

ალექსანდრე ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტი

ხელნაწერის უფლებით

ს უ ლ ხ ა ნ გ ვ ე ლ ე ს ი ა ნ ი

ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის პეტრომინერალოგია

04.00.08 _ პეტროლოგია, ვულკანოლოგია

გეოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2006

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მინერალოგიის,
პეტროლოგიისა და გეოქიმიის კათედრაზე (№30)

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **ნოდარ ფოფორაძე,**
გეოლ.-- მინერ. მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ოფიციალური ოპონენტები: **დავით შენგელია,**
გეოლ._მინერ.მეცნ.დოქტორი, პროფესორი, საქ.მეცნ.აკად.
წევრ-კორესპონდენტი
გიორგი ჭიჭინაძე,
გეოლ._მინერ.მეცნ.კანდიდატი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2006 წლის 6 დეკემბერს 13⁰⁰ სთ-ზე, ალექსანდრე
ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტთან არსებული სადისერტაციო საბჭოს
G.04.01 №2 სხდომაზე.

მისამართი: თბილისი 0193, მ. ალექსიძის ქ.№1, კორპ. №9. Fax: +99532 330647

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება ალექსანდრე ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტის
ბიბლიოთეკაში შემოთაღნიშნულ მისამართზე.

ავტორეფერატი დაგზავნილია 2006 წ. ---- ნოემბერს

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი

გეოლ. მინერ. მეცნიერებათა დოქტორი

თ. წუწუნავა

შესავალი

კავკასიონი მოიცავს ჩრდილო კავკასიის კიდურა მასივსა და კავკასიონის ტერიენს. ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსი განვითარებულია ჩრდილო კავკასიის კიდურა მასივის ფარგლებში. კავკასიონის მეტამორფული კომპლექსების შესწავლისთვის მნიშვნელოვანია ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის შესახებ გეოლოგიური და პეტრომინერალოგიური მონაცემების გაანალიზება, რადგან: 1 – ბეჩასინის კომპლექსი მდებარეობს კავკასიონის ტერიენსა და ეპიჰერცინული ფილაქნის საზღვარზე; 2 – ამავე კომპლექსში ფაუნისტურად დათარიღებულია რიგი წყება (სილიურულ-კამბრიული) და გვაქვს კამბრიულისწინა ასაკის წყებების საუკეთესო საყრდენი ჭრილები; 3 – კომპლექსი გარდაქმნილია მეტამორფიზმის დაბალ საფეხურზე, შესაბამისად მისი ოროგენული და სტრატиграფიული «მახსოვრობის» ხარისხი უფრო დიდია, ვიდრე კავკასიონის მთავარი და წინა ქედების ზონების ძლიერ შეცვლილი მეტამორფიტებისა.

პოსტსაბჟოთა სივრცეში არსებული გეოპოლიტიკური და ეკონომიკური სიმწელების გამო ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის კვლევა ბოლო ორი ათწლეულის განმავლობაში პრაქტიკულად არ განხორციელებულა, მწირია პუბლიკაციებიც.

დისერტაცია ეძღვნება ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის რეგიონული მეტამორფიზმის შესწავლას, რომელსაც ადგილი ჰქონდა გვიანპროტეროზოულსა და პალეოზოურ ეპოქებში. იგი მოიცავს რუსეთის სტავროპოლისა და კრასნოდარის მხარის ტერიტორიას, მდინარეების – ყუბანის, ბაქსანის, მალკის და მათი შენაკადების დაუთის, უჩკულანის, ინდიშის, კესტანტის, გიჟგიტის, სუკოშუს, პერიუკოლსუს, კოლტიუბეს, ხუდესის, ამანკოლის და ჯალანკოლის აუზებს. ჩატარებული კვლევა კომპლექსური ხასიათისაა, ძირითადად მინერალოგიის, პეტროლოგიისა და გეოლოგიის მიმართულებით.

პრობლემის აქტუალობა

ბეჩასინის სტრუქტურული ზონის ალპიურისწინა კრისტალური ფუნდამენტის მნიშვნელოვანი ნაწილი წარმოდგენილია მეტამორფული კომპლექსებით. მეტამორფული კომპლექსების ასაკისა და აგებულების კანონზომიერებების დადგენა გართულებულია მათი პროტოქანების მრავალჯერადი ტექტონიკური გადამუმავებისა და პოლიმეტამორფიზმის გამო. მეტამორფული კომპლექსების სტრატиграფიული თანმიმდევრობა, საზღვრების ბუნება და მეტამორფიზმის ზონებს შორის კორელაცია დღემდე სადისკუსიო საკითხებად რჩება. ამავე დროს ამ ტექტონიკური ერთეულის კრისტალინიკუმის შესწავლა კვლევის თანამედროვე მეთოდების ფართო სპექტრის გამოყენებით არასაკმარისი დეტალებით იყო ჩატარებული.

კვლევის ძირითადი მიზნები და ამოცანები

წარმოდგენილი ნაშრომის ძირითადი მიზანია ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის პეტრომინერალოგიური შესწავლა თანამედროვე აპარატურისა და მეთოდების გამოყენებით. მისი განხორციელება ითვალისწინებდა შემდეგი სამეცნიერო საკითხების შესწავლას:

- წყებებს შორის ასაკობრივი და გენეტიური ურთიერთდამოკიდებულების დადგენა გეოლოგიური, მინერალოგიური და პეტროლოგიური მეთოდების გამოყენებით;
- პროგრადული რეგიონული მეტამორფიზმის სუბფაციების საზღვრების დადგენა მმარკირებელ მინერალურ პარაგენეზისებზე დაყრდნობით;
- მეტამორფიზმის პროცესის შედეგად სილიკატების მყარფაზური გარდაქმნის პროცესში სტრუქტურული გარდაქმნების კანონზომიერების და დაშლის პროდუქტების ხასიათის დადგენა;
- მეტამორფიტებში მმარკირებელი მინერალების – ამფიბოლების, გრანატებისა და ქარსების მიკრორენტგენოსპექტრალური კვლევა;
- მინერალურ პარაგენეზისებში პროგრადული რეგიონული მეტამორფული პროცესების დამახასიათებელი და სავარაუდო ზედდებული პოლიციკლური მეტამორფული პროცესების შედეგად მინერალთა რეაქციული და მყარფაზური გარდაქმნების აღწერა;
- ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის საწყისი ქანების დადგენა;
- დეტალური სტრუქტურულ-ლითოლოგიური ჭრილების შესწავლის საფუძველზე 1:50000 მასშტაბიანი გეოლოგიური რუკის დაზუსტება;
- ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის ადგილის განსაზღვრა კავკასიის ალპურისწინა განვითარების გეოდინამიკურ მოდელში.
-

პრაქტიკული გამოყენება

ჩეგემისა და ხასაუთის სერიების მეტამორფიტების დეტალური კვლევის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა რაიონის 1:50 000 გეოლოგიური რუკის დაზუსტება; აღნიშნული შედეგები შესაძლებელია გამოვიყენოთ შესწავლილი რაიონის სხვა მასშტაბის დეტალური რუკების შესადგენად.

ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის კვარციტების გამოსავლები წარმოადგენს მოსაპირკეთებელი ქვებისა და მინის წარმოების ნედლეულს.

ფაქტობრივი მასალა და კვლევის მეთოდიკა

ნაშრომის საფუძველს წარმოადგენს ავტორის მიერ სავსე პერიოდში შეგროვილი მასალა და ანალიტიკური მონაცემები, რომლებიც მან მიიღო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მინერალოგიის, პეტროლოგიის და გეოქიმიის კათედრასა და ლაბორატორიებში. ნაშრომში ფართოდაა გამოყენებული რენტგენოსტრუქტურული მეთოდი და მაღალი მგრძნობიარობის ელექტრონული მიკროსკოპი. განსაკუთრებული ყურადღება მიექცა მინერალთა მიკროზონდულ ანალიზს, რომელიც შესრულდა მიკრორენტგენოსპექტრულ ანალიზატორზე – «CAMEBAX MIKROBEAM»-ზე სტუ-ს გემოლოგიისა და მინერალურ ნივთიერებათა კვლევის, დიაგნოსტიკისა და გადამუშავების რესპუბლიკურ ცენტრში. 50 ნიმუშზე ჩატარებულია 700-ზე მეტი წერტილოვანი მიკროზონდური გაზომვა; შესწავლილია 600-ზე მეტი გამჭვირვალე თლილი; შესრულებულია 25 რენტგენოფაზური ანალიზი; გამჭოლ ელექტრონულ მიკროსკოპზე შესწავლილია სილიკატების 10 ნიმუში; მდინარეების (ბაქსანის, ყუბანის, მალკის და მათი შენაკადების დაუთის, გიჟიგის, ინდიშის, კოლტიუბეს, ხუდესის და

სხვ.) წყალგამყოფების, და ხეობების გასწვრივ შედგენილია 10 საყრდენი ჭრილი. დაზუსტებულია არსებული 1:50000 მასშტაბის გეოლოგიური რუკა.

მეცნიერული სიახლეები

ნაშრომი წარმოადგენს, როგორც ადრე არსებული, ასევე ავტორის მიერ მიღებული მონაცემების შეჯამებას.

– დადგინდა მმარკირებელი მინერალების (ამფიბოლი, ქარსი, გრანატი) ზონალური და ჰეტეროგენული შედგენილობა.

