

ე. გამყრელიძე, დ. შენგელია, გ. ჭიჭინაძე, თ. წუწუნავა,
გ. ბერიძე, ი. ჯავახიშვილი



ლოქის კრისტალური მასივის გეოლოგია

(1:50 000 მასშტაბის ციფრული გეოლოგიური რუკის
ბანმარტეპითი ბარათი)

თბილისი

2019



ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტის



ალექსანდრე ჯანელიძის სახ.
გეოლოგიის ინსტიტუტის შრომები
ახალი სერია, ნაკვ. 131

ე. გამყრელიძე, დ. შენგელია, გ. ჭიჭინაძე,
თ. წუწუნავა, გ. ბერიძე, ი. ჯავახიშვილი

ლოქის კრისტალური მასივის გეოლოგია

(1:50 000 მასშტაბის ციფრული გეოლოგიური
რუკის განმარტებითი ბარათი)

მონოგრაფია მომზადებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული
სამეცნიერო ფონდის პროექტის №216966 ფარგლებში



შოთა რუსთაველის ეროვნული
სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL
SCIENCE FOUNDATION

თბილისი, 2019

UDC.552(479)+551.24(479)

ე. გამყრელიძე, დ. შენგელია, გ. ჭიჭინაძე, თ. წუწუნავა, გ. ბერიძე,

ი. ჯავახიშვილი. ლოქის კრისტალური მასივის გეოლოგია (1:50 000 მასშტაბის ციფრული გეოლოგიური რუკის განმარტებითი ბარათი).

ლოქის კრისტალური მასივის 1:50 000 მასშტაბის ციფრული გეოლოგიური რუკის განმარტებითი ბარათი მონოგრაფიული ხასიათისაა. იგი მოიცავს ვრცელ მეცნიერულ ინფორმაციას მასივის შემადგენელი გეოლოგიური ერთეულების გავრცელებისა და მათი ამგები ქანების სტრუქტურების, ასაკისა და ნივთიერი შედგენილობის შესახებ. დეტალურადაა განხილული მეტამორფიტების ჩამოყალიბების პირობები, მოცემულია მათი საყრდენი მინერალური ასოციაციები, დადგენილია რეგიონული და კონტაქტური მეტამორფიზმის ეტაპები და მაგმატიკების გენეტიურ-გეოდინამიკური ტიპები. დეტალური გეოლოგიური და ანალიტიკური კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე, შემუშავებულია ლოქის კრისტალური მასივის ფორმირების პეტროგენეტიური და გეოდინამიკური მოდელები.

I. Gamkrelidze, D. Shengelia, G. Chichinadze, T. Tsutsunava, G. Beridze,

I. Javakhishvili. GEOLOGY OF THE LOKI CRYSTALLINE MASSIF (CAUCASUS) (EXPLANATORY NOTE OF THE 1:50 000 SCALE DIGITAL GEOLOGICAL MAP)

The explanatory note of the digital geological map of the Loki crystalline massif at a scale of 1:50 000 is of monographic character. It contains an extensive scientific information on the position of geological units and structures, ages and composition of constituent rocks. Formation conditions of metamorfites, their key mineral assemblages, the stages of regional and contact metamorphism and genetic-geodynamic types of magmatites are considered. Based on the detailed geological and analytical study petrogenetic and geodynamic models for the formation of the Loki crystalline massif are developed.

რედაქტორი: პროფესორი ნ. ფოფორაძე

რეცენზენტი: პროფესორი კ. აქიმძე

ფოტო გარეკანზე - ლოქის კრისტალური მასივის მეტამორფიტების, პლაგიოგრაფიტიზისა და დიაბაზის დაიკის ურთიერთდამოკიდებულება მდ. მოშევანის ხეობაში.

მონოგრაფია დამტკიცებულია თსუ საგამომცემლო საბჭოს მიერ.

ISBN 978-9941-13-881-2

შინაარსი

შესავალი	4
პირობითი ნიშნები	6
1. ნაშრომში გამოყენებული მეტამორფული ფაციესებისა და სუბფაციესების სქემა	7
2. ლოქის კრისტალური მასივის შესწავლილობა და გეოლოგიური აგებულება.....	11
3. მეტამორფული კომპლექსი.....	14
3.1. საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტა	15
3.2. მოშევანის ალოქთონური ფირფიტა.....	37
3.3. ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტა	43
3.4. ზედაგორისწყლის ალოქთონური ფირფიტა.....	53
4. მეტაბაზიტების პეტროლოგია, გეოქიმია და ფორმირების პირობები	55
5. ალპურამდელი გრანიტოიდები	60
5.1. ზედადევიონური გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები.....	60
5.2. გვიანვარისკული გრანიტოიდები	66
5.3. კამბრიულამდელი ლეიკოკრატული პლაგიოგრანიტები	68
6. ლოქის კრისტალური მასივის ფორმირების გეოდინამიკური პირობები	75
დასკვნები.....	78
ლიტერატურა.....	83

შესავალი

ლოქის კრისტალური მასივის 1:50 000 მასშტაბის ციფრული გეოლოგიური რუკის განმარტებითი ბარათი მონოგრაფიული ხასიათისაა. იგი მოიცავს ვრცელ მეცნიერულ ინფორმაციას მასივის შემადგენელი გეოლოგიური ერთეულების გავრცელებისა და მათი ამგები ქანების სტრუქტურების, ასაკისა და ნივთიერი შედგენილობის შესახებ. დეტალურადაა განხილული მეტამორფიტების ჩამოყალიბების პირობები, მოცემულია მათი საყრდენი მინერალური ასოციაციები, დადგენილია რეგიონული და კონტაქტური მეტამორფიზმის ეტაპები და მაგმატიკების გენეტურ-გეოდინამიკური ტიპები. დეტალური გეოლოგიური და ანალიტიკური კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე, შემუშავებულია ლოქის კრისტალური მასივის ფორმირების პეტროგენული და გეოდინამიკური მოდელები. დეტალური გეოლოგიური და ანალიტიკური კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე, შემუშავებულია ლოქის კრისტალური მასივის ჩამოყალიბების პეტროგენეტიური და გეოდინამიკური მოდელები.

უკანასკნელი მონაცემებით, ლოქის კრისტალური მასივის ალპურამდელი ფუნდამენტი წარმოდგენილია ავტოქთონური ზედადევონური გნეისებრივი კვარციანი დიორიტებით, ქვედა- შუაპალეოზოური მეტამორფიტების ალოქთონური ფირფიტებით, მათ შორის – ტექტონიკური მელანჟით და კამბრიულამდელი ოფიოლიტური კომპლექსის ბაზიტებით, ასევე ყველა ჩამოთვლილი ქანის გამკვეთი ზედაპალეოზოური, იურული და ცარცული მაგმატიკებით. მეტამორფული კომპლექსის ალოქთონური ფირფიტები ერთმანეთისგან განსხვავდება ქანების შედგენილობით, მეტამორფიზმის ხარისხით და მათში განვითარებული ფიქლებრიობისა და ზოლიანობის ორიენტაციით.

ლოქის კრისტალური მასივის 1:50 000 მასშტაბის ციფრული გეოლოგიური რუკა შეიქმნა შესაბამისი მეთოდოლოგიის გამოყენებით. კერძოდ, ჩატარდა დეტალური საველე სამუშაოები, შედგა საყრდენი ჭრილები, შეგროვდა მდიდარი ქვიური მასალა, ჩატარდა მასალის მიკროსკოპული აღწერა, შესრულდა ანალიტიკური კვლევა. მინერალების მიკროზონდური ანალიზი ჩატარდა რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის მადნეული საბადოების, პეტროგრაფიის, მინერალოგიისა და გეოქიმიის ინსტიტუტის მინერალური ნივთიერების ანალიზის ლაბორატორიაში, მიკროზონდის - JEOL JXA-8200 გამოყენებით, ხოლო ნაწილი კი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სპექტრული მეთოდით კვლევის რესპუბლიკურ ცენტრში, ხელსაწყოზე "Camebax". პეტროგენული, იშვიათი და იშვიათმიწა ელემენტების შემცველობები განისაზღვრა რენტგენოფლოუორესცენციული სპექტრომეტრის XRF (SPECTRO Analytical – XEP04, SPECTROSCOUT) საშუალებით.

ბით. რუკის ციფრული ვერსიის შესაქმნელად, საველე სამუშაოების შედეგებზე დაყრდნობით, შეიქმნა გეო-საინფორმაციო ბაზები, რომლებიც მოიცავს ინფორმაციას ქანების გეოლოგიური ასაკის, ტექტონიკური რღვევების, რეგიონული მეტამორფიზმის ფაციესებისა და სუბფაციესების, მაგმატიტების ფორმირების პეტროლოგიური და გეოდინამიკური ტიპებისა და სხვათა შესახებ.

წარმოდგენილ რუკაზე დაზუსტებულია რიგი გეოლოგიური წარმონაქმნის კონტურები და ცალკეული ალოქთონური ფირფიტის საზღვრები. რუკა თავისი დატვირთვით სიახლეს წარმოადგენს რეგიონისთვის. კერძოდ: მეტამორფული წარმონაქმნები კარტირებულია ფაციესების დონეზე; მოტანილია მეტამორფიტების საყრდენი წონასწორული მინერალური პარაგენეზისები; დატანილია მასივის ფარგლებში რუკის ავტორების მიერ დადგენილი შლიხური ოქროს გამოვლინება.

შრომაში მოტანილია მეტამორფიტებისა და მაგმატიტების პეტროგეოქიმიური და მინერალთა მიკროზონდული კვლევის ახალი მდიდარი ფაქტობრივი მასალა, რომლის გამოყენებით აგებულია მრავალი ინფორმაციული დიაგრამა; დადგენილია მეტამორფული ქანების ფორმირების P-T პირობები და მაგმატიტების გენეტურ-გეოდინამიკური ტიპები; გამოყოფილია მეტამორფიზმის ეტაპები; არსებული მონაცემებისა და ავტორთა მიერ ჩატარებული დეტალური შესწავლისა და თანამედროვე დონის ანალიტიკური კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე, შემუშავებულია ლოქის კრისტალური მასივის ფორმირების პეტროგენეტური და გეოდინამიკური მოდელები.

პირობითი ნიშნები

Ab - ალბიტი	Ep - ეპიდოტი	Prl - პიროფილიტი
Act - აქტინოლითი	Fph - ფერიფენგიტი	Scp - სკაპოლიტი
And - ანდალუზიტი	Ged - ჟედრიტი	Ser - სერიციტი
Andr - ანდრადიტი	Gr - გრაფიტი	Sil - სილიმანიტი
Ank - ანკერიტი	Grs - გროსულარი	Spn - სფენი
Ath - ანტოფილიტი	Grt - გრანატი	Sps - სპესარტინი
Bt - ბიოტიტი	Hbl - რქატყუარა	St - სტავროლითი
Cal - კალციტი	Hyp - ჰიპერსტენი	Srp - სერპენტინი
Cb - კარბონატი	Ky - კიანიტი	Stp -
Chl - ქლორიტი	Mc - მიკროკლინი	სტიპლომელანი
Cld - ქლორიტოიდი	Ms - მუსკოვიტი	Tlc - ტალკი
Cpx-კლინოპიროქსენი	Or - ორთოკლაზი	Tr - ტრემოლიტი
Cum - კუმეიტონიტი	Pg - პარაგონიტი	Tur - ტურმალინი
Crd - კორდიერიტი	Pl - პლაგიოკლაზი	Qz - კვარცი
Czo - კლინოცოიზიტი	Ph - ფენგიტი	Ves - ვეზუვიანი
Dol - დოლომიტი	Pmp - პუმპელიტი	Zo - ცოიზიტი
Di - დიოპსიდი	Prh - პრენიტი	

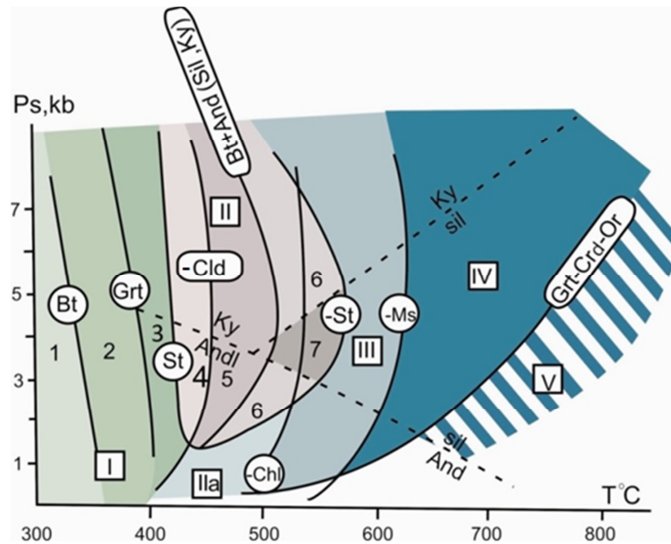
მინერალების აღმნიშვნელი პირობითი ნიშნები მოცემულია დ. ვიტნეისა და ბ. ევანსის (Whitney and Evans, 2010) მიხედვით.

რიცხვები რკინა-მაგნეზიური მინერალების სიმბოლოებთან (Grtss) აღნიშნავს მათ საერთო რკინიანობას - $Fe/(Fe+Mg)\%$, პლაგიოკლაზებთან - მის ნომერს (Pl^{30}), ხოლო კალციტებთან - CaO შემცველობას ($Cal_{\%}$).

*არაწონასწორული მაგმური მინერალების რელიქტები.

1. ნაშრომში გამოყენებული მეტამორფული ფაციესებისა და სუბფაციესების სქემა

ნაშრომში გამოყენებულია მეტამორფული ფაციესებისა და სუბფაციესების პეტროგენული სქემა (Кориковский, 1979), რომელიც შრომაში გამარტივებული სახითაა წარმოდგენილი (სურ. 1).



სურ. 1. მეტამორფული ფაციესებისა და სუბფაციესების გამარტივებული სქემა (Кориковский, 1979). რომელიც ციფრებით აღნიშნულია ფაციესები, არაბულით - სუბფაციესები, მინერალების სიმბოლოებით კი - კრიტიკული მინერალების ან პარაგენეზის გაჩენა და გაქრობა (-).

ველი I შეესაბამება მწვანე ფიქლების ფაციესის სამ ტემპერატურულ სუბფაციესს: ბიოტიტურამდელს (ქლორიტ-სერიციტულს), ბიოტიტურს და გრანატულს (1-3), რომლებიც ერთმანეთისგან გამიჯნულია ბიოტიტისა და გრანატის იზოგრაფებით.

ტემპერატურის მატებასთან ერთად, მწვანე ფიქლების ფაციესს ანაცვლებს სტავროლითური ფაციესი (ველი II), რომელიც შემოსაზღვრულია იზობარით, სადაც წნევის მნიშვნელობა მეტია 1.5 კბარზე, ხოლო ტემპერატურული საზღვრები კი შეესაბამება ველს, რომელიც შემოიფარგლება სტავროლითის გაჩენითა და გაქრობით. ამ ფაციესში გამოიყოფა სტავროლით-ქლორიტოიდული, სტავროლით-ქლორიტული და სტავროლით-

ბიოტიტ-ანდალუზიტური (სილიმანიტური, კიანიტური) სუბფაციესები. Al_2SiO_5 პოლიმორფიზმის სტაბილურობა განპირობებულია წნევით. სტავროლითური ფაციესის მცირე სიღრმული ($P_s < 1.5$ კბარი) ანალოგია ბიოტიტ-ქლორიტ-ანდალუზიტ-მუსკოვიტური სუბფაციესი (ველი IIa).

სტავროლითის ($P_s < 1.5$ კბარი) ან ქლორიტის ($P_s < 1.5$ კბარი) პროგრესული დაშლის შედეგად გამოიყოფა ბიოტიტ-მუსკოვიტიანი გნეისებისა და რქაულების ფაციესი (ველი III), რომლის კრიტიკული პარაგენეზისია $Ms + Qz$. ეს უკანასკნელი სხვადასხვა ტემპერატურისა და წნევის პირობებში გვხვდება თიხამიწის სილიკატებსა და მინდვრის შპატთან ერთად. სტავროლითური და ბიოტიტ-მუსკოვიტ-გნეისური ფაციესების გაერთიანებული ველი შეესაბამება ტრადიციულ ეპიდოტ-ამფიბოლიტურ ფაციესს.

მუსკოვიტის საბოლოო დაშლის შემდეგ, გამოიყოფა ბიოტიტ-სილიმანიტ-კალიუმის მინდვრის შპატური (ველი IV) და გრანატ-კორდიერიტ-ბიოტიტ-სილიმანიტ-კალიუმის მინდვრის შპატური (ველი V) ფაციესები.

დიაგრამაზე (სურ. 1) გამოყოფილია შემდეგი სუბფაციესები: 1 - ქლორიტ-სერიციტული (ბიოტიტურამდელი), 2 - ბიოტიტური, 3 - გრანატული (ალმანდინ-ქლორიტ-ქლორიტოიდული), 4 - სტავროლით-ქლორიტოიდული, 5 - სტავროლით-ქლორიტული, 6 - სტავროლით-ბიოტიტ-ანდალუზიტური (კიანიტური), 7 - სტავროლით-სილიმანიტური.

ქვემოთ მოცემულია თითოეული სუბფაციესისთვის დამახასიათებელი მინერალური პარაგენეზისები სხვადასხვა ტიპის ქანებში: 1 - მაღალთიხამიწიან მეტაპელიტებში; 2 - K_2O გაჯერებულ მეტაპელიტებში; 2a - კორდიერიტიან მაგნეზიურ მეტაპელიტებში; 3 - K_2O გაუჯერებელ მეტაპელიტებში; 4 - კალიუმის მინდვრის შპატთან მეტაპელიტებში და არკოზებში; 5 - $K-Na$ მეტაფსამიტებში, Na მეტაპორფიროიდებში; 6 - მეტაბაზიტებში, კარბონატულ მეტაქვიშაქვებში, ფუძე ტუფებში; 7 - კარბონატულ-სილიკატურ ქანებში.

I - მწვანე ფიქლების ფაციესი

1. ბიოტიტურამდელი (ქლორიტ-სერიციტული) სუბფაციესი

1. $Prl + Ser + Chl + Qz \pm Cl_{Fe}$
2. $Chl + Ser \pm Ab + Qz$
3. $Prl + Chl \pm Cl + Qz$, $Stp + Chl \pm Tlc_{Fe-Mg} + Qz$
4. $Chl + Ser \pm Stp + Mc + Ab + Qz$
5. $Chl + Ser \pm Ep \pm (Ank, Cal) + Ab + Qz$

6. Chl+Ep+Act±Pmp±(Ank, Cal)+Ab+Qz
7. Cal±Dol±Pmp±Tr±Chl

2. ბიოტიტური სუბფაციისი

1. Cld+Prl>(And, Ky)+Ser+Chl+Qz
2. Chl₀₋₁₀₀+Ser±Ab±Qz (Stp)
3. Cld+Chl± And(Ky)+Qz, Stp+Chl±Cum_{Fe}±Tlc_{Fe-Mg}+Qz
4. Bt+Chl+Ser+Mc+Ab+Qz
5. Chl₀₋₁₀₀+Ser+Bt±(Ank, Cal)±Ep+Ab+Qz
6. Act_{Al2O3< 4%}+Chl+Ep±(Ank, Cal)+Ab+Qz (±Hrb_{მოცისფრო, მოლურჯო-მწვანე})
7. Tr+Chl+Czo+Cal(±Ank)

3. გრანატული (ალმანდინ-ქლორტ-ქლორიტოიდული სუბფაციისი)

1. Cld+And(Ky)+Chl_{75<}+Ser+Qz, Grt₉₃₋₁₀₀+Cld+Chl_{75<}+Ser+Qz
2. Grt₉₃₋₁₀₀+Chl_{75<}+Ser±Ab(Pl)+Qz
3. Cld+Chl±Grt±And(Ky)+Qz, Cum+Chl±Grt±Stp+Qz
4. Bt+Ser+Mc+Ab(Pl)+Qz
5. Bt±Grt₉₃₋₁₀₀+Chl_{75<}+Ser±Ep+Ab(Pl)+Qz
6. Hrb_{მოცისფრო-მწვანე}(±Act_{Al})+Chl_{75<}+Ep±(Ank, Cal)±Grt+Ab(Pl)+Qz

II - სტავროლითური (ეპიდოტ-ამფიბოლიტური) ფაციესი (Ps>1.5 კბარი)

1. სტავროლით-ქლორიტოიდული სუბფაციისი

1. St+Cld±Chl+And(Ky)+Ms+Qz, Cld+Grt₈₅₋₁₀₀+Chl_{60<}±Bt+Ms+Qz
2. Grt₈₅₋₁₀₀+Bt+Chl_{60<}+Ms±Qz
- 2a. Bt_{Mg}+Crd_{Mg}+Chl+Ms+Qz (მხოლოდ And-Sil კომპლექსში)
3. St+Cld±Grt±And(Ky)+Qz, Cum+Chl±Grt±Qz
4. Bt+Ms+Mc±Grt+Pl+Qz
5. Bt±Grt₈₅₋₁₀₀+Chl_{60<}+Ms±Ep+Pl+Qz
6. Hrb_{მოცისფრო-მწვანე}+Chl_{60<}+Ep±(Ank, Cal)±Grt+Pl+Qz
7. Tr(Hrb_{უფერო})+Chl+Czo(Zo)+Cal(Ank)±Scp±(Grs-Andr)

2. სტავროლით-ქლორიტოიდული სუბფაციისი

1. St+Chl_{50<}+And(Ky)+Grt+Ms+Qz
2. Bt+Grt₈₀₋₁₀₀+St+Chl_{50<}+Ms+Qz
- 2a. Bt_{Mg}+Crd_{Mg}+Chl+Ms+Qz (And-Sil ტიპის კომპლექსში)
3. St+Grt+And(Ky)±Chl+Qz, Cum±Chl±Ath+Grt+Qz

4. $Bt+Ms+Mc\pm Grt+Pl+Qz$
5. $Bt\pm Grt_{80-100}\pm Chl_{45<}+Ms\pm Ep+Pl+Qtz$
6. $Hbl_{\text{მოცისფრო-მწვანე}}+Chl_{50<}+Ep\pm(Ank, Cal)\pm Grt_{80-100}+Pl+Qz$
7. $Hbl_{\text{უფერო}}+Chl+Czo(Zo)\pm Cal\pm Scp\pm(Grs-Andr)$

3. სტავროლით-ბიოტიტი-ანდალუზიტური (კიანტიტური) სუბფაციისი

- 1-2. $St+And(Ky)+Grt+Bt_{75-100}+Ms+Qz$
- 2a. $Bt_{Mg}+Chl_{0-30}+Crd_{0-15}+Ky+Ms+Qz$ (Ky-Sil კომპლექსში),
 $Bt\pm Chl+Crd_{0-30}+And+Ms+Qz$ (And-Sil კომპლექსში)
3. $Ged+Ky+St+Grt+Qz$ (Ky-Sil კომპლექსში),
 $St+Cor+Grt+Andl+Qz$ (And-Sil კომპლექსში), $Cum+Grt\pm Ged+Qz$
4. $Bt+Ms+Mc+Grt+Pl+Qz$
5. $Bt+Grt_{75-100}+Ms\pm Ep+Hbl+Pl+Qz$
6. $Hbl_{\text{მოცისფრო-მწვანე}}\pm Chl+Ep\pm Cal\pm Grt_{75-100}+Pl+Qz$
7. $Hbl_{\text{უფერო}}\pm Cpx+Cro(Zo)\pm Chl+Cal\pm Scp\pm(Andr-Gross)$

4. სტავროლით-სილიმანიტური სუბფაციისი ($Ps=3-4$ კბარის პირობებში)

- 1-2. $St+Sil+Grt_{70-100}+Bt+Ms\pm Pl+Qz$
- 2a. $Bt(\pm Chl)\pm Crd_{0-20}+Sil+Ms+Qz$ (Ky-Sil კომპლექსში),
 $Bt(\pm Chl)+Crd_{0-35}+Sil+Ms+Qz$ (And-Sil კომპლექსში)

IIa - ბიოტიტ-ქლორიტ-ანდალუზიტ-მუსკოვიტური სუბფაციისი
 ($Ps\leq 1.5$ კბარი)

- 1-2. $And+Bt\pm Grt+Ms+Qz$
- 2a. $And+Bt+Chl+Ms+Qz$, $And+Crd+Chl+Ms\pm Qz$
3. $Crd\pm Grt\pm Chl+Ged+Qz$, $Cum+Chl+Ged(Ath)\pm Crd+Qz$
4. $Bt+Ms+Mc+Pl+Qz$
5. $Bt+Chl+Ms\pm Ep+Pl+Qz$
6. $Hrb_{\text{მოცისფრო-მწვანე}}+Chl\pm Cum\pm Cal\pm Ep+Pl+Qz$

III - ბიოტიტ-მუსკოვიტიანი გნეისებისა და რქაულების ფაციესი

- 1-2. $Sil(Ky, And)+Bt+Grt+Ms\pm Mc+Pl+Qz$
- 2a. $Sil(Ky, Andl)+Bt+Grt+Ms\pm Mc+Pl+Qz$
3. $Ged+Sil+Grt+Crd+Qz$ (Ky-Sil კომპლექსში),
 $Crd+Grt+Sil+Qz$ (And-Sil კომპლექსში)
- $Hyp_{Fe}+Cum+Grt\pm Ged+Qz$

4. $Bt+Mc\pm Grt\pm Ms+PI+Qz$
5. $Bt+Grt+Ms\pm Ep\pm Hbl+PI+Qz$
6. $Hbl_{\text{მწვანე(რუხ-მწვანე)}}+Czo(Zo)\pm Grt+PI+Qz$
7. $Hbl_{\text{უფერო ან მწვანე}}+Cpx+Czo(Zo)+Cal+Scp\pm(Andr-Gross)$

მაღალტემპერატურული ფაციესები - ბიოტიტ-სილიმანიტ-კალიუმის მინდვრის შპატური (ველი IV) და გრანატ-კორდიერიტ-ბიოტიტ-სილიმანიტ-კალიუმის მინდვრის შპატური წინამდებარე ნაშრომში არ არის განხილული, რადგან ისინი ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში არ გვხვდება.

2. ლოქის კრისტალური მასივის შესწავლილობა და გეოლოგიური აგებულება

ლოქის კრისტალური მასივი შიშვლდება საქართველოს ტერიტორიაზე, დაახლოებით 400 კმ² ფართობზე. მასივი წარმოდგენს სომხით-ყარაბაღის ტექტონიკური ზონის ალპურამდელი სუბსტრატის შვერილს და მიეკუთვნება ბეიბურთ-სევანის ტერენს (სურ. 2).

საქართველოს სახელმწიფო გეოლოგიურ რუკაზე (П.Гамкრელიძე и др., 1958) ლოქის მასივის შემადგენლობაში კარტირებულია მხოლოდ პალეოზოური ასაკის მეტამორფული კომპლექსი, კვარციანი დიორიტები და გრანიტები.

გასული საუკუნის ბოლომდე, მეტამორფული კომპლექსი განიხილებოდა როგორც ერთიანი წყება, რომელიც წარმოდგენილი იყო სხვადასხვა ხარისხით მეტამორფიზებული ქანების დასტებით. მათი დედაქანების ასაკი, ძირულის კრისტალური მასივის მეტამორფიტების ანალოგიურად, ადრეპალეოზოურად ითვლებოდა. მეტამორფული კომპლექსის ცალკეული ნაწილების გარდაქმნის ხარისხს განაპირობებდა შემდეგი პირობები: მათი განლაგება სხვადასხვა სიღრმეზე (Джавахишвили, 1958, 1961; Хуцишვილი, 1978), მეტამორფიზმის შერჩევითი ხასიათი (Джавахишვილი, 1961) და დედაქანების ნაირგვარობა (Заридзе, Татришвили, 1953, 1959). აღინიშნებოდა, აგრეთვე, გრანიტოიდების კონტაქტური ზემოქმედება შემცველ ქანებზე (Казхашვილი, 1941). წინა მკვლევარები მეტამორფულ კომპლექსს აკუთვნებდნენ აგრეთვე, მასივის უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში გამოშვლებულ მეტაგაბრო-ამფიბოლიტებს (Заридзе, Татришვილი, 1953;

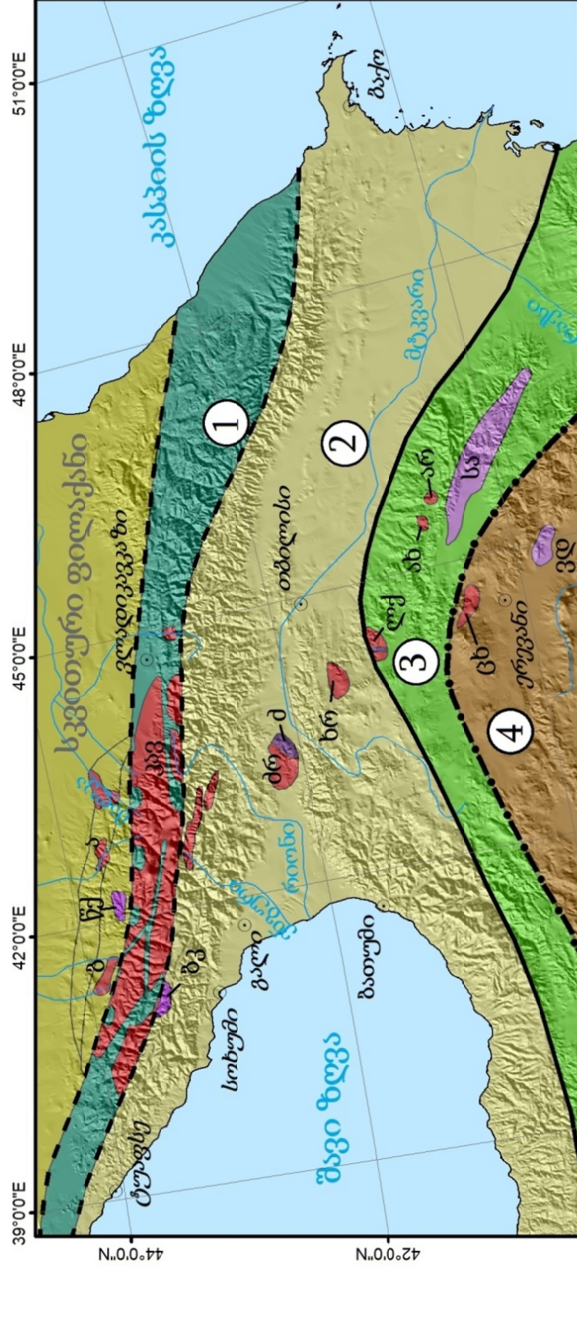
Хуцишвили, 1978). აღსანიშნავია, რომ ამ წარმონაქმნებს გ.ზარიძე და ნ.თათრიშვილი (Заридзе, Татришвили, 1953₂) მელანოკრატიული ფუნდამენტის ნაწილად მიიჩნევდნენ, რომელზეც განლაგებული იყო მეტამორფიტების დედაქანები. შემდგომ, გ.ზარიძემ (Заридзе, 1970) გამოთქვა საინტერესო მოსაზრება, რომ აღნიშნული ბაზიტები, კავკასიის სხვა ანალოგიურ ბაზიტებთან ერთად, წარმოადგენდა კავკასიის პალეოზოური გეოსინკლინის ბაზალტურ ოკეანურ საგებს. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, მ.ხუციშვილი (Хуцишвили, 1978) ლოქის კრისტალური მასივის მეტაბაზიტებს ზედა რიფეულს აკუთვნებდა.

მკვლევართა ნაწილი (Казахашვილი, 1941; Джавахიშვილი, 1951, 1958; Заридзе, Татришვილი, 1953₂, 1959) მიიჩნევდა, რომ ლოქის კრისტალური მასივის გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები და გრანიტები ერთი ასაკისაა და კალედონური ან ვარისკული წარმონაქმნებია. სხვა მკვლევარები (Грушевой, 1941; П. Гамკრელიძე, 1949; Иваницкий, Мგელიაშვილი, 1971; Хуцишვილი, 1978; С. Кекеклия и др., 1990; Бартинцкий и др., 1992; Вашакидзе, 1999, 2000) ვარაუდობენ, რომ კვარციანი დიორიტები კამბრიულამდელი, ან პალეოზოური ასაკისაა, ხოლო გრანიტები კი - კალედონურ ან ვარისკულ ოროფაზისებს უკავშირდება.

ამჟამად, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების ცირკონების U-Pb ასაკი - $370 \pm 59 - 35$ მლნ.წ (Бартинцкий и др., 1992; Вашакидзе, 1999, 2000) და გრანიტების K-Ar (15 განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკული სიდიდე) ასაკი - 327 ± 6 მლნ.წ (Дудаური и др., 1999; Вашакидзе, 2000) ეჭვგარეშე ადასტურებს, რომ კვარციანი დიორიტები გვიანვარისკულამდელი (გვიანდევონური), ხოლო გრანიტები გვიანვარისკული წარმონაქმნებია.

გარდა კვარციანი დიორიტებისა და გრანიტებისა, ე. გამყრელიძის, დ. შენგელიასა და სხვ. მიერ (Гамკრელიძე, Шенგелиა и др., 1999) ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში დადგენილ იქნა მეტაბაზიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან სივრცობრივად დაკავშირებული ლეიკოკრატიული პლაგიოგრანიტები.

