

524
1943 / 2



524/2

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

ბ რ ა მ ბ ე

ტომი IV № 8

35

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ IV № 8

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. IV № 8

თბილისი 1943 ტბილისი
TBILISSI

შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

- შ. შიქელაძე. ახალი განტოლებები სასრულო სხვაობებში კონტურზე თავისუფლად დაყრდნობილი სწორკუთხა ფირფიტების გაანგარიშებისათვის 737
- *Ш. Е. Микеладзе. Новые конечноразностные уравнения для расчета прямоугольных пластинок, свободно опертых по контуру. 742

მათემატიკის საფუძვლების საკითხები — ВОПРОСЫ ОБОСНОВАНИЯ МАТЕМАТИКИ — PROBLEMS OF THE FOUNDATION OF MATHEMATICS

- დ. ხვისტიკი. განზოგადებული ანალიზის ძირითადი ცნებანი 745
- *Л. В. Хвистек. Основные понятия обобщенного анализа 748
- *L. Chwistek. Sur les notions fondamentales de l'analyse généralisée 752

ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

- ბ. პოლიევკტოვი. შენიშვნა ბორნის მიახლოვების შესახებ 753
- *Н. М. Полиевктов. Замечание относительно приближения Борна 760
- ი. კირვალაძე. ელექტრონების დიფუზია ტუტე-ჰალოიდურ კრისტალებში 763
- *И. Д. Кирвалидзе. Диффузия электронов в щелочно-галогидных кристаллах 767

გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

- მ. ნოდია. ახალი მონაცემები მაგნიტური ველის შესახებ დაშქესანის რკინისა და კობალტის მადანთა საბადოს ზოგიერთ უბანზე 771
- *М. З. Нодиа. Новые данные относительно магнитного поля на некоторых участках Дашкесанского месторождения железа и кобальтовых руд (Азербайджанская ССР). 775
- *M. Z. Nodia. New Data Concerning the Magnetic Field of the Iron and Cobalt Ores on Some Tracts of the Dashkesan Layer (Azerbaijan SSR). 779

ქიმია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

- დ. ვრისტავი. ჭიათურის შავი ქვის საბადოს მადნებში ნიკელისა და კობალტის შემცველობის შესახებ 781
- *Д. И. Эристави. К вопросу содержания никеля и кобальта в марганцевых рудах Чхатура 787

*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

*Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предыдущей статьи.

*A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.

ზ. მიქელაძე

ახალი განტოლებები სასრულო სხვაობებში კონტურზე
 თავისუფლად დაყრდნობილი სწორკუთხა ფირფიტების
 განაზვარებისათვის

განვიხილოთ ერთგვაროვანი იზოტროპული მაგარი ბრტყელი სწორკუთხეანი ფირფიტა⁽¹⁾ თავისუფლად დაყრდნობილი მაგარ სწორკუთხედზე. აღვნიშნოთ a -თი და b -თი ფირფიტის გვერდები და გავაყოლოთ⁽²⁾ კოორდინატთა ღერძები საყრდნობი ოთხკუთხედის გვერდებს: x ღერძი a გვერდს, ხოლო y — b გვერდს. მივიღოთ, რომ xOy სიბრტყე ემთხვევა ფირფიტის შუა სიბრტყეს.

ვთქვათ, ფირფიტა დატვირთულია შუა სიბრტყის პერპენდიკულარულად ტვირთით $p(x, y) \text{ kg/cm}^2$ და ამ ტვირთის მოქმედების გამო ფირფიტამ მიიღო ღუნვა $w(x, y)$.

ჩვენი ფირფიტის გაღუნული ფართეულის ფორმის საპოვნელად საკმარისია მოვახდინოთ ინტეგრება წონასწორობის დიფერენციალური განტოლებისა:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \Delta \Delta w = \frac{p(x, y)}{D}, \quad (1)$$

შემდეგი სასაზღვრო პირობებით კონტურზე:

$$w \equiv 0 \text{ და } \Delta w \equiv 0.$$

აქ D არის ცილინდრული სიმაგრე; იგი უდრის:

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\sigma^2)},$$

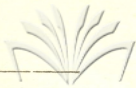
სადაც E აღნიშნავს ფირფიტის მასალის დრეკადობის მოდულს, σ — პუასონის შეფარდებას, t — ფირფიტის სისქეს.

საყრდნობი კონტურის a და b გვერდები დავყოთ შესაბამისად n და m

(1) ბრტყელ ფირფიტას ჩვენ ვუწოდებთ ცილინდრულ სხეულს პარალელური ფუძეებით, თუ ამ ცილინდრის ფართეულის მსახველები პერპენდიკულარული არიან ფუძეებისა და მანძილი ფუძეებს შორის მცირეა შედარებით სხვა ზომებთან.

(2) ვგულისხმობთ, რომ ფირფიტის ნაპირები იმდენად მცირედ არიან გამოშვებული საყრდნობ კონტურიდან, რომ ფირფიტის და საყრდნობის კონტურები შესაძლებელია ჩავთვალოთ თანადამთხვეველებად.





თანატოლ ნაწილებად და გავიყვანოთ დამყოფ წერტილებზე პარალელური ლერძისა $\lambda = \frac{a}{n}$ მანძილით ერთიმეორისგან დაშორებულ წრფეთა ერთი სის-

ტემა და მეორე სისტემა წრფეებისა, პარალელური x ლერძისა $h = \frac{b}{m}$ მანძი-
 ლით ერთიმეორისგან დაშორებული.

ამრიგად, საყრდნობი კონტურით შემოსაზღვრული არე დაიფარება ოთხ-
 კუთხედი ქსელით. ქსელის თითოეული უჯრედის ზომები იქნება λ და h .

თუ (1) დიფერენციალურ განტოლებას შევცვლით ორი მეორე რიგის დი-
 ფერენციალური განტოლებით

$$\Delta w = v \text{ და } \Delta v = \frac{p(x, y)}{D}, \quad (2)$$

ხოლო მიღებულ ორ განტოლებას კი ორი სხვა განტოლებით სასრულო სხვა-
 ობებში, ჩვენ მივიღებთ v და w -ს განსაზღვრისათვის განტოლებათა ორ სის-
 ტემას ქსელის ყველა კვანძის მიმართ. v და w -ს გამოთვლა განხორციელდებ-
 და მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით. გამოვითვლით რა ჯერ w -ს, ხოლო
 შემდეგ ლუნვებს v , ჩვენ ადვილად ვიპოვნით ლუნვის დანარჩენ ელემენტებს,
 თუ შივმართავთ ფორმულას (1):

$$\frac{\partial^{v+\mu} w(x_k, y_k)}{\partial x_k^v \partial y_k^\mu} = \frac{\sum_i \gamma_i w_i}{\lambda^v h^\mu} + R_k, \quad (3)$$

სადაც w_i ჩაღუნვია წერტილში x_i, y_i, R_k —დამატებითი წევრი, ხოლო γ_i —მულ-
 მივი კოეფიციენტები. ცდომილება, რომელსაც ჩვენ მივიღებთ R_k -ს უკუგდებით,
 პირველი ან მაღალი რიგის სიმცირისა იქნება შედარებით λ -სთან.

ლუნვის ელემენტების გამოსათვლელად გამოიყენება ფორმულები, რომ-
 ლებიც w -ს მეორე და მესამე წარმოებულებს შეიცავენ. მაშასადამე, ლუნვის
 ელემენტების მიახლოებითი მნიშვნელობანი შესაძლებელია მივიღოთ $\sum_i \gamma_i w_i$ -ს

გაყოფით $\lambda^v h^\mu$ -ზე, სადაც $v+\mu=2$ ან 3. რადგან w -ს მნიშვნელობანი, გამოთვლილ-
 ნი ცნობილი სასრულო სხვაობიანი მეთოდის⁽¹⁾ დახმარებით, ნამდვილი მნიშვნე-
 ლობებიდან განსხვავდებიან λ^2 რიგის სიდიდეებით, ამიტომ გამოთვლები (3) ფორ-
 მულის დახმარებით, საზოგადოდ, დამაკმაყოფილებელ შედეგს არ მოგვცემენ.

გადამჭრელი ძალისა და სრული რეაქციის გამოთვლისათვის კონტურზე
 და აგრეთვე ფირფიტის კუთხეში ჩაწერტებული რეაქციის ძალის გამოთვლისა-
 თვის, ჩვეულებრივად, სარგებლობენ⁽²⁾ ისეთი სასრულო სხვაობებიანი ფორმუ-
 ლებით, რომლებიც შეიცავენ $w(x, y)$ -ის მნიშვნელობებს, როგორც საყრდნობ
 კონტურზე და ამ კონტურის შიგნით სპეციალურად შერჩეულ წერტილებში,

(1) იხ., მაგალითად, [1].

(2) იხ., მაგალითად, [2].

ისე ამ კონტურის გარეთაც აღებულ წერტილებში. $w(x, y)$ -ის არსებობა შესაძლებელია, საზოგადოდ მხოლოდ საყრდნობი კონტურით შემოსაზღვრულ არეში, ამიტომაც [1,2] ფორმულები, გადაშვრელი ძალისა და სრული რეაქციის გამოთვლისათვის კონტურზე, აგრეთვე ჩაწერტებული რეაქციის გამოთვლისათვის ფირფიტის კუთხეში, საზოგადოდ, სანდონი არ არიან.

ზემოხსენებულიდან გამომდინარეობს, რომ ვალუნვის ელემენტების სწორი, ან თითქმის სწორი, მნიშვნელობების მისაღებად ჩვენ უპირველეს ყოვლისა უნდა გამოვიყენოთ სასრულო სხვაობებიანი ფორმულები, რომლებიც მოგვცემენ $w(x, y)$ -ის მნიშვნელობებს სიზუსტით λ^4 , ან უფრო მაღალი სიზუსტით, ხოლო შემდეგ $w(x, y)$ -ის გავარმოების (3) სახის ფორმულები, რომლებიც არ მოითხოვენ საყრდნობი კონტურის გარეთ გამოსვლას.

ვთქვათ, $p(x, y)$ ფუნქცია და ამ ფუნქციის ზოგიერთი კერძო წარმოებულები, რომელნიც ქვემოთ იქნებიან გამოყენებული ჩვენთვის საჭირო ფორმულების გამოყვანის დროს, უწყვეტი არიან როგორც საყრდნობი კონტურის შიგნით, ისევე თვით საყრდნობ კონტურზედაც.

შევთანხმდეთ, რომ განვიხილათ (1) სახის მხოლოდ ისეთ განტოლებებს, რომლების ამონახსნები საყრდნობი კონტურით შემოსაზღვრულ ჩაკეტილ არეში იქნებიან უწყვეტი თავიანთი პირველი n რიგის კერძო წარმოებულებით.

თუ $w(x + \lambda, y + h)$, $w(x - \lambda, y + h)$, $w(x - \lambda, y - h)$, $w(x + \lambda, y - h)$, $w(x, y + h)$, $w(x, y - h)$, $w(x + \lambda, y)$ და $w(x - \lambda, y)$ დავშლით ტეილორის ფორმულის დახმარებით და გავჩერდებით მეექვსე რიგის წევრებზე, ჩვენ შევძლებთ $(\lambda^2 + h^2)[w(x + \lambda, y + h) + w(x - \lambda, y + h) + w(x - \lambda, y - h) + w(x + \lambda, y - h)] + (10\lambda^2 - 2h^2)[w(x, y + h) + w(x, y - h)] + (10h^2 - 2\lambda^2)[w(x + \lambda, y) + w(x - \lambda, y)]$ ჯამის წარმოდგენას შემდეგნაირად: $20(h^2 + \lambda^2)w(x, y) + 2h^2(h^2 + 5\lambda^2)\Delta w(x, y) - h^2(h^2 - \lambda^2)[\Delta w(x - \lambda, y) + \Delta w(x + \lambda, y)] + \lambda^2 h^4 \Delta \Delta w(x, y) + \text{დამ. წევრი}$.

თუ დამატებით წევრს უკუვავადებთ, მივიღებთ განტოლებას სასრულო სხვაობებში:

$$20(h^2 + \lambda^2)w(x, y) = (\lambda^2 + h^2)[w(x + \lambda, y + h) + w(x - \lambda, y + h) + w(x - \lambda, y - h) + w(x + \lambda, y - h)] + (10\lambda^2 - 2h^2)[w(x, y + h) + w(x, y - h)] + (10h^2 - 2\lambda^2)[w(x + \lambda, y) + w(x - \lambda, y)] - 2h^2(h^2 + 5\lambda^2)\Delta w(x, y) + h^2(h^2 - \lambda^2)[\Delta w(x - \lambda, y) + \Delta w(x + \lambda, y)] - \lambda^2 h^4 \Delta \Delta w(x, y). \quad (4)$$

კერძოდ, როცა $\lambda = h$ მივიღებთ განტოლებას, რომელიც ჩვენ უკვე გამოყვანილი გვქონდა [3].

ანალოგიურად ვიპოვნით სასრულო სხვაობიან განტოლებას $v = \Delta w(x, y)$ -ის მნიშვნელობებით. ეს განტოლება შეიძლება მივიღოთ, თუ (4)-ში $w(x, y)$ ფუნქციას $\Delta w(x, y)$ ფუნქციით შევცვლით.

ზემოთ გამოყვანილი სასრულო სხვაობებიანი განტოლებების დამატებითი წევრები λ^6 რიგისანი არიან, ხოლო ამ განტოლებების საშუალებით გამოთვლილი $w(x, y)$ და $\Delta w(x, y)$ ფუნქციების მიახლოებითი მნიშვნელობანი შესაბამის კანდიდებში განსხვავდებიან $w(x, y)$ და $\Delta w(x, y)$ -ის ზუსტი მნიშვნელობებიდან λ^4 რიგის სიდიდით.

მლუნავი და მგრეხავი მომენტების და გადამჭრელი ძალების მიახლოებითი გამოთვლისათვის ქსელის შიგნითა (x, y) კვანძებში, თუ მათ შევეუფარდებთ შუა სიბრტყის სიგრძის ერთეულს, შეიძლება ვისარგებლოთ ფორმულებით:

$$M_x = -D \left[\sigma \Delta w(x, y) + (1 - \sigma) \frac{w(x - \lambda, y) - 2w(x, y) + w(x + \lambda, y)}{\lambda^2} \right],$$

$$M_y = -D \left[\Delta w(x, y) + (\sigma - 1) \frac{w(x - \lambda, y) - 2w(x, y) + w(x + \lambda, y)}{\lambda^2} \right],$$

$$H_x = -H_y = -D(1 - \sigma) \times \frac{w(x + \lambda, y + h) + w(x - \lambda, y - h) - w(x - \lambda, y + h) - w(x + \lambda, y - h)}{4\lambda h},$$

$$N_x = -D \frac{\Delta w(x + \lambda, y) - \Delta w(x - \lambda, y)}{2\lambda},$$

$$N_y = -D \frac{\Delta w(x, y + h) - \Delta w(x, y - h)}{2h},$$

ხადაც ღუნვის ელემენტები, აღნიშნული ნიშნაკით x , შეესაბამება x ღერძის პერპენდიკულარულ კვეთს, ხოლო y ნიშნაკით აღნიშნულნი — y ღერძის პერპენდიკულარულ კვეთს.

