუნებაში არ არსებობს. გამტარიანობის მიხედვით ქანები სამ ჯგუფად იყოფა: 1. წყალგამტარი — ქვიშები, რიყნარი, ხვინჭა, ნაპრალოვანი ქვიშაქვები, კირქვები, კონგლომერატები და სხვ. 2. ნახევრად გამტარი: ქვიშნარი, მსუბუქი თიხამიწები, ლიოსი, დაუშლელი ტორფი და სხვ. 3. წყალგაუმტარი — თიხები, მძიმე თიხამიწები, დაშლილი ტორფი და დაუნაპრალიანებელი მასიური კრისტალური და შეცემენტებული დანალექი ქანები. ქანები, სადაც ნაწილაკების დიამეტრი 0.001 მმ-ზე ნაკლებია, მინერალოგიური შედგენილობის მიუხედავად, წყალგაუმტარად ითვლება. როგორც აღნიშნული იყო, ქანების წყალგამტარობა დამოკიდებულია ფორიანობაზე.

ქანის ფორიანობის ქვეშ იგულისხმება მოცემული ნიმუშის ფორების მოცულობის შეფარდება ქანის მთელ მოცულობასთან:  $n = \frac{V_n}{V}$  ან პრო-

ცენტებში  $n = \frac{V_n}{V} \cdot 100\%$ , სადაც  $n$  — არის ქანის ფორიანობა,  $V_n$  — ქანის ნიმუშის ფორის მოცულობა,  $V$  — მთელი ნიმუშის მოცულობა. ფორიანობა ყოველთვის არ განსაზღვრავს წყლის გამტარიანობას. თიხების ფორიანობა 50—55% აღწევს, მაგრამ ქანი პრაქტიკულად წყალგაუმტარია, ეს იმით აიხსნება, რომ თიხებში ფორები ძლიერ წვრილია და წყალი მოძრაობის დროს ხვდება დიდ წინააღმდეგობას, ქვიშების ფორიანობა 30—35%-ია, მაგრამ წყლის კარგი გამტარია. რამდენადაც მსხვილმარცვლოვანია ქანი, იმდენად წყალგამტარია. დანაპრალიანებულ ქანებში წყალგამტარობა დამოკიდებულია ნაპრალების სიდიდესა და ხასიათზე.

თითქმის ყველა ქანისათვის დამახასიათებელია მეტნაკლები სიდიდის ფორები. ქანების ფორიანობის სიდიდე % -ში ასეთია: გრანიტში — 0,05 — 2, ბაზალტში — 0,5 — 3, ქვიშაქვაში 3 — 27, ქვიშაში — 30—42, ცარცში — 14—45, თიხებში — 45—55. თიხების ჰიდროგეოლოგიური თავისებურებაა წყლის დიდი რაოდენობით შთანთქმა. ამ დროს მიმდინარეობს თიხის გაფუება, მოცულობაში ზრდა, თიხის ნაწილაკების მიერ წყლის ადსორბცია. ყოველივე ეს იწვევს წყალგამტარი კაპილარული ფორების შეკვრას, ამიტომ თიხები წყალგაუმტარი ხდება.

ქანების წყალგამტარობის ხარისხი განისაზღვრება ფილტრაციის

ანუ წყალგამტარობის კოეფიციენტი. გამტარობის ერთეულია დარსი, ეს არის ქანის გამტარობა ვაატაროს 1 სანტიპუაზის სიზღანტის სითხე 1 სმ<sup>2</sup> კრილის ფართობზე 1 სმ/სეკ. სიჩქარით (პუაზი არის სითხის ფენის ვადაადგილება, 1 დინის ძალის წინააღმდეგობა 1 სმ<sup>2</sup> ფართობზე, 1 სმ მანძილზე, 1 სმ/სეკ. სიჩქარით, სანტიპუაზი პუაზის მეასედი ნაწილია). ფილტრაციის კოეფიციენტს დღელამის განმავლობაში ლიტრებში ანგარიშობენ. კარგი წყალგამტარი ქანების (რიყნარი, მსხვილმარცვლოვანი ქვიშები) ფილტრაციის კოეფიციენტი დღელამეში 10 ლიტრზე მეტია, პრაქტიკულად წყალგაუმტარი ქანებისათვის — 0,001 ლ

ქანების ტენტევალობა. ქანების ფორიანობაზე არის დამოკიდებული მათი ტენტევალობა, ეს არის ქანების წყალშემცველობის თვისება მოცემულ ტემპერატურასა და წნევაზე შეიკავოს (შეინარჩუნოს) წყლის განსაზღვრული რაოდენობა, ამ შემთხვევაში წყალს შეიცავს სიცარიელები (კაპილარები, კავერნები, ნაპარალები). არჩევნ მაქსიმალურ ანუ სრულ ტენტევალობას, ფაქტიურ ტენტევალობას და კაპილარულ ანუ აბსოლუტურ ტენტევალობას. მაქსიმალური, ანუ სრული ტენტევალობა განისაზღვრება ყველა სახის წყლის რაოდენობით, რომელსაც ქანი შეიცავს ფორების სრული შევსების პირობებში. 1 მ<sup>3</sup> კვარციტის ტენტევალობა 0,8—ლარია, ხოლო 1 მ<sup>3</sup> თიხისა — 525 ლარტი, 1 მ<sup>3</sup> ტორფისა—500 ლიტრზე მეტი. ფაქტიური ტენტევალობა არის წყლის ის რაოდენობა, რომელსაც არსებითად შეიცავს ქანი (წყლის დინების გარეშე). ფაქტიური ტენტევალობა პროცენტებში გამოიხატება. წვრილმარცვლოვანი ქვიშები ალუვირები, სიცარიელების წყლით ამოვსების შემთხვევაში იძენენ დინების უნარს, მათ მცურავ ქანებს უწოდებენ. კაპილარული ანუ აბსოლუტური ტენტევალობა წყლის ის რაოდენობაა, რომელსაც შეიცავს ქანი კაპილარებში, ქანიდან წყლის თავისუფლად დინების პირობებში. აბსოლუტური ტენტევალობა იმდენად მეტია, რამდენადაც ნაკლებია ქანების წყალგამტარობა და პირიქით. იგი გამოიხატება პროცენტებში. ფაქტიურ და კაპილარულ ტენტევალობას შორის განსხვავება განსაზღვრავს ქანის მიერ წყლის მაქსიმალურად მოცემის შესაძლებლობას. ამ უკანასკნელში იგულისხმება ქანების უნარი სიმძიმის ძალის გავლენით მოგვცეს წყალი თავისუფალი დინების პირობებში.

მიწისქვეშა წყლების ფიზიკური თვისებები. ქანებში არსებული წყლის ფიზიკური მდგომარეობის შესწავლას, თეორიულ მნიშვნელობასთან ერთად, მიწისქვეშა წყლების გამოყენების თვალსაზრისით, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ა. ლებედევი მიწისქვეშა წყლების შემდეგ სახეებს გამოპყოფს:



1. წყალი მყარ მდგომარეობაში, ყინულის სახით, გვხვდება ქანებში, სადაც ტემპერატურა 0°-ზე დაბალია, გავრცელებულია ცივ პოლარულ ქვეყნებში, ხანგრძლივი მზრალობის მხარეებში.

2. წყალი ორთქლისებრ მდგომარეობაში გვხვდება ქანების წყლისაგან თავისუფალ ნაპრალებსა და ფორებში.

3. ჰიგროსკოპიული წყალი. იქ სადაც ქანის ტენიანობა მცირეა, წარმოიქმნება ჰიგროსკოპიული წყალი. იგი გამოიყოფა ქანების ფორებში ჰაერთან ერთად შეჭრილი წყლის ორთქლიდან და ფარავს ქანებს მოლეკულური თხელი ანკით. ჰიგროსკოპიული წყალი ქანის ნაწილაკების მიერ ისე მტკიცედაა ადსორბირებული, რომ მიზიდვის მოლეკულურ ძალთა გავლენით ქანში არ შეუძლია გადაადგილდეს თხევად ფაზაში. იგი სცილდება ქანს 105—110°-ზე გახურებით, არ იყინება მინუს 78°-ზედაც კი, არ გადასცემს ჰიდროსტატიკურ წნევას, მოკლებულია ხსნადობის უნარს. ჰიგროსკოპიული წყლის რაოდენობას განსაზღვრავს ჰაერის ტენიანობა, ტემპერატურა და წნევა, იგი აპირობებს ქანების ბუნებრივ ტენიანობას, მას არა აქვს მცენარის კვების უნარი, მაგრამ ნიადაგს იცავს გახურებისა და გამომშრობისაგან.

4. აფსკური წყალი წარმოიქმნება ქანებში წყლის ორთქლის კონდენსაციით. იგი ჰიგროსკოპიული წყლის ფენის ზევით ფარავს ქანის ფორების ზედაპირს 0,0001 სმ სისქის აფსკით. მოლეკულური მიზიდვის ძალით ისე მტკიცედაა ქანების ზედაპირზე, რომ მისგან არ გამოიყოფა სიმძიმის ძალის გავლენით, ე. ი. არ ემორჩილება სიმძიმის ძალას, არ გადასცემს ჰიდროსტატიკურ წნევას, თუ აფსკის სისქე ახლომდებარე ნაწილებში სხვადასხვაა, წყალი შეიძლება გადაადგილდეს სქელი აფსკიდან თხელისაკენ. მოძრაობის სიჩქარე დიდდება ტემპერატურის ამაღლებით. აფსკური წყალი ხელს უწყობს მიკროორგანიზმების მოქმედებას, ქანების გარეთა ჰორიზონტების ცვლილებებს და მათი დაშლით ნიადაგის წარმოქმნას.

5. კაპილარული წყალი. მიწისქვეშა წყლის ახალი ფიზიკური მდგომარეობა წარმოიქმნება ფორების სრული ამოვსების დროს. თუ ფორის დიამეტრი 1 მმ-ს არ აღემატება (ე. წ. კაპილარული ფორები), მაშინ წყალი იმყოფება მოლეკულური ძალისა და ზედაპირული დაჭიმულობის, ანუ კაპილარული ძალის გავლენის ქვეშ. წყლის სვეტი, რომელიც ავსებს კაპილარულ ფორს, ზევით და ქვევით შემოსაზღვრულია ჩაზნექილი ზედაპირით მენისკით. თითოეული მენისკი ცდილობს წყლის სვეტი დასძრას თავისაკენ. სანამ ფორი წყლითაა სავსე, ქვედა და ზედა მენისკის მოქმედება ერთმანეთს ათანაბრებს და წყალი უძრავი რჩება. ასეთი დაკიდული კაპილარული წყლები ძლიერ გავრ-

ცელებულია ბუნებაში. ნიადაგში ეს წყლები აპირობებს ნიადაგის ტენიანობას მაშინ, როდესაც ნიადაგის ქვევით მდებარე ფენა სავსებით მშრალია. სიღრმეში, სადაც ქანის ფორები მთლიანად წყლითაა ამოვსებული, წყლის კაპილარული ფორებით მაღლა აწევა ქანის ზევით მდებარე ნაწილებში აიხსნება ქვედა მენისკის არარსებობით, ზედა მენისკი კი წყალს მით უფრო მაღლა წევს, რამდენადაც წვრილია კაპილარული ფორი. ამოწვევის სიმაღლე კაპილარული ფორის (მილი) დიამეტრის უკუპროპორციულია. რამდენადაც მცირეა ქანის შემადგენელი მარცვლების დიამეტრი, იმდენად წვრილია ფორის დიამეტრი და იმდენად მეტია კაპილარული ამოწვევის სიმაღლე. ამიტომ კაპილარული ამოწვევის სიმაღლე წვრილფორიანი ქანებში თიხებსა და თიხამიწებში მეტია, ვიდრე ქვიშებში. რიყნარში, რადგან ფორები ძლიერ დიდია, კაპილარული ამოწვევა პრაქტიკულად არ არსებობს. კაპილარობის ძალის გავლენით თიხა შეიწოვს წყალს 3 ატმ. ძალით, ამ შემთხვევაში ამოწვევის სიმაღლე 2—3 მ-ს აღწევს. ფიზიკური თვისებებით კაპილარული წყალი ახლოა ჩვეულებრივ წყალთან, მაგრამ მისი მოძრაობა დაკავშირებულია როგორც სიმძიმის ძალასთან, ისე ზედაპირული დაქიმულობის ძალასთან. მშრალი კლიმატის პირობებში კაპილარული წყალი მცენარეების ფესვთა სისტემისათვის შესაძლებელია გახდეს მნიშვნელოვანი წყარო.

6. გ რ ა ვ ი ტ ა ც ი უ ლ ი წ ყ ა ლ ი. ქანების ფორების დიამეტრი თუ ერთ მმ-ზე მეტია, ასეთ შემთხვევაში წყალი გადაადგილდება სიმძიმის ძალით. გრავიტაციული ანუ თავისუფალი წყალი ავსებს ქანების ფორებს, ნაპრალებს და, საერთოდ, სიცარიელებს და სიმძიმის ძალის გავლენით მოძრაობს თავისუფლად. თავისუფალი წყლები წარმოქმნის მიწისქვეშა ნაკადებს და გროვებს. ჰიდროსტატიკურ წნევას გადასცემს ზიარკტურკლის კანონის შესაბამისად. მხოლოდ გრავიტაციული წყალია ექსპლოატაციისათვის მისაწვდომი, მაშასადამე, მიწისქვეშა წყლების ქვეშ ძირითადად გრავიტაციული წყალი იგულისხმება.

7. კ რ ი ს ტ ა ლ ი ზ ა ც ი უ რ ი წ ყ ა ლ ი მოლეკულურს სახით შედის მინერალების კრისტალური მესრის შედგენილობაში, მაგალითად: თაბაშირი —  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , მირაბილიტი —  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , მინერალიდან გამოიყოფა გახურებით ნივთიერების მოლეკულის დაუშლელად, ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება ახალი მინერალი; თაბაშირი  $107^\circ$ -ზე კარგავს წყალს და გადადის ანჰიდრიტში ( $\text{CaSO}_4$ ).

ც ე ო ლ ი თ უ რ ი წ ყ ა ლ ი კრისტალიზაციული წყლის სახესხვაობაა. წყალი ამ შემთხვევაშიც მინერალში შედის მოლეკულის სახით, მაგრამ მოლეკულების რაოდენობა ძლიერ იცვლება ისე, რომ არ ირღ-

ვევა ნივთიერების ფიზიკური ერთგვაროვნება, მინერალიდან ცეოლი-  
თურ წყალს შეიცავს ოპალი ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ).

8. კონსტიტუციური წყალი შედის სივრცობრივ მე-  
სერში არა მოლეკულის, არამედ იონების  $\text{OH}^{-1}$ -ს და  $\text{H}^{+1}$  სახით. მინე-  
რალიდან განსაზღვრული რაოდენობით კონსტიტუციური წყლის გამო-  
ყოფა შესაძლებელია ძლიერი გახურებით (300—1000°-მდე) და სრუ-  
ლი დაშლით. კონსტიტუციური წყლის შემცველი მინერალები წარმო-  
იქმნება მაღალი წნევის პირობებში.

### მიწისძვრის წყლების კლასიფიკაცია წოლის ფორმის მიხედვით

წოლის ანუ განლაგების პირობების მიხედვით მიწისქვეშა წყლე-  
ბის სამ ძირითად ტიპს გამოყოფენ: ლეჟერი (ზესხმული, ზედაპირუ-  
ლი) წყალი (Верховодка), გრუნტის წყლები, წნევის ქვეშ მყოფი შრე-  
თა შორისი ანუ არტეზიული წყლები; აგრეთვე გამოყოფენ წნევის გა-  
რეშე შრეთა შორის წყლებს.

აერაციის ზონის მიწისქვეშა წყლებს მიეკუთვნება ნიადაგის, ქაობი-  
სა და ლეჟერი (ზედა) წყლები. ნიადაგში მყოფ მიწისქვეშა წყალს  
ნიადაგის წყალი ეწოდება, იგი განსაზღვრავს ნიადაგის სტრუქტურას,  
თვისებებსა და რეჟიმს. აერაციის ზონის წყალი სხვა წყლებთან ერ-  
თად იკვებება ატმოსფერული ნალექებით. წვეთებრივ-თხევადი წყა-  
ლი ნიადაგში გვხვდება კარგი ტენიანობის პირობებში. ნიადაგის წყლე-  
ბი ემორჩილება ნიადაგის ზონალურ გავრცელებას და შედარებით ად-  
ვილად და სწრაფად იცვლება. ნიადაგის წყალი დიდ როლს თამაშობს  
ნიადაგის წარმოქმნის პროცესსა და მცენარის კვებაში. ქაობის წყლე-  
ბი წარმოიქმნება იქ, სადაც ნიადაგი ყოველთვის ქარბტენიანია. ლეჟე-  
რი (ზედა) წყალი ესაა დროებითი წყალშემცველი ჰორიზონტი. მო-  
თავსებული არალრმად გრუნტეს წყლის ჰორიზონტს ზევით, აერაციის  
ზონაში. იგი არ წარმოადგენს წყლის მთლიან სარკეს, ესაა ლინზი-  
სებრი ფორმის შედარებით მცირე ზომის ჰორიზონტი, ჩვეულებრივ,  
დროებითი ან სეზონური წყალი: ქრება აორთქლებით, ქვევით ჩაუონ-  
ვით, ან ლინზის ნაპირებიდან ჩადენით. ლეჟერი წყალი გვხვდება  
ფლუვიოგლაციური ნალექების, მორენების ლინზაში, ნამარხი ნიადაგე-  
ბის ჰორიზონტებში, ლიოსისებრ თიხამიწებში, მდინარეული ალუვი-  
ონის თიხის ლინზებში და სხვ. ლეჟერი (ზედა) წყლის სიმძლავრე  
(0,5—2—3 მ) და დონე დამოკიდებულია კლიმატურ ცვლილებებთან.  
მაქსიმუმს გაზაფხულობით აღწევს, ნალექების მცირე რაოდენობის  
შემთხვევაში ზედა ანუ ლეჟერი წყალი სავსებით ქრება.

გრუნტის წყალი. მიწისქვეშა წყალს, ლეჟერი წყლის დო-

ნის ქვევით ზედაპირის მუდმივი წყალშემცველი პორიზონტიდან პირველ წყალგაუმტარ ფენამდე გრუნტის წყალი ეწოდება. გრუნტის წყლები ძლიერ გავრცელებულია ბუნებაში. იგი მეტწილად ფსვიერ (კლასტურ) და ნაპრალოვან ქანებში გვხვდება. გრუნტის წყლები იკვებება ატმოსფერული ნალექებით, კონდენსაციური წყლის ორთქლით, მდინარეების, ტბებისა და ზღვების წყლებით, რადგანაც გრუნტის წყლები ღიაა, ე. ი. არაა დაფარული წყალგაუმტარი ფენებით, ამიტომ გრუნტის წყლების კვების მხარე (ფართობი) ემთხვევა მათი გავრცელების მხარეს. ღია გრუნტის წყლებს გარდა ცნობილია დახურული, თუ მის ზევით განლაგებულია წყლის არაგამტარი სახურავი. ამ შემთხვევაში წყლის კვების მხარე არ ემთხვევა გავრცელების მხარეს. გრუნტის წყლის თავისუფალი დონე მერყევიანია. მიღებული წყლის რაოდენობასთან დაკავშირებით ხან აიწვეს, ხან დაიწვეს. გრუნტის წყლის დონეს მის სარკეს ან ფრეატულ ზედაპირს უწოდებენ. გრუნტის წყლის სარკეს პორიზონტალური ზედაპირი აქვს მხოლოდ ჩაკეტილ, დაგუბებულ აუზებში. ჩვეულებრივ, წყლის სარკე ყოველთვის გადახრილია დაბლობისაკენ — ნაკადის მოძრაობის მიმართულებით. ბორცვებზე გრუნტის წყლის დონე მაღლაა, ჩაღრმავებებში — დაბლა.

გრუნტის წყლის სარკის ზევით მდებარეობს კაპილარული ამოწვევის ზონა, აქ ქანები ძლიერ ტენიანია. თუ გრუნტის წყლის პორიზონტს ქვევით წყალგამტარი და წყალგაუმტარი წყებების მონაცვლეობაა, გრუნტის წყლებისაგან განსხვავებით, ამ წყალშემცველ შრეებს შ რ ე თ ა შ ო რ ი ს პორიზონტებს უწოდებენ. ამ შემთხვევაში კვების არე შეიძლება ძლიერ დაშორებული იყო მიწისქვეშა წყლების გავრცელების არეს.

წყლით გაჭერებულ ქანებს წყალშემცველ შრეებს უწოდებენ. გრუნტის წყლის სარკიდან წყალგაუმტარ ფენამდე უმოკლეს მანძილს წყალშემცველი ფენის სიმძლავრე ეწოდება. ქანების ხასიათის მიხედვით გრუნტის წყლები ფორებს გარდა გვხვდება შრეების, ლინზების სახით ნაპრალებში. ცნობილია აგრეთვე კარსტული და ძარღვული წყლები. გრუნტის წყლები ხშირად წარმოქმნის მცირე ზომის აუზებს, ნაკადებს. გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ ფაქტორებთან დამოკიდებულებით არჩევენ ტბათა ქვაბურების, ძველი და თანამედროვე მდინარეთა ხეობების, მდინარეთა შორის მასივებისა და ფერდობების, დიუნების, ზღვის სანაპიროების და მთათა წინა გამოტანის კონუსების გრუნტის წყლებს.

მინერალიზაციის მიხედვით ცნობილია მტკნარი, მლაშე და მარილიანი ვრუნტის წყლები. გრუნტის წყლები ძლიერ ნელა მოძრაობს (0,1-

დან 1 მ დღელამეში, მდინარის წყალთან შედარებით 100 ათასჯერ (ნელა). ის მოედინება ფორებსა და ნაპრალებში სიძიმის ძალოთ გრუნტის ნაკადის სახით, ლამინალური მოძრაობით — ერთმანეთის პარალელური წვრილი ნაკადების სახით. მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის ხასიათი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული წყალშემცველი ქანების გამტარობის ტიპზე. ამ თვალსაზრისით მიწისქვეშა წყლებს ორად ყოფენ ფორები და ნაპრალები. პირველს მიეკუთვნება წყლები, რომელიც ავსებს ფოროვან ქანებს, რიყნარს, ქვიშას, სუსტად შეცემენტებულ ქვიშაქვებს, ქვიშნარს, თიხამიწებს. ამ შემთხვევაში წყლის დებიტი დამოკიდებულია ქანის გრანულიმეტრიულ შედგენილობაზე, სტრუქტურაზე და ფორიანობის ტიპზე. რამდენადაც მსხვილმარცვლოვანია ქანი, იმდენად ჩქარა შეიძლება მივიღოთ წყალი. ფენებრივი ნაპრალები წყლები პრინციპულად არ განსხვავდება ფენებრივი ფორების წყლისაგან. მაგმურ და მეტამორფულ ქანებში წყალი ძირითადად მოძრაობს ნაპრალებში, უკანასკნელი განსაკუთრებით ხშირია გამოფიტვის ქერქში. ნაპრალები წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, რელიეფის ხასიათზე და წყალშემცველ ქანებზე.

საქართველო მდიდარია გრუნტის წყლებით. საქართველოს გრუნტის წყლების მეტი ნაწილი მოძრაობის ხასიათის მიხედვით ფორების წყლებს მიეკუთვნება. ჩრდილოეთ და სამხრეთ მთიან რაიონებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ნაპრალების წყლებს. მაღალი წყალსიუხვეით გამოირჩევა: ყელის, ჭავჭავეთის ახალგაზრდა ლავეური წარმონაქმნები, ბაკურიანის, გუჯარეთის ლავეური ნაკადები, კავკასიონის სამხრეთი ფერდის მყინვარული წარმონაქმნები, მტკვრის, არაგვის, ლიახვის, ალაზნის, რიონის, ცხენისწყლის და სხვა მდინარეთა ალუვიური ნალექები, აგრეთვე აპარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის დასავლეთ და ცენტრალური ნაწილი. აქ ძირითადად გვხვდება დაბალი მინერალიზაციის (1 გრ ლ-მდე) ჰიდროკარბონატული კალციუმ-მაგნიუმიანი შემადგენლობის გრუნტის წყლები. აღმოსავლეთ საქართველოში ალაზნისა და მტკვარს შორის ცნობილია მინერალიზებული სულფატ-ნატრიუმიანი, ზოგან სულფატურ-ქლორიდული-ნატრიუმიანი-კალციუმიანი შემადგენლობის გრუნტის წყლები. ასეთივე წყლები დასავლეთ საქართველოში ოლიგოცენურ და ზედა ეოცენურ ნალექებთანაა დაკავშირებული.

მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია ქანების წყალგამტარობასა და წყლის სარკის (ფრეატული ზედაპირი) დაქანებაზე. დარსის ფორმულით:  $v = k \frac{h}{l}$ , სადაც  $v$  ნაკადის სიჩქარეა,

$k$  — წყლის დონეთა სხვაობა,  $l$  — გრუნტის წყლის ზედაპირის დაქანება,  $k$  — ფილტრაციის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ქანების მარცვლის სიდიდეზე, ფორების ფორმაზე და ქანის აგებულებაზე,  $\frac{h}{l} = i$ -ს, მაშასადამე,  $v = KI$ -ს,  $i$  ჰიდრაულიკური დაქანება დამო-

კიდებულია  $h$  წყლის სვეტის სიმაღლეზე  $l$  და ფილტრაციის გზის სიგრძეზე.

მიწისქვეშა წყლების რეჟიმი—მათი დონე, რაოდენობა და თვისება დროთა განმავლობაში იცვლება. ატმოსფერული ნალექების ცვალებადობა იწვევს მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის ცვლილებებს, უხვი ატმოსფერული ნალექები—გრუნტის წყლის დონის ამაღლებას. გვალვები—პირიქით — დონის დაწევას. ატმოსფერულ ნალექებს გარდა გრუნტის წყლის დონეზე გავლენას ახდენს ჰაერის წყლის ორთქლით გაჭერება, აორთქლების სიდიდე, წნევა, დრენირება. ჩრდილოეთის ქვეყნებში, სადაც აორთქლება ნაკლებია, გრუნტის წყლის დონე მაღალია, სამხრეთით, ინტენსიური აორთქლების პირობებში, გრუნტის წყლის დონე დაბალია. ზღეების, ტბების, მდინარეების ახლოს გრუნტის წყლის დონის რყევა დამოკიდებულია ზედაპირული წყლების დონის ცვლილებებზე. აორთქლების ინტენსივობასთან დაკავშირებით ჩრდილოეთის გრუნტის წყლები სამხრეთთან შედარებით სუსტადაა მინერალიზებული. გრუნტის წყლების დონის რყევა წელიწადში ხშირად რამდენიმე მეტრს აღწევს. გრუნტის წყლების რეჟიმის ცვლილებების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს დასახლებული პუნქტების წყლით მომარაგებისათვის, ნაგებობათა საძირკვლების მშენებლობისათვის.

**არტეზიული წყლები.** სახელწოდება მიიღო საფრანგეთის პროვინცია არტუას ძველი რომაული სახელიდან არტეზიადან. არტეზიული წყლებით ძველ ეგვიპტეში ჯერ კიდევ 2000 წლის წინათ სარგებლობდნენ, ხოლო ევროპაში ცნობილია მე-12 საუკუნიდან. წყალშემცველ ჰორიზონტებში, ჩვეულებრივ, დიდ სიღრმეში მდებარე წნევის ქვეშ მყოფ ფენებრივ წყალს არტეზიული ეწოდება. არტეზიული წყალი მდებარეობს შრეთა შორის დიდი რეგიონული წნევის ქვეშ, ზედაპირზე ამოდის შადრევნების სახით. წნევის ქვეშ მყოფ მიწისქვეშა წყალს, რომელიც ზევით ამოიწევს, მაგრამ შადრევნებს არ წარმოქმნის — სუბარტეზიულს უწოდებენ. არტეზიული წყლები დაკავშირებულია გარკვეულ გეოლოგიურ სტრუქტურებთან, ქანების სინკლინურ და მონოკლინურ განლაგებასთან.

შესაძლებელია შრეების დაქანება ერთი გრადუსიც არ იყოს. მაგრამ, თუ სინკლინის ფრთები დიდი სიგრძისაა, შეიძლება ისეთი ჰიდროსტატიკური წნევა წარმოიშვას, რომ ჰაბურდილიდან წყლის

მადრევნები ამოისროლოს. არტეზიული წყლის რეჟიმი გრუნტის წყალთან შედარებით უფრო მუდმივია (მდგრადია), კვების არეს უმცირესი წნევა, თანდათანობით დიდდება და მაქსიმუმს აღწევს წყალშემცველი ჰორიზონტის ძირში. არტეზიული წყლების თავისებურებაა წყალგაუმტარ ქანებს შორის დიდ ქვაბურებში განლაგება: წყლის კვების და გავრცელების მხარე არ ემთხვევა მიგრაციისა და განტვირთვის მხარეს. არტეზიული წყლების ამოწევის სიმაღლე დამოკიდებულია კვების არეში წყლის სარკის და წყლის ზედაპირზე ამოსვლის (ქაბურლილი, ქა) სიმაღლეთა სხვაობაზე. არტეზიული წყლის წნევის სიმაღლე იზომება ქაში ან ქაბურლილში წყლის ამოწევის სიმაღლით. წნევით წყლის ამოწევის სიმაღლეს ჰიდროსტატიკურ (პიეზომეტრულ) დონეს უწოდებენ.

არტეზიულ წყლებს სახალხო მეურნეობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. მტკნარი არტეზიული წყალი არის მთელი რიგი ქალაქების (მოსკოვი, კიევი, პოლტავა, კურსკი, ხარკოვი და სხვ.) წყალმომარაგების ძირითადი წყარო, მას ფართოდ იყენებენ მორწყვისათვის ყაზახეთსა და შუა აზიაში. მინერალურ არტეზიულ წყლებს (კისლოვოდსკის და ესენტუის ნახშირმჟავა წყლები, მაცესტის გოგირდოვანი წყალი, სტარაია რუსას ქლორიდიანი წყალი და სხვ.) იყენებენ სამკურნალოდ, ხოლო მარილიან წყლებს — ქიმიურ მრეწველობაში, ბრომის, იოდის მისაღებად. წნევის ქვეშ მყოფი წყალშემცველი ჰორიზონტების გავრცელების უბანს არტეზიულ აუზს უწოდებენ. ამ შემთხვევაში გვაქვს სინკლინური აგებულების ტექტონიკური სტრუქტურა, არტეზიული წყლით მდიდარი შრეთა კომპლექსით, მათი ფართობი ათეული, ასეული და ზოგჯერ ათასეული კვადრატული კილომეტრებით იზომება. სსრ კავშირში არტეზიული აუზიდან აღსანიშნავია: ბალტიისპირეთის, მოსკოვის, დნეპრი-დონეცკის, შავიზღვისპირა, ირტიშის, კანის, იაკუტიის და სხვ. ი. ბუაჩიძე საქართველოს ტერიტორიაზე გამოყოფს წყალტუბოს, რაქა-ლეჩხუმის, არგვეთის, ახალციხის, ქართლის, თბილისის, მარნეულ-გარდაბნის, სარიქალის, ალაზნის. ივრის და შირაქის არტეზიულ აუზებს.

წყაროები. წყარო ეწოდება წყალშემცველი შრის ზედაპირთან გადაკვეთის ადგილს. წყაროები მეტწილად დაკავშირებულია მდინარეთა ხეობებთან, ხეებთან, ხრამებთან, — იმ ადგილებთან, სადაც იკვეთება წყალშემცველი ჰორიზონტები. ზედაპირზე ამოსვლის ხასიათის მიხედვით არჩევენ დაღმავალ და აღმავალ წყაროებს. დაღმავალი წყაროები იკვებება ლეჟერი და გრუნტის წყლებით: გვხვდება ხეობებში, ქვაბურებში, ხრამებში. აღმავალი წყაროები იკვებება წნევის ქვეშ მყოფი წყლებით, გვხვდება ტექტონიკური რღვევების რაიონებში, წყალი მაღლა იწევის რღვევის (ნასხლეტის)

ნაპრალებით, ზოგჯერ ამოსვლის დროს წყალი თითქმის დულს, მაღლა ცემს ნაკადებს შადრევენებად, ამ მოვლენას გრიფონს უწოდებენ. ტემპერატურის მიხედვით გამოყოფენ: ა) ჩვეულებრივს, ტემპერატურა დაახლოებით მოცემული ადგილის წლიური საშუალო ტემპერატურის ტოლია, ბ) ცივს, მისი ტემპერატურა საშუალო წლიურზე დაბალია, იკვებება თოვლისა და ყინულის წყლებით.

ახალგაზრდა ვულკანიზმისა და რღვევის მხარესთან დაკავშირებულია თბილი და ცხელი წყაროები — გეიზერები. ცნობილია აგრეთვე აერაციის ზონის წყაროები, გრუნტის წყლების წყაროები, ნაპრალები და კარსტული წყლების წყაროები. დებიტის მიხედვით ყოფენ მუდმივ, ცვალებად და ძლიერ ცვალებად ჯგუფებად. მიწისქვეშა წყლების ბალანსი განსაზღვრავს წყლის მატებას და დანაკლისს. მატება ხორციელდება ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციით. ორთქლის კონდენსაციით და წყლის სიღრმეში ჩაქონვით; აგრეთვე მდინარეებისა და სხვა ზედაპირული წყალსატევების წყლების ჩაქონვით; დანაკლისი წყაროების ზედაპირზე გამოსვლით, ღია წყალსატევების მიწისქვეშა კვებით, კაპილარულად ამოწეული წყლის აორთქლებით, მცენარეების მიერ ათვისებით, ადამიანის მიერ წყლის ხელოვნურად მოპოვებით.

მიწისქვეშა წყლების ტემპერატურა. მცირე სიღრმეზე გრუნტის წყლები განიცდის ტემპერატურის სეზონურ რყევას. სიღრმის ზრდასთან ერთად ტემპერატურის რყევა ნაკლებია, ხოლო მუდმივი ტემპერატურის ზონაში მთელი წლის განმავლობაში ტემპერატურა უცვლელია და ადგილის საშუალო წლიური ტემპერატურის ტოლია. იქ, სადაც წლიური საშუალო ტემპერატურა უარყოფითია, მუდმივი ტემპერატურის ზონაში წყალი იმყოფება მყარ მდგომარეობაში — ყინულის სახით. მუდმივი ტემპერატურის ზონის ქვევით სიღრმის გადიდებასთან ერთად დიდდება წყლის ტემპერატურა ისე, რომ ცხელი წყაროები დიდი სიღრმიდან აღწევენ დედამიწის ზედაპირზე. გეოთერმიული საფეხურით შეიძლება გამოვიანგარიშოთ სიღრმე, საიდანაც გამოდის წყარო, ასე მაგალითად, წყარო, რომლის ტემპერატურა 80°-ია, ამოწეულია დაახლოებით 3500 მეტრის სიღრმიდან. იგი შესაძლებელია სრულიად არ იყოს დაკავშირებული ჯერ კიდევ ჩაუმიქრალ ვულკანურ კერასთან. არსებობს ვულკანურ კერასთან დაკავშირებული ცხელი წყაროებიც.

მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შედგენილობა. ვერტიკალური მიმართულებით დედამიწის ქერქში მიწისქვეშა



წყლები განაწილებულია ორ სართულად. ქვედა სართული, რომელიც უმთავრესად აგებულია მკვრივი მაგმური და მეტაპორფული ქანებისაგან, წყლის მცირე რაოდენობას შეიცავს. მიწისქვეშა წყლების ძირითადი მასა მოთავსებულია ფხვიერი დანალექი ქანებით აგებულ ზედა სართულში, რომელიც ზედაპირთან წყლის მიმოცვლის ხასიათის მიხედვით სამ ზონად იყოფა: ზედა — წყლის თავისუფალი მიმოცვლის ზონა, შუა — შენელებული მიმოცვლის ზონა და ქვედა — ძლიერ შენელებული მიმომცვლის ზონა. ზედა ზონის ახალგაზრდა წყლები მეტწილად მტკნარია, მას იყენებენ სასმელად, სამეურნეო და ტექნიკური მიზნებისათვის. შუაზონის — მეტწილად მინერალურია, ეს ძველი წყლებია; ქვედა ზონის წყლები უპირატესად მაღალმინერალიზებული მარილიანი წყლებია, ამ უკანასკნელიდან იღებენ მარილებს, იოდს, ბრომს და სხვა ელემენტებს.

მიწისქვეშა წყლები ყოველთვის შეიცავს ამა თუ იმ რაოდენობით გახსნილ გაზებსა და მარილებს. წვიმის წყალიც კი არ არის იდეალურად სუფთა, იგი ჰაერში შთანთქავს მტვერსა და გაზებს, ქანებში გაფლისას მიწისქვეშა წყლები მოქმედებს მათზე, იწვევს ქანების გახსნასა და გამოტუტვას, ამის შედეგად იცვლება მიწისქვეშა წყლების შედგენილობა და თვისებები. მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია რაიონის გეოლოგიური განვითარების ისტორიასა, კლიმატურ პირობებსა და სხვა ფაქტორებზე. მათ შორის უმნიშვნელოვანესია: ქანების, მინერალებისა და გაზების გახსნა, გამოტუტვა, ხსნარების კონცენტრაცია და იქიდან მარილების გამოყოფა, მიკრობიოლოგიური და კოლოიდურ-ქიმიური პროცესები და სხვა.

ბუნებრივ წყალში აღმოჩენილია 45 ქიმიური ელემენტი. გაზებიდან მეტწილად გავრცელებულია  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ , აგრეთვე  $CH_4$ ,  $N$ ,  $H_2S$ , იონებიდან:  $Cl$ ,  $SO_4$ ,  $HCO_3$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $H$ ,  $Fe$ ; ეს გაზები და იონები განსაზღვრავს წყლის ტუტიანობას, სიხისტეს და მარილიანობას. ანიონების სიჭარბის მიხედვით ო. ალიოკინი მიწისქვეშა წყლებს სამ კლასად ყოფს: ჰიდროკარბონატული, სულფატური და ქლორიდული. კატიონების სიჭარბის მიხედვით თითოეული კლასი სამ ჯგუფად იყოფა. კალციუმიანი, მაგნიუმიანი და ნატრიუმიანი. მიწისქვეშა წყლებში გახსნილ ნივთიერებათა საერთო რაოდენობას წყლის საერთო მინერალიზაციის უწოდებენ. ვ. ვერნადსკი ყველა ბუნებრივ წყალს მინერალიზაციის მიხედვით 4 კლასად ყოფს: მტკნარი — საერთო მინერალიზაცია ლიტრში ერთ გრამამდე; მომლაშო — საერთო მინერალიზაცია 1-დან 10 გ ლიტრში; მლაშე — 10-დან 50 გრამამდე ლიტრში და მარილიანი წყლები (ძლიერ მინერალიზებული) 50 გ ლიტრში (ზოგჯერ 200—300 გრამამდე ლიტრში).

მინერალური წყლები. მინერალური ეწოდება წყალს, რომელშიც შესამჩნევი რაოდენობით გახსნილია მინერალური ნივთიერება, იყენებენ სამკურნალოდ და ზოგჯერ იღებენ მარილებს. მაღალი მინერალიზაციის წყლებს, რომელსაც სამკურნალო მნიშვნელობა არა აქვს, მინერალიზებულს უწოდებენ. საბჭოთა კავშირში სამკურნალო მინერალური წყლებისათვის დადგენილია მინერალთა შემცველობის ქვედა საზღვრები: თავისუფალი ნახშირმჟავა 750 მგ/ლ, გოგირდწყალბადი—10 მგ/ლ, რკინის იონები—10 მგ/ლ, ლითიუმის იონები — 5 მგ/ლ, ბარიუმის იონები -- 5 მგ/ლ, ბრომის იონი — 25 მგ/ლ-ზე მეტი; ბორის მჟავა 50 მგ/ლ, რადიუმის ემანაცია—მახეს<sup>1</sup> 10 ერთეული. ტემპერატურული ნიშნებით მინერალური წყლები იყოფა: ცივი 20°-ზე ნაკლები ტემპერატურით, თბილი 20-დან 37°, ეხელი — 37—42°, ძლიერ ცხელი 42°-სს ზევით და ზე ცხელი 80°-ზე ზევით — წყლებად.

ქიმიური შედგენილობით გამოიყოფა მინერალური წყლების შემდეგი კლასები: 1. ჰიდროკარბონატული —  $\text{HCO}_3$  სიჭარბით, ნახშირმჟავა წყლებში  $\text{CO}_2$ -ის რაოდენობა 500-დან 3500 მგ/ლ-ია. (ამ ჯგუფს მიეკუთვნება კისლოვოდსკის, ჰიატიგორსკის და სხვ. მინერალური წყლები), 2. გოგირდწყალბადიანი წყლები,  $\text{H}_2\text{S}$ -ის 10 მგ/ლ წყალს ანიჭებს სამკურნალო თვისებებს, ჩვეულებრივ, არის ქლორიდნატრიუმისანი  $\text{H}_2\text{S}$ -ის მეტი რაოდენობით, ქლორიდ-სულფატური და სულფატური  $\text{H}_2\text{S}$ -ის უფრო ნაკლები რაოდენობით (ამ ჯგუფს მიეკუთვნება მაკესტა, სერგოევსკი — პოვოლუიეში, კემერი — ბალტიისპირეთში და სხვ. 3. რადიაქტიური წყლები იყოფა რადონულ და რადიუმიან წყლებად. რადიაქტივობა იზომება მახეს ერთეულით. საბჭოთა კავშირში რადიაქტიური წყლები იყოფა ძლიერ რადიაქტიურ 300 ემანზე მეტის გამოყოფით, საშუალო რადიაქტიური — 100-დან 300 ემანამდე და სუსტად რადიაქტიური 35-დან 100 ემანამდე. ცნობილია აგრეთვე სულფატური, ნატრიუმისანი, კალციუმისანი, მაგნიუმისანი წყლები, რთული შედგენილობის—დანარჩენი კლასებიდან კომბინირებული წყლები. ქლორიდულ-ჰიდრო-კარბონატული, სულფატ-ჰიდრო-კარბონატულ-სულფატური, წყლები ბიოლოგიურად აქტიური იონების (რკინა 10 მგ/ლ, დარიშხანი—1 მგ/ლ, ბრომი—25 მგ/ლ; ლითიუმი 5 მგ/ლ) შემცველობით.

საქართველო მდიდარია მინერალური წყლებით. ბორჯომი, წყალტუბო, საირმე ცნობილია საბჭოთა კავშირის ფარგლებს გარეთაც.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე გვხვდება ძირითადად ნახშირ-

<sup>1</sup> რადიაქტიურობის ძირითადი ერთეულია კიური — ნებისმიერი რადიაქტიურა ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც სეკუნდში განიცდის 3,7, 10<sup>10</sup> დაშლას. 1 ემანი-10—13 კიურს. ერთი ერთეული მახე-3.64 ემანს.

მკვება მინერალური წყლები - ავადპარა, უწერა და სხვ. აქ ზონასთან არის დაკავშირებული ჰიდროკარბონატულ-ნატრუმიანი და კალციუმ-კარბონატულ, ქლორიდულ-ნატრიუმიანი, კალციუმიანი წყაროები. ცნობილია აგრეთვე ნარზანის და სხვა ტიპის წყლები.

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ჰიდროგეოლოგიური ოლქის სამხრეთ ნაწილში ცნობილია გოგირდწყალბადიანი თერმული წყლები (ტყვარჩელის წყაროები, თორღვას აბანო და სხვ.).

თერმულ არანახშირმკვება წყლებს მიეკუთვნება წყალტუმბოს (რადიქტიური), მენჯის, ცაიშის და სხვ. წყაროები. აქარა-თრიალეთის ჰიდროგეოლოგიურ ოლქში გვაქვს ბორჯომის ნახშირმკვება — ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიანი-კალციუმიანი, ნაპელდავის ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიანი, ზვარეს ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-ნატრიუმიანი და სხვ. წყაროები. ამ ოლქის ჰიდროსულფიდურ თერმებს მიეკუთვნება თბილისის, აბასთუმნის და სხვ. წყაროები.

მიწისქვეშა წყლების გეოლოგიური მოქმედება. მიწისქვეშა წყლების გეოლოგიური მოქმედება გამოიხატება გახსნის, ჰიდრატაციის, დაჟანგვის, სილიკატების დაშლისა და აკუმულაციის პროცესებში. ამ მოვლენებს ჩვენ ნაწილობრივ გავეცანით, აქ შევჩერდებით მიწისქვეშა წყლების მოქმედებით დედამიწის ზედაპირზე და დედამიწის ქერქის სიცარიელებში ნალექების წარმოქმნის პროცესებზე. მიწისქვეშა წყლები დედამიწის ზედაპირზე გამოყოფენ კირქვასა და კაჟიან ტუფს.

ეს უკანასკნელი ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) გამოიყოფა გეიზერებიდან და სხვა ცხელი წყაროებიდან, ამიტომ ქანს გეიზერიტს უწოდებენ. ეს არის თეთრი ფერის ფორფანი ქანი.

მიწისქვეშა წყლები ტუფებს გარდა ზედაპირზე გამოყოფს ქვამარილს, რკინისა და მარგანეცის მადნებს. მიწისქვეშა წყლები ქანებს შორის სიცარიელებში ცირკულაციის დროს განუწყვეტლივ ხედება ისეთ გარემოში, სადაც იცვლება ტემპერატურა, წნევა, მარილების კონცენტრაცია და სხვა პირობები. ქიმიური ნაერთით შესაბამის გარემოში შესაძლოა წყალი იმდენად იყოს გაჭერებული, რომ დაიწყოს ხსნარიდან ნივთიერებათა გამოყოფა. ეს ნაერთები ავსებს სიცარიელებს; ნივთიერების გამოყოფა პერიფერიიდან იწყება, ბოლოს ამოივსება სიცარიელე ნივთიერებით, კონცენტრიული აგებულების წარმონაქმნით, მიწისქვეშა ხსნარებიდან გამოიყოფა კალციტი, არაგონიტი, კვარცი, მთის ბროლი, ქალცედონი, ოპალი, ბარიტი, თაბაშირი, ფლუორიტი, პირიტი, მარკაზიტი და სხვ. მიწისქვეშა წყლების მოქმედებით გამოიყოფა მინერალთა ფორმები: სეკრეციები, კონკრეციები, ევოდები, დრუზები და ძარღვები.

მიწისქვეშა წყლები მოძრაობის დროს აწარმოებს უფრო რთულ გეოლოგიურ მუშაობას, უპირველეს ყოვლისა, წარმოქმნის კარსტსა და მეწყერს.

კარსტი („კარსტი“ კირქვიანი პლატოს სახელწოდებაა ტრიესტთან) ეწოდება ადვილხსნად ქანებში წყლის მოქმედებით სიციარიელებისა და რელიეფის თავისებური ფორმების წარმოქმნის ერთიანობას. კარსტში გულისხმობენ უმთავრესად მიწისქვეშა წყლების მოქმედებით დედამიწის ქერქის ზედაპირულ ნაწილში გახსნისა და გამოტანის პროცესს. შედარებით ადვილ ხსნად ქანებს მიეკუთვნება ქვამარილი, თაბაშირი, ანჰიდრიტი, კირქვები, დოლომიტები, ცარცი, მერგელი. ამ ქანებთანაა დაკავშირებული კარსტული მოვლენები. ყველაზე მეტად იგი ტიპურია კირქვებისათვის და, საერთოდ, კარბონატული ქანებისათვის, რადგან ქვამარილი და თაბაშირი, ჩვეულებრივ, განლაგებულია წყალგაუმტარ თიხიან ქანებს შორის. მორფოლოგიურად გამოიყოფა კარსტის შემდეგი ფორმები: კარრები, პონორები, ჭები, შახტები, ძაბრები, პოლიები, გამოქვაბულები, კარსტული მდინარის ხეობები, მიწისქვეშა კარსტული არხები.

კარსტის განვითარება მიმდინარეობს ზედაპირთან ახლოს შედარებით არადიდ სიღრმეზე. კარსტის განვითარებისათვის აუცილებელია შემდეგი პირობები: სწორი ან სუსტად დახრილი ზედაპირი, ირგვლივ მდებარე სივრცესთან შედარებით ამალღებული რელიეფით, რომ წყალმა შეძლოს ნაპრალებში შეჩერება და გაჟონვა; წყლის ვერტიკალური მოძრაობისათვის მიწისქვეშა წყლების დონე დაბლა უნდა იყოს. კარსტული მოვლენის განვითარებისათვის საჭიროა ადვილხსნადი ქანების დიდი სიმძლავრე. კარსტულ სიციარიელებში მოთავსებულ მიწისქვეშა წყლებს კარსტულს უწოდებენ, ხოლო მიწის ზედაპირზე მათ გამოსასვლელს — კარსტულ წყაროს, მძლავრ გამოსასვლელს კი ვოკალიუზი ეწოდება..

ზედაპირული კარსტული ფორმებიდან კირქვიან, ოდნავ დაქანებულ კლდეების ზედაპირზე გვხვდება კარრები — ერთმანეთისადმი მეტნაკლებად პარალელური კვლებისებრი ჩაღრმავებანი, ერთმანეთისაგან წვეტიანი სავარცხლისებრი კედლებით გამოყოფილი. კარრები სიღრმით რამდენიმე სმ-დან 2 მეტრსა და მეტსაც აღწევს. კარრების წარმოქმნა აიხსნება ატმოსფერული ნალექების გახსნითი მოქმედებითა და გადარეცხვით, წყალი ჭერ იჭრება წვრილ ფორებსა და ნაპრალებში, აწარმოებს გახსნა-გამოტუტვას და წარმოქმნის კარსტულ ჩაღრმავებებს ან კარრულ ველებს.

პონორი ეწოდება ვერტიკალურ ხერელს, რომელიც შთანთქავს ზედაპირულ წყალს; წარმოიქმნება იქ, სადაც დიდი ზომის ნაპრალები

გადაკვეთს ერთმანეთს. პონორები დამოუკიდებლად იშვიათადაა, იგი გვხვდება სხვა კარსტულ ფორმებთან ერთად.

**ძ ა ბ რ ე ბ ი წ ა რ მ ო ა დ გ ე ნ ს მიწის ზედაპირზე კონუსისებრ ჩაღრმავებას გავრცელებულს კარსტულ რაიონებში. ძაბრების წარმოშობა უნდა ავსხნათ კარბონატული ქანების მიწისქვეშა წყლებით გამოტუტვის შედეგად სახურავის ჩაქცევით. ძაბრებს ხშირად ხაზებრივი განლაგება აქვს, რაც დაკავშირებულია ტექტონიკურ ნაპრალებთან, სადაც ჩვეულებრივ, უფრო ინტენსიურია კარსტული პროცესი; ძაბრები ზოგჯერ ჯგუფებადაც გვხვდება. იმერეთში კარსტულ ძაბრებს ხშირად წყვარამს უწოდებენ, აფხაზეთსა და სამეგრელოში — ალგიდებს (ოხაჩქუეს მასივზე).**

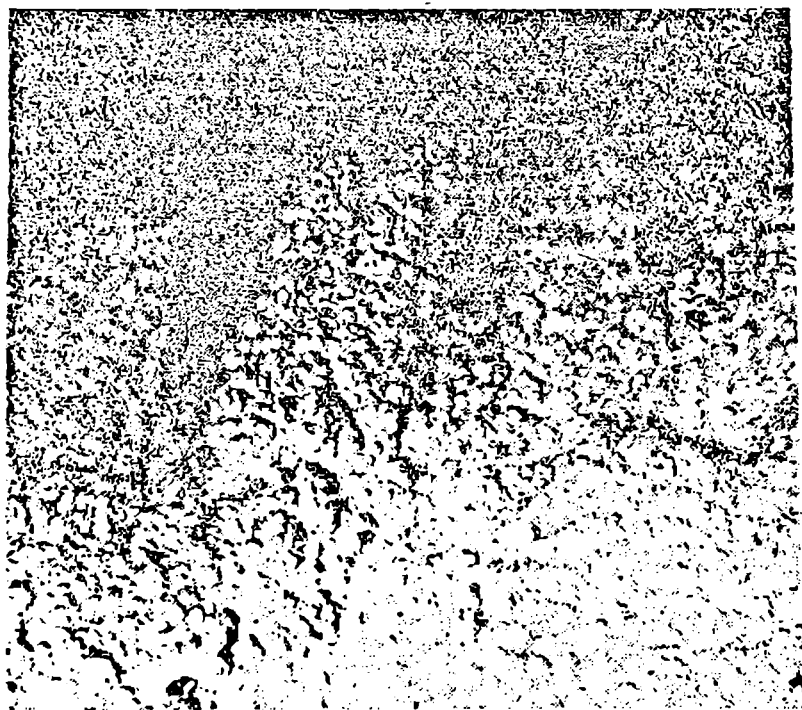
კარსტული პროცესების შემდგომი განვითარებით უფრო რთული კარსტული ფორმები—ქვაბურები (ტაფობები), პოლიები წარმოიქმნება. პოლიები წარმოადგენს ვრცელ ჩაკეტილ ტაფობებს (ქვაბურებს) ჰორიზონტული ფსკერით, ციცაბო ფერდობებით (კედლებით) ნაყარით დაფარულ პოლიების ფსკერზე მუდმივად ან პერიოდულად მიედინება პონორებიდან შთანთქმული ნაკადული ან დეღე. პოლიები წარმოიქმნება მრავალი კარსტული ძაბრების გაფართოებითა და შეერთებით, ან დიდი კარსტული სიციარიელის ზევით სახურავის ჩაქცევით, ხშირად ტექტონიკური პროცესებით. პოლიების ძირში ზოგჯერ გვხვდება ძაბრები — პონორები.

კარსტულ პროცესებთან დაკავშირებულია მდინარეებისა და ტბების პერიოდულად დაკარგვა. ასეთი ტბების ძირში მდებარე კარსტული ძაბრებიდან და პონორებიდან წყალი პერიოდულად ჩადის სიღრმეში, ასეთ ტბებში წყლის დონის დაწევა ან სულ დაკარგვა დაკავშირებულია ატმოსფერული ნალექების მკვეთრ შემცირებასთან — გვალვიან წლებთან.

ზედაპირულ კარსტულ ფორმებთან ერთად კარსტული მასივის სიღრმეში წარმოიქმნება სხვადასხვაგვარი სიღრუვეები, ვერტიკალური, ან დამუხლვილი (ტეხილი) არხები და გამოქვაბულები.

გამოქვაბული ეწოდება ადვილად ხსნად ქანებში მიწისქვეშა წყლების მოქმედებით წარმოქმნილ სიციარიელს. გამოქვაბულები კარბონატულ ქანებში ხშირად დიდია. გამოქვაბულები ქვამარილსა და თაბაშირში სახურავის ჩამოქცევის გამო, გარკვეულ სიდიდეს ვერ აღწევს და დროის შედარებით მცირე მონაკვეთში არსებობს. არჩევენ გასასვლელიანს—ორმხრივ ღია და ბრმა ანუ პარკისებრ გამოქვაბულებს ერთი გასასვლელით. თუ კარსტულ მასივს კვეთს მდინარე, ამ შემთხვევაში გრუნტის კარსტული წყლების სარკე (ფრეატული ზედაპირი), ყოველთვის დაკავშირებული იქნება მდინარის წყლის ჰორიზონტთან. ჩვე-

ულებრივ, კარსტული წყალი მდინარეს უერთდება, ამიტომ მდინარეში წყლის დონის ამაღლება იწვევს მიწისქვეშა წყლების დონის ამაღლებას, და პირიქით. არსებობს მკვიდრო კავშირი გამოქვაბულსა, მის მდებარეობასა და ეროზიის ბაზისის შორის. პორიზონტალურ გამოქვაბულებში ხშირია სართულები. ცალკეული სართულები სიმაღლის მიხედვით დაკავშირებულია მდინარის ძველ ნარწყულის ზედა ტერასასთან, სწორედ ამიტომ მდინარის განვითარება და კარსტული პროცესები ერთმანეთთან გარკვეულ კავშირშია. ეროზიის ბაზისის დაწევის დროს მდინარე ჩაქრის წინანდელ ნარწყულს, დატოვებს ტერასებს და დაიკავებს უფრო დაბალ მდებარეობას, რასაც მოყვება გრუნტის კარსტული წყლების დონის დაწევა, ხოლო ადრინდელი გამოქვაბული ზედა სართულის სახით დარჩება, ახალი — ქვევით წარმოიქმნება. პორიზონტალურ კარსტულ გამოქვაბულს ქვევით, ცალკეულ ადგილებში, გვაქვს რთული სიფონური მილები (არხები), რომლის სა-



სურ. 17. ანაკოფიის გამოქვაბული. მტევნისებრი სტალაქტიტები.

შუალებითაც მიმდინარეობს მიწისქვეშა წყლების სიღრმითი ცირკულაცია. ასეთი მიწების კვებისა და განტვირთვის არეს შორის, დიდი ვერტიკალური სხვაობის პირობებში, წყლის სწრაფად მოძრაობა აძლიერებს კარსტული პროცესის განვითარებას. გამოქვაბულებისათვის დამახასიათებელია გეგმაში განმეორებითი ზიგზაგები, ხოლო პროფილში — ციკაბო საფეხურები. ქანების არა ერთგვაროვნად გახსნის გამო, ვიწრო დერეფნები ხშირად იცვლება ვრცელი დარბაზებით. გამოქვაბულების ძირში ზოგჯერ გვხვდება ნაკადულები, მდინარეები და ტბები. ამ შემთხვევაში ქანებზე ქიმიური ზემოქმედებასთან ერთად, ადგილი აქვს ეროზიის პროცესებს. გამოქვაბულის ფსკერზე ხშირია ნაყარი. ახალ წარმოქმნილ გამოქვაბულებში არ გვხვდება ნაწვეთარი ფორმები. არსებობის ბოლო სტადიაში გამოქვაბულებისათვის დამახასიათებელია კალციტის ნაწვეთარი ფორმები სტალაქტიტები და სტალაგმიტები.

მსოფლიოში ყველაზე დიდია მამონტის გამოქვაბული ამ შტატებში (ენტუქის შტატი). იგი შედგება დერეფნებისა და დარბაზებისაგან და აქვს 200 კმ-დე სიგრძე. უნგრეთში აგტელიკის გამოქვაბულის სიგრძე 22 კმ-ია. სსრ კავშირში გამოქვაბულები ცნობილია პრიურალიეში, ყირიმში, კავკასიაში, სიგრძით (4, 6 კმ). ყველაზე დიდია კუნ გურუს გამოქვაბული პერმის ოლქში.