– რიგი სიახლეა შეტანილი ხასაუთისა და ჩეგემის სერიების მეტამორფიტების გამოსავლების შესახებ ადრე არსებული 1:50000 მასშტაბის გეოლოგიურ რუკაზე.

– მმარკირებელ მინერალთა მინერალოგიურ-პეტროლოგიური კრიტერიუმების გამოყენებით ერთმანეთისაგან გაიმიჯნა ხასაუთისა და ჩეგემის სერიების მეტამორფიტების რეგიონული მეტამორფიზმის ბიოტიტისწინა, ბიოტიტური და გრანატული სუბფაციისები. დაფიქსირდა მათ შორის თანდათანობითი გადასვლა.

– მიკროენტგენოსპექტრალური ანალიზის გამოყენებით ბეჩასინის მეტამორფიტების თითქმის ყველა გამოსავალში დადგენილია ნატრიუმიანი ამფიბოლები (გლაუკოფანი, ბარუაზიტი, ვინჩიტი, კროსიტი).

– დაფიქსირებულია ქლორიტის და ეპიდოტის გარდაქმნა ნატრიუმიან ამფიბოლებად (ბარუაზიტი, ვინჩიტი, კროსიტი, გლაუკოფანი). დადგენილია ქარსების მყარფაზური გარდაქმნის პროდუქტები – მუსკოვიტი, ფენგიტი, პარაგონიტი და ნატრიუმიანი ამფიბოლი (ვინჩიტი, კროსიტი, გლაუკოფანი).

– დადგინდა გრანატების პროგრადული ზონალური ხასიათი.

– დადგინდა, რომ ბიოტიტური სუბფაციისის მეტამორფიტებში ამფიბოლი ძირითადად წარმოდგენილია ნატრიუმიანი ამფიბოლებით – ბარუაზიტით და ვინჩიტით; გრანატის სუბფაციისის მმარკირებელი მინერალებია ზონალური გრანატი და ნატრიუმიანი ამფიბოლები – ეკერმანიტი, კროსიტი და გლაუკოფანი.

– განისაზღვრა მეტამორფიტების ფორმირების P-T პირობები. დადგინდა, რომ ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის პროგრადული რეგიონალური მეტამორფიზმი P-T პირობების მიხედვით მიეკუთვნება მაღალტემპერატურულ არატიპიურ გლაუკოფანიან ფიქლების ფაციესს და შეესაბამება შიდა კონტინენტურ ტიპს.

ძირითადი დასაცავი დებულებები

- ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის გეოლოგიური და მინერალოგიურ-პეტროლოგიური შესწავლის საფუძველზე დადგინდა, რომ ჩეგემისა და ხასაუთის სერიის ქანების რეგიონული მეტამორფიზმის პირობები შეესაბამება გლაუკოფანიანი ფიქლების ფაციესის რეჟიმს.
- მრავალრიცხოვანი ანალიტიკური მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრა, რომ ბეჩასინის კომპლექსის გლაუკოფანის შემცავი მეტამორფიტები მიეკუთვნება გლაუკოფანიანი ფიქლების ფაციესის მაღალტემპერატურულ საფეხურს ($400-500^{\circ}C$), განვითარებულია შიდა კონტინენტურ პირობებში და განცდილი აქვს კამბრიულისწინა დაბალგრადიენტული და მაღალი წნევის ($7-14$ კბარი) რეგიონული მეტამორფიზმი.

- ჩეგემისა და ხასაუთის სერიის პროგრადული რეგიონული მეტამორფიზმი მოიცავს ბიოტიტისწინა, ბიოტიტურ და გრანატულ სუბფაციებს.
- სუბფაციები გამოიხატება მმარკირებელი ნატრიუმიანი ამფიბოლების, ქარსების და გრანატების (ზონალური და ხშირად არაერთგვაროვანი ქიმიური შედგენილობის) საშუალებით.
- მმარკირებელი მინერალების მორფოლოგიურ-სტრუქტურული და ქიმიური თავისებურების შესწავლის შედეგად განსაზღვრულია მათი წარმოშობის თერმოდინამიკური პირობები და გეოდინამიკური რეჟიმი.
- ნატრიუმიანი ამფიბოლები გვხვდება ჩეგემისა და ხასაუთის სერიის მეტამორფიტების თითქმის ყველა წყებაში. ბიოტიტურ სუბფაციებში ისინი წარმოდგენილია ფეროედენიტით, ვინჩიტით და ბარუაზიტით, ხოლო გრანატულ სუბფაციებში – ფეროედენიტით, ეკერმანიტით, ბარუაზიტით, კროსიტით და გლაუკოფანით. ეს უკანასკნელი წარმოიქმნება ქლორიტის და ეპიდოტის ხარჯზე რეაქციული გზით, ხოლო ქარსებში – მყარფაზური დაშლის შედეგად.
-

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა

დისერტაციის საერთო მოცულობა 108 გვერდს შეადგენს, შედგება შესავლისაგან, 5 თავისაგან, დასკვნისაგან და 84 დასახელების ლიტერატურის ჩამონათვალისაგან. ნაშრომში მოცემულია 3 ცხრილი, 32 სურათი.

შრომის აპრობაცია და პუბლიკაციები

ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებულია სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის მინერალოგიის, პეტროლოგიისა და გეოქიმიის კათედრის სამეცნიერო სემინარებზე, რენტგენოგრაფიის XI, XII საკავშირო სესიებზე (მიასი, 1989; სოჭი, 1992), იზომორფიზმის საკავშირო მეორე გასვლითი სესია (თბილისი, 1987), საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიის ინსტიტუტის დაარსების 70 წლისთავისადმი (1995) მიძღვნილ სესიაზე, პროფ. გ. ზარიძის 90 წლისთავისადმი მიძღვნილ სემინარზე (1998), სტუ-ს პროფესორ-მასწავლებელთა ღია საიუბილეო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე (თბილისი, 2002).

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებულია ხუთი სამეცნიერო სტატია და ორი თეზისი.

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მინერალოგიის, პეტროლოგიისა და გეოქიმიის კათედრაზე.

მადლობები: მუშაობის პროცესში გაწეული დამხარებისათვის ავტორი ყველას უხდის მადლობას:

ავტორი უღრმეს მადლობას უხდის თავის სამეცნიერო ხელმძღვანელს, სტუ-ს მინერალოგიის, პეტროლოგიისა და გეოქიმიის კათედრის გამგეს, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფ. ნ. ფოფორაძეს გაწეული დახმარებისათვის და მხარდაჭერისათვის.

ავტორი მადლობელია სტუ-ს მინერალოგიის, პეტროლოგიისა და გეოქიმიის კათედრის და გეოლოგიისა და მინერალურ ნივთიერებათა კვლევის, დიაგნოსტიკისა

და გადამუშავების რესპუბლიკური ცენტრის თანამშრომლებისა, რომელთაც დახმარება გაუწიეს ავტორს თავისი რჩევებით და კონსულტაციებით.

ავტორი თავს მოვალედ თვლის მადლობა გადაუხადოს ლაბორატორიების თანამშრომლებს ანალიტიკურ სამუშაოებში გაწეული კვალიფიციური დახმარებისათვის.

მინერალთა პირობითი შემოკლებები

Ab _ ალბიტი	Hbl _ რქატყუარა
Act _ აქტინოლიტი	Hbl _{bl-gr} _ მოცისფ.-მწვანე რქატყუარა
Act - Hbl _ აქტინოლითური რქატყუარა	Jad _ ჟადეიტი
Alm _ ალმანდინი	Ka _ კარბონატი
Amph _ ამფიბოლი	Ksp _ კალიუმის მინდვრის შპატი
And _ ანდალუზიტი	Ky _ კიანიტი
Ar _ არაგონიტი	Law _ ლავსონიტი
Bt _ ბიოტიტი	Ms _ მუსკოვიტი
Bar _ ბარუზიტი	Par _ პარაგონიტი
C _ გრაფიტი	Phn _ ფენგიტი
Ca _ კალციტი	Pi _ პიროპი
Chl _ ქლორიტი	Pl _ პლაგიოკლაზი
Chld _ ქლორიტოიდი	Prph _ პიროფილიტი
Cros _ კროსიტი	Pp _ პუმპელიტი
Ep _ ეპიდოტი	Qtz _ კვარცი
Ecer _ ეკერმანიტი	Ser _ სერიციტი
Fed _ ფეროედენიტი	Sill _ სილიმანიტი
Glif _ გლაუკოფანი	Spes _ სპესარტინი
Glim _ ქარსი	Stp _ სტილპნომელანი
Gros _ გროსულარი	Win _ ვინჩიტი
Grt _ გრანატი	Zs _ ციოზიტი

ციფრები რკინამაგნეზიალურ მინერალებთან (Hbl₇₇) აღნიშნავს მათ საერთო რკინიანობას $X_{Fe}=[Fe/(Fe+Mg)]\%$, პლაგიოკლაზთან (Pl⁷) მის ნომერს, ქარსებისთვის და გრანატებისათვის ფრჩხილებში მოტანილია მათი მინალური შედგენილობა [(Alm₆₅, Pr₃, Spes₅, Gros₁₇) და (Phn₇₀, Ms₂₀, Par₁₀)].