გადამჭრელი ძალების გამოსათვლელად კონტურზე მოთავსებულ კვანძებში, ჩვენ გამოგვიყავს ფორმულები:

$$\bar{N}_x = -D \left[\frac{8\Delta w(\lambda, y) - \Delta w(2\lambda, y)}{6h} - \frac{\lambda}{3} \Delta \Delta w(0, y) \right],$$

გადამჭრელი ძალისათვის $x = 0$ კონტურის ხაზის $(0, y)$ კვანძში, და

$$\bar{N}_y = -D \left[\frac{8w(x, h) - \Delta w(x, 2h)}{6h} - \frac{h}{3} \Delta \Delta w(x, 0) \right]$$

გადამჭრელი ძალისათვის $y = 0$ კონტურის ხაზის $(x, 0)$ კვანძში.

რაც შეეხება მგრეხავ მომენტებს კონტურზე, ამ მომენტების გამოსათვლელად კონტურის $x = 0$ ხაზის კვანძებში, შეიძლება გამოყენებული იყოს ფორმულა:

$$\bar{H}_x = -D(1 - \sigma) \frac{4[w(\lambda, y + h) - w(\lambda, y - h)] + [w(2\lambda, y - h) - w(2\lambda, y + h)]}{4\lambda h},$$

ხოლო $y = 0$ კონტურის ხაზის კვანძებში კი

$$\bar{H}_y = -D(1 - \sigma) \frac{4[w(x + \lambda, h) - w(x - \lambda, h)] + [w(x + \lambda, 2h) - w(x - \lambda, 2h)]}{4\lambda h}.$$

დასასრულ, აღნიშნავთ, რომ ჩვენ შეგვიძლია გრეხის მომენტის გამოთვლა ფირფიტის კუთხეებში საყრდნობი კონტურით შემოსაზღვრული არედან.

გამოუსვლელად. ასე, მაგალითად, გრესის მომენტის გამოსათვლელად კოორდინატთა სათავეში შეიძლება გამოვიყენოთ ფორმულა:

$$\bar{H}_0 = -D(1 - \sigma) \frac{w(2\lambda, 2h) - 8w(\lambda, h)}{4\lambda h}$$

დაგვრჩენია კიდევ გამოვითვალოთ სრული სიდიდევ საყრდნობის რეაქციებისა კონტურზე. საყრდნობის რეაქციების Q ძალები, შეფარდებული სიგრძის ერთეულთან, $x = 0$ და $y = 0$ საკონტურო ხაზების შესაბამისად გამოითვლებიან ფორმულებით:

$$\bar{Q}_1 = -D \left[\frac{w(2\lambda, y) - 2w(\lambda, y)}{\lambda^3} + (2 - \sigma) \frac{w(\lambda, y + h) - 2w(\lambda, y) + w(\lambda, y - h)}{\lambda h^2} - \frac{7}{12} \lambda \Delta \Delta w(0, y) \right],$$

$$\bar{Q}_2 = -D \left[\frac{w(x, 2h) - 2w(x, h)}{h^3} + (2 - \sigma) \frac{w(x - \lambda, h) - 2w(x, h) + w(x + \lambda, h)}{h \lambda^2} - \frac{7}{12} h \Delta \Delta w(x, 0) \right].$$

იმ შემთხვევაში, როცა ფირფიტა დატვირთულია თანაბრად განაწილებული ტვირთით q და ფირფიტის გვერდების შეფარდება უდრის 1,1, როცა $m = n = 8$, ვღებულობთ⁽¹⁾:

$$\begin{aligned} w_{\max} &= 0,0532 \frac{qa^4}{Et^3}, & (M_x)_{\max} &= 0,0553 qa^2, \\ (M_y)_{\max} &= 0,0494 qa^2, & (N_x)_{\max} &= 0,360 qa, \\ (N_y)_{\max} &= 0,315 qb, & R &= 0,069 qab, \\ (\bar{Q}_1)_{\max} &= 0,440 qa, & (\bar{Q}_2)_{\max} &= 0,405 qb, \end{aligned}$$

სადაც

$$R = D(1 - \sigma) \frac{8w(\lambda, h) - w(2\lambda, 2h)}{2\lambda h}$$

აღნიშნავს ჩაწერტებულ რეაქციას ფირფიტის xOy კუთხეში.

w და Δw -ს გამოთვლების გამარტივების მიზნით ხელსაყრელია w და Δw -ს მნიშვნელობების შემცველი სასრულო სხვაობებიანი განტოლებების გარდაქმნა შემდეგი ორი დამოკიდებულების დახმარებით

$$\Delta w = \frac{a^2 q}{Et^3} \beta(x, y), \quad w = \frac{a^4 q}{Et^3} \alpha(x, y)$$

და შემდეგი აღნიშვნის შემოტანა

(1) იმ პირობით, რომ $\sigma = 0,3$. გამოთვლები შესრულებულია დ. ჭინჭლაძის მიერ.

$$h = \mu \frac{n}{m} \lambda,$$

სადაც μ აღნიშნავს ფირფიტის გვერდების შეფარლებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 30.7.1943)

МАТЕМАТИКА

Ш. Е. МИКЕЛАДЗЕ

НОВЫЕ КОНЕЧНОРАЗНОСТНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛАСТИНОК, СВОБОДНО ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ

Резюме

Рассмотрим однородную изотропную жесткую плоскую прямоугольную пластинку со сторонами a и b , свободно опертую на жесткий прямоугольник, и проведем оси координат вдоль сторон опорного прямоугольника, ось x —вдоль стороны a , ось y —вдоль стороны b . Плоскость xy мы будем считать совмещенной со средней плоскостью пластинки.

Допустим, что пластинка несет перпендикулярно к срединной плоскости нагрузку $p(x, y)$ кг/см² и что под действием этой нагрузки пластинка получает прогиб $w(x, y)$.

Чтобы найти форму изогнутой поверхности рассматриваемой пластинки, необходимо проинтегрировать дифференциальное уравнение равновесия (1) со следующими заданными на контуре условиями:

$$w \equiv 0 \text{ и } \Delta w \equiv 0.$$

Разделим стороны опорного контура a и b соответственно на n и m равных частей и проведем через точки деления систему прямых, параллельных оси y на расстоянии $\lambda = \frac{a}{n}$ друг от друга и другую систему прямых, параллельных оси x —на расстоянии $h = \frac{b}{m}$. Таким образом область, ограниченная опорным контуром, покрывается сеткой, состоящей из прямоугольников со сторонами равными λ и h .

Разбивая дифференциальное уравнение (1) на два дифференциальных уравнения второго порядка (2) и заменяя эти уравнения двумя други-

მი в конечных разностях, мы получим для определения v и w две системы уравнений по всем узлам сетки. Вычисления v и w осуществляются методом последовательных приближений. Вычислив сначала v , а затем прогибы w , легко найти и остальные элементы изгиба с помощью формулы⁽¹⁾ (3), где w_i —прогиб в точке x_i, y_i , R_k —остаточный член, а γ_i —постоянные коэффициенты. Погрешность, которую мы получим при отбрасывании R_k , будет по сравнению с λ первого или высшего порядка малости.

Для вычисления элементов изгиба употребляются формулы со вторыми и третьими производными от w . Следовательно, приближенные значения элементов изгиба могут быть получены путем деления $\sum \gamma_i w_i$ на $\lambda^\nu h^\mu$, где $\nu + \mu = 2$ или 3. А так как значения w , получаемые с помощью известного конечноразностного метода⁽²⁾, отступают от действительных значений на величины порядка λ^2 , то вычисления с помощью формулы (3) вообще не дадут удовлетворительного результата.

При вычислении срезающей силы и полной реакции по контуру, а также сосредоточенной реакции в углах пластинки, обычно пользуются⁽²⁾ конечноразностными формулами со значениями $w(x, y)$ в специально выбранных узлах сетки, лежащих не только внутри опорного контура и на опорном контуре, но и вне опорного контура. Существование функции $w(x, y)$ возможно вообще только лишь в области, ограниченной опорным контуром, а потому формулы [1,2] для вычисления срезающей силы и полной реакции по контуру, а также сосредоточенной реакции в углах пластинки, вообще не заслуживают доверия.

Из вышеизложенного следует, что для получения верных или почти верных значений элементов изгиба, мы прежде всего должны вывести конечноразностные формулы, дающие значения $w(x, y)$ с точностью не ниже λ^4 , а затем формулы дифференцирования $w(x, y)$ вида (3), не требующие выхода за опорный контур.

Предположим, что функция $p(x, y)$ непрерывна внутри опорного контура и на опорном контуре вместе с теми из своих частных производных, которые будут использованы ниже при выводе нужных формул.

Условимся рассматривать такие уравнения вида (1), которые при сделанных выше предположениях относительно $p(x, y)$ и частных производных от $p(x, y)$ допускают интегралы, непрерывные вместе со своими частными производными первых шести порядков в замкнутой области, ограниченной опорным контуром.

Прилагая формулу Тейлора к значениям $u(x, y)$ в вершинах и в серединах сторон прямоугольничка со сторонами 2λ и $2h$, параллельными осям

⁽¹⁾ См., например, [1].

⁽²⁾ См., например, [2].

координат и продолжая разложение до членов шестого порядка, мы приходим к уравнению в конечных разностях (4), где x, y обозначают координаты центра прямоугольника.

В частности, при $\lambda = h$ получаем уравнение, которое уже нами было выведено [3].

Заменив в (4) функцию $w(x, y)$ на $\Delta w(x, y)$, мы приходим к конечно-разностному уравнению со значениями $\Delta w(x, y)$.

Остаточные члены выведенных уравнений в конечных разностях—порядка λ^6 , а максимальное отклонение вычисляемых при помощи этих уравнений приближенных значений $w(x, y)$ и $\Delta w(x, y)$ от точных значений $w(x, y)$ и $\Delta w(x, y)$ в соответствующих узлах сетки—порядка λ^4 .

Для приближенного вычисления изгибающих и крутящих моментов и перерезывающих усилий во внутренних узлах сетки (x, y) , отнесенных к единице средней плоскости, можно воспользоваться формулами⁽¹⁾ для M_x, M_y, H_x, N_x и N_y , данными нами выше. Здесь элементы изгиба, отмеченные значком x , относятся к сечению перпендикулярному оси x , а отмеченные значком y —к сечению перпендикулярному оси y .

Для вычисления срезающих сил в узлах, лежащих на контуре, мы используем формулы, выведенные для \bar{N}_x и \bar{N}_y , а для вычисления крутящих моментов по контуру—формулы, в которые входят \bar{H}_x и \bar{H}_y . Вычисление крутящего момента в начале координат мы можем провести, пользуясь формулой для вычисления \bar{H}_0 .

Силы Q реакции опор, отнесенные к единице длины, даются формулами, содержащими \bar{Q}_1 и \bar{Q}_2 . Из них формула, выражающая \bar{Q}_1 через значения $w(x, y)$ и величины λ и h , пригодна для контурной линии $x = 0$, а формула, определяющая \bar{Q}_2 , для контурной линии $y = 0$.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Математический институт

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. F. Richardson. The Approximate Arithmetical Solution by Finite Differences of Physical Problems involving Differential Equations with an Application to the stresses in a Masoury Dam. Philosoph. Trans. of the Roy. Soc. of London, ser. A, vol. 210, 1911.
2. H. M a r c u s. Die theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten, 1924, Berlin.
3. Ш. Е. Микеладзе. О численном интегрировании дифференциальных уравнений с частными производными. Известия Академии Наук СССР по Отд. Естеств. и Матем. наук, № 6, 1934.

⁽¹⁾ Здесь обозначения элементов изгиба введены мною применительно к формулам, выведенным выше.



მათემატიკის დოკუმენტის საკითხები

ლ. ხვისტაძი

განზოგადებული ანალიზის ძირითადი ცნებანი

I. განზოგადებულ რიცხვთა ტანის არეში ჩვენ შეგვიძლია ავაგოთ ანალიზი, რომელიც, გარდა სხვადასხვა გამოყენების გეომეტრიაში, მათემატიკურ ფიზიკაში, თავისთავადაც საინტერესოა, რადგან გვაწვდის ისეთ ახალ პრობლემათიკას, რომელიც ჩვეულებრივ ანალიზის ფარგლებს სცილდება. ის აგრეთვე საშუალებას გვაძლევს უფრო ღრმად ჩავწვდეთ ნამდვილი ცვლადის ფუნქციის ბუნებას. ამ წერილში ჩვენ განვიხილავთ განზოგადებული ანალიზის ზოგად ცნებებს და მოვიყვანთ ზოგიერთ თეორემას, რომელთაც ძირითადი მნიშვნელობა აქვთ. შევნიშნავთ, რომ ჯერჯერობით შესრულებული გამოკვლევანი მხოლოდ მცირე ფარგლებში ანხორციელებენ იმ შესაძლებლობებს, რომლებსაც გვაწვდის განზოგადებული ანალიზი.

II. დავიწყებთ დიაგონალური ფუნქციის ცნების გარკვევით. ვთქვათ $f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X), \dots, X$ რიცხვის ფუნქციათა მიმდევრობაა. მივიღოთ

$$f(X) = \bar{n}f_n([n]X).$$

აღვლი დასამტკიცებელია, რომ $f(X)$ არის X რიცხვის ფუნქცია. მართლაც, თუ $X = Y$, მაშინ $[n]X = [n]Y$ თითქმის ყველა n -თვის, საიდანაც გამომდინარეობს, თანახმად რიცხვის ფუნქციის ჩვენი განმარტებისა, რომელიც ჩვენს წინა წერილში იყო მოყვანილი (იხ. „მოამბე“, ტომი IV, № 6), რომ $f_n([n]X) = f_n([n]Y)$ თითქმის ყველა n -თვის და, მაშასადამე, $f(X) = f(Y)$. ჩვენ ვუწოდებთ $f(XX)$ რიცხვის დიაგონალურ ფუნქციას. აღვნიშნავთ, რომ ყველა ალგებრული ფუნქცია და აგრეთვე ხარისხოვანი წკრივები არიან დიაგონალური ფუნქციები.

ჩვენ ვუწოდებთ $\{F\}$ -ს ნორმალურ ფუნქციათა სიმრავლეს, თუ მას ეკუთვნის ნამდვილი ცვლადის ყველა ფუნქცია და აგრეთვე მას ეკუთვნის ფუნქცია $\bar{n}f_n([n]X)$, რაკი მას ეკუთვნის ფუნქციები $f_n(X)$, $n = 1, 2, 3, \dots$; ზემოთ დამტკიცებულ დებულებიდან გამომდინარეობს, რომ ყველა ნორმალური ფუნქციები არიან რიცხვის ფუნქციები. დიაგონალურ ფუნქციებს აქვთ შემდეგი შესანიშნავი თვისება:

$$\text{Lim } f(X_n) = f(\text{Lim } X_n).$$

ძირითად მაგალითს დიაგონალური ფუნქციისა იძლევა ფუნქცია

$$\delta_\varepsilon(X) = \frac{1}{\pi} \frac{\delta_\varepsilon a}{X^2 + \delta_\varepsilon a^2},$$

რომელსაც ჩვენ ვუწოდებთ ξ რიგის δ -ფუნქციას, რადგან ის ეთანადება დირაკის მიერ შემოყვანილ δ -ფუნქციას.