დასავლეთ საქართველოში გვხვდება კარსტული გამოქვაბულები. მარუაშვილი დასავლეთ საქართველოში შემდეგ კარსტულ მასივებს გამოჰყოფს: გაგრის, ბზიფის, გუმისთა-კელასურის, წებელდის, ფანავის, აისრა-ლეშენდერის, ოხაჩქუეს, ყვირას, მიგარიას, ასნის, ცენტრალურ სამეგრელოს კონგლომერატულ მასივს, ურთას, უნავირიას, ხვამლის, წყალტუბოს, რაქის, ოკრიბა-არგვეთის და კუდაროს მასივს ჭავის რაიონში. საქართველოში კარსტული გამოქვაბულები დაკავშირებულია სხვადასხვა ასაკის კირქვებთან (ზედა იურიდან პალეოგენამდე). აგრეთვე კირქვიან კონგლომერატებთან, ქვიშაქვებთან კირქვის ცემენტით (კლასტოკარსტი), ასეთია, მაგალითად, ცენტრალურ სამეგრელოში, ნაზო დელავო — 2 კმ სიგრძით, კორცხელი — 780 მ სიგრძით და სხვ.

საქართველოს კარსტული გამოქვაბულებიდან სიდიდით პირველ ადგილზეა აბრსკილის სტალაქტიტური გამოქვაბული, სადაც დერეფნების ჯამური სიგრძე 3 კმ-ია, დაახლოებით ამდენივე სიგრძე აქვს ანაკოფიის (ახალი ათონი) გამოქვაბულს. 1-დან 1,5 კმ ფარგლებში მერყეობს კელასურის, თაროკლდის გამოქვაბულების სიგრძე. გაგრის რაიონში, მთა არაბიკაზე, ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის უფსკრულში, ჯერჯერობით ჩაღწევა მოხერხდა მხოლოდ 530 მეტრის სიღრმე-

ზე, აქ თეორიულად ჩაღწევის შესაძლებლობა 2300—2400 მ-ით განისაზღვრება.

უკანასკნელ წლებში აღმოჩენილი გამოქვაბულებიდან განსაკუთრებით საყურადღებოა ახალი ათონის მიდამოებში ანაკოფიის მრავალსართულიანი გამოქვაბული. აქ 175 მ სიღრმეზე გრანდიოზულ დარბაზებს შორის აღსანიშნავია დარბაზები: „აფხაზეთი“, „ივერია“, „თბილისი“, „ქართველ სპელეოლოგთა დარბაზი“ და სხვ. გამოქვაბულებში ნაპოვნია პალეოლითური ადამიანის ნადგომები, კუდაროში (სამხ. ოსეთი) ნაპოვნია მაიმუნ-მაკაკის ძვლები.

ს უ ფ ო ზ ი ა — არის პროცესი, როდესაც მიწისქვეშა წყლებს ქანებიდან მექანიკური გზით გამოაქვს მყარი წვრილი ნაწილაკები. სუფოზია კარგად ჩანს წნევის ქვეშ მყოფი აღმავალი წყაროების გამოსასვლელთან. ფხვიერი ქანებიდან გამოტანილი თიხებისა და ქვიშების დალექვით წარმოიქმნება ნახევრად წრიული ჩაღრმავება სუფოზიური ცირკი — ციცაბო ფერდობებით. სუფოზია განსაკუთრებით დამახასიათებელია ლიოსიანი და თიხიანი ნალექებისათვის.

მ ე წ ყ რ ე ბ ი. მიწის მასების მოწყვეტას და სიმძიმის ძალისა და მიწისქვეშა წყლების მოქმედებით გადანაცვლებას მ ე წ ყ ე რ ი ეწოდება. მეწყერი ფერდობზე წარმოიქმნება, ხრამის, მდინარას, ტბის, ზღვის ნაპირებზე. დამეწყრილ ფერდობზე გამოყოფენ მეწყრის ელემენტებს: 1. ადგილს ფერდობზე, საიდანაც იწყება ქანების ნაწილის მოწყვეტა და შემდეგ მისი ქვევით ჩამოწოლა (ჩამოცოცვა), გადანაცვლების ანუ სრიალის (ცოცვის) ზედაპირს უწოდებენ. ცოცვის დროს ქანების ერთმანეთზე ხახუნის შედეგად ის ატარებს გაპრიალებისა და შტრიხების კვალს. ასეთ გაპრიალებას ხშირად უწოდებენ ცოცვის სარკეს. 2. ქვედა ნაწილში გადანაცვლებულ ქანებს, მეწყრულ ნაყარს ან მეწყრის სხეულს უწოდებენ. 3. ფერდობის ზედა უფრო ციცაბო. ნაწილს, რომელიც მეწყრის სხეულის ზევით მდებარეობს, მეწყრის ზედა საფეხური ეწოდება. 4. მეწყრის სხეული განიც ჰრილში, ჩვეულებრივ, გამოხატულია ტერასისებრი საფეხურით და ხშირად გადაწეულია ფერდობის დაურღვეველი ნაწილისაყენ, რომელსაც მეწყრის ტერასას უწოდებენ. 5. მეწყრის ძირი მეტწილად ფერდობის ძირში მდებარეობს. ზოგჯერ ზევითაა, მაგრამ ხშირად მდინარის ან ზღვის დონის დაბლა ეშვება. ცოცვის ზედაპირის ზედა ნაწილის დაქანების მიხედვით გამოყოფენ დამრეც (5—15°-მდე), ციცაბო (15—45°-მდე) და ძლიერ ციცაბო (45°-ზე ზევით) მეწყრებს. ცოცვის (სრიალის) ზედაპირის სიღრმეში განლაგების მიხედვით არჩევენ ზედაპირულ (არა უღრმესი ერთი მეტრისა), ღრმას (20 მეტრამდე) და ძლიერ ღრმა (20 მეტრზე მეტი) მეწყრებს.



ა. პავლოვი მეწყრებს ორ ჯგუფად ყოფს: დელიაფსიური — ქანების საკუთარი სიმძიმის ძალის მოქმედებით წარმოქმნილი და დეტრუზიული ზევიდან მოწყვეტილი ნაწილების წაბიძგებით გაჩენილი. ორივე ტიპი, ჩვეულებრივ, ერთდროულად გვხვდება. მეწყრის გამომწვევი მიზეზებია თიხებში შექიდიულობის ძალების შემცირება და მიწისქვეშა წყლით მათი პლასტიკურ დინებად მდგომარეობაში გადასვლა, პლასტიკურ ფენებზე, თიხებზე ზევით მდებარე ქანების ცოცვა (სრი-ალი). ამ შემთხვევაში მიმდინარეობს ფერდობზე მდებარე ქანების წყლით გაჭერება, რაც მის წონას აღიდებს და ფერდობზე მდებარე ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს ასუსტებს. ყოველივე ეს იწვევს წონასწორობის რღვევას და მეწყრების წარმოქმნას. მეწყრებს იწვევს ს უ ფ ო ზ ი უ რ ი მოვლენები — მიწისქვეშა წყლებს ფერდობის ზედაპირზე გამოაქვს ქანების წვრილი ნაწილაკები, გამოტანის ხანგრძლივი პროცესი იწვევს წყალშემცველი ფენის გაფხვიერებას და შესუსტებას, ასეთ ქანს არ შეუძლია შეაკავოს ზევით მდებარე ქანები და იგი იწყებს ცოცვას ქვევით. მეწყრების წარმოქმნას იწვევს აგრეთვე ფერდობზე დელუვიონის სიმძლავრის გადიდება, მდინარის ან ზღვის მიერ ნაპირის გამორეცხვა; მეწყრების წარმოქმნას ხელს უწყობს მიწისქვეშა წყლების ჰიდროდინამიკური წნევა დაქანების მიმართულებით (წყალი, ჩვეულებრივ, მეწყრის მოძრაობის მიმართულებით მიედინება); ზედაპირს ქვევით, არალრმად მიწისქვეშა წყლების ჰორიზონტის, მდინარის ან ხრამის კალაპოტს ზევით მდებარეობა, შრეების მდინარის ან ზღვისაყენ დახრილობა; გრუნტის დატვირთვის გადიდებით მიწის მასების წონასწორობის დარღვევა. მაშასადამე, მეწყრების წარმოქმნაში დიდი მნიშვნელობა აქვს გრუნტის წყლებს. წყლის საშუალებით თიხები ტენიანდება და პლასტიკურ მდგომარეობაში გადადის, ფხვიერი მასალის გაუღენთით აღიდებს მის სიმძიმეს სრიალის (ცოცვის) ზედაპირის გრუნტის წყლებით დასველების გამო ხახუნის ძალა მცირდება, ეს კი წონასწორობის რღვევის ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია. ამრიგად, წყალი ასუსტებს დელუვიონის ნაწილაკებს შორის შექიდიულობის ძალას და ხელს უწყობს ამ ნაწილაკების ცოცვას. ძლიერ დამეწყერას იწვევს მიწისძვრები, ხანგრძლივი წვიმები ქანების წონის გადიდებით ხელს უწყობს მეწყრების წარმოქმნას, ასევე ადამიანის სამეურნეო მოქმედება (ბაღებისა და ბოსტნების არასწორი მორწყვა, წყლის ზედმეტად არარაციონალურად გაშვება, გრუნტის მძიმე ნაგებობებით გადატვირთვა და სხვ.) აჩქარებს მეწყრების წარმოქმნას.

საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში მეწყრები ფართოდაა გავრ-

ცლებული, ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია პოვოლკიე, აქ მდებარე ქალაქებს, დასახლებულ პუნქტებს, საეარგულებს მეწყრულ-მა მოვლენებმა დიდი ზიანი მიაყენა. მეწყრების გავრცელების მეორე რაიონია შავი ზღვის სანაპიროები: ოდესის რაიონი, სამხრეთი ყირიმი. შავი ზღვის კავკასიის სანაპიროები.

საქართველოში მეწყრების გავრცელების ზონებია შავი ზღვის სანაპირო სოხუმსა და მდ. ფსოუს შესართავს შორის, მდ. ჩხერიმელას ხეობის სათავეები, ცალკეული უბნები რაჭაში, სვანეთში, აჭარაში, კახეთში და სხვ. მეწყრები დიდ ზიანს აყენებს სახალხო მეურნეობას. იწვევს ნაგებობათა, რკინიგზებისა და გზატკეცილების ნგრევას. ამიტომ რელიეფის (ზედაპირის) დამეწყვრის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა დასახვას დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა აქვს. მეწყრების გავრცელების რაიონებში ბევრგან შექმნილია მეწყერსაწინააღმდეგო სადგურები, რომლის მთავარ ამოცანას შეადგენს მეწყრების წარმომშობი ფაქტორების დადგენა, რათა მის წინააღმდეგ ჩატარდეს რაციონალური სამუშაოები. მეწყრების თავიდან აცილების ძირითადი ღონისძიებაა ზედაპირული წყლის დინების რეგულირება, მიწისქვეშა წყლების მოცილება, მიწის სამუშაოების სწორად ჩატარება.

## მყინვარების გეოლოგიური მოქმედება

მეცნიერებას მყინვარების ფიზიკური თვისებების, მათი წარმოშობის პირობების, ევოლუციისა და დედამიწის ზედაპირზე მოქმედების შესახებ გლაციოლოგია ეწოდება (გლაციეს — ლათინურად ყინული). მყინვარები წარმოიქმნება თოვლის გარდაქმნით, თოვლი ხმელეთზე სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში მოდის, მაგრამ ხანგრძლივად იგი რჩება მხოლოდ გარკვეულ პირობებში. შუა განედებში თოვლი მხოლოდ ზამთრობით გვაქვს, მაღალ მთებში, დაბალი ტემპერატურის გამო, თოვლის საფარველი მთელი წლის განმავლობაში რჩება და წლითიწლობით დიდდება. თოვლის საფარველის ქვედა საზღვარს, რომლის ქვევით ის დნება, თოვლის ხაზს ან თოვლის საზღვარს უწოდებენ. აქ გვაქვს წონასწორობა თოვლის ნაკადსა და დანაკარგს შორის. თოვლის ხაზი ყველაზე დაბლა ზღვის დონეზე გვაქვს ანტარქტიდაში, ჩრდილო-აღმოსავლეთ გრენლანდიაში, ფრანც-იოსების მიწაზე ზღვის დონიდან 70—100 მეტრზე. თოვლის ხაზის სიმაღლე თანდათანობით დიდდება პოლარული ქვეყნებიდან ეკვატორისაკენ: ახალ მიწაზე — 500—700 მ, სამხრეთ გრენლანდიაში — 900 მ, სამხრეთ ნორვეგიაში — 1500 მ, ურალზე — 1500—1800 მ, ალპებში — 2700—2900 მ, კავკასიონზე — 2700—3600 მ, შუა აზიის მთებში 3000-

5500 მ, ჰიმალაიზე. ეკვატორულ აფრიკაში—4800—6000 მ, არგენტინაში, ანდებში—4400 მ-მდე.

თოვლის ხაზის მდებარეობაზე კლიმატსა და რელიეფს გარდა მნიშვნელობა აქვს მათათა სისტემების აგებულებას, ფერდობების ექსპოზიციას. კლიმატური პირობების ცვლილებებთან ერთად იცვლება თოვლის ხაზის საზღვარი. ამჟამად გამოყოფენ თოვლის ხაზის ზედა საზღვარსაც. ზევით, ატმოსფეროში ტემპერატურა ეცემა, ხოლო ჰაერში წყლის ორთქლის რაოდენობა მცირდება, ასე რომ გარკვეულ სიმაღლეზე გვექნება საზღვარი, რომლის ზევით თოვლი არ წარმოიშობა. ამ საზღვარამდე მთები რომ აღწევდეს, მაღლა თოვლის საფარველი არ გვექნებოდა. სივრცის თოვლის ხაზის ქვედა საზღვარსა და წარმოსახვით ზედა საზღვარს შორის ხიონოსფეროს (კრიოსფეროს) უწოდებენ.

თოვლის მასას, რომელიც მაღალი ფერდობებიდან ხეობებში ეშვება თოვლის შუავს უწოდებენ. ალპებში, პამირში, კავკასიონზე თოვლის შუავენს ზოგჯერ დიდი უბედურება მოაქვს ადამიანისათვის. თოვლის შუავენის შესწავლით დადგენილია, რომ იგი წლიდან წლამდე ეშვება გარკვეულ უბნებში, ასევე განსაზღვრული გზით. მათი მოძრაობა გარკვეულ კანონზომიერებას ემორჩილება. შუავენის მოძრაობის ასეთი კანონზომიერება აადვილებს მათ წინააღმდეგ ბრძოლას ხელოვნური განადგურებით ან გზაზე დაბრკოლების შექმნის გზით.

წყალი დიდ გეოლოგიურ მოქმედებას აწარმოებს არა მარტო თხევად, არამედ მყარ მდგომარეობაშიც ყინულის სახით. როგორც წყალი: ისე ყინული მნიშვნელოვნად ცვლის დედამიწის ზედაპირის რელიეფს. აძლევს მას თავისებურ სახეს, ქმნის მყინვარულ ლანდშაფტს. არჩევენ ნიადაგის, მდინარის, ზღვის და მყინვარის (გლექტიერის) ყინულს. ნიადაგის ყინული ყოველწლიურად ზამთრობით ავსებს ფორებს, სიკარგიელებსა და ნაპრალებს, ხელს უწყობს ფიზიკური გამოფიტვის პროცესებს. ზამთრის პერიოდში დედამიწის ორივე ნახევარსფეროს მდინარეთა ნაწილი მნიშვნელოვან მანძილზე იფარება გამჭვირვალე ყინულით, იგი ხასიათდება ფენებრივი აგებულებით. მდინარის ყინულის მოქმედება კარგად ჩანს ციმბირის დიდ მდინარეებზე (ობი, ირტიში, ენისეი, ლენა. მაკენზი ჩრდილოეთ ამერიკაში და სხვ.). მდინარის ყინულს გადააქვს ციკაბო ფერდობებიდან ჩამოცვენილი მასალა. აწარმოებს ნაპირების მოპრიალებას, კლდეების დაკაწვრას; გარდა ამისა ციმბირის მდინარეები ნაპირებზე ტოვებენ თავისებურ ნალექებს, რომელსაც ადგილობრივ კეკურებსა და კორგებს უწოდებენ. კეკური ეწოდება წყალდიდობის დროს ყინულის მიერ ნაპირზე გამოტანილ, კენჭებისა და კაქარებისაგან შემდგარ მწკრივს ან სერს, ხოლო კორჯი

არის მცირე ზომის ცელისებრი ფორმის ნალექი, ზოგჯერ მდინარის პერპენდიკულარულად განლაგებული. ყინულიც, რომელიც ზამთრის პერიოდში ნაწილობრივ ფარავს ზღვის ზედაპირს, ხასიათდება ფენობრიობით და გაზაფხულზე, ნაპირზე აწარმოებს ნგრევით მოქმედებას, მაგრამ, საერთოდ, უნდა აღინიშნოს, რომ ზღვის ყინულის გეოლოგიური მოქმედება უმნიშვნელოა.

მყინვარის ანუ გლეტჩერის ყინული წარმოიქმნება თოვლის გაყინვით. თოვლის კრისტალების ზომა სხვადასხვაგვარია, უფრო დიდი ზომის კრისტალები თბილ ამინდში ცვივა. თოვლის დაგროვებასთან ერთად მყინვარის კვების მხარეში, მზის სხივების მოქმედებით, სუბლიმაციითა და წნევის გადიდებით გარდაიქმნება თოვლი. ზაფხულობით მზის სხივების გავლენით ფხვიერი თოვლი ზედაპირიდან იწყებს დნობას. ცალკეული თოვლის ფიფქები ღამით იყინება და ლებულობს მარცვლის ფორმას, ფხვიერი თოვლი თანდათანობით გარდაიქმნება უფრო კომპაქტურ მასად — მარცვლოვან თოვლად ანუ ფირნად. თოვლის ფირნად გარდაქმნაში დიდ როლს თამაშობს სუბლიმაციის პროცესები — ყინულის აორთქლება და ამ ორთქლის კვლავ კრისტალიზაცია. ამასთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს წნევას. ფირნის ახალი მასის დაგროვებისას ქვედაფენა განიცდის მზარდი წნევის გავლენას. რაც იწვევს ფირნის გამკვრივებას, იქიდან ჰაერის განდევნას ისე, რომ საბოლოოდ ფირნი გარდაიქმნება ჭერ თეთრი ფერის ფირნის ყინულად. ხოლო შემდეგ გამკვრივალე მტრედისფერ მყინვარის (გლეტჩერის) ყინულად. ფირნი არის მყინვარის კვების წყარო. ტაფობებსა და დაბლობებს, ხადაც ფირნი გროვდება, ფირნის ველს უწოდებენ. გლეტჩერის ყინული შეადგენს მყინვარის მთავარ მასას.

თოვლი ყინულად გარდაქმნის შედეგად მნიშვნელოვნად მკვრივდება. 1 მ<sup>3</sup> ყინული წარმოიქმნება 10—11 მ<sup>3</sup> თოვლიდან. ყინულისაგან განსხვავებით მყინვარს აქვს დინების თვისება, განსაზღვრულ პირობებში ის იძენს პლასტიკურობას და იწყებს გადანაცვლებას. ეს თვისება განსაკუთრებით კარგად ჩანს ფირნის აუზში, მყინვარის (გლეტჩერის) ყინულის მქალაქ მასებში. ქვედა ჰორიზონტები დიდი წნევის გამო მეტად პლასტიკური ხდება და შესაფერისი რელიეფის გამოყენებით იწყებს დინებას.

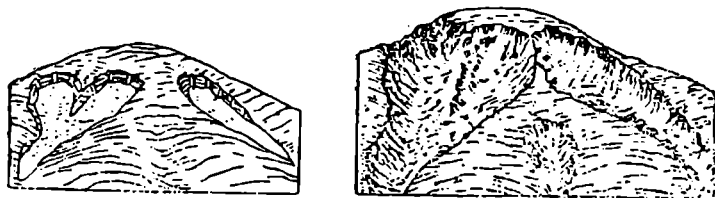
მყინვარი ეწოდება მოძრაობაში მყოფ განსაზღვრული ფორმის და მნიშვნელოვანი სიდიდის ბუნებრივ სხეულს. შედგება კრისტალური ყინულისაგან (ზევით ფირნის ფენით). მყინვარი წარმოიქმნება დედამიწის ზედაპირზე თოვლის ხაზს ზევით, მყარი ატმოსფერული ნალექების (თოვლის) დაგროვებითა და შემდგომი გარდაქმნით.

მყინვარების ტიპები. თანამედროვე მყინვარებს უკავია დაახლოებით 16,3 მლნ. კმ<sup>2</sup> ფართობი ანუ ხმელეთის 10%-ზე მეტი მყინვარები ასეა განაწილებული: ჩრდილოეთ პოლარულ ქვეყნებში -- 2.10<sup>7</sup> აქოს კმ<sup>2</sup>. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზომიერი კლიმატის ქვეყნებში—100 ათასი კმ<sup>2</sup>, ტროპიკულ ქვეყნებში—0.1 ათასი კმ<sup>2</sup>. სამხრეთ ნახევარსფეროს ზომიერი კლიმატის ქვეყნებში—21 ათასი კმ<sup>2</sup>, სამხრეთ პოლარულ ქვეყნებში 14,100 ათასი კმ<sup>2</sup>.

მარტო ანტარქტიდაზე მოდის დაახლოებით 14 მლნ. კმ<sup>2</sup>, გრენლანდიაზე—1,834 ათასი კმ<sup>2</sup>. ანტარქტიდაზე ყინულის საფარველის სისქე (სიმაღლე) 4000 მეტრზე მეტია, გრენლანდიაში — 2000—2400 მ საბჰოთა კავშირში მყინვარებს უკავია: ახალ მიწაზე—15.600 კმ<sup>2</sup>. ფრანკ-ოსების მიწაზე—15.300 კმ<sup>2</sup>, შუა აზიის მთებში—17.000 კმ<sup>2</sup>. კავკასიონზე 1967 კმ<sup>2</sup>. დანარჩენ ადგილებში მყინვარებით დაფარული ფართობების ჯამი რამდენადმე აღემატება 1000 კმ<sup>2</sup>-ს.

ფორმის, განვითარების სტადიის, კვების არეების და ჩამონადენის მიხედვით გამოყოფენ მყინვარების სამ ტიპს: მთის (ხეობის), კონტინენტურს და შუალედს. მთის მყინვარები იგივე ხეობის მყინვარებია. იგი დაკავშირებულია რელიეფის ჩაღრმავებულ ფორმებთან, შედგება ერთი ან რამდენიმე ფირნის აუზისაგან, რომელიც მყინვარულ ცირკში მდებარეობს და მყინვარის კვების მხარეს წარმოადგენს, მყინვარის ენა ხეობაშია მოთავსებული და მყინვარის დინების გზას წარმოადგენს.

მყინვარის კვებისა და მოძრაობის არეს შორის საზღვარს ფირნის ხაზს უწოდებენ. ფირნის აუზი და მყინვარის ენა ურთიერთ მკიდრო კავშირში იმყოფება. რამდენადაც უხვია ფირნის აუზის კვება, იმდენად გრძელია ხეობაში მყინვარის ნაკადი. აგებულების თავისებურების მიხედვით ხეობის მყინვარებს შორის არჩევენ მარტივ და რთულ ანუ პოლისინთეტურ მყინვარებს. მარტივს მხოლოდ ერთი ნა-



სურ. 18. კარული მყინვარი განვითარების საწყის სტადიაში.

კადი აქვს. ასეთი მყინვარები გვხვდება ალპებსა და კავკასიონზე. პოლისინთეტური მყინვარები მოგვაგონებს მდინარეს შენაკადებით: აქ რამდენიმე მყინვარია ერთმანეთთან შეერთებული. მძლავრი გამყინვა-

რების პირობებში ხშირად გვხვდება დატოტვილ-დენდრიტული მყინვარები (პამირზე მყინვარი ფედჩენკო — სიგრძით 70 კმ). მოპირდაპირე ფერდობების ფირნის აუზები ზოგჯერ შეერთდება, ამ შეთხვევაში ორი მყინვარი ერთი საერთო ფირნის აუზით იკვებება.

გარდა ხეობისა, მთის ანუ ალპური ტიპის მყინვარებს შორის არჩევენ კარულ მყინვარებს და დაკიდულ ანუ პირინეული ტიპის მყინვარებს. კარული მყინვარები მოთავსებულაა კარებში, ან ცირკებში, რომელსაც მთებში მყინვარების მიერ გამომუშავებული რელიეფის ჩაღრმავებული ფორმა აქვს. მისი ბრტყელი ძირი უკანა მხრიდან და გვერდებიდან შემოფარგლულია მაღალი, ციცაბო კედლებით. წინა მხარიდან ღიაა, ან აქვს არამაღალი კლდოვანი ზღურბლი. კარული მყინვარები მცირე სიმძლავრისაა და ამიტომ ჩამონადენი (მოძრაობა) არაა დამასასიათებელი. დაკიდული (ანუ პირენეის) მყინვარები მდებარეობს ტაფობებში, მთის ციცაბო ფერდობებზე, მყინვარეული ენები დაკიდულია ხრამებზე და მოძრაობის დროს მოწყდება ძირითად მასას. დაკიდულ მყინვარში მკვეთრად გამოირჩევა კვების არე (მხარე) და მოძრაობის (ჩადენის) არე. კავკასიონის თანამედროვე გამყინვარების ფართობიდან (1967 კმ<sup>2</sup>), ჩრდილოეთ ფერდობზე მოდის 1465 კმ<sup>2</sup>, სამხრეთზე—502 კმ<sup>2</sup>. პოდოზერსკის მონაცემებით კავკასიონზე ხეობის მყინვარია 270, დაკიდული და კარული 1112, ყველაზე დიდ მყინვარია დიხ-სუ (15,28 კმ).

კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე მყინვარების მეტი განვითარება ოროგრაფიული პირობებით აიხსნება. კლიმატური პირობების (დიდი ტენიანობა) გამო თოვლის ხაზი სამხრეთ ფერდობზე, ჩრდილოეთთან შედარებით, დაბლა მდებარეობს. შუალედი ტიპის მყინვარებს მიეკუთვნება მთისწინა და ზეგნების მყინვარები.

მალიასპინის ანუ მთისწინა მყინვარი შედგება ხეობის რამდენიმე მყინვარისაგან, რომელიც ერთდება მთის ძირში და ქმნის ერთ მთლიან ყინულის მასას, თითქმის პორიზონტალური ზედაპირით. სკანდინავიის ტიპი ანუ ზეგანის მყინვარი წარმოიქმნება მთებში მაგიდისებრ ან ბრტყელი ამოზნექილი მწვერვალთ, ყინული განლაგებულია მთლიანი მასით, ამ მყინვარებიდან ხშირად მომდინარეობს ალპური ტიპის მყინვარები.

კონტინენტური — ზეწრული მყინვარები ფარავს ანტარქტიდას, გრენლანდიას, კანადის არქიპელაგის ნაწილს, ისლანდიის მნიშვნელოვან ნაწილს, შპიცბერგენისა და ახალი მიწის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილს, ფრანც-იოსების მიწის, ჩრდილოეთის მიწის მნიშვნელოვან ნაწილებს და სხვა მცირე ზომის არქტიკულ კუნძულებს. ზეწრულ მყინვარებს მთის მყინვარებისაგან ანსხვავებს: 1. ყი-

ნულის დიდი მასა, 2. მყინვარის კვების არესა და ჩამონადენის არეს შორის მკვეთრი სარტყლის არარსებობა, ე. ი. კვებისა და არარსების არეები ერთმანეთს ემთხვევა, 3. მყინვარის პერიფერიებისაკენ სორბობის რადიალური ხასიათი, 4. მყინვარების ფარისებრი — ბრტყელი ამოზნექილი ფორმა. ზეწრულ მყინვარებს შორის გამოყოფა შემდეგ ტიპებს:

1. შპიცბერგენის ტიპი — მყინვარი, მთლიანად ფარავს მთის მასივს, არა აქვს დიდი სიმძლავრე, მყინვარებს შორის ალაგ-ალაგ აღმართება თოვლისაგან თავისუფალი მწვერვალები, მყინვარის ზედაპირის რელიეფი იმეორებს მყინვარის ქვეშ დამარხულ რელიეფს (მყინვარები ფრანც-იოსების მიწაზე).

2. მყინვარული გუმბათები — ყინულის ტიპური გუმბათისებრი მასები, წარმოიქმნება შედარებით ბრტყელ რელიეფზე, ან შპიცბერგენის ტიპის მყინვარის სიმძლავრის გადიდებით. მისი ზედაპირი არ გამოსახავს დამარხული რელიეფის ზედაპირს (ანტარქტიდას კუნძულები, ისლანდია, ფრანც-იოსების მიწის კუნძულები).

3. მყინვარული ფარები — ფარისებრი ფორმის ზეწრული დიდი სიმძლავრის მყინვარები — მყინვარის როგორც ფორმა, ისე მოძრაობა არ არის დამოკიდებული მის ფუძეზე. იგი განიხილვრება ყინულის პლასტიკურობით და მის მასაში წნევის განაწილებით. მყინვარული ფარები შეადგენს მყინვარულ ზეწარს. ამ უკანასკნელის ზედაპირი ცენტრისაკენ თანდათანობით მალლდება.

ანტარქტიდაზე თოვლის ხაზი ოკეანის დონეზე მდებარეობს და, როგორც აღვნიშნეთ, ცალკეულ „ოაზისების“ სახით გვხვდება ყინულით დაუფარავი მიწა. მყინვარები ოკეანესთან მიახლოებისას ეშვება მასში და ქმნის შელფური ყინულის უზარმაზარ მასას, რომელთაც აქვს ციკაბო ფერდობები, ზღვიდან ამოწეულია 30—50 მეტრის სიმაღლით. მას ხშირად მოწყდება ყინულის დიდი მასა აისბერგები ანუ ყინულის მთები. გრენლანდიის პერიფერიულ ნაწილებში მყინვარის საბურველი თანდათანობით მცირდება, გამოჩნდება ცალკეული კლდეები, მწვერვალები, ყინულისაგან თავისუფალი ადგილები, რომელსაც ნ უ ნ ა ტ ა კ ე ბ ს უწოდებენ. მყინვარის ფარები სათავეს აძლევს მთის მყინვარებს, რომელიც ნაპირამდე აღწევს და წარმოქმნის აისბერგებს. ნიუფაუნდლენდთან ყველაზე დიდი აისბერგის სიგრძე 565 კმ-ს შეადგენდა, წყალზედა ნაწილის სიმაღლე—87 მეტრს, ხოლო წყალქვეშა—დაახლოებით 500 მ. აისბერგები ატლანტის ოკეანეში აღწევს ჩრდილოეთ განედის 40°-მდე, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში — სამხრეთ განედის 30°-მდე. მას ხშირად მილიონობით ტონა ნამსხვრევი მასალა

გადააქვს. ანტარქტიდის ნაპირებთან აისბერგის ყინულის დნობა ცვლილებებს იწვევს ოკეანეთა წყლების მარილიანობაში.

მყინვარების რეჟიმი. მყინვარების რეჟიმის ქვეშ იგულისხმება: 1. მყინვარის კვება — ფირნის აუზში ნალექების რაოდენობა. 2. მყინვარების მოძრაობა (ჩამოდენა) და 3. დნობითა და აბლაციით (აორთქლებით) მყინვარების მასის ცვლილებები.

მყინვარების არსებობა შესაძლებელია ფირნის აუზების თოვლითა და ფირნით განუწყვეტლივ შევსებით, სადაც თოვლის დაგროვება ჰარბობს აბლაციას. მყინვარების კვების არეს აქვს ჯამისებრი ფორმა, ხშირად ციცაბო კედლებით, ასეთ ჩაღრმავებებს მყინვარულ ცირკებს ან კარებს უწოდებენ. ტაფობები, სადაც გროვდება თოვლი და წარმოიქმნება ფირნი, განიცდის ყინვით გამოფიტვას, ამ დროს წარმოქმნილი ფხვიერი პროდუქტები ირეცხება ნაკადების მიერ და გამოაქვს მყინვარებს, ამის შედეგად ტაფობის კედლები თანდათანობით ციცაბო ხდება. კარების შემდგომი ზრდა მიმდინარეობს უკანა კედლის დაშლითა და უკან დახევით. ფირნით ავსებულ, განვითარების სტადიაში მყოფ კარებს მოქმედს უწოდებენ. მოქმედი კარები თოვლის ხაზს ზევით გვხვდება. კლიმატის შეცვლით, თოვლის ხაზის ამალღებით კარები (ცირკები) კარგავს აქტივობას და ამოივსება ნაყარი მასალით.

მყინვარულ ცირკი არის ამფითეატრისებრი ტაფობი. მყინვარული ხეობის ზემოთ, ფირნისა და ყინულის დიდი რაოდენობით. მყინვარი იკვებება მყინვარული ცირკის ფირნითა და ყინულით.

ყინულის ნიშანდობლივი თვისებაა მისი პლასტიკურობა და წნევის გავლენით დინების უნარი, ამიტომ მყინვარების მოძრაობა წყლის ნაკადის ანალოგიურია. ძლიერ ნელი სიჩქარით, კალაპოტის ერთნაირი დაქანების პირობებში, მყინვარი წყალთან შედარებით 10 000-ჯერ ნელა მოძრაობს. მყინვარის მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია მის მასაზე და ზედაპირის დაქანებაზე, რომელზედაც მყინვარი მიედინება. მყინვარების მოძრაობის დაკვირვების ყველაზე მარტივი და გავრცელებული მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: მყინვარის ენის გარდამავალი სწორხაზობრივად ჩასუამენ შეღებილ ქვებს ან სარებს, ხოლო მყინვარული ხეობის ნაპირებზე (უძრავ) — რეპერს. დროის გარკვეული შუალედისათვის შესამჩნევია სწორხაზობრივად ვანლაგებული ქვების ან სარების დეფორმაცია. ქვევით ყველაზე წინ წამოიწეეს მყინვარის ენის შუა ნაწილის ქვა ან სარი. განაპირა მხარეები უძრავ რეპერთან შედარებით წინ წაიწეეს, მაგრამ შუა ნაწილს ჩამორჩება. მაშასადამე, მყინვარი განაპირა მხარეებთან შედარებით შუა ნაწილში უფრო ჩქარა მოძრაობს. სიღრმისაკენაც, ფსკერთან მყინვარი ნელა მოძრაობს. ზედაპირთან — ჩქარა. ამგვარად, მყინვარი კი არ მიცო-



ცავს, არამედ პლასტიკურად მიედინება. პლასტიკურობა გამოწვეულია მყინვარის ზედაფენების ქვედაფენებზე წნევით. დიდი სიმძლავრის მყინვარებში უზარმაზარი წნევა წარმოიშვება ისე, რომ მყინვარის ქვედა ნაწილებში ყინული ხდება ბლანტი, დინებადი და მოძრაობს მაღალი წნევის უბნებიდან დაბლისაკენ. ამიტომ, პოლარულ ქვეყნებში ძლიერ ცივი კლიმატის პირობებში მოძრავი ყინულები წარმოიქმნება სწორ ზედაპირზედაც. ზოგჯერ, ყინულის სიმძლავრის გადიდებისას, მყინვარმა შეიძლება გადალახოს დაბრკოლებანი და ზევითაც იმოძრაოს.

ალპების ყველაზე დიდი მყინვარები მოძრაობს დღელამეში 0,1—0,4 მ სიჩქარით, კავკასიონის მყინვარები—0,03—0,1 მ სიჩქარით (მხოლოდ დედოფარაკის მყინვარის მოძრაობის სიჩქარე აღწევს 0,03-დან 0,35 მ-მდე). უფრო სწრაფად მოძრაობს პამირისა და ჰიმალაის დიდი მყინვარები — 2—4 მ დღელამეში, მაქსიმალურ სიჩქარეს აღწევს გრენლანდიის მყინვარები, იგი დღელამეში გაივლის 4-დან—20 მეტრამდე.

კლიმატისა და კვების პირობების შეცვლით, იცვლება მყინვარების მოძრაობის სიჩქარეც. მყინვარები ქვევით მოძრაობის დროს დნობითა და აორთქლებით კარგავს მასის მნიშვნელოვან ნაწილს, დასასრულს მიაღწევს ისეთ დონესა და პირობებს, სადაც ფირნის აუზიდან მოტანილი ყინულის რაოდენობა ტოლი იქნება ყინულის დანაკლისისა. ეს დონე განსაზღვრავს მყინვარის ქვედა საზღვარს. ყინულის შემოსავალ-გასავლის წონასწორობისას მყინვარის ქვედა საზღვარი ხასიათდება სტაციონარული მდგომარეობით და მყინვარის სიდიდე, მეტნაკლებად, მუდმივი რჩება. დნობისა და აორთქლების შეუცვლელად, ფირნის კვების აუზის გადიდების შემთხვევაში, მყინვარი წინ წაიწევს. აწარმოებს შეტევით მოძრაობას, ხოლო კვების აუზის შემცირებისა და დნობის გადიდების შემთხვევაში პირიქით, მყინვარი უკან დაიხევს.

დინების უნარის მიუხედავად მყინვარის ყინული მყარი სხეულია. რომელიც განიცდის ზედაპირულ დაძაბულობას, ამიტომ მყინვარის მოძრაობას თითქმის ყოველთვის თან ახლავს ზედაპირზე ნაპრალების წარმოშობა. არჩევენ განაპირა, განივ და სიგრძივ ნაპრალებს. ნაპრალების სიგანე ხშირად 10—15 მ-ს აღწევს. სიღრმე — ათეულ და ასეულ მეტრს. ნაპრალები მეტწილად წარმოიქმნება მყინვარის შუა ნაწილში, ყინულის უფრო სწრაფი მოძრაობით, ყინულის გაქიმვის შედეგად. განივი ნაპრალები წარმოიქმნება ყინულის კალაპოტის სიგრძივი პროფილის მკვეთრი გადაღუნვის, დაქანების სწრაფი გადიდების შემთხვევაში, ამ დროს ყინული იყოფა ცალკეულ ლოდებად, რომელიც დნობისას იღებს დაკბილული პირამიდების, ობელისკების ფორმებს.

ამ ფორმებს სერაკებს უწოდებენ. სიგრძივი ნაპრალები ჩნდება მყინვარის ვიწრო ხეობიდან გაფართოებულ ნაწილში, მყინვარული ენის ბოლოს მყინვარის მარაოსებურად გაშლის ადგილას.

კვებისა და მოძრაობის გარდა მყინვარების რეჟიმს განსაზღვრავს დნობითა და აორთქლებით (აბლაციით) გამოწვეული მყინვარის მასის ცვლილებები. მყინვარში ყინულის ხარჯი ხორციელდება ძირითადად დნობით და ნაკლებად აორთქლებით. მყინვარის დნობა ძირითადად ზედაპირიდან წარმოებს, რადგანაც ფსკერზე წნევა ძლიერ დაბლა წევს მის დნობის წერტილს, დნობა მიმდინარეობს მყინვარის ფსკერიდანაც. ყინულის დნობის შემდეგ წყალი მოძრაობს მყინვარის ზედაპირზე, ჩადის ნაპრალებში და მოძრაობს სიღრმეში. სშირად მყინვარის ქვეშა ან მყინვარში ნაკადები დიდი წნევის ქვეშ იმყოფება და ზოგჯერ ნაპრალიდან შადრევნის სახით ამოდის. ეს წყლები ქმნის იზოლირებულ აუზებს — რეზერვუარებს.

მყინვარების გეოლოგიური მოქმედება. მყინვარების გეოლოგიური მოქმედება, ნებისმიერი ეკზოგენური ფაქტორის მსგავსად, გამოიხატება ქანების დაშლასა, დაშლილი მასალის გადატანასა, დალექვასა და მყინვარული რელიეფის დამახასიათებელი ფორმების წარმოქმნაში. მაშასადამე, აქაც გამოიყოფა მყინვარული ეროზია ანუ ეკზარაცია (გამოზვნა) და აკუმულაცია.

მყინვარული ეკზარაცია მყინვარებით ქანების დაშლა და დაშლილი პროდუქტების მყინვარის ნაპირებზე ან ბოლომდე გამოტანა, კალაპოტის მოსწორება და ფორმის შეცვლა იწყება ჯერ კიდევ ფირნის აუზში, აუზიდან მომდინარე ფირნი და ყინული მოქმედებენ ფსკერზე, აღრმავებენ და ასწორებენ მას და თანდათანობით წარმოქმნიან მყინვარულ ცირკს ანუ კარს. მყინვარული ცირკი—ამფითეატრის ფორმის ტაფობი — მყინვარის მიერ ძლიერ გაფართოებული და გარდაქმნილია. მას სამი მხრიდან აკრავს თითქმის ციცაბო კლდეები, ხოლო მეოთხე დია მხრიდან მოძრაობს მყინვარი. ხეობის მყინვარული ენები მოქმედებს ასევე მის მიერ დაკავებულ ეროზიულ ხეობებზე, გარდაქმნის მას ტროგებად ანუ მყინვარულ ხეობებად, რომელთაც განივ კვეთში აქვს ვარცლისებრი ფორმა, თითქმის ციცაბო ფერდობებითა და ჩაზნექილი ფსკერით.

ფირნის ველიდან გამოსული მთის მყინვარები დაბლობისაკენ ეშვება ადრე წყლის ნაკადების მიერ შექმნილი ხეობებით და იწვევს ამ ხეობათა გარდაქმნას. პირველად ამ ხეობებს V-სებრი ფორმა აქვს. მოძრავე მყინვარის მოქმედებით ხეობა თანდათანობით ფართოვდება და

დრმავედება ისე, რომ საბოლოოდ ხეობა ვარცლისებრ სახეს ღებულაობს. ასეთი განივი პროფილის ხეობები მხოლოდ მყინვარების გავრცელების მზარეებისათვის არის დამახასიათებელი. ასევე დამახასიათებელი თავისებურებით გამოირჩევა ტროგული ხეობების სივრძივი პროფილიც. მისთვის ნიშანდობლივია ფსკერის უსწორმასწორობა, ხეობის ფსკერზე მკვირივი ქანების საფეხურების (შვერილების) — რიგელების არსებობით.

მყინვარების ნგრევიითი მუშაობა ძლიერდება მოძრაობის დროს მყინვარის მიერ გადატანილი ქანების ნატეხებით. ასეთი ნატეხებით მდიდარი მყინვარი ხეჩავს და აპრიალებს, კაწრავს ზედაპირს. კვარცის მარცვლები, როჰკი, ქანების ზედაპირზე ტოვებს შტრისებს, კვლებს. ნაკაწრს. შტრისები, კვლები ურთიერთპარალელურადაა განლაგებული და მიგვითითებს მყინვარის მოძრაობის მიმართულებაზე. მყინვარები მოძრაობის დროს ძირითად ქანებს, ამ ქანებით აგებულ მკირე ზომის ამალღებებს, ასწორებს, ამრგვალებს, აპრიალებს და წარმოქმნის მყინვარული რელიეფის სკულპტურულ ფორმებს. მას მიეკუთვნება წაგრძელებული ფორმის მაღლობები — „ვერძის შუბლები“.

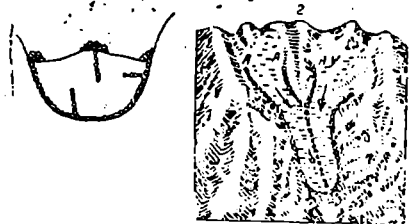
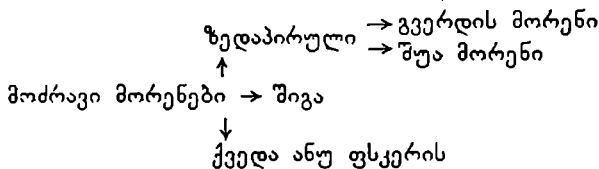


სურ. 19. „ვერძის შუბლი“ მღ. ბზიფის სათაქევათაჲ.

„ვერძის შუბლები“ გვხვდება მეოთხეული გამყინვარების მზარეებში, სადაც ზედაპირზე შიშვლდება მკვირივი ქანები — გრანიტები, კრისტალური ფიქლები. ასეთი ფორმების ერთიანობა გვაძლევს მოსწორებული ასიმეტრიული შვერილებისა და ჩაღრმავებების მწკრივს ე. წ. ხუჭუჭა კლდეებს. მყინვარების მიერ გადატანილი დიდი ზომის ნატეხებიც იფარება შტრისებითა და ნაკაწრებით. ასეთ მომრგვალებულ ნატეხებს კაჰრებს უწოდებენ.

მყინვარების აკუმულაციური მოქმედება. მყინვარებს მოძრაობის დროს დიდძალი ნაშალი მასალა გადააქვს, ეს მასალა წარმოიქმნება მყინვარის მიერ ფსკერის გამოხვნით. ეკზარაციით, ფერდობებიდან გამოფიტვის პროდუქტების ჩამოქცევით, ქარის მიერ მყინვარის ზედაპირზე წვრილი მასალის მოფანტვით და მოძრავი მყინვარების მიერ მექანიკური ნგრევით. მყინვარის მიერ გადატანილ და დალექილ ფხვიერ მასალას მორენას უწოდებენ. მორენა შედგება სხვადასხვა სიდიდის ნატეხებისაგან: მსხვილი ლოდების, მყინვარული კაჭრების, როკების, ქვიშისა და თიხიანი ნაწილაკებისაგან. მორენების ნაწილი მყინვართან ერთად მოძრაობს, ნაწილი ყინულის დნობის გამო ილექება. ამის შესაბამისად არჩევენ მოძრავ და დალექილ მორენებს.

მოძრავი მორენები. მყინვარში მორენის მდებარეობის მიხედვით მოძრავი მორენის რამდენიმე სახესხვაობას არჩევენ:



სურ. 20. მორენების განლაგების სქემა მყინვარის კრილზე (1) და გეგმაში (2).

ზედაპირული გვერდის მორენები განვითარებულია მყინვარული ენების გვერდით, სიგრძეში გაჭიმული სერების ან მწკრივების სახით, იგი ფერდობებიდან ჩამოცვნილი მასალისაგან შედგება, აქ მასალა შეიძლება დაილექოს აგრეთვე გვერდითა ხეობებიდან წყლის ნაკადების საშუალებით მასალის მოტანით და მთის ფერდობების ჩამოწოლით. შუა

მორენები მყინვარული ენების შუაშია განლაგებული, სიგრძეზე გაჭიმული, წარმოიქმნება ორი მყინვარის შერწყმისას გვერდითა მორენების შეერთებით. რამდენიმე მყინვარის შეერთებით ზოგიერთ მყინვარში გვხვდება შუა მორენების რამდენიმე ზოლი (მყინვარები ფედჩენკო და ინილჩეკი—შუა აზიაში). შუა მორენი წარმოიქმნება აგრეთვე მყინვარის გაძლიერებული დნობის დროს, ამ შემთხვევაში მყინვარის დადაბლებულ ზედაპირზე ნაყარი წარმოქმნის ნალექების მნიშვნელოვან გროვას.

შიგა მორენები გროვდება როგორც ფირნის აუზში, ისე მყინვარის ენაში. ფირნის აუზში მოხვედრილი ყველა მასალა თანდათანობით იფარება თოვლით, მთელი ეს ფხვიერი მასალა შემდგომ გადაადგილდება და მოხვედება მყინვარის მოძრაობის არეში. მყინვარის ენის ფარგლებში შინაგანი მორენების წარმოქმნა დაკავშირებულია ნაპრალებთან.

ქვედა ანუ ფსკერის მორენის გადაადგილება მიმდინარეობს ფსკერზე ან მყინვარის ქვედა ნაწილში. აქ ფხვიერი მასალა წარმოიქმნება მყინვარეულამდელი და მყინვარს ქვედა გამოფიტვით, მოძრავი ყინულის მიერ ფსკერის დაშლით. ფირნის აუზიდან მყინვარს გადააქვს დაუხარისხებელი მექანიკური მასალა: თიხა, ქვიშა, კენჭი, კაჭარი და ლოდებიც კი.

დალექილი მორენები. მყინვარის სხეულში მოქცეული ნამსხვრევი მასალა მყინვარის მოძრაობის დროს ხელსაყრელ პირობებში იწყებს დალექვას, მაგრამ მყინვარეული აკუმულაცია განსაკუთრებით ინტენსიურია ყინულის დნობის პერიოდში. ყინულის სრული გაქრობისას ფსკერზე რჩება ყველა ზემოთ ანიშნული მორენული მასალა. მყინვარის მიერ დალექილ სხვადასხვა ზომის ნამსხვრევ მასალას დალექილ მორენს უწოდებენ. არჩევენ დალექილი მორენის ორ სახეს: ბოლო მორენსა და ფუძის მორენს.

ბოლო მორენი წარმოიშობა მყინვარის მიერ მოტანილი მასალის ხარჯზე სტაციონარული მდებარეობის დროს. ამ შემთხვევაში მყინვარის ბოლოს ვითარდება სხვადასხვა ნამსხვრევი მასალისაგან შემდგარი რკალისებრი მწკრივები, სერები, ბოლო მორების შექმნაში მოძრავი მორენის ყველა სახესხვაობა მონაწილეობს. ბოლო მორენების რამოდენიმე მწკრივის არსებობა მიუთითებს მყინვარის უკანდახევის წყვეტილობაზე, ე. ი. არაერთხელ უკან დახევაზე. მყინვარის უწყვეტლევ უკან დახევის შემთხვევაში ბოლო მორენის ნაცვლად ნამსხვრევი მასალა ყინულის მიერ განთავისუფლებულ მთელ ფართობზე გროვდება.

ფუძის მორენი წარმოიქმნება ფსკერის და შიგა მორენებიდან. ფუძის მორენის დაგროვება შესაძლებელია მყინვარის უკან დახევისა და დნობის შემთხვევაში. დნობის შედეგად, ყინულის სიმძლავრის შემცირებით, ზედაპირული და შიგა მორენები ჰიფსომეტრიულად თანდათანობით დაბალ მდებარეობას იღებს და ბოლოს შეუერთდება ფსკერის მორენს. ფუძის მორენი ფარავს მყინვარეული ხეობის ფსკერს, ან დიდ ფართობს ვაკეზე, თუ იგი კონტინენტური მყინვარის უკანდახევითაა წარმოქმნილი. ფუძის მორენის გავრცელების მხარეში არჩევენ ვაკე-მორენულ და ბორცვიან-მორენულ რელი-

ეფს. ეს უკანასკნელი წარმოიშობა მყინვარების დიდი ზომის ნაპრალებში ნამსხვრევი მასალის კონცენტრაციით.

დალიქილი მორენები შედგება სხვადასხვაგვარი ნამსხვრევი — ნაყარი მასალისაგან. აქ გვხვდება: თიხები, თიხამიწები, ქვიშიანი თიხები, ხვინჯა, კენჭები — კაქრები. ამ უკანასკნელის ზომა რამოდენიმე სანტიმეტრიდან 2—3 მეტრზე მეტია. დალიქილი მორენების აგებულების თავისებურებაა შედგენილობის არაერთგვარობა, მასალის დაუხარისხებლობა და არაშრეებრიობა.

დ რ უ მ ლ ი ნ ე ბ ი. მყინვარული აკუმულაციით შექმნილ უწყესოდ, ქაოტურად, აგებულ ბორცვებს გარდა გიხვდება წესიერი ფორმის წაგრძელებულ-ოვალური მოხაზულობის ბორცვები — დ რ უ მ ლ ი ნ ე ბ ი, რომელიც მყინვარული რელიეფის სკოლბტურულ ფორმებს მიეკუთვნება. დრუმლინი სიგრძით 2,5 კმ-მდე აღწევს, განი 100—150 მეტრია, სიმაღლე—5—25 მ. აგებულია მორენული მასალით — კაქრებიანი თიხით. დრუმლინის გრძელი ლერძი მყინვარის მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევა, დრუმლინები ჯგუფებად გვხვდება. ფარავს მნიშვნელოვან ფართობებს და წარმოქმნის ე. წ. დრუმლინების ველს. დრუმლინები წარმოიშობა კაქროვანი მასალით მდიდარი მყინვარის ცალკეული უბნების რაიმე დაბრკოლების (დედაქანის შვირილის), ან ფსკერის მორენიდან ნაყარი მასალის გროვის წინ შეჩერებისას, ამ შემთხვევაში ზევით გადასული ყინული ასწორებს უბანს და აძლეეს მას დრუმლინის ფორმას. შესაძლებელია დრუმლინი წარმოიშვას მყინვარის ეკზარაციული მოქმედებით ადრე დალიქილი მორენის მხარეში. დრუმლინები მეტწილად გვხვდება დიდი სიმძლავრის კონტინენტური მყინვარების გაერცელების მხარეებში.

ფ ლ უ ე ი ო გ ლ ა ც ი უ რ ი (წყალმყინვარული) ნაკადები და მათი ნალექები. მყინვარების დნობა წარმოებს ინსოლაციით, თბილი და ტენიანი ჰაერის ზემოქმედებით, კლდეების მიერ გამოსხივებული სითბოთი, წვიმით, ტროგების ფერდობებიდან ჩამომდინარე ნაკადულებით და სხვ. ამ დროს წარმოქმნილი წყლის ნაკადები ამოედინება მყინვარის ზედაპირზე, იჭრება ნაპრალებითა და ფორებით მყინვარის მასაში, ფსკერზე მიუწევს შემდეგ ქმნის მყინვარქვეშა ნაკადების ქსელს და მიისწრაფვის ქვევით. ნაკადები ზედაპირზე გამოდის გამოქვაბულიდან მყინვარის ენის ბოლოს ე. წ. მყინვარის კიშკრიდან. წყლის ნაკადები ტროგების ფსკერზე ხშირად ქმნის ცილინდრულ ჩაღრმავებებს, რომელსაც მყინვარულ ქვაბურებსა და წისქვილებს უწოდებენ. ყველა ამ მყინვარქვეშა, მყინვარზედა და მყინვარშიგა ნაკადებს გადააქვს მორენული მასალა და

ლექავს მას. წყლიან-მყინვარული ნაკადების აკუმულაციური მოქმედებით წარმოქმნილ ნალექებს ფლუვიოგლაციურს უწოდებენ. მათ შორის გამოიყოფა ზანდრები, ოზები და კამები.

**ზ ა ნ დ რ ე ბ ი** ეწოდება ბოლო მორენის ქვევით ტალღებრივ ვაკეებს. იგი აგებულია შრეებრივი რიყნარით, ხეინჯითა და ქვიშებით. ზანდრული ვაკეები ჩნდება დამრეცი, ბრტყელი დიდი რადიუსის გამოტანის კონუსების შეერთებით. ფლუვიოგლაციური ნაკადებით მასალის გამოტანის პროცესში უხეში ნალექები — რიყნარი, ხეინჯი ილექება ბოლო მორენთან ახლოს, უფრო შორს ილექება წვრილმარცვლოვანი მასალა ქვიშები და თიხიანი ნაწილაკები, ამიტომ ზანდრული ვაკეები მეტწილად ქვიშებითაა აგებული. ასეთი ვაკეების ზედაპირი მცირე დაქანებით (3—4°) ხასიათდება. ზანდრული ვაკეები ცნობილია გრენლანდიაში, ალიასკასა და ისლანდიაში, საბჭოთა კავშირში — პოლესიესა, დნეპრსა და ოკის აუზებში, აგრეთვე დასავლეთ ციმბირის დაბლობზე.

**ო ზ ე ბ ი** მყინვარების მოძრაობის მიმართულებით გაჭიმულ მწკრივებს ან სერებს წარმოადგენს. სიგრძით ჩამდენიმე მეტრიდან ათეულ კილომეტრამდე აღწევს. ხოლო სიგანე ფუქისთან 40—100 მ-ია, თხემთან — 4—5 მ, სიმაღლე — 25—30 მ, ზოგჯერ 90 მ-მდე აღწევს. სიგრძეზე ოზების გაფართოებული ნაწილები იცვლება უფრო შევიწროებული უბნებით. ასევე თხემის ღერძიც ტალღისებრივია. გვხვდება როგორც სწორხაზებრივი მიმართულების, ისე მიხვეულ-მოხვეული ოზები. ცნობილია განტოტებული ოზებიც. ოზები აგებულია შრეებრივი ქვიშებით, ხეინჯითა და რიყის ქვებით; ზოგჯერ ურევია კაქრები და თიხები.

**ო ზ ე ბ ი** ს წარმოშობის შესახებ არსებული ჰიპოთეზებიდან საყურადღებოა ორი: 1. დელტური და 2. კალაპოტური. პირველი ჰიპოთეზის თანახმად, ოზები წარმოიშობა ყინულქვეშა გვირაბიდან გამოსული წყლის ნაკადის მოქმედებით. მყინვარიდან გამოსვლისას, წყლის ნაკადის სიჩქარე და ცოკხალი ძალა მოიკლებს. ამიტომ ნაკადის მიერ გამოტანილი მასალა მყინვართან ახლოს ვიწრო დელტის სახით გროვდება, მყინვარის უკან დახვევის შემთხვევაში შეიქმნება ახალი დელტები. მათი შეერთებით წარმოიქმნება ერთიანი ან წყვეტილი ოზი.

კალაპოტური ჰიპოთეზით ოზების წარმოქმნა დაკავშირებულია მყინვარზედა და მყინვარშიგა არხებით ნაკადების მოძრაობასთან. ამ შემთხვევაში ნაკადები გადარეცხილ, მორენულ მასალას ტოვებს ყინულოვან კალაპოტში ისე, როგორც ალუვიონი — მდინარის კალაპოტში. ყინულის დნობის შემდეგ ნაკადების ნალექი გროვდება ფსკერის მორენზე და წარმოქმნის კლაქნო მწკრივებს.

ძველი კონტინენტური გამყინვარების მხარეებში (შვეცია, ფინეთი, კარელია) ოზები წარმოადგენს ლანდშაფტის ერთ-ერთ დამახასიათებელ ფორმას.

კამები ქოთურად განლაგებული ბორცვებია, მათი სიმაღლე 10—12 მ-ს აღწევს და აგებულია შრეებრივი, კარგად დახარისხებული ქვიშისაგან, აგრეთვე რიყნარის, კაჭრებისა და თიხისაგან. ასეთი შედგენილობა, განსაკუთრებით თხების მონაწილეობა, მიუთითებს კამების არა მოძრავი ნაკადის საშუალებით, არამედ მათი წყლით აუზებში დალექვაზე. კამები წარმოიქმნება კონტინენტური მყინვარებით, ნაპირებთან მათი უკანდახვევის დროს. ყინულის ზედაპირზე დნობის შედეგად წარმოიშობა მრავალრიცხოვანი ჩაღრმავება, რომელიც ბოლოს ტბად გადაიქცევა. მასში წყლის ნაკადები ლექავს ნამსხვრევ-ნაყარ მასალას. ყინულის მასივის დნობით ეს მასალა თანდათანობით დაბლა იწევს, უერთდება ფუძის მორენს და წარმოქმნის ბორცვების ჯგუფს. ზოგიერთი კამი წარმოადგენს შიგა მყინვარეული ნაკადის გამოტანის კონუსს. კამები გავრცელებულია შვეციაში, ფინეთში, კარელიაში, ლენინგრადის ოლქში და სხვ.

