

1957/2



524/2

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
გ მ ა მ ბ ე

გომი XIX, № 5

ბირთვური, ქარბული გამოსახვა

1957 8

ნ მ ა მ ბ ე რ ი

შ ი ნ ბ ა რ ს ი



მათემატიკა

1. გ. ჭოღოშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი).
უსასრულო ჯაჭვებისა და სასრულო კოჯაჭვების ჩენის ჯგუფთა შესახებ 513

ჰიდრომეტატიკა

2. ქ. მესხელი. ქვიშის ტალღისებრი მოძრაობის ზოგიერთი კანონზომიერების ექსპერიმენტული შესწავლა 521
3. გ. ბერუჩივი. ღვარცოფული ნაკადების მძაფრი მოძრაობის ზოგიერთი საკითხი 529

ფიზიკა

4. ს. მატინიანი. პლარინზაციული და კორელაციური მოვლენები ჰიპერონების დაშლის დროს 537
5. გ. ხარაძე. ნუკლონების ელექტრომაგნიტური სტრუქტურის საკითხისათვის 543

ბიოფიზიკა

6. ა. ბალაბუევი, მ. გეგონდიანი, ე. ჯაფარიძე. ქ. თბილისის ჰაერის გამტვერიანების შესახებ 551

ძიმი

7. ე. ნანობაშვილი, ნ. შელია, ლ. ივანიცკი. თალიუმის სულფიდის წარმოქმნის რეაქციის შესახებ 557

გეოგრაფია

8. ვ. ჯაოშვილი. საქართველოს ქალაქთა კლასიფიკაციისათვის 563

ტიმნიკა

9. ვ. მახალდიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი).
ენერჯის ბალანსი და დადროსელებული შიგაწვის ძრავას ცილინდრების შევსების პროცესისათვის 571
10. გ. ნადარეიშვილი. ბეტონის გამოცდა იმპულსური ულტრაბგერული მეთოდით 577

მეტალოგია

11. მ. კეკელიძე და ვ. პეროვა. ფლუსიანი აგლომერატი დაშქესანის მაგნეტიტებისა და სადახლოს კირქვებისაგან 583
12. ა. ვაშაკიძე. გასაგლინავი მასალის გლინებთან საკონტაქტო ფართის განსაზღვრა არასწორკუთხედიან ყალიბებში გლინისას 591
13. გ. ნოზაძე. კალციუმ-მაგნიუმ-ფოსფატო-სილიკატური ნადნობების სიბლანტისა და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის გამოკვლევა 597

სამთო სამშენ

14. ა. ძიძიგური და შ. ონიანი. პარალელურად ჩართული საშახტო ღერძული ენტილატორების რეგულირება მიმმართველი აპარატებით 605

ენტომოლოგია

15. შ. სუპატაშვილი. საქართველოში ნაძვის დიდი ლაფანჭამიას (*Dendroctonus micans* Rugel.) შესწავლის საკითხისათვის 611

ზოოლოგია

16. ა. ჯიბლაძე. ძელქვაზე (*Zelkova carpinifolia* (Pall.) Dipp.) გავრცელებული ბუგრების შესწავლისათვის 613

პარაზიტოლოგია

17. ნ. ჯაფარიძე. იქსოდისებური ტკიპების გავრცელების შესახებ საქართველოს სსრ-ში 621

ექსპერიმენტული მიკრობიოლოგია

18. თ. ჯაფარიძე. ჰიპოთერმიის გავლენა სისხლის წარმოქმნელ სისტემაზე სხივური დაავადების დროს 629

ისტორია

19. თ. მიქელაძე. სამხრეთ-აღმოსავლეთი შავიზღვისპირეთის უძველესი მოსახლეობის ისტორიისათვის (სკვითინები) 633

მათემატიკა

ბ. ზოლოზილი

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი)

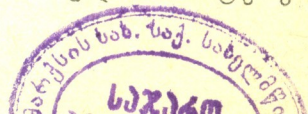
უსასრულო ჯაჭვებისა და სასრულო კოჯაჭვების
ჩიხის ჯგუფთა შესახებ

მიმართულ სისტემათა გარდა, რომლებსაც ასეთი მნიშვნელობა აქვთ
ალგებრულ ტოპოლოგიაში, სივრცეთა ჰომოლოგიის თეორიაში გვხვდება აგრე-
თვე უფრო ზოგადი სახის ნაწილობრივ-დალაგებული სისტემები. ამ და შემდგომ
შრომებში ჩვენ განვიხილავთ ასეთი ზოგადი სისტემების ერთ სახეობას და
მის გამოყენებებს სივრცეთა ჰომოლოგიის თეორიაში.

ერთი ასეთი გამოყენებაა სათაურში აღნიშნულ ჯგუფთა განხილვა.
ცნობილია ის დაბრკოლება, რომელიც ასეთი ჯგუფების შემოყვანას ელოდება:
სიმპლექსური ასახვის დროს სიმპლექსის წინარე სახეთა უსასრულობა. და-
ფარვათა ისეთი ცალკეული ქვესისტემის განხილვა, რომელსაც ლაკალურათ
სასრულო სიმპლექსურ ასახვებამდე მივყავართ, არაა ამომწურავი: ზოგად
შემთხვევაში არ ხერხდება ყველა ასეთი ქვესისტემის არა მარტო ჰომოლო-
გიური შესწავლა, არამედ განსაზღვრაც კი ცალ-ცალკე (იხ. [3, 4]). საჭირო
ხდება მათი ერთობლივი განხილვა, რასაც მივყავართ ჰომოლოგიური და
კოჰომოლოგიური აგრეგატის ცნებამდე და აქ გამოიყენება სწორედ ზოგა-
დად მიმართული სისტემები.

აქ განხილულია ასეთი აგრეგატების ძირითადი თვისებები, რომლებიც
ეილენბერგ-სტინროდის აქსიომების ანალოგიურია. მითითებულია განსაზღ-
ვრა-დამტკიცებათა ძირითადი სქემები და ის ცვლილებები (ესენი ამა
თუ იმ დაფარვათა გარკვეულ კლასში მოხვედრას ეხებიან ძირითადად), რომ-
ლებიც ტრადიციულ გადმოცემაში [1, 2] უნდა შევიტანოთ ჩვენი შემთხვევის
მისაღებად.

1. ვთქვათ, მოცემულია რაიმე α ელემენტთა $S = \{\alpha\}$ სისტემა, რომელიც
ნაწილობრივ-დალაგებულია $<$ თანაფარდობით და აკმაყოფილებს შემდეგ
პირობებს: (1) $\alpha < \alpha$; (2) $\alpha < \beta, \beta < \gamma \rightarrow \alpha < \gamma$; (3) თუ $\alpha < \beta, \gamma$, მაშინ არ-
სებობს ასეთი δ , რომ $\delta > \beta, \gamma$. უკანასკნელი პირობა შემოუსაზღვრელობის
შესუსტებული პირობაა; იგი თხოულობს საერთო მომდევნოს არსებობას
მხოლოდ ისეთი ელემენტთა წყვილისათვის, რომელთაც საერთო წინაველი
აქვთ. ასეთ S -სისტემებს ზოგადად მიმართულ სისტემებო
ვუწოდოთ.





ზოგადად მიმართულ S სისტემაში ჩვენ განვიხილავთ ე. წ. მაქსიმალურ იდეალებს, ე. ი. ისეთ $I = \{\tau\}$ ქვესისტემებს, რომლებიც აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს: (a). თუ $\alpha \in I$ და $\beta > \alpha$, მაშინ $\beta \in I$; (b). თუ $\alpha, \beta \in I$, მაშინ არსებობს ისეთი $\gamma \in I$, რომ $\gamma > \alpha, \beta$; (c). თუ $\alpha \in I$ და $\beta < \alpha$, მაშინ $\beta \in I$. მთელი S -სისტემა იწლება ურთიერთ არათანამკვეთ მაქსიმალურ იდეალებად სიმრავლეთ. მართლაც, ყოველი მაქსიმალური იდეალი არის ერთერთი კლასი ექვივალენტობის შემდეგი განსაზღვრის დროს: ჩვენ ვიტყვით, რომ $\alpha \sim \beta$, თუ არსებობს ისეთი γ , რომ $\gamma > \alpha, \beta$. ეს არის ექვივალენტობის თანაფარდობა და ამგვარად მიღებულია S -კლასები, ზემოთ აღნიშნული მაქსიმალური იდეალები, უკვე მიმართული სისტემები არიან. ამ S -კლასთა $\{S_\tau\}$ ერთობლიობას ჩვენ ვუწოდებთ S ზოგადად მიმართული სისტემის მაქსიმალურ იდეალებად აგრეგატს.

2. განვიხილოთ X ტოპოლოგიური სივრცის ყველა ლოკალურად სასრულო, ღია O_α დაფარვები და ვთქვათ, რომ $O_\alpha < O_\beta$, თუ O_β -ს ყოველი ელემენტი შედის O_α -ს ერთ ელემენტში მაინც და, თუ O_α -ს ყოველი ელემენტი შეიცავს O_β -ს ელემენტთა არა უმეტეს სასრულო რიცხვს.

ასეთი მოწესრიგებისას X სივრცის ყველა ლოკალურად სასრულო V_α დაფარვათა $S = \{O_\alpha\}$ სისტემა ჰქმნის ზოგადად მიმართულ (მაგრამ არა მიმართულ) სისტემას. ექვივალენტური ამ სისტემაში იქნებიან ის დაფარვები, რომელთაგან თითოეულის ნებისმიერი ელემენტი ჰკვეთს მეორის ელემენტთა არა უმეტეს სასრულო რიცხვს,

თითოეულ ამგვარად წარმოშობილ მაქსიმალურ S -იდეალზე შეიძლება აიგოს ჩების თეორია და თან უსასრულო ჯაჭვებითა და სასრულო კოჯაჭვებით. ზოგად შემთხვევაში ჩვენ ვერ ვახერხებთ ყველა მაქსიმალური იდეალის აღნუსხვას (როგორც ეს კეთდება კომპაქტური სივრცის უმარტივეს შემთხვევაში, როცა მხოლოდ ერთი მაქსიმალური იდეალი გვაქვს სასრულო დაფარვებისა) ან ყოველი მაქსიმალური იდეალის დახასიათებას (როგორც ეს, განმარტების მიხედვით, შესაძლებელია, მაგალითად, ლოკალურად-კომპაქტური სივრცის ისეთი დაფარვებისათვის, რომელთა ყოველი ელემენტის ჩაკეტვა კომპაქტურია). ამის გამო ჩვენ ვიხილავთ S დაფარვათა სისტემის ყველა მაქსიმალურ იდელებად $\{S_\tau\}$ აგრეგატს და მათზე დაფუძნებულ ჰომოლოგია-კომპოლოგიის ჯგუფებს.

ამ მიზნით განვიხილოთ ყოველი (X, A) წყვილისათვის, სადაც A არის X -ის ნებისმიერი ქვესივრცე, ვარსკლავურათ სასრულო დაფარვათა (O_α, U_α) წყვილი, სადაც U_α არის O_α -ს რაიმე ისეთი ქვესისტემა, რომლის ელემენტთა ნერთი შეიცავს A -ს. ვიგულისხმებთ, რომ $(O_\alpha, U_\alpha) < (O_\beta, U_\beta)$, მოკლეთ $\alpha < \beta$, თუ $O_\alpha < O_\beta$ და $U_\alpha < U_\beta$ ზემოხსენებული აზრით. ავიღოთ (O_α, U_α) დაფარვების წყვილის ნერვათა (X_α, A_α) წყვილი და მათთვის უსასრულო ჯაჭვთა ჰომოლოგიის $H'_\Delta(X_\alpha, A_\alpha; C)$ ჯგუფი კოეფიციენტთა კომპაქტური C -ჯგუფის მიმართ და სასრულო კოჯაჭვთა კომპოლოგიის $H'_\nabla(X_\alpha, A_\alpha; D)$ ჯგუფი კოეფიციენტთა დისკრეტული D -ჯგუფით.

საქართველო
საბჭოთა კავშირი

ფის მიმართ. თუ ამ ჯგუფებთან ერთად განვიხილავთ მათ იმ ρ_α^β და π_β^α მომორთვიზმებს, რომლებიც ცნობილი წესით წარმოშობილია ნერვთა სიმპლექსური ასახვით მიერ, მაშინ მივალთ ზოგადად მიმართულ სისტემებს: კომპაქტურ ჯგუფთა ზოგადად მიმართულ შებრუნებულ

$$\{H_\Delta^r(X_\alpha, A_\alpha; C), \rho_\alpha^\beta\}$$

სისტემას და დისკრეტულ ჯგუფთა ზოგადად მიმართულ პირდაპირ

$$\{H_\nabla^r(X_\alpha, A_\alpha; D), \pi_\beta^\alpha\}$$

სისტემას.

ამ ზოგადად მიმართულ სიტემათა მაქსიმალური τ იდეალები უკვე მიმართული სისტემებია (ρ_α^β და π_β^α განსაზღვრულია ყოველი $\alpha, \beta, \alpha < \beta$, წყვილისთვის, რადგან სიმპლექსური ასახვები ლოკალურად სასრულოა)—შებრუნებული და პირდაპირი—, და მათ ზღვრულ ჯგუფთა $\{H_{\Delta\tau}^r(X, A; C)\}$ და $\{H_{\nabla\tau}^r(X, A; D)\}$ ერთობლიობებს ჩვენ ვუწოდებთ შესაბამისად (X, A) წყვილის τ -განზომილებიან ჰომოლოგიურ აგრეგატს და კომპოლოგიურ აგრეგატს (კოაგრეგატს).

3. ვთქვათ, მოცემულია f ასახვა (X, A) წყვილისა (Y, B) წყვილში. ავიღოთ (Y, B) წყვილის დაფარვათა ზოგადად მიმართული სისტემის რაიმე τ მაქსიმალური იდეალი და ამ იდეალის რაიმე (W_μ, V_μ) ელემენტი. W_μ -ს ელემენტთა სრული წინარე სახეები ჰქმნიან X -ის $f^{-1}W_\mu$ ლოკალურად-სასრულო ღია დაფარვას, ხოლო (O_α, U_α) წყვილი, სადაც $O_\alpha = f^{-1}W_\mu$, $U_\alpha = f^{-1}V_\mu$, არის (X, A) -ს დაფარვა; ამ დაფარვას $f^{-1}(W_\mu, V_\mu)$ -თი აღვნიშნავთ. გარდა ამისა, თუ (W_ν, V_ν) იმავე τ იდეალის ელემენტია, მაშინ $(O_\beta, U_\beta) = f^{-1}(W_\nu, V_\nu)$ მიეკუთვნება (X, A) წყვილის დაფარვათა სისტემის იმავე მაქსიმალურ იდეალს, რომელსაც (O_α, U_α) წყვილი ეკუთვნის: $\mu \sim \nu \Rightarrow \alpha \sim \beta$; ამ უკანასკნელ მაქსიმალურ იდეალს $f^{-1}\tau$ -თი აღვნიშნავთ. ამგვარად, (Y, B) წყვილის დაფარვების სისტემის მაქსიმალური იდეალთა $\{\tau\}$ აგრეგატი ცალსახად აისახება (X, A) წყვილის დაფარვების სისტემის მაქსიმალური იდეალთა აგრეგატში; იმ ქვეაგრეგატს, რომელზედაც მოხდა ეს ასახვა, f ასახვით წარმოქმნილ ქვეაგრეგატს ვუწოდებთ და $f^{-1}\{\tau\}$ -თი აღვნიშნავთ. შემდეგ, თუ $\mu > \nu$ იდეალ τ -ში, მაშინ $\alpha < \beta$ იდეალ $f^{-1}\tau$ -ში და (O_α, U_α) წყვილის (X_α, A_α) ნერვი ჩაკეტილი ქვეკომპლექსია (W_μ, V_μ) წყვილის (Y_μ, B_μ) ნერვისა.

ავიღოთ (Y, B) წყვილის ჰომოლოგიური აგრეგატის τ იდეალზე დაფუძნებული

$$H_{\Delta\tau}^r(Y, B; C) = \varinjlim \{H_\Delta^r(Y_\mu, B_\mu; C), \rho_\mu^\nu\}$$

ჯგუფი, (X, A) წყვილის ჰომოლოგიური აგრეგატის $f^{-1}\tau$ იდეალზე დაფუძნებული

$$H_{\Delta f^{-1}\tau}^r(X, A; C) = \varinjlim \{H_\Delta^r(X_\alpha, A_\alpha; C), \rho_\alpha^\beta\}$$



ჯგუფი, ამ ჯგუფის რაიმე $h_X = \{h_{X\alpha}\}$ ელემენტი და (Y, B) წყვილის რაიმე ალში შემავალი რაიმე (W_μ, V_μ) დაფარვა. ავიღოთ, შემდეგ, h_X -ის ის $h_{X\alpha}$ კოორდინატი, რომელიც $(O_\alpha, U_\alpha) = f^{-1}(W_\mu, V_\mu)$ -ს (X_α, A_α) ნერვზე მდებარეობს. რადგან $i_{\alpha\mu}: (X_\alpha, A_\alpha) \rightarrow (Y_\mu, B_\mu)$ ჩართვის შედეგად X_α , შესაბამისად A_α , შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც Y_μ -ს, შესაბამისად B_μ -ს, ჩაკეტილი ქვეკომპლექსი, ამიტომ გვაქვს ჰომომორფიზმი

$$i_{\alpha\mu}: H^r_\Delta(X_\alpha, A_\alpha; C) \rightarrow H^r_\Delta(Y_\mu, B_\mu; C).$$

ეთქვათ, $i_{\alpha\mu} h_{X\alpha} = h_{Y_\mu}$, მაშინ, i და ρ ოპერატორთა გადაადგილებადობიდან გამომდინარეობს, რომ $h_{Y_\mu} = \gamma^\rho_\mu h_{Y_\nu}$. მაშასადამე, h_{Y_μ} -ები ქმნიან $h_Y = \{h_{Y_\mu}\}$ ელემენტს $H^r_{\Delta\tau}(Y, B; C)$ ჯგუფისას. $f_*: h_X \rightarrow h_Y$ თანადობა გვაძლევს $f_*: H^r_{\Delta f^{-1}\tau}(X, A; C) \rightarrow H^r_{\Delta\tau}(Y, B; C)$ ჰომომორფიზმს, რომელსაც f -ით ინდუცირებულ ჰომომორფიზმს ვუწოდებთ. ანალოგიურად აიგება კოსასხდგრო f^* ოპერატორი.

ამგვარად, $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ ასახვა იწვევს (Y, B) წყვილის r -განზომილებიანი კოჰომოლოგიური $\{H^r_{\nabla\tau}(Y, B; D)\}$ აგრეგატის ცალსახა f^* ასახვას (X, A) წყვილის r -განზომილებიანი კოჰომოლოგიური აგრეგატის იმ $\{H^r_{\nabla f^{-1}\tau}(X, A; D)\}$ ქვეაგრეგატზე, რომელიც f ასახვითაა წარმოქმნილი და (X, A) წყვილის r -განზომილებიანი ჰომოლოგიური აგრეგატის ხსენებული $\{H^r_{\Delta f^{-1}\tau}(X, A; C)\}$ ქვეაგრეგატის საზოგადოდ მრავალსახა f_* ასახვას (Y, B) წყვილის r -განზომილებიან ჰომოლოგიურ $\{H^r_{\Delta\tau}(Y, B; C)\}$ აგრეგატზე; ამათანავე ეს f_* და f^* ასახვები ანხორციელებენ $f_*: H^r_{\nabla\tau}(Y, B; D) \rightarrow H^r_{\nabla f^{-1}\tau}(X, A; D)$ და $f_*: H^r_{\Delta f^{-1}\tau}(X, A; C) \rightarrow H^r_{\Delta\tau}(Y, B; C)$ ჰომომორფიზმებს სათანადო ჯგუფებს შორის.

თუ (X, A) და (Y, B) წყვილები ჰომომორფულები არიან, კერძოდ, როცა ისინი ერთმანეთს ემთხვევიან $(X, A) \equiv (Y, B)$ და f იგივეური ასახვაა, მაშინ f^* და f_* ამყარებენ ურთიერთცალსახა თანადობებს კოაგრეგატებსა და, შესაბამისად, აგრეგატებს შორის, რომლის დროსაც თანადი ჯგუფები იზომორფულნი არიან.

თუ $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ და $g: (Y, B) \rightarrow (Z, C)$, და თუ τ არის (Z, C) წყვილის დაფარვათა სისტემის რაიმე მაქსიმალური იდეალი, მაშინ

$$(gf)^{-1}\{\tau\} = f^{-1}(g^{-1}\{\tau\}) \text{ და } (gf)^* = f^*g^*, (gf)_* = g_*f_*.$$

რაც შეეხება კავშირს ერთი და იმავე (X, A) წყვილის აგრეგატსა და კოაგრეგატს შორის, იგი, კოეფიციენტთა ორადული C და D ჯგუფების შე-

მთხვევაში, $C \mid D$, გამოიხატება ერთი და იმავე განზომილების აგრეგატსა და კოაგრეგატს შორის ურთიერთცალსახა თანადობაში τ იდეალთა მიხედვით, რომლის დროსაც თანადი ჯგუფები ერთიმეორის ორადულნი არიან:

$$H_{\Delta\tau}^r(X, A; C) \mid H_{V\tau}^r(X, A; D),$$

ყოველი τ -თვის.

4. განვმარტოთ სასახლვრო $\Delta: H_{\Delta\tau}^r(X, A; C) \rightarrow H_{\Delta\tau-1}^{r-1}(A, C)$ და $\nabla: H_{V\tau-1}^r(A; D) \rightarrow H_{V\tau}^{r+1}(X, A; D)$ ოპერატორები, სადაც τ^{-1} არის A -ს დაფარვათა ის იდეალი, რომელშიაც თავს იყრიან (X, A) -ს (O_α, U_α) ეტ დაფარვათა U_α ქვესისტემის მიერ A -ზე ამოკვეთილი $V_\mu = A \cap U_\alpha$ დაფარვები. ამისათვის ვაჩვენოთ, რომ, როგორც არ უნდა იყოს (O_α, U_α) ეტ და A -ს τ^{-1} იდეალში შემავალი V_ν დაფარვა, არსებობს (X, A) -ს ისეთი, τ -ში შემავალი (O_β, U_β) დაფარვა, რომ $\beta > \alpha$ და U_β -ს მიერ A -ზე გამოკვეთილი დაფარვა $V_\lambda > V_\nu$. ავიღოთ τ^{-1} იდეალში A -ს დაფარვა $V_\lambda > V_\mu, V_\nu$. ყოველი v_λ -თვის V_λ -ან ავიღოთ X -ის რომელიმე ისეთი ღია v_β სიმრავლე, რომ $v_\beta \cap A = v_\lambda$, ვთქვათ v_λ -ის შემცველი ელემენტი V_μ -ან არის v_μ , როეელიც გამოკვეთილია A -ზე v_α -ს მიერ. განვიხილოთ $v'_\beta \cap v_\alpha = v$; გვექნება $v_\beta \cap A = v_\lambda$. ყოველი v_λ -თვის აძგვარად შერჩეულ v_β ელემენტთა სიმრავლე აღვნიშნოთ U_β -თი. U_β და O_α სისტემათა ნაერთი აღვნიშნოთ O_β -თი. მაშინ (O_β, U_β) არის, როგორც ეს შეიძლება შემოწმდეს, საძებნი დაფარვა.

აღვნიშნოთ $h_{XA} \in H_{\Delta\tau}^r(X, A; C)$ და მისი h_{XA} კოორდინატი, რომელიც (X_α, A_α) -ზე მდებარეობს. სასახლვრო ოპერატორი $\Delta_\alpha: H_A^r(X_\alpha, A_\alpha; C) \rightarrow H_{\Delta}^{r-1}(A_\alpha; C)$ გადასახავს h_{XA} ს $h_{A\alpha}$ ელემენტში. ამით ყოველ A_μ -ზე მივიღებთ $h_{A\mu}$ ელემენტს, რომელთა ერთობლიობა შექმნის $H_{\Delta}^{r-1}(A; C)$ -ს $h_A = \{h_{A\mu}\}$ ელემენტს. $h_{XA} \rightarrow h_A$ ასახვა, რომელიც დამოუკიდებელია არჩევათა ნებისმიერობათაგან, არის Δ ოპერატორი, ანალოგიურად განიმარტება ∇ ოპერატორი.

f ასახვისა და Δ ოპერატორის სხვადასხვა თანმიმდევრობით ჩატარებისას, თუ ზემოთ აღნიშნულ დაფარვებს განვიხილავთ, მივიღებთ ნერვთა (Y_μ, B_μ) წყვილს, მასში ჩართულ (X_α, A_α) წყვილს— $i_{\alpha\mu}: (X_\alpha, A_\alpha) \subset (Y_\mu, B_\mu)$ და ამით V_α და B_μ ქვეკომპლექსებს, სადაც $i_{\alpha\mu}: A_\alpha \subset B_\mu$. ამ კომპლექსებზე i ჩართვა და Δ ოპერატორი იწვევენ მათ ჰომოლოგიის ჯგუფების i_* და Δ ჰომომორფიზმებს, რომელნიც გადაადგილებადნი არიან: $i_{\alpha*} \Delta_\alpha = \Delta_\mu i_{\alpha*}$. რადგან აღნიშნული დაფარვები კოფინალურ სისტემებს ქმნიან შესაბამის იდეალებში, ამიტომ ზღვარზე გადასვლის შედეგად გვექნება: როგორც $i_* \Delta$, ისე Δi_* ასახავს (X, A) -ს r -აგრეგატის ერთსა და იმავე ქვეაგრეგატს B -ს $(r-1)$ აგრეგატის ერთსა და იმავე ქვეაგრეგატზე (მიუხედავად იმისა, რომ როგორც Δ , ისე i ამგვარ შემთხვევაში სხვადასხვა ქვეაგრეგატებზე მოქმედებენ); ამასთანავე აღნიშნული

ქვეაგრეგატების ყოველი ჯგუფისათვის $i_*\Delta$ და Δi_* ჰომომორფიზმები არიან და ერთმანეთს ემთხვევიან: $i_*\Delta = \Delta i_*$. ანალოგიურ დებულებას აქვს ადგილი $i^*\nabla$ და ∇i^* ოპერატორებისათვის.

5. ჩართვების ანუ იგივეური $i: A \subset X$ და $j: X = (X, O) \subset (X, A)$ ასახვებისა და სასაზღვრო Δ ოპერატორის მიერ წარმოშობილი ჰომომორფიზმები (X, A) ს დაფარვების τ იდეალზე და მის მიერ წარმოქმნილ τ^{-1} იდეალებზე დაფუძნებულ ჰომოლოგიის ჯგუფებისა, ქმნიან მიმდევრობას

$$\dots \xrightarrow{\Delta} H_{\Delta\tau}^r(A; C) \xrightarrow{i_*} H_{\Delta\tau}^r(X; C) \xrightarrow{j_*} H_{\Delta\tau}^r(X, A; C) \xrightarrow{\Delta} H_{\Delta\tau}^{r-1}(A; C) \xrightarrow{i_*} \dots$$

ეს არის მეორე რიგის მიმდინარეობა. თუ $h_X = \{h_{X\alpha}\} \in H_{\Delta\tau}^r(X, C)$, მაშინ

$$j_*h_X = h_{XA} = \{j_{\alpha*}h_{X\alpha}\}, \text{ სადაც } h_{XA} \in H_{\Delta\tau}^r(X, A; C), \text{ ხოლო } \Delta j_*h_X = \Delta h_{XA} =$$

$$= \{\Delta_{\alpha} j_{\alpha*} h_{X\alpha}\} \in H_{\Delta\tau}^{r-1}(A; C), \text{ რადგან უსასრულო კომპლექსის უსას-}$$

რულო ციკლთა ჰომოლოგიის ჯგუფისათვის $\Delta_{\alpha} j_{\alpha*} h_{X\alpha} = 0$; ამგვარად, j_* -ანასახი $\subset \Delta$ -ბირთვი. ასევე დამტკიცდება ანალოგიური ჩართვები მიმდევრობის სხვა ჰომომორფიზმებისათვისაც. ადგილი აქვს შებრუნებულ ჩართვებსაც, საიდანაც გამომდინარეობს, რომ აქ განხილული მიმდევრობები ზუსტნი არიან: ვთქვათ, $\Delta h_{XA} = 0$, ე. ი. $\Delta_{\alpha} h_{XA\alpha} = 0$ ზემოთგანხილულ α დაფარვებისათვის და, მაშასადამე, ყველა α -თვის; უსასრულო ჯაჭვთა ჰომოლოგიური მიმდევრობა ზუსტია და ამიტომ $h_{XA\alpha} = j_{\alpha*}h_{X\alpha}$. აღნიშნოთ $P_{X\alpha}$ -თი $h_{XA\alpha}$ ელემენტის $j_{\alpha*}$ წინარესახე. ყველა აქ განხილულ ნერვთა ჰომოლოგიის ჯგუფები კომპაქტურნი არიან და ამიტომ $P_{X\alpha}$ არაცარიელი კომპაქტური ქვეჯგუფი იქნება.

$\{P_{X\alpha}, \rho_{\alpha}^{\beta}\}$, სადაც ρ_{α}^{β} არიან $H_{\Delta\tau}^r(X; C)$ -ს სპექტრის ჰომომორფიზმები, შებრუნებული სპექტრია: თუ $h_{X\beta} \in P_{X\beta}$, მაშინ $j_{\alpha*}\rho_{\alpha}^{\beta}h_{X\beta} = \rho_{\alpha}^{\beta}j_{\beta*}h_{X\beta} = \rho_{\alpha}^{\beta}h_{XA\beta} =$

$$= h_{XA\alpha} \in h_{XA}, \text{ ე. ი. } \rho_{\alpha}^{\beta}h_{X\beta} \in P_{X\alpha}, \text{ სადაც } \rho_{\alpha}^{\beta} \text{ არის } H_{\Delta\tau}^r(X, A; C)\text{-ს სპექტრის}$$

ჰომომორფიზმი. $\{P_{X\alpha}, \rho_{\alpha}^{\beta}\}$ სპექტრის ზღვრული ჯგუფიდან ავიღოთ რაიმე

$h_X^{\alpha} = \{h_{X\alpha}\}$ ელემენტი. მაშინ $h_X \in H_{\Delta\tau}^r(X; C)$ და $j_{\alpha*}h_{X\alpha} = h_{XA\alpha}$ ე. ი. $j_*h_X = h_{XA}$. ამგვარად, Δ -ბირთვი $\subset j_*$ -ანასახში. ასევე დამტკიცდება სხვა მსგავსი ჩართვები. ანალოგიურად განხილება კოჰომოლოგიური აგრეგატის ნებისმიერ τ იდეალზე დაფუძნებული ჯგუფის კოჰომოლოგიური მიმდევრობა. ამგვარად, (X, A) წყვილის აგრეგატისა და კოაგრეგატის ნებისმიერ τ იდეალზე დაფუძნებული ჰომოლოგიის ან კოჰომოლოგიის ჯგუფის როგორც ჰომოლოგიური, ისე, შესაბამისად, კოჰომოლოგიური მიმდევრობა ზუსტია. ეს განსხვავდება უსასრულო დაფარვების სასრულო ჯაჭვების ჩების ჯგუფების შემთხვევებისაგან, რომელთა ჰომოლოგიური მიმდევრობა ზუსტი არაა.

6. ვაჩვენოთ ახლა, რომ, თუ U არის X -ის ღია სიმრავლე, რომლის ჩაკეტვა A -ს A_i ბირთვში შედის, $\bar{U} \subset A_i$, მაშინ $i: (X-U, A-U) \subset (X, A)$ ხართვით წარმოქმნილი

$$i_*: H_{r_i}^r(X, A) \rightarrow H_{r_i-1}^r(X-U, A-U)$$

და i_* ჰომომორფიზმები იზომორფიზმები არიან აგრეგატთა ყოველი τ იდეალისათვის.

ამისათვის ვერ ვაჩვენოთ, რომ ყოველი $\alpha = (O_\alpha, U_\alpha)$ დაფარვისათვის τ იდეალიდან და $\mu = (W_\mu, V_\mu)$ დაფარვისათვის $i^{-1}\tau$ -ან, არსებობს ისეთი $\gamma = (O_\gamma, U_\gamma)$ დაფარვა τ იდეალიდან, რომ $\gamma > \alpha$, $i^{-1}\gamma > \mu$ და, თუ $v_\gamma \in O_\gamma$ და $v_\gamma \cap U \neq \emptyset$, მაშინ $v_\gamma \subset U_\gamma$ და $v_\gamma \subset A$.

ვიგულისხმოთ, რომ $\mu > i^{-1}\alpha$, რაც არ ამცირებს ზოგადობას, და ავავით γ . ყოველი w_μ -თვის W_μ -ან განვიხილოთ $v_\gamma = w_\mu - \bar{U}$ და მივიჩნიოთ იგი ასაგებ O_γ -ს ელემენტთან; ამასთანავე ჩავთვალოთ, რომ $v_\gamma \in U_\gamma$, მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ $w_\mu \in V_\mu$. ავიღოთ ახლა ისევე ყოველი ისეთი w_μ , რომ $w_\mu \in V_\mu$ და $w_\mu \cap \bar{U} \neq \emptyset$. არსებობს $v_\alpha \in U_\alpha$. ისეთი, რომ $w_\mu \cap v_\alpha$. ავიღოთ X -ის რაიმე ისეთი ღია v'_μ სიმრავლე, რომ $w_\mu = (X-U) \cap v'_\mu$. თანაკვეთა $v_\gamma = A_i \cap v'_\mu \cap v_\alpha$ მივიჩნიოთ O_γ -ისა და აგრეთვე U_γ -ს ელემენტად. დაბოლოს O_γ -ს და აგრეთვე U_γ -ს ელემენტებად მივიჩნიოთ ყველა ის $v_\gamma = v_\alpha \cap U$ თანაკვეთანი, რომელთათვისაც $v_\alpha \in U_\alpha$ და $v_\alpha \cap U \neq \emptyset$. ასე აგებულ O_γ -ს ელემენტთა მხოლოდ სასრულო რიცხვი შედის O_α -ს ყოველ ელემენტში და საზოგადოდ შეიძლება ნაჩვენები იქნეს, რომ (O_γ, U_γ) აკმაყოფილებს ზემოთ მოთხოვნილ ყველა პირობას.

ვთქვათ, T_γ იყოს ერთობლიობა X_γ -ს ყველა იმ სიმპლექსებისა, რომელთა წვეროების თანაკვეთა ეკუთვნის U -ს. T_γ ღია ქვეკომპლექსია X_γ -სა და A_γ -სი და $X_\gamma - T_\gamma = Y_\gamma$, $A_\gamma - T_\gamma = B_\gamma$, სადაც (Y_γ, B_γ) არის (X_γ, A_γ) -ს ის ქვეკომპლექსი, რომელშიაც i ხართვის შედეგად გაიგივებულია $(X-U, A-U)$ -ს $i^{-1}(O_\gamma, U_\gamma)$ დაფარვის ნერვი. ამ პირობებში ადგილი აქვს $i_*^\gamma: H_r^r(X_\gamma, A_\gamma; D) \approx H_r^r(X_\gamma - T_\gamma, A_\gamma - T_\gamma; D)$ იზომორფიზმებს. თუ ახლა $h_Y = i_*^\gamma h_X = 0$, მაშინ იარსებებს ზემოაღნიშნული თვისებების მქონე ისეთი γ , რომ h_Y -ს მისი შესაბამისი კოორდინატი $h_{Y_i-1_\gamma} = 0$. მაგრამ $h_{Y_i-1_\gamma} = i_*^\gamma h_{X_\gamma}$, სადაც h_{X_γ} არის γ -ს შესაბამისი კოორდინატი h_X -სა. ამიტომ $h_{X_\gamma} = 0$, ე. ი. $h_X = 0$. იმავე γ დაფარვებისა და i_*^γ იზომორფიზმის გამოყენებით, მოცემული $h_Y = \{h_{Y_i-1_\gamma}\}$ -თვის, აღმოჩნდება ისეთი $h_X = \{h_{X_\gamma}\}$, რომ $i_*^\gamma h_{X_\gamma} = h_{Y_i-1_\gamma}$, ე. ი. $h_Y = i_*^\gamma h_X$, რ. უ. დ.

ანალოგიურია დამტკიცება კოაგრეგატებისათვისაც.

სტალინის სახელობის
 თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციის მოუვიდა 5.4.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. C. H. Dawker. Čech cohomology theory and the axioms. Ann. of Math., v. 51, 1950, 278 — 292.
2. S. Eilenberg and N. Steenrod. Foundations of Algebraic Topology. Princeton, 1952.
3. Г. С. Чогошвили. О законе двойственности в нормальных пространствах. ДАН СССР, т. 48, 1945, 233 — 235.
4. Г. С. Чогошвили. Об основных гомоморфизмах двойственности. Труды Тбилисского Математического Института им. А. М. Размадзе Академии Наук Грузинской ССР, т. XVIII, 1950.

ჰილბერტიანიკა

ჟ. მისხელი

 ჭვიშის ტალღისებრი მოძრაობის ზოგიერთი კანონზომიერების
 მასპერინმენტული შესწავლა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზვრიევა 22.3.1957)

ქვიშის ეოლური რელიეფის ჰიდრაულიკური მოდელირებისათვის ჩვენ მიერ თეორიული ანალიზის საფუძველზე მიღებულ იქნა მსგავსების შემდეგი უგანზომილებო კრიტერიუმები [1]:

ა) ქვიშის ნაწილაკის მოძრაობის განტოლებიდან, ფსკერის ტალღისებრი მოძრაობის დროს:

$$\frac{v_* d}{v} = \text{Re}_{*d} = \text{idem}, \quad (1)$$

$$\frac{fx}{z} = \text{idem}, \quad (2)$$

$$\frac{\rho_n}{\rho_n - \rho} \frac{u^2}{dz} = \text{idem}; \quad (3)$$

ბ) მყარი ფაზის ბალანსის პირობიდან:

$$\frac{u \cdot t}{x} = \text{idem}; \quad (4)$$

გ) წყლის ნაკადის ენერჯიის განტოლებიდან:

$$\frac{\rho_n - \rho}{\rho} \frac{u \cdot z}{v} \frac{gf}{v_*^2} = \text{idem}, \quad (5)$$

$$\frac{z}{x} \frac{v^2}{v_*^2} = \text{idem}. \quad (6)$$

აქ v_* არის დინამიკური სიჩქარე, d —ქვიშის მარცვლების საშუალო დიამეტრი, v —კინემატიკური სიბლანტე, f —ხახუნის დინამიკური კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გარშემოღინების გავლენას, z და x —ქვიშის ტალღის სიმაღლე და სიგრძე, ρ_n და ρ —ქვიშის მარცვლისა და სითხის სიმკვრივები, u —ტალღის ზედაპირზე ქვიშის მარცვლის მოძრაობის სიჩქარე, g —სიმძიმის ძალის აჩქარება, t —დრო, v —ნაკადის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, როგორც აღვნიშნავდით [1], ქვიშის ეოლური რელიეფის ჰიდრაულიკური მოდელირებისათვის მიღებული კრიტერიუმებიდან საკმარისია (1), (2), (3) და (4).

ქვიშის ტალღისებრი რელიეფის დამყარებული მოძრაობის დროს დინამიკური მსგავსება შეიძლება დაკუთლად ჩაითვალოს, თუ დაკმაყოფილებულია

(1) და (2) პირობა. ამასთან იგულისხმება, რომ დაცულია აგრეთვე გეომეტრიული მსგავსება. გეომეტრიული მსგავსების კრიტერიუმად შეიძლება გამოვიყენოთ დამოკიდებულება ტალღისებრი რელიეფის ჰორიზონტალური კვეთის

ფარდობითი $\frac{F}{F_0}$ ფართისა მოცემული კვეთის ფარდობითი $\frac{Z}{Z_{cp}}$ სიმაღლისაგან. აქ F_0 არის წინასწარ შერჩეული ფართი (ღარის შუა ნაწილში), Z_{cp} — შერჩეულ ფართზე ტალღების საშუალო სიმაღლე უმდაბლესი წერტილის მიმართ, Z და F — ჰორიზონტალური კვეთის სიმაღლე და მისი ფართი. თუ ზემოაღნიშნული დამოკიდებულებანი (რელიეფის ოროგრაფიული მრუდები) იდენტურია, მაშინ გეომეტრიული მსგავსების პირობა შეიძლება დაკმაყოფილებულად ჩაითვალოს.

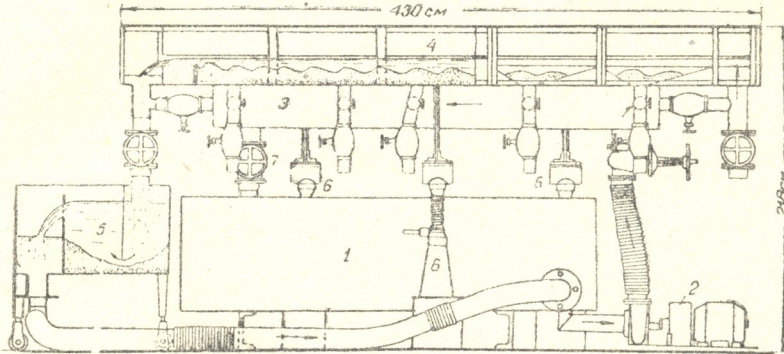
მიღებული კრიტერიუმების სამართლიანობის დასასაბუთებლად საჭირო იყო ჩაგვეტარებინა სპეციალური ექსპერიმენტული გამოკვლევა ჰიდრაულიკურ მოდელზე სხვადასხვა ქვიშისთვის, მაგრამ აქ საჭიროა გავითვალისწინოთ შემდეგი გარემოება: ჩვენ მიერ მიღებული დაშვება A და B კოეფიციენტების მუდმივობის შესახებ მ. ველიკანოვის გამოსახულებაში [1, 2] ქვიშის ნაწილაკზე მოქმედი შუბლური ძალისათვის შეიძლება მისაღებად ჩავთვალოთ, თუ ქვიშის ნაწილაკები გეომეტრიულად მსგავსია; ვინაიდან ამ შემთხვევაში ნაწილაკების ნაკადით გარშემოღინების ხასიათი დაახლოებით ერთნაირი იქნება. ამიტომ ცდებისთვის საჭირო ქვიშის ამორჩევამდე ბინოკულარული ლუპის დახმარებით ჩატარდა შავი ზღვის, მდ. რიონისა და მტკვრის, უდაბნო ყარა-ყუმისა და სადგურ ლიუბერციის ქვიშების მექანიკური ანალიზი, რამაც გვიჩვენა, რომ ქვიშის ნაწილაკები თავისი ფორმით ძლიერ უახლოვდებიან სამღეროიან ელიფსოიდს და მათი გასაძულოებული ფარდობითი ხაზობრივი ზომების განსხვავება 12% -ზე ნაკლებს შეადგენს (მდ. რიონის ქვიშის გამოკლებით). აღნიშნული მიახლოების ფარგლებში შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ყველა ზემოაღნიშნული ქვიშის (გარდა მდ. რიონისა) ნაწილაკები გეომეტრიულად მსგავსია.

სპეციალურ დანადგარზე (მოდელზე) საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში ჩატარდა ცდები მდ. მტკვრისა და შავი ზღვის ქვიშებზე (საშუალოდიამეტრით შესაბამისად 0,026 სმ და 0,033 სმ).

ექსპერიმენტული დანადგარი (ნახ. 1) შედგება ღია აუზისაგან, მოცულობით 2,4 მ³ (1), ცენტრიდანული ჰორიზონტალური ტუმბოსაგან (2), ღარქვეშა დახურული აუზისაგან, მოცულობით 0,7 მ³ (8) ღარისაგან ზომით 4,3 მ × 1,97 მ (4) და ორი ქვიშმჭერისაგან (5).

ღარი, ღარქვეშა აუზთან ერთად, სახსრულად ეყრდნობა სამ დომკრატს (6), რაც იძლევა საშუალებას ნებისმიერი მიმართულებით მივცეთ ღარს დახრილობა. ღარის პერიმეტრზე განლაგებულია 14 ცალკეული სექცია 40 სმ სიმაღლის მინის გარეთა კედლებით. ტუმბო ღია აუზიდან წყალს აწოდებს ღარქვეშა აუზში, საიდანაც იგი ღარზე შეიძლება გადავუშვათ ნებისმიერი სექციიდან და ჩავუშვათ უკან ღია აუზში დანარჩენი სექციებით. ჩვენ გვინტერესებდა პროცესები სითხის ერთი მიმართულებით ღარის გასწვრივ დი-

ნების დროს, ამიტომ ღარზე წყალს ვაწოდებდით ორი უკანა სექციით; წინა ორი სექციისა და ქვიშმჭერების გავლის შემდეგ კი წყალი უკან ბრუნდებოდა ღია აუზში, წყლის ხარჯის გაზომვა წარმოებდა ქვიშმჭერებში სპეციალურად მოწყობილ სამკუთხა წყალსაშვების მეშვეობით. ღარზე მიწოდებული წყლის ხარჯის რეგულირება ხდებოდა ურდულით (7).



ნახ. 1

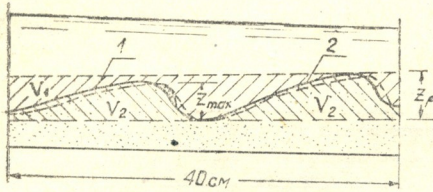
ცდები ჩატარდა ღარის სხვადასხვა ქანობისათვის (0,002, 0,005, 0,007, 0,012 და 0,018). ღარის თითოეული ქანობისათვის წყლის ხარჯი იცვლებოდა 1,3 ლ/წამ.—10 ლ/წამ. ფარგლებში, ხოლო ნაკადის საშუალო სიჩქარე—7,5 სმ/წამ—32 სმ/წამ ფარგლებში. ცდებმა გვიჩვენა, რომ ღარის თითოეულ დახრილობას და სითხის ხარჯს გარკვეული მორფოლოგიური ელემენტები შეესაბამება. დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ქვიშის ტალღების ტალღურ ფაზაში მოძრაობისას ქვიშის მხოლოდ ზოგიერთი, მსუბუქი, ნაწილაკი მოძრაობს შეწონილ მდგომარეობაში, დანარჩენი ნაწილაკები კი ტალღის ზედაპირზე გადაადგილდებიან. მიაღწევს რა ტალღის ბოლოს, ზოგიერთი ნაწილაკი ქვევით გორდება, მომდევნო ტალღის დასაწყისში, დანარჩენები კი ჩერდებიან ტალღის ციკაბო ფერდობის ზედა ნაწილში, რითაც იწვევენ მისი დამრეცობის გადიდებას (ნახ. 2). მიაღწევს რა განსაზღვრულ მოცულობას, შეჩერებული ნაწილაკების მასა სწყდება ციკაბო ფერდობის ზედა ნაწილს და გორდება ქვევით, შემდეგ გორდება მასა მომდევნო შეჩერებული ნაწილაკებისა და ფარავს წინას. ამრიგად, წარმოებს ტალღის გადაადგილება ნაკადის გასწვრივ, პირველი მდგომარეობიდან მეორეში.

წყლის მოძრაობისას ღარის i_n ქანობისა და სითხის ხარჯის შესაბამისი ფსკერის ტალღური მოძრაობას დამყარების შემდეგ იზომებოდა სითხის თავისუფალი ზედაპირის ქანობი i_n , ქვიშისა და წყლის ხარჯი. წინასწარ შერჩეულ ფართზე $F_0 = 40 \text{ სმ} \times 40 \text{ სმ} = 1600 \text{ სმ}^2$ იზომებოდა აგრეთვე წყლის სიღმრემე რამდენიმე წერტილში.

მორფოლოგიური ელემენტების გასაზომად შემდეგნაირად ვიქცეოდით: ღარზე წყლის მიწოდების შეწყვეტის შემდეგ ვახდენდით წინასწარშერჩეული ზედაპირის ფოტოგრაფირებას, შემდეგ მას ვსაზღვრავდით თუნუქის ჩარჩოთი.



და ვასხამდით გამდნარ პარაფინს. მიღებულ პარაფინის სხმულში ვასხამდით ტრანსფორმატორის ზეთს 5 მმ-იან შრეებად და ვსაზღვრავდით ქვიშის მასის მოცულობას V_2 (ნახ. 2).



ნახ. 2

ვანსხვავება არ აღემატება 3%-ს, რაც მიუთითებს მიღებული გეგმების საკმარის სიზუსტეზე. ხაზგასმული რიცხვები გეგმაზე აღნიშნავენ წყლის დონის ნიშნულებს. მტკვრის ქვიშისათვის ჩატარდა 39 ასეთი ცდა, ზღვის ქვიშისათვის კი -- 15. თითოეული ცდისათვის ვსაზღვრავდით რელიეფის გეომეტრიულ მახასიათებლებს

$$Z_{cp} = \frac{V_2}{F_0} \text{ და } h_{cp} = \frac{V_1}{F_0},$$

ამასთან

$$V_1 = Z_p \cdot F_0 - V_2.$$

აქ Z_p არის სხვაობა უმაღლეს და უმდაბლეს წერტილების ნიშნულებს შორის (ნახ. 2). საშუალო სიჩქარეს ვსაზღვრავდით როგორც

$$v_{cp} = \frac{Q}{\omega_{cp}},$$

სადაც

$$\omega_{cp} = R \cdot 40 \text{ სმ}^2,$$

ხოლო საშუალო მოცულობით ჰიდრავლიკურ რადიუსს

$$R = \frac{V_1}{F_0} + \Delta h_{cp}.$$

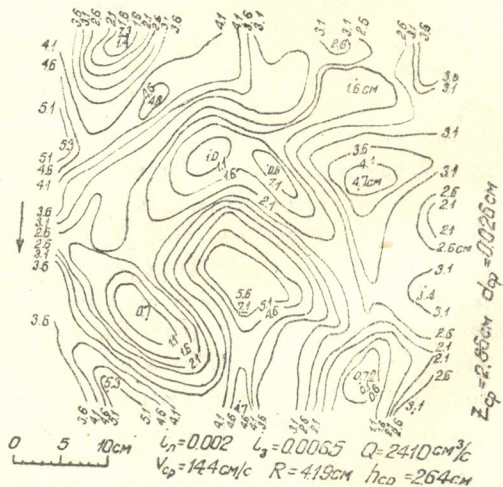
დინამიკური სიჩქარე განსაზღვრულია გამოსახულებიდან

$$v_* = \sqrt{g R i_B}.$$

როგორც ნახ. 4-დან ჩანს, წერტილები, რომლებიც $\frac{Z}{Z_{cp}}$ ფარდობას

აკავშირებენ $\frac{F}{F_0}$ -თან, უზრუნველყოფის სახის მქონე ერთ მრუდზე ლაგდება.

გადახრა მრუდის შუა ნაწილში არ აღემატება 3%-ს. მაქსიმალურ გადახრას

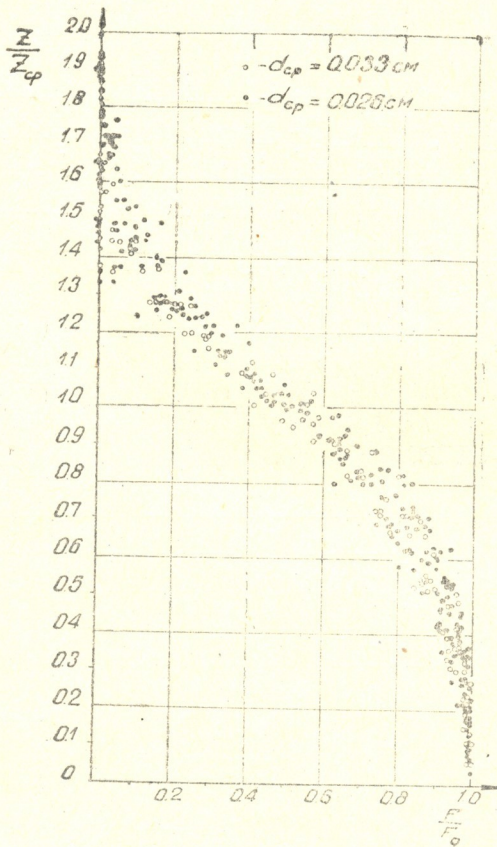


ნახ. 3

ადგილი აქვს ქვიშის ტალღების მაქსიმალურ ფართობითი სიმაღლეების ზონაში და 20%-ს აღწევს. აღნიშნული დამოკიდებულება ნახ. 4-ზე მიუთითებს მოკლე ტალღების ზონაში ფსკერის რელიეფის წარმოქმნის სავსებით საფუძვლიან კანონზომიერებაზე.

ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია ექსპერიმენტული მრუდი.

$$\frac{fx_{cp}}{Z_{cp}} = \Phi(Re_{*d}).$$



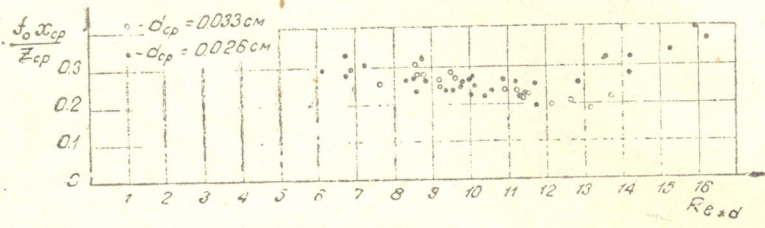
ნახ 4

x_{cp} წარმოადგენს შერჩეულ ზედაპირზე ყველა ტალღის საშუალო სიგრძეების საშუალო არითმეტიკულს. ვთვლით, რომ დინამიკური ხახუნის კოეფიციენტი მოძრაობაში f მცირედ განსხვავდება დინამიკური ხახუნის კოეფიციენტისაგან დაძვრის მომენტში, f_0 -საგან. ამიტომ შემდეგ f შევცვალოთ f_0 -ით და მისი მნიშვნელობების გამოსაკვლევად მივმართოთ შილდსის ექსპერიმენტულ დამოკიდებულებას [3]:

$$f_0 = \frac{\tau_0}{\gamma \left(\frac{\rho_{\pi}}{\rho} - 1 \right) d} = \Phi_1 (Re_{*d}).$$

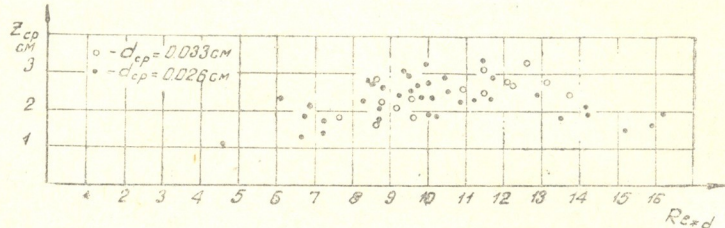
ნახ. 5-დან ჩანს, რომ წერტილები ორივე ქვიშისათვის ერთგვარი გაფანტულობით დალაგებულია ერთ მრუდზე. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ წვრილი ქვიშისაგან შექმდარი ტალღისებრი ზედაპირების მოდელირებისას Re_{*d} წარმოადგენს განმსაზღვრელ კრიტერიუმს.

ქვიშის ნაწილაკების მოძრაობის განტოლების გამოყვანისას [1] დინამიკურ სიჩქარეს v_* ტალღის მთელ სიგრძეზე მუდმივს ვლებულობდით. ასეთი დაშვება შეიძლება ნაკადის დიდი ფარდობითი სიღრმეების დროს. ჩვენს ცდებში ფარდობითი სიღრმე 2,1-ს არ აღემატებოდა. ვინაიდან წერტილების გაფანტულობა (ნახ. 5) შედარებით მცირე მივიღეთ, შეიძლება ჩავთვალოთ,



ნახ. 5

რომ v_* გასაშუალოება არ იწვევს შედეგების ძლიერ დამახინჯებას, ამიტომ ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია ექსპერიმენტული დამოკიდებულება შეისლება ეოლურ ზედაპირზე გავავრცელოთ. ნახ. 6-ზე წარმოდგენილია Z_{cp} და Re_{*d} ექსპერიმენტული დამოკიდებულება.



ნახ. 6

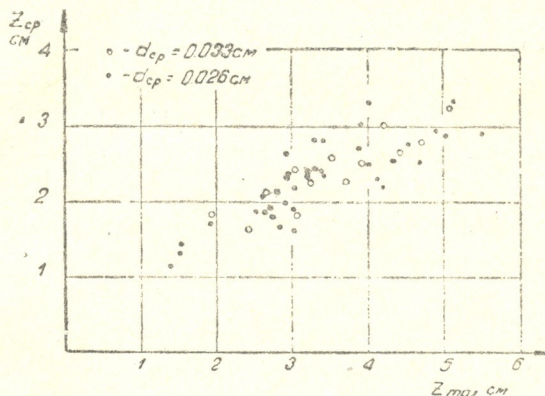
ორ გრაფიკზე (ნახ. 5 და 6) ცხადადა გამოსახული ქვიშის ზედაპირის ტალღური მოძრაობის ორი ტალღური და გარეცხვის ფაზის შესაბამისი უბნები. ნახ. 5-დან ჩანს, რომ მოძრაობის ტალღურ ზონაში Re_{*d} ს ზრდასთან ერთად მცირდება ტალღის ფარდობითი სიგრძე, ხოლო მეორე ზონაში, პირიქით, Re_{*d} -ის ზრდა იწვევს ფარდობითი სიგრძის ზრდას.