თავი 1. ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის შესწავლილობის მოკლე მიმოხილვა

ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის გეოლოგიურ-პეტროლოგიური კვლევა 120 წელზე მეტს მოიცავს. ბეჩასინის სტრუქტურული ზონის ალპიურისწინა წარმონაქმნებს მკვლევართა მრავალი თაობა სწავლობდა: ა. გერასიმოვი, ი. კუზნეცოვი, დ. კიზევალტერი, ს. სოლოვიოვი, ი. შამრაი, ლ. პაზიუკი, ა. რეზნიკოვი, ლ. ვარდანიანცი, ს. ტიხომიროვი, ი. კრასივსკაია, ს. გრეკოვი, ვ. სნეჟკო, ი. პოტაპენკო, გ. ზარიძე, ნ. თათრიშვილი, დ. შენგელია, გ. ბარანოვი, ვ. შევჩენკო, ე. ხაინი, გ. ჭიჭინაძე, ნ.

ფოფორაძე, ი. მაგლობლიშვილი, ა. ოქროსცვარიძე, ე. გამყრელიძე, თ. წუწუნავა და სხვ. შედგენილია მაღალკონდიციური საშუალო და მსხვილმასშტაბიანი გეოლოგიური რუკები, მათ შორის აღსანიშნავია მეტამორფული ფაციესებისა (Кориковский и др., 1997) და მეტამორფული ფორმაციების (Шенгелиა и др., 1998) 1: 200 000 მასშტაბის რუკები; წარმოდგენილია ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის დაყოფის მრავალი ვარიანტი, რომელთა შორის ყველაზე უფრო დეტალურია მსხვილმასშტაბურ კარტირებასა და სტრუქტურულ კვლევებზე დაყრდნობილი ბეჩასინის კომპლექსის ხასაუთის და ჩეგემის სერიებად დაყოფა (Потапенко, 1982); დადგენილია წყებებს შორის სტრატиграფიული ურთიერთობა, თუმცა მრავალ ადგილას ისინი გართულებულია სინ და პოსტნაოჭა რღვევებით, რის გამოც ზოგი მკვლევარი ვარაუდობს, რომ კონტაქტი ჩეგემისა და ხასაუთის სერიებს, ასევე მის შემადგენელ ცალკეულ შრეებს შორის, ტექტონიკურია და აქ განვითარებულია რიგი შარიაჟული მოვლენა; მნიშვნელოვნად დაზუსტდა მეტამორფული წყებების ასაკი, შედგენილობა და შემუშავდა კამბრიულისწინა და პალეოზოური ქანების სტრატиграფიული სქემები; მინერალთა მიკროზონდური და რენტგენოსპექტრული კვლევების და გეოლოგიური კარტირების საფუძველზე დადგინდა რეგიონული პროგრადული მეტამორფიზმის ზონალური ხასიათი, გამოიყო მეტამორფული ფაციესები და სუბფაციესები; შესწავლილია რიგი ქანმაშენი მინერალი, რომელთა შორის განსაკუთრებით დეტალურად არის დახასიათებული ამფიბოლები (Попорадзе, 1993); შემუშავდა რეგიონული მეტამორფიზმის P-T ტრენდები, დადგინდა რეგიონული მეტამორფიზმის პოლიციკლური ხასიათი (Гамკრელიძე, Шенгелиა, 2005); გაირკვა რიგი ქანის პირველადი ბუნება; K-Ar, Rb-Sr და U-Pb იზოტოპური მეთოდების გამოყენებით განსაზღვრული იქნა ბეჩასინის სტრუქტურული ზონის რიგი მეტამორფული წარმონაქმნისა და მაგმატიტის ასაკი; გაირკვა კავკასიის ტერეინული აგებულება (Гамკრელიძე, 1997) და ბეჩასინის სტრუქტურული ზონის ადგილი სკვითური ფილაქნის სამხრეთ ნაწილში; დადგინდა, რომ კავკასიონის ფარგლებში დედამიწის ქერქი სტრუქტურულად განშრევებულია; ფილაქნების ტექტონიკის პოზიციიდან შესწავლილია კავკასიის, მათ შორის კავკასიონის ალპურისწინა ფუნდამენტის ევოლუციის გეოდინამიკური მოდელი.

თავი 2. ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის გეოლოგიური აგებულება

ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსი გაშიშვლებულია კავკასიონის კიდურა მასივის სამხრეთ ნაწილში მდ. ყუბანისა და მდ. ჩეგემის შუამდინარეთში, მწვერვალ იალბუზის ჩრდილოეთ მისადგომებიდან მდ. ხასაუთის განედამდე. ბეჩასინის კომპლექსის ასაკის შესახებ განსხვავებული შეხედულებები არსებობს. კომპლექსის ზედა ასაკობრივი საზღვარი დგინდება ხასაუთის სერიის ქანებზე ბაზალური კონგლომერატებით და ორგანიკით დათარიღებული ურლეშის წყების მიხედვით. ი. პოტაპენკოს მონაცემებით (Потапенко, 1965, 1982) ურლეშის წყების ასაკი შუა კამბრიულზე (ვენდური, ქვედაპალეოზოური) ახალგაზრდა არ არის; ლ. ჩეგოდაევის (Чегодаев, 1980) მონაცემებით ბეჩასინის კომპლექსის ქანების ასაკი ორდოვიციულ-სილურულია. ბეჩასინის კომპლექსში გამოყოფილია ორი სერია: ქვედა – ხასაუთის და ზედა – ჩეგემის (Потапенко, 1982). ნაშრომში ჩვენ ვეყრდნობით ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის დანაწილების ი. პოტაპენკოს სტრატиграფიულ სქემას.

ხასაუთის სერიის ქვედა საზღვარი ბუნდოვანია. სერიის ჩრდილო გამოსავლები მდ. მალკის ხეობაში და მისი შენაკადების ხეობებში გადარეცხილი და გადაფარულია სილურ-ორდოვიციული ურლემის წყების კონგლომერატებით. სამხრეთ გამოსავლებში ხასაუთის სერია თანდათანობით გადადის ჩეგემის სერიის ქანებში.

ი. პოტაპენკო (Потапенко, 1982) სამი საყრდენი ჭრილის მიხედვით ხასაუთის სერიაში გამოყოფს: ჯალანკოლის (წვრილმარცვლოვანი კვარც-ალბიტური ფიქლები), მუმტას (ბიოტიტ-კვარციანი ფიქლები), ყუბანის (ამფიბოლიანი, ქლორიტ-კვარც-სერიციტიანი ფიქლები და კვარციტები), მალკის (რქატყუარიანი, ქლორიტიანი და ბიოტიტ-მუსკოვიტ კვარციანი ფიქლები, პორფირიტოიდები, ფსამიტური და აგლომერატული მჟავე შედგენილობის მეტატუფები პლაგიოგრანიტ პორფირებისა და ტუფების სხეულებით, მუქი რუხი და მოწითალო ფილიტები), მორალიკოლის (ქლორიტ-კვარც-ალბიტური და ეპიდოტ-ქლორიტ-ალბიტური ფიქლები მუქი მინერალების პორფირობლასტებით) და შიჯატმაზის (მწვანე ფერის სერიციტ-ქლორიტიანი ფიქლები) წყებებს. ხასაუთის სერიის საერთო სიმძლავრე 3600მ-ს შეადგენს,

ჩეგემის სერიის საერთო სიმძლავრე 2000-2700მ ფარგლებშია. მისი გამოსავლები ორი ზოლის სახით არის წარმოდგენილი. სამხრეთ ზოლის ფარგლებში გამოვლენილია რეგიონალური ხასიათის ალბიტური ბლასტები. ჩეგემის სერიაში ი. პოტაპენკო (Потапенко, 1982) არჩევს: ტალიკოლის (კვარციტები), შაუკოლის (მსხვილმარცვლოვანი ალბიტ-მუსკოვიტ-კვარციანი პორფირობლასტური ფიქლები) და კესტანტის (წვრილმარცვლოვანი სერიციტ-კვარც-ალბიტური ფიქლები და გნეისები) წყებებს. გ. ბარანოვი (Баранов, Кропачев, 1976) შაუკოლის წყებას არ აკუთვნებს ჩეგემის სერიას. ამ ავტორის მიხედვით შაუკოლის წყება მეტამორფულ ფიქლებზე ყველგან ტექტონიკურადაა განლაგებული. ჩვენი მონაცემებით შაუკოლის წყება მდ. ყუბანის ხეობაში შეესაბამება ხასაუთის სერიის მორალიკოლის წყებას, ხოლო მდ. მალკის სათავეებთან ის შარიაჟული ხასიათისაა.

ჩვენი ვარაუდით ჩეგემის სერია ხასაუთის სერიაზე თანხმობით, თანდათანობითი გადასვლითაა განლაგებული.

K-Ar მეთოდით ჩეგემის სერიისათვის მიღებული განსაზღვრებები 350-400±3 მლნ. წლის ფარგლებშია. სახელდობრ (მლნ.წ): ქ. ტირნიაუზის ჩრდილოეთით მდ. ბაქსანის გნეისის _ 400±30 (Афанасьев, 1968); მდ. დაუთის პორფირობლასტური ფიქალი _ 369±15 (Потапенко, 1978); მდ. ბაქსანის სერიციტებში _ 365, 356±6, 370±7 და მუსკოვიტებში _ 385 (Потапенко, 1968); მდ. ყუბანის შაუკოლის წყების პორფირობლასტური ფიქალი _ 353±5, (Багдасарян и др., 1984). ამავე დროს გამოთვლითი მეთოდით შაუკოლის წყებისთვის მიღებულია 865 მლნ.წ. (Афанасьев и др., 1973), ხოლო Rb-Sr არაიზოქრონული მეთოდით განისაზღვრა ასაკი 345±8 მლნ.წ. (Багдасарян и др., 1984).