ბოლო მორენები, ოზები, კამები, მორენების მიერ შექმნილი რელიეფის ვაკე და ბორცვიანი ელემენტები ქმნის მყინვარეული რელიეფის აკუმულაციურ ფორმებს.

ს ე ზ ო ნ უ რ ი შ რ ე ე ბ რ ი ო ბ ა. ზ ო ლ უ რ ი თ ი ხ ე ბ ი ი. არქტიკული კლიმატის პირობებში თბილ და ცივ სეზონებს შორის განსხვავება გაელენას ახდენს ნალექების წარმოშობის პროცესზე. ზამთრობით ტბები იფარება ყინულით, ზაფხულში აქ დაგროვილი წვრილი ატრეტივებული მასალა ყინულის ქვეშ ილექება და წარმოქმნის წვრილ თიხიან მუქ ფენას, ხოლო ზაფხულობით ამ აუზების ფსკერზე წყლის ნაკადებით შემოტანილი უფრო უხეში მასალა ილექება. ზაფხულისა და ზამთრის ფენები თანდათანობით ცვლის ერთმანეთს და წარმოქმნის წლიურ ზოლებს. ზაფხულის თითოეული ფენა მკვეთრად განირჩევა ზამთრის შრისაგან. ზოლების გამოთვლით შეიძლება განვსაზღვროთ თიხის მთელი წყების წარმოქმნის დრო. დადგინილ იქნა, რომ ლენინგრადის ოლქში, ფინეთსა და დანიაში ზოლური თიხების დალექვის დაწყებიდან გასულა 16500 წელი, ხოლო მყინვარის ბოლო გადიოდა შვეციის სამხრეთ დაბლობებზე ჩვენს ერამდე 13000 წლის წინათ. შეედმა მეცნიერმა დე გეერმა ზოლური თიხება გამოიყენა მათი წარმოქმნის აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრისათვის. დე გეერის გამოანგარიშებით ბალტიის ზღვის ადგილას იოლდიანი ზღვა არსებობდა ჩვენს ერამდე დაახლოებით 8 ათასი წლის წინათ. ხოლო ანცილუსიანი ტბა — ჩვენს ერამდე 6—7 ათასი წლის წინათ.



მყინვარული მხარეებისათვის დამახასიათებელია რელიეფის განსაკუთრებული ფორმები და მყინვარული და ფლუვიოგლაციურია ნალექების თავისებური კომპლექსი. ამ გეომორფოლოგიური და გეოლოგიური დოკუმენტებით შეიძლება ვიმსჯელოთ ძველ გამყინვარებაზე, განსაკუთრებით უკანასკნელ ანთროპოგენულ პერიოდში.

ამჟამად სადაო არაა ის ფაქტი, რომ ანთროპოგენში (მეოთხეული პერიოდი) მძლავრი ყინულის ფენები ფარავდა სსრ კავშირის, დასავლეთ ევროპის და ამერიკის უზარმაზარ ტერიტორიებს. ამიტომ მეოთხეულს ანუ ანთროპოგენს ხშირად გამყინვარების პერიოდს უწოდებენ.

ბენკმა და ბრიუკნერმა ალპებში გამოყვეს ოთხი გამყინვარება და სამი გამყინვარებათაშორისო დრო. ყველაზე ძველი — გუნცური გამყინვარება მიეკუთვნება ნეოგენის დასასრულს, შემდეგაა მინდელური, რისული და ბოლოს ვიურმული გამყინვარება. ხოლო გამყინვარებათა შუალედი დროები გამოიყოფა გიუნც-მინდელ, მინდელ-რისული და რისულ-ვიურმულის სახელწოდებით. გ. მირჩინკი ოთხ გამყინვარებას შესაძლებლად თვლის მხოლოდ კავკასიისათვის. რუსეთის ვაკეზე ის სამ გამყინვარებას (მინდელური, რისული, ვიურმული) გამოყოფს. საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში ი. გერასიმოვი და ა. მარკოვი ლიხენის, დნეპრის და ვალდაის სამ გამყინვარებას გამოყოფენ. უკანასკნელ წლებში მთელი რიგი მკვლევარები რუსეთის ვაკისათვის გამოყოფენ ხუთ (კ. მარკოვი), ექვს (ა. მოსკვიტინი) და შვიდ (ს. იაკოვლევი) გამყინვარებას.

ამერიკელი მეცნიერის რ. ფლინტის მონაცემებით ძველი გამყინვარების დროს ყინული ფარავდა დედამიწის ზედაპირის 45,24 მლნ. კმ<sup>2</sup> ფართობს ანუ ხმელეთის 30%, ე. ი. სამჯერ მეტ ფართობს, ვიდრე ამჟამად. ჰავის გაცივება შესამჩნევია ნეოგენიდან. კლიმატის თანდათანობით გაუარესებამ ჩრდილოეთი განედებისა და მაღალი მთების მყინვარებით დაფარვა გამოიწვია. ევროპაში გამყინვარების მთავარი ცენტრი იყო სკანდინავია, აგრეთვე ახალი მიწა და ჩრდილოეთ ურალი. საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში ყველაზე მძლავრი იყო დნეპრის გამყინვარება. ამ გამყინვარების დროს ჩრდილოეთ ევროპა ჩრდილოეთ განედის 50°-მდე დაფარული იყო ყინულით, ინგლისში ის აღწევდა ლონდონამდე, გერმანიაში — ჰარცამდე, ფარავდა თითქმის მთელ პოლონეთს. სსრ კავშირის ევროპულ ნაწილში მყინვარები ეშვებოდა დნეპრისა და დონის ხეობებით. ჩრდილოეთით სკანდინავიის, ახალი მიწისა და ჩრდილოეთ ურალის მყინვარები ერთმანეთს უერთდებოდა. ამ პერიოდში დიდდება მყინვარებით დაფარული ფართობები მთებში, ალპებში მყინვარებით დაიფარა წინამთები, მნიშვნელოვნად გადიდდა ხეობის მყინვარები კავკასიონზე.

ვალდაის გამყინვარება მოიცავდა სკანდინავიას. ფინეთს, ჩრდილოეთ გერმანიას, რუსეთის ვაკის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილს. გამყინვარების საზღვარი მდებარეობდა დაახლოებით მინსკი-ვიტებსკ-ვოლოკლის რაიონებში. აართოპოგენის დასკრალივობა დაახლოებით ერთი მილიონი წელი. ალპებში გამყინვარება გრძელდებოდა 600,000 წელი. სარ კავშირის ევოლ-ულ ნაწილში 240 000 წელი. აქ ჩრდილოეთ რაიონებში კონტინენტური მყინვარები არსებობდა 15—20 ათასი წლის წინათ. ზოლური თიანების ასაკის შესწავლით დადგენილია, რომ ლენინგრადის მიდამოებში მყინვარებს უკან დაუხევია 12—16 ათასი წლის წინათ.

ძველი კონტინენტური გამყინვარება ცნობილია ჩრდილოეთ ამერიკაშიც, სადაც ანთროპოგენში მყინვარებს ეკავა დაახლოებით 11 მლნ. კმ<sup>2</sup>, გამყინვარების ცენტრები მდებარეობდა კორდილიერებში, პურონის უბის დასავლეთით და ლაბრადორზე.

ამჟამად დადგენილია, რომ მყინვარები დამახასიათებელია არა მარტო ანთროპოგენისათვის, არამედ იგი ცნობილია უფრო ადრეც, სასელდობრ, ჯეო კიდევ პროტეროზოურის ბოლოსათვის. ამდროინდელი მორენული მასალა (ტელიტი) გვხვდება სამხ. აფრიკაში, ჩრდ. ამერიკაში (კურონი), სკანდინავიაში, ავსტრალიაში, ციმბარში და სხვ. მყინვარული ნალექები გვხვდება დეკონურ, კარბონულ და პერმულ ნალექებში (აფრიკა, ინდოეთი, ავსტრალია და სხვ.). ქვანახშირისა და პერმულ პერიოდებში მყინვარები გავრცელებული იყო თანამედროვე ეკვატორული ზონის ფარგლებში.

კავკასიაში ყველაზე კარგად ვიურმის გამყინვარების მორენები და რელიეფის მყინვარული ფორმებია დაცული. იმდროინდელი ნალექები და რელიეფის ფორმები ცნობილია კავკასიონის ყველა დიდი მდინარის ხეობაში და საქართველოს სამხრეთ მთიანეთზე.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ვიურმული მყინვარების მაქსიმალური წინსვლის ნიშნები გვხვდება დასავლეთ ნაწილში ზღვის დონიდან 620 — 720 მ სიმაღლეზე, ცენტრულ ნაწილში 900 — 1100-დან 1500 მ სიმაღლეზე და აღმოსავლეთ ნაწილში 1800 — 2200 მ სიმაღლეზე. მინდელური და რისული გამყინვარების მორენების ნაშთები გვაქვს ძველი ტროგული ხეობების გვერდებზე და რიონის, ენგურისა და კოდორის სათავეთა წყალგამყოფებზე; პერიგლაციური ნალექები ცნობილია ყელის ვულკანურ პლატოზე (სამხრეთ ოსეთში).

ამჟამად მყინვარული პროცესები განვითარებულია კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში — მდ. ჩხალთის სათავიდან მამისონის გადასასვლელამდე უწყვეტად; ხოლო შემდეგ ცალკეული უბნების სახით კავკასიონის ქედის გვერდით ქედებზე. მყინვარების ბოლოებზე გვხვდება მძლავრი აკუმულაციური ფორმები — მორენები.

ამჟამად როგორც კონტინენტური, ისე მთის მყინვარები უკანდასხვის სტადიაში იმყოფება, რაც კლიმატის საერთო გათბობით უნდა აიხსნას. ეს შესამჩნევია შუა აზიაში. აქ მყინვარების გაძლიერებული დნობის გამო ამუღარიამ მიიღო დამატებითი კვება და ამაღლდა არალის ტბის დონე. 1849 წელს გეოლოგი პ. აბიხი ავიდა კავკასიონის მყინვარ დიდ აზაუზე, 24 წლის შემდეგ პ. აბიხი ისევ ავიდა ამ მყინვარზე. მყინვარმა ამ პერიოდში დაიხია 172 მეტრით. 1887 წლიდან 1938 წლამდე ამ მყინვარმა უკან დაიხია 525 მეტრით.

### გაუჩინვარების მიზეზები

გამყინვარების ეპოქები პერიოდულია და დამოკიდებულია დედამიწაზე კლიმატური პირობების შეცვლასთან. ცნობილია კლიმატის ცვლილების კოსმიური და ტელურული მიზეზები. მთავარი ასტრონომიული მიზეზებია:

1. დედამიწის ორბიტის ექსცენტრისიტეტის ცვლილებები 0,0033-დან 0,078-მდე დაახლოებით 200 000 წლის განმავლობაში და ექსცენტრისიტეტის შემდგომი ცვლილება 0,0780-დან 0,0033-მდე დროის ასეთივე ერთეულში. ამის შედეგად წლიდან წლამდე ყოველი 200 000 წლის განმავლობაში დედამიწა მზიდან ღებულობს არაერთგვაროვან სითბოს. ამ მიზეზით დედამიწაზე პერიოდულად გვაქვს წლიური საშუალო ტემპერატურის ამაღლებიან და დაბლებების ეპოქები.

2. დაახლოებით ყოველ 40 000 წელიწადში მიმდინარეობს დედამიწის ღერძის დახრილობის კუთხის ცვლილება ეკლიპტიკის სიბრტყისადმი  $63\frac{1}{2}$ -დან  $68\frac{1}{2}$ -მდე. ამ კუთხის სიდიდზეა დამოკიდებული პოლარული წრეების და ტროპიკების მდებარეობა. დახრის კუთხის ცვლილება იწვევს ცივი, ზომიერი და ცხელი კლიმატის საზღვრების გადანაცვლებას, პოლარულ წრეებსა და ტროპიკებში კლიმატური სარტყლების პერიოდული გადანაცვლება იწვევს ერთ შემთხვევაში საშუალო წლიური ტემპერატურის დაწევას, მეორე შემთხვევაში — ამაღლებას.

3. ამასთან ერთად მხედველობაში იღებენ მზის რადიაციის დაძაბულობის ცვლილებას, იგი ეყება მზის ლაქების მაქსიმუმის პერიოდში. როშელიც, ყოველ 11 წელს მეორდება. მაგრამ ეს პერიოდი ძლიერ მცირეა კლიმატის საუკუნეობრივი რყევის ახსნისათვის. ლაქების მინიმუმსა და მაქსიმუმს არ ახლავს დედამიწაზე ტემპერატურის მნიშვნელოვნად აწევა და დაწევა.

4. დიუბუა (1893) ანთროპოგენის გამყინვარებას და მის პერიოდულობას ხსნის მზის ევოლუციით. ეოცენამდე კლიმატი მთელს დე-

დამიწაზე ერთგვაროვანი იყო, მზე ამ მომენტამდე თეთრი ვარსკვლავი იყო, ეოცენსა და პლიოცენს შორის გადავიდა ყვითელი ვარსკვლავის სტადიაში, შემდეგ ცვლადი ვარსკვლავის სტადიაში (ყვითელის და წითელის მონაცვლეობა). ყვითელი ვარსკვლავის მდგომარეობა შეესაბამება მყინვართშორის ეპოქებს, წითელი-მყინვარეულს. მაგრამ ვარსკვლავების ევოლუცია უფრო რთულად და ნელა მიმდინარეობს; კლიმატი არაერთხელ შეცვლილა ეოცენამდე.

გამოანგარიშებულია, რომ დედამიწაზე ატმოსფერო რომ არ იყოს, მის ზედაპირზე ტემპერატურა იქნებოდა მინუს 3°, სინამდვილეში ის 15°-ია, ე. ი. ატმოსფერო ამალღებს ტემპერატურას. შვედი ფიზიკოსის სევანტე არენიუსის აზრით ატმოსფეროში CO<sub>2</sub>-ის რაოდენობის ცვლილება იწვევს ტემპერატურის ცვლილებას. არენიუსის აზრით CO<sub>2</sub>-ის რაოდენობის გადიდება ატმოსფეროში აღიღებს ატმოსფეროს მიერ მზის სხივების შთანქმის უნარს და ამცირებს საკუთრივ დედამიწის მიერ სითბოს გამოსხივებას. ერთიც და მეორეც ხელს უწყობს დედამიწაზე ტემპერატურის ამალღებას. ატმოსფეროში ამჟამად CO<sub>2</sub>-ის რაოდენობა დაახლოებით 0,03 %-ია, ეს რაოდენობა 2-ჯერ რომ შემცირდეს, ტემპერატურა 4—5°-ით დაეცემა და ჩრდილოეთი ევროპა ისევ ყინულით დაიფარება. ატმოსფეროში CO<sub>2</sub>-ის გადიდების ერთ-ერთ წყაროს წარმოადგენს ვულკანური მოქმედება. მაშასადამე, ვულკანური აქტივობის პერიოდში CO<sub>2</sub>-ის რაოდენობა მაქსიმალურია და გვაქვს თბილი კლიმატი. ვულკანური მოქმედების შეწყობა იწვევს CO<sub>2</sub>-ის შემცირებას და ტემპერატურის დაცემას. მაგრამ ინტენსიური ვულკანიზმი არ არის კავშირში ძველ გამყინვარებასთან. ჰემფრის (1929) მონაცემებით გაძლიერებული ვულკანური მოქმედება იწვევს არა ამალღებას, არამედ ტემპერატურის დაბლებას და დედამიწის გაცივებას.

შეტად საინტერესოა კლიმატზე მთათწარმომშობი მოძრაობის გავლენის საკითხების შესწავლა. ალპურმა დანაოქებამ ნეოგენის ბოლოსათვის აღმართა მთათა დიდი სისტემა: ალპები, კარპატები, კავკასიონი, ჰამირი, ჰიმალაი, კორდილიერები, ანდები და სხვ. ამ დროისათვის ძველთადად შეიცვალა ზმელეთისა და ზღვების მოხაზულობა. მოხდა ტენიანი ქარების ცირკულაციის გადანაწილება, ცვლილებები მოხდა ოკეანურ დინებებშიც, ამ ცვლილებებმა, შესაძლებელია, სათანადო გავლენა მოახდინა კლიმატზე, გამოიწვია ჰავის გაცივება. დევონურში — კალედონური დანაოქებისა და კარბონ — პერმში ჰერცინული დანაოქების შემდეგ გამყინვარება არ უნდა იყოს შემთხვევითი და ის გამყინვარების, დანაოქების შემდგომი ეპოქების კლიმატურ-ცვლილებებთან კავშირზე მიგვიითივებს.

ლითოსფეროს ხანგრძლივი ყინვის ზონის გეოლოგიური პროცესები. გაყინული ანუ დამზრალი ეწოდება ისეთ ქანებს, რომელთა დამახასიათებელ ნიშან-თვისებად ითვლება ანუ უარყოფითი ტემპერატურა და ქანის ნაპრალებსა და ფორმებში ყინულის არსებობა. ქანებს უარყოფითი ტემპერატურით, მაგრამ ყინულის არარსებობით. მუდმივად გაყინულ ქანებს უწოდებენ. დედამიწის ქერქის ზედაფენას, რომელიც იყინება ზამთრის პერიოდში და დნება ზაფხულობით, სეზონურ-გაყინულ ფენას უწოდებენ. ციმბირსა და ჩრდილოეთ ამერიკაში სეზონურ-გაყინული ფენის ქვევით მდებარეობს გაყინული ქანები, სადაც ყინული არასოდეს არ დნება ზაფხულობით. ასეთი დამზრალი — გაყინული ქანები არსებობს ათასი და ათეული ათასი წლების განმავლობაში (ციმბირში ასეთ ქანებში პოულობენ მამონტის, ბეწვიანი მარტორქის და სხვ. ცხოველთა კარგად შენახულ ლეშებს). სეზონური გაყინულობისაგან განსხვავებით მას „მარადი ყინვის“ ან ხანგრძლივი გაყინულობის — მზრალობის ზონას უწოდებენ. გაყინული ქანების ამ ტიპს მრავალწლიან გაყინულ ქანებს უწოდებენ. ხოლო ამ ქანების გავრცელების ზონა წარმოადგენს ლითოსფეროს გაყინულ ანუ კრიოლითოზონას.

მეცნიერებას მრავალწლიანი გაყინულობის გავრცელების კანონზომიერებათა და ამ ზონაში მიმდინარე პროცესების შესახებ გეოკრიოლოგიას უწოდებენ. 1954 წლის მონაცემებით მრავალწლიანი ყინვის ზონას საბჭოთა კავშირში უკავია 11.115 000 კმ<sup>2</sup> ფართობი, ანუ საბჭოთა კავშირის ტერიტორიის 49,7 %. სსრ კავშირის ფარგლებს გარეთ მრავალწლიანი გაყინულობის მხარეებია: კანადაში — 5,7 მლნ. კმ<sup>2</sup> ფართობი, ალიასკაში — 1,5 მლნ კმ<sup>2</sup>, ჩინეთში — 0,4 მლნ კმ<sup>2</sup>, მონგოლეთში 0,8 მლნ. კმ<sup>2</sup>, ამ ფართობების ჯამს დაემატება გრენლანდიისა და ანტარქტიდის მარადიული ყინულის ქვეშ მყოფი ტერიტორიები. ასე, რომ დედამიწის ზედაპირის — 20 — 25 % ხასიათდება ქანების ხანგრძლივი გაყინული მდგომარეობით.

მრავალწლიანი გაყინული ქანების გავრცელების სამხრეთი საზღვარი, ზედაპირიდან 10 მ სიღრმეზე. ემთხვევა 0° იზოთერმს. ეტროპულ ნაწილში დაახლოებით ჩრდ. პოლარულ წრეს. კოლის ნახევარკუნძულიდან იგი ურალისაკენ თანდათან ფართოვდება, გაივლის დასავლეთ ციმბირს, გადაკვეთს მდ. ობს. ქ. ბერეზოვთან ახლოს, ენისეის ვერეშჩაგინის სამხრეთით და გადადის მონგოლეთსა და ჩინეთში. ყველაზე მძლავრი (500 — 600 მ) გაყინული ქანები გვხვდება ციმბირში, ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანის ნაპირებზე. გაყინულ ქანებში ყინული სხვადასხვაგვარია: 1. ყინული — ცემენტი, იგი გვხვდება ქანში, მარცვლებს შორის და ასრულებს ცემენტის როლს. მასვე მიეკუთ-

ვნება ყინულის მცირე ზომის ბუდეები და ლინზისებრი შიგა შრეები.  
2. ძარღვის ყინული, რომელიც ავსებს ქანებს შორის ნაპრალებს.  
3. განმეორებითი ძარღვის ყინული, იგი გავრცელებულია ხანგრძლივი ყინვის ზონის ქანებში ხშირად დიდი ზომის ძარღვების სახით. მათი წარმოშობა დაკავშირებულია ნაპრალებში ყინულწარმოქმნის მრავალჯერ გამეორებულ პროცესებზე.  
4. გამოქვაბულის ყინული გვხვდება მიწისქვეშა სიცარიელებსა და გამოქვაბულებში. სიცარიელები წარმოიქმნება კარსტულ-სუფოზიური პროცესებით და თერმოკარსტული გზით ნამარხი ყინულის დნობით, აქ მეტწილად ყინული ნაწვეთარი (ნადენი) მასებით გვხვდება.  
5. ნამარხი ყინული, იგი მეტწილად დაფარულია დელუვიონით.

ძრავალწლიანი ყინვის რაიონებში მიმდინარე ფიზიკურ-გეოლოგიური მოვლენებიდან აღსანიშნავია: 1. თერმოკარსტი, მისი განვითარებისათვის აუცილებელი პირობაა მიწისქვეშა ყინულის არსებობა და ქანების სითბური რეჟიმის ცვლილებები, ადამიანის ხელოვნურად ჩარევის გზით ან ჰაერის გათბობით. ამ შემთხვევაში წარმოქმნილი რელიეფის უარყოფითი ფორმებიდან აღსანიშნავია: ჩამონაქცევი, ძაბრი, ღარტაფი, ფოსურა, დაწევის ტაფობები და თერმოკარსტული ტბები.  
2. სოლიფლიუცია და მასთან დაკავშირებული რელიეფის ფორმები. სოლიფლიუციის ქვეშ გულისხმობენ ფერდობზე ძლიერ ტენიანი ფხვიერი გრუნტის მასის დინებას მარადი ყინვის მხარეში. აქ სეზონურად გაყინული ზედაფენა ყინულის დნობის გამო ძლიერ ტენიანდება წვიმისა და ყინულის დნობით წარმოქმნილი წყლით, რადგან ქვევით მდებარე ქანი ძლიერ გაყინულია, წყლები ვერ იჭრება სიღრმეში, ამიტომ წყლით მდიდარი ზედაფენა — მეტწილად ელუვიონი და დელუვიონი — იწყებს დინებას ფერდობის ძირისაკენ. მოძრაობისათვის საკმარისია ფერდობის 3 — 5°-ით დაქანება. სოლიფლიუციის პროცესებით წარმოიქმნება სოლიფლიუციური ტერასები — მთის ფერდობების საფეხურისებრი ფორმები.  
3. ამობურცვის პროცესები დიდ როლს თამაშობს რელიეფის სპეციფიკური ფორმების წარმოქმნისათვის. ამობურცვის ქვეშ იგულისხმება დედამიწის ზედაპირის დეფორმაცია, ჯერ ამოწევა და შემდეგ დაწევა. ამობურცვა დაკავშირებულია წყლით გაჯერებული ნიადაგის ან ქანის გაყინვასა და შემდგომ დნობასთან. გაყინვის შემთხვევაში წყლის მოცულობა 9 — 10 %-ით დიდდება. წყლის გაყინვასა და დნობის შედეგად წარმოიშობა რელიეფის სხვადასხვაგვარი ფორმები: ამობურცვის გორაკები (ბექობები), ქვიანი პოლიგონები და სხვ.

ძრავალწლიანი გაყინვის საკითხი ძლიერ რთულია და დეტალებში ჯერ კიდევ ყველაფერი როდია ნათელი. ფიქრობენ, რომ „მარადიული

გაყინულობის“ მიზეზი გამოიხატება დედამიწის ზედაპირზე სითბოს მიმოცვლის თავისებურებაში ატმოსფეროსა და ლითოსფეროს შორის, ამ შემთხვევაში ქანების ზედაფენებში წარმოიქმნება უარყოფითი ტემპერატურა. ამ პირობების ხელშემწყობი ფაქტორებია: ცივი, მცი- რე თოვლიანი, მშრალი, გრძელი ზამთარი და მოკლე გაზაფხული და შემოდგომა. მაღალი წნევა, ჰაერის სიმშრალე და ტემპერატურის ინ- ვერსია.

ზოგიერთ მკვლევარს ხანგრძლივი გაყინულობა მეოთხეული გამ- ყინვარების რელიქტად მიაჩნია. ხანგრძლივი გაყინულობა არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მსვლელობაზე, ადგი- ლის რელიეფზე, მცენარეულობის ხასიათზე, მდინარეების რეჟიმზე. ამ ზონაში გავრცელებულია ტუნდრის, ტუნდრა-ჭაობის და კორდიან- ეწერი ნიადაგები დაბალი ნაყოფიერებით, რაც მეტ შემთხვევაში იხ- სნება ნიადაგის მცირე სიმძლავრით, რომლის ქვეშაც გვხვდება მრავ- ვალწლიანი გაყინული ქანები.

აღმოსავლეთ და დასავლეთ ციმბირის მდიდარი ბუნებისმკონე ტერი- ტორია მეტწილად მოქცეულია ხანგრძლივი ყინვის ზონაში. ამ სივრცე- ების ათვისებისათვის აუცილებელია მრავალწლიანი გაყინულობის დან- ვითარების კანონზომიერებათა შესწავლა. უკანასკნელ ათეულ წლებში ხანგრძლივი ყინვის რაიონების ათვისებისათვის ჩვენს ქვეყანაში მრავ- ვალი ღონისძიებაა ჩატარებული, რის შედეგად ხანგრძლივი გაყინუ- ლობის გავრცელების ფართობი თანდათანობით მცირდება.

## გვაგისა და ჭაობების გეოლოგიური მოქმედება

ტბა ეწოდება დედამიწის ზედაპირზე წყალსატევს, რომელსაც უშუ- ალო კავშირი არა აქვს ზღვებთან და ოკეანეებთან. დიდი სივრცის ტბებს მარილიანი წყლით ზღვას უწოდებენ (კასპიის ზღვა, აზალის ზღვა). ჰიდროლოგიური მეცნიერების დარგს, რომელიც შეისწავლის ტბების წარმოშობას, მათ ფიზიკურ-ქიმიურ პირობებს და ტბის ორ- განიშემებს, გეოლოგიურ მოქმედებას, ტბათმცოდნეობას ანუ ლიმ- ნოლოგიას უწოდებენ.

ტბებს უკავია დედამიწის ზედაპირის 1,8 %, ხოლო საბჭოთა კავ- შირის ტერიტორიის 1,3 %. ზღვებისაგან განსხვავებით ტბები მცირე ზოჩისაა და მეტწილად კონტინენტებს შიგნით მდებარეობს. ჰიდრო- მეტრიულად ტბები მდებარეობს ზღვის დონიდან 5400 მეტრიდან (ტბა ხორპატოს—ტიბეტში) 392 მეტრით დაბლა („მკვდარი ზღვა“). სიღრმეც ძლიერ ცვალებადია: 0.8 მეტრიდან (ელტონი) 1620 მეტრამ- დე (ბაიკალი).

ზოგიერთი ცნობა მსოფლიოს უდიდესი ტბების შესახებ მოცემულია მე-7 ტაბულაში.

ტ ა ბ უ ლ ა 7

ტ ბ ე ბ ი	ფართობი ათას კმ-ში	უდიდესი სიღრმე მეტრებში	დონის საშუალო აბსოლუტური სიმაღლე მეტრებში
კასპიის	395,0	980	— 28
ზემო ტბა (ჩრ. ამერიკა)	82,4	393	183
ვიქტორია (აფრიკა)	69,4	80	1134
არალის	65,5	68	53
მინიგანი (ჩრ. ამერიკა)	58,0	281	177
ტანგანიკა (აფრიკა)	32,9	1435	773
ბაიკალი	30,5	1620	455
ერი (ჩრდ. ამერიკა)	25,7	64	174
ონტარიო (ჩრ. ამერიკა)	19,5	273	75
ლადოგი	17,7	225	4
ბალხაში	17,1	26	339
ონეგი	9,6	110	33
ისიკულუი (ყირგიზეთი)	6,1	702	1609
კუკუ-ბორი (აზია)	4,2	38	3205
სევანი	1,4	99	1914

ტ ბ ე ბ ი ს წ ყ ლ ი ს მ ა რ ი ლ ი ა ნ ო ბ ა პ რ ო ც ე ნ ტ ე ბ შ ი ა ს ე თ ი ა :

კასპიის ზღვის—1,6	ინდერის ტბა—26,15%
არალის ზღვის—1,08	ურშია—21,05%
„მკვდარი ზღვის“—23,7	წითელი ტბა (პერეკოპთან)—32,87%
საყის ტბის—27,1	
ელტონის	
ბასკუნჩაყის } —28,42	

ტ ბ ი ს ტ ა ფ ო ბ ი ს წ ა რ მ ო შ ო ბ ა შეიძლება მოხდეს ენდოგენური და ექზოგენური პროცესების შედეგად. ენდოგენურს მიეკუთვნება ტექტონიკური ტბები. ასეთი ტბების ღრმულს (ქვაბურს) მეტწილად გრაბენები წარმოადგენს. მათ მიეკუთვნება: ბაიკალი, ტელეცი, სევანი, აღმოსავლეთ აფრიკაში: ვიქტორია, ნიასა, ტანგანიკა, ალბერტი, აგრეთვე „მკვდარი ზღვა“, ენევის ტბა და სხვ. ექზოგენურს მიეკუთვნება რელიქტური (ზღვიური წარმოშობის) ტბები. დედამიწის ქერქის ეპეიროგენეტული მოძრაობის დროს ხმელეთის ზღვიდან ამოწვევით გამოიყოფა ტბები. რელიქტურ ტბებს მიეკუთვნება ლადოგისა და ონეგის ტბები, არალის ზღვა, კასპიის ზღვა, ტბა ინკიტი ბიჭვინთასთან და სხვ.

მ ყ ი ნ ვ ა რ ე უ ლ ი ტ ბ ე ბ ი. ასეთი ტბის ტაფობს ჰქმნის თანამედროვე და ძველი მყინვარები. მყინვარების ნგრევით მოქმედებასთანაა დაკავშირებული მთიანი მხარეების კარული ტბები; მყინვარეული წარმოშობისაა წარმოქმნილი სკანდინავიის, კარელიის, კოლის ნახევარკუნძულის ტბები. მყინვარეული ტბების ნაწილი მყინვარების აკუმულაციურ მოქმედებასთანაა დაკავშირებული. ასეთი ტბები გვხვდება როგორც მთებისა და წინამთების რაიონებში, სადაც მორენული



მწკრივები ქმნის საგუბარს, ასევე ბალტიისპირეთში, საბჭოთა კავშირის ევროპული ნაწილის ჩრდილოეთსა და ჩრდილო დასავლეთში, დასავლეთ ციმბირის დაბლობის ჩრდილოეთ რაიონებში და სხვ.

ღუღკანური ტბების ქვაბურები წარმოიქმნება ჩამქრალი ვულკანების კრატერებში (კამჩატკის და ისლანდიის ზოგიერთი ტბა. ავეროს ტბა იტალიაში), ლავური ნაკადის ზედაპირზე მისი გაცივების შემდეგ და მდინარეთა ხეობების ლავის ნაკადებით გადატიხვრის შედეგად (სომხეთის ზეგნის ტბების ნაწილი).

წყალ-ეროზიულ და წყალ-აკუმულაციურ ტბებს მიეკუთვნება ნარწყულის (ვალის) ტბები, ნამდინარეები, დელტების ტბები, ზღვების სანაპიროზე ლავუნური და ლიმანური ტბები.

კარსტული ჩაქცევითი, თერმოკარსტული და სუფოზური ტბების წარმოშობა დაკავშირებულია მიწისქვეშა წყლების მოქმედებასთან. ასეთი ტბები გვხვდება კარბონატული ქანების, ხანგრძლივი ყინვის, აგრეთვე ტყე-სტეპისა და სტეპის გავრცელების რაიონებში.

დაგუბებითი ტბები წარმოიშობა მდინარეთა დაგუბებით მდინარეთა დაგუბება შეიძლება გამოიწვიოს ზვავებმა, მეწყრებმა, ლავურმა ნაკადებმა. 1911 წელს პამირზე მდ. შურაბის ხეობაში ჩამოზვავებით, მდინარის დაგუბებით წარმოიშვა სარუსის ტბა. დაგუბებით ტბებს მიეკუთვნება ხელოვნური ანთროპოგენური ტბები. ასეთებია ციმლიანსკაიას, მოსკოვის, კუბინშევის ხელოვნური წყალსაცავები, თბილისის „ზღვა“, ვალის „ზღვა“ და სხვ.

ქარის გადაცლის ტაფობებში, ცნობილია დიუნებს შორისი ტბები. ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ ტბის ქვაბურის წარმოშობა მეტწილად სხვადასხვა ძალების ერთობლივი მოქმედებით ხდება. ერთი რომელიმე ზემოაღნიშნული პროცესის უპირატეობით, წყლის მოძრაობის ხასიათის მიხედვით არჩევენ შემდეგ ტბებს:

1. გაუდინარი დუხშული ტბები, საიდანაც მუდმივად წყალი არ გაედინება. მეტ შემთხვევაში მას ერთვის მდინარეები, ამიტომ ტბაში მიმდინარეობს მარილების თანდათანობითი კონცენტრაცია, აქ წყალი ძალაში ან მარილიანია. ასეთი ტბები გვხვდება არიდულ (მშრალ, გვალვიან ან უდაბნოს) კლიმატის პირობებში (არალის, კასპიის ზღვები, ბალხაშის, ისიკ-კულის და სხვა ტბები).

2. გამდინარი ტბები, საიდანაც მუდმივად გამოდის ნაკადი-მდინარე. ასეთი ტბები მეტწილად ზომიერი კლიმატის პირობებში მდებარეობს.

3. ცვალებადი ტბები, საიდანაც ატმოსფერული ნალექების რაოდენობასთან დაკავშირებით ხან გაედინება მდინარე, ხან არა.

4. ბრმა ტბები — მეტწილად კარსტული; — აქვს მიწისქვეშა ჩასადენები.

5. პერიოდული ტბები — ჩნდება მშრალ მხარეებში, უდაბნოებში ძლიერი წვიმების შემდეგ; წყლის ამოშრობის შემდეგ ასეთი ტბების ფსკერზე ჩნდება თაყირები.

ტბებში ნალექების დაგროვებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ტბის წყლის მარილიანობას და მარილების შედგენილობას. ქიმიური შედგენილობითა და მინერალიზაციის ხარისხით ტბების წყალი სხვადასხვაგვარია. ზოგიერთი ტბის წყალი იმდენად სუსტადაა მინერალიზებული, რომ უახლოვდება დესტილირებულს (ონეგის ტბა. 30 მგ/ლ), ხოლო ელტონის ტბის წყლის მინერალიზაცია არის 280 გ/ლ. ზოგიერთ ტბაში (ბაიკალი, ონეგი, ლადოგი) ჭარბობს  $\text{HCO}_3$  და Ca-ის იონები, ან Cl და Na (ელტონი, ქუჩუკი დას. ციმბირში), ისიკ-კულის ტბასა და ყარაბოლაზგოლში —  $\text{SO}_4$  და Na.

ტბებში მარილიანობის ხარისხი და გახსნილი მარილების შედგენილობა დამოკიდებულია მასში შემდინარე წყლის ნაკადების მარილების შედგენილობაზე, კლიმატურ თავისებურებებზე, წყლის მიმოცვლის პირობებზე, გეოლოგიურ აგებულებაზე და სხვ.

მარილიანობის ხარისხის მიხედვით ტბები იყოფა: მტკნარი და მარილიანი ანუ მინერალური. მტკნარში მარილიანობა არ აღემატება 1%, უპირატესად ჰიდროკარბონატული შედგენილობისაა. მინერალურ ტბებს შორის გამოიყოფენ: 1. სოდიან ანუ კარბონატულ (დორონინის ტბა ზაბაიკალიეში, ზოგიერთი ტბები კულუნდინის სტეპსა, იაკუტიასა და ბურიატ-მონგოლეთში) ხსნარში გვხვდება  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ , ზაფხულობით აორთქლების შედეგად შესაძლებელია დაილექოს ქვამარილი, მირაბილიტი, ტენარდიტი, ზამთრობით — სოდა და მირაბილიტი. 2. სულფატინი (კულუნდინის ტბა დას. ციმბირში, ბატალპაშინსკის ტბა ჩრ. კავკასიაში). სულფატური ტიპი ხასიათდება ხსნარში  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ -ის არსებობით. ზაფხულობით აორთქლებისას შესაძლებელია დაილექოს თაბაშირი, ქვამარილი, მირაბილიტი, ტენარდიტი, კარნალიტი, ზამთრობით — მირაბილიტი, ჰიდროპალიტი. 3. მარილიანი ანუ ქლორიდული ტბები (ელტონი, ბასკუნჩაიკი, საკი და სხვ). ქლორიდული ტიპის ტბები ხასიათდება ხსნარში  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ -ის არსებობით. ზაფხულობით აორთქლებით გამოიყოფა თაბაშირი, ქვამარილი, ზამთრობით — ჰიდროპალიტი.

თუ მარილების კონცენტრაცია გაჯერების საზღვარს ჭარბობს, მაშინ ჭარბი მარილი წყლიდან გამოიყოფა და ილექება ტბის ნაპირებსა და ფსკერზე მეტნაკლებად წესიერი ფენების სახით; ასეთ წყალსატევებს თვითნალექ ტბებს უწოდებენ.

ტ ბ ე ბ ი ს გ ე ო ლ ო გ ი უ რ ი მ ო ქ მ ე დ ე ბ ა . როგორც ზღვების

ისე ტბების გეოლოგიური მოქმედება გამოიხატება ნაპირების ნგრევაში, მასალის გადატანაში, მის დახარისხებასა და დალექვაში. ტბებში წყლის მასები მოძრაობს ტალღების, დინების, წყლის ტურბულენტური გადანაცვლებისა და ქარის მოქმედებით. ტბებში ნაპირთან ატმოსფერული წნევა სწრაფად იცვლება უეცრად, მოვარდნილი ქარიშხალით, არათანაბარი წნევა იწვევს ტბის ერთ ნაპირთან წყლის რაჰდენიში სანტიმეტრით ამოწევას, მეორე — ნაპირთან დაწევას. ასეთ მოძრაობას სეიში ეწოდება. ყველაზე ძლიერია ქარით გამოწვეული მოძრაობა დიდ ტბებში. ძლიერი ქარის დროს წარმოიშობა მაღალი ტალღები, რომელიც დამანგრეველი ძალით მოქმედებს ნაპირებზე, ტბებში ტალღური აბრაზია ისეთივეა, როგორც ზღვაში, განსხვავება მხოლოდ მოვლენის მასშტაბშია.

ტბების მოქმედებაში ყველაზე საინტერესოა ნალექების დაგროვება. ტბიური ნალექების ხასიათს განსაზღვრავს: კლიმატური პირობები, გარემოს გეოლოგიური აგებულება, რელიეფი, ტბის სიდიდე, გაძლინარობა და სხვ.

#### ბაიური ნალექები

ტბიური ნალექებისთვის დამახასიათებელია მცირე სიმძლავრე, ჩვეულებრივ, ათეულ მეტრებში, ნალექებს შორის თიხის სიქარბე, ხშირად თხელშრებრიობა, მცირე გავრცელება, მტკნარი წყლის ფაუნა. მტკნარ ტბებში ქარბობს მექანიკური და ორგანოგენული ნალექები, მარილიანში — ქიმიური ნალექები. ტბიურ ნალექებს შორის გამოიყოფა: 1. ტერიგენული — ხმელეთიდან მოტანილი ნამსხვრევი მასალითა და ტბიური აბრაზიით წარმოქმნილი. 2. ქიმიური — მარილების ქიმიურად დალექვის გზით და 3. ორგანოგენული — ფსკერზე ორგანიზმების დაგროვებითა და მათი ცხოველმოქმედებით.

მექანიკური ნალექების დაგროვება ძლიერ ინტენსიურად მიმდინარეობს წინამთების ტბებში. მდინარეებს შეაქვს დიდძალი ნამსხვრევი მასალა. ტბებში ხშირად გვხვდება რიყნარი მდინარის გამოტანის კონუსის სახით. მტკნარ ტბებში ნალექების განაწილება მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ტბის ქვაბურის (ტაფობის) აგებულებაზე. ტბის ფსკერზე არჩევენ სამ ზონას: ლითორალი (სანაპირო ზონა), სუბლითორალი (გარდამავალი ზონა) და პროფუნდალი (ღრმა ზონა). ტბების სანაპიროზე უფრო მახვილმარცვლოვანი მასალა გროვდება, ხოლო ცენტრალურ ნაწილში — თიხიანი შლამი.

ქიმიური ნალექები ტბებში დიდი გავრცელებით სარგებლობს. მშრალი რაიონების მარილიან ტბებში მეტწილად ილექება პალოიდები, სულფატები და კარბონატები. ნატრიუმის კარბონატთან ერთად

კარბონატული ნალექები შედგება კალციტისა და დოლომიტისაგან. ტბიურ თიხიან ნალექებში წარმოიქმნება სხვადასხვა ფორმის კალციტის (კირქვის) კონკრეციები. სფერულ წარმონაქმნებს ხშირად აქვს კონცენტრიული აგებულება, გვხვდება ოლითებისა (ქვირითისებრი ქვა) და პოზოლითების სახით.

ზომიერი სარტყლის მტკნარ ტბებში ქიმიური და ბიოქიმიური გზით ხშირად ილექება რკინის ქანგები, რომელიც მოტანილია გრუნტისა და ნიადაგის წყლების მიერ, როგორც გამოფიტვის პროდუქტები. რკინის ქანგები გვხვდება ოლითის ტიპის კონცენტრული წარმონაქმნებით. ტბიურ რკინის მადნებს ხშირად სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს. საბჭოთა კავშირის ჩრდილო-დასავლეთ რაიონებში ცნობილია 150-ზე მეტი მადანშემცველი ტბა.

ტროპიკული ზონის ტბებში, სადაც ქიმიური გამოფიტვა უფრო ინტენსიურია, შესაძლებელია წარმოიშვას ალუმინის მადნის — ბოქსიტის საბადოები. ცნობილია ტბიური წარმოშობის მარგანეცის მადნები. რომელიც ხშირად ფხვიერი მასალის შემაცემენტებელ როლს თამაშობს ან ნალექებს ფარავს თხელი ქერქის სახით.

ორგანოგენული მინერალური ნალექები ტბებში წარმოიქმნება ორგანიზმების ჩონჩხის ნაწილების ფსკერზე დაგროვებით. თბილი, ზომიერი და ტროპიკული კლიმატის პირობები ტბებში ზოგჯერ ილექება ტბიური ნიჟარიანი კირქვები. ცნობილია აგრეთვე ტბიური წარმოშობის ცარცი და მერგელი. უფრო ფართო გავრცელებით სარგებლობს ტბიური კაყიანი ორგანოგენული ნალექები — ტბიური ტრეპელი ან დიატომიტი.

ზომიერი კლიმატის ტბიურ ნალექებს შორის ხშირად გვხვდება საპროპელური შლამი. საპროპელი ეწოდება ორგანულ (ლოპობით) შლამს, რომელიც წყალში ქანგბადის არასაკმარისი მიწოდებისას ბაქტერიების მოქმედებით გარდაიქმნება ცხიმოვან კოლოიდურ მასად, რომლის ზედა ჰორიზონტი ლაბისებურია, ქვევით სიმკვრივე მატულობს და 8 — 9 მეტრის სიღრმეზე უფრო სქელი კონსისტენციისაა (ბლანტი) ხდება. ტბები, სადაც საპროპელი წარმოიქმნება, დიდი რაოდენობით შეიცავს ფოტოპლანქტონს. წყალმცენარეებისა და ცხოველთა ნაშთებს გარდა საპროპელში ხშირად გვხვდება მცენარეთა სპორები და მტვერი. საპროპელში ორგანული ნივთიერების რაოდენობა 50 — 70 % აღწევს, იშვიათად — 80 %-მდე. საპროპელი ყოველთვის აღმდგენელ გარემოში წარმოიშობა. მისი დაგროვება იწყება ტბის დაქაობებასთან ერთად.

ამ შემთხვევაში საპროპელი გროვდება ტორფის ფენის ქვევით, სადაც იგი ჰუმუსით მდიდარ, უფრო მკვრივ ნივთიერებად — საპრო-

კოლად გარდაიქმნება; საპროპელის მინერალიზაციის პროცესი მიმდინარეობს ბაქტერიების აქტიური მოქმედებით და წარმოიქმნება სხვადასხვა ტიპის საპროპელიტი. ნამარხი საპროპელიტი წარმოდგენილია საპროპელიანი ნახშირითა და საწვავი ფიქლებით. საპროპელური ნახშირი ძირითადად წყალმცენარეებისაგან შედგება. მათ სახესხვაობას — მიხერალური და ჰუმუსოვან ნივთიერებათა უმცირესი რაოდენობით — ბოგპედი ეწოდება. ბოგპედი ხასიათდება მურა-შავი, ზოგჯერ ზეთისხილისებრი ფერით, ნიჟარისებრი მონატეხით. გვხვდება ლინზისებრი ფენების სახით. საპროპელურ ნახშირის მეორე სახესხვაობას კენელი ეწოდება. ესაა შავი ფერის ნახშირი ნაცრისფერი ან მურა ელფერით, მქრქალი აბრეშუმისებრი ელვარებით, წარმოადგენს მიკროსპორების გროვას საპროპელური წარმოშობის მურა ძირითად მასაში.

ტბიური და მდინარული ნალექები თანდათანობით სახეს უცვლის ტბის ქვაბურს. ტბის არსებობისათვის ხელსაყრელ კლიმატურ პირობებშიც ტბა დროებით მოვლენას წარმოადგენს.

საბოლოოდ იგი გადაიქცევა ქაობად. სიღრმის შემცირებისა და მცენარეების მოქმედებით ტბის ადგილას წარმოიშევა ქაობი, ტბის მცენარეულობა ადგილს უთმობს ქაობის მცენარეულობას.

ამგვარად, ტბები მრავალგვარია როგორც წარმოშობით, ისე ტბებში მიმდინარე პროცესებითა და ნალექების დაგროვებით. ტბიურ ნალექებთან დაკავშირებულია მრავალი სასარგებლო ნამარხი, როგორცაა, მაგალითად, ქვამარილი, მირაბილიტი, სოდა, თაბაშირი, რკინის მადნები და სხვ.

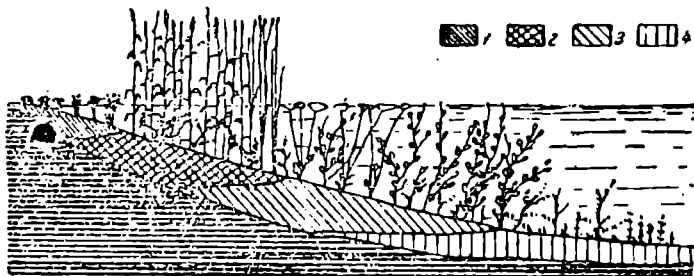
მცირე ზომის ტბები საქართველოში ძალიან ბევრ ადგილას გვხვდება, მათ შორის ფართობით ყველაზე დიდია ფარავანი (37 კმ<sup>2</sup>), სიღრმით ამტყელი (122 მ). შედარებით ბევრი ტბაა ჭავჭავთის აულქანურ ზეგანზე (ფარავანი, ტაბისყური, საღამო, კარწახი, ხანჩალი, წუნდა, აბული და სხვ.); ჰიფსომეტრიულად ძლიერ მაღლა მდებარეობს ყელის ტბა (2921 მ. ზ. დ.), რომელიც ვულკანური ლავის ნაკადის მიერ მდინარის დაგუბებითაა წარმოქმნილი. ტბა რიწა და ამტყელი მდინარეთა ხეობებში ზეავების ჩამოწოლითაა წარმოშობილი. პალიასტომი. ინკიტი — რელიქტურ, ლავუნური წარმოშობის ტბებს წარმოადგენს. ხოლო ბებეისირი და რიონის ქვემოწელის მცირე ზომის ტბები ნამდინარეებია.

#### ვაოზაზი და მათი გეოლოგიური მოწყობა

ქაობი ეწოდება ხმელეთის უბნებს კარბ-ტენიანი ნიადაგ-გრუნტითა და დედაქანებით, სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში განსხვავებული ქაობის მცენარეებითა და ტორფნარით. ქარბი ტენის ფართობებს,

თუ დაფარული არ არის ტორფის ფენით, ან ფენის სიმაღლე 30 სმ-ზე ნაკლებია, დაქაობებულ მიწებს უწოდებენ.

ქაობების წარმოშობა. ქაობების ნაწილი მცენარეულობით დაფარულ და დაქაობებულ ტბებს წარმოადგენს; ამ შემთხვევაში ტბების არსებობა დაქაობებით მთავრდება. ტბების მცენარეებით დაფარვისა და დაქაობების პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია ტბის ფსკერისა და ნაპირების რელიეფზე. ეს პროცესები უფრო ფართოდაა გავრცელებული ტბებში, სადაც ფსკერი ბრტყელია და ნაპირები დამრეცი. აქ პლანქტონისა და მცენარეთა ნაშთების ხარჯზე მიმდინარეობს ტორფის წარმოქმნის პროცესი.



სურ. 21. წყალსატვის ფსკერის მცენარეებით დაფარვის სქემა.  
ტორფები: 1—ისლია, 2—ლერწმისა და ლელა, 3—საპაროელური, 4—საპროქლიტი.

ხმელეთის ზედაპირზე ქაობები წარმოიქმნება ყველგან, სადაც არის პირობები ნიადაგის ქარბი დატენიანებისათვის. ამას ხელს უწყობს წყალგაუფალი შრეების ზედაპირთან ახლო მდებარეობა, რაც ამავე დროს ხელს უშლის გრუნტის წყლების დრენაჟს, ამ შემთხვევაში გრუნტის წყლის საკვ (ზედაპირი) მალა აიწვეს და იწვევს ადგილის დაქაობებას. საბჭოთა კავშირის აღმოსავლეთ რაიონებში ასეთი წყალგაუფალი ფენის როლს ასრულებს ხანგრძლივი ყინვის ქვეშ მყოფი ქანები.

ქაობის წარმოშობისათვის ზოგჯერ ხელსაყრელი პირობები გვაქვს ნარწყულის დადაბლებულ ნაწილებში, გრუნტის წყლები და ფერდობებიდან ატმოსფერული წყლების ნაკადები ქმნის პირობებს ნიადაგის ქარბი დატენიანებისათვის, აქ, ასეთ პირობებში მცენარეულობა უზღვევად იზრდება, მათი ლპობის ნაშთი გროვდება ფსკერზე და წარმოიქმნება ქაობი და ტორფნარი. ქაობები გვხვდება დიდი მდინარეების შესართავთან ალუვიურ-დელტურ დაბლობებში. ქაობები წარმოიშობა ტენიანი კლიმატის პირობებში ზღვის-სანაპირო დაბლობებზე, ზღვის ნაპირიდან ქაობები ამალეხებული სერებითაა გამოყოფილი: დასავ-

ლეთ საქართველოში ზღვისპირა ქაობების წარმოქმნაში გარკვეული როლი ეკუთვნის მდინარეების მოქმედებას და, ნაწილობრივ, დედამიწის ქერქის დაწვეას. ზღვისპირა ქაობებიდან განსაკუთრებით საყურადღებოა ტროპიკული ზონის მანგრიის ტყეების ქაობები. მანგრიის ტყეები წარმოადგენს ტროპიკებში, ზღვისპირად და მდინარეთა შესართავებთან გაუვალ მარადმწვანე ტყის ტევრებს; აქ ნიადაგი წყლით დაფარულია მუდმივად ან ზღვის მოქცევის დროს. მანგრიის ტყის მცენარეულობისათვის დამახასიათებელია საყრდენების სახით საჭაერო ფესვები. მცენარეთა ნაშთები საწყისის აძლევს ხშირად დიდი სიმძლავრის ორგანულ ნალექებს. მესამეულ პერიოდში მანგრიის ტყეები გავრცელებული იყო დასავლეთ ევროპაში — კიევაში.

მთელი რიგი ნიშნების მიხედვით (კვების პირობები, მცენარეულობის ხასიათი, ზედაპირის ფორმები) ქაობის რამდენიმე ტიპს გამოყოფენ:

1. დაბლობების ქაობები ხასიათდება ბრტყელი ან ჩაზნექილი ზედაპირით. ატმოსფერულ ნალექებთან ერთად ქაობი იკვებება მინერალური, საკვები ნივთიერებით მდიდარი გრუნტის წყლით, აქ ვითარდება ე. წ. ავტოტროფული მცენარეულობა (ავტოტროფული ორგანიზმები მწვანე მცენარეები და ზოგიერთი ბაქტერიები, წარმოქმნიან არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებას).

დაბლობის ქაობების მცენარეებია: ისლი. მწვანე ხავსი, თხმელა და სხვ. აქ ტიპურია შემდეგი კრილი: ქვევით მინერალური ტბიური ნალექები (თიხა, ქვიშა, დიატომიტი და სხვ.), ზევით საპროპელი და საპროკოლი, შემდეგ მას მოყვება ლერწმიანი, ლაქაშიანი, ისლიანი, ხავსიანი ან ტყის ტორფი.

2. მაღლობის ქაობები დამახასიათებელია ზომიერ-ცივი კლიმატის მხარეებისათვის, სადაც ნალექების რაოდენობა აორთქლებზე მეტია. აქვეს ამოზნექილი ზედაპირი და მოთავსებულია წყალგამყოფებზე. აქ გრუნტის წყლები ღრმადაა და ქაობი ძირითადად მინერალური ნივთიერებით ღარიბი ატმოსფერული წყლებით იკვებება. ამიტომ ასეთ ადგილებში ვითარდება ოლიგოტროფული მცენარეულობა, სადაც მნიშვნელოვანია ტორფწარმოქმნელი, სფაგნიუმისანი ხავსი.

ქაობების ნალექები. ტორფი. მცენარეთა ნაშთები ქაობებში თანდათანობით გარდაიქმნება ტორფად. მცენარეთა ნაშთების ნალექებით დაფარვის გამო ჰაერის ჟანგბადი ვერ აღწევს სიღრმეში. ანაერობულ გარემოში მცენარეთა ნაშთების დაშლა ნელა მიმდინარეობს, ძირითადად მიკროორგანიზმების აქტიური მონაწილეობით; ზედაფენებში, სადაც ჰაერი ჯერ კიდევ აღწევს, მიმდინარეობს მცენარეული მასალის ნაწილობრივი გარდაქმნა ჰუმუსად. როდესაც ეს მასა

მოხვდება სავსებით უყანგბადო პირობებში, ხდება მცენარეული ნაშთების განახშირება ე. ი. თავისუფალი ნახშირბადის თანდათანობით გამოყოფა, რომელსაც ჰუმუსი აძლევს მურა ფერს.

ამგვარად, ტორფი წარმოადგენს ჰაობის მცენარეთა არასრული დაშლის პროდუქტს, ჰარბი ტენისა და ყანგბადის ნაკლებობის პირობებში. ტორფის მასის დაშლა იწვევს მასში ნახშირბადის რაოდენობის ზრდას. ხოლო ყანგბადისა და წყალბადის შემცირებას. ტორფნარის ზედაფენას მურა ფერი აქვს, კარგადაა დატული მცენარეული აგებულება, ქვედაფენებში ტორფს აქვს შავი ფერი, მიწისებრი აგებულება და თანდათანობით გადადის მურაქვანახშირში ან ლიგნიტში.

ტორფის სიმძლავრე, ჩვეულებრივ, 4—5 მეტრს არ აღემატება, იშვიათად 10 მეტრს აღწევს.

ჯერ კიდევ მ. ლომონოსოვი მიუთითებდა ქვანახშირის ტორფიდან წარმოქმნაზე. ქვანახშირის საბადოების შესწავლამ მკვლევარები მიიყვანა დასკვნამდე, რომ ქვანახშირის ფენების მეტი წილი წარმოიშვა ტორფიან ჰაობებში. ტორფის ქვანახშირად გარდაქმნისათვის აუცილებელია მისი დაფარვა სხვა ნალექებით. ზევით მდებარე ფენების წნევა და ტემპერატურის ამაღლება სახეს უცვლის ტორფს, წარმოებს მცენარეული ქსოვილების სრული დაშლა, მნიშვნელოვანი გამკვრივება H და O-ს რაოდენობის შემცირება და ნახშირბადის რაოდენობის გადიდება. ტორფნარის დამარხვა და მისი ნამარხ მდგომარეობაში გადასვლა მკიდრო კავშირშია დედამიწის ქერქის რყევით მოძრაობასთან.

გეოლოგიურ წარსულში ქვანახშირის ინტენსიური დაგროვების პერიოდებია: ქვანახშირის ანუ კარბონული (დონეცის, კიზელის, მოსკოვის, აპალაჩისა და სხვ.), პერმული (ტუნგუსკის, კუზნეცკის აუზები), იურული (ლენა-ვერხოიანსკის ზონა, გულიმო-კანსკ-ირკუტსკის ზონა, საქართველოში ტყვარჩელისა და ტყიბულის საბადოები), მესამეული პერიოდი (სახალინი, საქართველოში — ახალციხის აუზი).

ჰაობებში ტორფის გარდა ხშირად წარმოიქმნება რკინისა და მარგანეცის მადნები, ვივიანტი. მხოლოდ ჩვენს ქვეყანაში, მძლავრი სოციალისტური მრეწველობისა და მოწინავე სოფლის მეურნეობის პირობებში, გახდა შესაძლებელი დაჰაობებულ რაიონების ათვისება. დიდი ღონისძიებებია განხორციელებული და ასევე ახალი გრანდიოზული ამოცანებია დასახული საქმითა კავშირის ჰაობიანი რაიონების — პოლესიეს, კოლხიდის და სხვ. ათვისებისათვის.

## ზღვების გეოლოგიური მოქმედება

დედამიწის ზედაპირზე წყლის უწყვეტ გარსს მსოფლიო ოკეანე ეწოდება. ოკეანის ნაწილს, მისგან ხმელეთით მეტნაკლებად განცა-



ლკევებულს, ზღვა ეწოდება. ზღვებსა და ოკეანეებს დედამიწის ზედაპირის 70,8% უჭირავს.