ე. გამყრელიძის, დ.შენგელიასა და სხვ. (Gamkrelidze et al., 1999; Гамკრელიძე и др., 1999, Гамკრელიძე, Шенგелиა, 2005) მონაცემებით, ლოქის მეტამორფული კომპლექსის შემადგენელი ქანების ნაირგვარი შედგენილობა და მათი მეტამორფიზმის სხვადასხვა ხარისხი აიხსნება მათი ალოქთონურ-ქერცლოვანი აგებულებით და, მხოლოდ ნაწილობრივ, მათზე პოსტმეტამორფული გრანიტების გავლენით. ამავე დროს, ბაზიტები მეტა-



სვეტიური ვილაჯხნი: ა. წანა ქედის ზონა, ბ. ბუჩახინის ზონა

აგრეთული ტერიტორიები

- 1 კავკასიონის ტერიტორია
- 2 შვი ზღვა-ცენტრალური ამურკავკასიის ტერიტორია
- 3 ბუბუნთი-სევანის ტერიტორია
- 4 ირან-აღანუთის ტერიტორია

ობლდურბუღელო იფიოლოტური ფორფიტები

- ა. ლუკამადელი ფუნდამენტის გამოსავლები
- ბ. ალბურბუღელო იფიოლოტური ფორფიტები
- გ. ნეობურბუღელო ასაკის
- დ. პალეოზოოლოგი ასაკის
- ე. მეზოზოოლოგი ასაკის

ობლდურბუღელო იფიოლოტური სუტურები

- ჰ. ქედა და შუბაზოოლოგი ასაკის (არბიზის და კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის მცირე ოკეანური აუზების ადგილმდებარეობის აღწინაგმელი)
- ი. პროტოზოოლოგი-ადრგალეოზოოლოგი ასაკის (პროტო-პალეოტეტიის ოკეანური აუზის ადგილმდებარეობის აღწინაგმელი)
- კ. მეზოზოოლოგი ასაკის (ნეოტეტიის ოკეანური აუზის ადგილმდებარეობის აღწინაგმელი)

ალბურბუღელო კრისტალური ფუნდამენტის გამოსავლები: კავ - კავკასიონის, ძრ - ძირულოს, ხრ - ხრამის, ლქ - ლოქის, ახ - ახუმის, არ - აროქაის, ცხ - ცხუნიაცის, ობლდურბუღელო იფიოლოტური ფორფიტები: წქ - წინა ქედის, ბგ - ბუმბუკანებისტაის, ძ - ძირულოს, სა - სევან-აკერის, ვდ - ვედის

სურ. 2. კავკასიის ტექტონიკური დარაიონება ტერიტორია საფეხველზე (Гамкrelidze, 1997).

მორფულ კომპლექსებში „უცხო სხეულად“ შეიძლება ჩაითვალოს (Gamkrelidze et al., 1999; Гамкრელიძე и др., 1999, Гамкრელიძე, Шенгелиა, 2005). დადგენილია, რომ კონტაქტი მეტამორფულ კომპლექსებსა და დევონურ კვარციან დიორიტებს შორის ტექტონიკურია. ავტორთა მიერ ჩატარებული კვლევის მონაცემები და კარტირების შედეგები ადასტურებს, რომ ლოქის კრისტალური მასივის მეტამორფული კომპლექსი, მათ შორის მეტაბაზიტები, ალოქთონური სხეულებია. ისინი შარირებულია ზედა-დევონურ გნეისებრივ კვარციან დიორიტებზე სუდეტური გრანიტების შემოჭრამდე. აღსანიშნავია, რომ მრავალ ადგილას აღინიშნება გრანიტების აქტიური კონტაქტური ზემოქმედება მეტამორფიტებსა და გნეისებრივ კვარციან დიორიტებზე.

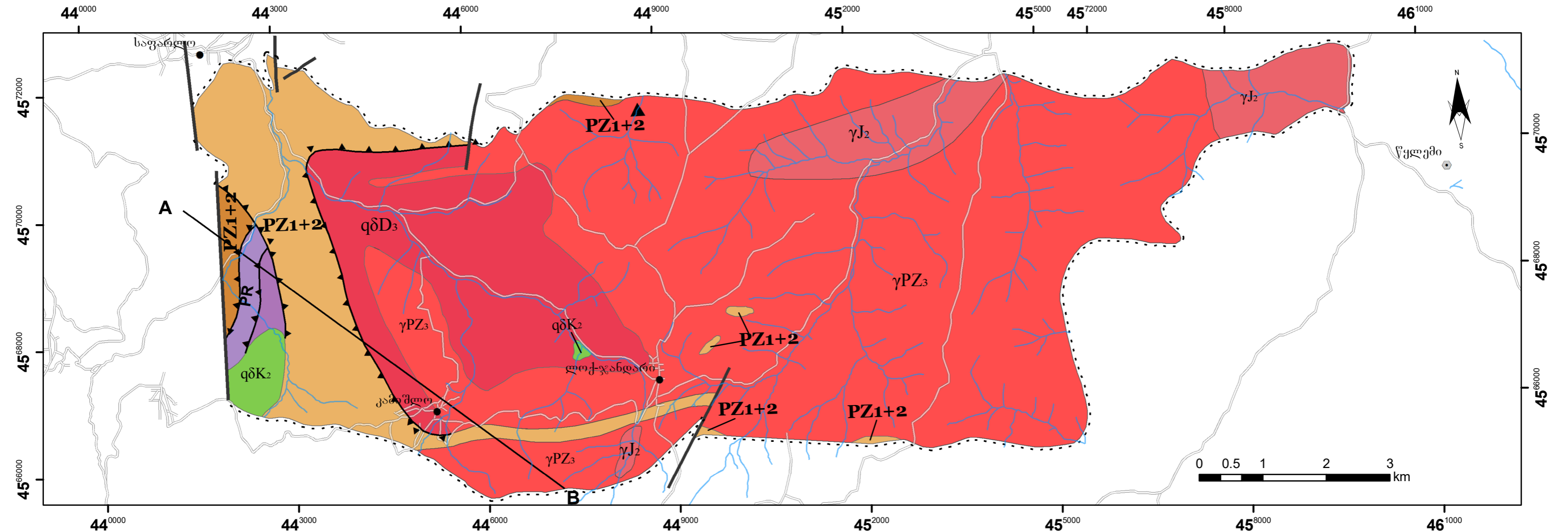
ამრიგად, ლოქის კრისტალური მასივის ალპურამდელი წარმონაქმნები წარმოდგენილია: ალოქთონური მეტამორფული კომპლექსით, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტებითა და გრანიტებით და, ასევე, ოფიოლიტურ კომპლექსთან დაკავშირებული ლეიკოკრატული დაიკებით (სურ. 3)

3. მეტამორფული კომპლექსი

ბოლო დრომდე ითვლებოდა, რომ ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში განვითარებული იყო ხუთი ალოქთონური ფირფიტა: საფარლოს, მოშევანის, ქვედაგორასწყლის, ზედაგორასწყლისა და ლოქ-ჯანდარის (Gamkrelidze et al., 1999; Гамкრელიძე и др., 1999, Гамკრელიძე, Шенგелиა, 2005). წინამდებარე ნაშრომის ავტორების ახალი მონაცემების მიხედვით, საფარლოს და ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტები გაერთიანებულია და მოიხსენიება საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ფირფიტის სახელწოდებით. ამ ფირფიტას ლოქის მასივის მეტამორფული კომპლექსის უდიდესი ნაწილი უკავია.

ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში კარტირებულია ოთხი ალოქთონური ფირფიტა (იხ. სურ. 3), რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდება როგორც შედგენილობით, ასევე მეტამორფიზმის ხარისხით და ხშირად, მათში განვითარებული ფიქლებრიობისა და ზოლოვნების ორიენტაციით. მასივის მეტამორფიტების ალოქთონური ბუნება პირველად დადგენილ იქნა ე. გამყრელიძის, დ. შენგელიას, ი. შველიძისა და გ. ვაშაკიძის მიერ (Гамკრელიძე и др., 1999; Gamkrelidze et al., 1999). მოგვიანებით,

ლოქის კრისტალური მასივის გეოლოგიური რუკა



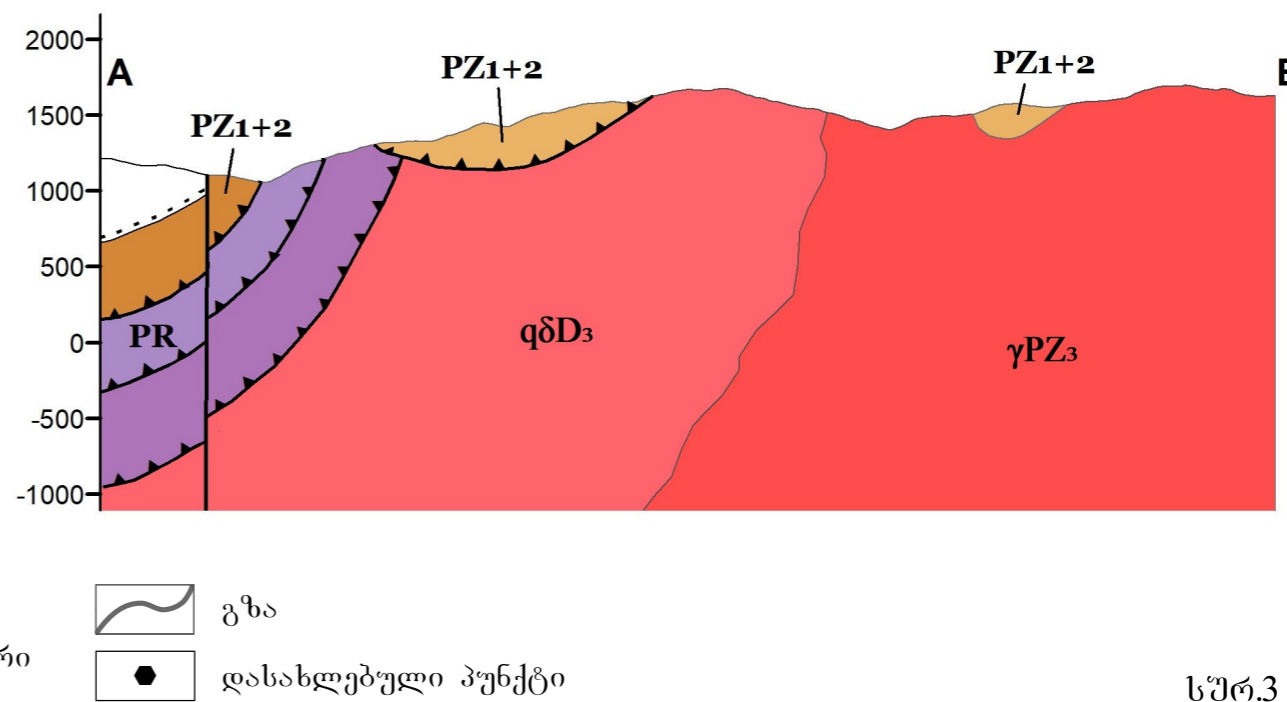
ალოქთონური ფირფიტები

- PZ1+2** საფარდო - ლოქჯანდარის ალოქთონური ფირფიტა (ქვედა?- შუაპალეოზოური) - ქლორიტოიდ-ქლორიტ-ფენგიტიანი და ანკერიტ-სერიციტიანი ფიქლები, კვარციტები, ეპიდოზიტები, მეტაბაზიტები
- PZ1+2** მოშვეანის ალოქთონური ფირფიტა (ქვედა?- შუაპალეოზოური) - ქლორიტ-ორქარსიანი, ქლორიტ-ანდალუზიტ-ორქარსიანი და ქლორიტ-აქტინოლით-ეპიდოტ-ალბიტის ფიქლები
- PR** ქვედაგორასწყლის (კამბრიულამდელი?) ოფიოლიტი
- ზედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტა (მელანუი) - ანდალუზიტის ფიქალი, კვარციტი და მეტაბაზიტები

ინტრუზივები

- qdK2** ზედაცარცული კვარციანი დიორიტ-პორფირიტი
- γJ2** შუაიურული (ბათური) გრანიტოიდი
- γPZ3** ზედაპალეოზოური (გვიანვარისკული) გრანიტი
- qdD3** ზედადეკონური გნეისებრივი კვარციანი დიორიტი

- ▲ ქვიშრობული ოქრო
- ტრანსგრესიული დანალექი საფარი (იურულ-მეოთხეული)
- ალპური რღვევები
- ▲▲▲ ალოქთონური ფირფიტების ბაზალური ზედაპირი



ლოქის კრისტალური მასივის მეტამორფული კომპლექსის ალოქთონურ-ქერცლებრივი აგებულება გაზიარებულ იქნა სხვა მკვლევარების მიერაც. მათ მიერ გამოყოფილია მეტამორფიტების შვიდი და გრანიტოიდების სამი ტექტონიკური ქერცლი (Abesadze и др., 2002). აღსანიშნავია, რომ მათი შეხედულება მეტამორფული კომპლექსების ტექტონიკური ქერცლების რაოდენობასა და ხასიათის შესახებ, ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა, ემთხვევა წინა ავტორების მონაცემებს. რაც შეეხება გრანიტოიდების ქერცლების გამოყოფას, ჩვენი აზრით, მათი არსებობა არ შეესება მება რეალურ სურათს. კერძოდ, აღნიშნული ავტორების (Abesadze и др., 2002) მიერ გამოთქმული მოსაზრება, რომელიც ეყრდნობა ო. ხუციშვილის (Хуцишвили, 1978) მონაცემებს, რომ კვარციანი დიორიტები თითქოს გაშიშვლებულია მხოლოდ ღრმა ხეობებში, ხოლო ჰიფსომეტრულად უფრო მაღალი მდებარეობა უკავია გვიანვარისკულ გრანიტებს, მოძველებულია. ჩვენი მონაცემებით, კვარციანი დიორიტები შიშვლდება მდინარეების ლოქ-ჯანდარისა და კამიშლოს წყალგამყოფ ქედზეც და სოფ. კამიშლოს მიდამოებშიც. ლოქ-ჯანდარის ფირფიტის მეტამორფიტები ყველგან ტექტონიკურად ეხება მხოლოდ კვარციან დიორიტებს, ხოლო უფრო აღმოსავლეთით, ლოქის მასივის სამხრეთ პერიფერიაზე, გვიანვარისკული გრანიტები კვეთს მეტამორფულ ფიქლებს, რომლებიც მათ შორის ვიწრო ზოლის სახით არის შემორჩენილი (იხ. სურ. 3). გვიანვარისკულ გრანიტებს, რომლებსაც ლოქის კრისტალური მასივის გაშიშვლებული ნაწილის დაახლოებით 2/3 უკავია, აქვს ინტრუზიული კონტაქტი, სავარაუდოდ, ზედადევიონური ასაკის გნეისებრივ კვარციან დიორიტებთან, ხოლო მასივის დასავლეთ და სამხრეთ პერიფერიაზე კი – მეტამორფულ კომპლექსებთანაც (Вашакидзе, 1999; Гамкрелидзе и др., 1999).

3.1. საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტა

საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტა შიშვლდება სოფ. საფარლოს მიდამოებსა და მდ.მდ. ლოქ-ჯანდარისა და მოშევანის ხეობებში.

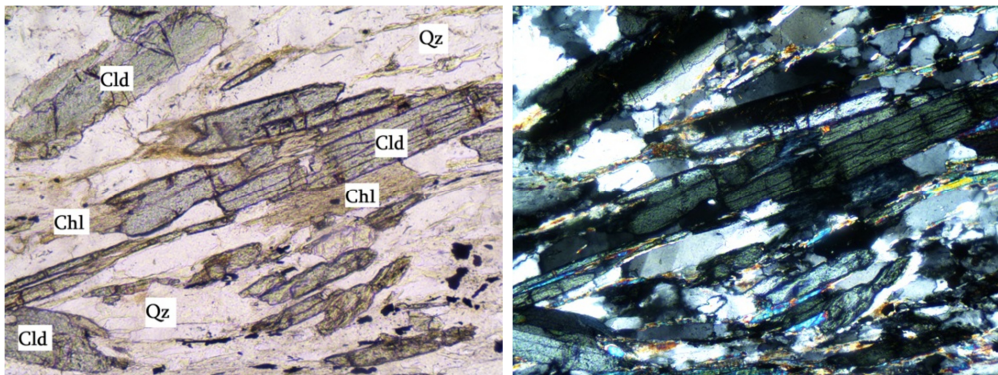
ლოქის კრისტალური მასივის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში, სოფ. საფარლოს მიდამოებში, მეტამორფიტები გაშიშვლებულია მდ.მდ. მოშევანისა და ყარასუს აუზებში (იხ. სურ. 3). მათი გამოსავლების სიგანე 1500 მ-ს აღწევს. დასავლეთით და ჩრდილოეთით მეტამორფიტები გადაფარულია

ლიასური ნალექებით. მათი ფიქლებრიობის მიმართულება, ზოგადად, სუბმერიდიანულია, თუმცა მკაფიოდ ფიქსირდება ჩრდილო მიმართულების დაძირული ანტიკლინური ნაოჭი ფრთების დაქანებებით - დასავლურის 300°, კუთხე 40° და აღმოსავლურის - 45-75°, კუთხე 45-80°.

სოფ. საფარლოს მიდამოებში განვითარებული ქანების მეტამორფიზმის ასაკი განსაზღვრულია K-Ar მეთოდით სერიციტული ფრაქციის მიხედვით და შეესაბამება 340-296±10 მლნ. წელს (Шенгелиა и др., 1989; Гамკრელიძე и др., 1999). ეს მონაცემები მიუთითებს შუა- გვიანკარბონულ დროზე, რაც გვიანვარისკული პოსტმეტამორფული გრანიტების გავლენით ქანების ბოლო გადახურების დროს ემთხვევა. სავარაუდოდ, მეტამორფიტების დედა ქნების ასაკი ქვედა- შუაპალეოზოურია.

ალოქტონური ფირფიტის ამ უბანზე ქანების დიდი ნაწილი წარმოდგენილია თიხამიწით გამდიდრებული მეტაპელიტებით - ქლორიტოიდ-ქლორიტ-ფენგიტიანი, ქლორიტოიდ-ქლორიტ-ბიოტიტიანი და, იშვიათად, გრანატიანი ფიქლებით. აქ გვხვდება აგრეთვე, მეტაბაზიტები და ეპიდოზიტები (ცხრ. 1).

ქლორიტოიდების შემცველი მეტამორფიტები თითქმის ერთნაირი შედგენილობისაა და წარმოდგენილია ქლორიტოიდით, ქლორიტით, სერიციტით, კვარცითა და, ზოგჯერ, გრაფიტით (სურ. 4).



სურ. 4. ქლორიტოიდიანი ფიქალი. საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქტონური ფირფიტა. სოფ. საფარლოს მიდამოები. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 100X.

ლოქის კრისტალური მასივის მეტამორფული კომპლექსების ქანების
მინერალური პარაგენეზისებო

ნომერის №	ტექტონკური ფირფიტები	მინერალური პარაგენეზისები
რეგიონული მეტამორფიზმის ქანები		
17	საფარლო - ლოქ- ჯანდარის ალოქტონური ფირფიტა სოფ. საფარლოს მიდამოები	$Cld_{85} + Chl_{62} + (Ph_{96}, Pg_4) + Qz$
112		$Cld_{84} + (Ph_{66-92}, Ms_{0-24}, Pg_{8-10}) + Chl_{63-65} + Qz$
105-6		$(Ph_{50-64}, Ms_{26-42}, Pg_{8-10}) + Cld + Qz$
116-6		$Cld_{71-72} + Chl_{50-51} + (Ph_{81}, Ms_8, Pg_{11}) + Qz + Gr$
106-6		$Cld_{82-94} + (Ph_{89}, Pg_{11}) + Chl_{58-62} + Qz$
4L		$Grt_{92-95} + (Ph_{36-47}, Ms_{31-44}, Pg_{22}) + Chl_{81} + Qz$
6L		$Bt-Ph_{46} + (Ph_{29}, Ms_{61}, Pg_{11}) + Chl_{60-61} + Gr + Qz$
5L		$Act_{28} + Chl_{26-29} + Pl^2 + Cal_{98} + Ep$
134-6		$Act_{24-35} + Ab + Chl + Ep + (Hbl_{46})^* + (Pl^{38-42})^*$
434		საფარლო - ლოქ- ჯანდარის ალოქტონური ფირფიტა მდ.მდ. ლოქ- ჯანდარის და მოშევეანის მიდამოები
353	$Ank_{25-41} + (Ph_{42}, Ms_{54}, Pg_4) + Chl + Gr + Qz$	
283	$Ank_{36-37} + (Ph_{79-96}, Ms_{0-17}, Pg_4) + Qz + Gr$	
290	$Ank_{36} + Ms-Ph + Qz + Gr$	
291	$(Ph_{45}, Ms_{60}, Pg_5) + Cb + Gr + Qz$	
292	$(Ph_{93-97}, Pg_{3-7}) + Chl + Cb + Qz$	
2	$Act_{36} + Chl + Ep + Ab + Cal$	
18	$Act_{40} + Act-Hbl_{35-42} + Chl_{42} + Pl^{5-13} + Cal_{99} + Ep$	
107-6	$Act_{41} + Act-Hbl_{38-45} + Chl + Ep + (Hbl_{41-48})^* + Pl$	
9L	$Act-Hbl_{45-47} + Chl_{40-43} + Pl^{11} + Cal_{100} + Ep + (Hbl_{53})^*$	
12L	$Chl_{39} + Ep + (Pl^{37})^* + (Hbl_{45-48})^*$	
8L	$Act-Hbl_{39} + Chl_{40} + Pl^3 + Ep + Cal$	
108-6	$Act-Hbl_{43} + Chl_{33-34} + Ab + Cal_{100} + Ep$	
25L	მოშევეანის ალოქტონური ფირფიტა	
740		$(Ph_{91}, Pg_0) + Chl_{71} + And + Bt + Qz$
22L		$Bt_{69} + (Ph_{20-26}, Ms_{67-72}, Pg_8) + Chl_{63} + And + Pl + Qz$
23L		$(Ph_{33-37}, Ms_{56-60}, Pg_{4-7}) + Grt_{89} + Chl_{44} + And + Pl + Qz$
73-90		$(Ph_{25}, Ms_{62}, Pg_{13}) + Bt_{74} + Chl_{48} + And + Pl + Qz$
13-C		$Pl + Hbl_{მწვანე} + Hbl_{ლურჯ-მწვანე} \pm Chl \pm Ep$
117-6		$Chl_{35-38} + Act + Ab + Cb$
109-6		$Chl_{43} + Cb + Ep$
53-98		$Crd + Bt + Ms + Pl + Qz$

17-98	ქვედაგორასწყლის ალოქტონური ფირფიტა	Cb+Chl+Spn+Ep+Cpx+(Pl ⁵⁴)*+(Hbl _{რუხი})*
138-98		Cb+Chl+Spn+(Cpx)*+(Hbl _{რუხი})*+(Pl ⁵²)*+(Hbl _{მწვანე})*
72-98		Act+Ab+Chl+Cb±Ep±Spn
79-98		Ab+Hbl _{ლურჯ-მწვანე} Act+Act-Hbl±Cb±Ab+Ep
83-98		Chl+Ab+Act
27-98		Srp+Chl+Cb+Tr±Tlc±Ab
30-98		Grt(Andr-Sps)+Cb+Spn+Tr+Chl+Tlc+Pr± Srp+(Cpx)*
68-98		Cb+Chl+Pr+Ab±Qz
66-98		Cb+Chl+Act+Ab
96-98		ზედაგორასწყლის ალოქტონური ფირფიტა
99-98	Ser(Ms)+Chl+And+Qz	
111-98	Crd+Bt+Ms±Gr+Qz±Chl	
93-98	Chl+Gr+Ab+And+Tur+Qz	
97-98	Gr+Qz	
94-98	Ser+Qz+Chl±Carb+Ab	
97-98	Act+Cb+Chl±Srp	
110-98	Ep+Cb+Grt+Spn+Ves±Ab±Qz	
102-98	Act+Chl+Ab+Ep+Cb+Spn	

კონტაქტური მეტამორფიზმის ქანები

70-98	ქვედაგორასწყლის ალოქტონური ფირფიტა (ოფიოლიტები)	Bt+Pl+Spn±Chl+Qz
151-6	საფარლო - ლოქ- ჯანდარის ალოქტონური ფირფიტა	Bt ₅₄₋₅₉ +Kfs ¹⁸⁻²⁵ +Pl ⁴¹ +Crd ₅₆ +And+Qz
149-6		Bt ₄₄ +And+Ms+Qz
110-6		(Ph ₅₂₋₈₇ , Ms ₆₋₃₈ , Pg ₇₋₁₀)+Bt+Chl ₆₀₋₆₄ +Ab+Qz
16L		Bt+And+Pl+Chl ₆₀₋₆₄ +(Ph ₂₉₋₃₆ , Ms ₅₉₋₆₄)+Qz
147D		Grt ₉₃ +Chl ₆₃₋₇₃ +(Ph ₂₉₋₄₄ , Ms ₄₆₋₆₀ , Pg ₁₀₋₁₁)+ Ab+Qz
149D		Grt ₉₁₋₉₄ +Chl ₇₁₋₇₂ +Ms+Ab+Qz
347		(Ph ₂₆₋₂₉ , Ms ₅₅₋₆₁ , Pg ₁₃₋₁₅)+Chl ₅₇₋₅₉ +Ab+Qz
440		(Ph ₁₉₋₃₅ , Ms ₅₆₋₇₁ , Pg ₉₋₁₀)+Chl±Bt+Qz
11L		Grt ₈₈₋₉₅ +(Ph ₃₁₋₃₆ , Ms ₄₇₋₆₁ , Pg ₈₋₁₇)+Pl ⁸ +Chl +Qz
62		Bt+(Ph ₂₆ , Ms ₆₃ , Pg ₁₁)+Chl+Grt+Qz
546		(Ph ₁₁₋₃₀ , Ms ₅₆₋₇₅ , Pg ₁₄)+ Chl ₄₈ +Pl+ Gr+Qz±Bt
147-6		Act-Hbl ₂₅₋₃₀ +Pl ³⁴⁻⁴¹

№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ჯანბო
116	25.00	0.07	23.83	26.49	1.59	14.47	0.05	0.03	-	-	91.52
106	23.94	0.10	20.64	29.32	0.53	15.30	0.15	-	-	-	88.98
	23.92	0.09	20.42	31.02	0.51	13.80	0.02	0.23	-	-	90.00
4L	28.08	0.04	20.08	32.75	0.35	4.22	0.99	0.72	0.84	-	88.81
6L	30.95	0.03	19.36	22.88	0.34	7.00	0.91	0.12	0.27	-	87.85
5L	27.92	0.07	20.44	16.74	0.21	26.16	0.05	-	0.01	-	91.60
	28.83	0.01	20.46	17.70	0.30	24.30	0.25	-	0.05	-	91.91
434	25.12	0.04	22.42	29.68	1.71	9.08	0.16	0.09	0.17	-	88.47
	23.96	0.04	22.87	29.81	1.36	9.93	0.15	0.64	0.07	-	88.83
18	27.30	0.04	17.63	26.26	0.67	19.90	0.20	0.08	0.01	-	91.99
9L	27.68	0.01	18.52	24.49	0.37	18.52	0.20	-	0.04	-	89.82
	27.94	0.05	18.22	23.87	0.31	19.87	0.14	-	0.02	-	90.42
12L	25.95	0.10	20.64	24.06	0.17	20.86	0.09	0.02	0.01	-	91.90
8L	29.45	0.01	17.95	22.7	0.47	19.6	0.20	-	0.08	-	90.38
108	27.99	0.16	17.52	19.22	0.46	21.27	0.08	-	0.01	-	86.71
	27.84	0.02	17.82	17.94	0.36	19.77	2.02	0.15	0.01	-	85.93
17	24.55	-	39.85	26.07	1.41	2.51	-	-	0.01	-	94.39
	25.01	0.01	39.57	25.74	1.47	2.43	-	0.02	0.01	-	94.26
112	24.51	0.02	39.35	24.96	3.20	2.70	0.01	0.06	0.03	-	95.86
	26.63	0.02	39.79	24.57	3.39	2.67	-	0.06	0.02	-	94.14
106	25.11	-	39.94	24.75	1.20	2.77	-	-	-	-	93.78
	25.31	0.01	40.53	24.15	0.86	2.98	0.01	-	-	-	93.87
	25.16	0.03	40.30	24.18	0.88	2.93	0.03	0.30	-	-	93.78
	25.73	-	39.83	24.51	0.84	3.15	-	-	-	-	94.08
116	25.12	-	39.68	22.48	2.75	4.84	0.01	-	-	-	94.89
151	24.79	0.01	39.25	22.28	3.01	5.18	0.01	0.01	-	-	94.53
	25.16	-	39.44	21.70	3.35	4.69	-	0.10	0.02	-	94.46
	24.36	0.02	39.72	22.88	2.84	5.04	0.01	0.01	0.02	-	94.94
ბიონატიონალური											
ბიონატიონალური											

№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ჯანბი
151	25.05	0.02	39.95	21.96	2.71	4.94	-	-	0.02	-	94.65
	35.70	4.94	14.52	22.99	0.22	10.55	0.05	0.26	8.06	-	97.27
	35.36	5.28	14.39	22.92	0.24	10.16	0.04	0.12	8.22	-	97.78
	34.56	5.35	14.40	23.00	0.21	11.13	0.04	0.23	9.20	-	98.16
	35.20	5.06	16.08	22.72	0.19	8.88	0.02	0.32	9.68	-	98.17
	36.86	4.20	15.15	19.21	0.07	13.77	0.05	0.00	8.18	-	97.49
739	35.39	2.06	21.49	24.10	0.85	4.96	0.03	0.10	7.55	-	96.53
22L	34.49	2.78	20.63	24.84	0.57	6.17	0.07	0.00	8.08	-	97.63
4L	38.58	0.19	19.62	17.25	20.43	0.54	3.24	0.15	-	-	100.0
	38.59	0.24	19.84	18.68	18.95	0.93	2.94	0.06	0.01	-	100.3
343	34.87	0.08	17.52	25.06	20.75	0.92	1.05	0.16	0.01	-	100.4
	34.87	0.06	17.69	24.95	20.24	1.71	1.08	0.19	0.05	-	100.8
	34.98	0.02	17.93	24.20	20.02	1.80	1.15	0.02	0.08	-	100.2
	34.96	0.07	18.18	25.28	20.56	0.97	1.25	-	0.01	-	100.28
	35.42	0.03	19.33	32.86	9.65	1.67	0.77	-	-	-	99.74
147	35.27	0.07	19.42	32.93	10.04	1.69	0.78	0.04	0.01	-	100.25
	35.10	0.10	19.92	33.02	9.61	1.64	0.84	0.02	-	-	100.24
	35.18	0.04	20.07	32.23	10.06	1.77	0.68	0.06	0.02	-	100.11
	33.09	0.11	19.03	35.76	10.03	1.37	0.16	0.29	0.01	-	99.85
	33.90	0.10	20.54	33.77	9.11	1.96	0.22	0.09	0.11	-	99.80
5L	33.39	0.07	19.25	33.77	9.11	1.96	0.22	0.09	0.11	-	99.80
	55.53	0.02	2.22	9.66	0.50	19.25	12.97	0.34	0.03	-	100.52
2	53.06	0.04	1.70	16.01	1.43	16.05	10.47	0.33	0.07	-	99.16
	51.74	0.12	4.41	15.08	0.45	15.73	10.71	0.73	0.16	-	99.06
134	54.00	0.04	2.27	14.02	0.49	17.00	11.07	0.02	0.02	-	99.11
	55.08	0.00	1.63	11.21	0.32	18.58	10.72	0.03	0.04	-	98.11
	53.05	0.04	3.35	15.46	0.52	14.08	11.05	0.93	0.04	-	98.52
	52.02	0.08	4.38	14.50	0.46	16.08	10.94	1.25	0.06	-	99.78
18	53.45	0.09	2.61	17.30	0.63	14.00	10.09	0.49	0.01	-	98.67

ბილიტი

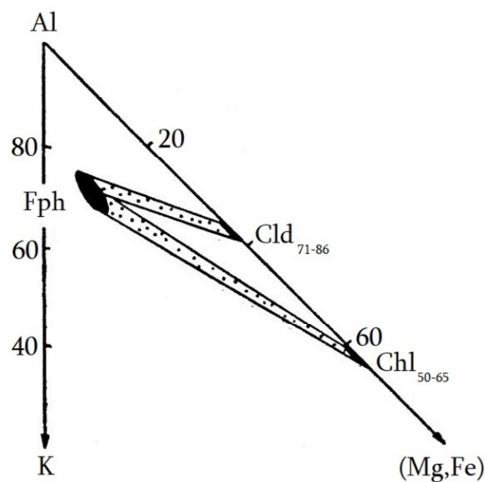
პირველი

ბილიტი

	№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ΣS ₈₀
Գրանիտային քարեր	18	50.01	0.10	5.02	17.04	0.29	15.63	10.33	0.86	0.08	-	99.36
		50.60	0.09	5.69	17.30	0.48	14.22	10.02	1.01	0.11	-	99.52
		51.09	0.13	5.08	17.28	0.44	13.26	10.37	1.01	0.05	-	90.71
		49.81	0.18	6.09	16.05	0.40	14.60	10.17	1.34	0.12	-	98.76
		51.43	0.19	5.01	14.84	0.22	15.71	10.18	1.20	0.08	-	98.86
	107	49.52	0.09	6.56	15.41	0.27	14.53	10.91	1.50	0.01	-	98.89
		50.30	0.07	5.29	16.42	0.29	14.87	10.47	1.03	0.08	-	98.55
		46.08	0.50	5.73	11.06	0.49	19.07	13.99	0.62	0.26	-	98.70
	9L	47.84	0.33	7.48	18.26	0.26	11.62	12.39	1.07	0.37	-	99.60
		47.48	0.17	6.84	15.93	0.20	14.08	10.98	1.50	0.19	-	97.37
108	51.19	0.12	5.03	17.21	0.44	13.29	0.41	0.97	0.07	-	98.73	
	48.14	0.08	9.45	16.30	0.32	10.78	13.06	0.49	0.09	-	98.71	
134	45.22	0.44	10.39	17.43	0.30	11.70	10.71	2.81	0.24	-	99.24	
	46.01	0.12	9.21	17.05	0.33	13.30	10.20	2.05	0.22	-	98.49	
	47.01	0.12	8.98	16.51	0.31	13.51	10.37	2.11	0.22	-	99.14	
	47.00	0.12	8.26	16.66	0.23	13.80	10.86	2.26	0.17	-	98.76	
	47.02	0.14	8.41	16.45	0.32	13.52	10.51	2.11	0.16	-	98.64	
9L	44.17	0.58	10.66	18.37	0.27	9.32	12.34	1.72	0.83	-	98.26	
	47.03	0.27	10.58	16.79	0.34	2.12	2.49	1.65	0.15	-	99.41	
Գրանիտային քարեր	107	46.01	0.12	9.21	17.05	0.33	13.30	10.20	2.05	0.22	-	98.49
		47.01	0.12	8.98	16.51	0.31	13.51	10.37	2.11	0.22	-	99.14
		47.00	0.12	8.26	16.66	0.23	13.80	10.86	2.26	0.17	-	98.76
		47.02	0.14	8.41	16.45	0.32	13.52	10.51	2.11	0.16	-	98.64
		44.17	0.58	10.66	18.37	0.27	9.32	12.34	1.72	0.83	-	98.26
	12L	47.03	0.27	10.58	16.79	0.34	2.12	2.49	1.65	0.15	-	99.41

ქლორიტოიდის მაქსიმალური რაოდენობა დაახლოებით 30%-ია. სადი ქლორიტოიდის პრიზმების ზომა არ აღემატება 1.5 მმ; რკინიანობა მერყეობს 71-86% ფარგლებში (ცხრ. 3).