შესაძლოა უფრო საინტერესო იყოს შემდეგი ფუნქცია, რომელზედაც ჩემი ყურადღება მიაქცია ვ. ჭელიძემ. ვთქვათ, $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots, \varepsilon_n, \dots$ დადებით რიცხვთა მიმდევრობაა, რომელიც ნულისაკენ იკრიბება. დავუშვათ

$$f_n(X, \varepsilon_n) = \frac{1}{\varepsilon_n} \sin \frac{\pi X}{\varepsilon_n}, \text{ თუ } 0 \equiv X \equiv \varepsilon_n$$

$$f_n(X, \varepsilon_n) = 0, \text{ თუ } X \equiv 0 \text{ და } \varepsilon_n \equiv X$$

და ავაგოთ ფუნქცია

$$f(X) = \bar{n} f_n([n]X, \varepsilon_n).$$

ჩვენ ვხედავთ, რომ ყველა ნამდვილ წერტილისათვის გვექნება $f(X) = 0$, იმ დროს, როცა $(0, \bar{n}\varepsilon_n)$ ინტერვალის შიგნით ჩვენი ფუნქცია ღებულობს ნულისაგან განსხვავებულ მნიშვნელობებს და მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა, რომელიც ეთანადება წერტილს $\frac{1}{2} \bar{n}\varepsilon_n$, იქნება $\frac{1}{\bar{n}\varepsilon_n}$. თუ უსასრულოდ მცირე რიცხვისათვის შევარჩევთ გარკვეულ წერტილს X ღერძზე და უსასრულოდ დიდი რიცხვისათვის გარკვეულ წერტილს Y ღერძზე, შეგვიძლია მივიღოთ მრუდი, რომელიც გარკვეული აზრით შეიძლება მივიჩნიოთ, როგორც ჩვენი ფუნქციის გრაფიკი.

III. განუწყვეტელი ფუნქციის ცნებას ასეთნაირად განვმარტავთ: ფუნქცია $f(X)$ განუწყვეტელია წერტილზე X , თუ (1) ყოველ უსასრულოდ მცირე $d: X$ რიცხვისათვის გვაქვს $f(X + d: X) - f(X) = d: Y$ და ξ -ს რიგი არაა ნაკლები $\xi(X)$ რიცხვის რიგზე და $d: Y$ გარკვეული უსასრულოდ მცირე რიცხვია ξ -ს რიგისა, (2) იმ შემთხვევაში, როცა $f(X)$ არ არის ნამდვილი რიცხვი,

$$a) \lim f(X_n) = f(\lim X_n)$$

ნატურალურ n ცვლადის ყოველ X_n ფუნქციისათვის და

$$b) [n]f(X)$$

განუწყვეტელია.

ჩვენ ვხედავთ, რომ ყველა ნორმალური ფუნქციები აკმაყოფილებენ პირობას (2), თუ ისინი აკმაყოფილებენ პირობას (1), მაგრამ ნორმალური ფუნქცია $D_n(X) = \bar{n}D([n]X)$, სადაც $D(X)$ ჩვეულებრივი დირიხლეს ფუნქციაა, არ აკმაყოფილებს პირობას (1).

მეორე მხრივ, ფუნქცია $\bar{v}(X)$, რომელიც ტოლია $\frac{X^2 + da^2}{da}$ ($da > 0$)

X -ცვლადის უსასრულოდ მცირე მნიშვნელობათათვის და ტოლია 0-ის ყველა დანარჩენ მნიშვნელობათათვის, აკმაყოფილებს პირობას (1), მაგრამ არ აკმაყოფილებს პირობას (2).

ჩვენი უსასრულოდ მცირე რიცხვების დახმარებით ვღებულობთ დიფერენციალურ აღრიცხვას სავსებით ზოგადი სახით. დიფერენციალი იქნება ფუნქცია

$$d(f(X), dX) = f(X + dX) - f(X),$$

სადაც dX X -ის უსასრულოდ მცირე ნაზარდია $f(X)$ -ზე უფრო მაღალი რიგისა. წარმოებულ რიცხვი იქნება

$$\frac{d}{dX} f(X) = \frac{df}{dX} = \frac{f(X + dX) - f(X)}{dX}.$$

წარმოებული რიცხვების საერთო ზღვრის არსებობის პირობებში ჩვენ ვისარგებლებთ სიმბოლოთი $f'(X)$, მაგრამ ამ შემთხვევაშიაც კი უფრო მოსახერხებელია ვისარგებლოთ სიმბოლოთი $\frac{df}{dX}$, რადგან მიღებული ცდომილება უსასრულოდ მცირეა.

შევნიშნავთ, რომ დიაგონალური ფუნქციებისათვის

$$\begin{aligned} \frac{d}{dX} f(X) &= \bar{n} \frac{d}{d[n]X} f_n([n]X), \\ f'(X) &= \bar{n} f'_n([n]X). \end{aligned}$$

ჩვენ ვხედავთ, რომ ჩვენი წარმოებულები ინვარიანტულია ფუნქციათა ტოლობის მიმართ.

IV. ჩვენ შეგვიძლია დავამტკიცოთ, რომ ყოველი ბერის ფუნქცია შეიძლება გადაკეთებული იყოს განზოგადებული ცვლადის რეგულარულ ფუნქციად $f_*(X)$, რომელიც ემთხვევა მას ნამდვილ წერტილებში.

აქ დავკმაყოფილებით შემდეგი მაგალითებით:

1. თუ $f(X)$ X ლერძზე განზღვრული განუწყვეტელი ფუნქციაა, მაშინ $f_*(X) = \bar{m} P_m([m]X)$, $P_m(X) = \bar{n} f_{mn}([n]X)$ -თვის, სადაც $\bar{n} f_{mn}(X)$ არის პოლინომთა მიმდევრობა კრებადი $f(X)$ -კენ $(-m, m)$ ინტერვალში.

2. ვთქვათ $|X|_* = \frac{2X}{\pi} \arctg \frac{X}{d_1 a} - \frac{d_1 a}{\pi} \lg(X^2 + d_1 a^2)$, ($d_1 a > 0$). თუ

დაეუშვებთ $|v|_* = \sqrt{|X|_*^2 + |y|_*^2 + |Z|_*^2}$, დავინახავთ, რომ $|v|_*^{-1}$ არის რეგულარული ყველა წერტილში და ის აკმაყოფილებს ლაპლასის განტოლებას 0-ის გარკვეულ მახლობლობას გარეთ, უსასრულოდ მცირე ცდომილებით.

3. ვთქვათ D დირიხლეს ფუნქციაა, R —გარკვეულ მიმდევრობა რაციონალური რიცხვების. გვექნება:

$$D_*(X) = \frac{1}{\delta_2(0)} \sum_{i=1}^{\bar{m}} i \delta_2(X - [i]R).$$

V. ინტეგრალები შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც უსასრულო ჯამები უსასრულოდ ვიწრო სწორკუთხედების. ჩვენ შეგვიძლია ვისარგებლოთ ჩვენი ჯამებით ჩვეულებრივი ინტეგრალების კვალობაზე. ნებისითი რიგის ნორმალური ფუნქციისათვის $f(X) = \bar{n} f_n([n]X)$ გვექნება

$$\int_A^B f(X) du = \bar{n} \int_{[n]A}^{[n]B} f_n(X) [n] du.$$

მაგალითისათვის განვიხილოთ J ინტეგრალი დირიხლეს განზოგადებულ

ფუნქციის საზღვრებში — $A^{(1)}$, $A^{(1)}$, სადაც $A^{(1)} > \sum_1^{in} R$. გვექნება

$$J = \frac{1}{\partial_2(0)} \int_{-A^{(1)}}^{A^{(1)}} D_*(X) dz u.$$

აქედან მიიღება, რომ $0 < J < \frac{\pi}{\partial_2(0)}$.

ინტეგრაციის ჩენი თეორიის დახმარებით შეგვიძლია ავაგოთ წრფივ ოპერატორთა თეორია, გარეშე ყოველგვარი შეზღუდვებისა. შევნიშნავთ, რომ სასრულო ოპერატორები ჩვენთან განუწყვეტელ წრფივი ოპერატორების კერძო შემთხვევას წარმოადგენენ. წრფივი ოპერატორების საკითხს მიეძღვნება ცალკე წერილი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 5.8.1943)

ВОПРОСЫ ОБОСНОВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Л. Б. ХВИСТЕК

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБОБЩЕННОГО АНАЛИЗА

И. В области тела обобщенных чисел мы можем построить анализ, который помимо различных приложений в геометрии, в математической физике, в теории вероятностей и пр., интересен сам по себе, так как он снабжает нас новой математической проблематикой, недоступной обычному анализу. Он дает также нам возможность глубже проникнуть в природу функций действительного переменного. Мы рассмотрим в этой статье основные понятия обобщенного анализа и приведем некоторые теоремы, имеющие основное значение. Заметим, что проведенные пока исследования лишь в малой степени реализуют те огромные возможности, которые открывает обобщенный анализ.

II. Мы начнем с введения понятия диагональной функции. Пусть $f_1(X), f_2(X), f_3(X), \dots$ последовательность функций числа X . Мы положим

$$f(X) = \bar{n}f_n([n]X).$$

Легко доказать, что $f(X)$ является функцией числа X . В самом деле, если $X = Y$, то $[n]X = [n]Y$ почти для всех n ; откуда следует, согласно нашему определению понятия функции чисел, сформулированному в предыдущей статье („Об основных понятиях теории обобщенных чисел“, „Сообщения АН ГССР“, т. IV, № 6), что $f_n([n]X) = f_n([n]Y)$ почти для всех n , и, следовательно, $f(X) = f(Y)$.

Мы будем называть $f(X)$ диагональной функцией числа X .

Заметим, что все алгебраические функции, а также степенные ряды, являются диагональными функциями.

Мы будем называть $\{\Phi\}$ множеством нормальных функций, если ему принадлежат все функции действительной переменной и ему принадлежит функция $\bar{n}f_n([n]X)$, раз ему принадлежат функции $f_n(X)$, $n = 1, 2, 3, \dots$

Из вышесказанной теоремы следует, что все нормальные функции являются функциями чисел.

Диагональные функции имеют следующее замечательное свойство:

$$\text{Lim } f(X_n) = f(\text{Lim } X_n).$$

Основной пример нормальной функции дается функцией

$$\delta_\xi(X) = \frac{1}{\pi} \frac{d\xi a}{X^2 + d\xi a^2},$$

которую мы будем называть δ -функцией порядка ξ , так как она соответствует δ -функции, введенной Дираком.

Более, может быть, интересной является следующая функция, на которую обратил мое внимание В. Г. Челидзе.

Пусть $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots, \varepsilon_n, \dots$ последовательность положительных чисел, сходящаяся к нулю. Мы положим

$$f_n(X, \varepsilon_n) = \frac{1}{\varepsilon_n} \sin \frac{\pi X}{\varepsilon_n} \text{ для } 0 \equiv X \equiv \varepsilon_n$$

$$f_n(X, \varepsilon_n) = 0 \text{ для } X \equiv 0 \text{ и для } \varepsilon_n \equiv X$$

и построим функцию $f(X) = \bar{n}f_n([n]X, \varepsilon_n)$.

Мы видим, что для любой действительной точки X будет $f(X) = 0$, тогда как внутри интервала $(0, \bar{n}\varepsilon_n)$ наша функция принимает значения от-

личные от нуля, причем ее максимальное значение, соответствующее точке

$$\frac{1}{2} \bar{\eta}\epsilon_n, \text{ будет } \frac{1}{\bar{\eta}\epsilon_n}.$$

Если для бесконечно-малого числа мы выберем некоторую точку на оси X -ов, а для бесконечно-большого числа некоторую точку на оси Y -ов, то можем получить кривую, которую в некотором смысле можно считать графиком нашей функции.

III. Чтобы получить определение непрерывности функции в точке X , мы положим: функция $f(X)$ непрерывна в точке X , если (1) для любого бесконечно-малого числа $d_\xi X$ имеем $f(X+d_\xi X) - f(X) = d_\xi Y$, причем порядок ξ не меньше порядка числа $f(X)$ и $d_\xi Y$ — некоторое бесконечно-малое число порядка ξ , (2) в случае, когда $f(X)$ не является действительным числом:

$$\text{a) } \text{Lim } f(X_n) = f(\text{Lim } X_n)$$

для любой функции X_n натуральной переменной n , и

$$\text{b) } [n]f(X)$$

непрерывна.

Мы видим, что все нормальные функции удовлетворяют условию (2), если они удовлетворяют условию (1), но нормальная функция

$$D_0(X) = \bar{n}D([n]X),$$

где $D(X)$ обычная функция Дирихле, не удовлетворяет условию (1).

С другой стороны, функция $\bar{v}(X)$, которая равна $\frac{X^2 + da^2}{da}$ ($da > 0$) для бесконечно-малых значений переменной X и равна 0 для всех других значений, удовлетворяет условию (1), но не удовлетворяет условию (2).

Благодаря нашим бесконечно-малым числам, мы получаем дифференциальное исчисление в самом общем виде. Дифференциалом будет у нас функция

$$d(f(X), dX) = f(X + dX) - f(X),$$

причем dX будет бесконечно-малым приращением X , порядка высшего, чем $f(X)$.

Производным числом будет

$$\frac{d}{dX} f(X) = \frac{df}{dX} = \frac{f(X + dX) - f(X)}{dX}.$$

В случае существования общего предела производных чисел мы будем пользоваться символом $f'(X)$, но нам удобнее даже и в этом случае упо-

треблять символ $\frac{df}{dX}$, так как получаемая погрешность бесконечно мала.

Заметим, что для диагональных функций

$$\frac{d}{dX} f(X) = \bar{n} \frac{d}{d[n]X} f_n([n]X),$$

$$f'(X) = \bar{n} f'_n([n]X).$$

Мы видим, что наши производные инвариантны относительно равенства функций.

IV. Мы можем доказать, что любая бэровская функция может быть перестроена в регулярную функцию $f_*(X)$ обобщенной переменной, которая совпадает с ней в действительных точках.

Я ограничусь здесь следующими примерами:

1. Если $f(X)$ — непрерывная функция, определенная на оси X , то $f_*(X) = \bar{m} P_m([m]X)$, для $P_m(X) = \bar{n} f_{mn}([n]X)$, где $\bar{n} f_{mn}(X)$ есть последовательность полиномов, сходящаяся к $f(X)$ в интервале $(-m, m)$.

2. Пусть $|X|_* = \frac{2X}{\pi} \arctg \frac{X}{d_1 a} - \frac{d_1 a}{\pi} \lg(X^2 + d_1 a^2)$, ($d_1 a > 0$).

Если положим $|v|_* = \sqrt{|X|_*^2 + |Y|_*^2 + |Z|_*^2}$, то мы увидим, что $|v|_*^{-1}$ регулярна во всех точках и она удовлетворяет уравнению Лапласа вне некоторой окрестности точки 0, с бесконечно-малой погрешностью.