ზღვის წყლის მასები განუწყვეტლივ მოქმედებს გარემომცველ ხმელეთზე. ზღვებში ხშირად გვაქვს კარგი გარემო ცხოველთა და მცენარეთა მრავალი სახის არსებობისათვის; ზღვა ხმელეთიდან ლებულობს დიდძალ ნამსხვრევ და გახსნილ მასალას. გეოლოგიურ წარსულში ზღვაში დაღეჭილი ქანებითაა აგებული დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილი. ეს ქანები, მათში დაცული ნამარხებით. არის ძირითადი დოკუმენტი დედამიწის გეოლოგიური წარსულის შესასწავლად. მსოფლიო ოკეანე ორ ნაწილად იყოფა: 1. ოკეანეება, რომელიც შეადგენს მსოფლიო ოკეანის საერთო მოცულობის 89% და 2. განაპირა და შიგა კონტინენტური ზღვები. მსოფლიო ოკეანის წყლები მთელი რიგი თავისებურებებით (მარილიანობა, ტემპერატურა, დინება) და წყალქვეშა ამალღებებით იყოფა ოთხ დიდ ოკეანედ: წყნარი, ატლანტის, ინდოეთის და ჩრდილოეთ ყინულოვანი.

გ ა ნ ა პ ი რ ა ზ ღ ვ ე ბ ი, მეტნაკლებად, დაკავშირებულია ოკეანეებთან და, ჩვეულებრივ, ოკეანეებიდან კუნძულებით ან ნახევარკუნძულებითაა გამოყოფილი. ნ. სტრაზოვი განაპირა ზღვების ფსკერის რელიეფის ორ სახეს გამოყოფს: ტაფობიანი — ღრმულიანი (ქვაბურები) და ბრტყელი. პირველი დამახასიათებელია დედამიწის გეოსინკლინური უბნებისათვის, სადაც ინტენსიური რყევითი მოძრაობის გამო ფსკერის დაძირვა მიმდინარეობს, აქ ხშირია მიწისძვრები და ვულკანური პროცესები (ოხოტის, იაპონიის, ბერინგის, სამხრეთ ჩინეთის ზღვები, მალაის არქიპელაგი).

ბრტყელი აუზები წარმოიშვა დედამიწის ქერქის ნელი დაწვევის შედეგად (ყარის ზღვა, ბარენცის ზღვა და სხვ).

შიგაკონტინენტური ანუ ხმელთაშუა ზღვები, წარმოადგენს ხმელეთში ღრმად შეჭრილ, ნახევრად დახშულ აუზებს; ოკეანიდან გამოყოფილია წყალქვეშა ზღურბლით, ჩვეულებრივ, სრუტეებით უერთდება ოკეანეებს. ამ ზოვების თავისებურებაა სრუტეების მცირე სიღრმე, ტემპერატურის ერთგვარობა, სპეციფიკური გაზის რეჟიმი, განსხვავებული მარილიანობა. შიგა კონტინენტურ ქვაბურის ღრმულის ტიპის ზღვებს მიეკუთვნება დედამიწის ქერქის ტექტონიკურად აქტიურ ზონებთან დაკავშირებული—ხმელთაშუა, შავი, წითელი. კასპიის ზღვები, ბრტყელი ფსკერით — ბალტიის, თეთრი, აზოვის ზღვები.

მ ს ო ფ ლ ი ო ო კ ე ა ნ ი ს ფ ს კ ე რ ი ს რ ე ლ ი ე ფ ი. მსოფლიო ოკეანის ფსკერზე გამოიყოფა შემდეგი მორფოლოგიური ელემენტები:

1. მატერიკული ანუ კონტინენტური შელფი 0—200 მ სიღრმით,

შელფს უკავია მსოფლიო ოკეანის 7,6%; განი რამდენიმე კილომეტრიდან (ახალგაზრდა მთების რაიონებში), რამდენიმე ასეულ კილომეტრამდე, დაბლობების გასწვრივ (ევრაზიის ჩრდილოეთ სანაპიროსთან). ზოგიერთი ზღვის სიღრმე შელფისას არ აღემატება, ასეთ ზღვებს ეპიკონტინენტურს უწოდებენ (ბალტიის, ჩრდილოეთის ზღვები).

2. მატერიკული ანუ კონტინენტური დაქანება — 200-დან 2500 მეტრამდე შეადგენს მსოფლიო ოკეანის 15%. დაქანება საშუალოდ 3,5°—7,5°-ია. აქ, განსაკუთრებით ნაპირებთან ახლოს, ხშირად გვხვდება ღრმა კანიონები.

3. მსოფლიო ოკეანის კალაპოტი — 2500-დან 6000 კმ-დე შეადგენს მსოფლიო ოკეანის დაახლოებით 76%. დაქანება უმნიშვნელოა—0,20°-დან 0,40°-მდე. ალაგ-ალაგ გვხვდება წყალქვეშა ქედები.

4. ღრმაწყლიანი ღრმეულები — 6000 მეტრამდე, შეადგენს დაახლოებით ფსკერის 1,2%, გვხვდება კუნძულებთან და კონტინენტებთან ახლოს.

ზღვის წყლის ტემპერატურა. ყველაზე მაღალი ტემპერატურა (45°,6) აღნიშნულია სპარსეთის უბეში, ყველაზე დაბალი (დაახლოებით—3°)—ჩრდილოეთ ყინულოვან ოკეანეში. ოკეანეების ზედაპირული ნაწილის საშუალო წლიური ტემპერატურა შეადგენს: ატლანტის ოკეანეში—16,9°, ინდოეთის ოკეანეში—17,0° წყნარ ოკეანეში—19,1°, ოკეანეების ზედაპირის საშუალო წლიური ტემპერატურა არის—17,4° მაშინ, როდესაც დედამიწის სფეროს ირგვლივ ატმოსფეროს ქვედაფენების საშუალო ტემპერატურა 14,4°-ია. ამრიგად, ატმოსფეროს გათბობისათვის სითბოს საჭირო მარაგი გვაქვს ოკეანეებში.

ზღვებისა და ოკეანეების ზედაპირის წყლის ტემპერატურას კლიმატური პირობები განსაზღვრავს, გადახრა გვაქვს ზღვების დინებით. მაღალი ტემპერატურა გვაქვს ეკვატორთან ახლო ნაპირებზე—27—28°. ოკეანეების წყლის ტემპერატურა მზის რადიაციისა და დამოკიდებული: ოკეანეები არა მარტო იღებენ სითბოს არამედ კარგავენ გამოსხივებით და ატმოსფეროსა და წყალს შორის მიმოცვლის გზით. პოლფსტრიმი ზედაპირის თითოეული კვადრატული სანტიმეტრიდან წელიწადში გამოასხივებს დაახლოებით 120 კგ. კალორია სითბოს, პოლფსტრიმის თბილ დინებას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ევროპის კლიმატისათვის. ძალაღ განედებსა და ტროპიკულ ზონას შორის ზღვის წყლის ტემპერატურის მკვეთრი განსხვავება აპირობებს წყლის ცირკულაციას და გადანაცვლებას. ზამთრობით მაღალი განედების ზღვის წყალი ზედაპირზე ძლიერ ცივდება, უფრო მკვრივი ხდება, ამიტომ ქვევით იწევს და

მოძრაობს ეკვატორისაკენ, ამის შედეგად ოკეანეების ღრმა ნაწილები ღებულობს უანგბადს. ოკეანის წყლის გაყინვის ტემპერატურა იმდენად დაბალია, რამდენადაც მეტია მისი მარილიანობა.

**ზ ღ ვ ი ს წ ყ ლ ი ს ქ ი მ ი უ რ ი შ ე დ გ ე ნ ი ლ ო ბ ა.** ზღვის წყალში გახსნილი მარილები და გაზები აძლევს მას მწარე მარილიან გემოს და განსაკუთრებულ სუნს. ზღვებისა და ოკეანეების წყალში გვხვდება თითქმის ყველა ქიმიური ელემენტი, მაგრამ აქედან მხოლოდ რამდენიმე ელემენტი განსაზღვრავს ზღვის წყლის მარილების შედგენილობას. ზღვის წყლის საშუალო მარილიანობა 3,5% ანუ 35 პრომილეს უდრის. ზღვის წყალში გახსნილი მარილებიდან  $\text{NaCl}$ —77,75% შეადგენს,  $\text{MgCl}_2$ —10,87%,  $\text{MgSO}_4$ —4,73%,  $\text{CaSO}_4$ —3,60%,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ —2,46%,  $\text{MgBr}_2$ —0,21%.  $\text{CaCO}_3$  და სხვა მარილების ნაშთი — 0,34%. მაშასადამე, ნორმალური მარილიანობის ზღვის წყალში ქლორიდები 88%-მდეა, სულფატები — 10%-მდე, ხოლო კარბონატები და სხვა ნაერთები უმნიშვნელო რაოდენობითაა. მდინარის წყლების მარილების 60% შედგება ნახშირმჟავა კალციუმი-საგან, 10% — ნახშირმჟავა კალციუმი და მაგნიუმისაგან, 10% — ქლორიანი ნატრიუმი და კალიუმისაგან. ზღვის წყალში კი კარბონატები უმნიშვნელო რაოდენობითაა, ქლორიდები — პირველ ადგილზეა; ეს გარემოება იმით აიხსნება, რომ ნახშირმჟავა კალციუმს, კაჟმიწას ( $\text{SiO}_2$ ), აგრეთვე  $\text{CaSO}_4$ -სა და  $\text{MgSO}_4$ -ს შთანთქავს ზღვის მცენარეები და ცხოველები, ამიტომ ქლორიდების პროცენტული რაოდენობა დიდდება, ამ უკანასკნელის რაოდენობას აღიღებს აგრეთვე ვულკანური კრატერებიდან ამოსროლილი ქლორიდები. ზღვის წყალში ნაპოვნი იოდი, ფტორი, ფოსფორი, სილიკაუმი, ბორი, ვერცხლი, თუთია, რკინა, მარგანეცი, ალუმინი, სტიბიუმი, დარიშხანი, ლითიუმი, რუბიდიუმი, ცეზიუმი, ოქრო, ზღვის ორგანიზმებში — სპილენძი, ტყვია, ნიკელი, კობალტი, ბარიუმი და სხვ.

ზღვის წყალში მარილების არსებობის შიგახებ ორი აზრი არსებობს: პირველის თანახმად, პირველადი ოკეანის წყალი მტკნარი იყო და თანდათანობით მლაშე გახდა მდინარეების მიერ მოტანილი მარილებით. მეორის მიხედვით — ოკეანეების წყალი თავიდანვე მარილიანი იყო. პირველი მოსაზრება უფრო მიღებულია.

**ო რ გ ა ნ უ ლ ი ბ უ ნ ე ბ ა.** ზღვებში მცენარეთა და ცხოველთა განვითარებასა და გავრცელებას განსაზღვრავს ზღვის წყლის ტემპერატურა, მარილიანობა, წყლის მოძრაობის დინამიკა, წნევა, სინათლე, ფსკერის აგებულება და სხვ.

კლდოვან ნაპირებზე ცხოვრობენ მბურღავი მოლუსკები ზღვის ზღარბები, აქტინიები, ცხრაფეხანი. ქვიან სანაპიროზე გვხვდება წყალ-

მცენარეები, კირქვიანი ღრუბლები, ხავსცხოველები, ზღვის ვარსკვლავები, ქვიშიან ნაპირზე — პოლოტურიები, ორსაგდულიანი მოლუსკები, შლამიან ნაპირზე — ხამანწყები და ა. შ.

ზღვის ცხოველები სამ დიდ ჯგუფად იყოფა: ბენტოსი, პლანქტონი და ხექტონი.

ბენტოსს მიეკუთვნება ზღვის ფსკერზე მიმაგრებული ან მცოცავი ცხოველები. მიმაგრებულ ბენტოსს—მცენარეები, ღრუბლები, მარჯნები, ხავსცხოველები, მხარფეხიანები, კრინოიდების მეტი ნაწილი; მცოცავ ბენტოსს—მუცელფეხიანები, ზღვის ზღარბები, ზღვის ვარსკვლავები და სხვ. ბენტოსით მეტწილად შეღვის ზონაა დასახლებული.

პლანქტონს მიეკუთვნება ზღვის წყალში პასიურად მცურავი ორგანიზმები. მაგ. მეღუხები. ისინი ზღვის დინებასა და ტალღებს მიყვებიან. მცენარეებიდან—დიატომები და სხვ. ფიტოპლანქტონი 200 მეტრ სიღრმეზე სავსებით ქრება. ფიტოპლანქტონის დიდი გროვის საუცხოო მაგალითს წარმოადგენს სარგასის ზღვა. ზოოპლანქტონი 200 მეტრზე უფრო ღრმად ეშვება. მათ მიეკუთვნება ფორამინიფერები და რადიოლარიები.

ზღვის წყლის მოძრაობა. არჩევენ ზღვის წყლის მოძრაობის რამდენიმე სახეს: 1. ქარის მოქმედებით გამოწვეული ლელვა, 2. მთვარისა და მზის მიზიდულობით გაპირობებული ზღვის მიმოქცევიანი მოძრაობა, 3. ოკეანური და ზღვიური დინება, 4. ნელი წრაული მოძრაობა მაღალი განედებიდან ეკვატორისაკენ და პირიქით, 5. მარილიანობითა და სიმკვრივით განსხვავებული ორი აუზის კომპენსაციური მოძრაობა.

მუდმივი მიმართულების ქარით გამოწვეულ დინებას დრეიფულს უწოდებენ. ქარის მოქმედებით ოკეანეების და ზღვების ზედაპირზე წყლის ნაწილები ქარს პარალელური მიმართულებით გადაადგილდება ვერტიკალურ სიბრტყეში ჩაკეტილი ან თითქმის ჩაკეტილი ორბიტებით. ზღვის ტალღები წარმოადგენს წყლის ნაწილაკების ვერტიკალური რყევის შედეგს. ეს რყევები ერთდროულად წარმოიქმნება მთელ რიგ წერტილებში, რომელთა ურთიერთ ინტერფერენციით საბოლოოდ წარმოიქმნება რთული ხასიათის ტალღები.

ტალღისებრ რყევის დროს არ ხდება წყლის მასების გადაადგილება. ტალღები შედგება ურთიერთმონაცვლეობაში მყოფი ამოწეული და დაწეული ნაწილებისაგან. ამოწეულ ნაწილს თხემს უწოდებენ, ჩაწეულს—ტალღის ძირს. თხემის მიმართულებას ტალღის შუბლს უწოდებენ. არჩევენ ტალღის შემდეგ ელემენტებს: სიგრძე—ორი პარალელურ ტალღის თხემებს შორის უმოკლესი მანძილი; სიმაღლე—მან-

ძილი ტალღის თხემსა და ძირს შორის, რაც დამოკიდებულია ქარის ძალაზე: ტალღის პერიოდი—დრო, რომლის განმავლობაშიც ტალღა გაივლის თავისი სიგრძის ტოლ გზას. ტალღები მაქსიმუმს ოკეანეებში აღწევს. (400 მ სიგრძით, 13 მ სიმაღლით, 17—18 სეკ. პერიოდით და 22 მ სეკ. სიჩქარით). ჩაკეტილ ზღვაში ტალღები უფრო მკირეა (ხმელთა-შუა ზღვაში — 6 მ, შვე ზღვაში—5,6 მ, ბალტიის ზღვაში — 5 მ). ტალღები გვხვდება ოკეანეებისა და ზღვების ზედაფენებში. შიდაკონტინენტურ ზღვებში ის 50—100 მ სიღრმემდე აღწევს, ოკეანეებში — 150 200 მეტრამდე.

2. ზღვის მოქცევა და მიქცევა. ზღვებსა და ოკეანეებში წყლის დონის პერიოდული რყევა აიხსნება მზისა და მთვარის მიზიდულობის ძალით. მოქცევის დროს ზღვის დონეს უდიდესი სიმაღლე აქვს. ხოლო მიქცევის დროს ყველაზე დაბალი მდებარეობა. მოქცევა და მიქცევა წარმოებს ყოველ დღეღამე, ზღვის ნებისმიერ ადგილში ყოველ 12 საათსა და 26,4 წუთში (ატლანტის ოკეანე). უფრო ძლიერია მოქცევა და მიქცევა ყოველ 24 საათსა და 52,8 წუთში (წყნარი ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილი, ინდოეთის ოკეანე). ღია ზღვაში წყლის გადასაცვლებამი მონაწილეობს წყლის მთელი მასა, დიდ სიღრმეზე წყლის ნაწილაკები წარმოქმნიან ჩაკეტილ ელიფსურ ორბიტებს. მოქცევითი დინების მაქსიმუმი ბარენცის ზღვაში 25 მ სიღრმეს აღწევს, ხოლო ატლანტის ოკეანეში — 500 მეტრს. მიმოქცევითი დინების სიჩქარე დახლოებით 10 სმ აღწევს.

3. ზღვის დინებები წარმოადგენს წყლის დიდი მასების ჰორიზონტალურ გადაადგილებას, მას იწვევს მუდმივი მჭროლავი ქარები (პასატები, მუსონები) და მოძრაობითი დინებანი. ამ უკანასკნელის მიზეზია ოკეანის სხვადასხვა ნაწილში ატმოსფერული წნევის სხვაობა, ტემპერატურასა და მარილიანობასთან დაკავშირებით სხვაობა წყლის სიმკვრივეში. ცნობილია მუდმივი, პერიოდული, ხანმოკლე, ცივი და თბილი, ზედაპირული და სიღრმითი დინებები. თბილი დინების კლასიკურ მაგალითს ჰოლფსტრიმი წარმოადგენს.

4. პოლარულ მხარეებში ზედაპირთან წყალი ცივდება, უფრო მძიმე ხდება და იძირება. ფსკერზე წარმოიქმნება დინება პოლარული მხარეებიდან ეკვატორისაკენ. დედამიწის ლერძის გარშემო მოძრაობის გამო ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში დინება გადაიხრება მარჯვნივ, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში — მარცხნივ. ეკვატორის მხარეებში წყლის მასები თბება, ამიტომ აქ გვაქვს წყლის ვერტიკალური ცირკულაცია ქვევიდან ზევით, ხოლო ზევით ამოსული წყალი მიისწრაფვის პოლარული მხარეებისაკენ ისე, რომ ოკეანეებში მიმდინარეობს წყლის მუდმივი წრებრუნვა.

ზღვეებისა და ოკეანეების ნგრევითი მოქმედება. ზღვის ნგრევითი მოქმედება დაკავშირებულია ზღვის წყლის მოძრაობასთან, მეტწილად ძლიერი ქარით გამოწვეულ ტალღებთან და აგრეთვე მამოქცევით მოძრაობასთან. ტალღებითა და ზვირთებით ნგრევითი მოქმედება განსაკუთრებით ძლიერია სანაპირო ზოლში. ვ. ზენკევიჩი ზღვის ნაპირის ორ ტიპს გამოჰყოფს: *ლუზმანაპირო*, სადა: ზღვის ფსკერს აქვს ციცაბო დახრილობა და ნაყარი მასალა წყალქვეშა დაქანებიდან გატანილია და *მარჩხოზი*—მეჩჩისებრი ნაპირი დამრეცი ფერდობით, ნამსხვრევი მასალის მეტწილად ნაპირისკენ მოძრაობით.

ნგრევითი მოქმედება განსაკუთრებით ძლიერია ღრმა ნაპირთან, ქარიშხლის ტალღები ეცემა ციცაბო ნაპირს, იწვევს ათეული მეტრებით წყლის შხეფების ამოტყორცნას. ტალღის ძალა დიდია, იგი გამოიხატება ტონობით კვადრატულ მეტრზე. შავ ზღვაზე, განსაკუთრებით კავკასიის ნაპირებთან, ცნობილია დარტყმები 2,8 ტ/მ<sup>2</sup>, ატლანტის ოკეანის ამერიკის ნაპირებთან 30 ტ/მ<sup>2</sup>-მდე. ასეთი ტალღები ანგრევს ყველაზე მკვრივ ქანებსაც. 1890 წელს ფოთში ტალღამ ზღვაში გადააგდო ორი ტალღასამსხვრევი ლოდი თითოეული 40 ტონისა. ზღვით ნაპირის ნგრევა მიმდინარეობს: 1. წყლის ჰიდრაულიკური დარტყმით, 2. ძლიერი ტალღებით ატაცებული ქანების ნამსხვრევების დარტყმით, 3.



სურ. 22. აბრაზიული სანაპირო (კონგლომერატები) გულაუთის კონცხთან.

წყლის ქიმიური მოქმედებით. ზღვის ნგრევით მოქმედებას აბრაზიონას უწოდებენ. წყლის აბრაზიული მოქმედება მიმდინარეობს ოკეანეებისა, ზღვებისა და ტბების ნაპირებზე 260.000 კმ მანძილზე. ზღვის

ტალღის ჰიდრაულიკური დარტყმა ციკაბო ნაპირზე უდიდეს ძალას ქარიშხლის პერიოდში აღწევს. ამ დროს ლოდები და ნატეხები თავის მხრივ აძლიერებს ტალღების მექანიკურ მოქმედებას, ნაპირების ნგრევას. ბუნებრივია, რომ ზღვის სანაპიროების ქანები ერთნაირი სიჩქარით არ ინგრევა. ქანების ლითოლოგიური შედგენილობის მიხედვით გამოყოფენ: 1. კრისტალური ქანებით აგებულ ნაპირებს სუსტად გამოხატული აბრაზით, 2. შეცემენტებული დანალექი ქანებით აგებული ნაპირებისათვის დამახასიათებელია რელიეფის აბრაზიული ფორმები—მაღალი სანაპირო ფლატეები, თაღები და მღვიმეები, სხვადასხვა-ნაირი აკუმულაციური ფორმები. 3. ფხვიერი ქანებით აგებულ ნაპირებზე აბრაზია ძლიერ ინტენსიურია. ასეთი ნაპირების გასწვრივ გვხვდება რელიეფის დიდი აკუმულაციური ფორმები. მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ქანების სიმკვრივეს და წოლის ფორმებს, მასიური ქანები ძნელად ინგრევა, შედარებით ადვილად ინგრევა დანაპირალიანებული ქანები. წყალი შტორმის დროს იჭრება ნაპირებში, აფარაობს მას და იწვევს ნაპირებში მოთავსებული ჰაერის შეკუმშვას. წლის უკანდახევისას შეკუმშული ჰაერი სწრაფად, თითქმის აფეთქების ძალით ფართოვდება და იწვევს დამატებით ნგრევას, ხშირად ვიწრო ნაპირებიდან ზღვის წყლის შადრევნებად ამოსროლას. ნაპირის მაქსიმალური ნგრევა გვაქვს იმ შემთხვევაში, როდესაც ქანები ეცემა ხმელეთისაკენ, ხოლო მინიმალური — როცა ქანები ეცემა ზღვისაკენ. სანაპიროს ქანები ინგრევა აგრეთვე ზღვის წყლის ქიმიური მოქმედებით (კირქვა, დოლომიტი და სხვ.). ტალღების ზვირთცემის ზონის მცენარეები და ცხოველები ქანების გაფხვიერებით ხელს უწყობენ მათ დაშლას.

ნაპირზე ტალღებისა და ქვის ნატეხების ერთდროული მოქმედება იწვევს კლდოვანი ნაპირის ძირის ჩაღრმავებას და წარმოიქმნება ტალღათა ზვირთცემის ნიშნები, ზევიდან კარნიზის სახით აღმართული ქანებით. პერიოდულად მოქმედი ძლიერი ზვირთცემის ტალღები, ნიშის თანდათანობით გაღრმავებით. კარგავს წონასწორობას და ჩამოიქცევა; ნაპირზე ისევ ციკაბო ფლატე წარმოიქმნება. ზღვის მიერ წარმოქმნილ ამ ფლატეს კლიფი ეწოდება. შემდგომ ეს პროცესი თანდათანობით გამეორდება. არაერთგვაროვან ქანებში წარმოიქმნება მრავალსართულიანი ნიშები. სანაპიროს ფლატე თანდათანობით იწვევს ხმელეთისაკენ და ტოვებს ზღვისაკენ ზუსტად დახრილ წყალქვეშა აბრაზიულ ტერასას. ამ უკანასკნელსა და სანაპირო ფლატეს შორის რიყნარით და ქვიშით დაფარულ ვიწრო ზოლს პლაჟი ეწოდება. მოქცევისა და ქარიშხლის დროს იგი წყლით იფარება.

კლდოვანი აბრაზიული ტერასა ალაგ-ალაგ დაფარულია დაშლის

წვრილი პროდუქტებით. ქანების ნატეხების ბრუნვითი მოძრაობით. როგორც ვერტიკალურ ფლატზე, ისე ტერასაზე წარმოიქმნება ე. წ. ევერზიული სიღრუხეები და ქვაბურები. განუწყვეტლივ მოძრაობაში მყოფი ქანების ნატეხები გაცვეთით, დაქუცმაცებით, ხეხვით, მომრგვალებით თანდათანობით გარდაიქმნება რიყის ქვად, ქვიშად, ზოგჯერ უფრო წვრილ ნაწილაკებად. მასალის დაგროვებისათვის მნიშვნელობა აქვს ზღვის ფსკერის დაქანებას. რამდენადაც ციკაბოა ნაპირი, იმდენად მსხვილი მასალა გროვდება: ლოდნარი (კაქარი) — 20 — 35° — დაქანებისას; რიყის ქვა — 10°, მსხვილი ქვიშა — 7 — 8,5°, წვრილი ქვიშა — 2,5°.

აბრაზიული ტერასიდან დაშლილი მასალის გადატანით წარმოიქმნება წყალქვეშა ნაზავი და იწყება წყალქვეშა აკუმულაციური ტერასის წარმოქმნა. აბრაზიული და აკუმულაციური ტერასების წარმოქმნით ზღვის ღრმა სანაპირო მარჩხ ნაპირად გარდაიქმნება, ამ შემთხვევაში ზღვის ტალღები თანდათანობით კარგავს ენერგიას და ნაპირთან ვერ აწარმოებს ნგრევით მოქმედებას. ზღვის სანაპირო ზოლში აბრაზიული მოქმედების გამოცოცლება შესაძლებელია აბრაზიული და აკუმულაციური ტერასების ზედაპირის დაწვეით ან დედამიწის ქერქის რყევითი მოძრაობით.

აბრაზია ძლიერდება ზღვის დონის ცვლილებებით. დონის აწევით (ხმელეთის დაწვეა) ზღვა ხმელეთზე იჭრება და დაშლის პროცესები ძლიერდება. ზღვის ხმელეთისაკენ მოძრაობას (შეტევას) ტრანსგრესიას უწოდებენ, სოლო ზღვის უკან დახვევას რეგრესიას, ხმელეთში მდინარეთა ხეობებით ან ტექტონიკური დეპრესიული ღრმულებით ზღვის შეჭრას — ინგრესიას უწოდებენ.

ზღვის მაღალი, კლდოვანი ნაპირების დაშლის სისწრაფე და უკანდახვევის სიჩქარე მაქსიმალურია იმ რაიონებში, რომლებიც დაძირვას განიცდის; ასევე ადვილად იშლება ფხვიერი ქანებით აგებული ნაპირები. იქ სადაც კარგადაა განვითარებული პლაჟი, დაშლის სიჩქარე მნიშვნელოვნად მცირდება. ინგლისში, ფლამბოროს კონცხის სამხრეთით იორკშირთან, რომაელების ბატონობის ეპოქიდან, 56 კმ სიგრძის სანაპირო ზოლმა უკან დაიხია 5—6 კმ-ით; შავი ზღვის სანაპიროზე, სოხუმის მიდამოებში ზოგიერთ ადგილას 1810 წლიდან ზღვამ წაიწია თითქმის 100 — 150 მეტრით. გერმანიის ზღვაში 1072 წელს ჰელპოლახდის კუნძულის ფართობი შეადგენდა 900 კმ<sup>2</sup>-ს, ამჟამად ამ კუნძულიდან დარჩენილია მხოლოდ 1,5 კმ<sup>2</sup> ფართობის ვიწრო ზოლი.

ზღვის ნაპირის დაშლაში მიმოქცევით მოძრაობას ნაკლები მნიშვნელობა ენიჭება; ის უმთავრესად ნაპირის გადარეცხვას აწარმოებს. მოქცევათ ტალღებს შეუძლიათ მსხვილი ნატეხების გადაადგილება.



მოქცევითი ტალღების მოქმედება შედარებით სუსტია. მიმოქცევითი მოძრაობა მაქსიმუმს აღწევს სრუტეებსა და ვიწრო უბეებში, მდინარეთა შესართავებთან.

ჩრდილოეთ ამერიკაში ფანდის უბესთან მოქცევის ტალღის სიმაღლე 18 მ-ს აღწევს, ინგლისში, ბრისტოლის უბეში—12,6 მ; ოხოტის ზღვაში, პენეინის უბესთან — 11 მ. დიდი ტალღები იწვევს დიდი სიჩქარის დანებას, რომელიც ანგრევს როგორც ნაპირს, ისე ფსკერს; ამით აიხსნება უბეებისა და სრუტეების ფსკერზე ნამსხვრევი მასალის სიმცირე.

ზღვის ბრტყელი და მარჩხი (თხელწყლიანი) სანაპირო სხვა პირობებში ვითარდება. ზვირთცემის ძალით ზღვა გადაარეცხავს ნაპირსა და ფსკერს, დაშლის პროდუქტებს გადაანაცვლებს ნაპირებისაკენ. მეჩეჩიანი ნაპირის მცირე დაქანების შემთხვევაში დაშლის პროდუქტების დაგროვებით წარმოიქმნება ფართო პლაჟი, შემდგომ ნაყარის დაგროვების სიჩქარე შეიძლება ქარბობდეს ზვირთცემის ტალღის დაშლით წარმოქმნილ მასალის მიწოდების სიჩქარეს და აზრახიული ნაპირი გადავიდეს აკუმულაციურში. ზღვის ნაპირს, რომელიც ინტენსიურ დაშლას განიცდის ა ბ რ ა ზ ი უ ლ ს უწოდებენ, ხოლო ნაპირს, სადაც დაშლილი მასალის დაგროვება მიმდინარეობს — ა კ უ მ უ ლ ა ც ი უ რ ს.

ნაპირის გეოლოგიურ აგებულებასთან დამოკიდებულებით გამოყოფენ ნაოქა და ბელტური მხარეების ნაპირებს. სანაპირო ხაზის მდებარეობის გეოლოგიურ სტრუქტურასთან დამოკიდებულების მიხედვით გამოიყოფა: ს ი გ რ ძ ი ე ი ნაპირი (წყნაროკეანური) — თან ხვდება ნაოქების საერთო მიმართებას. დიდ მანძილზე აქვს ერთგვაროვანი გეოლოგიური აგებულება, სუსტადაა დანაწევრებული, ღარიბია უბეებითა და კონცხებით. ასეთს მიეკუთვნება ა შ შ-ის დასავლეთ ნაპირი, სსრ კავშირში პრიმორსკის მხარის ნაპირი და შავი ზღვის ნაპირი ტუაფსესა და გელენჯიკს შორის.

გ ა ნ ი ე ი ნაპირი (ატლანტის ოკეანური) ნაოქებს კვეთს გავრცელების მართებულად, ძლიერ დანაწევრებულია მრავალრიცხოვანი უბეებითა და ყურეებით, უფრო წვრილი დასერვა გამოწვეულია ქანების ლითოლოგიური ცვლილებით.

დ ი ა გ ო ნ ა ლ უ რ ი ნაპირი ხასიათდება რელიეფის ელემენტების კულისისებრი მდებარეობით და ასიმეტრიულ-დაკბილული, დანაწევრებული სანაპირო ხაზით (ალბანეთის, სახალინის სამხრეთ-დასავლეთი ნაპირი).

ნ ა მ ს ხ ვ რ ე ვ ი მ ა ს ა ლ ი ს გ ა დ ა ტ ა ნ ა . ს ა ნ ა პ ი რ ო ა კ უ მ უ ლ ა ც ი უ რ ი ფ ო რ მ ე ბ ი . აკუმულაციური ნაპირის ფორმირების პროცესში ცნობილია ფხვიერი მასალის გადაანაცვლების ორი სახე:

გ ა ნ ი ვ ი — ნ ა პ ი რ ი ს პ ე რ პ ე ნ დ ი კ უ ლ ა რ უ ლ ა დ და ს ი გ რ ძ ი ვ ი — ს ა ნ ა პ ი რ ი ზ ო ლ ი ს პ ა რ ა ლ ე ლ უ რ ა დ .

ტალღის ზვირთვების ზონაში წარმოიქმნება სანაპირო სერი (ზეინული). ამგვარი გზით თანდათანობით გარდაიქმნება ფსკერის ზედაპირი, სანამ არ მიაღწევს მოცემული პირობებისათვის წონასწორობის პროფილს, როდესაც ნამსხვრევი მასალა მოძრაობს, მაგრამ არ გადაინაცვლებს არც ხმელეთისაკენ და არც ღრმა ზღვისაკენ, წონასწორობა შესაძლებელია დაირღვეს დედამიწის ქერქის დაწვეით. ამ შემთხვევაში ისევ განახლება ნამსხვრევი მასალის გადანაცვლება და დახარისხება, ახალი წონასწორობის პროფილის გამომუშავებამდე. ცხადია, მასალის გადაადგილების მანძილი და სიჩქარე დამოკიდებულია რიყაარის სიდიდესა და ტალღების ძალაზე.

ტალღები ნაპირს ყოველთვის პერპენდიკულარულად არ ეცემა, ზოგჯერ უხვევს, ამ შემთხვევაში ტალღის ზვირთების ნაკადი და მის მიერ ატაცებული ნამსხვრევი მასალა-რიყნარი სწორად მოღუშულ მრუდეებს ქმნის. ნამსხვრევი მასალის არაერთგვარობის შემთხვევაში მასალის გადაადგილებაც არაერთგვაროვანი იქნება, ყველაზე ადრე ადგილზე დარჩება მსხვილი მასალა-კაჭრები, შემდეგ კენჭები და მხოლოდ წვრილი ქვიშა მიდის შორს — ბოლომდე. ტალღის უკუსვლის დროს კაჭრები და კენჭები გადაადგილდება ქვევით პლაჟის დამრეცი ფერდობით, სანამ არ გაიტაცებს ახალი ტალღა. პროცესის განუწყვეტლივ მიმდინარეობის შედეგად, ნაპირის გასწვრივ, წარმოებს ნაყარის გადანაცვლება. ვ. ზენკევიჩის მიხედვით შავ ზღვაში სამბალიანი ტალღა ცალკეულ კენჭებს გადაანაცვლებს ერთ საათში 43 მეტრის სიჩქარით. ამგვარად, ზღვაში ნამსხვრევი მასალის გადანაცვლება მიმდინარეობს როგორც სიგრძივი, ისე განივი მიმართულებით. ამ მოვლენასთან დაკავშირებულია სანაპიროს მრავალი აკუმულაციური ფორმა. სიგრძივი გადანაცვლებითაა გამოწვეული ე. წ. ცელების (ისარა) წარმოქმნა. იგი წარმოადგენს მონალექ ვიწრო სერს, რომელიც ერთი ბოლოთი ხმელეთთანაა შეერთებული, წარმოიქმნება სანაპიროს იმ ადგილებში, სადაც სანაპირო სიგრძივი დინების (ტალღების) ზვირთების ძალა შესუსტებულია ყურეების, კონცხების წინ. ისრის სიმაღლე რამდენიმე მეტრს აღწევს, განი იზომება კილომეტრებით. ხოლო სიგრძე — ათეული და ზოგჯერ ასეული კილომეტრებით (ყირიმი — არაბატის ისარი — 220 კმ). ცელი ზოგჯერ მიაღწევს უბის სპირისპირო ნაპირს და გადაიქცევა ჩამკეტ აკუმულაციურ ზოლად, რომელიც ხანდისხან მთლიანად განაცალკეებს ზღვისაგან უბეებს, წარმოქმნის ლიქანებს.

დიდი ზომის აკუმულაციურ ფორმას მიეკუთვნება ე. წ. ბარი. იგი წარმოადგენს ზღვიური ქვიშიან-ხვინქიანი ნაყარის გრძელ ზოლს, ზღვის ნაპირის პარალელურად. ბარი სიგრძით ზოგჯერ რამდენიმე

ასეულ კილომეტრს აღწევს, 20 — 30 კმ სიგანით და რამდენიმე ათეული მეტრი სიმაღლით. მექსიკის უბესთან ცნობილია ბარი 1800 კმ სიგრძით. ბარები წარმოიქმნება ნაპირთან, თხელი ზღვის ზონაში, ხმელეთის ამოწვევის პირობებში, სადაც ტალღები იშლება და მასალას ლექავს სანაპირო ზონამდე. ბარსა და ხმელეთს შორის მდებარეობს თხელი ზღვის ნაწილი, რომელსაც ლ ა გ უ ნ ა ეწოდება. მსოფლიო ზღვების სანაპიროს საერთო სიგრძის 13% ლაგუნური სანაპირო შეადგენს.

ამგვარად, ზღვის ნაკრებით მოქმედებათან პარალელურად მინდინარეობს შენებითი მუშაობა, მოლექვის პროცესები და წარმოიქმნება აკუმულაციური ფორმები.

### ზღვიური ნალექები

მასალა, საიდანაც წარმოიქმნება ზღვიური ნალექები ძირითადად ხმელეთიდანაა მოტანილი. ხმელეთზე ქანების გამოფიტვის პროდუქტების მნიშვნელოვანი ნაწილი ზღვების აუზებში გადააქვს წყალს, ყინულსა და ქარს; განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მიმდინარე წყლების როლი. მათ მიერ მოტანილი და ზღვის აბრაზიული მოქმედების დროს გადატანილი მასალა, მყარი ნაწილაკების სახით, ილექება ზღვის აუზებში. ხმელეთიდან მოტანილ ფხვიერ ნალექებს ტერიგენულს უწოდებენ (ლათინურად ტერრა — მიწა), ზღვის აუზებში ნაერთები გამოიყოფა ქიმიური ნალექების სახით, ხოლო ფსკერზე გროვდება ორგანოგენული ნალექები. ამგვარად, წარმოშობის მიხედვით ზღვიურ ნალექებს შორის არჩევენ: ტერიგენულ, ქიმიურ და ორგანოგენულ ნალექებს.

ამ ნალექების ოდენობა ზღვის აუზის სხვადასხვა ზონისათვის სხვადასხვაგვარია, იგი დამოკიდებულია: ნაპირის სიახლოვესა და აგებულებაზე, აუზის სიღრმეზე, მის დინამიკაზე, წყლის მარილიანობასა და ტემპერატურაზე, შენაკადი მდინარეების მიერ ნალექების მოტანის ინტენსივობასა და დედამიწის ქერქის მოძრაობაზე. სიღრმის ზრდის მიხედვით ზღვებში გამოყოფენ დალექვის შემდეგ ზონებს, მათ შესაბამის ზღვიურ ნალექებს: 1. სანაპირო ანუ ლითორალურს (ლათ. ლითორალის — ნაპირი); 2. კონტინენტური შელფის ნალექებს ანუ ნერიტულ მხარეს (აქ არსებული მოლუსკი Neritina-ს სახელწოდებასთან დაკავშირებით); 3. კონტინენტური დაქანების ნალექებს, ბათიალურ მხარეს (ბერანულად ბათოს — სიღრმე); 4. ოკეანეების ღრმაწყლიანი ნაწილის ნალექებს, ოკეანის კალაპოტს და ცალკეულ ღრმაწყლიან ღრმულებს; აბისურ მხარეს (ლათინურად აბისოს — უფსკერო, გაწეზომელი, ღრმა).

ს ა ნ ა პ ი რ ო ა ნ უ ლ ი თ ო რ ა ლ უ რ ი ნ ა ლ ე ქ ე ბ ი. ლითორა-

ლურ ზონას უკავია სანაპირო ზოლი, ზღვის ყველაზე მაღალი მოქცევისა და ყველაზე დაბალი უკუქცევის დონეებს შორის. ზონის სიგანე არ არის დიდი, ციცაბო ნაპირებთან იგი რამდენიმე მეტრია, დამრეც ნაპირებთან რამდენიმე ათეული და ასეული მეტრი, ზოგჯერ — 1,5-კმ-ს აღწევს, იშვიათად, — 10—15 კმ-ს. ეს ზონა ნალექების მრავალფეროვნებით განირჩევა, მისი შედგენილობა და აგებულება დაძოკიდებულია ნაპირის აგებულებასა და მორფოლოგიაზე.

აქ გვხვდება დიდი ზომის ლოდები, კარგად დამუშავებული რიყნარი, სხვადასხვა ზომის ქვიშები, ხოლო შედარებით წყნარ ზონებში წვრილმარცვლოვანი შლამი. როგორც წესი, სანაპირო ხაზთან ახლოს ილექება უხეში როქნარი, შემდგომ რიყნარი, უხეშმარცვლოვანი ქვიშა და შემდეგ ნაპირიდან დაშორებით მასალა თანდათანობით წვრილმარცვლოვანი ხდება.

ზღვის აბრაზიული მოქმედებით კლდოვან ნაპირებთან გროვდება ლოდები, რომელსაც ხშირად ეტყობა მბურღავი მოლუსკების მოქმედების კვალი. ციცაბო ნაპირებთან წარმოქმნილ აბრაზიულ ტერასებზე გროვდება რიყნარი, სადაც მკვერივი მაგმური ქანების კენჭებს მეტწილად აქვს სფერული ან ოვალური ფორმა, ხოლო დანალექ-შრეებრივ ქანებს — ბრტყელი. ნამსხვრევი ქანებით აგებული ნაპირის გადარეცხვით გროვდება ქვიშა ან ხვინჭა. თხელ (მარჩხ) წყლიან სანაპიროზე (მაგალითად, ბალტიისა და ჩრდილოეთის ზღვები) ტალღებს არ შეუძლია გადარეცხოს წვრილმარცვლოვანი მასალა, ამიტომ აქ გროვდება თიხიან-შლაძიანი ნალექები. ზღვის ასეთი უბნებიდან ჰოლანდიაში შექმნეს მაღალი ნაყოფიერებით ცნობილი ხმელეთის ნაწილები, ე. წ. პოლდერები.

ტერიგენული მასალის გარდა ლითონალურ ზონაში გროვდება ქიმიური და ორგანოგენული ნალექები. ცხელი და მშრალი კლიმატის პირობებში, თუ ზღვის წყალი დიდი რაოდენობით შეიცავს  $\text{CaCO}_3$ -ს შეიძლება გამოიყოს ოლითური აგებულების კარბონატული ნალექი (არალისა და წითელი ზღვა, კასპიის ზღვის სამხ. აღმოსავლეთი ნაპირები, ფლორიდის ნაპირები), ქიმიური ნალექების გამოყოფისათვის უფრო ხელსაყრელი პირობები გვაქვს ლავუნებსა და უბებთან, რომელსაც არა აქვს, ან თითქმის არა აქვს კავშირი ღია ზღვებთან. ორგანოგენული ნალექებიდან, პირველ რიგში, უნდა აღინიშნოს ზღვის დაქაობებული ნაპირებიდან — ტორფი, განსაკუთრებით მანგრული ტყეების გავრცელების რაიონებში.

კონტინენტური შელფის ნალექები (200 მეტრ სიღრმემდე) უფრო მეტი მრავალფეროვნებით განირჩევა.

აქა გვხვდება ტერიგენული, ქიმიური და ორგანოგენული ნალექები. მსოფლიო ოკეანის შელფური მხარეები და ეპიკონტინენტალური

ზღვები წარმოადგენს სედიმენტაციის ანუ ნალექების დაგროვების ძირითად მხარეს. ტერიგენული ნალექები ძირითადად წარმოადგენილია ქვიშით, თიხითა და შლამით. ქვიშები მეტწილად გვხვდება ღია შელფის პირობებში, ხოლო შლამიანი ნალექები ცნობილია დიდი მდინარეების შესართავთან, მაგალითად, მდინარე ამაზონის შესართავთან შელფის სიგანე 600 კმ-ია. საერთოდ შელფის სიგანე ძლიერ ცვალებადია: ციმბირის ჩრდილოეთ ნაპირებთან იგი 1200 — 1300 კმ-ს აღწევს, ხოლო ჩილის ნაპირებთან თითქმის ქრება, ქვიშებიდან შლამიან ნალექებში გადასვლა თანდათანობითია, შავ ზღვაში ქვიშებსა და შლამს შორის საზღვარი 20 — 50 მეტრის სიღრმეზე მდებარეობს, ოკეანეებში — 100 — 150 მეტრზე. უხეში ნამსხვრევი მასალა შელფისათვის ტიპური არ არის, მაგრამ კლდოვან ნაპირებთან ცნობილია კლდოვანი ფსკერი როკითა და რიყნარით დაფარული.

ქიმიურ ნალექებთან დაკავშირებულია რკინის, მარგანეცის, ალუმინის, ფოსფორიტების საბადოები. მათი პირვანდელი წყაროა ხმელეთზე ქანების გამოფიტვით და მდინარეებისა და მიწისქვეშა წყლებით გადატანილი ქიმიური ნაერთები, კოლოიდური და ნამდვილი ხსნარების ან მექანიკური ნაწილაკების სახით. კოლოიდური ხსნარების კოაგულაციით გამოიყოფა რკინისა და მარგანეცის ნაერთები უშუალოდ ნაპირებთან ახლოს — რკინის ნაერთები, ხოლო მარგანეცი — ნაპირიდან რამდენადმე დაშორებით ტუტე გარემოში.  $Al_2O_3$ -ით მდიდარი ლატერიტული გამოფიტვის პროდუქტებიდან ასევე ნაპირთან ახლოს წარმოიქმნება ბოქსიტები, ხოლო ფოსფორიტებისათვის შელფის უფრო ღრმა ნაწილებია საჭირო, რადგან ზღვის წყალში  $P_2O_5$ -ის წყაროს ცხოველთა ნაშთები წარმოადგენს. ფოსფორიტების წარმოქმნისათვის აუცილებელია წყლის აღმავალი მოძრაობა, რომელსაც სიღრმიდან ამოაქვს  $P_2O_5$ .

ქიმიურ ნალექებს შორის დიდ როლს თამაშობს კირქვები. ცხელი კლიმატის პირობებში, ზღვის წყლის ზედაფენები  $CaCO_3$ -ით გაჯერებულია; შელფის ზონაში წყალი ფსკერამდე თბება,  $CaCO_3$ -ით გაჯერდება და ბოლოს იგი ოლითების ან წვრილმარცვლოვანი, კირქვიანი შლამის სახით გამოიყოფა.

შელფის ზონაში საკმაოდ დიდი გავრცელებით სარგებლობს ორგანოგენული ნალექები, სადაც მაქსიმალურადაა გავრცელებული ფსკერის ორგანიზმები და პლანქტონი. ორგანიზმების ჩონჩხი ძირითადად  $CaCO_3$ ,  $SiO_2$ -საგან შედგება; იშვიათად — ფოსფორმჟავა კალციუმისაგან. ორგანიზმების სიკვდილის შემდეგ გროვდება ორგანოგენული ნალექები. ორგანოგენული, კირიანი ნალექები წარმოადგენილია ნიჟარიანი კირქვებით (ლუმაშელი) და მარჯნის რიფებით.

ორგანოგენული ქანები გროვდება იქ, სადაც ნაკლებად შემოდის ტე-

რიკეპული მასალა (დაბლობი სანაპიროები). ამ ნალექებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია მარჯნის რიფები. მათი განვითარებისათვის აუცილებელია ზღვის წყლის მაღალი ტემპერატურა (არა ნაკლებ 20°-სა). ზღვის არადიდი სიღრმე (40—50 მ), ნორმალური მარილიანობა. სუფთა წყალი, კლდოვანი ფსკერი, ზღვის წყალი გაჭერებული უნდა იყოს კალციუმის კარბონატით.

ფორმის მიხედვით თანამედროვე მარჯნის რიფებს შორის არჩევენ სანაპირო, ბარიერულ რიფებს და ატოლებს.

სანაპირო მარჯნის რიფი წარმოადგენს ზღვის სანაპირო ზოლის წყალქვეშა გაგრძელებას და მდებარეობს მის გასწვრივ. ბარიერული რიფები ნაპირიდან დაშორებულია ლაგუნებით, რომელთა განიხშირად ათეულ კილომეტრს აღწევს. ყველაზე მნიშვნელოვანია ავსტრალიის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდებარე დიდი ბარიერული რიფი, რომელიც ვაკიმულია 2000 კმ-ზე მეტ მანძილზე. ბარიერული რიფები გვაქვს აგრეთვე წყნარი ოკეანის (მელანეზია, პოლინეზია და სხვ.) მრავალი კუნძულისა და არქიპელაგის სანაპიროებზე.

ატოლი წარმოადგენს კუნთულს წრიული ფორმის მარჯნის რიფით აგებულს. იგი გარს უვლის თხელ ლაგუნას, რომლის შიგნით კუნძულები არ არის და ღია ზღვას უერთდება სრუტეებით. ჩ. დარვინის აზრით ატოლი დასაწყისში წარმოადგენდა ვულკანის კონუსის გარემომცველ სანაპირო რიფს, რომელიც ზღვის ფსკერის და, მაშასადამე, ვულკანური კუნძულის დაძირვით გადაიქცა ჯერ ბარიერულ და შემდეგ რგოლურ რიფად, ბარიერულ რიფებს ხშირად დიდი სიმძლავრე აქვს. მარშალის კუნძულზე ბურღვით დადასტურდა, რომ მარჯნის რიფს აქვს 1200 მეტრი სიმძლავრე. ზონდის არქიპელაგზე ცნობილია ზღვის დონედან 1500 მეტრით ამოწეული მარჯნის რიფები; ყოველივე ეს ზღვის ფსკერის ვერტიკალური მოძრაობით უნდა აიხსნას.

კონტინენტური დაქანების ნალექები (ბათიალური მხარე). კონტინენტური შეღდვის ნალექები თანდათანობით გადადის კონტინენტური დაქანების ნალექებში.

კონტინენტური დაქანების ზედაპირი უსწორმასწოროა: გვხვდება ბორცვები, მაღლობები, კანიონისებრი ხეობები. ასეთი ზედაპირის ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს მიაკეთებენ წყალქვეშა მეწყერებს. მეწყერების წარმოშობას ხელს უწყობს წვრილმარცვლოვანი და პლასტიკური ნალექების არსებობა და დაქანება. ცნობილია, რომ 1802 მეტრ სიღრმემდე დაქანება საბუნებრივად 4°, 17 აღწევს, ზღვის ფსკერზე მეწყერის წარმოქმნისათვის კი საკმარისია 1° დაქანება კონტინენტურ დაქანებაზე ასეთი ბორცვების, ღრმულების, კანიონების არსებობას ზოგიერთი გეოლოგი ხსნის დედამიწის ქერქის ღრმა დაძირვითა და ღიზიუნქტიური დისლოკაციებით. გამოთქვამენ მოსაზრებას კანიონე-

ბის კონტინენტური წარმოშობის შესახებ, ე. ი. ხმელეთის, ოკეანის წყლის ქვეშ დაძირვით.

ბათიალური ნალექები ხასიათდება მასალის ერთგვაროვნებით. მათ შორის არჩევენ: ბათიალურ, ღრმა წყლის ქვიშებს და რიუნარს, რომელიც შელფის ზონიდან არის მოტანილი და შედარებით მცირე გავრცელებით სარგებლობს, ძირითადად აქ ტერაცივულა, ალევრიტული და პელიტური შლამი გვხვდება, მათ შორის არჩევენ ლურჯ, წითელ, მწვანე, ვულკანურ, მარჯნის, ფორამინიფერებიან და პტეროპოდებიან შლამებს.

ლურჯი ანუ მუქი-ნაცრისფერი შლამი გავრცელებულია კონტინენტურ დაქანებაზე და გადადის ოკეანის კალაპოტში 5000 მეტრ სიღრმემდე. იგი შედგება წვრილი შლამისებრ და თიხიანი ნაწილაკებისაგან, შიკროსკოპული პლანქტონური ორგანიზმების ნიჟარების, კალციტის და მცირე რაოდენობით გოგირდიანი რკინის მინარევებისაგან. შლამის ფერი აიხსნება ნალექის აღმდგენელი, ქანგბადის ნაკლებობის პირობებში წარმოშობით. ნალექებში ორგანული ნივთიერების დიდი რაოდენობა და ქანგბადის ნაკლებობა იწვევა პირიტის წარმოშობას, ორგანოგენული წარმოშობის კალციუმის კარბონატის რაოდენობა 30%-მდე აღწევს, ამ უქანასკნელის 40 — 50%-მდე გადიდების შემთხვევაში კირქვიანი შლამი წარმოიქმნება.

წითელ შლამს შედარებით მცირე ფართობი უჭირავს და შედგენილობით უახლოვდება ლურჯს, ე. ი. შედგება შლამისებრ და თიხისებრ ნაწილაკებისაგან. მისი წითელი, მურა ან მოყვითალო ფერი გამოწვეულია რკინის ქანგებით, გვხვდება ოკანებებს იმ ნაწილებში (ბრაზილიის, ჩინეთის, აგრეთვე შავი ზღვის სამხრეთ აღმოსავლეთ ნაპირები) სადაც მდინარეებს დიდი რაოდენობით შეაქვს ზღვებში ლატერიტული გამოფიტვის წითელი ფერის პროდუქტები.

მწვანე შლამი შედარებით უხეშ მარცვლოვან ქვიშიან-თიხიან ნალექს წარმოადგენს. შელფიდან იგი გადადის კონტინენტურ დაქანებაში 300 მეტრამდე. მწვანე ფერი გამოწვეულია მინერალ გლაუკონიტით. გლაუკონიტიანი შლამი წარმოიქმნება იქ, სადაც გვაქვს მაგმური ქანებით აგებული წყალქვეშა ციცაბო ფერდობები, მოკლებულია ტერიგენულ მასალას, და გვაქვს მძლავრი და ცივი დინება.

ვულკანური შლამი და ქვიშა ვულკანური კუნძულებისა და წყალქვეშა ვულკანების რაიონებშია გავრცელებული, ამიტომ ისინი შედარებით მცირე გავრცელებით სარგებლობენ. წარმოიქმნება ფხვიერი ვულკანური პროდუქტებიდან (ფერფლი და ქვიშა).

ბაიჯინაი შლამი წარმოიშობა მარჯნის კუნძულების დაშლით, ზღვის ტალღები შლის მარჯნის რიფებს, ამსხვრევს და მტვრად აქცევს, მათი

დალექვით ვლებულობთ წერილმარცვლოვან კირქვიან ნალექს — მარჯ-  
ნიან შლამს. ამიტომ ეს ნალექები გავრცელებულია მარჯნის კუნძუ-  
ლების რაიონებში.

ფორამინიფერებიანი შლამი წარმოადგენს ცარცის მსგავს თეთრ  
ან მოყვითალო ფერის ფხვიერ ნალექს. იგი ძირითადად შედგება ფო-  
რამინიფერების უწვრილესი კირქვიანი ჩონჩხისაგან, რომელსაც მნიშვ-  
ნელოვანი რაოდენობით ურევია ტერიგენული მასალა (ძექსიკის უბე,  
ხმელთაშუა ზღვა).

ოკეანეთა ტროპიკულ ნაწილებში გვხვდება აგრეთვე პტეროპოდე-  
ბიანი შლამი, რომელიც წარმოიქმნება პასიურად მტურავი მოლუსკე-  
ბის პტეროპოდების თხელი არაგონიტული ნიჟარებით.

კონტინენტურ დაქანებაზე, ასევე შელფსა და აბისურ ზონაშიც  
სხვა ერთგვაროვან წყებებს შორის შეიძლება შეგვხვდეს ხმელეთიდან  
აისბერგების მიერ მოტანილი ნამსხვრევი (მორენული) მასალა.

ოკეანური კალაპოტი (აბისური ზონა). ნაპირიდან დამორე-  
ბის გამო აქ ტერიგენული მასალა ნაკლებად აღწევს, ნაპირებთან შე-  
დარებით ახლო ზონებში იგი წარმოდგება ლურჯი, მწვანე, წითე-  
ლი, აგრეთვე ვულკანური და მარჯნიანი შლამით. აბისური ზონის ძი-  
რითადი ნალექები: ორგანოგენული შლამი, მათ შორის კირქვიანი გლო-  
ბიგერინული, კაჟიანი რადიოლარიებიანი და დიატომური შლამი, პელა-  
გურ ნალექებს შორის აღსანიშნავია აგრეთვე წითელი თიხა.

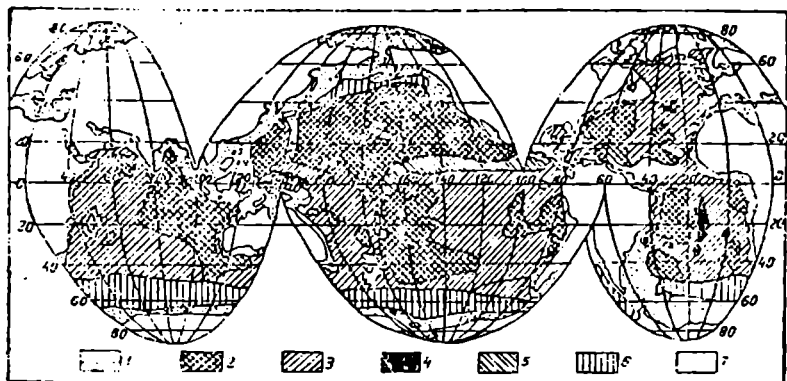
გლობიგერინული შლამი ძირითადად შედგება ფორამინიფერ-გლო-  
ბიგერინის წვრილი მიკროსკოპული ნიჟარებისა და მათი ნატეხებისა-  
გან, კოკოლიტების უწვრილესი ფირფიტებისაგან. იგი გავრცელებუ-  
ლია როგორც ტროპიკულ, ისე ზომიერ კლიმატურ სარტყელში, მეტ-  
ნაკლები რაოდენობით (30%-მდე) გვხვდება ტერიგენული მასალის  
მინარევი. გლობიგერინული შლამი გვხვდება 4000 მეტრამდე, იშვია-  
თად 6—7 ათას მეტრამდე სიღრმეებში.

უფრო ღრმად იგი იხსნება, იმიტომ, რომ ქვევით ზღვის წყლის  
ფენა არ არის გაჭერებული  $\text{CaCO}_3$ -ით. გარეგნულად თეთრი, ვარდის-  
ფერი, მოყვითალო ფერის გლობიგერინული შლამი ცარცის მსგავსია.  
იგი ფარავს მსოფლიო ოკეანის კალაპოტის 30%.

დიატომური შლამი (1000 — 1500 მ) ძირითადად შედგება  
მიკროსკოპული წყალმცენარე — დიატომეას კაჟიანი ჭავშანისაგან,  
გვხვდება აგრეთვე რადიოლარიების და სხვა პლანქტონური ორგანიზ-  
მების კაჟიანი ჩონჩხის ნაშთები. მცირე რაოდენობით გვხვდება ორგა-  
ნიზმები კირქვის ჩონჩხით. უმთავრესად გავრცელებულია ცივ ზღვებ-  
ში. უკავია ოკეანის ფსკერის 8%. დიატომებიანი შლამი მოყვითალო  
ფერის ფხვიერ ნალექს წარმოადგენს.