ქლორიტოიდი დიდი რაოდენობით შეიცავს MnO (1.41-3.40 მას.%). მიკროზონდული მონაცემები მოწმობს, რომ ქლორიტოიდის პორფირობლასტები არაზონალურია (სურ. 5; ცხრ. 3). არ დგინდება აგრეთვე, კონტაქტომიჯნავე მინერალების გავლენა ქლორიტოიდის შედგენლობაზე: ერთი და იგივე შლიფის ფარგლებში სერიციტულ, ქლორიტულ ან კვარციან გროვებში ქლორიტოიდები ერთმანეთისგან არ განსხვავდება.



სურ. 5. ლოქის კრისტალური მასივის ქლორიტოიდიანი ფიქლების მინერალური შედგენილობა და პარაგენეზისები

სერიციტი ქლორიტოიდიან პარაგენეზისში ხასიათდება ფერიფენგიტის მოლეკულის მაღალი შემცველობით (96%-მდე, იხ. ცხრ. 4)¹. ქლორიტოიდთან კონტაქტში იგი მნიშვნელოვნად უფრო მდიდარია MgO-ით, ვიდრე ქლორიტთან კონტაქტში (იხ. ცხრ. 4). ქლორიტის რკინიანობა 50-60% ფარგლებშია, MnO შემცველობა მაღალია (0.8-2%). გრაფიტული გეოთერმომეტრის (Шенгелиа и др., 1977) მიხედვით, ქლორიტოიდის შემცვე-

¹უფერული ქარსების ფორმულების გაანგარიშება შესრულებულია კ.კანეჰირასა და შ.ზანოს (Kanehira, Bhano, 1960) კლასიფიკაციის მიხედვით: ფერიფენგიტი - $K(Mg,Fe^{2+})Al_{1.5}(Si_{3.5}Al_{0.5})O_{10}(OH)_2$; მუსკოვიტი - $KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$; პარაგონიტი - $NaAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$.

ლი ფიქლების მეტამორფიზმის ტემპერატურა 350°C ფარგლებშია. ქლორიტოიდნიან ფიქლებთან მომიჯნავე ბიოტიტ-ქლორიტ-გრანატ-ორქარსიან ფიქლებში მეტამორფიზმის წნევის პირობების დასადგენად, გამოყენებულ იქნა ბიოტიტ-მუსკოვიტ-ქლორიტ-კვარციანი გეობარომეტრი (Powell, Evans, 1983) და დადგინდა, რომ წნევა 3-3.3±0.2 კბარს შეესაბამება.

როგორც ზემოთ უკვე იყო აღნიშნული, სოფ. საფარლოს მიდამოებში ალოქთონური ფირფიტის ფარგლებში აღწერილია აგრეთვე გრანატიანი მეტაპელიტებისა და ამფიბოლიანი ფიქლების გამოსავლებიც. ამ ქანების მინერალური პარაგენეზისებია - Grt_{88-92.5}+Chl₄₈₋₇₃+(Ph₂₄₋₂₉, Ms₄₂₋₆₀, Pg₉₋₁₁)+Ab+Qz+Gr და Chl+Act+Ep+Ab, შესაბამისად. გრანატის მინალური შედგენილობაა - სპესარტინი 20-43%, ალმანდინი - 40-74%, პიროპი - 2-7% და გროსულარი - 1-3% (იხ. ცხრ. 4).

სოფ. საფარლოს მიდამოებში განვითარებულია ერთეული სანტიმეტრიდან ერთ მეტრამდე სიმძლავრის თანხმობითი, კარგად დაფიქლებული, ზოლოვანი და შრეებრივი ქანები - ეპიდოზიტები. ისინი მორიგეობს ქარსიან ფიქლებთან, ხოლო ზოგჯერ ასოცირდება მეტაბაზიტებთანაც. ეპიდოზიტები, ძირითადად შედგება ეპიდოტის ჯგუფის მინერალებისგან, სადაც გაბატონებულია ეპიდოტი, გვხვდება კლინოგოიზიტი და ცოიზიტი, რომლებშიც სხვადასხვა (ზოგჯერ, მნიშვნელოვანი) რაოდენობითაა კვარცი, ქლორიტი, აქტინოლითი, პლაგიოკლაზი, კალციტი და მადნეული მინერალები. გამოიყოფა ქლორიტ-კვარციანი, პლაგიოკლაზ-ქლორიტ-აქტინოლით-კვარციანი და აქტინოლით-ქლორიტ-კალციტ-კვარციანი სახესხვაობები (სურ. 6, 7, 8). ზოგჯერ, ერთი შრის ფარგლებში შეინიშნება ეპიდოზიტების გადასვლა პლაგიოკლაზ-აქტინოლითიან ფიქალში.

ეპიდოზიტებში ქანმაშენი მინერალების რაოდენობის ცვლილებასთან ერთად, მნიშვნელოვნად იცვლება პეტროგენული ელემენტების რაოდენობა, კერძოდ: SiO₂ - 38-44%, FeO+Fe₂O₃ - 9-15%, MgO - 6-10%, CaO - 5-18%, Al₂O₃ - 10-18%, Na₂O - 0.14-2.22%, ხოლო K₂O - 0.026-1.31% ფარგლებში მერყეობს (ცხრ. 5). იმის გამო, რომ ლოქის კრისტალურ მასივში მეტამორფიზმის ხასიათი იზოქიმიურია, ეპიდოზიტების ფორმირება მიმდინარეობდა მეტასომატური პროცესების გარეშე. ამას ადასტურებს ის ფაქტიც, რომ ეპიდოზიტების კონტაქტი მათ შემცველ ქარსიან ფიქლებთან მკვეთრია; ეპიდოტის ჯგუფის მინერალების გაჩენა აღნიშნულ ფიქლებში მათი უშუალო შეხების ადგილებშიც კი არ აღინიშნება.

ცხრილი 3

საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის კლორიტოიდების და მათთან თანაარსებული კლორიტების და უფერული ქარსების შედგენილობა

№	მინ.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ჯამი	პარაგენეზისი
17	Cld	24.55	-	39.85	26.1	1.41	2.51	-	-	0.01	94.39	Cld ₈₆ + Chl ₆₂ + (Fph96, Pg4) + Qz
		25.01	0.01	39.57	25.7	1.47	2.43	-	0.02	0.01	94.26	
	Chl	23.52	0.07	22.57	32.6	0.82	11.11	0.03	0.09	-	90.8	
112	Ser	50.68	0.19	29.45	2.28	0.05	2.48	0.01	0.24	8.22	94.04	Cld ₈₄ + (Fph66-92, Ms0, Pg8-10) + Chl ₆₃₋₆₅ + Qz
	Cld	24.51	0.02	39.35	25	3.2	2.7	0.01	0.06	0.03	95.8	
		24.63	0.02	39.79	24.6	3.39	2.67	-	0.06	0.02	94.14	
116	Chl	24.26	0.09	23.21	32.2	1.77	10.73	-	0.13	0.05	92.43	Cld ₇₁₋₇₂ + Chl ₅₀₋₅₁ + (Fph81, Ms8, Pr11) + Qz + Gr
		24.78	0.07	22.31	33.3	2.05	10.17	0.03	0.11	0.05	92.88	
	Ser	47.93	0.14	34.25	3.61	0.06	0.57	0.11	0.59	8.07	95.32	
116	Cld	50.21	0.12	30.78	3.31	0.08	1.97	-	0.46	8.96	94.89	Cld ₇₁₋₇₂ + Chl ₅₀₋₅₁ + (Fph81, Ms8, Pr11) + Qz + Gr
		25.12	-	39.68	22.5	2.75	4.84	0.01	-	-	94.89	
		24.79	0.01	39.25	22.3	3.01	5.18	0.01	0.01	-	94.53	
116	Chl	25.16	-	39.44	21.7	3.35	4.69	-	0.1	0.02	94.46	Cld ₇₁₋₇₂ + Chl ₅₀₋₅₁ + (Fph81, Ms8, Pr11) + Qz + Gr
		24.36	0.02	39.72	22.9	2.84	5.04	0.01	0.01	0.02	94.97	
		25.05	0.02	39.95	22	2.71	4.94	-	-	0.02	94.65	
116	Chl	25.04	0.05	23.29	25.9	1.6	14.53	0.06	0.14	0.27	90.83	Cld ₇₁₋₇₂ + Chl ₅₀₋₅₁ + (Fph81, Ms8, Pr11) + Qz + Gr
		25.29	0.06	23.7	26.8	1.59	14.39	0.10	0.08	0.02	92.04	
		25.00	0.07	23.83	26.5	1.59	14.47	0.05	0.03	-	91.52	
116	Ser	50.42	0.11	33.41	2.65	0.03	1.17	0.03	0.54	6.79	95.16	

ცხრილი 4

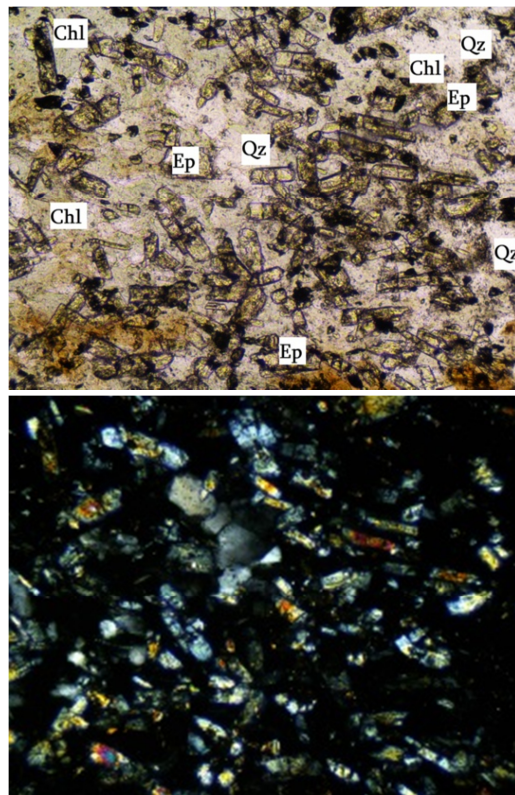
ლოქის კრისტალური მასივის მეტამორფიტების მინერალების რკინიანობა და გრანატებისა და უფერული ქარსების მინალური შედგენილობა მიკროზონდული კვლევის მონაცემებით

№	მინ.	რკინიანობა, მინალური შედგენილობა	ნომ. №	მინ.	რკინიანობა, მინალური შედგენილობა
17	Cld	86	434	Grt	94, Alm51, Prp3
		86			89, Alm50, Prp6
	Chl	62			88, Alm49, Prp7
					94, Alm51, Prp4
Ser	Fph96, Ms0, Pg4		Chl	64	
112	Cld	84	347	Ser	63
		84			Fph49, Ms42, Pg9
	Chl	63		Ms	Fph26, Ms61, Pg13
		65		Fph29, Ms56, Pg15	
	Ser	Fph66, Ms24, Pg10		Chl	59
		Fph92, Ms0, Pg8			57
116	Cld	72	546	Ms	Fph11, Ms75, Pg14
		71			Fph30, Ms56, Pg14
		72			
		72			
		71			
	Ser	Fph81, Ms8, Pg11	353	Ms	Fph42, Ms54, Pg4
				Ank	41
	Grt	92, Alm71, Prp6, Sps21, Grs2	283	Ser	Fph96, Ms0, Pg4
		92, Alm70, Prp6, Sps21, Grs2			Fph96, Ms0, Pg4
		92, Alm71, Prp6, Sps21, Grs2		Ank	37
					36
		92, Alm69, Prp2, Sps22, Grs2			290
	Ms	Fph29, Ms60, Pg11	292	Ser	Fph97, Ms0, Pg3
Fph44, Ms46, Pg10		Fph93, Ms0, Pg7			
Chl	63	440	Ms	Fph19, Ms71, Pg10	
	65			Fph35, Ms56, Pg9	
	65			740	Ser

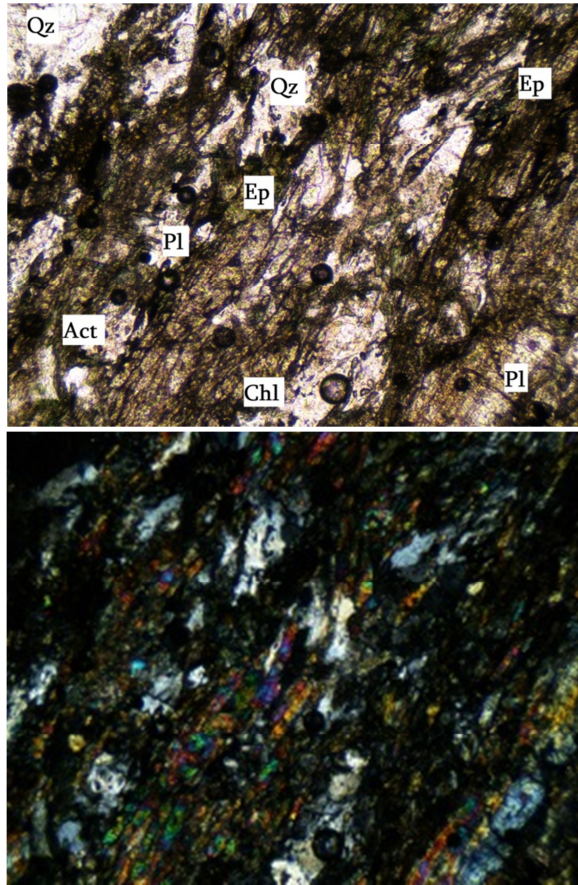
	Grt	94, Alm73, Prp5, Sps21, Grs1	739	Ms	Fph18, Ms73, Pg9
				Chl	71
				Chl	69
		91, Alm72, Prp7, Sps20, Grs1			71
				Ms	Fph25, Ms62, Pg13
		93, Alm74, Prp5, Sps20, Grs1		Bt	74
		Chl	71		
	Chl	72	291	Ms	Fph39, Ms57, Pg4
		71			Fph49, Ms47, Pg4
			62	Ms	Fph26, Ms63, Pg11

მინერალური ასოციაციები იხ. ცხრ. 1.

ნიმუშებისთვის №740 და №739 -Ms+Chl+Bt±And+Qz.

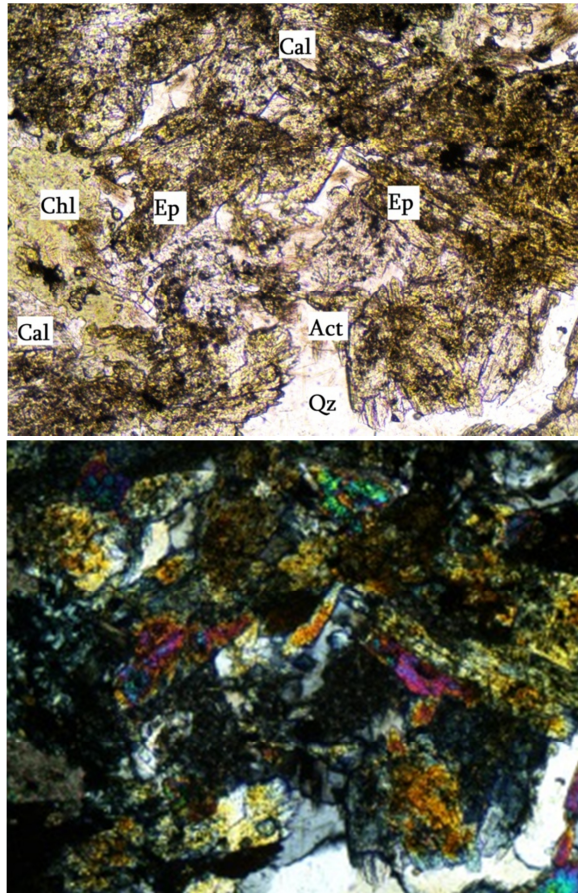


სურ. 6. ქლორიტ-კვარცხანი ეპიდოზიტი, ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 100x.



სურ. 7. პლაგიოკლაზ-ქლორიტ-აქტინოლით-კვარციანი ეპიდოზიტი.
ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 100x.

ეპიდოზიტების დედაქანების პირველადი ბუნების რეკონსტრუქციისთვის, გამოყენებულ იქნა რიგი დიაგრამა: $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ (სურ. 9), $\log(\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O})-\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ (სურ. 10) და $\text{FM}-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ (სურ. 11). აღნიშნულ დიაგრამებზე ლოქის კრისტალური მასივის ეპიდოზიტები გრაუვაკების და მეტაგრაუვაკების ველში განთავსდა და მხოლოდ ორი წერტილი მოხვდა არკოზების ველში.



სურ. 8. აქტინოლით-ქლორიტ-კალციტ-კვარცხანი ეპიდოზიტი.
ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 100x.

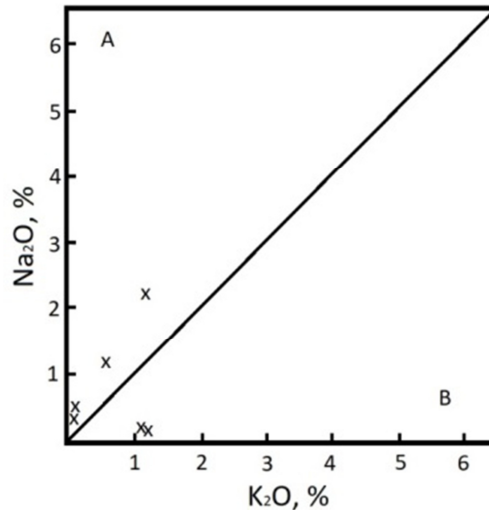
ცხრილი 5

პეტროგენული (მას.%) და იშვიათი (გ/ტ) ელემენტების შემცველობა
ლოქის კრისტალური მასივის ეპიდოზიტებში

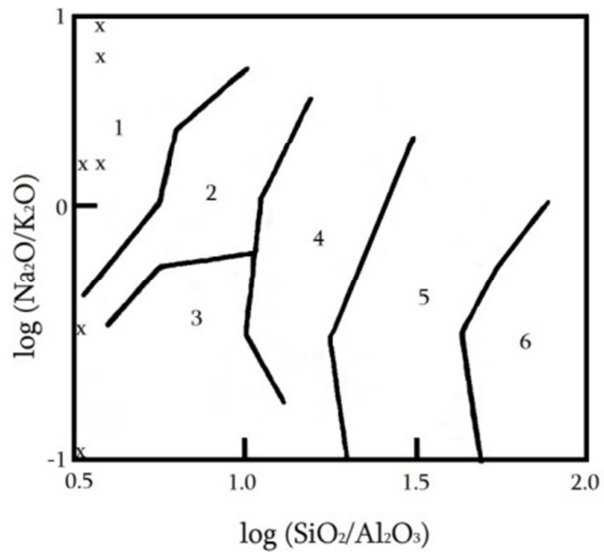
	1-10	2-10	16-17	17-17	24-17	42-10
SiO ₂	41.22	38.4	42.67	41.05	40.98	43.65
TiO ₂	1.534	2.479	2.931	2.849	2.636	2.611
Al ₂ O ₃	18.08	16.93	11.89	16.79	10.7	10.07
FeO	9.284	14.85	11.85	12.17	10.72	11.81
MnO	0.32	0.4232	0.1911	0.1344	0.2522	0.5205
MgO	10.26	8.13	7.972	5.568	9.847	6.251

CaO	4.69	4.965	12.46	11.64	12.62	17.64
Na ₂ O	0.33	0.1353	1.257	2.217	0.4352	0.1353
K ₂ O	1.06	1.311	0.6564	1.161	0.05781	0.02572
P ₂ O ₅	0.25	0.3752	0.536	1.519	0.4509	0.7085
Cr ₂ O ₃	0.08	0.03079	0.04297	0.005507	0.091	0.05067
V ₂ O ₅	0.04	0.03743	0.04424	0.04651	0.04921	0.03982
SO ₃	0.00	0.00	0.002502	0.06386	0.03074	0.03182
Sr	265.8	245	502.4	735.9	470	843.1
Ba	204.7	174.6	260.2	413.7	127.7	16.31
Ni	168.4	114.8	142.5	19.7	181.4	121
Zn	120.7	731.9	143	122.7	254	77.03
Zr	104.3	248.2	201.9	518.8	188.9	216.9
Ce	51.7	73.72	123	160.7	59.56	77.38
Rb	44.8	36.78	19.01	32.16	1.428	2.017
Nd	44.5	90.1	89.68	175.3	110.8	39.03
Cu	38.2	43.4	47.24	32.62	158.9	4.967
Y	26.9	38.77	28.25	44.59	24.27	24.46
Co	23.8	29.27	36.02	26.97	39.09	14.16
Pb	22.1	31.57	6.555	16.29	26.6	17.62
Nb	16.8	41.23	65.22	134.4	56.06	63.9
La	9.8	24.6	9.486	81.71	21.3	9.564
As	3.7	33.73	25.99	3.057	1.089	3.798
Th	3.4	8.812	7.129	13.77	5.819	6.45
Ta	2.9	3.847	3.894	3.953	3.693	10.27
Hf	2.8	11.55	8.129	12.11	7.037	9.618
Hg	2.1	4.835	4.672	5.279	4.209	4.983
Sn	1.8	2.167	2.075	2.308	2.061	2.164
Sb	1.8	2.061	2.129	2.12	1.965	2.116
W	1.6	3.121	2.07	2.128	1.985	2.214
U	0.9	1.271	0.8914	2.409	0.7236	1.145
Tl	0.7	1.431	0.8517	0.8892	0.7898	1.093
Mo	0.6	0.8032	0.7715	0.8443	0.7373	3.397

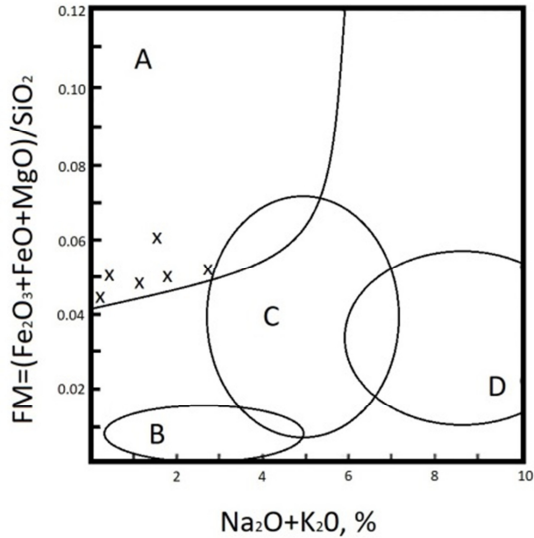
ეპიდოზიტები: 1-10 - ქლორიტ-კვარციანი, 2-10 - კვარც ქლორიტიანი, 16-17 - კვარც-პლაგიოკლაზ-კალციტ-ქლორიტ-აქტინოლითიანი, 17-17 - პლაგიოკლაზ-ქლორიტ-აქტინოლით-კვარციანი, 24-17 - კვარც-კალციტის ძარღვებით დასერილი აქტინოლით-ქლორიტიანი, 44-10 - აქტინოლით-ქლორიტ-კალციტ-კვარციანი.



სურ. 9. არკოზებისა და გრაუვაკების დისკრიმინაციული დიაგრამა.
A-გრაუვაკები, B-არკოზები (Петтиджონ и др., 1976)



სურ. 10. ქვიშაქვების კლასიფიკაციის დისკრიმინაციული დიაგრამა.
1 - გრაუვაკები, 2 - ლილტიტები, 3 - არკოზები, 4- სუზარკოზები,
5 - სუბლილტიტები, 6 - კვარციანი არენიტები (Петтиджონ и др., 1976)



სურ. 11. FM – $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ მოდულური დიაგრამა მეტაარკოზებისთვის და მეტარიოლითებისთვის. A - მეტაგრაუვაკები, B - კვარციტები, C - მეტაარკოზები, D - მეტარიოლითები (Юдович и др., 1996)

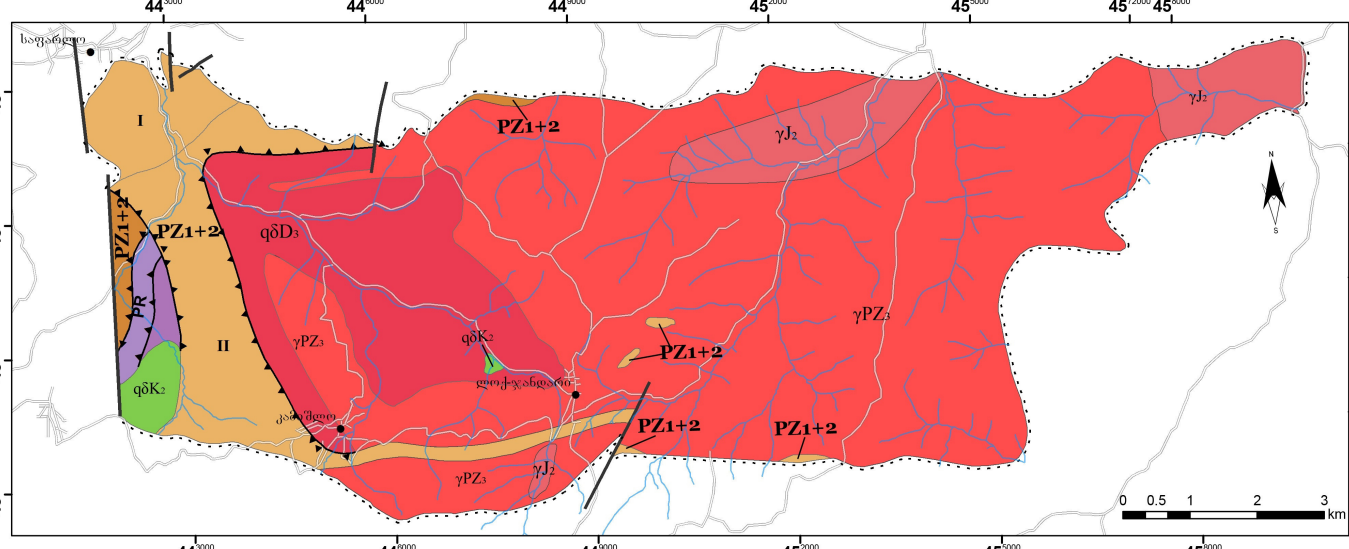
ამრიგად, ლოქის კრისტალური მასივის ეპიდოზიტების დედაქანების უდიდესი ნაწილი თავისი შედგენილობით დანალექი და ვულკანოგენურ-დანალექი წარმოშობისაა.

სოფ. საფარლოს მიდამოებში გავრცელებული მეტაბაზიტები წარმოდგენილია დაფიქლებული თანხმობითი სხეულების სახით. მათი სიმაღლე 1-15 მ ფარგლებშია.

ალოქთონური ფირფიტის ამგები ქანების დამახასიათებელი პარაგენეტიული ასოციაციების, მინერალების შედგენილობისა და გეოთერმობარომეტრიის მონაცემების ანალიზის შედეგების შეპირისპირება ნაშრომში გამოყენებულ მეტამორფიზმის სქემასთან (იხ. სურ. 1), ნათლად გამოხატავს სოფ. საფარლოს მიდამოებში ალოქთონური ფირფიტის ამგები ქანების მეტამორფიზმის ხარისხს. იგი შეესაბამება მწვანე ფიქლების ფაციესის ქლორიტული სუბფაციესის მაღალტემპერატურულ ნაწილს, ბიოტიტურ სუბფაციესსა და გრანატული სუბფაციესის დაბალტემპერატურულ ნაწილს (სურ.12).

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტა გაშიშვლებულია აგრეთვე, მდ.მდ. ლოქ-ჯანდარისა და მოშევანის ხეობებში, სადაც გამოსავლის სიგანე 2000 მ აღწევს (იხ. სურ. 3).