ნახ. 7-ზე ნაჩვენებია ქვიშის ტალღების მაქსიმალურ Z_{max} და საშუალო Z_{cp} სიმაღლეებს შორის დამოკიდებულების ექსპერიმენტული გრაფიკი.

წერტილების ერთ წრფეზე განლაგება ორივე ქვიშისათვის ქვიშის ტალღისებრი რელიეფების გეომეტრიულ მსგავსებაზე მიუთითებს.

ზემოთ მოყვანილ გრაფიკებზე წერტილების გაფანტულობა, F_0 ზედაპირის შერჩევის დროს გამოწვეული შემთხვევითობის გარდა, აგრეთვე მოდელზე ენერჯის ქანაობის განსაზღვრის არასაკმაო სიზუსტით აიხსნება.

ექსპერიმენტული მონაცემების (მოდელის) გადასაანგარიშებლად ნატურაზე (ატმოსფერო) მიღებული კრიტერიუმებისა და ექსპერიმენტული მონაცემების გარდა ვსარგებლობთ პრანდტლის მიერ გამოყვანილი დაზოკიდებულებებით [4], რომელთაც აქვთ შემდეგი სახე:



ნახ. 7

დედამიწის ზედაპირის ფართის ერთეულზე მოსული ხახუნის ძალების ტოლქმედისათვის

$$\tau_a = 2 \rho_a \omega' S h_1 \frac{I}{\sqrt{I + 2n}}, \quad (7)$$

სიჩქარეების განაწილების ლოგარითმული კანონის საფუძველზე მიღებულია დამოკიდებულება

$$\frac{(n+1) \sqrt{2n+1}}{2n} \frac{U}{\omega'} = h_1 \left(5.75 \log \frac{h_1}{Z_a} + C_2 \right)^2, \quad (8)$$

ამასთან n მაჩვენებლისათვის გვაქვს

$$n = -1 + \frac{\lg \frac{h_1}{Z_a} + \frac{C_2}{5.75}}{\lg e}. \quad (9)$$

ამ გამოსახულებებში n ხარისხის მაჩვენებელია სიჩქარეების განაწილების კანონში, $\omega' = \omega \sin \varphi$, ω — დედამიწის ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა, φ — მოცემული ადგილმდებარეობის (ნატურის), გეოგრაფიული განედი, h_1 — სიმაღლე, რომელზედაც $\frac{\partial S}{\partial h_1} = 0$, S — ქარის სიჩქარე h_1 სიმაღლეზე, Z_a — ხორკლიანობის ფიზიკური შვერილის სიდიდე, რომელიც შეიძლება გავუტოლოთ ქვიშის ტალღების საშუალო სიმაღლეს. დღენებისაგან შემდგარი რელიეფისათვის C_2 -ს მნიშვნელობას ვღებულობთ 5-დან 8,5-მდე, რაც პრანდტლის მიხედვით შესაბამეა მცენარეულობით და ნაგებობით შექმნილ ხორკლიანობას. ეს საკითხი სპეციალურ გამოკვლევას მოიხზავს. აუცილებელია დადგენილ იქნეს დამოკიდებულება C_2 -სა და Z_a -ს შორის, რომელიც შეავსებს (7), (8) და (9) განტოლებების სისტემას.

მოდელის მონაცემების გადაანგარიშება ნატურაზე განვიხილოთ მათგან-ლითზე.

მოცემულია $Re_{*d} = 10$. ფიგ. 5-ზე და 6-ზე ნაჩვენებია გრაფიკების მიხედვით რეინოლდსის რიცხვის ამ მნიშვნელობას შეესაბამება $\frac{f_0^{x_{cp}}}{Z_{cp}} = 0,25$ და $(Z_{cp})_M = 2,5$ სმ. შილდსის გრაფიკის მიხედვით $d'_M = 0,026$ სმ მნიშვნელობას შეესაბამება $(f_0)_M = 0,045$, მაშინ $(x_{cp})_M = 13,9$ სმ. ფიგ. 7-ზე მოცემული გრაფიკის მიხედვით $(Z_{cp})_M = 2,5$ სმ-ს შეესაბამება $(Z_{max})_M = 3,7$ სმ. $Re_{*d} = idem$ პირობიდან, როდესაც $d_a = 0,2$ მმ და $\nu_a = 0,14$ სმ²/წამ., ვპოულობთ

$$\tau_a = 0,49 \rho_a. \quad (10)$$

თუ გავუტოლებთ (7) და (10) გამოსახულებებს, მივიღებთ

$$h_1 = 0,245 \frac{\sqrt{1 + 2n}}{\omega' U}, \quad (11)$$

როდესაც $\varphi = 50^\circ$, $\omega' = 5,58 \times 10^{-5}$. თუ $U = 15$ მ/წამ. და მივიღებთ, რომ $C_2 = 6$, მაშინ (8), (9) და (11) სისტემის ამონახსნი იძლევა: $(Z_{cp})_a = 1,6$ მ, $h_1 = 1220$ მ და $n = 8,15$. ფიგ. 7-ზე მოცემული გრაფიკის მიხედვით $(Z_{max})_a = 1,6 \times 1,5 = 2,4$ მ.

$d_a = 0,2$ მმ, $\nu_a = 0,14$ სმ²/წამ. და $\frac{\rho^n}{\rho} = 2150$ მნიშვნელობებისათვის შილდსის გრაფიკიდან შერჩევის გზით ვპოულობთ $(f_0)_a = 0,036$, მაშინ (2)-დან ვღებულობთ $(x_{cp})_a = 11,1$ მ.

ღედამიწის ზედაპირთან სიჩქარის მდგენელისათვის პრანდტლი [4] ლე-ბულობს დამოკიდებულებას

$$u_1 = U \left(\frac{h}{h_1} \right)^{1/n}.$$

თუ $h = 10$ მ, მაშინ $u_1 = 8,3$ მ/წამ. (1), (2), (3) და (4) კრიტერიუმებიდან ვღებულობთ დროის მასშტაბს

$$\lambda_t = \sqrt{\lambda_s} I / \lambda_f.$$

დროის მასშტაბის მიხედვით შეიძლება მოვახდინოთ ცალკეული ნაგებობების ქვიშით დასილვის გარდამავალი პროცესების ჰიდრაულიკური მოდელირება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდებულის სახელობის

ენერჯეტიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.3.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. П. Месхели. Вопросы моделирования эолового рельефа. Труды Института энергетике АН ГССР, том XI, 1957.
2. М. А. Великанов. Динамика русловых потоков, том II, 1955.
3. Н. Rouse. Engineering Hydraulics, 1949.
4. Л. Прондтл. Гидроаэромеханика, 1951.

ჰილოგრაფიკული

ბ. ბერუნი

ღვარცოფული ნაკადების მძაფრი მოძრაობის ზოგიერთი საკითხი

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ზაგრაევმა 7.5.1957)

უკანასკნელ წლებში სსრ კავშირის ზოგიერთ მთის მდინარეთა აუზებში მძლავრი ღვარცოფული ნაკადების გამოვლინებამ ბიძგი მისცა მათი კვლევის გაძლიერებას. ამასთან დაკავშირებით გამოქვეყნდა მონაცემების გარკვეული რაოდენობა ღვარცოფის მასის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესახებ. ეს მონაცემები საშუალებას იძლევა გარკვეული მიახლოებით მივიღეთ ღვარცოფული ნაკადების დინამიკის საკითხების თეორიულ გადაწყვეტასთან.

ამ მონაცემების თანახმად ღვარცოფული ნაკადები მათი მასის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით შეიძლება დაყოფილი იქნეს ორ ძირითად კატეგორიად:

პირველი კატეგორიის ღვარცოფული ნაკადის მასა წარმოადგენს თხიერი (თავისუფალი წყალი) და მყარი ფაზების მექანიკურ ნარევეს. მყარი ფაზა თავის მხრივ შედგება ნამსხვრევი მასალისა და უწვრილესი ნაწილაკებისაგან, ხოლო ეს უკანასკნელი შედარებით ისეთი მცირე რაოდენობითაა, რომ წყალთან ერთად არ შეუძლია წარმოქმნას კოლოიდური სისტემა. ამიტომ ასეთი მასის მოძრაობის დროს (ნაკადის სახით) ადგილი აქვს წყლის საშუალებით მყარი ფაზის ტრანსპორტირების (ე. ი. გადატანის) პროცესს.

მეორე კატეგორიის ღვარცოფული ნაკადის მასა საგრძნობლად განსხვავდება პირველისაგან იმით, რომ მასში წყალი იმყოფება მხოლოდ შებმულ (არათავისუფალ) მდგომარეობაში (წყალი უწვრილეს ნაწილაკებთან ერთად ქმნის კოლოიდურ სისტემას). მაშასადამე, ამ კატეგორიის ღვარცოფული ნაკადის მასა შედგება კოლოიდური (ტალახოვანი) და მყარი (ნამსხვრევი) ფაზებისაგან, თანაც ამავე დროს ასეთი მასის მოძრაობის პროცესში ფაზების განცალკევებას არა აქვს ადგილი და მოვლენა გრავიტაციულ პროცესებს მიეკუთვნება [2].

III სრულიად საკავშირო ღვარცოფული ნაკადების კონფერენციაზე პირველი კატეგორიის ნაკადებს დაერქვა დენადი (ტურბულენტური), ხოლო მეორე კატეგორიისას ბმული (სტრუქტურული) ღვარცოფული ნაკადები.

წინამდებარე გამოკვლევები მიძღვნილია მხოლოდ ბმული (სტრუქტურული) ღვარცოფული ნაკადებისადმი და სადისერტაციო ნაშრომის ნაწილს წარმოადგენს [4].

საკიროა განსაკუთრებით აღინიშნოს, რომ ზემოთ მოყვანილი ტერმინი სწორად არ ასახავს ნაკადის ბუნებას და უხერხულია, ვინაიდან სტრუქტურულ მოძრაობას ადგილი აქვს მხოლოდ ძალზე მცირე სიჩქარეების დროს. ჩვეულებრივი სიჩქარეებით მოძრაობისას როგორც ამას გვიჩვენებს კ. ბეგიშვილის მიერ ბუნებაში ჩატარებული დაკვირვებანი [2], აგრეთვე პ. დემონცეს წიგნი [3]



მოყვანილი მონაცემები, მოძრაობას აქვს უთანაბრო და დაუმყარებელი ხასიათი. ამიტომ, თუ მხედველობაში მივიღებთ მასის ტიქსოტროპიულ თვისებებს, მაშინ ლაპარაკიც კი არ შეიძლება სტრუქტურის შენარჩუნების შესახებ. ამგვარად, ჩვეულებრივი სიჩქარეებით მოძრაობისას ღვარცოფის მასა თავისი რეოლოგიური თვისებებით იკავებს ადგილს ჩვეულებრივ სითხეებსა (ნიუტონის სხეული) და პლასტიკურ-სტრუქტურულ (შვედოვ-ბინგემის სხეული) სისტემებს შორის. სტრუქტურა აღდგება მოძრაობის შეწყვეტის (ან ძალზე მცირე სიჩქარეების) შემთხვევაში.

ზემოთქმულის საფუძველზე მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ ღვარცოფის კლასიფიკაციისა და შესაბამისი ტერმინების დადგენის დროს სწორი იქნებოდა გამოვსულიყავით თვით მასის ფიზიკური თვისებებიდან და არა მოძრაობის კინემატიკური სურათიდან, რომელიც ცვალებადია და დამოკიდებულია, მაგალითად, საშუალო სიჩქარის სიდიდეზე.

ღვარცოფების შესახებ ბუნებაში კვლევის მონაცემებიდან გამომდინარე შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ღვარცოფების კლასიფიკაციის შემდეგი სქემა მათი მასის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით:

1. მოვლენის ზოგადი სახელი — ღვარცოფები.
2. ფიზიკური (თვისობრივი) ნიშნების მიხედვით ღვარცოფები იყოფა ორ ძირითად კატეგორიად: ქვა-წყლოვანი და ქვა-ტალახოვანი ღვარცოფული ნაკადები (ამ უკანასკნელის კერძო შემთხვევას წარმოადგენს ტალახოვანი ღვარცოფული ნაკადი).
3. მოცულობის დეფორმაციის საერთო მახასიათებელი ორივე კატეგორიისათვის — დინება.

4. კინემატიკური (სიჩქარეთა) ველის მახასიათებელი: პირველი კატეგორიის ნაკადისათვის მხოლოდ ტურბულენტური ველი; მეორე კატეგორიის ნაკადისათვის მოძრაობის სიჩქარის სიდიდესთან დამოკიდებულებით წარმოიქმნება სტრუქტურული (ძალზე მცირე სიჩქარეების დროს, კერძოდ, მოძრაობის დაწყების ან დამთავრების წინ), ლამინარული და ტურბულენტური ველი.

5. მოძრაობის რეჟიმი ორივე კატეგორიის ნაკადებისათვის გარეგან ფაქტორთან დამოკიდებულებით, რომლებიც გავლენას ახდენენ მოძრაობის სიჩქარეზე, შეიძლება იყოს თანაბარი და უთანაბრო.

6. ორივე კატეგორიის ნაკადები. მათი მოძრაობის სიჩქარის სიდიდის მიხედვით, შეიძლება ხასიათდებოდეს მძაფრი ან წყნარი დინებით.

მაშასადამე, ზემოაღნიშნული ტერმინები: „ტურბულენტური“ და „სტრუქტურული“ ღვარცოფული ნაკადები შეიძლება მხოლოდ პირობით ვიხმაროთ.

საკითხის თეორიული დამუშავებისათვის ჩვენ გამოვდივართ შემდეგი მონაცემებიდან [2, 3]: ღვარცოფული ნაკადის მასის მოცულობითი წონა იცვლება 1,6—2,3 ტ/მ³ საზღვრებში; წყალი იმყოფება შებმულ მდგომარეობაში. ნამსხვრევი ფაზა საგრძნობლად აღემატება კოლოიდურს; ნაკადის თავისუფალ ზედაპირს აქვს ამოზნექილი მოხაზულობა; ბუნებრივი ქანობის კუთხე საკმაოდ ფართო საზღვრებში იცვლება. არსებობს გარკვეული მინიმალური ქანობი, რომელზედაც (და მასზე ნაკლებ ქანობებზე) მოცემული სიღრმის ნაკადი არ მოძრაობს (მაგ., გამოტანის კონუსებზე) და სხვა. უკანასკნელი ნიშნავს, რომ არსებობს შინაგანი სტატიკური ხახუნის და შეჭიდულობა, რომელიც მასის ბუნებრივი ქანობის კუთხის არსებობით გამოვლინდება. ამის გამო დაწნევის ზედაპირი მასის შიგნით წარმოადგენს ბრუნვის ელიფსოიდს, წაგრძელებულს ქვემოდან ზემოთ, რაც თავის მხრივ იწვევს გვერდითი წნევის საგრძნობ შემცირებას ჰიდროსტატიკურთან შედარებით. გვერდითი წნევის სიდიდის შემცირება

მახლოებით შეიძლება გამოთვლილ იქნეს გრუნტების მექანიკის ცნობილი ფორმულით:

$$\psi = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_0}{2} \right), \quad (1)$$

სადა ψ — φ_0 მასის ბუნებრივი ქანობის კუთხეა,

ღვარცოფული ნაკადის თანაბარი მოძრაობის სიჩქარისათვის ესარგებლობთ მ. მოსტკოვის მიერ მოწოდებული ფორმულით. მას აქვს შემდეგი სახე [1]:

$$v = \frac{2}{\sqrt{3}e} \sqrt{\frac{(1-e)^3}{1-e/2}} \cdot \sqrt{gh(i-i_r)}, \quad (2)$$

სადაც

$$e = \frac{d}{h};$$

d —ნამსხვრევების საშუალო დიამეტრი, h —ნაკადის სიღრმე, i —ფსკერის ან თავისუფალი ზედაპირის ქანობი, ხოლო i_r —ხახუნის კუთხე.

ლიტერატურაში არსებული ღვარცოფული ნაკადების გავლის პროცესების აღწერები ამტკიცებს ნაკადების შემდეგ ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს: ტენდენცია ერთხელ მიღებული მოძრაობის მიმართულების შენარჩუნებისადმი; მოძრაობის მიმართულების შეცვლის შემთხვევაში, რაც გამოწვეულია გარე დაბრკოლებებით, ადგილი აქვს დონის ადგილობრივ აწევას, რომელიც ზემოთ, ნაკადის მოძრაობის უკუმიმართულებით არ ვრცელდება და სხვა.

ყოველივე ეს საფუძველს იძლევა დავუშვათ, რომ არსებობს ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეთა არე, რომელშიც ნაკადი წარმოადგენს მძაფრს (ზეკრიტიკულს) და, მამასადამე, ამ არეში მახის რიცხვი (ნაკადის სიჩქარის შემფოთების გავრცელების სიჩქარესთან ფარდობა) ერთზე მეტია.

ამის გამო, ცხადია, ღვარცოფული ნაკადების უთანაბრო ძრაობის თეორიის დამუშავებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს მახის რიცხვისათვის M ანალიზური სახის დადგენას, რაც, თავის მხრივ, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროებს შემფოთების ტალღის გავრცელების სიჩქარისათვის გამოსახულების მონახვას.

ამოცანის გამარტივების მიზნით ვუშვებთ, რომ: ღვარცოფული მასის სიმკვრივე მუდმივია; ნაკადის შემფოთების ადგილთან მისვლამდე მოძრაობა სწორ-ხაზოვანია და თანაბარი.

ვიხილავთ ბრტყელ ამოცანას და ვადგენთ მოძრაობის რაოდენობის განტოლებას, ტალღის ფრონტზე წინალობის ძალთა იმპულსის მხედველობაში მიღებით. ვგულისხმობთ, რომ თანაბრად მოძრავი შემფოთებელი ნაკადი h_1 სიღრმით და v_1 სიჩქარით ეჯახება მართობულად დადგმულ ნაგებობას (ვუშვებთ, რომ ნაგებობის სიმაღლე ისეთია, რომ ნაკადს არა აქვს საშუალება მასზე გადადინებისა). ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს დონის აწევას h_2 სიღრმით (შემფოთებული ნაკადის სიღრმე), რომელიც შეტბორვის ტალღის სახით გავრცელდება ნაკადის მოძრაობის უკუმიმართულებით. თუ ვიგულისხმებთ, რომ ტალღის ფრონტის წინა და უკანა კვეთებში წნევა განაწილებულია ჰიდროსტატიკური კანონით, მაგრამ შემცირებულია ზემოაღნიშნული შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტით, მაშინ სასრულო სიმაღლის ტალღის გადაადგილების ფაზური სიჩქარისათვის ვღებულობთ შემდეგ გამოსახულებას:

$$w = -\frac{gI}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{gI}{2}\right)^2 + gh_1\psi \frac{h_2 + h_1}{2h_1}}, \quad (3)$$

სადაც

$$I = \frac{\tau_0}{\gamma h_1} = i - i_r;$$

τ_0 — ზღვრული მხები ძაბვა ფსკერზე; γ — მასის მოცულობითი წონა; ρ — მისი სიმკვრივე; g — სიმძიმის ძალის აჩქარება. ნიშანი + რადიკალის წინ შეესაბამება ტალღას (დადებითი ტალღა), რომელიც ვრცელდება ნაკადის მოძრაობის უკუმიმართულებით; — ნიშანი კი — ტალღას (უარყოფითი ტალღა), რომელიც ვრცელდება ქვემოთ, ნაკადის მოძრაობის მიმართულებით.

გამოსახულება (3) შეშფოთების ტალღისათვის გვაძლევს:

$$c = \sqrt{gh\psi}, \quad (4)$$

ვინაიდან მახის რიცხვი $M = \frac{V}{C}$, ამიტომ იგი ღვარცოფული ნაკადისათვის მიიღებს სახეს:

$$M = \frac{V}{\sqrt{gh\psi}} = \frac{2}{\sqrt{3e}} \sqrt{\frac{(1-e)^3}{1-e/2}} \cdot \sqrt{\frac{I}{\psi}}. \quad (5)$$

გამოსახულება (5)-ის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ რიცხვი M იზრდება ნაკადის სიჩქარისა და შინაგანი ხახუნის (ψ -ის შემცირებით) ზრდასთან ერთად და V სიჩქარის სიდიდესთან დაკავშირებით შეიძლება გახდეს ერთზე მეტი, ე. ი. შესრულდება პირობა: $M > 1$. მაშასადამე, სიჩქარეთა ამ არეში ნაკადი მძაფრ (ზეკრიტიკულ) მდგომარეობაშია. ასეთ ნაკადში შეშფოთება, გამოწვეული გარე დაბრკოლებით (კალაპოტის მობრუნება), ზემოთ ველარ ვრცელდება და წარმოიქმნება დონის ადგილობრივი აწევა (ე. ი. წარმოიქმნება მდგარი ტალღა). თეორიულად, სიჩქარეთა არის არსებობით, რომელშიდაც $M > 1$. თუ მივიღებთ შეშფოთების სიჩქარე სჭარბობს ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეს და შეშფოთების ტალღა აღწევს ნაკადის მიერ დაკავებული სივრცის ნებისმიერ წერტილამდე. ამიტომ მდგარი ტალღები აღარ წარმოიქმნება და ნაკადი წყნარ მდგომარეობაშია.

შემომოყვანილი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ბუნებაში გამოვლინებული ღვარცოფული ნაკადების მოძრაობის მძაფრი რეჟიმი შესაძლებელია აიხსნას თეორიულად. სიჩქარეთა არის არსებობით, რომელშიდაც $M > 1$. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარეები იცვლება 3-დან 10 მეტრამდე სეკუნდში, ხოლო შეშფოთების გავრცელების სიჩქარეს კოეფიციენტ ψ -სთან დამოკიდებულებით აქვს რიგი 5 მ/სეკ. და ქვემოთ. შეიძლება ითქვას, რომ ღვარცოფული ნაკადები მათი სიჩქარეების დიდ დიაპაზონში წარმოადგენენ მძაფრ, ზეკრიტიკულ ნაკადებს.

ღვარცოფული ნაკადების მძაფრი ხასიათის გამოვლინება საშუალებას იძლევა კვლევისათვის გამოიყენოთ მეთოდები, რომლებიც გამოიყენება გაზო-დინამიკასა ან დიდ სიჩქარეთა ტალღების მექანიკაში [5, 6]. საკითხისადმი ასეთი მიდგომით ვწყვეტთ ამოცანას ღვარცოფულ ნაკადებში მდგარი ტალღების თვისებებზე სხვადასხვა სასაზღვრო პირობებთან დაკავშირებით.

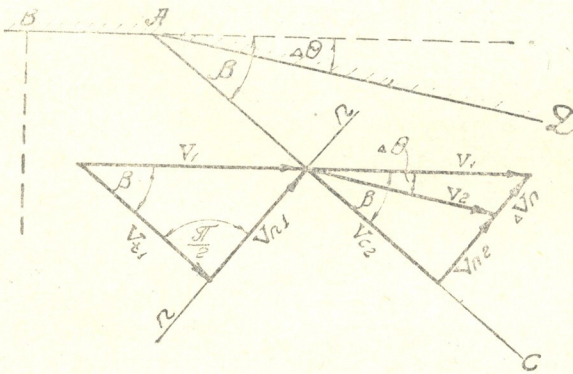
ამ დამოკიდებულებათა გამოყვანა ზოგადი შემთხვევისათვის რთულია, ამიტომ კვლევის გამარტივებისათვის იძულებული ვართ მივიღოთ ზოგიერთი დაშვება: კალაპოტის განივი კვეთი არის სწორკუთხოვანი, ნულოვანი განივი ქანობით და ვერტიკალური კედლებით; შეშფოთებამდე და მის შემდეგ წნევის

განაწილება ჰიდროსტატიკურია (მხოლოდ გვერდითი წნევის შემცირების მხედველობაში მიღებით), რაც თავის მხრივ ნიშნავს ვერტიკალურ აჩქარებათა უარყოფას.

თუ მივიღებთ, რომ ნაკადი თანაბარი რჩება ტალღის ფრონტის შემდეგაც, მაშინ შეიძლება სიმძიმის ძალის მდგენელი და ფსკერზე ზღვრული ძაბვის ძალა ტოლდებად მივიჩნიოთ, რაც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ, მიახლოებით, წნევის წრფივი განაწილება, სახელდობრ. ჰიდროსტატიკური და, მაშასადამე, შეგვიძლია უარვყოთ ვერტიკალური აჩქარებანი.

შემოგვაქვს შემდეგი საერთოდ მიღებული აღნიშვნები:

V_1 —ნაკადის სიჩქარე შემფოთებადმდე; V_2 —გიგვე შემფოთების შემდეგ (ტალღის ფრონტს უკან); $\Delta\theta$ —ნაკადის ან კედლის მოძრუნების ელემენტარული კუთხე; β —დახრის კუთხე (მახის კუთხე) ტალღის ფრონტისა (შეფოთების ხაზის) ნაკადის მოძრაობის მიმართულებასთან; V_{n1} ; V_{n2} — V_1 ; V_2 სიჩქარეთა გვემილები ტალღის ფრონტისადმი ნორმალზე (სიჩქარეთა ნორმალური მდგენელები); V_{t1} ; V_{t2} —სიჩქარეთა ტანგენციალური მდგენელები. საანგარიშო სქემას აქვს შემდეგი სახე (ფიგ. 1):



ფიგ. 1. AD—ირიბი ნავებობა, AC—ტალღის ფრონტის ხაზი

ვთქვათ, A წერტილში ნაკადი შემობრუნდა რაიმე მცირე, მაგრამ სასრულო $\Delta\theta$ კუთხით. მაშინ ნაკადში წარმოიქმნება შემფოთება და მის ზედაპირზე A წერტილიდან გაივლის β კუთხით დახრილი ტალღის ფრონტის ხაზი (შეფოთების ხაზი), ტალღის ფრონტის უკანა მხარეს ნაკადი V_2 სიჩქარით იმოძრაეებს მოძრუნებული კედლის პარალელურად.

შევადგინოთ მოძრაობის რაოდენობისა და უწყვეტობის განტოლებანი ტალღის ფრონტის ერთეული სივანისათვის. ნორმალის მიმართულებაზე მოძრაობის რაოდენობის განტოლებას აქვს სახე:

$$\frac{\gamma h_1^2 \phi}{2} + \rho h_1 V_{n1}^2 = \frac{\gamma h_2^2 \phi}{2} + \rho h_2 V_{n2}^2 - \tau_0 \frac{h_2 + h_1}{h_2} V_{n2} \quad (6)$$

სადაც γ ნაკადის მასის მოცულობითი წონაა; ρ —მისი სიმკვრივე. უწყვეტობის განტოლებას ამ შემთხვევაში აქვს სახე:

$$\rho h_1 V_{n1} = \rho h_2 V_{n2} \quad (7)$$

მოძრაობის რაოდენობის განტოლება, აღებული ტალღის ფრონტის გასწვრივ, იქნება:

$$\rho h_1 V_{n1} V_{t1} = \rho h_2 V_{n2} V_{t2},$$

საიდანაც, თუ მხედველობაში მივიღებთ (7), გამოდის, რომ $V_{t1} = V_{t2}$.

მაშასადამე, ტანგენციალური მდგენელები ტოლებია. ეს დასკვნა ფიზიკურად შემდეგნაირად აიხსნება: ვინაიდან ბმის რეაქციები, ამ შემთხვევაში ჰიდროსტატიკური წნევის ძალები, ანელებენ ნაკადის მოძრაობას, ამიტომ მათ შეუძლიათ იმოქმედონ მხოლოდ ტალღის ფრონტის ნორმალის მიმართულებით და, რადგან არ არიან სხვა ძალები მომქმედნი ტალღის ფრონტის გასწვრივ, ამიტომ სიჩქარეთა ტანგენციალური მდგენელები უცვლელნი უნდა დარჩნენ, როგორც ტალღის ფრონტის წინ, ისე მის უკან.

გამოსახულება (7)-ის მხედველობაში მიღებით გამოსახულებიდან (6) ვღებულობთ ფორმულას სიჩქარის ნორმალური მდგენელის განსაზღვრისათვის:

$$V_{n1} = -\frac{g\tau_0}{2\gamma h_1} \pm \sqrt{\left(\frac{g\tau_0}{2\gamma h_1}\right)^2 + g h_2 \psi \frac{h_2 + h_1}{2 h_1}}, \quad (8)$$

რომელიც ემთხვევა წინათ მიღებულ (3) გამოსახულებას სასრულო სიმაღლის ტალღის გავრცელების ფაზური სიჩქარისათვის. ეს ასეც უნდა მომხდარიყო, ვინაიდან ტალღის ფრონტი ჩვენ უძრავად ჩავთვალეთ.

გამოსახულებიდან (8) შეშფოთების ტალღისათვის (უსასრულო სიმაღლის ტალღა) მივიღებთ:

$$C = \sqrt{g h \psi},$$

ე. ი. ემთხვევა წინათ მიღებულ ფორმულას (4).

ნაკადის მობრუნების კუთხის სიდიდის ცვლილების მიხედვით, შეიძლება ფიქსირებულ იქნეს ტალღის ზოგიერთი თვისება: თუ კუთხე $\Delta\theta$ იზრდება, მაშინ იზრდება ტალღის დახრის კუთხე β , თუ $\Delta\theta$ საკმაოდ დიდი ვახდება, მაშინ β კუთხესაც შეუძლია მიიღოს დიდი მნიშვნელობა და შესაბამისი ტალღის სიმაღლე საგრძნობლად გაიზრდება. წარმოქმნილი ტალღის მდგრადი მდგომარეობა (მდგრადი ტალღა) განსახორციელებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ შესრულებული იქნება პირობა $V_{n1} > V_1$, ანუ, სხვანაირად,

$\beta < \frac{\pi}{2}$, ე. ი. როცა ნაკადი მძაფრი იქნება. განხილულ შემთხვევას, აერო-მექანიკაში მიღებული ტერმინის „წნევის გამკვრივების ირიბი ნახტომის“ ანალოგიურად, „ღვარცოფული ნაკადის ირიბი ნახტომი“ დავარქვით (ვინაიდან ტალღის ფრონტი წარმოადგენს სიჩქარეთა და სიღრმეების წყვეტის ფრონტს).

ფიგ. 1-დან ჩანს, რომ კუთხე $\Delta\theta$ შეიძლება გაიზარდოს $\Delta\theta_{max}$ სიღრმედ, რომლის დროსაც კუთხე $\beta = \frac{\pi}{2}$. მაშინ ნაკადისა და ტალღის სიჩ-

ქარეები ტოლებია, ე. ი. $V_1 = V_{n1}$ და, მაშასადამე, შესაბამისი ტალღის სი-
მალე უდიდესი იქნება. ამ შემთხვევას „ღვარცოფული ნაკადის პირდაპირი
ნახტომი“ დავარქვით.

თუ $\Delta\theta > \Delta\theta_{max}$, მაშინ მიღებული ტალღის სიმაღლე იქნება ისეთი სი-
დიდის, რომ ტალღის გადაადგილების სიჩქარე გადააჭარბებს ნაკადის სიჩქა-
რეს, ე. ი. $V_{n1} > V_1$. მაშინ ტალღის ფრონტი A წერტილიდან, სადაც მოხდა
ნაკადის მობრუნება, გადაინაცვლებს B წერტილში, ხოლო BAC არეს გარს-
დინება განხორციელდება წყნარი ნაკადით (ვინაიდან პირდაპირი ნახტომის
ფრონტის უკან ნაკადი წყნარი ხდება, ე. ი. $M < 1$).

რადგან $V_{n1} = V_1 \sin \beta$, ამიტომ გამოსახულებებიდან (8) და (4) შესაბა-
მისად გვექნება:

$$\sin \beta^* = \frac{1}{V_1} \left[-\frac{gl}{2} + \sqrt{\left(\frac{gl}{2}\right)^2 + gh_2\psi \frac{h_2 + h_1}{2h_1}} \right] = \frac{1}{M^*} \quad (9)$$

$$\sin \beta = \frac{1}{V} \sqrt{gh\psi} = \frac{1}{M} \quad (10)$$

ამ ფორმულებიდან გამომდინარეობს, რომ ვიდრე $M > 1$ (ე. ი. ვიდრე
ნაკადი მძაფრია), შესაძლებელია წარმოიქმნეს ტალღის ფრონტის ან შემფო-
თების ხაზი. როდესაც $M = 1$ (ტალღის ფრონტს უკან), მაშინ $\sin \beta = 1$ და
გვაქვს პირდაპირი ნახტომი. როცა $M < 1$, ნაკადში შემფოთების არავითარი
ხაზები არ წარმოიქმნება და ნაკადი წყნარი ხასიათისაა. გარდა ამისა, ამ
ფორმულებიდან გამომდინარეობს, რომ $M^* < M$ და, მაშასადამე, $\beta^* > \beta$.

ზემომოყვანილი გამოკვლევის საფუძველზე ჩვენ მიერ ვადაწყვეტილია
ნაკადისა და ნაგებობის ურთიერთქმედების ზოგიერთი საკითხი, სახელდობრ:
მიღებულია გამოსახულებანი პირდაპირი და ირიბი ნახტომის სიდიდის განსაზ-
ღვრისათვის მობრუნების კუთხის სიდიდისა და ნაკადის სხვა პარამეტრებთან
დაკავშირებით; გამოკვლეულია ნაკადის, კალაპოტის მრუდხაზოვან უბანზე
მოძრაობის საკითხი თავისუფალი ზედაპირისა და აგრეთვე დინების გეგმისა და
პროფილის სახის დადგენით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან დავადგინოთ
ნაკადის ჰიდრაულიკური ელემენტები ნაგებობის მიდამოებში; გამოუმუშავებუ-
ლია ნაკადის მარეგულირებელ ნაგებობათა ისეთი მოხაზულობა გეგმაში, რომ-
ლის დროსაც, ჯერ-ერთი, შესაძლებელია ნაკადის აცილება დასაცავი ნაგებობი-
დან, ხოლო მეორე — ნაგებობის წინ შეიძლება შეიქმნას ნაკადი სასურველი
ჰიდრაულიკური ელემენტებით.

კერძოდ, ირიბი ნახტომის სიდიდის განსაზღვრისათვის მოცემული მო-
ბრუნების θ კუთხისა და I, ψ, d, h_1 , სიდიდეებისათვის მიღებულია შემ-
დეგი განტოლება:

$$\left(\frac{\sqrt{h} - \sqrt{d}}{\sqrt{h} + \sqrt{d}} \right)^n = \xi \cdot \exp \frac{\sqrt{h}}{4ad(h-d)} \left(\frac{h}{h-d} - \frac{1}{2} \right), \quad (11)$$

სადაც:

$$\xi = \left(\frac{\sqrt{h_1} - \sqrt{d}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{d}} \right)^n \exp \left[\frac{\sqrt{a} \pi (\theta - \theta_0)}{180} \cdot \frac{\sqrt{h_1}}{4ad(h_1 - d)} \times \right. \\ \left. \times \left(\frac{h_1}{h_1 - d} - \frac{1}{2} \right) \right].$$

ამ განტოლების ამოხსნა შესაძლებელია გრაფიკული ხერხით ან თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით. ვინაიდან (11) წარმოადგენს ექსპონენციალურ ფუნქციას, ამიტომ იგი იძლევა ამოხსნას ნებისმიერი Θ -თვის, რასაც მძაფრი დინებისათვის არა აქვს აზრი, რადგან არსებობს ისეთი $\Delta\Theta_{max}$ კუთხე, რომელზე მეტად მობრუნების კუთხის გაზრდის შემთხვევაში ხაკადი წყნარი გახდება. ამიტომ (11)-ის გამოყენების არე იქნება $0 < \Theta < \Delta\Theta_{max}$ და $h_1 < h < h_{max}$ სახღვრებში, რომელშიც უნდა შესრულდეს ყველა გაანგარიშება მარეგულირებელი ნაგებობის პროექტირებისას (სადაც h_{max} პირდაპირი ნახტომის სიმაღლეა).

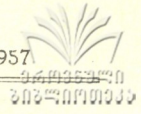
ჩვენი თეორიის შემოწმების მიზნით კ. ბეგიშვილმა, რომელიც ყაზბეგის რაიონში იკვლევდა ღვარცოფული ნაკადების აუზებს, ჩვენი თხოვნით 1955 წელს შეისწავლა ღვარცოფების ნახტომები. მის მიერ მიღებული მონაცემები მოწმობს თეორიის თვისობრივად დამაკმაყოფილებელ დამთხვევას ბუნებაში კვლევის შედეგებთან.

წყალსამეურნეო მშენებლობის პროექტირების
 საქართველოს სახელმწიფო ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Мошков. Теоретические основания расчета селевых потоков. Бюллетень ТБИИЖТ-а № 1, 1948.
2. К. Р. Бегишвили. Некоторые вопросы генезиса, движения и отложенный грязекаменных потоков. Труды Батумского Госпединститута им. Руставели, т. IV, 1954.
3. П. Демонце. Практическое руководство к облесению и задернению гор. Тифлис, 1891.
4. Г. М. Беручев. Некоторые вопросы теории взаимодействия селевого потока с сооружением. Автореферат кандидатской диссертации. Тбилиси, 1955.
5. Г. Н. Сухомел. Вопросы гидравлики открытых русел и сооружений. Издательство АН Украинской ССР. Киев, 1949.
6. A. Jppen. Mechanics of supercritical flow. Proceedings ASGE, № 9, 1949.



ფიზიკა

ს. მატინიანი

პოლარიზაციული და კორელაციური მოვლენები ჰიპერონების დაშლის დროს

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 22.3.1957)

მოცემულ სტატიაში განხილულია პოლარიზაციული და კორელაციური მოვლენები, რომელთაც ადგილი აქვთ ჰიპერონების (Λ, Σ, Ξ) დაშლისას.

ზემოთ აღნიშნული მოვლენები წარმოადგენენ არა მარტო დაშლითი ურთიერთქმედების სახის გამორკვევის საშუალებას, არამედ აგრეთვე იძლევიან შესაძლებლობას გარკვეულ იქნეს საკითხი ჰიპერონების დაშლისას ლუწობის შენახვის შესახებ.

ჩვენ ჯერ განვიხილავთ დაპოლარებული ჰიპერონის დაშლას ლუწობის შენახვისას და არშენახვისას სათანადოდ და შემდეგ ვიხილავთ კორელაციურ მოვლენებს, რომელთაც ადგილი აქვთ დაშლის კასკადური პროცესების დროს (Ξ-ჰიპერონი) ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევის შემთხვევაში.

სხვა ავტორებისაგან განსხვავებით [1], ჩვენ გამოვდივართ დაშლითი ურთიერთქმედების გარკვეული სახიდან შემუფოთების თეორიის გამოყენებით.

ჰიპერონის დაშლა ლუწობის შენახვის შემთხვევაში

განვიხილოთ უძრავი ჰიპერონი სპინით 1/2, რომელიც დაპოლარებულია η ერთეული ვექტორის გასწვრივ.

ურთიერთქმედების ჰამილტონიანს, რომელიც შეესაბამება $Y \rightarrow N + \pi$ დაშლას, აქვს ასეთი სახე:

$$H = g (\bar{\psi}_n \gamma \psi_r) \varphi_r^+ + \text{ჰერმიტ. შეუღლებ. (პირდაპირი ბმა)} \quad (ა)$$

$$H = \int \frac{f}{M + m} (\bar{\psi}_n \gamma \psi_r) \frac{\partial \varphi_r^+}{\partial x_i} + \text{ჰერმიტ. შეუღლებ. (გრადიენტული ბმა)} \quad (ბ)$$

სადაც g და f უგანზომილებო მუდმივებია ($\hbar = c = 1$), M ჰიპერონის მასაა, m — ნუკლონის მასა, $\gamma = \gamma_5$ ან 1 იმისდამიხედვით, ლუწია თუ არა ჰიპერონი (ნუკლონის მიმართ).

ψ და φ ნაწილაკების ტალღური ფუნქციებია.

განხილული ჰიპერონის π-მეზონზე და ნუკლონზე დაშლის ალბათობის გამოსანგარიშებლად, როდესაც ნუკლონის იმპულსი მდებარეობს სხეულოვან კუთხეში dω, სპინი კი მიმართულია ζ ერთეული ვექტორის გასწვრივ,

ნუკლონისა და ჰიპერონისათვის შემოაქვთ პროექციული ოპერატორები P , რომლებიც გამოყოფენ დადებითი ენერგიისა და სპინის მოცემული მიმართულების ნდგომარეობებს. ამ ოპერატორების გამოსახულება მოცემულია ნაშრომში [2].

სათანადო შპურების გამოანგარიშებისა და გარდაქმნების შემდეგ ზემოთ აღნიშნული ალბათობისათვის მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებებს:

$$W(n, \eta, \zeta) d\omega = \frac{g^2}{32 \pi^2} \frac{p E_n}{M} \left(1 + \frac{m}{E_n}\right) \left(1 + \eta \zeta\right) d\omega \quad (1)$$

(შემთხვევა (ა), $\gamma = 1$)

$$W(n, \eta, \zeta) d\omega = \frac{g^2}{32 \pi^2} \frac{p E_n}{M} \left\{ \left(1 - \frac{m}{E_n}\right) (1 - \eta \zeta) + \frac{2p^2 (n \eta) (n \zeta)}{E_n (E_n + m)} \right\} d\omega \quad (1')$$

(შემთხვევა (ა), $\gamma = \gamma_s$)

$$W(n, \eta, \zeta) d\omega = \frac{f^2}{32 \pi^2} \frac{1}{(M+m)^2} \frac{p E_n}{M} \left\{ E_\pi^2 \left(1 + \frac{m}{E_n}\right) + p^2 \left(1 - \frac{m}{E_n} + 2 \frac{E_\pi}{E_n}\right) \right\} (1 + \eta \zeta) d\omega \quad (1)$$

(შემთხვევა (ბ), $\gamma = 1$)

$$W(n, \eta, \zeta) d\omega = \frac{f^2}{32 \pi^2} \frac{1}{(M+m)^2} \frac{p E_n}{M} \left\{ E_\pi^2 \left(1 - \frac{m}{E_n}\right) + p^2 \left(1 + \frac{m}{E_n} - 2 \frac{E_\pi}{E_n}\right) \right\} (1 - \eta \zeta) + \frac{(E_n + m - E_\pi)^2}{E_n (E_n + m)} (n \eta) (n \zeta) \right\} d\omega \quad (2')$$

(შემთხვევა (ბ), $\gamma = \gamma_s$).

აქ $E_n = \sqrt{p^2 + m^2}$, $E_\pi = \sqrt{p^2 + \mu^2}$, μ — π -მეზონის მასა.

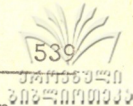
$\bar{n} = \frac{\bar{p}}{|\bar{p}|}$; $p = \sqrt{2 \mu^* Q}$ — ნუკლონის იმპულსია, Q — ჰიპერონის დაშლის

ენერგია, $\mu^* = \frac{m \mu}{m + \mu}$.

ამ ფორმულებში გამოყენებულია ნუკლონის კინეტიკური ენერგიის არარელატივისტური გამოსახულება.

დაპოლარებული ჰიპერონის დაშლა ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევის შემთხვევაში

ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევა სუსტი ურთიერთქმედების დროს [3,4] გვაძლევს სხვადასხვა ეფექტს, რომელთა შესწავლა მეტად საინტერესოა. ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევის იდეა დაკავშირებულია ეგრეთწოდებულ „ Θ — π პრობლემასთან“. თუ K -მეზონების დაშლის დროს ლუწობა არ ინახება, იგი არ შეინახება ჰიპერონების დაშლის დროსაც. ამაში ადვილად



დავრწმუნდებით, თუ განვიხილავთ ვირტუალურ ჯაჭვებს, რომლებიც შეიცავენ ძლიერ ურთიერთქმედებებს K -მეზონებთან.

განვიხილოთ, თუ როგორ ექსპერიმენტულად შესამჩნევ ეფექტებამდე მიყვავართ ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევას ჰიპერონების დაშლის შემთხვევაში. დავუშვათ ველების პირდაპირი ბმა და ჰიპერონებისათვის ნახევარიანი სპინი.

ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევის შემთხვევაში ურთიერთქმედების ჰამილტონიანს აქვს შემდეგი სახე

$$H = g \bar{\psi}_n (1 + \lambda \gamma_5) \psi_r \varphi_n^+ + \text{ჰერმიტულად შეუღლებული.}$$

აქ λ საერთოდ კომპლექსური სიდიდეა, რომელიც ახასიათებს ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევის ხარისხს $|\lambda| \leq 1$.

ხანგრძლივი სიცოცხლის მქონე K^0 -ნაწილაკის არსებობის ფაქტი [5] და ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევა შეიძლება შევათავსოთ ერთმანეთთან, თუ ჩავთვლით, რომ ინახება ან დროითი, ან მუხტური ლუწობა. პირველ შემთხვევაში λ ნამდვილი სიდიდეა, მეორეში კი — წმინდა წარმოსახვითი. გამოთვლების ჩატარებით მივიღებთ

$$\begin{aligned} W'(n, \eta, \zeta) d\omega = & \frac{g^2}{32\pi^2} \frac{p E_n}{M} \left\{ \left(1 + \frac{m}{E_n} \right) (1 + \eta \zeta) + |\lambda^2| \left(1 - \frac{m}{E_n} \right) (1 - \eta \zeta) \right. \\ & + |\lambda|^2 \frac{2p^2}{E_n(E_n + m)} (n\eta)(n\zeta) + (\lambda + \lambda^+) \frac{p}{E_n} (n\eta + n\zeta) \\ & \left. - i(\lambda - \lambda^+) \frac{p}{E_n} (n[\eta\zeta]) \right\} d\omega. \end{aligned} \quad (3)$$

ჩვენ ვხედავთ, რომ იმ წევრების გარდა, რომლებიც შეესაბამებიან ჩვეულებრივ განხილვას ლუწობის შენახვით (სამი პირველი წევრი ფიგურულ ფრჩხილებში), ვგხვდებით აგრეთვე ფსევდოსკალარული სიდიდეები $n\eta$, $n\zeta$, $(n[\eta\zeta])$.

თუ ადგილი აქვს ინვარიანტობას დროის ნიშნის შეცვლის მიმართ, მაშინ წევრი, რომელიც შეიცავს სიდიდეს $(n[\eta\zeta])$, ამოვარდება. ეს გამომდინარეობს როგორც იმ ფაქტიდან, რომ ამ შემთხვევაში $\lambda - \lambda^+ = 0$, ისე იქიდანაც, რომ დროის ინვერსიის შემთხვევაში $n \rightarrow -n$, $\eta \rightarrow -\eta$, $\zeta \rightarrow -\zeta$. მაშინ, ჩვეულებრივი სიტუაციისაგან განსხვავებით, დაუპოლარებელი ჰიპერონების დაშლის დროსაც კი (ამოვარდება η -ის შემცველი ყველა წევრი)

ადგილი აქვს ნუკლონების $(\lambda + \lambda^+) \frac{p}{c}$ რიგის პოლარიზაციას, მუხტური შე-

უღლების მიმართ H -ის ინვარიანტობის შემთხვევაში წევრები, რომელნიც შეიცავენ $n\eta$ -ს და $n\zeta$ -ს, ამოვარდებიან (ამ შემთხვევაში $\lambda + \lambda^+ = 0$ და $n \rightarrow n$, $\eta \rightarrow -\eta$, $\zeta \rightarrow -\zeta$), და რჩება წევრი $(n[\eta\zeta])$, რომელიც იძლევა დაპოლარებული ჰიპერონებისა და ნუკლონების სპინების დამატებით კორელაციას.

კორელაციური ეფექტები Ξ^- -ჰიპერონის კასკადური დაშლის დროს

განვიხილოთ Ξ^- -ჰიპერონის დაშლის კასკადური პროცესი:

$$\begin{aligned}\Xi^- &\rightarrow \Lambda^0 + \pi_1^-, \\ \Lambda^0 &\rightarrow p + \pi_2^-. \end{aligned} \quad (4)$$

როგორც ცნობილია, დაუბოლარებელი ნაწილაკის ცალკეული დაშლა $A \rightarrow B + R_1$ ყოველთვის გვაძლევს R_1 გამოსხივების იზოტროპულ განაწილებას. მაგრამ B საშუალოდ ნაწილაკის დაშლისას გარკვეული მიმართულების შერჩევა იწვევს ამ ნაწილაკის პოლარიზაციის სხვადასხვა მდგომარეობის არათანაბრად „შეცვლას“.

ამიტომ გამოსხივება $R_2 (B \rightarrow C + R_2)$, რომელიც შეესაბამება ნაწილაკის სხვადასხვა პოლარიზაციული მდგომარეობიდან ყველა შესაძლო გადასვლების ჯამს, არჩეული მიმართულების მიმართ გვაძლევს ანიზოტროპულ განაწილებას, თუ B ნაწილაკის სპინი ნახევარზე მეტია.

ცხადია, რომ, თუ ლუწობა ინახება და B -ს სპინი ტოლია ნახევრისა, მაშინ B -ს ორივე შესაძლო მდგომარეობა $m = \pm \frac{1}{2}$ იქნება ტოლალბათიანი A -სა და C -ს სპინისაგან დამოუკიდებლად, და მივიღებთ გამოყოფილი მიმართულების მიმართ R_2 -ის იზოტროპულ განაწილებას.

მაგრამ ლუწობის შენახვის კანონის დარღვევის შემთხვევაში ამას ადგილი აღარ ექნება, რადგან, როგორც ზემოთ დავრწმუნდით, λ -ს ნამდვილი მნიშვნელობის შემთხვევაში ადგილი აქვს დაშლის პროდუქტის დაპოლარებას მაშინაც კი, როდესაც პირველადი ნაწილაკი დაუბოლარებულაა.

ამგვარად, ჩავთვალოთ, რომ Λ^0 -ს აქვს სპინი $1/2$ (ეს გამომდინარეობს სტეინბერგერის (კდებიდან). Ξ^- -ნაწილაკის სპინიც $1/2$ -ის ტოლი ჩავთვალოთ (რაც ეფექტის გამოსავლინებლად არ არის არსებითი).

იმ ურთიერთქმედების ჰამილტონიანს, რომელიც იწვევს Ξ^- -ნაწილაკის დაშლას, აქვს შემდეგი სახე

$$H_1 = g_1 \bar{\psi}_\Lambda (1 + \alpha \gamma_5) \psi_\Xi \varphi_{\pi_1}^+$$

აქ α -ს აქვს იგივე აზრი, რაც λ -ს.

უძრავი დაუბოლარებელი Ξ^- -ნაწილაკის დაშლისას წარმოქმნილი დაპოლარებული Λ^0 -ნაწილაკების კუთხურ განაწილებას აქვს შემდეგი სახე

$$\begin{aligned} W_1(n_\Lambda, S'_\Lambda) = & \frac{g_1^2}{32\pi^2} \frac{p_\Lambda E_\Lambda}{m} \left\{ 1 + \frac{m_\Lambda}{E_\Lambda} \right. \\ & \left. + \left(1 - \frac{m_\Lambda}{E_\Lambda} \right) |\alpha|^2 - (\alpha + \alpha') \frac{p_\Lambda}{E_\Lambda} n_\Lambda S'_\Lambda \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

აქ S'_Λ სპინის მიმართულების ერთეული ვექტორია.

$$E_{\Lambda} = \sqrt{p_{\Lambda}^2 + m_{\Lambda}^2}, \quad E_{\pi_1} = \sqrt{p_{\Lambda}^2 + \mu^2}, \quad p_{\Lambda} = \sqrt{2\mu'}, \quad Q_1, \quad \mu' = \frac{m_{\Lambda}\mu}{m_{\Lambda} + \mu}$$

$Q_1 \approx 65 \text{ Mev}$ — Ξ^- -ნაწილაკის დაშლის ენერგიაა.

განვიხილოთ ახლა S_{Λ}'' მიმართულებით დაპოლარებული უძრავი Λ° -ნაწილაკის დაშლა. ურთიერთქმედებას ამ შენთხვევაში შემდეგი სახე აქვს

$$H_2 = g_2 \bar{\psi}_n (1 + \lambda \gamma_5) \psi_{\Lambda} \varphi_{\pi_2}^+$$

S_{Λ}'' მიმართულებით (რომელიც Λ° -ის შესაძლო დეპოლარიზაციის გამო საერთოდ განსხვავდება S'_{Λ} -ის მიმართულებისაგან) დაპოლარებულ Λ° -ნაწილაკის დაშლისას წარმოქმნილი დაუპოლარებელი პროტონების კუთხურ განაწილებას Λ° -ის უძრაობის სისტემაში შემდეგი სახე აქვს

$$W_{\circ}(n_p, S_{\Lambda}'') = \frac{g_2}{32\pi^2} \frac{p_n E_n}{M} \left\{ 1 + \frac{m_n}{E_n} + \left(1 - \frac{m_n}{E_n} \right) |\lambda|^2 - (\lambda + \lambda^+) \frac{p_n}{E_n} n_p S_{\Lambda}'' \right\} \quad (6)$$

თუ χ და λ ნამდვილი სიდიდეებია, ე. ი. ადგილი აქვს ინვარიანტობას დროის ინვერსიის მიმართ, მაშინ უძრავი Ξ^- -ნაწილაკის დაშლისას მიღებულ Λ° -ნაწილაკის მიმართულების კორელაციას პროტონის მიმართულებასთან Λ° -ნაწილაკის უძრაობის სისტემაში ექნება ასეთნაირი სახე

$$W(n_{\Lambda}, n_p) = \sum_{S_{\Lambda}', S_{\Lambda}''} W_1(n_{\Lambda}, S_{\Lambda}') \omega_a(S_{\Lambda}', S_{\Lambda}'') W_2(n_p, S_{\Lambda}'') \quad (7)$$

აქ $\omega_a(S_{\Lambda}', S_{\Lambda}'')$ — Λ° -ნაწილაკის შენელების დროს დეპოლარიზაციის ალბათობაა. თუ დეპოლარიზაცია მცირეა (Λ° -ს არა აქვს მუხტი), $\omega_a \approx \delta(S_{\Lambda}' - S_{\Lambda}'')$, და კორელაციური ფუნქციისათვის გვექნება

$$W(n_{\Lambda}, n_p) = a_1 a_3 + b_1 b_2 \cos \vartheta,$$

სადაც:

$$a_1 = \frac{g_1^2}{32\pi^2} \frac{p_{\Lambda} E_{\Lambda}}{m} \left(1 + \frac{m_{\Lambda}}{E_{\Lambda}} + \left(1 - \frac{m_{\Lambda}}{E_{\Lambda}} \right) |\chi|^2 \right),$$

$$a_2 = - \frac{g_1^2}{16\pi^2} \frac{p_{\Lambda}^2}{m} \text{Re}(\chi),$$

$$b_1 = \frac{g_2^2}{32\pi^2} \frac{p_n^2}{M} \left(1 + \frac{m_n}{E_n} + \left(1 - \frac{m_n}{E_n} \right) |\lambda|^2 \right),$$

$$b_2 = - \frac{g_2^2}{16\pi^2} \frac{p_n E_n}{M} \text{Re}(\lambda),$$

ϑ კუთხეა პროტონის მოძრაობის მიმართულებასა (Λ° -ის უძრაობის სისტემაში) და Λ° -ის მოძრაობის მიმართულებას შორის (Ξ^- -ნაწილაკის უძრაობის სისტემაში).