3. Пусть $D(X)$ — функция Дирихле, R — некоторая последовательность рациональных чисел. У нас будет:

$$D_*(X) = \frac{1}{\delta_2(0)} \sum_{i=1}^{\bar{m}n} i \delta_2(X - [i]R).$$

V. Интегралы можем рассматривать как бесконечные суммы бесконечно-узких прямоугольников.

Мы можем пользоваться нашими суммами на уровне обычных интегралов.

Для нормальной функции $f(X) = \bar{n} f_n([n]X)$ любого порядка будет:

$$\int_A^B f(X) du = n \int_{[n]A}^{[n]B} f_n(X) [n] du.$$

В качестве примера рассмотрим интеграл J расширенной функции Дирихле, в пределах $-A^{(1)}, A^{(1)}$, где $A^{(1)} > \sum_1^{\bar{m}n} R$.

Будем иметь:

$$J = \frac{1}{\delta_2(0)} \int_{-A^{(1)}}^{A^{(1)}} D_*(X) d\xi u.$$

Отсюда получается, что $0 < J < \frac{\pi}{\delta_2(0)}$.

При помощи нашей теории интегрирования можем построить теорию линейных операторов, не подвергающуюся никаким ограничениям.

Заметим, что конечные линейные операторы являются у нас частным случаем непрерывных линейных операторов. Вопросу о линейных операторах будет посвящена особая статья.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Математический институт

FONDAMENTS DE MATHEMATIQUES

SUR LES NOTIONS FONDAMENTALES DE L'ANALYSE GÉNÉRALISÉE

Par. L. CHWISTEK

Résumé

En nous basant sur le corps de nombres généralisés, nous pouvons construire l'analyse généralisée, qui pardessus des applications importantes, nous présente des phénomènes mathématiques intéressants que l'on pourrait à peine retrouver dans le domaine de mathématiques courantes. En particulier elle nous donne la possibilité de construire des fonctions régulières, qui pourtant dans des points réels acquièrent les mêmes valeurs qu'une fonction de Baire d'une classe aussi haute que nous voulons. D'autre part elle nous fournit des moyens de construire une théorie des opérateurs linéaires embrassant dans les mêmes formules les matrices et les opérateurs continus. Enfin elle nous présente des problèmes très abstraits concernant les propriétés des fonctions généralisées discontinues.

Académie des Sciences de la RSS Géorgienne
Institut des Mathématiques
Tbilissi

6. პოლინომები

შენიშვნა ბორნის მიახლოების შესახებ

§ 1. კარგად ცნობილია ([1], გვ. 33), რომ იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაწილაკი ისეთ ასპარეზში ძრავს, რომელიც მანძილთან ერთად კლებულობს, ნაწილაკის უწყვეტი სპექტრის ტალღური ფუნქცია ψ შეიცავს რადიუს-ვექტორის მოდულს უგანზომილებო კომბინაციის

$$s = \frac{r}{\lambda} \quad (1)$$

სახით, და, ამის გარდა,

$$\psi[s] \sim \psi_0[s] + O[s^{-1}], \text{ თუ } s \gg 1. \quad (2)$$

ამ ფორმულებში ψ_0 არის თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქცია,

$$\lambda = \frac{h'}{p} \quad (3)$$

არის ნაწილაკის დე-ბროილის ტალღის სიგრძე, სადაც p წარმოადგენს ნაწილაკის იმპულსს და $2\pi h'$ კი არის პლანკის მუდმივა; (2)-ში ნახვარი სწორი ფრჩხილები აღნიშნავენ იმას, რომ სათანადო ფუნქციების გამოსახულებებში გამოტოვებულია ისეთი მათი არგუმენტები, რომლებიც არ ახასიათებენ მანძილს. სიმბოლო $O[x]$ აღნიშნავს, ჩვეულებისამებრ, ისეთ ფუნქციას, რომელიც მისი არგუმენტის შემცირების დროს წარმოადგენს უსასრულოდ მცირეს იმავე რიგისა, რაც მისი არგუმენტი.

როდესაც ნაწილაკის სიჩქარე ძალიან დიდია, უწყვეტი სპექტრის ტალღური ფუნქცია, (2) ფორმულის თანახმად, თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქციით შეიძლება იყოს შეცვლილი პრაქტიკულად მთელ სივრცეში (λ -ს რიგის მცირე გარემოს გამოკლებით); ასეთი შეცვლა ლიტერატურაში ბორნის მიახლოების სახელწოდებით არის ცნობილი.

მეორე მხრივ, თუ ჩვენ ავაგებთ უწყვეტი სპექტრის ტალღურ ფუნქციას თანმიმდევრო მიახლოებათა მეთოდით, მაშინ ([1], თავი VII) თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქცია ნულოვან მიახლოების როლს ითამაშებს, პირველი მიახლოება კი (დიდ s -სათვის), (2)-ში შემავალ $O[s^{-1}]$ დაემთხვევა. თუ ჩვენ ამ თანმიმდევრო მიახლოებათა მწკრივს განვიხილავთ, შევამჩნევთ, რომ იგი გარკვეულ უგანზომილებო პარამეტრს, ξ -ს, შეიცავს, რომელიც ასპარეზის და-



მახასიათებელ სიდიდეებზე და ნაწილაკის იმპულსზე არის დამოკიდებული; ეს ე. წ. ბორნის პარამეტრი თამაშობს დაშლის პარამეტრის როლს იმ თვალსაზრისით, რომ ნულოვან მიახლოებებში შედის ξ -ს მხოლოდ ნულოვანი ხარისხი, პირველში—პირველი და ასე შემდეგ ჩვენ გვექნება:

$$\psi[s] = \psi_0[s] + \xi\psi_1[s] + \xi^2 f[s, \xi]. \quad (4)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც

$$\xi \ll 1, \quad (5)$$

მე-4 დაშლის მარჯვენა მხარის ყველა წევრი, გარდა პირველისა, ξ -ს რიგის მცირე სიდიდეს წარმოადგენენ და შეიძლება იყვნენ უგულვებელყოფილი. ამნაირად, თანმიმდევრო მიახლოებებთან მეთოდის თვალსაზრისით უტოლობა (5) საფუძველს გვაძლევს $\psi[s]$ შევცვალოთ თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქციით, ე. ი. ბორნის მიახლოება გამოვიყენოთ. უტოლობა (5) არის ცნობილი როგორც ბორნის მიახლოებების სამართლიანობის პირობა.

ბორნის პარამეტრის კონკრეტული სახე ასპარეზის თვისებებზე არის დამოკიდებული; თუ, კერძოდ, ჩვენ საქმე გვაქვს e_1 მუხტთან, რომელიც e_2 მუხტის კულონურ ასპარეზში v სიჩქარით ძრავს, მაშინ

$$\xi = \frac{|e_1 e_2|}{h'v}. \quad (6)$$

თუ მოძრავი ნაწილაკი არის ელექტრონი (ან პოზიტრონი) და $e_1 = ze$ (სადაც e არის ელექტრონის მუხტის აბსოლუტური მნიშვნელობა), მაშინ $\xi = Ze^2/h'v$ და მე-5 პირობა ასეთი სახით შეიძლება იყოს ჩაწერილი:

$$E \gg I, \quad (7)$$

სადაც E არის ელექტრონის (პოზიტრონის) კინეტიკური ენერჯია, I კი Z რიგითი ნომრის მქონე ატომის K შრის იონიზაციის ენერჯიას წარმოადგენს. ყველა ელექტრონული (პოზიტრონული) მოვლენა, რომელთათვის პირობა (7) შესრულებულია, ჩვეულებრივად ბორნის მიახლოებებში განხილვა [2].

ყველაფერი ზემოთქმული კარგად ცნობილ და საყოველთაოდ მიღებულ გარემოებებს წარმოადგენს.

§ 2. დაეუფავთ ახლა, რომ ნაწილაკზე, ზემოთ განხილული ასპარეზის გარდა, გარკვეული შეშფოთება მოქმედობს, რის გამოც ნაწილაკი ერთი სტაციონარული მდგომარეობიდან მეორეში გადადის; ამ გადასვლას მოვლენა ვუწოდოთ. ასეთი მოვლენის ალბათობა შეშფოთებათა თეორიის სტანდარტული მეთოდებით გამოითვლება (იხ. კვანტური მექანიკის ნებისმიერი სახელმძღვანელო).

იმ შემთხვევაში, როდესაც მოვლენაში მონაწილე ნაწილაკის ერთ-ერთი (ან ორივე) სტაციონარული მდგომარეობა უწყვეტ სპექტრს ეკუთვნის და, ამის გარდა, მე-5 პირობით არის დახასიათებული, მოვლენის ალბათობის გამოთვლის დროს ამ მდგომარეობაში მყოფი ნაწილაკი ჩვეულებრივად ბორნის მიახლოე-

ბაში განიხილება, ე. ი. მისი ტალღური ფუნქციის ნაცვლად თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქცია იხმარება.

თუ ჩვენ გავიხსენებთ იმას, რომ მატრიც-ელემენტი (რომელიც მოვლენის ალბათობას განსაზღვრავს) ტალღურ ფუნქციას ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ შეიცავს, ჩვენ ადვილად მივხვდებით, რომ მოვლენის ალბათობის გამოთვლა ბორნის მიახლოებების გამოყენებით დასაშვებია მხოლოდ მაშინ, როდესაც დასაშვებია წვერობითი ინტეგრირება იმ მწკრივისა, რომელიც წარმოიშვება მატრიც-ელემენტში შემავალი ინტეგრალქვეშა ფუნქციაში მე-4 დაშლის ჩასმით; ასეთი წვერობითი ინტეგრირება კი, საერთოდ, დაუშვებელია.

ამრიგად, ჩვენ ვხედავთ, რომ ბორნის პარამეტრის სიმცირე ჯერ კიდევ არ განსაზღვრავს მოვლენისადმი ბორნის მიახლოებების გამოყენების შესაძლებლობას; ეს მნიშვნელოვანი გარემოება, რამდენადაც ჩვენ ვიცით, ჯერ კიდევ არავის მიერ არ იყო აღნიშნული.

წინამდებარე შრომის მიზანს შეადგენს ცდა ისეთი პირობის მიღებისა, რომლის შესრულების დროს ესა თუ ის მოვლენა ბორნის მიახლოებებში შეიძლება იყოს განხილული.

ეს ამოცანა შემდეგ პარაგრაფში იქნება გარჩეული, ამ პარაგრაფის დასასრულს კი ჩვენ ორი მაგალითით იმას დავამტკიცებთ, რომ მოვლენის ბორნის მიახლოებით აღებული ალბათობა შეიძლება ამავე მოვლენის ზუსტ ალბათობისაგან იყოს განსხვავებული, თუკი ამ უკანასკნელში ბორნის პარამეტრი უგულვებელყოფილია.

პირველ მაგალითს ჩვენ პოზიტრონის ანიჰილაცია ვვაძღვეს; მოვლენა შემდეგში მდგომარეობს: s -სიჩქარით მოძრავი პოზიტრონი Z რიგითი ნომრის მქონე ატომის ერთ-ერთ ორბიტალურ ელექტრონს შეეხლება; შეხლის შედეგად ელექტრონი და პოზიტრონი ქრებიან სინათლის კვანტის გამოსხივებით. ამ პროცესის სრული განივკვეთი ბორნის მიახლოებით გამოთვლილი, არის

$$\sigma_{nl}^{(B)} = \frac{2\pi}{n^3} \frac{2l+1}{[(2l+1)!!]^2} \cdot \prod_{\nu=0}^l \left(1 - \frac{\nu^2}{n^2}\right) \cdot \frac{Z^{2l+5}}{137^{2l+4}} \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 \cdot \frac{c}{v}, \quad (8)$$

სადაც m არის ელექტრონის მასა, e —მისი მუხტი და c —სინათლის სიჩქარე; n და l აღნიშნავენ მთავარ და აზიმუტალურ კვანტურ რიცხვებს იმ ელექტრონისა, რომელთანაც შეხლის დროს პოზიტრონი ანიჰილაციას განიცდის. ფორმულა (8) სამართლიანია არარელატიურ შემთხვევაში, როდესაც $v \ll c$ და $Z \ll 137$; თუ $l = 0$, ჩვენ ვღებულობთ:

$$\sigma_{n0}^{(B)} = \frac{2\pi}{n^3} \frac{Z^5}{137^4} \cdot \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 \cdot \frac{c}{v}. \quad (9)$$

შე-7 პირობის თანახმად, (9) უნდა იყოს სამართლიანი მაშინ, როდესაც $E \gg I$. თუ ამის შესამოწმებლად ჩვენ σ_{n0} -ს გამოვითვლით პოზიტრონის უწყვეტი სპექტ-

რის ზუსტი ფუნქციის საშუალებით და შემდეგ სიდიდეს I/E სავსებით უგულებელყოფთ, მივიღებთ:

$$\sigma_{n0} = \frac{2\pi}{3n^3} \frac{Z^5}{137^4} \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \frac{v}{c} = \frac{v^2}{3c^2} \sigma_{n0}^{(B)} \ll \sigma_{n0}^{(B)}. \quad (10)$$

თუ კი $l \neq 0$, მაშინ

$$\sigma_{nl} = l^2 \sigma_{nl}^{(B)} \equiv \sigma_{nl}^{(B)} \quad (l \equiv 1) \quad (10')$$

ჩვენ ვხედავთ, რომ როდესაც $l = 0$, $\sigma_{n0}^{(B)}$ და σ_{n0} სხვადასხვანაირად არიან დამოკიდებული პოზიტრონის სიჩქარეზე (პირველი კლებულობს v -ს ზრდასთან ერთად, მეორე მატულობს); თუ კი $l \equiv 1$, მაშინ ბორნის მიახლოება სწორად ასახავს განივკვეთის სიჩქარეზე დამოკიდებულებას, მაგრამ მისი რიცხვითი მნიშვნელობას l^2 -ჯერ ამცირებს. რაც შეეხება კუთხურ განაწილებას, აღვნიშნავთ, რომ თუ $l = 0$, ბორნის დიფერენციალური განივკვეთი პრაქტიკულად იზოტროპულია, მაშინ როდესაც ზუსტი გამოთვლის დროს $d\sigma_{n0} \sim \cos^2\theta$, სადაც θ არის პოზიტრონის იმპულსის და კვანტის გამოსხივების მიმართულების შორის მდებარე კუთხე. განსხვავება ფრიად არსებითია.

ანიჰილაციის განხილული შემთხვევა ჰაიტლერს აქვს გარჩეული ბორნის მიახლოებაში ([2], § 21); საჭიროა აღინიშნოს, რომ ეს ავტორი სათანადო მატრიც-ელემენტის არარელატიური გამოსახულების შერჩევის დროს საკმაოდ უხეშ შეცდომას უშვებს, რომელიც იმაში გამოიხატება, რომ იქ, სადაც წესით სპინექტორი $\vec{\sigma}$ უნდა იყოს, ჰაიტლერი ხმარობს უგანზომილებო ოპერატორს \vec{p}/mc , სადაც \vec{p} არის იმპულსის ოპერატორი.