ლოკალური მასივის მეთაორვლი უაციქსის რუკა



სალოქონური ვირვითქვი

PZ1+2 I
 საფარლო - ლოქჯანდარის ალოქონური ფირფიტა
 სოფ. საფარლოს მიდამოები
 მუქანე ფიქლებს ფაციესი
 ქლორიტ-სერიციტული სუბფაციესი
 $Cl_{85} + Chl_{62} + (Ph_{66}, Pg_4) + Qz$
 $Cl_{84} + (Ph_{66-92}, Ms_{50-24}, Pg_{8-10}) + Chl_{63-65} + Qz$
 $(Ph_{50-64}, Ms_{26-42}, Pg_{8-10}) + Cl_{64} + Qz$
 $Cl_{71-72} + Chl_{50-51} + (Ph_{81}, Ms_8, Pg_{11}) + Qz + Gr$
 $Cl_{82-94} + (Ph_{89}, Pg_{11}) + Chl_{58-62} + Qz$
 $Act_{28} + Chl_{26-29} + Pl^1 + Cal_{98} + Ep$
 მაღალტემპერატურული ბიოტიტური სუბფაციესი
 $Bt + (Ph_{29}, Ms_{61}, Pg_{11}) + Chl_{60-61} + Gr + Qz$
 დაბალტემპერატურული გრნატული სუბფაციესი
 $Grt_{92-95} + (Ph_{36-47}, Ms_{31-44}, Pg_{22}) + Chl_{81} + Qz$
 $Act_{24-35} + Ab + Chl + Ep + (Hbl_{16})^* + (Pl^{38-42})^*$
 (*არაწარწერილი მინერალი)

PZ1+2 II
 საფარლო - ლოქჯანდარის ალოქონური ფირფიტა
 მდ. ლოქჯანდარისა და მომუვანის მიდამოები
 მუქანე ფიქლებს ფაციესი
 ბიოტიტური სუბფაციესი
 $Ank_{25-41} + (Ph_{42}, Ms_{54}, Pg_4) + Chl + Gr + Qz$
 $Ank_{36-37} + (Ph_{79-96}, Ms_{50-17}, Pg_4) + Qz + Gr$
 $Ank_{36} + Ms_8 + Ph + Qz + Gr$
 $(Ph_{45}, Ms_{60}, Pg_5) + Cb + Gr + Qz$
 $(Ph_{93-97}, Pg_3-7) + Chl + Cb + Qz$
 გრნატული სუბფაციესი
 $Grt_{88-94} + Chl_{48-63} + (Ph_{49}, Ms_{42}, Pg_9) + Qz$
 $Act_{36} + Chl + Ep + Ab + Cal$
 $Act_{40} + Act-Hbl_{35-42} + Chl_{42} + Pl^{5-13} + Cal_{99} + Ep$
 $Act_{41} + Act-Hbl_{38-45} + Chl + Ep + (Hbl_{41-48})^* + Pl$
 $Act-Hbl_{45-47} + Chl_{40-43} + Pl^{11} + Cal_{100} + Ep + (Hbl_{53})^*$
 $Chl_{59} + Ep + (Pl^{37})^* + (Hbl_{45-48})^*$
 $Act-Hbl_{39} + Chl_{40} + Pl^2 + Ep + Cal$
 $Act-Hbl_{43} + Chl_{33-34} + Ab + Cal_{100} + Ep$

PZ1+2
 მომუვანის ალოქონური ფირფიტა
 სტაუროლითური ფაციესი
 სტაუროლით-ბიოტიტ-ანდალუზიტური სუბფაციესი
 $(Ph_{28}, Ms_{61}, Pg_{11}) + Bt-Ph_{46} + Chl_{61} + Qz$
 $(Ph_{91}, Pg_9) + Chl_{71} + And + Bt + Qz$
 $Bt_{69} + (Ph_{20-26}, Ms_{67-72}, Pg_8) + Chl_{63} + And + Pl + Qz$
 $(Ph_{33-37}, Ms_{56-60}, Pg_4-7) + Grt_{89} + Chl_{44} + And + Pl + Qz$
 $(Ph_{25}, Ms_{62}, Pg_{13}) + Bt_{74} + Chl_{48} + And + Pl + Qz$
 $Chl_{35-38} + Act + Ab + Cb$
 $Chl_{43} + Cb + Ep$
 ბიოტიტ-მუსკოვითანი გენისებისა და რუქლებს ფაციესი
 $Pl + Hbl_{95-96} + Hbl_{97-98} + Chl_{52} + Ep$
 $Crd + Bt + Ms + Pl + Qz$

PR
 ქვედაგორასწყლის ალოქონური ფირფიტა
 მუქანე ფიქლებს ფაციესი
 ქლორიტ-სერიციტული სუბფაციესი
 $Cb + Chl + Spn + Ep + Cpx + (Pl^{54})^* + (Hbl_{95-96})^*$
 $Act + Ab + Chl + Cb + Ep + Spn$
 $Ab + Hbl_{97-98} + Act + Act-Hbl_{32} + Cb + Ab + Ep$
 $Chl + Ab + Act$
 $Srp + Chl + Cb + Tr + Tlc + Ab$
 $Grt(Andr-Sps) + Cb + Spn + Tr + Chl + Tlc + Pr + Srp + (Cpx)^*$
 $Cb + Chl + Pr + Ab + Bz$
 $Cb + Chl + Act + Ab$

ზედაგორასწყლის ალოქონური ფირფიტა (მელანქი) მომუვანის ფირფიტის მინერალური პარაგენეზისები
 სტაუროლითური ფაციესი
 $And + Bt + Ms + Chl + Qz + Gr$
 $Ser(Ms) + Chl + And + Qz$
 ბიოტიტ-მუსკოვითანი გენისებისა და რუქლებს ფაციესი
 $Crd + Bt + Ms + Gr + Qz + Chl$
 $Chl + Gr + Ab + And + Tur + Qz$
 ქვედაგორასწყლის ფირფიტის მინერალური პარაგენეზისები
 მუქანე ფიქლებს ფაციესი
 ქლორიტ-სერიციტული სუბფაციესი
 $Gr + Qz$
 $Srp + Qz + Chl + Carb + Ab$
 $Act + Cb + Chl + Srp$
 $Act + Chl + Ab + Ep + Cb + Spn$

კონტაქტური მეტამორფიზმის მინერალური პარაგენეზისები
 ბიოტიტ-ქლორიტ-ანდალუზიტ-მუსკოვითური ფაციესი
 $Bt + Pl + Spn + Chl + Qz$
 $(Ph_{52-87}, Ms_{6-38}, Pg_{7-10}) + Bt + Chl_{60-64} + Ab + Qz$
 $Bt + And + Pl + Chl_{60-64} + (Ph_{29-36}, Ms_{59-64}) + Qz$
 $Grt_{93} + Chl_{63-73} + (Ph_{29-44}, Ms_{46-60}, Pg_{10-11}) + Ab + Qz$
 $Grt_{93-94} + Chl_{71-72} + Ms + Ab + Qz$
 $(Ph_{26-29}, Ms_{55-61}, Pg_{13-15}) + Chl_{57-59} + Ab + Qz$
 $(Ph_{19-35}, Ms_{56-71}, Pg_9-10) + Chl_{52} + Bt + Qz$
 $Grt_{88-95} + (Ph_{31-36}, Ms_{47-61}, Pg_{8-17}) + Pl^2 + Chl + Qz$
 $Bt + (Ph_{26}, Ms_{63}, Pg_{11}) + Chl + Gr + Qz$
 $(Ph_{11-30}, Ms_{56-75}, Pg_{14}) + Chl_{48} + Pl + Gr + Qz + Bt$
 ბიოტიტ-მუსკოვითანი გენისებისა და რუქლებს ფაციესი
 $Bt_{54-59} + Kfs^{18-25} + Pl^{41} + Crd_{56} + And + Qz$
 $Bt_{44} + And + Ms + Qz$
 $Act-Hbl_{25-30} + Pl^{34-41}$

ინტერუვივივი

- qdK2 ზედაცარვული კვარცინი დიორიტ-პორფირიტი
- gammaJ2 შუარული (ბათური) გრანიტოიდი
- gammaPZ3 ზედაპალეოზონური (გვიანარსული) გრანიტი
- qdD3 ზედალეოზონური გენისებრივი კვარცინი დიორიტი
- ქვიშობოლი ოქრო
- ტრანსგრესიული დანალექი საფარი (იურულ-მეოთხეული)
- ალპური რღვევები
- ალოქონური ფირფიტების ბაზალური ზედაპირი
- გზა
- დასახლებული პუნქტი

ისინი ვიწრო ზოლის სახით შემორჩენილია ლოქის კრისტალური მასივის სამხრეთ კიდეზე. აღნიშნული ფირფიტა ტექტონიკურად ფარავს ლოქის კრისტალური მასივის ყველა სხვა ალოქთონურ ფირფიტას და, ასევე ავტოქთონურ გნეისისებრ კვარციან დიორიტებსაც.

ფირფიტის ამ ნაწილის ფარგლებში ჭარბობს ქლორიტიანი, ფენგიტიანი, გრაფიტიანი, აქტინოლითიანი, ეპიდოტიანი, ანკერიტიანი ფიქლები, გრაფიტიანი კვარციტები და ორთომფიბოლიტები. აღსანიშნავია, რომ ადგილ-ადგილ გვხვდება მეტაბაზიტების მცირე სიმძლავრის (თუმცა, ზოგჯერ, რამდენიმე ათეულ მეტრამდეც) ქერცლები.

აღნიშნულ ხეობებში მეტამორფიტების ფიქლებრიობის მიმართება, ძირითადად სუბმერიდიანულია. მხოლოდ ჩრდილო ნაწილში, მდ. ლოქ-ჯანდარის მარჯვენა ნაპირზე ფიქლებრიობას სუბგანედური მიმართება აქვს. მეტამორფიზმის ასაკი განსაზღვრულია K-Ar მეთოდით (სერიციტით გამდიდრებული ფრაქციის მიხედვით) და შეეესაბამება 300 ± 9 - 302 ± 9 მლნ. წელს (Шенгелиა и др., 1989). ეს ქანები რამდენადმე ახალგაზრდაა სოფ. საფარლოს მიდამოებში გავრცელებულ მეტამორფიტებზე, რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს მათზე გვიანვარისკული გრანიტებისა და, ასევე, ცარცული კვარც-პორფირების გავლენით. ფირფიტის ამ ნაწილის დედაქანები, ისევე როგორც სოფ. საფარლოს მიდამოების დედაქანები, სავარაუდოდ, ქვედა- შუაპალეოზოური ასაკისაა.

საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ფირფიტის მდ.მდ. ლოქ-ჯანდარისა და მოშევანის ხეობებში გავრცელებული ქანების რეგიონული მეტამორფიზმის მინერალური ასოციაციების დიდი ნაწილი მწვანე ფიქლების ფაციესის ბიოტიტურ სუბფაციესს შეესაბამება, მცირე ნაწილი კი - გრანატული სუბფაციესის დაბალტემპერატურულ ნაწილს (იხ. სურ. 12).

საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის მდ.მდ. მოშევანისა და ლოქ - ჯანდარის მეტაპელიტებში კალიუმის უფერული ქარსი ფართოდ გავრცელებული მინერალია. მის შედგენლობაში მთავარ როლს ფერიფენგიტური მოლეკულა ასრულებს; ზოგჯერ გვხვდება სახესხვაობები მუსკოვიტის მოლეკულის გარეშე. ქარსები ტუტეების დეფიციტით ხასიათდება; მათში K+Na+Ca ჯამი ნაკლებია, ვიდრე მუსკოვიტისა და ფერიფენგიტის თეორიულ ფორმულაში (იხ. ცხრ. 3.). გრანატი გვხვდება მხოლოდ K₂O-ით გაჯერებულ მეტაპელიტებში. იგი სუსტად ზონალურია და ძლიერ მდიდარია სპესარტინის მოლეკულით (Spes. - 20-45%, Mn 9-21მას.%); რკინიანობა 88-94%-ის ფარგლებშია. აღნიშნული გრანატები

წონასწორულია ქლორიტთან, რომლის რკინიანობაა 48-73% (იხ. ცხრ. 4). ეს უკანასკნელი ყველაზე უფრო ფართოდ გავრცელებული მინერალია საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის მეტაპელიტებსა და ამფიბოლიან ფიქლებში. მისთვის დამახასიათებელია MnO 2%-მდე შემცველობა. მ. ჰეის (Hey, 1954) ნომენკლატურის მიხედვით, მეტაპელიტების ქლორიტი ძირითადად რიპიდოლიტით, შედარებით ნაკლებად - ბრუნსვიგით, ხოლო იშვიათად - დიაბანდიტითა და პიკნოქლორიტითაა წარმოდგენილი.

სოფ. საფარლოს მიდამოებში გავრცელებულ მეტამორფიტებისგან განსხვავებით, საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ფირფიტის ქანებს მდინარეების მოშევანის, გორასწყლისა და ლოქ-ჯანდარის სათავეების ფარგლებში, რეგიონული მეტამორფიზმის გარდა, განცდილი აქვს გვიანვარისკული გრანიტების კონტაქტური ზეგავლენა (Шенгелиა и др., 1992). კონტაქტური მეტამორფიზმის მინერალური პარაგენეზისებია - პლაგიოკლაზი, ბიოტიტი, გრანატი, ანდალუზიტი, კორდიერტი, კალიუმის მინდვრის შპატი და რქატყუარა (იხ. ცხრ. 1 და ცხრ. 6). ისინი გაცილებით უფრო მაღალტემპერატურულია რეგიონული მეტამორფიზმის პროდუქტებთან შედარებით და განისაზღვრება ბიოტიტ-ქლორიტ-ანდალუზიტ-მუსკოვიტიანი და ბიოტიტ-მუსკოვიტიანი გნეისების ფაციესებისა და გრანატული სუბფაციესის ტემპერატურული პირობებით.

ბიოტიტი საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონურ ფირფიტაში უპირატესად წარმოდგენილია მუქი რუხი ფერის იზომეტრული ქერცლების სახით. ის ჩნდება გვიანვარისკული გრანიტების კონტაქტური მეტამორფიზმის შედეგად, შემდეგი რეაქციის მიხედვით - $Chl+Ms-Ph \rightarrow Bt$; ბიოტიტი გვხვდება ანდალუზიტთან, კორდიერტთან, იშვიათად კალიუმის მინდვრის შპატთან და პირველად ქლორიტთან პარაგენეზისში. კონტაქტურ რქაულებში ბიოტიტი დაბალრკინიანი (იხ. ცხრ. 6) და მაღალტუტიანია. გრანიტოიდების კონტაქტიდან მოშორებით, ბიოტიტებში იზრდება რკინიანობა და მცირდება Ti შემცველობა. ბიოტიტების კრისტალოქიმიური გადათვლები (იხ. ცხრ. 6) მოწმობს, რომ მათ ოქტაედრულ პოზიციას აქვს გარკვეული დეფიციტი მასში Al^{VI} -ის არარსებობის გამო, ხოლო რიგ ანალიზში ტეტრაედრული Al^{IV} -ის ნაკლებობა კომპენსირებულია Ti ხარჯზე.

ცხრილი 6

ბიოტიტების მიკროზონდული განსაზღვრები ლოქის კრისტალური მასივის კონტაქტურად შეცვლილი მეტამორფიტებიდან

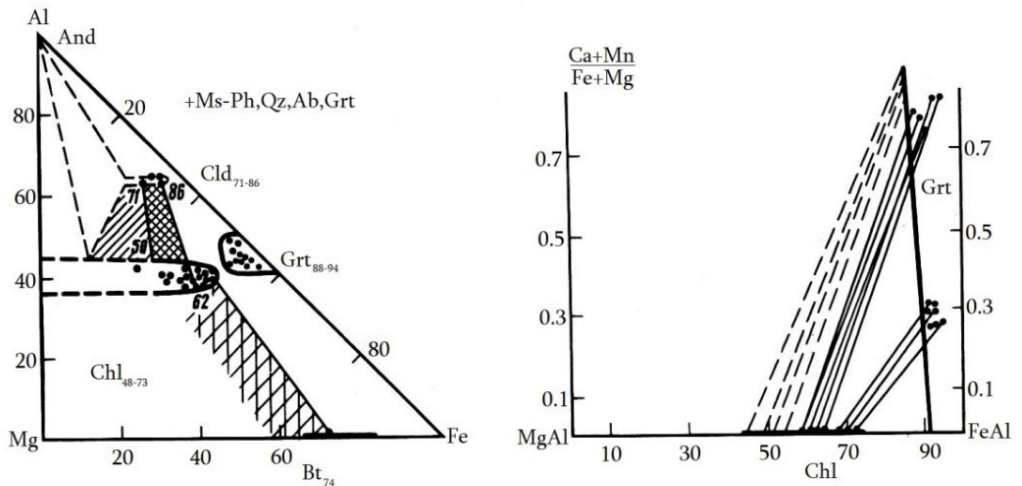
ნომ. №	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ჯამი
151-6	35.7	4.94	14.52	22.99	0.22	10.55	0.05	0.26	8.06	97.27
	35.36	5.28	14.39	22.92	0.24	10.16	0.04	0.12	8.22	97.78
	34.56	5.35	14.4	23	0.21	11.13	0.04	0.28	9.2	98.16
	35.2	5.06	16.08	22.72	0.19	8.88	0.02	0.32	9.68	98.17
149-6	36.86	4.2	15.15	19.21	0.07	13.77	0.05	0	8.18	97.49
739-D	35.39	2.06	21.49	24.1	0.85	4.96	0.03	0.1	7.55	96.53
22-L	34.49	2.78	20.63	24.84	0.57	6.17	0.07	0	8.08	97.63
ქანგბადის 22 ატომით გადათვლილი ბიოტიტის კრისტალო-ქიმიური ფორმულები										
ნომ. №	Si	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Ti	ΣFe	Mn	Mg	Ca	Na	K
151-86	5.41	2.59	0	0.56	2.91	0.03	2.38	0	0.08	1.56
	5.4	2.57	0	0.57	2.9	0.03	2.29	0	0.04	1.78
	5.24	2.57	0	0.42	2.91	0.02	2.51	0	0.08	1.78
	5.34	2.66	0.21	0.58	2.87	0.02	2	0	0.08	1.86
149-86	5.59	2.41	0.29	0.47	2.43	0.01	3.11	0	0	1.58
739-D	5.37	2.63	1.21	0.23	3.05	0.11	1.12	0	0.02	1.46
22-L	5.23	2.77	0.91	0.31	3.14	0.07	1.39	0.01	0	1.56

მინერალური პარაგენეზისები: 739-L - Bt₇₊+Pl+Qz+(Ph₂₅, Ms₆₂, Pg₁₃)+And+Chl₄₈; 22-L - Bt₆₉₊(Ph₂₀₋₂₆, Ms₆₇₋₇₂, Pg₇₋₈)+Chl₆₆₊+And+Qz; 151-6 და 149-6 იხ. ცხრილში 1.

საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის K₂O გაჯერებული მეტაპელიტების მინერალური პარაგენეზისები მოტანილია Al-Mg-Fe დიაგრამაზე (სურ.13).

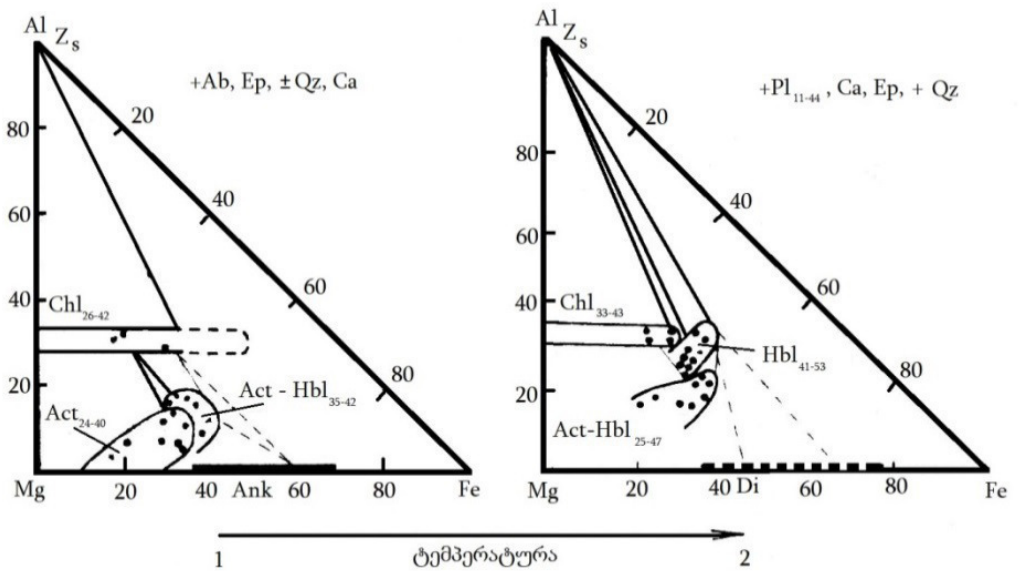
საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის CaO მდიდარ ქანებში რეგიონული მეტამორფიზმის პირობებში განვითარებული ამფიბოლი აქტინოლითით და იშვიათად აქტინოლითური რქატყუარათია წარმოდგენილი, ხოლო კონტაქტურ-მეტამორფულ ქანებში კი უპირატესად გვხვდება აქტინოლითური რქატყუარა, იშვიათად აქტინოლითი და მოცისფრო-მწვანე რქატყუარა. კარგად ჩანს აქტინოლითური რქატყუარას აქტინოლითის ხარჯზე განვითარება. საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის ამფიბოლიანი ქანების რეგიონული და კონტაქტური მეტამორფიზმის პირობებში წარმოქმნილი აქტინოლითის რკინიანობა

იცვლება 24-40% ფარგლებში, ხოლო აქტივოლითური რქატყუარასი კი - 41-50% ფარგლებში. რეგიონული და კონტაქტური მეტამორფიზმის ამფიბოლიანი ფიქლების მინერალური პარაგენეზისები წარმოდგენილია Al-Fe-Mg დიაგრამაზე (სურ. 14).



სურ. 13. ლოქის კრისტალური მასივის საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქოთონური ფირფიტის K₂O გაჯერებული მეტაპელიტების მინერალური პარაგენეზისები Al-Mg-Fe დიაგრამაზე და მათი შესაბამისი Grt-Chl კვეთი.

არც თუ ისე იშვიათად, რეგიონულად მეტამორფიზებულ ფიქლებში ჩანს ქლორიტის ჩანაცვლება აქტივოლითით, ხოლო კონტაქტურად გარდაქმნილ სახესხვაობებში - აქტივოლითის ჩანაცვლება აქტივოლითური რქატყუარათი. შეინიშნება ზონალური ამფიბოლებიც (ცხრ. 7). ზონალობა პროგრესულია - კრისტალის გულში განვითარებულია აქტივოლითი ან აქტივოლითური რქატყუარა, რომელიც პერიფერიებზე ჩანაცვლებულია ჩვეულებრივი რქატყუარათი. ამავე მიმართულებით, ზონალურ ამფიბოლში ჩანს თახამიწიანობისა და რკინიანობის მატება, ხოლო SiO₂ შემცველობის კლება. აღნიშნულ მეტამორფიტებში აქტივოლითის ფართოდ გავრცელება შესაძლებელია გაპირობებული იყოს CO₂ დაბალი წნევით, რაც უზრუნველყოფს პროგრესულ რეაქციას: $Chl+Cal+Qz \rightarrow Act+CO_2+H_2O$ და $Ank+Qz \rightarrow Act+Cal+CO_2$.



სურ. 14. ლოქის კრისტალური მასივის ამფიბოლიანი ფიქლების მინერალური პარაგენეზისები: 1 - რეგიონულად მეტამორფიზებული ქანები, 2 - კონტაქტურად მეტამორფიზებული ქანები.

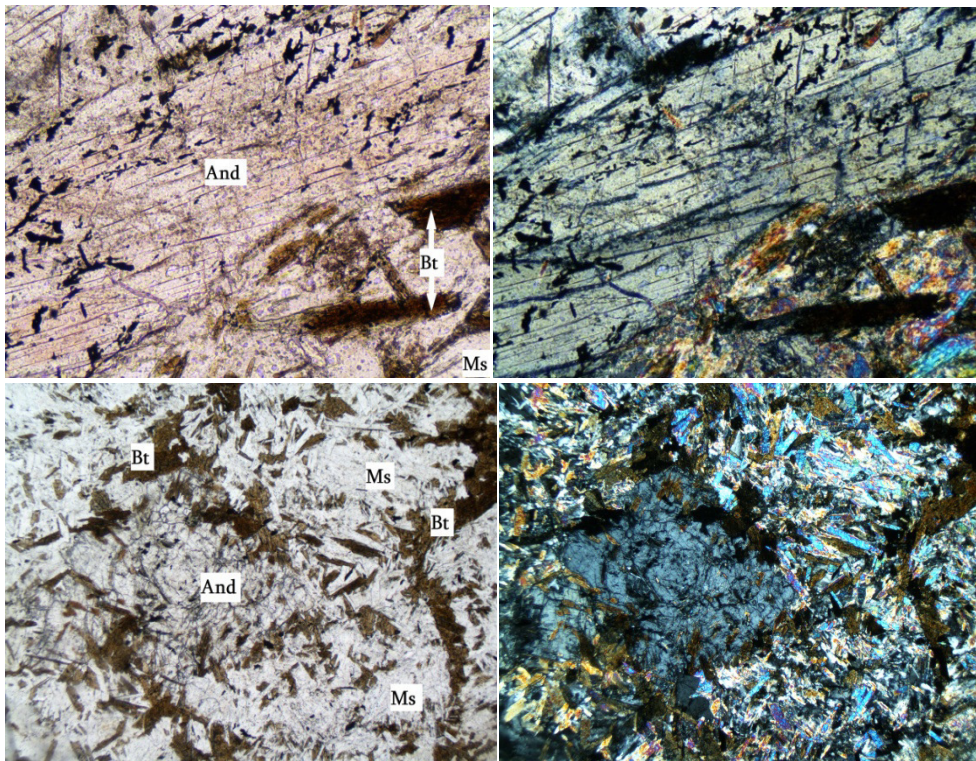
საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის სამხრეთ პერიფერიაზე მეტამორფიტებსა და გრაფიტთან კვარციტებში გვხვდება ანკერიტი, რომლის რკინიანობა დაბალია და მერყეობს 25-41% ფარგლებში. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ანკერიტის რკინიანობის ეს ინტერვალი შეესაბამება რეგიონული მეტამორფიზმის ბიოტიტურ სუბფაციესს, რადგან მაღალრკინიანი ანკერიტი განვითარებულია ბიოტიტურამდეელი სუბფაციესის მეტამორფიტებში, ხოლო გრანატული სუბფაციესის პირობებში გრანატში კალციუმის შემცველობის მატებასა და პლაგიოკლაზის ფუძიანობის ზრდასთან ერთად საერთოდ აღარ ჩნდება (Кориковский, 1979).

3.2. მოშევანის ალოქთონური ფირფიტა

მოშევანის ალოქთონური ფირფიტა გაშიშლებულია მდ.მდ. გორასწყლისა და მოშევანის შეერთების მიდამოებში და მდ. მოშევანის დასავლეთით (იხ. სურ. 3). ჩრდილო-აღმოსავლეთით იგი გადაფარულია საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტით, აღმოსავლეთით ესაზღვრება ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტას, ხოლო დასავლეთით

კი ვერტიკალური რღვევით ემიჯნება ქვედაიურულ ქანებს. მისი გამოსავლის სიგანე მდ. გორასწყლის კალაპოტში 380 მ-ს აღწევს, ხოლო მდ. მოშევანის მარცხენა სანაპიროზე კი - 700 მ-ია. ფიქლებრიობის მიმართება ჩრდილო-აღმოსავლურია. გამოსავლებში ფიქსირებულია რამდენიმე ნაოქი, მათ შორის, ორი ვიწრო სინკლინი და მათი გამყოფი ანტიკლინი, რომლის ფრთების დაქანება - $145^{\circ}<70^{\circ}$ და - $290^{\circ}<50^{\circ}$.

მოშევანის ალოქთონური ფირფიტის დიდი ნაწილი კატაკლაზირებული ფიქლებითაა წარმოდგენილი. ქვედაგორასწყლის ფირფიტასთან კონტაქტში, განვითარებულია ბრექჩირებული და ურთიერთგადაადგილებული, უპირატესად ნაკეცური, ანდალუზიტ-ქარსიანი ფიქლები და ზოლოვანი გრაფიტიანი კვარციტები (სურ. 15 და 16).



სურ. 15. ლოქის კრისტალური მასივის მოშევანის ალოქთონური ფირფიტის ანდალუზიტ-ქარსიანი ფიქლები. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 100x.

ცხრილი 7

საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის ამფიბოლების მიკროზონდული ანალიზი

№	მიწერ.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Σ	პარაგენეზისი
რეგიონული მეტამორფიზმის ქანები												
5	Act	55.53	0.02	2.22	9.66	0.50	19.25	12.97	0.34	0.03	100.52	Act ₂₈ +Chl ₂₆₋₂₉ +P ¹² +Ca ₉₈ +Ep
	Act	53.06	0.04	1.70	16.01	1.43	16.05	10.47	0.33	0.07	99.16	Act ₉₆ +Chl+Ep+Ab+Ca
	Act	51.74	0.12	4.41	15.08	0.45	15.73	10.71	0.73	0.16	99.13	Act ₂₄ -
	Act	54.00	0.04	2.27	14.02	0.49	17.00	11.07	0.02	0.02	98.93	³⁵ +Ab+Chl+Ep(Hbl ₄₆ +Pl ³⁸⁻ ₄₂)*
	Hbl	48.14	0.08	9.45	16.3	0.32	10.78	13.06	0.49	0.09	98.71	
134	Act	55.08	0.00	1.63	11.21	0.32	18.58	10.72	0.03	0.04	97.61	
	Act	53.05	0.04	3.35	15.46	0.52	14.08	11.05	0.93	0.04	98.52	
	Act	52.02	0.08	4.38	14.5	0.46	16.08	10.94	1.25	0.06	99.77	
	Act-Hbl	50.01	0.10	5.02	17.04	0.29	15.63	10.33	0.86	0.08	99.36	Act ₄₀ +Act-Hbl ₃₅ - 42+Chl ₄₂ +Pl ⁵⁻¹³ +Ca ₉₉ +Ep
	Act-Hbl	50.60	0.09	5.69	17.3	0.48	14.22	10.02	1.02	0.11	99.53	
18	Act	53.45	0.09	2.61	17.3	0.63	14.00	10.09	0.49	0.01	98.67	
	Act-Hbl	51.09	0.13	5.08	17.28	0.44	13.25	10.37	1.01	0.05	98.70	
	Act-Hbl	49.81	0.18	6.09	16.05	0.40	14.60	10.17	1.34	0.12	98.76	
	Act-Hbl	51.43	0.19	5.01	14.84	0.22	15.71	10.18	1.20	0.08	98.86	

კონტაქტური მეტამორფიზმის ქანები

107	Hbl	45.22	0.44	10.39	17.43	0.30	11.70	10.71	2.81	0.24	99.24
		46.01	0.12	9.21	17.05	0.33	13.30	10.20	2.05	0.22	98.49
		47.01	0.12	8.98	16.51	0.31	13.51	10.37	2.11	0.22	99.14
		47.01	0.13	9.20	16.01	0.36	13.03	10.25	2.02	0.22	98.23
	Act-Hbl	49.52	0.09	6.56	15.41	0.27	14.53	10.91	1.50	0.10	98.89
		50.30	0.07	5.29	16.42	0.29	14.87	10.47	1.03	0.08	98.82
		47.00	0.12	8.26	16.66	0.23	13.8	10.86	2.26	0.17	99.36
147	Act-Hbl	47.02	0.14	8.41	16.45	0.32	13.52	10.51	2.11	0.16	98.64
		46.08	0.50	5.73	11.06	0.49	19.07	13.99	0.62	0.26	97.80
9	Act-Hbl	47.84	0.33	7.48	18.26	0.26	11.62	12.39	1.07	0.37	99.62
18	Hbl	47.03	0.27	10.58	16.79	0.34	11.12	11.49	1.65	0.15	99.42
8	Act-Hbl	47.48	0.17	6.84	15.93	0.20	14.08	10.98	1.50	0.19	97.37
108	Act-Hbl	51.19	0.12	5.03	17.21	0.44	13.29	0.41	0.97	0.07	88.73

Act-Hbl₃₈₋₄₅+Hbl₄₁₋₄₈+Pl+Ep+(Act₄₁+Chl)

Act-Hbl₂₅₋₃₉+K-Chl₄₀+Pl³⁴⁺⁴¹

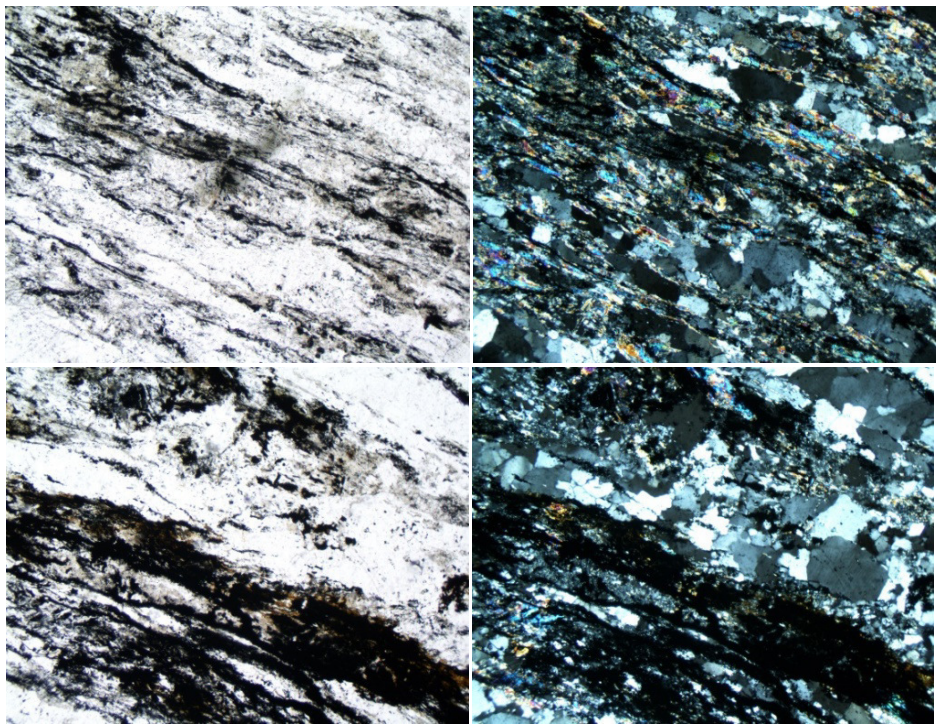
Act-Hbl₄₅₋₄₇+Hbl₅₃+Chl₄₀₋₄₃+Pl+Ca₁₀₀+Ep

Hbl₄₅₋₄₈+Chl₃₉+Pl³⁷+Ep

Act-Hbl₃₉+Chl₄₀+Pl³+Ep+Ca

ActHbl₄₃+Chl₃₃+Pl+Ca₁₀₀+Ep

ამ ქანებში იშვიათად გვხვდება რამდენიმე მეტრის სიმძლავრის ეპიდოზიტების გამოსავლები. აქვე, საკმაოდ ხშირად შეიმჩნევა ქანის გადაზე-
ლილი მცირე ზომის ნატეხები. აღნიშნული ქანების გარდა, გვხვდება პი-
ნიტიზირებული კორდიერიტანი ფიქლები (სურ. 17) და კვარციტები,
უფრო იშვიათად - პლაგიოკლაზ-ამფიბოლიანი ფიქლები და მათი რეტ-
როგრადულად გარდაქმნილი ქლორიტ-აქტინოლით-კარბონატული სახე-
სხვაობები. აღსანიშნავია, რომ კვარცის კატაკლაზირებულ მარცვლებს შემ-
დგომში განცდილი აქვს ბლასტეზი. ნატეხებსა და ნაპრალებს შორის არსე-
ბული სივრცე შევსებულია კარბონატით, კვარცით, ეპიდოტის ჯგუფის
მინერალებით, პრენიტითა და ქლორიტით. მოშეგანის ალოქთონურ ფირ-
ფიტაში დამორჩილებული რაოდენობით გვხვდება მეტაბაზიტები (მეტა-
გაბრო და პლაგიოკლაზიანი ამფიბოლიტები), ასევე ქლორიტ-აქტინო-
ლით-კარბონატული და კალციტ-ეპიდოტ-ქლორიტიანი ფიქლები.