თუ Λ° -ნაწილაკი იშლება მოძრაობის დროს, მაშინ კავშირს ϑ -სა და φ კუთხეებს შორის ნაწილაკის უძრაობის სისტემაში ასეთი სახე ექნება

$$\cos \vartheta = 1,36 \gamma_{\Lambda} \gamma_2 (\beta_{\Lambda} - \beta_2 \cos \varphi),$$

სადაც უკვე ჩასმულია ნაწილაკების მასების რიცხვობრივი მნიშვნელობები და

$$\gamma_{\Lambda} = 1,05 - 0,9 \cdot 10^{-3} T_1,$$

$$\gamma_2 = \frac{4}{\gamma_{\Lambda} \sin \phi} [\gamma_{\Lambda}^2 - 0,705 \sin^2 \phi + 0,016 \sin^2 \phi],$$

$$\beta_{\Lambda} \gamma_{\Lambda} = \sqrt{\gamma_{\Lambda}^2 - 1}, \quad \beta_i = \frac{v_i}{c},$$

$$\beta_2 \gamma_2 = \sqrt{\gamma_2^2 - 1}$$

T_1 -პირველი π -მეზონის კინეტიკური ენერგიაა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.3.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. R. Gatto. Coherence Effects in the Lee-Yang parity Doublets Theory of Strange Particles. Nuovo Cimento, vol. 4 № 6, 1274, 1956.
2. H. A. Tolhoek, S. R. De Groot. On the Theory of Beta-Radioactivity Physica, 17, 81, 1951.
3. T. D. Lee, C. N. Yang. Question of Parity Conservation in Weak Interactions The Physical Review, vol. 104, № 1, 254, 1956.
4. Л. Д. Ландау. О законах сохранения при слабых взаимодействиях: ЖЭТФ, № 1, 1957.
5. R. Lande, E. T. Booth, T. Jmpreduglia, L. M. Lederman. Observation of Long-Lived Neutral V-particles, The Physical Review, Vol. 103, № 6, p. 1901, 1956.

ბ. სარაძე

ნუკლონების ელექტრომაგნიტური სტრუქტურის საკითხისათვის.

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 12.7.1957)

ბოლო ხანებში ჩატარებულ იქნა რიგი ცდებისა პროტონებისა და ნეიტრონების ელექტრომაგნიტური თვისებების შესწავლის მიზნით [1, 2]. გამოიკვეა, რომ ცდების საინტერპრეტაციოდ საჭიროა ნუკლონებს გარკვეული ელექტრომაგნიტური სტრუქტურა მივაწეროთ.

ელექტრონების პროტონებზე გაბნევის დიფერენციალურ კვეთს, გამოთვლილის პროტონის შესაძლო ელექტრომაგნიტური გართხმულობის გათვალისწინებით, აქვს სახე:

$$\sigma(\vartheta) = \sigma_{NS}(\vartheta) \left\{ F_1^2(\vec{q}^2) + \frac{\vec{q}^2}{4M^2} [2(F_1 + \mu_0^{(P)} F_2) \operatorname{tg}^2 \vartheta/2 + (\mu_0^{(P)} F_2)^2] \right\}, \quad (1)$$

სადაც მამრავლი $\sigma_{NS}(\vartheta)$ ახასიათებს მოტის ჩვეულებრივ გაბნევას უსპინო მუხტზე. პროტონის ელექტრომაგნიტური ფორმ-ფაქტორები ტოლნი არიან: $F_1 = e^{(P)}/e$, $F_2 = \mu^{(P)}/\mu_0^{(P)}$, ხოლო $\mu_0^{(P)}$ აღნიშნავს პროტონის მაგნიტური მომენტის ანომალურ ნაწილს. გარდა ამისა,

$$\vec{q}^2 = \frac{4}{\lambda^2} \frac{\sin^2 \vartheta/2}{1 + \frac{2E}{M} \sin^2 \vartheta/2},$$

სადაც M აღნიშნავს პროტონის მასას, ხოლო E —დაცემული ელექტრონის ენერჯიას. ყველა სიდიდე აითვლება ლაბორატორულ სისტემაში. ფუნქცია $e^{(P)}(\vec{q}^2)$ ახასიათებს პროტონის მუხტისა და დირაკის მაგნიტური მომენტის გართხმულობას, ხოლო $\mu^{(P)}(\vec{q}^2)$ აღწერს პაულის (ანომალური) მაგნიტური მომენტის გართხმულობას.

(1) ფორმულის დეტალური შედარება ექსპერიმენტულ მონაცემებთან საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ $\varepsilon_1^{(P)}$ პარამეტრის სიდიდე, რომელიც შედის გაშლაში:

$$\varepsilon^{(N)}(\vec{q}^2) = 1 - \varepsilon_1^{(N)} \vec{q}^2 + \varepsilon_2^{(N)} \vec{q}^4 - \dots$$

იკვება, რომ $\varepsilon_1^{(P)} \approx \frac{e}{6} 0,59 \cdot 10^{-26} \text{ cm}^2$. თუ პროტონის საშუალო კვადრატულ რადიუსს განვმარტავთ ფორმულით

$$\langle r^2 \rangle^{(P)} = \frac{6}{e} \varepsilon_1^{(P)},$$

მაშინ $r_{rms}^{(P)} = \sqrt{\langle r^2 \rangle^{(P)}} \approx 0,77 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$.

ნეიტრონების ელექტრონებზე გაბნევის ცდების ანალიზის დროს ჩვეულებრივად ხმარობენ ელექტრონ-ნეიტრონის ურთიერთქმედების ორმოს ეფექტურ სიღრმეს. ნელი ნეიტრონების გაბნევის შემთხვევაში ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედების ორმოს სიღრმე, რომელიც დაკავშირებულია ნეიტრონის მუხტის სიმკვრივის გართხმულობასთან, უდრის

$$(-eV_0)_{ch} = \frac{3e^2}{r_0^3} \varepsilon_1^{(n)}. \quad (2)$$

ცნობილია, რომ ელექტრონის ნეიტრონთან ურთიერთქმედების მთელი ეფექტი საკმაოდ კარგად აღიწერება ფოლდის მაგნიტური წვერით [3] და, მაშასადამე, უნდა დავასკვნათ, რომ პროტონისაგან განსხვავებით, ნეიტრონს არ გააჩნია შესამჩნევი ელექტრომაგნიტური გართხმულობა. უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ, საჭიროა მივიღოთ, რომ სიდიდე $\varepsilon_1^{(n)}$ მოთავსებულია საზღვრებში $\pm \frac{e}{6} 0,01 \cdot 10^{-26} \text{ cm}^2$. პარამეტრის ამ მნიშვნელობისათვის ორმოს სიღრმე არ აღემატება რამოდენიმე ასეულ eV -ს.

განვიხილოთ ფიზიკური ნუკლონის ელექტრული მუხტის სიმკვრივის გამოსახულება მეზონური თეორიის მიხედვით:

$$\rho^{(N)} = \rho_c^{(N)} + \rho_{\pi}^{(N)}.$$

თუ ჩავთვლით, რომ სიდიდე $\rho_c^{(N)}$, რომელიც ახასიათებს მუხტის განაწილებას ნუკლონის კერწში, ახლოსაა δ -ფუნქციასთან (წერტილოვანი კერწი), შეიძლება დავასკვნათ რომ ნეიტრონისა და პროტონის საშუალო კვადრატული რადიუსები უნდა ემთხვეოდნენ ერთმანეთს, ვინაიდან მუხტურად დამოუკიდებელ π -მეზონურ თეორიაში $\rho_{\pi}^{(n)} = -\rho_{\pi}^{(p)}$.

შრომაში [4] ხაზგასმული იყო, რომ აღნიშნული წინააღმდეგობის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა გავითვალისწინოთ კერწული ნაწილის გართხმულობა, რომელიც ნუკლონ-ანტინუკლონების ვირტუალური წყვილების არსებობის გამო საგრძნობლად უნდა განსხვავდებოდეს δ -ფუნქციისაგან.

მეორე მხრივ, ნეიტრონის ელექტრომაგნიტური გართხმულობის „ჩაქრობაში“ გარკვეული წვლილი უნდა შეიტანონ K -მეზონებმაც, მათი იზოტოპური სტრუქტურის განსაკუთრებულობის გამო [5] და წინასწარ ძნელია იმის თქმა, თუ როგორ ნაწილდება როლები აღნიშნულ ორ ეფექტს შორის.

წინამდებარე შრომა მიზნად ისახავს K -მეზონური ეფექტის გავლენის შეფასებას ნუკლონების ელექტრომაგნიტურ სტრუქტურაზე და მიღებული შედეგების ცდებთან შედარებას.

ვინაიდან ჩვენ ვიყენებთ გამოთვლით ტექნიკას, რომელშიც ნუკლონები დამაგრებულად ითვლებიან [6,7], წყვილების ეფექტის გათვალისწინება შეუძლებელი ხდება. გარდა ამისა, მეზონური ღრუბელი, რომელსაც ჩვენ ვღებულობთ, დამახინჯებულია ფაქტიურ განაწილებასთან შედარებით, ვინაიდან მძიმე ფერმიონების უკუცემა მხედველობაში არ მიიღება. ეს განსაკუთრებით შესამჩნევი ხდება K -მეზონების შემთხვევაში.

იმის ანალოგიურად როგორც ეს გაკეთებულია შრომებში [8,9], შეიძლება შემოვიღოთ ფენომენოლოგიური ფუნქცია $S(r)$, რომელიც დაახასიათებს ნუკლონის კერნის ელექტრული მუხტის გართხმულობას. ასეთ ნახევრად ფენომენოლოგიურ თეორიაში ჩვენ გვექნება კერნის საშუალო კვადრატული რადიუსის შესაბამისი პარამეტრი $\eta_c^{(N)} = \int S(r)r^2 dr$.

K -მეზონური ეფექტი შეიძლება დახასიათდეს სიდიდით

$$\epsilon_{1K}^{(N)} = \frac{1}{6} \int \rho_K^{(N)} r^2 dr,$$

სადაც $\rho_K^{(N)}$ აღნიშნავს K -მეზონური მუხტის სიმკვრივის საშუალო მნიშვნელობას ფიზიკური ნუკლონის მდგომარეობაში.

π -მეზონების ნუკლონებთან ურთიერთქმედების სტატიკურ თეორიაში კერნი ხასიათდება ფორმ-ფაქტორით $K(r)$. იგი გვაძლევს იმ არის ზომას, რომლის ფარგლებშიც შეუძლიათ გამოსხივება და შთანთქმა π -მეზონებს.

ციტირებულ შრომებში დაშვებულია, რომ $S(r) \equiv K(r)$, ე. ი. ითვლება, რომ კერნის ელექტრულ და მეზონურ მუხტებს ერთი და იგივე ეფექტური გართხმულობა აქვთ. მუხტისა და დენის უწყვეტობის მოთხოვნის თვალსაზრისით ეს დაშვება გამართლებულად უნდა ჩაითვალოს.

შეიძლება გვეფიქრა, რომ $N\pi$ -ურთიერთქმედების ზემოაღნიშნული გართხმულობის უშუალო მიზეზს წარმოადგენს π - და K -მეზონებს შორის პირდაპირი კავშირის არსებობა [10]. მაგრამ, თუ ჩავთვლით, რომ K -მეზონები მუხტურად დამოუკიდებლად ურთიერთქმედებენ მხოლოდ უშუალოდ ბარიონებთან, ჩამომჭრელი ფაქტორის შემოღება $N\pi$ ურთიერთქმედებაში შეიძლება მივაწეროთ იმ მინიმალური სიგრძის არსებობას, რომელიც, დამოუკიდებლად K -მეზონებისაგან, ახასიათებს $N+\pi$ სისტემას. თუ მივიღებთ ამ დაშვებას, მაშინ K მეზონების ბარიონებთან ურთიერთქმედების სტატიკურ მიახლოებაში შეიძლება შემოვიღოთ ბარიონების კომპტონის ტალღის საშუალო სიგრძის ზომის მქონე გართხმულობის არე.

სტატიკურ თეორიაში $\epsilon^{(N)}(\vec{q}^2)$ ფუნქციას აქვს სახე

$$\epsilon^{(N)}(\vec{q}^2) = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \epsilon_n^{(N)} \vec{q}^{2n},$$

სადაც

$$\epsilon_n^{(N)} = \frac{1}{(2n+1)!} \int \rho^{(N)} r^{2n} dr. \tag{3}$$

თუ მეზონის ტალღურ ფუნქციას სფერული ტალღების მწკრივად გავშლით, ადვილად ვაჩვენებთ, რომ მეზონური მუხტის სიმკვრივის ოპერატორი ტოლია:

$$\rho_{s,s'} = \frac{e}{2} \sum_{s_1, s_2} \frac{1}{V \omega \omega'} \{ (\omega + \omega') [a_{s_1}^+ a_{s_2}^- - (-1)^{m+m'} b_{s_1}^+ b_{s_2}^-] + (\omega - \omega') [(-1)^{m'} a_{s_1}^+ b_{s_2}^- - (-1)^m a_{s_1}^- b_{s_2}^+] \} \Phi_s \Phi_{s'}^* \tag{4}$$

სადაც a_s და b_s აღნიშნავენ დადებითი და უარყოფითი მეზონების შთანთქმის ოპერატორებს, შესაბამისად, ხოლო

$$\Phi_s = f_e(kr) Y_e^m(\vartheta, \varphi).$$

თუ გამოვიყენებთ (4) ფორმულას, მივიღებთ:

$$\varepsilon_{0M}^{(N)} = e \sum_k \sum_{e,m} F_{em;1}^{(-)N}(k', k) |k' = k, \quad (5)$$

$$\varepsilon_{1M}^{(N)} = \frac{e}{6} \sum_{k,k'} \sum_{e,m} \int f_e(kr) f_e(k'r) r^k dr E_{em}^{(N)}(k', k), \quad (6)$$

სადაც

$$E_{em}^{(N)}(k, k') = \frac{1}{2} \left[\frac{\omega + \omega'}{V\omega\omega'} F_{em;1}^{(-)N}(k, k') + \frac{\omega - \omega'}{V\omega\omega'} G_{em;1}^{(-)N}(k, k') \right],$$

ხოლო

$$F_{em;t}^{(\pm)N}(k, k') = \langle N | d_{kem;t}^+ d_{kem;t} \pm d_{k'em;-t}^+ d_{k'em;-t} | N \rangle,$$

$$G_{em;t}^{(\pm)N}(k, k') = \langle N | d_{kem;t}^+ d_{k'e-m;-t}^+ \pm d_{k'em;t} d_{ke-m;-t} | N \rangle (-1)^m.$$

აქ $|N\rangle$ აღნიშნავს ფიზიკური ნუკლონის მდგომარეობის ვექტორს, $d_{s;1} = a_s$ და $d_{s;-1} = b_s$; შეიძლება აგრეთვე შემოვიღოთ ნეიტრალური მეზონის გაქრობის ოპერატორი $d_{s;0} = c_s$.

აღნიშნოთ აქვე, რომ სიდიდეს

$$\mu_{0M}^{(N)} = \frac{1}{6} \int \langle N | [\vec{r} \times \vec{j}_M]_z | N \rangle d\vec{r},$$

რომელიც ახსიათებს ნუკლონის ანომალურ მაგნიტურ თვისებებს, აქვს შემდეგი სტრუქტურა:

$$\mu_{0M}^{(N)} = \frac{e}{6} \sum_k \sum_{em} \frac{m}{\omega} [F_{em;1}^{(-)N}(k', k) |k' = k + G_{em;1}^{(+)N}(k', k) |k' = k]$$

თუ დაეუბრუნდებით $\varepsilon_{1M}^{(N)}$ -ის გამოსახულებას, ადვილად შეიძლება შევამოწმოთ, რომ მას შემდეგი სახე აქვს

$$\varepsilon_{1M}^{(N)} = -\frac{e}{6} \sum_k \sum_{e,m} D_k^{(e)} E_{em}^{(N)}(k', k) |k' = k, \quad (7)$$

სადაც

$$D_k^{(e)} = \frac{d^2}{dk^2} + \frac{2}{k} \frac{d}{dk} - \frac{l(l+1)}{k^2}.$$

შრომებში [8,9] ჩათვლილი იყო, რომ π -მეზონებსა და ნუკლონებს შორის ურთიერთქმედების ჰამილტონიანს აქვს სახე

$$H_{N\pi} = V 4\pi \frac{f_0}{\mu_\pi} \sum_{\alpha=1}^3 \int K(r) \vec{\sigma} \tau_\alpha \nabla \varphi^\alpha d\vec{r} \quad (8)$$

და ამის საფუძველზე გამოთვლილ იქნა სიდიდეები $\varepsilon_{0\pi}^{(N)}$ და $\varepsilon_{1\pi}^{(N)}$. ვინაიდან ამ მიახლოებაში ნუკლონებთან ურთიერთქმედებენ π -მეზონების P -ტალღები, გვაქვს [7]:

$$\varepsilon_{0\pi}^{(N)} = e \sum_k \sum_m F_{1m,1}^{(-)}(k', k) |_{k' \equiv k} \quad (9)$$

$$\varepsilon_{1\pi}^{(N)} = -\frac{e}{6} \sum_k \sum_m D_k^{(4)} E_{1m}^{(N)}(k', k) |_{k' \equiv k} \quad (10)$$

იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ რიცხვითი ინტეგრება, ინტეგრალები შეიძლება ჩამოვკრათ სიდიდეზე K_{max} , ხოლო სიდიდისათვის $\left(\frac{u'}{u}\right)^2$

ვისარგებლოთ შემდეგი გამოსახულებით: $\left(\frac{u'}{u}\right)^2 = k^2 / K_{max}^2$.

ასეთი წესით მიღებული შედეგი ნაკლებად განსხვავდება იმისაგან, რომელიც მოყვანილია ციტირებულ შრომებში.

თუ უგულებელვყოფთ მრავალმეზონიან მდგომარეობებს, მივიღებთ, რომ $\varepsilon_{0\pi}^{(P)} = -\varepsilon_{0\pi}^{(n)} \approx e \cdot 0,66$, ხოლო $\varepsilon_{1\pi}^{(P)} = -\varepsilon_{1\pi}^{(n)} \approx \frac{e}{6} 0,39 \cdot 10^{-26} \text{cm}^2$ (გადანორმირებული მუდმივა $f^2 = 0,08$).

თუ გამოვიყენებთ $\varepsilon_{0\pi}^{(N)}$ და $\varepsilon_{1\pi}^{(N)}$ პარამეტრების სიდიდეებს და გავითვალისწინებთ კერნის გართხმულობას, რომელზედაც ზემოთ იყო ლაპარაკი, ადვილად მივიღებთ, რომ $r_{rms}^{(P)} = \sqrt{\frac{6}{e} \varepsilon_1^{(P)}} \approx 0,64 \cdot 10^{-13} \text{cm}$.

ამავე დროს, ელექტრონ-ნეიტრონული ურთიერთქმედების ეფექტური ორმოს სიღრმისათვის გვექნება შემდეგი სიდიდე:

$$(-eV_0)_{ch} \approx (-12,8 + 4) \text{KeV} = -8,8 \text{KeV},$$

სადაც მეორე წევრი ახასიათებს კერნის გართხმულობას.

ესოდენ დიდი მნიშვნელობა, რომელიც მიიღება ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედების ორმოსათვის, არ ეთანხმება ცდის მონაცემებს.

თუ დავუბრუნდებით K -მეზონურ ეფექტს, K -მეზონებისა და ბარიონების ურთიერთქმედების ჰამილტონიანი შეიძლება ავირჩიოთ შემდეგი სახით:

$$H_{BK}(x) = \sqrt{4\pi} g_0 \sum_{r=1}^2 [\bar{\psi}_B \tau^r (BK_1) \psi_B \chi_{K_1}^r + \bar{\psi}_B \tau^r (BK_2) \psi_B \chi_{K_2}^r] + h.c. \quad (11)$$

სადაც K -მეზონებისა და ბარიონების ტალღური ფუნქციებისათვის მიღებულია შემდეგი წარმოდგენა:

$$\psi_B = \begin{pmatrix} \psi_N \\ \psi_\Lambda \\ \psi_\Sigma \\ \psi_\Xi \end{pmatrix}, \quad \chi_{K_1} = \begin{pmatrix} \chi_{K^+} \\ \chi_{K^0} \end{pmatrix}, \quad \chi_{K_2} = \begin{pmatrix} \chi_{K^0} \\ \chi_{K^-} \end{pmatrix}.$$



ჩვენ ვთვლით, რომ ბარიონების ნებისმიერი წყვილების შინაგანი ლუწობები ერთმანეთს ემთხვევიან, ხოლო K -მეზონებს აქვთ π -მეზონების საწინააღმდეგო ლუწობა.

საჭიროა ხაზი გაესვას იმ გარემოებას, რომ დადებითი და უარყოფითი K -მეზონები მიეკუთვნებიან სხვადასხვა იზოტოპურ ღუბლებებს [11]. სწორედ ეს განაპირობებს K -მეზონური ღრუბლის განსაკუთრებულ თვისებებს.

თუ მოვითხოვთ (11) ურთიერთქმედების მუხტურად დამოუკიდებლობას, $\tau^r(BK)$ მატრიცებს შემდეგი პირობების შესრულება მოეთხოვება [12]:

$$\tau_{\alpha\beta}^r(BK) D_{r,p}^i(1/2) = D_{\alpha r}^i(B) \tau_{\beta\alpha}^p(BK) - \tau_{\alpha r}^p(BK) D_{\beta\alpha}^i(B), \quad (12)$$

სადაც D^i წარმოადგენენ იზოტოპურ სივრცეში უსასრულოდ მცირე მობრუნების მატრიცებს.

თუ (12) თანაფარდობების შესრულებასთან ერთად მოვითხოვთ გრადიენტულ ინვარიანტობასაც (მუხტის შენახვას), მაშინ გელმანის შერჩევის წესები ავტომატურად დაკმაყოფილებულ იქნება.

$\tau^r(BK)$ მატრიცების ცხადი სახე ჩვენ არ მოგვეყავს. შემდეგში ჩათვლილია რომ ΔK - და ΣK -ურთიერთქმედებებს ბმის ერთი და იგივე ნულმიწვები გააჩნიათ.

სტატიკურ მიახლოებაში დამუხტული K -მეზონების ბარიონებთან ურთიერთქმედების ჰამილტონიანს აქვს სახე:

$$H_{BK}^{ch} = \sum_{k,t=\pm 1} (V_{k,t} d_{koc,t} + V_{k,t}^+ d_{koc,t}^+), \quad (13)$$

სადაც

$$V_{k,t} = g_0 \frac{v(k)}{\sqrt{2\omega}} \tau_t(BK).$$

აქ $\tau_{+1}(BK) = \tau^1(BK_1)$, $\tau_{-1}(BK) = \tau^2(BK_2)$, ხოლო $v(k) = 4\pi \int K(r) f_0(kr) r^2 dr$.

ვინაიდან (13) ურთიერთქმედების დროს ბარიონებთან დაკავშირებული არიან K -მეზონების მხოლოდ S -ტალღები, ამიტომ

$$\epsilon_{oK}^{(N)} = e \sum_K F_{o;1}^{(N)}(k',k) |_{k'=k}, \quad (14)$$

$$\epsilon_{iK}^{(N)} = -\frac{e}{6} \sum_K D_{ki}^{(o)} E_{oc}^{(N)}(k'k) |_{k'=k}. \quad (15)$$

ადვილია იმის ჩვენება, რომ

$$\epsilon_{oK}^{(N)} = e \sum_{\nu} \sum_K \frac{1}{(E_{\nu} + \omega)^2} \left\{ |T_{-1}^{(N)}(k, \nu)|^2 - |T_{+1}^{(N)}(k, \nu)|^2 \right\}, \quad (16)$$

$$\epsilon_{iK}^{(N)} = \frac{e}{6} \sum_{\nu} \sum_K \bar{U}(\omega, E_{\nu}) \left\{ |T_{-1}^{(N)}(k, \nu)|^2 - |T_{+1}^{(N)}(k, \nu)|^2 \right\}, \quad (17)$$

სადაც წონითი ფუნქცია

$$\bar{U}(\omega, E_{\nu}) = \left\{ \left(\frac{k^2 + 3\mu_k^2}{2\omega^4} - \frac{k^2 + 2\mu_k^2}{k\omega^2} \frac{\omega'}{\omega} - \frac{\omega''}{\omega} \right) \frac{1}{(\omega + E_{\nu})^2} + \left(\frac{k^2 + 3\mu_k^2}{\omega^3} + \frac{2k}{\omega} \frac{\omega'}{\omega} \right) \frac{1}{(\omega + E_{\nu})^3} - \frac{2k^2}{\omega^2} \frac{1}{(\omega + E_{\nu})^4} \right\}.$$

ისევე, როგორც π -მეზონების შემთხვევაში, წევრი $\sum_{\nu=0}^{\infty}$ შეიძლება ზუსტად იქნეს გამოთვლილი. თუ ჯამიდან ინტეგრალზე გადავალოთ და ინტეგრების ზემოაღნიშნულ ხერხს გამოვიყენებთ, გვექნება (1):

$$\varepsilon_{0K}^{(P)} = e \frac{2}{\pi} g^2 \beta_{11}(\xi_0) + \sum_{\nu>0}^{\infty}, \quad (18)$$

$$\varepsilon_{1K}^{(P)} = \frac{e}{6} \frac{2}{\pi} \left(\frac{g}{\mu_K} \right)^2 \left\{ \left[\frac{9}{2} \beta_{13}(\xi_0) - \frac{1}{2} \beta_{23}(\xi_0) \right] + \xi_0^{-4} \beta_{21}(\xi_0) \right\} + \sum_{\nu>0}^{\infty}, \quad (19)$$

სადაც

$$\beta_{pq}(x) = \int \frac{x^{2p} dx}{(x^2 + 1)^{q+\frac{1}{2}}},$$

ხოლო g აღნიშნავს K -მეზონებისა და ბარიონების ურთიერთქმედების გადანორმირებულ მუდმივას $\left(\xi_0 = \frac{2+3}{2} \right)$.

ის წევრები, რომლებიც შეესაბამებიან მდგომარეობებს $\nu > 0$, შეიძლება გამოსახულ იქნენ K -მეზონების ნუკლონებზე გაბნევის სრული კვთების საშუალებით. როგორც ნაჩვენებია შრომაში [7], π -მეზონების შემთხვევაში ამ წევრებს მცირე შესწორების ხასიათი აქვთ.

თუ უგულებელვყობთ ზემოაღნიშნულ მრავალმეზონიან მდგომარეობებს, ინტეგრების შედეგად შემდეგს ვღებულობთ:

$$\varepsilon_{0K}^{(P)} = \varepsilon_{0K}^{(n)} \approx e \cdot 0,43 \cdot g^2,$$

$$\varepsilon_{1K}^{(P)} = \varepsilon_{1K}^{(n)} \approx \frac{e}{6} 0,05 g^2 \cdot 10^{-26} \text{cm}^2.$$

ამ სიდიდეების ცდებთან შედარების მიზნით განვიხილოთ $\varepsilon_1^{(N)}$ პარამეტრის გამოსახულებები:

$$\varepsilon_1^{(P)} = \frac{e}{6} \left(1 - \frac{\varepsilon_{0\pi}^{(P)} + \varepsilon_{0K}^{(P)}}{e} \right) \eta_c^{(B)} + \varepsilon_{1\pi}^{(P)} + \varepsilon_{1K}^{(P)}, \quad (20)$$

$$\varepsilon_1^{(n)} = \frac{e}{6} \left(\frac{\varepsilon_{0\pi}^{(P)} - \varepsilon_{0K}^{(n)}}{e} \right) \eta_c^{(B)} - \varepsilon_{1\pi}^{(P)} + \varepsilon_{1K}^{(n)}, \quad (21)$$

რომლებიც ფიზიკური ნუკლონის სრული მუხტის ნორმირების გათვალისწინებით არიან მიღებულნი.

თუ $\eta_c^{(B)}$ პარამეტრისათვის გამოვიყენებთ სიდიდეს $0,15 \cdot 10^{-26} \text{cm}^2$, პროტონებზე ჩატარებულ ცდებთან კარგი თანხმობის მისაღებად საკმარისია დაეუშვათ, რომ $g^2 \approx 0,8$. მაშინ ელექტრონ-ნეიტრონული ურთიერთქმედებისათვის გვექნება: $(-eV_0)_{ch} \approx -10 \text{KeV}$. ამ შემთხვევაში კერძული წვლილი უმნიშვნელოა უარყოფითი Σ -ჰიპერონის თანდასწრების გამო. g -მუდმივას შემეცირებისას სიდიდე $(V_0)_{ch}$ იზრდება.

(1) სიმარტივისათვის ბარიონების მასათა სხვაობა უგულებელყოფილია.

თავისთავად ცხადია, რომ, თუ ჰიპერონებისა და K -მეზონების შინაგანი ლუწობებისათვის რაიმე სხვა დაშვებებს გავაკეთებთ, შედეგებიც სხვა გვექნება. გარდა ამისა, ΛK და ΣK ურთიერთქმედებების ფარდობითი წვლილის სწორ შერჩევას დიდი მნიშვნელობა აქვს. თუმცა, $g_{\Lambda K}/g_{\Sigma K}$ ფარდობის მეტ-ნაკლებად გამართლებული სიდიდისათვის ცდასთან დამაკმაყოფილებელი თანხმობის მიღება, როგორც ჩანს, ძნელი იქნება. იმ შემთხვევაში, თუ უკუცემის გათვალისწინებამ საგრძნობლად არ შეცვალა შედეგები, იძულებული ვიქნებით დავასკვნათ, რომ ნუკლონ-ანტინუკლონური წყვილების ეფექტები დიდ გავლენას ახდენენ ნუკლონების ელექტრომაგნიტურ თვისებებზე. თუმცა გამორიცხული არ არის კერნის რაიმე სპეციალური მოდელირება.

დასასრულს ავტორი მადლობას უცხადებს დოც. მ. მირიანაშვილს შრომისადმი ყურადღებისათვის.

თბილისის სტალინის სახელობის
 სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. R. Hofstadter. *Revs. Modern Phys.* **28**, 214, 1956.
2. Melkonian et al. *Bull. Am. Phys. Soc. Ser. II*, **1**, 62, 1956.
3. Foldy. *Phys. Rev.* **83**, 688, 1951.
4. Т а м м. *ЖЭТФ*, **32**, 178, 1957.
5. Sandri. *Phys. Rev.* **101**, 1616, 1956.
6. Miyazawa. *Phys. Rev.* **101**, 1564, 1956.
7. Treiman a. Sachs. *Phys. Rev.* **103**, 435, 1956.
8. Salzman. *Phys. Rev.* **99**, 973, 1955.
9. Salzman. *Phys. Rev.* **105**, 1076, 1957.
10. Б л о х и н ц е в. *ЖЭТФ*, **29**, 33, 1955.
11. Г е л л - М а н и. Доклад на конференции в Пизе, 1955.
12. Utiyama. *Phys. Rev.* **100**, 248, 1955.

გეოგრაფია

ა. ბალაზუშვილი, მ. გვინიაშვილი, ე. ჯაფარიძე

ქ. თბილისის ჰაერის გამტვერიანების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 29.3.1957)

ამ შრომას საფუძვლად დაედვა დაკვირვებათა შედეგები, რაც ჩატარდა საქართველოს სსრ ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს სამეცნიერო-კვლევითი სანიტარული ინსტიტუტის მიერ. დაკვირვებათა მეტეოროლოგიური ანალიზი გაკეთებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ატმოსფეროს ფიზიკის ლაბორატორიაში.

დაკვირვებები მოეწყო ქალაქის სხვადასხვა ნაწილში მდებარე 15 ადგილას. წინამდებარე წერილში მოყვანილია ანალიზის შედეგები ყველაზე უფრო დამახასიათებელ 6 პუნქტის მიხედვით, სადაც დაკვირვებას უფრო სისტემატური ხასიათი ჰქონდა და იგი ტარდებოდა 5 წლის (1948—1953) განმავლობაში.

დაკვირვებათა 1 პუნქტი ესაა ბოტანიკური ბაღის ტერიტორია (65 ჰექტარი ფართობის მწვანე მასივი ქალაქის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში); მე-2 პუნქტი — კიროვის სახელობის რაიონი (ქალაქის ძველი ნაწილი მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე); მე-3 პუნქტი — სტალინის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ტერიტორია; მე-4 პუნქტი — ლენინის სახელობის რაიონი (შავისტრალის, საბჭოთა და ხუდადოვის ქუჩების ჯვარედინზე); მე-5 პუნქტი — მეტეოროლოგიური სადგურის ტერიტორია (პლეხანოვის პროსპექტზე, მცირე სართულიანი ნაგებობებით საცხოვრებელ ზონაში); მე-6 პუნქტი — პუშკინის, ბარათაშვილისა და საკოლმეურნეო-სატრანზიტო ქუჩების ჯვარედინზე (ქალაქის ერთ-ერთი ყველაზე მეტად გამოცოცხლებული ადგილი, სადაც ავტოტრანსპორტის მოძრაობა ინტენსიურია).

მუშაობა ტარდებოდა სელიმენტაციური (ქილა-დალეჩკის) მეთოდით. დისტირირებული წყლით სავსე თავლია მინის ქილები: იდგმებოდა მიწის ზედაპირიდან 3—4 მეტრის სიმაღლეზე. 10 დღეში ერთხელ ქილები ახლებით იცვლებოდა. წარმოებდა ქილების შიგარსის გაფილტვრა. ვარკვევდით მინერალური და ორგანული ნაწილების რაოდენობას.

ანალიზის შედეგები ილუსტრირებულია თანდართულ ცხრილსა და ნახაზში (იხ. ცხრილი 1 და ნახ. 1).

ქ. თბილისის გამტვერიანების წყარო მეტად მრავალნაირია: კვამლი სათბობი გაწყობილებებიდან, ინდუსტრიულ და საცხოვრებელ ნაგებობათაგან, ქუჩებში ამღვარი და ქალაქში გარედან შემოტანილი მტვერი.

ყველაზე არსებით მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს, რომლებიც გამტვერიანების ინტენსივობაზე გავლენას ახდენენ, წარმოადგენენ: ქარი, ნალექები და თერმული ინვერსიები.

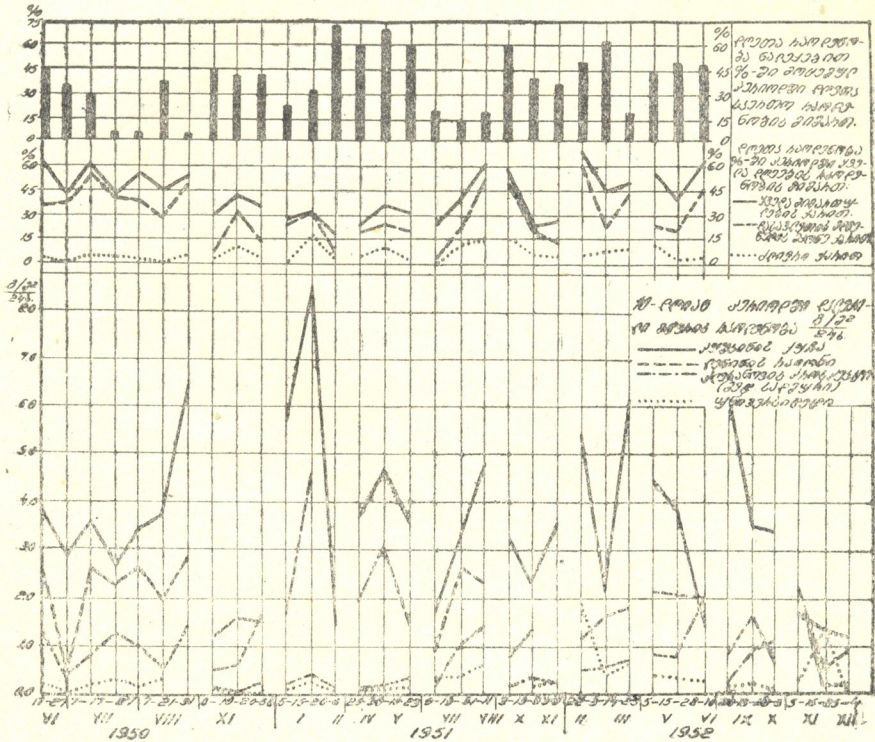
ცხრილი 1

დაღეპილი მტერის საშუალო წლიური და სეზონური რაოდენობა (გ/მ²-ში 24 საათის განმავლობაში) და მასში ნაცროვანი და ორგანული ნაწილების შეფარდება (ნაც/ორგ. %/%-ით)

დაკვირვების პუნქტის დასახელება	გახაფხული		ზაფხული		შემოდგომა		ზამთარი		წელიწადი	
	გ/მ ²	%/წ ნაც/ორგ.	გ/მ ²	%/წ ნაც/ორგ.	გ/მ ²	%/წ ნაც/ორგ.	გ/მ ²	%/წ ნაც/ორგ.	გ/მ ²	%/წ ნაც/ორგ.
ბოტანიკური ბაღი	0,36	49/51	0,76	43/57	0,40	51/49	0,36	65/35	0,47	52/48
პეტრიწის მოედანი	0,76	80/20	1,25	72/28	0,65	60/40	0,56	66/34	0,80	70/30
ი. სტალინის სახელობის სახ. უნი- ვერსიტეტის ტერიტორია	0,40	49/51	0,33	75/25	0,27	49/51	0,20	58/42	0,30	58/42
პლენანოვის პროსპექტი (მეტეო- როლ. სადგური)	0,50	86/14	1,16	90/10	0,38	65/35	0,33	73/27	0,59	79/21
ლენინის სახ. რაიონი	2,59	79/21	1,88	80/20	0,97	55/45	1,95	60/40	1,85	69/31
პუშკინის ქუჩა	3,67	85/15	3,55	83/17	2,60	57/43	3,56	78/22	3,35	76/24
საშუალო ყველა პუნქტის მიხედ- ვით	1,38	71/29	1,49	74/26	0,88	56/44	1,16	67/33	1,23	67/33

ა. ბილიბუფი, მ. გეგონდიაძე, ე. ჯიფარაძე

უკანასკნელ მოვლენას თბილისის პირობებში (რომელიც მიღებარეობს შუა ბარში) ადგილი აქვს ძლიერ ხშირად, თითქმის ყოველ მყუდრო ღამეში და განსაკუთრებით ინტენსიურად წლის ცივ პერიოდში, როცა ეს თერმული ინვერსია ამინდის მხრით ხელშემწყობ პირობებში შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე დღე-ღამის განმავლობაში.



ნახ. 1

ინვერსიის არსებობის შემთხვევაში მთელი მტვერი, როგორც დედამიწის ზედაბირიდან ამდგარი, ისე სათბობ მოწყობილობების კვამლიდან დალექილი, ქალაქის ფარგლებში გროვდება.

ამ მტვრის ნაწილაკები კონდენსაციის ბირთვს წარმოადგენენ. ამის შედეგად მტვრის დაგროვების ზონაში ჩნდება სქელი ნისლი, ბარის მთელ სიგრძეზე გაწოლილი ფენის სახით და ამ ფენის მაღლა მკვეთრი შეკვეცილი. მტვრის ნაწილაკების შემცველი ნისლის სიმძლავრე ჩვეულებრივ 200—300 მეტრს არ აღემატება და, ამრიგად, ქალაქის ზედა, მაღალი ნაწილები ხშირად ამ ფენის ზევით აღმოჩნდება ხოლმე.

როგორც დამატებითი შედეგი ამ მოვლენისა, წარმოიშობა განათებულობისა და მზის რადიაციის მკვეთრი დაცემა.

აღწერილი მოვლენა საზღვარგარეთულ ლიტერატურაში ცნობილია „სმოვის“ ტერმინით. მისი უარყოფითი ჰიგიენური მნიშვნელობა მეტად დიდია.

იმისათვის, რომ მეტეოროლოგიური მონაცემები მტვრის დალექვის მონაცემებთან შეგვედარებია, მაჩვენებლები აღებულ იქნა შემდეგი წესით: თითო-

ეული ათღლიურისათვის შევაჯამეთ შემთხვევათა რიცხვი (დაკვირვებათა ვადები), რომელთაც ქარები ახასიათებდათ. შემდეგ შეჯამებულ იქნა ასეთ შემთხვევათა რიცხვი ჩრდილო და ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებათა დროს (რამდენადაც ეს მიმართულებები, რომელთაც მნიშვნელოვანი სიჩქარეები ახასიათებთ, ძლიერ უწყობენ ხელს ქალაქის გამტკვერიაუნებას). ბოლოს, შემთხვევათა ამ უკანასკნელი კატეგორიის რიცხვიდან შერჩეულ და შეჯამებულ იქნა ქარები დიდი სისწრაფისა (9 მ/სეკ. და უფრო მეტი). ასეთივე წესით ჯამდებოდა ნალექების დაკვირვების შემთხვევათა რიცხვი (ვადები) ცალკეული ათღლიურების განმავლობაში. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მონაცემი შეფარდებულ იქნა პროცენტობით დაკვირვებათა (ვადების) საერთო რიცხვთან თითოეულ ათღლიურ მონაკვეთში.

დართული გრაფიკის განხილვა გვიჩვენებს, რომ დალექილი მტვრის რაოდენობასა და ქარის, აგრეთვე ნალექების რეჟიმს შორის არსებობს მკაფიოდ გამოხატული დამოკიდებულება. ეს ჩანს ქარის შემთხვევათა განმეორების მრუდებზეც, მაგრამ განსაკუთრებით კარგად ჩანს იგი ძლიერი ქარების მსვლელობის მრუდზე.

დამტკვერიაუნების შემცირების მხრივ მნიშვნელოვანი კორექტივი შეაქვთ ნალექებს. რაც კარგად ჩანს, მაგალითად, პუშკინის ქუჩაზე მოთავსებულ პუნქტში 1952 წლის 14—25 მარტისა და 5—15 მაისის პერიოდის მრუდების შედარებისას.

არსებითი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე საერთო სეზონურ პირობებსაც. ყველაზე ინტენსიური დამტკვერიაუნება ხდება, მშრალ თვეებში, თბილისის პირობებში ასეთს ვაზაფხულისა და ზაფხულის თვეები წარმოადგენენ.

მტვრის ნაცროვანი და ორგანული კომპონენტების შეფარდებათა შედეგების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გამოვიტანოთ ზოგიერთი სრულიად გარკვეული დასკვნა. ორგანული მტვრის შემცველობის კარგად გამოსახული მაქსიმუმი აღინიშნება შემოდგომის პერიოდში, რაც წარმოადგენს სამი ფაქტორის გავლენის შედეგს: ქარების უმცირესი ინტენსივობის, ინვერსიის მოვლენათა ყველაზე მეტი სიხშირისა (ამ სეზონში) და გათბობის პერიოდის დაწყებისას ქარების შემდგომი გაძლიერებისა და ინვერსიის წარმოშობის შემთხვევათა შემცირების დროს მომდევნო ზამთრის სეზონში კვამლის ნაწილაკების მნიშვნელოვანი ნაწილი უკვე გაიტანება ხოლმე ქალაქის ფარგლებს იქით. ვაზაფხულისა და ზაფხულის სეზონში მინერალური ფრაქციის მეტი სიჭარბე, ბუნებრივია, აიხსნება ქარების მნიშვნელოვანი გაძლიერებით, რომლებსაც კვამლით დამტკვერიაუნება ქალაქის ფარგლებს იქით გააქვთ, დედამიწის ზედაპირის გამშრობით და საცხოვრებელი სახლების სათბობ მოწყობილობათა მუშაობის შეწყვეტით.

ზოგიერთ გამონაკლისს გვიჩვენებს ბოტანიკური ბაღი, სადაც ორგანული მტვერი მაქსიმუმს აღწევს ვაზაფხულისა და ზაფხულის სეზონებში.

ქ. თბილისის მდებარეობის ტოპოგრაფიული თავისებურება მეტად მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ქალაქის მტვრის რეჟიმზე და ამ მტვრის განაწილებაზე ქალაქის ცალკეულ რაიონებში. მაგრამ არის ქარის ნაკადიდან დაცული უბნები, სადაც მტვრის ნაწილაკების დალექვა ინტენსიურად ხდება იმ უბნებთან შედარებით, რომელთაც კარგი ჰაერის ვენტილაცია აქვთ.

ჰიგიენური მხრით ხელსაყრელი პირობები შეიმჩნევა იმ უბნებში, სადაც მწვანე ნარგავები კარგად არის განვითარებული, აგრეთვე სადაც ქუჩების, მოედნებისა და სხვა ცარიელი ადგილების ზედაპირი უზრუნველყოფილია სათანადო დასუფთავებითა და მორწყვით. ბუნებრივია, რომ ასეთი რაიონების დალექილი მტვერით დამტკვერიაუნება ბევრად ნაკლებია, ვიდრე სხვა რაიონებისა.

ასეთი რაიონების რიცხვს მიეკუთვნება ი. სტალინის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პარკის ტერიტორია, სადაც წლის ყველა სეზონში აღინიშნება უდიდესი რაოდენობა შემთხვევებისა სუფთა და სუსტად გამტვერია-ნებული პაერთ. საშუალოდ წლის განმავლობაში (88% დღეებისა) — 0,6 გ/მ² ნაკლები. მტვერი დღე-ღამეში.

რამდენადმე მეტად გაბინძურებულია რაიონები ქალაქის შიგნით, მაგრამ უფრო დამორბეული ცენტრალური ნაწილებიდან და დიდი ქუჩებიდან, ე. ი: ის ადგილები, სადაც მოძრაობა ნაკლებად არის განვითარებული. მათ მიეკუთვნებიან მეტეოროლოგიური სადგურის რაიონები — პლენანოვის პროსპექტი და პეტრიწის მოედანი, სადაც თითქმის ერთნაირად მეორდება გამტვერიანების მხრით ხელსაყრელი და არახელსაყრელი შემთხვევები.

მეტად მძიმე პირობებში იმყოფება რაიონები, სადაც მოძრაობა ინტენსიურია. ამას მიეკუთვნება ლენინის რაიონი და პუშკინის ქუჩა. ლენინის რაიონში, უეჭველია, გამტვერიანებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ინდუსტრიული წყაროები და აგრეთვე ქარების მიერ გარედან შემოტანილი მტვერი, ვინაიდან აქ ხშირია ჩრდილო-დასავლეთისა და დასავლეთის ქარები; მტვრის რაოდენობა აქ 0,6 გ/მ² მეტია დღე-ღამეში (დიდად ჭარბობს წლის ყველა სეზონში, მერყეობს გაზაფხულსა და ზამთარში 88%-დან 100%-მდე შემოდგომით). პუშკინის ქუჩამ, სადაც განსაკუთრებული მოძრაობის პირობებია და ნაწილობრივ ადგილი აქვს ინვერსიის მოვლენებს წლის ცივანახევარში, ქვედა ზონაში მდებარეობის გამო, დიდი გამტვერიანება მოგვცა ყველა სეზონში, სახელობრ 100% დღე 0,6 გ/მ² მეტი დღე-ღამეში.

მთლიანად ქალაქისათვის ყველაზე უფრო ხელსაყრელი პირობები აღინიშნება ზამთარში (59% მტვერის რაოდენობა 0,6 გ/მ² დღე-ღამეში და შემოდგომაზე (სათანადოდ 57%), ხოლო არახელსაყრელ პირობებს ადგილი აქვთ გაზაფხულზე (45%) და, განსაკუთრებით, ზაფხულში (29%).

დასკვნები

1. მტვრის წარმომშობ ფაქტორებისაგან ქ. თბილისის დასაცავ პრაქტიკულ ღონისძიებათა გამომუშავების დროს აუცილებლად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ადგილის რელიეფი.

2. მტვერსაცავი ღონისძიებანი უნდა ჭარბობდეს ქარსაცავ ღონისძიებებს.

3. მტვრის ნაბუქვების წინააღმდეგ ბრძოლა პირველ რიგში მიმართული უნდა იყოს იქითკენ, რომ ქალაქი დაცულ იქნეს გარემომდებარე მთებიდან მტვრის შემოტანისაგან დიდი ქარების დროს. ეს ღონისძიება უნდა გამოიხატოს მაღლობ ფერდობების მცენარეულობით მაქსიმალურ გამწვანებაში ბუჩქნარი ნარგავებისა და ბალახოვანი საფარველის სახით, რომლებიც იცავენ ნიადაგს ეროზიისაგან და ამცირებენ მტვრის წარმომშობ ზედაპირს.

4. საჭიროა ქალაქის გასუფთავების პროცესების მაქსიმალური მექანიზაცია, რისთვისაც ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული თანამედროვე სანიტარული ტექნიკის მიღწევები, სარეცხ-სარწყავი და საგველი მანქანები.

5. მოედნებისა და ქუჩების დაგვის პრაქტიკაში არსებული წესი, აგრეთვე ქალაქის კეთილმოწყობის სამუშაოებთან დაკავშირებული მშენებლობის ნაგვის ხანგრძლივი დაგროვება, უეჭველია დიდად უწყობს ხელს ქალაქის გამტვერია-ნების გადიდებას.

6. ქალაქის რეკონსტრუქციის გეგმით გათვალისწინებული ცალკეული სამრეწველო საწარმოს ქალაქის ტერიტორიის გარეთ გადატანამ, საწარმოო დაწესებულებათა საკვამლო მიწების აირის, კვამლისა და ნაცრის მჭერებით

უზრუნველყოფამ დადებითად უნდა იმოქმედოს ქალაქის ატმოსფერული ჰაერის გამტვერიანების შემცირებაზე.

7. ქ. თბილისის რეკონსტრუქციის გეგმით დასახული მწვანე ნარგავების ფართობის გადიდება უნდა მოხდეს ძირითადად მსხვილი მწვანე მასივების განვითარების ხარჯზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

საქართველოს სსრ სამეცნიერო-
 კვლევითი სანიტარული
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.3.1957)

ჰიმიდი

მ. ნანობაშვილი, ნ. შელია, ლ. იმანიძე

თალიუმის სულფიდის წარმოქმნის რეაქციის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 9.3.1957)

თალიუმის სულფიდის წარმოქმნის რეაქციის შესწავლას როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

შრომაში შესწავლილია თალიუმის სულფიდის წარმოქმნის რეაქცია ხსნადობის, ელგამტარობის, pH-ის და ნალექის მოცულობის განსაზღვრის მეთოდებით, ამ რეაქციის ანალიზურ პრაქტიკაში გამოყენების მიზნით და ამასთანავე ბუნებაში თალიუმის სულფიდის წარმოქმნის პროცესების მოდელირების თვალთახედვით [1]. ქვემოთ ცალკალკე მოყვანილია სხვადასხვა სისტემების შესწავლისას მიღებული შედეგები.

1. სისტემა $TlNO_3-Na_2S-H_2O$

ხსნადობის ელექტროგამტარობისა და pH-ის გაზომვის მეთოდები

სისტემა $TlNO_3-Na_2S-H_2O$ -ის შესწავლისას იხმარებოდა 0,1M $TlNO_3$ და Na_2S -ის ხსნარები. თალიუმის რაოდენობა როგორც ფილტრატში, ისე ნალექში და $TlNO_3$ ია ხსნარის ტიტრის დადგენა ხდებოდა წონითი მეთოდით, თალიუმის TlJ სახით განსაზღვრის საშუალებით. Na_2S -ის ხსნარის ტიტრის დადგენა და სულფიდური გოგირდის განსაზღვრა ხდებოდა ბრომით სულფატურ გოგირდად დაქანვით და უკანასკნელის დალექვით გოგირდმჟავაბარიუმის სახით.

სისტემის $TlNO_3-Na_2S-H_2O$ ხსნადობის მეთოდით შესასწავლად 20 მლ 0,1M $TlNO_3$ -ის ხსნარს ემატებოდა წყლის და 0,1M Na_2S -ის ხსნარის მზარდი რაოდენობა ისეთი ანგარიშით, რომ $TlNO_3$ -ის მოლარობა 0,02M-ის ტოლი ყოფილიყო.

გამოსავალ ნარევებში $Na_2S/TlNO_3$ -ის თანაფარდობა იცვლებოდა 0,2-დან 6-ის ფარგლებში. მიღებული ნარევები ინჯღრეოდა, თავსდებოდა თერმოსტატში $25^{\circ}C$ -ზე, ხოლო შემდეგ იფილტრებოდა. ფილტრატებსა და ნალექებში ისაზღვრებოდა თალიუმი და გოგირდი ზემოთ აღნიშნული მეთოდების მიხედვით. პარალელურად იზომებოდა ფილტრატების ელგამტარობა და pH.

$TlNO_3-Na_2S-H_2O$ სისტემის შესწავლისას მიღებული შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში. ხსნადობის მეთოდით მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ თალიუმის სულფიდის წარმოქმნის რეაქცია pH-ის და $Na_2S/TlNO_3$ -ის თანაფარდობების ფართო ინტერვალში მიმდინარეობს და ყველა შემთხვევაში თალიუმის სულფიდი მიიღება Tl_2S -ის შედეგნილობით.



ცხრილი 1

სისტემა $TiNO_3-Na_2S-H_2O$ -ის გამოკვლევა ხსნადობის, ელგამტარობისა და pH მეთოდით ($TiNO_3$ -ის კონც. გამოსავალ ნარევი 20.10² მოლ/ლ სისტემის საერთო მოცულობა 100 მლ)

Na ₂ S/TiNO ₃ გამოსავალ ნარევი	მიღებულია				S/Ti		ხვედრითი ელექტ- როვამტარობა $\Omega^{-1}cm^{-1}$ 10 ²	PH
	Ti მოლ/ლ 10 ³		S მოლ/ლ 10 ³		ფილტრა- ტიდან	ნალექიდან		
	ნალექში	ფილტრა- ტში	ნალექში	ფილტრა- ტში				
0,2	3,47	16,39	2,15	არაა	0,60	0,60	2,69	9,9
0,4	7,38	12,49	4,27	"	0,58	0,61	2,67	10,29
0,6	11,30	8,27	6,42	"	0,56	0,59	2,63	10,01
0,8	15,08	5,13	8,14	"	0,53	0,62	0,76	10,43
1,15	18,10	1,59	9,79	"	0,59	0,63	2,93	10,75
3,5	19,59	არ არის	10,89	24,91	0,53	0,51	9,15	11,62
4,0	19,67	"	11,17	31,17	0,51	0,49	10,88	11,56
4,6	19,57	"	10,27	36,56	0,52	0,51	12,11	11,42
5,8	19,58	"	10,41	48,72	0,53	0,49	13,33	11,78

ნალექის მოცულობის განსაზღვრის მეთოდი

სისტემის $TiNO_3-Na_2S-H_2O$ შესწავლა ხდებოდა ნალექის მოცულობის განსაზღვრის მეთოდით $Na_2S/TiNO_3$ -ის თანაფარდობათა 0,1-დან 4-მდე ცვალებადობის ფარგლებში.

ამ მიზნით 25 მლ-ის მოცულობის ცილინდრებში თავსდებოდა შესწავლილი მარილის, წყლისა და ნატრიუმის სულფიდის განსაზღვრული რაოდენობა ისე, რომ ნარევის მთელი მოცულობა 25 მლ-ის ტოლი იყო. ცილინდრები მჭიდროდ იხურებოდა, ხსნარები ერთმანეთს ერეოდა და მცირეოდენი დაყოვნების შემდეგ ხდებოდა ნალექის მოცულობის ათვლა.

სისტემის $TiNO_3-Na_2S-H_2O$ მოცულობის განსაზღვრის მეთოდით შესწავლისას მიღებული შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში. ეს მონაცემები გვიჩვენებს, რომ, როდესაც $Na_2S/TiNO_3$ -ის თანაფარდობა 1-ის ტოლია, ნალექის მაქსიმალური რაოდენობა მიიღება.

აქედან გამომდინარეობს, რომ აღნიშნულ პირობებში წარმოიქმნება მხოლოდ ერთი შენაერთი Ti_2S .

2. სისტემა $CH_3COOTi-Na_2S-H_2O$

ხსნადობის ელექტროვამტარობისა და pH-ის გაზომვის მეთოდები

სისტემა $CH_3COOTi-Na_2S-H_2O$ ისწავლებოდა ხსნადობის ცნობილი მეთოდის გამოყენებით. სამუშაო ხსნარებად იხმარებოდა 0,1M CH_3COOTi და Na_2S -ის ხსნარები.

აღნიშნული სისტემის განსაზღვრისას მიღებული შედეგები, რომლებიც მოცემულია მე-3 ცხრილში, გვიჩვენებს, რომ რეაქციის მიმდინარეობისას მიიღება თალიუმის ნორმალური სულფიდი-- Ti_2S .

სისტემა $TiNO_3-Na_2S-H_2O$ -ის გამოკვლევა ნალექის მოცულობის გაზომვის მეთოდით (11NO₃-ის კონცენტრაცია გამოსავალ ნარევეში $1.0 \cdot 10^{-2}$ მოლ/ლ სისტემის საერთო მოცულობა 2ა მლ)

ცხრილი 2

№№ რიგ.	Na ₂ S/TiNO ₃ გამოსავალ ნარევეში	ნალექის მოცულობა დროში				
		3 წუთი	15 წუთი	1 საათი	3 საათი	24 საათი
1	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
2	0,6	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9
3	0,8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
4	1,0	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
5	1,2	კოლოიდური		ხსნარი		
6	1,6	"	"	"	"	"
7	1,4	"	"	"	"	"
8	2,0	"	"	"	"	"
9	3,0	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
10	4,0	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2

ნალექის მოცულობის განსაზღვრის მეთოდი

სისტემის $CH_3COOTi-Na_2S-H_2O$ შესწავლა მოცულობის განსაზღვრის მეთოდით ხდებოდა Na_2S/CH_3COOTi -ის თანაფარდობათა 0,1-დან 3-მდე ცვალებადობის ფარგლებში.