რადიოლარიებიანი შლამი მოყვითალო ან წითელი ფერისაა,





სურ. 23. თანამედროვე ზღვიური ნალექების რუკა.

1. ტრიკონული ნალექები; 2. წითელი თიხები; 3. გლობიგერინული კარბონატული შლამი; 4. პტეროპოდებიანი კარბონატული შლამი; 5. რადიოლარებიანი კაჟიანი შლამი; 6. დიატომებიანი შლამი; 7. ხმელეთი.

გავრცელებულია 4000—8000 მეტრ სიღრმეში, ძირითადად ტროპიკულ ზონებში. უკავია ოკეანური კალაპოტის დაახლოებით 1,7%. ნალექის ნახევარზე მეტს რადიოლარების კაჟიანი ნაშთები შეადგენს, მონაწილეობს აგრეთვე ღრუბლის სპიკულები, დიატომები, წითელი თიხა, რომელიც ხშირად 40%-მდე აღწევს. ამიტომ მას წითელი თიხის სახესხვაობად (ფაციესად) თვლიან; თიხიანი ნაწილაკების სიჭარბის შემთხვევაში იგი წითელ ოკეანურ თიხაში გადადის.

წითელი თიხა გავრცელებულია 3500—8000 მეტრ სიღრმეში და უკავია მსოფლიო ოკეანის კალაპოტის 82 მილიონი კმ<sup>2</sup>; მას წითელი ფერი აქვს ატლანტის ოკეანეში, წყნარსა და ინდოეთის ოკეანეებში—ყავისფერი. შეფერვა გამოწვეულია რკინისა და მარგანეცის ჟანგებით. თიხები შეიცავს: ფორამინიფერების გაუხსნელ ნაშთებს, მდინარეების მიერ შემოტანილ და შემდეგ დინებებით გადატანილ წვრილმარცვლოვან თიხებს, ეოლურ მტვერს, აისბერგების მიერ მოტანილ მასალას, ვულკანურ მასალას, კოსმიურ-მეტეორულ მტვერს, გაუხსნელ ორგანულ ნაშთებს, რომელიც ხშირად შეიცავს ზვიგენის კბილებს, ვეშაპის ჩონჩხის ნაწილებს. წითელი თიხის სიმძლავრე უმნიშვნელოა (50—70 სმ), მაგრამ, დამახასიათებელია, რომ აბისური თიხიდან აღებული კერნის<sup>1</sup> ქვედა ნაწილში იპოვის ოლიგოცენური ეპოქის ზვიგენის კბილები და ვეშაპის ჩონჩხის ნაწილები, რაც აქ ნალექების ძლიერ ნელი დაგროვების მაჩვენებელია.

<sup>1</sup> კერნი არის კაბურღილიდან ამოტანილი ქანის ცილინდრული სექტი.

ლითოლოგიური და პალეონტოლოგიური თავისებურებებით ერთმანეთისაგან განსხვავებული დანალექი ქანების სახესხვაობათა აღნ შენისაჲვის 1838 წელს შვეიცარიელმა მეცნიერმა გრესლიმ შემოიღო ცნება ფაციესების შესახებ (facies—სახე, იერი). გრესლიმ შენიშნა, რომ ლედამიწის ზედაპირის სხვადასხვა პუნქტებში წარმოქმნილი ერთი და იგივე ასაკის ქანები არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამჟამად ფაციესის ქვეშ იგულისხმება ნალექის ნიშან-თვისებათა ერთიანობა (შედგენილობა, მასში მოქცეული ფაუნა) და მისი წარმოშობის პირობები. დ. ნალიკვინიის მიხედვით ფაციესი ეს არა მარტო დანალექი ქანაა (ე. ი. ლითოლოგიური ცნება, მასთან ერთად ხმელეთის ან ზღვის ფსკერის განსაზღვრული ერთგვაროვანი ნაწილი), არამედ ეს არის დანალექი ქანების კომპლექსი, რომელთა შესახებაც, ასე თუ ისე, დეტალურად დადგენილია სად წარმოიშვა (გეოგრაფიული პუნქტი). როდეს წარმოიშვა (გეოლოგიური დრო) და როგორ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში წარმოიშვა (წარმოშობის ადგილი — ზღვის ფსკერი, ხმელეთი, ლაგუნა, უდაბნო, ტბა და სხვ.).

ფაციესების სამ ჯგუფს არჩევენ: ზღვიური, ლაგუნური და კონტინენტური. თითოეული მათგანი თავის მხრივ იყოფა მთელ რიგ მაკრო და მიკრო ფაციესებად. ზღვიურ ფაციესებს შორის გამოიყოფენ: ლითორალური ანუ სანაპირო, ნერიტული ანუ თხელი (მარჩხი) ზღვისა. ზოშიერად ღრმა ზღვისა (100 მეტრზე ღრმად), ბათილური ანუ ღრმა წყლის და აბისური ანუ ძლიერ ღრმა ზღვისა. ლაგუნურია გამტკნარებული ლაგუნების, მარილიანი ლაგუნების და ესტუარიებისა და ლიმაწების ფაციესები.

კონტინენტურ ფაციესებს შორის არჩევენ: უდაბნოს, მყინვარულ, ალუვიურ, დელუვიურ, ელუვიურ, ტბიურ, ვულკანურ და სხვ. ფაციესებს.

ფორმაცია ეწოდება პარაგენეტურად დაკავშირებულ ქანებისა და სასარგებლო ნამარხების კომპლექსს, რომელიც წარმოიშვა განსაზღვრულ სტრუქტურულ-ფაკიალურ ზონაში. მაგალითად, ფლიშური. მარილიანი, სპილიტური ფორმაცია და სხვ. ფორმაცია უფრო დიდ ერთეულია და შედგება მრავალრეკონიანი ფაციესებისაგან. არჩევენ ზღვიურ, ლაგუნურ და კონტინენტურ ფორმაციას. მაგალითად, ზოვიური ფორმაციისათვის დამახასიათებელია მარჩხის რიფები, ლაგუნური ფორმაციისათვის—პალოგენი ნალექები, ხოლო კონტინენტური ფორმაციისათვის—თიხიანი რკინის შემცველი მინერალები, კაუსტობიოლითები, ნამსხვრევი ქანები და სხვ.

## ადამიანის გეოლოგიური მოქმედება

ბიოსფეროსა და გამოფიტვის პროცესების მიმოხილვისას მითითებულია ორგანიზმების გეოლოგიურ როლზე, მათ გეოლოგიურ მოქმედებაზე. ადამიანის მრავალმხრივმა ზემოქმედებამ ბუნებაზე ისეთ მასშტაბს მიაღწია, რომ დედამიწის განვითარებაში დადგა ანთროპოგენული ეტაპი, დედამიწის შესახებ მეცნიერებაში წარმოიშვა ახალი ცნება—ადამიანის მოქმედება, როგორც გეოლოგიური ფაქტორი, შემოღებულ იქნა ცნება „ნოოსფერო“, ჩვენს პლანეტაზე ახალი გეოლოგიური მოვლენა, სადაც კაცობრიობა ნაგულისხმევია, როგორც მძლავრი გეოლოგიური ფაქტორი. ა. ფერსმანმა ადამიანის ბუნებაზე მოქმედების სფეროს ტექნოსფერო უწოდა, ტექნოსფერო ეს არის გარემო, რომელიც დაკავშირებულია ადამიანის ცხოვრებასთან და საწარმოო მოქმედებასთან, ხოლო ტექნოგენეზისი—პროცესი, რომელთაგანაც იარაღები არებულია ახალი მინერალებისა და ქანების წარმოქმნა. ამგვარად, ადამიანის მოქმედებით გამოწვეულ გეოლოგიურ პროცესებსა და მოვლენებს ანთროპოგენულს უწოდებენ. მასში იგულისხმება ბუნებრივი ლანდშაფტის ანთროპოგენული ცვლილებები, მისი გავლენა ბუნებრივ ფიზიკურ, გეოლოგიურ პროცესებსა და მოვლენებზე, ანთროპოგენულ ნალექების წარმოქმნა, ქანების ანთროპოგენული ცვლილებები და სხვ.

გეოლოგია ჩვენს ქვეყანაში გადაიქცა საწარმოო ძალად, სახალხო მეურნეობის მნიშვნელოვან დარგად. ბუნებაზე ადამიანის გეოლოგიური მოქმედება ხშირად იწვევს მთელი რაიონების, მხარეების გარდაქმნას. დასავლეთ ციმბირის დაბლობი — ეს ჰაობის, ტაიგისა და ტუნდრის მხარე, ვერ გარდაქმნა სახალხო მეურნეობის ისეთმა დარგივამ როგორცაა ხე-ტყის დამამუშავებელი მრეწველობა, თევზჭერა და მიწურნეობის სხვა დარგები. მაგრამ იქ აღმოჩნდა ნავთობისა და გაზის უდიდესი საბადოები, რომელიც უახლოეს დროში არსებითად გარდაქმნის მხარეს. აქვე უნდა მივუთითოთ, რომ ადამიანის ზემოქმედება ყოველთვის როდი იწვევს დადებით შედეგს. ხშირად ამ ზემოქმედებით უარესდება გარემოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები და, საერთოდ, ლანდშაფტი.

ადამიანის გეოლოგიური მოქმედება სამი მიმართულებით ვითარდება: წიაღისეულის დამუშავება, სამშენებლო და სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები.

წიაღისეულის დამუშავება — საპარგებლო ნამარხების და საშენი მასალების მოპოვება დიდ ცვლილებებს ახდენს დედამიწის ზედაპირზე. ადამიანი იარაღის წარმოებისათვის ჯერ კიდევ პალეოლითიდან სამთო გამონამუშევრების საშუალებით პოულობდა მისთვის საჭირო

ნედლეულს (კაჟი და სხვ). შუასაუკუნეებამდე დედამიწის წიაღიდან პოულობდნენ 20-მდე ელემენტს, ამჟამად გამოყენებაშია ყველა ცნობილი ელემენტი, ამ ელემენტების — მათი ნაერთების — მოპოვება ხდება დედამიწის წიაღიდან. ქვანახშირისა და ნავთობის სახით ყოველწლიურად წარმოებს მილიარდობით ტონა ნახშირბადის მოპოვება, ასეულა მილიონობით ტონა რკინისა, მილიონობით ტონა სპილენძისა, თუთიისა, ტყვიისა, ალუმინისა, კალიუმისა, ნატრიუმისა, ქლორისა, ფოსფორისა, გოგირდისა, ასეული ათასობით ტონა კალისა, ქრომისა, ნიკელისა, ათეული ათასობით ტონა ვერცხლისა, მოლიბდენისა. ვოლფრამისა, დარიშხანისა, და ა. შ. ბუღბუღების ექსპლოატაციისათვის ადამიანს გაჰყავს შახტები, შტოლნები და სხვა სამთო გამონამუშევრები ასეულ მეტრებსა და ხშირად ათეულ კილომეტრებში. სასარგებლო ნამარხის მოპოვების შემდეგ რჩება ვრცელი სიციარიელები და იქმნება პირობები გამოფიტვის პროცესების ინტენსიური მოქმედებისათვის, აგრეთვე ადგილი აქვს ჩაქვევებს, რელიეფის ცვლილებებს და სხვ. სასარგებლო ნამარხების გამდიდრების (გაუხეების) შემთხვევაში შახტებთან ახლოს ფუჭი ქანებისაგან წარმოიქმნება კონუსისებრი ამალღებანი, ე. წ. ტერიკონები—ანთროპოგენული რელიეფის ერთ-ერთი სახე.

სასარგებლო ნამარხების ზედაპირულ პირობებში მოპოვების შემთხვევაში, მთელი ის სივრცე, სადაც ღია წესით წარმოებს მოპოვება. მიწათმოქმედებისათვის უვარჯისი ხდება. დედამიწის წიაღიდან მადნების, ელემენტების მოპოვებით ადამიანი ხელს უწობს ნიჭთიერებათა მიგრაციას, ამ შემთხვევაში, წარმოების დროს მიმდინარეობს ზოგიერთ ელემენტთა (Al, Ag, u, Ra) კონცენტრაცია, ზოგი კი (ნახშირბადი, კალიუმი) იფანტება. ნავთობისა და ქვანახშირის წვის შედეგად ყოველწლიურად ატმოსფეროს უბრუნდება ნახშირორჟანგის სახით 2—5<sup>10</sup>ტ. ნახშირბადი, ასევე კალიუმი იფანტება სასუქების სახით. სოლიკამპისა და ბერეზინკის ქიმიურ კომპონატებში კალიუმ-ქლორის თითოეული ტონის დამზადებისათვის ნარჩენის სახით რჩება სამი ტონა ქვამარილი, რომელსაც ყრიან წყლიან აუზებში; მარილიანი წყალი უონაეს და მისი გაერცელების ფარგლებში წარმოშობს უსიცოცხლო მლაშე—ბიტობ ნიადაგს. უკანასკნელი 20 წლის განმავლობაში მოსკოვის მიდამოებში 2,3 მლრდ. მ მიწისქვეშა წყლის ამოქაჩვამ, მიწისქვეშა წყლის დონის 40—50 მეტრით დაწევა გამოიწვია.

მნიშვნელოვნად ცვლის ბუნებას სამშენებლო სამუშაოები, კაშხალების, რაბების, წყალსატევების მშენებლობა. მნიშვნელოვნად იცვლება ბუნება მრავალწლიანი გამყინვარების რაიონებში — რკინიგზებისა და შოსე გზების გაყვანისას, ახალი ქარხნებისა და ფაბრიკების მშენებლობით, დასახლებულა პუნქტების შექმნით. კაშხალების, რაბების, წყალ-

სატევეების აგება იწვევს მდინარეთა ეროზიის ბაზისის აწევას (მდ. ვოლ-  
ჯა), წყალსაცავებში იწყება ნაპირების აბრაზია, ზოგან აკუმულაცია,  
ზღვისადმი ტერიტორიის წართმევით ზღვის სანაპიროები იქცევიან ნა-  
ყოფიერ ველებად და ა. შ.

საქართველოში ბევრგან შეიმჩნევა ადამიანის გეოლოგიური მოქმე-  
დება, იქნება ანთროპოგენული მიკრორელიეფი, მდინარეები იცვლის  
მიმართულებას (ენგური), წყალსატევეები ცვლის მიკროკლიმატს, კაო-  
ბების ამოშრობით გარდაიქმნა კოლხეთის დაბლობი და ა. შ.

სასოფლო-სამეურნეო აგროტექნიკური და მელიორაციული ღონის-  
ძიებებით ადამიანი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დედამიწის ზედა-  
პირზე, განსაკუთრებით ნიადაგურ საფარზე. ხვანა, სასუქის შეტანა,  
მორწყვა ცვლის დედამიწის ქერქის ზედაპირულ ნაწილს, ხელს უწყ-  
ობს ახალი გეოქიმიური ნაერთების წარმოქმნას. ცნობილია რომ ყო-  
ველწლიურად საშუალოდ ნიადაგის 1 მ<sup>2</sup>-ზე შეაქვთ კალიუმის სასუქ-  
თან ერთად 4.1 გ ქლორი; 1 ჰექტარზე 25 წლის განმავლობაში შეტანი-  
ლი იქნება საშუალოდ ერთი ტონა ქლორი, ეს კი იწვევს მნიშვნელოვან  
ქიმიურ ცვლილებებს. გრუნტის წყლის რეჟიმის ცვლილებებში გარ-  
კვეული როლი ითამაშა დასავლეთ საქართველოში ევკალიპტებმა, რო-  
მელიც დიდი რაოდენობით იწვიებს წყალს, მნიშვნელოვნად დასწიეს  
გრუნტის წყლის დონე. ასევე მელიორაციული ღონისძიებანი — მორ-  
წყვა და დაშრობა მნიშვნელოვან ცვლილებებს ახდენს ნიადაგური ს-  
ფარის შედგენილობაზე.

## ენდომორფიკი პროცესები

დედამიწის წიაღში მის გარეთა სფეროებს შიგნით მიმდინარე ნივ-  
თიერებათა რთული ფიზიკურ-ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური ცვლი-  
ლებები წარმოქმნის ძალებს, რომელთა შემოქმედებით არსებითად გარ-  
დაიქმნება დედამიწის ქერქი. გეოლოგიურ პროცესებს, რომელთა წარ-  
მოშობა დაკავშირებულია დედამიწის დიდ სიღრმეებთან ენდოგენ-  
ური ეწოდება. ენდოგენურ პროცესებს მიეკუთვნება: მაგმატიზმი,  
ვულკანიზმი, მიწისძვრები, დედამიწის ქერქის ნელი საუკუნეობრივი  
რყევა და მათწარმოშობა.

ეკზოგენურ პროცესებთან განსხვავებით მათი წყარო არის დე-  
დამიწის ღრმა ზონები, ხშირად ეს ძალები აღმოცენდება ქერქქვეშა  
სუბსტრატში (ზედა მანტია) და მათი გავლენა თანდათანობით ან სწრა-

ფად (ღრმა ფოკუსური მიწისძვრები) ვრცელდება დედამიწის ქერქის ზედაპირზე. ენდოგენური პროცესების დროს ნივთიერებათა გარდაქმნა მიმდინარეობს სითბოს გამოყოფით.

ენდოგენური პროცესები დედამიწის ზედაპირზე წარმოქმნის ვერტიკალურად ძლიერ დანაწევრებულ რელიეფს, კონტრასტული ფორმებით, ხოლო, ეკზოგენური პროცესების მთელი მოქმედება მიმართულია დედამიწის ზედაპირზე არსებულ უთანაბრობათა—უსწორმასწორო რელიეფის გადარეცხვა-გადატანისადმი. დედამიწის ქერქის ისტორია შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც ბრძოლა შინაგან და გარეგან ძალებს შორის.

## ვეულკანიზმი

ვეულკანური მოვლენები მაგმის მოძრაობის ერთ-ერთ ფორმას წარმოადგენს, ვულკანი<sup>1</sup> არის ადგილი, სადაც დროდადრო ან მუდმივად დედამიწის სიღრმიდან ზედაპირზე ამოდის გავარვარებული თხევადი მასა — ლავა. უშუალოდ იმ ადგილს — ყელს, საიდანაც ლავა ამოდის კრატერი ეწოდება.

ვეულკანური მოქმედების დროს ზედაპირზე ამოდის მდნარი ლავა, წყლის ორთქლი, გაზები, ფერფლი და მყარი პროდუქტები.

ვეულკანებს შორის გამოიყოფენ: ცენტრულ ვულკანებს, როდესაც ვულკანური პროდუქტების ამონთხევა წარმოებს ცენტრული გამოშვებითი მილიდან (ნახვრეტიდან) და ნაპრალურს, როდესაც ლავის ამონთხევა წარმოებს დედამიწის ქერქში არსებული ნაპრალეებიდან; გეოლოგიურ წარსულში ხშირ მოვლენას წარმოადგენდა ფართობული ვულკანური ამონთხევები, რომლებიც მოიცავდა ვრცელ ტერიტორიებს.

არჩევნ მოქმედ ვულკანებს, მუდმივი ან პერიოდული ამონთხევებით, და ჩამქრალს. ვულკანი ჩამქრალად ითვლება თუ მას არ უმოქმედია ადამიანთა მახსოვრობაში. ვულკანების ასეთი დაყოფა, რასაკვირველია პირობითია, რადგან ხანგრძლივ უშუალებდს შემდგომ ჩამქრალმა ვულკანებმა შესაძლებელია დაიწყოს აქტიური მოქმედება. მოქმედი ვულკანებიდან ცნობილია: კლიუჩევსკაია სოკვა — კამჩატკაზე, სტრომბოლი ტირენის ზღვაში, მაუნალოა და კილაუეა — ჰავაის კუნძულებზე, მონპელე — კუნძულ მარტინიკზე (ანტილიის კუნძულების ჯგუფი), კრაკატაუ — კუნძულ იავას ახლოს და სხვ. ჩამქრალ ვულკანებს მიეკუთვნება: იალბუზი, ყაზბეგი (მყინვარწვერი), ჭავჭავთის ვულკანები, სომხეთის მრავალი ვულკანი და სხვ.

<sup>1</sup> ვულკანი — მიწისქვეშეთის ღმერთი იყო ძველი რომაელების წარმოდგენით.

ყველაზე მეტად გავრცელებულია კონუსისებრი ფორმის ვულკანები (კლიუჩევსკაია სოპკა, ფუძიამა, ვეზუვი, სტრომბოლი და მრავალი სხვ.). ასეთი ფორმის ვულკანები წარმოადგენს ყველაზე ლამაზ მთებს დედამიწის ზედაპირზე. ცენტრული ტიპის ვულკანების კონუსები თანდათანობით იზრდება ვულკანური ამოფრქვევის დროს. ამონთხეულა ლაისა და მყარი ვულკანური პროდუქტების ამოსროლის შედეგად წარმოიქმნება ე. წ. სტრატოვულკანები ანუ შრეებრივი ვულკანური კონუსები, ამ შემთხვევაში ფერდობების დაქანება 30 — 35°-მდე აღწევს. ყველაზე უმაღლესი ვულკანის — აკონკაგუას (სამხრეთ ამერიკა) სიმაღლე ზღვის დონიდან 7.035 მეტრს აღწევს, ხოლო ზაბაიკალიეში მუშკეტოვის სახელობის ჩამქრალი ვულკანის სიმაღლე — 100 მეტრს, კლიუჩევსკაია სოპკას სიმაღლე — 4800 მ, ვეზუვის — 1300 მ. ზოგიერთი მალალი ვულკანი მუდმივი თოვლითაა დაფარული. თითოიულ ვულკანს აქვს ყელი, რომლის საშუალებით სიღრმიდან ზედაპირზე ამოდის ვულკანური პროდუქტები, იგი ვულკანური მთის მწვერვალზე ბოლოვდება კრატერით — ძაბრისებრი ჩაღრმავებით. კრატერის დიამეტრი ასეული მეტრებით იზომება. ვულკან კლიუჩევსკაია სოპკას კრატერის დიამეტრი 675 მეტრია. ზოგიერთი ვულკანის (რინგეტი კუნძულ იავაზე, ნგორონგორო აღმოსავლეთ აფრიკაში) კრატერის დიამეტრი 2000 მეტრამდეა. ხშირად ვულკანებს ძირითადი ყელიდან გამოეყოფა გვერდით განტოტვილი უბნების მილები,საიდანაც ამოდის ვულკანური პროდუქტები და ვულკანის ფერდობზე წარმოიქმნება კონუსები. ასეთ ვულკანებს პარაზიტულს უწოდებენ.

ვულკანური კონუსის მწვერვალის ადგილას, კონუსის ზედა ნაწილში, წარმოიქმნება დიდი ზომის რკალისებრი ჩაღრმავება (ტაფობი, ქვაბური), რომელსაც კალდერა ეწოდება. მისი შიგა კედელი ციკაბოა, ხოლო ფსკერი — ბრტყელი. კალდერას დიამეტრი ხშირად 20 — 30 კმ-ს აღწევს. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ აფეთქებით (ვულკანი ბანდაი-სანი იაპონიაში) და დაძირვით (ვულკანი მაუნა-ლოა-პავაი) წარმოქმნილ კალდერებს. ცნობილია აგრეთვე ეროზიული და ნარევი ტიპის კალდერები. კალდერის წარმოშობის ძირითადი მიზეზი აფეთქებაა, დაწვეა ვულკანის ყელთან ახლოს აფეთქებით წარმოქმნილი სიცარიელის ჩაქცევით არის გამოწვეული.

ვულკან ვეზუვის კრატერთან ახლოს ძველი ვულკანის ნაბეკრად რკალურ ამალეზას სომას უწოდებენ. ამჟამად ამ ტერმინს ქვემო იგულისხმება ორმაგი ვულკანი, რომელიც სომა-ვეზუვის შიგაგანად შედგება ძველი დაშლილი ვულკანისა და კალდერაში ან კრატერში ამოწეული უფრო ახალგაზრდა კონუსისაგან (აენჩინსკაია სოპკა, კამჩატკა).

ვულკანური კონუსის ფერდობებზე დაგროვილი ვულკანური მასალა

კრატერიდან ფერდობებზე ვრცელდება ყველა მიმართულებით და ზედაპირზე წარმოქმნის ხეობებს, რომელიც ზოგჯერ ისე ხშირია, რომ ხეობებს შორის რჩება ძლიერ ვიწრო თხემები, შემდგომი ეროზიული პროცესებით დიდდება ხეობების სიღრმე.

### ვულკანების გიგანტი

ვულკანური პროდუქტების ამომყვანი აოხების მიხედვით გამოყოფენ ნაპრაღურ და ცენტრალურ ვულკანებს. გარდა ამისა აფეთქების სასიათის, ვულკანურ ნაგებობათა ფორმის, ლავის შედგენილობის, გაზებრივი კომპონენტების შემცველობისა და ხასიათის მიხედვით არჩევენ ფარისებრ და აფეთქებით ვულკანებს.

ფარისებრ ვულკანებს მიეკუთვნება ჰავაის ტიპი, ჰავაის კუნძულები — მაუნალოა, კილაუეა, ისლანდია. დამახასიათებელია გაზებით ღარიბი თხელი ბაზალტური ლავა, ტემპერატურა — 1300°-მდე, ლავა ამონთხევა აფეთქების გარეშე, ადვილმოძრავი ლავა თანდათანობით ამოიწვეს კრატერში და ამოვსების შემდეგ გადმოიღვრება და ფერდობზე მოედინება მდინარის ნაკადის სიჩქარით. ნაკადების სიგრძე ხშირად 40 — 50 კმ-ს აღწევს, ზოგან წარმოქმნის ლავაგარდნილებს. ვულკან — მუსა — ლოასთან ლავის ამონთხევას თან ახლავს თხელი ლავის შადრევნები, რომელთა სიმაღლე ხშირად ასეულ მეტრს აღწევს. ლაეური შადრევნებიდან გამოყოფილი მსხვერპი გარდაიქმნება მინის ძაფებად. რომელიც ცნობილია „პეღეს თმები“ სახელწოდებით. ვულკანური აპარატი აგებულია ფარისებრი ფორმის ბრტყელი მალლობებისაგან, ფერდობების 5—8° დაქანებით. იგი შედგება გაცივებული ლავის ლენებისაგან.

აფეთქებით ვულკანებს შორის არჩევენ: ეტნა-ვეზუვის, სტრომბოლის, ვულკანოს, ბანდაისანის და პელეს ტიპებს. ეტნა-ვეზუვის ტიპის ვულკანებს აფეთქების წინ უძღვის მიწისქვეშა ბიძგები, ხოლო აფეთქებას თან ახლავს გაზების გამოყოფა, დიდი რაოდენობით მყარი პროდუქტების ამოსროლა და ბოლოს გავარჯარებული, შედარებით ბლანტი მყავე ლავის ამოსვლა, რომელიც ახშობს ვულკანის ყელს და იწვევს ძლიერ აფეთქებებს.

საინტერესოა, რომ ამ ტიპის ვულკანი წარმოიშვა უშუალოდ ადამიანების თვალწინ მექსიკელი გლეხის ყანაში 1943 წლის თებერვალ-მარტში. ზედაპირზე ამოწეულ ვულკანურ კონუსს პარიტუკინი უწოდეს. ამ ტიპის ვულკანებს მიეკუთვნება ვულკანი ვეზუვი, რომლის ამოფრქვევები ცნობილია მას შემდეგ, რაც ვულკანურმა აფეთქებებმა ნეაპოლის უბეში ფერფლით დაფარა და გაანადგურა სამი ქალაქი: პომპეი, პერკულანუმი და სტაბია. ვეზუვის ტიპს მიეკუთვნება ევროპაში ყველაზე



დიდი ვულკანი ეტნა, ნაწილობრივ კლიუჩევსკაიას სოკა, კამჩატკის სხვა დიდი ზომის ვულკანები და სხვ.

**ს ტ რ ო მ ბ ო ლ ი ს ტ ი პ ი .** სახელწოდება წარმოსდგება ვულკან-სტრომბოლიდან ლიპარის კუნძულებზე. სმელთაშუა ზოვანზე. ლავა ზანსალტურაა, მაგრამ ჰავაის ტიპთან შედარებით უფრო ბლანტია, ტემპერატურა — 1000 — 1100°. ვულკანურ ამოფრქვევას რომელიც საკმაოდ ხშირია, თან ახლავს არაძლიერი რიტმული აფეთქებანი, ფხვიერი ვულკანური მასალის არადიდ სიმაღლეზე ამოსროლა, ამ შემთხვევაში გაზები თავისუფლად არ გამოიყოფა. დამახასიათებელია ფერფლის სიმცირე. ან სულ არ არის. ამოსროლილი მასალა ანათებს, რადგანაც ვულკანის კრატერიდან თითქმის ყოველთვის გამოიყოფა გავარყარებული გაზები, ამიტომ ვულკანი სტრომბოლი ღამით ანათებს და სმელთაშუაზღვის მეზღვაურები მას შეუქურას უწოდებენ. ამ ტიპის ვულკანებს მიეკუთვნება ვულკანი იცალკო ცენტრულ ამერიკაში, ვულკანი „პლოსკი ტოლბაჩოკი“ კამჩატკაზე და სხვ.

**ვ უ ლ კ ა ნ ო ს ტ ი პ ი** (სახელწოდება წარმოდგება ლიპარის კუნძულზე ვულკან — ვულკანოდან). კრატერში ამოიწვეს ბლანტი ანდეზიტური ან დაციტური ლავა, რომლის ტემპერატურა (დაახლოებით 900°) სხვა ვულკანებთან შედარებით დაბალია, კრატერში ლავა დიდხანს დაფარულია გაქვავებული, გამყარებული ქერქით და კრატერის კედლებიდან ჩამოცვენილი ნაყარით, ამიტომ გროვდება გაზები, რომელიც მაგმის სიბლანტის გამო მასში ძნელად გადის და იწვევს ძლიერ აფეთქებებს და დიდი რაოდენობით ფხვიერი პროდუქტების ამოსროლას. წარმოქმნის მოკლე, მაგრამ მძლავრ ნაკადებს. აფეთქებათა შუალედებში ზოგჯერ შესამჩნევია ფუმაროლ-სულფატარული მოქმედება — მყარი პროდუქტების (სუბლიმატების — სელენი, გოგირდი, ბორის მყავა, ნიშადური) გამოყოფით.

**ბ ა ნ დ ა ი ს ა ნ ი ს ტ ი პ ი** (იაპონიის ვულკან ბანდაისანის სახელწოდებიდან) ზანგრძლივი სიწმეიდის შექმდეგ მოულოდნელად განახლებდა ძველი, თითქმის ჩამქრალი ვულკანის მოქმედება, რაც გამოიხატება ზანმოკლე, მაგრამ ძლიერ აფეთქებაში ვულკანის მწვერვალის მოცილებით. ამ მოვლენას თან ახლავს დიდი რაოდენობით ორთქლის და ძველი ლავის ნატეხების ამოსროლა. ლავა არ ახლავს, ფიქრობენ, რომ ასეთ სწრაფ აფეთქებას იწვევს ჩამქრალი კერიდან სითბოს ნელი გამტარობა და სიღრმეში მეტეორული წყლის ორთქლით გამოწვეული წნევის ნელი ზრდა. მცირე განსხვავებით — ამ ტიპს მიეკუთვნება ვულკანი კრაკატაუ, კატმაი (ალიასკა), ილინსკი, მალი სემიაჩეკი — კამჩატკაზე და სხვ.

**პ ე ლ ე ს ტ ი პ ი** (სახელწოდება ვულკან მონ-პელედან, კუნძული მარტინიკი, ანტილიის კუნძულები). მაგმა ძლიერ ბლანტია, აფეთქება-

დი, უფრო მეტე, ვიდრე სტრომბოლი და ვულკანო. კრატერში ქმნის საცობს ექსტრუზიული გუმბათის სახით. გაზების ამოსვლა გაძნელებულია, მაგრამ დროდადრო ამოვარდება გუმბათის ძირიდან და ვრცელდება, ჩვეულებრივ, არა ზევით, არამედ დახრილად ან ჰორიზონტალურად და წარმოქმნის სასიკვდილო გავარვარებულ ღრუბლებს, გავარვარებულ შვავებს. ვულკანურ ამოფრქვევას თან ახლავს ძლიერი მიწისძვრა. 1902 წელს ვულკან მონ-პელედან ამოსროლილი გავარვარებული ფერფლისა და გაზების ღრუბლები დაეშვა ქვევით ფერდობისკენ 150 მ/სეკ. სიჩქარით და რამდენიმე წუთში მოსპო კუნძულ მარტინიკის მთავარი ქალაქი სენ-პიერი 30 ათასი მცხოვრებით. ამოფრქვევის მეორე პერიოდში ვულკანის კრატერიდან გაზების მოქმედებით ამოიწია 300 მეტრი სიმაღლის გუმბათმა. ბლანტმა ანდეზიტურმა ლავამ, გაცივების შემდეგ ობელისკისებრი სახე მიიღო. პელესტიპის ვულკან შვეელუჩის (კამჩატკა) კრატერზე 1944 წელს წარმოიშვა კონუსისებრი გუმბათი.

აფეთქების მიღები ან უდიატრემები ვულკანური მოქმედების ყველაზე მარტივ ფორმას წარმოადგენს. ეს არის დეამიწის ქერქის ზედაფენებში გაზების ერთი ძლიერი აფეთქებით წარმოქმნილი მიღები. ეს ცილინდრული ან ოვალური ფორმის ვერტიკალური არხებია 500 მეტრამდე დიამეტრით. იგი ამოვსებულია გვერდითი ქანების ნატეხებით და ბრექჩიისებრი ქანით — კიმბერლიტით, რომელიც ძირითადად შედგება სერპენტინისა, ოლივინისა და ქარსისაგან, გვხვდება ულტრაფუძე ქანების, გრანიტების, კრისტალური ფიქლების და სხვა ქანების ქსენოლითებიც. კიმბერლიტის ზედაფენებთან ე. წ. „ლურჯ მიწასთან“ სამხრეთ აფრიკაში, საბჰოთა კავშირში (იაკუტია) და სხვა ქვეყნებში, დაკავშირებულია ალმასის, საბადოები და ზოგჯერ ნავთობის გამოვლინება.

აფეთქების მიღებს მიეკუთვნება აგრეთვე მაარები. იგი წარმოადგენს აფეთქების ტიპის ჩამქრალ ცენტრალურ ვულკანს, რომელსაც აქვს ამალღებებით გარემოცული ფართო ძაბრის სახე (ჯამისებრ ჩაღრმავება). მაარების დიამეტრი 200 — 3200 მ შორის მერყეობს, სიღრმე — 150 — 400 მ. მაარი ჩამქრალი ვულკანის კრატერს წარმოადგენს, ხოლო ვულკანური ამოფრქვევა გაზების ერთი აფეთქებით არის გამოწვეული. მაარები ამოვსებულია ტუფებით ან ვულკანური ფერფლისა და გვერდითა ქანების ნამსხვრევეების ნარევით, ლავა არ გვხვდება. მაარები დიდი გავრცელებით სარგებლობს გერმანიაში, განსაკუთრებით სწორი ძაბრისებრი ფორმით განირჩევა ეიფელის მაარები.

ამგვარად, დიატრემები და მაარები წარმოიშვა წნევის ქვეშ მყოფი გაზების ერთი აფეთქებით, რომლითაც ამოიწურა ვულკანური კე-

რის ენერგია და სავსებით ჩაქრა ერთი და საბოლოო ამოფრქვევის შედეგად.

საკრალური ამონთხევა მიმდინარეობს დედამიწის ქერქში რღვევებით (დისლოკაციით) წარმოქმნილი ნაპრალებიდან, რომელიც ხშირად, მეტნაკლებად სწორხაზობრივად, რამდენიმე კილომეტრზეა გაჭიმული. ნაპრალიდან ამოსვლამდე ლავიდან მცირე რაოდენობით გამოიყოფა გაზები; ამონთხევა ზოგჯერ მთელი ნაპრალის გასწვრივ მიმდინარეობს; ლავა წარმოქმნის ლავითა და წილით აგებულ მცირე ზომის კონუსებს. ზოგჯერ ცალკეულ უბნებზე ნაპრალიდან ამონთხეული ბაზალტური ლავა მიედინება ფერდობებზე ნაკადების სახით და წარმოქმნის განფენებს. ნაპრალური ტიპის ვულკანები ცნობილია ისლანდიასა და ჰავაის კუნძულებზე. 1873 წელს ისლანდიაში ნაპრალური ვულკან ლაკიდან (სიგრძე 32 კმ) ამოსულმა ლავამ წარმოქმნა 557 კმ<sup>2</sup> ფართობის განფენი. გეოლოგიურ წარსულში ნაპრალური ამონთხევით წარმოიშვა ციმბირის ბაქნის, კოლუმბიის, ინდოეთის, ისლანდიის და სხვ. ვულკანური პლატოები.

ფართობული ამონთხევა ამჟამად ცნობილი არ არის. გეოლოგიურ წარსულში დედამიწის ზედაპირთან მოახლოვებული მაგმა შთანთქავდა ქანებს და ზედაპირზე წარმოქმნიდა დიდი ზომის ლავურ ტბას, აფეთქებისა და მყარ პროდუქტების ამოსროლის გარეშე. ამ გზით უნდა იყოს წარმოქმნილი პერმულ და ტრიასულ პერიოდებში ციმბირის ტრაპები, ცარცულსა და პალეოგენში ინდოეთის ლავები, იელოუსტონის პარკის (აშშ) რიოლიტური პლატო და სხვ.

წყალქვეშა ამოფრქვევები. წყალქვეშა ვულკანური მოქმედება აღნიშნულია დედამიწის მრავალ პუნქტში, განსაკუთრებით ბევრია წყნარ ოკეანეში. წყალქვეშა ვულკანები შეადგენს მოქმედი ვულკანების დაახლოებით ერთ მეშვიდედ ნაწილს. წყალქვეშა ვულკანური მოქმედება სხვადასხვა ტიპისაა: ზოგჯერ ამოფრქვევას თან ახლავს მძლავრი აფეთქება და გაზების ამოტყორცნა, ხანდახან ვულკანური მოქმედების დროს ოკეანის ან ზღვის ზედაპირზე გამოჩნდება, მეტნაკლები რაოდენობით, პემზა და ვულკანური ფერფლი, ხოლო ზღვის ფსკერზე თხევადი ლავა, ან ამოიწვევს ვულკანური კუნძულები. ადვილი წარმოსადგენია, თუ რამდენად დიდია ამოსროლილი მასალის რაოდენობა, როცა ვულკანი ხშირად 4 — 5 ათასი მეტრის სიღრმიდან ამოწვევის შემდეგ ზღვის ზედაპირს მოსცილდება და ვულკანურ კუნძულებს წარმოქმნის (ჰავაი, სამოა, ტონგა).

აზორის კუნძულების რაიონში 1957 წელს ვულკანურ ამოფრქვევასთან დაკავშირებით წარმოიშვა ათეულობით ახალი კუნძული.

ვულკანური ამოფრქვევათა პროდუქტები. ვულ-

ქახური მოქმედებით ზედაპირზე ამოსროლილი პროდუქტები გვხვდება გაზისებრ, თხევად და მყარ მდგომარეობაში. გაზები და წყლის ორთქლი წარმოიშობა ძირითადად მაგმაში, აგრეთვე მაგმასა და გვერდით ქანებს შორის ურთიერთმოქმედების დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შედეგად. ვულკანურ მოქმედებას ყველა საფეხურზე თან ახლავს ყელიდან, გვერდითა კრატერებიდან და ნაპრალებიდან წყლის ორთქლისა და სხვადასხვა გაზების ამოსროლა. გაზისებრ პროდუქტებს შორის ნაპოვნია:

ნახშირმჟავა გაზი ( $\text{CO}_2$ )	წყალბადი (H)
ვოგირდოვანი გაზი ( $\text{SO}_2$ )	ახორა (N)
ვოგირდწყალბადი ( $\text{H}_2\text{S}$ )	ნახშირწყალბადი (მეთანი) ( $\text{CH}_4$ )
ამონიუმქლორი ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )	ქლორწყალბადი (HCl)
ჟანგბადი (O)	ნატრიუმქლორი (NaCl)
არგონი (Ar)	კალიუმქლორი (KCl)
	ქლორ-რკინა ( $\text{FeCl}_3$ )

და დიდი რაოდენობით წყლის ორთქლი. მაგალითად, ვულკან კატმაის მიერ ამოსროლილ გაზებრივ პროდუქტებს შორის წყლის ორთქლი შეადგენდა 99%, დეისა და შეპერდის მონაცემებით უშუალოდ ვულკან კილაუეადან გამოყოფილი გაზებიდან წყლის ორთქლი შეადგენდა 90%.

ვულკანის მიერ გამოყოფილ გაზებრივ პროდუქტებს  $180^\circ$ —ტემპერატურის ზევით ფუმაროლებს უწოდებენ,  $180$ — $100^\circ$  შორის — სოლფატარებს, ხოლო გაზებს, რომელიც გამოიყოფა  $100^\circ$  ტემპერატურაზე დაბლა — მოფეტებს. მდებარეობისა და კვების წყაროს მიხედვით ფუმაროლებს შორის გამოყოფენ: პირველადს (მუღმიე) ფუმაროლებს, რომელიც დაკავშირებულია მოქმედი ვულკანის ყელთან და მდებარეობს კრატერის ფსკერზე და კედლებზე და მეორად (დროებით) ფუმაროლებს ლავური ნაკადების ზედაპირზე. სენ-კლერ-დევილი ფუმაროლებს ექვს ჯგუფად ჰყოფს: მშრალი — ძირითადად გამოიყოფა ქლოროვანი ნაერთები, თითქმის არ შეიცავს წყლის ორთქლს; მეათე — ქლორწყალბადმჟავასა და ვოგირდმჟავას გამოყოფით: ტუტე ანუ ამონიაკური, რადგან მეტწილად გამოყოფს ქლორამონიუმს; ცივი— $100^\circ$  დაბლა გამოყოფს თითქმის მთლიანად წყლის ორთქლს მცირე რაოდენობით  $\text{CO}_2$  და  $\text{H}_2\text{S}$ -ის მინარევებით; ვოგირდოვანი ფუმაროლები ანუ სოლფატარები და ნახშირმჟავა ფუმაროლები ანუ მოფეტები—ნახშირმჟავა გაზი.

ვულკანების მიერ გამოყოფილი წყლის ორთქლისა და გაზების რაოდენობა ძლიერ დიდია. ასე მაგალითად, ალიასკაზე ე. წ. „ათი ათასი კვალის ხეობაში“ სეკუნდის განმავლობაში გამოიყო 23 მლნ. ლიტ-

რი წყლის ორთქლი, ხოლო მთელი წლის განმავლობაში -- 1.250.000 ტონა HCl და 200,000 ტონა HF.

თხევადი პროდუქტები. ვულკანურ ამონთხევათა თხევად პროდუქტს ლავა ეწოდება. იგი წარმოადგენს გავარვარებულ თხელ ან ბლანტ სილიკატურ მასას. ლავა იგივე მაგმაა, რომელმაც ზედაპირზე ამოსვლის პროცესში მნიშვნელოვნად დაჰკარგა აქროლადი კომპონენტები — გაზები, რომლითაც გაჭერებული იყო მაგმა. SiO<sub>2</sub>-ის რაოდენობის მიხედვით იყოფა: მჟავე (SiO<sub>2</sub>-ის 65—75%-ის რაოდენობით) და ფუძე (SiO<sub>2</sub>—45—52%) ლავად. დედამიწის ზედაპირზე გაცივებული ლავა წარმოქმნის მისი შედგენილობის შესაბამის ამონთხეულ ანუ ეფუზიურ ქანს.

ფუძე თხელ ადვილმოძრავი ლავის გაცივებით წარმოიქმნება ბაზალტური. საშუალო სიმყევის ლავის გაცივებით — ანდეზიტური ქანები, ხოლო უფრო ბლანტი მჟავე ლავეები გვაძლევს დაციტებსა და ლიპარიტებს. ლავის ტემპერატურა ქიმიურ შედგენილობასა და გაზების შემცველობასთან დამოკიდებულებით მნიშვნელოვნად მერყეობს: შეველუჩას (კამჩატკა) ანდეზიტური ლავის ტემპერატურა 1946—1947 წლებში იყო 700—750°. ლასენი — ჰაიკის (კალიფორნია) დაციტური ლავისა — 1914—1917 წლებში — 750°, ხოლო კლიუჩევსკაია სოპკას ბაზალტური ლავის ტემპერატურა 1945 წელს — 1100—1200°.

ვულკანების მიერ ამოსროლილი ლავის რაოდენობა სხვადასხვა თვით ერთი და იგივე ვულკანის სხვადასხვა პერიოდში მოქმედების დროსაც. ვულკან ლაკის ნაპრალიდან ამოინთხა 12,5 კმ<sup>3</sup> ლავა, ხოლო 1929 წელს კლიუჩევსკაია სოპკადან — 3,5 კმ<sup>3</sup> რაოდენობით. ისლანდიაში ვულკან თბადარუნინიდან ამოსულმა ლავის განფენმა დაფარა 3684 კმ<sup>2</sup> ფართობი. რელიეფის დაქანების შემთხვევაში წარმოიქმნება ლავეური ნაკადები (ისლანდიის ვულკან სკაპტარის ლავის ნაკადის სიგრძე 1783 წელს 80 კმ-ს აღწევდა), ხოლო ბლანტი ლავეები გაცივებით ხშირად წარმოქმნის გუმბათისებრ სხეულებს. ლავის მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია ლავის შედგენილობაზე და რელიეფის დაქანებაზე. მაუნა-ლოას ფუძე ლავის თხევად და მძლავრ ნაკადებს შეუთქვამია იმპარაოს 30 კმ სიჩქარით საათში, ხოლო ნაკლებ თხელი ლავის ჩვეულებრივ სიჩქარედ ითვლება 5 კმ საათში. ამოსროლილი ლავა, მეტნაკლები რაოდენობით, ყოველთვის შეიძლება გაზივს, რომელიც ლავის შიგნით რჩება ზედაპირული ქერქის შექმნის შემდეგაც. ლავის ნაკადიდან გამოყოფის დროს აფეთქებას თან ახლავს ქერქის დამსხვრევა. ერთმანეთზე დაზვინული, დაგროვილი ნატენები წარმოქმნის ბელტურ ლავეებს, უწესრიგო ბელტურ ზედაპირს, მათგან განსხვავებით ცნობილია ავრტოტე ტალღისებრი ლავეები; იგი თხელი ლავისათვის არის დამახასიათებელი.

ვულკანის ყელში ლავიდან გაზების გამოყოფის შემთხვევაში ქ. ნი მკერძი იქნება, ხოლო ამონთხვევის შემდეგ ლავიდან გაზების გამოყოფით წარმოიქმნება ფოროვანი ქანი, ზოგ შემთხვევაში, განსაკუთრებით წყალქვეშა ამოფრქვევების დროს, ქაფისებრი ქანი—პემზა.

**მყარი პროდუქტები.** ვულკანის მოქმედების დროს გაზების დიდი წნევა და მძლავრი აფეთქებებით წარმოება ვულკანის კრატერიდან დიდი რაოდენობით მყარი პროდუქტების ამოსროლა, რომელიც შედგება კრატერიდან მოწყვეტილი ქანების ნამსხვრევებისა და ლავის მასებისაგან. ლავის ნაწყვეტები ატმოსფეროში ამოსროლის შემდეგ მყარდება და ცვივა ვულკანის ფერდობებზე და უფრო შორსაც როგორც წერილი ნაწილაკების, ისე დიდი ზომის ნატეხების სახით. ვულკანოლოგ ტირელის აზრით მყარი პროდუქტების რაოდენობა ათჯერ და, ზოგ შემთხვევაში, ასჯერ აღემატება ლავის რაოდენობას. მყარ პროდუქტებს შორის არჩევენ: ვულკანურ ფერფლს, ვულკანურ ქვიშას, ლაპილსა და ვულკანურ ყუმბარებს (ბომბებს).

**ვულკანური ფერფლი**—მყარი ვულკანური პროდუქტების ძირითადი მასა შედგება მინის, ლავის ცალკეული მინერალებისა და ქანების ნატეხების სხვადასხვა ფერის ყველაზე მცირე ნაწილაკებისაგან, სიდიდე: მილიმეტრის ნაწილებიდან მილიმეტრამდე, ზოგჯერ ფერფლი მთლიანად ვულკანური მინისაგან შედგება.

ვულკანური ფერფლი ხშირად ძლიერ დიდ მანძილზე ვრცელდება. მესამეული პერიოდის სამხრეთ საქართველოს ვულკანების ამოსროლილი ფერფლი კახეთშია ნაპოვნი, ხოლო კავკასიონის ვულკანების ფერფლი—ვორონეის ოლქში. ცნობილია, რომ ვულკან კრაკატაუს 1883 წლის ამოფრქვევისას ამოსროლილმა ფერფლმა ორჯერ შემოუარა ირგვლივ დედამიწას. ვულკანური მოქმედების დროს ამოსროლილი ფერფლის რაოდენობა (მოცულობა) ხშირად ათეული კუბური კილომეტრებით იზომება.<sup>1</sup> ფერფლი ცვივა ხმელეთზე და ხშირად რამდენიმე მეტრის სიმაღლით ფარავს მას, რასაც თან ახლავს დიდი ზარალი და მსხვერპლი.

ვულკანური ქვიშა ვულკანის მიერ ამოსროლილი ლავის ცალკეული მინერალების ან ქანის უფრო დიდი ზომის (1—5 მმ-დან მუხუდოს მარცვლამდე) წილური ნაწილაკებისაგან შედგება. ვულკანურ ქვიშას მინარევის სახით ხშირად ახლავს ფერფლი, რომელიც ქანის წარმოქმნისას ცემენტის როლს ასრულებს.

**ლაპილი** ვულკანის მიერ ამოსროლილი წილის მომრგვალებული

<sup>1</sup> უკანასკნელი გამოთვლებით (ე. მარხინინი, 1971 წ.) მთელს დედამიწაზე 1800 წლიდან დღემდე შედარებით უფრო დიდი ვულკანების მიერ ამონთხვეული საერთო მასის — უმთავრესად ვულკანური ფერფლის — რაოდენობა არის 299,85 კმ<sup>3</sup>.

ან უწყესო ფორმის ნაწილაკებია 1,5—3,0 სმ-მდე დიამეტრით. შედგება ლავის, მინისა და ქანის ნატეხებისაგან. ზოგჯერ ლაპილი მხოლოდ კრისტალებითაა წარმოდგენილი (ლაბრადორი, ანორტიტი, ლეიციტი, ავგიტი და სხვ.).

ვულკანური ყუმბარები ლავის ყველაზე დიდი ნატეხებია. მისი ამოსროლა ბლანტ მდგომარეობაში ხდება, ამიტომ ლებულობს მრგვალ, ოვალურ, თითისტარისებრ ფორმას, ზოგჯერ ძლიერ დაგრეხილია. ყუმბარის შინაგანი ნაწილი ფოროვანი ან ბუშტოვანია, გარეგანი ქერკი ჰაერში სწრაფი გაცივების გამო მკვრივი და მინისებრია; გვხვდება პურის ქერქის ტიპის „ყუმბარებიც“ ზედაპირზე ღია ბზარებით. ჰაერში ბრუნვით მიღებულ ფორმას იგი დედამიწაზე დაცემისას არ კარგავს (დიამეტრი 2,5 სმ-იან 20—30 მიტრამდეა). ვულკანოს ერთ-ერთი ამოფრქვევის დროს ამოსროლილ იქნა ყუმბარა მოცულობით 25 მ და წონით 68 ტ. დიდი ზომის ყუმბარები ხშირად გვხვდება ჯავახეთის ჩამქრალი ვულკანების მხარეში.



სურ. 24. ვულკანური ყუმბარები (ბომბები).

ფხვიერი ვულკანური პროდუქტები დედამიწის ზედაპირზე სიმძიმის ძალით, წყლის მოქმედებით და დიაგენეზისის პროცესებით მკვრივდება და ქანებად გარდაიქმნება. ამ ქანებს პიროკლასტოლითებს უწოდებენ. ნატეხების ზომის, რაოდენობის და ცემენტის ხასიათის მიხედვით პიროკლასტოლითებს შორის გამოიყოფენ ვულკანურ ტუფებს, ტუფიტებსა და ვულკანურ ბრეჩჩიებს.

ვულკანური ტუფები წარმოადგენს ფხვიერი ვულკანური პროდუქტების პიდროქიმიური შეცემენტების პროდუქტს. იგი შედგება ვულკანური ფერფლისა, ქვიშისა, ლაპილისა და ყუმბარებისაგან; ცემენტს მეტწილად ვულკანური ფერფლი შეადგენს. შედგენალობით, ეფუზიური

ქანების მსგავსად. გამოყოფენ ანდეზიტურ. ბაზალტურ. ლიპარიტულ. ტრაქიტულ და სხვა სახის ტუფებს. ტუფები, ჩვეულებრივ ფენის სახით გვხვდება. ნატეხების სტრუქტურის მიხედვით ცნობილია ლითო-კლასტური—ქანების ნატეხებისაგან. კრისტალურ-კლასტური ცალკეული მინერალების ნატეხებისაგან, ვიტროკლასტური-ვულკანური მინისაგან აგებული ტუფები. მარცვლების ზომის მიხედვით გვაქვს უხემ-მარცვლოვანი (პსეფიტური), საშუალომარცვლოვანი (პსამიტური) და წვრილმარცვლოვანი (ალევიტული, პელიტური) სახესხვაობანი.

ტუფიტები წყალქვეშა ვულკანიზმის პროდუქტებისა და ნორმალური დანალექი მასალის თანაბარი რაოდენობის შერევით წარმოიქმნება. ახასიათებს შრეებრიობა და ხშირად შეიცავს ორგანულ ნაშთებს, ნაწილაკების (ნატეხების) ზომის მიხედვით ტუფიტებს შორის არჩევენ ფერფლის ტუფიტებს, ტუფოგენურ ქვიშაქვებს, ტუფოგენურ ფიქლებს და ტუფ-კონგლომერატებს. ვულკანური ტუფები თუ ბლოჰად შეიცავს ქანების დიდი ზომის ნატეხებს, ქანს ტუფბრექჩიას (ვულკანურ აგლომერატს) უწოდებენ. ამ შემთხვევაში ქანის ნატეხები ვულკანური ტუფითაა შეცემენტებული. ცნობილია ლავური ბრექჩიებიც, როდესაც ქანის ნატეხები შეცემენტებულია ლავით.

### პოსტვულკანური მოვლენები

ვულკანის აქტიური ამოფრქვევის შენელების შემდეგ მისი მოქმედება თანდათანობით სუსტდება, ლავა აღარ ამოდის ზედაპირზე, შედარებით მშვიდად გამოიყოფა გაზების ნაკადები, წყლის ორთქლი, ცხელი წყაროები, მათ შორის გეიზერები და ტალახის ვულკანები, ყველა ეს მოვლენა პოსტვულკანური პროცესების სახელწოდებით არის ცნობილი. ვულკანების პოსტვულკანური სტადიის დასაწყისში ვულკანების ფერდობებიდან უწყვეტ ნაკადად ამოდის გაზები და მარილები, მაგალითად, კატქაის (ალიასკა) ერთ-ერთი ამოფრქვევის შემდეგ ვულკანის მხოლოდ ერთი ფერდობიდან გაზების რამდენიმე ათასი ნაკადი ამოდიოდა. წყლის ორთქლის და გაზების გამოყოფის ფუმაროლური და სოლფატარული სტადია შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე თვიდან ათასი წლების განმავლობაში. მაგალითად, ნეაპოლის ახლოს ვულკან სოლფატარის მოქმედება მთელი ორი ათასი წლის განმავლობაში მხოლოდ გოგირდოვანი გაზის გამოყოფით განისაზღვრება. გაზების გამოყოფის საბოლოო სტადიას მოფეტები წარმოადგენს, ამიტომ ამ ადგილებში, სადაც  $CO_2$  გამოიყოფა, ხშირად გვაქვს „სიკვდილის ხეობები და გამოქვაბულები“. გამოყოფილი ფუმაროლური და სოლფატარული გაზები ურთიერთმოქმედებით ან ლავასთან რეაქციით წარმოქმნის ხშირად პრაქტიკული მნიშვნელობის სუბლიმატებს, რომელიც გაცივებული ლავის ზედაპირზე გა-



მოიყოფა ნალექების. ფსენილის, ას ფიფქის, ზოგჯერ კრისტალების სახით.

გარდა იმისა, რომ ცხელი წყაროები ანუ თერმები დაკავშირებულია ძველი და უახლესი ინტენსიური ტექტონიკური მოძრაობის რაიონებთან, მიწის წიაღში ტემპერატურის მატებასთან (გეოთერმული გრადიენტი), თერმები მკიდრო კავშირშია აგრეთვე ვულკანურ მხარეებთან, სადაც სიღრმეში ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე სხვა რაიონებში. ამიტომ ვულკანური რაიონები მდიდარია თერმებით მაშინაც კი, როდესაც ვულკანური მოქმედება შეწყვეტილია. რადგან მიწის წიაღში ჯერ კიდევ გვაქვს ძლიერ გახურებული კერები.

თანამედროვე ვულკანური მოქმედების მხარეებში გვხვდება ცხელი წყაროები—გეიზერები, რომელიც პერიოდულად ამოსვრის ცხელ წყალსა და ორთქლს, ათეული მეტრის სიმაღლეზე. გეიზერების პერიოდულობა აიხსნება სიღრმეში მიწისქვეშა რეზერვუარების (საცაეების) არსებობით, რომელიც პერიოდულად ივსება წყლით, აქ ქვედა ნაწილში წყალი ხურდება 126—127°-მდე. გამოიყოფა წყლის ორთქლის ბუშტულების სახით და რეზერვუარის ზედა ნაწილში იწყებს დუღილს, იმ წნევის პირობებში, რაც მიღში არსებობს. როდესაც წყლის ორთქლის წნევა გარკვეულ საზღვარს მიაღწევს, მილიდან წყალს ამოაგდებს ზევით, ეს კი წნევის შემცირებას იწვევს და ორთქლის მნიშვნელოვანი ნაწილი გადახურებულ წყალად გადაიქცევა. მაშინ წყალი და ორთქლი მძლავრი ნაკადის სახით ამოვარდება სიღრმიდან და წარმოქმნის რამდენიმე ათეული მეტრის სიმაღლის შადრევანს. გეიზერული წყალი დიდი რაოდენობით შეიცავს მინერალურ ნათეერებებს. განსაკუთრებით  $SiO_2$ -ს. იგი გამოიყოფა გამოყვანი მილის ირგვლივ თეთრ ან ღიად შეფერილ ოქალისებრ ქანის გეიზერიტის სახით.