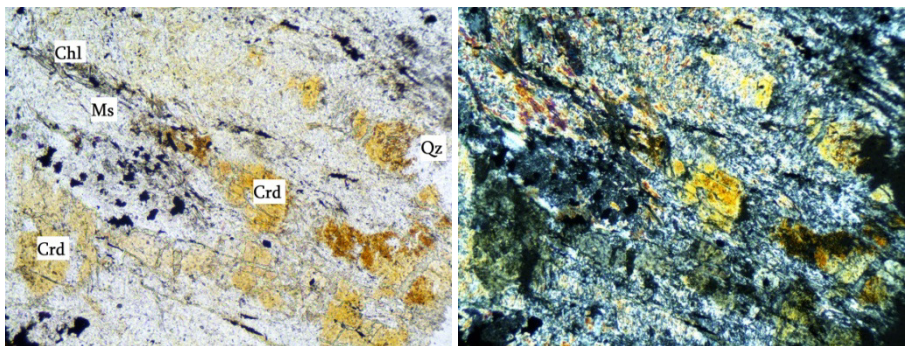
სურ 16. ზოლოვანი გრაფიტანი კვარციტები. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 40x.

მეტაბაზიტების თანხმობითი სხეულები ინტენსიურადაა დაფიქლებული. მათი გამოსავლების სამძლავრე ზოგან 50-60 მ აღწევს. მეტაბაზიტების პეტროლოგიის, გეოქიმიისა და მათი ჩამოყალიბების პირობების საკითხები დეტალურად განხილულია მე-4 თავში.

მიკროზონდული კვლევების შედეგად დადგენილი მინერალური პარაგენეზისები (იხ. ცხრ. 1) მოწმობს, რომ ქანების ჩამოყალიბების პირობები შეესაბამება სტავროლითური ფაციესის სტავროლით-ბიოტიტ-ანდალუზიტურ სუბფაციესსა და ნაწილობრივ, ბიოტიტ-მუსკოვიტიანი გნიესებისა და რქაულების ფაციესს (იხ. სურ. 12).

პეტროგეოქიმიური ნიშნების მიხედვით, საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის ანალოგიურად, მოშევანის ალოქთონური ფირფიტის მეტაბაზიტები თავსდება ნორმალურ ტუტე, ტუტე და ტოლეიტური სერიის ბაზიტების ველებში და შეესაბამება ფილებსშიგა ან კუნძულთარკალურ ბაზალტებს და იშვიათად, შუაოკეანური ქედების გამდიდრებულ ბაზალტებს.

გვიანვარისკული (სუდეტური) გრანიტოიდების ზემოქმედება ფირფიტის ამგებ ქანებზე არ შეიმჩნევა. მოშევანის მეტამორფიტები, სავარაუდოდ, ქვედაპალეოზოურია.



სურ. 17. კვარც-მუსკოვიტ-კორდიერიტ-გრაფიტიანი ფიქალი პინიტიზირებული კორდიერიტი. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 40x

3.3. ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტა

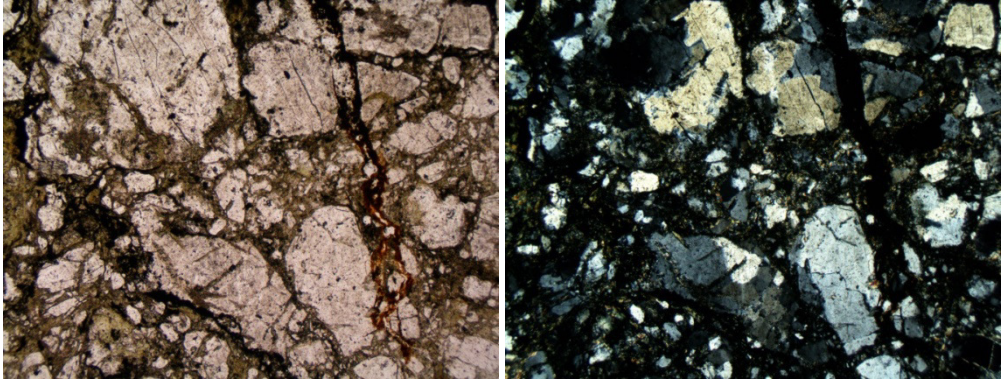
ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტა შიშვლდება მდ.მდ. მოშევანისა და გორასწყლის ხეობებში (იხ. სურ. 3). მისი გამოსავლის სიგანე 300 მეტრს აღწევს. იგი ტექტონიკურ კონტაქტშია ლოქის კრისტალური მასივის ყველა ფირფიტასთან და მხოლოდ სამხრეთით იკვეთება ცარცული ასაკის კვარციანი დიორიტ-პორფირიტებით.

ფირფიტა წარმოდგენილია ოფიოლიტური კომპლექსის ბაზიტებით - არაკუმულატური გაბროსა და პარალელური დაიკებით, რომლებშიც განვითარებულია სუსტადმეტამორფული გაბროები, გაბრო-დიაბაზები, დიაბაზები და ამფიბოლიანი ფიქლები (Gamkrelidze et al., 2017; Gamkrelidze et al. 2018^{1,2}). მაგმატიტების ეს კომპლექსი შედგენილობითა და ტექტონიკური პოზიციით უცხო სხეულია ლოქის კრისტალური მასივის წარმონაქმნებისათვის.

საფარლო - ლოქ-ჯანდარისა და ზედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტების კონტაქტურ ზოლში, ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტის ბაზიტები ინტენსიურად კატაკლაზირებული და ბრექჩირებულია (სურ. 18). აქ ფართოდაა გავრცელებული ბლასტომილონიტები. კატაკლაზიტების ლოკალური გადაკრისტალება და მილონიტიზაცია ფირფიტების წარმოშობის თითქმის თანადროულია. ბლასტეზის გამოვლენა შეიძლება აიხსნას მხოლოდ ალოქთონური მასების საგებში განვითარებული თერმული ეფექტით.

აღსანიშნავია, რომ დიდი ზომის ბლოკებს შორის თითქმის ყოველთვის გვხვდება გრაფიტის კვარციტებისა და ანდალუზიტის ფიქლების ნატეხები.

მდ. გორასწყლის ხეობაში ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტის შედგენილობაში დიაბაზები რაოდენობრივად ჭარბობს გაბროს, ხოლო მდ. მოშევანის ხეობაში კი, მათი რაოდენობა თითქმის თანაბარია. ბაზიტურ კომპლექსში გვხვდება დაფიქლებული ლეიკოკრატული პორფირისებრი გრანიტოიდის დაიკები (რამდენიმე მეტრის სიმძლავრის). მათი ფიქლებრიობა, რომელიც უპირატესად ჩრდილო-აღმოსავლური მიმართებისაა, თანხვედნილია ბაზიტების ფიქლებრიობასთან. ფირფიტის ფარგლებში აღინიშნება დაძირული ანტიკლინი, რომლის ფრთების დაქანებები ჩრდილო-დასავლური და სამხრეთ-აღმოსავლურია - 140° , კუთხე $80-85^{\circ}$ და 300° , კუთხე $34-40^{\circ}$, შესაბამისად.



სურ. 18. ლოქის კრისტალური მასივის ქვედა გორასწყლის ალოქთონური ფირფიტის ბრექჩირებული და კატაკლაზირებული გაბრო. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 40X

გაბროს დიდი ნაწილი მასიური, საშუალომარცვლოვანი ქანია; გვხვდება მუქი და ღია ფერის ზოლოვანი უბნებიც, სადაც ზოლების სიმძლავრე მილიმეტრის ფარგლებშია და იშვიათად აღწევს 1-2 სმ-ს. ზოლები უპირატესად წარმოდგენილია ანქიმონომინერალური კლინოპიროქსენით, რქატყუარათი და პლაგიოკლაზით, ასევე, კლინოპიროქსენ-რქატყუარათი. ქანის ზოლოვნება არ არის დაკავშირებული რეგიონული მეტამორფიზმის პროცესთან, როგორც ეს ადრე მიაჩნდათ, არამედ გაპირობებულია მაგმის დინებითა და კრისტალიზაციის თავისებურებებით. მეტამორფიზებულ და მეტასომატურად სახეცვლილ ზოლებში კი განვითარებულია კარბონატი, ქლორიტი, ეპიდოტის ჯგუფის მინერალები, პრენიტი, გასოსურიტებული და გაალბიტებული პლაგიოკლაზი, აქტინოლითი და აქტინოლითური და მოცისფრო-მწვანე რქატყუარა; ზოგჯერ გვხვდება რელიქტური მაგმური მინერალებიც - კლინოპიროქსენი და რუხი და მწვანე რქატყუარა. მიკროზოლოვან გაბროში დადგენილია როდინგიტის ტიპის მცირე ზომის უბნები (Гамкრелидзе и др., 1999; Абесаძე и др., 2002), სადაც განვითარებულია ანდრადიტი-გროსულარის რიგის გრანატის, სფენის, გაკარბონატებული მასების, ტრემოლიტის (აქტინოლითის), მადნეული მინერალის, ქლორიტის, ტალკის, პრენიტისა და სერპენტინის მცირე ზომის უბნები. რენტგენული კვლევის მონაცემებით, სერპენტინი ამფიბოლის ხარჯზე განვითარებული ამიანტი-აზბესტია. გაბრო ხშირად ინტენსიურად ბრექჩირებული და კატაკლაზირებულია. ბრექჩირებული ნატეხების ზომა ერთეული სანტიმეტრიდან რამდენიმე მეტრის ფარგლებში იცვლება. ადგილ-

ადგილ ქანი ფიქლებრივია და თანდათანობით გადადის ამფიბოლიან ფიქალში. მასიური და ზოლოვანი გაბრო იდენტური მინერალური შედგენილობისაა. პირველადი მაგმური მინერალებია - კლინოპროქსენი, ფუჟე პლაგიოკლაზი და რუხი რქატყუარა; აქცესორული მინერალი წარმოდგენილია ტიტანომაგნეტიტით. სალი პლაგიოკლაზი იშვიათია - მას ანაცვლებს სოსურიტული მასა, კალციტი, პრენიტი და ეპიდოტის ჯგუფის მინერალები. ხშირად გვხვდება გაალბიტებული უბნებიც. კლინოპროქსენი და რუხი და მწვანე რქატყუარა დამორჩილებული რაოდენობით გვხვდება. ფართოდ არის წარმოდგენილი მეორეული მინერალები - ღია მომწვანო და მოცისფრო-მწვანე რქატყუარა, ქლორიტი და აქტინოლითი. ინტენსიურად ტექტონიზირებული გაბრო, ჩვეულებრივ, ძლიერ გაკარბონატებული და გაპრენიტებულია, ხოლო მის ბრექჩირებულ სახეობებში კარბონატულ გროვებთან ერთად განვითარებულია სერპენტინიც. კარბონატისა და სერპენტინის გადაზელილ მასასა და კვარცის ბუდეებში განვითარებულია სფენი და ტიტანომორფიტი.

გაბროს რეგიონული მეტამორფიზმი შეესაბამება მწვანე ფიქლების ფაციესის ყველაზე დაბალ საფეხურს - ქლორიტ-სერიციტულ სუბფაციესს, ხოლო ზედაცარცული კვარციანი დიორიტ-პორფირიტების ზეგავლენა გაბროულ ქანებზე შემოიფარგლება ამფიბოლის გაბიოტიტებით (ხშირად ინტენსიური) და ქანის გაკვარცებით.

ამრიგად, გაბროში, გარდა პირველადი მაგმური მინერალებისა, განვითარებულია აგრეთვე, რეგიონული მეტამორფიზმისა და, უპირატესად, ჰიდროთერმული მეტასომატური პროცესების შედეგად გაჩენილი მინერალები. გაბროს ხარჯზე წარმოშობილ ამფიბოლიან ფიქლებში პირველადი მაგმური მინერალები არ შეიმჩნევა.

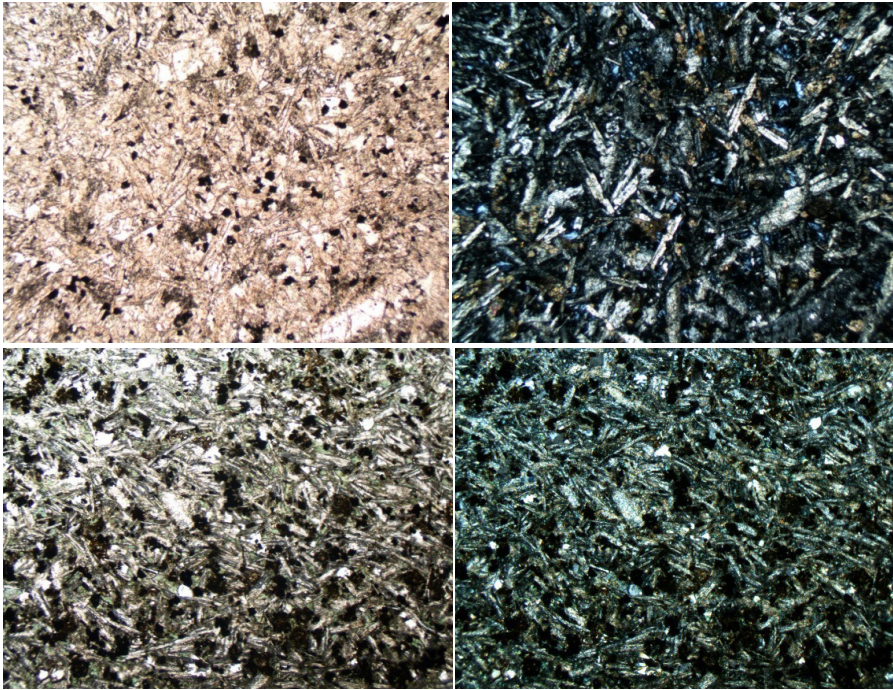
გაბრო-დიაბაზი თანდათანობით გადადის გაბროსა და დიაბაზში. იგი გაბროსგან განსხვავებით, ზოგჯერ ბლასტოოფიტური სტრუქტურისაა. მასში შენარჩუნებულია პირველადი მაგმური მინერალები. რელიქტურ ოფიტურ ძირითად მასაში ბევრია მადნეული მინერალი, კარბონატი, ქლორიტი და პრენიტი. გაბრო-დიაბაზი ასევე თანდათანობით გადადის ამფიბოლიან ფიქლებში, სადაც გვხვდება ალბიტის ჰელიციტური პორფირობლასტები და მადნეული მტვრით გაჟღენთილი უბნები. სხვა მეორეული შეცვლები, ასევე კატაკლაზი და ბრექჩირება გაბროში განვითარებული პროცესების ანალოგიურია.

ბაზიტების ზემოთ დასახელებული სახეობებისგან განსხვავებით, დიაბაზები წარმოდგენილია 0,5-25 მ სიმძლავრის პარალელური დაიკვებით. ისინი უპირატესად წვრილმარცვლოვანი ქანებია და კარგად შენარჩუნებული ოფიტური სტრუქტურა აქვთ (სურ. 19). გვხვდება პორფირული სტრუქტურის მქონე სახეობებიც, სადაც რკინა-მაგნეზიური მინერალები მთლიანად ჩანაცვლებულია კარბონატით და მადნეული მინერალით, ან აქტინოლითით, ასევე ტალკით, ქლორიტით, კარბონატით და აქტინოლითური რქატყუარათი; იშვიათად გვხვდება მწვანე რქატყუარა. ძირითად მასაში, ზემოთ დასახელებული მინერალების გარდა, გვხვდება მადნეული მინერალი და სფენი. დიაბაზებში გამოხატულია ინტენსიური ჰიდროთერმული მეტასომატოზის პროცესები: გაკარბონატება, გაპრენიტება, გაალბიტება და გაკვარცება, ხოლო რეგიონული მეტამორფიზმის პროდუქტები (ქლორიტი, აქტინოლითი, აქტინოლითური და მოცისფრო-მწვანე რქატყუარა), გაბროსთან შედარებით უმნიშვნელოდაა გავრცელებული. დიაბაზები, როგორც წესი, გაკვეთილია კარბონატული წვრილმარცვლებით; ხშირია კარბონატის გროვები და ბუდეები. აღინიშნება დიაბაზის აქტინოლითითა და აქტინოლითური რქატყუარათი მდიდარი უბნების თანდათანობითი გადასვლა ალბიტ-ამფიბოლიან ფიქლებში (სურ. 20); გვხვდება ძლიერ გაბიოტიტებული უბნებიც. საკმაოდ იშვიათად დიაბაზებს კვეთს პლაგიოგრანიტ-პორფირების მარღვული სხეულები.

ქვედა გორასწყლის ბაზიტების მიკროზონდული კვლევით დადგენილი მინერალური პარაგენეზისები მოცემულია ცხრლში (იხ. ცხრ. 1). კვლევის შედეგები მოწმობს, რომ ბაზიტური კომპლექსის რეგიონული მეტამორფიზმი შეესაბამება მწვანე ფიქლების ფაციესის ყველაზე უფრო დაბალ საფეხურს - ქლორიტ-სერიციტულ სუბფაციესს (იხ. სურ. 12).

მონაცემები ქვედა გორისწყლის ბაზიტების ასაკის შესახებ არ არსებობს და, ისევე როგორც სხვა ალოქთონური ფირფიტების შემთხვევაში, ასაკის ზედა საზღვარს ვადგენთ მხოლოდ მათზე გვიანვარისკული გრანიტების ზემოქმედების მიხედვით. ძირულის კრისტალური მასივის ოფიოლიტური კომპლექსის ანალოგიურად, მათი ასაკი პირობითად კამბრიულამდეადაა მიჩნეული (Гамკრელიძე и др., 1999; Гамკრელიძე, Шенგелиა, 2005).

ქვედაგორასწყლის ბაზიტური კომპლექსის ქანებში პეტროგენული, იშვიათი და იშვიათმიწა ელემენტების შემცველობის განსაზღვრის მონაცემები (ცხრ. 8) დატანილია რიგ დიაგრამაზე.



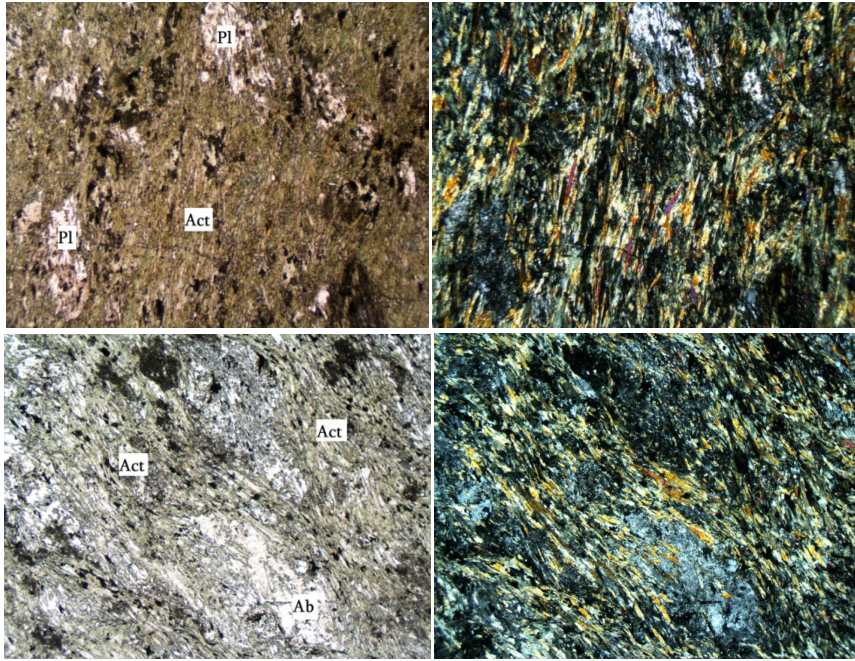
სურ. 19. ლოქის კრისტალური მასივის ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტის ოფიტური სტრუქტურის მქონე დიაბაზის დაიკა. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 40X

AFM და ACM, $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})\text{-SiO}_2$ და $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MgO}+\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ დიაგრამებზე (სურ. 21, 22 და 23) ბაზიტების ყველა სახესხვაობის აღმნიშვნელი ფიგურული წერტილები, გარდა ორი წერტილისა (იხ. სურ. 23), განთავსდა ნორმული ტუტიანობის ტოლეიტ-ბაზალტების ველში.

Ti/Cr-Ni დისკრიმინაციულ დიაგრამაზე (სურ. 24) ქვედაგორასწყლის ბაზიტების ფიგურული წერტილები განლაგებულია MORB ველში, ხოლო $\text{TiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ შეფარდების დიაგრამაზე (სურ. 25), გაბიოტიტებული ამფიბოლიტის გამოკლებით (ნიმ. 130), იკავებს E-MORB და ნაწილობრივ N-MORB ველებს. $\text{TiO}_2\text{-FeO}_{\text{საერთო}}/\text{MgO}$ დიაგრამაზე (სურ. 26) ყველა ბაზიტის შედგენილობა თავსდება შუაოკეანური ქედებისა (OFB) და ფილებსშიგა (WPA) ტუტე ბაზალტების დისკრიმინაციულ ხაზებს შორის არსებულ ველში. $\text{TiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ დიაგრამის (სურ. 27) მიხედვით მეტაბაზიტები მიეკუთვნება TiO_2 მაღალი შემცველობის ოფიოლიტებს.

ლოქის კრისტალური მასივის ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ვირფიტის მაფურ ქანებში პეტროგენული კომპონენტების (მას.%) და მინარევი ელემენტების (გ/ტ) შემცველობები

ნომ.№	76	78	103	68	83	125	72	130
	გაბრო			დიაბაზების დაიკები			ამფიბოლიტები	
							მეტა- დიაბაზი	მეტა- გაბრო- დიაბაზი
SiO ₂	49,83	49,49	45,14	46,41	51,34	48,50	47,14	48,84
TiO ₂	1,64	1,57	1,63	1,98	1,35	1,62	1,82	1,37
Al ₂ O ₃	13,01	12,91	14,72	13,96	13,16	13,80	12,87	13,17
Fe ₂ O ₃	1,34	0,60	4,11	2,58	1,44	1,90	3,44	4,01
FeO	12,16	12,16	10,73	12,57	10,56	11,81	12,21	7,44
MnO	0,12	0,11	0,06	0,06	0,12	0,07	0,07	0,11
MgO	8,98	9,40	10,07	6,47	8,72	8,99	7,39	9,56
CaO	8,54	8,75	9,52	10,86	8,30	8,01	10,26	8,82
Na ₂ O	2,46	2,45	2,58	2,53	2,62	2,70	2,53	2,42
K ₂ O	0,44	0,52	0,36	0,43	0,40	0,52	0,64	1,07
P ₂ O ₅	0,60	0,51	0,97	0,97	0,43	0,50	0,48	0,55
H ₂ O ⁻	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,13	0,03	0,11
ბ.დ.	0,85	1,46	0,23	1,05	1,47	1,39	1,04	1,63
Σ	99,99	99,95	100,14	99,95	99,93	99,94	99,92	99,10
Cr	56	56	224	98	54	91	56	126
Ni	80	60	90	50	70	80	60	70
Co	60	50	50	60	60	<50	50	50
Cu	100	110	60	120	100	80	120	90
Zn	150	110	110	120	100	120	110	90
Rb	<10	10	10	10	10	<10	<10	22
Sr	184	280	-	-	231	254	199	264

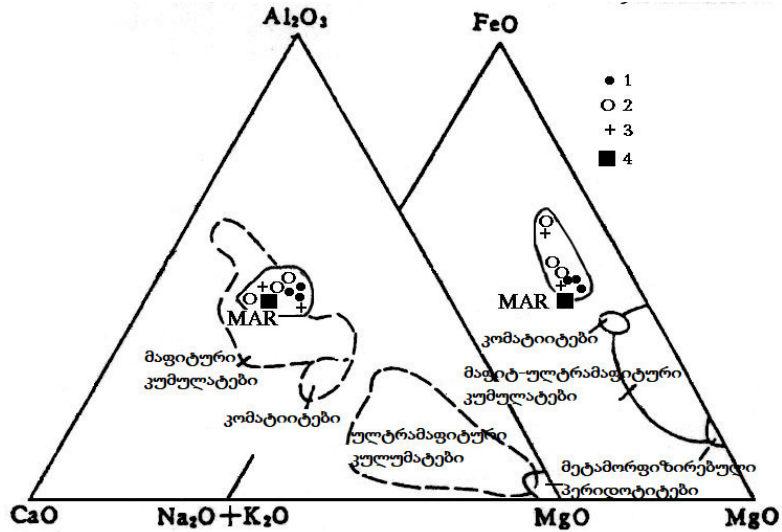


სურ. 20. ლოქის კრისტალური მასივის ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტის დიაბაზის გადასვლა ალბიტ-აქტინოლიტაიან ფიქალში. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 40X

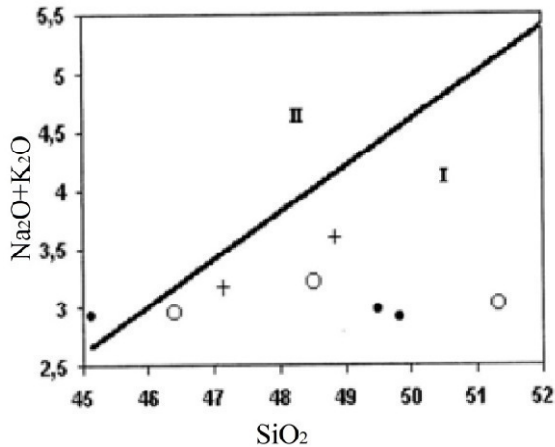
წარმოდგენილი დიაგრამები (სურ. 24, 25, 26 და 27) მოწმობს, რომ ოფიოლიტური ფირფიტის ქანებში Na_2O , K_2O , TiO_2 და $\text{TiO}_2\text{-FeO/MgO}$ სავსებით შეესაბამება აბისალური ტოლეიტების ვიწრო ინტერვალს.

რიგი დისკრიმინაციული დიაგრამა და ასევე, მონაცემები იშვიათი და იშვიათმიწა ელემენტების შესახებ, მიუთითებს, რომ ზედა გაბროს, დაიკური კომპლექსისა და მათი გაამფობოლებული სახეობების ქანები არ განსხვავდება ერთმანეთისგან; მათი პროტოლითი ერთ პეტროქიმიურ ტიპს - ტოლეიტურ ბაზალტებს მიეკუთვნება.

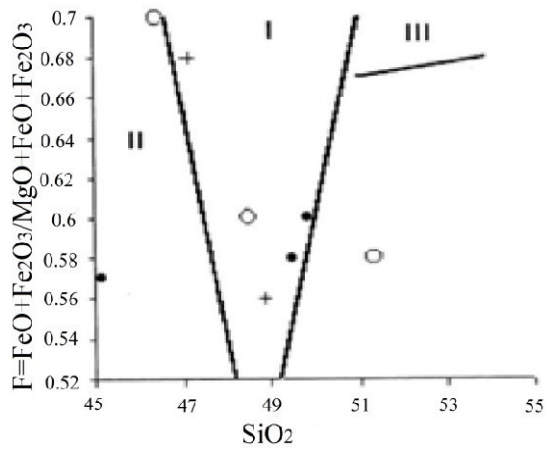
ეს მონაცემები მოწმობს, რომ საკვლევი მაფიტების საწყისი მაგმა შეესაბამებოდა MORB-თან მიახლოებულ, უფრო ზუსტად, გეოქიმიურად გამდიდრებულ E-MORB ტიპს (ტიტანის, ფოსფორის, რკინის, კალიუმის და, ნაწილობრივ რუბიდიუმის მაღალი და ალუმინისა და კალციუმის დაბალი შემცველობებით). შესაძლებელია, რომ საწყისი მაგმა ასევე პასუხობდა P- ან T-MORB ტიპებსაც; პეტროქიმიური პარამეტრების მიხედვით საწყისი მაგმის შედგენილობა უახლოვდება ფილემსშიგა ბაზალტებს.



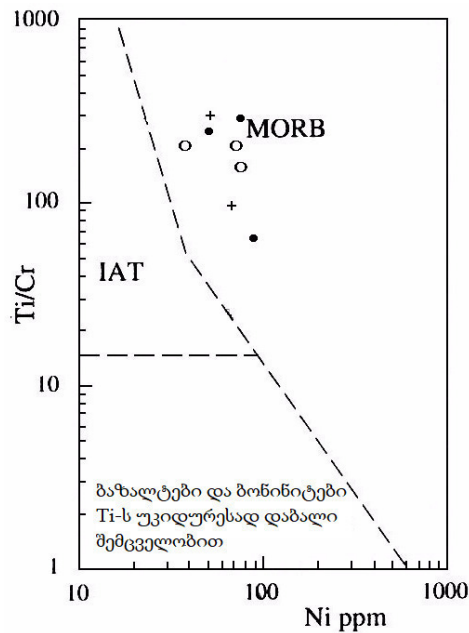
სურ. 21. ACM და AFM დიაგრამები (კოლმანის მიხედვით, 1977) მეტაოფიოლიტური ფირფიტის მაფიტური ქანებისათვის. 1 - მეტაგაბრო; 2 - მეტადიაბაზი; 3 - გაამფიზოლიტებული მეტაბაზიტი; 4 - MAR (შუაატლანტური ქედის ბაზალტების საშუალო შედგენილობა).



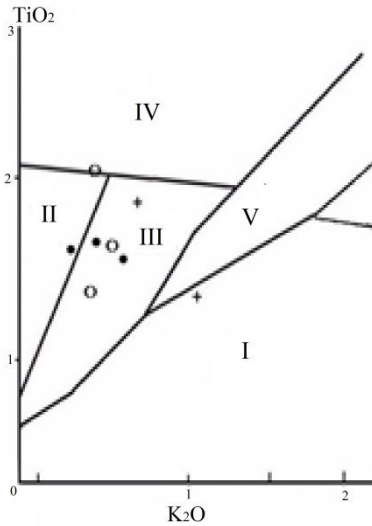
სურ. 22. ტუტეების ჯამური შემცველობის დამოკიდებულება კაჟმიწის რაოდენობაზე მეტაოფიოლიტური ფირფიტის ქანებში. ნორმული (I) და ამაღლებული (II) ტუტთანობის ბაზალტების შედგენილობის ველები (Middlemost, 1985). პირობითი ნიშნები იხ. სურ. 21.



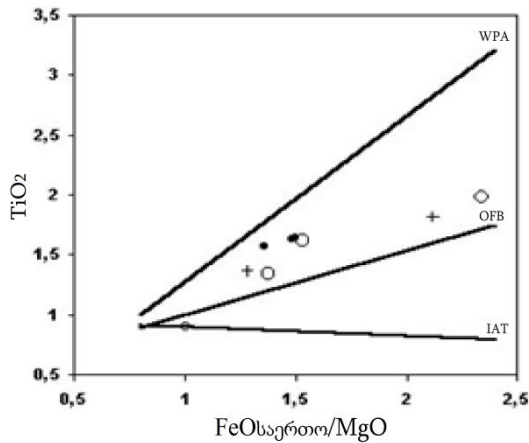
სურ. 23. მეტაოფიოლიტური ფირფიტის მაფიტურ ქანებში Fm – SiO₂ შეფარდება. ტოლეიტური (I), განშრევებული (სკეარგარდის) (II) და კირ-ტუტე (III) სერიების ბაზალტების კრისტალიზაციის ველები (Йодер, Тилли, 1965; Osborn, 1959). პირობითი ნიშნები იხ. სურ. 21.



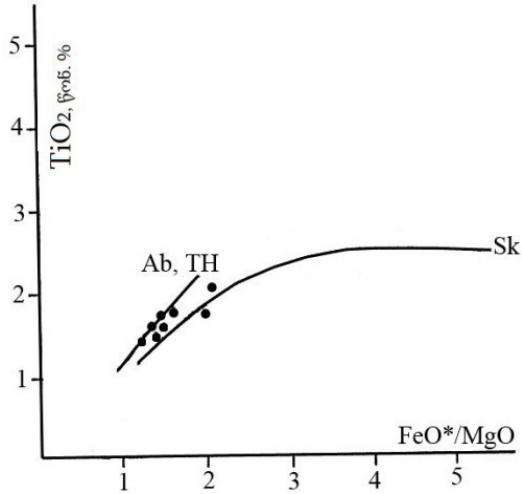
სურ. 24. მეტაოფიოლიტური ფირფიტის მაფიტური ქანების მდებარეობა Ti/Cr-Ni დისკრიმინაციულ დიაგრამაზე (Becculava et al., 1983). პირობითი ნიშნები იხ. სურ. 21.