მოცულობის განსაზღვრის მეთოდის გამოყენებით მიღებული შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში. მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნალექის მაქსიმალური რაოდენობა მიიღება მაშინ, როდესაც Na_2S/CH_3COOTi -ის თანაფარდობა უდრის 1-ს, რის შემდეგ ნალექი პეპტიზაციას განიცდის და კოლოიდური ხსნარი წარმოიქმნება.

ცხრილი 3

სისტემა $CH_3COOTi-Na_2S-H_2O$ -ის გამოკვლევა ხსნადობის, ელემენტარობისა და pH მე-თოდებით (CH_3COOTi -ის კონცენტრაცია გამოსავალ ნარევეში $1,58 \cdot 10^{-2}$ მოლ/ლ სისტემის საერთო მოცულობა 100 მლ).

Na ₂ S/CH ₃ COOTi გამოსავალ ნარევეში	მიღებულია (ფილტრატში)		S/Ti ხსნარი- დან	pH	ხვედრითი ელექტრო- გამტარობა $\Omega^{-1} \text{ სმ}^{-1} \cdot 10^3$
	Ti მოლ/ლ. 10^3	S მოლ/ლ 10^3			
0,25	12,17	არ არის	0,56	8,8	15,7
0,50	8,87	"	0,58	9,8	15,7
0,75	5,26	"	0,58	10,0	16,0
1,00	2,33	"	0,60	10,4	18,0
3,75	არ არის	22,6	0,50	10,9	16,5
5,00	—	32,9	0,51	11,3	7,95

უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მდგომარეობა საყურადღებოა თალიუმის ტურბიდომეტრიული ტიტრაციით განსაზღვრის მხრივ.

ამგვარად, $TiNO_3-Na_2S-H_2O$ და $CH_3COOTi-Na_2S-H_2O$ სისტემების სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით მიღებული შედეგები (ხსნადობისა და მოცულობის განსაზღვრის) ერთმანეთს თანხვედბა და მიგვიჩვენებს აღ-



ნიშნულ პირობებში ერთი შენაერთის—თალიუმის ნორმალური სულფიდის Tl_2S -ის წარმოქმნაზე.

ეს მდგომარეობა საყურადღებოა ბუნებრივ პირობებში თალიუმის სხვალითონების სულფიდებთან თანადალექვის პირობების დასადგენად, განსაკუთრებით თალიუმისა და ტყვიის სულფიდის ერთად არსებობია შემთხვევაში.

ადრე ჩატარებულმა გამოკვლევებმა [2] გვიჩვენა, რომ $Pb(NO_3)_2 - Na_2S \% H_2O$ სისტემებში pH-ის მორიაგირე კომპონენტების ფართო ინტერვალში მიიღება ერთი შენაერთი PbS . ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ თალიუმის

სისტემა $CH_3COOTl - Na_2S - H_2O$ გამოკვლევა ნალექების მოცულობის გაზომვის მეთოდით (CH_3COOTl -ის კონცენტრაცია გამოსავალ ნარევეში $1,0 \cdot 10^{-2}$ მოლ/ლ სისტემის საერთო მოცულობა 25 მლ) ცხრილი 4

№№ რიგ.	Na_2S CH_3COOTl გამოსავალ ნარევეში	ნალექის მოცულობა დროში				
		3 წუთი	15 წუთი	1 საათი	3 საათი	24 საათი
1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
2	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7
3	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8
4	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0
5	1,2	1,2	1,7	1,6	1,6	1,5
6	1,4		კოლოიდური		ხსნარი	
7	1,6	"	"	"	"	"
8	2,0	"	"	"	"	"
9	3,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0

ტყვიის სულფიდთან თანდალექვის პროცესი როგორც ბუნებრივ, ისე ლაბორატორიულ პირობებში საკმარისად ადვილად უნდა მიმდინარეობდეს.

მართლაც, $Pb(NO_3)_2 - TlNO_3 - Na_2S - H_2O$ სისტემის შესწავლამ გვიჩვენა ტყვიისა და თალიუმის შერეული სულფიდის წარმოქმნის შესაძლებლობა PbS , Tl_2S -ის სახით. ამით შეიძლება აიხსნას ზოგიერთ პოლიმეტალურ საბადოში თალიუმის არსებობა გალენიტებთან ერთად.

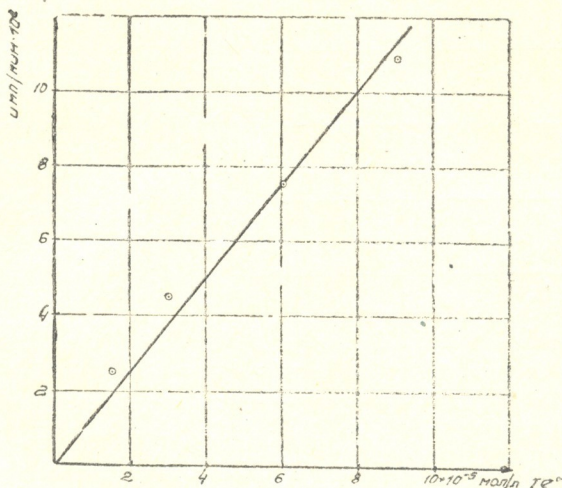
სისტემებში $TlNO_3 - Na_2S - H_2O$ და $CH_3COOTl - Na_2S - H_2O$ თალიუმის წარმოქმნის რეაქცია შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ანალიზურ პრაქტიკაში თალიუმის მცირე რაოდენობით განსაზღვრისას შესაბამისი სულფიდის სახით, ნიშანდებული გოგირდის S^{2-} -ის როგორც რადიექტიური ინდიკატორის გამოყენების საშუალებით.

შრომაში მოტანილია თალიუმის განსაზღვრისას მიღებული შედეგები $TlNO_3$ -ის განზავებულ ხსნარებში, როდესაც Tl^+ რაოდენობა არ აღემატებოდა $0,0002$ გრ/მლ-ში. თალიუმის განსაზღვრა ხდებოდა შესაბამისი სულფიდის სახით გოგირდოვანი ნატრიუმის დამლექავად გამოყენებით.

შრომაში მოწოდებული და გამოყენებული მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ საკვლევ ხსნარებში თალიუმის დალექვა წარმოებს ნიშანდებულ გოგირდოვანი ნატრიუმის საშუალებით, რის შემდეგ ნალექი შორდება აქტიურ ხსნარს ცენტრი ფუგირების საშუალებით, მიღებული ნალექი იყანგება ბრომით და ხსნარის ხვედრითი აქტივობა განისაზღვრება თხელმემბრანიან მინის ქურჭელში გეიგერის მოვლელით.

თალიუმის სხვადასხვა რაოდენობის $Tl_2S^{32} + Tl_2S^{35}$ სახით განსაზღვრისას მიღებული შედეგები მოცემულია ნახ. 1-ზე, რომელიც გვიჩვენებს, რომ

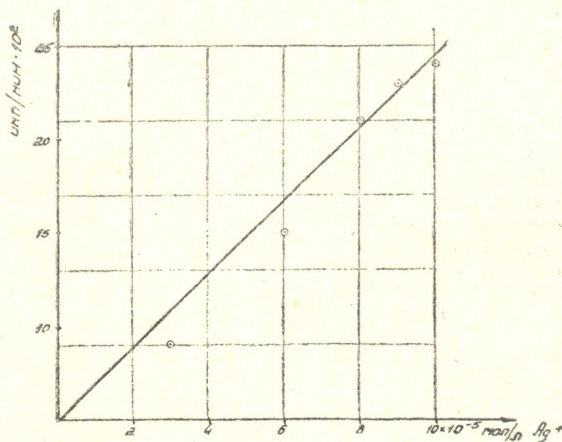
ნიშანდებული ნატრიუმის სულფიდით ადვილად შეიძლება განისაზღვროს ნატრიუმის მცირე რაოდენობა.



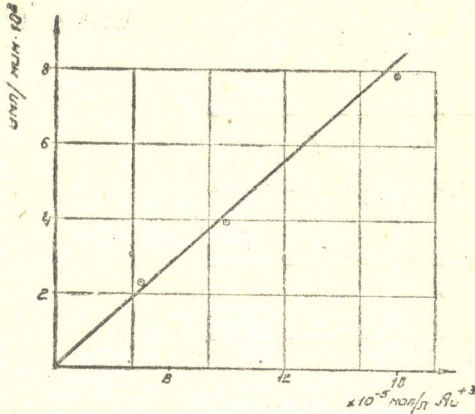
ნახ. 1. თალიუმის მცირე რაოდენობით განსაზღვრა TINO₃-ის ხსნარში ნიშანდებული გოგირდოვანი ნატრიუმის გამოყენებით—
 $Na_2S^{32} + NaS^{35}$

თალიუმის სულფიდს განსაზღვრისას მიღებული დადებითი შედეგების შემდგომ შესწავლილ იქნა ნიშანდებული ნატრიუმის სულფიდით ვერცხლის, ოქროს, ბისმუტის, კობალტის, გალიუმის და სხვა მსგავსი ლითონების განსაზღვრის შესაძლებლობა.

ნახ. 2-ზე და მე-3-ზე მოცემულია ვერცხლისა და ოქროს შესაბამისი სულფიდების სახით სხვადასხვა რაოდენობით განსაზღვრისას მიღებული შედეგები, როდესაც დამლექაჟად გამოყენებულია ნიშანდებული ნატრიუმის სულფიდი.



ნახ. 2. ვერცხლის მცირე რაოდენობით განსაზღვრა AgNO₃-ის ხსნარში ნიშანდებული გოგირდოვანი ნატრიუმის გამოყენებით—
 $Na_2S^{32} + Na_2S^{35}$



ნახ. 3. ოქროს მცირე რაოდენობით განსაზღვრა Au Cl₃-ის ხსნარში ნიშანდებული გოგირდოვანი ნატრიუმის გამოყენებით—Na₂S₃²⁻ + Na₂S₃³⁻.

ვას [3,4], ამიტომ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნიშანდებული ნატრიუმის სულფიდი ფართო გამოყენებას მოიპოვებს ანალიზურ პრაქტიკაში.

მოყვანილი შედეგები გვიჩვენებს, რომ ნიშანდებული გოგირდი შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული ყველა ისეთი ლითონის განსაზღვრადაც, რომლებიც ძნელხსნად სულფიდებს იძლევიან.

პრაქტიკული თვალსაზრისით ნიშანდებული გოგირდოვანი ნატრიუმი როგორც რეაქტივი ადვილად ხელმისაწვდომია, რადგან S³⁻-ის ნახევარდაშლის პერიოდი საკმაოდ დიდია (84 დღე). ამანვე დროს მას აბასიათებს საკმაოდ რბილი გამოსხივება და არ მოითხოვს განსაკუთრებულ დაცვას.

დასკვნები

1. შესწავლილია TiNO₃—Na₂S—H₂O სისტემაში თალიუმის წარმოქმნის რეაქცია კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდის გამოყენებით და დადგენილია, რომ აღნიშნულ სისტემაში შორეაგირე კომპონენტების თანაფარდობათა და არეს pH-ის ფართო ინტერვალში მიიღება თალიუმის სულფიდი—Ti₂S.
2. თალიუმისა და ტყვიის შერეული სულფიდების წარმოქმნის რეაქციის შესწავლის საფუძველზე დადგენილია, რომ TiNO₃—Pb(NO₃)₂—Na₂S—H₂O სისტემაში მიიღება Pb₂S. PbS-ის ტიპის შერეული სულფიდი.
3. დადგენილია თალიუმის მცირე რაოდენობით განსაზღვრის პირობები ნიშანდებული გოგირდოვანი ნატრიუმის დაძლევადაც გამოყენებისას.
4. ნაჩვენებია, რომ ძნელხსნადი სულფიდების წარმოქმნელი ლითონების მცირე რაოდენობით განსაზღვრადაც ნიშანდებული გოგირდოვანი ნატრიუმის დაძლევადაც გამოყენება პერსპექტიულად უნდა ჩაითვალოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. შელიაშვილის სახელობის ქიმიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 9.3.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. М. Нанобашвили, Ш. А. Надарейшвили. Об образовании сульфида железа. Труды Института химии АН ГССР, т. 13, 1956.
2. Е. Г. Давиташвили и Е. М. Нанобашвили. Об образовании сульфида свинца. Труды Института химии АН ГССР, т. 13, 1956.
3. В. И. Спицын и др. Методы работы с применением радиоактивных индикаторов. Изд-во АН СССР, 1955.
4. И. В. Тананаев и А. М. Ефремов. Применение меченых атомов в аналитической химии. 5, 1955.



გეოგრაფია

3. ჯაოზვილი

საქართველოს ქალაქთა კლასიფიკაციისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯაფარიძემ 24.4.1957)

უკანასკნელი ათეული წლების მანძილზე უდიდესი ცვლილებები მოხდა საბჭოთა კავშირის ქალაქების განვითარებაში. სოციალისტური სახალხო მეურნეობის მძლავრ აღმავლობას თან სდევდა ქალაქების სწრაფი ზრდა. თუ 1926 წელს საბჭოთა კავშირის ქალაქებში მთელი მოსახლეობის 17,9% ცხოვრობდა, 1956 წელს ეს მაჩვენებელი უკვე 43,4%-ს შეადგენდა [2]. იმავე პერიოდში ქალაქების ინტენსიურ ზრდას ადგილი ჰქონდა ჩვენს რესპუბლიკაშიც. ეს პროცესი გამოისახა როგორც ახალი ქალაქებისა და დაბების წარმოქმნით, ისე არსებული ქალაქების განვითარებით. ამასთანავე არსებითად შეიცვალა ქალაქების ძირითადი ფუნქციები, მათი როლი სამეურნეო და კულტურულ ცხოვრებაში; დიდად გაუმჯობესდა ქალაქების კეთილმოწყობა, სხვაგვარი გახდა მათი გარეგნული სახე.

ქვემოთ მოყვანილი ცნობები ზოგად წარმოდგენას გვაძლევს საქართველოს ქალაქების ზრდაზე უკანასკნელი 70 წლის მანძილზე.

ცხრილი 1

წლები	ქალაქებისა და დაბების რიცხვი	მათი მოსახლეობა (ათასობით)	ქალაქად მცხოვრებთა ხვედრითი წონა საქართველოს მთელ მოსახლეობაში
1886	13	195,6	11,5%
1897	15	305,8	15,5%
1922	35	502,3	20,5%
1926	42	594,2	22,2%
1939	51	1066,4	30,1%
1956	65	1530,0	38,5%

ამრიგად, საბჭოთა წლებში საქართველოს ქალაქების მოსახლეობა სამჯერ გაიზარდა. ქალაქების ასეთ სწრაფ ზრდას საფუძვლად დაედო ჩვენი ქვეყნის ინდუსტრიალიზაცია, რაც გამოისახა რესპუბლიკის მოპოვებითი და გადამამუშავებითი მრეწველობის მძლავრი განვითარებით.

ქალაქის განსაზღვრისათვის მეკვლევათა მიერ წამოყენებულია მრავალ-ერთმანეთისაგან განსხვავებული ნიშანი, რომელთა შორის თანამედროვე ქალაქის ან დაბის ძირითად ნიშნებად ჩვენ შემდეგი მიგვაჩნია: ა) ქალაქის ეკონომიკაში სასოფლო-სამეურნეო წარმოება არ უნდა წარმოადგენდეს წამყვან დარგს; ბ) ქალაქის მულტივი მოსახლეობა არ უნდა იყოს 4—5 ათას, ხოლო დაბისა 1—2 ათას მცხოვრებზე ნაკლები; გ) დასახლება უნდა გამოირჩეოდეს კომპაქტურობით და კეთილმოწყობით.

საქართველოს ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული დაყოფით 1957 წლის დასაწყისისათვის რესპუბლიკაში არსებობდა 33 ქალაქი და 32 დაბა. ქალაქებიდან 6 რესპუბლიკური დაქვემდებარებისაა; ავტონომიურ რესპუბლიკებსა და ოლქს ემორჩილება უშუალოდ 4 ქალაქი, ხოლო დანარჩენი 23 ქალაქი, ისევე როგორც ყველა დაბა, ექვემდებარება რაიონების ადმინისტრაციულ მმართველობას. საქართველოს ყველა ქალაქი და დაბების უმრავლესობა თავისი ძირითადი მაჩვენებლებით უპასუხებენ ზემოაღნიშნულ მოთხოვნებს. გამონაკლისს შეადგენენ დაბები: შაუმიანი, შორაპანი და თრიალეთი, რომლებიც ჩვენ კლასიფიკაციის გარეშე დავტოვებ; ასევე მოვიქცით დაბა ავჭალის მიმართ, რადგან იგი სინამდვილეში თბილისს შეუერთდა.

რესპუბლიკაში სხვადასხვა ტიპის ქალაქების წარმოქმნას მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს ჩვენი ქვეყნის მეურნეობის მრავალფეროვნება და ბუნებრივი პირობების სიჭრელე. ფუნქციონალურ განსხვავებათა დადგენა და მსგავსი ნიშნების მიხედვით განსაზღვრული ტიპის ქალაქების გამოყოფა შეადგენს ამ სტატიის მიზანს.

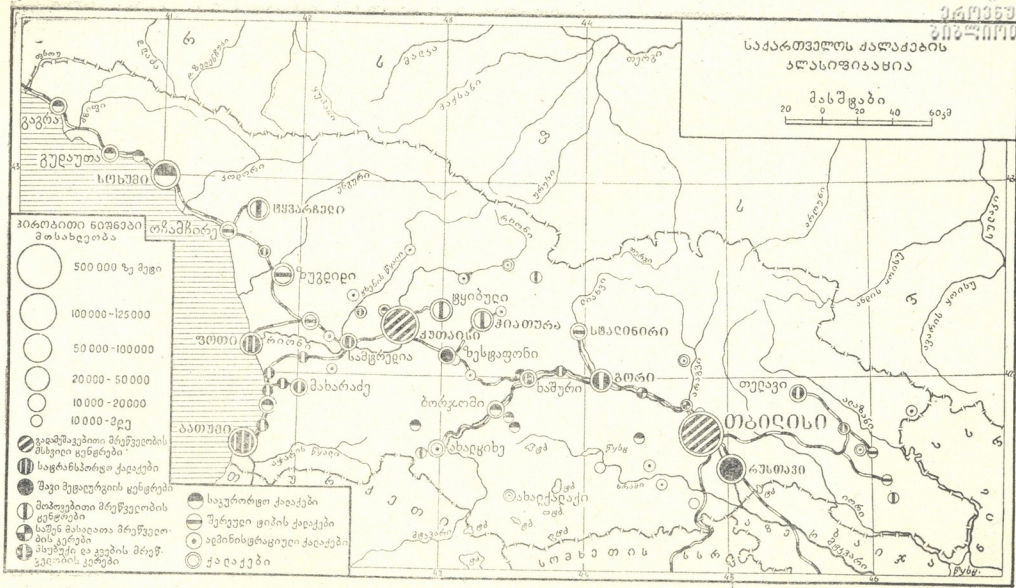
ქალაქების ზოგადი ეკონომიურ-გეოგრაფიული კლასიფიკაციის დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ შემდეგი გარემოებანი:

1. კლასიფიკაციას საფუძვლად უნდა დაედოს ქალაქის ძირითადი ნიშანი და მას მიეკუთვნოს ვადამწყვეტი მნიშვნელობა, ხოლო დანარჩენი ნიშნები გათვალისწინებულ იქნეს იმდენად, რამდენადაც ისინი მონაწილეობენ ქალაქის ერთიანი სახის შექმნაში.

2. ასეთ ძირითად ნიშნად უნდა მივიჩნიოთ ქალაქის მთავარი ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრავს მის დანიშნულებას და ადგილს რესპუბლიკის ეკონომიურ, პოლიტიკურ და კულტურულ ცხოვრებაში. მაგრამ გამორიცხული არ არის შესაძლებლობა, რომ ერთსა და იმავე ქალაქს აღმოაჩნდეს რამდენიმე მთავარი დანიშნულება. ასეთ შემთხვევაში ყველაზე მნიშვნელოვნად აღიარებულ უნდა იქნეს ეკონომიური ფუნქცია, ანუ ქალაქის მონაწილეობა რესპუბლიკის მოსახლეობის შრომის საერთო დანაწილებაში. ქალაქის მთავარ ფუნქციას შეიძლება ჰქონდეს არაეკონომიური ხასიათიც, მაგრამ ქვემოთ მოყვანილი კლასიფიკაცია ემყარება მთავარ სამეურნეო ფუნქციას.

3. კლასიფიკაციის დროს აუცილებელია მხედველობაში მივიღოთ ქალაქის ჩასახვისა და განვითარების ისტორიული პირობები, ადგილმდებარეობა (ფიზიკო-გეოგრაფიული პირობები) და ეკონომ-გეოგრაფიული მდებარეობა. ანგარიში უნდა გაეწიოს ქალაქის საგარეო ეკონომიურ კავშირს, რადგან ქალაქის განვითარება დიდად არის დამოკიდებული ამ კავშირის ხასიათზე. დაბოლოს საჭიროა გავითვალისწინოთ ქალაქის სიღრმე, დაგეგმარების თავისებურებანი, დასახლების სიმჭიდროვე, კეთილმოწყობა, არქიტექტურა, რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან და ქმნიან ქალაქის გარეგნულ სახეს, დიდ როლს ასრულებენ მისი გარკვეული თავისებურებების ჩამოყალიბებაში.

მოგვყავს საქართველოს ქალაქების დაჯგუფება მსგავსი მთავარი სამეურნეო ფუნქციების მიხედვით და ძირითადი დამახასიათებელი ნიშნებით. უნდა შევნიშნოთ, რომ ერთ ჯგუფში მოქცეულ ქალაქებს ერთმანეთისაგან განსხვავებუ-



საქართველოს ქალაქთა ალასიფიკაციისათვის

ლი ნიშნებიც ახასიათებს (რომლებიც ქმნიან თითოეული მათგანის ინდივიდუალურ სახეს), მაგრამ მათი ძირითადი ფუნქციები ერთგვაროვანია, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ეკონომიურ-გეოგრაფიული კლასიფიკაციის დროს.

ა) **გადამუშავებითი მრეწველობის მსხვილი ცენტრები** — თბილისი და ქუთაისი. მათთვის დამახასიათებელია პირველ ყოვლისა მრავალდარგვანი მსხვილი მრეწველობა, რომელშიაც წამყვანია მანქანათმშენებლობა და ლითონდამუშავება, კვების და მსუბუქი მრეწველობა. ეს ქალაქები წარმოადგენენ რესპუბლიკის მსხვილ სატრანსპორტო კვანძებს, სადაც თავს იყრის რკინიგზებისა და გზატკეცილების მნიშვნელოვანი მაგისტრალები; აღსანიშნავია ორივე ქალაქის კულტურულ-საგანმანათლებლო ფუნქციები; ამ მხრივ, ისე როგორც თავისი სიდიდითა და პოლიტიკური მნიშვნელობით, განსაკუთრებული ადგილი უკავია საქართველოს დედაქალაქ თბილისს. აქედან ხორციელდება ხელმძღვანელობა რესპუბლიკის პოლიტიკური, ეკონომიური და კულტურული ცხოვრების ყველა უბანზე. აქ თავმოყრილია მეცნიერების, ხელოვნების, ლიტერატურის დაწესებულებები, მრავალფეროვანი უმაღლესი სასწავლებლები. უმაღლესი განათლების მნიშვნელოვანი ცენტრია აგრეთვე ქუთაისი.

ორივე ქალაქი საკმაოდ უახლოვდება ერთმანეთს თავისი ისტორიული წარსულით. ისინი შეიქმნენ ჯერ კიდევ მონათფლობელურ ეპოქაში და ძველთაგანვე ქართველი ტომების სახელმწიფოებრივი გაერთიანების ცენტრებს წარმოადგენდნენ.

ამ ქალაქების განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა მათმა ხელსაყრელმა მდებარეობამ. თუ თბილისი აღმოსავლეთ საქართველოს და მთელი ამიერკავკასიის გეოგრაფიული ცენტრია, ქუთაისს ანალოგიური მდებარეობა აქვს დასავლეთ საქართველოს მიმართ. ასეთი მდებარეობის დადებითი მხარეები მთლიანად გამოვლინდა მრეწველობის სწრაფი აღმავლობის პირობებში, როდესაც სატრანსპორტო-ეკონომიური და სხვა ხელსაყრელი მიზეზების გამო მიზანშეწონილად იქნა ცნობილი ორივე ამ პუნქტში მსხვილი გადამამუშავებითი მრეწველობის შექმნა. ამავდროს ორივე ქალაქი მრავალი ძაფითაა დაკავშირებული არა მარტო თავის უახლოეს გარემოცვასთან, არამედ ბევრად უფრო დაცილებულ მხარეებთანაც. მათი ფართო საწარმოო-ეკონომიური კავშირი სწვდება მოკავშირე რესპუბლიკებს და ზოგიერთ საზღვარგარეთელ ქვეყანასაც.

თბილისი და ქუთაისი გამოირჩევიან დასახლების სიმჭიდროვით და კეთილმოწყობის მაღალი დონით. ორივე ქალაქი საბჭოთა წლებში საკმაოდ სწრაფად იზრდება, რაც, უმთავრესად, ფართოდ გაშლილი სამრეწველო მშენებლობის შედეგია. უკანასკნელი სამი ათეული წლის მანძილზე თბილისის მოსახლეობა გადიდა 2,2-ჯერ და ქუთაისისა — 2,4-ჯერ. 1956 წელს ორივე ქალაქში ცხოვრობდა საქართველოს ქალაქების მოსახლეობის 49,0%.

ბ) **სატრანსპორტო ქალაქების** — ბათუმის, ფოთის, სამტრედიისა და ხაშურის — მთავარი ფუნქცია ერთგვაროვანია, მაგრამ ისინი როგორც თავისი სიდიდით, ისე ძირითადი ფუნქციის სპეციფიკით ორ ქვეჯგუფად უნდა გაიყოს. მაშინ, როდესაც ბათუმი და ფოთი განვითარებული მრეწველობის მქონე საკმაოდ მსხვილი სანავსადგურო ქალაქებია და სხვა მოკავშირე რესპუბლიკებთან, აგრეთვე საზღვარგარეთელ ქვეყნებთან აკავშირებენ საქართველოს, სამტრედია და ხაშური სანმელეთო მაგისტრალების მნიშვნელოვან შიდა საკომუნიკაციო კვანძებს წარმოადგენენ.

ოთხეულ ქალაქის განვითარებაში სატრანსპორტო ფუნქციებმა შეასრულეს მთავარი როლი და რადგან ეს ფუნქციები უფრო ფართოდ და მრავალფეროვანად იყო ბათუმისა და ფოთისათვის, ისინი გაცილებით უფრო მსხვილ ქალაქებადაც.

გადაიქცნენ. ორივე ეს ქალაქი სახმელეთო და საზღვაო გზების შესაყარის, არსებული ნავსადგურები დიდი ტვირთბრუნვით გამოირჩევიან. მათი საშუალებით რესპუბლიკას გასავალი აქვს უმნიშვნელოვანეს საკავშირო და საერთაშორისო სანაოსნო გზებზე. რამდენადმე სხვაგვარია, მაგრამ არა ნაკლებ საყურადღებოა სამტრედიისა და ხაშურის სატრანსპორტო დანიშნულება. შავი ზღვისპირა რაიონებისა და ნავსადგურების საქართველოს დანარჩენ ნაწილებთან დამაკავშირებელი მთავარი საკომუნიკაციო ხაზები სამტრედიასზე გადის, ისევე როგორც რესპუბლიკის აღმოსავლეთი, დასავლეთი და სამხრეთი რაიონების დამაკავშირებელი სარკინიგზო და საავტომობილო მაგისტრალები ხაშურში იყრის თავს. ორივე ქალაქი ჩაისახა და განვითარდა ფოთი-თბილისის რკინიგზის ხაზის გაყვანის შემდეგ, თავისი ხელსაყრელი მდებარეობის გამო. ამ პუნქტებში თავმოყრილია რკინიგზის მოძრავი შედგენილობის მსხვილი დეპოები და ტრანსპორტის დამხმარე სხვადასხვა საწარმო; მოსახლეობის დიდი ნაწილი ჩამბულია ტრანსპორტის მომსახურებაში. ორივე ქალაქში ვითარდება აგრეთვე თანამედროვე მრეწველობა.

ბათუმი და ფოთი მრეწველობის მხრიავე დაწინაურებული ქალაქებია; მაგრამ სამრეწველო საწარმოთა უმეტესი ნაწილი. აქ გაჩნდა ნავსადგურების არსებობის გამო. მნიშვნელოვანია აგრეთვე ბათუმის ადმინისტრაციული და კულტურულ-საგანმანათლებლო ფუნქციები როგორც აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის მთავარი ქალაქისა.

გ) შავი მეტალურგიის ცენტრები რუსთავი და ზესტაფონი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ არა მარტო საქართველოს, არამედ მთელი კავშირის მრეწველობაშიაც. კერძოდ, რუსთავი თანამედროვე მძიმე მრეწველობის მსხვილი ცენტრების ყველაზე უფრო ახალგაზრდა და ტიპობრივი წარმომადგენელია საქართველოში. ორივე ქალაქის მრეწველობაში მთავარი დარგია შავი მეტალურგია; ამასთანავე რუსთავში განვითარებულია ქიმიური და სამედიცინო მასალების, ხოლო ზესტაფონში ღვინის მრეწველობა.

ძნელია გამოინახოს მეორე ისეთი მაგალითი, რომ ქალაქი გაზრდილიყო რუსთავზე უფრო სწრაფი ტემპით. იქ, სადაც ამ ათიოდე წლის წინათ რამდენიმე მოსახლე იყო, გაშენდა მშვენიერი, კეთილმოწყობილი ქალაქი. ამჟამად რუსთავში 50 ათასზე მეტი მცხოვრებია და იგი თავისი სიდიდით უკვე მეხუთე ადგილზე დგას საქართველოს ქალაქებს შორის.

ზესტაფონი გასული საუკუნის 70-იან წლებში ჩაისახა, მაგრამ არსებითად თანამედროვე ქალაქი აქ შეიქმნა ფეროშენადნობების ქარხნის აგების შემდეგ. ქალაქის განვითარებაზე დადებითი გავლენა მოახდინა აგრეთვე მისი მიზიდულობის არეალში მევენახეობა-მეღვინეობის აღმავლობამ.

რუსთავისა და ზესტაფონის წარმოქმნასა და განვითარებაში დიდი როლი შეასრულა ამ ქალაქების მეტად ხელსაყრელმა ეკონომიურ-გეოგრაფიულმა მდებარეობამ და საქალაქო დასახლებებისათვის შესაფერისმა ადგილობრივმა ფიზიკურ-გეოგრაფიულმა პირობებმა.

დ) მოპოვებითი მრეწველობის ცენტრები: ქალაქები — ჭიათურა, ტყიბული, ტყვარჩელი; დაბები — ვალე, კვისა და მირზაანი. მათი წარმოშობა და განვითარება გაპირობებულია ამ პუნქტებში ძვირფასი წიაღისეულის არსებობით და ჩვენი ქვეყნის იმ სამეურნეო აღმავლობით, რომელმაც შესაძლებელი გახადა აღნიშნული ბუნებრივი სიმდიდრის ფართო მასშტაბით მოპოვება და მოხმარება. მხოლოდ ჩვენს დროში მიიღო მარგანეცის, ქვანახშირის, მურა ნახშირის, ფერადი ლითონების მადნისა და ნავთობის მოპოვებამ იმდენად ფართო ხასიათი, რომ შესაძლებელი შეიქნა მრეწველობის ამ დარგის ბაზაზე ქალაქების განვითარება. უკანასკნელი ათეული წლების მანძილზე ეს ქალაქები და დაბები

მალზე სწრაფად იზრდებოდნენ. მათი მოსახლეობის საერთო რაოდენობა 1926-დან 1956 წლამდე 11ჯერ გადიოდა და ამ პერიოდის ბოლოსათვის რესპუბლიკის ქალაქების მოსახლეობის 5,6% შეადგინა.

თუ გადავხედავთ მრეწველობის ბაზაზე ქალაქის განვითარება ბევრად დაამოკიდებული მის ეკონომიურ-გეოგრაფიულ მდებარეობაზე, მოპოვებითი მრეწველობის საფუძველზე ქალაქის ჩასახვისა და ზრდისათვის გადამწყვეტია სამრეწველო მნიშვნელობის მქონე მინერალური რესურსების არსებობა და მისი გამოყენების შესაძლებლობა. სამივე დასახელებული ქალაქი მათი წარმოშობის პერიოდში საკმაოდ დაცლებული იყო მთავარი საკომუნიკაციო ხაზებიდან და ამავე დროს მათი რელიეფიც ხელს არ უწყობდა საქალაქო დასახლების ვაშლას. მიუხედავად ამისა, იმდენად დიდია ამ პუნქტებში არსებული წიაღისეულის ეკონომიური მნიშვნელობა, რომ ეს ქალაქები სწრაფად განვითარდა. მათ, ასე ვთქვათ, თვითონ შეიქმნეს თავისი ეკონომიურ-გეოგრაფიული მდებარეობა, გადაიქცნენ რა რესპუბლიკის მნიშვნელოვან სამრეწველო ცენტრებად. მაგრამ თუ დასახლებისათვის არახელსაყრელმა ადგილობრივმა პირობებმა ვერ შეაფერხეს ხსენებული ქალაქების განვითარება, მათ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინეს თვით ქალაქების დაგეგმარებასა და გარეგნულ სახეზე. მაშინ, როდესაც გადამუშავებითი მრეწველობის ცენტრებში საქალაქო დასახლება დიდი კომპაქტურობით გამოირჩევა, ჩვენი მოპოვებითი მრეწველობის ქალაქები გაცილებით უფრო ნაკლები სიმჭიდროვით ხასიათდება. ისინი გაშლილი არიან უფრო ვრცელ, მაგრამ მთავორიან ტერიტორიაზე. ქალაქის ცენტრიდან საკმაოდ დაშორებით, თითოეული შახტის, მაღაროს მახლობლად ჩაისახნენ ცალკეული დასახლებანი, და ქალაქს წარმოქმნის ცენტრალური ნაწილისა და გაფანტული უბნების ერთიანობა.

ე) **საშენ მასალათა მრეწველობის კერები** მცხეთა და დაბა კასპი საკმაოდ უახლოვდებიან ერთმანეთს თავისი მდებარეობით, ისტორიული წარსულითა და ძირითადი ფუნქციებით. თუ მცხეთამ უხვად შემოგვიწვინა ძვირფასი არქეოლოგიური და არქიტექტურული ძეგლები, კასპი ამ მხრივ არაა ცნობილი, თუმცა ქართული მატინაგები პირდაპირ მიუთითებენ ჯერ კიდევ გორგასალის ეპოქაში აქ ქალაქის არსებობაზე. საბჭოთა წლებში ორივე ამ პუნქტში შეიქმნა საშენ მასალათა მრეწველობა; კასპში ცემენტისა და შიფერის მსხვილი საწარმოებია, ხოლო მცხეთაში — ხე-ტყის სახერხი და აგურის ქარხნები. მიუხედავად იმისა, რომ 1926-დან 1956 წლამდე მცხეთისა და კასპის მოსახლეობა (ერთად აღებული) თითქმის ოთხჯერ გაიზარდა, ისინი კიდევ არ გამოირჩევიან თავისი სიდიდით.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს ძველ დედაქალაქს, მცხეთას, განსაკუთრებული ადგილი უკავია რესპუბლიკის ქალაქებს შორის. აქ უხვადაა შემონახული ქართველი ხალხის მატერიალური კულტურის ფასდაუდებელი ძეგლები. ქალაქი ამჟამადაც ბევრ მნახველს იზიდავს, ხოლო მომავალში, როცა ხალხთა შორის ურთიერთობა კიდევ უფრო გაფართოვდება, ეკვი არ არის, რომ მცხეთა ტურიზმის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პუნქტი გახდება არა მარტო საქართველოში, არამედ მთელ საბჭოთა კავშირშიაც.

ვ) **მსუბუქი და კვების მრეწველობის კერები:** ქალაქები — გორი, მახარაძე, თელავი, წულუკიძე, გურჯაანი და გალი; დაბები — აგარა, ლაითური, ლანჩხუთი, ოჩხამური, ურევი და ჩაქვი; საბჭოთა წლებში ისინი ვითარდებოდნენ უმთავრესად მათი განლაგების რაიონებში სასოფლო-სამეურნეო წარმოების აღშავლობის გამო; ასე რომ ამ ქალაქების ზრდა ძირითადად მათ მიზიდულობაში მყოფი არეალის ზეგავლენის გამო ხდებოდა. მათი მდებარეობის უპირატესობა იმაში მდგომარეობს; რომ განლაგებული არიან ინტენსიური სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ცენტრებში. ეჭვს არ იწვევს ის გარემოება, რომ სუბტროპიკულ-

ლი მეურნეობის, პირველ რიგში ჩაის კულტურის, დანერგვამ და განვითარებამ დიდად შეუწყო ხელი მახარადის, გალისა და რიგი დაბების ზრდას. თელავი და გურჯაანი კი უმთავრესად კახეთის მევენახეობა-მეღვინეობის ბაზაზე ვითარდებიან.

სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულის გადამამუშავებელი დარგებიდან განვითარებულია ჩაის, ღვინის, კონსერვების, აბრეშუმის ძაფსაღები წარმოება. რამდენადმე განცალკევებულად დვას გორი, სადაც მრეწველობის მთავარი დარგია ბამბეულის ქსოვილების წარმოება მეზობელ აზერბაიჯანიდან შემოზიდული ნედლეულის ბაზაზე. რა თქმა უნდა, ბამბეულის კომბინატი დიდ როლს ასრულებს ქალაქის განვითარებაში, მაგრამ მნიშვნელოვანია აგრეთვე ის გავლენა, რომელსაც მასზე ახდენს შიდა ქართლში მეხილეობის აღმავლობა.

ანგარიშგასაწევია ზოგიერთი ამ ქალაქის კულტურული სახე. არ შეიძლება გვერდი ავუაროთ აგრეთვე გურჯაანის, თელავის და, განსაკუთრებით, გორის სატრანსპორტო ფუნქციებს. საერთოდ, გორი შიდა ქართლის გულია, მისი გეოგრაფიული ცენტრი და ყველაზე უფრო მსხვილი და კეთილმოწყობილი ქალაქი.

ზ) **საკურორტო ქალაქები** — სოხუმი, ბორჯომი, წყალტუბო, გაგრა, ქობულეთი, გუდაუთა; დაბები — აბასთუმანი, ბაკურიანი, წაღვერი, სურამი, მანგლისი, ახალი ათონი. მათი განვითარების საფუძველია ადგილობრივი ფიზიკოლობისათვის შექმნილი მატერიალური ბაზა. თუ რამდენად დიდია ამ უკანასკნელი გარემოების მნიშვნელობა, ნათლად ჩანს წყალტუბოს მაგალითზე: მხოლოდ მატერიალური დოვლათის დაგროვებით შეიძლებოდა შექმნილიყო ასე მოკლე დროში ეს ყველაზე უფრო მსხვილი და სახელგანთქმული კურორტი საქართველოში თავისი ძვირფასი. სასახლისმსგავსი სამკურნალო დაწესებულებებით, მაგრამ ცხადია ისიც, რომ კურორტი აქ მოეწყო განსაკუთრებული სამკურნალო თვისებების მქონე წყაროების არსებობის გამო.

საქართველოს საკურორტო ქალაქებიდან თავისი სიდიდით, კეთილმოწყობით და ფუნქციათა მრავალფეროვნებით გამოირჩევა სოხუმი. არ შეიძლება იგი გამოვთქვით მისი უახლოესი გარემოცვიდან, რომელთან ერთად ქალაქი ერთიან საკურორტო ზონას წარმოადგენს. აქ ყოველწლიურად უამრავი დამსვენებელი ჩამოდის საბჭოთა კავშირის მრავალი კუთხიდან. გარეგანი შეხედულებით სოხუმი, ისე როგორც კურორტების მეტი ნაწილი, ქალაქი-ბაღია. აფხაზეთის ავტონომიური რესპუბლიკის მთავარ ქალაქს აქვს კვების პროდუქტებისა და მოხმარების საგნების დამამზადებელი მრეწველობა; მნიშვნელოვანია ქალაქის პოლიტიკური და კულტურულ-საგანმანათლებლო ფუნქციები, მაგრამ სოხუმისათვის მთავარი მაინც საკურორტო დანიშნულებაა; ამ მიმართულებით აქვს მას განვითარების ყველაზე მეტი პერსპექტივები.

ყველა საკურორტო ქალაქსა და დაბას, მართალია, მსგავსი მთავარი ფუნქცია აქვს, მაგრამ ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან თავისი მდებარეობით, სამკურნალო თვისებებით და გარეგანი შეხედულებით. მრავალფეროვნება საქართველოს კურორტების დამახასიათებელი მხარეა.

თ) **შერეული ტიპის ქალაქები** — ზუგდიდი, ცხაკაია, ოჩამჩირე, სტალინირი; დაბები — წითელწყარო და წნორი. მათთვის დამახასიათებელია მნიშვნელოვანი სამრეწველო და სატრანსპორტო ფუნქციები, მაგრამ თითოეული მათგანის მრეწველობა არ არის ერთგვაროვანი და წარმოდგენილია ორი ან სამი უმთავრესი დარგით. ზუგდიდში თავმოყრილია ქაღალდის, ავურ-კრამიტის, კირის, ჩაის და კონსერვების წარმოება; ცხაკაიაში — საშენი მასალების, მსუბუქი და კვების მრეწველობა; სტალინირში — ლითონდამამუშავება, ავურის, ხე-ტყის და კვების მრეწველობა; წითელწყაროში — ლითონდამამუშავება, კვების მრეწვე-



ლობა და კირის წარმოება. სტალინური ავტონომიური ოლქის ცენტრის მნიშვნელოვანი კულტურულ-საგანმანათლებლო ფუნქციებითაც გამოირჩევა.

საყურადღებოა შერეული ტიპის ქალაქების სატრანსპორტო ფუნქციები. ამ მხრივ ისინი შეიძლება ორ ქვეჯგუფად გაიყოს: ცხაკაია და ოჩამჩირე რესპუბლიკის რკინიგზებისა და გზატკეცილების მნიშვნელოვან კვანძებს წარმოადგენენ, მაშინ როდესაც ზუგდიდი, სტალინური, წნორი და წითელწყარო რკინიგზის მაგისტრალების განშტოებათა დაბოლოებებზე მდებარეობენ. ისინი საქართველოს განაპირა რაიონებს აკავშირებენ უმსხვილეს ეკონომიურ და კულტურულ ცენტრებთან.

ი) ადმინისტრაციული ქალაქები: ახალქალაქი, ახალციხე, დუშეთი, ონი, სიღნაღი; დაბები: აბაშა, ამბოლაური, ბოლნისი, გეგეჭკორი, თეთრი წყარო, ლაგოდეხი, ორჯონიკიძე, საჩხერე, ცაგერი და ჩოხატაური. თითოეული მათგანი წარმოადგენს ადმინისტრაციული რაიონის ცენტრს და ამით გამოიხატება მათი მთავარი ფუნქცია. მრეწველობა ყველა ამ პუნქტში სუსტადაა განვითარებული, უმნიშვნელოა აგრეთვე სატრანსპორტო ფუნქციები. უკანასკნელი 30 წლის მანძილზე, შედარებით სხვა ჯგუფის ქალაქებთან, ისინი ნელა იზრდებოდნენ.

ადმინისტრაციული ქალაქების სუსტი ზრდა მათი სამეურნეო განვითარების ჩამორჩენით აიხსნება, ხოლო ეს უკანასკნელი მეტწილად შედეგია არახელსაყრელი მდებარეობისა. ისინი დაცილებული არიან მთავარი საკომუნიკაციო ხაზებიდან (სარკინიგზო კავშირით უზრუნველყოფილია მხოლოდ ერთი ქალაქი და სამი დაბა). ერთ შემთხვევაში ბუნებრივი პირობები, მეორე შემთხვევაში ეკონომიურ-გეოგრაფიული მდებარეობა, ხოლო მესამე შემთხვევაში ერთი და მეორე დიდად აფერხებდა ადმინისტრაციული ქალაქების განვითარებას. ასე, მაგალითად, თუ ახალქალაქის განვითარება თავისი არახელსაყრელი ეკონომიურ-გეოგრაფიული მდებარეობის გამო შეფერხდა, სიღნაღი დაქვეითდა მისი მეტად შეუფერხებელი რელიეფის გამო. რაც შეეხება ქალაქ ონს, მის განვითარებას ხელს არ უწყობს არც ბუნებრივი და არც ეკონომ-გეოგრაფიული პირობები, რის გამოც აქ მოსახლეობა 1926 წლიდან 1956 წლამდე მხოლოდ 38,9%-ით გაიზარდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვახუშტის სახელობის

გეოგრაფიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.4.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Грузинская ССР, под редакцией А. Джавахишвили и С. Рязанцева. Москва, 1956.
2. Народное хозяйство СССР, статистический сборник. Москва, 1956, стр. 17.
3. П. Йоселиани. Города существовавшие и существующие в Грузии. Тифлис, 1850.
4. ქართლის ცხოვრება, ტ. 1. თბილისი, 1955, გვ. 10, 17, 103, 121, 143, 145.
5. Первая Всеобщая перепись населения Российской империи, том XVI, 1897.
6. Сборник статистических сведений по Закавказскому краю, часть I, под редакцией Е. Кондратенко. Тифлис, 1902.
7. Н. Н. Баранский. Об экономико-географическом изучении городов; в сборнике: Н. Н. Баранский, Экономическая география, экономическая картография. Москва, 1956, стр. 164—214.
8. La géographie des villes. Sorre Max, Scientia (asso), 1954, 89, № 2.
9. П. Жорж. Города Франции; „География в школе“, № 5, 1956, стр. 21.
10. И. М. Маергойз. К экономико-географическому изучению городов. Вопросы географии, сборник 38. Москва, 1956, стр. 5—26.

ტექნიკა

მ. მახალღიანი

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ენერგიის ბალანსი დადროსელვებული შიგაწვის ძრავას ცილინდრების
ცილინდრების უმჯობესების პროცესისათვის

ენერგიის ბალანსი დადროსელვებული შიგაწვის ძრავას ცილინდრების შევსების პროცესისათვის ძრავას მთელი თერმოდინამიკული ციკლის პარამეტრების სიდიდეთა გაანგარიშების საფუძველს წარმოადგენს.

ამჟამად შიგაწვის ძრავას თბური გაანგარიშებისას იყენებენ ენერგიის ბალანსს, რომელიც 1943 წელს შეადგინა პროფესორმა მ. მასლენიკოვმა [1].

ბალანსს შემდეგი სახე აქვს:

$$U_a + AL_2 = U_r + U_0 + \Delta Q + AL_1, \quad (1)$$

სადაც U_a , U_0 და U_r შინაგანი ენერგიებია აირისა შევსების დასასრულს, ახალი მუხტისა და ნარჩენი აირებისა;

L_2 — შევსების განმავლობაში აირების მუშაობა ცილინდრში;

L_1 — შევსების დროს ცილინდრში მოხვედრილი ჰაერის მიწოდების მუშაობა;

ΔQ — შეთბობის სითბო;

A — მუშაობის სითბური ეკვივალენტი.

(1) ფორმულის გამოყენებისას პროფესორ მ. მასლენიკოვს მიღებული აქვს შემდეგი დაშვებები [2]:

1. შევსების პროცესი მთავრდება ქვედა მკვდარ წერტილში, ე. ი. წერტილში a (ნახ. 1);

2. შევსების განმავლობაში არ ხდება სითბოს გაცვლა-გამოცვლა აირებსა და ცილინდრების კედლებს შორის;

3. შევსების შემდეგ ახალი მუხტის კინეტიკური ენერგია ცილინდრში უდრის ნულს;

4. ახალი მუხტისა და ნარჩენი აირების თბოტევალობები ერთნაირია;

5. შევსების განმავლობაში აირის მიერ ცილინდრში შესრულებული მუშაობა წარმოადგენს შეწოვის წნევისა (p_a) და ცილინდრის სამუშაო მოცულობის (V_h) ნამრავს.

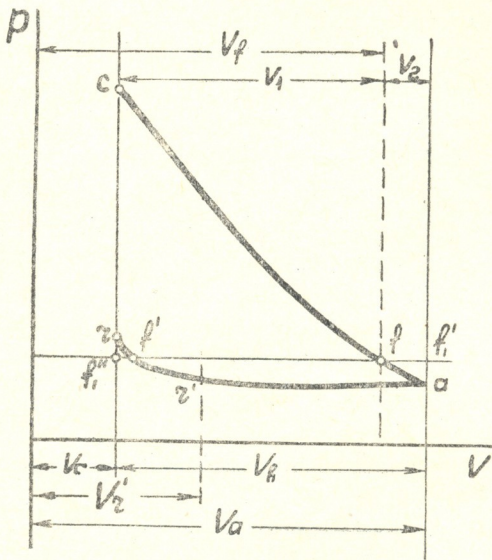
დაწერილი (1) ბალანსის საფუძველზე, შევსების კოეფიციენტის η_s საანგარიშოდ, გამოდის შემდეგი ფორმულა:

$$\eta_s = \frac{T_0}{T_0' k (\varepsilon - 1)} \left[\frac{p_a}{p_0} (k\varepsilon - k + 1) - \frac{p_r}{p_0} \right], \quad (2)$$

- სადაც T_0 და p_0 — გარემოს ტემპერატურა და წნევაა;
 T'_0 — შემშვებ სარქველთან ახალი მუხტის ტემპერატურა;
 k — ადიაბატის მაჩვენებელი;
 ϵ — კუმშვის ხარისხი;
 p_r — ნარჩენი აირების წნევა.

პროფესორ მ. მასლენიკოვის მიერ შედგენილი ბალანსი და ამ ბალანსიდან მიღებული საანგარიშო ფორმულები კარგად ასახავენ სინამდვილეს ისეთი ძრავას სამუშაო ციკლისათვის, რომელიც სრული დატვირთვით მუშაობს; მაგრამ დადროსელებული ციკლისათვის, რომელიც შეესაბამება ძრავას მუშაობას არასრული დატვირთვით, ამ ბალანსის საფუძველზე მიღებული შედეგები დამახინჯებული გამოდის და დაზუსტებას მოითხოვს.

ეს ხდება იმის გამო, რომ ზემოთ ნაჩვენები ბალანსი არ აღრიცხავს ნარჩენი აირების გაფართოებას (ე. ი. მისი შინაგანი ენერჯის შეცვლას) წნევიდან p_r შეწოვის წნევამდე p_a (ნახ. 1).



ნახ. 1. შევსებისა და კუმშვის პროცესები

შინაგანი ენერჯის აღნიშნული ცვალებადობა სრულიად უმნიშვნელოა ძრავას მუშაობისას სრული დროსელით. დროსელის მიხურვით ეს ცვალებადობა მატულობს და უდიდესი ხდება მაშინ, როდესაც ძრავა უქმი სელით მუშაობს.

ნათქვამიდან გამომდინარეობს, რომ დადროსელებული ძრავას თბური გაანგარიშებისათვის არაა მიზანშეწონილი ენერჯის ბალანსის გამოყენება იმ სახით, როგორც იცა ეს ზემოთ იყო დაწერილი.

ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ შიგაწვის ძრავას სადროსელო ციკლის კვლევისა და გაანგარიშებას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს,

რადგანაც სატრანსპორტო მანქანების ეკონომიურობის გადიდება მჭიდროდაა დაკავშირებული სადროსელო რეჟიმებზე ძრავას ეკონომიურობის გადიდებასთან. საუკეთესო მაგალითად მოცემულ შემთხვევაში შეიძლება დავასახელოთ ავტომობილი, რომლის ძრავასათვისაც სადროსელო რეჟიმი ძირითადი რეჟიმია. ამ მიზეზის გამო ავტომობილის ეკონომიურობა ყველაზე მეტად დამოკიდებულია ძრავას იმ მაჩვენებლებზე, რომლებიც მას აქვს არასრული დატვირთვით მუშაობისას.

ენერჯის ბალანსი უფრო მეტად უნივერსალურ ხასიათს ღებულობს, თუ მას დავწერთ r წერტილიდან r' წერტილამდე ნარჩენი აირების გაფართოების მხედველობაში მიღებით (ნახ. 1).

გარდა ამისა, მეტად მიზანშეწონილია შევსების დასასრულად მივიღოთ არა წერტილი a , როგორც ეს კეთდება ჩვეულებრივ, არამედ წერტილი f (ნახ. 1), რომელიც წარმოადგენს კუმშვისა და ატმოსფერული ხაზების გადაკვეთის წერტილს.

მიღებული პირობების ანალიზით შეიძლება დავადასტუროთ, რომ არის სითბოშემცველობა (ენტალპია) i_f შევსების ბოლოს, ე. ი. f წერტილში (ნახ. 1), წარმოადგენს ახალი მუხტის i_0 სითბოშემცველობის, f' წერტილში ნარჩენი აირის $i_{r'f}$ სითბოშემცველობისა და შეთბობის ΔQ სითბოს ჯამს.

ამგვარად, შევსების პროცესისათვის ენერჯის ბალანსი, რომელიც გამოსადეგი იქნება სადროსელო ციკლისათვის, შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით [3]:

$$i_f = i_0 + i_{r'f} + \Delta Q. \quad (3)$$

თუ აღვნიშნავთ ასოებით u_0 , u_f და $u_{r'f}$ ახალი მუხტისა და წერტილებში f და f' აირის შინაგან ენერჯის, ხოლო ასოებით p_0 , p_f და $p_{f'}$ სათანადო წნევებს, მაშინ შეიძლება დავწეროთ:

$$i_f = u_f + A p_f V_1, \quad (4)$$

$$i_0 = u_0 + A p_0 V_h \eta_0 \quad (5)$$

$$\text{და } i_{r'f} = u_{r'f} + A p_{f'} V_{f'}. \quad (6)$$

თუ ჩავსვამთ დაწერილ გამოსახულებებს (3) ფორმულაში, ენერჯის ბალანსი მიიღებს შემდეგ საბოლოო სახეს:

$$u_f = u_0 + A p_0 V_h \eta_0 + A p_f V_1 + \Delta Q + u_{r'f} + A p_{f'} V_{f'}. \quad (7)$$

ენერჯის ბალანსი პრაქტიკული გამოყენებისათვის ხელსაყრელ სახეს მიიღებს, თუ აირების სითბოშემცველობას გამოვსახავთ მათი რაოდენობის, ტემპერატურისა და მუდმივი წნევის დროს სითბოტევადობის საშუალებით.

გვექნება:

$$i_f = G_f c_{p_f} T_f = \frac{p_f V_h}{R_f T_f} c_{p_f} T_f = \frac{p_f V_f}{R_f} c_{p_f}; \quad (8)$$

$$i_0 = G_0 c_{p_0} T_0 = \frac{p_0 V_h \eta_0}{R_0 T_0} c_{p_0} T_0 = \frac{p_0 V_h \eta_0}{R_0} c_{p_0}; \quad (9)$$

$$i_{r'f} = G_r c_{p_r} T_{r'f} = \frac{p_{f'} V_{f'}}{R_r T_{r'f}} c_{p_r} T_{r'f} = \frac{p_{f'} V_{f'}}{R_r} c_{p_r}. \quad (10)$$

ამასთანავე შეიძლება დაიწეროს:

$$\Delta Q = G_0 c_{p0} \Delta T = \frac{p_0 V_h \eta_0}{R_0 T_0} c_{p0} \Delta T, \quad (11)$$

სადაც გარდა ზემოთ მიღებული აღნიშვნებისა,

G_0 , G_f და G_r — შევსების პროცესის განმავლობაში ცილინდრში მოხვედრილი ჰაერისა და f და r წერტილებში აირების რაოდენობებია;

c_{p0} , c_{pf} და c_{pr} — ახალი მუხტის და f და r წერტილებში აირების სითბოტევადობები;

R_0 , R_f და R_r — აირის მუდმივები;

T_0 , T_f და T_r — შეწოვილი ჰაერისა და f და r წერტილებში აირების ტემპერატურები;

η_0 — შევსების კოეფიციენტი;

ΔT — ახალი მუხტის შეთბობის ტემპერატურა.