გეიზერები ცნობილია ისლანდიაში, კუნძულ იავაზე. ახალ ზელანდიაში. იელოუსტონის ნაციონალურ პარკში, აშშ-ში (გეიზერი გიგანტი 40 მ სიმაღლით. წყლის ტემპერატურა 91,8°). ტიბეტში. საბჭოთა კავშირში კამჩატკასა და კურილის კუნძულებზე.



ფურ. 25. გეიზერი (იელოუსტონის პარკი, ა. შ. შტატები).

ტალახის ვულკანები. აღმავალი ფუმაროლური ან სოლფატარული გაზები და წყლის ორთქლი თუ გზაზე შეხვდება წყლით გაჯერებულ ფხვიერ პროდუქტებს, ამ უკანასკნელს ამოისვრის ტალახის სახით და წარმოქმნის მცირე ზომის კონუსებს ან ჯამისებრ ჩაღრმავებებს. მათ ტალახის ვულკანებს ანუ საღებებს უწოდებენ. ვულკანური ტალახი ხასიათდება გაზების მუდმივი მაღალი ტემპერატურით, წყლის ორთქლის დიდი რაოდენობით, არ შეიცავს მეთანს. იგი განლაგებულია მხოლოდ ვულკანურ მხარეებში, ჩვეულებრივ, მოქმედ ან ჩაქრობის სტადიაში მყოფი ვულკანების ძირთან.

ცნობილია აგრეთვე ტექტონიკური რღვევების ზონებში ნავთობის ბუდობებთან დაკავშირებული ტალახის ვულკანები, რომელიც გამოყოფს არა მაგმური წარმოშობის, არამედ ორგანოგენულ გაზებს, ძირითადად მეთანს.

საქართველოში ფართოდაა ცნობილი ახტალის (გურჯაანი) ტალახის ვულკანები, რომლის ბაზაზე გაშენებულია ბალნეოლოგიური კურორტი ახტალა.

### ვულკანების გეოგრაფიული განაწილება

აქამდ დედამიწაზე ცნობილია 541 მოქმედი ვულკანი, მათ შორის 76 წყალქვეშა, ხოლო ჩამქრალი — 5—6-ჯერ მეტი, მაგრამ ისინი არათანაბრადაა განაწილებული.

ცნობილია ვულკანებს საცვებით მოკლებული (სსრ კავშირის ევროპული ნაწილი, დას. ციმბირი და სხვ.) და ვულკანებით მდიდარი რაიონები მოქმედი ვულკანების გავრცელებაში გამოყოფენ წყნარი ოკეანის, ხმელთაშუა ზღვის, ინდონეზიის, ატლანტის ოკეანის სარტყლებს და სარტყლებს გარეშე ვულკანებს. ვულკანების 60%-ზე (324 ვულკანი) მეტა მოქცეულია წყნარი ოკეანის სანაპიროებზე და ქმნის ვულკანების ე. წ. წყნაროკეანურ რგოლს. იგი იწყება კამჩატკიდან, შემდეგ მიემართება კურილის კუნძულებით იაპონიის, ფილიპინების, ახალი გვინეის, სოლომონის, ახალი ჰებრიდის, ახალი ზელანდიის კუნძულებით ამერიკის სანაპიროებამდე. წყნაროკეანური რგოლი მიემართება ცეცხლოვანი მიწიდან ცენტრალური და ჩრდილოეთ ანდებისკენ. სიერა-ნევადიტა და კლდოვანი მთებით, კორდილიერებით. ალიასკა-ალეუტის კუნძულებით უერთდება კამჩატკას. ხმელთაშუაზღვის სარტყელს მიეკუთვნება იტალიის, ეგეოსის ზღვის (სანტორინი და სხვ.), კავკასიის ახლახან ჩამქრალი ვულკანები. თურქეთის, ირანის, მათი აღმოსავლეთი დაბოლოება არის მალაის არქიპელაგის ვულკანები. ცენტრალურ აზიაში კი ჩამქრალი ვულკანებია გავრცელებული.

ხ მე ლ თ ა შ უ ა ზ ლ ვ — ინდონეზიის სარტყელში 134 მოქმედი ვულკანია. ატლანტის სარტყელში მოქმედი ვულკანები (59) კუნძულებზეა განლაგებული. ესენია: ჩრდილოეთი კუნძული იან-მაიენი, ისლანდია, დიდი ანტალისი, კანარისა და აზორის კუნძულები, მწვანე კონცხის, ამალღების. წმინდა ელენეს კუნძულების ვულკანები და ყველაზე სამხრეთით ტრისტან და კუნიას კუნძულები. სარტყლებს გარეშე ვულკანები ცნობილია აფრიკაში (12 ვულკანი), მათ მიეკუთვნება აგრეთვე ინდოეთის ოკეანის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის, ჩრდილო-აღმოსავლეთ აზიის და ჰავაის კუნძულების ვულკანები.

საქართველოსა და, საერთოდ. კავკასიაში ამჟამად მოქმედი ვულკანები არ არის, მაგრამ გეოლოგიურ წარსულში როგორც კამბრიულამდე პერიოდში, ისე შემდგომ პალეოზოურში, მეზოზოურსა და მესამეულში მაგმური ქანების დიდი გავრცელება მძლავრ ვულკანურ ეპოქებზე მიგვითითებს. საქართველოს მთელ რიგ რაიონებში (ყაზბეგი, სამხ. ოსეთი, ჭავჭავაძეთი) ძლიერი იყო ვულკანური აქტიუობა მეოთხეულში. დღემდე დარჩენილია ახალქალაქის რაიონში ვულკანების აბულის და გოდორების კრატერები. აბულ-სამსარის ქედზე მდებარეობს ყველაზე მაღალი (3285 მ) ამჟამად ძლიერ დაშლილი ვულკანი სამსარი. საქართველოს ამავე მხარეშია კონუსისებრი ვულკანი თავკვეთილი კონუსი — როდ, უფრო სამხრეთით ელმიკლი და სსე. მეოთხეულში მოქმედებდნენ იალბუჯი და ყაზბეგი.

#### ვულკანიზმის მიზეზები

რადგანაც ვულკანების მეტი ნაწილი განლაგებულია ზღვებისა და ოკეანეების სანაპიროებზე, ამიტომ ადრეულ ხანებში ვულკანურ ამოფრქვევათა მიზეზად თვლიდნენ დედამიწის სიღრმეში ჩაყონილ ზოვის წყალს, რომელიც ნაპრალების საშუალებით მაგმურ კერამდე ორთქლის სახით აღწევდა; შემდეგ იგი იწვევდა აფეთქებას და მაგმის ამოწევას. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ვულკანების მნიშვნელოვანი ნაწილი ძლიერ დაშორებულია ზღვის ნაპირს (აფრიკაში ვულკანი კენია დაშორებულია 1000 კმ-ით, მონგოლეთის ვულკანები — 800 კმ-ით, სამხრეთ ამერიკის ზოგიერთი ვულკანი 200—300 კმ-ით), ამიტომ ზღვის ჩაყონილი წყალი არ შეიძლება ვულკანური მოქმედების მიზეზი იყოს (თუმცა. ზოგიერთ შემთხვევაში გამორიცხული არ არის ვულკანის ყელში წყლის ჩაყონვით გამოწვეული აფეთქება, როგორც ამას ადგილი ჰქონდა 1938 წელს კამჩატკაზე კონუს ბილიუკაიას მეზობელი ვულკანის ყელში).

ცნობილია, რომ დაახლოებით 100 კმ სიღრმეზე ტემპერატურა 1000°-ზე მეტია, ამიტომ აქ ქანები მდნარ მდგომარეობაში უნდა იმყო-

ფეზოდეს. მაგრამ, რადგან აქ ტემპერატურას ქარბობს წნევა. ამიტომ ქანები მღნარ მდგომარეობაში არ გვხვდება, ხოლო წნევის შემცირების შემთხვევაში ქანები მღნარ მდგომარეობაში გადავა. ამიტომ ღრმა ზონებში ზედაპირთან დაახლოებით 50 კმ. ქვევით, შეიძლება შეიქმნას უბნები, სადაც წნევის შესაბამისად ქანების ტემპერატურა ახლოა მათი დნობის ტემპერატურასთან, ე. ი. უნდა არსებობდეს შესაბამისი პირობები მაგმის წარმოქმნისათვის. სენსმოლოგიური მონაცემებით დადღეხილია, რომ ასეთი თხევადი მაგმის მთლიანი ფენა არ არსებობს, ხოლო ცალკეული მაგმური რეზერვუარების შექმნისათვის აუცილებელი პირობები იქმნება დედამიწის ქერქის ისეთ უბნებში, რომელიც ამჟამად ტექტონიკური აქტივობით ხასიათდება, რადგან ტექტონიკური მოძრაობის დროს წარმოიქმნება შესუსტებული წნევის უბნები და, მასადამე, ამ უბნებში ქანების დნობის პირობები. წნევის შემდგომი შემცირებით, რაც თან ახლავს ტექტონიკურ მოძრაობას, გაზებით მდიდარი გადაჭურებული პლასტიკური მავჰა გადადის გავარვარებულ, ნაწილობრივ გაზებრივ თხევად მდგომარეობაში, რასაც თან ახლავს მთელი ამ მასის მოცულობის დიდი დასწრაფი გადიღება, ქიმიური ელემენტების გადაჯგუფება. ახალი ნაერთების წარმოქმნა, დიდი წნევისაგან განთავისუფლებული გაზების მოქმედებით, მაგმის ზევით ამოწევა და აფეთქებაწა გაზების, ფხვიერი პროდუქტების ამოსროლა და ლავის ამონთხევა.

ამჟამად მოქმედი ვულკანების კავშირი თანამედროვე ნაოჰა ზონებთან საეჰვო არ არის. ეს კავშირი მტკიცდება უფრო ადრეულ ალპურ, პერკინულ და კალედონურ ნაოჰებსა და მაგმურ ციკლებს შორისაც. აქ მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ის ფაქტორიც, რომ თანამედროვე ნაოჰა ზონებში სიაღურ-გრანიტული ფენა სიმძლავრით 50 კმ-ზე მეტია და მჟავე ქანები, სხვა ქანებთან შედარებით, უფრო მეტ რადი-აქტიურ ნივთიერებას შეიცავს.

### ვულკანების კრატონული მნიშვნელობა

ვულკანები დიდ მატერიალურ ზარალს აყენებს კაცობრიობას. არასრული ცნობით 1500 წლის განმავლობაში ვულკანური ამოფრქვევების შედეგად დაიღუპა 190000 ადამიანი.

მიუხედავად ამისა, ვულკანებს ადამიანისათვის დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. სოლფატარებიდან და ფუმაროლებიდან გამოყოფილ პროდუქტებს შორის აღსანიშნავია კრისტალური ან ფხვნილისებრი გოგირდი, ქლორამონიუმი, ბორის მჟავე, აგრეთვე სუფრის მარილი, ზოგჯერ თუთიის, სპილენძის, კალის, ტყვიის ნაერთები, ზოგან ოქროც კი.

ბუნებრივ გასსა და ცხელ წყლებს დიდი მნიშვნელობა აქვს სახალსო მეურნეობაში. ჯერ კიდევ 1904 წელს ხრდილოეთ ტოსკანაში (იტალია) მიწისქვეშა ორთქლის ექსპერტიზა აშოქიქვდა გეოთერმული ელექტროსადგურად. გეოთერმული ელსადგურები მუშაობენ ახალ ზელანდიასა და ისლანდიაში. ხოლო საბჭოთა კავშირში. კამჩატკაზე მუშაობს პაუეეტის პირველი გეოთერმული სადგური. გეიზერების ცხელ წყალს იყენებენ კომუნალური მომსახურებისათვის, ხშირადაა გამოყენებული სოფლის მეურნეობაში სათბურებისათვის. ვულკანურ ქანებზე წარმოიქმნება ძლიერ ნაყოფიერი ნიადაგები.

მშენებლობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ამონთხეულ ქანებს და ვულკანების სხვა პროდუქტებს (ბაზალტები, ანდეზიტები, ლიპარიტები, ობსიდიანი, ტუფები და სხვ.). უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვს სიღრმით ვულკანიზმის პროდუქტებს — მაგმურ ქანებს და მათთან დაკავშირებულ მადნეულ და არამადნეულ ბუდობებს.

## მიწისძვრები

დედამიწის ქერქის მოულოდნელ რყევას, გამოწვეულს შინაგანი მიზეზებით, მიწისძვრას უწოდებენ. დედამიწის ქერქის სიღრმეში წარმოქმნილი დრეკადი ტალღური რყევები იწვევს დედამიწის ქერქის დეფორმაციას. წარმოქმნიან ნაპრალებს. დეპრესიებს, მალლობებს, ტალღებრივ ლუნვებს, ნასხლეტებს, და ა. შ. მიწისძვრებს და მასთან დაკავშირებულ ყველა გეოლოგიურ მოვლენას სწავლობს გეოლოგიის დარგი—სეისმოლოგია. მიწისძვრა ბუნების ყველაზე მრისხანე მოვლენაა: კატასტროფულ მიწაძვრებს თან ახლავს დასახლებული პუნქტების წგრევა, ადამიანთა მსხვერპლი და დიდი მატერიალური ზარალი.

**ზო გ ი ე რ თ ი კ ა ტ ა ს ტ რ ო ფ უ ლ ი მ ი წ ი ს ძ ვ რ ე ბ ი :**

სეისმოლოგიის მონაცემებით ჩვენს პლანეტაზე ყოველწლიურად საშუალოდ 80.000 მიწისძვრა ხდება. დედამიწა განუწყვეტელი რყევისა და თრთოლის მდგომარეობაშია.

ისტორიულად ცნობილ ერთ-ერთ უძველეს სეისმურ მოვლენას ჩინეთის მიწისძვრა წარმოადგენს (VII საუკუნე). ამ დროს დაინგრა ქალაქი სიანი. 1737 წლის 11 ოქტომბერს მიწისძვრის შედეგად კალკუტაში დაიღუპა 300,000-ზე მეტი კაცი. 1755 წლის 1 ნოემბერს მიწისძვრამ დაანგრა პორტუგალიის დედაქალაქი ლისაბონი, დაიღუპა 50.000 კაცი.

1897 წელს ასამის (ინდოეთი) მიწისძვრის ერთდერთი ბიძგით მთის სიმაღლემ აიწია ექვსი მეტრით, ხოლო წგრევა გამოიწვია 23.000 კმ<sup>2</sup>-ზე, მესინის მიწისძვრის დროს 1906 წელს დაიღუპა 200 000 კაცი; იმავე

წელს ძლიერმა მიწისძვრამ აშშ შტატებში დიდი ქალაქი სან-ფრანცისკო ნანგრევებად აქცია.

იაპონიისათვის ნამდვილი ეროვნული ტრაგედია იყო 1923 წლის 11 სექტემბრის მიწისძვრა. ძლიერმა ბიძგებმა გამოიწვია კატასტროფული ნგრევა ადამიანთა მახვერპლით, დაიღუპა 100 000-ზე მეტი კაცი, თითქმის მთლიანად დაინგრა ქალაქები: ტოკიო, ოკლოჰამა და სხვ. გაიღუნა რკინიგზის რელსები, ოკლოჰამაში დაინგრა 11.000 და ხანძარმა დააზიანა 54.000 შენობა. ხოლო ტოკიოში დაზიანდა 300.000 შენობა. ტოკიოსთან—საგამის უბეში 10 მეტრის სიმაღლის ტალღებმა დაანგრია ნაპირები. 1960 წლის 22 მაისის მიწისძვრა ჩილეში, ჩვენს საუკუნეში ყველაზე ძლიერია. მან მთლიანად გაანადგურა ქალაქი კონსეპსიონი, ნანგრევებად აქცია ქალაქები: ვალიდია, პუერტომონტი და სხვ. ახლო მდებარე ქველმა ვულკანებმა დაიწყეს მოქმედება—ლაგისა და ფერფლის ამოფრქვევა.

მე-20 საუკუნეში ჩვენს ქვეყანაში ერთ-ერთ უძლიერეს წარმოდგენდა აშხაბადის მიწისძვრა, რომელიც მოხდა 1948 წელს 5—6 ოქტომბერს ღამით. ეპიცენტრი მდებარეობდა ქალაქის სამხრეთ-აღმოსავლეთით 25 კმ-ზე. მძლავრი ბიძგებით წარმოიშვა სხვადასხვა ტიპისა და სიღიდის ნაპრალები. ზოგიერთი ნაპრალიდან ამოდიოდა წალი, ამოჰქონდა თიხა და ქვიშა. წარმოიშვა ზვავები, მეწყრები. ეპიცენტრის ზონაში დაინგრა ყველა შენობა. აშხაბადის მიწისძვრა და მისი განმეორებითი ბიძგები საგრძნობი იყო რამდენიმე წლის განმავლობაში.

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ენდოგენურ და ექზოგენურ მიწისძვრებს: ენდოგენურს მიეკუთვნება ტექტონიკური და ვულკანური, ხოლო ექზოგენურს — კარსტულ-ჩაქცევითი, ატმოსფერული, ტალღისა და ჩანჩქერების დარტყმისაგან წარმოშობილი მიწისძვრები და სხვ.

გარდა ამისა არჩევენ ხელოვნურ — ანთროპოგენურ მიწისძვრებს: აფეთქებებით, საარტილერიო სროლით, ქანების ხელოვნურად ჩამონგრევით, ტრანსპორტით და სხვ. მიზეზით წარმოშობილს.

ჩვენ შევისწავლით ენდოგენური პროცესებით გამოწვეულ მიწისძვრებს, მათ შორის ძირითადია ტექტონიკური.

ღეღამიწის ქერქის სიღრმეში კერას, საიდანაც მომდინარეობს მიწისძვრის ბიძგები ჰიპოცენტრი ანუ მიწისძვრის ფოკუსი ეწოდება. სიღრმეში ჰიპოცენტრის მდებარეობის მიხედვით არჩევენ მიწისძვრებს: ზედაპირული — ჰიპოცენტრი 10 კმ. სიღრმემდე, ნორმალური — 10-დან 120 კმ-მდე; შუალედი — 300 კმ-მდე და ღრმა-ფოკუსიანია — 300 კმ-დან 800 კმ-მდე.

საბჭოთა კავშირში მიწისძვრების 36% შეადგენს ზედაპირულს, 45% — ნორმალურს და 18% შუალედს. ღრმა ფოკუსიანი იშვიათია.

მიწისქვის ჰიპოცენტრის პროექციას დედამიწის ზედაპირზე ეპიცენტრი ეწოდება.

დედამიწის ქერქი მყარი და დრეკადი სხეულია, ამიტომ მასში ყოველგვარი მოძრაობა ვრცელდება მხოლოდ დრეკადი ტალღების სახით. დრეკად გარემოში ნაწილაკები მოძრაობენ ორი მიმართულებით: ტალღების გავრცელების სწორხაზოვანი მიმართულებით და მისდამი ვერტიკალური მიმართულებით. ამგვარად, მიწისქვის დროს ჰიპოცენტრიდან ვრცელდება დრეკადი ტალღების ორი ტიპი: სიგრძივი (P) და განივი (S). ხოლო ორი განსხვავებული გარემოს საზღვარზე წარმოიშობა ზედაპირული ტალღები (L).

სიგრძივი ტალღების რყევა (რხევა) ემთხვევა გავრცელების მიმართულებას. წარმოადგენს გარემოს შეკუმშვისა და გაფართოების ტალღას. იწვევს მოცულობით დეფორმაციას, სიგრძივი ტალღების სიჩქარე დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილში შეადგენს 7,17 კმ/სეკ.

განვიტალღებში რხევები მიმდინარეობს გავრცელების მიმართულების პერპენდიკულარულად. იგი დაკავშირებულია მოცულობის შეცვლის გარეშე ნივთიერებათა ფორმის შეცვლასთან. ეს ტალღები განივრეულია ნივთიერებათა საპირისპირო მხარეზე გადაწევი ან დაგრესით. გავრცელების სიჩქარე — 4,01 კმ/სეკ. ამგვარად, დედამიწის ზედაპირს პირველად აღწევს სიგრძივი ტალღები, უფრო გვიან — განივი. ცალკე აღებულ მიმართულებას, რომლითაც ვრცელდება ტალღები, სეისმური სხივები ეწოდება.

დედამიწის ზედაპირზე, ლითონფეროსა და ატმოსფეროს საზღვარზე წარმოიქმნება ძლიერ ინტენსიური — ზედაპირული ტალღები. ზედაპირული ტალღების ორ ტიპს არჩევენ: რელების და ზედაპირულ განივ ტალღებს. რელების ტალღებში დედამიწის ზედაპირის ნაწილაკების რხევა ვრცელდება ელიფსურად ვერტიკალურ სიღრმეში. ხოლო ზედაპირულ განივ ტალღებში ნაწილაკების რხევა წარმოებს დედამიწის ზედაპირის გასწვრივ. ტალღების გავრცელების მიმართულების პერპენდიკულარულად. იგი რელების ტალღებზე უფრო ადრე მიდის სეისმურ სადგურებში. ზედაპირული გრძელი ტალღების გავრცელების სიჩქარე 3,5 კმ/სეკ-ია.

ამგვარად, ჰიპოცენტრიდან სეისმური ბიძგებით ზედაპირამდე აღწევს სიგრძივი და განივი ტალღები, ხოლო ზედაპირზე აღიძვრება ზედაპირული ტალღები. ეს ტალღები იწვევს ნაწილაკების სამი ტიპის მოძრაობას: ვერტიკალურს, ჰორიზონტალურს და ბრუნვითს. ვერტიკალური მოძრაობა აღიძვრება იმ შემთხვევაში, როდესაც სეისმური სხივები გადაჰყვითს დედამიწის ზედაპირს 80—90° კუთხით. ასეთ მოძრაობას ადვილი აქვს ეპიცენტრსა და მის ახლო მდებარე რაიონებში,

სადაც, საერთოდ, ყველაზე ძლიერია მიწისძვრა. აქ საგრძნობია საგნების ვერტიკალურად — ზევით ატაცება. დაკვირვების ადგილის ეპიცენტრიდან დაშორების შემთხვევაში ადგილი აქვს პორიზონტალურ მოძრაობას, ბრუნვითი მოძრაობის შემთხვევაში საგნები, სვეტები, ნაგებობანი, შეიძლება შემოტრიალდეს რამდენიმე გრადუსით, ზოგჯერ 20°-მდეც.

დედამიწის ქერქში არჩევენ: ბრადესეისმურ — ნელ. და ტრახისეისმურ — ჩქარ, სწრაფ რხევებს. ამ უკანასკნელში არჩევენ მიკროსეისმურ რხევებს, რომელთაც იგრძნობს მხოლოდ სპეციალური ინსტრუმენტები (ხელსაწყოები) და მაკროსეისმურს, რომელსაც უშუალოდ ადამიანები შეიგრძნობენ; ხოლო ნგრევას იწვევს მეგასეისმური რხევები. რამდენადაც მეტია გარემოს დრეკადობა, მით უფრო სწრაფად ვრცელდება სეისმური ტალღები.

სიგრძივი ტალღა მთელი დედამიწის სფეროს შემოიბრუნს 22 წუთის განმავლობაში.

სეისმოგრაფების შესწავლა საშუალებას იძლევა განვასხვავოთ მიწისძვრის საწყისი (პირველი), მთავარი (მეორე) და დასკვნითი (მესამე) ფაზები. მიწისძვრის პირველ ფაზებს იწვევს სიგრძივი და განივი, ყველაზე სწრაფი რხევები, რომელიც სხვებზე ადრე აღწევს დაკვირვების წერტილს. პირველი ფაზის პირველ ქვეფაზა გამოწვეულია სიგრძივი ტალღებით. რამდენადმე გვიან მოსული განივი ტალღები გვაძლევს პირველი ფაზის მეორე ქვეფაზას, ხოლო უფრო ნელი (ზედაპირული) ტალღები იწვევს მიწისძვრის მთავარ ფაზას. შემდგომ მიმდინარეობს მომყოლი სეისმური რყევების ჩაქრობის ფაზა.

მიწისძვრის ინტენსივობა. დედამიწის ზედაპირის ნებისმიერ წერტილში მიწისძვრა გარკვეული ინტენსივობით ხასიათდება და იგი, ჩვეულებრივ ბალებით იზომება. მიწისძვრის ძალის ჩვენებისათვის ინსტრუმენტურ დაკვირვებათა მონაცემების გარეშე დღემდე გავრცელებულია უშუალოდ დაკვირვებათა საფუძველზე, ფსიქოლოგიური შეგრძნებისა და ნგრევის მიხედვით, მიღებული მიწისძვრის სკალა. სსრ კავშირში მიწისძვრის ძალის შეფასებისათვის მიღებულია 12 ბალიანი სკალა (იხ. ტაბულა №8).

ზაზს, რომელიც აერთებს დედამიწის ზედაპირზე მიწისძვრის ერთნაირ ინტენსივობის წერტილებს იზოსეისტებს უწოდებენ, ხოლო ზაზს, რომელიც აერთებს ტალღის ერთდროულად მოსვლის პუნქტებს კომოსეისტები ეწოდება. მხარეებს, სადაც მიწისძვრის დროს მიმდინარეობს ყველაზე ძლიერი ნგრევა პლეისტოსენიტურს უწოდებენ, ხოლო აქ მიმდინარე რყევებს — მეგასეისმურს. ერთბაღიან იზოსენიტსგარეთა ზონას, სადაც მიწისძვრის აღმოჩენა მხოლოდ



ტრუმენტებითაა შესაძლებელი, მიკროსეისმური რხევის მხარეებს ეწოდებენ. ფართობი ათ და ერთბაღიან იზოსეისტებს შორის აღნიშნება, როგორც მაკროსეისმური რყევის მხარეები.

მიწისძვრის ენერგია იზომება ერგებში. ბ. გოლიცინის მიხედვით  $E = \pi^2 p V \left(\frac{a}{T}\right)^2$ , სადაც E არის ენერგია, V სეისმური ტალღების გავრცელების სიჩქარე, a—გაუანაცვლების (გადაწევის) ამპლიტუდა. T—რხევის პერიოდი, p—ქანების სიმკვარვე. მიწისძვრის ენერგია იკვლება  $10^{12}$ -დან  $10^{26}$  ერგის ფარგლებში ე. ი. ყველაზე სუსტი მიწისძვრიდან, როდესაც ე. წ. ინტენსივობა ერთ ერთეულს უდრის, ყველაზე ძლიერ მიწისძვრამდე, როდესაც ინტენსივობა ცხრას უდრის. ასეთი სკალაში რიცხვს მაგნიტუდა ეწოდება, მაშასადამე. ჩამდენადც

მიწისძვრის ინტენსივობის სკალა

ტ ა ბ უ ლ ა 3

ბალი	რ ხ ე ვ ა	მ რ კ ლ ე დ ა ს ა ს ი ა თ ე ბ .
1	მიკროსეისმური ძლიერ სუსტი	აღინიშნება მხოლოდ სეისმური ხელსაწყოებით.
2		აღინიშნება ზედა სართულებში უძრავად, სრულ სიმშვილეში მყოფი ზოგიერთი აღმოიანის მიერ.
3	სუსტი	აღინიშნება მოსახლეობის მცირე ნაწილის მიერ.
4	ზომიერი	შეგრძნობა შენობათა შიგნით მყოფი აღმოიანთა უმრავლესობის მიერ. დაკვირვება საგნები ქანაობენ. კარები და ფანჯრები კრიალებენ.
5	საგრძნობი (საკმაოდ ძლიერი)	ღია ცის ქვეშ გრძნობს ბეჭრა, სახლში ყველა; მძინარე იღვიძებს, ავეჯი ქანაობს, კარები იღება და იკეტება. საათის ქანჭარა ჩირბდება, ჩამოკიდებული საგნები ძლიერ ირხევიან.
6	ძლიერი	გრძნობს ყველა, სახლში საგნები ეციჟა. ციფა ბათქაში. მცირედ ზიანდება პატარა ზომის შენობები.
7	მეტად ძლიერი	ქვის სახლებში ჩნდება ბზარები, ანტისეისმური, ხისა და დაწნული ნაგებობები დაუზიანებელი რჩება, ინგრევა საკვამლე მიწები.
8	დამანგრეველი	წარმოიქმნება ბზარები. ნაპრალები ციკაბო ფერდობებზე და ტენიან ნიადაგში. ძეგლები გადაადგილდება ან გადაყირავდება. სახლები მნიშვნელოვნად ზიანდება, არის უბედურა შემთხვევებიც.
9	ვანანადგურებელი	ქვის სახლები ინგრევა ან ძლიერ ზიანდება, არის აციკლილის შემთხვევები.
10	ამაოხრებელი (მომსპობი)	მეტად ძლიერი ნგრევა. იღუნება რკინიგზის რელსები, ჩნდება ზეაეები, გუბდება მდინარეები.
11	კატასტროფული	ქვის შენობების სრული განადგურება. მეწყრები, კლდეების ჩამოქცევები, ზეაეები, მიწისზედა და მიწისქვეშა წყლების რეჟიმი იცვლება. ჩნდება ფართო ნაპრალები.
12	არაჩვეულებრივი დიდი კატასტროფა	ინგრევა ყველა შენობა, ხის შენობებიც კი, ჩნდება დისლოკაციები, მეწყრები, ტბები. მდინარეები იცვლის მიმართულებას.

დიდი მავნიტულა, იმდენად ძლიერია მიწისძვრა. ცხრა ერთეულზე უფრო მაღალი მიწისძვრა შეუძლებელია, რადგან დედამიწის ქერქის შემადგენელ ქანებს არ შეუძლია დააგროვოს მეტი დაძაბულობა.

ძლიერი მიწისძვრის დროს გამოიყოფა კოლოსალური ენერგია. 1950 წელს ჰიმალაის მიწისძვრის დროს გამოყოფილი ენერგია შეესაბამება 100.000 ატომური ბომბის აფეთქებას, იმ შემთხვევაში, თუკი თითო ბომბს ისეთივე სიმძლავრე ექნება, როგორც ჰქონდა 1945 წელს ხიროსიმას დაბომბვისას.

მიწისძვრის ტიპები. წარმოშობის მიხედვით მიწისძვრებს შორის გამოყოფენ ტექტონიკურ, ვულკანურ და დენუდაციურ ჩაქცევით მიწისძვრებს. მიწისძვრების 95% ტექტონიკურ ტიპს მიეკუთვნება. მისი წარმოშობა დამოკიდებულია ენდოგენურ ფაქტორებზე. მრავალწლიანი დაკვირვებებით მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ბევრ შემთხვევაში მიწისძვრის კერები განლაგებულია დიდი რღვევების ზონების გასწვრივ, რომ დედამიწის ზედაპირზე მიწისძვრის დროს წარმოიქმნება მრავალრიცხოვანი ნაპრალები, ნახსლეტები, ნაწვევები და სხვ. ტექტონიკური მიწისძვრებისათვის დამახასიათებელია მიკრო და მეგასეისმური მოვლენების გავრცელების მნიშვნელოვანი რადიუსი (1500—2000 კმ).

ვულკანური მიწისძვრა გამოწვეულია მოქმედი ვულკანის გაძლიერებული აქტივობით. ვულკანური მიწისძვრები მიმდინარეობს უშუალოდ მოქმედი ვულკანების ახლოს მისი გაძლიერებული აქტიურობის მომენტში. მიწისძვრების გავრცელების მხარე 30—50 კმ-ს არ აღემატება, ხოლო იზოსეისტებს მეტწილად წრის ფორმა აქვს. ეპიცენტრი მდებარეობს კრატერთან ახლოს, ხოლო ჰიპოცენტრი—ზედაპირიდან არადიდ სიღრმეზე. არადიდი ენერგიის ბიძგები დაკავშირებულია კერაში და ვულკანის ყელში მაგმის მოძრაობასთან და ამოფრქვევის დროს გაზებისა და ორთქლის აფეთქებით ამოსროლასთან.

ძლიერ მიწისძვრას ადგილი ჰქონდა 1883 წელს ვულკან კრაკატაუს ამოფრქვევის დროს; ამ ამოფრქვევით გამოწვეულმა მიწისძვრამ გამოიწვია სუმატრის, იავის და ბორნეოს ქალაქების ნგრევა. სეისმური და ვულკანური აქტივობის მჭიდრო კავშირი კარგად ჩანს კამჩატკაზე.

დენუდაციურ მიწისძვრებს ადგილი აქვს მიწისქვეშა ჩაქცევების დროს. ამ უკანასკნელ მოვლენას იწვევს მეტწილად კარსტული პროცესები. დენუდაციური მიწისძვრები, საერთოდ, სეისმური მოვლენების ერთ პროცენტზე ნაკლებს შეადგენს. ასეთი მიწისძვრები ადვილად ხსნადი ქანების (კირქვები, თაბაშირი და სხვ.) გავრცელების რაიონებში წარმოებს. მიწისძვრა მცირე ფართობებზე ვრცელდება (არ

აღმატება რამდენიმე ათეულ კვადრატულ კმ-ს.). ეპიცენტრი, ჩვეულებრივ, გამოქვაბულში მდებარეობს, მიწისძვრა რამდენიმე სეკუნდს, გრძელდება, თუკი ჩაქცევა ხანგრძლივად არ მიმდინარეობს. ჩაქცევათი მიწისძვრების ძალა იშვიათად აღმატება 6—7 ბალს.

მიწისძვრის შედეგები. მიწისძვრის შედეგად მნიშვნელოვნად იცვლება მიწის ზედაპირი, ტექტონიკური მოვლენებას. ნახლექების, ნაწეების და დისლოკაციის სხვა ფორმებთან ერთად წარმოიქმნება ნაპრალები, ჩაქცევები ან ამოზნექილი ფორმები. თითქმის ყველა ტიპის მიწისძვრის დროს ჩნდება როგორც ღია, ისე დახურული ნაპრალები, ხოლო ბზარები — როგორც მკვრივ და ფხვიერ ქანებში ასევე ნაგებობებში. რღვევების კავშირი მიწისძვრებთან პირველად შეპჩნეულ იქნა 1819 წელს ინდოეთში რანოფ-კატჩის რაიონში. მიწისძვრის დროს, ზღვის სანაპიროზე დაბლობის ერთი ნაწილი რღვევის დასაბლექტის შედეგად ჩაიძირა ზღვაში, ხოლო მეორე ნაწილმა (მხარემ) 130 კმ სიგრძეზე აიწია 6 მეტრით. 1899 წელს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ალიასკაში კლდოვანმა კონცხმა მიწისძვრის დროს აიწია 14 მეტრით. ჩაქცევები თან ახლავს მიწისძვრებს. 1923 იაპონიაში მიწისძვრის შემდეგ საგამის უბის ფსკერმა დაიწია 300—400 მეტრით. 1862 წელს მიწისძვრის დროს ბაიკალის ტბის ნაწილმა დაიწია რვა მეტრით და წარმოიშვა უბე „პროვალი“ და ა. შ.

მიწისძვრის დროს რელიეფის უარყოფით ფორმებთან ერთად წარმოიქმნება დადებითი ფორმებიც. შუა აზიაში 1911 წელს მიწისძვრის დროს მდ. აქსუს ხეობაში ნახლექის ერთმა ფრთამ ამოიწია და წარმოიშვა 50 კმ სიგრძის და 10 მეტრის სიმაღლის სერი.

პოსტაისმურ მოვლენებს მიეკუთვნება ზეავეები, ნაზეავეები, მეწყერები და სხვ. 1887 წელს აღმა-ატის მიწისძვრის დროს ზაილიის ალათაუს ჩრდილოეთ ფერდობზე წარმოიშვა მეწყერი, რომელმაც დაფარა 400 კმ<sup>2</sup> ფართობი, მდინარეებისა და ღელეების დაგუბებით წარმოიშვა ტბები. ფხვიერ ქანებს შორის მეწყერებმა წარმოშვა სქელი ტალახის ნაკადები, ტალახის ასეთ ნაკადებს, კაჭრებითა და ზის ღეროებით, „ოპლივინებს“ — ჩამონაცურებს უწოდებენ. ამავე მიწისძვრის დროს მასიურ ქანებს შორის წარმოიშვა ზეავეები, მდ. აკ-ჯარის ხეობაში ამ ზეავეებმა შექმნა 300 მეტრის სიმაღლის გრანიტების, დიორიტების, ფიქლების ნაზავი და ტყით დაფარული ხეობა ქვიან უდაბნოდ აქცია, 1911 წელს პამირზე მიწისძვრის დროს ჩამოზვავებული მასა 5 მლნ. მ<sup>3</sup>-ს შეადგენდა.

მიწისძვრის დროს ნაპრალები ხშირად გადაჰყვითს მიწისქვეშა წყლების ზედაპირს, ამ შემთხვევაში წყალი ნაპრალებით წავა ზედაპირისაკენ ახალი წყაროებისა და ნაკადების სახით. ჩამოზვავების

დროს მტვერი და ქვის ნატეხები წყალთან შერევით წარმოქმნის ტალახის ნაკადს — სელს, რომელიც ეშვება ფერდობებით ხეობებისაკენ და ხშირად გამანადგურებელი ძალა აქვს.

ძლიერ მიწისძვრებს თან ახლავს მიწისქვეშა გუგუნის. ზოგიერთი მიწისძვრის დროს აღინიშნება დედამიწის მაგნიტური და ელექტრული ველის სწრაფი ცვლილება, რასაც მოყვება ნათება და სხვ. მოვლენები. ამ მოვლენათა მიზეზები დამაჯერებლად ჯერ კიდევ არ არის ახსნილი.

ხელოვნურ ნაგებობებზე მიწისძვრის დამანგრეველი მოქმედება დამოკიდებულია ბიძგის ძალაზე, რყევის ხასიათზე, დარტყმის გამოსავლის კუთხეზე. ნაგებობის მიმართ სეისმური სხივის მიმართულებაზე, გრუნტის თვისებებსა და ნაგებობის ხარისხზე.

ზღვის ძვრები და ცუნამი. ამ შემთხვევაში მიწისძვრის ეპიცენტრი მდებარეობს ზღვის ფსკერზე ან ზღვის ნაპირთან ახლოს. მიწისძვრის კერიდან წამოსული რხევები გაივლის ჯერ ლითოსფეროს და შემდგომ 1,5 კმ-სეკ სიჩქარით ვრცელდება ჰიდროსფეროში, ხოლო წყლის ზედაპირზე მისვლისას ქმნის ზღვისძვრის ეფექტს. ზღვისძვრის ინტენსივობის საზომად იყენებენ ექვსბალიან სკალას. ზღვისძვრისას წარმოქმნილი ბიძგები ხშირად საგრძნობია მეზღვაურთათვის, გემებზე იწვევს საგნების გადმოყირავებას; მძლავრი ზღვისძვრის დროსაც კი ზღვა ზედაპირი, მეტნაკლებად, მშვიდია და არ ღელავს, მხოლოდ ზოგჯერ ალაგ-ალაგ ამოიბერება, ამოისვრის ქაელებს და თითქოს დულს, გამოჰყოფს გაზებს.

ზღვისძვრის დროს ხშირად იცვლება ზღვის ფსკერის რელიეფი, რასაც თან ახლავს წყალქვეშა ტელეგრაფის ხაზების კაბელების გაწყვეტა. ეს განსაკუთრებით ხშირად ხდება ხმელთაშუა ზღვაში, ზოგჯერ რამდენიმეჯერ ერთსა და იმავე ადგილას.

ძლიერი მიწისძვრების დროს ზღვის სანაპიროებზე, ხშირად აიწევს წყლის დონე, ძლიერდება ღელვა, ხდება უბედური შემთხვევები. 1731 წელს მიწისძვრისა და ქარიშხლის გავლენით 11,5 მეტრით აიწია მდინარე განგის დონე და წყალდიდობისაგან დაიღუპა 300 ათასი კაცი. 1876 წელს ასეთივე მიზეზით მდ. ბრაჰმპუტრის შესართავთან წყალმა აიწია 13 მ და დაიღუპა 200 ათასი კაცი.

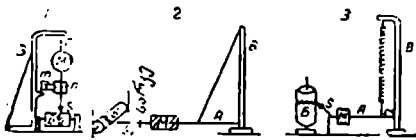
ზოგჯერ ძლიერი წყალქვეშა მიწისძვრა იწვევს ზღვის ფსკერის ცალკეული უბნების მოულოდნელ გადანაცვლებას, რასაც მოჰყვება წყლის აუზის მოცულობის ცვლილება და წყლის დიდი მასის მოძრაობა. ამ შემთხვევაში ოკეანეების ზედაპირზე წარმოიშობა გიგანტური ტალღები ცუნამი (იაპონურად „ცუნამი“ — ტალღა). ცუნამი ოკეანის ზედაპირზე დიდი სიჩქარით ვრცელდება — 400—800 კმ. საათში;

ცუნამის ტალღებს დიდი სიგრძე აქვს, ხშირად 200—300 კმ. ღია ოკეანეში ტალღების სიმაღლე 2—3 მეტრია, ხოლო ნაპირებთან მიზლოებისას ტალღის სიმაღლე 15—30 მეტრამდე იზრდება და ნაპირს დიდ ზიანს აყენებს. 1952 წლის 4—5 ნოემბერს მძლავრმა მიწისძვრამ. რომლის ეპიცენტრი მდებარეობდა კურილის ღრმულის ჩრდილოეთ დაბოლოებაზე, წარმოშვა ცუნამი, რომელმაც 30—40 წუთში მიაღწია კამჩატკისა და კურილის კუნძულებს და დიდი ზიანი მიაყენა მათ.

კამჩატკასა და კურილის კუნძულებზე დამანგრეველი ცუნამები აღნიშნულია 1737, 1792, 1910, 1923 წლებში. ცუნამის დამანგრეველი მოქმედება ცნობილია განსაკუთრებით წყნარი ოკეანის სანაპიროებზე: ცუნამები არის ატლანტის ოკეანეშიც. 1755 წელს ლისაბონის მიწისძვრის დროს ცუნამის მოქმედებამ დიდი ზიანი მიაყენა ქალაქს. ზღვებში ცუნამის მოქმედება ჭერჭერობით არსად შემჩნეული არ არის. შეიძლება ეს ტალღები განვიხილოთ ოკეანის აუზში, როგორც წყლის მთელი მასის რხევა, რადგანაც მიწისძვრის მომენტსა და ცუნამის ხმელეთის ნაპირთან გამოჩენამდე არის დროის გარკვეული შუალედი. ეს დრო შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მოსახლეობის წინასწარ გაფრთხილებისა და უშიშარ ადგილას გადასვლისათვის.

მიწისძვრათა რეგისტრაცია. მიწისძვრის ტალღების აღპრიცხველი და ჩამწერი ხელსაწყოები აგებულია ქანქარის პრინციპზე. სეისმურ ტალღებს წონასწორობიდან გამოჰყავს ქანქარის ქეისადგომი, ქანქარის რხევა ჩაიწერება მის ქვევით მდებარე ქაღალდზე ან ფესკზე. სეისმოგრაფი არის ხელსაწყო ნიადაგის რყევის რეგისტრაციისათვის, ის ავტომატურად ჩაწერს სეისმურ ან რყევით ტალღებს.

კონსტრუქციით სეისმოგრაფები სხვადასხვაგვარია. მათ შორის ერთ-ერთი საუკეთესო არის სეისმოლოგიის ფუძემდებლის ბ. გოლიცინის სეისმოგრაფი (1906 წ.). უკანასკნელ წლებში ახალი ხელსაწყოებიდან აღსანიშნავია პ. ნიკიფოროვის, დ. კირნოლის და სხვა სეისმოგრაფები. სეისმოგრაფები აგებულია შემდეგ პრინციპზე: იგი შედგება ქანქარისაგან (M), ღერძისაგან (A), რომელზედაც მიმაგრებულია ქანქარა: მავთულის საიკოარისა (F) და რყევის ჩამწერი მოწყობილობისაგან (S), რომელიც ამკამად აღვილად შეიძლება შეიცვალოს სინათლის სხივით (S<sub>1</sub>); მპრუნავ დოლზე (B) ჩაიკოლოთ აღინიშნება ჩანაწერი. სეისმოგრაფების მასიური ქვესადგამი დამაგრებულია გრუნტზე სპეცია-



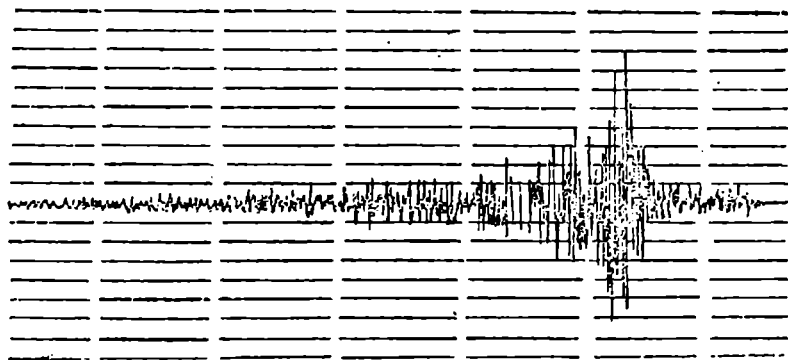
სურ. 26. სეისმოგრაფების ტიპების სქემა.

მოგრაფების მასიური ქვესადგამი დამაგრებულია გრუნტზე სპეცია-

ლურ ობსერვატორიათა სარდაფებში, სადაც ქუჩის ტრანსპორტის გავლენა გამოირიცხულია.

ჩვეულებრივ პირობებში ქანქარა დოლზე სწორ ხაზს გააგლებს. სეისპური ტალღების მოსვლისთანავე, შტატივი ნიადაგთან ერთად მოძრაობს გვერდზე, ან აიწევს ზევით. ქანქარა ინერციის ძალით ჩამორჩება ამ მოძრაობას, ხოლო დოლზე აღინიშნება შუა ხაზს ზევით ან ქვევით პირველი ხაზი. შემდეგ შტატივის რხევითი მოძრაობის გამო ქანქარა შეირხევა, ეს რხევა დოლზე აღინიშნება ტეხილი ხაზების სახით. მიღებულ ჩანაწერს სეისმოგრამას უწოდებენ. თანამედროვე სეისმოგრაფებს ქანქარის ბოლოს აქვს მოწყობილობა, რომელიც სინათლეს უკუაგდებს სარკეზე, საიდანაც ის ვიწრო სხივის სახით პირეკლება და დოლზე დახვეულ ფოტოქაღალდზე ხვდება. დოლი (ცილინდრი) ბრუნავს საათის მექანიზმის საშუალებით გარკვეული სიჩქარით, ამიტომ სეისმოგრამაზე შეიქლება აღინიშნოს ინტერვალის ცალკეულ რხევებს შორის.

თითოეული ქანქარა ჩაწერს მოძრაობას მხოლოდ გარკვეული მიმართულებით. ამიტომ, ცნობილია სამგვარი სეისმოგრაფები. ორი მათგანი ჩაწერს პორიზონტალურ რყევას (ერთი მერიდიანული, მეორე განხედი მიმართულებით), ხოლო მესამე — დედამიწის ქერქის ვერტიკალურ რყევებს.



სურ. 27. სეისმოგრამა

სეისმოგრამაზე რყევის დასაწყისი, მცირე ზომის რყევის ამპლიტუდით, მიუთითებს სიგრძივი ტალღების მოსვლაზე, სეისმოგრამა ტეხილი ხაზები, დიდი ზომის ამპლიტუდით, — განივი ტალღების მოსვლაზე; რამდენიმე მკვეთრი ზიგზაგის შემდეგ სეისმოგრამაზე ისევ

აღინიშნება რყევის მცირე მრუდი, რომელიც სწრაფად იცვლება დიდი ამპლიტუდის რყევით, ეს რყევა აღნიშნავს ზედაპირულ ტალღების მოსვლას.

სეისმოგრაფმა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ მიწისძვრების ხანგრძლივობა, რაოდენობა, ცალკეული რყევები, ამპლიტუდა და პერიოდი. სიგრძივი და განივი ტალღების მოსვლის დროს ურთიერთმართაობით შეიძლება განისაზღვროს მანძილი სეისმურ სადგურსა და ეპიცენტრს შორის. ტალღის მოძრაობის სიჩქარის გასაგებად ადგენენ გარბენის დროის გრაფიკს — გოდოგრაფს, სადაც ვერტიკალზე მოცემულია დრო წუთებში (T), ხოლო ჰორიზონტალით — მანძილი მეტრების გრადუსებში. გოდოგრაფით და სიგრძივი და განივი ტალღების მოსვლის დროის სხვაობით განსაზღვრავენ მანძილს ეპიცენტრამდე. სეისმური სადგურებით მიღებული ეპიცენტრები გადააქვთ რუკაზე და ადგენენ სხვადასხვაგვარ სეისმოაქტიურ ზონებს.

სეისმური დაკვირვებები. მიწისძვრათა რეგისტრაცია წარმოებს სეისმურ სადგურებში, სტაციონარულსა და მოძრავში. ეს უკანასკნელი აუცილებელია სეისმური ძიებისათვის. ამჟამად მთელ დედამიწაზე 400-ზე მეტი სეისმური სადგური მოქმედებს, მათ შორის 40-მდე საბჭოთა კავშირშია. შორეული მიწისძვრების რეგისტრაციისათვის ტელესეისმური სადგურები არის ლენინგრადში (პულკოვო), აშხაბადში, ტაშკენტში, თბილისში და სხვ. უფრო მრავალრიცხოვანი რეგიონული სეისმური სადგურები ახლო მანძილის მიწისძვრათა რეგისტრაციისათვის, მათ შორის საქართველოში (გორი, ბორჯომი, აბასთუმანი, ახალქალაქი, ბოგდანოვკა, დუშეთი, გეგეჭკორი, ზუგდიდი).

მიწისძვრების გეოგრაფიული განაწილება. დედამიწაზე მიწისძვრის გავრცელების სამი ზონაა ცნობილი: განედი მიმართულებით ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნები, მცირე აზია, შუა აზია, ჰიმალაი — წყნარ ოკეანემდე. მეორე ზონა ირგვლივ უკლის წყნარ ოკეანეს, როგორც აზიის ისე ამერიკის სანაპიროებზე. მესამე ზონა არის წყალქვეშა მთების მწკრივი, რომელია ჩრდილოეთ ყინულოვან ოკეანიდან ატლანტის ოკეანით სამხრეთისაკენ ვრცელდება.

ძლიერი და ხშირი მიწისძვრებით განირჩევიან: იტალია, საბერძნეთი, თურქეთი, ირანი, ჩრდილოეთ ინდოეთი, ინდო-ჩინეთი, ინდონეზია, ჩინეთი, ახალი ზელანდია, ფილიპინები, იაპონია, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკის დასავლეთი მთიანი რაიონები, ცენტრალური ამერიკა. მათ შორის ზოგიერთი რაიონი ძლიერ მაღალი სეისმურობით ხასიათდება. მაგალითად, კალაბრიაში (იტალია) 300 წლის განმავლობაში აღინიშნება 20 დამანგრეველი მიწისძვრა. ასევე მაღალი სეისმურობით ხასიათდება კონსაპსიონის რაიონი ჩილეში, იაპონია, სადაც იაპონელმა

მეცნიერმა ხატიამ წლიურად მიწისძვრის 4.500—12,000 ბიძგი შენიშნა და სხვ.

ამგვარად, მალალი სეისმური აქტივობით ხასიათდება ზოლი გიბრალტარიდან მალაის არქიპელაგამდე და წყნარი ოკეანის პერიფერიული ნაწილები, ე. ი. ახალგაზრდა ნაოჭა მთათა სისტემების გავრცელების სარტყლები.

სეისმურად აქტიურ ზონებს ფარგლებს გარეთ არსებობს ე. წ. სტაბილური რაიონები, სადაც მიწისძვრები არ არის, ან იშვიათია. მათ მიეკუთვნება: წყნარი ოკეანის აქვატორია, რომელიც ირგვლივ გარემოცულია სეისმურად აქტიური რაიონებით, აგრეთვე კანადა, ბრაზილია, ცენტრალური აფრიკა, ავსტრალია, დას. ციმბირი, სსრ კავშირის ევროპული ნაწილი და სხვ. მაგრამ გამორიცხული არ არის ამ რაიონებშიც მოხდეს მიწისძვრები. საერთოდ მიწისძვრები შეიძლება მოხდეს დედამიწის ზედაპირზე ნებისმიერ რაიონში (კანადა, ნიუფაუნდლენდი. ავსტრალია, ჩრდ. ევროპა, სსრ კავშირის ევროპული ნაწილი და სხვ.).

საბჭოთა კავშირში სეისმურ ზონებს მიეკუთვნება სამხრეთი მთიანი რაიონები: კარპატები, ყირიმი, კავკასია, შუა აზია. ტიანშანი. ჰამირი, ალტაი, შაბაკალიე. კამჩატკა, კურილის კუნძულები. მიწისძვრის გავრცელების რაიონები ძირითადად ემთხვევა ვულკანების გავრცელების რაიონებს; ამ ორ მოვლენას შორის მკვიდრო მიზეზობრივი კავშირი არსებობს.

საქართველოს სეისმურ რაიონებს მიეკუთვნება: ისტორიულ წარსულში საქართველოში ხშირად ხდებოდა მიწისძვრები. „ქართლის ცხოვრებაში“, თ. ყორდანის „ქრონიკებში“, და სხვ ისტორიულ წყაროებში არაერთხელაა მითითებული საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში მომხდარ მიწისძვრებზე.

#### მიწისძვრების მიზეზები

ამჟამად მიწისძვრების ტექტონიკური ბუნება სადაო არ არის. მძლავრი და ხშირი მიწისძვრების გავრცელების რაიონები ემთხვევა თანამედროვე ტექტონიკური აქტივობის რაიონებს, ე. ი. იმ რაიონებს, სადაც გვაქვს უახლოესი ინტენსიური ტექტონიკური მოძრაობა. სეისმური რაიონებისა და თანამედროვე ტექტონიკური აქტივობის რაიონების რუკების ურთიერთშედარებიდან ჩანს, რომ დედამიწის ქერქის სეისმური აქტივობის მიზეზი არის ტექტონიკური პროცესები, ე. ი. დედამიწის ქერქში ნივთიერებათა მოძრაობა.

მიწისძვრა დაკავშირებულია ამჟამად მიმდინარე, უახლოესი ტექტონიკური სტრუქტურების ჩამოყალიბების (ფორმირების) პროცეს



სებთან, დიზინფექციურ დისლოკაციებთან: სან-ფრანცისკოს რაიონში სან-ანდრეას წყვეტა, 1923 წელს იაპონიის მიწისძვრა, 1899 წელს ალიასკის (იაკუტატის) მიწისძვრა და სხვ. მიწისძვრებს პლიკატური დისლოკაციებიც იწვევს. რყევის უმუქლო წყაროს წარმოადგენს ქანების სიმტკიცის ზღვარზე ძლიერი დრეკადობის ძალის გავლენით დედამიწის ქერქის ქვის მასების მოულოდნელი გადაადგილება, ამიტომ მიწისძვრები დედამიწის ქერქის სუსტ, ნაკლებად მტკიცე ავჯილებში ხდება.

ზოგიერთი მკვლევარი (იაპონელი იშიმოტო) ტექტონიკურ მიწისძვრას სიღრმის მაგმურ პროცესებს უკავშირებს: ვარაუდობენ, რომ ამ პროცესებს შეუძლიათ ნახსლეტების წარმოშობა. ამგვარად, ცნობილია, რომ მიწის ქერქის ქვის მასების მოლიანობის რღვევა, წყვეტები, რღვევები, იწვევს მიწისძვრას. მაგრამ ყოველივე ეს ჭირ კიდევ არ არის მთელი სიცხადით ახსნილი. მხოლოდ საკმაოდ დამაჯერებლად შეიძლება ითქვას, რომ მიწისძვრები დაკავშირებულია დედამიწის ქერქში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების და დედამიწის შიგა თერმოდინამიკური რეჟიმის ცვლილებებზე. მაგრამ ყოველივე ეს ჭირ კიდევ ვარაუდებია და არ გვაძლევს მიწისძვრის წინასწარმეტყველების მეთოდის გამომუშავების შესაძლებლობას.

ეულკანური და დენუდაციური მიწისძვრების მიზეზს წარმოადგენს ეულკანური მოქმედება და მიწისქვეშა სიღარიღეთა წარმოქმნა.

### მიწისძვრის პროგნოზის საკითხი

მიწისძვრის წინასწარმეტყველებისათვის საჭიროა სამი პრობლემის გადაწყვეტა: ადგილი, სადაც მოსალოდნელია მიწისქვეშა ბძგები, მოსალოდნელი მიწისძვრის ძალა და დრო — მიწისძვრის დაწყების მომენტი. პირველ ორ კითხვაზე პასუხი მეცნიერებას ამჟამად საკმაოდ დამაჯერებლად აქვს გაცემული. დედამიწის ქერქის ტექტონიკური ანალიზის საფუძველზე, მეტნაკლები სიზუსტით, დადგენილია თანამედროვე მიწისძვრების რაიონები. გასული პერიოდის მიწისძვრათა ძალის აღრიცხვა და მათი ურთიერთშედარება საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ მოსალოდნელი მიწისძვრების ძალა. ამრიგად, სიენსური დარაიონების რუკებზე ნაჩვენებია ცალკეულ რაიონებში მოსალოდნელი მიწისძვრების მაქსიმალური ძალა ბალებში გამოხატული.

ტექტონიკური მოძრაობის რაიონებში დედამიწის ზედაპირი ყოველთვის განიცდიდა დეფორმაციას — დახრილობას, გაღუნვას. მიწისძვრის დროს ეს მოძრაობა ძლიერდება. თუ გავზომავთ ამ მოძრა-

ობას და აღღნიშნავთ იმ მომენტს, როდესაც ის მიაღწევს რაიმე კრიტიკულ საზღვარს და მოსალოდნელია მიწისძვრის ბიძგები, ამით ჩვენ საშუალება მოგვეცემა ვიწინასწარმეტყველოთ მიწისქვეშა ბიძგების მოსვლის მომენტი.

დედამიწის ქერქში დაძაბულობის განვითარებაზე სტაციონარული დაკვირვებებით, მიწისძვრის წინ ქანებში დაძაბულობის გაპლიერებით, იცვლება ქანების დრეკადობის თვისებები და სიღრმეში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარე.

წინასწარმეტყველების ერთ-ერთი ხერხი მდგომარეობს დედამიწის ქერქში აღმოცენებული ბგერითი ტალღების დაქერაში. ამ ტალღების ხმაურს ქანებში ღრმა ბურღილებში მოთავსებული მგრძნობიარე ხელსაწყოებით „უსმენენ“. კალიფორნიაში ბგერის მიმღები აპარატები მოთავსებულ იქნა 110 მეტრის სიღრმის ჭაში, ზოგიერთ შემთხვევაში ეს აპარატები მიწისძვრის წინ აღნიშნავენ მიწისქვეშა გაძლიერებულ ხმაურს.