მეორე საყურადღებო მაგალითს ფოტო-ეფექტი წარმოადგენს. ბორნის მიახლოებაში ფოტო-ელექტრონის გამოტყორცნის შესაბამი განივკვეთი ასეთია:

$$d\sigma_{nl}^{(B)} = \Phi_{nl}(k) 3 \cos^2\theta \frac{d\omega}{4\pi}, \quad (11)$$

სადაც

$$\Phi_{nl}(k) = \frac{2^{9/2}\pi}{3n^3} \frac{2^l(2l+1)}{[(2l+1)!!]^2} \prod_{\nu=0}^l \left(1 - \frac{\nu^2}{n^2} \right) \frac{Z^{2l+5}}{137^{2l+4}} \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \left(\frac{mc^2}{k} \right)^{l+7/2}; \quad (11')$$

აქ k არის ფოტო-იონიზაციის გამომწვევი კვანტის ენერგია, n და l არიან მთავარი და აზიმუტალური კვანტური რიცხვები იმ შრისა, რომლიდანაც ხდება ელექტრონის ამოტყორცნა; Z წარმოადგენს ატომის რიგითი ნომერს, θ — კვანტის პოლარიზაციის მიმართულების და ამოტყორცნილი ელექტრონის იმპულსის შორის მდებარე კუთხეა და, ბოლოს, $d\omega$ არის ელექტრონის იმპულსის მიმართულებით ათვლილი ტანოვანი კუთხის ელემენტი. (11) სამართლიანია არარელატიურ მიახლოებაში, თუ ფოტო-ელექტრონის სიჩქარე სავსებით უგულებელყოფილია c -სთან შედარებით.

მაშინ, როდესაც ამოტყორცნილი ელექტრონი მე-7 პირობით ხასიათდება, ზუსტი გამოთვლა უწყვეტი სპექტრის ფუნქციის საშუალებით გვაძლევს:

$$d\sigma_{n0} = d\sigma_{n0}^{(B)}; \quad (12)$$

თუ კი $l \geq 1$, მაშინ

$$d\sigma_{nl} = \Phi_{nl}(k) \frac{3}{8l} \{l+1 + (l-1) \cos^2\theta\} \frac{d\omega}{4\pi}, \quad (12')$$

$$\sigma_{nl} = \frac{2l+1}{4l} \sigma_{nl}^{(B)} < \sigma_{nl}^{(B)}.$$

ამ ფორმულების (11) და (11')-თან შედარებით ჩვენ დავინახავთ, რომ ბორნის მიახლოებების ფოტო-ეფექტისადმი გამოყენება დაუშვებელია, თუ $l \geq 1$. ამ შემთხვევაში ბორნის მიახლოება ზრდის განიკვეთის აბსოლუტურ მნიშვნელობას და უსწორო კუთხურ განაწილებას იძლევა. ზუსტი ფორმული იზოტროპული, θ -საგან დამოუკიდებელი, წვერის არსებობით ხასიათდება⁽¹⁾, მაშინ როდესაც ასეთი წვერი ბორნის მიახლოებით არ არსებობს. იზოტროპული წვერის არსებობა ვატსონის და ოყეს მიერ ცდით იყო დადასტურებული; ამრიგად, ბორნის მიახლოება, ფოტო-ეფექტის შემთხვევაში, არამც თუ მხოლოდ ზუსტ თეორიას, არამედ ცდასაც ეწინააღმდეგება. შედეგი მეტად საინტერესოა.

§ 3. განვიხილოთ მოვლენა, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: ნაწილაკი, რომელიც ჯერ a მდგომარეობაში იმყოფება, გარკვეულ შეშფოთების ზეგავლენის შედეგად უწყვეტი სპექტრის მდგომარეობაში გადადის. ამ მოვლენის ალბათობა, როგორც ცნობილია, განისაზღვრება

$$M = \int \bar{\psi}_a V \psi [r/\lambda] d\tau \quad (13)$$

მატრიც-ელემენტის მოდულის კვადრატით. (13)-ში ψ_a არის ნაწილაკის საწყისი მდგომარეობის ტალღური ფუნქცია, V წარმოადგენს მოვლენის გამომწვევი შეშფოთების ოპერატორს და $\psi[r/\lambda] = \psi[x]$ არის უწყვეტი სპექტრის ფუნქცია იმავე აღნიშვნებით, რაც ფორმულებში (1) და (2).

მოვლენა ბორნის მიახლოებაში შეიძლება იყოს განხილული მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ $\psi[x]$ -ის შეცვლა თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქციით მხოლოდ მცირეოდენ შეცვლის M -ის რიცხვით მნიშვნელობას; ვნახოთ, თუ რა პირობებში ექნება ადგილი ამ გარემოებას. განვიხილოთ (13)-ში შემავალი ინტეგრალქვეშა ფუნქცია

$$\bar{\psi}_a V \psi [r/\lambda] = \varphi[r]; \quad (13')$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ინტეგრალი M კრებადია, მისი მნიშვნელობა არსებითად განისაზღვრება $\varphi[r]$ -ის იმ მნიშვნელობებით, რომლებიც მოთავსებული

⁽¹⁾ იზოტროპული წვერის შესახებ იხ. ([3], § 47); იქვე მოყვანილია ფოტო-ეფექტის თეორია ნებისმიერ l -სათვის.

არიან გარკვეულ $r = r_{\text{eff}}$ -ის სასრულო მახლობლობაში P_{eff} ; სიდიდეს r_{eff} , რომელიც $\varphi[r]$ -ის თვისებებით განისაზღვრება, ჩვენ „ეფექტურ მანძილს“ ვუწოდებთ. სასეებით გასაგებია, რომ თუ

$$\varphi[r_{\text{eff}}] = \bar{\psi}_a V \psi[r_{\text{eff}}/\lambda]$$

გამოსახულებაში შემავალი უწყვეტი სპექტრის ტალღური ფუნქცია თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქციით შეიძლება იყოს შეცვლილი, ბორნის მიახლოება უთუოდ სამართლიანია. (2) ფორმულის თანახმად თავისუფალი ნაწილაკის ტალღური ფუნქციის ხმარება შეიძლება მაშინ, თუ

$$r_{\text{eff}} \gg \lambda, \text{ ანუ } s_{\text{eff}} = \frac{r_{\text{eff}}}{\lambda} \gg 1 \quad (14)$$

ეს პირობა განსაზღვრავს მოვლენისადმი ბორნის მიახლოებების გამოყენების შესაძლებლობას. იგი მე-5 პირობისაგან არსებითად განსხვავდება იმ მხრივ, რომ მე-5 პირობა მხოლოდ ბორნის პარამეტრს შეიცავს, რომელშიაც მოვლენის გამომწვევი შეშფოთების დამახასიათებელი სიდიდეები არ შედის. მე-14 პირობა კი ამ სიდიდეებს არაცხადად შეიცავს r_{eff} -ის სახით (r_{eff} დამოკიდებულია φ -ზე, ე. ი. აგრეთვე V -ს თვისებებზე). ამის გამო პირობა (14), ზოგად შემთხვევაში, მე-5 პირობაზე არ დაიყვანება.

უნდა აღინიშნოს, რომ პირობა (14) მიგვითითებს მხოლოდ ბორნის მიახლოებების გამოყენების შესაძლებლობაზე, მაგრამ არ გვაძლევს საშუალებას იმ ცდომილების ზუსტი შეფასებისას, რომელსაც ჩვენ ამ მიახლოებების გამოყენებით ვუშვებთ⁽¹⁾. გარდა ამისა, თვით r_{eff} -ს შეიძლება სასეებით გარკვეული მნიშვნელობა არა ჰქონდეს; ეს მოხდება მაშინ, როდესაც P_{eff} საკმარისად დიდი იქნება. ამის საფუძველზე, ჩვენ მე-14 პირობას ვიხილავთ მხოლოდ როგორც პრობლემის ამოხსნის პირველ, საკმაოდ უხეშ, ცდას.

§ 4. დასასრულ, ვცადოთ ჩვენ მიერ მიღებული პირობის კონკრეტული გამოყენება. დაუშვათ, რომ საწყის მდგომარეობაში ნაწილაკი შებმულია სივრცის სასრულო არეში $r \equiv r_0$, ისე რომ მისი ტალღური ფუნქცია $\psi_a[r/r_0]$ მხოლოდ ამ არეში ნულისაგან არსებითად არის განსხვავებული. უწყვეტი სპექტრის ფუნქცია ასეთი სახით შევარჩიოთ⁽²⁾:

$$\psi[r/\lambda] = e^{\frac{i}{\lambda}(\vec{n}, \vec{r})} f[r/\lambda], \quad (15)$$

სადაც \vec{n} არის ერთეულოვანი ვექტორი ნაწილაკის იმპულსის მიმართულებით, $f[s]$ კი არის არსებითად არაპერიოდული ფუნქცია; არგუმენტის დიდ მნიშვნელობისათვის

(1) უხეში შეფასებით ცდომილება s_{eff}^{-1} რიგის სიდიდეს წარმოადგენს.

(2) წარმოადგენა (15) ყველა იმ შემთხვევას ესაბამება, სადაც μ -ს ნაცვლად ბორნის მიახლოებაში ბრტყელი ტალღა იხმარება.

$$f[s] \sim 1 \quad (s \gg 1). \quad (15')$$

თუ გადასვლა ბმულ მდგომარეობიდან უწყვეტი სპექტრის მდგომარეობაში გამოწვეულია გამოსხივებასთან ურთიერთქმედებით ან მატერიალურ ნაწილაკთან შეხლით, მაშინ V -ს ასეთი სახე აქვს:

$$V = Ue^{\frac{i}{\lambda'}(\vec{n}, \vec{r})} \quad (16)$$

სადაც U არის არაპერიოდული ოპერატორი, λ' არის სიგრძის განზომილებების მქონე პარამეტრი და \vec{n}' კი ერთეულოვანი მუდმივი ვექტორია. შევადგინოთ ახლა $\varphi[r]$; (13')-ის თანახმად

$$\varphi[r] = \bar{\psi}_a[r/r_0] Ue^{\frac{i}{\lambda'}(\vec{n}', \vec{r})} + \frac{i}{\lambda}(\vec{n}, \vec{r}) f[r/\lambda]. \quad (17)$$

ეფექტური მანძილის განსაზღვრისათვის ჩვენ ორ გარემოებას მივაქცევთ ყურადღებას: ψ_a -ს ყოფაქცევას და ექსპონენტის ოსცილაციას. საწყისი მდგომარეობის ტალღური ფუნქციის თვისების გამო, $\varphi[r]$ ნულისაგან არსებითად განსხვავდება მაშინ, როდესაც $r \equiv r_0$; მაშასადამე,

$$r_{\text{eff}} \equiv r_0.$$

აღვილი გასაგებია, რომ თუ λ და λ' აღემატებიან r_0 -ს, მაშინ ექსპონენტი მწკრივად შეიძლება იყოს დაშლილი და მისი ოსცილაცია კი—უგულებელყოფილი. მაშასადამე,

$$r \equiv r_0 \text{ თუ } \lambda > r_0, \quad \lambda' > r_0;$$

ე. ი. ამ შემთხვევაში

$$s_{\text{eff}} = \frac{r_{\text{eff}}}{\lambda} < 1. \quad (18)$$

აღვნიშნოთ λ_0 -ით ორთაგან უმცირესი სიდიდე λ ან λ' ; თუ $\lambda_0 \ll r_0$, მაშინ ინტერვალში $\lambda_0 < r \equiv r_0$, ექსპონენტის სწრაფი ოსცილაციის გამო, $\varphi[r]$ საშუალოდ ნულის ტოლი იქნება; ამ შემთხვევაში $r_{\text{eff}} \lesssim \lambda_0$, ან

$$s_{\text{eff}} \lesssim 1. \quad (19)$$

თუ ამ შედეგს ჩვენ მე-18 პირობასაც დავურთავთ, იმ დასკვნამდე მივალთ, რომ r_0 , λ და λ' -ის შორის ნებისმიერ დამოკიდებულებისათვის $s_{\text{eff}} \lesssim 1$, რაც იმას ნიშნავს, რომ აღებული ტიპის მოვლენისადმი ბორნის მიახლოების გამოყენება არ შეიძლება.

პოზიტრონის ანიჰილაცია და ფოტო-ეფექტი სწორედ განხილული ტიპის მოვლენებს წარმოადგენენ, რითაც აიხსნება მათ მიმართ ბორნის მიახლოების გამოყენების შეუძლებლობა.



ამ თვალსაზრისით არც ატომგულური ფოტო-ეფექტი შეიძლება იყოს ბორნის მიახლოებაში განხილული; მოსალოდნელია, რომ თუ ეს ასეა, მაშინ ატომგულური ფოტო-ეფექტის ალბათობაში ბორნის მიახლოება მეტ შეცდომას შეიტანს, ვიდრე ჩვეულებრივი ფოტო-ეფექტის შემთხვევაში. მართლაც, პირობიდან $\kappa_{\text{eff}} < 1$ გამომდინარეობს, რომ მატრიც-ელემენტისათვის არსებითია უწყვეტი სპექტრის ფუნქციის ყოფაქცევა არგუმენტის მცირე მნიშვნელობათა არეში; მაგრამ მცირე მანძილზე ატომგულური (მეზონური) ურთიერთქმედება გაცილებით აღემატება კულონურ ურთიერთქმედებას, რის გამოც მის მიერ გამოწვეული ეფექტი ატომგულური ფოტო-ეფექტის შემთხვევაში უფრო მნიშვნელოვანი უნდა იყოს, ვიდრე ჩვეულებრივი ფოტო-ეფექტის შემთხვევაში¹.

ყველა გარჩეული საკითხი შემდგომ კვლევა-ძიებას მოითხოვს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 17.7.1943)

ФИЗИКА

Н. М. ПОЛИЕВКТОВ

ЗАМЕЧАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРИБЛИЖЕНИЯ БОРНА

Резюме

Хорошо известно, что волновая функция сплошного спектра частицы может считаться функцией свободной частицы (приближение Борна) либо на таких расстояниях r , которые значительно превышают длину дебройлевской волны частицы, либо тогда, когда мал безразмерный параметр Борна ξ , играющий роль малого параметра при построении функции сплошного спектра методом последовательных приближений.

В работе показано, что условие $\xi \ll 1$, вообще говоря, не дает основания применять приближение Борна к явлениям, в которых участвуют быстрые частицы. В самом деле, вероятность явления зависит от соответствующего матричного элемента, который содержит волновую функцию под знаком интеграла; поэтому, вычисление вероятности с помощью приближения Борна допустимо лишь тогда, когда возможно почленное интегрирование разложения по степеням ξ подынтегральной функции, стоящей в матричном элементе; а это, вообще говоря, невозможно.

Предлагается новое условие применимости приближения Борна. Рассматривается соответствующий переходу матричный элемент и определяется то значение $r = r_{\text{eff}}$, в области которого расположенные значения под-

¹ ახლო მომავალში ეს საკითხი ავტორის მიერ სპეციალურად იქნება განხილული.

интегральной функции привносят наибольшую долю в значение интеграла. Обозначая через s_{eff} отношения r_{eff} к длине де-бройлевской волны частицы, мы получаем условие применимости приближения Борна в виде

$$s_{\text{eff}} \gg 1.$$

Это условие содержит величины, характеризующие вызывающее процесс возмущение и, в силу этого, не сводится, вообще говоря, к общепринятому условию $\xi \ll 1$, которое таких величин не содержит.