დაწერილი გამოსახულებების (3) ფორმულაში შეტანა გვაძლევს:

$$\frac{p_f V_f}{R_f} c_{pf} = \frac{p_0 V_h \eta_0}{R_0} c_{p0} + \frac{p_f V_f'}{R_r} c_{pr} + \frac{p_0 V_h \eta_0}{R_0 T_0} c_{p0} \Delta T. \quad (12)$$

შევსების პროცესისათვის შეიძლება დავუშვათ, რომ:

$$\frac{c_{pf}}{R_f} = \frac{c_{p0}}{R_0} = \frac{c_{pr}}{R_r}.$$

ასეთ შემთხვევაში (12) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$p_f V_f = p_0 V_h \eta_0 + p_f V_f' + p_0 V_h \eta_0 \frac{\Delta T}{T_0},$$

ან

$$p_f V_f = p_0 V_h \eta_0 \left(1 + \frac{\Delta T}{T_0} \right) + p_f V_f'. \quad (13)$$

თუ T_0' ცილინდრში შესვლის მომენტში ახალი მუხტის ტემპერატურაა, მაშინ:

$$p_f V_f = p_0 V_h \eta_0 \frac{T_0'}{T_0} + p_f V_f'. \quad (14)$$

f' წერტილში ნარჩენი აირების მოცულობა $V_{f'}$ შეიძლება განვსაზღვროთ ტოლობიდან:

$$\frac{p_r V_c}{T_r} = \frac{p_{f'} V_{f'}}{T_{f'}},$$

საიდანაც

$$V_{f'} = \frac{p_r V_c T_{f'}}{p_{f'} T_r}. \quad (15)$$

f' წერტილში ნარჩენები აირების ტემპერატურა

$$T_{f'} = T_r \frac{1}{p_r \frac{n-1}{n}}, \quad (16)$$

სადაც n ნარჩენი აირების გაფართოების პოლიტროპის მაჩვენებელია.

ლიტერატურაში [4] რეკომენდებულია მივიღოთ $n=1,33$.

თუ T_f -ის მნიშვნელობას შევიტანთ (15) ფორმულაში, მივიღებთ:

$$V_f = V_c \frac{p_r^{1/n}}{p_f} \quad (17)$$

მიღებული შედეგების გათვალისწინებით, ენერჯის ბალანსი გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$p_f V_f = p_0 V_h \eta_v \frac{T_0'}{T_0} + V_c p_r^{1/n} \quad (18)$$

თუ გავყოფთ მიღებულ განტოლებას კუმშვის კამერის V_c მოცულობაზე, მივიღებთ:

$$p_f \frac{V_f}{V_c} = p_0 \frac{V_h}{V_c} \eta_v \frac{T_0'}{T_0} + p_r^{1/n} \quad (19)$$

$\frac{V_f}{V_c} = \varepsilon_1$, წარმოადგენს ნამდვილი კუმშვის ხარისხს, ხოლო $\frac{V_h}{V_c} = \varepsilon - 1$, სადაც ε გეომეტრიული კუმშვის ხარისხია (ნახ. 1); ამ გარემოების მხედველობაში მიღებით, ენერჯის ბალანსი შეიძლება დავწეროთ შემდეგი საბოლოო სახით:

$$p_f \varepsilon_1 = p_0 (\varepsilon - 1) \eta_v \frac{T_0'}{T_0} + p_r^{1/n} \quad (20)$$

მიღებული ბალანსი აღრიცხავს დადროსელებული კარბორატორიანი ძრავას მუშაობის ყველა თავისებურებას და კარგად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სადროსელო ციკლის თბური გაანგარიშებებისათვის.

კერძოდ (20) განტოლებიდან შეიძლება ვიანგარიშოთ შევსების კოეფიციენტის სიდიდე.

$$\eta_v = \frac{T_0 (p_f \varepsilon_1 - p_r^{1/n})}{p_0 (\varepsilon - 1) T_0'} \quad (21)$$

(2) ფორმულისაგან განსხვავებით (21) ტოლობას ის უპირატესობა აქვს, რომ, ჯერ ერთი, აქ გათვალისწინებულია ის ცვალებადობანი, რომლებიც ხდება ნარჩენი აირების გაფართოების გამო და, მეორეც, η_v -ს განსაზღვრისათვის არაა აუცილებელი წინასწარ, ვარაუდით, მივიღოთ შეწოვის წნევის სიდიდე.

(რედაქციას მოუვიდა 29.7.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. М. Маслеников. Новое уравнение коэффициента наполнения и критика существующих уравнений. Труды ЦИАМ, № 75, 1944.
2. В. А. Петров и А. М. Малявинский. Автомобильные двигатели. Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1947.
3. В. В. Махалдiani. Особенности работы автотракторных двигателей в высокогорных условиях, Тбилиси, 1957.
4. И. М. Ленин. Рабочие процессы и карбюрация в автомобильных двигателях, Москва, 1947.

ბ. ნადარეიშვილი

ბეტონის გამოცდა იმპულსური ულტრაბერული მეთოდით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ო. ონიაშვილმა 15.4.1957)

კვლევის მიზანი იყო დატვირთული ბეტონის გამოცდა იმპულსური ულტრაბერული მეთოდით.

იმპულსური ულტრაბერული ტალღების ბეტონში გავრცელების დროის გაზომვით განისაზღვრა შემდეგი მაჩვენებლები: ა) დატვირთულ ბეტონის პრიზმებში დაძაბულობის სიდიდისა და დეფორმაციულობის გავლენა ულტრაბერის იმპულსის გავრცელების სიჩქარეზე. ბ) ბეტონის დაძაბულობის გავლენა ულტრაბერის იმპულსის გავრცელების სიჩქარეზე წინასწარ დაძაბული სიმბეტონის ღეროების ზედაპირზე. გ) ბზარების გაჩენის მომენტი წინასწარ დაძაბულ ღეროსა და გარემომცველ ბეტონში მათი ერთიანი მუშაობის დროს.

კვლევა ჩატარდა ე. რატციის მონაწილეობით. გაზომვები ხორციელდებოდა 0.1 მკ. სეკ. სიზუსტით ხელსაწყო ПУК-6а საშუალებით, რომელიც დამუშავებულია რკინაბეტონის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ი. ზაშჩუკის ხელმძღვანელობით.

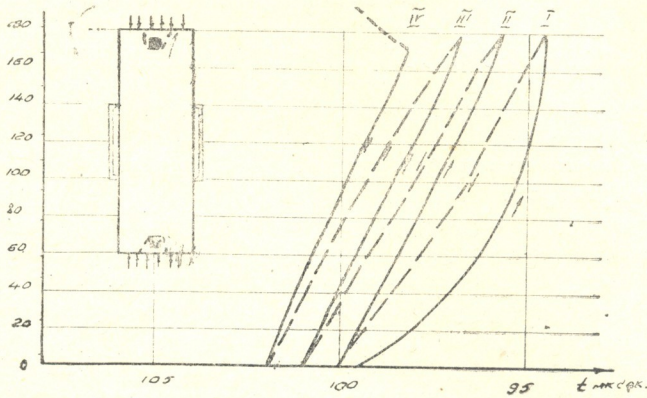
ბეტონის პრიზმებმა, ზომით $10 \times 10 \times 30$ სმ, განიცადეს დატვირთვა-განტვირთვის სამი ციკლი. დატვირთვა აღწევდა ზღვრული დატვირთვის 60%. ამის შემდეგ დატვირთვა წარმოებდა რღვევამდე. დატვირთვისას იზომებოდა ულტრაბერის იმპულსის გავრცელების დროის ცვლილება საცდელ ნიმუშებში განივი და გრძივი მიმართულებით. დეფორმაციები იზომებოდა ბერკეტთან ტენზომეტრით გრძივი მიმართულებით.

პრიზმების კუმშვაზე გამოცდამ გვიჩვენა, რომ დატვირთვის მიმართულებით ულტრაბერის იმპულსის გავრცელების დრო შემცირდა დეფორმაციის დაძაბულობის გაზრდასთან და გაიზარდა დეფორმაციის შემცირებასთან ერთად (ფიგ. 1). ამ მოვლენას ადგილი ჰქონდა შესამჩნევი ბზარების გაჩენამდე. ეს მოვლენა ექვემდებარებოდა გარკვეულ კანონზომიერებას და დამოკიდებული იყო ბეტონის სიმტკიცეზე; 200 კგ/სმ^2 ზღვრული სიმტკიცის მქონე ბეტონში დაძაბულობის ყოველ 100 კგ/სმ^2 -ით შეცვლის დროს, მცირდებოდა 4 მკ სეკ-ით, 250 კგ/სმ^2 სიმტკიცის მქონე ბეტონში 3,5 მკ სეკ-ით, ხოლო $300-350 \text{ კგ/სმ}^2$ -ს სიმტკიცის ბეტონში 2.5—3 მკ სეკ-ით. როდესაც დატვირთვა გრძელდებოდა ნიმუშის რღვევამდე, მაქსიმალური დატვირთვის 70—75% დროს ულტრაბერის იმპულსის გავრცელების დრო მკვეთრად იზრდებოდა, ბეტონის სტრუქტურის დარღვევის გამო.

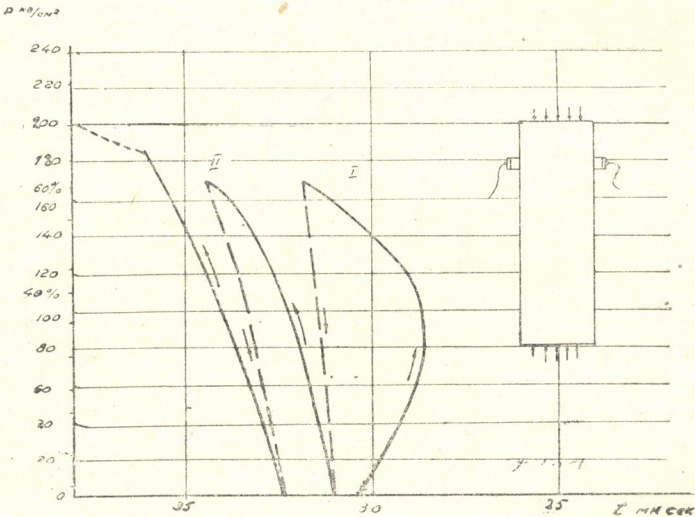
განივი მიმართულებით, ე. ი. დატვირთვის მიმართულების პერპენდიკულარულად ულტრაბერების იმპულსის გავრცელების დრო მცირდება პირველ ციკლში, დასაწყისში მაქსიმალური დატვირთვის 30—35%-მდე, ხოლო შემდეგ დატვირთვის გაზრდით კიდევ უფრო მცირდება.

შემდეგ ციკლში ულტრაბერის გავლის დრო არათუ მცირდება, არამედ იზრდება. რღვევის მომენტში მაქსიმალური დატვირთვის 75%/-ისას კი მოხდა ბერის გავლენის დროის მკვეთრი გადიდება, რაც აიხსნება ბეტონის შინაგანი სტრუქტურის დარღვევით — დატვირთვის პარალელური მიმართულებით ბზარების გაჩენით (ფიგ. 2).

წინასწარი დაძაბულობის გავლენის განსაზღვრა ულტრაბეგრის იმპულსის გავრცელების სიჩქარით წარმოებდა სპეციალურ სტენდზე არმატურის დაძაბულობის (1000—1500 კგ/სმ²-ს) რეგულირებით.



ფიგ. 1. ლერძული მიმართულებით ულტრაბეგრის იმპულსის გავრცელების დროის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ბეტონის პრიზმის დაძაბულობასთან დატვირთვისას. ბეტონის სიმტკიცე—350 კგ/სმ²

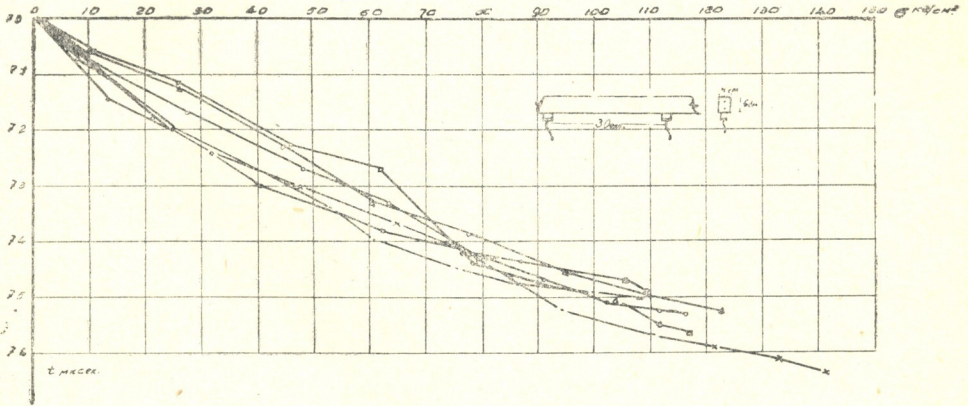


ფიგ. 2. მართობული მიმართულებით ულტრაბეგრის იმპულსის გავრცელების დროის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ბეტონის პრიზმის დაძაბულობასთან დატვირთვისას. ბეტონის სიმტკიცე 300 კგ/სმ²

ბეტონის ღეროს დაძაბული მდგომარეობის შეცვლასთან ერთად იზომებოდა ულტრაბეგრის იმპულსის გავრცელების დროც 30 სმ მანძილზე.

ღეროები განიცდიდნენ წინასწარ დაძაბვას შემდგომი დაჭიმვით. როგორც აღემა გვიჩვენა, ორ გარდაქმნელს შორის ულტრაბეგრის იმპულსის გავრცე-

ლების დრო შემცირდა მკუმშავი ძაბვების გაზრდისას და გაიზარდა მათი შექცირებისას. ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დროის ცვლილება არ არის სწორხაზოვან დამოკიდებულებაში ბეტონის დაძაბული მდგომარეობის ცვლილებასთან. დასაწყისში დროის ეს ცვლილება უფრო მკვეთრად არის გამოხატული, შემდგომ კი უფრო თანაბრად მიმდინარეობს ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დროის ცვლილება სიმბეტონის სხვადასხვა ღეროებში კარგად შეესაბამება ერთმანეთს ერთისა და იმავე სიმტკიცეების შემთხვევაში. ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დროის მიხედვით დაძაბულობის შეფასების სიზუსტე მერყეობს + 15—20%-ის ფარგლებში (ფიგ. 3).



ფიგ. 3. შემაჯამებელი გრაფიკი. სიმბეტონის ღეროების ბეტონში ულტრაბგერის იმპულსის-გავრცელების დროის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება მის დაძაბულ მდგომარეობასთან ბეტონის კუმშვაზე წინააღობისას—350 კგ/სმ²

მკუმშავი ძაბვების ცვლილება 10-დან 40 კგ/სმ²-მდე შეესაბამება ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დროის ცვლილებას 1,4—2,4 მკ სეკ-მდე, დაძაბულობის ცვლილება 40-დან 70 კგ/სმ²-მდე, 1,6-დან 2,3 მკ/ს, ხოლო დაძაბულობის ცვლილება 70-დან 100 კგ/სმ²-მდე — 1,0-დან 1,7 მკ სეკ-ს.

ჩატარებულ ცდებში ულტრაბგერების იმპულსის გავრცელების დრო ბეტონის დაძაბულობის ყველა შემთხვევაში მერყეობს ± 0,3—0,5 მკ სეკ-მდე. ელემენტის 40—50 კგ/სმ²-მდე დაძაბულობის ფარგლებში ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დროის ერთი მნიშვნელობისათვის ცდომილება აღწევს ± 8 კგ/სმ²-მდე, ხოლო უფრო მაღალი მნიშვნელობის დაძაბულობის შემთხვევაში ± 10 კგ/სმ²-მდე.

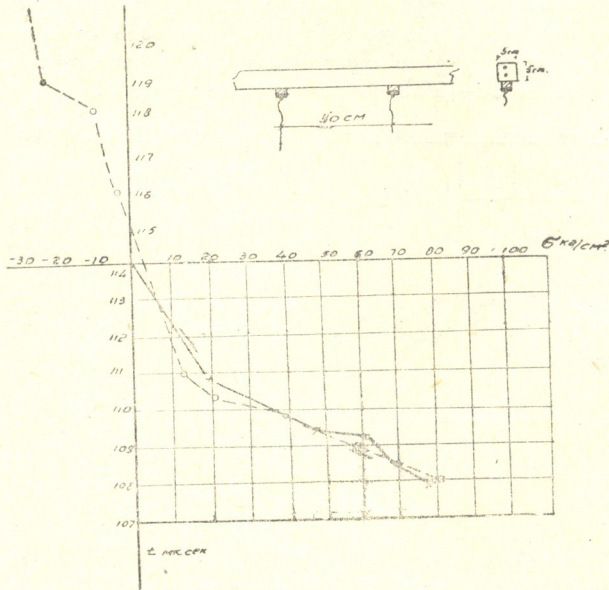
ბეტონის ღეროების წინასწარი დაძაბვისა და შემდგომი დაჭიმვისას ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დრო იცვლებოდა დაძაბულობის ცვლილების შესაბამისად; დაძაბულობის გაზრდისას მცირდებოდა, ხოლო დაძაბულობის შემცირებისას იზრდებოდა (ფიგ. 4).

მრუდები, რომლებიც გამოხატავენ ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დროის შემცირებასა და გაზრდას ბეტონის დაჭიმვისა და კუმშვის შესაბამისად, ძირითადად თანხვედრა ერთმანეთს.

წინასწარ დაძაბულ ელემენტებს შეუძლიათ განიცადონ საგრძნობი წაგრძელება ბეტონის დაურღვევლად. პრაქტიკულად ეს ჭინვები წინასწარი დაძაბულობის სიდიდის შესაბამისად 4—6-ჯერ აღემატება იმ წაგრძელებებს, რომლის დროსაც ჩვეულებრივ რკინა-ბეტონში ჩნდება ბზარები.



ვინაიდან წინასწარ დაძაბული ელემენტის ბეტონი გარემომცველ დაუძაბველ ბეტონთან ერთად განიცდის დეფორმაციას, უკანასკნელში ბზარები უფრო ადრე უნდა გაჩნდეს, ე. ი. უფრო დაბალ დატვირთვებისას, ვიდრე სიმბეტონის ლეროებში.



ფიგ. 4. ულტრაბეტონის იმპულსის გავრცელების დროის ხანგრძლივობის ცვალებადობის დამოკიდებულება სიმბეტონის ლეროების ბეტონში დაძაბულ მდგომარეობასთან ბეტონზე დაძაბვის გადაცემისას მისი შემდგომი ვაჭიმულობით

მაგრამ ამ ორ ბეტონს შორის კავშირის გამო გარემომცველ ბეტონში ბზარები ვერ ვითარდება და ვერ აღწევს საგრძნობ სიღიღეს, სანამ არ დაიბზარება სიმბეტონის ლერო.

მცირე ზომების ბზარების გამო ჩვეულებრივი ხელსაწყოების საშუალებით მათი დროულად აღმოჩენა დიდ სიძნელეს წარმოადგენს და არც არის საიმედო. ამიტომ სიმბეტონის ლეროებით არმირებული კოჭების ბეტონში ბზარების არსებობის გამოსარკვევად გამოყენებულ იქნა ულტრაბეტონული მეთოდი. ასეთ შემთხვევაში ამ მეთოდის გამოყენების არსი შემდეგში მდგომარეობს:

ულტრაბეტონული გამომსხივებლისა და მიმღების საშუალებით ორ მუდმივად ფიქსირებულ წერტილს შორის, მუდმივი მომენტის ზონაში, იზომება ულტრაბეტონის იმპულსის გავლის დრო. ბზარის წარმოქმნისას ულტრაბეტონული ტალღების იმპულსი გადაიხრება სწორი მიმართულებიდან, ბზარის გვერდის აქცევის მიზნით, რის გამოც დიდდება მისი გავლის დრო.

საცდელი კოჭების ყველა ნიმუში იცდებოდა ღუნვაზე როგორც ორ საყრდენ შუა თავისუფლად მდებარე ერთმალისანი კოჭი. ცდები ტარდებოდა ბერკეტთან დანადგარზე მალის მეოთხედებში მოდებული ორი შეყურსული ტვირთით. ამრიგად, ულტრაბეტონული გაზომვები ხდებოდა ორ ტვირთს შორის, კოჭის შუა (სიგრძით 1,20) ნაწილში, სუფთა ღუნვის ზონაში ყოველ 20 სმ-ში.

ულტრაბგერული გარდაქმნების სქემა მიღებული იყო ორ ვარიანტად: პირველი ვარიანტის მიხედვით გარდამქნელებს ვაყენებდით გარემომცველი ბეტონის გაჭიმულ ზონაში. მეორე ვარიანტის მიხედვით გარდამქნელები მაგრდებოდა ქვევითაც, კოქის ქვედა ზედაპირზე, როგორც გარემომცველ ბეტონში, ისე სიმბეტონის ღეროების ბეტონშიც.

ამ გაზომვებთან ერთად კოჭების გამოცდისას ბეტონის დეფორმაციები იზომება აგრეთვე ბერკეტის ტენზომეტრებით, ხოლო კოქის ჩაღუნვები და საყრდენების ჯდენა—ჩაღუნვზომებით. ბზართა წარმოქმნაზე კონტროლი ხორციელდებოდა მპ-2 ტიპის მიკროსკოპის მეშვეობით.

ჩატარებული ცდების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დრო ორ გარდამქნელს შორის (15—20 სმ სიგრძეზე) შეადგენს 60-დან 100 მიკროსეკუნდამდე. იმის მიხედვით, თუ რა ბაზა და რა სიმტკიცის ბეტონია აღებული — ელემენტი ამ შემთხვევაში არ იყო დატვირთული.

დატვირთვის გაზრდასთან ერთად გაჭიმულ ბეტონში ულტრაბგერის გავრცელების დრო ყოველ 100 კგ მ მლუნავ მომენტზე მატულობს 1,1—2,2 მიკროსეკუნდით.

გარემომცველ ბეტონში ბზარის წარმოქმნით ულტრაბგერის გავრცელების დრო მატულობს უფრო ინტენსიურად და შეადგენს 5—35 მიკროსეკუნდს 100 კგ მ მლუნავ მომენტზე ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების ხანგრძლივობა მკვეთრად მატულობს აგრეთვე წინასწარ დაძაბული ელემენტების ბეტონში ბზარების წარმოქმნისას. ულტრაბგერების იმპულსის გავრცელების ეს გადიდება ხდება როგორც გარემომცველ ბეტონში, ისე წინასწარ დაძაბულ ელემენტების ბეტონში და აღწევს 70 მიკროსეკუნდს 100 კგ მ მლუნავ მომენტზე.

გარდამქნელები, რომლებიც დაყენებულია გარემომცველი ბეტონის გვერდით სიბრტყეებში, აჩვენებენ 2 სხვადასხვა ნახტომის ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების ხანგრძლივობის მატებაში: M_{T_0} -ს (გარემომცველ ბეტონში ბზარის წარმოქმნის მომენტი) და M_{T_0} -ს (ღეროში ბზარის წარმოქმნის მომენტი), ხოლო წინასწარდაძაბულ ელემენტებში მხოლოდ ერთ ნახტომს M_{T_0} -ს. დატვირთვა, რომელიც ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების ხანგრძლივობაში იწვევს პირველ ნახტომს, საკმარისი მიახლოებით ემთხვევა საანგარიშო დატვირთვის იმ მნიშვნელობას, რომელიც იწვევს ბზარის წარმოქმნას გარემომცველ ბეტონში (M_{T_0}). ამრიგად, დამტკიცებულია, რომ ულტრაბგერის გავრცელების დროის ხანგრძლივობაში ნახტომს ადგილი აქვს ბზართა წარმოქმნის მომენტში, რომელშიც ვრცელდება ულტრაბგერული იმპულსი.

დატვირთვა, რომლის დროსაც ულტრაბგერა გვიჩვენებს ბზარს გარემომცველ ბეტონში, შეესაბამება საანგარიშო დატვირთვისას, რომელიც მიიღება ჩვეულებრივი ($1,5 \cdot 10^{-4}$) გაჭიმვადობის ზღვრის მნიშვნელობიდან.

ამრიგად დამტკიცებულია, რომ, მიუხედავად წინასწარ დაძაბულ ელემენტებთან კავშირისა, ბზარები გარემომცველ ბეტონში წარმოიქმნება გაჭიმვადობის ზღვრის მიღწევისას.

მეორე ნახტომი ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების დროს ხანგრძლივობაში, რომლის დროსაც ულტრაბგერა გვიჩვენებს ბზარებს წინასწარ დაძაბული ელემენტების ბეტონში, შეესაბამება საანგარიშო დატვირთვის M_{T_0} -ს, რომელიც მიიღება იმ პირობიდან, რომ გარემომცველი ბეტონი არ ღებულობს ძალებს წინასწარ ბზარების წარმოქმნის გამო.

ულტრაბგერის იმპულსის გავრცელების ამ თავისებურებებს ადგილი ჰქონდა სისტემატურად ყველა 14 კოჭზე ჩატარებულ ცდებში.

ყოველ კოჭში გარემომცველ ბეტონსა და ორ გარდამქნელს შორის მოთავსებულ ღეროში, რომლებიც დაყენებულია მუდმივი მომენტის ზონაში, ბზარები ჩნდება დატვირთვის სხვადასხვა საფეხურზე ბეტონის არაერთგვაროვნების გამო.

მიღებული შედეგები შედარებულია საანგარიშო M_{T_0} და M_{T_0} მნიშვნელობებთან და ტენზომეტრებისა და ჩალუნზომების ჩვენებებთან.

საანგარიშო მონაცემების ცდის მონაცემებთან თანხვევა შეიძლება დამაკმაყოფილებლად ჩაითვალოს, რადგან ბეტონის გაჭიმვაზე წინაღობა და მისი ზღვრული გაჭიმვადობა საკმაოდ დიდ დიაპაზონში ირხევა.

ჩატარებული ცდები გვიჩვენებს, რომ შესაძლებელია და მიზანშეწონილი ულტრაბგერების გამოყენება ბეტონის დეფორმაციული (დაძაბული) მდგომარეობის შესასწავლად. კერძოდ, ბეტონის ნიმუშების შიგა ნაწილში მიკრობზარების წარმოქმნის მომენტის დასადგენად.

იმის გამოსაკვლევად, თუ რამდენად შესაძლებელია ულტრაბგერების გამოყენება წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის ელემენტების დაძაბული მდგომარეობის შესასწავლად, საჭიროა რიგი სისტემატური ხასიათის ცდების ჩატარება, რითაც დადგენილ იქნება ისეთი ფაქტორების გავლენა, როგორიცაა: ბეტონის სიმტკიცე, გარდამქნელებს შორის მანძილი და სხვა.

ულტრაბგერული გაზომვების გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტურია ასაკრებ-მონოლითური კონსტრუქციების გარემომცველ ბეტონში ბზარების აღმოსაჩენად, აღნიშნული ბზარები მათი გაჩენის მომენტში ძნელად შესამჩნევია სიმცირის გამო, ამიტომ მათი აღმოჩენა სხვა მეთოდით საკმაოდ ძნელია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

საამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.4.1957)

მეტალურგია

მ. კეკელიძე და მ. ჰეროვა

ფლუსიანი აგლომერატი დაშქსანის მახვტიტებისა და
სადახლოს კირქვებისაგან

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 23.3.1956)

ამჟამად ბრძმედის მუშაობის ინტენსიფიკაციის ერთ-ერთი საშუალება რკინის ჩვეულებრივი აგლომერატის ფლუსიანი აგლომერატი შეცვლა.

ამ სამუშაოს მიზანს შეადგენს ადგილობრივი ნედლეულისაგან ფლუსიანი აგლომერატის მიღების რეჟიმისა და შეცხოების ტექნოლოგიური მაჩვენებლების დადგენა. აგრეთვე ისწავლებოდა კოქსიკის სხვადასხვა რაოდენობის გავლენა განსხვავებული ფუძიანობის აგლომერატების შეცხოების მაჩვენებლებზე.

ფლუსიანი აგლომერატის მიღების ცდები ჩატარებულია ლაბორატორიული სააგლომერაციო დანადგარზე [1].

იმ განზრახვით, რომ სამუშაოს შედეგები უშუალოდ გამომდგარიყო ი. სტალინის სახელობის ა/კ მეტალურგიულ ქარხანაში, საცდელი საკაზმე მასალები ისეთივე იყო, როგორიც იქ იხმარება (ცხრ. 1 და 2).

ცხრილი 1

საკაზმე მასალების ქიმიური შედგენილობა

მასალა	შედგენილობა, %								ბ. დ.
	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P	
დაშქსანის მახვტიტური კონცენტრატი	50,01	14,86	3,95	49,78	9,76	0,56	0,10	0,05	—
კირქვა	—	2,33	0,33	0,28	53,66	0,43	0,02	—	42,6
კოქსის ნაცარი	—	41,50	21,66	28,23	4,97	0,92	1,13	0,09	—

კოქსიკი: ნაცარი—21,04%, აქროლალები—2,34%, გოგირდი—1,5%, წყალი—11,8%.



საკაზმე მასალების გრანულომეტრული შედგენილობა

მასალა	ფრაქციები, მმ							ნაკლები 0,25	ნაყარი წონა ტ/მ ³
	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25		
1. დაშქესანის მაგნეტიტური კონცენტრატი	—	—	—	—	18,0	24,4	18,4	39,2	1,93
2. კირქვა	18,0	17,0	22,0	12,0	7,0	10,0	5,0	9,0	
3. "	—	21,0	28,0	16,0	8,0	11,0	7,0	9,0	
4. "	—	—	35,0	22,0	13,0	16,0	7,0	7,0	
5. "	—	—	—	39,0	17,0	20,0	13,0	11,0	1,50
6. "	—	—	—	—	—	50,0	32,0	18,0	
7. კაქსიკი	—	—	—	27,0	11,0	12,0	11,0	39,0	0,86

კაზმში კირქვის რაოდენობისაგან ავლომერატის შეცხოებისა და ხარისხის მაჩვენებლების დამოკიდებულება

შეცხოებათა პირველი სერია ტარდებოდა იმ მიზნით, რომ დაგვედგინა კაზმში კირქვის რაოდენობის გავლენა შეცხოების პროცესზე. კირქვის დასაშვები დანამატის სიდიდე, გარდა საკაზმე მასალების სიმსხოსა, დამოკიდებულია კაზმში ნახშირბადის რაოდენობის, მადნის ხასიათისა და მისი ფუჭი ქანების შედგენილობისაგან. ასე, დ. ხოხლოვისა და ვ. მილერის [2] ცდებში მაგნიტოგორსკის მაგნეტიტური კონცენტრატების და წითელი და მურა რკინაქვების გამონაცრებიდან მიღებული ავლომერატების ოპტიმალური ფუძიანობის მნიშვნელობანი მკვეთრად განსხვავდება ერთიმეორისაგან, ხოლო ა. იაკობსონის [3] მონაცემებით, მადნების შეცხოებისას, რომელთა ფუჭ ქანებს $CaO:SiO_2$ მომატებული შეფარდება აქვთ, — მიიღება კარგი სიმტკიცის ფლუსიანი ავლომერატი მაღალი ფუძიანობის დროსაც.

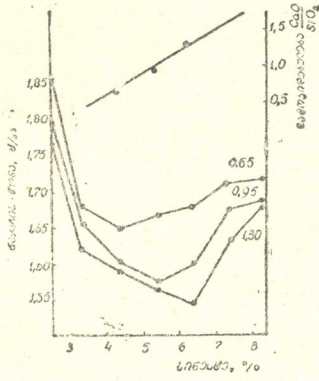
დაშქესანის მაგნეტიტური კონცენტრატის ფუჭ ქანს აქვს $CaO:SiO_2$ შეფარდება 0,5—0,65, ამიტომ საინტერესო იყო მისგან ფლუსიანი ავლომერატის მიღება 1,4-მდე ფუძიანობით.

მაგრამ ცდების დაწყებამდე საჭირო იყო განსაზღვრა სხვადასხვა ფუძიანობის კაზმის ოპტიმალური სინესტისა, ვინაიდან ამ უკანასკნელს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს შეცხოების პროცესის ინტენსიური მსვლელობისათვის. კაზმში კირქვის სხვადასხვა რაოდენობამ გავლენა უნდა იქონიოს მისი ოპტიმალური ტენიანობის სიდიდეზე, ვინაიდან კირქვა წყალტევადი მასალაა.

განსაზღვრა კაზმების ოპტიმალური ტენიანობა, რომლებიც შეიცავდნენ 25% საბრუნს და 3,5% ნახშირბადს, მაგრამ პირველი კაზმი არ შეიცავდა კირქვას, ე. ი. მისი ფუძიანობა იყო 0,65, მეორესი — 0,95, მესამესი — 1,30. ნესტის რაოდენობა იცვლებოდა 2,5-დან 8,5 პროცენტამდე.

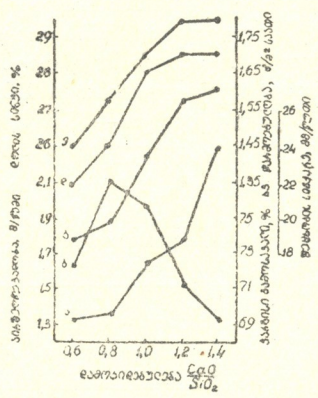
ამ განსაზღვრათა შედეგები მოცემულია ნახ. 1. ამავე ნახატზე აგებულია ნაყარი წონის მინიმუმზე განსაზღვრული ოპტიმალური ტენიანობის მნიშვნელობათა მიხედვით ამ უკანასკნელის ფუძიანობისაგან დამოკიდებულების გრაფიკი, რომლის საფუძველზე შემდგომი ცდებისათვის შეირჩა ნესტის ოპტიმალური სიდიდეები.

სხვადასხვა ფუძიანობის აგლომერატების შეცხოვის მაჩვენებლების განსაზღვრის ცდები ჩატარებულია 3—0 მმ სიმსხოს კირქვებზე და კაზმში ნახშირ-



ნახ. 1. კაზმის ნაყარის წონის, ფუძიანობისა და სინესტის ურთიერთდამოკიდებულება

შადის 3,5 და საბრუნის 25 პროცენტის მულმივი შედგენილობით. 0,65 ფუძიანობისას კაზმის სინესტე განისაზღვრებოდა 4,3 პროცენტით; ფუძიანობის 0,8;



ნახ. 2. შეცხოვის მაჩვენებლების დამოკიდებულება კაზმში კირქვის რაოდენობისაგან: ა—აირშელწვეადობა, ბ—ვარგისი აგლომერატის გამოსავალი, გ—შეცხოვის სიჩქარე, რ—ხვედრითი წარმოებულობა, ე—დოლის სინჯი

1,0; 1,2 და 1,4-მდე გაზრდისას სათანადოდ იზრდებოდა სინესტე — 5,4%, 5,8%, 6,2% 6,6%-მდე და კირქვის პროცენტული შედგენილობაც — 5,0%, 8,8%, 12,5% და 16,0%-მდე. ამ ცდებში შეცხოვის ფენის სიმაღლე ჯამში უდ-



რიდა 250 მმ, ხოლო გაიშვიათება ცეცხლრიკების ცხრილის ქვეშ — 800 მმ წყლის სვეტს. ცდების ძირითადი მაჩვენებლები მოცემულია ნახ. 2-ზე.

ჩანს, რომ კაზმში კირქვის 5% შეტანითაც კი უმჯობესდება შეცხოების მაჩვენებლები: კაზმი კარგად შეგუნდავდა, აირშეღწევალობა რამდენადმე გაიზარდა, შემცირდა თხევადი ფაზის სიბლანტე, აჩქარდა პროცესის მსვლელობა და გადიდა ვარგისი აგლომერატის გამოსავალი. თუმცა შეუწილებლად დარჩენილმა კირმა ოდნავ შეამცირა აგლომერატის სიმტკიცე: დოლის სინჯში გაიზარდა 5 მმ ნაკლები წვრილმანი 1,5 პროცენტით.

კაზმში კირქვის შედგენილობის შემდგომი გაზრდა საგრძნობლად ამცირებს მის ნაყარ წონას და ზრდის დაწყებით აირშეღწევალობასა და შეცხოების სიჩქარეს. დოლის სინჯი კი უარესდება, ვინაიდან ჭარბადაა რეაქციის გარეშე დარჩენილი კირქვის ჩანართები, რომლებმაც შეამცირეს ვარგისი აგლომერატის გამოსავალიც; ამ მაჩვენებლებზე გავლენა იქონია აქროლადების (CO₂) გაზრდამაც. უნდა აღინიშნოს დანადგარის წარმოებულობის ზრდა შეცხოების პროცესის აჩქარების შედეგად, ასე რომ კაზმში კირქვის 12,5 და 16 პროცენტით შედგენილობისას აგლომერატის სიმტკიცის გაუარესების მიუხედავად, პროცესის ტექნოლოგიური მაჩვენებლები დამაკმაყოფილებელია, მით უმეტეს, რომ კაზმში საწვავის რაოდენობის გაზრდით შესაძლებელია აგლომერატის სიმტკიცის გაზრდაც.

კაზმში საწვავის რაოდენობის გავლენა ფლუსიან აგლომერატის შეცხოების მაჩვენებლებზე და მის ხარისხზე

ვინაიდან ფლუსიან აგლომერატის კაზმში საწვავის რაოდენობის გადიდების აუცილებლობის შესახებ მკვლევართა განსხვავებული შეხედულებებია, ამიტომ გადაწყდა ჩატარებოლიყო საცდელი შეცხოებების ორი სერია შემდეგი პირობებით: I სერია — აგლომერატის ფუძიანობა 1,0; კაზმის შედგენილობა: დაშქესანის კონცენტრატი — 66,2%; კირქვა — 8,8%, საბრუნე — 25,0%, სინესტე — 5,8%. II სერია — აგლომერატის ფუძიანობა 1,4; კაზმის შედგენილო-

ცხრილი 3

1,0-ფუძიანობის აგლომერატის შეცხოების მაჩვენებლები კაზმში ნახშირბადის რაოდენობის ცვალებადობის დროს

ნახშირბადის რაოდენობა კაზმში, %	გამავალი აირების მაქსიმალური ტემპერატურა, °C	მაქსიმალური გაიშვიათება, მმ წყ. სვ.	შეცხოების სიჩქარე, მმ/წუთი	ვარგისი აგლომერატის გამოსავალი, %		ხვედრითი წარმოებულობა, ტ/მ ³ საათი	დოლის სინჯი, %
				კაზმიდან	შენაცხოებიდან		
2,5	510	920	20,0	42,5	52,7	1,01	47,5
3,0	510	910	20,0	63,5	71,2	1,21	40,0
3,5	540	840	23,3	75,5	85,5	1,67	29,5
4,0	540	880	23,8	76,2	86,1	1,71	27,0
4,5	540	880	25,6	76,8	86,8	1,86	26,0
5,0	550	900	25,6	75,9	86,1	1,82	24,5
5,5	550	900	23,8	76,5	89,2	1,70	24,0

ბა: დაშქესანის კონცენტრატი 59,0%, კირქვა — 16,0%, საბრუნე — 25,0%, სინესტე — 6,6%. ორივე შემთხვევაში ნახშირბადის შეცულობა კაზმში იცვლებოდა 2,5-დან 5,5 პროცენტამდე ყოველი 0,5 პროცენტის შემდეგ. შესაცხოზი ფენის სიმაღლე განისაზღვრებოდა 250 მმ-ით, ხოლო დაწყებითი გაიშვიათება ცეცხლიკების ცხრილის ქვეშ — 800 მმ. წყ. სვეტ. ცდების შედეგები თავმოყრილია მე-3 და მე-4 ცხრილებში.

ცხრილი 4

1,4 ფუჰიანობის აგლომერატის შეცხოზის მაჩვენებლები კაზმში ნახშირბადის რაოდენობის ცვალებადობის დროს

ნახშირბადის რაოდენობა კაზმში, %	გამავალი აირების მაქსიმალური ტემპერატურა, °C	მაქსიმალური გაიშვიათება, მმ წყ. სვეტი	შეცხოზის სიჩქარე, მმ/წუთი	ვარგისი აგლომერატის გამოსავალი, %		ხვედრითი წარმოებულობა, ტ/მ ² საათი	დოლის სინჯი, %
				კაზმიდან	შენაცხოზიდან		
2,5	500	880	22,7	61,0	70,2	1,30	43,0
3,0	520	880	25,7	63,0	72,5	1,51	41,0
3,5	530	870	27,0	68,8	80,4	1,71	31,0
4,0	530	890	29,4	69,8	81,7	1,89	28,0
4,5	530	900	32,3	70,2	82,0	2,03	27,5
5,0	550	900	30,3	68,4	80,5	1,89	26,0
5,5	570	920	28,6	66,4	78,5	1,71	26,5

ამ მონაცემთა მიხედვით (ცხრ. 3 და 4), ფლუსიანი აგლომერატის მიღებისას შეცხოზის ტექნოლოგიური მაჩვენებლების ცვალებადობის კანონზომიერება კაზმში საწვავის რაოდენობისაგან დამოკიდებულებით ისეთივეა, როგორც ჩვეულებრივი აგლომერატის მიღებისას. საწვავის დიდი ხარჯის დროს პროცესის მაღალ ინტენსივობას ადასტურებს გამავალი აირების მზარდი ტემპერატურა და პროცესის დასაწყისში ცეცხლიკების ცხრილის ქვეშ გაიშვიათების გაზრდა. გარეგნულად კაზმში ნახშირბადის დიდი შეცულობის დროს მიღებული აგლომერატი უფრო ფორიანია და სრულიად არა აქვს კირის ჩანართები. დანადგარის ხვედრითი წარმოებულობა იზრდება შეცხოზის სიჩქარის გაზრდასთან ერთად და მაქსიმალურია კაზმში ნახშირბადის 4,5 პროცენტით შეცულობისას.

ამ ცდებით დადგინდა, რომ შეცხოზის მაღალი ტექნოლოგიური მაჩვენებლებით საკმარისი სიმტკიცის ფლუსიანი აგლომერატის მისაღებად აუცილებელია კაზმში ნახშირბადის რაოდენობის გაზრდა და მით უფრო მეტად, რამდენადაც მეტია ფუძიანობა. ასე, თუ ნახშირბადის დუბტიმალური რაოდენობა აღებული იქნება დოლის სინჯის მნიშვნელობის მიხედვით, მაშინ (ნახ. 2, ცხრილები 3 და 4) 5 მმ ნაკლები წვრილმანი 26,0% რაოდენობით მიიღება აგლომერატის კირქვის გარეშე შეცხოზისას კაზმში 3,5% ნახშირბადის შეცულობით; 1,0 ფუძიანობის აგლომერატის შეცხოზისას 4,5% ნახშირბადის შეცულობით, ხოლო 1,4 ფუძიანობის აგლომერატის შემთხვევაში 5,0% შეცულობით.

ამგვარად, მიუხედავად დ. ხოხლოვისა და ვ. მილერის [2] თეორიული დასაბუთებისა, რომლის მიხედვით ფლუსიანი აგლომერატის მისაღებად აუცილებელია საწვავის ხარჯის შემცირება, ჩვენი მონაცემებით, სხვა ავტორთა მონა-



ცემებით და აგრეთვე პრაქტიკული გამოცდილებით [4, 5] დამოწმებულია კირქვის სიკის ხარჯის გაზრდა. ეს გარემოება შემდეგნაირად უნდა აიხსნას: კირქვის დამატება ხელს უწყობს კაზმის ცალკეული ნაწილაკების შეგუნდავებას და საგრძნობლად აფხვიერებს მას; ამას გარდა, კირქვის დაშლის შედეგად გამოყოფილი ნახშირმჟავა აირი უფრო მეტად აცილებს ერთმანეთისაგან მადნის ნაწილაკებს; იმავე დროს ნაკლები ნაყარი წონის ფხვიერი მასალა შეცხოებისას მეტად ჯდება და მისგან საკმარისი სიმტკიცის აგლომერატის მისაღებად აუცილებელია თხევადი ფაზის საგრძნობი განვითარება, რაც საწვავის მეტ ხარჯს მოითხოვს; სიტბო საჭიროა კირქვის დაშლის ენდოთერმული რეაქციისათვისაც. ეს იმას ნიშნავს, რომ ფლუსიანი აგლომერატის შეცხოებისას მხედველობაში მისაღება მთავარი ნიშნული კაზმის როგორც ფიზიკურ-ქიმიური, ისე ფიზიკური თვისებები.

კირქვის სიმსხოს გავლენა აგლომერატის შეცხოების მაჩვენებლებსა და მის ხარისხზე

ცნობილია, რომ ფლუსიანი აგლომერატის შეცხოების სასურველი შედეგების მისაღებად აუცილებელია საკმარისი წვრილი კირქვა. კირქვის უფრო მისაღებ სიმსხოდ ახლა 3—0 მმ ითვლება, თუმცა ზოგიერთი ცდის [4] მიხედვით

ცხრილი 5

1,0 ფუძიანობის აგლომერატის შეცხოების მაჩვენებლები კირქვის სიმსხოს ცვალებადობისას

კირქვის სიმსხო, მმ	კაზმის აირ-შედწევადობა, მ/წამ.	შეცხოების სიჩქარე, მმ/წუთ.	ვარგისი აგლომერატის გამოსავალი, %		ხვედრითი წარმოებულობა, ტ/მ ² საათი	დოლის სინჯი, %
			კაზმიდან	შენაცხოებიდან		
1—0	1,63	25,6	76,2	88,7	1,88	27,0
3—0	1,65	25,6	78,3	90,6	1,89	26,0
5—0	1,78	26,3	78,5	89,9	1,95	25,0
7—0	1,90	26,3	78,0	89,5	1,92	25,0
10—0	1,92	27,0	75,8	87,5	1,91	25,0

ცხრილი 6

1,4 ფუძიანობის აგლომერატის შეცხოების მაჩვენებლები კირქვის სიმსხოს ცვალებადობისას

კირქვის სიმსხო, მმ	კაზმის აირ-შედწევადობა, მ/წამ.	შეცხოების სიჩქარე, მმ/წუთ.	ვარგისი აგლომერატის გამოსავალი, %		ხვედრითი წარმოებულობა, ტ/მ ² საათი	დოლის სინჯი, %
			კაზმიდან	შენაცხოებიდან		
1—0	1,90	27,8	63,2	75,2	1,66	33,5
3—0	2,40	33,3	71,5	83,5	2,20	28,5
5—0	2,52	33,3	69,5	81,8	2,11	27,0
7—0	2,32	29,4	70,0	82,7	1,88	26,5
10—0	2,22	29,4	69,7	82,3	1,87	27,0

კირქვის მცირე რაოდენობით დამატების შემთხვევაში შეიძლება მისი უფრო მსხვილი მარცვლების აღება. ჩვენ მიერ ჩატარებულია ცდები კირქვის ოპტიმალური სიმსხოს დასადგენად 1,0 და 1,4 ფუძიანობის ფლუსიანი აგლომერატის მიღებისას.

ამ ცდების პირობები სრულიად მსგავსი იყო წინა ცდების პირობებისა, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ კაზმში ნახშირბადის რაოდენობა არ იცვლებოდა და ყოველთვის შეადგენდა 4.5%. ცდების ძირითადი შედეგები თავმოყრილია მე-5 და მე-6 ცხრილებში.

მე-5 და მე-6 ცხრილების მონაცემებით, შეცხოების მაჩვენებლების კირქვის სიმსხოსაგან დამოკიდებულებით ცვალებადობის საერთო ხასიათი აგლომერატის 1,0 და 1,4 ფუძიანობის ორივე შემთხვევაში ერთნაირია, გარდა კაზმის დაწყებითი აირშელწვეადობისა. კირქვის 1—0, 3—0 და 5—0 მმ სიმსხოს შემთხვევებში მოკირიანებული კაზმის აირშელწვეადობის გაზრდა ძირითადად კაზმის შეგუნდავების გაუმჯობესების შედეგად ხოლო 7—0 და 10—0 მმ შემთხვევებში — კაზმის მსხვილი ფრაქციებით გაფხვიერებისა.

1,0 ფუძიანობის აგლომერატის შეცხოებისას კაზმის აირშელწვეადობა მუდმივად იზრდებოდა 1,63-დან 1,92 მ/წ-მდე (ცხრ. 5); 1,4 ფუძიანობის დროს კი აირშელწვეადობის 1,90-დან 2,52 მ/წ-მდე გაზრდა შეიმჩნა, როცა კირქვის მარცვლების სიმსხო 5—0 მმ იყო; შემდეგ და შემდეგ აირშელწვეადობა იკლებდა (ცხრ. 6). კაზმის აირშელწვეადობის ცვალებადობის შესატყვისად იცვლებოდა შეცხოების სიჩქარეც: აგლომერატის 1,0 ფუძიანობის დროს კირქვის სიმსხოს გაზრდასთან ერთად შეცხოების სიჩქარეც იზრდებოდა, ხოლო 1,4 ფუძიანობის დროს და კირქვის 7—0 და 10—0 მმ სიმსხოს შემთხვევაში სიჩქარე იკლებდა.

კაზმიდან ვარვისი აგლომერატის გამოსავალი ორივე შემთხვევაში უმნიშვნელოდ იცვლებოდა და იმჩნეოდა მისი შემცირების საერთო ტენდენცია კირქვის სიმსხოს ზრდის შედეგად კირის შეუღობელი ჩანართების დაფშვნის გამო. კირქვის 1—0 მმ სიმსხოს შემთხვევებში აგლომერატის გამოსავლის შემცირება უნდა მიეწეროს პროცესის ნაკლებ ინტენსივობას კაზმის დაბალი აირშელწვეადობის გამო.

დროის სინჯი უკეთესი აღმოჩნდა კირქვის მარცვლების მეტი სიმსხოს შემთხვევებში. ეს გარემოება, ერთი მხრივ, აიხსნება პროცესის მეტი ინტენსივობით და აგლომერატის მეტი შეღობებით კაზმის მაღალი აირშელწვეადობის დროს, მეორე მხრივ კი, კირის მსხვილი და შეუღობელ ჩანართების გამოფშვნისა და შემდეგ, — ვარვისი აგლომერატის გამოცრისას, — მისი გამოცალკევებით.

დანადგარის წარმოებულობა აგლომერატის 1,0 ფუძიანობის შემთხვევაში უფრო მაღალი იყო (1,95 ტ/მ² საათი), როცა კირქვის მარცვლების სიმსხო განისაზღვრებოდა 5—0 მმ, ხოლო 1,4 ფუძიანობის შემთხვევაში 3—0 მმ სიმსხოს დროს (2,20 ტ/მ²). ამგვარად, მაღალი ფუძიანობის აგლომერატის შეცხოებისათვის აუცილებელია კირქვის წვრილად დაფქვა.

დასკვნები

1. ცდებით დადგენილია, რომ კაზმში კირქვის დამატების ზრდასთან ერთად უნდა იზრდებოდეს მისი სინესტეც;

2. ფლუსიანი აგლომერატის ფუძიანობის 0,8-დან 1,4-მდე გაზრდას თანსდევს შეცხოების პროცესის აჩქარება (19,6—27,0 მმ/წუთი) და დანადგარის ხვედრითი წარმოებულობის გაზრდა (1,45-დან 1,70 ტ/მ² საათი) მიღებული აგლომერატის ნორმალური სიმტკიცით;

3. ფლუსიანი აგლომერატის მიღებისას საწვევის ხარჯი მით უფრო მეტად იზრდება, რაც უფრო მეტია ფუძიანობა;

4. 1,4 ფუძიანობის აგლომერატის შესაცხოზად კირქვა საკიროა დაიფქვას არა უმეტეს 3 მმ, ხოლო 1,0 ფუძიანობამდე აგლომერატისათვის შესაძლებელია კირქვის სიმახო 5 მმ განისაზღვრებოდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 23.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Кекелидзе, В. В. Перова. Оптимальные условия агломерации Чиатурской мытой марганцевой руды I с. Сообщения Академия Наук Грузинской ССР, т. XVIII, № 10, 1956.
2. Л. Г. Хохлов, В. Я. Миллер. Теория и практика производства офлюсованного агломерата, Сталь, № 6, 1955.
3. А. П. Якобсон. Производство и применение офлюсованного агломерата. Сталь, № 1, 1955.
4. Н. М. Якубцинер, И. А. Некрасов. Самоплавкий агломерат из криворожских руд. Сталь, № 6, 1952.
5. А. М. Банний, А. Г. Неясов. Влияние восстановимости самоплавкого агломерата на работу доменной печи. Сталь, № 11, 1955.

ბასაგლინავი მასალის გლინებთან საკონტაქტო ფართის განსაზღვრა არასწორკუთხოვან ყალიბებში გლინვისას

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. გედევანიშვილმა 13.5.1957)

გლინებზე ლითონის მთლიანი დაწოლის განსაზღვრისათვის ფორმულით $P = Fp_{სა}$, აუცილებელია ვიცოდეთ საკონტაქტო ფართი F და საშუალო ხვედრითი წნევა $p_{სა}$.

სწორკუთხოვანი კვეთის პროფილების გლინვისას გლუვ კასრებზე საკონტაქტო ფართი ანალიტიკურად განისაზღვრება, არასწორკუთხოვან ყალიბებში გლინვისას კი გრაფიკულად, ვინაიდან ანალიტიკური გაანგარიშებანი მასზე არ არსებობს [1].

ჩვეულებრივ განსაზღვრავენ არა საკონტაქტო ფართს, არამედ მის ჰორიზონტალურ პროექციას [1,2].

არასწორკუთხოვან ყალიბებში გლინვისას საკონტაქტო ფართის ჰორიზონტალური პროექცია შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი განტოლებით:

$$F = \int_{y_0}^y z dy + F_1 = \int_{y_0}^y f(x, y) dy + F_1,$$

სადაც $z = f(x, y)$ გასაგლინავი მასალის ყალიბთან შეხების საკონტაქტო მრუდის ჰორიზონტალური პროექციის განტოლებაა; F_1 — საკონტაქტო ფართის ნაწილი, რომელიც მარტივად მოიძებნება (იხილეთ ქვემოთ) ზოგიერთ შემთხვევაში $F_1 = 0$, მაგალითად, ოვალის გლინვისას წრიულ ყალიბში.

ა) გასაგლინავი მასალის გლინებთან საკონტაქტო ფართის ჰორიზონტალური პროექციის განსაზღვრა თავისუფალი გაფართოებით გლინვისას გამკვეთ ყალიბებში

საკონტაქტო ფართის პროექცია (ნახ. 1, 2) ტოლია:

$$F = F_1 + 2F_2 = al + 2F_2,$$

სადაც a ყალიბის გამკვეთი თხემის ყელის სიგანეა, l — დეფორმაციის ზოლის სიგრძე.

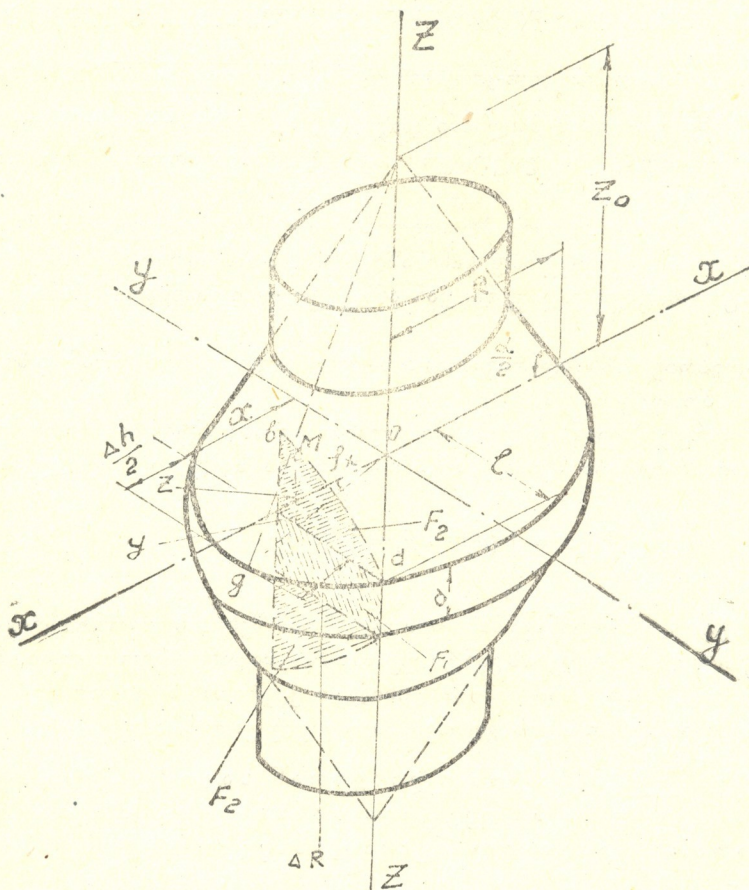
F_2 ფართის გამოთვლისათვის საჭიროა ვიცოდეთ bd მრუდის განტოლება. ეს მრუდი ჰიპერბოლაა.

მოცემული შემთხვევის ჰიპერბოლის განტოლების შედგენისათვის ვპოულობთ ნებისმიერი წერტილის კოორდინატებს $M(y, z)$, რომელიც ამ მრუდზე მდებარეობს.