ამრიგად, ხასაუთის და ჩეგემის მეტამორფული სერიების იზოტოპური განსაზღვრის განსხვავებული შედეგები და ამასთან ერთად ის ფაქტი, რომ ამ კომპლექსის ქანები ითავსებენ კალედონურ და გვიანჰერცინულ ინტრუზივებს, ხოლო კალედონური გრანიტოიდები შეჭრილია ქანებში, რომლებსაც უკვე განცდილი აქვთ რეგიონული მეტამორფიზმი, ადასტურებს რეგიონული მეტამორფიზმის პოლიციკლურ ხასიათს.

თავი 3. ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის პეტრომინერალოგია

3.1. პირველადი შედგენილობა

ხასაუთის და ჩეგემის სერიების ქანები ერთმანეთისგან განსხვავდება პირველადი შედგენილობით და მეტამორფული გარდაქმნების თავისებურებებითაც. ხასაუთის სერიისთვის დამახასიათებელია ვულკანიზმის პროდუქტების არსებობა ჭრილის შუა (მაღკის წყება) და ზედა (შიჯატმაზის და მორალიკოლის წყებები) ნაწილებში.

მუშტის წყება აგებულია ძირითადად ბიოტიტ-ქლორიტ-კვარციანი ფიქლებით. მათი შემადგენლობა თიხოვან ქანებს პასუხობს (Потапенко, 1967). მუშტას წყების ბაზისური ჰორიზონტის კონგლომერატები მკაფიოდ შრეებრივია, შრეების სიმძლავრე 0.4-1.0მ-ია. წყების ზედა ნაწილის ფიქლებში აღინიშნება თხელი ჰორიზონტალური შრეებრიობა, რომელიც სხვადასხვა პეტროგრაფიული შემადგენლობის ლეიკოკრატული (კვარცით გამდიდრებული, ბიოტიტის მცირე მინარევებით) და მელანოკრატული (ბიოტიტიანი) შემადგენლობის შრეების (1.5მმ) მორიგეობით გამოიხატება.

ჯალანკოლის წყების ქანები, მუშტას წყების სავარაუდო ანალოგია, შრეებრიობით და სტრუქტურული თავისებურებით ტიპური დანალექი ქანებია. აქ მუშტის წყებისაგან განსხვავებით ფართოდაა გავრცელებული ფიქლები სადაც ალბიტი ჭარბობს კვარცს, ხოლო ნატრიუმი – კალიუმს. კონტრასტული შემადგენლობის ქანების შრეებრიობის დასტეხვაში მკვეთრად გამოიხატული პარალელური ტიპის შრეებრიობა.

მაღკის წყებაში ჭარბობს დანალექი ქანები, თუმცა მნიშვნელოვან ნაწილს ვულკანოგენური ქანებიც შეადგენენ. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება აპოპელიტური ქარსიანი ფიქლები და ფილიტები, მეტამორფული კონგლომერატები, ქვიშაქვები, ალევროლითები და აგრეთვე კირქვები. ვულკანოგენური ქანები წარმოდგენილია პორფირიტების ფსამიტური მეტატუფებით, პორფიროიდებით, ფსევდოფსამიტური მჟავე შედგენილობის ტუფებით და პლაგიოგრანიტპორფირებით.

ყუბანის წყება სავარაუდოდ მაღკის წყების ანალოგია. ყუბანის წყებაში ქანების ძირითად ტიპს წარმოადგენს ამფიბოლიტები, ამფიბოლიანი ფიქლები, ბიოტიტიანი გნეისები, სერიციტ-ალბიტ-კვარციანი და კვარც-ქლორიტ-სერიციტიანი ფიქლები, კვარციტები, გრაფიტ-სერიციტ-მუსკოვიტ-კვარციანი ფიქლები, გამარმარილოებული კირქვები და მარმარილოები. ყუბანის წყების ამფიბოლიანი ქანების ნაწილი პირველადი დანალექი ვულკანოგენებია, ნაწილი – მაგმური. ბიოტიტიანი გნეისები ჩამოყალიბდა ტერიგენული ქანების (არკოზული ქვიშაქვები – თიხოვანი ცემენტით) ხარჯზე. კვარციტები და ალბიტ-კვარციანი ფიქლები – აშკარად ტერიგენული ქანებია, რაზეც შედარებით მსხვილმარცვლოვან ნაირსახეობებში რელიქტური ფსამიტური სტრუქტურა მიუთითებს.

მონოტონურობით გამორჩეული შიჯატმაზის წყება აგებულია საშუალო მჟავიანობის მასიური მეტატუფებით, სერიციტ-ქლორიტიანი ფიქლების შუა შრეებით. კლასტური მასალის ზომების მიხედვით ვარჩევთ წვრილმარცვლოვან ფსამიტურ, ალევრო-ფსამიტურ და ალევროლითურ ტუფიტებს. პიროკლასტური მასალა წარმოდგენილია პლაგიოკლაზის და საშუალო მჟავიანობის ეფუზივების ნატეხებით, ხოლო ტერიგენული – კვარცით და მიკროპეგმატიტების და დანალექი ქანების იშვიათი

ნატეხებით. მეტატუფების ცემენტი ძირითადად ქლორიტიანია, ეპიდოტის და სერიციტის მცირე მინარევებით.

მორალიკოლის წყება სავარაუდოდ შიჯატმაზის წყების ანალოგია. მინერალური და ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ეს წყება პირველადი დანალექი და ტუფოგენური წარმოშობის ქანებითაა აგებული.

ჩეგემის სერიაში, ხასაუთის სერიისგან განსხვავებით, მნიშვნელოვნად ჭარბობს პირველადი დანალექი ქანები.

ტალიკოლის წყება წარმოდგენილია მონომინერალური კვარციტებით, ეს კვარციტები სავარაუდოდ წარმოშობილია ფსამიტურ-ალევიროლითური დანალექი ფრაქციის მეტამორფიზმის შედეგად.

შაუკოლის წყებაში, მიუხედავად რთული მეტამორფული ევოლუციისა, შენარჩუნებულია შრეებრიობა. ეს წყება პირვანდელი დანალექი ქანების მეტამორფიზმის შედეგადაა წარმოქმნილი. შაუკოლის წყების აგებულებაში მონაწილეობენ ძირითადად ქლორიტ-მუსკოვიტიანი, მუსკოვიტიანი, ქლორიტიანი, გრანატიანი, ეპიდოტ-მუსკოვიტიანი, ალბიტის პორფირობლასტებიანი ფიქლები და ქლორიტ-მუსკოვიტიანი, მუსკოვიტიანი, ქლორიტ-ეპიდოტ-ამფიბოლიანი პორფირობლასტური გნეისები.

კესტანტის წყებაც ასევე პირვანდელი დანალექი ქანების მეტამორფიზმის შედეგადაა წარმოქმნილი. ეს წყება ძირითადად წარმოდგენილია ღია ფერის წვრილმარცვლოვანი სერიციტ-კვარც-ალბიტიანი ფიქლებითა და გნეისებით.

3.2. ბეჩასინის კომპლექსის მეტამორფული მონალობა

ჩეგემის სერიის ქანები მეტამორფიზებულია მწვანე ფიქლების ფაციესის ბიოტიტისწინა, ბიოტიტური და გრანატული სუბფაციესების პირობებში.

ბ ი ო ტ ი ტ ი ს წ ი ნ ა ს უ ბ ფ ა ც ი ე ს ი ს მეტამორფიზმი განიცადა შაუკოლის და კესტანტის წყებების ქანების ნაწილმა.

მორალიკოლის და შიჯატმაზის წყებების მინერალური პარაგენეზისები მსგავსია შაუკოლის წყებისა – Chl+Act+Phn+Ab, Chl+Phn+Ab+Qtz+Stp(?) Chl+Ep+ Par+Ab. ამფიბოლში ფიქსირებულია ნატრიუმის ამაღლებული შემცველობა, შესაბამისად Ca-ს ოდენობა დადაბლებულია და ამფიბოლი კალციუმთან ერთად ნატრიუმთან სახესხვაობითაა წარმოდგენილი. შაუკოლის წყების ქლორიტიან, ამფიბოლიან და ქარსიან ფიქლებს შორის ფართოდაა გავრცელებული მინერალური პარაგენეზისები: Chl+Mu+Ab+Ka, Phn+Chl+Par+Act+Ab+Qtz, Chl+Cep+Act+Ep+Ab+Phn.

ბ ი ო ტ ი ტ უ რ ი ს უ ბ ფ ა ც ი ე ს ი ს მეტამორფიზმი ჩეგემის სერიის წყებებიდან განცდილი აქვს ტალიკოლის, შაუკოლის და კესტანტის წყებების ქანების ნაწილს. შაუკოლის წყების მეტამორფიტების ქანშაშენი მინერალები ხშირად ზონალური აგებულებისაა. ჩეგემის სერიის ბიოტიტური სუბფაციესის პარაგენეზისებია: Amp (Act, Fed, Win, Bar)+Chl+Ab+Qtz, Amp+Chl+Ep (Zs)+Ab+Qtz, Chl+Bt+Ab+Qtz, Amp(Act, Fed, Win, Bar)+Chl+Ep+Ms(Phn, Par)+Ab+Qtz, Chl+Ms+Ab+Qtz, Amp+Chl+Ms+Ab+Qtz, Chl+Ms+Ab+Qtz+Ka, Chl+Phn+Qtz, Phn+Ab+Qtz, Amp+Ep+Chl+ Ab+Qtz.