Главные недостатки нового условия суть следующие: 1) оно не дает возможности точно оценить погрешность, возникающую при применении приближения Борна⁽¹⁾; 2) величина r_{eff} не всегда имеет точно определенное значение. В силу этого полученный результат можно расценивать только как первую, грубую, попытку решения проблемы.

Новое условие прилагается к явлениям, в которых частица из связанного состояния переходит, путем взаимодействия с излучением или столкновения с материальной частицей, в состояние сплошного спектра; оказывается, что во всех таких случаях $s_{\text{eff}} \lesssim 1$, что свидетельствует о неприменимости приближения Борна к явлениям указанного типа. Это обстоятельство продемонстрировано на примерах однофотонной аннигиляции позитрона и фотоэффекта, в случае которых результаты точной теории не совпадают, при пренебрежении величиной $\xi = Ze^2/h'v$, с результатами приближения Борна. В случае аннигиляции это имеет место всегда, а в случае фотоэффекта—тогда, когда фотоэлектрон выбивается из оболочки с отличным от нуля азимутальным квантовым числом⁽²⁾.

Подробное изложение вопроса на русском языке в скором времени будет опубликовано в „Трудах Института физики и геофизики Академии Наук Грузинской ССР“.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт физики и геофизики
Тбилиси

(1) В грубом приближении относительная погрешность будет порядка s_{eff}^{-1} .

(2) См. в тексте формулы: для аннигиляции—(8) и (10—10'), для фотоэффекта—(11) и (12—12'); первые номера указывают результаты приближения Борна, вторые—точной теории с последующим пренебрежением величиной $Ze^2/h'v$, где Z есть порядковый номер атома, в котором происходит процесс, а v —скорость частицы. В указанных формулах приняты следующие обозначения: n и l —главное и азимутальное квантовые числа оболочки, в которой происходит процесс; k —энергия вызывающего фотоэффект кванта, а θ —угол между направлением его поляризации и импульсом фотоэлектрона. Остальные обозначения стандартны. Все указанные формулы справедливы в нерелятивистском случае.

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Мотт и Х. Месси. Теория атомных столкновений. ОНТИ, 1936.
 2. В. Гайтлер. Квантовая теория излучения. ГИТТЛ, 1940.
 3. Г. Бете. Квантовая механика простейших систем. ОНТИ, 1935.
-

ი. კირვალიძე

ელექტრონების დიფუზია ტუტე-ჰალოიდურ კრისტალებში

წინა შრომაში [1] მოცემული იყო დიექტრიკებში ელექტრონთა დიფუზიის შესწავლის მეთოდი. წინამდებარე შრომაში ამ მეთოდის დახმარებით შესწავლება ელექტრონების დიფუზია: ა) რენტგენიზებულ KCl-ის მონოკრისტალში, ბ) ადიტურად შეღებილი ქვამარილის მონოკრისტალში⁽¹⁾, გ) ა—ცენტრებთან NaCl-ის კრისტალში, დ) უბრალო არააქტივირებული ქვამარილის მონოკრისტალში.

გამოსაკვლევი კრისტალების ზომა იგეგვა (12×12×7 მმ³), რაც წინა შრომაში. დაეწყოთ განხილვა თითოეული შემთხვევისა ცალ-ცალკე.

ა) რენტგენიზებული KCl-ის მონოკრისტალი. რენტგენიზებულ KCl-ის მონოკრისტალზე ცდით მიღებული შედეგები მოცემულია 1 და 2

ცხრილი 1

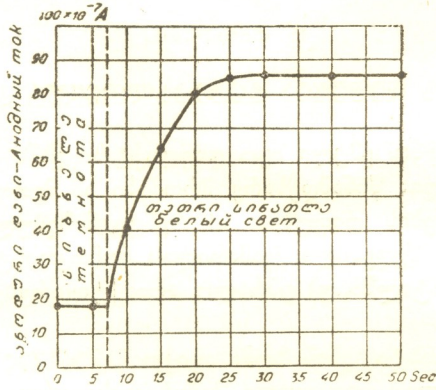
კრისტალთა №№ კრისტალოვ	ანოდური დენი ბომბარდირებაზე $I_0 \times 10^{-7}$ A— Anodный ток до бомбардировки	ანოდური დენი ბომბარდირების შემდეგ $I_0 \times 10^{-7}$ A— Anodный ток после бомбардировки	ანოდური დენი თეთრი სინათლის ჩართვიდან 18 წამის შემდეგ— Anodный ток через 18 сек. после включения белого света
301	45	19	75
302	52	25	76
303	60	18	85
304	62	22	79
308	63	28	50
309	51	27	59
310	54	22	79
311	53	22	80

ცხრილი 2

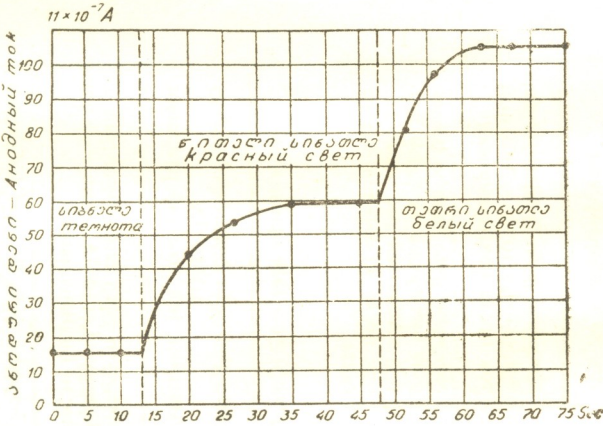
კრისტალთა №№ კრისტალოვ	ანოდური დენი ბომბარდირებამდე $I_0 \times 10^{-7}$ A— Anodный ток до бомбардировки	ანოდური დენი ბომბარდირების შემდეგ $I_0 \times 10^{-7}$ A— Anodный ток после бомбардировки	ანოდური დენი წითელი სინათლის ჩართვიდან 22 წამის შემდეგ— Anodный ток через 22 сек. после включения красного света	ანოდური დენი თეთრი სინათლის ჩართვიდან 16 წამის შემდეგ— Anodный ток через 16 сек. после включения белого света
315	51	20	52	99
316	55	21	56	98
317	61	22	58	100
318	59	15	59	105
319	49	23	49	91
320	48	21	58	95
321	52	21	51	88

(¹ რენტგენიზებული ქვამარილის მონოკრისტალი შესწავლილი იყო წინა შრომაში [1].

ცხრილში. № 1-ლ ნახაზზე მოცემულია № 303 კრისტალისთვის თეთრი სინათლის მოქმედებით ანოდური დენის ცვლილება დროში, ხოლო მე-2 ნახაზზე მოცემულია ანოდური დენის ცვლილება დროში ჯერ წითელი სინათლის მოქმედებით, ხოლო შემდეგ თეთრი სინათლის მოქმედებით (№ 318 კრისტალისთვის).



ნახ. 1.



ნახ. 2.

ბ) ადიტურად შეღებილი ქვამარილის მონოკრისტალი-კრისტალის ადიტური შეღებვა წარმოებდა ნატრიუმის ორთქლში. ელექტრონების დიფუზია მუქ იისფერ კრისტალში შესწავლილი იქნა სავსებით იმავე გზით, როგორც რენტგენიზებულ კრისტალში. ცდის შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში. ცხრილიდან ჩანს, რომ ადიტურად შეღებულ კრისტალში შედარებით რენტგენიზებულ კრისტალთან ელექტრონების დიფუზია ძნელად მიდის.

გ) U-ცენტრებიანი ქვამარილის მონოკრისტალი. ცდის შედეგები U-ცენტრებიანი კრისტალზე მოცემულია მე-4 და მე-5 ცხრილებში. მე-4

ცხრილიდან ჩანს, რომ ელექტრონების დიფუზია მეტად ცუდად წარმოებს, მე-5 ცხრილიდან ჩანს, რომ ულტრაიისფერი სინათლით⁽¹⁾ განათების შემდეგ ელექტრონთა დიფუზია მატულობს⁽²⁾.

ცხრილი 3

კრისტალთა № კრისტალოვ	ანოდური დენი ბომბარდირებამდე $J_0 \times 10^{-10}$ A Анодный ток до бомбардировки	ანოდური დენი ბომბარდირების შემდეგ $J_0 \times 10^{-10}$ A—Анодный ток после бомбардировки	ანოდური დენი წითელი სინათლის ჩართვიდან 1 წუთ. შემდეგ—Анодный ток через 1 мин. после включения красного света	ანოდური დენი თეთრი სინათლის ჩართვიდან 1 წუთ. შემდეგ—Анодный ток через 1 мин. после включения белого света
81	52	6	7	14
82	56	7	7,5	16
83	60	4	5	18
84	50	3,5	4,5	17
85	35	3	3,5	10
86	60	5	6	20
87	40	3	4	12
90	51	1	2	14

ცხრილი 4

კრისტალთა № კრისტალოვ	ანოდური დენი ბომბარდირებამდე $J_0 \times 10^{-10}$ A Анодный ток до бомбардировки	ანოდური დენი ბომბარდირების შემდეგ $J_0 \times 10^{-10}$ A—Анодный ток после бомбардировки	ანოდური დენი წითელი სინათლის ჩართვიდან 1 წუთ. შემდეგ—Анодный ток через 1 мин. после включения красного света	ანოდური დენი თეთრი სინათლის ჩართვიდან 1 წუთ. შემდეგ—Анодный ток через 1 мин. после включения белого света
121	51	4	4	4,5
122	60	6	6	6,5
123	50	3	3,2	4
124	45	2	2,2	3
125	65	6	6,3	7,5
126	75	3	3,3	4,5
128	80	3	4	5,5
129	70	4	4,1	5,5

დ) არააქტივირებული კრისტალის შემთხვევა. რამდენიმე ათეულ კრისტალზე ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ თუ ხილული სხივებით გავანათებთ კათოდური ბომბარდირებით დამუხტულ უბრალო არააქტივირებული ქვამარილის მონოკრისტალს, მაშინ ანოდური დენის მომენტალური ცვლილება არ დაიმზირება. ანოდური დენის შესამჩნევი ცვლილება, როგორც ეს მე-6 ცხრილიდან ჩანს, მიიღება რამდენიმე წუთის შემდეგ⁽³⁾.

(1) ულტრაიისფერი სხივების წყაროდ აღებული იყო გრაფიტის ელექტროდებიანი ვოლტას რკალი. კრისტალის განათება წარმოებდა კვარცის ფანჯრიდან. განათება გრძელდებოდა 5 წუთს.

(2) ულტრაიისფერი სხივებით განათების შემდეგ კრისტალი თავსდება ელექტრონული ზარბაზნის პირდაპირ, ემუხტავთ, რის შემდეგ ვათავსებთ მმართველი ელექტროდის ადგილას და ვაკვირდებით ანოდური დენის ცვლილებას ხილული სხივების ზემოქმედებით.

(3) იმის კონტრაღისათვის, რომ დამზერილი ანოდური დენის ცვლილება გამოწვეულია კრისტალის მმართველ ფენაში ელექტრონების კონცენტრაციის ცვლილებით და არა ვარვარების ძაფის ემისიის ცვლილებით—ცდამდე და ცდის შემდეგ—იზომება ანოდური დენი; თუ აღ-

ეს ექსპერიმენტული ფაქტი ამტკიცებს ჩვენი დაშვების სისწორეს, რომ აქტივირებული კრისტალის შემთხვევაში ხილული სინათლის მოქმედებით ანოდური დენის ცვლილება აიხსნება მმართველი ფენიდან კრისტალის შიგნით ელექტრონების დიფუზიით და არა გარეგანი ფოტოეფექტით⁽¹⁾. ეს დასკვნა კეთდება იმის საფუძველზე, რომ როგორც წინასწარ აქტივირებულ, ისე უბრალო კრისტალის ზედაპირზე დაჯენილი ელექტრონების მოსახსნელად საჭიროა ერთი და იგივე ენერგია. ის ფაქტი, რომ აქტივირებული კრისტალის შემთხვევაში, სინათლის მოქმედებით კათოდური ბომბარდირებით დაჯენილი ელექტრონები მმართველი ფენიდან კრისტალის შიგნით გაცილებით უკეთ შედიან, ვინემ არა-

ცხრილი 5

ცხრილი 6

კრისტალთა №№ კრისტალოვ	ანოდური დენი სიბნელეში ულტრაიისფერი სხივებით 5 წუთ. განათვის შემდეგ—Анодный ток в темноте после 5 мин. освещения ультра-фиолетовым светом	ანოდური დენი ბომბარდირების შემდეგ Анодный ток после бомбардировки	ანოდური დენი წითელი სხივების ჩართვიდან 10 წმ. შემდეგ—Анодный ток через 10 сек. после освещения красным светом	ანოდური დენი ხილული სინათლით განათვის შემდეგ—Анодный ток после освещения видимым светом
130	45	3	7	12
131	50	2	8	14
132	41	3	7	13
134	35	10	12	16
135	60	4	8	17
136	56	2	7	18
137	48	5	8	17
138	65	3	9	20
139	55	2	5	15
140	53	3	7	19

კრისტალთა №№ კრისტალოვ	ანოდური დენი ბომბარდირებამდე $J_0 \times 10^{-7} A$ Анодный ток до бомбардировки	ანოდური დენი ბომბარდირების შემდეგ $J_1 \times 10^{-7} A$ Анодный ток после бомбардировки	ანოდური დენი თეთრი სინათლის ჩართვიდან 30 წმ. შემდეგ—Значение анодного тока после 30 сек. освещения белым светом	ანოდური დენი თეთრი სინათლის ჩართვიდან 3 წუთ. შემდეგ—Значение анодного тока после 3 мин. освещения белым светом
29	51	4	4	6
30	54	3	3,3	6,5
31	60	1	1,2	3
33	45	2	2,2	3,5
34	48	5	5	7
35	52	4	4	7
37	54	7	7	10
38	51	4	4,3	7
39	48	5	0	8

მოჩნდება, რომ ცდამდე და ცდის შემდეგ ანოდური დენი ერთი და იგივეა, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ანოდური დენის ცვლილება ვარვარების ძაფის ემისიის ცვლილებასთან არაა დაკავშირებული, არამედ დაკავშირებულია მმართველ ფენაში ელექტრონების კონცენტრაციის ცვლილებასთან.

⁽¹⁾ წინააღმდეგ შემთხვევაში დროის მიხედვით ანოდური დენის ცვლილების ხასიათი, როგორც უბრალო, ისე აქტივირებულ კრისტალში, ერთი და იგივე იქნებოდა.



აქტივირებული კრისტალის შემთხვევაში, გვაიძულებს ვიფიქროთ, რომ არასაკუთარი ელექტრონების დიფუზიისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს კრისტალის აქტივაციას. ამასვე ამტკიცებს კიდევ ის ფაქტი, რომ U-ცენტრებიან კრისტალში ელექტრონების დიფუზია მიდის უკეთ, თუ კრისტალს წინასწარ ულტრა-იისფერი სინათლით ვანათებთ და ამით გარკვეული რაოდენობის U-ცენტრები გადაგვყავს F-ცენტრებში.