ნახ. 1-დან ეპოულობთ:

$$\zeta = \Delta R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad \Delta R = R - \frac{R - \frac{\Delta h}{2}}{\cos \varphi_x}$$

სადაც α გამკვეთი თხემის დახრის კუთხეა, R —თხემის რადიუსი, Δh —მოტიმგა-
ყელზე.



ნახ. 1

მაშინ

$$\zeta = \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \varphi_x$$

მოცემულია

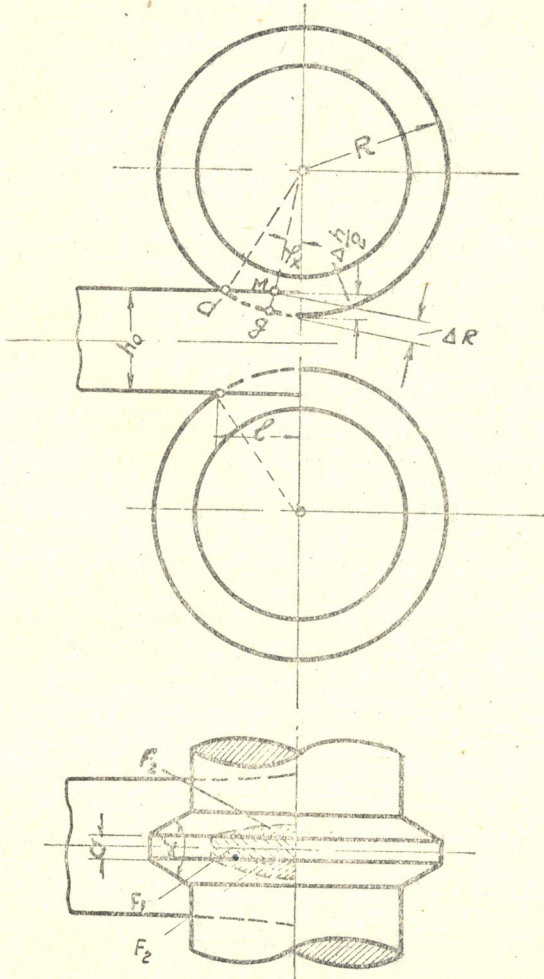
$$x = R - \frac{\Delta h}{2}, \quad y = \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right) \operatorname{tg} \varphi_x$$

ამრიგად, $M(y, z)$ წარმოადგენენ:

$$y = x \operatorname{tg} \varphi_x; \quad (1)$$

$$z = \left(R - \frac{x}{\cos \varphi_x} \right) \frac{z_0}{R}; \quad (2)$$

სადაც z_0 წარმოსახვითი კონუსის სიმაღლეა.



ნახ. 2

$\cos \varphi_x$ -ის გარდაქმნის შემდეგ ვღებულობთ:

$$\cos \varphi_x = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_x}}, \quad (3)$$

(1) განტოლებიდან $\operatorname{tg} \varphi_x$ -ის მნიშვნელობის

(3) განტოლებაში ჩასმით ვღებულობთ

$$\cos \varphi_x = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{y^2}{x^2}}},$$

მაშინ (2) განტოლება შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$$z = z_0 \left(1 - \frac{\sqrt{y^2 + x^2}}{R} \right), \quad (4)$$

რომელიც წარმოადგენს ჰიპერბოლის განტოლებას.

ფართი F_2 გამოისახება შემდეგნაირად:

$$F_2 = \int_0^l z dy = \int_0^l z_0 \left(1 - \frac{\sqrt{y^2 + x^2}}{R} \right) dy.$$

გაინტეგრირებით და შემდეგის გათვალისწინებით

$$\left. \begin{aligned} x &= R - \frac{\Delta h}{2}, \\ \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} &= \frac{z_0}{R}, \\ R &= \sqrt{l^2 + x^2}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

ვღებულობთ:

$$F_2 = \left[\frac{Rl}{2} - \frac{\left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2}{2} \ln(l+R) + \frac{\left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2}{2} \ln \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right) \right] \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

ამგვარად, საკონტაქტო ფართის პროექცია გამკვეთ ყალიბებში თავისუფალი გაფართოების გლინვისას შეიძლება გამოვითვალოთ შემდეგი განტოლებით:

$$F = al + \left\{ Rl - \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2 \left[\ln(l+R) - \ln \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right) \right] \right\} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

ვინაიდან

$$l = \sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2},$$

მაშინ საბოლოოდ ვღებულობთ:

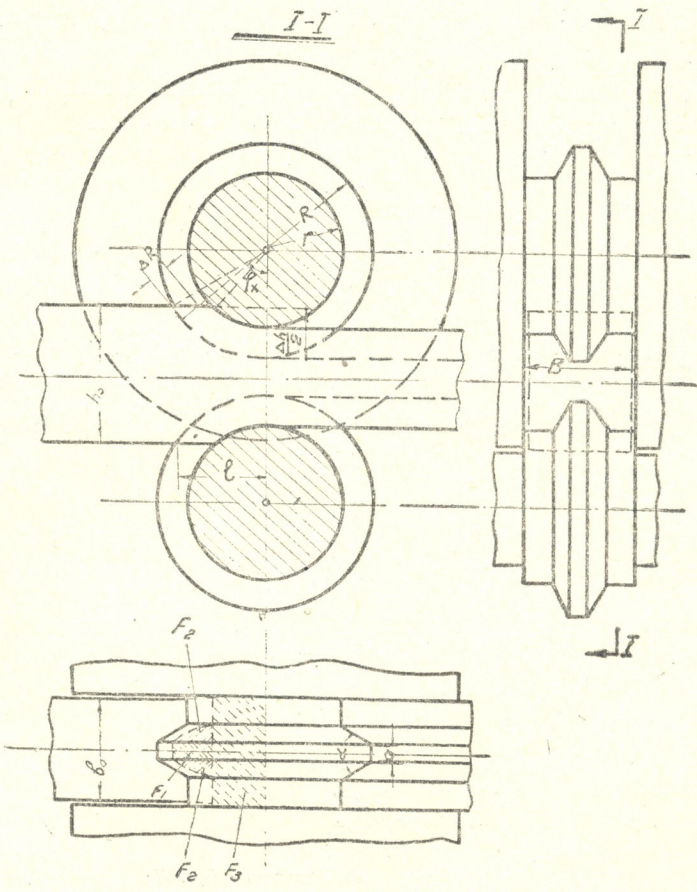
$$F = \sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2}$$

$$\times \left[R + \frac{a}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{\left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2 \ln \frac{\sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2} + R}{R - \frac{\Delta h}{2}}}{\sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2} \right)^2}} \right] \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

მ) გასაგლინავი მასალის გლინებთან საკონტაქტო ფართის ჰორიზონტალური პროექციის განსაზღვრა შეფერხებული გაფართოებით გლინვისას გამკვეთ ყალიბებში საკონტაქტო ფართის პროექცია (ნახ. 3) ტოლია:

$$F = F_1 + 2F_2 + F_3 \quad (6)$$

გამკვეთის ყალიბში მიწოდებული ნამზადის სიმაღლის ზომების სწორად შერჩევისას უზრუნველყოფილია ყალიბის სრული გავსება სიგანეზე, ვიდრე გასაგლინავი მასალა შეეხება ყალიბის მინიმალურ დიამეტრებს [3] (იქ, სადაც წარმოიქმნება ფლანცები). გასაგლინავი ლითონის ყალიბის მინიმალურ დიამეტრებთან შეხების დაწყების მომენტიდან საკონტაქტო ფართის ჰორიზონტალურ პროექციას ექნება სწორკუთხოვანი ფორმა.



ნახ. 3

ნახ. 3-დან ვპოულობთ

$$F_1 = a \left(\sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} - \sqrt{r^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} \right), \quad (7)$$

$$F_3 = B \sqrt{r^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2}, \quad (8)$$

სადაც r ყალიბის რადიუსია, რომელზედაც წარმოიქმნება ფლანცები, B —ყალიბის სიგანე. ფართობი F_2 მოინახება შემდეგნაირად:

$$F_2 = \int \frac{\sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2}}{\sqrt{r^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2}} \cdot \alpha \left(1 - \frac{\sqrt{y^2 + x^2}}{R}\right) dy.$$

გაინტეგრირებისა და მათემატიკური გარდაქმნების შემდეგ (5)-ის მხედველობაში მიღებით) ვღებულობთ

$$F = \frac{1}{2} \left[R \sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} - (2R - r) \sqrt{r^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2 \ln \frac{\sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} + R}{\sqrt{r^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} + r} \right] \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

თუ გავითვალისწინებთ (6), (7), (8) და (9) განტოლებებს, მაშინ საკონტაქტო ფართის ჰორიზონტალური პროექციის ფორმულას გამკვეთ ყალიბებში შეფერხებული გაფართოებით გლინვისას ექნება შემდეგი სახე

$$F = \left(a + R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} - \left(a - B + 2R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{r^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2 \ln \frac{\sqrt{R^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} + R}{\sqrt{r^2 - \left(R - \frac{\Delta h}{2}\right)^2} + r} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ლითონისა და საშთო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 4.6.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Целиков. Прокатные станы, металлургиздат, 1946.
2. Б. П. Бахтинсв и М. М. Штернов. Калибровка прокатных балков. Металлургиздат, 1953.
3. П. И. Полухин. Прокатка и калибровка двутавровых балок. Металлургиздат, 1956.

მეტალურგია

ზ. ნოზაძე

კალციუმ-მაგნიუმ-ფოსფატო-სილიკატური ნადნობების სიბლანტისა და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის გამოკვლევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. ავლაძემ 14.7.1957)

ნაჩვენებ ნადნობთა სიბლანტისა და ელექტროგამტარებლობის შესწავლას არსებითი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიანი სასუქების წარმოებისათვის და, კერძოდ, ნადნობი მაგნეზიური ფოსფატების წარმოებისათვის.

ნადნობი მაგნეზიური ფოსფატების წარმოების პროცესის გამოკვლევა 25 წლის წინათ დაიწყო. ამ გამოკვლევების უმეტესი ნაწილი ვიწრო, პრაქტიკულ მიზნებს ისახავდა. ნაჩვენები პროცესის თეორიული მხარე ამჟამად სუსტადაა შესწავლილი და ჩვენი ნაშრომის მიზანია ამ ხარვეზის ნაწილობრივ შევსება.

ფოსფორის საგრძნობი რაოდენობით შემცველი გამდნარი სისტემის ელექტროგამტარებლობა და სიბლანტე არასაკმაოდაა შესწავლილი.

კ. არნდტი [1,2] 1907 წ. გამოიკვლია $\text{NaPO}_3\text{—B}_2\text{O}_3$ გამდნარი სისტემის ელექტროგამტარებლობა და სიბლანტე. მან ნახა, რომ მოლური ელექტროგამტარებლობის ნამრავლი სიბლანტეზე ამ სისტემისათვის კონცენტრაციის ფართო ინტერვალში მუდმივი რჩება (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

მონაცემები სისტემისათვის $\text{NaPO}_3\text{—B}_2\text{O}_3$ 900°C-ზე

შემცველობა NaPO_3 %-ით	100	50	5,0	0,5
სიბლანტე η	1,5	4,5	47,3	110
მოლური ელექტროგამტარებლობა λ	49,5	16,4	1,55	0,67
$\lambda \cdot \eta$	74,3	73,8	73,7	73,7

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, სისტემა $\text{NaPO}_3\text{—B}_2\text{O}_3$ -თვის მოლური ელექტროგამტარებლობა კონცენტრაციების დიდ ინტერვალში შეადგენს საგრძნობ სიდიდეს (საგრძნობი სიბლანტის პირობებშიც). აქედან არნდტი ვარაუდობს, რომ გამდნარ მდგომარეობაში აღნიშნულ სისტემაში NaPO_3 მთლიანად დისოცირებულია. ელექტროგამტარებლობის დაწვეას არნდტი სისტემის სიბლანტის გადიდებით ხსნის.

მ. ვოლაროვიჩისა და მისი თანამშრომლების რიგ ნაშრომებში შესწავლილი იყო $\text{NaPO}_3\text{—NaBO}_2$ -ის [3] გამდნარი სისტემის სიბლანტე.

სამკალციუმ-ფოსფატის შემცველი გამდნარი სისტემების სიბლანტისა და ელექტროგამტარებლობის შესწავლისადმი მიძღვნილია ა. ბეკტუროვის [4] ნაშრომი. კერძოდ, მან გამოიკვლია გამდნარი სისტემები, რომლებიც შედგება სამკალციუმფოსფატისა და ნატრიუმის სულფატის, სულფიდისა და კარბონატისაგან, აგრეთვე სისტემა $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{—Na}_2\text{O}$ და $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{—Na}_2\text{SO}_4\text{—C}$ -გან.

ამ სისტემების ხვედრითი ელექტროგამტარებლობა, ბეკტუროვის მონაცემების თანახმად, საგრძობ სიდიდეს შეადგენს ($2,5\text{-დან } 4 \text{ } \Omega\text{-მ}^{-1} \text{ სმ}^{-1}\text{-მდე}$). სისტემა $\text{H}\gamma$ შედგენილობის დიაგრამების იზოთერმებზე ავტორებმა აღმოაჩინეს მაქსიმუმები.

კალციუმ-მაგნიუმ-ფოსფატო-სილიკატების ნაღნობების სიბლანტისა და ელექტროგამტარებლობის შესწავლა ჩვენამდე არ წარმოებულა. გამოკვლევებში ჩვენ შევეხეთ ოთხკომპონენტიანი შედგენილობების ძლიერ შეზღუდულ არეს. სისტემის საგრძობი თვისებების რიგი, რომელსაც ახლა ჩვენ ვსწავლობთ, ჯერჯერობით ძლიერ სუსტადაა გამოკვლეული. ამისათვის სიბლანტისა და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის იზოთერმებზე ჩვენ მიერ გამოამკარავებული ექსტრემუმების ხასიათის შესახებ ჩვენ მიერ გაკეთებულ დასკვნებს საგარაუდო ხასიათი აქვს. საბოლოო მსჯელობისათვის აუცილებელია მითითებული ოთხკომპონენტიანი სისტემის ყოველმხრივი შესწავლა.

ჩვენ მიერ გამოკვლეული იყო შემდეგი ჯგუფების სიბლანტე და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობა:

ჯგუფი A—სისტემა $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{—MgSO}_3$;

ჯგუფი B—სისტემა $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{MgSiO}_3\text{—MgO}$;

ჯგუფი B—სისტემა $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{MgSiO}_3\text{—SiO}_2$.

მე-2 ცხრილში მოყვანილია ჩვენ მიერ გამოკვლეული ნაღნობების ქიმიური შედგენილობა.

სიბლანტისა და ელექტროგამტარებლობის გაზომვა წარმოებდა დაწყებული 1500°C , ყოველი 20°C შემდეგ ნაღნობის გამყარების ტემპერატურამდე.

სიბლანტის გაზომვა წარმოებდა ГОИ -ის სისტემის ვისკოზიმეტრით ავტომატურად. შეცდომების ჯამს შეეძლო რხევა გაზომილი სიბლანტის სიდიდის 11-დან 26%—მდე. ჩვენ მიერ გამოკვლეული ჯგუფების სიბლანტის მიღებული შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

ელექტროგამტარებლობის გასაზომად გამოყენებული იყო ცვლადი დენის ბოგირის სქემა. ჩვენ ექსპერიმენტებში შეჯამებული შეცდომა ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის გაზომილი სიდიდის 8—10%—ს შეადგენდა.

ჩვენ მიერ გამოკვლეული ჯგუფების ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის მონაცემები მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

ნაღნობებისათვის ხვედრითი ელექტროგამტარებლობისა და სიბლანტის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე გამოისახება სადა ექსპონენტის ტოლობით

$$\eta = A e^{-\frac{E}{RT}} \quad (1)$$

$$\alpha = B e^{-\frac{E}{RT}} \quad (2)$$

სადაც:

η არის ნაღნობის სიბლანტე, α—ხვედრითი ელექტროგამტარობა, A და B—მუდმივები, E—ბლანტური დინების აქტივაციის ენერგია, E₁—ელექტროგამტარებლობის აქტივაციის ენერგია, K—ბოლცმანის მუდმივი, T—ტემპერატურა.

სიბლანტესა და ელექტროგამტარებლობას შორის კავშირი ჩვენ მიერ გამოკვლეული ნაღნობებისათვის მოცემულია ტოლობით

$$\alpha \eta = \text{const}, \quad (3)$$

სადაც n და const მუდმივებია.

ტოლობა (3)-ში მუდმივი n განისაზღვრება (1) და (2) ტოლობებიდან,

$$\text{რადგან } n = \frac{E}{E_1}.$$

უმეტეს შემთხვევებში ზოგიერთი რთული სისტემისა და ელექტროლიტების წყალხსნარებისათვის, როგორც წესი, $n > 1$ [6,8), მაგრამ ზოგჯერ (კერძოდ ნაღნობი სისტემა PBO—SiO₂ $n < 1$) [7], ჩვენ მიერ გამოკვლეული ნაღნობებისათვის n-ის მნიშვნელობა იცვლება 6-დან 15-მდე.

ცხრილი 2
გამოკვლეული ნაღნობების ქიმიური შედგენილობა (წონით %-ით)

კომპონენტი	CaO	P ₂ O ₅	MgO	SiO ₂	$\frac{O}{Si+P}$ მოლური
ნაღნობის №	2	3	4	5	6
A-1 . . .	42,28	32,14	11,40	13,57	3,86
A-2 . . .	37,25	28,8	15,04	19,55	3,69
A-3 . . .	33,43	26,74	17,15	23,71	3,56
A-4 . . .	31,04	23,95	20,50	25,48	3,61
A-5 . . .	28,11	22,62	20,17	29,80	3,42
A-6 . . .	26,73	21,67	21,05	30,64	3,71
A-7 . . .	23,35	18,54	28,3	30,21	3,54
B-1 . . .	38,24	31,81	14,02	14,23	3,87
B-2 . . .	38,21	30,11	18,39	13,76	4,06
B-3 . . .	36,78	26,92	26,56	8,00	4,53
B-4 . . .	35,70	27,93	30,6	6,5	4,94
B-5 . . .	33,15	26,72	27,84	12,19	5,17
B-6 . . .	31,47	24,86	34,7	7,01	5,42
B-1 . . .	41,07	30,99	10,2	17,86	3,64
B-2 . . .	36,13	29,37	9,16	26,15	3,26
B-3 . . .	34,22	28,78	9,35	28,23	3,19
B-4 . . .	30,01	23,64	7,94	29,17	2,90
B-5 . . .	31,14	25,46	9,05	37,19	2,91
B-6 . . .	30,22	22,34	7,0	40,92	2,86
C-3 . . .	45,59	31,30	14,73	7,10	—

როგორც ცნობილია, ნაღნობის სიბლანტე განისაზღვრება მასში რთული, მცირედ მოძრავი ანიონების არსებობით, მაშინ როდესაც ელექტრობის გადატანაში მონაწილეობენ მცირე ზომის ადვილად მოძრავი კათიონები.

ნაღწეობის სიბლანტის სიდიდე (პაუზებით)

№ ნაღწეობის ტექსტის ოცნება	1500	1480	1460	1440	1420	1400	1380	1360	1340	1320	1300	1280	1260	1240	1220	1200	1180	1160	1140
A-1	0,9	1,35	1,97	3,1	5,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A-2	0,45	0,5	0,6	0,75	0,85	0,99	1,15	1,4	1,85	3,1	5,5	10,5	69,0	—	—	—	—	—	—
A-3	1,7	1,97	2,35	2,65	3,05	3,35	3,85	5,0	120,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A-4	1,6	1,65	1,8	1,85	2,0	2,15	2,4	2,68	2,95	3,72	4,82	8,0	15,5	21,6	28,25	34,5	380	—	—
A-5	3,3	3,62	4,1	4,7	5,4	6,25	7,2	8,35	9,75	11,4	14,0	—	—	—	—	—	—	—	—
A-6	2,5	2,7	3,0	3,45	3,9	4,42	5,0	5,9	7,1	8,7	11,0	13,9	18,7	26,25	33,5	41,1	59	92	132
A-7	2,8	3,0	3,2	3,35	3,6	3,8	4,45	5,0	5,75	6,7	8,2	10,5	13,6	18,1	—	—	—	—	—
B-1	0,8	1,15	2,2	3,65	5,5	8,75	24,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-2	1,6	2,8	7,2	12,8	22,3	32,2	42,0	51,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-3	4,1	5,6	7,4	9,4	12,3	17,5	29,2	40,4	51,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,8	10,4	20,6	44,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-5	5,6	6,0	6,8	7,6	9,0	12,2	18,0	80,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-6	16,3	17,8	18,6	19,9	21,0	23,0	24,8	28,8	33,2	41,5	97	—	—	—	—	—	—	—	—
B-1	1,45	1,6	1,8	2,05	2,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-2	2,25	2,52	2,88	3,4	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-3	6,0	7,6	8,5	54,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-4	9,8	11,2	13,0	17,0	20,7	28,5	43,5	62,0	116,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-5	11,2	13,4	15,4	17,6	20,8	28,4	43,5	66,0	119	244	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-6	16,4	17,5	18,8	21,8	24,0	31,7	50,8	66,5	82,5	98,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C-3	17,3	18,7	20,7	23,9	27,6	35	47,9	70,8	118,3	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—

გამოკვეთული ნაღობების ხვედრითი ელექტროგამტარებლობა (ომი-1 სმ-1.ში)

№ ნაღობის ტემპერატურა °C	1500	1480	1460	1440	1420	1400	1380	1360	1340	1320	1300	1280	1260	1240	1220	1200	1180	1160	1140	1120
A-1	2,55	2,52	2,48	2,36	1,85	1,48	1,27	1,08	0,88	0,71	0,53	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—
A-2	1,1	1,09	1,07	1,06	1,04	1,00	0,9	0,77	0,62	0,5	0,41	0,32	0,23	0,18	0,13	0,08	0,05	0,04	—	—
A-3	2,05	2,04	2,03	2,02	2,00	1,96	1,92	1,78	1,55	1,16	0,84	0,64	0,48	0,33	0,22	0,11	0,04	—	—	—
A-4	2,57	2,55	2,53	2,50	2,45	2,37	2,30	2,18	1,98	1,60	1,23	0,87	0,57	0,35	0,2	0,11	0,05	0,04	0,02	—
A-5	2,62	2,60	2,58	2,54	2,50	2,45	2,395	2,33	2,26	2,18	2,09	1,99	1,86	1,7	1,4	0,62	0,08	0,02	—	—
A-6	2,47	2,45	2,42	2,39	2,32	2,26	2,19	2,10	2,03	1,85	1,65	1,42	1,14	0,82	0,47	0,19	0,58	0,05	0,02	0,01
A-7	2,78	2,76	2,72	2,68	2,62	2,58	2,52	2,48	2,41	2,32	2,23	2,14	2,05	1,92	1,7	1,3	0,74	0,34	0,02	—
B-1	2,70	2,68	2,66	2,64	2,61	2,56	2,39	1,98	1,48	1,18	0,97	0,79	0,68	—	—	—	—	—	—	—
B-2	—	—	—	2,08	2,06	1,95	1,74	1,12	0,76	0,42	0,39	0,28	—	—	—	—	—	—	—	—
B-3	3,31	3,29	3,25	3,20	3,13	2,85	1,88	1,17	0,68	0,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-4	4,44	4,28	3,92	3,0	2,04	1,16	0,75	0,58	0,48	0,42	0,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-5	3,68	3,38	2,92	2,66	2,06	1,58	1,15	1,68	0,44	0,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-6	2,73	2,67	2,60	2,53	2,43	3,32	1,98	1,30	0,68	0,35	0,23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-1	2,54	2,52	2,50	2,44	2,30	2,02	1,60	1,17	0,94	0,73	0,62	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-2	2,598	2,56	2,51	2,43	2,28	1,88	1,33	0,92	0,68	0,52	0,41	0,35	0,28	—	—	—	—	—	—	—
B-3	2,28	2,24	2,21	2,16	2,04	1,77	1,34	1,03	0,81	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-4	1,24	1,18	1,11	0,77	0,56	0,38	0,27	0,18	0,13	0,07	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-5	1,78	1,73	1,70	1,62	1,53	1,31	0,95	0,54	0,34	0,18	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B-6	1,16	1,14	1,09	1,05	0,96	0,77	0,5	0,36	0,27	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C-3	2,18	2,14	2,08	1,02	1,9	1,7	1,31	0,88	0,64	0,48	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—

სსიპ "საქართველოს ტელეკომუნიკაციების საზოგადოებრივი კომპანია" იკვლევს და აცხადებს



ჩვენ მიერ გამოკვლეულ სისტემებში სალიციუმსაც და ფოსფორსაც უნარი წარმოქმნან რთული კომპლექსური ანიონები. ენდელის ვარაუდით [8,9,10], სალიციუმ- და ფოსფორჯანგბადის წარმოქმნილი კომპლექსური ანიონების სირთულე განისაზღვრება $\frac{O}{Si}$ და $\frac{O}{P}$ -ს მოლური შეფარდებებით (ცხრილი 2) ელექტრობის ვალენტანაში ძირითადად მონაწილეობენ მაგნიუმის და შედარებით ნაკლებად, კალციუმის იონები.

სისტემა $Ca_3(PO_4)_2-MgSiO_3$ -ში (ჯგუფი A) $MgSiO_3$ -ის შემცველობის გადიდების მიხედვით საშუალო მოლური შეფარდება $\frac{O}{Si+P}$ მცირდება და შესაბამისად უნდა გადიდდეს სალიციუმ- და ფოსფორჯანგბადიანი ანიონების სირთულე. $MgSiO_3$ -ის შემცველობის გადიდების მიხედვით, სიბლანტე რამდენადმე იზრდება და $MgSiO_3$ -ის წონითი ნაწილის შემცველობისას სიბლანტის იზოთერმებზე აშკარა ვედა მაქსიმუმი. ტემპერატურის დაწევით მაქსიმუმი უფრო მკვეთრი ხდება. კონცენტრაციის ამ ინტერვალში ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის იზოთერმებზე გამოაშკარავებულია სუსტი ვადალუნვა. მკვეთრად გამოსახული მინიმუმი ნახულია ელექტროგამტარებლობის იზოთერმებზე $MgSiO_3$ -ის 35 წონითი ნაწილის შემცველობისას.

სისტემა $Ca_3(PO_4)_2-MgSiO_3-MgO$ -ში (ჯგუფი B) თითქმის ყველა ნაღობს აქვს ფუძური ხასიათი. მოლური შეფარდება $\frac{O}{Si+O}$ მათი მალალია (3,78—5,42). ამისათვის მოსალოდნელია მათში კომპლექსურ SiO_4^{4-} და PO_4^{3-} ანიონებთან ერთად ჟანგბადის „თავისუფალი“ იონების არსებობა. ნაღობებში ადვილად მოძრავი ჟანგბადის ანიონების არსებობამ უნდა გამოიწვიოს ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის გადიდება, რაც დასტურდება ჩვენი ექსპერიმენტების შედეგებით (ცხრილი 4).

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები ამ ნაღობების სიბლანტის შესახებ არ დასტურებს მათში სადა SiO_4^{4-} და PO_4^{3-} -ის ანიონების არსებობას.

ჩვენ უფრო სწორად მიგვაჩნია ამ ნაღობების ქიმიური წონასწორობის დაშვება უფრო რთული და უფრო სადა სალიციუმ- და ფოსფორჯანგბადიანი ანიონებს შორის.

ამ სისტემაში (ჯგუფი B) MgO -ს 22 წონითი ნაწილის შემცველობისას სიბლანტის იზოთერმებზე გამოაშკარავებულია მინიმუმი, ხოლო ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის იზოთერმებზე — მკვეთრი მაქსიმუმი.

მეავე ხასიათის $Ca_3(PO_4)_2 \cdot MgSiO_3-SiO_2$ -ის სისტემის ნაღობებში SiO_2 -ის შემცველობის გადიდების მიხედვით $\frac{O}{Si+P}$ -ის მოლური შეფარდება მცირდება. ამ ჯგუფის ნაღობებს აქვთ მალალი სიბლანტე და დაწეული ხვედრითი ელექტროგამტარებლობა. SiO_2 -ის 12,5 და 27,5 წონითი ნაწილების შემცველობისას სიბლანტისა და ელექტროგამტარებლობის იზოთერმებზე გამოაშკარავებულია მკვეთრად გამოხატული ვადალუნვები.

ამ სისტემაში სიბლანტის გადიდება შეიძლება გამოწვეული იყოს მასში რთული ანიონების არსებობით, რასაც, თავის მხრივ, შეუძლია იონების ძრავიანობის დაწვევა.

დაკრისტალბული ნაღონების რენტგენოგრაფიულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ძირითადი ფაზა შედგება β-სამკალციუმფოსფატისა და მაგნიუმის სილიკატებისაგან. ნაწრთობი ნაღონები ძირითადად შედგება მინისაგან უმნიშვნელო კრისტალური ფაზებით (ძირითადად β-სამკალციუმფოსფატისაგან).

დასკვნები

1. გამოკვლეულია სიბლანტე და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობა კალციუმ-მაგნიუმ-ფოსფატო-სილიკატურ ნაღონებში შედგენილობის ინტერვალში (მოლეზით) 3-4 CaO, 1-3 MgO, 1-3 SiO₂, 1 P₂O₅-ზე 1500°C-დან ნაღონების გაწყარების ტემპერატურამდე.

დადგენილია MgSiO₃-ის ზეგავლენა სიბლანტისა და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის სიდიდეზე (სისტემებში Ca₃(PO₄)₂-MgSiO₃, MgO და SiO₂-ისა (შესაბამისად სისტემებში Ca₃(PO₄)₂, MgSiO₃-MgO და Ca₃(PO₄)₂-MgSiO₃-SiO₂) ზემოთ ნაჩვენები შედგენილობის ინტერვალში.

2. სიბლანტისა და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის იზოთერმების მრუდების მსვლელობას აღნიშნულ სისტემებში ნაღონების შედგენილობის მიხედვით რთული ხასიათი აქვს; მრუდებზე გამოაშკარავებულია ექსტრემუმები. მრუდების მსვლელობის ხასიათის ასახსნელად არაა საკმაოდ საშუალო

მოლური შეფარდების $\frac{O}{Si+O}$ ცოდნა, რომელსაც ზოგიერთ შემთხვევაში შეუძლია დაახსიათოს ანიონური კომპლექსების სირთულე.

3. სიბლანტისა და ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის დამოკიდებულებას ტემპერატურისაგან თითქმის ყველა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ნაღონებში აქვს ექსპონენციალური ხასიათი.

4. ნაღონების დიდი უმრავლესობა ხასიათდება ხვედრითი ელექტროგამტარებლობის მაღალი მნიშვნელობით არსებით სიბლანტესთან, რაც იძლევა საფუძველს ვივარაუდოთ, რომ გამოკვლეული სისტემები გამდნარ მდგომარეობაში წარმოადგენენ მთლიანად დისოცირებულ მძლავრ ელექტროლიტებს.

5. ზოგიერთ ნაღონებში (რომელთა მოლური შეფარდება $\frac{O}{Si+P}$ ახლოა 4-თან ჟანგბადის „თავისუფალ“ იონებთან სავარაუდოა გადიდებული სალიციუზ-ჟანგბადიანი და ფოსფორჟანგბადიანი იონების არსებობა.

6. შემოწმებულია ტოლობა $\chi_{nH} = \text{Const}$, დადგენილია n და const მნიშვნელობა ყველა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ნაღონებში. შედგენილ ტოლობებში აღნიშნულია კარგი დამთხვევა ხვედრითი ელექტროგამტარებლობისა და სიბლანტის გამომანგარიშებულ და ექსპერიმენტულ მნიშვნელობებს შორის.

დამოწმებული ლიტერატურა

1. K. Arndt. und Gessler. Ber. der Deutsch. Chem. Gesel. 40, 2937, 1907.
2. K. Arndt. und Gesseler Ber. der. Deutsch. Chem. Gesel 40, 3612, 1907.
3. Д. М. Толстой и М. П. Воларович. ДАН СССР, II, 269, 1932.
4. А. Б. Бектуров. Исследование химии и химической технологии термофосфатов. Алма-Ата, 1947.
5. Я. И. Френкель. Теория твердых и жидких тел. ГТТИ, 1934; Тепловое движение в твердых и жидких телах и теория плавления Москва, 1936; Кинетическая теория жидкости. Изд. АН СССР, 1945.
6. К. С. Евстропьев. ЖФХ, 6, № 4. 454—468, 1935; Физико-химические свойства тройной системы окись натрия—окись свинца—кремнезем. Сборник статей. Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.
7. Л. И. Рыбакова и А. С. Хейнман. Известия АН СССР, ОТН, II, 1685, 1944.
8. Д. М. Толстой и М. П. Воларович. ЖФХ, 7, № 496, 1936.
9. K. Endell. Stahl und Eisen, 59, 667, 1939.
10. K. Endell. Ber. Deut. Keram. Gesel 20, 493, 1939.
11. K. Endell. Z. Angew Chem. № 25—26, Juni, 1940.

სამთო სამშენ

ა. ძიმიტოვი და შ. მონანი

პარალელურად ჩართული საშახტო ღებოქლი ვენტილატორების
რეგულირება მიმმართველი აპარატებით

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 15.4.1957)

მთავარი განიავების საშახტო ვენტილატორების ექსპლოატაციის პერიოდში სავენტილატორი ქსელის პარამეტრები, მუშა ჰორიზონტების ჩაღრმავებისა და მიწისქვეშა სამუშაოების განვითარების გამო, განუწყვეტლივ იცვლება. მიწის ქვეშ მომუშავეთათვის ნორმალური სამუშაო პირობების შენარჩუნებისათვის აუცილებელია სავენტილატორო დანადგარების პარამეტრების სათანადო შეცვლა, ანუ სავენტილატორო დანადგარების რეგულირება.

პარალელურად ჩართული ვენტილატორის რეგულირება ინდივიდუალურად მომუშავე ვენტილატორის რეგულირებასთან შედარებით ბევრად უფრო რთულია. როგორც ცნობილია, პარალელურად ჩართული ორი ვენტილატორიდან პირველის გარე ქსელის დაყვანილი მახასიათებელი დამოკიდებულია არა მარტო სათანადო გამონამუშევრების აეროდინამიკური წინაღობისაგან, არამედ მეორე ვენტილატორის დაწნევიით მახასიათებლისაგანაც. ამის გამო გარე ქსელის დაყვანილი მახასიათებელი კარგავს მისთვის დამახასიათებელ კოორდინატთა სათავეში გამავალ კვადრატული პარაბოლის სახეს და იცვლის თავის მდებარეობას მეორე ვენტილატორის დაწნევიით მახასიათებლის ცვალებადობასთან ერთად. ამიტომ, საკუთარ ქსელში საჭირო რეჟიმის შესანარჩუნებლად, ერთი ვენტილატორის რეგულირება იწვევს მეორე ვენტილატორის მუშა რეჟიმის შეცვლას. უფრო მეტიც, პარალელურად ჩართული ორი ვენტილატორიდან ერთის რეგულირებამ გარკვეულ პირობებში შეიძლება გამოიწვიოს ჰაერის ნაკადის გადაყირავება მეორის ქსელში [1], რაც დაუშვებელია. ღებოქლი ვენტილატორების შემთხვევაში, დაწნევიით მახასიათებლების უნაგირისებრი ფორმის გამო, რეგულირება კიდევ უფრო ძნელდება.

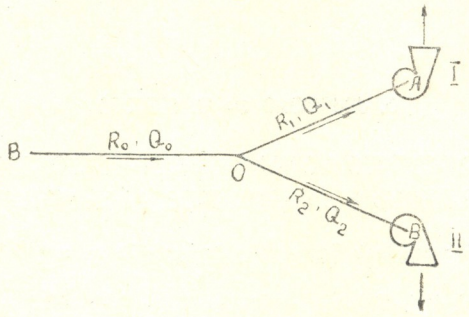
საშახტო ვენტილატორების საერთოდ, კერძოდ კი ღებოქლი ვენტილატორების, რეგულირების ყველაზე მარტივ და საკმარისად ეფექტურ საშუალებას წარმოდგენს მიმმართველი აპარატებით რეგულირება. ამიტომ ჩვენ შევეცადეთ შეგვესწავლა ამ აპარატებით პარალელურად ჩართული ღებოქლი ვენტილატორების რეგულირების საკითხი.

პარალელურად ჩართული ვენტილატორების რეგულირების საკითხის გადასწყვეტად უნდა მოგვეჩინა ფუნქციონალური დამოკიდებულებანი ქსელის ცალკეულ უბნებში ჰაერის ხარჯსა და ვენტილატორებისა და გარე ქსელის პარამეტრებს შორის [2].

სათანადო ექსპერიმენტები ჩატარდა ლითონისა და სამთო საჭიმის ინსტიტუტის სამთო განყოფილების საცდელ დანადგარზე [3].

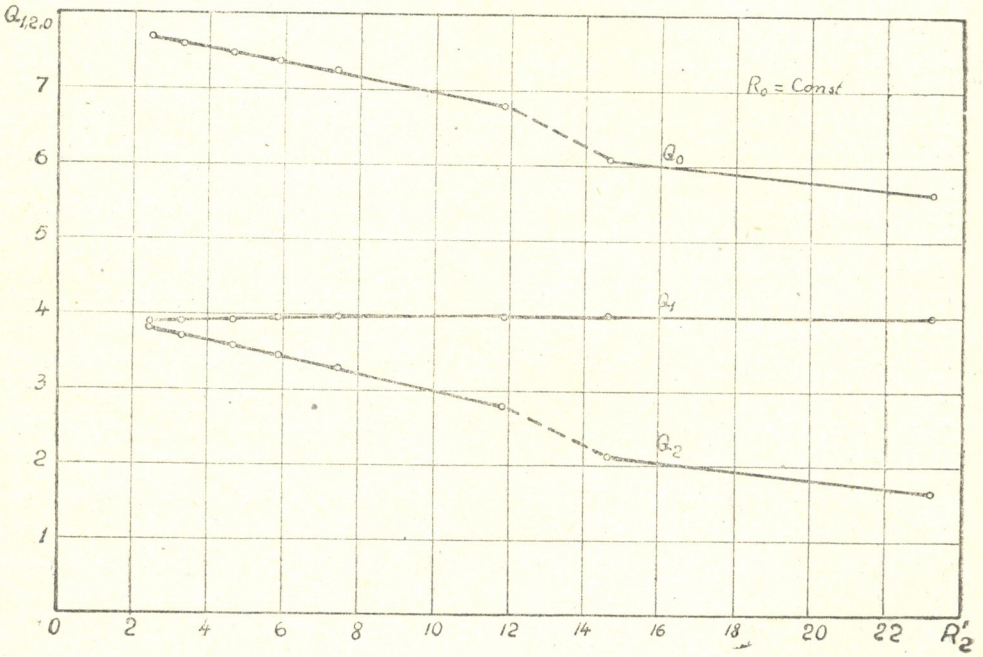


ვენტილატორების ჩართვა პარალელური მუშაობისათვის ხდებოდა და 1-ზე მოცემული დიაგნალური სქემით, რომელზედაც R_0, R_1 და R_2 -ით აღ-



ნახ. 1

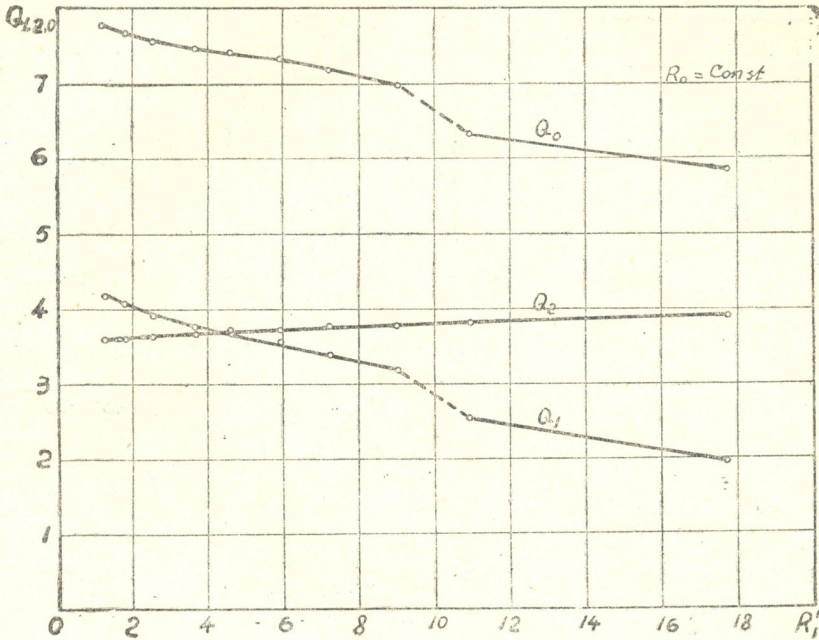
ნიშნულია სათანადო უბნების აეროდინამიკური წინააღობები კილომეტრგვით ხოლო Q_0, Q_1 და Q_2 -ით ჰაერის ხარჯი ამ უბნებში მ³/წამში.



ნახ. 2

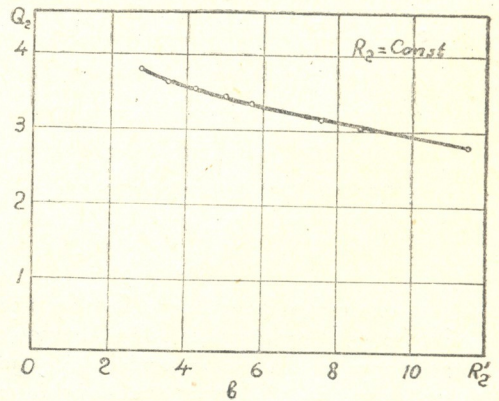
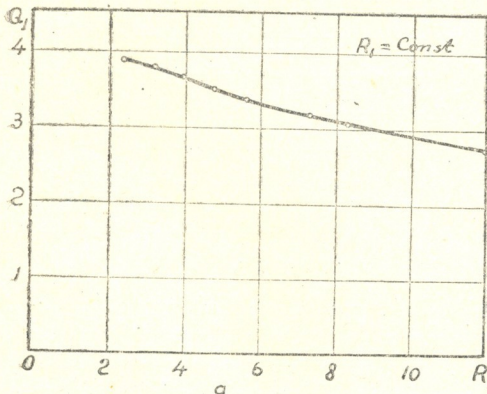
ექსპერიმენტების შედეგები, რომლებიც ასახავენ საჭირო ფუნქციონალურ დამოკიდებულებებს, მოგვყავს მრუდების სახით. ნახ: 2-ზე, 3-სა და 4-ზე მოცემულია ვენტილატორების წარმადობების ცვალებადობის მრუდები დაყვანილი წინააღობებისაგან დამოკიდებით, მიმართველი აპარატების ნიჩბების ნეიტ-

რალურ მდგომარეობაში დაყენების დროს ($\Theta = 0^\circ$), მე-2 და მე-3 ნახაზებზე მრუდების წყვეტა შეესაბამება სათანადო ვენტილატორის დაწნევითი მახასიათებ-



ნახ. 3

ლის წყვეტას. ამ მრუდების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ქსელის ნებისმიერი უბნის წინააღობის შეცვლა გვაძლევს წარმადობათა ცვალებადობას. მიმმართველი

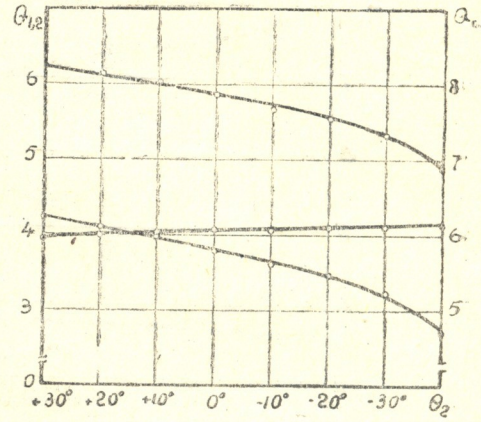
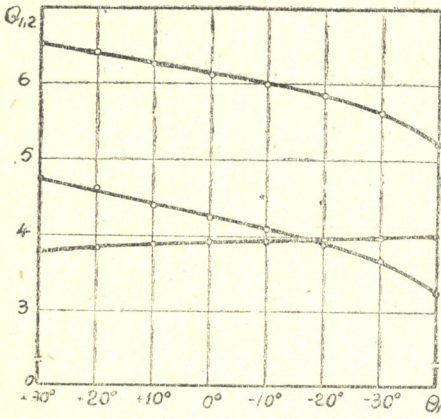


ნახ. 4

აპარატის ნიჩბების დაყენების, სხვა კუთხეებისათვის ($\Theta = +20^\circ$ და $\Theta = -20^\circ$) ჩატარებულმა ანალოგიურმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ მიმმართველი

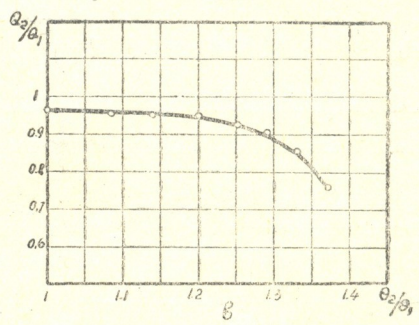
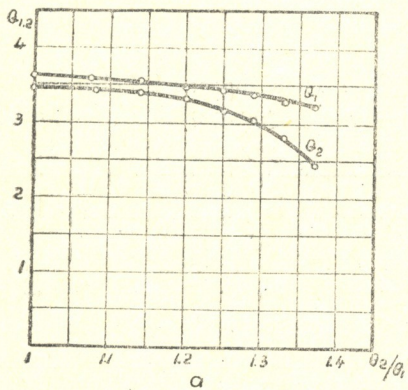


აპარატის ნიბების დაყენების კუთხის ცვლადობა გავლენას არ ახდენს ადგილობრივი ფუნქციის კანონზომიერებაზე; მუშა თვალის ფრთების დაყენების



ნახ. 5

კუთხის (θ_k) ცვლილება ცვლის გარე ქსელის ცალკეული უბნის წინალობის გავლენას პარალელურად ჩართული ვენტილატორების წარმადობებზე ისეთ-ნაირად, რომ ფრთების დაყენების მცირე კუთხეებს შეესაბამება მრუდების ნაკლები დახრა.



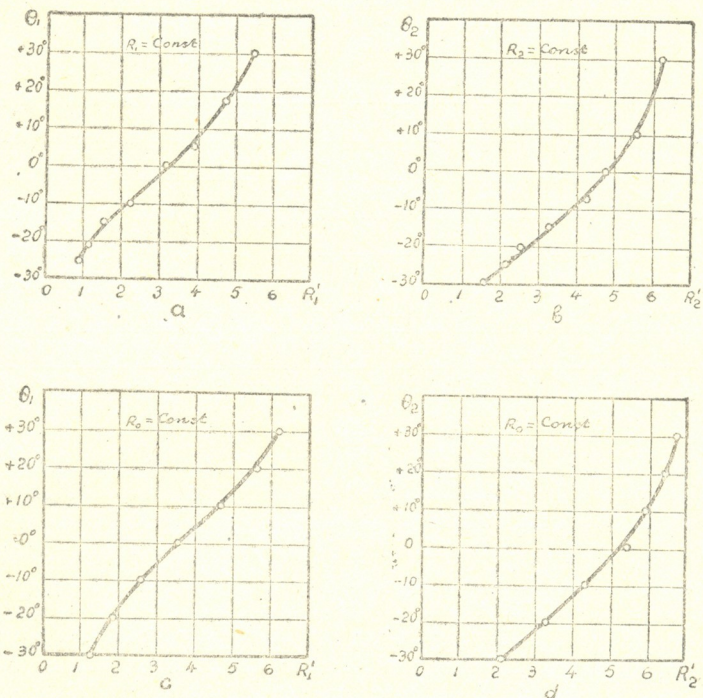
ნახ. 6-ა

ნახ. 6-ბ

როგორც მოყვანილი ნახაზებიდან ჩანს, პარალელურად ჩართული ნების-მიერი ვენტილატორის გარე ქსელის დაყვანილი წინალობის ზრდა იწვევს ამ ვენტილატორის წარმადობის შემცირებას. შახტების დიდი უმრავლესობის ნორმალური ექსპლოატაციისათვის კი აუცილებელია მათი არსებობის მანძილ-ზე შევინარჩუნოთ სავენტილაციო ქსელში გამავალი ჰაერის მუდმივი რაოდენ-ობა, ხოლო ზოგჯერ გავზარდოთ იგი რაღაც გარკვეულ სიდიდემდე.

როგორც ცნობილია, მიმართველი აპარატი მუშა თვალის წინ გრძეს რა ჰაერის ნაკადს მუშა თვალის ბრუნვის მიმართულებით ან მის საწინააღმდეგოდ,

— ცვლის ვენტილატორის მიერ განვითარებულ სტატიკურ დაწნევას, იგი საშუალებას გვაძლევს გარე ქსელის პარამეტრების ცვალებადობისას შევცვალოთ ვენტილატორის რეჟიმი ისეთნაირად, რომ შევინარჩუნოთ ჰაერის საჭირო რაოდენობა. მე-5 ნახაზზე ნაჩვენებია პარალელურად ჩართული ვენტილატორების მიმართველი აპარატების ნიჩბების დაყენების კუთხის გავლენა გარე ქსელის სხვადასხვა უბანში გამავალ ჰაერის რაოდენობაზე ამ უბნების მულმივი წინაღობის დროს. პირველი ვენტილატორის მიმართველი აპარატის ნიჩბების დაყენების კუთხის (Θ_1) შემცირება ამცირებს OA უბანში (ნახ. 1) გამავალ ჰაერის რაოდენობას Q-ს და უმნიშვნელოდ ზრდის OC უბანში გამავალ Q₂-ს, რის გამოც მცირდება ჰაერის ჯამური რაოდენობა BO უბანში — Q₀ ანალოგიურ სურათს მეორე ვენტილატორის მიმართ ადგილი აქვს Θ_2 -ის შემცირებისას.

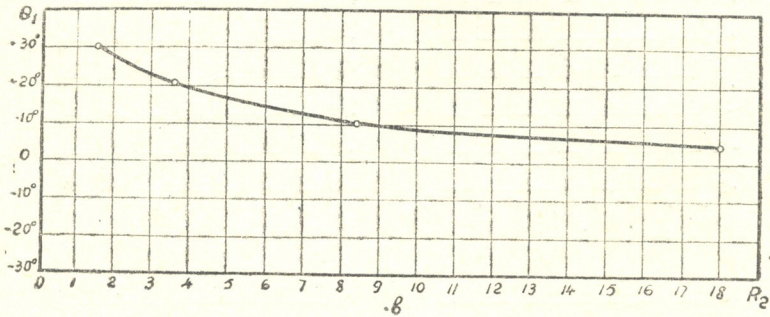
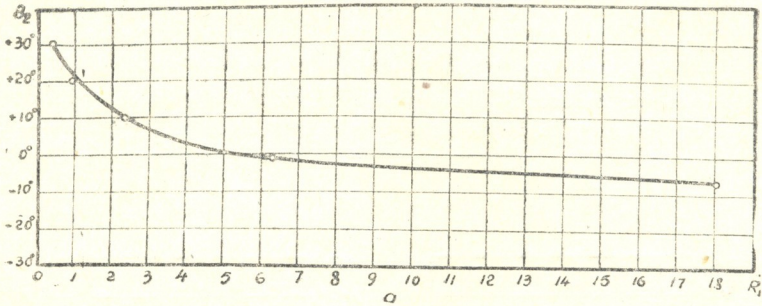


ნახ. 7

ნახ. 6a-ზე მოცემულია პარალელურად მომუშავე ვენტილატორების წარმადობათა ფუნქციონალური დამოკიდებულება მათი მიმართველი აპარატების ნიჩბების დაყენების კუთხეების ფარდობისაგან (ამ შემთხვევაში Θ კუთხე აღებულია ნიჩბის ქორდასა და ბრუნვის სიბრტყეს შორის), ხოლო 6b-ზე — წარმადობებისა და კუთხეების ფარდობათა ფუნქციონალური დამოკიდებულება.

მე-7 ნახაზზე მოცემულია პარალელურად ჩართული ვენტილატორების მიმართველი აპარატებით რეგულირების მრუდები ქსელის წინაღობის ცვალებადობის სხვადასხვა შემთხვევისათვის. 7a და 7b-ზე მოყვანილი მრუდები გვიჩვენებს მიმართველი აპარატების ნიჩბების დაყენების კუთხეების ცვალებადობის კანონს საერთო ქსელის წინაღობის (R) ცვალებადობისას ქსელის ყველა

უბანში ჰაერის მუდმივი რაოდენობის შენარჩუნების მიზნით. ასეთივე პირობებისათვის, ოღონდ ინდივიდუალური უბნების წინაღობათა ცვალებადობის დროს მრუდები მოცემულია 7c და 7d-ზე. როგორც მოსალოდნელი იყო, მიღებული მრუდების სახე საგრძნობლად უახლოვდება კვადრატულ პარაბოლას.



ნახ. 8

მე-8 ნახაზზე მოყვანილია მრუდები, რომლებიც გამოსახავენ ფუნქციონალურ დამოკიდებულებას ერთი ვენტილატორის მიმართველი აპარატის ნიჩბების დაყენების კუთხესა და მეორე ვენტილატორის ინდივიდუალური უბნის წინაღობას შორის პირველი ვენტილატორის წარმადობის უცვლელობის დროს.

საცდელ დანადგარზე ჩატარებული ექსპერიმენტებით მიღებული მასალა საშუალებას იძლევა დავადგინოთ საშახტო ღერძული ვენტილატორების მიმართველი აპარატებით რეგულირების საერთო კანონზომიერებანი.

ავტორებს განზრახული აქვთ მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები გრაფო-ანალიზური მეთოდით შეამოწმონ ნატურალური საშახტო სავენტილატორო დანადგარებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.4.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. С. Пак. Вентиляция шахт параллельно включенными вентиляторами. Углетехиздат. Москва, 1947.
2. А. А. Дзидзигური. К вопросу регулирования шахтных вентиляторов при параллельной работе. Труды ГПИ, № 32, Тбилиси, 1954.
3. შ. ონიანი. ღერძული ვენტილატორების მუშაობაზე მიმართველი აპარატების გავლენის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVIII, № 6, 1957.

შ. სუპატაშვილი

საქართველოში ნაძვის დიდი ლაფანჯამიას (*DENDROCTONUS MICANS* KUGEL.) უმსავლეს საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ლ. ყანაშვილმა 12.5.1957)

ნაძვის დიდი ლაფანჯამია წიწვიანი ტყის ჯიშების (ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი და იშვიათად კედარო) ფრად სერიოზული მავნებელია, რადგან იგი ძირითადად სრულიად სალ ხეებზე სახლდება და მათ გახმობას იწვევს. ლიტერატურული მონაცემების [3, 6] მიხედვით, ეს მავნებელი გავრცელებულია ტაივის ზონის (წყნარი ოკეანედან ატლანტიკის ოკეანემდე) ყველა ნაძვნარ ტყეებში. იშვიათად გვხვდება ტყესტების ზონაშიც, თუმცა მავნებელი ნაპოვნია კიევის პარკებშიც.

1956 წლის აგვისტოში, ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ტყის მკვლამა ნ. გაგლოშვილმა შენიშნა 130-ე კვარტალში ნაძვის ღეროს დაზიანება უცნობი მავნე მწერის მიერ. ჩვენ მიერ ადგილზე დათვალიერებისას გამოირკვა, რომ ხსენებულ ნაძვნარ კორომში გავრცელებულია ნაძვის დიდი ლაფანჯამია. ამ მავნებლის მოულოდნელი გავრცელება ბორჯომში უნდა მივაწეროთ რუსეთის სხვადასხვა ადგილებიდან წიწვიანი ჯიშის გაუქმრება მორების შემოტანას, რადგან, როგორც ბორჯომის ხეობაში, ისე საქართველოს სხვადასხვა ადგილებში მრავალ ენტომოლოგს (პ. ვინოგრადოვ-ნიკიტინი, ფ. ზაიცევი, ლ. კალანდაძე, ვლ. ლეჟავა, დ. ლოხოვოი, შ. სუპატაშვილი და სხვ.) უმუშავნიათ და დღემდე ეს საშიში მავნებელი არ შეუნიშნავთ.

ნაძვის დიდი ლაფანჯამია 1956 წელს გავრცელებული იყო ბორჯომის სატყეოს 130-ე და 135-ე კვარტალებში და მავნებლით დასახლებული ნაძვების რაოდენობა 200-მდე აღწევდა. დაზიანებული ხეები ხსენებულ კვარტალებში ვაბნეული იყო ერთეულების სახით და სატყეო მეურნეობამ ვერ შეძლო მავნებლის კერის ლიკვიდირება. ამჟამად მავნებელი გავრცელებულია როგორც ბორჯომის, ისე ჩაიხის წყლისა და ჭობისხევის სატყეოებში და მავნებლით დასახლებულ ნაძვის ხეების რაოდენობამ 2896-ს მიაღწია.