სურ. 25. მეტაოფიოლიტური ფირფიტის TiO_2 - K_2O დიაგრამა. ქანების ველები: I - კუნძულთარკალური ბაზალტები; II - შუაოკეანური ქედების (N-MORB) ნორმული ტოლეიტური ბაზალტები; III - შუაოკეანური ქედების გამდიდრებული ბაზალტები (E-MORB); IV - ფილემსშიგა ბაზალტები (WPB); V - ბაქნების აქტივიზაციის ზონების ბაზალტები. პირობითი ნიშნები იხ. სურ. 21.



სურ. 26. მეტაოფიოლიტური ფირფიტის მაფიტური ქანების TiO_2 - $FeO_{საერთო}/MgO$ დიაგრამა. მიაშიროსა და შიდოს მიხედვით დატანილი კუნძულთარკალური (IAT), შუა-ოკეანური (OFB) და ფილემსშიგა (WPA) ბაზალტების დისკრიმინაციური ხაზები (Miyashiro, Shido, 1975). პირობითი ნიშნები იხ. სურ. 21.



სურ. 27. ლოქის მასივის ოფიოლიტური ფირფიტის, აბისალური ტოლეიტებისა (Ab, TH) და სკაერგარდის ინტრუზივის (Sk) ქანების TiO_2 - FeO^*/MgO დიაგრამა (Miyashiro, 1973).

ამრიგად, ლოქის კრისტალური მასივის ბაზიტური კომპლექსი ოფიოლიტური ასოციაციის ფრაგმენტებია, რომლებიც ნაწილობრივ ფილებს-შიგა ბაზალტების ნიშნებითაც ხასიათდება (Гамკრელიძე ი დრ., 1999). იგი მოიცავს ოკეანური ქერქის მეორე და მესამე შრის გარდამავალ ნაწილს, კერძოდ, მესამე შრის გაბროული შემადგენლის ზედა არაკუმულატურ ნაწილს (სადაც განვითარებულია კლინოპროქსენი და რუხი რქატყუარა, არ გვხდება პერიდოტიტების შუაშრეები და კუმულატების ინდიკატორული მინერალი - ოლივინი) და ზემოთმომყოლი მეორე შრის დიაბაზების პარალელური დაიკების ყველაზე უფრო ქვედა ნაწილს.

3.4. ზედაგორისწყლის ალოქთონური ფირფიტა

ზედაგორისწყლის ალოქთონური ფირფიტა არის მელანჟი და სპეციფიკური შინაგანი აგებულებით ხასიათდება. იგი გაცილებით უფრო ძლიერ ტექტონიზებულია, ვიდრე მის ქვევით მდებარე საფარლო-ლოქჯანდარისა და ქვედაგორისწყლის ალოქთონური ფირფიტები (იხ. სურ. 3).

მელანჟი წარმოდგენილია სხვადასხვა ორიენტაციისა და ზომის (რამდენიმე მილიმეტრიდან რამდენიმე მეტრამდე) ნატეხებითა და ბელტებით, რომლებიც შეცემენტებულია ამავე ქანების ძლიერ გადაზედილი

უწვრილესი მასალით. მელანჟში დეფორმაციები (ნაკეციანობა) ბლოკებად დამსხვრევამდე იყო განვითარებული. ქანებს განცდილი აქვს, აგრეთვე, ზედნადები ტექტონიზაცია, რასაც სხვადასხვა ქანის ქაოსურად განლაგებული ბლოკების საერთო ორიენტაციის ფიქლებრიობა ადასტურებს.

ზედაგორისწყლის მელანჟური ფირფიტის დიდი ნაწილი წარმოდგენილია მოშევანისა და ქვედაგორისწყლის ფირფიტების მასალით - გრაფიტიანი კვარციტებით, პორფირობლასტური ანდალუზიტიანი ფიქლებითა და ბაზიტებით. დამორჩილებული რაოდენობით გვხვდება კორდიერიტიანი ფიქლები და ანქიმეტამორფული კვარციტები. იშვიათია რამდენიმე ათეული სანტიმეტრის ზომის ლეიკოკრატული პორფირისებრი გრანიტოიდების ბლოკები. მელანჟის ქანებს განცდილი აქვს მილონიტიზაცია და ძლიერი ჰიდროთერმული შეცვლა - გაკარბონატება, გაქლორიტება, გაკვარცება და გააქტინოლითება. უფრო იშვიათია შეცვლის ამ პროდუქტებთან სივრცობრივად დაკავშირებული სერპენტინის (ამიანტ-აზბესტური) წანაცხებები და გროვები. ადგილ-ადგილ გვხვდება გაროდინგიტებული ქანების უბნები, რომლებიც წარმოდგენილია ეპიდოტით, კარბონატით, გრანატით, სფენით და ვეზუვიანით; აღინიშნება, აგრეთვე, კვარც-ალბიტიანი და ქლორიტ-კარბონატ-ეპიდოტიანი გროვები.

ზედაგორისწყლის მელანჟური ფირფიტის ქანებში, მიუხედავად მათი ინტენსიური შეცვლისა, გვხვდება მეტ-ნაკლებად საღი ანდალუზიტის პორფირობლასტები, ბიოტიტი და იშვიათად, გაპინიტებული კორდიერიტი. ქანების რეგიონული მეტამორფიზმისთვის დამახასიათებელი კრიტიკული პარაგენეზისია: And+Ms+Bt+Crld+Qz, ხოლო ჰიდროთერმული მეტასომატოზისთვის კი - Ser+Chl+Cal+Ab+Qz (იხ. ცხრ. 1).

მოშევანის ფირფიტის ქანების ანალოგიურად, გრაფიტიანი კვარციტები ძალიან ხშირად ნაკეცურ-ზოლოვანია, რაც გამოიხატება გრაფიტისა და კვარცის გროვების მორიგეობაში. ზოლებში სხვადასხვა რაოდენობით აღინიშნება სერიციტ-ქლორიტიანი, კარბონატიანი და ლიმონიტიანი უბნები. არც თუ ისე იშვიათად, ბრექჩირებულ უბნებზე გრაფიტიანი კვარციტები გადახელილია და გაჟღენთილია ქლორიტული, სერიციტული და კარბონატული მასით და მადნეული მინერალების მტვრით.

4. მეტაბაზიტების პეტროლოგია, გეოქიმია და ფორმირების პირობები

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ალპურამდეელი მეტაბაზიტები გავრცელებულია ლოქის კრისტალური მასივის ყველა ალოქთონურ ფირფიტაში.

სოფ. საფარლოს მიდამოებში საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის მეტამორფულ კომპლექსში მეტაბაზიტები წარმოდგენილია უპირატესად, დაფიქლებული თანხმობითი სხეულების სახით. მათი სიმძლავრე 1-15 მ ფარგლებშია. ქანში სხვადასხვა ხარისხითაა შენარჩუნებული გაბროული ან გაბრო-დიაბაზური სტრუქტურა. პირველადი მინერალებიდან გვხვდება გასოსურიტებული და გაპრენიტებული პორფირისებრი პლაგიოკლაზი, ხოლო რუხი რქატყუარა თითქმის მთლიანად ჩანაცვლებულია მწვანე და მოცისფრო-მწვანე რქატყუარათი. მეტაბაზიტებში მიკროზონდის საშუალებით დადგენილია მინერალური პარაგენეზისები - $Act_{24-35}+Chl+Ab+Ep+(Pl^{38-42})^*+(Hbl_{55})^*$ და $Act_{28}+Chl_{26-29}+Ab^2+Cal_{98}+Ep$ (იხ. ცხრ. 1 და 2). საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონურ ფირფიტაში მდ.მდ. ლოქ-ჯანდარისა და მოშევანის ხეობებში მეტაბაზიტები ასევე რამდენიმე მეტრის სიმძლავრის თანხმობითი სხეულებითაა წარმოდგენილი. მათში დადგენილია შემდეგი მინერალური პარაგენეზისები:

$Act_{36}+Chl+Ep+Ab+Cal$; $Act_{40}+Act-Hbl_{35-42}+Chl_{42}+Pl^{5-13}+Cal_{99}+Ep$; $Act_{41}+Act-Hbl_{38-45}+Chl+Hbl_{41-48}+Pl$, $Act-Hbl_{45-47}+Chl_{40-43}+Pl^{11}+Cal_{100}+Ep+(Hb^{53})^*$, $Chl_{39}+Ep+(Pl^{37})^*+(Hbl_{45-48})^*$, $Act-Hbl_{39}+Chl_{40}+Pl^3+Ep+Cal$, $Act-Hbl_{43}+Chl_{33-34}+Ab+Cal_{100}+Ep$.

აღსანიშნავია, რომ მდ. ლოქ-ჯანდარის სათავეებში ზოგან ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტის მცირე (იშვიათად, რამდენიმე ათეული მეტრის სიმძლავრის) ქერცლები გვხვდება.

მოშევანის ალოქთონურ ფირფიტაში მეტაბაზიტები ინტენსიურადაა დაფიქლებული. მათი თანხმობითი სხეულების სიმძლავრე ზოგან 50-60 მ აღწევს. ამ ქანებს საწყისი სტრუქტურა არ აქვს შენარჩუნებული. პირველადი ფემური მინერალები ჩანაცვლებულია მწვანე ან მოცისფრო-მწვანე რქატყუარათი და ქლორიტით; პლაგიოკლაზი მთლიანად გასოსურიტებული, გაკარბონატებული და გაპრენიტებულია. ტექტონიკური ქერცლის მეტაბაზიტებში დადგენილია რეგიონული მეტამორფიზმის პარაგენეზისები:

$Pl+Hbl_{მწვანე}+Hbl_{მოცისფრო-მწვანე}+Chl+Ep$, $Chl_{35-38}+Act+Ab+Cal$ (იხ. ცხრ. 1).

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტა წარმოდგენილია ოფიოლიტური კომპლექსის ბაზიტებით - გაბრო-

ებით, გაბრო-დიაბაზებით, დიაბაზებით და ამფიბოლიანი ფიქლებით, რომლებიც რეგიონული მეტამორფიზმის მწვანე ფიქლების ფაციესის ყველაზე უფრო დაბალ საფეხურს მიკუთვნება (იხ. სურ. 12). აღნიშნული ქანების დეტალური გეოლოგიური, პეტრომინერალოგიური და გეოქიმიური დახასიათება ზემოთ იყო მოცემული. ოფიოლიტურ კომპლექსში დადგენილი მინერალური პარაგენეზისები მოცემულია ცხრილში (იხ. ცხრ. 1).

ზედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტა, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, წარმოადგენს მელანჟს და შედგება ლოქის კრისტალურ მასივში განვითარებული სხვა ალოქთონური ფირფიტების ქანებისგან, რომელთა შორის გვხვდება ასევე ქვედაგორასწყლის ბაზიტებიც. მეტაბაზიტების ბლოკების მაქსიმალური სიძლიერე 33 მ-ია. ბაზიტებისთვის დამახასიათებელი მინერალური პარაგენეზისებია:

Grt(Andr-Sps)+Cb+Sph+Tr+Chl+Tlc+Phr+Srp+(Cpx)*, Cb+Chl+Phr+Ab±Qz და Cb+Chl+Act+Ab.

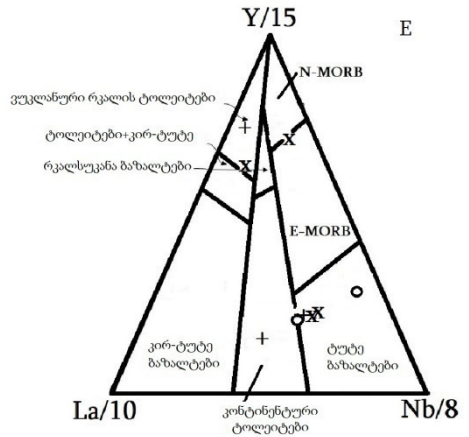
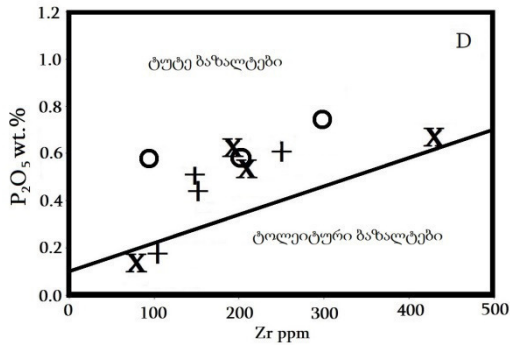
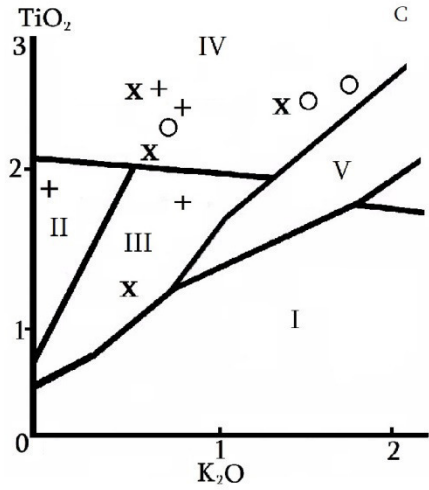
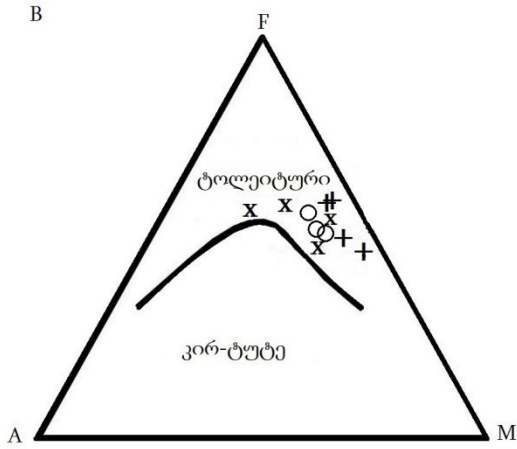
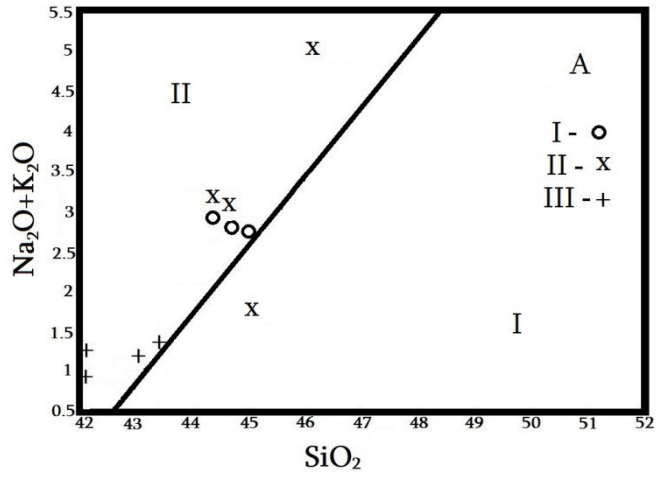
ყველა ალოქთონური ფირფიტის (ქვედაგორასწყლის ფირფიტის გარდა, რომელიც ზემოთაა განხილული) მეტაბაზიტების პეტროგენული და მინარევი ელემენტების შემცველობები (ცხრ. 9) დატანილია სხვადასხვა დიაგრამაზე (სურ. 28). დიაგრამებზე მეტაბაზიტების ფიგურული წერტილები განლაგებულია ცალკ-ცალკე, ან მათი ველები ერთმანეთს ფარავს.

პეტროგეოქიმიური მახასიათებლების (Na₂O+K₂O)-SiO₂, AFM, TiO₂-K₂O, P₂O₅-Zr და Y-La-Nb) მიხედვით, მეტაბაზიტები თავსდება ნორმულ ტუტე და ტოლეიტური სერიის ბაზალტების ველებში და შეესაბამება ფილებსშიგა (WPB) ან კუნძულთარკალურ ბაზალტებს, იშვიათად, შუაოკეანური ქედების გამდიდრებულ ბაზალტებს (Gamkrelidze et. al., 2018).

გეოლოგიური მდებარეობისა და პეტროქიმიური მახასიათებლების მიხედვით, ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტის ბაზიტები მკვეთრად განსხვავდება ლოქის კრისტალური მასივის ყველა სხვა ალოქთონური ფირფიტის ბაზიტებისგან. როგორც უკვე იყო აღნიშნული, ეს ალოქთონური ფირფიტა წარმოდგენილია ოფიოლიტური კომპლექსის ბაზიტებით - არაკუმულაციური გაბროთი და დიაბაზის დაიკებით.

	I				II				III				
Rb	42.3	27.47	23.37	19.5	15.3	16.6	30.7	14.3	2.2	18.8	15.56		
Nd	121.3	70.39	-	72.4	46.2	121.5	134.5	154.0	20.1	105.6	-		
Cu	27.3	131.70	39.9	75.3	28.5	36.7	58.3	8.3	1700	67.0	60.01		
Y	24.4	32.16	-	80.6	23.2	25.4	32.3	28.0	15.4	35.8	-		
Co	39.9	35.01	41.8	17.9	27.7	32.7	30.1	40.0	71.1	38.0	57.54		
Pb	5.3	6.45	55.0	15.0	5.8	9.8	7.7	5.2	18.8	9.0	10.34		
Ga	19.4	16.96	-	19.5	17.8	14.5	17.5	17.0	40.9	16.5			
Nb	58.8	77.32	-	23.0	3.9	60.9	76.6	64.0	39.3	2.8	-		
La	37.8	9.36	-	9.4	9.5	27.8	33.9	39.2	43.5	9.7	-		
Cs	6.8	6.51	-	6.5	6.7	6.4	6.8	6.7	12.7	6.8	-		
As	6.7	5.93	-	10.8	15.2	34.2	35.3	10.7	55.3	10.0	-		
Th	6.4	8.01	-	3.5	2.2	6.8	8.7	8.4	2.0	2.4	-		
Ta	3.6	3.64	-	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	4.5	3.6	-		
Hf	8.5	9.68	-	10.6	4.0	5.4	7.1	7.7	17.4	8.5	-		
Hg	7.1	2.51	-	2.5	5.0	6.1	4.6	2.4	3.0	2.5	-		
Bi	1.0	0.96	-	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	-		
Sn	2.1	7.37	-	2.2	2.2	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	-		
Sb	2.0	2.16	-	2.1	2.1	1.9	2.0	2.0	2.3	2.1	-		
W	2.0	4.44	-	7.4	2.1	1.9	2.2	1.9	104.1	5.5	-		
U	2.1	2.94	-	1.1	0.8	1.1	0.9	2.1	0.9	0.8	-		
Tl	0.8	0.83	-	0.8	0.8	1.1	1.1	0.8	0.8	1.0	-		
Mo	0.8	0.79	-	0.8	1.6	0.7	0.7	0.8	3.3	1.1	-		
Se	0.6	0.58	-	0.3	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	-		
Br	0.4	0.34	-	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	1.2	0.4	-		

საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქოთური ფირფიტა; I სოფ. საფარლოს მიდამოები, II - მდ.მდ. ლოქ-ჯანდარის და მოშვეანის ხეობები; III - მოშვეანის ალოქოთური ფირფიტა.



სურ. 28. ლოქის კრისტალური მასივის ალპურამდელი მეტაბაზიტების დისკრიმინაციული დიაგრამები. საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტა: I – სოფ. საფარლოს მიდამოები, II – მდ.მდ. ლოქ-ჯანდარისა და მოშევანის ხეობები; III – მოშევანის ალოქთონური ფირფიტა.

A – ნორმული (I) და ამაღლებული (II) ტუტთანობის ბაზიტების ველები (Middlmost, 1985);

B - ტოლეიტური და კირტუტე ბაზიტების ველები;

C – I-კუნძულთარკალური ბაზალტები, II-შუაოკეანური ქედების ნორმალური ტოლეიტური ბაზალტები, III-შუაოკეანური ქედების გამდიდრებული ბაზალტები, IV-შიდაფილაქნური ბაზალტები, V-ბაქნების გააქტიურებული ზონის ბაზალტები (Becculava et al. 1983).

D – ტუტე და ტოლეიტური ბაზალტების ველები (Floyd & Winchester, 1975).

E – La/10-Y/15-Nb/8 დიაგრამა: ვულკანური სერიების დისკრიმინაციისა და შერევის პროცესის ან/და ქერქული კონტამინაციის დემონსტრირებისთვის (Cabanis, 1989).

5. ალპურამდელი გრანიტოიდები

ალპურამდელი გრანიტოიდები ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში წარმოდგენილია: ზედადევონური გნეისებრივი კვარციანი დიორიტებით, გვიანვარისკული გრანიტოიდებითა და ოფიოლიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან სივრცობრივად დაკავშირებული (სავარაუდოდ, კამბრიულამდელი) ლეიკოკრატული გრანიტოიდებით (იხ. სურ. 3).

5.1. ზედადევონური გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები

ლოქის კრისტალურ მასივზე ფართოდაა გავრცელებული უძველესი ავტოქთონური წარმონაქმნები - გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები. მათ საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონურ ფირფიტასთან ყველგან ტექტონიკური კონტაქტი აქვს. კონტაქტურ ზონებში, როგორც მეტამორფიტებში, ასევე გნეისებრივ კვარციან დიორიტებში, განვითარებულია კატაკლაზიტები, მილონიტები და ტექტონიკური ბრეჩიები. გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების ცირკონის U-Pb მეთოდით დათარიღებით მიღებულია ზედადევონური ასაკი - 370 ± 59 -35 მლნ. წ. (Бартницкий и др., 1992; Дудаური и др., 1995; Вашакидзе, 1999, 2000). მის ფორმირებას ო. დუდაური და თანაავტორები უკავშირებენ ბრეტონულ ტექტონიკურ ფაზისს. წინამდებარე

ნაშრომის ავტორთა აზრით, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების U-Pb ასაკის ცდომილების ფართო დიაპაზონი (59-35 მლნ.წ.) ეჭვქვეშ აყენებს ამ მონაცემების ერთნიშნა ინტერპრეტაციას.

ზედადევიონური გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები ფართოდაა განვითარებული ლოქის მასივის დასავლეთ ნაწილში - მდ. ჯანდარის შუა და ქვედა შენაკადების ხეობებში (იხ. სურ. 3). მისი მცირე ზომის გამოსავლები გვხვდება მდ.მდ. დამბლუდის, ლოქის, იხტიბულატისა და სხ. ხეობებში და, იშვიათად, ქსენოლითების სახით გვიანვარისკულ გრანიტებში. რიგ ადგილას, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები გვიანვარისკული გრანიტების ზეგავლენით გაგრანიტებულია: მასში განვითარებულია მეორეული მინერალები - კალიუმის მინდვრის შპატი, მჟავე პლაგიოკლაზი და კვარცი.

გნეისებრივ კვარციან დიორიტებში აღინიშნება გაბრო-დიორიტების ქსენოლითები. მათი ქანმაშენი მინერალებია პლაგიოკლაზი და რქატყუარა და, იშვიათად, ბიოტიტი. პლაგიოკლაზი (Pl³⁰⁻⁶⁰) ხშირად ზონალურია და წარმოდგენილია 2-3 მმ ზომის მარცვლებით. გვხვდება ორგვარი რქატყუარა - მწვანე ფერის მაგნეზიური (Hbl⁴⁰⁻⁴¹) და აქტინოლითური (Hbl³⁴⁻⁴⁵). კვარცი მეორეხარისხოვანი მინერალია, ხოლო აპატიტი დამახასიათებელი აქცესორული მინერალია. ქანში აღინიშნება, აგრეთვე, სფენი და ილმენიტი. ქიმიური შედგენილობით გაბრო-დიორიტები უპასუხებს ნატრიუმის სერიის მაღალთიხამიწიან გაბრო-დიორიტებს. პეტროქიმიური დიაგრამები (სურ. 29 და 30) და ცხრილი (ცხრ. 10) მიუთითებს, რომ გაბრო-დიორიტები შეესაბამება კირ-ტუტე სერიის სუბტუტე ქანებს და ხასიათდება K₂O/Na₂O დაბალი შეფარდებით. აღნიშნული დიაგრამების მიხედვით, გაბრო-დიორიტების შედგენილობა მკვეთრად (წყვეტით) გამოიყოფა გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების ველისგან. როგორც ჩანს, ისინი განსხვავებული ასაკისაა და მაგმური პაროქსიზმის სხვადასხვა ფაზებს მიეკუთვნება.

ქანმაშენი მინერალების რაოდენობის მიხედვით, ლოქის კრისტალური მასივის გნეისებრივ კვარციან დიორიტებში გამოიყოფა დიორიტები და კვარციანი დიორიტები, ხოლო გაგრანიტებულ უბნებში - გრანოდიორიტები და იშვიათად, გრანიტები. მთავარი პირველადი მაგმური მინერალებია - კვარცი, პლაგიოკლაზი, რქატყუარა და ბიოტიტი. მეორეული მინერალებია - ქლორიტი, ეპიდოტის ჯგუფის მინერალები, კარბონატი და კალიუმის მინდვრის შპატი. აქცესორები წარმოდგენილია აპატიტით,

ცირკონიტა და ორთიტით. ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული ქლორიტის მცირეშემცველობიანი ლეიკოკრატული გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები. შედარებით უფრო მელანოკრატულ სახესხვაობებში აღინიშნება გაქლორიტებას გადარჩენილი ბიოტიტი და მაგნეზიური რქატყუარა (რკინიანობა 34-40%). პლაგიოკლაზი გაბატონებული (60%-მდე) მინერალია და წარმოდგენილია ანდეზინით (Pl³²⁻⁴¹), იშვიათად ოლიგოკლაზით; გვხვდება ასევე, გასერიციტებული და გასოსურიტებული ზონალური პლაგიოკლაზი. კალიუმის მინდვრის შპატი განვითარებულია მხოლოდ გაგრანიტებულ სახეობებში და წარმოდგენილია მესრიანი მიკროკლინ-პერტიტით. კვარცის შემცველობა 25%-მდეა და ხასიათდება ტალღური ჩაქრობით.

ცხრილი 10

ლოქის კრისტალური მასივის გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების გაბრო-დიორიტული ქსენოლითების ქიმიური შედგენილობა (მას.%) (Вашакидзе, 1999, მიხედვით)

№	1-44	Л-156	N-181
SiO ₂	50,64	50,59	55,06
TiO ₂	0,36	2,15	0,35
Al ₂ O ₃	17,34	13,82	16,15
Fe ₂ O ₃	2,93	2,63	4,55
FeO	6,89	6,91	6,47
MnO	0,18	0,22	0,24
MgO	5,42	5,33	3,20
CaO	6,41	9,98	6,35
Na ₂ O	4,70	3,23	4,50
K ₂ O	0,70	1,84	1,40
P ₂ O ₅	0,18	0,49	-
SO ₃	ჰჰ.	0,12	ჰჰ.
H ₂ O	0,02	0,07	1,24
ხურ.დან.	3,60	2,84	0,78
Σ	99,55	100,1	100,29

გ. ვაშაკიძის (Вашакидзе, 1999) მონაცემებით, კვარციანი დიორიტები, გაკვარცებული და გამიკროკლინებული სახესხვაობების გამოკლებით, კალიუმთან-ნატრიუმთან სერიის გრანიტოიდებს შეესაბამება და ხასიათდება მაღალი თიხამიწიანობით.

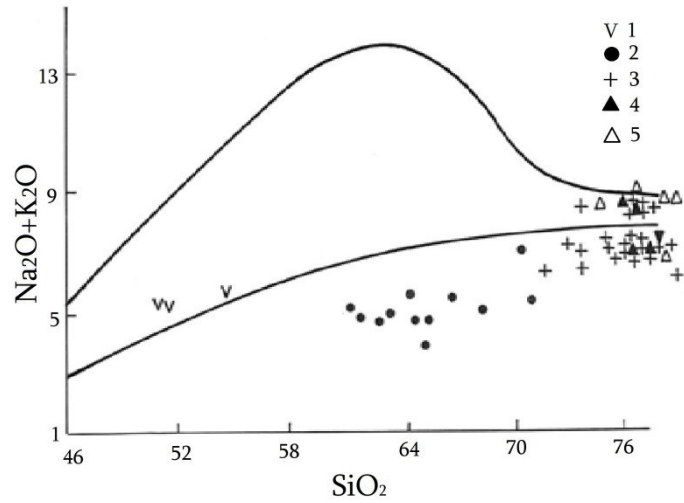
პეტროქიმიური პარამეტრების მიხედვით (ცხრ. 11), გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები მიეკუთვნება კირ-ტუტე (სურ. 29) და ნორმულ-ტუტე სერიის ქანებს (სურ. 30).

გვიანვარისკულ გრანიტოიდებთან შედარებით, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები ხასიათდება ტუტეების უფრო დაბალი შემცველობით და K_2O/Na_2O დაბალი ფარდობით. გრანიტოიდების I, S და A ტიპების დისკრიმინაციულ დიაგრამაზე ამ გრანიტოიდების ფიგურული წერტილები ლოკალიზებულია გრანოდორიტების I ველში (სურ. 31). რიგი ნიშნის მიხედვით, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები, ვ. ხაინის კლასიფიკაციის (Хаин, 1995) მიხედვით, მიეკუთვნება შერეულ ACG (მანტიურ-ქერქულ) ტიპს.

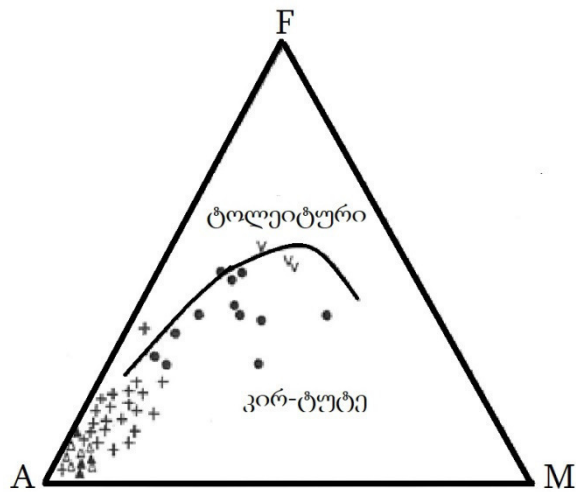
კვარციან-დიორიტული მაგმის წარმოშობის ძირითად სითბურ წყაროს სუბდუქციურის გარდა, სავარაუდოდ, ამავე ზონაში მიწის ქერქის ქვედა ნაწილში გენერირებული გაბროიდული მაგმა წარმოადგენდა. როგორც ჩანს, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების ფორმირების პროცესში სიალური ქერქის მხოლოდ ფრაგმენტების მონაწილეობის გამო, თერმული ნაკადის ბალანსში უმნიშვნელო როლს თამაშობდა სითბო, რომლის წარმოქმნა ქანებში შემავალი რადიაქტიური ელემენტების დაშლის ხარჯზე ხდებოდა.

ლოქის კრისტალური მასივის გვიანდევონური გნეისებრივი
კვარცხანი დიორიტების ქიმიური შედგენილობა (მას.%) (Вашакидзе, 1999)

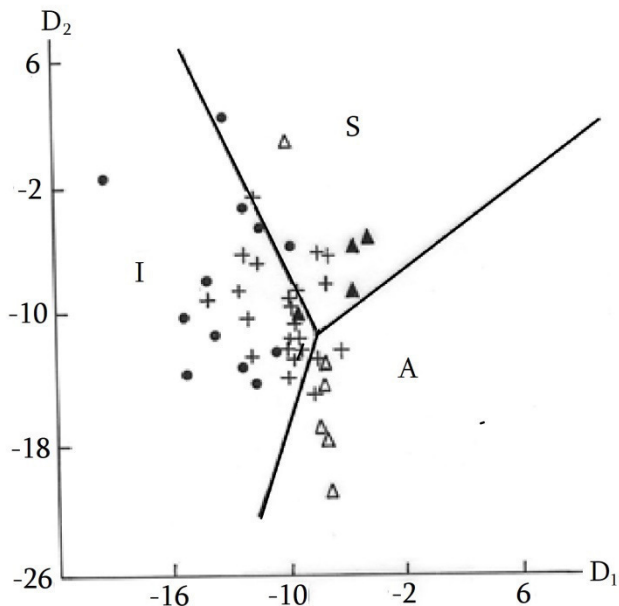
№	Л-71	Л-122	201	4-69	T-290	T-297	Л-122	705	762	ბ/ნ	339	16
SiO ₂	60,69	63,25	65,76	65,13	62,66	64,47	62,03	64,62	71,62	61,88	68,08	60,02
TiO ₂	0,58	0,45	0,35	0,31	0,35	0,25	0,30	0,31	0,22	0,38	0,26	0,26
Al ₂ O ₃	16,37	16,73	16,28	15,63	14,61	17,36	16,67	14,79	14,25	19,32	16,82	14,84
Fe ₂ O ₃	1,68	0,06	2,11	2,38	2,07	1,99	3,00	2,11	0,33	1,72	3,32	3,93
FeO	3,88	3,13	2,32	3,23	4,05	3,24	3,06	3,32	2,47	3,00	-	-
MnO	0,18	0,13	0,04	0,10	0,10	0,07	0,07	0,05	0,08	0,05	0,11	0,05
MgO	2,91	2,88	4,95	1,54	2,97	1,23	2,43	1,66	0,73	2,61	0,93	0,92
CaO	2,77	5,38	0,79	5,16	3,40	3,14	5,58	5,41	2,02	4,37	4,26	2,34
Na ₂ O	2,81	3,61	2,34	3,40	4,00	3,60	3,50	2,30	4,13	2,18	2,40	4,48
K ₂ O	2,86	1,39	1,27	1,30	2,40	3,00	1,00	2,20	2,48	2,46	2,82	2,42
P ₂ O ₅	0,18	0,26	0,15	-	-	-	-	-	0,17	0,13	0,15	0,12
H ₂ O	4,74	2,67	0,37	0,86	1,31	0,59	1,27	0,44	0,20	0,30	0,30	0,32
ხურ. დაწ.	-	-	2,99	1,10	2,20	1,31	1,19	2,24	1,28	1,68	1,00	0,48
ჯამი	99,64	99,95	99,72	100,14	100,12	100,22	100,10	99,66	99,98	100,07	100,45	101,18



სურ. 29. ლოქის კრისტალური მასივის ზედადევიონური გაბრო-დიორიტების, კვარციანი დიორიტებისა და გვიანვარისკული გრანიტოიდების SiO₂-(Na₂O+K₂O) დიაგრამა. 1 - გაბრო-დიორიტი, 2 - კვარციანი დიორიტი, 3 - გრანიტი, 4 - აპლიტი, 5 - პეგმატიტი.