ამ სუბფაციესში ამფიბოლი წარმოდგენილია კალციუმთან (აქტინოლითი, ფეროედენიტი) და კალციუმთან-ნატრიუმთან (ბარუაზიტი, ვინჩიტი) სახესხვაობებით.

მათში Al_2O_3 შემცველობა მერყეობს 1.75-დან 8.27%, CaO -ს შემცველობა დაბალია და 5.63%-მდეა, ხოლო Na_2O ამაღლებულია _ 4.58%-მდე; აქტივობებში რკინიანობა 37-45%-მდე, ფეროედენიტებსა და ვინჩიტებში _ 46-49%-მდე, ქლორიტებში _ 38-45%-მდე, მათთან ასოციაციაშია თითქმის სუფთა ფენგიტი (*Phn* 98, *Par* 2). ბიოტიტურ სუბფაციესში, ფეროედენიტისა და ვინჩიტის არსებობა ფენგიტსა და პარაგონიტთან ერთად მიგვანიშნებს მაღალი წნევის პირობებზე. ვინჩიტი, ძირითად ამფიბოლის პორფობლასტების პერიფერიულ ნაწილში გვხვდება. ეს ამფიბოლები არაერთგვაროვანი შემადგენლობისაა, მათში ჩანს სუსტი პროგრადული ზონალობა: ცენტრიდან პერიფერიისაკენ მატულობს Na , Al , Fe და კლებულობს Mg, Ca -ის ოდენობა. ბიოტიტურ სუბფაციესში თეთრი კალიუმისანი ქარსები ძირითადად წარმოდგენილია სუფთა ფენგიტით. ფენგიტის დასტებს შორის დამორჩილებული რაოდენობით გვხვდება პარაგონიტის და მუსკოვიტის მოლეკულები.

გრანატული სუბფაციესის მეტამორფული ქანები ჩეგემის სერიაში წარმოდგენილია შაუკოლის წყების ნაწილით და გავრცელებულია მდ. ყუბანის და ბაქსანის ხეობებში. გრანატული სუბფაციესის გამოყოფას აპირობებს ალმანდინის რიგის გრანატის პორფირობლასტების არსებობა.

შაუკოლის წყების მეტამორფიტები ყუბანის ხეობაში წარმოდგენილია ქარსიანი, ქარს-ქლორიტ-ალბიტისანი, ქარს-ქლორიტ-გრანატისანი, ქარს-გრანატ-ქლორიტ-ამფიბოლიანი, ქარს-გრანატ-ეპიდოტ-ამფიბოლიანი მელანოკრატული და ლეიკოკრატული ფიქლებისაგან. შაუკოლის წყების გრანატული სუბფაციესის მეტამორფიტების მინერალური პარაგენეზისებია: $Glim (Ms, Phn, Par)+Chl+Grt+Amp(Ca-amp, Na-amp)+Ep(Zs)+Ab+Qtz$, $Amp+Chl+Bt+Ab+Qtz$, $Glim+Chl+Grt+Ab+Qtz$, $Chl+Glim+Amp+Ab+Qtz$, $Chl+Glim+Amp+Ab+Qtz$, $Grt+Glim+Chl+Ep+Kfs+Ab+Qtz$, $Chl\pm Bt+Ms+Qtz$, $Chl+Phn+Qtz$, $Phn+Ab+Qtz$, $Amp+Ep+Chl+Ab+Qtz$.

ლეიკოკრატულ ფიქლებში განვითარებულია თეთრი კალიუმისანი ქარსი, კვარცი და ნატრიუმისანი ამფიბოლი (ერთეული მარცვლები). ქარსები განსხვავებული შედგენილობისაა და მიეკუთვნება ფენგიტს, ტიპიურ მუსკოვიტს და პარაგონიტს. ალბიტი ძირითადად დიდი ზომის პორფირობლასტებს წარმოქმნის, რომელშიც გვხვდება კვარცის, ქარსების და ქლორიტის მრავალი ჩანართი. გრანატი ზონალურია, გვხვდება როგორც წვრილი, ასევე დიდი ზომის პორფირობლასტების სახით. ნატრიუმისანი ამფიბოლი წარმოდგენილია ვინჩიტით, კროსიტით და გლაუკოფანით. იგი სხვადასხვა ფორმის და ზომის გამონაყოფების სახით, გვხვდება პარაგონიტში და ჩვენი მონაცემებით წარმოადგენს მყარი ხსნარის დაშლის პროდუქტს, ასევე ჩნდება ქლორიტის და ეპიდოტის ხარჯზე რეაქციული ჩანაცვლების შედეგად. მელანოკრატული ფიქლები შესდგება ეპიდოტის, ქლორიტის, ალბიტის პორფირობლასტების და $Na-Ca$ და Na ამფიბოლებისაგან. ქლორიტში განვითარებულია ნატრიუმისანი ამფიბოლები, რაც გაპირობებულია მაღალი წნევის პირობებში ქანში სილიციუმის და ნატრიუმის, ასევე კალციუმის ამაღლებული შემცველობით, ალუმინის, რკინის და მაგნიუმის სიმცირით. რეაქციული პროცესის შედეგად გაჩენილი პროდუქტები ყოველთვის არაკანონზომიერი ფორმით ხასიათდება.

ქლორიტი შაუკოლის წყების კრისტალურ ფიქლებში ყველაზე უფრო გავრცელებული მინერალია, მისი რკინიანობა 41-49%-ია. ქლორიტში შეიმჩნევა მყარფაზური გარდაქმნებიც, სადაც დავადგინეთ ქარსების ახლადგაჩენილი მიკროკრის-

ტალები. ამფიბოლები წარმოდგენილია კალციუმიანი და ნატრიუმიანი სახესხვაობებით. მიკროზონდური ანალიზის მონაცემებით დგინდება მათ შორის რეაქციული გადასვლები. ჩვენ ასევე ვაფიქსირებთ ამფიბოლების მყარი ხსნარის დაშლას: Ca ამფიბოლი $\rightarrow Na$ ამფიბოლი. ეს უკანასკნელი შედარებით წესიერი ფორმის მიკროკრისტალებით არის წარმოდგენილი. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით Na ამფიბოლის მრავალი სახესხვაობაა გამოყოფილი. ამფიბოლი წარმოდგენილია კალციუმიანი (ფეროედენიტი, ფეროედენიტიანი რქატყუარა), კალციუმ-ნატრიუმიანი (ბარუაზიტი, ფერობარუაზიტი, კატაფორიტი) და ნატრიუმიანი (გლაუკოფანი, ეკერმანიტი, კროსიტი) სახესხვაობებით. ამფიბოლების მიკროკრისტალთა უმრავლესობა ჰეტეროგენურია. კრისტალის ცენტრში რკინის შემცველობა 65-73%-მდეა. Al_2O_3 -ის შემცველობა 7.44-დან 11.04%-მდე ცვალებადობს, Na_2O _ 1.27-დან 10.22%-მდე, ამფიბოლებთან ხშირ შემთხვევაში სუფთა პარაგონიტი ასოციაციაში, ხოლო თეთრ კალიუმიან ქარსში, გვხვდება ნატრიუმიანი ამფიბოლების კანონზომიერი წაგრძელებული წვრილკრისტალური გამონაყოფები. ნატრიუმიანი (გლაუკოფანი, კროსიტი, ეკერმანიტი) ამფიბოლი გვხვდება ალბიტისა და გრანატის პორფირობლასტებიან მუსკოვიტ-ქლორიტ-კვარციან ფიქლებში. იგი გავრცელებულია შაუკოლის წყების თითქმის ყველა გამოსავალში. ნატრიუმიან ამფიბოლებს ახასიათებთ არაერთგვაროვანი შემადგენლობა. კრისტალებში გლაუკოფანის ფაზები გარშემორტყმულია მუქი ლურჯი ფერის კროსიტით ან ფეროედენიტით; ზოგჯერ კროსიტი კრისტალის ცენტრშია, ხოლო პერიფერია წარმოდგენილია კალციუმიანი ამფიბოლით (ფეროედენიტი, ფეროედენიტიანი რქატყუარა) და პირიქით. ნატრიუმიანი, კალციუმ-ნატრიუმიანი და კალციუმიანი ამფიბოლების ასოციაცია შეიძლება აიხსნას თანაარსებული გაწონასწორებული ფაზების რეაქციული ჩანაცვლებით ან მყარი ხსნარის დაშლით. ნატრიუმიან ამფიბოლებში (გლაუკოფანი, კროსიტი, ეკერმანიტი) იზოვალენტური და ჰეტეროვალენტური იზომორფული ჩანაცვლებების გამო აღინიშნება ქიმიური შედგენილობის უწყვეტი გადასვლა. ეს უკანასკნელი განაპირობებს სახესხვაობების უწყვეტი რიგების არსებობას. თეთრი კალიუმიანი ქარსი წარმოდგენილია ფენგიტით და თითქმის სუფთა პარაგონიტით. კროსიტთან წონასწორობაში მყოფი თეთრ კალიუმიან ქარსში ფენგიტის მოლეკულის მაღალი შემცველობა მეტყველებს მეტამორფული პროცესის მაღალ წნევაზე. პარაგონიტში ტკეჩვადობის სიბრტყის გასწვრივ განვითარებულია ნატრიუმიანი ამფიბოლის წაგრძელებული კანონზომიერი გეომეტრიული ფორმის მიკროკრისტალების გამონაყოფები, ისინი მყარი ხსნარის დაშლის პროდუქტებად მიგვაჩნია. გრანატი ყოველთვის ზონალურია, ზონალობა პროგრადულია. გრანატის ცენტრში ჭარბობს სპესარტინისა და ალმანდინის მოლეკულები, პერიფერიულ ნაწილში კი პიროპის მინალი იზრდება. გრანატში მაგნიუმის შემცველობა MgO 0.14-1.34% ფარგლებშია (პიროპული მინალი 1-6%). გრანატში კალციუმის შემცველობა მაღალია (CaO 7.01-13.21%, გროსულარის მინალი 20-34%), რაც მეტამორფიზმის მაღალი წნევის პირობებზე მიგვანიშნებს. გრანატების რკინიანობა მერყეობს 91-94% ფარგლებში.