გ. ს ტ ა რ კ ი ს ა [3] და დ. ფ ლ ო რ ო ვ ი ს [4] აზრობ, ნაძვის დიდი ლაფანჯამია აზიანებს ნაძვს, ფიჭვს, სოჭსა და იშვიათად კედაროს. ჩვენი დაკვირვებებით ხსენებული მავნებელი ჯერჯერობით მხოლოდ ნაძვზეა შენიშნული, მაგრამ გამორიცხული არაა ნაძვის დიდი ლაფანჯამიას მიერ ფიჭვის, სოჭისა და კედაროს დაზიანება.

სამოდლო ხეების ანალიზისას დადასტურდა, რომ მავნებელი ძირითადად სახლდება ღეროს ქვედა ნაწილში და დაზიანება ვრცელდება ფესვის ყელის ქერქის ქვეშ, ნიადაგში 15—20 სმ სიღრმეზე; იშვიათად კი მისი დასახლება ხის ღეროს მე-13 მეტრზე იქნა აღნიშნული.

ეს მავნებელი აზიანებს როგორც სრულიად სალ, ისე მექანიკურად დაზიანებულ ხეებს განსაკუთრებით გზისპირას. მავნე მწერით დასახლებული ხის განმობის დაჩქარება დამოკიდებულია ხეზე მავნებლის დასახლების სიხშირეზე ან, ამავე ხეზე სხვა ქერქიჭამიების დასახლებაზე. ასე მაგალითად, ხე, რომელზედაც 1956 წელს დასახლებული იყო ნაძვის დიდი ლაფანჯამიას 5 ოჯახი (ღეროს ქვედა ნაწილში) გახმა 1957 წელს.



განმობა ზოგიერთი ხისა, რომელზედაც იმავე მავნებლის 2—3 ოჯახის დასახლებული, დაახარა მათზე ექვსკვილი და მეექვსედი ქერქიკამიების დასახლებამ.

1957 წლის ივლისში ჩვენ მოვჭერით ნაძვი მავნებლის პირველი ასაკის მატლის ფაზაში. შემდგომი დაკვირვებებით გამოირკვა, რომ ხის გამომრობასთან დაკავშირებით მატლები არ განვითარდნენ და დიდილუნენ.

ნაძვის დიდი ლაფანჯამია ნ. ხოლო დკოვსკის [5] ცნობით, წელიწადში ერთ თაობას იძლევა. ა. კურენცოვი [1], მ. რიმსკი-კორსაკოვი და სხვები [2], აღნიშნავენ, რომ ამ მავნებელს 2-წლიანი გენერაცია ახასიათებს. ნაძვის დიდი ლაფანჯამიას ბიოლოგიის მთლიანი შესწავლა ჩვენ ჯერ არ დაგვიმთავრებია, მაგრამ წინასწარი მონაცემებით შეიძლება გადაჭრით ითქვას, რომ მავნებელი საქართველოს პირობებში მხოლოდ ერთწლიანი გენერაციით ხასიათდება.

ნაძვის დიდი ლაფანჯამიას ფრენა და კვერცხების დება ივნისიდან იწყება და აგვისტოს ბოლომდე გრძელდება. იგი იზამთრებს ახალგაზრდა და ზრდასრული მატლისა და ხოჭოს ფაზაში.

წინასწარი მონაცემების საფუძველზე წარმოებას შეიძლება ვურჩიოთ ბრძოლის შემდეგი ღონისძიება:

1. ნაძვის დიდი ლაფანჯამიას კერების დროულად გამოვლინების მიზნით, პათოლოგიის ხელმძღვანელობით, სატყეო მეურნეობის მუშაკებმა ბორჯომის, ბაკურიანის, ახალციხისა და ადიგენის სატყეო მეურნეობებში უნდა ჩაატარონ ტყის კორომებისა და ბალ-პარკების გამოკვლევა;

2. აღრიცხულ უნდა იქნეს ნაძვის დიდი ლაფანჯამიით დასახლებული ხეები (ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი და კედარო);

3. ხის ღეროს 2 მეტრის სიმაღლეზე მავნებლის 1—3 ოჯახის დასახლების შემთხვევაში; დაზიანებულ ადგილას უნდა ამოიჭრას ქერქი და ეს ადგილი დაიფაროს ზეთიანი საღებავით. ქერქის ქვეშ შენიშნული ხოჭოები უნდა განადგურდეს;

4. ხის ღეროს ქვედა ნაწილში მავნებლის 4 და მეტი ოჯახის დასახლების, აგრეთვე ღეროს 2 მეტრის ზევით მავნებლის 1 ოჯახის დასახლების შემთხვევაში ხე უნდა მოიჭრას, გაიქერქოს და 1 აპრილიდან 1 დეკემბრამდე ხის მოჭრისა და გაქერქვის ადგილებზე შეფრქვეულ იქნეს ჰექსაქლორანის ან უტილურეს შემთხვევაში დღტ-ს ფხვნილი;

5. 1 დეკემბრიდან 1 აპრილამდე ხეების მოჭრისა და გაქერქვის შემთხვევაში შხამის მოფრქვევა არაა საჭირო, რადგან მავნებელი სიცვიისაგან ყველა ფაზაში იღუბება. იმის გამო, რომ შხამმასალების შექმნა, მათი ადგილებზე მიზიდვა და შეფრქვევა იწვევს ზედმეტ ხარჯებს, უნდა ვეცადოთ, რათა ხეების დამუშავება ვაწარმოოთ სხენებულ პერიოდში.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის
სამინისტროს მცენარეთა დაცვის
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 7.6.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Куренцов., Короеды Дальнего Востока СССР. М.—Л., 1941.
2. М. Н. Римский-Корсаков, В. И. Гусев и др. Лесная энтомология. М.—Л., 1949.
3. В. Н. Старк., Фауна СССР, жесткокрылые (короеды), том XXXI, М.—Л., 1952.
4. Д. Н. Флоров., Короеды хвойных деревьев Восточной Сибири Иркутск, 1949.
5. Н. А. Холодковский., Курс энтомологии теоретической и прикладной том II, М.—Л., 1929.
6. Вредители леса—справочник, том II, М.—Л., 1955.

ზოოლოგია

ა. ჯიბლაძე

 ძელქვაზე (*ZELKOVA CARPINIFOLIA* (PALL) DIPP.) ბავსკელე-
 ბული ბუზრების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა | ფ. ზაიცივსკიმ | 14.3.1957)

გვარი *Zelkova*, როგორც ცნობილია [1], შედის თელასებრთა (*Ulmaceae*) ოჯახში. ეს გვარი შეიცავს ძელქვის 6 სახეობას, რომლებიც გავრცელებულია აზიასა (იაპონია, ჩინეთი) და კავკასიაში. საქართველოში ბუნებრივ პირობებში იზრდება მხოლოდ ერთი სახეობა— *Zelkova carpinifolia* (Pall.) Dipp. (ქუთაისის მიდამოები, მდ. ალაზნის ხეობა).

ავიღოლოგიურ ლიტერატურაში ძელქვაზე აღნიშნულია მხოლოდ ორი სახეობის ბუგრი—გალის წარმოქმნელები: ერთი—*Byrsocrypta moriokaensis* Monz.—*Zelkova serrata*-ზე იაპონიიდან (მორდვილკო, 1935) და მეორე—*Byrsocrypta ulmi* L.—*Zelkova carpinifolia*-ზე თბილისის მიდამოებში (ქიქილა-შვილი, 1947).

1956 წლის გაზაფხულზე თბილისის ბოტანიკურ ბაღში ძელქვაზე ვიპოვეთ 3 სახეობის ბუგრი. ერთი მათგანი—*Tinocallis zelkovae* Dzhibl. sp. n. (*Callaphidinae*-თა ქვეოჯახი) ახალი აღმოჩნდა მეცნიერებისათვის. ამ სახეობის აღწერა და ზოგიერთი ბიოლოგიური მონაცემი მოყვანილია ქვემოთ.

ნაპოვნი იყო აგრეთვე ორი სახეობის ბუგრი—გალის წარმოქმნელები. *Byrsocrypta* sp. და *Eriosoma* sp. (*Eriosomatinae*-თა ქვეოჯახი).

Byrsocrypta sp. თავისი მორფოლოგიური ნიშნებით განსხვავდება როგორც *Byrsocrypta moriokaensis*-საგან, ისე *Byrsocrypta ulmi*-საგან. გარდა ამისა, ეს უკანასკნელნი საკვებ მცენარეთა (იაპონური ძელქვა, თელა) ფოთლებზე ქმნიან დახურულ, ღეროსებრი ფორმის გალებს, მაშინ როცა *Byrsocrypta* sp.-ს მიერ წარმოქმნილ გალებს სულ სხვა ფორმა აქვს (ნახ. 1); ძელქვას ფოთლების წვერო *Byrsocrypta* sp.-ს მიერ დაზიანების გამო იხრება ქვემოთკენ და ამავე დროს გვერდით ძარღვებს შორის ადგილები იბურცება; ფოთლის ბაზალური ნახევარი დეფორმაციას არ განიცდის. ასეთ გალებს პირველად ყვითელი ფერი აქვთ, მაგრამ დროთა განმავლობაში წითლდებიან.

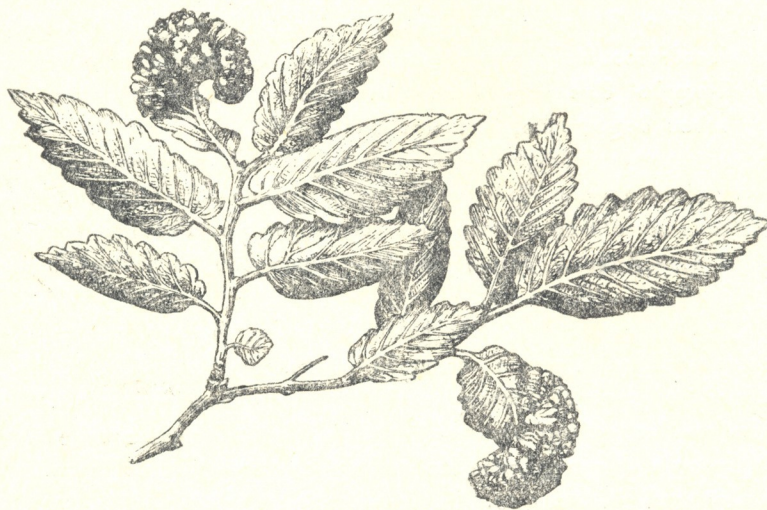
სულ სხვა ფორმა აქვს *Eriosoma* sp.-ს მიერ წარმოქმნილ გალებს (ნახ. 2). ძელქვას ფოთლების გვერდითი კიდეები, ამ სახეობის ბუგრებისაგან დაზიანების გამო, ქვემოთკენ იხვევა მილივით, ხოლო ფოთლის ძარღვებს შორის ადგილები იბურცება. ეს გალებიც დასაწყისში ყვითელი ფერისაა, მაგრამ შემდეგ წითელ ფერს ღებულობენ.

Eriosoma-ს გვარიდან ბუგრების არსებობა ძელქვაზე დღემდე არ იყო ცნობილი ლიტერატურაში.

Byrsocrypta sp. და *Eriosoma* sp. თავიანთი მორფოლოგიური ნიშნებით განსხვავდებიან აგრეთვე ამ გვარებში შემავალი სხვა სახეობების ბუგრებისაგან.

ყველა ზემოთქმული გვადღევს საფუძველს ვივარაუდოთ, რომ *Byrsocrypta* sp. და *Eriosoma* sp. აგრეთვე ძელქვისათვის დამახასიათებელი ახალი სახეობებია. წინამდებარე სტატიაში ჩვენ არ ვიძლევიტ ამ ბუგრების აღწერას, რადგან ჯერ კიდევ არაა შეგროვილი ამ სახეობების ყველა ფორმა. ჩვენ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ მივცეთ მათი სრული აღწერა ცალკე სტატიაში მხოლოდ იმის შემდეგ, როცა შესწავლილი იქნება მათი ყველა თაობა.

Byrsocrypta sp. და *Eriomosa* sp.-ს გალები გვხვდება ძელქვაზე ერთდროულად ერთსა და იმავე ხეზე, ერთსა და იმავე ტოტზე.



ნახ. 1. *Byrsocrypta* sp.-ს გალები *Zelkova carpiniifolia*-ს ფოთლებზე

რაც შეეხება *Byrsocrypta almi* L-ს, რომელიც თ. ჟიჟილაშვილის [2] მიერ აღნიშნული იყო, ძელქვაზე თბილისის მიდამოებში, უნდა ითქვას, რომ არც ბუგრები და არც ამ სახეობისათვის დამახასიათებელი გალები აღნიშნულ მცენარეზე ჩვენ არც ერთხელ არ შეგხვდებოდა.

Tinocallis zelkowsae Dzhidl sp., n. აღწერა

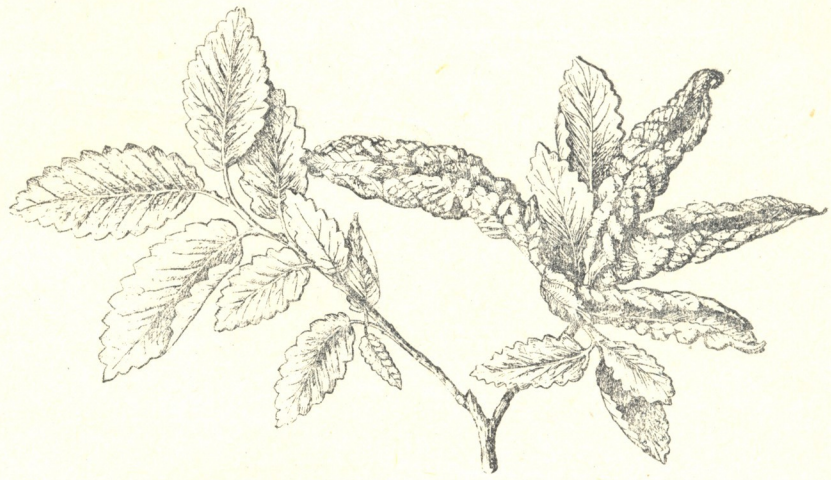
ფუძემდებელი. თავისი მორფოლოგიური ნიშნებით მთლიანად ფრთიან პართენოგენზურ დედალს ჰგავს, მაგრამ გაცილებით დიდია ამ უკანასკნელთან შედარებით.

ფრთიანი პართენოგენზური დედალი (ნახ. 3) (1). სხეულის ფორმა ვიწრო-ოვალურია. თავი, მკერდი, საწვე მილები და კუდი მუქი ყავისფერია. მუცელი მომწვანო-მოყვითალო ფერისაა. მუცლის თითოეულ ნა-

(1) სტატიაში მოყვანილი ყველა ნახატი ორიგინალურია.

წვეარზე მუქი ყავისფერი განივი ზოლები და მარგინალური ლაქებია განვითარებული. უღვაშები ბაცი ყვითელია, ხოლო მათი ნაწვევების შესახსრების ადგილები და VI ნაწვევარი მუქია. თვალები წითელია. კიდურები ბაცი ყვითელია; ბარძაყები და მესამე წყვილი კიდურის წვივების საწყისები მუქი ყავისფერია; I და II წყვილი კიდურების ბარძაყები და აგრეთვე ყველა კიდურის თათები მუქია.

მუცლის დორზალურ მხარეზე განვითარებულია ბორცვაკები, რომლებიც განლაგებულია 4-რივად. დორზალური ბორცვაკები I—VII ნაწვევარზე ორ-ორი წყვილია (ორი მედიანური, ორი მარგინალური), VIII ნაწვევარზე კი I (მე-

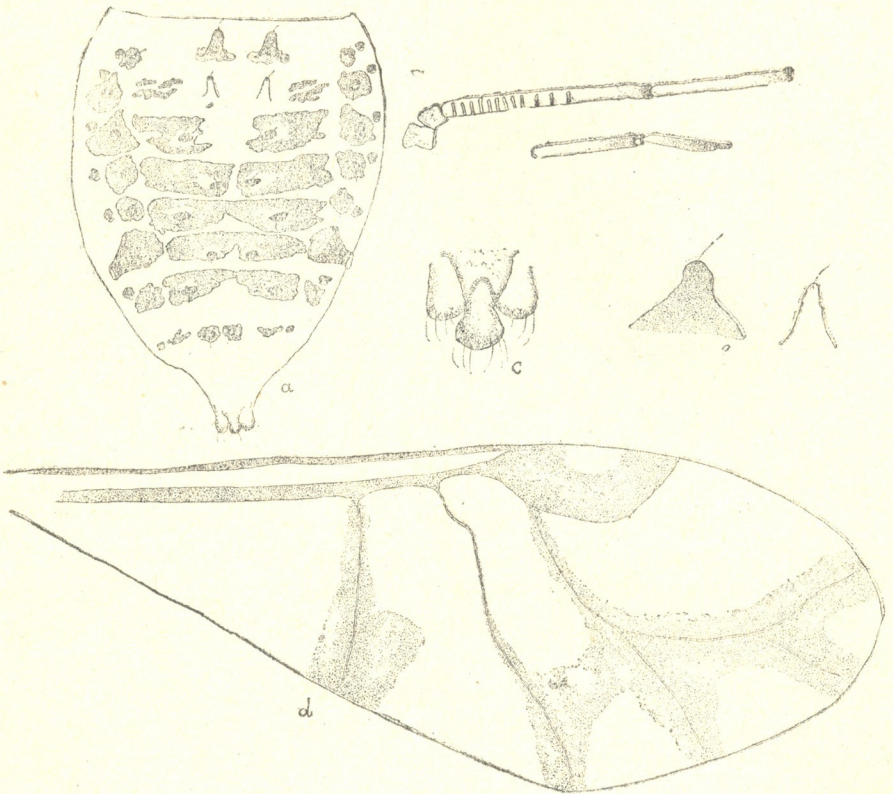


ნახ. 2. *Eriosoma* sp.-ს გალები *Zelkova carpinifolia*-ს ფოთლებზე

დიანური) წყვილი. მუცლის I და II ნაწვევების მედიანური ბორცვაკები თითისებრი ფორმისა და ყველაზე დიდებია; ამასთან პირველი წყვილი მსხვილებია (სიმაღლე—0,08 მმ, ფუძის სიგანე—0,06 მმ), მუქებია და კუტიკულის სკლეროტირებულ ნაკვეთებზე სხედან (დამახასიათებელი განმასხვავებელი ნიშანია), ხოლო მეორე წყვილი უფრო პატარებია (სიმაღლე—0,06 მმ ფუძის სიგანე—0,04 მმ), თეთრი-გამჭირვალეა და კუტიკულის ნათელ ნაკვეთებზე სხედან. მუცლის მომდევნო ნაწვევების მედიანური ბორცვაკები შედარებით მცირე ზომისანი არიან, მუქებია და სხედან კუტიკულის სკლეროტირებულ ზოლებზე. მედიანური ბორცვაკები ერთ ხაზზე არ არიან განლაგებულნი; I, II, IV, VI, და VIII ნაწვევრებზე ისინი უახლოვდებიან ერთმანეთს და დაახლოებით შუა ხაზს მიჰყვებიან, ხოლო III, V და VII ნაწვევრებზე ერთმანეთისაგან დაშორებული არიან. მარგინალური ბორცვაკები, მედიანურთან შედარებით (I და II წყვილის გარდა), მსხვილია, ყველა თითქმის ერთი ზომისაა, მუქია და მარგინალურ ლაქებზე სხედან. ბორცვაკები განვითარებულია აგრეთვე თავსა და წინაშკერდზე, მაგრამ ისინი ძალიან პატარებია. ყველა დორზალური ბორცვაკი ბეწვითაა აღჭურვილი.

შუბლზე განვითარებულია შუა ბორცვი. საულვაშო ბორცვები სუსტად გამოხატული. ულვაშები 6-ნაწევრიანია, სხეულთან შედარებით მოკლეა; მათი III ნაწევარი თითქმის 3-ჯერ გრძელია VI ნაწევარზე; IV ნაწევარი ოდნავ გრძელია V-ზე, ხოლო ეს უკანასკნელი ოდნავ გრძელია VI-ზე; VI ნაწევრის წვეტი $2\frac{1}{2}$ -3-ჯერ (ზოგჯერ უფრო მეტადაც) მოკლეა ამავე ნაწევრის ფუძეზე. ულვაშების III ნაწევარზე 7-13 განივხაზოვანი ფორმის რინარიებია, რომლებიც განლაგებულია ამ ნაწევრის პირველ ნახევარზე, ღარისებრ არხებში. ხორთუმი შუა შეჩვენებულად აღწევს.

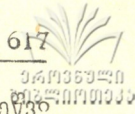
ფრთების დაძარღვეულობა ნორმალურია; წინა ფრთის ყველა ძარღვს მთელ სიგრძეზე (გარდა Cu_2 საწყისისა) გასდევს მოყავისფრო, ღრუბლისებრი



ნახ. 3. *Tinocallis zelkovaе*, ფრთიანი პარტ. დედალი: a—მუცელი (დორზალური მხრიდან); b—ულვაში; c—კუდი და ანალური ფირფიტა; d—წინა ფრთა; e—მუცლის I და II ნაწევრის შედიანური ბორცვაკები

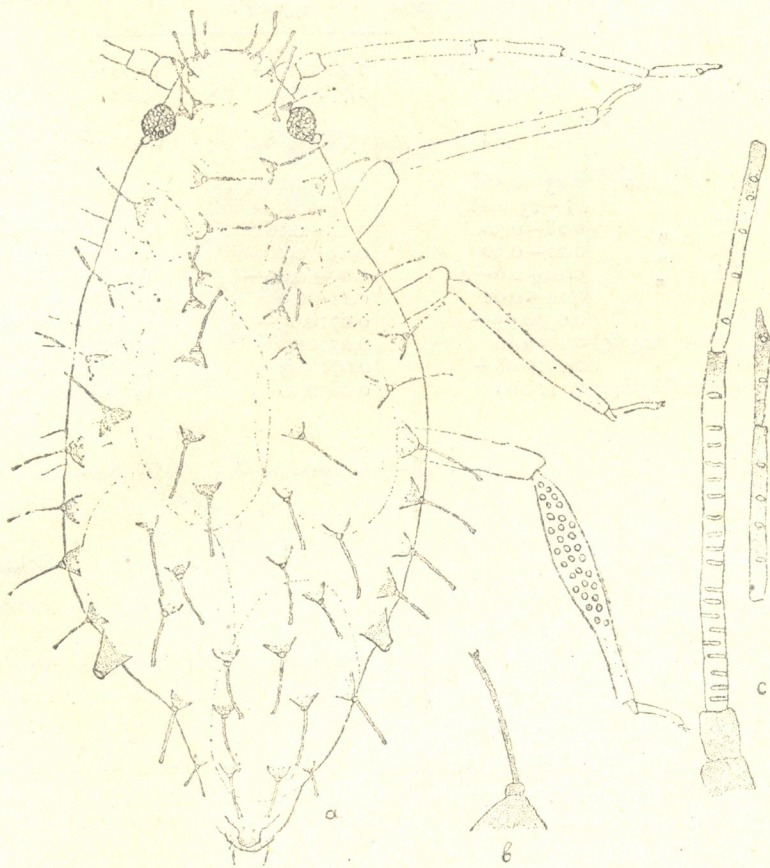
ზრღები, რომლებიც ბოლოებშია გაფართოებული. Cu_2 -ის და M_3 -ის ღრუბლი-სებრი ზოლები ერთმანეთთან შეერთებულია (იშვიათად განცალკევებულია). პტეროსტიგმა ღრუბლისებრია; მის გარეთა კიდესთან ნათელი ლაქაა.

საწვენი მილები წაკვეთილკონუსისებრია. კუდი კოლბისებრია, ოდნავ გრძელია საწვენი მილებზე და წვეროზე 10-12 ბეწვი აქვს განვითარებული.



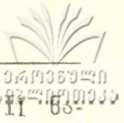
ანალური ფირფიტა ორად დანაკეთულია; თითოეული მათგანს 6—7 ბეწვი აქვს.

ნორმალური დედალი (ნახ. 4 a, b.). უფროთა, მომწვანო-მოყვითალო ფერის. თავი, საწვწე მილები, ყველა კიდურის ბარძაყები და თათები მუქია; უღვაშების ნაწვევრების შესახსრების ადგილები შავია. სხეული ოვალურია, ზურგის მხარეზე დაფარულია მუქი ყავისფერი კონუსისებრი ბორცვაკებით, რომლებიც გრძელი (0,12 მმ) მარაოსებრი ბეწვებითაა აღჭურვილი. ეს ბორცვაკები ცოტად თუ ბევრად ერთნაირი სიდიდისაა და განლაგებულია 4 სივრცე რიგად, მაგრამ არა სწორხაზობრივად. უღვაშები, წინა ფორმასთან შედარებით, მოკლეა, მეორადი რინარიები არა აქვს უკანა კიდურების წვივები ძლიერ გამსხვილებულია, მუქია და 30—40 სენსორიითაა აღჭურვილი. კული კოლბისებრია, სუსტადაა გამოხატული. ანალური ფირფიტა მთლიანია.



ნახ. 4 *Tinocallis zelkavae*: a—ნორმალური დედალი; b—კონუსისებრი ბორცვაკი, რომელსაც მარაოსებრი ბეწვი აქვს; c—მამლის უღვაში

მამალი (ნახ. 4 c). ფრთიანია. სხეული ვიწრო-ოვალურია. წინა ფორმებთან შედარებით პატარაა. თავი, მკერდი, უკანა ბარძაყები განივი ზოლები და მარიგინალური ლაქება მუცელზე და აგრეთვე საწვწე მილები, კული და



ულვაშების ნაწევრების შესახსრების ადგილები შავია. მუცლის I და II ნაწევრის მედიანური ბორცვაკები ფრთიან პართენოგენეზურ დედალთან შედარებით პატარაა და ორივე შავი შეფერილობისაა; ორივე წყვილი ერთნაირი სიდიდისაა და კუტიკულის სკლეროტირებულ ნაკვეთებზე სხედან. ულვაშები სხეულზე გრძელი არაა; მათ III ნაწევარზე 19—22 მეორადი რინარიაა, IV-ზე 3—6, V-ზე 2—4, VI ნაწევრის ფუძეზე 1—2. რინარიები მესამე ნაწევარზე განივხაზოვანია, ხოლო დანარჩენებზე ოვალური. Cu_2 -ის და M_3 -ის ღრუბლი-სებრი ზოლები ერთმანეთისაგან დაცილებულია. ანალური ფირფიტა მთლიანია.

განაზომები¹

	ფრთიანი პართენო-გენეზური დედალი	ნორმალური დედალი	მამალი
სხეული (სიგრძე და სიგანე)	1,41:0,66— 1,81:0,77	1,48:0,70— 1,77:0,80	1,32:0,49— 1,62:0,49
ულვაშები (საერთო სიგრძე)	1,25—1,54	0,78—0,84	1,21—1,32
ულვაშების III ნაწევარი	0,43—0,56 (7—13 რინ.)	0,25—0,28	0,43—0,47(18—22 რინ.)
" IV "	0,28—0,36	0,14—0,16	0,28—0,30 (3—5 რინ.)
" V "	0,21—0,30	0,14—0,16	0,18—0,25 (2—5 რინ.)
" VI "	0,10+0,0—4 0,14+0,04	0,09+0,03— 0,11+0,03	0,11+0,03— 0,13+0,04 (1—2 რინ.)
საწვეწე მილები (სიგრძე და ფუძის სიგანე)	0,07:0,05— 0,11:0,10	0,07:0,05— 0,07:0,07	0,04:0,05— 0,07:0,07
კუდი (სიგრძე და ფუძის სიგანე)	0,09:0,08— 0,11:0,09	0,07:0,09— 0,08:0,10	0,07:0,07— 0,09:0,08

აღწერილი სახეობა თავისი მორფოლოგიური ნიშნებით ახლო დგას *Tinocallis platani* Kalt.-თან (ნახ. 5), რომელიც ცხოვრობს თელაზე (*Ulmus laevis*, *U. Campestris*, *U. foliacea*). იმის დასამტკიცებლად, არის თუ არა *Tinocallis zelkoveae* დამოუკიდებელი სახეობა, ჩვენ ერთდროულად ვაგროვებდით ბუგრებს როგორც ძელქვიდან, ისე თელიდან და ვსწავლობდით ორივე სახეობის მორფოლოგიურ ნიშნებს.

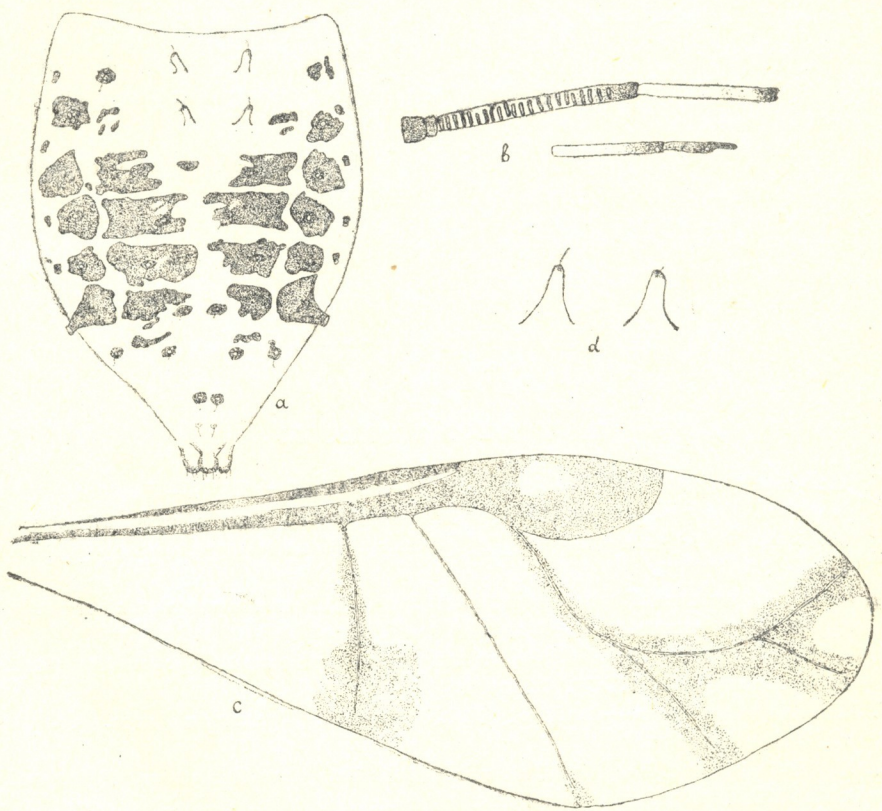
დასახელებული ორი სახეობის ფრთიანი პართენოგენეზური დედლები ერთმანეთისაგან განსხვავდება შემდეგი ნიშნებით: 1) *T. platani* შესამჩნევად დიდია (2 მმ-ზე მეტი), ვიდრე *T. zelkoveae* (არ აღწევს 2 მმ-ს); 2) *T. platani*-ის მუცლის I და II ნაწევრის მედიანური ბორცვაკები ერთნაირი სიდიდისაა, თეთრი გამჭირვალეა (მხოლოდ წვეროები აქვთ მუქი) და სხედან კუტიკულის ნათელ ნაკვეთებზე, ხოლო *T. zelkoveae*-ს მუცლის I ნაწევრის მედიანური ბორცვაკები მუცლის II ნაწევრის ასეთსავე ბორცვაკებთან შედარებით მსხვილია (სიმაღლე 0,08 მმ, ფუძის სიგანე 0,06 მმ), მუქი ყავისფერია და სხედან კუტიკულის სკლეროტირებულ ნაკვეთებზე, მაშინ როცა მუცლის II ნაწევრის მედიანური ბორცვაკები შედარებით პატარებია (0,06 მმ—0,04 მმ), თეთრი-გამჭირვალეა და სხედან კუტიკულის ნათელ ნაკვეთებზე; 3) *T. platani*-ის

¹ განაზომები მოცემულია მმ-ით.

ფრთიან პართენოგენეზური დედლის ულვაშების III ნაწევარზე რინარების მაქსიმალური რიცხვი აღწევს 27, *T. zelkovae*-ს კი 13-ს; 4) *T. platani*-ს წინა ფრთებზე Cu_2 -ს აქვს მხოლოდ ღრუბლისებრი დაბოლოება, მაშინ როცა *T. zelkovae*-ს აღნიშნული ძარღვს (მისი მეორე ნახევარს) მისდევს ღრუბლისებრი ზოლები, რომლებიც უერთდება M_3 -ის ასეთსავე ზოლებს და ა. შ.

შესადარებელ სახეობებს შორის მორფოლოგიური განსხვავებანი ძალიან მდგრადია; ისინი ინახება მთელი სეზონის განმავლობაში ყველა თაობაში.

ლაბორატორიულ პირობებში 1956 წლის ივნისსა და ივლისში ჩვენ ჩავატარეთ ცდები, რომელთა დროსაც ბუგრები ძელქვიდან გადასმულ იქნა თელაზე და პირიქით. ამისათვის მცენარეთს ტოტები ჩასწულ იქნა წყლიან სინჯარებში, ხოლო შემდეგ იზოლირებულ იქნა მინის ქურქლებით.



ნახ. 5. *Tinocallis platani*, ფრთიანი პართენ დედალი: ა—მუცელი (დორზალური მხრიდან); ბ—ულვაში; ც—წინა ფრთა; დ—მუცლის I და II ნაწევრის მედიანური ბორცვაკები

T. zelkovae-ის პართენოგენეზური დედლები თელას ფოთლებზე ვერ იკვებებოდნენ და 4—5 დღის შემდეგ იღუპებოდნენ. *T. platani*-ის პართენოგენეზური დედლები ძელქვას ფოთლებზე უფრო დიდხანს (7—8 დღე), ცოცხ-

ლობდნენ, ისინი იკვებებოდნენ, მაგრამ შთამომავლობას ვერ იძლეოდნენ. ეს ცდები რამდენჯერმე გავიმეორეთ, მაგრამ შედეგი ყოველთვის უარყოფითი იყო.

ყველა ზემოაღნიშნული საფუძველს გვაძლევს, დავასკვნათ რომ *T. zelkoveae* დამოუკიდებელი სახეობაა, რომ ის *T. platani*-ის იდენტური არ არის.

T. zelkoveae გვხვდება ძელქვას ფოთლებზე აპრილიდან ნოემბრამდე. ბუტყები განლაგებულია ფოთლების ქვედა მხარესა და ყუნწებზე კოლონიები ჩვენ მიერ არ იყო შემჩნეული. ფუძემდებლები აღნიშნული იყო მაისის დასაწყისში ბოტანიკურ ბაღში (თბილისი). ზაფხულის განმავლობაში გვხვდებოდა ფრთიანი პართენოგენეზური დედლები, მატლები და ნიმფები. ისინი 6—8 სექტემბერს შევავაროეთ ქუთაისის მიდამოებშიც, სადაც ძელქვა ბუნებრივ პირობებში იზრდება. ორსქესიანი თაობა პირველად შემჩნეული იყო 21 X-ს (ბოტანიკური ბაღი, თბილისი). ისინი ნოემბრის პირველ რიცხვებშიც გვხვდებოდა. ნორმალური დედლები დებენ კვერცხებს მცენარის ტოტებზე (კვირტების ახლო, ჩაღრმავებებში). ახლადადებულ კვერცხს ყვითელი ფერი აქვს, მაგრამ შემდეგ თანდათანობით მუქდება.

T. zelkoveae-ს მტაცებლებიდან ჩვენ მიერ აღნიშნულია ჭიამაიები: *Vibidia* 12—*guttata* Vill. და *Bulnea lichatschovi* Humm.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.3.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Деревья и кустарники СССР, под ред. С. Я. Соколова. т. II, М.—Л., 1951.
2. თ. ჟიქილაშვილი ქ. თბილისისა და მისი მიდამოების დეკორატიულ ნარგავთა ფაუნის შესწავლისათვის. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VII 1947.
3. А. К. М о р д в и л к о. Кормовые растения тлей СССР и сопредельных стран. Труды приклад. энтомологии, т. 14, в. 1, Ленинград, 1929.
4. А. К. М о р д в и л к о. *Aphidoidea*—Тли или растительные вши. Определитель насекомых Европейской части СССР. М., 1948.
5. Г. Х. Шапошников—Подогред *Aphidoidea*—тли. Вредители леса. Справочник т. II, М.—Л., 1955.
6. А. К. М о р д в и л к о. Die Blattläuse mit unvollständigem Generationszyklus und ihre Entstehung. Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie, b. 8, Berlin, 1935.

პარაზიტოლოგია

6. ჯაზარძე

იქსოდისებური ტკიპების გავრცელების შესახებ საქართველოს სსრ-ში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 9.7.1957)

ეკოლოგიური გამოკვლევები, რომლებიც საფუძვლად დაედნენ იქსოდისებრი ტკიპების შესწავლას ბუნებრივ პირობებში, საბჭოთა კავშირში აკად. პავლოვსკის ხელმძღვანელობით ტარდებოდა. ამ მხრივ ბ. პომერანცევის [4] მიერ ჩატარებული სამუშაოები წარმოადგენს საწყისს; ავტორმა გააშუქა „ტკიპების სტაციების ფიზიონომიური როლი“. შემდგომი გამოკვლევები, რომლებიც ტარდებოდა ფიზიკური და ბიოზური ფაქტორების აღრიცხვით, უფრო მეტად აზუსტებენ ცნებას ტკიპების სტაციების შესახებ [1,3,4]. თანამედროვე მკვლევრებმა განაზოგადეს არსებული მასალები და იქსოდისებრი ტკიპების ცალკეული სახეობების გავრცელება გაანაწილეს გარკვეულ ფორმაციებში მცენარეული ზონების მიხედვით [5].

საქართველოს სსრ-ში ტკიპების გავრცელების ანალიზის დროს ჩვენ განსაკუთრებული ყურადღება მივაქციეთ მათ ბიოლოგიურ და ეკოლოგიურ თავისებურებს. ამასთან, პირველ რიგში აღნუსხული იქნა ბიოზური ფაქტორები, რადგან ცალკეულ ზონებში ტკიპების გარკვეული მასპინძლების მიმართ სპეციფიკურობის უგულველყოფა საკითხის არასრულ გაშუქებამდე მიგვიყვანდა.

საქართველოში სადღეისოთ ცნობილია 29 სახეობის იქსოდისებრი ტკიპი, რაც შეადგენს საბჭოთა კავშირისათვის ცნობილ ტკიპთა რაოდენობის თითქმის 65%. ეს სახეობები შემდეგია: *I. ricinus* L., *I. lagiri armeniacus* B. Pom. et Kirsch., *I. redikorzevi* Ol., *I. crenulatus* Koch, *I. frontalis* Panz., *I. vespertilionis* Koch, *I. trianguliceps* Bir., *I. eldaricus* Djap., *I. lagodechiensis* Djap., *Haemaphysalis inermis* Bir., *Hm. warburtoni* Nutt., *Hm. sulcata* Can. et Fanz., *Hm. otophila* P. Sch., *Hm. numidiana taurica* Posp. Shtr., *Hm. caucasica* Ol., *Hm. concinna* Koch, *Boophilus calcaratus* Bir., *Dermacentor pictus* Herm., *D. marginatus* Sulz., *Rhipicephalus bursa* Can. et Fanz., *R. sanguineus* Latr., *R. turanicus* B Pom., *R. rossius* Jak. et Jak., *Hyalomma aegyptium* L., *H. detritum* Sch., *H. csupense* Sch., *H. anatolicum* Koch., *H. plumbeum* Panz.

სახეობათა ასეთი მრავალნაირობა საქართველოს სსრ ბუნების, რელიეფის, ნიადაგის, კლიმატის, ფლორისა და ფაუნის მრავალფეროვნობით აიხსნება.

ზოოგეოგრაფიულად საქართველო შედის ხმელთაშუა ზღვის ოლქში, რაც თავისებურ დასს ასვამს მისი იქსოდოფაუნის შემადგენლობაზე, რომელიც შეიცავს აგრეთვე აზიურ, ირანულ და ინდიურ ელემენტებსაც.



ტკიპების განაწილება ჩვენ მოვხდინეთ შემდეგი მცენარეული მცენარეული მიხედვით [2]: 1. დიდი კავკასიონის ალპური მცენარეულობა; 2. საქართველოს სამხრეთ მთიანეთის მაღალი მთის ველებსა და ალპების მცენარეულობა; 3. მთის ტყეების მცენარეულობა (კოლხეთისა და აღმოსავლეთ საქართველოს ქვეზონები); 4. დაბლობების ფოთლოვანი ტყეები (კოლხეთისა და აღმოსავლეთ საქართველოს ქვეზონებით); 5. ბუჩქნარების (უბირატესად ტყის გაჩეხის შემდეგ განვითარებული ბუჩქნარების) და „შიბლიაკის“ ტიპის მცენარეულობა; 6. ველების და ნახევრად უდაბნოების მცენარეულობა.

დიდი კავკასიონის ალპური მცენარეულობის ზონა იქსოლოლოგიური თვალსაზრისით საკმაოდ ღარიბია. ეს ზონა ზაფხულში საძოვრებათა გამოყენებული და ბარიდან ამოსულ სასოფლო-სამეურნეო ცხოველებს ხშირად თან მოჰყვებიან ტკიპები. აქ აღმოჩენილი ზრდასრული *Rhipicephalus bursa* უთუოდ მეტაბატაზის შედეგია. ეს ორმასპინძლიანი ტკიპი, რომელიც გაგრძელებული განვითარების ციკლით ხასიათდება, ცხოველების იალაღებიდან წასვლამდე ვერ ასწრებს ციკლის ნაწილობრივ გავლასაც კი.

D. marginatus-ის ახალგაზრდა ფაზების არსებობა გვაფიქრებინებს მისი ცხოველმყოფელობის შესაძლებლობას ამ ზონაში. ამ ტკიპის დედლები, პირუტყვთან ერთად შემოსული გაზაფხულზე ამ ადგილებში, ზაფხულის განმავლობაში იძლევიან ახალ თაობას. კვერცხისდებისა და ლარვების გამოსვლისათვის ალპური მცენარეულობის საფარში შექმნილია სათანადო პირობები. მღრღნელებზე მკვებავ ლარვებს და ნიმფებს ვპოულობდით ივლისსა და აგვისტოში. ლარვების განვითარება ნორმალურად მიმდინარეობს და ზაფხულის მიწურულში ჩნდებიან ნიმფები; ამით *D. marginatus*-ის განვითარების ციკლი მთავრდება. ნათქვამიდან გამომდინარე, *D. marginatus*-ს ჩვენ ვთვლით ამ ზონისათვის ნაწილობრივად შეგუებულ სახეობად.

საქართველოსათვის იშვიათი ტკიპი *I. trianguliceps*, ამ ზონის მაცხოვრებლად ჩაითვლება; მისი ლარვები და ნიმფები ნაპოვნი იყო თოვლის მემინდვრიაზე (*Chionomis gud*) როქის გადასასვლელზე, მისთვის დამახასიათებელ მცენარეულ ფორმაციებში.

სამხრეთ საქართველოს მაღალი მთის ველების და ალპების მცენარეულობის ზონა შეიცავს არაერთგვაროვან იქსოლოფაუნას. აქ სახეობებით უფრო მდიდარია ბაშკიჩეთ-გომარეთის პლატო, რომლისათვისაც აღნიშნულია *I. ricinus*, *Hm. punctata*, *B. calcaratus* და *H. plumbeum*.

ერთმასპინძლიანი *B. calcaratus* პარაზიტობს მსხვილრქიან პირუტყვზე; თავისი განვითარებისათვის საუკეთესო პირობებს იგი პოულობს ნარჩენი ტყეების ბიოტოპებში (ბორჩალო). აქ მისი განაწილება კერობრივი ხასიათისაა, რაც დამოკიდებულია მიკროკლიმატურ პირობებზე. აქვე ბინადრობენ *I. ricinus* და *D. marginatus*.

B. calcaratus-ის და *I. ricinus*-ის არსებობა ვაცისწვერიანი ველების ფორმაციებში საეჭვოა და შემოტანით უნდა აიხსნას. პირიქით. *D. marginatus* აქ კარგად ვითარდება, მით უმეტეს, რომ ამ ადგილებში ახალგაზრდა ფა-

ზების მკვებავი მასპინძლები (მღრღნელები) მრავლად მოიპოვებიან. ნასუნებულ პლატოზე ყველგან გვხვდებიან *H. punctata* და *H. plumbeum*.

პირველისათვის დამახასიათებელია განვითარების გავრცელებული ციკლი და შიმშილისადმი გამძლეობის დიდი უნარიანობა, რაც მას არახელსაყრელი პირობების გადატანის საშუალებას აძლევს, რის შემდეგაც უკვე შეუძლია განაგრძოს განვითარება.

H. plumbeum-ის ზრდასრული ტკიპები მალალ მთის ზონაში შემოტანილია პირუტყვის საშუალებით, რის შემდეგაც იგი რჩება მასპინძლებზე დიდი ხნის განმავლობაში. მათი ახალგაზრდა ფაზები ფრინველებს გადააქვთ სხვადასხვა ადგილში, ხოლო საუკეთესო პირობებს ნორმალური განვითარებისათვის ეს სახეობა პოულობს იმავე სტაციებში, სადაც ბინადრობს *B. calcaratus*.

ამავე ზონაში შემავალი სამხრეთ-თრიალეთისა და აბულ-სამსარის გეომორფოლოგიური რაიონები, აგრეთვე ჩალდირის მთების ჩრდილო ფერდობები, იქსოდოლოგიური თვალსაზრისით ერთ ჯგუფს წარმოადგენენ: აქ აღნიშნულია: *D. marginatus*, *Hm. sulcata*, *Hm. inermis*, *Hm. warburtoni* და *R. turanicus*. მაგრამ ყველა ამათგანი არაა ამ ადგილების მობინადრე. ასე, თუ *D. marginatus* აქ მუდმივად პარაზიტობს ცხოველებზე და თანმიმდევრობით იცვლება მისი ფაზების განვითარება წლის თბილ სეზონში, იგივე არ ითქმის *H. inermis*-ზე; ეს უკანასკნელი შემოტანილია ტყის ზონიდან. ასევე მუდმივ მობინადრედ არ ჩაითვლება *H. sulcata*.

ჯავაიეთის საინტერესო წარმომადგენლად ითვლება *Hm. warburtoni* მისი არეალი ძლიერ შეზღუდულია; იგი მოიპოვება აბულ-სამსარზე, ახალქალაქის პლატოზე და თრიალეთის ქედის სამხრეთ ფერდობებზე, სადაც ბინადრობს მოტატვლებულ კლდეებზე და ტიპობრივი მალალი მთის ქსეროფიტულ ველებზე, რომლებიც მოკლებულია ყოველგვარ ხეებსა და ბუჩქნარებს. ასეთ ადგილებში, შეგუებული მკაცრ ბუნებასთან, იგი ნორმალურად ვითარდება.

მთის ტყეების ზონა მდიდარია ტკიპებით. აქ ვხვდებით: *I. ricinus*, *I. frontalis*, *I. crenulatus*, *I. lagodechinsis*, *Hm. punctata*, *Hm. inermis*, *D. marginatus*, *R. bursa*, *R. turanicus*, *R. rossicis*, *H. plumbeum*, *H. anatolicum*.

I. ricinus ამ ზონაში ყველგან გვხვდება, მაგრამ არათანაბარი სიხშირით. უფრო შეგუებულია ნოტიო და დაჩრდილულ ადგილებს. ხშირ, მუდამ მწვანე საფარში არ მოიპოვება, მაგრამ ბალახეულით მდიდარ საფარში ყოველთვის მრავლადაა წარმოდგენილი. ყველა ფაზა პარაზიტობს მრავალ ცხოველ-ძუძუმწოვარზე, როგორც გარეულზე, ისე შინაურზე, რომლებიც ამ ზონაში გულუხვად ბინადრობენ.

დასავლეთ საქართველოში, კოლხეთის ფართოფოთლოვან ტყეებში მუდამ მწვანე ქვეტყით, ფართოდაა გავრცელებული *I. redikorzevi*, ხოლო რცხილნარწაბლნარის საზღვარს იგი არ სცილდება. აღმოსავლეთ საქართველოში ნაპოვნია ლაგოდეხის ნაკრძალის იმ ფორმაციებში, რომლებიც კოლხეთის ფლორის ელემენტებში ხასიათდებიან.

I. crenulatus, *I. frontalis*, *I. l. armeniacus* და *I. lagodechiensis*-ს, მცირე მონაპოვრების გამო, პირობითად მივაკუთვნებთ აღმოსავლეთ საქართველოს ტყის ზონას.



Hm. punctata გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა შუა მთის ტყეების სარტყელში; შეგუებულია მუხნარ ტყეებს, რცხილნარში ნაკლებად გადადის; მოიპოვება აგრეთვე თრიალეთის მთების ჩრდილოეთ კალთების ტყეებში და ბოლოს იჭრება ბორჯომის ხეობის შერეულ ტყეებში. დასავლეთ საქართველოსათვის ის იშვიათია და თუ გვხვდება, მხოლოდ იმ ტყეებში, რომლებიც თავისი შედგენილობით ემზავსებიან აღმოსავლეთ საქართველოს ტყეებს.

იშვიათი ტკიპი *Hm. inermis* დამახასიათებელია აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ტყეების შუა სარტყლისათვის; უფრო მეტად შეგუებულია აღმოსავლეთ საქართველოს მიწათფარულ ტყეებს. საკვებ ბაზად მისი ზრდასრული ფაზებისათვის წარმოდგენილია მსხვილი ძუფენწოფრები (გარეული და შინაური), ხოლო ახალგაზრდა ფაზებისათვის—მღრღნელები.

აღმოსავლეთ საქართველოს მუხნარ ტყეებში ფართოდ გავრცელებულია *D. marginatus*, რომელიც ხშირია აგრეთვე თრიალეთის მთების შერეულ ტყეებში. იმ ადგილებში, რომლებიც ხასიათდებიან კოლხეთის მცენარეულობით, ეს ტკიპი იშვიათია. დასავლეთ საქართველოში იმყოფება მხოლოდ იმ ტყეებში, რომლებიც ბოტანიკური შედგენილობით აღმოსავლეთ საქართველოს ტყეებს ჰგავს, ე. ი. ქსეროფიტული მცენარეულობით ხასიათდებიან. *R. bursa*-ს არეალი შემოიფარგლება სამხრეთ ექსპოზიციების მთის ტყეების ქვედა სარტყლით. მისი ცხოველმყოფელობა მასპინძლის გარეშე მიმდინარეობს შედარებით მაღალ ტენიპერატურასა და მცირე ტენიანობის პირობებში. დასავლეთ საქართველოს ტყეებისათვის არ აღინიშნება.

ჩვეულებრივია მთის ტყეებში *R. turanicus*-ი, აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ტყის ქვედა სარტყელში იგი ჩვეულებრივია როგორც ქსეროფიტულ ადგილებში, ისე უფრო ნოტიოშიც, თუმცა ზედმეტ სინოტივეს და დაჩრდილულ ადგილებს ერიდება, ამიტომ დღეებსა და ხშირ საბურველში არ გვხვდება. ტყის ზონაში *R. turanicus* უზრუნველყოფილია მასპინძლების მრავალფეროვნობით. *R. rossicus* ნაპოვნია მხოლოდ მთის ტყის ქვედა სარტყელში.

B. calcaratus საკმაოდ ფართოდ ვრცელდება მთის ტყეებში და მასპინძელ პირუტყვთან იმყოფება.

H. plumbeum გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოს მთის ტყეების სამივე სარტყელში, სადაც ბინადრობს კარგად განვითარებულ მცენარეულ საფარში.

სურამის უღელტეხილით იგი იჭრება დასავლეთ საქართველოში, მაგრამ ტიპობრივ კოლხეთის ტყეებში იშვიათად მოიპოვება. სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით იგი არ სცილდება იმერეთის მთებს.

დასავლეთ-თრიალეთის მთის ტყეებისათვის აღინიშნება *I. trianguliceps*, რომელიც რეგისტრირებულია ბაკურიანის შიდამთებში.

კოლხეთის და აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობების ფოთლოვანი ტყეების იქსოდოფაუნა შემდეგი შედგენილობით წარმოგვიდგება: *I. ricinus*, *I. redikorzevi*, *Hm. consinna*, *D. marginatus*, *B. calcaratus*, *H. plumbeum*, *R. bursa*, *R. turanicus*.

ჩვეულებრივია ამ ზონისათვის *I. ricinus*, რომელიც შეგუებულია ნოტიო ადგილებს, მაგრამ გადაჭარბებულ სინოტივეს ერიდება, ისევე, როგორც მეტად მშრალ ადგილებს. დასავლეთ საქართველოს ჭაობებსა და აღმოსავლეთ საქართველოს ნათელ ტყეებში არ მოიპოვება. *I. redikorzevi* და *Hm. concinna* დასავლეთ საქართველოს ნოტიო სუბტროპიკულ რაიონებში ყველგან მოიპოვებიან, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში ბინადრობენ ლაგოდეხის ნაკრძალის დასავლეთ საქართველოს მსგავს ტყეებში. *D. marginatus* დასავლეთ საქართველოში იშვიათია; აღმოსავლეთ საქართველოში უფრო ხშირად სახლდება ტყის მშრალ ვარიანტებში და იშვიათია ნოტიო ადგილებში *B. calcaratus* ამ ზონაში არის ყველგან, სადაც პირუტყვი იმყოფება; მოიპოვება დაბლობებში, მდინარეების გასწვრივაც, მაგრამ ძლიერ დაჭაობებულ ადგილებს ერიდება.

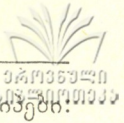
აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ ტყეებში ყველგან არსებობს *R. bursa*. დასავლეთ საქართველოში ის იშვიათია; მოიპოვება სამეგრელოს ზოგიერთ ადგილას, ოკრიბის ტაფობსა და კოლხეთის აღმოსავლეთ ნაწილში.

საქართველოში ფართოდ გავრცელებული *R. turanicus* მეტი სიხშირით სახლდება აღმოსავლეთ საქართველოს ტიპის ტყეებში, მდინარეების ქვედა და შუა დინების ჭალებში. დასავლეთ საქართველოში მისი გავრცელება კოლხეთის ტყეების შედარებით მშრალი ვარიანტებით შემოიხილუდება.

H. plumbeum აღმოსავლეთ საქართველოში ვრცელდება ჭალასა და კოლხეთის ტიპის ტყეებში, ხოლო დასავლეთში სახლდება კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილში, სადაც სამტრედიამდე აღწევს; არსებობს ოკრიბის ტაფობში; უფრო ღრმად ნოტიო სუბტროპიკებში არ შედის.

განსაკუთრებით მდიდარია ტკიპებით მეჩხერი ტყეებისა და ბუჩქნარების ზონა. მისთვის აღინიშნება 18 სახეობა: *I. ricinus*, *I. crenulatus*, *Hm. otophila*, *Hm. sulcata*, *Hm. punctata*, *Hm. caucasica*, *Hm. numidiana taurica*, *D. marginatus*, *D. pictus*, *B. calcaratus*, *R. bursa*, *R. turanicus*, *H. plumbeum*, *H. aegyptium*, *H. anatolicum*, *H. detritum*.

ამ ზონისათვის ტიპობრივია *Hm. otophila*, *Hm. sulcata* და *H. aegyptium*. დანარჩენი ჩამოთვლილი სახეობები საერთოდ ფართოდაა გავრცელებული და ჩვეულებრივად ამ ზონაშიც იჭრებიან; აქ ჩვენ ვხვდებით საქართველოში რეგისტრირებულ სახეობათა ნახევარზე მეტს. იქსოდოფაუნის ასეთი მრავალნაირობა აიხსნება თვით ამ ზონის რელიეფის კლიმატის, ფლორის, ფაუნის თავისებურებით და აგრეთვე ტყის სიახლოვით. *I. ricinus* და *B. calcaratus* ამ ზონაში რაოდენობრივ კლებას განიცდიან დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ და სრულიად აღარ აღინიშნებიან მის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში. ამ მოვლენის მიზეზია ის, რომ ხსენებულ ზონას, შუა და სამხრეთ ქართლში და ცივ-გომბორის კალთებზე, გარს აკრავს ტყეები, რომლებშიც დასახლებული ტკიპები ჩვეულებრივი მობინადრეები არიან. უფრო შორს, აღმოსავლეთისაკენ რესპუბლიკის საზღვრამდე ბუჩქნარების და მეჩხერი ტყეების ზონას, ერთი მხრივ, ესაზღვრებს ჭალები, მეორე მხრივ კი—ფოთლოვანი ტყეების ნარჩენები, სადაც საკმაოდ განვითარებას აღწევენ ველების ელემენტები.