ცნობილია აგრეთვე კავშირი მიწისძვრასა და მაგნიტური ველის ცვლილებებს შორის. შუა აზიაში სეისმური ბიძგების წინ შემჩნეულია მაგნიტური ველის ცვლილებები. ასევე არის კავშირი მიწისძვრებსა და უფლამიწის ფენებში აღმოცენებულ ელექტრულ დენს შორის, ქანების შეკუმშვის დროს მათში აღიძვრება ელექტროდენი, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას მიწისძვრის პროგნოზისათვის.

მიწისძვრის მოსალოდნელი ბიძგების წინასწარ განსაზღვრა, მიწისძვრების წინასწარმეტყველება, თანამედროვე სეისმოლოგიის ყველაზე რთულ პრობლემას წარმოადგენს.

სეისმური დარაიონება და ანტისეისმური მშენებლობა. სეისმური დარაიონების ძირითად ამოცანას შეადგენს განსაზღვროს ამა თუ იმ რაიონში მოსალოდნელი მიწისძვრის მაქსიმალური ძალა, თუ რამდენ ბალამდე შეიძლება მიაღწიოს მიწისძვრამ. ამისათვის აუცილებელია ადრე მომხდარ მიწისძვრათა შესწავლასთან ერთად შესწავლილ იქნეს, თუ რა გეოლოგიურ პირობებთან და სტრუქტურასთან არის დაკავშირებული სეისმური მოვლენები.

სსრ კავშირის სეისმური დარაიონების რუკა, სადაც ბალებში ნაჩვენებია სეისმურ რაიონებში მოსალოდნელი მიწისძვრათა მაქსიმუმი, წარმოადგენს ოფიციალურ დოკუმენტს, რომელიც გათვალისწინებულ უნდა იქნას ანტისეისმური მშენებლობის დროს. ტექტონიკის გარდა რაიონის სეისმურობის შეფასებისათვის მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ყველა ის ფაქტორი, რომელიც აძლიერებს ან ასუს-

ტებს მიწისძვრას (რელიეფის თავისებურებანი, მიწისქვეშა წლების ღონე, გრუნტის თვისებები და სხვ.).

სეისმური დარაიონების საფუძველზე. სადაც 7 ბალი და უფრო მეტი მაწისძვრაა მოსალოდნელი, აწარმოებენ ანტისეისმურ მენებლობას.

## რეკონსტრუქციის მოძრაობა

სამ ცნების ქვეშ იგულისხმება დედამიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობა, რომელიც გამოიხატება დედამიწის ქერქის ვერტიკალურ აწევასა და დაწვევაში. გარკვეულ დროში ერთსა და იმავე ადგილას დაღძავალი მოძრაობა იცვლება აღმაველით, სოლო მგზობელ უბნებში საპირისპირო მოძრაობით. რყევით მოძრაობას განიცდის სეილეთის ვრცელი უბნები. მათ შორის კონტინენტებიც. რყევითი მოძრაობის სიჩქარე მერყეობს წელიწადში მმ-ს მესული ნაწილიდან რამდენიმე სმ-მდე. რადგან რყევითი მოძრაობა მიმდინარეობს ნელა. ამიტომ. სშირად მას საუკუნებრივ რყევით მოძრაობასაც უწოდებენ.

რყევითი მოძრაობა მიმდინარეობდა ისტორიულ და შორეულ გეოლოგიურ წარსულში. იგი მიმდინარეობს ამჟამადაც. რყევით მოძრაობაზე დაკვირვება შეიძლება ყველა კონტინენტზე. ის დამახასიათებელია არა მარტო ხმელეთისათვის. არამედ ოკეანეებისათვისაც, სადაც გამოიყოფა ოკეანური ბაქნები და თავისებური ოკეანური გეოსინკლინები — მოძრავი ზონები.

იტალიაში, ნეაპოლთან ახლოს, ქალაქ პოტუოლთან, დაცულია ჩ. წ-მდე 200 წლით ადრე აგებული „სერაპისის ტაძრის“ მარმარილოს სვეტები. ხმელეთის ნელი დაწვევის გამო იგი მე-13 საუკუნეიდან წყალში მოექცა; სვეტები 5,7 მ სიმაღლემდე მბურღავი მოლუსკების მიერ შექმნილი ფოსოებითაა დასვეტილი. სვეტები წყალში იყო მე-16 საუკუნემდე, შემდეგ ქერქის აწვევს გამო ისევ ხმელეთზე მოექცა. მე-19 საუკუნის დასაწყისიდან კვლავ იწყება სწრაფი დაძირვა ისე, რომ 1828 წლისათვის ჩ. ლაიელის ცნობით სვეტების ძირი ერთი ფუტის (30,48 სმ) სიღრმემდე წყლით იყო დაფარული. გ. გორშკოვის ცნობით 1954 წელს წყლის ღონე 2,5 მეტრი იყო. უკანასკნელ წლებში აქ ხმელეთი იძირება წელიწადში დაახლოებით 2 სმ-ით. „სერაპისის ტაძარი“ ისტორიულ დროში ხმელეთის ვერტიკალური მოძრაობის საუკეთესო მაგალითს წარმოადგენს.

ინსტრუმენტული დაკვირვებებით დადგენილია, რომ სკანდინავიის ხანევარკუნძული მალა იწევს. განსაკუთრებით მისი დასავლეთი ნაწილი. ბოტნიური უბის გასწვრივ ხმელეთმა აპოიწია 270 მეტრით. ზღვისპირა ქალაქები უკსალა და სიგტუნი ამჟამად ნაპირს დაშორე-

ბულია 60 და 25 კმ-ით. სტოკჰოლმი საუკუნის განმავლობაში მალა იწევს 0.24 მეტრით. უკანასკნელი 10.000 წლის მანძილზე სკანდინავიის ნახევარკუნძულის ფარვლებში ამოწეულ სმელეთზე ამჟამად ცხოვრობს სკანდინავიის მოსახლეობის 20 %. ლენინგრადი ამჟამად ნახევარი მეტრითაა მაღლა, ვიდრე პეტრე პირველის სანქტ-პეტერბურგი იყო მე-18 ს. ბარენცის ზღვაში თანამედროვე ნახევარკუნძულა კანონი ძველ რუკებზე აღნიშნულია როგორც კუნძული. მაშასადამე, აქ სმელეთის ამოწევით კუნძული ნახევარკუნძულად ქცეულა. ასევე ინტენსიურად მალა იწევს ახალი მიწა, სადაც 400 მეტრის სიმაღლეზე არის ბორეალური ტრანსგრესიული ნალექები. მალა იწევს შოტლანდია, ისლანდია, შვიცბერგენა, გრენლანდია. ჩრდილოეთ ნორვეგიაში გამყინვარების შემდგომ ამოწეულია ზღვის ხუთი ტერასიდან ყველაზე მაღალი ზღვის დონიდან 176 მეტრზეა, დაბალი — 5 მეტრზე. ფინეთის ფართობი ქერქის ამოწევის გამო ასი წლის განმავლობაში გადიდდა 70% კმ-ით. წელიწადში 5—9 მმ-ით მალა იწევს ესტონეთისა და ლატვიის ტერიტორია, დაახლოებით ასეთივე ინტენსივობით იწევს მალა ლიტვა, ბელორუსია, დასავლეთ უკრაინის მნიშვნელოვანი ნაწილი. მალა იწევს შუა რუსეთის მაღლობი, დონბასი, კასპიის ზღვის ჩრდილოეთით მდებარე რაიონები. განმეორებითი ნიველირებით დადგენილია, რომ 1920-დან 1948 წლამდე ლონპასმა და უკრაინის კრისტალურმა მასივმა ამოიწია წელიწადში 10 მმ-ით, ხოლო შუა რუსეთის მაღლობმა 15—20 მმ-ით. მალა იწევს ჩრდილოეთ ამერიკაში დიდი ტბებს ჩრდილოეთ ნაპირები, სამხრეთი ალიასკა, მექსიკის უბე. ანტილიის კუნძულები.

დაბლა იწევს ჰოლანდია და ბელგიის ნაწილი, საუკუნის განმავლობაში 2.5 სმ-ით დაბლა იწევს ჰოლანდია, შვიდი საუკუნეა 1600 კმ სიგრძეზე ყებირები ამაგრებს ნაპირებს ზღვის შემოპრისაგან. დაბლა იწევს ინგლისის სამხრეთი სანაპირო, ჩრდილოეთ ამერიკის აღმოსავლეთი ნაპირი, კალიფორნია. ჩრდილოეთ ამერიკის ცენტრალური ნაწილი. პერუ. აფრიკის დასავლეთ სანაპიროს ნაწილი, ავსტრალიის ნაპირები. სამხრეთ საფრანგეთში ქალაქები სარბონა, ეგიომორტი და სხვ. ზღვაში ჩაიძირა რამდენიმე საუკუნის წინათ. აზოვ-ყუბანის დაბლობის დაძირვის სიჩქარე წელიწადში 3—5 მმ-ია, ხოლო თერგის დაბლობისა — 6—7 მმ. დაძირვას განიცდის აგრეთვე შავი ზღვის სანაპიროს ზოგიერთი უბანი, კასპიის ზღვა განიცდის რყევით მოძრაობას. განმეორებითი ნიველირების მონაცემებით აფშერონის ნახევარკუნძულის დასავლეთ ნაწილმა 26 წლის განმავლობაში აიწია 19 სმ-ით, ხოლო მტკვრის შესართავთან სანაპირო დაბლობმა დაიწია 16,6 სმ-ით. სმელეთის ვერტიკალური მოძრაობა კარგად ჩანს სოხუმის მაგალითზე. ქალაქის მიდამოებში შენიშნული მეოთხეული ზღვი-

ური ტერასები ხმელეთის აწევაზე მიგვიჩვენებს. სოლო ზღვაში ჩაძირული ქალაქის ნაშთები — დაწვეაზე. სოსუმის რაიონში ნაპოვნია ორიადე ასეული მსიღრმემდე ჩაძირული ზღვიური ტერასები.

დედამიწის ქერქის რყევით მოძრობას განსაზღვრავენ ისტორიული და გეოდეზიური მეთოდებით. ისტორიულ მეთოდში იკვლიანსმება არქეოლოგიური მასალა, წერილობითი დოკუმენტები და ძველი რუკები.

გეოდეზიური მეთოდით შეიძლება დადგენილ იქნას ზედაპირის გადასაცვლება მილიმეტრის (და მისი ნაწილების) სიზუსტემდე. ამჟამად ფართოდაა გამოყენებული განმეორებითი ნიველირების მეთოდი.

უახლოესი მოძრობის შესწავლის მეთოდები ორ ჯგუფად იყოფა: ოდენობითი და თვისებითი. პირველს მიეკუთვნება გეოფიზიკური, გეოდეზიური და ჰიდროლოგიური მეთოდები. მიწისძვრა თანამედროვე ტექტონიკური მოძრობის მაჩვენებელია. ინტენსიურ დანაკლებას თან ახლავს ასევე ინტენსიური რყევითი მოძრობა. მიწისძვრის კერები განლაგებულია იქ, სადაც გვაქვს აქტიური ტექტონიკური სტრუქტურები, სადაც ხშირია რყევითი მოძრობა. ამ მოძრობის შესწავლა შესაძლებელია დედამიწის ზედაპირის დახრილობის გაზომვით, რადგან სხვა მიზეზებთან ერთად დახრილობა დაკავშირებულია რყევით მოძრობასთან. განმეორებითი ტრანსულიაციითა და ნიველირებით შესაძლებელია გაიზომოს დროის გარკვეულ მომენტში გადასაცვლების აბსოლუტური სიდიდე. ჰიდროლოგიური მეთოდი გულისხმობს ოკეანეებსა და ტბებში წყლის დონის გაზომვას, წყლის დონე დამოკიდებულია წყლის მოცულობის ცვლილებებზე (მყინვარების დნობა, მეტეოროლოგიური პირობები) ან ხმელეთის მოძრობაზე. თვისებით მეთოდებს მიეკუთვნება ოროგრაფიული, ბათიმეტრიული, გეომორფოლოგიური, ისტორიულ-არქეოლოგიური. ბიოგეოგრაფიული და გეოლოგიური მეთოდები.

მეოთხეულ პერიოდში ზღვის სანაპირო ხაზის ცვალებადობა გამოიწვია აგრეთვე მყინვარების გადნობამ. ვარაუდობენ, რომ ჩრდილოეთი ზღვების დონე მეოთხეულის მაქსიმალური გამოიწვია. მაგრამ 10.000 წლის წინათ ყინულის გადნობას იზოსტაზიური აზევება მოჰყვა და იგი დღესაც გრძელდება. ხმელეთის ამოწევა შეიძლება გამოიწვიოს მძლავრმა ინტრუზიამ, ხოლო — დაძირვა აგრეთვე ვულკანურმა პროცესებმა.

დანალექი ქანები. მათში დაკული ნამარხებით, მიუთითებენ გეოლოგიურ წარსულში ხმელეთისა და ზღვის საუკუნეობრივ რყევასზე. ამ რყევით მოძრაობასთან არის დაკავშირებული ზღვის შეცვლა ხმელეთით და პირიქით. მძლავრი ზღვიური დანალექი ქანებითაა დაფარული თანამედროვე კონტინენტების მეტი ნაწილი. მაშასადამე, გეოლოგიური წარსულის სხვადასხვა პერიოდებში აქ ყველგან ზღვის აუზი იყო, შემდეგ იგი ხმელეთის ამომზეურებით შეიცვალა. სმელეთის დიდი ფართობები ვერტიკალური მოძრაობით წარმოიშვა, ამიტომ ქერქის რყევით მოძრაობას ეპეიროგენეზისსაც უწოდებენ (ეპეირა — სპელეთი).

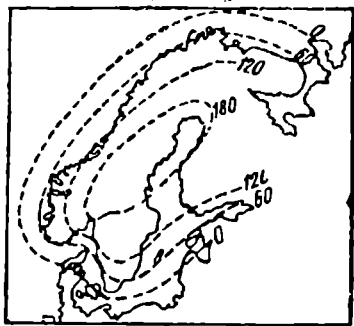
დედამიწის ქერქის დაწვეას თან ახლავს ხმელეთზე ზღვის შექცევა — ტრენსგრესია. იგი გამოწვეულია ტექტონიკური მოძრაობით ან მხოლოდ ოკეანის დონის ევსტატიური რყევით, უმთავრესად კი ქერქის დაწვეით. ტრანსგრესიის შემდეგ ნალექების აღმავალი კრილი (ქვევიდან ზევით) თხელი ზღვის ნალექებიდან იცვლება ღრმა ზღვის ნალექებით. რეგრესიას ანუ ზღვის უკან დახევას იწვევს ტექტონიკური პროცესები — ქერქის აწევა. ზოგჯერ ევსტატიური რყევა, ე. ი. წყლის მოცულობის შემცირება ოკეანეში, რეგრესიის დროს წარმოქმნილ გეოლოგიურ კრილში — პირიქით გვაქვს: ღრმა ზღვის ნალექები იცვლება თხელი ზღვის ნალექებით. ვერტიკალურ კრილში — სანაპირო კონგლომერატების შეცვლა თიხებით, ე. ი. ქანების ტრანსგრესიული სერია დაშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მოცემულ პუნქტში ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დაძირვა, ხოლო თიხების შეცვლა ჭერ ქვიშებით და შემდგომ კონგლომერატებით ანუ ქანების რეგრესიული სერია ხმელეთის ამოწვევის მაჩვენებელია. სტრატეგრაფიული უთანხმოება მიუთითებს რყევით მოძრაობაზე. აუზში ნალექების უწყვეტი დაგროვება. შრათა თანხმობითი განლაგება, უარყოფითი მოძრაობის ანუ დაწვევის დამადასტურებელია. არის შემთხვევა, როდესაც ნაკვების განლაგებაში ხარვეზი გვაქვს, ე. ი. ახალგაზრდა შრეები განლაგებულია ძველზე და შუალედი შრეები არ არის, ამ შემთხვევაში გვაქვს სტრატეგრაფიული უთანხმოება. ეს მოვლენა აიხსნება ზღვის აუზში ქვედა შრეების დაღეჭვის შემდეგ ხმელეთის ამოწვეით. რასაც დაგვიანებით ისევ მოჰყვა დაძირვა და ახალგაზრდა შრეების დაღეჭვა.

დედამიწის ქერქის რყევითი მოძრაობა გამოწვეულია ქერქქვეშა ან ქერქის ქვედა ნაწილებში მიმდინარე პროცესებით. დედამიწის წიაღში მიმდინარეობს ნივთიერებათა მოძრაობა, რომელიც აირეკლება დედამიწის ზედაპირზე რყევითი მოძრაობის სახით. ქერქქვეშა ნივთიერებათა გამკვრივება იწვევს დაძირვას, ხოლო გაფართოება — აწევას (აზევებას). ხშირად აღმავალ (დადებით) მოძრაობას მეზობელ,

მოსაზღვრე რაიონში თან ახლავს დაღმავლი (უარყოფითი) მოძრაობა.

ზღვები და ოკეანეები ერთმანეთთან შეერთებულია და ერთ დონეზეა, ამიტომ რყევითი მოძრაობა რომ ზღვის დონის ცვლილებით იყოს გამოწვეული, მაშინ მთელი მსოფლიო ოკეანის დონე უნდა შეიცვალოს და ამოწვევას მთელს დედამიწაზე მოჰყვეს ზღვის დონის დაწვევა. სინამდვილეში კი ერთ უბანში (მაგ: სკანდინავია) აზევებას, მეორე უბანში (მაგ. პოლანდია) დაძირვა მოჰყვა. მაშასადამე, ზღვის დონე კი არ იცვლება, ხმელეთი განიცდის ვერტიკალურ მოძრაობას. აზევების რეგიონული ხასიათი ქერქის მოძრაობის მაჩვენებელია. სკანდინავიის იზობარებიდან ჩანს, რომ მისი შუა ნაწილი უფრო ამო-

ზნეჭილია, მაშასადამე, ქერქის გაწყვეტასთან კი არა გვაქვს საქმე, არამედ მის დეფორმაციასთან. აქვე გვინდა დაუმატოთ, რომ სწორედ იმ ადგილას, სადა ამოზნეჭა მოხდა, გარკვეული დროის შემდეგ შეიძლება ჩაზნეჭვა მოხდეს ე. ი. შებრუნებით მოვლენას ჰქონდეს ადგილი. ჩვენ აღნიშნული გვაქვს, რომ დედამიწის ქერქი ეყრდნობა მანტიას. რადგან ეს უკანასკნელი ქერქზე მკვირვია, უფრო ზუსტად ქერქი მანტიის ზედა ნაწილშია ჩაფლობილი. ჩაძირული ნაწილის სიდიდე ქერქის სიმძიმეზეა დამოკიდებული. სიმძიმის მატებით იგი უფრო ღრმად ჩაიძირება. ხოლო შემცირებით— ზევით ამოიწვეს, ორივე შემთხვევაში მყარდება იზოსტაზიური წონასწორობა.



სურ. 28. სკანდინავიის ნახევარკუნძულის იზონაპარების სქემა.

თუ მოცემულ მომენტში მიმდინარეობს ლითოსფეროს რომელიმე უბის დაწვევა. ამისათვის უნდა განთავისუფლდეს სივრცე. ე. ი. აუცილებელია დედამიწის ზედაპირის სხვა უბნის ერთდროული აწვევა. კონტინენტი ავსტრალია, როგორც ჩანს დაბლა იწვეს. გრანიტული ავსტრალიის ბელტი აწვება ბაზალტურ საგებს. ეს უკანასკნელი თავის მხრივ აწარმოებს წნევას ხმელეთის ახლომდებარე უბნებზე და იწვევს მათ აზევებას. ამ შემთხვევაში ავსტრალიის კონტინენტის დაწვევა იწვევს მეზობელი წყნარი ოკეანის კუნძულების მალა აწევას. ამით აიხსნება ის ფაქტი, რომ დედამიწის ქერქის განვითარების ისტორიაში არ იყო პერიოდი, როდესაც ტრანსგრესია იყო მთელს დედამიწაზე, ხოლო რეგრესია არასდ არ იყო. ისტორიული გეოლოგიის

ფაქტები ადასტურებს, რომ ხმელეთზე ზღვის შეტევებს ტრანსგრესიებს — სხვა უბნებზე თან ახლდა ზღვის უკან დახევა — რეგრესიები.

რყევით მოძრაობას, რომლის დიდი რადიუსი ამოხსენაში გამოიხატება, ოროგენეტულს უკავშირებენ და ამ უკანასკნელის ბოლოსტადიად მიიჩნევენ.

## დანალექი ქანების წოლის უმორჩილები

(ტექტონიკის ელემენტები)

ტექტონიკა (გეოტექტონიკა) სწავლობს დედამიწის ქერქის მოძრაობას და დეფორმაციას, ამ მოძრაობითა და დეფორმაციით გამოწვეული ქერქის აგებულების თავისებურებას, სტრუქტურას. ტექტონიკის ძირითად ამოცანას ქანების წოლის ფორმების შესწავლა შეადგენს. გეოლოგიური სტრუქტურების ფორმირებას დედამიწის ქერქის მოძრაობის ხასიათი განსაზღვრავს, ამიტომ ტექტონიკის უმნიშვნელოვანეს ამოცანას ქერქის მოძრაობის ხასიათის, ამ მოძრაობის გამოვლენისა და ისტორიის შესწავლა შეადგენს. ტექტონიკა სწავლობს გეოლოგიურ სტრუქტურებს, ამ სტრუქტურების წარმოქმნას პროცესებს, ხოლო ნებისმიერ უბანზე ქანების წოლის ფორმების ერთობლიობა განსაზღვრავს ამ უბნის გეოლოგიურ აგებულებას ანუ სტრუქტურას.

დედამიწის ქერქში ქანებით აგებული გეოლოგიური სხეულის სივრცობრივ განლაგებას, აგრეთვე მათ მდებარეობას გარემომცველი ქანებისა და პირველადი განლაგების მიმართ წოლის ფორმას უწოდებენ.

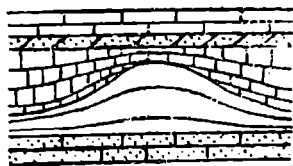
დანალექი ქანებით აგებულ სფეროს სტრატისფეროს<sup>1</sup> უწოდებენ. დანალექ ქანებს ზევიდან ფარავს ატმოსფერო და ჰიდროსფერო, ხოლო ქვევიდან ესაზღვრება მაგმური (ძირითადად გრანიტები) და მეტამორფული ქანები — ძირითადად კრისტალური ფიქლები და გნეისები. კონტინენტურ ბაქნებზე დანალექი ქანების სისქე, რასაც გეოლოგები ჩვეულებრივ სიმძლავრეს უწოდებენ, 2 — 3 კმ-ია. სამუშაოდ დაახლოებით 1,5 კმ, ნაოჭა ზონებში კი 8 — 10 კმ-ს აღწევს, იშვიათადაა 15 — 20 კმ-მდე.

დანალექი ქანების დამახასიათებელ თავისებურებას (რიფულ წარმონაქმნთა, მყინვარეული ნალექების, ლიოსისა და ზოგიერთი სხვა

<sup>1</sup> ლათინურად „სტრატუმ“ — შრე.



ქანის გამოკლებით) შრეებრივობა წარმოადგენს. შრეებრიობა თანდათანობით დალექვის შედეგია. დანაღეჭი ქანების ძირითადი მორფოლოგიური ელემენტი არის შრე ანუ ფენა. შრე ანუ ფენა ეწოდება რომელმე ქანის ფილაქნისებრ მასას, შემოფარგლულს, მეტნაკლებად თანაბარი, პარალელური სიბრტყეებით. ყოველ შრეს ზევით და ქვევით მდებარე შრეებისაგან მკაფიოდ გამოყოფილი საზღვარი აქვს — შრის „საგები“ და „სახურავი“. შრეებს შორის საზღვარი დალექვის შეწყვეტის ან დალექვის პროცესში მომხდარი ცვლილებების შაჩვენებელია. შრეთა ან ფენათა რიგს, რომელიც განლაგებულია ერთმანეთის თანამიმდევრობით და გაერთიანებულია ასაკით, წარმოშობის პირობებით, პეტროგრაფიული შედგენილობით ან სხვა რომელიმე მსგავსი ნიშნებით, შრეთა ანუ ფენათა წყებას, შრეების ჯგუფს ან „შრეების სერიას“ უწოდებენ. ზოგჯერ ფენაში სასარგებლო ნამარხით აგებულ შრეს გულისხმობენ. შრეთა მცირე ჯგუფს ან შრეს, რომელიც სხვა შრეებისაგან განსხვავებულია ლითოლოგიური შედგენილობით, ფერით, ტექსტურით, სტრუქტურით და ა. შ. ფენას უწოდებენ. ეს ტერმინი განსაკუთრებით ხშირადაა გამოყენებული ფენებრივი (შრეებრივი) სასარგებლო ნამარხების აღსანიშნავად (ქვანახშირი, მარილები და სხვ). შრის ან ფენის სახურავსა და საგებს შორის უმოკლეს მანძილს შრის სისქეს ანუ სიმძლავრეს უწოდებენ. სიმძლავრის მიხედვით ფენა შეიძლება იყოს მიკრო შრეებრივი, ფურცლებრივი, თხელშრეებრივი (რამდენიმე მილიმეტრი), შრეებრივი (სანტიმეტრებში), სქელ შრეებრივი, ბელტურ-ლოდური (დეციმეტრებში), არა-შრეებრივი, ერთგვაროვანი და მასიური. შრეებს, ჩვეულებრივ, ბრტყელი და სწორი ზედაპირი აქვს. არის გამონაკლისიც, მაგალითად, ზოგიერთი ქანის შრეს ემჩნევა უსწორმასწორო, ტალღებრივი ზედაპირი. ჯერ კიდევ გაუმაგრებელ რბილ ნალექებზე — ქვიშებზე, ნაკლებად — თიხებზე. წყლისა და ჰაერის ნაკადების მოქმედებით, წარმოიშობა ტალღისებრ ზოლებად ამოზნექილ-ჩაზნექილი ზედაპირი, რომელსაც ჰაელის ნიშნებს ანუ რიპელმარკებს უწოდებენ. გარდა ამისა, შრეების ზედაპირზე შეიძლება შეგვხვდეს წვიმის წვეთების გაქვავებული კვლები, გვალვის ნასკდომები, მლოდავი ცხოველების ნაკვალევები, მთარული ცხოველების ნატერფალები (მაგალითად, დინოზავრების ნაკვალევი სათაფლიასთან) და სხვ.



სურ. 29. კარბონატული ქანის ნამარხი რიფის ლინზისებრი ბულობი.

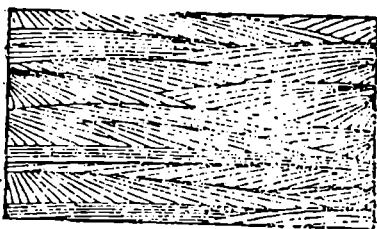
ერთგვაროვან შრეებს შორის მოქცეულ მცირე სიმძლავრის შრეს ან ფენას, რომელიც მკაფიოდ განირჩევა გვერდითი ქანებისაგან, უნა შრეს უწოდებენ. ფენის გამოსოლვის შემთხვევაში ის ლინზისებრ სხეულად გარდაიქმნება.

არჩევენ შრეებრიობის სამ ტიპს:

1. ჰორიზონტალური შრეებრიობა რომელიც მიგვითითებს ნალექების უძრავ და მშვიდ გარემოში დალექვაზე (ღრმა ზღვებში);

2. ტალღებრივი შრეებრიობა — მიგვითითებს ნალექების დაგროვების გარემოს სხვადასხვა მიმართულებით მოძრაობაზე (ჰავლების ნიშნები, ტალღების ცემის ნიშნები და სხვ.);

3. არაბი შრეებრიობა მიგვითითებს გარემოს ერთი, ჰომართულებით მოძრაობაზე (ზღვის დინებანი, მდინარეები, ქარი ბარქანებისა და დიუნების წარმოქმნის დროს და სხვ.).



სურ. 30. ირიბი (ხლართული) შრეებრიობა.

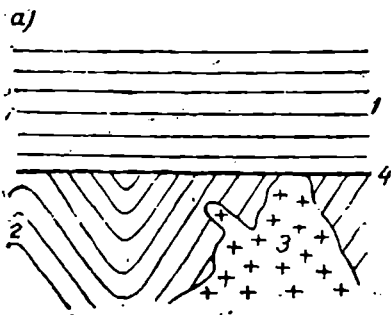
დანალექი ქანების განლაგების პირველად ფორმას ჰორიზონტული შრეებრიობა წარმოადგენს. მისი დამახასიათებელი თავისებურებაა, შრეთა დალექვის კანონზომიერი თანამიმდევრობა: ახალწარმოქმნილი შრე განლაგებულია ადრე წარმოქმნილზე და თავის

მხრივ ზეით იფარება უფრო გვიან დალექილი შრით.

არჩევენ შრეთა თანხმობით და უთანხმო განლაგებას. პირველ შემთხვევაში შრეები ერთმანეთისადმი პარალელურია. მეორე შემთხვევაში შრეები ურთიერთს შორის ქმნის კუთხეს ან შრეები შეიძლება პარალელური იყოს, მაგრამ დარღვეული იყოს მათ შორის ასაკობრივი თანამიმდევრობა.

პირველს კუთხური უთანხმოება ეწოდება, მეორეს — სტრატეგრაფიული უთანხმოება.

სტრატეგრაფიული უთანხმოება თავის მხრივ ორად იყოფა: პარალელურად და კუთხურად. პარალელური უთანხმოება ხასიათდება შრეთა პარალელური (ე. ი. გარეგნულად თანხმობით) განლაგებით, მაგრამ დარღვეულია ასაკობრივი თანამიმდევრობა, კრილში შრეთა გარ-



სურ. 31. უთანხმო განლაგება.

დასრულებულია ასაკობრივი თანამიმდევრობა, კრილში შრეთა გარ-

კვეული კომპლექსის არსებობის გამო. ამ შემთხვევაში გვაქვს ფარული სტრატეგრაფიული უთანხმოება. როდესაც სხვადასხვა ასაკის შრეების ზედაპირი დაფარულია უფრო ახალგაზრდა შრეებით, გვაქვს ტრანსგრესიული განლაგება. ტრანსგრესიულად განლაგებული ქანების კრილი ხასიათდება ქვევიდან ზევით ფაციესების კანონზომიერი ცვლილებით, ამ შემთხვევაში ახალგაზრდა შრეების ძირში გვაქვს თხელი ზღვის ნალექი — მსხვილმარცვლოვანი მასალა ე. წ. ფუძის კონგლომერატი, რომელიც ზევით უფრო ღრმა ზღვის წვრილმარცვლოვანი მასალით იცვლება.

კუთხური უთანხმოების შემთხვევაში გვაქვს სხვადასხვაგვარი ინტენსივობით დისლოცირებული (პირვანდელი განლაგება დარღვეული) დანალექი ქანების ორი ან რამდენიმე წყება, ე. ი. ამ წყების შემდგენელ შრეებს კონტაქტში აქვს დახრილობის სხვადასხვა კუთხე. კუთხური უთანხმოება გვხვდება დისლოცირებული შრეების ერთად არსებობის შემთხვევაში.

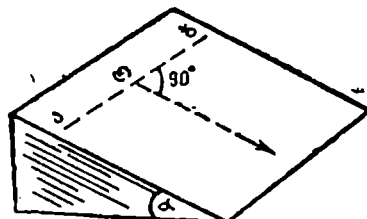
უთანხმო განლაგების მეორე ტექტონიკური ტიპი აღინიშნება ორი, სხვადასხვა ასაკის ან სხვადასხვა ინტენსივობით დისლოცირებული წყებების ერთიანობით. დე-



სურ. 32. უთანხმო კუთხური განლაგება.

დამიწის ქერქის რღვევის ზედაპირზე, სადაც ამ წყებების ერთიმეორის მიმართ გადანაცვლება მოხდა. ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ წყებები ერთმანეთთან ტექტონიკურ კონტაქტშიაო.

აუ შრეები დახრილია, მაშინ სიერკეში მათი ზუსტი ორიენტაციებისათვის უნდა განვსაზღვროთ მათი წოლის (განლაგების) ელემენტები, მიმართებითი ე. ი. შრის და ჰორიზონტალური სიბრტყის გადაკვეთის ხაზით; მაშასადამე, შრის მიმართების ხაზი ეწოდება ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან გადაკვეთის ხაზს, ხოლო ხაზს, რომელიც მიმართების ხაზის პერპენდიკულარულია და შრის ზედაპირს ემთხვევა დაქანების ხაზი ეწოდება. კუთხეს, რომელსაც შრის სიბრტყე წარმოიშობს ჰორიზონტთან დაქანების ანუ დახრის კუთხე ჰქვია.



სურ. 33. შრის წოლის ელემენტები. აბ—მიმართების ხაზი, ა—დაქანების ხაზი, ა—დახრის კუთხე.

შრის წოლის ელემენტებს განსაზღვრავენ სამთო კომპასის საშუალებით.

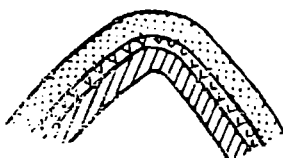
დედამიწის ქერქის შემადგენელ დანალექი ქანების პირვანდელი განლაგების შეცვლას, ზრეთა აშლილობას ანუ დისლოკაციას უწოდებენ. დისლოკაციები ძირითადად გამოწვეულია დედამიწის ქერქში მომდინარე ტექტონიკური მოძრაობებით; აგრეთვე მცირე მასშტაბით ქანების შიგნით მომხდარი ცვლილებებით, მაგალითად ანჰიდრიტის თაბაშირში გადასვრის დროს მოცულობის გადიდებით, ზედაპირზე მყინვარების მოქმედებით. ფერდობებზე წყლის მოქმედებით ან სიძიმის ძალით მიწის მასების გადაადგილებით და სხვ.

წრეების პირვანდელი განლაგების დარღვევის ყველაზე მარტივ ფორმას შრეების ჰორიზონტისადმი დახრილობა (დაქანება) წარმოადგენს. წოლის ამ ფორმას მონოკლინურს უწოდებენ. მონოკლინური ტექტონიკური სტრუქტურის შემთხვევაში შრეები ერთ მხარეზე ეცემა.

თუ შრეების დახრილობის კუთხე 0 — 16°-ია, შრეებს სუსტად დახრილს უწოდებენ, 16-დან 31°-მდე — დამრეცს, 31—76°-მდე ძლიერ დახრილს, 76—81°-მდე — ციცაბოს და 81 — 90°-მდე ყირაზე მდგარს: თუ შრეები საპირისპირო მხარეზე ეცემა, მას გადავირეცხულად თვლიან.

დისლოკაციის ორ სახეს არჩევენ: ნაოკას ანუ უწყვეტს, პლიკატურს და წყვეტილს ანუ დიზიუნიკტიურს. ხოლო ქანების მასების განააცვლების მიხედვით ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ რღვევებს.

ნაოკა დისლოკაციები. ნაოკა დისლოკაციები უმთავრესად ტანგენსური დაძაბულობითაა გამოწვეული, რაც თავის მხრივ მეტწილად დედამიწის ნივთიერებათა გამკვრივებასთან ან შეკუმშვასთან არის დაკავშირებული. ნაოკები. ანუ სხვადასხვა ძანშტაბის და ფორმის შრეთა ტალღისებური ლენვები ტექტონიკურ აშლილობათა უმნიშვნელოვანეს სახეს წარმოადგენენ. შრეთა ერთ სრულ გადანაღუნს ნაოკი ეწოდება. ნაოკი ზოგი ამოზნექილია, ზოგი-ჩაზნექილი; ამის



სურ. 34. ანტიკლინი

შესაბამისად არჩევენ ანტიკლინურ და სინკლინურ ნაოკებს. ანტიკლინურ დანაოკებულში შრეები ზევითაა ამოზნექილი, ხოლო სინკლინურში კი პირიქით, ჩაზნექილი ნაწილი ქვევითაა მოქცეული. ანტიკლინის გულში უფრო ძველი ასაკის შრეები გვხვდება, ფრთებზე — ახალგაზრდა, ხოლო

სინკლინის გული კი პირიქით, უფრო ახალგაზრდა შრეებითაა აგებული. ფრთებზე კი ძველი ასაკის შრეები გვაქვს. თითოეულ ნაოკში არჩევენ შემდეგ ნაწილებს: ბირთვი (გული) ნაოკის შიგა ნაწილი, ფრ-

თები — ნაოკის გვერდები, ორი, მეტნაკლები, თანაბარი ზედაპირი, რომლითაც შემოფარგულია ნაოკი. ღერძული სიბრტყე ანუ ღერძული ზედაპირი არის ზედაპირი, რომელიც ნაოკს ჰყოფს ორ თანაბარ ნაწილად. თხემი არის ნაოკის ყველაზე მოღუნული ფრთების შემაერთებელი ნაწილი. ანტიკლინის თხემურ ნაწილს ხშირად თაღს უწოდებენ, შარნირი (სახსარი) შრეების მაქსიმალური ღუნვის წერტილების შემაერთებული საზოია. ნაოკის განი არის მანძილი ერთი ანტიკლინის ან სინკლინის შარნირიდან მეორე შარნირამდე: ნაოკის განი მცირედიდან შეიძლება ათეულ და უფრო მეტი კილომეტრის მანძილზე გრძელდებოდეს. ნაოკის სიმაღლე არის ვერტიკალური მანძილი მოსაზღვრე ანტიკლინის ან სინკლინის შარნირებს შორის.



სურ. 35. სინკლინი

სხვადასხვა ფორმის ნაოკის კლასიფიკაცია შესაძლებელია ჰორიზონტისადმი ფრთების დახრილობის, ნაოკის ღერძის მდებარეობის, ღერძულ ზედაპირთან შედარებით ნაოკის ფრთების განლაგების და თხემის ფორმის მიხედვით. აგრეთვე, ნაოკის ფრთებსა და თხემში შრეების საწყისი სიძლიერის ცვლილებებით. ამ ნიშნების მიხედვით ცნობილია: ა) სწორი ანუ სიმეტრიული ნაოკი, როდესაც ღერძული სიბრტყე ვერტიკალურია და ორივე ფრთას ზედაპირისადმი ერთნაირი დახრილობა აქვს; ბ) დახრილი, ირიბი ანუ ასიმეტრიული ნაოკი, როცა ნაოკის ფრთები დახრილია სხვადასხვა მიმართულებით, ერთი ფრთის დახრილობა განსხვავდება მეორის დახრილობისაგან, ამიტომ ღერძული ზედაპირი ჰორიზონტისადმი დახრილია, გ) გადაბრუნებული ნა-



სურ. 35. ნაოკის ფორმები

ოკი, როდესაც ნაოკის ფრთები და მისი ღერძული ზედაპირი დახრილია ერთი მიმართულებით; დ) და-

წოლილი ნაოკი, როცა ნაოკის ფრთები და ღერძული ზედაპირი განლაგებულია თითქმის ჰორიზონტალურად. იმ შემთხვევაში, როდესაც შრეები ცენტრიდან ჰორიზონტისადმი დახრილია ყველა მიმართულებით, გვაქვს პერიკლინური განლაგება. იგი, დამახასიათებელია გუმბათისებრი ნაოკისათვის.

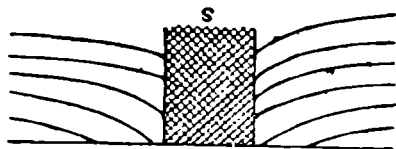
მონაკლინის სახესხვაობა ფლექსურა, მუხლისებრივი ფორმის ნაოკია. არჩევენ ქვედა და ზედა მუხლებს. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს შრეების ერთი ნაწილის მეორის მიმართ ვერტიკალურ გადაადგილებას შრეთა გაწყვეტის გარეშე. გვხვდება აგრეთვე კოლოფისებრი

(ან ზანდუკისებრი) ნაოქები, ვრცელი ბრტყელი თხემით და ციკაბო ფრთებით, მარაოსებრი ნაოქი, სადაც ორივე ფრთა გადაყირავეებულია საპირისპირო მხარეზე. იზოკლინური ნაოქი, პარალელური ფრთებზე: ნაოქის შარნირებში, შრეების უეცარი დაქანების შემთხვევაში, წარმოიქმნება ტუჩილი ნაოქი. დისპარმონიული ნაოქი ხასიათდება შრეების არაერთგვაროვანი დანაოქებით. ნაოქში მკვერივი და სქელი შრეების პლასტიკურ ქანებთან მონაცვლეობის დროს, მაგალითად, კირქვებისა და თიხების მონაცვლეობის შემთხვევაში, დანაოქების პროცესების ზემოქმედებით კირქვები მოგვეცემს მარტივ ნაოქებს, ხოლო თიხები — რთულს.

ნაოქებს, რომელთა შარნირი ჰორიზონტალურია, ხოლო ღერძული სიბრტყე — ვერტიკალური, ნორმულს უწოდებენ. ბრაქიანტიკლინი არის ანტიკლინური ნაოქი, რომლის შარნირი სწრაფად იძირება საპირისპირო მიმართულებით. ბრაქისინკლინში ფრთების დაქანება პირიქით, ცენტრისკენაა. ბრაქიანტიკლინებსა და ბრაქისინკლინებში სიგრძის სიგანესთან შეფარდება არის 7 : 1-დან 3 : 1-მდე.

ანტიკლინურ ნაოქს, რომელსაც გეგმაში აქვს წრიული ან ელიფსური მოხაზულობა გუმბათისებრი ნაოქი ეწოდება. ამ შემთხვევაში სიგრძის შეფარდება სიგანესთან არის 3 : 1-დან 1 : 1-მდე. სინკლინურ ნაოქებს, სადაც სიგრძის შეფარდება სიგანესთან 3 : 1-ია მულდებს უწოდებენ.

დიაპირული ნაოქები არის ანტიკლინური, გუმბათისებრი ნაოქი, რომლის გული აგებულია ძლიერ დანაოქებული, თითქმის ვერტიკალური პლასტიკური ქანებით. რომელიც შეჭრილია ახალგაზრდა შრეებს შორის. დიაპირული ნაოქების წარმოქმნის დროს მიმდინარეობს



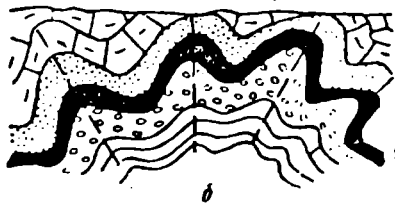
სურ. 37. დიაპირული ნაოქი.

პლასტიკური დანალექი ქანების—ქვამარილის, თაბაშირის, თიხების და სხვ. ამოწევა. დედამიწის ქერქში წარმოშობილი დაძაბულობის გავლენით ეს ქანები არღვევს ზევით მდებარე ქანებს, ზოგჯერ დედამიწის ზედაპირამდე. ასეთი ქანები. თავისი პლასტიკურობის გამო, გადაინაცვლებს დიდი წნევის ზონიდან შეაუსტებული წნევის ზონისაკენ, სადაც წარმოქმნის გუმბათებს. ზოგჯერ გაარღვევს ზევით მდებარე ქანებს დიაპირული გამპობი ბირთვით. დიაპირული მოვლენები გამოწვეულია როგორც ტექტონიკური ძალებით, ისე პლასტიკური ქანებით ზევით მდებარე ქანებზე წნევით, ან ორივეთი ერთდროულად.

ანტიკლინებისა და სინკლინების რიგს, რომელიც ქმნის დიდი ზო-

მის ამაღლებას ან ასევე დიდი ზომის დეპრესიას ანტიკლინორიუმი და სინკლინორიუმი ეწოდება. ზოგჯერ მას უწოდებენ პირველი რიგის ნაოკებს, მის ფრთებზე განვითარებულ მცირე ზომის ნაოკებს — მეორე რიგისას. შესაძლებელია არსებობდეს მესამე რიგის ნაოკები და ა. შ. ანტიკლინორიუმის ცენტრულ ნაწილში მეტად დიდი ზომის ინტრუზიული მასივები გვაქვს ჩვეულებრივ.

ანტიკლინორიუმის მიახლოებით მაგალითს წარმოადგენს კავკასიონის ქედი, სინკლინორიუმის — ფერგანის დეპრესია. უკანასკნელ დროს კავკასიონის ქედის ტიპის თაღურ ამაღლებას, რომელიც გართულებულია უფრო წვრილი ნაოკებით,

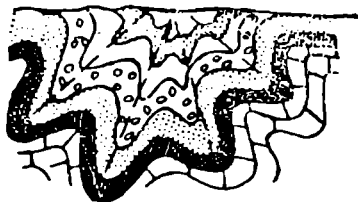


სურ. 33. ანტიკლინორიუმის სქემა.

ხშირად მეგაანტიკლინორიუმს უწოდებენ, ხოლო დეპრესიებს — მეგასინკლინორიუმს, მეორე რიგის ნაოკებს კი ანტიკლინორიებს და სინკლინორიებს.

ძველი კონტინენტური მასივებისათვის — ბაქნებისათვის დამახასიათებელია ანტეკლიზა: იგი წარმოადგენს ბაქნის (პლატფორმის) ძირითად ტექტონიკურ სტრუქტურას, რომელსაც ღია ანტიკლინური ამაღლების სწე აქვს. გული აგებულია ბაქნის ფუნდამენტით კამბრიულამდელი კრისტალური ქანებით, ზევიდან დაფარულია უფრო ახალგაზრდა ქანებით (ანაბარის, ვორონეჟის ანტეკლიზა და სხვ.). ხოლო სინეკლიზა — პირობით წარმოადგენს პლატფორმაზე განვითარებულ ასეთ-

სავე დიდი ზომის დეპრესიას (უკრაინის, მოსკოვის). ანტეკლიზას და სინეკლიზას დაქანება უმნიშვნელოა —  $10^{\circ}$ -ზე ნაკლები, მათი განი ათეული კილომეტრია, ხოლო სივრძე — ასეული კილომეტრი.



სურ. 39. სინკლინორიუმის სქემა.

ლია, რადგან იგი ხანგრძლივად მიმდინარეობს და დაკვირვებისთვის მიუწვდომელია. მიწისძვრის დროს ნაოკები სწრაფად წამოიქმნება. ამიტომ შესაძლებელია მათზე ვაწარმოთ დაკვირვება, მაგრამ დიპირული ნაოკები ასეული ათასი და მილიონი წლების განმავლობაში იზრდება, ხოლო ანტეკლიზებსა და სინეკლიზებს მთელი პერიოდები

სპირდება. ქვემოთ აღნიშნული გვაქვს, რომ დანაოქება გეოსინკლინურ ზონებში მიმდინარეობს. ნაოქის აღმოცენება და ზრდა ერთსა და იმავე გეოსინკლინში მიმდინარეობს არაერთდროულად, ზოგან ადრე, ზოგან გვიან. მთელს გეოსინკლინში ან მის ნაწილში ნაოქების აღმოცენების (აზევების), ზრდისა და საბოლოოდ ჩამოყალიბების პერიოდს დანაოქების ფაზას უწოდებენ. დანაოქების ფაზის პერიოდში გეოსინკლინში მაქსიმალურად გამოვლინდება ენდოგენური (შინაგანი) ძალები: მაგმური მოქმედება, მიწისძვრები და სხვ. რადგან ფაზა არაერთდროულად იწყება და მთავრდება, ამიტომ ის შეიძლება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარეობდეს. ნ. შატსკიმ სამხრეთ აღმოსავლეთ კავკასიონზე მესამეული დანაოქების ერთ-ერთი ფაზის პერიოდი 20—25 მლნ. წლით განსაზღვრა.

### წვეთიანი დისლოკაციები

დედამიწის ქერქში გვხვდება არა მარტო ნაოქა დისლოკაციები, სადაც შრეთა მთლიანობა ბოლომდე შენარჩუნებული, არამედ წყვეტილი დისლოკაციებიც. დიზიუნქტური ანუ წყვეტილი დისლოკაცია ეწოდება ქანების ისეთ ცვლილებებს, როდესაც ორღვევა მათი მთლიანობა. წყვეტილი დისლოკაციის დროს ადგილი აქვს ქანების გაწყვეტას და ცალკეული ნაწყვეტების (ბაგეების ანუ ფრთების) ერთმანეთისადმი გადაადგილებას ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური მიმართულებით, წყვეტილ დისლოკაციებში ანსხვავებენ რღვევებს, წყვეტის დროს გამოყოფილი ქანების (შრეების) ერთიმეორის მიმართ გადანაცვლების (გადაწევის) გარეშე და რღვევებს გადაწევით.

პირველს მიეკუთვნება ტექტონიკური ნაპრალები. ტექტონიკური ნაპრალები დიდი გავრცელებით სარგებლობს, როგორც გეოსინკლინურ ზონებში, ისე პლატფორმებზე. ნაპრალის სიგრძე რამდენიმე სმ-დან ათეულ კმ-მდეა. სიგანის მიხედვით გამოყოფენ ფარულ, მიკრო და მაკრო ნაპრალებს. ფარული ნაპრალების სიგანე იმდენად უმნიშვნელოა, რომ მათი შემჩნევა მხოლოდ ქანის შემდგომი მოძრაობის ან გამოფიტვის პროცესში შეიძლება. მიკრონაპრალები ვ. ბელოუსოვის მიხედვით, ერთი ფენის გარეთ არ ვრცელდება. ხოლო მაკრონაპრალები გადაჰყვითს მრავალ შრეს და აღწევს რამდენიმე მეტრს (იშვიათად—ათეულ მეტრებს). მაკრონაპრალები, ჩვეულებრივ, ამოვსებულია ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალებით, მაგმური ან დანალექი ქანებით. ამ უკანასკნელთ ამოვსებულ ნაპრალებს ნექტუნურ დაიკებს უწოდებენ. ღია ნაპრალები იშვიათია, ისიც შესაძლებელია მხოლოდ დედამიწის ქერქის ყველაზე ზედაპირულ ნაწილში. მაგრამ ეს ნაპრალები ნეტწილად ამოვსებულია გამოფიტვის პროდუქტებით. დას-



რილობის კუთხის მიხედვით არჩევენ: პორიზონტალურ ( $0-10^\circ$ ), დამრეც ( $10-45^\circ$ ), ციკაბოდ დაქანებულ ( $45-80^\circ$ ) და ვერტიკალურ ნაპრალებს ( $80-90^\circ$ ). სიბრტყეში (გეგმაში) სივრცობრივი განლაგების მიხედვით ცნობილია: სწორხაზოვანი, მუხლისებრი და რგოლისებრი ნაპრალები  $\text{ქ}$

პარალელურ სისტემებს გარდა არჩევენ, რადიალურ ნაპრალებს — გუმბათისებრი ნაოქის ფრთებზე ან ინტრუზიულ სხეულში, რგოლურ ნაპრალებს, რომელიც კონცენტრული განლაგებისაა, კულისისებრი ნაპრალებს; სადაც ცალკეული მოკლე ნაპრალები ერთქანეთთან პარალელურადაა განლაგებული და ქმნის მთელი ზოლის მიმართ კუთხეს. გვხვდება აგრეთვე ნაკრტენისებრი ნაპრალები, სადაც ერთი დიდი ნაპრალიდან მახვილი კუთხით გამოდის უფრო წვრილი ნაპრალები, ტოტისებრი ნაპრალები და სხვ.

ქანებთან ურთიერთობის მიხედვით ანსხვავებენ: სიგრძივი მიმართების პარალელურ, განივ-გამკვეთ, ირიბ და შრეებრიობის ან ფიქლებრიობის პარალელურ-თანხმობით ნაპრალებს. ინტრუზიულ მასივებში მაგმის მოძრაობასთან დაკავშირებით არჩევენ აგრეთვე ნაპრალების ფენებრივ, განივ, სიგრძივ და დიაგონალურ სისტემებს.

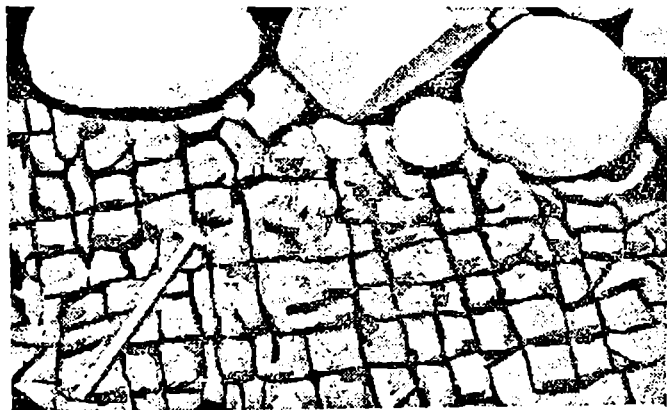
ქანებს შორის მეტწილად შეკუმშვით წარმოქმნილი, კანონზომიერად განლაგებული ნაპრალები, ე. წ. განწვევების ბზარები, წარმოქმნის განწვევების სხვადასხვა ფორმებს. პორიზონტალური ნაპრალები ქანს თითქოს ფენებად ჰყოფს — მიიღება ე. წ. ფიქლებრივი განწვევება. თუ პორიზონტალურ ნაპრალებს ვერტიკალური ნაპრალები კვეთს ე. ი. სამი ურთიერთპართობი ნაპრალებია, მაშინ ქანს აქვს პარალელოპიპედური განწვევება (გრანიტები); ბაზალტებისათვის დამახასიათებელია მრავალწახნაგოვანი — სვეტისებრი განწვევება: ცნობილია აგრეთვე სფერული, ფენებრივი, პოლიედრული და სხვა სახ. განწვევება.

ტექტონიკური დეფორმაციის თავისებურ სახეს წარმოადგენს კლივაჟი. კლივაჟი არის ქანებში პარალელური ნაპრალების სისტემა, რომელიც არ ემთხვევა ქანების პირველად ტექტურას. დანალექ ქანებში შრეებრიობას. არჩევენ პირველად ანუ ენდოგენურ კლივაჟს. რომელიც დაკავშირებულია ქანის ლითოფიკაციის — გაქვავების და მეტამორფიზმის დროს მოცულობის შემცირებასთან და მეორადი ანუ ექზოგენურ კლივაჟს — გამოწვეულს ტექტონიკური დაძაბულობით. პირველადი კლივაჟი შედგება ნაპრალების ორი ურთიერთპერპენდიკულარული სისტემისაგან. მეორადი კლივაჟის ორ სახესხვაობას გამოყოფენ: 1. დინების კლივაჟი უფრო ხშირ მოვლენას წარმოადგენს. გარეგნულად იგი გამოიხატება ქანის ძლიერ დაფიქლებადში. რაც დაკავშირებულია მინე-

რალების ბრტყელ პარალელურ განლაგებასთან. ნაპრალი ამ შემთხვევაში ისე პატარაა, რომ ფაქტიურად შეუმჩნეველია, ამ ტიპის კლივაჟი კარგად ჩანს თიხიან ქანებში, უფრო მკვრივ ქანებში არ გვხვდება. 2. რღვევის, გაპობის ანუ მარაოსებრი კლივაჟი გვხვდება ნაკლებად დისლოცირებულ ზონებში.

შეკუმშვით გამოწვეული კლივაჟის ნაპრალები ვიწროა, ამიტომ საუქანში იგი ხშირად არ ჩანს, ქანის გამოფიტვისთანავე გამოჩნდება. კლივაჟის წამოშობას უკავშირებენ დანაოქების დროს ქანში ნივთიერებათა არათანაბარ მოძრაობას. ქანი, რომლითაც აგებულია ნაოქის ზედა რკალი, დანაოქებისას უფრო გადაადგილდება, ვიდრე შიგა რკალი. არათანაბარი მოძრაობა იწვევს დანაპრალიანებას და წყვეტებს, სწორედ ამ შემთხვევაში წამოიქმნება გაპობის კლივაჟი.

კლივაჟის ნაპრალები ქანებში ქმნის რთულ ფიქლობრიობას და ხშირად აქრობს პირვანდელ შრეებრიობას.

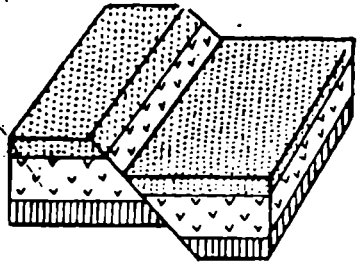


სურ. 40. კლივაჟი ქვიშაქვებში. ყირიმი.

ღეღამიწის ქერქის სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს რღვევებს (წყვეტებს) შრეების გადანაცვლებით. შრეების გადაწევის სილიდე ცვალებადობს რამდენიმე სმ-დან რამდენიმე კმ-მდე. რღვევები ქმნის შრეთა ნაპრალებს ამ უკანასკნელის ორივე მხარეზე განლაგებული ფრთებით. ფრთების ან ერთი ფრთის მოძრაობის მიმართულებასთან დაკავშირებით არჩევენ რღვევის (წყვეტის) ძირითად ტიპებს: ნასხლეტი, შეცოცება და ნაწევი.

ნასხლეტი წყვეტილი დისლოკაციაა, რომელსაც თან ახლავს ქანის, მასების გადახაცვლება ვერტიკალური ან ვერტიკალურთან ახლო მიმარ-

თულებით. გადანაცვლებულ (გაწყვეტილ) ნაწილებს ნასხლეტის ფრთები ანუ ბაგეები ეწოდება; მათ შორის ერთი ფრთა არის აწეული (ზედა) მეორე ფრთა — დაწეული. ნასხლეტი ჩნდება ერთი ფრთის გადაწევით ან ორივე ფრთის სხვადასხვა მიმართულებით გადანაცვლებით, შესაძლებელია ერთი მიმართულებითაც, მხოლოდ სხვადასხვა სიჩქარით; ნასხლეტის ნაპრალი ხშირად დახურულია (და ფრთები ერთმანეთის გვერდითაა), ან ღიაა, ამ შემთხვევაში იგი მეტწილად ამოვსებულია ტექტონიკური ბრეჩჩით ან ძარღვით, იშვიათადაა ღიად დარჩენილი. ერთი და იგივე შრის დასხლეტილ ნაწილებს შორის მანძილს ნასხლეტის სიმაღლეს ან სხლეტვის ამპლიტუდს უწოდებენ. სხლეტვის ზედაპირი შეიძლება იყოს ვერტიკალური და დახრილი. გადაწევის კუთხის სიდიდის მიხედვით არჩევენ ვერტიკალურ (80°-ზე მეტი), ციკაბოდ დაქანებულ (45—80°) და დამრეც (45°-ზე ნაკლები) ნასხლეტებს.



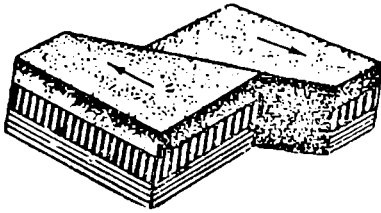
სურ. 41. ნასხლეტი.