ის ფაქტი, რომ U-ცენტრებიან კრისტალში ელექტრონების დიფუზია მიდის უკეთ, ვინემ უბრალო კრისტალში, ალბათ დაკავშირებულია იმ გარემოებასთან, რომ კრისტალში U-ცენტრებთან ერთად გვაქვს გარკვეული რაოდენობა F-ცენტრების¹.

არასაკუთარი ელექტრონების დიფუზია შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგნაირად: ელექტრონებით ბომბარდირების შედეგად კრისტალის ზედაპირზე (მმართველი ფენა) წარმოიშობა უარყოფითი მოცულობრივი მუხტები და ამ მოცულობრივი მუხტების შედეგად წარმოიშობა ელექტრონების ამაჩქარებელი ველი. განათება აქტივირებულ კრისტალში იწვევს გამტარებლობის ზრდას (ფოტოელექტროგამტარობა) და ელექტრული ველი ერეკება ელექტრონებს მმართველი ფენიდან კრისტალის შიგნით. არააქტივირებული კრისტალის შემთხვევაში გამტარებლობის ზრდას, ხილული სინათლის მოქმედების შედეგად, აქვს ადგილი მხოლოდ მმართველ ფენაში (არასაკუთარი ელექტრონები გადადიან გამტარებლობის ზონაში).

ელექტრონების ბომბარდირებით დამუხტული კრისტალის მმართველი ფენა შეიძლება ჩავთვალოთ როგორც არააქტივირებულ კრისტალთან კონტაქტში მყოფი ფრიად თხელი აქტივირებული „კრისტალი“. როგორც ცდებიდან ჩანს, ელექტრონები კრისტალის აქტივირებული ნაწილიდან (მმართველი ფენა) გადადიან კრისტალის არააქტივირებულ ნაწილში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 15.4.1943)

ФИЗИКА

И. Д. КИРВАЛИДЗЕ

ДИФУЗИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Резюме

В предыдущей работе [1] был дан метод изучения диффузии электронов в диэлектриках. В настоящей работе с помощью этого метода изучает-

¹ შეიძლება აგრეთვე ვიფიქროთ, რომ U-ცენტრები როგორღაც ადვილებენ დიფუზიას, მაგრამ გაცილებით ნაკლებად, ვინემ F-ცენტრები.

ся явление диффузии электронов: а) в рентгенизированном монокристалле KCl, б) в аддитивно окрашенном монокристалле каменной соли⁽¹⁾, в) в кристалле NaCl с U-центрами и д) в простом неактивированном монокристалле каменной соли.

Размеры испытуемых кристаллов те же ($12 \times 12 \times 7$ мм³), что в предыдущей работе.

Приступим к разбору каждого случая в отдельности:

а) Рентгенизированный монокристалл KCl. Результаты опытов над рентгенизированными монокристаллами KCl сведены в таблицах 1 и 2. На фиг. 1 дается изменение одного тока со временем для кристалла № 303, под действием белого света, а на фиг. 2 дается изменение анодного тока со временем сперва под действием красного света, а в последующем под действием белого света (для кристалла № 318).

б) Аддитивно окрашенный монокристалл каменной соли. Аддитивное окрашивание производилось в парах натрия. Диффузия электронов в кристалле темно-фиолетового цвета была исследована совершенно таким же путем, как в рентгенизированном кристалле. Результаты опыта сведены в таблице 3. Из таблицы 3 видно, что диффузия электронов в аддитивно окрашенном кристалле, по сравнению с рентгенизированным кристаллом, идет труднее.

в) Монокристалл каменной соли с U-центрами. Результаты сведены в таблицах 4 и 5. Из таблицы 4 видно, что диффузия электронов идет весьма плохо. Из таблицы 5 видно, что после освещения ультра-фиолетовыми лучами⁽²⁾ диффузия электронов облегчается⁽³⁾.

д) В случае неактивированного кристалла. Опыты над несколькими десятками кристаллов показали, что, если освещать видимым светом простой неактивированный монокристалл каменной соли, заряженный катодной бомбардировкой, то изменение анодного тока моментально не наблюдается. Заметное изменение анодного тока, как это видно из таблицы 6, получается уже через несколько минут⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Рентгенизированный монокристалл каменной соли был изучен в предыдущей работе [1].

⁽²⁾ Источником ультра-фиолетовых лучей служила вольтова дуга с графитовыми электродами. Освещение кристалла производилось через кварцевое окошко. Освещение продолжалось 5 мин.

⁽³⁾ После освещения ультра-фиолетовым светом кристалл устанавливался против электронной пушки, заряжался, а затем устанавливался на месте управляющего электрода и наблюдалось изменение анодного тока под действием видимого света.

⁽⁴⁾ Для контролирования того, что наблюдаемое изменение анодного тока вызвано изменением концентрации электронов в управляющем слое кристалла, а не изменением эмиссии нити накала,—анодный ток в случае заземленного металлического управляющего электрода измеряется до опыта и после опыта. Если окажется, что анодный ток до опыта и после опыта одинаков, то можно заключить, что изменение анодного тока не

Этот экспериментальный факт доказывает правильность нашего предположения, что в случае активированного кристалла изменения анодного тока под действием видимого света можно объяснить диффузией электронов внутрь кристалла из управляющего слоя, а не явлением внешнего фотоэффекта⁽¹⁾. Это рассуждение делается на основании того, что для снятия электронов, насажденных на поверхность как предварительно активированного, так и простого кристалла, нужна одинаковая энергия. Тот факт, что в случае активированного кристалла, под действием света, электроны, насажденные катодной бомбардировкой из управляющего слоя, входят гораздо лучше внутрь кристалла, чем в случае активированного кристалла,— заставляет думать, что для диффузии несобственных электронов огромное значение имеет активизация кристалла. На это указывает еще тот факт, что в кристалле с U-центрами диффузия электронов идет лучше, если кристалл подвергается предварительному освещению ультра-фиолетовым светом и тем самым определенное количество U-центров переводится в F-центры.

Тот факт, что в кристалле с U-центрами диффузия электронов идет лучше, чем в простом кристалле, по видимому, связан с тем, что в кристалле рядом с U-центрами имеется определенное количество F-центров⁽²⁾.

Диффузию несобственных электронов мы должны понимать следующим образом: в результате бомбардировки электронами на поверхности кристалла (управляющий слой) образуется отрицательный объемный заряд и вследствие этого объемного заряда создается ускоряющее для электронов поле. Освещение в активированном кристалле вызывает возрастание проводимости (фотоэлектропроводность) и электрическое поле гонит электроны из управляющего слоя внутрь кристалла. В случае неактивированного кристалла возрастание проводимости под действием видимого света имеет место только лишь в управляющем слое (несобственные электроны переходят в зону проводимости).

Управляющий слой кристалла, заряженного электронной бомбардировкой, можно считать весьма тонким активированным «кристаллом», находящимся в контакте с неактивированным кристаллом. Как видно из опыта, электроны из активированной части (управляющий слой) кристалла переходят в неактивированную часть кристалла.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт физики и геофизики
Тбилиси

связано с изменением эмиссии, а связано с изменением концентрации электронов управляющего слоя.

⁽¹⁾ В противном случае характер изменения анодного тока со временем как в простом, так и в активированном кристалле, был бы один и тот же.

⁽²⁾ Можно также думать, что и U-центры как-то облегчают диффузию, но в гораздо меньшей степени, чем F-центры



ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Д. Кирвалидзе. Метод изучения диффузии электронов в диэлектриках Сообщения Академии Наук Гр. ССР, т. IV, № 4, 1943.
-

მ. ნოდია

ახალი მონაცემები მაგნიტური ველის უმსახებ დაუმსანის რკინისა
და კობალტის მადანთა საბადოს ზოგიერთ უბანზე

დაშქესანშენის დავალებით და მისივე სახსრებით ჩვენმა ინსტიტუტმა 1942 წლის ზაფხულისა და შემოდგომის განმავლობაში ჩაატარა ზოგიერთი გეოფიზიკური სამუშაო დაშქესანის კობალტის მადანთა ერთ-ერთ უბანზე, რომელსაც ეწოდება „ჩრდილო მალარო“. ამ სამუშაოთა ჩატარებისას ჩვენ მოგვიხდა მაგნიტური ჯგუფის ხელმძღვანელობა, რომელსაც დაშქესანშენთან დადებული ხელშეკრულების თანახმად უნდა ეწარმოებინა რეკოგნოსტირების მიზნით დეტალური მიკრო-აგეგმვა იმ ფართობისა, რომელიც ჩალუნც-არუს ხევის მარჯვენა ნაპირზე მდებარეობს და რომელიც სივრცით 0,6 კვ. კმ-დე იქნება.

ჩვენი აზრით, არ იყო მიზანშეწონილი ასეთი მცირე უბნის მაგნიტური ველი განცალკევებით შეგვესწავლა და არ დაგვეკავშირებინა მეზობელ უბნებთან, რომლებიც, როგორც აღმოჩნდა, მაგნიტურად არც კი იყო გამოკვლეული; კიდევ მეტიც, საჭირო იყო ეს უბნები შეძლებისდაგვარად სათანადო სამარშრუტო აგეგმვით დაგვეკავშირებინა იმ უბნებთან, სადაც წინათ ეწარმოებინათ მაგნიტური აგეგმვა და, ამრიგად, საჭირო მასალების მოპოვების შემდეგ, გვეცადა გადაგვეწყვიტა ამოცანა, რომელიც დავსახეთ დაშქესანის საბადოს წინა აგეგმვათა შედეგების ანალიზის საფუძველზე [1]. ეს ამოცანა, როგორც დამოწმებული შრომიდან ჩანს, ძირითადად მდგომარეობდა იმაში, რომ შეგვესწავლა ხარვეზები, რომლებიც აღმოჩნდა წინა ავტორების ნაშრომებში, განსაკუთრებით არამძლავრანომალური უბნების მიმართ, რომლებიც სრულიად არ ყოფილა გაშუქებული, და აგრეთვე დაგვეზუსტებინა მათ მიერ გაზომილი მაგნიტური სიდიდენი [1]. საეჭვოა, რომ ამ ამოცანის წინასწარ გადაუწყვეტლად დაშქესანის საბადოზე მაგნიტურ სამუშაოთა წარმოებას სრულფასიანი შედეგი მოეცა, განსაკუთრებით დეტალურ მაგნიტური აგეგმვისათვის, რომლის აუცილებლობა საკმაო ნათლად ნაჩვენებია ჩვენს წინა ნაშრომში [1].

ზემოთქმულის შესაბამისად გადავწყვიტეთ ხელშეკრულებით გათვალისწინებულ სამუშაოსთან ერთად შეგვესრულებინა ის სამუშაოც, რომელიც საჭირო იყო ზემოთ დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად.

უნდა აღვნიშნო, რომ ამ ამოცანათა გადასაწყვეტად, ჩვენგან დამოუკიდებელი მიზეზების გამო, ჩვენს განკარგულებაში აღმოჩნდა ძლიერ მცირე დრო — სულ 12 დღე (15—26 აგვისტო). ამის გამო ჩვენ არ გვქონდა საშუალება, რომ ყველა სამუშაო საჭირო მოცულობით შეგვესრულებინა. მიუხედავად ამისა, ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები, როგორც შემდეგ ვნახავთ, არსებითად სწყვეტენ

როგორც ზემოთ დასმულ ამოცანას, ისე იმ ამოცანასაც, რომელიც ხელშეკრულებით იყო გათვალისწინებული.

სამუშაო ხელსაწყოებად გამოვიყენეთ ჩვენი ინსტიტუტის მაგნიტური სასწორები შმიდტის სისტემისა: ვერტიკალური № 36971 (ლენინგრადის ქარხნის „გეოლოგორაზვედკის“ მიერ გაკეთებული) და ჰორიზონტალური № 234446, („ასკანია ვერკე“ ფირმისა). დაშქესანს გამგზავრების წინ ორივე ხელსაწყო საგანგებოდ გამოვიკვლიეთ და გავმართეთ დუშეთის მაგნიტურ ობსერვატორიაზე, რომლის შემდეგ ობსერვატორიის ნორმალური თეოდოლიტის შემწეობით ორივე ხელსაწყოსათვის განსაზღვრულ იქნა სამივე საკომპენსაციო მაგნიტის მაგნიტური მომენტები (M_1, M_2, M_3), ტემპერატურული კოეფიციენტები (μ), სკალის ერთი დანაყოფის ფასები (ε) და აბსოლუტური მნიშვნელობანი ნულ-პუნქტებისა (H_0 და Z_0). რადგანაც მთელი საველე პერიოდის განმავლობაში ორივე ხელსაწყო საუცხოვოდ მუშაობდა (ამაში ყოველდღე ვრწმუნდებოდით მათ ჩვენებათა და ε სიდიდის მნიშვნელობათა შემოწმების შემწეობით საკონტროლო პუნქტზე № 1, რომელიც მოთავსებულია მალაროს დაბის მოედანზე), ამიტომ დაშქესანიდან დაბრუნების შემდეგ დუშეთის ობსერვატორიაზე იმით დაკმაყოფილდით, რომ განმეორებით მხოლოდ H_0, Z_0 და ε სიდიდეები განესაზღვრეთ. ამ განსაზღვრათა და დაშქესანს გამგზავრებამდე გაკეთებულ განსაზღვრათა მიხედვით გამოანგარიშების დროს ვიყენებდით შემდეგ მნიშვნელობებს:

ჰორიზონტალურ № 234446

სასწორისათვის

$$\varepsilon = 10,80$$

$$M_1 = 148,49$$

$$M_2 = 221,88$$

$$M_3 = 806,29$$

$$\mu = -3,2$$

დაშქესანს გამგზავრებამდე:

$$H_0 = 24199$$

დაშქესანიდან დაბრუნების შემდეგ:

$$H_0 = 24230$$

ვერტიკალურ № 36971

სასწორისათვის

$$\varepsilon = 23,38$$

$$M_1 = 77,51$$

$$M_2 = 229,74$$

$$M_3 = 612,47$$

$$\mu = -4,8$$

$$Z_0 = 40854$$

$$Z_0 = 40809$$

სადაც ε, H_0 , და Z_0 გამოხატულია გამებში ($=\gamma$, ამასთან $\gamma = 0,00001$ ერსტედს), ხოლო M_1, M_2 და M_3 აბს. ელ.-მაგნ. ერთეულებში. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ანათვალთა მიმონაყარი ორივე ხელსაწყოსათვის ჩვეულებრივად არ სცილდებოდა სკალის $\pm 0,2$ დანაყოფის ფარგლებს. ნათქვამიდან ჩანს, რომ ორივე ხელსაწყო სავსებით აკმაყოფილებდა მოთხოვნილებებს, რომლებსაც უყენებენ მაღალი სიზუსტის საველე მაგნიტურ განაზომებს.

მაგნიტური ჯგუფის მუშაობაში ჩვენთან ერთად მონაწილეობას ღებულობდნენ მაგნიტურ ობსერვატორიაში ობსერვატორიის უფრ. მეცნ. თანამშრ. ნ. ინჭკირველი, ხოლო ველზე—ჩვენი ინსტიტუტის უფრ. მეცნ. თანამშრ. ფიზ.-მათ. მეცნ. კანდიდატები ვ. ჯიქია და გ. ფრანგიშვილი.