მინერალები	მეტამორფიზმის სუბფაციესები და მინერალური პარაგენეზისები		
	ბიოტიტურისწინა	ბიოტიტური	გრანატული

ალბიტი			
ქლორიტი			
ეპიდოტი(ცოიზიტი)		—————	—————
გრანატი			—————
ფენგიტი			—————
პარაგონიტი	—————	—————	—————
ბიოტიტი		-----	-----
მუსკოვიტი	—————	—————	—————
ქლორიტოიდი		.....	.....
აქტინოლითი	—————	—————	—————
კროსიტი		—————	—————
გლაუკოფანი			—————
ბარუაზიტი	—————	—————	—————
ვინჩიტი		—————	—————
რქატყუარა			—————
ჟადეიტი		.....	.....
სფენი	—————	—————	—————
კალციტი			—————
არაგონიტი	.....	.....	.....
ლავსონიტი		.....	.....
პუმპელიიტი	.....	.....	.....
სტილპნომელანი	-----		
პიემონტიტი		-----	-----
კვარცი	Ser+Chl, Ab+Qtz+Ep, Chl+Qtz+Ab, Ep+Chl+Ab Chl+Act+Phn+Ab, Chl+Phn+Ab+Qtz+Stp Chl+Ep+Par+Ab Chl+Ser+Qtz, Chl+Ab+Qtz, Chl+Ep+Ab+Qtz.	Amp (Act, Fed, Win, Bar)+Chl+Ab+Qtz, Amp+Chl+Ep(Zs)+Ab+Qtz, Chl+Bt+Ab+Qtz, Amp+(Act, Fed, Win, Bar)+Chl+Ep+Ms(Phn, Par)+Ab+Qtz, Chl+Ms+Ab+Qtz, Amp+Chl+Ms+Ab+Qtz, Chl+Ms+Ab+Qtz+Ka, Chl+Phn+Qtz, Phn+Ab+Qtz, Amp+Ep+Chl+Ab+Qtz. Ab+Qtz, Act+Chl+Ab, Phn+Ab+Chl+Qtz±Bt, Ser+Qtz+Chl±Ab Glim (Phn ⁵⁹⁻⁸⁸ , Ms ⁰⁻²⁰ , Par ¹²⁻²¹)+Ab+Chl ⁵⁵⁻⁷⁹ +Qtz, Phn+Ab+Ep+Qtz, Amp(Ca- amp, Na- amp)+Ep+Chl+Ab+Qtz, Phn+Ab+Chl +Bt.	Glim (Ms, Phn, ar)+Chl+Grt+Amp (Ca-amp,Na-amp)+Ep(Zs)+Ab+Qtz, Amp+Chl+Bt+Ab+Qtz, Glim+Chl+Grt+Ab+Qtz, Chl+Glim+Amp+Ab+Qtz, Chl+Glim+Amp+Ab+Qtz, Grt+Glim+Chl+Ep+Ka+Ab+Qtz, Chl±Bt+Ms+Qtz, Chl+Phn+Qtz, Phn+Ab+Qtz, Amp+Ep+Chl+Ab+Qtz. Glim (Phn ⁸⁵ ; Ms ⁵ ; Par ¹⁰)+Grt ⁹⁵ +Chl ⁵⁰ +Ab+Qtz, Grt+Glim+Chl±Bt+Ab+Qtz, Amp (Act, Fed, Win)+Glim (Phn ⁸⁹ , Ms ² , Par ¹⁰)+Ab+Chl+Qtz, Amp±Ep+Chl+Ab±Bt

ნახ. 1. ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის მინერალური პარაგენეზისები და პროგრესული მინერალური ცვლილებები

წყვეტილი ხაზებით ნაჩვენებია სუბფაციის მცირე გავრცელების მინერალები, ხოლო წერტილებით შესაძლო მინერალები.

ხასაუთის სერიის მეტამორფიტებს ისევე, როგორც ჩეგემის სერიის ქანებს, განცდილი აქვთ ბიოტიტისწინა, ბიოტიტური და გრანატული სუბფაციის შესაბამისი პროგრადული რეგიონული მეტამორფიზმი.

ბიოტიტურის წინა სუბფაციის მეტამორფიტების პარაგენეზისებია: Chl+Ser+Qtz, Chl+Ab+Qtz, Chl+Ep+Ab+Qtz (იხ. ნახ. 1). ამ სუბფაციის მეტამორფიზმი განცდილი აქვს ხასაუთის სერიის ჯალანკოლის და მუშტას წყების მეტამორფიტებს, ასევე შიჯატმაზის და მორალიკოლის წყებების ქანების ნაწილს, რომლებიც წარმოდგენილია ფილიტებით, კვარც-ალბიტანი ფიქლებით და აქტინოლითიანი ფიქლებით. შიჯატმაზის წყების ზედა ჰორიზონტებსა და მორალიკოლის წყებაში განვითარებულია პარაგენეზისები (იხ. ნახ. 1): Ser+Chl, Ab+Qtz+Ep, Chl+Qtz+Ab, Ep+Chl+Ab.

ბიოტიტური სუბფაციის მეტამორფიზმი ხასაუთის სერიაში განცდილი აქვს ჯალანკოლის, მუშტას, ყუბანის, მალკის, მორალიკოლისა და შიჯატმაზის წყებების ქანების ნაწილს. ამ სუბფაციის მინერალური პარაგენეზისებია: Ab+Qtz, Act+Chl+Ab, Phn+Ab+Chl+Qtz±Bt, Ser+Qtz+Chl±Ab (იხ. ნახ. 1). ამფიბოლები წარმოდგენილია როგორც Ca-ამფიბოლებით, ასევე მოლურჯო ელფერის Na-ამფიბოლებით. თეთრი კალიუმის ქარსი ძირითადად სუფთა ფენგიტითაა წარმოდგენილი, გვხვდება პარაგონიტის დამორჩილებული რაოდენობა, ქლორიტი ზოგჯერ გადადის ამფიბოლში.

მალკის და ყუბანის წყების კვარც-ალბიტ-ქლორიტიანი, კვარც-ალბიტ-ქარსიანი, ამფიბოლიანი და ეპიდოტიანი ფიქლების და რქატყუარიანი მეტამორფიტების მინერალური პარაგენეზისებია: Glim (Phn⁵⁹⁻⁸⁸, Ms⁰⁻²⁰, Par¹²⁻²¹)+Ab+Chl⁵⁵⁻⁷⁹+Qtz, Phn+Ab+Ep+Qtz, Amp(Ca-amp, Na-amp)+Ep+Chl+Ab+Qtz, Phn+Ab+Chl+Bt.

გრანატის სუბფაციის პირობებში მეტამორფიზებულია ყუბანის და მალკის წყების მეტამორფიტების უდიდესი ნაწილი, სადაც განვითარებულია მინერალური პარაგენეზისები: Glim (Phn⁸⁵, Ms⁵, Par¹⁰)+Grt⁹⁵+Chl⁵⁰+Ab+Qtz, Grt+Glim+Chl±Bt+Ab+Qtz, Amp (Act, Fed, Win)+Glim (Phn⁸⁹, Ms², Par¹⁰)+Ab+Chl+Qtz, Amp±Ep+Chl+Ab±Bt (იხ. ნახ. 1).

ამფიბოლი წარმოდგენილია როგორც Ca-ამფიბოლებით ასევე ნატრიუმის სახეობით. ამფიბოლის ცენტრი უფრო კალციუმიანი, ხოლო პერიფერია ნატრიუმის სახესხვაობებით ხასიათდება. ამფიბოლის ქიმიური შედგენილობა ძლიერ არაერთგვაროვანია, შეიმჩნევა პროგრადული ზონალობა: ცენტრიდან პერიფერიისაკენ მატულობს Al₂O₃-ის და Na₂O-ს შემცველობა – ცენტრი Ca-იანი ამფიბოლს მიეკუთვნება, პერიფერია – ვინჩიტს და გლაუკოფანს.