სურ. 30. ლოქის კრისტალური მასივის ზედადევიონური გაბრო-დიორიტების, კვარციანი დიორიტებისა და გვიანვარისკული გრანიტოიდების AFM დიაგრამა. პირობითი ნიშნები იხ. სურ. 29



სურ. 31. ლოქის კრისტალური მასივის ზედადეფონური გაბრო-დიორიტების, კვარციანი დიორიტებისა და გვიანვარისკული გრანიტოიდების განლაგება I, S და A გრანიტების დისკრიმინაციულ დიაგრამაზე. პირობითი ნიშნები იხ. 29.

5.2. გვიანვარისკული გრანიტოიდები

გვიანვარისკულ გრანიტოიდებს ლოქის კრისტალური მასივის დიდი ნაწილი უკავია. მათ შორის გამოიყოფა ორქარსიანი, ალიასკიტური და გამუსკოვიტებული გრანიტები, შედარებით ნაკლებად გავრცელებული გრანოდიორიტები და მათთან დაკავშირებული აპლიტები და პეგმატიტები (Иваницкий, Мгелиაშვილი, 1971; Вашакидзе, 1999). ეს ქანები კვეთს გნეისებრივ კვარციან დიორიტებს და მეტამორფული კომპლექსის ქანებს. განსაკუთრებით კარგადაა გამოხატული გვიანვარისკული გრანიტების კონტაქტური ზემოქმედება მეტამორფიტებზე საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქთონური ფირფიტის სამხრეთ ნაწილში.

ლოქის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული პოსტმეტამორფული გრანიტების ასაკი K-Ar მეთოდითაა განსაზღვრული და ტოლია 314 ± 6 და 341 ± 7 მლნ. წლის (Dudauri et al., 1990). მათი ჩამოყალიბება, სავარაუდოდ, დაკავშირებულია ტექტოგენეზის სუბეტურ ფაზისთან.

გრანიტების მთავარი ქანმაშენი მინერალებია: კვარცი, პლაგიოკლაზი (Pl^{4-30}), მესრიანი მიკროკლინ-პერტიტი და, არცთუ იშვიათად, გამუსკოვიტებული და გაქლორიტებული ბიოტიტი. გ. ვაშაკიძის (Вашакидзе, 1999) მონაცემებით, კალიუმის მინდვრის შპატის ჰომოგენურ ხსნარში ალბიტი სრულიად არ არის. უმრავლეს შემთხვევაში, კალიუმის მინდვრის შპატი და პლაგიოკლაზი დაახლოებით თანაბარი რაოდენობით გვხვდება ან ჭარბობს პირველი მათგანი.

აპლიტები წარმოდგენილია ძარღვებით, რომელთა სიმძლავრე ჩვეულებრივ რამდენიმე სანტიმეტრია, იშვიათად კი ერთეულ მეტრამდეც აღწევს. ქანის შედგენილობაა: კვარცი, ალბიტი და მესრიანი მიკროკლინი; მუსკოვიტი მცირე რაოდენობითაა ან საერთოდ არ გვხვდება.

პეგმატიტები იშვიათი გავრცელებით სარგებლობს. მისი ქანმაშენი მინერალებია - მიკროკლინ-პერტიტი, ალბიტი, კვარცი და მუსკოვიტის 5 სმ-მდე ზომის ქერცლები.

გ. ვაშაკიძის (Вашакидзе, 1999) მონაცემებით, ქიმიური შედგენილობით გრანიტები ლეიკოგრანიტების ოჯახის ნორმული რიგის მჟავე ქანებს შეესაბამება, ხოლო ტუტეების ფარდობით - კალიუმ-ნატრიუმთან სერიას. აპლიტები და პეგმატიტები მიეკუთვნება უკიდურესად მაღალთხამიწიან ნორმულ და, ზოგჯერ, სუბტუტე რიგის კალიუმ-ნატრიუმთან სერიას. მ.კეკელიასა და ნ.ჩხეტიას (Кекедия, Чхетия, 1977) მიხედვით, გრანიტები, ანალოგიურ ქანებთან შედარებით, იშვიათმიწა ელემენტების დაბალი შემცველობით. ასევე, აღინიშნება (აპლიტების გარდა) იტრიუმის ჯგუფის მინერალებთან შედარებით, ცერიუმის ჯგუფის მინერალების სიჭარბე.

წინამდებარე ნაშრომის ავტორთა მიერ ჩატარებული კვლევების მონაცემებით, ლოქის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული პოსტმეტამორფული გრანიტები და აპლიტები პეტროქიმიური პარამეტრებით კირტუტე სერიის სუბტუტე და ნორმულ-ტუტე ჯგუფის ქანებია (იხ. სურ. 29, 30), რომლებიც ტუტეების ამაღლებული შემცველობითაა (ცხრ. 10) და K_2O/Na_2O მაღალი ფარდობით (იხ. სურ. 29) ხასიათდება. აღნიშნული გრანიტების ფიგურული წერტილების დიდი ნაწილი S, I და A გრანიტების დისკრიმინაციულ დიაგრამაზე განლაგებულია I ტიპის გრანიტების ველში (იხ. სურ. 31), ნაწილი ლოკალიზებულია S და A გრანიტების ველში, ხოლო აპლიტები და პეგმატიტები მთლიანად S და A გრანიტების არეში თავსდება. ლოქის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული პოსტმეტამორფული გრანიტები და აპლიტები მიეკუთვნება MPG ტიპს.

ზემოთ აღნიშნული მონაცემები და, ასევე, გნეისებრივი კვარციანი დიორიტებისა და პოსტმეტამორფული გრანიტების პეტროქიმიური დიაგრამების შედარება, ნაშრომის ავტორებს აფიქრებინებს, რომ ამ უკანასკნელის ნაწილი წარმოიშვა ზედადევიონური გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების პალინგენეზის შედეგად, ხოლო ნაწილი კი - კონტინენტური სიალური ქერქის გადადნობის გზით. თუმცა, აღნიშნული მოსაზრების დასამტკიცებლად, საჭიროა დეტალური გეოქიმიური კვლევის ჩატარება.

ლოქის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული ინტრუზივების წარმოქმნამდე, ტექტოგენეზის ბრეტონული ფაზისის დროს (როგორც ჩანს, ტურნეულში), მოხდა მეტამორფული ალოქთონური მასის და, მათ შორის, ოფიოლიტების შარირება ზედადევიონურ კვარციან დიორიტებზე. მასივის პოსტმეტამორფული გრანიტები ჩამოყალიბდა კვარციან დიორიტებზე მეტამორფული კომპლექსების ალოქთონური ფირფიტების შარირების შემდეგ, მიწის ქერქის მნიშვნელოვანი გასქელებისა და, შესაბამისად, ტემპერატურის მნიშვნელოვანი ამაღლების დროს. აღნიშნული გრანიტები მიეკუთვნება გრანიტების T (Гамკრელიძე, Шенгелиა, 2005) გენეტურ გეოდინამიკურ ტიპს. ლოქის მასივის სითბურ ბალანსში, რომელიც განსაზღვრავდა გვიანვარისკული გრანიტების ფორმირებას, გარკვეულ როლს ასრულებდა დისიპატიური სითბოც, რომელიც წარმოიქმნებოდა შარიაჟული მოვლენების დროს. ეს უკანასკნელი ქმნიდა ტემპერატურულ ბარიერს, ანუ ე.წ. თერმულ ეკრანს, რომელიც ხელს უშლიდა სითბოს ზედაპირზე ამოტანას და სიღრმეში გეოთერმული გრადიენტის ამაღლებას განაპირობებდა (Гамკრელიძე, Шенгелиა, 2005).

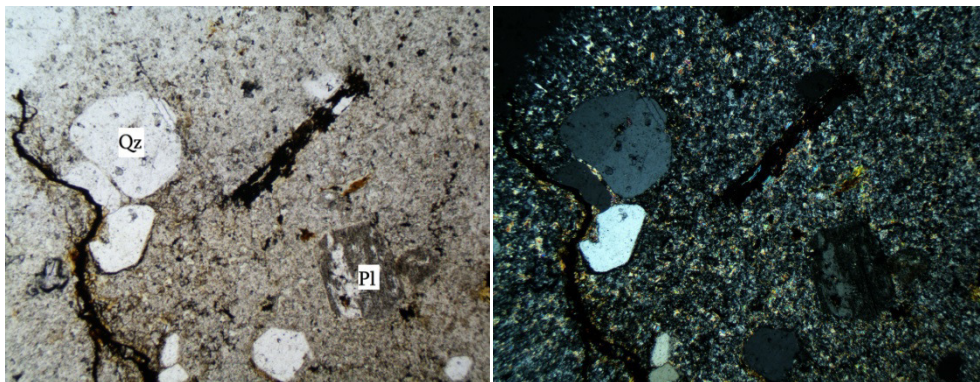
5.3. კამბრიულამდელი ლეიკოკრატული პლაგიოგრანიტები

ლოქის კრისტალური მასივის ლეიკოკრატული პლაგიოგრანიტები გეოლოგიური მდგომარეობითა და ტექტონიკური პოზიციით მჭიდროდაა დაკავშირებული ოფიოლიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან (Гамკრელიძე и др. 1999; Гамკრელიძე, Шенгелиა, 2005). ისინი გვხვდება ოფიოლიტური ჭრილის გაბროიდული შრის ზედა და დაიკური კომპლექსის ქვედა ნაწილებში. ლეიკოკრატული სხეულები, ისევე როგორც ლოქის კრისტალური მასივის ოფიოლიტური კომპლექსის ყველა შემადგენელი ნაწილი, არ არის შეჭრილი ოფიოლიტური ალოქთონური ფირფიტის კონტაქტმომიჯნავე ქანებში - მეტამორფული კომპლექსის ალოქთონურ ფირფიტებში და

ავტოქთონურ ზედადეკონურ გნეისებრივ კვარციან დიორიტებში. მათი რაოდენობა მეტაბაზიტების კომპლექსის მოცულობის 5% არ აღემატება. აღსანიშნავია, რომ ლეიკოკრატული პლაგიოგრანიტების ცალკეული ბლოკები გვხვდება ზედაგორასწყლის ტექტონიკური ფირფიტის (მელანჟის) შედგენლობაშიც.

ზემოთ აღნიშნული მონაცემებით, ლეიკოკრატული პლაგიოგრანიტები შესაძლებელია მივიჩნიოთ სილიციუმით მდიდარი მაგმური ქანების - ე.წ. „ოკეანური გრანიტების“ ანალოგებად. თუმცა, ამ შეხედულებას ერთნიშნად არ ადასტურებს პეტროგეოქიმიური მონაცემები (იხ. ქვემოთ).

ოფიოლიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან დაკავშირებული ჰიპაბისალური პლაგიოგრანიტული შედგენილობის ლეიკოკრატული დაიკები და ძარღვები წარმოდგენილია მჟავე და საშუალო მჟავიანობის მაგმური ქანებით.



სურ. 32. პლაგიოგრანიტ-პორფირი. ერთი ნიკოლით; + ნიკოლით. 40x

დაფიქლებული ლეიკოკრატული (თეთრი, ღია ნაცრისფერი, ღია მონარდისფრო) დაიკების სიმძლავრე 0.5-20 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. მათი სტრუქტურა პორფირისებრია (სურ. 32), ძირითადი მასა სრულკრისტალური, წვრილმარცვლოვანი და ადგილ-ადგილ სფეროლითურია. პორფირული გამონაყოფები (0.2-3 მმ) წარმოდგენილია კვარცითა და პლაგიოკლაზით. საშუალო მჟავიანობის ქანებში გვხვდება მთლიანად გაქლორიტებული და გაკარბონატებული მუქი მინერალები მათში მადნეული მინერალების გროვებით. დაბალკალციუმიან გრანიტოიდებში პლაგიოკლაზის ჩანაწინწკლები საღი ან მთლიანად გასერიციტებულია, ხოლო საშუალო

მჟავიანობის ქანებსა და ზომიერადკალციუმთან გრანიტოიდებში კი განვითარებულია გაპრენიტებული და გაკარბონატებული ოლიგოკლაზი. ძირითად მასაში გვხვდება კვარცი და მინდვრის შპატები. კალციუმთან მჟავე და საშუალო მჟავიანობის ქანებში ფართოდაა განვითარებული ქლორიტი და კარბონატი. მინდვრის შპატების და კვარცის რაოდენობის ფარდობის მიხედვით, ლეიკოკრატული დაიკებისა და ძარღვების ქანების შედგენილობა მერყეობს კვარციან დიორიტულ პორფირებსა და გრანოდიორიტ-პორფირებს შორის. აქცესორული მინერალებიდან აღსანიშნავია ცირკონი.

SiO₂ შემცველობისა და საერთო ტუტთანობის (Na₂O+K₂O) (ცხრ. 12) მიხედვით, ლეიკოკრატული სხეულები მიეკუთვნება ნორმული პეტროქიმიური რიგის მჟავე და საშუალო მჟავიანობის ქანებს, ხოლო Na₂O და K₂O რაოდენობით - კალიუმ-ნატრიუმთან სერიას. უკიდურესად დაბალკალციუმთან მჟავე მაგმატიტებში CaO შემცველობაა 0.14-0.44 მას.%, ხოლო ზომიერად კალციუმთან მჟავე მაგმატიტებში კი - 1.84-3.77 მას.%. პირველ სახეობაში SiO₂ რაოდენობაა 69.5-71.5 მას.%, საერთო ტუტთანობა - 5.85-7.15 მას.%, Na₂O/K₂O ფარდობა - 1.07-1.70, ხოლო თიხამიწიანობის კოეფიციენტი (Al) კი - 7.35-10.38. ამ მონაცემებით, დაბალკალციუმის მჟავე ძარღვული ქანები შეესაბამება დაბალტუტთან პლაგიოლეიკოგრანიტებს. მათი მიახლოებული პეტროქიმიური ეკვივალენტია „ოკეანური პლაგიოგრანიტი“, მაგრამ, ეს უკანასკნელი ხასიათდება K₂O გაცილებით უფრო დაბალი შემცველობით, ვიდრე ლოქის მასივის პლაგიოლეიკოგრანიტები. K₂O ამაღლებული შემცველობა (2.52-3.22 მას.%) აღნიშნულ ძარღვულ მჟავე ქანებში, არ არის განპირობებული კალიუმის რიგის გვიანვარისკული გრანიტების ზემოქმედებით გამოწვეული არც თუ ისე ინტენსიური სერიციტიზაციისა და მუსკოვიტიზაციის პროცესებით.

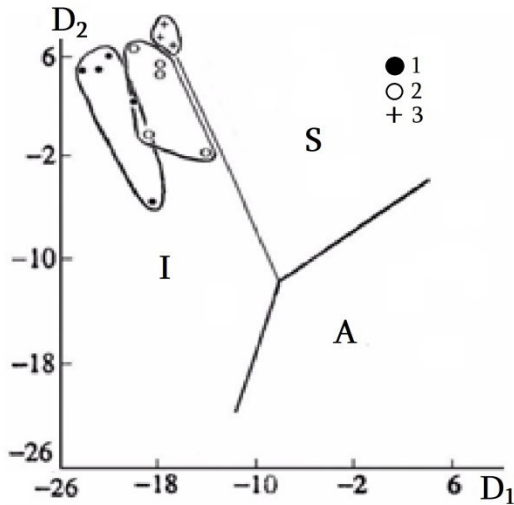
ზომიერად კალციუმის მჟავე ქანების პეტროქიმიური პარამეტრები: SiO₂ – 65.66-68.56 მას.%, საერთო ტუტთანობა - 5.85-7.15 მას.%, Na₂O და K₂O ფარდობა - 0.94-1.46. ამ მონაცემების მიხედვით, ეს ქანები მიეკუთვნება გრანოდიორიტებსა და ტონალიტებს შორის შუალედურ სახეობას. საშუალო მჟავიანობის ლეიკოკრატული ქანები, რომელთა პეტროქიმიური მახასიათებლებია SiO₂ – 59.56-60.22, Na₂O+K₂O – 5.66-5.91 მას.%, Na₂O/K₂O - 1.28-1.54, თიხამიწიანობის კოეფიციენტი (Al) – 1.95-2.34, აგპაიტურობა (Ka) – 0.33-0.39; f₁ (FeO+Fe₂O₃+MgO+TiO₂) – 7.88-9.53, მიეკუთვნება მაღალ-თიხამიწიან კვარციან ლეიკოდიორიტების ოჯახს.

ცხრილი 12

ლოქის კრისტალური მასივის თვითლიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან დაკავშირებულ ლეიკოკრატულ გრანიტოიდებში ქანმამენი კომპონენტებისა (მას.%) და მინარევი ელემენტების (გ/ტ) შემცველობა

ნომ. №	77	126	128	135	744	74	75	114	118	416	85	86	122
ქანი	CaO დაბალი შემცველობის მჟავე ქანები												
	ზომიერად კალციუმიანი მჟავე ქანები												
SiO ₂	69,60	71,17	71,70	70,58	70,66	68,56	67,95	65,66	68,50	68,72	60,2	59,56	60,22
TiO ₂	0,11	0,22	0,14	0,11	0,10	0,09	0,09	0,39	0,11	0,09	0,52	0,49	0,48
Al ₂ O ₃	19,90	16,91	17,30	19,21	19,99	15,93	15,62	17,89	14,73	18,95	17,54	17,28	17,33
Fe ₂ O ₃	0,07	0,36	0,23	0,18	0,21	0,10	0,22	0,86	0,34	0,08	1,68	1,77	1,49
FeO	1,14	1,28	0,90	0,91	0,75	1,00	0,80	2,48	0,96	0,95	3,92	3,54	3,67
MnO	0,09	0,08	0,05	0,10	0,07	0,05	0,04	0,06	0,09	0,07	0,11	0,12	0,11
MgO	1,02	0,66	0,79	0,76	0,56	0,60	0,58	1,18	0,65	0,67	3,41	2,08	3,20
CaO	0,14	0,36	0,31	0,44	0,35	3,25	3,77	1,84	3,79	2,03	2,80	5,12	2,75
Na ₂ O	3,45	4,02	4,03	3,69	2,97	3,36	3,56	3,47	3,40	3,40	3,38	3,43	3,32
K ₂ O	3,22	2,80	2,52	2,16	2,49	3,57	3,59	2,38	3,42	3,00	2,32	2,23	2,59
P ₂ O ₅	0,43	0,33	0,43	0,44	0,27	0,40	0,39	0,38	0,27	0,27	0,41	0,42	0,42
H ₂ O ⁻	0,02	0,13	0,10	0,06	0,08	0,02	0,02	0,21	0,05	0,25	0,20	3,88	4,11
ხურ.დაბ.	0,87	1,63	1,75	1,45	1,50	3,05	3,35	3,20	3,64	1,50	3,74	0,03	0,18
ჯამი	100,06	99,95	100,25	100,09	100	99,98	99,98	100	99,95	99,98	100,23	99,95	99,87
Cr	14	21	21	21	20	14	28	21	21	22	28	21	21
Cu	10	10	10	<10	<10	10	10	10	10	10	10	10	30
Zn	20	130	50	20	23	20	30	130	30	35	60	40	50
Rb	132	64	59	76	75	54	104	45	109	100	50	45	59
Sr	33	-	64	64	65	98	-	128	-	-	184	-	214

შენიშვნა: 77 - გრანოდიორიტული პორფირი; 126, 128, 138, 744 - პლაგიოგრანოდიორიტული პორფირი; 74, 75, 114, 118, 416 - გრანოდიორიტ-ტონალიტური პორფირი; 85, 86, 122 - კვარციანი ლეიკოდიორიტული პორფირი.

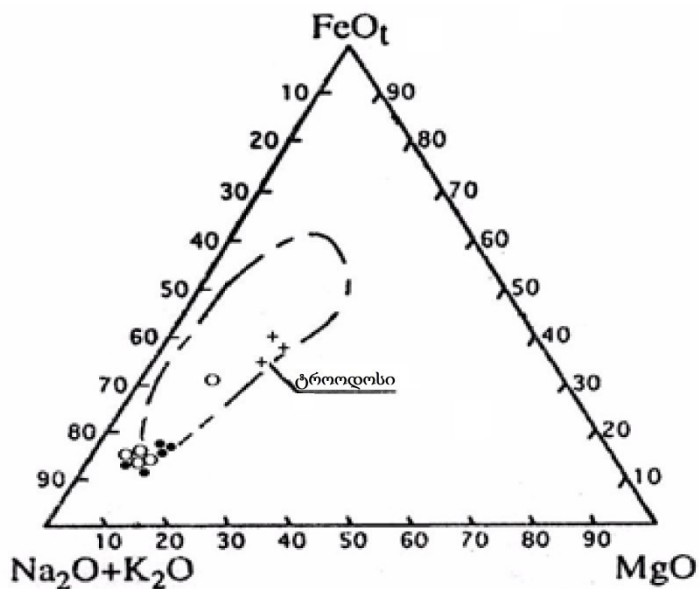


სურ. 33. ლოქის კრისტალური მასივის ოფიოლიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან დაკავშირებული ლეიკოკრატული დაიკებისა და ძარღვების განლაგება I, S და A გრანიტების დისკრიმინაციულ დიაგრამაზე (Hassan, McAllister, 1992). მჟავე ქანები: 1- CaO უკიდურესად დაბალკალციუმიანი; 2-ზომიერად კალციუმიანი; 3-საშუალო მჟავიანობის ქანები

გრანიტების I, S და A ტიპების დისკრიმინაციულ დიაგრამაზე (სურ. 33) ლეიკოკრატული მჟავე ქანების ფიგურული წერტილები განლაგებულია I გრანიტების ველში. ამავე დროს, მათი დაბალი და ზომიერად კალციუმიანი სახეობები ქმნის განცალკევებულ ველს. ზომიერად კალციუმიანი გრანიტების წერტილები S გრანიტოიდების მოსაზღვრე I გრანიტოიდების ველშია განლაგებული, ხოლო საშუალო მჟავიანობის ლეიკოკრატული ქანების ფიგურული წერტილები ამავე ტიპის გრანიტოიდების მოსაზღვრე ხაზზე მდებარებს.

AFM დიაგრამაზე (სურ. 34) საშუალო მჟავიანობის ქანების ფიგურული წერტილები ტრუდოსის მასივის პლაგიოგრანიტების ველში მოხვდა, ხოლო მჟავე სახესხვაობები კი - ნაწილობრივ ამ ველშია, ან მის მახლობლადაა განლაგებული.

ლეიკოკრატული პლაგიოგრანიტების ოფიოლიტურ კომპლექსთან მჭიდრო გეოლოგიური და ტექტონიკური პოზიციის ერთიანობის მიუხედავად, ისინი პეტროგეოქიმიური მონაცემების მიხედვით არ შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ტიპიური „ოკეანური გრანიტები“.



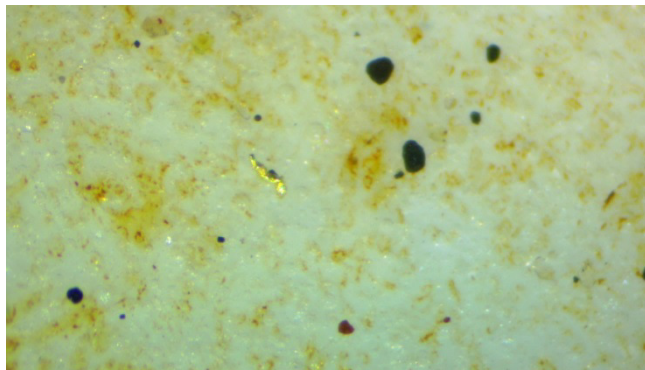
ნახ. 34. ლოქის კრისტალური მასივის ოფიოლიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან დაკავშირებული ლეიკოკრატული დაიკებისა და მარღვების AFM დიაგრამა

ლეიკოკრატული დაიკები და მარღვები სხვადასხვა პეტროგეოქიმიური პარამეტრების მიხედვით, შერეული მახასიათებლებისაა. რიგი ნიშანი (მაღალი თიხამიწიანობა და K_2O და Rb ამაღლებული შემცველობა) მათ ენსიმატური კუნძულთა რკალების I ტიპის გრანიტოიდებთან აახლოვებს. მასივის ოფიოლიტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან დაკავშირებული ლეიკოკრატული პლაგიოგრანიტები, სავარაუდოდ, წარმოიქმნა სუბდუქციის პროცესში, ქვეცოცებადი ოკეანური ქერქისა (რომლის ჭრილში არ არის ძველი კონტინენტური ქერქი) და შეცოცებადი ლითოსფერული მანტიის ლლობისას შუაოკეანურ პირობებში. სხვა მახასიათებლებით (SiO_2 მაღალი შემცველობა, ხოლო Sr , Cu , Ni , Co , Cr დაბალი შემცველობები) ისინი სპრედინგის ღერძულ ზონაში ნაწილობრივ დეპლეტირებულ მანტიაში წარმოქმნილი ოკეანური გრანიტების მსგავსია. შესაბამისად, სავსებით ნათელი არ არის, მიეკუთვნება თუ არა სხვადასხვა გენეზისის მჟავე და საშუალო მჟავიანობის ლეიკოკრატული ქანები ერთნაირ პეტროქიმიურ ტიპს. ასევე გაურკვეველია, ინარჩუნებს თუ არა აღნიშნული გრანიტები ბაზიტების გეოქიმიურ სპეციფიკას. ლოქის მასივის ოფიოლიტურ ფირფიტასთან დაკავშირებული პლაგიოგრანიტები მინერალოგიურ-პეტროგრა-

ფიული ტიპიზაციის მიხედვით, სავარაუდოდ, შეესაბამება გრანიტების RTG (შუაოკეანურ - ტოლეიტურ) ჯგუფს.

ლეიკოკრატული დაიკების ასაკი შემოიფარგლება მხოლოდ მათზე გვიანვარისკული გრანიტოიდების კონტაქტური ზემოქმედებით. ოფიო-ლიტურ კომპლექსში განვითარებული ფუძე ქანები და მასთან სივრცობრივად დაკავშირებული ლეიკოკრატული გრანიტოიდების დაიკები, სავარაუდოდ, კამბრიულამდელი წარმონაქმანებია.

წარმოდგენილი ნაშრომის ავტორების მიერ ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში პირველად დადგინდა ქვიშრობული ოქროს გამოვლინებები. ადრე ჩატარებული გეოლოგიურ-სამიეზო სამუშაოების მიხედვით, ითვლებოდა, რომ ოქრო-პოლიმეტალური გამადნების შემცველია მხოლოდ ლიასური, ბაიოსური და სენომანური ასაკის წარმონაქმნები. ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში (გრანიტების გავრცელების არეში), მდ. დამბლუდის კალაპოტიდან აღებულ ქვიშაში აღმოჩნდა ოქროს მიკროსკოპული ზომის (0.21 მმ) მარცვალი (სურ. 35). ეს ფაქტი მიუთითებს იმაზე, რომ ოქროსშემცველი ძარღვების გავრცელების არე მნიშვნელოვნად მეტია და, შესაბამისად, იზრდება მადგამოვლინების გავრცელების არეალიც.



სურ. 35. თვითნაზადი ოქროს მარცვალი მდ. დამბლუდის ხეობის ალუვიური ნალექებიდან (ლოქის კრისტალური მასივი).

AmScope ბინოკულარი, გადიდება 3X

6. ლოქის კრისტალური მასივის ფორმირების გეოდინამიკური პირობები

გეოლოგიური წარსულის გეოდინამიკური ვითარების აღსადგენად, ძალიან მნიშვნელოვანია პალეოოკეანური აუზების ხასიათისა და ადგილმდებარეობის დადგენა.

პალეოტეთისის ოკეანური აუზის სუტურული ზონის ადგილმდებარეობის საკითხი დიდი ხანია დისკუსიის საგანს წარმოადგენს. ადრე გამოთქმული იყო მოსაზრება (Адамия, 1984), რომ პალეოტეთისის ოკეანური აუზი განლაგებული იყო იქვე, სადაც ნეოტეთისის მცირე კავკასიონის შტო, რომლის რელიქტები შემონახულია თანამედროვე სევან-აკერის ოფიოლიტურ ზონაში. შესაბამისად, ამიერკავკასიის მასივის ის ნაწილი, რომელიც განლაგებულია ამ ზონის ჩრდილოეთით, ითვლებოდა აღმოსავლეთ ევროპის კონტინენტის ნაწილად. ა.ბელოვი (Белов, 1981, 1986) თვლიდა, რომ ამიერკავკასიის მასივი მიეკუთვნება გონდვანის ჩრდილო კიდეს. ეს მოსაზრება, მოგვიანებით გაიზიარეს ზაქარიადემ და სხვ. (Закариадзе и др., 1998) და მათ რიცხვში შ. ადამიამაც, რომლებიც მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ამიერკავკასიის მასივი წარმოადგენდა არაბეთ-ნუბიის ფარის ჩრდილო პერიფერიას. ე. გამყრელიძის აზრით (Гамკრелидзе и др., 1981; Гамკრелидзе, 1984, 1989), თანამედროვე მცირე კავკასიონის სამხრეთ ნაწილში პალეოზოურში ოკეანური აუზის არსებობა არ შეიძლება დადასტურებულად მივიჩნიოთ. რაც შეეხება ვარისკულ ტექტონო-მაგმატურ აქტივობას მცირე კავკასიონის თანამედროვე სომხით-ყარაბაღისა და კავანის ზონებში, ის სავსებით შეიძლება მიმდინარეობდეს გონდვანის ჩრდილო კიდეზეც, რომელსაც შედარებით ახალგაზრდა, მოუმწიფებელი ქერქი გააჩნდა (აკრეციული პრიზმა არაბეთის ფარის ჩრდილო კიდეზე (სურ. 36). სწორედ ეს უკანასკნელი წარმოადგენდა გადარეცხვის არეს ლოქის მასივის პალეოზოური ნალექებისთვის. აღსანიშნავია, რომ ძირულის მასივის ჩორჩანა-უწლევის ზონის იმავე ასაკის დანალექი წყება, ლოქის მასივის წყებისაგან განსხვავებით, ყალიბდებოდა თანამედროვე ამიერკავკასიის მასივის უფრო ძველ – გრენვილურ-ბაიკალურ სუბსტრატზე, რომელსაც ასევე სუბკონტინენტური ქერქი გააჩნდა (Гамკრелидзе, Шенгелиა, 2005). უნდა აღინიშნოს, რომ ჩორჩანა-უწლევის მეტაოფიოლიტები ზოგიერთი ავტორის მიერ (Адамия, 1984; Закариадзе и др., 1998) ნავარაუდები მცირე კავკასიონის (სევან-აკერის) ოფიოლიტური სუტურული

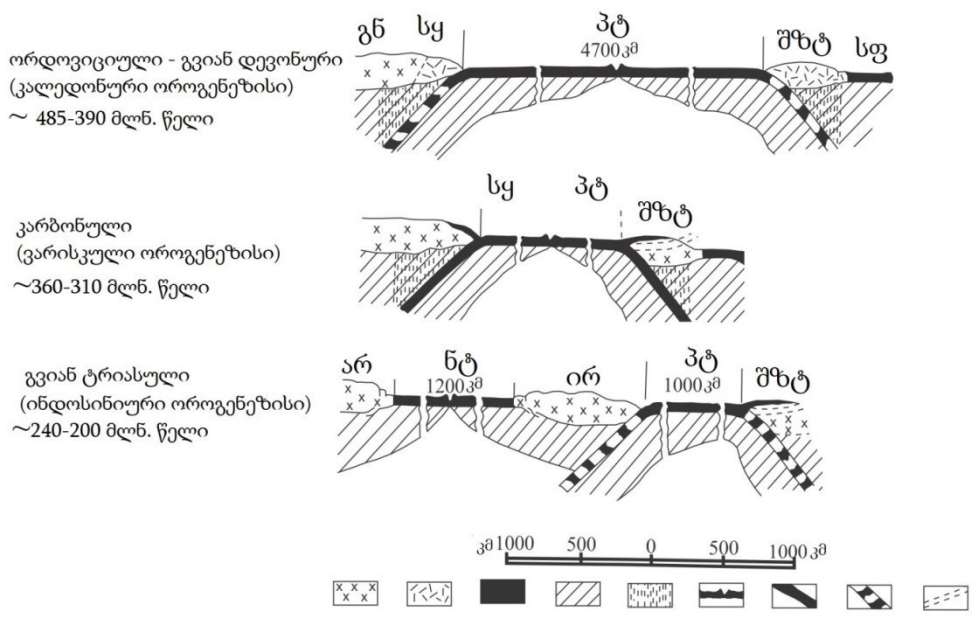
ზონიდან დაახლოებით 200 კმ-ითაა დაცილებული და, თუ მხედველობაში მივიღებთ ალპური შეკუმშვის შედეგად ამ ფართობის მნიშვნელოვან შემცირებას, მაშინ ეს მანძილი მეტიც იქნებოდა. ამიტომ, ძნელი წარმოსადგენია, რომ ძირულის ოფიოლიტები, როგორც ზოგიერთი მკვლევარი ფიქრობდა (Адамия, 1984), ამ სუტურული ზონიდან იყოს შარირებული. თუმცა, ბურღვის მონაცემებით დადგენილია ძირულის ოფიოლიტების სამხრეთი გაგრძელების არსებობა აჭარა-თრიალეთის ზონის სუბსტრატში (Надареишвили, 1980), რაც მიუთითებს მათ სამხრეთიდან გადაადგილებაზე (Гамკრელიძე, Шенგელია, 2005). ისინი შეიძლება შარირებული იყოს პალეოტეთისის სუტურული ზონიდან, რომლის არსებობაც პალეომანტიური და გეოლოგიური მონაცემების საფუძველზე ნავარაუდევია სომხით-ყარაბაღის ზონის ჩრდილო კიდის გასწვრივ (Гамკრელიძე и др., 1981; Гамკრელიძე, 1984, 1989).