ველებსა და ნახევარუდაბნოების ზონაში აღინიშნება შემდეგი ტიპები:
I. eldaricus, *Hm. otophila*, *Hm. sulcata*, *Hm. numidiana taurica*, *R. bursa*,
R. turanicus, *H. aegyptium*, *H. plumbeum*, *D. marginatus*.

ნახევრად უდაბნოები საქართველოში არ წარმოგვიდგება დიდი და მთლიანი მასივებით; პატარა ფართობები საერთოდ შემოფარგლულია ისეთი ფორმაციებით, რომლებშიაც მძლავრ განვითარებას აღწევენ მეჩხერი ტყეები და ბუჩქნარები.

ნახევრად უდაბნოს პირობები იმდენად არახელსაყრელია, რომ მხოლოდ ზოგიერთ ტიპს შეუძლია არსებობა.

R. bursa, *H. plumbeum*, *Hm. otophila*, *D. marginatus*, *H. numidiana taurica*, *R. turanicus* ჩვეულებრივი არიან ველებსათვის, ხოლო ნახევრად უდაბნოებში (მაგალითად, ელდარ-სამუხში) გვხვდებიან ცხოველებზე ნეტასტაზის შედეგად.

H. aegyptium-ის ყველა ფაზა კვების პერიოდში დაკავშირებულია კუსთან; *Hm. sulcata*-ს ახალგაზრდა ფაზები იკვებებიან რეპტილიებზე, ორივე ეს სახეობა შეგუებულია როგორც ველებს, ისე ნახევრადუდაბნოსაც. *I. eldaricus* პარაზიტობს კაკაბზე და ხშირად გვხვდება ისეთ ადგილებში, სადაც ავშნიანი ფორმაციები კარგადაა გამოსახული.

განაწილების მოყვანილი სქემის გარეშეა დარჩენილი *R. sanguineus*, რომელსაც განსაკუთრებული ადგილი უკავია. ეს ტიპი ძალის სპეციფიკური პარაზიტია; საქართველოში ყველგან მოიპოვება დასახლებულ პუნქტებში, როგორც მოყვანილი მასალიდან ჩანს, საქართველოს სსრ-ში იქსტადოფაუნა ძირითადად ფართო არეალის მქონე სახეობებისაგან შედგება;

გავრცელების ხასიათის მიხედვით ჩვენ შეგვიძლია ის დავყოთ რამდენიმე ჯგუფად:

1. ყველა ზონაში გავრცელებული ტიპები: *D. marginatus*;
2. ტიპები, გავრცელებული ყველა ზონაში, გარდა მაღალი მთისა: *I. ricinus*, *I. crenulatus*, *Hm. punctata*, *R. bursa*, *R. turanicus*, *R. rossicus*, *B. calcaratus*, *H. plumbeum*, *H. anatolicum*, *H. scupense*, *H. detritum*.
3. ველებში გავრცელებული ტიპები: *I. eldaricus*, *Hm. otophila*, *Hm. sulcata*, *Hm. numidiana taurica*, *Hm. caucasica* *H. aegyptium*;
4. მაღალ მთებში გავრცელებული ტიპები (სამხრეთ მთიანეთი და დიდი კავკასიონი): *I. trianguliceps*, *Hm. warburtoni*;
5. ტყეებში გავრცელებული ტიპები (დაბლობებისა და მთის ტყეები): *I. redikorzevi*, *I. lagodechiensis*, *Hm. concinna*, *Hm. inermis*. ამ განაწილებაში არაა შეტანილი ბიოლოგიურ თავისებურებების გამო *R. caugineus* და აგრეთვე *I. flontalis*, *I. vespertilionis* *D. pictus* და *I. laguri armeniacus*.

საქართველოს ტიპების ფაუნა შეიძლება აგრეთვე ორ უფრო მსხვილ ჯგუფად დაიყოს—ევრიზონალური და სტენოზონალური. პირველ ჯგუფს მივაკუთვნებთ: *I. ricinus*, *I. crenulatus*, *Hm. punctata*, *Hm. sulcata*, *Hm. otophila*, *B. calcaratus*, *D. marginatus*, *R. bursa*, *R. turanicus*, *R. rossicus*, *H. H. scupense*, *H. detritum*, *H. anatolicum*; მეორე ჯგუფს—*I. trianguliceps*,

I. redikorzevi, *I. eldaricus*, *I. lagodechiensis*, *I. laguri armeniacus*, *Hm. inermis*, *Hm. concinna*, *Hm. caucasica*, *Hm. numidiana*, *Hm. warburtoni*.

გარდა ამისა, ტკიპების დაყოფა შეიძლება ჰიგროფილებად და ქსეროფილებად, ტიპობრივ ჰიგროფილებს წარმოადგენენ: *I. redikorzevi* და *Hm. concinna*. ჰიგროფილურ ტკიპებს ეკუთვნიან ევროზონალური სახეობები, გარდა *H. plumeum*, *H. otophila* *Hm. punctata*-სი.

ტიპობრივ ქსეროფილებად წარმოგვიდგებიან: *Hm. numidiana taurica*, *Hm. sulcata*, *Hm. aegyptium*, *I. eldaricus*.

ყველა დანარჩენი სტენოზონალური სახეობები ქსეროფილებია ტერმინის ფართო გაგებით.

ზღვის დონიდან სიმაღლეების მიხედვით (მეტრობით) ტკიპები შემდეგნაირად წარმოგვიდგება: *I. ricinus*—200—2200, *I. rodikorzevi*—0—500, *I. crenulatus*—400—500, *I. trianguliceps*—1700—2200, *I. vespertilionis* (400—600)⁽¹⁾ *I. lagodechiensis*—500, *I. eldaricus*—300—500, *I. armeniacus*—500, *I. flontalis*—500, *Hm. inermis*—400—500, *Hm. warburtoni*—1300—2000, *Hm. punctata*—400—1600, *Hm. sulcata*—300—500, *Hm. otophila*—300—1000, *Hm. n. taurica*—300—600, *Hm. caucasica*—500, *Hm. concinna*—20—500, *B. calcaratus*—20—1300, *D. pictus*—500, *D. marginatus*—20—2400, *R. bursa*—20—1000, *R. sanguineus*—0—2000, *R. turanicus*—400—1000, *R. rossicus*—400—500, *H. aegyptium*—300—700, *H. detritum*—400—1000, *H. anatolicum*—400—1000, *H. plumbeum*—400—2000, *H. scupense*—400—800.

როგორც ჩანს, ევროზონალური ტკიპები (მაგ. *D. marginatus*) სიმაღლის დიდი დიაპაზონით ხასიათდებიან, ხოლო სტენოზონალური, (მაგ. *Hm. warburtoni*) პირიქით, სიმაღლის მცირე დიაპაზონით.

ადამიანის სამეურნეო მოქმედება ტკიპების გავრცელებაზე მრავალნაირია: საძოვრების არარაციონალური გამოყენებას, ჭაობების გაწრობას, სარწყავ სისტემასა და სხვა ღონისძიებებს თან სდევს ნიადაგის, მცენარეულობისა და ფაუნის ცვალებადობა. შესატყვისად ამისა, იცვლება ცალკეული ტკიპების საერთო პირობებიც მაგალითად, ტყის გაჩეხვას ქვედა სარტყელში მოსდევს სტაციების ქსეროფიტიზაცია, რომლებშიც იჭრებიან ველების მოყვარული ტკიპები, რითაც მათი არეალი საგრძნობლად ფართოვდება. მეორე მხრივ, იგივე გაჩეხვა ტყის ზოგიერთ ადგილას, რომლებიც ტკიპების კერებს წარმოადგენენ, ხელს უწყობს ზოგიერთი ტკიპის სრულ მოსპობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 9.7.1957)

(¹) ცნობები *I. vespertilionis* საქართველოში არსებობის შესახებ მე შემომთავაზა ნ. მათიკაშვილმა, ვსარგებლობ შემთხვევით და ვუხედი მადლობას. სიმაღლეები ზღვის დონიდან ამ ტკიპისათვის ნაჩვენებია დაახლოებით.

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Алфеев. Биология и экология *Dermaceutor marginalis* в условиях Орловской области. Труды Ленинградской паразитологической станции, вып. I, 1939.
2. Н. Н. Кеңховели. Основные типы растительности Грузии (на груз. яз.), Тифлис, 1935.
3. Н. Г. Олсуфьев. О ландшафтных типах туляремийных очагов средней полосы РСФСР. Зоол. журн., т. XXVI, вып. 3, 1947.
4. Б. И. Померанцев. К вопросу о происхождении клещевых очагов в Ленинградской области. Вредители животноводства, М.—Л., 1935.
5. Г. В. Сердюкова. Распределение иксодовых клещей в зональных типах растительности. Восьмое совещ. по паразитологическим проблемам. Тезисы докл. 1955.

თ. ჯაფარიძე

ჰიპოთეზის გავლენა სისხლის წარმოქმნელ სისტემაზე სხივური დაზარალების დროს

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 7.10.1957)

სხივური დაზარალება ორგანიზმის მძიმე დაზიანებას იწვევს და სიკვდილი-საგან გადაარჩენის პირობებში ღრმა ვართულებებს იძლევა. სახელდობრ აღსანიშნავია სხვადასხვა ინფექციები: ტუბერკულოზი, აპლასტიკური ანემია, ალერჯია, ლეიკოზები და სხვა, რის გამოც აღნიშნული საკითხი როგორც ჩვენი, ისე უცხო მკვლევრების დიდ ყურადღებას იპყრობს.

სხივური დაზარალების კლინიკური სურათი საფუძვლიანადაა შესწავლილი, მიღებულია რიგი საგულისხმო ექსპერიმენტული მონაცემი, თუმცა ეთიოპათოგენური ამ დაზარალებისა დღემდე სრულყოფილად არ არის გადაჭრილი, რის გამოც არ არსებობს სპეციფიკური მკურნალობა და პროფილაქტიკა.

ლ. გე მ პ ე ლ მ ა ნ ის, ლ ი ს კ ო ს ა და ჰ ო ფ მ ა ნ ის მონაცემებით [7], იწვევან სხივური დაზარალების ფიზიოლოგიურ და კლინიკურ რეაქციასა საფუძველზე ორგანიზმის ქსოვილთა ვრცელი დამლა, რომელიც ძლიერ წააგავს ორგანიზმის დაზიანებას, გამოწვეულს ქიმიური ნივთიერებით, მაგ., ბენზოლით. საბჭოთა მკვლევართა ყურადღება კი გამახვილებულია ცენტრალური ნერვული სისტემის რეაქციაზე, რომლის მდგომარეობა განსაზღვრავს ორგანიზმის რეაქტიურობას. მრავალრიცხოვან ლიტერატურულ მონაცემთა საფუძველზე ცნობილია, რომ ჰიპოთერმია ორგანიზმის რეაქტიურობას დაბლა წევს ნივთიერებათა ცვლის პროცესთა შემცირებისა და უჩვეულო გამაღიზიანებელთა მიმართ ორგანიზმის სპასმული რეაქციის დათრგუნვის გამო.

ზემოთ აღნიშნული დაედო საფუძვლად ჩვენ მიერ წინასწარ წარმოებულ ცდებს დასხივებულ ძაღლებზე, რომელთაც დასხივებისთანავე ჩაუტარდათ ღრმა ჰიპოთერმია 24° — 25° C-მდე. მიუხედავად იმისა, რომ სხივური ენერგიით მიღებული დაზიანება ორგანიზმში ზომიერად მიმდინარეობდა, სიკვდილი მაინც გარდაუვალი აღმოჩნდა. შემდეგ პროცესში ჩვენი მიზანი იყო, რომ ორგანიზმის რეაქტიულობის დაწვეით ორგანიზმის მეტროლი ძალები შეგვენარჩუნებინა. ჩვენი ინსტიტუტის თანამშრომლების რიგი შრომებით ნაჩვენებია, რომ ძაღლების 28° — $+ 29^{\circ}$ C-მდე გაციება მათს სიცოცხლისუნარიანობას უფრო მაღლა წევს, ვიდრე გაციება 24° — $+ 25^{\circ}$ -მდე.

ცდები ჩავატარეთ დაახლოებით ერთნაირი წონის (12—16 კგ) 7 ჯანმრთელ ძაღლებზე, რომელთა შორის 4 ძე და 3 ხვადია. საცდელად დავაყენეთ ხუთი ძაღლი, ამას გარდა საკონტროლოდ გამოვიყენეთ 2 ძაღლი, ცდამდე პერიფერიული სისხლის ანალიზი კეთდებოდა 2-ჯერ, ძვლის ტვინის ანალიზი კი ერთხელ. საკონტროლოდ ძაღლებს უკეთდებოდათ მხოლოდ დასხივება დანადგარი PVM-3 დოზა 400r 40,3 წუთის განმავლობაში, დენის სიმძლავრე — 15MA, დაძაბულობა—200V, სიმძლავრე—9,8 r წუთში, ფილტრი—0,5 Cu. 80 cm დაშორება. დასხივების დროს ძაღლებს ვათავსებდით ფანერის ვიწრონაპრალეზიან ყუთში ზურგზე მწოლარე მდგომარეობაში.

ცნობილია, რომ 300r—600r-ით დასხივებულ ძალღებს უვითარდებათ სხვა-დასხვა ხარისხის სხივური დაავადება და 600r-ით დასხივება ძალღებისათვის სასიკვდილო დოზაა. სხვა კლინიკურ მონაცემებთან ერთად სხივური დაავადების გამოსამკლავებლად სისხლისა და ძვლის ტვინის ცვლილება წარმოადგენს ნაადრევ ნიშანს, რომელიც ვითარდება დასხივებისთანავე, ამიტომ ჩვენს ცდებში პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის შესწავლა ერთ-ერთ ძირითად ტესტს წარმოადგენს.

საცდელ ცხოველებს დასხივების შემდეგ უტარებოდათ ჰიპოთერმია $28^{\circ} - + 29^{\circ} C$ -მდე საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ექსპერიმენტული და კლინ. ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტში აკად. კ. ე რ ი ს თ ა ვ ი ს ხელმძღვანელობით კონსტრუირებული გამაციებელ-გამთბობი დანადგარების საშუალებით. ცხოველს გაციებამდე უკეთებოდა პრომიდოლი და განვლიობლოკური ნივთიერებანი (ამინაზინი, დიმედროლი, ატროპინი 0,2 მგ ყოველ კგ-ზე).

აღნიშნული ნარევის შეყვანა იწვევდა ცხოველის სხეულის ტემპერატურის დაწევას $2^{\circ} - + 3^{\circ} C$ -ით. 30 წუთის შემდეგ წყლით ვასველებდით ცხოველის ბეწვს და ვათავსებდით გამაციებელ-გამთბობი დანადგარის „სკაფანდრში“. ცხოველს ეძლეოდა ეთერის ნარკოზი, ძილის მდგომარეობაში შეგვყავდა ინტრატრაქეალური მილი, რითაც წარმოებდა ეთერისა და ჟანგბადის მიწოდება. გაციება იწყებოდა ცხოველის ღრმა ძილის მდგომარეობაში. 45 წუთის განმავლობაში ცხოველის სხეულის ტემპერატურა დაბლა იწვედა $31^{\circ} - + 30^{\circ} C$ -მდე, შემდეგ კი თავისთავად ეცემოდა $28^{\circ} - + 29^{\circ}$ (სხეულის ტემპერატურა იზომებოდა სწორი ნაწლავიდან).

ცხოველის 45-წუთიანი გაციების შემდეგ ირთებოდა გამთბობი დანადგარი და ცხოველის სხეულის ტემპერატურა აგვყავდა $32^{\circ} C$ -მდე, რის შემდეგ ცხოველი გადაგვყავდა ვივარიუმში. გამოკვლევა პერიფერიული სისხლისა წარმოებდა პირველ, მესამე, მეხუთე, მეშვიდე დღეს და შემდეგ ყოველ 10 დღეში ერთხელ. ცდებმა ნათლად გვიჩვენა, რომ საცდელი ძალღები კლინიკურად ძნელი გასარჩევია ჯანმრთელი ძალღებისაგან. პირველნი უფრო აქტიურნი იყვნენ, სიამოვნებით იღებდნენ საკვებს და წონას არ კარგავდნენ, ზოგჯერ კიდევ აღინიშნებოდა წონის მომატება. იყო შემთხვევა, რომ ძალღი № 58 დამაკვა ცდის პერიოდში და დაყარა სამი დროული, კლინიკურად ჯანმრთელი ლეკვა. საცდელი 4 ძალღის ტემპერატურა 39° -ზე მაღლა არ აწეულა. აღნიშნულ სიმალღეზე ტემპერატურა 8—9 დღეს რჩებოდა და შემდეგ უბრუნდებოდა საწყის მდგომარეობას.

რაც შეეხება პერიფერიული სისხლის მხრივ ცვლილებებს, უნდა აღინიშნოს, რომ ორ შემთხვევაში ჰემოგლობინი უმნიშვნელო რყევას განიცდიდა და ცდის ბოლოს ნორმას დაუბრუნდა. ერთ შემთხვევაში აღინიშნებოდა ჰემოგლობინის საღის 20 ერთეულით მომატება. ორ შემთხვევაში ჰემოგლობინმა დაიკლო მხოლოდ საღის 9—10 ერთეულით (მიუხედავად არსებული მაკეობისა). ერთთროციტების რიცხვმა მოიმატა ოთხ შემთხვევაში საშუალოდ ორი მილიონით, ხოლო ერთ შემთხვევაში დაიკლო ერთი მილიონი.

ძვლის ტვინის ცვლილებები საცდელ ცხოველებს ნაკლებად ჰქონდათ გამოხატული, ვიდრე საკონტროლოს.

ძვლის ტვინის ნეიტროფილების მომწიფების ინდექსი მთელი ცდის პერიოდში ნორმის ფარგლებში რჩებოდა (0,8—0,9). ძვლის ტვინში ერთთრობლასტების პროცენტულმა შედგენილობამ ოთხ შემთხვევაში მოიმატა 10—35%, ხოლო ერთ შემთხვევაში (ძალღი № 187) დარჩა უცვლელი. ლეიკობლასტური ინდექსის რყევა უმნიშვნელო იყო. მხოლოდ ერთ შემთხვევაში აიწია 20-მდე.

საცდელ ძაღლებს დასხივების მეორე დღეს ლეიკოპოეზის მხრივ აღინიშნებოდათ სამ შემთხვევაში ლეიკოციტოზი, ორ შემთხვევაში ლეიკოციტების დაკლება 26%-ით. ლიმფოციტები დასხივების მეორე დღიდანვე იკლებდნენ საშუალოდ 53%-ით. ლეიკოციტების აღდგენის ტენდენცია აღინიშნებოდა ერთ შემთხვევაში დასხივებიდან მე-3 დღეს, ორ შემთხვევაში მე-10—მე-14 დღეს. საცდელ ძაღლებზე 2—3 თვის დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ოთხ შემთხვევაში ჰემოპოეზის ნორმალიზაცია ჩვეულებრივ თვის ბოლოს წარმოებს; მხოლოდ ერთ შემთხვევაში აღინიშნებოდა ჰემოპოეზის ნორმალიზაცია მე-2 თვის ბოლოს. ამ დროს ერითროპოეზის მხრივ აღინიშნებოდა ჰიპერერეგენერაციული ძვრები.

მთელი ცდის პერიოდში თრომბოციტებისა და რეტიკულოციტების რაოდენობა საშუალო დონეზე რჩებოდა.

ერითროციტების დალექვის რეაქცია 1 საათში საცდელ ძაღლებში 20 — 29 mm-ს არ აღემატებოდა და ჰემატოლოგიური მაჩვენებლების ნორმალიზაციის შემდეგ ნორმას უბრუნდებოდა.

რაც შეეხება საკონტროლო ძაღლებს № 10 და № 99 (ხვადები), რომლებიც იყვნენ მხოლოდ დასხივებულნი 400r-ით, მათ განუვითარდათ ტიპობრივი სურათი, დამახასიათებელი მწვავე სხივური დაავადებისათვის. ერთი მათგანი, № 180, დასხივებიდან მე-12 დღეს მოკვდა, ხოლო მეორე მოკლულ იქნა 30-ე დღეს. ორივე ძაღლს ჰქონდა მეტად მძიმე ზოგადი მდგომარეობა. მათი სხეულის ტემპერატურა აღწევდა 40—40,2° და მთელი ცდის პერიოდში მაღალ დონეზე რჩებოდა. ამ ძაღლებს ერითროციტების დალექვის რეაქციით 1 საათში 70mm ჰქონდათ სიკვდილის წინ და საერთოდ მთელი ცდის პერიოდში ერითროციტების დალექვის რეაქცია მაღალ დონეზე იდგა. ამ ორ ძაღლს აღინიშნებოდა მკვეთრად გამოხატული ჰიპოქრომული ანემია, ჰემოგლობინი იკლებდა საღის 43 ერთეულით, ერითროციტები — 60,8%-ით. მკვეთრად გამოხატული იყო ლეიკოპენია, ნეიტროპენია, ლიმფოპენია, თრომბოპენია. რეტიკულოციტები და თრომბოციტები სიკვდილის წინ სრულიად ქრებოდნენ. საკონტროლო ძაღლების ძვლის ტვინში ერითრობლასტების პროცენტი ან მკვეთრად იყო შემცირებული, ან სრულიად არ იყო შესაძლებელი ნაცხში მათი ნახვა. საკონტროლო ძაღლების გაკვეთამ გვიჩვენა მძიმე ცვლილებები ყველა ორგანოში, სისხლჩაქცევები პერიკარდიუმის, პლევრალურ ღრუებსა და კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში.

ამგვარად, ჩატარებული ცდებით შეიძლება აღინიშნოს, რომ სხივური დაავადება სასურველად მიმდინარეობდა იმ შემთხვევაში, როდესაც დასხივებულ ძაღლებს დასხივებისთანავე ჩაუტარდათ ჰიპოთერმია 28° — +29° C. როგორც ჩანს, დროებითი ჰიპოთერმია, წარმოებული დასხივებისთანავე, დაბლა წევს ორგანიზმის რეაქტიურობას და მაღლა წევს ბრძოლისუნარიანობას: ჩვენი საცდელი 5 ძაღლიდან ხუთივე გადარჩა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა
 და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოჰვიდა 7.10.1957)

ლაბორატორიული კვლევები.

1. В. О. Абгаров. Лучевые повреждения и реактивность организма. Тезисы докладов Закавказской радиологической конференции, 25, Тбилиси, Грузмедгиз, 1956.
2. М. Ф. Александрова. О ранней диагностике тяжести острой лучевой болезни по данным реакции кровяных телец. Бюлл. Радиационной физики, мд. 13—21, 1954.
3. Е. И. Бакин. Нервный механизм лучевых повреждений. Советское Здравоохранение Киргизии, 3, май—июнь, 1955.
4. И. С. Глазунов и др. Радиационная медицина, М., Медгиз, 1955.
5. А. Г. Бегларян и др. Гистоморфология нервной системы при экспериментальной острой лучевой болезни. Тезисы докладов Закавказской радиологической конференции, с. 27. Грузмедгиз, Тбилиси, 1956.
6. Э. О. Газарян и Г. Т. Григорян. К патогенезу лучевой болезни. Тезисы докладов закавказской радиологической конференции, Грузмедгиз, Тбилиси, 1956.
7. Л. Г. Гемпельман и др. Острый лучевой синдром, 6, М.—Л., 1954, 13, 14.
8. А. И. Домюровская. К вопросу о лучевых повреждениях. Тезисы докладов Закавказской радиологической конференции. Грузмедгиз, Тбилиси, 1956.
9. А. Д. Зурабашвили и Б. Р. Нанейшвили. Материалы по патоархитектонике лучевого поражения. Грузмедгиз, Тбилиси, 1956, 31—37.
10. Л. И. Егоров и В. В. Бочкарев. Кровяные тельца и ионизирующая иррадиация. М. Медгиз, 1955.
11. Н. А. Краевский. Очерки патологической анатомии лучевой болезни. 3, Медгиз, 1957, 112—213.
12. В. А. Неговский и В. И. Соболева. Восстановление жизненных функций организма после длительных сроков клинической смерти в условиях гипотермии. Хирургия, 9, 1955, 25.
13. П. М. Старков. К физиологии гипотермии. Проблемы Советской физиологии, биохимии, фармакологии, т. I, стр. 631, 1949.
14. Л. В. Фунштейн. К морфогенезу острой лучевой болезни. Тезисы докладов Закавказской радиологической конференции, Тбилиси, Грузмедгиз, 1956.
15. J. Doull and K. Du Bois. Influence of Hibernation on Survival Time and Weight Loss of X Irradiated Ground squirrels. Proc. sec. Exp. Biol. a Med., vol 84, № 2, 1953, p. 367—370.

ისტორია

თ. მიქალაძე

სამხრეთ-აღმოსავლეთი შავი ზღვის სპირიტის უძველესი მოსახლეობის ისტორიისათვის (სკვითინები)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 5 7.1957)

სკვითინების (Σκυθῖνοι) სახელით ცნობილ ტომს მხოლოდ ზოგიერთი ანტიკური წყარო იხსენიებს. ამათგან უძველესია და შედარებით ვრცელი ცნობების მომცველი ქსენოფონტის „ანაბასისი“ ([1], IV, 7, 18—27; IV, 8, 1). ამ ტომს (სახელწოდებით Σκυθῖνος) იცნობს დიოდორე სიცილიელიც ([2], გვ. 470). სკვითინებს ასხეებს აგრეთვე ელიოს ჰეროდოანე, ოღონდ იგი ამ ტომის ეთნიკური სახელის რამდენადმე განსხვავებულ დაწერილობას (Σκυθῖνός) იძლევა ([2], გვ. 578). სკვითინებს ან, უკეთ, ამ ტომის ერთ ნაწილს, როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, სტრაბონიც უნდა იცნობდეს.

სპეციალური გამოკვლევა სკვითინებზე სამეცნიერო ლიტერატურაში არ გვევლინება. ამ ტომს გაკვრით ეხებოდნენ ქსენოფონტის „ანაბასისის“ ცნობათა განხილვისას. ამ მხრივ ყველაზე ვრცელი და საფუძვლიანი მიმოხილვა მოცემული აქვს ი. ვ. ჯ ა ვ ა ხ ი შ ვ ი ლ ს. იგი სკვითინებს ქართველ ტომთა შორის ასახელებს ([3], გვ. 40); პ. ი ნ გ ო რ ო ყ ვ ა კ ი სკვითინებს ქართველ ტომად მიიჩნევს ([4], გვ. 484); ვ. ხ უ დ ა დ ო ვ ი ს აზრით, სკვითინები სკვითები არიან. ვ. ხუდაბოვის დებულება ძირითადად შემდეგ მოსაზრებებს ემყარება: სკვითინებს ბერძენი მოქირავნეებისათვის წინააღმდეგობა არ გაუწევიათ, მათმა მეზობლებმა ხალიბებმა და ტაოხებმა კი გააუწიეს. რაკი სკვითინები ბერძენებს — სპარსელების მტრებს — კარგად შეხვდნენ და დახმარებაც აღმოუჩინეს, მაშასადამე, ისინიც სპარსელების მტრები ყოფილან, ეს კი მანიშნებელია იმისა, რომ სკვითინები აქ უცხო ელემენტია და რომ ისინი შთამომავლებია სკვითებისა, რომელთაც იმთავითვე მტრობა ჰქონდათ სპარსელებთან ([5], გვ. 421—426).

აქვეა აღსანიშნავი, რომ, როგორც თვით ქსენოფონტი გადმოგვცემს, სკვითინებმა დახმარება აღმოუჩინეს ბერძენებს, რათა ისინი თავისი მიწების განსახორციელებლად გამოეყენებინათ „და არა ელინებისადმი კეთილგანწყობის გამო“ ([1], IV, 7, 20), ასე რომ ამგვარი მსჯელობა საფუძველსა მოკლებული.

ასევე უსაფუძვლოდ გამოიყურება მ. მაქსიმოვას შენიშვნა: სკვითინები, ტრაპეზუნდის სამხრეთით მთიან ადგილებში რომ ბინადრობენ, შთამომავალნი არიან სკვითებისა, რომლებიც ძვ. წ. VIII საუკუნის დასასრულს ყუბანისპირეთიდან მცირე აზიაში შეიჭრნენო ([6], გვ. 274, შნშ. 31).

საფიქრებელია, რომ როგორც პირველი, ისე მეორე მოსაზრების შემუშავებაზე გარკვეული გავლენა უნდა მოეხდინა სკვითინებისა (Σκυθῖνοι) და სკვითების (Σκυθῖαι) ეთნიკურ სახელწოდებათა ერთგვარ ფონეტიკურ სიახლოვეს. ეს სიახლოვე შემთხვევითი ბგერობრივი დამთხვევაა, მაშინ, როდესაც განსხვავება ამ ორ ტერმინს შორის არსებითია. თუ ეს ტერმინები ერთსა და იმავე ეთნიკურ

ცნებებს გადმოგვცემენ, საკითხავია: რას უნდა ნიშნავდეს ან საიდან ვაჩნდა იხ (resp. ეხ) ელემენტი, ერთიმეორისაგან რომ ასხვავებს მათ? წყაროებშიც არ არსებობს მითითება სკვითინებისა და სკვითების იგივეობის შესახებ. არც ერთ წყაროში ტერმინი **Σαυθινοί** სინონიმი არ არის ტერმინისა **Σαυθαι**. შეიძლება გვეფიქრა, რომ დასახელებული წყაროები **Σαυθινοί**-ს სახით დამახინჯებულად გადმოგვცემენ სკვითების სახელს და სკვითინებში სკვითებს გულისხმობენ. მაგრამ ეს ვარაუდი გამოსარიცხია, რადგან, სახელდობრ, ქსენოფონტი კარგად იცნობს სკვითებს და მათ ეთნიკურ სახელსაც წყაროებში საყოველთაოდ გავრცელებული ფორმით (**Σαυθαι**) გადმოგვცემს ([2], გვ. 358—359). ცნობილი გრამატიკოსი ელიოს ჰეროდინე კი ერთსა და იმავე თხზულებაში სკვითებსაც ასახელებს და სკვითინებსაც ([2], გვ. 577—578).

ნათელია, რომ საისტორიო წყაროები, სკვითებსა და სკვითინებს ასხვავებენ ერთმანეთისაგან და ორ სხვადასხვა ხალხად მიიჩნევენ.

განვიხილოთ უპირველეს ყოვლისა სკვითინების ადგილსამყოფელის საკითხი. ამ მხრივ ყველაზე სრული და ვრცელი ცნობები მოეპოვება ქსენოფონტს, რომელმაც ათი ათას თანამემამულესთან ერთად ძვ. წ. 401 წელს გაიარა ამ ტომით დასახლებული ტერიტორია. ქსენოფონტის ცნობებიდან ირკვევა, რომ სკვითინები ბინადრობდნენ ხალიბების მეზობლად; მათ ერთიმეორისაგან გამოყოფდა მდ. ჰარპასოსი (**Ἄρπασος**) ([1], IV, 7, 18). ჰარპასოსი, როგორც ცნობილია, მდ. ჭოროხს შეესაბამება, აღმოსავლეთიდან შავი ზღვისკენ მიმავალი ბერძნები ჯერ ხალიბებთან მივიდნენ, ხოლო შემდეგ გადალახეს მდ. ჰარპასოსი — ჭოროხი და სკვითინების ქვეყანაში გადავიდნენ. მაშასადამე, ჭოროხის აღმოსავლეთით ხალიბები ბინადრობდნენ, დასავლეთით კი — სკვითინები. ჭოროხი ბერძნებს გადაულახავთ იქ, სადაც ის განსაკუთრებით ვანიერია, ე. ი. ქვემოწელში. ეს უნდა მომხდარიყო სოფ. ორჯოხის მიდამოებში. უფრო ქვემოთ ბერძნები ჭოროხს ვერ გადალახავდნენ, რადგან იგი ორჯოხის შემდეგ ძნელად გასავალ კლდეებს შორისაა მოქცეული ([7], გვ. 52).

„აქედან ¹, — გადმოგვცემს ქსენოფონტი, — [ელინებმა] იარეს სკვითინების [ქვეყანაში] ველით ოცი ფარასანგი ოთხ გადასავლად და [მივიდნენ] სოფლებში“ ([1], IV, 7, 18).

ჭოროხზე გადასვლის შემდეგ ბერძნებს შავი ზღვისკენ პონტოს ტავრი ელობებოდა. დასავლეთით რომ წასულიყვნენ, მთა-მთა მოუხდებოდათ სიარული. ქსენოფონტი კი, როგორც დავინახეთ, ხაზგასმით აღნიშნავს — ველით იარესო. როგორც ჩანს, ბერძნები ვაჰყვნენ ჭოროხის ველს და მივიდნენ თანამედროვე სოფ. ჩაპანსამდე. ორჯოხის ხაზიდან ჩაპანსის მიდამოებამდე დაახლოებით ასიოდე კილომეტრია, რაც კარგად უნდა შეესაბამებოდეს ქსენოფონტისეულ 20 ფარასანგს.

„აქედან, — განაგრძობს ქსენოფონტი, — [ელინებმა] იარეს ოთხ გადასავლად ოცი ფარასანგი დიდ, მდიდარ და მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქამდე, რომელსაც ვეგიმინასი (**Ἰσαμινάζ**) ეწოდებოდა“ ([1], IV, 7, 19).

გზის ამ მონაკვეთზე ბერძნებს ჩრდილოეთით, ე. ი. შავი ზღვისკენ, კვლავ ელობებოდა პონტოს ტავრი. ამიტომ ისინი ისევ უნდა გაჰყოლოდნენ ჭოროხსა და პონტოს ტავრს შორის არსებულ ველს. სოფ. ჩაპანსის მიდამოებიდან 20 ფარასანგი (ე. ი. დაახლოებით 100 კმ-ის) გავლის შემდეგ ბერძნები უნდა მისულიყვნენ თანამედროვე დაბა ვალახორის მიდამოებში. ვალახორი ქ. ბაიბურთიდან ჩრდილო-დასავლეთით ოციოდე კილომეტრის მანძილზე მდებარეობს. ვალახორის მიდამოებშია სწორედ საგულვებელი ძველი ვეგიმინასი.

¹ ივულისხმება ჭოროხის გადალახვის ადგილი.

გვიმნიასიდან „ქვეყნის მმართველმა იმისათვის, რომ ელინები თავისი მტრების ქვეყანაზე გაეტარებინა, გაუგზავნა მათ მეგზური“ ([1], IV, 7, 19).

ბერძნებთან მისვლისთანავე მეგზური შეპირდა მათ, რომ ხუთ დღეში მიიყვანდა იქ, საიდანაც ზღვა ([1], IV, 7, 20). მეგზურმა დანაპირები შეასრულა. „მესუთ დღეს, — მოგვიხსრობს ქსენოფონტი, — [ელინები] მივიდნენ მთასთან, მთის სახელი იყო თეხესი (Θήχης)“ ([1], IV, 7, 21).

მათ თეხესს უპირატესად ახლანდელ ზიგანა-დალთან აიგივებენ ([8], გვ. 347—348; [6], გვ. 275, შნშ. 34). ეს იდენტიფიკაცია საფუძვლიანად მიგვაჩნია. ზიგანა-დალი, მართლაც, ისეთი ადგილია, საიდანაც კარგად მოჩანს შავი ზღვა ([9], გვ. 302). გარდა ამისა, სახელწოდება Θήχης შემორჩენილი ჩანს ადგილობრივ ტოპონიმკაში. რუსულ ოცელომეტრიან რუკაზე ზიგანას უღელტეხილთან ახლოს აღნიშნულია სოფ. ტეკე (Tere). საგულისხმოა, რომ ადგილობრივი მცხოვრებლები ამ სახელწოდებას გამოთქვამენ როგორ Tachije ([8], გვ. 248).

მოყვანილი მასალის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს სკვითინების მიწა-წყალი. მათი აღმოსავლეთი საზღვარი მდ. პარპასოსი — ჭოროხი იყო. სამხრეთით და დასავლეთით სკვითინების გავრცელების არე ძნელი დასადგენია. სკვითინების ჩრდილოეთ საზღვარს კი პონტოს ტავრი წარმოადგენდა. ჩრდილოეთით ზიგანა-დალ-თეხესის მიდამოებში სკვითინები მაკრონებს ემიჯნებოდნენ ([1], IV, 8, 1).

ამგვარად, ნათელია, რომ სკვითინები ბინადრობდნენ ტრაპეზუნტის სამხრეთით პონტოს ტავრსა და ჭოროხს შორის არსებულ ტერიტორიაზე — პონტოს ტავრის თხემებსა და ჭოროხის ველზე. ამასთან დაკავშირებით, ყურადღებას იპყრობს სტრაბონის ერთი ცნობა, სადაც იგი ასახელებს ტრაპეზუნტისა და თარნაყის ზემოთ მცხოვრებ ხალხებს — ტიბარენებს, ხალდებს (ხალიბებს [2], გვ. 158), სანებს (მაკრონებს) და დასქემს: „ამ ადგილებზე გასდევს სკვიდისი (Σκιδνήης), ძალიან ციცაბო მთა, რომელიც უერთდება მოსხის მთებს, კოლხიდის ზემოთ რომ არის და რომლის ფერდობებზე ჰეპტაკომეტები (ἑπτακομηται) ბინადრობენ“ ([2], გვ. 158). უნდა აღინიშნოს, რომ სტრაბონი სკვიდისს მუდამ პარიადრისა და მოსხის მთებთან კავშირში ასახელებს ([2], გვ. 136 და 154).

ს. ჯანაშიას აზრით, „სკვიდისის მთებია, რომლებიც, გირესუნ-კერასუნტისა და ტრაპეზონ-ტრაპეზუნტის ხაზზე გასდევს შავი ზღვის სანაპიროს, მოსხური მთები სკვიდისის გაგრძელებაა აღმოსავლეთისაკენ, გადაჭიმული ტრაპეზუნტ-ბაიბურთის ხაზიდან ვიდრე ჭოროხის ქვემო წელამდე, პარიადრი კიდევ — ყველაზე დასავლეთით მდებარე ნაწილი, რომელიც, სტრაბონის წარმოდგენით, იწყება ფატისა — ტერმეს რაიონიდან და გასდევს დასავლეთისაკენ“ ([10], გვ. 607).

არსებობს ამ მთების რამდენიმე განსხვავებული ლოკალიზაცია, რომლის თანახმად სკვიდისი პონტოს მთების ის ნაწილია, ჭოროხის შესართავთან რომ იწყება, ჭოროხის ხეობას ლაზეთიდან გამოყოფს და გასდევს ტრაპეზუნტამდე. მოსხის მთები კი მთავარი წყალგამყოფი ქედია, რომელიც, ერთი მხრით, მოქცეულია ჭოროხისა და მტკვრის, ხოლო, მეორე მხრით, არაქისა და ევფრატის ხეობებს შორის. რაც შეეხება პარიადრს, ის პონტოს მთების ის ნაწილია, რომელიც დალისის შესართავიდან ტრაპეზუნტამდე გრძელდება ([4], გვ. 483-486).

ეს ვარიანტი რამდენიმე უნდა აზუსტებდეს ს. ჯანაშიას ვარიანტს. სახელდობრ, მოსხური მთების შესახებ ანტიკური ავტორების ცნობათა მართებულ ინტერპრეტაციას ვახუშტი ბატონიშვილი გვაძლევს. მისი აზრით, ძველი გეოგ-



საქართველოს
მეცნიერებათა
აკადემია

რაფოსების მოსხური მფეზი იგივე მესხის მთებია, ე. ი. მთიანეთის სისტემა. რომელიც მოიცავს ირიჯდუს, თორთომის, შეფაქლუს, ყალნუს, დევებოინისა და ისპირის მთებს ([1-1], გვ. 121, 140). ხოლო სკვიდისი თუ მოსხის მთებს უერთდებოდა, ცხადია, რომ ეს ქედი ვაჭიმული უნდა ყოფილიყო ჭოროხის შესართავამდე თუ არა. მის ქვემო წელამდე მაინც. ამრიგად, პონტოს ტავრის მონაკვეთი ტრაპეზუნტის ხაზიდან ჭოროხამდე სტრაბონის დროს დასახლებული იყო ჰეპტაკომიტების და სკვიდისად იწოდებოდა.

ჰეპტაკომიტების ეთნიკური სახელწოდებით თავის დროზე დაინტერესდა ივ. ჯავახიშვილი და გამოარკვია, რომ ეს ორი ბერძნული სიტყვისაგან შემდგარი სახელი⁽¹⁾, რომელიც შვიდსოფლოვს ნიშნავს, ადგილობრივი სახელწოდების ბერძნულ თარგმანს უნდა წარმოადგენდეს. მანვე მიაქცია ყურადღება იმ გარემოებას, რომ ამ უძველესი ადგილობრივი სახელწოდების არაბული თარგმანი კურა **სებაა** ბოლო დრომდეა დაცული თურქულ ტოპონიმიაში. კურა სებაა შვიდ სოფელს ნიშნავს და ეწოდება ტრაპეზუნტის ოლქში რიზეს მახლობლად მთებში მდებარე ერთ-ერთ მარსას. ამ მასალაზე დამყარებით ივ. ჯავახიშვილმა წამოაყენა ვარაუდი, რომ „იქნებ იმ მთის სახელში, რომლის მწვერვალზე შვიდსოფლელები ცხოვრობდნენ, ადგილობრივი სახელწოდება იყოს კიდევ შენახული; „სკვიდისის“ იქნებ ბერძნულად გადმოცემული „შკვიდიში“ იყოს, რაც (შკვითი) მეგრულად შვიდსა ნიშნავს“ ([3], გვ. 45).

ეს ვარაუდი ჩვენი მასალითაც უნდა მართლდებოდეს.

ნათელია, რომ სტრაბონისეული მთა სკვიდისი პონტოს ტავრის იმ ნაწილს შეესაბამება, რომელიც ვაჭიმულია ტრაპეზუნტის ხაზიდან ჭოროხის ქვემო წელამდე და რომლის თხემებზე ძვ. წ. V საუკუნეში სკვითინები ბინადრობდნენ, ხოლო ოთხიოდე საუკუნის შემდეგ — ჰეპტაკომიტები.

ისმის საკითხი ამ ორი ტომის ურთიერთმიმართების შესახებ: საინტერესოა, ერთსა და იმავე ტერიტორიაზე, მაგრამ სხვადასხვა დროს მცხოვრებ ამ ორ ტომს შორის შესაძლებელია თუ არა არსებობდეს რაიმე კავშირი? ამ თვალსაზრისით ყურადღებას იქცევს სკვითინების ეთნიკური სახელწოდება **Σαμψοις**. ის აქ ბერძნული სახელობითი ბრუნვის მრავლობითი რიცხვის დაბოლოებაა. მაშასადამე, ამ სიტყვის პირვანდელი სახე უნდა იყოს **Σαμψυ**. საფიქრებელია, რომ პირვანდელი ფორმები **Σαμψიჯ** და **Σαμψυ** მეგრული „შკვიტიდან“ უნდა მოდიოდეს⁽²⁾. პირველი, როგორც ადგილის სახელწოდება, ნაწარმოებია მეგრულ-ჭანურ ტოპონიმიაში გავრცელებული **ში** სუფიქსით (შდრ. ოდიში, ჯიხაიში), რომლის ელინისებულ კვალს სიტყვის ბოლოს სიგმა უნდა წარმოადგენდეს. ასევეა გასააზრებელი ეთნიკური სახელწოდება **Σαμψυ**. იგი ნაწარმოები ჩანს **ენ** სუფიქსით, რომელიც, როგორც **ან** სუფიქსის ვარიანტი, სხვა ვარიანტებთან ერთად კრებითობისა და წარმომავლობა-სადაურობის მაჩვენებელი უძველესი სუფიქსთაგანია ქართველურ ენებში. ([12], გვ. 210—220). მართალია, სამიებელ ტერმინში **ინ** დაბოლოებაა, ხოლო ეს უკანასკნელი **ან** სუფიქსის ფონეტიკურ ვარიანტებში თითქოს არ მოიძებნა. მაგრამ სამაგიეროდ დადასტურებული გვაქვს **ინ** ვარიანტი ([12], გვ. 210 და შმდ). ამ მხრივ საყურადღებოა სტეფანე ბიზანტიელის ცნობა სკვითინების შესახებ. იგი ამ ტომს უწოდებს სკვითინებს (**Σαμψιται**) და ამბობს, რომ ეს ხალხი ცხოვრობდა მაკრონების მეზობლად, როგორც ამას

(1) *επτά* (შვიდი) + *αἶψα* (სოფელი) + *ται* (მრ. რიცხვი ეთნიკური სუფიქსისა *ταις*).

(2) ასეთი წარმომავლობა პირველი ტერმინისა, როგორც აღნიშნული იყო, დასაშვებად მიაჩნია ივ. ჯავახიშვილს, ხოლო მეორისა პ. ინგოროყვას ([4], გვ. 488).

გვატყობინებს ქსენოფონტი „ანაბასისის“ მეოთხე წიგნშიო ([2], გვ. 265—266). სტეფანე ბიზანტიელის ეს ცნობა, მისივე სიტყვით, ქსენოფონტისაგან მიმდინარეობს. მასასადაამე, საფიქრებელია, რომ **Σαυίη** ფორმაც ქსენოფონტისეულია. ეს ფორმა საძიებელი ტერმინისა დამოწმებული აქვს ელიოს ჰეროდოტისადაც **Σαυίη**-ის სახით, სადაც იც ბერძნული ნომინატიუსის მხოლოდობითი რიცხვის ნიშანია. ტერმინში **Σαυίη** გამოიყოფა **η** სადაურობისა და კრებითობა-კორპორაციული მნიშვნელობის სუფიქსი, რომელიც, როგორც აღნიშნული იყო, ან სუფიქსის წყაროებში დამოწმებულ ვარიანტს წარმოადგენს⁽¹⁾.

Σαυίη — **Σαυίη** (resp. **Σαυίη**) ტერმინების ურთიერთმიმართებასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია შემდეგი: თუ პირველ შემთხვევაში მ გვაქვს, მეორეში მისი ბადალია **μ**. ეს სხვაობა უნდა ახსნას ქართულ-მეგრული შვიდი—შვიდის მაგალითზე. რაც შეეხება თავიდან **α** კომპლექსს, იგი ბერძნულში **μ** ბგერის შესატყვისი ასოს უქონლობის გამო **κ** კომპლექსის შემცვლელია.

განხილული მასალის საფუძველზე უნდა ვიფიქროთ, რომ სკვითინები და საელურ-ქართული (მეგრულ-ჭანური) ტომია, რასაც სკვითინების ქართული (მეგრულ-ჭანური: ხალიბები, მაკრონები) გარემოცვაც ადასტურებს. ეს ტომი ბინადრობდა კოროხის ველზე და პონტის ტაერის იმ ნაწილის თხემებზე, რომელიც გაკიმულია ტრაპეზუნტის ხაზინიდან კოროხის ქვემო წელამდე და რომლის უძველესი სახელი **Σαυίη** სტრაბონმა შემოგვინახა. როგორც გეოგრაფიული სახელწოდება **Σαυίη**, ისე ეთნიკური **Σαυίη** (resp. **Σαυίη**) ბერძნული ტრანსლიტერაციაა ქართველური **შვიდი** ში **ს** და **შვიდი** || **შვიდი** **ნი** **ს**, რაც შესაბამისად **შვიდ** **ს** **ფ** **ელ** **ს** და **შვიდ** **ს** **ფ** **ელ** **ს** ნიშნავს. როგორც აღვნიშნეთ, ამ ეთნიკური სახელწოდების ბერძნული თარგმანი — **επτακωμηται** (შვიდსოფლები) სტრაბონმა მოგვცა⁽²⁾. ხოლო ადგილის სახელისა — **კურასებ** აა (შვიდი სოფელი) ბოლო დრომდე შემორჩა თურქულ ადმინისტრაციულ ნომენკლატურას.

საძიებელი ტერმინის სემანტიკა თუ, ერთი მხრით, მიუთითებს რა ენაზე ლაპარაკობდნენ სკვითინები, მეორე მხრით, მასში არეკლილი ჩანს გარკვეული ისტორიული მოვლენა. **Σαυίη** || **Σαυίη** ტერმინსა და მის ბერძნულ თარგმანში — **επτακωμηται** ასახული უნდა იყოს შვიდი სათემო ერთე-

(¹ როგორც ელიოს ჰეროდოტე, ისე სხვა ძველი ბერძენი მწერლები ქართულ ეთნიკურ სახელებს ხშირად დაბოლოებთა შეუცვლელად უმატებენ ბერძნულ სუფიქსებს, რომელიც ჩამოშორების შესაძლებელია, ნაწილობრივ მაინც, ამ ეთნიკურ ტერმინების პირვანდელი სახის აღდგენა. ასე, მაგალითად, ტერმინში **Μάγ-ων-ες** გამოიყოფა ბერძნულ ეგ სუფიქსთან ერთად მეგრულ-ჭანური **ონ** სუფიქსიც (შდრ. [13], გვ. 4). იგივე ითქმის ტერმინზე **Τυβαρ-ων-οί** აქ (ისევე როგორც ტერმინში **Σαυίη-ων-οί**) იმ ბერძნული სუფიქსის გვერდით გამოიყოფა ქართველური ან სუფიქსის **ენ** ვარიანტი. ამ მხრივ კიდევ მრავალი მაგალითის მოყვანა შეიძლება (შდრ. თუნდაც ტერმინის **ჭ - ან - ი** (ვარიანტი — **ჭ - ენ - ი**) ბერძნული ტრანსლიტერაცია **Τζ - άν - οι**).

(² როგორც ირკვევა, სტრაბონს სხვა შემთხვევებშიც უთარგმნია ბერძნულად ადგილობრივი სახელები ([14], გვ. 111—112). მოამდევნო ხანის ბერძენი მწერლები კი ხშირად მიმართავენ ასეთ ხერხს. ასე, მაგალითად, ქართული—**ვარ დ ც ი ხ ის** შესატყვისად ბერძნულ წყაროებშია **ῥδοπίλις** (ῥδοπί—ვარდი, **πίλις**—ქალაქი, ციხე), ანდა მდ. ყვირილას თარგმნინ: **Βόας** (ბერძნული ხნისაგან **Βοάω**—ყვირო), ყველის ციხეს — **Τυρῶνασιρον** (τυρῶς—ყველი, **ἀσιρον**—ციხე) ([15], გვ. 276) და ა. შ.

ულის შერწყმისა და თანაცხოვრების ფაქტი. ასე რომ ეს ეთნიკური ტერმინი, როგორც ჩანს, სოციალურ ნიადაგზეა აღმოცენებული.

ერთ დიდ კავშირად ცალკეული თემების შერწყმის პროცესი სკვითინებთან ძვ. წ. V ს. დასასრულისათვის თითქმის მომთავრებულია. ამ დროს სკვითინები გაერთიანებული არიან ერთ ძლიერ ეთნიკურ-პოლიტიკურ კავშირში, რომელსაც ერთი მმართველი (ბ რჳს ჯარაჲ ჰერჯაჲ) განაგებს ([1], IV, 7, 19). როგორ შეიქმნა ეს კავშირი, სამწუხაროდ, უცნობია. როგორც ჩანს, გაერთიანების პროცესი სულ მშვიდობიანად არ უნდა წარმართულიყო. აღსანიშნავია, რომ, როდესაც ქსენოფონტი სკვითინებთან იმყოფებოდა, სკვითინების ერთი თემი არ ემორჩილებოდა ქვეყნის მმართველს, რომელმაც ამ თემის დასაჯვლად ბერძენ მოქირავნეთა არმია გამოიყენა ([1], IV, 7, 19—20). ეს თემი ბინადრობდა ჩრდილოეთით, მთებში, მთა თეხესის (ზივანადალი) რაიონში. ([1], IV, 7, 20—21). სტრაბონი ამ მთებში მცხოვრებ სკვითინებს უნდა უწოდებდეს სწორედ ჰებტაკომეტებს, რომლებიც, მისი სიტყვით, აქაურ სხვა მთიელ ტომებთან ერთად, მეზობელი ველური ტომი იყო ([2], XII, 3, 18).

მთაში მცხოვრებ სკვითინებთან შედარებით სამხრეთის სკვითინების განვითარების დონე გაცილებით უფრო მაღალი იყო. უკვე ძვ. წ. V ს. დასასრულისათვის მათ ჰქონდათ სურსათით მდიდარ სოფლებთან აჯამა ერთად სავსებით ჩამოყალიბებული ქალაქი (პილად). საგულისხმოა, რომ ბერძენ მოქირავნეთა ათიათასიანი არმია სკვითინების სოფლებში სამი დღის განმავლობაში იკვებებოდა და იმარაგებდა სურსათს შემდგომი მარშისათვის ([1], IV, 7, 18). ეს ფაქტი სკვითინების სოფლის მეურნეობის მძლავრ განვითარებაზე მეტყველებს, ხოლო განვითარებული ქალაქის არსებობა იმაზე მიუთითებს, რომ სოფლისაგან ქალაქის გამოყოფის პროცესი დიდი ხნის დამთავრებულია. აღსანიშნავია, რომ გვიმნიასი, ქსენოფონტის ცნობით, დიდი, მდიდარი და მჭიდროდ დასახლებული ქალაქი იყო ([1], IV, 7, 19). ქსენოფონტი მრავალ აღმოსავლურ და ელინურ ქალაქთაგან, რომელნიც მან ნახა, დიდს, მდიდარს და მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქს მხოლოდ ოთხს უწოდებს გვიმნიასის ჩათვლით. დიდი, მდიდარი და მჭიდროდ დასახლებული ქალაქი გვიმნიასი სკვითინების პოლიტიკური ცენტრია, საიდანაც ქვეყნის მმართველი (ბ რჳს ჯარაჲ ჰერჯაჲ) განაგებს ქვეყანას.

სამწუხაროდ, ამის მეტი არა ვიცით რა სკვითინების სოციალ-პოლიტიკური სტრუქტურის შესახებ, მაგრამ ამ მცირე ფაქტებსაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიენიჭება, თუ გავითვალისწინებთ კ. მარქსის დებულებებს იმის შესახებ, რომ თემი ქალაქად გაერთიანებისას მოიპოვებს ეკონომიკურ არსებობას ([16], გვ. 14). რომ ქალაქთან ერთად იქმნება ადმინისტრაციის, პოლიციის, გადასახადების, კომუნალური ცხოვრებისა და საერთოდ პოლიტიკის აუცილებლობა ([17], გვ. 40).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ი. ჯავახიშვილის სახელობის

ისტორიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.7.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Xenophontis Expositio Cyri, editio maior, Lipsiae, in aedibus B. G. Teubneri, MCMIX.
2. В. В. Латышев. Известия древних писателей о Скифии и Кавказе, т. I, СПб, 1890.
3. ივ. ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია, წ. I—II, ტფ. 1913.
4. პ. ინგოროყვა. გიორგი მერჩულე, თბილისი, 1954.

5. В. Н. Худалов. Опыт этнографии Кавказа в классическую эпоху, ИРГО, LXII, вып. 4, 1930.
6. Ксенофонт Анабасис (перевод, статья и примечания М. И. Максимовой). М.—Л., 1951.
7. В. Я. Лисовский. Чорохский край, Тифлис, 1887, вып. 1.
8. Hoffmajster. Durch eine Wanderung und der Zug Xenophons bis zum Schwarzen Meer, Leipzig—Berlin, 1912.
9. Линч, Армения, т. II, Тифлис, 1915.
10. ს. ჯანაშია. პარიადრი, სკიდისი, მოსხური მთები, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. III, № 6, 1942.
11. ვახუშტი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა, თბილისი, 1941.
12. ს. ჯანაშია. თუბალ-თაბალი, ტიბარენი, იბერი. ენიმკის მოამბე, ტ. I, 1937.
13. არნ. ჩიქობავა. ჭანურის გრამატიკული ანალიზი, ტფილისი, 1936.
14. ივ. ჯავახიშვილი. საქართველოს, კავკასიისა და მახლობელი აღმოსავლეთის ისტორიულ-ეთნოგრაფიული პრობლემები, თბილისი, 1950.
15. ს. ყაუხჩიშვილი. გეოგრაფია. ტ. IV, ნაკ. 11, თბილისი, 1952.
16. К. Маркс. Формы, предшествующие капиталистическому производству, 1940.
17. К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. IV, 1937.

მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი

ბელოწერილია დასაბეჭდად 20.11.1957; შეკვ. № 2033; ანაწყობის ზომა 7×11;
ქალალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,7;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,9; უე 04715; ტირაჟი 1000



დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური (10 სააღრიტხვო-საგამომცემლო) თაბანის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, საეხებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სითანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლისძის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XIX, № 5, 1957

Основное, грузинское издание