გრანატები ხასიათდება პროგრადული ზონალობით: ცენტრი კრისტალის კიდესთან შედარებით უფრო კალციუმიანი და მანგანუმიანია, ხოლო პერიფერიულ ნაწილში მომატებულია რკინისა და მაგნიუმის ოდენობა. ქლორიტის რკინიანობა 50-55%-ს ინტერვალში ცვალებადობს. ქარსი ძირითადად წარმოდგენილია ფენგიტით, მაგრამ დასტებს შორის 10-12%-მდე გვხვდება სუფთა პარაგონიტებიც.

თავი 4. ბეჩასინის კომპლექსის მეტამორფული მინერალების რეაქციული და მყარფაზური გარდაქმნები

4.1. ჩეგემის სერია

ნატრიუმის ამფიბოლების წარმოქმნა გამოწვეულია როგორც ქლორიტების, ეპიდოტების და ამფიბოლების რეაქციული ჩანაცვლებით, ასევე მყარფაზური გარდაქმნებით. ამ შეხედულებებს ადასტურებს ქლორიტის კრისტალში განვითარებული რეაქციული ჩანაცვლება ქლორიტისა კროსიტით, მათ შორის გადასვლა თანდათანობითა. საზღვარი არ დაიკვირვება და გადასვლა არასწორხაზოვანია. სხვა შემთხვევაში ქარსებში (პარაგონიტი) სოლისებრი ფორმის ნატრიუმის ამფიბოლის არსებობა მიუთითებს მყარი ხსნარის დაშლის პროცესზე. პარაგონიტის ელემენტარულ უჯრედში თავისუფლად თავსდება ნატრიუმის ამფიბოლი. ნატრიუმის ამფიბოლის გაჩენას ხელს უწყობს ალუმინის და კალიუმის სიმცირე, რკინის, მაგნიუმის და კალციუმის მაღალი შემცველობა. ასევე ორივე მინერალში გვაქვს ჰიდროქსიდის ჯგუფის სახით წყალი.

მყარი ხსნარის დაშლის პროდუქტებს ჩვენ შემთხვევაში აქვთ კარგად გამოხატული კრისტალური ფორმები, მკაცრად დაცული საზღვრით. ნატრიუმის ამფიბოლი წაგრძელებულია c კრისტალოგრაფიული ღერძის გასწვრივ და მოთავსებულია ქარსების სტრუქტურაში. მათი კრისტალოგრაფიული ღერძების თანხვედრა ასეთია: გლაუკოფანის a ღერძი ემთხვევა პარაგონიტის c ღერძს, მათი სიდიდეების 1:2 დამოკიდებულებით, ხოლო მათი b ღერძები ერთმანეთს ემთხვევა. გარდაქმნები ჰეტეროგენული ხასიათისაა და ხშირ შემთხვევაში შერეულ სტრუქტურებსაც წარმოქმნიან.

ჩეგემის სერიის ქლორიტ-გრანატ-ამფიბოლ-ქარსიანი ფიქლებისათვის დამახასიათებელი ფაზური გარდაქმნები – აქტინოლითი→კროსიტი, პარაგონიტი→კროსიტი (გლაუკოფანი) მიმდინარეობს მუდმივი მოცულობის პირობებში. მათ შორის – ორი ფაზის გამყოფ ზედაპირზე არ ჩანს შეუსაბამისობის დისლოკაციები ან სხვა ტიპის დამაბულობები, საზღვარი კოჰერენტულია: მატრიცულ ფაზაში მიმდინარეობს კათიონებს შორის დიფუზიური გაცვლითი იზომორფული ჩანაცვლებები. პარაგონიტში გლაუკოფანის მყარი ხსნარის პროდუქტი წარმოიქმნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც გვაქვს ალუმინის ნაკლებობა, რკინის, მაგნიუმის და კალციუმის სიჭარბე. ასეთ შემთხვევაში წარმოიქმნება ნატრიუმის ამფიბოლი.

ჩეგემის სერიის ბიოტიტური და გრანატული სუბფაციების პარაგენეზის გადასვლა თანდათანობითა და მათ შორის მკვეთრი საზღვრის გატარება შეუძლებელია. ზემოთ აღნიშნულ მინერალთა რეაქციული ცვლილებები და მყარფაზური გარდაქმნები ჩეგემის სერიის ყველა სტრატეგრაფიული ერთეულის მეტამორფიტებშია დაფიქსირებული. ისინი ერთნაირი პარაგენეზისებით ხასიათდებიან და მკვეთრად განსხვავებული ზონალური და სხვადასხვა ტიპის არაერთგვაროვანი უბანი პრაქტიკულად არ შეიმჩნევა.

4.2. ხასაუთის სერია

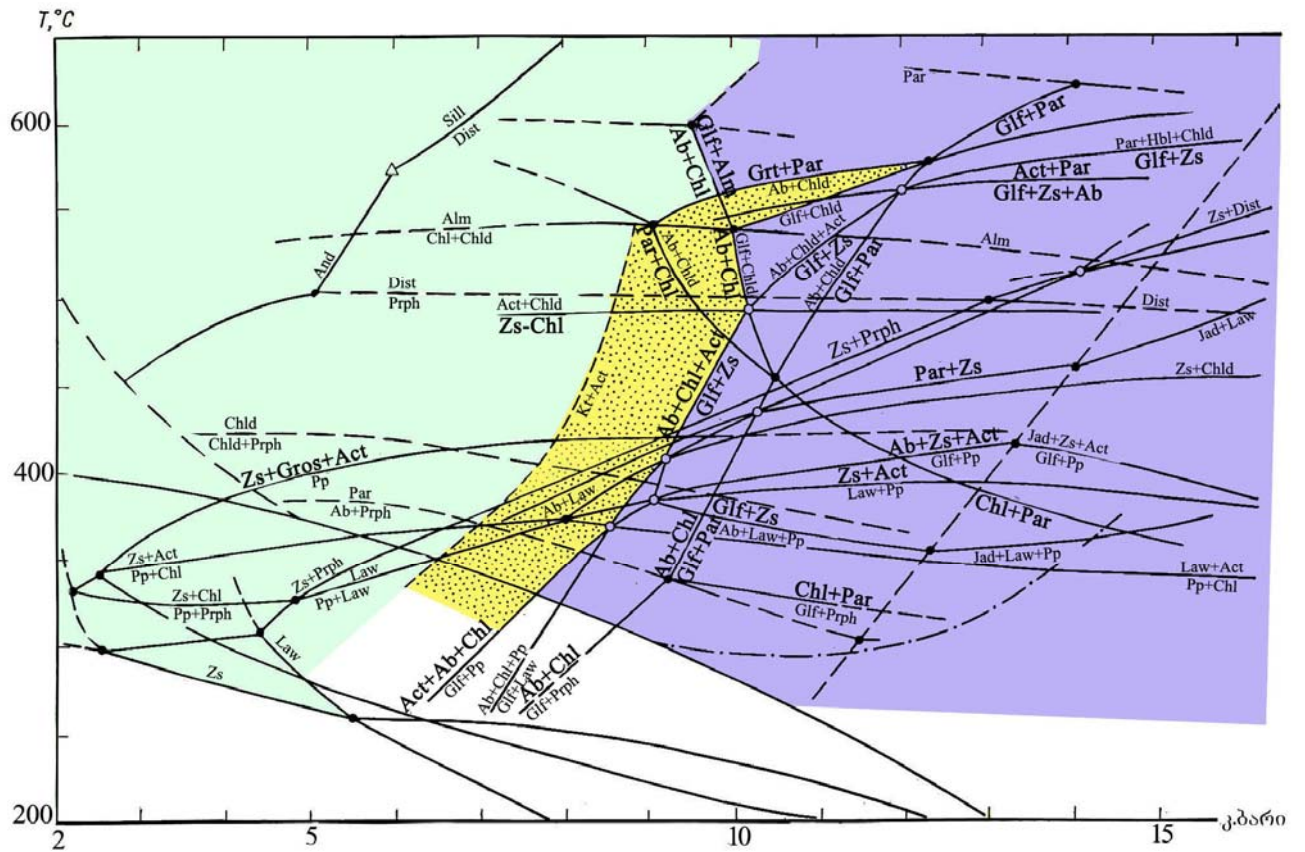
ხასაუთის სერიის მინერალთა შორის ფართოდ გავრცელებულ რეაქციულ შეცვლებთან ერთად ჩანს მინერალთა მყარფაზური გარდაქმნებიც: პარაგონიტი→ნატრიუმიანი ამფიბოლი, აქტინოლითი→ნატრიუმიანი ამფიბოლი, ქლორიტი→ქარსი.

საყურადღებოა ქარსების ქიმიური შედგენილობა. უმეტეს შემთხვევაში ისინი ზონალურია. მიკროკრისტალში განვითარებულია ქარსის – პარაგონიტის, ფენგიტის და სუფთა მუსკოვიტის დასტები. *C* ღერძის მართობულად ზოგჯერ მორიგეობით განლაგებულია მუსკოვიტის, ფენგიტის და პარაგონიტის დასტები, იშვითად ოპტიკურ მიკროსკოპშიც ჩანს, რომ დასტების გარკვეულ უბნებში გვაქვს *Na* – ამფიბოლის წაგრძელებული წესიერი ფორმები, რომელთაც აქვთ შეზღუდული გავრცელება და შემოფარგლულია ქარსებით. ნატრიუმიანი ამფიბოლის გაჩენა დაკავშირებულია მყარი ხსნარის დაშლასთან და წარმოიქმნება უბნებში, სადაც სიჭარბეა კალციუმის, მაგნიუმის, რკინის და დაბალია *K* -ის რაოდენობა.