შესხლეტვა (ან შექცეული ნასხლეტი) — ნასხლეტის საპირისპირო წყვეტილი დისლოკაცია — წარმოიქმნება დედამიწის ქერქის შეკუმშვის დროს. აქაც არჩევენ გადაწევის სიბრტყეს, ფრთებს და ამპლიტუდას. შესხლეტვის შემთხვევაში მამდინარეობს ერთი ფრთის აწევა მეორის მიმართ და გადაწევის სიბრტყე დახრილია აწეული ფრთისაკენ. შესხლეტვით გამოწვეული შემცირება დამოკიდებულია შესხლეტვის მიმართ გადანაცვლების ამპლიტუდაზე და ჰორიზონტისადმი (ზედაპირისადმი) დახრილობის კუთხეზე.

დედამიწის ქერქის შეკუმშვის შემთხვევაში წარმოიქმნება ტექტონიკური წყვეტის მეორე სახესხვაობა — შეცოცება. შეცოცება ეწოდება შესხლეტვას, როდესაც დაწოლილი ფრთა დაწეულია, ხოლო დაკიდული — აწეული, ე. ი. ეს უკანასკნელი შეცოცებულია დაწოლილ ფრთაზე, გადაწევის სიბრტყე ეცემა აწეულ ფრთის მხარეზე, დახრილობის (დაცემის) კუთხე, ისე როგორც შესხლეტვის დროს. მეტწილად 50—80° შორისაა. შეცოცების მოვლენები ცნობილია ნაოჭა მხარეებში, ხშირად გვხვდება ნავთობიანი სტრუქტურების გავრცელების მხარეებში მაგალითად ჩრდილოეთ კავკასიაში. შესხლეტვა და შეცოცება ერთი ტიპის დისლოკაციებს მიეკუთვნება, მათ შორის მხოლოდ ოდენობრივად განსხვავებაა. შეცოცების დროს ჰორიზონტული გადანაცვლება იზომე-

ბა ასეულ მეტრებსა და კილომეტრებში, ხოლო შესხლეტვის დროს — ათეულ მეტრებში.

ფრთების ჰორიზონტული ან თითქმის ჰორიზონტული მიმართულებით გადაწევის შემთხვევაში გვაქვს ნაწევი. ბუნებაში ნასხლეტები, შესხლეტვები, ნაწევისე როგორც აქ აღწერილია, იშვიათად გვხვდება. მეტწილად ცნობილია ისეთი დისლოკაციები, სადაც ფრთების გადაადგილება ხდება როგორც ვერტიკალურ, ისე ჰორიზონტალურ

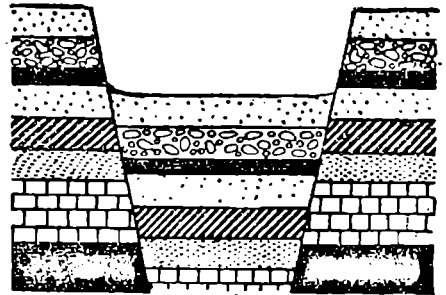


სურ. 42. ნაწევი.

მიმართულებით. ამის შესაბამისად არჩევენ ნასხლეტ-ნაწევ და შესხლეტვა—ნაწევ ფორმებს. პარალელური რღვევები ხშირად წარმოქმნის საფეხურებისებრ ნასხლეტებს—გრაბენებსა და ჰორსტებს. პარალელური ნასხლეტებით შემოფარგლულ დეპრესიებს გრაბენი ეწოდება, ხოლო ნასხლეტებით შემოფარგლულ მაღლობებს—ჰორსტი.

გრაბენს წარმოადგენს ტბა ბაიკალი, წითელი ზღვა, რეინის გრაბენი, ტბა ბალატონი (უნგრეთი). ჰორსტია — ეიგულის მთები გვხვდება ტიანშანში. ზაბაიკალიეში და სხვ. სურამის ჰორსტი — საქართველოში.

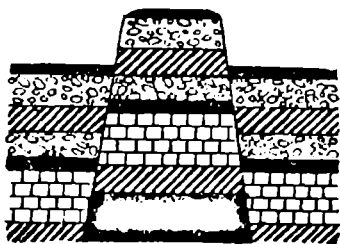
ზემოთ აღნიშნული დიზიუნქტიურ დისლოკაციებს გარდა გამოყოფენ აგრეთვე ზეწრულ შეცოცებებს — შარიაყებს. ესაა დიდი მასშ-



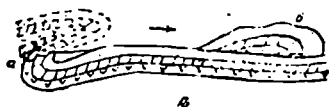
სურ. 43. გრაბენი.

ტაბის შეცოცება. ჩვეულებრივი შეცოცების დროს ჰორიზონტული გადაადგილების მაქსიმუმი კილომეტრებს აღწევს, შარიაყებში იგი ათეული და ზოგჯერ ასეული კილომეტრებით იზომება. შარიაყის ელემენტებია: გადაწევის სიბრტყე, აუტოქტონი *a*—დანოქებული წყების გადაუნაცვლებელი ნაწილი, ალოქტონი *n*—დანაოქებული წყების ზედა ნაწილი. რომელიც ქვედა ნაწილთან შედარებით გადაწეულია ჰორიზონტალური მიმართულებით და გვაძლევს შარიაყის სტრუქტურას, *b*—ეკზოტიკური

კლდეები — ალოქტონის ნაშთი დენუდაციის შემდეგ. ტექტონიკური ფანჯრები — აუტოქტონის ნაშთი დენუდაციის შემდეგ, შარიაის ფრონტი (შუბლი). შარიაის ყველაზე გადაწეული ნაწილი, ფესვები — ადგილი საიდანაც დაიწყო შარიაის განვითარება. შარიაეები, ჩვეულებრივ, ახალგაზრდა ქანებზეა განლაგებული. ალპებში ტრიასული და იურული ასაკის ქანების გადაადგილებით მესამეულ ნალექებზე წარმოშობილია დიდი შარიაეები.



სურ. 44. ქორსტი.



სურ. 45. შარიაეი.

სიღრმითი რღვევები (წყვეტები). ღრმა წყვეტებზე პირველი წარმოდგენა მოგვცეს მე-20 საუკუნის დასაწყისში დასავლეთ ევროპელმა გეოლოგებმა, მაგრამ იგი განავითარეს საბჭოთა გეოლოგებმა. ა. პეიჟემ (1945) ჩამოაყალიბა ცნება „სიღრმითი წყვეტების“ (რღვევების) შესახებ. ამ ცნების ქვეშ იგულისხმება მსხვრევის ის ზონები, რომელიც დედამიწის ქერქის სიმძლავრეს აკარბებს და უფრო ღრმად მიდის, ხშირად 800 კმ სიღრმემდე. სიღრმითი რღვევებისათვის დამახასიათებელია დიდი მასშტაბები: სიგრძით ასეული, ზოგჯერ ათასეული კმ; სიღრმეში გავრცელება — ათეული და ასეული კმ; ახასიათებს თითქმის სწორხაზოვანი გავრცელება. სიღრმითი რღვევები წარმოიქმნა ჯერ კიდევ პალეოზოურის საწყის პერიოდებში და ამ რღვევებით მთელი დედამიწის ქერქი დაყოფილია თითქოს ცალკეულ უზარმაზარ, დაახლოებით სწორკუთხოვან, ბლოკებად. ცალკეული ბლოკები ან მათი ჯგუფები გეოლოგიურ პერიოდში ან პერიოდებში, მეზობელ ბლოკებთან შედარებით, ხან აიწევს და ხან დაიწევს. ბლოკების ასეთი გადანაცვლების გამო დედამიწის ზედაპირის ცალკეულ უბანზე წარმოიქმნება პირობები დანალექი ქანების მძლავრი წყებების დაგროვებისათვის, სხვა უბანზე ინტენსიური გადარეცხვისათვის. სიღრმითი რღვევები წინასწარ განსაზღვრავს დედამიწის ქერქის ძირითადი გეოლოგიური სტრუქტურების — პლატფორმების და გეოსინკლინების განვითარებას. სიღრმითი რღვევების ზონაში პილროთერმული და პნევმატოლიტური პროცესების შე-

დეგად ქანები ძლიერ შეცვლილია, ამ ზონასთან არის დაკავშირებული ფუძე და ულტრაფუძე ინტრუზიებისა და ეფუზიების სარტყლები და გამადნება.

სიღრმითი წყვეტის მაგალითს წარმოადგენს ურალის აღმოსავლეთი (ზაურალიე) რღვევა, რომელიც მერიდიანის მიმართულებით 500 კმ ვრცელდება, იგი ანცალკეებს ცენტრალური ურალის ნაოქებს დასავლეთ ციმბირის დაბლობის სტრუქტურებისაგან. სიღრმითი რღვევები ცნობილია ტიან-შანში, ყაზახეთში, აღმოსავლეთ ციმბირში, იაპონიაში, ახალ ზელანდიაში, აღმოსავლეთ აფრიკაში, კლდოვანი მთების გასწვრივ და სხვ. სიღრმითი რღვევები ცნობილია ოკეანურ ღრმულებში: კამჩატკა—კურილის ქვაბურის გასწვრივ, წყნარი და ატლანტიკის ოკეანეების მთელ რიგ უბნებზე.

სიღრმითი წყვეტების ბუნება ჯერ კიდევ კარგად არ არის გარკვეული. არ არის დადგენილი მათი წარმოშობა. ზოგიერთი მკვლევარი (ვ. ბელოუსოვი) სიღრმით წყვეტებს უკავშირებს რადიაქტიური გახურებით დედამიწის წიაღის გაფართოებას, რაც იწვევს დედამიწის ზედაფენების გაჭიმვას და დასკდომას. სიღრმით წყვეტებს უკავშირებენ აგრეთვე დაძაბულობას, რომელიც წარმოიშობა დედამიწის ლერძის გარშემო არათანაბარი ბრუნვის შედეგად (ვ. ხაინი).

დიზიუნქტიური დისლოკაცია დედამიწის ქერქის ყველა ზონისათვის არის დამახასიათებელი. პლატფორმებზე იგი ერთ-ერთ ყველაზე მეტად გავრცელებულ ტექტონიკურ ფორმას წარმოადგენს. დიზიუნქტიური დისლოკაციები მიმდინარეობდა მთელი გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე და მიმდინარეობს ამჟამადაც. ამის დამადასტურებელია მიწისძვრების დროს ტექტონიკური ნაპრალების, ნასხლეტების და სხვა ფორმების წარმოქმნა. მიწისძვრებთან დაკავშირებული წყვეტითი დისლოკაციები შედარებით სწრაფად ჩნდება. მაგრამ არის ისეთი მოძრაობანი, რომელიც ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარეობდა, ამის მაგალითს წარმოადგენს სიღრმითი წყვეტები.

არატექტონიკური რღვევების წარმოშობა დაკავშირებულია მეწყრებთან, ზევეებთან, ფიზიკურ გამოფიტვასთან, ყინულის მოძრაობასა და დატვირთვისთან, ნალექის ფიზიკურ-ქიმიურ გარდაქმნებთან (შრობისა და გამკვრივების ნაპრალები), აგრეთვე ხელოვნური გზით გამოწვეულ ჩაქცევებთან და სხვ.

ბუნებაში ტექტონიკური წყვეტების შემჩნევა შესაძლებელია თუკა სხვადასხვა ასაკის წყებები ეხება ერთმანეთს: წყვეტის კონტაქტთან შრეების ფრთების წოლის ელემენტების განსხვავებით. ეროზიის მიერ გადაწვევის სიბრტყის ზედაპირზე გაშიშვლებით, რაც ხშირად გამოხატულებას კპოულობს რელიეფში, საფეხურების არსებობით, დრეესის (ხახუნის) ბრეჭიით მიწისძვრის დროს წარმოქმნილი ღია ნაპრალის

არსებობით. მთიან რაიონებში წყვეტებთან ხშირად არის დაკავშირებული წყაროები, მათ შორის ცხელი წყაროების გამოსაყვანი. ტექტონიკური აშლილობის შესწავლისათვის უკანააქველ ხანებში საარგენტო-ბეს აეროფოტო გადაღებებითაც.

ტექტონიკური ფორმების შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სასარგებლო წარმოების ძიების საქმეში, მაგალითად, ნაუთონისა და საწვავი გაზის ბუდეები დაკავშირებულია ანტიკლინური ნაოჭების ამოწვეულ უბნებთან, ხოლო ა. ტექნიკური წყაროები ინკლისურ დეპრესიებთან. იგივე შეიძლება გავიმეოროთ ტექტონიკური წყვეტების შესახებაც. ნაპრალებით მოძრაობს ზედაპირისაკენ მაცმა, აგებს მას და ხშირად წარმოქმნის ძარღვებს. წყვეტებით ამოიწვევა გავარვარებული გაზები და ორთქლი და ნაპრალის კედლებზე გამოყოფს სხვადასხვა მინერალებს. ცხელი წყაროებიდან ნაპრალებში გამოიყოფა ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალები და ა. შ.

## მთების ნარჩოლობა

მიღებულია, რომ, სწორ, ვაკე ადგილთან შედარებით, ამაღლებას ზღვის დონიდან 200 მეტრს ზევით, უსწორმასწორო რელიეფით მთა უწოდონ. მთები ხშირად ერთმანეთისაგან ხეობებით გამოყოფილი ქედების ხაზობრივად წაგრძელებული მთების მთელ სისტემებს ქმნიან. მთიანი ქვეყნის რელიეფს განსაზღვრავს: რელიეფის დანაწევრების სიღრმე და სიხშირე, მთების ძირის ხასიათი, ფერდობების, მწვერვალებისა და თხემების ფორმა. მთები აგებულია დისლოცირებული — ძირითადად დანაოჭებული შრეებით.

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ტექტონიკურ, დენუდაციურ და აკუმულაციურ მთებს. ტექტონიკურ მთებს შორის გამოყოფენ: ნაოჭა, წყვეტილ-ნაოჭა და ბელტურ მთებს. პირველი დანაოჭებული შრეებითაა აგებული, მეორე — ძველი ნაოჭა მთების რღვევებით, ხოლო ბელტური მთები ძირითადად ჰორიზონტალურად მდებარე ქანების რღვევებით (ნახსლეტებით) დანაწილების შედეგს წარმოადგენს. დენუდაციურ მთებს შორის არჩევენ: მაგდისებრ ამაღლებულ მთებს — ზეგნების დანაწილებით; ნაშთურ მთებს — ძველი დენუდირებული ნაოჭა მხარის დანაწილებით. მთებს წარმოშობს დენუდაციური პროცესების შედეგად ზედაპირზე გაშიშვლებული დიდი სიმაღლის ინტრუზიული სიკვდილები. აკუმულაციური მთების მასალა სხვა ადგილიდან არის მოტანილი, მათ მიეკუთვნება ვულკანური მთები.

ამგვარად, მათა სისტემები ხასიათდება ნაოჭა და წყვეტილი დისლოკაციებით. თუ ქარბობს დინოუნკტიურა დისლოკაციის ფორმება, მაშინ მიუთითებენ მთების ბელტურ სისტემაზე. პლიკატური დისლო-

ჯაციების უპირატესობის შემთხვევაში — ნაოჭა მთებზე. მათაა სისტე-  
მების უმეტესი ნაწილი ამ უკანასკნელს მიეკუთვნება. ნაოჭა მხარეები  
ასიათღება შემდეგი ნიშნებით: დანალექი და ვულკანოგენური ქანების  
ძძლავრი წყებებით, ინტრუზიებითა და სასარგებლო ნამარხებით, ქანე-  
ბის მეტამორფიზმით. ჩვენი პლანეტის ცხოვრებაში მათაა წარმოშო-  
ბა ანუ ო რ ო გ ე ნ ე ზ ი არის უმნიშვნელოვანესი მოვლენა. ამ პრო-  
ცესში მონაწილეობს ჩვენთვის ცნობილი ყველა გეოლოგიური პრო-  
ცესი — დედამიწის ქერქის დისლოკაციური და რყევითი მოძრაობა,  
მაგმატიზმი და მეტამორფიზმი, მიწისძვრები და ბოლოს დენუდაციის  
პროცესები და ნალექების დაგროვება.

როგორც უკვე ვიცით, დედამიწის ქერქის ქვეშ, ჩვეულებრივ,  
იგულისხმება გრანიტებითა და უპირატესად, ბაზალტებით აგებული  
სიალური ფენა, რომელიც ზევით, მეტწილად დანალექი ქანებითაა  
დაფარული. სიალური ფენის სიმძლავრე ცვალებადია, უფრო სქელია  
თანამედროვე მათაა სისტემების ადგილას. აქ გვაქვს მთელი რიგი  
ნიშნების სივრცებრივი თანხვედნა: მეზოზოური ნალექების დიდი  
სიმძლავრე, ალპური სისტემის დისლოკაციების არსებობა და სიალუ-  
რი ფენის, ე. ი. დედამიწის ქერქის ასევე დიდი სიმძლავრე. აქ გრანი-  
ტული ფენის სისქე სიღრმეში 50 კმ აღწევს, ხოლო მის ქვევით ბა-  
ზალტური ფენისა — 20 — 30 კმ-ს. ამგვარად, ალპური სისტემის  
ნაოჭებს ქვევით სქელდება დედამიწის ქერქი და მათზეა განლაგებუ-  
ლი დანალექი ქანების დისლოცირებული წყებები. ასეთი სურათი  
გვაქვს თანამედროვე ნაოჭა ზონებში (ალპები, პიმალაები, კორდილი-  
ერები და სხვ.).

სიალური ფენის სიმძლავრე მცირდება თანამედროვე ვაკეების,  
ძველი ნაოჭა მხარეების გავრცელების რაიონებში (რუსეთის ვაკე,  
ურალის ნაოჭები და სხვ.). აქ ალპური სისტემის ნაოჭები არ გვხვდენ-  
ბა, გრანიტული ფენის სიმძლავრე 10 კმ-ს არ აღემატება, ხოლო ბა-  
ზალტური ფენისა 40 კმ-მდე აღწევს. მცირე სიმძლავრის ჰორიზონ-  
ტალური ან სუსტად დისლოცირებული მეზო-კაინოზოური ნალექები  
ვანლაგებულია ძველ დანაოჭებულ ფუნდამენტზე, როგორც რუსე-  
თის ვაკესა, ისე ურალზე, სადაც უახლოესი ნალექები ვანლაგებულია  
ჰერცინულ ნაოჭებზე. ასეთ მხარეებს, როგორცაა რუსეთის ვაკე,  
ბაქნებს (პლატფორმებს) უწოდებენ. ოკეანეების ქვეშ სიალური ფე-  
ნა სრულებით არ არის, ამიტომ წყნარ ოკეანეში ზღვის ფსკერამდე  
აღწევს ულტრაფუძე ქანები, ხოლო ატლანტისა და ინდოეთის ოკეა-  
ნებში არის მცირე ფენები ბაზალტისა და უფრო იშვიათად გრანი-  
ტისა. ამგვარად, დედამიწის ქერქს ყველაზე მეტი სიმძლავრე ნაოჭა  
მხარეებში აქვს, საშუალო სისქე — ბაქნებს ქვეშ და სრულებით არ

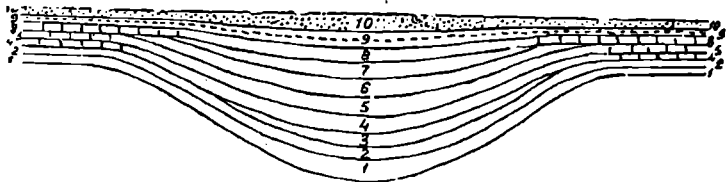


არის ოკეანეების უდიდეს ნაწილში. დედამიწის ქერქი მთლიანად არ მოიცავს მთელს სფეროს, ზოგან სავსებით ქრება, ზოგან სქელდება. ამ მოვლენებს მკიდრო კავშირი აქვს დანალექი ქანების წარმოშობა-სა და განლაგების თავისებურებებთან.

ამგვარად, დედამიწის ქერქის ძირითადი სტრუქტურული ელემენტებია ბაქნები, ნაოჭა ზონები და ოკეანური ღრმულები.

ბაქნებზე რყევითი მოძრაობა მცირე ინტენსივობისაა, დანაოჭება თითქმის არ არის გამოვლენებული, ძველ ფუნდამენტზე დაუნაოჭებელი და არამეტამორფული დანალექი ქანები მცირე სიმძლავრისაა, ეს ნალექები გროვდებოდა უშუალოდ კონტინენტზე ან ეპიკონტინენტურ ზღვებში, ნალექების სიმძლავრე ათეული და ასეული მეტრია; ასევე სუსტია მაგმური მოვლენები, ხოლო რელიეფი ერთგვაროვანი ვაკეა. ასეთია მაგალითად, რუსეთის ბაქანი, ციმბირის ბაქანი და სხვ. ნაოჭა ზონებში კი ძლიერ ინტენსიურია, როგორც ნაოჭა-ტანგენსური, ისე რყევითი მოძრაობა, ქანები მეტამორფიზებულია, ხშირი და მრავალფეროვანია როგორც ინტრუზიული, ისე ეფუზიური მაგმატიზმი. თანამედროვე ნაოჭა ზონებში ასევე ხშირია მოქმედი და ჩამქრალი ვულკანები, მიწისძვრები, რელიეფი ძლიერ კონტრასტულია. ნაოჭა მხარეებში დანალექი ქანებს დიდი სიმძლავრე აქვს, ჩვეულებრივ, რამდენიმე კილომეტრი, ჭარბობს ზღვიური ნალექები. ასეთია კავკასიონი, ალპები, ჰიმალაები, კორდილიერები, ანდები და სხვ. დიდი სიმძლავრის ერთგვაროვანი ნალექების დაგროვება შესაძლებელია მხოლოდ ისეთ ზღვებში, რომლის ფსკერი იძირება, მაგრამ შემდგომ, მოძრაობის რეჟიმის შეცვლით, დაძირვა იცვლება აზევებით, რომელსაც მოყვება შრების დისლოკაცია და ნაოჭა ზონისათვის დამახასიათებელი სხვა მოვლენები. დედამიწის ქერქის ის უბნები, რომელნიც იძირებოდა გეოსინკლინების სახელწოდებით არის ცნობილი.

გეოსინკლინი დედამიწის ქერქის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი



სურ. 46. გეოსინკლინის სქემა.

ტექტონიკური ელემენტია და წარმოადგენს მომავალი მთების ადგილას ზღვის შედარებით ვიწრო და წაგრძელებულ მოძრავ-ლაბილურ

ზონას. გეოსინკლინის ცნება პირველად მოგვცა ამერიკელმა გეოლოგმა ჰოლმა (1859), აპალაჩების შესწავლის დროს მან ყურადღება მიაქცია იმ გარემოებას, რომ ზღვიური ნალექების სიმძლავრე 15 კმ-ია, ასეთი სიღრმის ზღვა არ არსებობს. პირიქით ნალექების ხასიათი თხელ (მარჩხ) ზღვაზე მიუთითებდა, მაშასადამე, ზღვის ფსკერი იძირებოდა. ტერმინი „გეოსინკლინი“ პირველად ამერიკელმა მეცნიერმა დენამ შემოიღო (1873).

გეოსინკლინისათვის დამახასიათებელია: დაძირვა, რომელიც ტექტონიკურ მოძრაობასთან არის დაკავშირებული, ნალექების მძლავრი წყებების დაგროვება, ინტენსიური დანაოქება, მძლავრი ინტრუზიული და ეფუზიური მაგმატიზმი, მინერალთა წარმოშობის განსაკუთრებული ტიპი. რეგიონული მეტამორფიზმი. დედამიწის გეოსინკლინური მახარებისათვის დამახასიათებელია განვითარების ორი ეტაპი: პირველი — ფსკერის დაძირვა და ნალექების, განსაკუთრებით ნამსხვრევი და ნაკლებად ეფუზიური ქანების დაგროვება, ესაა გეოსინკლინური ეტაპი. მეორე ეტაპი არის გეოსინკლინების ნაოქა ზონებად გარდაქმნა — მთათწარმოშობის ანუ ოროგენული ეტაპი. პირველი ეტაპისათვის საჭიროა ხანგრძლივი დრო — ხშირად გეოლოგიური პერიოდები, მეორისათვის შედარებით ხანმოკლე დანაოქების დრო. ოროგენის ქვეშ გულისხმობს გეოსინკლინის განვითარების მეორე სტადიას, როდესაც გეოსინკლინში უკარბობს ნანაოქება, აღმაეალი მოძრაობა და გეოსინკლინის ადგილას აღმართება ნაოქა მთები. აზეგებასთან ერთად ხდება ფურის გასქელება; ამ უკანასკნელისათვის მასას ვლებულობთ დანაოქებული ზოლის ფართობის შემცირებით. ოროგენი არის გეოსინკლინი მისი განვითარების განსაზღვრულ ეტაპზე. ოროგენში ძლიერია ინტრუზიული მაგმატიზმი. ზოლო ცალკეული უბნები ნაოქდება, რასაც მოყვება ჭერ აზეება, შემდეგ ისევ დაწევა. ამ შემთხვევაში ნალექების დაგროვებაში გვექნება ხარვეზი. კობერი ოროგენს უპირისპირებს კრატოგენს, უფრო მაგარ, ნაკლებად მოძრავ მასებს—სხვადასხვა ასაკის ბაქნებს. გეოსინკლინის განვითარების ბოლო ეტაპზე ძლიერია დანაოქება, მყავე ინტრუზიების შეჭრა და, საბოლოოდ, გეოსინკლინის ადგილზე ნაოქა მთათა სისტემის წარმოშობა.

გეოსინკლურ ზონებში ნაოქების ზრდა, როგორც ჩანს ძალიან არათანაბრად მიმდინარეობს. ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ნელო ვითარდება დიდი ზომის ღრმულები და ამაღლებანი. შემდეგ გეოსინკლინებში იწყება ხაზობრივი ნაოქების განვითარების პერიოდი. ერთსა და იგივე გეოსინკლინში ნაოქების აზეება და ზრდა არაერთდროულად მიმდინარეობს: ერთ ადგილას ნაოქები უფრო ადრე ამოიწევეს, მეორე

ადვილას უფრო — გვიან. მთლიანად გეოსინკლანში ნაოქვებს აღმო-  
ცებებას, ზრდასა და საბოლოო ფორმირებას დანაოქების ფაზას უწო-  
ლებენ. ეს არის გეოსინკლინებში ნაოქების ინტენსიური აღმოცენების  
პროცესი დროის შედარებით მცირე მონაკვეთში. დანაოქებას ფაზის  
და დანაოქების დროის დადგენა შესაძლებელია შრეებს წყებებს  
შორის არსებული სტრუქტურული უთანხმოებით. ამკავად უდგენი-  
ლად ითვლება, რომ დედამიწის განვითარების ისტორიაში დანაოქების  
ფაზების გამოვლინება არაერთდროული იყო, რომ დანაოქების თითო-  
ეული ფაზა დამახასიათებელია მხოლოდ ვარკვეული გეოსინკლინისათ-  
ვის. მოცემული გეოსინკლინის ფარგლებშიც დანაოქება წარმოებს  
არა ერთდროულად, არამედ მის ცალკეულ უბნებზე.

გეოლოგიურ წარსულში ათინიშნება ინტენსიური ოროგენეტული  
პროცესების, მძლავრი მაგმატიზმის პერიოდები, რომელიც იცვლებო-  
და ტექტონიკური სიწყინარის პერიოდებით. კამბრიულამოელ დროში  
დანაოქება მრავალჯერ მოხდა. კამბრიულისწინა დანაოქებამ გამოიწ-  
ვია დედამიწის ჩერქის ვრცელი უბნების კონსოლიდაცია. ჩამოყალიბ-  
და კამბრიულისწინა კონტინენტური ფარები (ბალტიის ფარი და სხვ.)  
და მათი ბუნებრივი გაგრძელება კონტინენტური ბაქნები (რუსეთის,  
ციმბირის და სხვ.).

პალეოზოურის დასაწყისიდან დანაოქებული შრეების სტრატოგრა-  
ფიული მდებარეობის და კოტორი უთანხმოების შესწავლის სათაძ-  
ველზე დედამიწის ისტორიაში გამოყოფენ დანაოქების ოთხ ეპოქას:  
დანაოქებათა ოთხ დიდ ციკლს: კალედონურს, პერციინულს, წყნაროკე-  
ანურს (კიმერიული) და ალპურს.

კალედონური დანაოქების დროს (ქვედა პალეოზოური) წარ-  
მოიშვა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ნაოქები — სკანდინავიის ნახევარ-  
კუნძულზე, უელსში, შოტლანდიაში, აპალაჩების ჩრდილოეთ ნაწილ-  
ში. პრიბაიკალიეში და სხვ. პერციინული (ზედა პალეოზოური)  
დანაოქება უფრო ძლიერი იყო. პერციინიდებს მიეკუთვნება: ურალ —  
ტანშანა, აპალაჩები, აღმოსავლით ანტირალია და სხვ. წყნაროკე-  
ანური (კიმერიული) დანაოქება იურულ და ცარცულ პერიოდებში  
განსაკუთრებით შეეხო წყნარი ოკეანის სანაპიროებს. ალპური დანა-  
ოქება, რომელიც დაიწყო ცარცულის ბოლოს დღემდე გრძელდება.  
ალპურ ნაოქა მათაა სისტემებს მიეკუთვნება: ალპები, კარპატები, ყი-  
რიპის მთები, კავკასიონი, ჰიმალაები, კორდილიერები. ანდები და სხვ.

დანაოქების თითოეული ეპოქა. ნაოქების წარმოქმნასთან ერთად  
ხასიათდება მაგმური ქანებისა და სასარგებლო ნამარხების გარკვეუ-  
ლი კომპლექსით.

ჩვენთვის ცნობილი ნაოქა სისტემები განვითარების სხვადასხვა

საფეხურზე: კორდილიერები, ანდები, ევრაზიის ნაოჭა ზონები მომწიფებულ მდგომარეობაშია, მისთვის დამახასიათებელია ალპური ტიპის მაღალმთიანი რელიეფი და მათა სისტემების წარმოშობის პროცესის დასრულება ისე, რომ თანამედროვე ტექტონიკური „ცხოვრება“ გამოიხატება დედამიწის ქერქის რღვევებით გადანაცვლებაში, რომელსაც თან ახლავს მიწისძვრები. ასეთი გადანაცვლებანი აადვილებს ეფუზიური ვულკანიზმის გამოცოცხლებას (განახლებას). წყნარი ოკეანის კუნძულების რკალი — ალეუტის, კურილის, რიუ-კიუს, ინდონეზიის და ზოგიერთი სხვა კუნძული ოკეანის ფსკერიდან ჩვენს თვალწინ იწევს მაღლა. მასთან ახლოს გადის უძლიერესი ტექტონიკური აქტივობის და გრავიტაციული ანომალიის ზონები. ყოველივე ეს მიგვითითებს წყნარი ოკეანის ამ ნაწილის მოძრაობაზე და მათა წარმოშობი პროცესების დიდ აქტივობაზე. მაშასადამე, ტექტოგენეზისის პროცესი ჯერ კიდევ არ არის დასრულებული. გეოსინკლინები, ე. ი. დედამიწის ქერქის ყველაზე მოძრავი უბნები, აგრძელებს არსებობას და ამჟამადაც ვითარდება. წყნარი ოკეანის აუზში მიმდინარეობს გეოსინკლინური აუზისათვის დამახასიათებელი მოვლენები: ნალექების ინტენსიური დაგროვება, ძლიერი რყევითი მოძრაობა, რომელიც აუზის სხვადასხვა ნაწილში სხვადასხვა ნიშნით წარმოებს, და ასევე ძლიერი ვულკანური მოქმედება.

მიღებულია, რომ დანაოჭებას ჰორიზონტალური ანუ ტანგენსური ძალა იწვევს. მეტ შემთხვევაში მათი წარმოშობა დაკავშირებულია ნივთიერებათა შეკუმშვასთან. ტანგენსური ძალის მოქმედებით შეიძლება აიხსნას წახრილი, დაწოლილი, იზოკლინური ნაოჭების, მთების ფესვების, წარმოშობა.

მთების აზევებისთანავე იწყება დენუდაციური პროცესები, გადარეცხვა, მასალის გადატანა და დალექვა, იწყება ახალი გეოლოგიური ციკლი, აღრინდელთან შედარებით სრულიად განსხვავებულ გარემოში. ამიტომ მისი ბუნება სავსებით განსხვავდება წინა ციკლისაგან. აქ არა გვაქვს ფრანგი გეოლოგის — ოგის ე. წ. „ჩაკეტილი ციკლები“. (დალექვა, დანაოჭება, დენუდაცია). ასეთი ჩაკეტილი ციკლების განმეორებას უარყოფს განვითარება. დედამიწის ქერქის განვითარება მიმდინარეობს არაერთგვაროვანი, ახალი გეოლოგიური ციკლების გამოვლინებით.

ამჟამად ცნობილია, რომ ყველა მაღალი მთა ახალგაზრდაა (ალპური სისტემისა), ხოლო უფრო აღრინდელ კალედონურ, და ჰერცინულ დანაოჭებათა ეპოქებში აღმოცენებული მთები (სკანდინავიის მთები, ურალი. დონბასი. და სხვ.) ამჟამად გადარეცხილი და დადაბლებულია.

ურალის ქედი გადარეცხილი და დადაბლებულია, ამიტომ ღრმა

ფენებში არსებული წიაღისეული ზედაპირზე გაშიშვლებულია, ან ზედაპირთან ახლოსაა, კავკასიონის გული კი დაფარულია დიდი სიმძლავრის წყებებით. ამით აიხსნება, ის რომ კავკასიონთან შედარებით, ურალი უფრო მდიდარია სასარგებლო ნამარხებით.

## მაროხანაველი თეორიები

ტექტონიკურ მოძრაობათა მიზეზების შესწავლა, ამ პროცესების ენერჯის წყაროს განსაზღვრა ბუნებისმეტყველების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საკითხია. როგორც არაერთხელ აღინიშნა, დედამიწის ქერქის მოძრაობაში არჩევენ ჰორიზონტალურ (ტანგენსურ) ანუ ორთგონეტულ და ვერტიკალურ (რადიალურ) ანუ ეპეიროგენეტულ მოძრაობებს. ტანგენსური მოძრაობა იწვევს პლიკატურ დისლოკაციებს — ნაოჭა სისტემების წარმოშობას; რადიალური მოძრაობით ჩნდება წყვეტილი (დიზიუნქტიური) დისლოკაციები. ამ მოძრაობათა ახსნას, თუმცა ჯერ კიდევ არასრულად, გვაძლევს გეოტექტონიკური თეორიები. მკვლევარები ერთში შეთანხმებული არიან, რომ დედამიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობის მიზეზები მკიდრო კავშირშია დედამიწის განვითარებასთან, რომ ძალები, რომელიც იწვევს ამ მოძრაობას, აღმოცენდება დედამიწის სიღრმეში. ამიტომ დედამიწის შიგნეთში მიმდინარე პროცესების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს ტექტონიკური მოძრაობის მიზეზების ახსნისათვის. ამ საკითხზე ჯერჯერობით ერთიანი მოსაზრება არა გვაქვს, არსებობს სხვადასხვა სახის ჰიპოთეზები, თეორიები, ერთ-ერთი პირველია შეკუმშვის ანუ კონტრაქციის ჰიპოთეზა.

კანტ-ლაპლასის ჰიპოთეზის მიხედვით დედამიწა პირველად გავარჯერებულ — მდნარ მდგომარეობაში იმყოფებოდა; თანდათანობით გაცივების გამო ქერქი სქელდებოდა; ქერქის ქვეშ მდნარი ნივთიერებების გაცივებასთან იყო დაკავშირებული მისი მოცულობის შემცირება. გაცივების გამო ბირთვი უფრო შეიკუმშა ისე, რომ ბირთვსა და ქერქს შორის წარმოიშვა პოტენციური სიციარილე. ბირთვის ახალ ფორმასთან მორიგებით შემცირდა ქერქის მოცულობა, დედამიწის ზედაპირის შემცირებამ გამოიწვია გვერდითი წნევა — წარმოიშვა ტანგენსური ძალები და ქერქი დანაოჭდა, ზოგან დაიმსხვრა. ქერქი არაერთგვაროვანია, ამიტომ დანაოჭება ხდებოდა იმ უბნებზე, სადაც ქერქი უფრო პლასტიკური იყო, ასეთი უბნები გეოსინკლინები იყო. ტანგენსური ძალების მოქმედებით გეოსინკლინები თანდათანობით ვიწროვდებოდა, ამოიწია ნაოჭებმა და წარმოიშვა მთები. ეს თეორია გეოლოგიაში ბატონობდა მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარსა და მე-20 საუკუნის დასაწყისში, შემდგომ ამ ჰიპოთეზას მკაცრი კრიტიკით შეხვდნენ. კონ-

ტრაქციის ჰიპოთეზა დამაჯერებლად ვერ ხსნიდა დანაოქების პროცესების პერიოდულობას, დედამიწის გაცივება თანაბრად მიმდინარეობდა. სოლო დანაოქება წარმოებდა დროის გარკვეული შუალედის შემდეგ, დროის შედარებით მცირე მონაკვეთში.

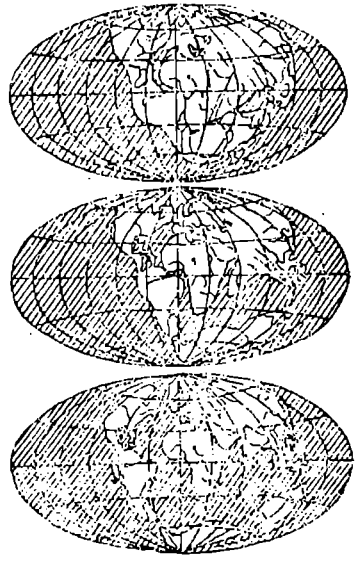
ო. შმიდტის ჰიპოთეზა პლანეტების ცივი მატერიიდან წარმოშობის შესახებ, ეჭვის ქვეშ აყენებს კონტრაქციის თეორიას; დამაჯერებლად ვერ ხსნის მერიდიანული მიმართულების ქედების (კორდილიერები, ანდები) წარმოშობას; ასევე ვერ ხსნის ოკეანეებისა და კონტინენტების ფარგლებში ქერქის აგებულებაში განსხვავების მიზეზებს, რომ შეკუმშვას იწვევს არა გაცივება, არამედ ნივთიერებათა ფაზური ცვლილებები, რომელიც თან ახლავს ამ ნივთიერებათა მოცულობის ცვლილებებს. ამჟამად კონტრაქციის ჰიპოთეზის საფუძვლად მიაჩნიათ დედამიწის შეკუმშვა არა გაცივებით, არამედ ნივთიერებათა გრავიტაციული გამკვრივების პროცესებით, მათი ფიზიკური გარდაქმნით.

მობილისტური ანუ კონტინენტების გადასაცვლიბის — ცურვის თეორია წამოყენებულ იქნა ვიგენერის მიერ 1912 წელს. ვიგენერი უშვებს გეოლოგიურ წარსულში სიალისაგან აგებული კონტინენტების მოძრაობას—გადანაცვლებას პლასტიკურ ბაზალტურ სუბსტრატზე. ასეთი მოძრაობის მიზეზები არის დედამიწის ბრუნვის სიჩქარის ცვლილებები. მასთან დაკავშირებულია ცენტრმისწრაფი ძალების მოქმედება. დედამიწის ბრუნვის გამო სიალური სფერო — გრავიტული ფენა თანაბრად იყო განაწილებული და პალეოზოოურში შეიქმნა ერთი მთლიანი ხმელეთი — პანგეა. მეზოზოოურში კონტინენტი პანგეა მოქცევითი ძალებით აღმოსავლეთიდან დასავლეთით და ცენტრმისწრაფი ძალებით პოლუსებიდან ეკვატორისაკენ დანაწილდა ბელტებად, საიდანაც წარმოიშვა ცალკეული კონტინენტები. ამ მოძრაობასთან დაკავშირებით ამერიკის კონტინენტი მოსცილდა ევრაზიას, აფრიკა — ინდოეთსა და ავსტრალიას და ადგილი დაუთმო ინდოეთის ოკეანეს. ასევე ავსტრალია და ანტარქტიდა მოსცილდნენ აზიასა და აფრიკას და საბოლოოდ დაიკავეს თანამედროვე მდებარეობა. ბლანტ სიმაზე სიალის ამ მოძრაობის დროს კონტინენტებისწინა ფრონტალურ მხარეზე წარმოიშვა ნაოქები და მათაა სისტემები—ანდები და კორდილიერები. პოლუსიდან ეკვატორისაკენ ცენტრმისწრაფი ძალების მოქმედებით სიალური ფენა დანაოქდა განედი მიმართულებით და წარმოიშვა ალპები, კავკასიონი, ჰიმალაები, კონტინენტების მოძრაობის საპირიპირო მხარეზე, აზიის აღმოსავლეთით, წარმოიშვა ალეუტის, კურილის, იაპონიის, ფილიპინების კუნძულები, ატლანტის, ამერიკის სანაპიროზე—ანტილიის, ფოლკლენდის და სხვ. კუნძულები, მადაგასკარი—აფრიკის სამხრეთ-აღმოსავლეთით. გადანაცვლებულ კონტინენტებს შო-

რის წარმოიშვა ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეების ღრმულები. თავის მოსაზრებას ვეგენერი ასაბუთებდა სამხრეთ ამერიკის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაპირების მოხაზულობის დამთხვევით აფრიკის დასავლეთ ნაპირების მოხაზულობასთან. მათი შეერთებით ერთ კონტინენტს მივიღებთ; აფრიკისა და სამხრეთ ამერიკის გეოლოგიური აგებულობის და ამერიკისა და აფრიკის ფლორისა და ფაუნის მსგავსებით, ვეგენერი მიუთითებდა, რომ წყნარ ოკეანეში არ არის სიალი; გეოდეზიურ დაკვირვებათა მონაცემებით შენდნულია, რომ 30 წლის განმავლობაში (1883—1913 წლები) გრენლანდიამ გადაინაცვლა დასავლეთით 950 მ-ით.

მიუხედავად ამისა არის მთელი რიგი ფაქტებისა, რომლის ახსნა ვეგენერის ჰიპოთეზას არ შეუძლია: იგი ვერ ხსნის რყევითი მოძრაობის არსს, კონტინენტებს შიგნით ნაოჭა ზონების არსებობას, მაგმური პროცესების კანონზომიერებას, დანაოჭების პერიოდულობას, ნივთიერებათა ქერქქვეშა მოძრაობის მექანიზმს და სხვ. ამიტომ, ამჟამად ვეგენერის ჰიპოთეზას ბევრი მოწინააღმდეგე ჰყავს.

ბ უ ლ ს ა ც ი უ რ ი ჰ ი პ ო თ ე ზ ა. აქ იგულისხმება როგორც მთელი მიწის, ისე მისი ცალკეული ნაწილების პერიოდული შეკუმშვა და გაფართოება, რაც გამოწვეულია ქერქქვეშა ნივთიერებათა ფიზიკურ-ქიმიური მდგომარეობის ცვლილებებით. ამ ცვლილებებს თან ახლავს მოცულობის შემცირება და გადიდება (შეკუმშვა და გაფართოება) იმ მდგომარეობასთან დაკავშირებით, რომელშიც ნივთიერება გადადის. ეს პროცესი მიმდინარეობს ნახტომისებრივ, რასაც თან მოყვება ტექტონიკური მოძრაობის გაძლიერება. ამგვარად, შეკუმშვისა და გაფართოების პროცესები აპირობებს ტექტონიკური მოძრაობის გაძლიერებას ან შეწყვეტებას, როგორც მთელს დედამიწაზე, ისე მის ცალკეულ უბნებზე. მთელი დედამიწისათვის იგი გამოიხატება ხანგრძლივი ევოლუციური



სურ. 47. კონტინენტების წარმოშობა (ვეგენერის მიხედვით).

1. ქვანახშირის აერიოლი, 2. აესამულა პერიოლი, 3. მეოთხეული პერიოლი.

პერიოდებისა და შედარებით ხანმოკლე რევოლუციური პერიოდების მონაცვლეობაში. ვ. ობრუჩევის მიხედვით, წარმოშობის მომენტიდანვე დედამიწის სფერო წარმოადგენდა მიზიდვისა და განზიდვის ძალებს შორის ბრძოლის არენას. მიზიდვა გამოიხატებოდა მის შეკუმშვაში, ხოლო განზიდვის ძალები იწვევდა მის გაფართოებას. ობრუჩევის მოაზრებით შეკუმშვა გამოწვეულია სითბოს დაკარგვით, ხოლო გაფართოებას იწვევს მაგმის დიფერენციაცია, მაგმის გადასვლა მყარი მდგომარეობიდან თხევადში, შეკუმშვის შეწყვეტის შემდეგ წნევის შემცირება და სხვ. შეკუმშვისა და გაფართოების ძალებს შორის ბრძოლა მიმდინარეობს უწყვეტილად და წყვეტილად ე. ი. მონაცვლეობენ არა მარტო ევოლუციური და რევოლუციური ეპოქები, არამედ უფრო მოკლე, ამ თუ იმ სახის მოძრაობის პერიოდები. შეკუმშვისა და გაფართოების ამ მოკლე ფაზებს პულსაციური ეწოდება. გაფართოებას მოყვება გეოსინკლინების წარმოშობა, ხოლო სტაბილურ უბნებში, დედამიწის ქერქში, რღვევებით წარმოიქმნება გრაბენები და ჰორსტები. შეკუმშვა გამოიხატება ტანგენსური მოძრაობით, რომელსაც თან ახლავს გეოსინკლინებში ნაოჭების აზეება. მაგმური მოქმედება დაკავშირებულია გაფართოების ციკლებთან, რადგან გაფართოების დროს სუსტდება მაგმაზე წნევა, გადადის თხევად მდგომარეობაში და იჭრება დედამიწის ქერქის ნაპრალებში.

რ ა დ ი ა ქ ტ ი უ რ ი ჰ ი პ ო თ ე ზ ი თ (1929 წ) ყველა გეოლოგიური მოვლენის მიზეზს რადიაქტიური ენერგია წარმოადგენს. (მისი ავტორია ჯოლი). რადიაქტიური დაშლა მიმდინარეობს როგორც გრანიტულ, ისე ბაზალტურ ფენებში. ამ დაშლის შედეგად გრანიტული ფენის ქვეშ დაგროვილი სითბო აღნობს ბაზალტურ ფენას, ისე, რომ გრანიტული ქერქი იძირება მდნარ ბაზალტურ ფენაში, ხმელეთის დაწვევას მოყვება ზღვების ტრანსგრესია. გამდნარ ფუნდამენტზე მყოფი კონტინენტი დედამიწის ბრუნვისა და მზისა და მთვარის მიზიდულობის გამო მოძრაობს აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ, დაგროვილი სითბური ენერგია ზედაპირზე იფანტება; ბაზალტური ფენა ცივდება, მცირდება მოცულობაში, ჩაძირული კონტინენტები იწვევს მაღლა, ამ მომენტს თან ახლავს დანაოჭება — მთების წარმოშობა და ზღვის რეგრესია. ამ თეორიის სუსტი მხარეებიდან აღსანიშნავია, რომ გრანიტული შედგენილობის ქანები უფრო ადრე დნება ვიდრე ბაზალტური, ასევე ნაკლებ საარწმუნოა გრანიტული კონტინენტების მოძრაობა მზისა და მთვარის მიზიდულობის ძალით; დაუჯერებელია დედამიწის ისტორიაში ჩაკეტილი თანაბარი ციკლების არსებობა.

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 თ ე ო რ ი ი თ (1942) დედამიწის შიგნით რადიოელექტრონული არათანაბრადან განაწი-



ლებული, გრანიტებში სამჭერ მეტია, ვიდრე ბაზალტებში. ბელოუსოვის მიხედვით პირველად რადიოელემენტები მოთავსებული იყო მნიშვნელოვან სიღრმეზე მაგმურ მასაში, რომელიც ჯერ კიდევ არ იყო დიფერენცირებულ მდგომარეობაში. მაგმის დანაწილების შემდეგ გრანიტებმა, როგორც უფრო მსუბუქმა, ამოიწია ზევით და მასთან ერთად მოხდა რადიოელემენტების მიგრაცია ქერქის ზედა ნაწილებში, მაგმის ამოფრქვევა და მასთან ერთად რადიაქტიური დაშლით სითბოს დაკარგვა ქერქქვეშა ნივთიერებათა გაცივებასა და შეკუმშვას იწვევს, ეს უკანასკნელი მოვლენა კი ქერქის დაწვევას, გეოსინკლინების წარმოშობას. გეოსინკლინების ქვეშ გვაქვს რადიოელემენტებით მდიდარი გრანიტული მაგმა, რომელიც რადიაქტიული ელემენტების დაშლით წარმოშობს ქერქქვეშა გახურების ადგილობრივ კერას, წარმოებს მასის გაფართოება და ქერქის ამოწვევა, მეზობელ მხარეებში მიმდინარეობს ქერქქვეშა ნივთიერებათა შეკუმშვა და შესაბამისი დაძირვები. თუკი ცენტრული ამალღება ენერგიულად იზრდება, მიწის ქერქმა შეიძლება განიცადოს დანაპრალიანება, მაგმა ამოვიდეს ზედაპირზე, სითბური ენერგია შემცირდეს და მთელი გეოსინკლინური ციკლი განმეორდეს.

რადგან თითოეული ციკლის შემდეგ გვაქვს რადიოელემენტების მიგრაციის შეუქცევადი (განუმეორებელი) პროცესი, ამიტომ ტექტონიკური ციკლების სრული განმეორება აღარ ხდება. ტექტონიკური მოძრაობა ციკლიდან ციკლამდე ნაკლებ აქტიურია; გეოსინკლინური პირობები იცვლება ბაქნურით, მაგრამ ბაქნურ პირობებშიც რადიოელემენტების მიგრაცია მთლიანად არ წყდება, ამით აიხსნება ბაქნებზე რყევითი მოძრაობის არსებობა. ამ ჰოპოთეზას არ შეუძლია ახსნას ტექტონიკური პროცესების პერიოდულობა, ტანგენსურ მოძრაობას უმორჩილებს რადიალურს, არ აფასებს სიმძიმის ძალის როლს ნივთიერებათა დიფერენციაციის დროს და სხვ.

უკანასკნელ პერიოდში გამოვლინებულ იქნა (ვენინგ-მეინეზი, კიუნენი, ჰესსი და სხვ.), რომ აზიისა და ამერიკის სანაპიროებზე კუნძულების რკალში გვაქვს სიმძიმის ძალის უარყოფითი ანომალია, რომელიც დაკავშირებულია დიდ ოკეანურ ღრმეულბთან. ვენინგ-მეინეზი შივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ანომალიების მიზეზი არის არა რელიეფის თავისებურება, არამედ ნაკლები სიმკვრივის ნივთიერებათა მასები, რომლებიც მოქცეულია უფრო მძიმე სუბქერქულ სუბსტრატში. ასეთ სიხკლინურ სტრუქტურას „ტექტოგენი“ უწოდეს. ვარაუდობენ, რომ ქერქქვეშა სუბსტრატში ჩაძირვა გამოწვეულია ნივთიერებათა კონვექციური დენებით. ეს პროცესი ასე უნდა წარმოვიდგინოთ: დედამიწის შიგნეთის მოცულობის შემცირებასთან დაკავშირებით, ტანგენსური შეკუმშვის შედეგად, სუბსტრატზე მცურავი ქერქი საწყისში იძენს მსუ-

ბუკ ტალღებრიობას. იწყება ახლად აღმოცენებული მადლობების ერო-  
ზია და დეპრესიებში — მასალის დაგროვება, ეს არის განვითარების  
გეოსინკლინური სტადია. წნევის ამალღებასთან ერთად ჩაძირული ტალ-  
ლა იწყებს ამოწევას, გეოსინკლინი ნაოქდება და იწყება „ოროგენის“  
სტადია. ამოწეული სიალური ნაწილის კუთრი წონა არ არის დიდი.  
ამიტომ გვექნება მასის ადგილობრივი დეფიციტი და მასთან და-  
კავშირებით სიმძიმის ძალის ანომალია. მესამე სტადია იწყება დედამი-  
წის ქერქის ამოწევით, რომელსაც ოროგენული შეკუმშვის შესუსტება  
იწვევს. იწყება ნაოჭა ზონის „ბელტური გადანაცვლება“, რადიაქტიური  
სითბოს გადიღებას გამო, ერთდროულად ლღევა გრანიტულ ფენაში  
მოქცეული „მთების ძირები“, ამის შედეგად წარმოიშობა გრანიტული  
ბათოლიტები. ვერც ეს პაპოთეზა გვაქლევს დედამიწის ქერქის გეოსინ-  
კლინური განვითარების პროცესების დამაკმაყოფილებელ ახსნას.

მიუხედავად იმისა, რომ რადიაქტიური ჰიპოთეზები ხსნიან მთელ  
რიგ ფაქტებს, ვერც ერთი მათგანი ბოლომდე ვერ გვაქლევს დანაოქე-  
ბისა და მთების წარმოშობის პროცესების ახსნას.

ტექტონიკური მოძრაობის პროცესი ძლიერ რთული და მრავალ-  
მხრივია, ამიტომ ერთი რომელიმე მიზეზით მისი ახსნა ძნელია. ამ  
მიზეზებს შორის უნდა ვიგულისხმოთ დედამიწის სფეროს შიგა ნაწილე-  
ბის სითბური რეჟიმის ცვლილებები, ქერქის ქვეშ მიმდინარე ქიმიური  
რეაქციები, დედამიწის ღრმა არეების ფიზიკურ თვისებათა (მაგნი-  
ტური, ელექტრული, დრეკადი და სხვ.) ცვლილებები და სხვადასხვა  
გეოსფეროების ურთიერთზე მოქმედება.

მრავალი ფაქტორი განსაზღვრავს ტექტონიკურ მოძრაობას, მაგ-  
რამ მთავარი მაინც არის კონსტრაქცია, ნივთიერებათა დიფერენციაცია.  
რადიაქტიური დაშლა, იზოსტაზია; შესაძლებელია რაიმე როლს თა-  
მაშობდეს კოსმიური ფაქტორებიც.

- აღ. ჩანელიძე, ზოგადი გეოლოგიის მოკლე კურსი, თბილისის უნივერსიტეტის ვამოსემლობა, თბილისი 1968.
- ბ. სხირტლაძე, პეტროგრაფია მინერალოგიის საფუძვლებით. თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი, 1970.
- ვ. ზუბბაია, ი. ხალციხაძე, ზოგადი გეოლოგიის პრაქტიკუმი, ვამოსემლობა „განათლება“, თბილისი, 1967.
- Г. Д. АЖГИРЕИ, Структурная геология, Издательство Московского университета, Москва, 1956,
- Геологический словарь. Госгеолтехиздат. тт. I и II, Москва 1960.
- Г. П. ГОРШКОВ, А. Д. ЯКУШОВА. Общая геология. Издательство Московского университета, Москва, 1964.
- А. М. ДАМИНОВА. Петрография Магматических горных пород. Издательство «Недра», Москва, 1967.
- ДЖЕЙМС Л. ДАЙСОН. В мире льда. Гидрометеорологическое издательство. Ленинград, 1966.
- М. М. ЖУКОВ, В. И. СЛАВИН, Н. Н. ДУНАЕВА. Основы геологии. Госгеолтехиздат. Москва, 1961.
- М. Ф. ИВАНОВА. Общая геология. Издательство «Высшая школа» Москва, 1969.
- С. С. КУЗНЕЦОВ. Геология. Москва. 1965.  
Курс общей геологии под научным руководством проф. В. И. Серпухова. Госгеолтехиздат. Москва, 1960.
- Е. К. ЛАЗАРЕНКО. Минералогия. Издательство «Высшая школа». Москва, 1963.
- А. К. ЛАРИОНОВ, В. П. АНАНЬЕВ. Основы минералогии, петрографии и геологии. Издательство «Высшая школа». Москва, 1961.
- Я. М. ЛЕВИТЕС. Историческая геология с основами палеонтологии и геологии СССР. Издательство «Недра». 1970.
- А. А. МАЛАХОВ. Краткий курс общей геологии. Издательство «Высшая школа», 1962.
- А. А. МАЛАХОВ и др. Практикум по геологии. Издательство «Высшая школа». Москва, 1966.
- В. Д. ПАННИКОВ. Основы геологии. Издательство «Высшая школа», Москва, 1961.
- П. Н. ПАНЮКОВ, Э. Г. ПЕРФИЛЬЕВА. Основы геологии, Издательство «Недра», Москва. 1968.
- ГАРУН ТАЗИЕВ. Вулканы. Москва, 1963.
- М. П. ТОЛСТОИ. Геология с основами минералогии и петрографии. Издательство «Высшая школа». Москва, 1968.

სარჩევი

გეოლოგიის საგანი, მიზანი და ამოცანები	3
გეოლოგიის შესწავლის მეთოდები	6
გეოქრონოლოგიური ცხრილი	9
აბსოლუტური გეოქრონოლოგია	15
მოკლე ცნობები დედამიწის ქერქის ისტორიიდან	17
დედამიწის ფორმა და ფიზიკური თვისებები	29
დედამიწის ქიმიური შედგენილობა	37
გეოსფეროები	38
დედამიწის ქერქის შედგენილობა	48
დედამიწის ქერქის პეტროგრაფიული შედგენილობა	72
ეპიზოგენური პროცესები	124
ქარის გეოლოგიური მოქმედება	139
ატმოსფერული წყლების გეოლოგიური მოქმედება	149
მდინარეების გეოლოგიური მოქმედება	154
მიწისქვეშა წყლები	166
მყინვარების გეოლოგიური მოქმედება	188
ტბებისა და ჰაობების გეოლოგიური მოქმედება	209
ზღვების გეოლოგიური მოქმედება	216
ადამიანის გეოლოგიური მოქმედება	227
ენდოგენური პროცესები	239
ეულკანიზმი	240
მიწისძვრები	255
ბრყევითი მოძრაობა	269
დანალექი ქანების წოლის ფორმები	274
მთების წარმოშობა	289
ოროგენეტული თეორიები	295
გამოყენებული ლიტერატურა	301

რედაქტორი მირ. ძველაია  
გამომც. რედაქტორი ნ. ნარმანია  
მხატვრული რედაქტორი ს. ბოტკოველი  
ტექნიკური რედაქტორი ნ. ძნელაძე  
კორექტორი ლ. შვანგირაძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 17/X-72 წ. ქალღმადის ზომა 60X90  
ნაბეჭდი თაბახი 19, სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 17,8,  
ტირაჟი 1.000. უე 08527 შეკვ. № 2763

ფასი 89 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, მარჯანიშვილის ქ. № 5.  
Издательство «Ганатлеба», Тбилиси, ул. Марджанишвили, № 5.

1972

---

საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოს ბეჭდვითი სიტყვის  
სახელმწიფო კომიტეტის მთავარპოლიგრაფმრეწველობის სტამბა № 5  
ჭუთაისი, ი. კვეკელიძის პრინციპი. 11.  
Типография № 5 Главполиграфпрома Государственного комитета  
Совета Министров Грузинской ССР по печати,  
г. Кутаиси, пр. И. Чавчавадзе, 11.