ამ მოსაზრებას მთლიანად ადასტურებს ლოქის მასივის ფარგლებში მოგვიანებით აღმოჩენილი კამბრიულამდელი ალოქოთონური ოფიოლიტური კომპლექსი (Gamkrelidze et al., 1999; Гамკრელიძე, Шенგელია, 2005).

პალეოტექტონიკური რეკონსტრუქციების დროს ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა არსებული გლობალური პალეორეკონსტრუქციები (Stampfli and Borel, 2002). კერძოდ, გათვალისწინებულ იქნა პალეოტეთისის ოკეანის სიგანე მისი განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე და აგრეთვე, შუაოკეანური ქედის ადგილმდებარეობა და მისი სუბდუქციის ზონაში შთანთქმის დრო (ნახ. 36). პროტეროზოურის და პალეოზოურის განმავლობაში ამ ოკეანის ორივე კიდეზე, სუბდუქციის ზონების თავზე, მიმდინრეობდა რეგიონული მეტამორფიზმისა და გრანიტწარმოშობის პროცესები.

რეგიონული მეტამორფიზმისა და გრანიტწარმოშობის ძირითადი ეტაპები ხმელთაშუა ზღვის სარტყლის კავკასიის სეგმენტში დაკავშირებული იყო გრენვილური, კადომური, ადრე და გვიანკალედონური, ბრეტონული და ვარისკული ტექტოგენეზისის ეპოქებთან. ლოქის მასივის ფარგლებში მკაფიოდ ჩანს ბრეტონული და ვარისკული ტექტოგენეზისის კვალი.

დანაოჭების ბრეტონული ფაზისთან (გვიანდეკონურის წინ) დაკავშირებული იყო კავკასიის უმეტესი ქვედა- და შუაპალეოზოური ასაკის ქანების რეგიონული მეტამორფიზმი და სინმეტამორფული გრანიტიდების ფორმირება. ამასთან ერთად, უაღრესად მნიშვნელოვანი იყო გვიან-



სურ. 36. ხმელთაშუა ზღვის ოროგენული სარტყლის კავკასიის სეგმენტის პალეოტექტონიკური პროფილები (ვერტიკალური მასშტაბი გაზრდილია დაახლოებით ხუთჯერ) (Гамკრელიძე, Шенгелиა, 2005). 1 - კონტინენტური ქერქი, 2 - სუბკონტინენტური ქერქი, 3 - კონტინენტური ქერქი და ობდუცირებული ოფიოლიტები, 4 - ქვედა მანტია, 5 - სითბოს ნაკადები, ფლუიდები და მაგმური ხსნარები მანტიაში, 6 - შუა ოკეანური ქედები, 7 - სუბდუქციის ზონები, 8 - არააქტიური სუბდუქციის ზონები, 9 - დედამიწის ქერქის ტექტონიკური განშრევების ზედაპირები.

პალეოკავკასიური აუზები: პტ – პროტო-პალეო-თეთისი, სფ – კავკასიონის სამხრეთი, ნტ – ნეოტეთისი. კონტინენტური ფილაქნები: გნ – გონდვანა, არ – არაბეთი. ტერეინები: შზტ – შავი ზღვა-ცენტრალური ამიერკავკასიის მიკროკონტინენტი, ირ – ირან-ავღანეთის მიკროკონტინენტი. სე – სომხით-ყარაბაღის თანამედროვე ტექტონიკური ზონა.

ბრეტონული დანაოჭების ფაზისის გამოვლინება (როგორც ჩანს, ტურნეულში), რომელთანაც დაკავშირებული იყო კავკასიაში ალპურამდელი დროის ყველაზე მნიშვნელოვანი შარიაჟთწარმოქმნა, მათ შორის, ოფიოლიტური ფირფიტების შარირება (ობდუქცია) კონტინენტების კიდევზე. და ბოლოს, უაღრესად მნიშვნელოვანია სუბდუქციური ფაზისის გამოვლინება (აღრე კარბონულის ბოლოს და შუა კარბონულის დასაწყისში), რომელთანაც დაკავშირებული იყო კალიუმისანი გრანიტების წარმოშობა, გვიანვარი სულამდელი კრისტალური ქანების გრანიტიზაცია (მიკროკლინიზაცია), რეგრესიული მეტამორფიზმი და ტიპური კონტინენტური

ქერქის ფორმირება კავკასიაში (იხ. სურ. 36). ამასთან, ვარისკული ეპოქის ბოლოს ხდება დედამიწის ქერქის ღრმად დაძირული ნაწილების ძალიან სწრაფი (გეოლოგიური თვალსაზრისით - ელვისებრი) ეგზოჰუმაცია, რაც, როგორც ჩანს განპირობებული იყო ამ დროისთვის შედარებით შემსუბუქებული კონსოლიდირებული ქერქის იზოსტაზიით, მისი შეგუფთებითა და ინტენსიური ეროზიით. ამის შემდგომ, მნიშვნელოვანი ტექტონიკური მოძრაობები კავკასიაში უკავშირდებოდა ადრეკიმერიულ (ინდოსინიურ) დანაოჭებას, რომელიც გამოიწვია კერძოდ ლოქის მასივის უკვე შარირებული პალეოზოური მეტამორფული ფიქლების შემდგომი დანაოჭება. აღნიშნული ფიქლები კი, ტრანსგრესიულად იფარება იურული ნალექებით (იხ. სურ. 36).

დასკვნები

ლოქის კრისტალური მასივის ალპურამდელი ფუნდამენტი წარმოდგენილია ავტოქთონური ზედადევიონური გნეისებრივი კვარცხანდი დიორიტებით, ქვედა- შუაპალეოზოური მეტამორფიტების ალოქთონური ფირფიტებით, მათ შორის ტექტონიკური მელანჟითა და კამბრიულამდელი ოფიოლიტური კომპლექსის სუსტადმეტამორფული ბაზიტებით, ასევე ყველა ამ ქანის გამკვეთი ზედაპალეოზოური, იურული და ცარცული ინტრუზივებით.

მეტამორფული კომპლექსი წარმოდგენილია საფარლო - ლოქ-ჯანდარის, მოშევანის, ქვედაგორასწყლისა და ზედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტებით, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდება მეტამორფიზმის ხარისხით და შინაგანი სტრუქტურით, რაც მიუთითებს უკვე მეტამორფიზირებული და დეფორმირებული ქანების ტექტონიკურ გადაადგილებაზე. ალოქთონური ფირფიტების საწყისი ქანები ჩამოყალიბებულია სხვადასხვა გეოდინამიკურ პირობებში. შარირებისას ტექტონიკური შექუჩების შედეგად ისინი მძლავრ ტექტონიკურ ზეწრად ჩამოყალიბდა. მეტამორფული კომპლექსის თანამედროვე სტრუქტურის ფორმირება, მათ შორის შარირების ზედაპირის ციკაბო განლაგება, განპირობებული იყო დანაოჭების ადრეკიმერიული (ინდოსინიური) ფაზისის გამოვლინებით.

ლოქის კრისტალური მასივის ქვედაგორასწყლის ალოქთონური ფირფიტა წარმოადგენს პალეოთეტისის ოკეანური ქერქის შესაბამისი ოფიოლიტური ასოციაციის ფრაგმენტს. კერძოდ, იგი მოიცავს ოკეანური

ქერქის მეორე და მესამე შრეების გარდამავალ ჰორიზონტებს: მესამე შრის გაბროული შემადგენლის ზედა არაკუმულატურ ნაწილს და ზევითმომყოლი მეორე შრის პარალელური (დიაბაზური) დაიკების ყველაზე ქვედა ნაწილს. ოფიოლიტური კომპლექსის ბაზიტების პროტოლითი ბაზალტების ტოლიეტიური სერიის პეტროქიმიურ ტიპს შეესაბამება. ამ მაფიტების საწყის მაგმას E-MORB-ის (შესაძლებელია, P ან T- MORB-ისაც) შედგენილობის თავისებურებები ახასიათებს და პეტროგეოქიმიური პარამეტრების მიხედვით, უახლოვდება შიდაფილაქნურ ბაზალტებს.

ოფიოლიტურ-ტექტონიკურ ფირფიტასთან დაკავშირებულია ლეიკოკრატიული მჟავე და საშუალო მჟავიანობის ქანები. სხვადასხვა პეტროგეოქიმიური პარამეტრების მიხედვით, ისინი ხასიათდება შერეული მახასიათებლებით. სავარაუდოდ, მათი ფორმირება ხდებოდა სპრედინგის პირობებში ან კუნძულთარკალური ტიპის მანტიური ნაკადის გამოვლინების ადგილებში.

ალოქტონური ფირფიტების შემადგენელმა ქანებმა, რეგიონული მეტამორფიზმი განიცადა შარირებამდე - სავარაუდოდ, დანაოქების ბრეტონული ფაზისის გამოვლინების დროს, ხოლო კონტაქტური მეტამორფიზმი გამოწვეულია უპირატესად სუდეტური, ხოლო ნაკლები ხარისხით, იურული და ცარცული გრანიტოიდების ზეგავლენით. ოფიოლიტური ტექტონიკური ფირფიტის კამბრიულამდელი რეგიონული მეტამორფიზმის ხარისხი პასუხობს მწვანე ფიქლების ფაციესის ყველაზე უფრო დაბალ საფეხურს. აღინიშნება, აგრეთვე ინტენსიური ჰიდროთერმული მეტასომატური პროცესები. სუდეტური გრანიტების ოფიოლიტებზე ზემოქმედება შეინიშნება მხოლოდ ცალკეულ უბნებზე და გამოიხატება ამფიბოლების გაბიოტიტებითა და ქანების გაკვარცებით.

ტექტონიკური მდგომარეობით ყველაზე უფრო ზემოთ მდებარე საფარლო - ლოქ-ჯანდარის ალოქტონური ფირფიტა წარმოდგენილია თიხამიწით გამდიდრებული მეტაპელიტებით - ქლორიტოიდ-ქლორიტ-ფენგიტიანი, ქლორიტოიდ-ქლორიტ-ბიოტიტიანი და იშვიათად, გრანატიანი ფიქლებით; ასევე, გვხვდება გრაფიტიანი, აქტინოლითიანი, ეპიდოტიანი და ანკერიტიანი ფიქლები, გრაფიტიანი კვარციტები, ორთომფიბოლიტები, მეტაბაზიტები და ეპიდოზიტები. ადგილ-ადგილ გვხვდება მეტაბაზიტების მცირე სიმძლავრის ქერცლები. ალოქტონური ფირფიტის რეგიონული მეტამორფიზმის ხარისხი შემოიფარგლება მწვანე ფიქლების ფაციესის მაღალტემპერატურული ქლორიტული, ბიოტიტური და დაბალტემ-

პერატურული გრანატული სუბფაციების პირობებით. სუდეტური გრანიტების ზემოქმედება აღნიშნულ მეტამორფიტებზე ლოკალური ხასიათისაა და ვლინდება უფრო მაღალტემპერატურული მინერალების გაჩენით. კონტაქტური მეტამორფიზმის დონე შეესაბამება ბიოტიტ-ქლორიტ-ანდალუზიტ-მუსკოვიტიანი და ბიოტიტ-მუსკოვიტიანი გნეისების ფაციესების პირობებს.

მოშევანის ალოქთონური ფირფიტა აგებულია კატაკლაზირებული და ბრექჩირებული ანდალუზიტ-ქარსიანი ფიქლებითა და ზოლიანი გრანფიტის კვარციტებით; იშვიათად გვხვდება ეპიდოზიტები; დამორჩილებული რაოდენობითაა მეტაბაზიტები - მეტაგაბრო, პლაგიოკლაზიანი ამფიბოლიტები, ქლორიტ-აქტინოლით-კარბონატული და კალციტ-ეპიდოტ-ქლორიტიანი ფიქლები. მოშევანის ალოქთონური ფირფიტის რეგიონული მეტამორფიზმის მინერალური პარაგენეზისები ფართო ტემპერატურ დიაპაზონს მოიცავს და შეესაბამება მწვანე ფიქლების ფაციესის გრანატულ სუბფაციესს, სტავროლითური ფაციესის სტავროლით-ბიოტიტ-ანდალუზიტურ სუბფაციესს და ბიოტიტ-მუსკოვიტიანი გნეისებისა და რქაულების ფაციესს. სუდეტური გრანიტების, ასევე უფრო ახალგაზრდა იურული და ცარცული მაგმატიტების ზეგავლენა მეტამორფიტებზე არ შეინიშნება.

ზედაგორასწყლის (მელანჟის) ალოქთონური ფირფიტა წარმოდგენილია მოშევანისა და ოფიოლიტური კომპლექსის ტექტონიკური ფირფიტების ამგები ქანების სხვადასხვა ზომის ნატეხებითა და ბლოკებით, რომლებსაც სხვადასხვა ხარისხის ადრევარისკული რეგიონული მეტამორფიზმი ჰქონდა განცდილი.

ლოქის კრისტალური მასივის ალოქთონურ ქერცლებში ფართოდაა გავრცელებული ბლასტომილონიტები. კატაკლაზიტების ლოკალური გადაკრისტალება და მილონიტიზაცია ზეწრების წარმოშობის თითქმის თანადროულია. ბლასტეზის გამოვლენა შეიძლება აიხსნას მხოლოდ ალოქთონური მასების საგებში განვითარებული თერმული ეფექტით.

რაც შეეხება მეტამორფიტებისა და ოფიოლიტების გეოლოგიურ პოზიციას, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ძირულის კრისტალური მასივის მეტამორფიტებისა და ოფიოლიტების ანალოგიურად, ლოქის მასივის მეტამორფიტები წარმოადგენს ძველი სუბკონტინენტური ქერქის ფერდობზე ფორმირებული დანალექი ლინზის ფრაგმენტს. ბაზიტური კომპლექსის ქანები პალეოკვანური ქერქის მეორე და მესამე შრის ფრაგმენტებია,

რომლებიც, როგორც ჩანს, პალეოთეტისის ოკეანური აუზიდანაა ობდუცი-
რებული. ამ უკანასკნელის პირველადი მდებარეობა ნავარაუდევია ლოქის
კრისტალური მასივის ჩრდილოეთით, მის უშუალო სიახლოვეში, რასაც
გეოლოგიური და პალეომაგნიტური მონაცემები (Гамкრელიძე и др., 1981)
ადასტურებს.

ლოქის კრისტალური მასივის ფარგლებში გავრცელებულია ალპუ-
რამდელი გრანიტოიდები: ზედადევიონური გნეისებრივი კვარციანი დიო-
რიტები, გვიანვარისკული გრანიტოიდები და კამბრიულამდელ ოფიოლი-
ტურ ალოქთონურ ფირფიტასთან დაკავშირებული ლეიკოკრატული გრა-
ნიტები.

ნორმული ტუტე გნეისებრივი კვარციანი დიორიტები და მათში ჩარ-
თული სუბტუტე გაბრო-დიორიტების ქსენოლითები, სავარაუდოდ, სხვა-
დასხვა ასაკისაა და მიეკუთვნება მაგმატიზმის სხვადასხვა ფაზას. კვარცი-
ანი დიორიტების მაგმის წარმოშობის ძირითადი სითბური წყარო, სუბ-
დუქციურთან ერთად, შესაძლებელია იყოს სუბდუქციის ზონიდან მოსუ-
ლი სუბტუტე ფუძე მაგმა. რიგი ნიშნის მიხედვით, გნეისებრივი კვარციანი
დიორიტები მიეკუთვნება I გრანიტების შერეულ მანტიურ-ქერქულ ტიპს,
რომელთა ჩამოყალიბების პროცესში კონტინენტური ქერქის სიალური
ნაწილის როლი უმნიშვნელოა. კვარციანი დიორიტების ზედადევიონური
ასაკის განსაზღვრის მონაცემები არ იძლევა ერთნიშნა ინტერპრეტაციის
შესაძლებლობას და საჭიროებს დამატებით იზოტოპურ-გეოქრონოლო-
გიურ დასაბუთებას.

ლოქის კრისტალური მასივის სუბტუტე და ნორმული ტუტე სუდე-
ტური გრანიტების დიდი ნაწილი მიეკუთვნება გრანიტების I ტიპს, ხოლო
მცირე ნაწილი კი - გრანიტების S და A ტიპებს. ისინი, ძირითადად, ჩამო-
ყალიბებულია გნეისებრივი კვარციანი დიორიტების, ხოლო ნაკლებად -
სიალური ქერქის სხვა ქანების გადაღობის შედეგად. აღსანიშნავია, რომ
პოსტმეტამორფული გრანიტები ჩამოყალიბდა გნეისებრივი კვარციანი
დიორიტების ალოქთონური მეტამორფული კომპლექსებით გადაფარვის
შემდეგ. აღნიშნული გრანიტები ავტორების მიერ მიკუთვნებულია გრანი-
ტების T გენეტური გეოდინამიკური ტიპისთვის. მათ ჩამოყალიბებაში,
სუბდუქციურ სითბოსთან ერთად, გარკვეულ როლს თამაშობდა აგრეთვე,
ლოქის კრისტალური მასივის ალოქთონური მეტამორფული კომპლექსე-
ბის საგებში გენერირებული დისიპატიური სითბო. ეს უკანასკნელი ქმნი-
და ტემპერატურულ ბარიერს, ანუ ე.წ. თერმულ ეკრანს, რომელიც ხელს

უშლიდა სითბოს ზედაპირზე ამოტანას და სიღრმეში გეოთერმული გრადიენტის ამალლებას განაპირობებდა (Гамკრელიძე, Шенგелиა, 2005). გეოდინამიკური თვალსაზრისით, ლოქის მასივი წარმოადგენს პალეოტეთისის ოკეანური აუზის სამხრეთი აქტიური კონტინენტური კიდეის უშუალოდ ოკეანის სიახლოვეში განვითარებულ ნაწილს, სადაც ბრეტონული და ვარისკული ტექტოგენეზისის დროს ვითარდებოდა სუპრა-სუბდუქციური რეგიონული მეტამორფიზმისა და გრანიტწარმოშობის პროცესები. გვიანბრეტონული ტექტონიკური ფაზისის გამოვლინების შედეგად, მოხდა კამბრიულამდეელი ასაკის ოფიოლიტური ფირფიტის ობდუქცია და პალეოზოური მეტამორფული ფიქლების შარირება კონტინენტის კიდეზე. შემდგომ, ვარისკული ტექტოგენეზისის გამოვლინებისას, ისინი გაიკვეთა სუბდუქციური გრანიტებით, რასაც მოჰყვა დედამიწის ქერქის ღრმად დაძირული ნაწილების ძალიან სწრაფი ეგზჰუმაცია, ხოლო ადრეკიმერიული (ინდოსინიური) დანაოჭებისას – უკვე შარირებული ოფიოლიტების და მეტამორფული ფიქლების დანაოჭება და ალპურამდეელი სუბსტრატის სტრუქტურის საბოლოო ჩამოყალიბება.

ლიტერატურა

- Abesadze M., Adamia Sh., Chkhotua T., Tsimakuridze G., Shavishvili I. (2002). Structure and formation of the Loki salient of the Transcaucasian basement//Proceed. Geol. Inst. of Georgia Acad. Sci. New ser. V. 117. P. 135-145.
- Becculava L., Di Girolamo P., Macciota G., Morra V. (1983). Magma affinities and fractionation trends on ophiolites//Ofioliti. V. 8. N 3. P. 307-324.
- Cabanis B. (1989). Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale. CR Acad. Sci. Ser. II 309. P. 2023-2029.
- Coleman R. (1977). Ophiolites. Springer Verlag. New York. 229 p.
- Floyd P.A. and Winchester J.A. (1975). Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements: Earth and Planetary Science Letters. V. 27. P. 211-218.
- Gamkrelidze I., Shengelia D., Chichinadze G., Tsutsunava T., Beridze G., Javakhishvili I. (2018₁). Pre-Alpine Allochthonous Metabasites of the Loki Crystalline Massif, Georgia: Geological Setting, Composition and Formation Conditions. World Academy of Scien. Engineering and Technology. Proceedings of 20th International Research Conference on Geological and Environmental Engineering. Paris. Vol. 20. No 11. P. 124.
- Gamkrelidze I., Shengelia D., Chichinadze G., Tsutsunava T., Beridze G., Tsamalashvili T., Tedliashvili K., Javakhishvili I. (2018₂). Petrology, Geochemistry and Formation Conditions of Pre-Alpine Metabasites of the Loki Crystalline Massif (the Caucasus)//Bull. Acad. Sci. Georgia. V.12. N3. P.78-86.
- Gamkrelidze I., Shengelia D., Chichinadze G., Tsutsunava T., Beridze G., Tsamalashvili T., Tedliashvili K. (2017). Petrology, Geochemistry and Formation Conditions of Metaophiolites of the Loki Crystalline Massif (the Caucasus). World Academy of Scien. Engineering and Technology. Proceedings of 19th Intern. Research Conference on Geological and Environmental Engineering. Madrid. Vol. 4. N 9. P. 702.
- Gamkrelidze I. (1997). Terranes of the Caucasus and adjacent areas//Bull. Acad. Sci. Georgia. 155. N 3. P. 75-81.
- Gamkrelidze I., Shengelia D. (1998). New data on the interpretation and age of the Dzirula crystalline massif constituent rocks//Bull. Acad. Sci. Georgia. Vol. 158. N 1. P. 93-96.
- Gamkrelidze I., Shengelia D., Shvelidze I., Vashakidze G. (1999). New data on the geological structure of the Loki crystalline massif//Bull. Acad.Sci. Georg. 161. N 1. P. 93-97.

- Gamkrelidze I., Shengelia D., Tsutsunava T., Chichinadze G., Beridze G., Tedliashvili K., Tsamalashvili T. (2017). Petrology, Geochemistry and Formation Conditions of Metaophiolites of the Loki Crystalline Massif (the Caucasus). Spain. WASET Conference Proceedings. 19 (9). Part VII. P. 702-706.
- Hassan H., Mc Allister A. (1992). An integrated geological geochemical investigations of uranium metallogenesis in selected granitic plutons of the Miramichi anticlinorium, New Brunswick//Geol. Survey. Canada. P.15-91.
- Hey M. U. (1954). A new review of the chlorites//Mineral. Mag. V. 30. P. 277-292.
- Kanehira K., Banno Sh. (1960). Journal of Geology. Soc. Japan. N 781. 66 p.
- Middlemost E.A. (1985). Magmas and magmatic rocks//Esses: Longman Group Limited. 280 p.
- Osborn E. (1959). Role of the oxygen pressure in the crystallization and differentiation of basaltic magma//Amer. J. Sci. V. 257. P. 609-647.
- Powell R., Evans J. (1983). Journal of Metamorphic Geology. Vol. 1. P. 331-336.
- Shengelia D., Chichinadze G., Gamkrelidze I., Tsutsunava T., Beridze G., Javakhishvili I. (2018₂). Epidosites of the Loki Crystalline Massif, the Caucasus: Geological Setting, Mineralogy, Petrogeochemistry and Genesis. World Academy of Science. Engineering and Technology. Proceedings of 20th International Research Conference on Geological and Environmental Engineering. Paris. Vol. 20. N 11. P. 123.
- Shengelia D.M., Poporadze N.G., Bliadze M.T. (1992). On the contact metamorphism of CaO-enriched rocks of the Loki crystalline protrusion of the Transcaucasian median massif. Bull. Acad. Sci. Georgia. Issue 145. 2. P. 379-384.
- Whitney D.L., Evans B.W. (2010). Abbreviations for Names of Rock Forming Minerals. American Mineralogist. V. 95. P. 185-187.
- Zakariadze G.S., Karpenko S.F., Bazilev B.A., Adamia Sh.A., Oberkhansley R.E., Soloviova N.V., Lialikov A.V. (1998). Petrology, geochemistry and Sm-Nd age of the Late Hercynian paleoceanic complex of the Dzirula protrusion of the Transcaucasian Massif//Vol. 6. N 4. P. 422-444.
- Адамия Ш. А. (1984) Доальпийское основание Кавказа (состав, строение, становление). Тектоника и металлогения Кавказа. Тр. Геол. Ин-та ГССР. Нов. Сер. Вып. 86. С. 3-104.
- Бартницкий Е.Н., Вашакидзе Г.Т., Дудаури О.З., Степанюк Л.М., Терез Г.Я. (1992). Изотопная геохронология гранитоидов Локского выступа Закавказского кристаллического фундамента//В сб.: Геохимия и рудообразование. Тр. ИГФМ АН Украины. Вып. 19. С. 78-89.
- Белов А.А. (1981) Тектоническое развитие Альпийской складчатой области в палеозое. Тр. ГИН АН СССР, Вып. 347. 210 с.
- Белов А.А. (1986). Палеозой Кавказа и проблема Палеотетиса. Геотектоника, N3. С. 17-29.

- Вашакидзе Г.Т. (1999). Петрология и изотопная геохронология Локского массива //Автореф. кандидат. диссерт. Тбилиси. 37 с.
- Вашакидзе Г.Т. (2000). Палеозойские гранитоиды Локского массива//Тр. ГИН АН Грузии. Нов. сер. Вып. 115. С. 320-332.
- Вашакидзе Г. (1999). Петрология и изотопная геохронология Локского массива. Автореф. Канд. Дисс. Тбилиси. 37 с.
- Гамкрелидзе И. П. (1984). Тектоническое строение и альпийская геодинамика Кавказа. Тектоника и металлогения Кавказа. Тр.ГИН АН ГССР.Нов.сер. Вып.86. С.105-184.
- Гамкрелидзе И. П. (1989). Геодинамическая эволюция и механизм формирования структуры Средиземноморского складчатого пояса. Геодинамика Кавказа. Москв. Наука. С. 28- 36.
- Гамкрелидзе И., Шенгелиа Д., Швелидзе И., Вашакидзе Г. (1999). Новые данные о геологическом строении Локского кристаллического массива//Тр. ГИН АН Грузии. Нов. сер. Вып. 14. С. 92-117.
- Гамкрелидзе П.Д. (1949). Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Монографии N2 АН ГССР. Инст. Геологии и минералогии. 280 с.
- Гамкрелидзе П.Д. (1958). Геологическая карта СССР. Серия Кавказская. К-38-101-Б (масштаб 1:50 000). АН Груз. ССР.
- Гамкрелидзе И., Шенгелиа Д. (2005). Докембрийско-палеозойский региональный метаморфизм, гранитоидный магматизм и геодинамика Кавказа. М.: 458 с.
- Гамкрелидзе И.П., Думбадзе Г.Д., Кекелия М.А., Хмаладзе И.И., Хуцишвили О.Д. (1981). Офиолиты Дзирульского массива и проблема Палеотетиса на Кавказе //Геотектоника. N 5. М. С. 23-33.
- Грушевой В.Г. (1941). Интрузивные породы Армянской ССР (сев. часть Армении и соседний р-н Грузии)//Тр. Грузгеолуправления. Вып. 2. 82 с.
- Джавахишвили Ш.И. (1951). Петрография и геологическое строение восточной части Локского массива//Кандид. дисс. Фонды ГИН АН Грузии. 345 с.
- Джавахишвили Ш.И. (1958). Петрография и геологическое строение восточной части Локского массива//Тр. ГИН АН ГССР. Минер.-петр. сер. N4. С. 348-359.
- Джавахишвили Ш.И. (1961). Метаморфическая свита Локского массива//Тр. ГИН АН ГССР. Минер.-петр. сер. N 6. С. 15-26.
- Дудаури О.З., Тогонидзе М.Г., Вашакидзе Г.Т. (1999). Региональные проблемы изотопной геологии//Тр. ГИН АН Грузии. Нов.сер. Вып. 114. С. 118-132.
- Закариадзе Г.С., Карпенко С.Ф., Базылев Б.А., Адамия Ш. А., Оберхансли Р. Е., Соловьева Н.В., Ляликов А.В. (1998). Петрология, геохимия и Sm-Nd

- возраст позднегерцинского палеоокеанического комплекса Дзирульского выступа Закавказского массива. Петрология. Т. 6. N 4. С. 422-444.
- Заридзе Г. М. (1970). Проблемы строения земной коры и верхней мантии. М.: Наука. С. 185-189.
- Заридзе Г.М., Татришвили Н.Ф. (1953₁). Вопросы петрографии и минералогии. М.:АН. СССР. Т.1. С. 312-318.
- Заридзе Г.М., Татришвили Н.Ф. (1953₂). О возрастных взаимоотношениях и генезисе древних кристаллических пород Локского массива//Вопросы петрографии и минералогии. Т.1. М.: Изд-во АН СССР. С. 312-318.
- Заридзе Г.М., Татришвили Н.Ф. (1959). Магматизм Грузии и связанные с ним рудопоявления. М.: Госгеолтехиздат. 254 с.
- Заридзе Г.М. (1970). О базальтовом субстрате древнейшего геосинклинального пояса Кавказа//Проблемы строения земной коры и верхней мантии. Верхняя мантия. М.: Наука. N. 7. С. 185-189.
- Иваницкий Т.В., Мгелишвили Т.Н. (1949). Геохимия свинца, цинка и меди в магматических породах Локского массива в связи с вопросом металлогенической специализации пород//Тр. ГИН АН ГССР. 1971. Нов. сер. Вып. 27. 195 с.
- Йодер Г.С., Тилли К.Э. (1965). Происхождение базальтовых магм. М. 248 с.
- Казахашвили Т.Г. (1941). Геолого-петрологический очерк Джандарского кристаллического массива (западная часть)//Фонды Грузгеолуправления. 78 с.
- Кекелия М.А., Чхетия Н.Н. (1977). Геохимические особенности (редкоземельные и некоторые редкие элементы) гранитоидных пород Локского массива//Геохимия Грузии. Тр.ГИН АН ГССР. Нов. сер. Вып. 55. С. 51-76.
- Кекелия С.А., Мелитаури Г.Н. (1990). Выполнение рудно-геологических, геохимических и геофизических работ в масшт. 1:10 000 с целью оконтурования медно-порфировой системы в бассейне р. Джандри//Фонды КИМС. Отчет N388. 83 с.
- Кориковский С.П. (1979). Фации метаморфизма метапелитов. М.: Наука. 260 с.
- Надареишвили Г.Ш. (1980). Меловой вулканизм Аджаро-Триалетии. Тбилиси. Мецниереба, 148 с.
- Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. (1976). Пески и песчаники. М.: Мир. 535с.
- Хаин В.Е. (1995). Основные проблемы современной геологии (геология на пороге XXI в.). М.: Наука. 188с.
- Хуцишвили О.Д. (1978). Тектоника и история формирования Локского кристаллического выступа. Тр. ГИН АН ГССР. Вып. 60. 64 с.
- Цуцунава Т. (2005). Низкотемпературный региональный метаморфизм Кавказа. Автореф. докт. дисс. Тбилиси. 37 с.

- Шенгелиа Д., Вашакидзе Г., Попорадзе Н. (1989). О метаморфитах Локского кристаллического выступа Закавказского массива//Доклады АН России. Т. 308. N3. С. 694-698.
- Шенгелиа Д.М., Швелидзе Ю.У., Блиядзе М.Т. (1992). О биотитах из метаморфитов Локского кристаллического выступа Закавказского массива//Сообщ. АНГрузии. 146. N 1. С. 50-53.
- Юдович Я.Э., Мерц А.В., Кетрис М.П. (1996). Петрохимическая диагностика метааркозов и метариолитов в древних толщах Приполярного Урала//Док. РАН. Т. 351. N 3. С. 383-386.

დაიბეჭდა ივანე ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობაში

თბილისი, 2019

0179 თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 14
14, Ilia Tchavtchavadze Ave., Tbilisi 0179
Tel 995(32) 225 04 84, 6284/6279
www.press.tsu.edu.ge