ხასაუთის სერიის ბიოტიტური და გრანატული სუბფაციის მეტამორფიტების პარაგენეზისები ხშირად იდენტურია და მათ შორის გადასვლა თანდათანობითია. მინერალთა რეაქციული ცვლილებები და მყარფაზური გარდაქმნები ფაქტიურად ერთნაირი პარაგენეზისებით ხასიათდება. მინერალებს განსხვავებული ზონალური და სხვადასხვა ტიპის არაერთგვაროვანი აგებულება გააჩნიათ.

თავი 5. ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის პეტროგენული მოდელი და ფორმირების გეოდინამიკური პირობები

როგორც ცნობილია გლაუკოფანიანი ფიქლები ვიწრო ზოლის სახით გავრცელებულია ძალიან დიდ მანძილზე და დაკავშირებულია სიღრმულ რღვევებთან. განვითარების ადრეულ სტადიაზე ღრმულები ივსებოდა კაჟიან-ბაზალტოიდების წარმონაქმნებით, რაც ანალოგიური იყო თანამედროვე ოკეანეების ღრმა ღარებისათვის. იგი ფილაქნების ტექტონიკის მიხედვით დაკავშირებული იყო ოკეანური ფსკერის გაფართოებასთან. ხდებოდა ოკეანური ქერქის ჩათრევა დიდ სიღრმეზე კონტინენტური ქერქის ქვემოთ, სადაც დაბალტემპერატურულ პირობებში ვითარდება მაღალი წნევა. ამავე დროს აღინიშნება აგრეთვე გლაუკოფანიანი ფიქლების განვითარება შიდა კონტინენტურ პირობებშიც.



ნახ. 2. NaO-CaO-(Ma,Fe)O-Al₂O₃ (+SiO₂ +H₂O) სისტემის მინერალური წონასწორობები P_{H₂O}=P საერთო დროს, ექსპერიმენტული და გამოთვლითი მონაცემების მიხედვით (Добрецов и др., 1974)

პუნქტირი _ სავარაუდო ან სადისკუსიო წონასწორობების ხაზები, შტრიხ-პუნქტირი _ მეტამორფიზმის კინეტიკური ზღვარი. წერტილებით ნაჩვენებია მწვანე ფიქლების ფაციესიდან გლაუკოფანიანი ფიქლების ფაციესში გარდამავალი P-T ველი. რგოლიანი განშტოებები განეკუთვნებიან სრულ სისტემებს (ოთხი ვირტუალური კომპონენტი), დანარჩენი განშტოებები ეკუთვნის კერძო სისტემებს.

ბეჩასინის მეტამორფულ კომპლექსში დადგენილი პარაგენეზისები დიაგრამაზე მოცემულია მსხვილი შრიფტით.

შესწავლილი მეტამორფიტების განვითარების არე მოიცავს გლაუკოფანიანი ფიქლებს, ფარავს გლაუკოფანიანი ფიქლებისა და მწვანე ფიქლებს შორის გარდამავალ ველსაც (სურ.1.), წნევის ინტერვალი ≈7-14 კბარის ფარგლებშია, ტემპერატურა უპირატესად 400-500°C-ით განისაზღვრება, მაგრამ არ გამოვრიცხავთ უფრო მაღალ, ნაკლებად დაბალტემპერატურულ პირობებსაც. ამრიგად, დადგენილი მინერალების პარაგენეზისებისა და გეოთერმომეტრების მონაცემების საფუძველზე შესწავლილი რეგიონის მეტამორფიტები P-T პირობების მიხედვით მიეკუთვნება ა. მიაშიროს (Миясиро, 1976) არა ტიპიურ გლაუკოფანიან ფაციესს. ყუბანის აუზის გლაუკოფანის შემცავი მეტამორფიტები შეესაბამება მაღალტემპერატურულ ჯგუფს და წარმოდგენილია ეპიდოტ-გრანატ-ფენგიტ-პარაგონიტ გლაუკოფანიანი სახეობებით.

ისინი ნ. დობრეცოვის და სხვ. (Добрецов и др., 1974) კლასიფიკაციის მიხედვით მიეკუთვნება კროსიტ-ვინჩიტურ და გლაუკოფან-ეპიდოტ-ქლორიტოიდულ სუბფაციესებს, მაგრამ შესწავლილი მინერალურ ასოციაციებში ქლორიტოიდი არ არის წარმოდგენილი, რაც ქანის ქიმიზმით - დაბალი თიხამიწიანობით აიხსნება.

როგორც ცნობილია ბეჩასინის მეტამორფულ კომპლექსს განცდილი აქვს ბაიკალური, კალედონური და გვიანპერცინული რეგიონალური მეტამორფიზმი (Гамкрелидзе, Шенгелиა, 2005). ამავე დროს კომპლექსი უთანხმოდ გადაფარულია სილურ-ორდოვიციული ურლემის წყებით, რომელსაც განცდილი აქვს მხოლოდ ანქიმეტამორფიზმი (Щуцнава, 2005). ამავე დროს, ურლემის წყების ბაზალურ კონგლომერატებში გვხვდება კვარც-სერიციტ-ქლორიტ-ალბიტანი ქვარგვალეები. ბეჩასინის უკვე მეტამორფიზირებული კომპლექსის მეტამორფიტები გაკვეთილია კალედონური (ბესკეკ-მოშევაიას) და გვიანპერცინული (მალკისა და ყუბანის) გრანიტოიდებით, რადგან გლაუკოფანიანი ფიქლებს ფაციესისათვის არ არის დამახასიათებელი გრანიტული მაგმატიზმი ზემოთ თქმულის საფუძველზე მაღალი წნევისა და დაბალი ტემპერატურის მეტამორფიზმი კამბრიულისწინა ეპოქის ტექტოგენეზს უკავშირდება.

დასკვნა

– ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის დეტალური გეოლოგიური და მინერალოგიურ-პეტროლოგიური შესწავლის საფუძველზე დადგინდა, რომ ჩეგემისა და ხასაუთის სერიის ქანებმა კამბრიულისწინა ასაკის პროგრადული რეგიონული მეტამორფიზმი განიცადა გლაუკოფანიანი ფიქლების ფაციესის პირობებში.

– პროგრადული რეგიონული მეტამორფიზმის ბიოტიტისწინა, ბიოტიტური და გრანატული სუბფაციესები გაიმიჯნა მმარკირებელი ზონალური და ხშირად არაერთგვაროვანი ქიმიური შედგენილობის ნატრიუმისა და ამფიბოლების, ქარსებისა და გრანატის საშუალებით.

– მმარკირებელი მინერალების მორფოლოგიურ-სტრუქტურული და ქიმიური თავისებურებების შესწავლის შედეგად განისაზღვრა მათი წარმოშობის თერმოდინამიკური პირობები და გეოდინამიკური რეჟიმი.

– ნატრიუმისა და ამფიბოლები გვხვდება ჩეგემისა და ხასაუთის სერიის მეტამორფიტების თითქმის ყველა წყებაში. ბიოტიტურ სუბფაციესში ისინი წარმოდგენილია ფეროედენიტით, ვინჩიტით და ბარუაზიტით, ხოლო გრანატულ სუბფაციესში – ფეროედენიტით, ეკერმანიტით, ბარუაზიტით, კროსიტით და გლაუკოფანით.

– გლაუკოფანი წარმოიქმნება ქლორიტის და ეპიდოტის რეაქციული გარდაქმნით, ასევე ქარსის მყარფაზური გარდაქმნების გამო.

– მრავალმხრივი ანალიტიკური მონაცემების საფუძველზე დადგინდა, რომ ჩეგემისა და ხასაუთის სერიის გლაუკოფანიანი მეტამორფიტები მიეკუთვნება გლაუკოფანიანი ფიქლების ფაციესის მაღალტემპერატურულ (400-500°C) საფეხურს, განვითარებულია შიდა კონტინენტურ პირობებში და განცდილი აქვს ბაიკალური დაბალგრადიენტული და მაღალი წნევის (7-14კბარი) რეგიონული მეტამორფიზმი.

დისერტაციის თემასთან დაკავშირებული პუბლიკაციები

1. Новые минералого-петрологические данные о Шаукольской свите Бечасынского метаморфического комплекса. Н.Г. Попорадзе, С.Г.Гвелесиани. Академия наук Грузии, Геол. инст., нов. сер., вып. 114, 1999 г. с. 204-209.
2. Ламелярные выделения в микрокристалле антофиллита. И.П. Хаджи, Н.Г. Попорадзе, С.Г.Гвелесиани, Академия наук Грузии, Геол. инст., нов. сер., вып. 115, 2000 г. с. 361-366.
3. Об изоморфизме и распаде твердых растворов в силикатах. Н.Г. Попорадзе, С.Г.Гвелесиани, Академия наук Грузии, Геол. инст., нов. сер., вып. 117, 2002г, с. 323-329.
4. გველესიანი ს., ფოფორაძე ნ., ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის გლაუკოფანიანი ფიქლები, საქართველოს ნავთობი და გაზი ¹⁹, 2006, გვ. 41-49.
5. გველესიანი ს., ფოფორაძე ნ., ახალი მონაცემები ბეჩასინის მეტამორფული კომპლექსის (ჩრდილო კავკასია) გლაუკოფანიანი ფიქლების შესახებ, საქართველოს ნავთობი და გაზი ¹⁹, 2006, გვ. 63-68.