ხელშეკრულებით გათვალისწინებული უბნის გარდა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ჩვენ ავგეგმეთ აგრეთვე, თუმცა საკმაოდ მცირე მასშტაბით, ზოგიერთი მარშრუტი მეზობელ უბნებზე. დაკვირვების ყოველ პუნქტზე ცალ-ცალკე ისაზღვრებოდა ΔH და ΔZ სიდიდეები და ასეთი განსაზღვრა შესრულებულ იქნა 251 პუნქტზე, რომელთაგან 181 ხელშეკრულების უბანზე მოდის, 18 (№№ 34—51)—I მარშრუტზე, რომელიც ხელშეკრულების უბანს აღმოსავლეთით შემოუვლის (ჯერ მიდიხარ მთა იალდავისაკენ, შემდეგ სოფ. ბაიანი-საკენ); 21 (№№ 98-118)—II მარშრუტზე (ყოფ. სიმენსის თირმის ნამუშავრებისაკენ); 31 (№№ 221—251)—III მარშრუტზე (სოფ. ქვედა-დაშქესანისაკენ და შემდეგ ყოფ. როზენდორფის უბნის ნამუშავრებისაკენ). პუნქტებს შორის აღებული მანძილები ხელშეკრულების უბანზე ირყევა 20—50 მ ფარგლებში, ხოლო მარშრუტებზე რამდენიმე მეტრიდან 350 მეტრამდე და კიდევ მეტიც.

ΔH და ΔZ სიდიდეთა გაზომვის შედეგები, მათი გამეზში გადაყვანისა და სატემპერატურო და სავარიაციო შესწორებათა შეტანის შემდეგ, გამოვხატეთ განზრების სახით დაშქესანისათვის ნორმალურ $H_{\text{დ}}$ და $Z_{\text{დ}}$ მნიშვნელობათა მიმართ, რისთვისაც გამოვიყენეთ აბსოლუტური მნიშვნელობანი როგორც H_0 და Z_0 სიდიდეთა, ისე H და Z სიდიდეთა დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორიისათვის; $H_{\text{დ}}$ და $Z_{\text{დ}}$, რა თქმა უნდა, მივიღეთ თეორიულად H და Z სიდიდეთა დაშქესანის გეომაგნიტური კორდინატების მიხედვით ცვალებადობის საფუძველზე იმის დათქმით, რომ დუშეთის მაგნიტური ობსერვატორიისათვის ველი ნორმალურია (ეს შეიძლება ჩვენი გამოკვლევისა [3] და მაგნიტური ობსერვატორიის გამოუქვეყნებელი მასალების მიხედვით საკმაოდ დასაბუთებულად ჩაითვალოს). ამრიგად, დაშქესანისათვის ნორმალურ მნიშვნელობათა $H_{\text{დ}} = 24747'$ და $Z_{\text{დ}} = 40200'$ (ეპოქა 1942 წლისა აგვისტოს თვე) დადგენა ჩვენ დაუქვემდებარეთ მეცნიერულად დასაბუთებულ მოთხოვნისებებს და ამით ეს მნიშვნელობანი გავათავისუფლეთ თვითნებური ელემენტებისაგან, რის გამო ΔH და ΔZ სიდიდენი საკმარისი სიზუსტით გამოდგებიან შესაბამი პუნქტების მაგნიტურად დახასიათებისათვის. ზემოთ მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჩვენ შვიდტის სასწორებითაც კი (რომლებიც, როგორც ცნობილია, არ წარმოადგენენ აბსოლუტურ ხელსაწყოებს) მოვახერხეთ H და Z სიდიდეთა აბსოლუტურ მნიშვნელობათა განსაზღვრა; თანაც ძნელი არ არის დავრწმუნდეთ იმავე მონაცემების საფუძველზე, რომ სიზუსტე მათი განსაზღვრისა არ ჩამოუვარდება ისეთს, რომელიც გენერალური მაგნიტური აგეგმვის დროს არის ხოლმე მიღებული.

გადავდივით ΔH და ΔZ სიდიდეთა ანალიზზე. მათ შესახებ ჩვენ აქ დავკმაყოფილდებით მხოლოდ ზოგიერთი შენიშვნით. პირველ ყოვლისა უნდა აღინიშნოს, რომ ენ სიდიდენი მერყეობენ საკმაოდ ვიწრო ფარგლებში, სახელდობრ, $\pm 300'$ ფარგლებში, $\Delta H = +400'$ და $\Delta Z = -500'$ საშუალო მნიშვნელობათა მახლობლად. ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენ მიერ გამოკვლეული რაიონი ძირითადად დადებითად ანომალურია ΔH სიდიდისათვის და უარყოფითად ანომალურია ΔZ სიდიდისათვის. მკვეთრ გამოჩაჩისებს ამ მდგომარეობიდან, როგორც მოსალოდნელი იყო, წარმოადგენენ ის პუნქტები, რომლებიც რკინის მადნის საბადოს მისადგომებზე არიან გალაგებული (მეორე მარშრუტზე), სადაც

ΔH ლებულობს უარყოფით მნიშვნელობებს რამდენიმე ასეული გამების ფარგლებში, ხოლო ΔZ —დადებით მნიშვნელობებს ერთი ათასი გამების ფარგლებში; თანაც უნდა აღინიშნოს, რომ თვით მადანთან ΔH და ΔZ სიდიდეების ნიშნები კვლავ იცვლება შებრუნებით, ხოლო მათი აბსოლუტური სიდიდეები აღწევენ რამდენიმე ათასს გამას (ΔH -სათვის 3500 γ -მდე, პ. № 117; ΔZ -სათვის 8000 γ -მდე, პ. № 116), თუმცა იქვე № 115 პუნქტზე (რომელიც სულ 25 მეტრითაა დაშორებული № 116 პუნქტიდან) ΔZ აღწევს +4000 γ , და ამრიგად შესაბამისი სხვაობა ΔZ სიდიდეთა შორის 12000 γ -მდე აღწევს.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ ხელსაწყოთა დიდი გრძნობიერების გამო ჩვენ ზუსტად ვერც კი მოვახერხებდით გაგვეზომა ის ანომალიური ΔH და ΔZ , რომლებიც მათი აბსოლუტური სიდიდის მიხედვით ზემოთ მოყვანილ სიდიდეებზე მეტი იქნებოდნენ, თუ წინასწარ არ შეეცვლიდით ხელსაწყოთა გრძნობიერებას, რაც, რა თქმა უნდა, სრულიად არ იყო სასურველი. მაგრამ ასეთი გაზომვის წარმოება ჩვენი მხრით სრულიადაც არ იყო საჭირო, რადგანაც ანომალიების რიგი ამ უბნებზე, ცოტად თუ ბევრად, ცნობილია წინანდელ გამოკვლევათა საფუძველზე [4, 5]. პირველისა და შემესამე მარშრუტების ზოგიერთ პუნქტს ახასიათებს უარყოფითი ΔH , რომელთა მნიშვნელობა აღწევს რამდენიმე ასეულ გამამდე, ერთი მათგანი 1450 გამამდეც (პ. № 42). გარდა ამისა, ხელშეკრულების უბანზე არის კიდევ სამი ცალკეული პუნქტი (№№ 17, 170, 122), სადაც ΔZ ლებულობს დადებით მნიშვნელობებს, თანაც ერთ მათგანზე (პ. № 170) ის აღწევს +1200 გამას. საინტერესოა აგრეთვე აღინიშნოს, რომ საკონტროლო პუნქტზე ΔH და ΔZ სიდიდეებს აქვს მნიშვნელობანი 318 და 670 გამა შესაბამისად.

ზემოთ მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჩვენ მიერ გამოკვლეულ უბნებზე ΔH და ΔZ მერყეობენ მნიშვნელოვან ფარგლებში და ამავე დროს იჩენენ გარკვეულ ტენდენციას ამ ფარგლების კიდევ უფრო გაფართოებისაკენ. ეს დასკვნა, რომელიც წინათ ჩატარებულ სამუშაოებით მოპოვებულ მასალებსაც ითვალისწინებს, შეიძლება ერთგვარი სიფრთხილით თითქოს დაშქესანის საბადოს სხვა უბნებზედაც გავავრცელოთ.

მიღებული შედეგების გამო შეიძლება თამამად ითქვას, რომ ხელსაყრელი ფაქტორების წყალობით (მაგნიტური ობსერვატორიის სიახლოვე, თანამედროვე ზუსტი ხელსაწყოები და სხვ.) ჩვენ ძირითადად მოვახერხეთ ჩვენი ამოცანების გადაწყვეტა.

დასასრულ უნდა აღვნიშნოთ, რომ გარდა ამ ამოცანებისა, წინა შრომაში [1] ჩვენ დავსვით საკითხი, რომ აუცილებელია კიდევ ერთი მეტად საჭირო და რთული ამოცანის გადაწყვეტა: დაშქესანის საბადოსა და მომიჯნავე რაიონების დეტალური მიკროაგეგმვა თანამედროვე მაგნიტომეტრიის მოთხოვნილებათა მიხედვით. ამ მნიშვნელოვანი საბადოს ასეთი მიკროაგეგმვა წარმოადგენს არა მარტო თეორიულს, არამედ აგრეთვე დიდ პრაქტიკულ ინტერესს.

იმედი გვაქვს, რომ ამ დიდ საქმეს ითავეებს და გაუძღვება სსრკ-ის მეცნიერებათა აკადემიის აზერბაიჯანის ფილიალის სათანადო ინსტიტუტი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 12.8.1943)

М. З. НОДИА

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА НЕКОТОРЫХ УЧАСТКАХ ДАШКЕСАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ И КОБАЛЬТОВЫХ РУД (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ССР)

По поручению и на средства «Дашкесанстроая» Наркомцветмета СССР наш Институт летом и осенью 1942 года провел некоторые геофизические работы на одном из участков Дашкесанского месторождения кобальтовых руд, носящем название «Северного рудника». При проведении этих работ нам пришлось руководить магнитной группой, которой с рекогносцировочной целью, на основании договора с «Дашкесанстроаем», предстояло подвернуть детальной микросъемке площадь порядка 0,6 кв. км, расположенную по правому берегу ручья Чалуңц-ару.

Как нам представлялось, вряд ли следовало предпринимать изучение магнитного поля столь небольшого участка изолированно, не связав его с магнитными данными соседних участков, которые, должен отметить, в магнитном отношении также оказались неисследованными; более того, следовало бы по мере возможности все эти участки соответствующими маршрутными съемками связать с теми, где раньше производились магнитные съемки, и, таким образом, собрав необходимые наблюденные материалы, попытаться разрешить задачу, которая на основе проведенного нами анализа результатов предыдущих магнитных съемок Дашкесанского месторождения была нами поставлена в предыдущей нашей работе [1]. Задача эта, как видно из цитируемой работы, сводилась в основном к тому, чтобы восполнить пробелы, имевшиеся в работах предыдущих авторов, в особенности в отношении несильно-аномальных участков, совершенно не освещенных ими, а также в отношении точного определения измеренных ими величин [1]. Без предварительного разрешения этой задачи едва ли на Дашкесанском месторождении можно было вести какие-либо полноценные магнитные работы и тем более детальную магнитную микросъемку его, необходимость которой с достаточной очевидностью показана в той же нашей работе [1].

В полном соответствии с тем, что сказано выше, мы рещили параллельно с договорной работой провести и ту, которая необходима была для разрешения поставленной нами задачи.

Должен отметить, что для этих работ, по независящим от нас причинам, в нашем распоряжении оказалось мало времени—всего 12 дней (15-26 августа), вследствие чего мы лишены были возможности выполнить необходимые работы более полно. Тем не менее полученные результаты, как уви-

дим дальше, в значительной степени разрешают как поставленную выше задачу, так и ту, которая была обусловлена договором.

Рабочими приборами служили принадлежащие Институту магнитные весы Шмидта: вертикальные № 36971, работы Ленинградского завода «Геологоразведка» и горизонтальные № 234446, работы фирмы «Аскания верке». Перед поездкой в Дашкесан оба эти прибора на Душетской магнитной обсерватории были нами подвергнуты тщательному исследованию и соответствующей регулировке, после чего с помощью нормального магнитного теодолита обсерватории были определены магнитные моменты всех трех компенсационных магнитов (M_1, M_2, M_3), а также температурные коэффициенты $[\mu]$, цены одного деления шкал $[\varepsilon]$ и абсолютные значения нуль-пунктов (H_0 и Z_0) для обоих приборов. Так как в течение всего полевого периода оба прибора работали безукоризненно, в чем каждый день удостоверялись путем проверки их показаний и значений ε на контрольном пункте № 1, расположенном на площадке рудничного поселка, то после возвращения из Дашкесана мы на Душетской обсерватории ограничились повторным определением лишь H_0, Z_0 и ε . В результате этих определений и тех, которые были сделаны до поездки, при вычислениях мы пользовались следующими значениями:

Для горизонтальных весов
№ 234446:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 10,80 \\ M_1 &= 148,49 \\ M_2 &= 221,88 \\ M_3 &= 806,29 \\ \mu &= -3,2\end{aligned}$$

Для вертикальных весов
№ 36971:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 23,38 \\ M_1 &= 77,51 \\ M_2 &= 229,74 \\ M_3 &= 612,47 \\ \mu &= -4,8\end{aligned}$$

До поездки в Дашкесан:

$$H_0 = 24199$$

$$Z_0 = 40854$$

По возвращении из Дашкесана:

$$H_0 = 24230$$

$$Z_0 = 40809,$$

где ε, H_0 и Z_0 выражены в гаммах ($=\gamma$, причем $\gamma=0,00001$ эрстеда), а M_1, M_2 и M_3 —в абс. э.-м. единицах. При этом необходимо отметить, что разбросы отсчетов у обоих приборов обыкновенно не выходили за пределы 0,2 деления шкалы. Из сказанного видно, что оба прибора вполне удовлетворяли требованиям, предъявляемым полевым магнитным измерениям высокой точности.

В работах магнитной группы вместе с нами принимали участие на магнитной обсерватории ст. научн. сотр. обсерватории Н. А. Инцкирвели, а на поле—ст. научн. сотр. нашего института кандидаты физ.-мат. наук В. М. Джикия и Г. М. Прангишвили.



Кроме обусловленного договором участка, как выше было сказано, мы подвергли магнитной микросъемке, правда в весьма небольших масштабах, также некоторые маршруты на участках, примыкающих к договорному. В каждом пункте наблюдения в отдельности определялись величины ΔH и ΔZ , причем такие определения были сделаны в 251 пункте, из которых 181 пункт располагается на договорном участке; 18 пунктов (№№ 34—51)—по маршруту (первому) в направлении к горе Ялдаш, не доходя до нее, а затем по дороге к сел. Баян, не доходя до него, т. е. по маршруту, огибающему договорный участок с восточной стороны; 21 пункт (№№ 98—118)—по маршруту (второму) к выработкам б. Фирмы Сименс; 31 пункт (№№ 221—251)—по маршруту (третьему) к сел. Нижний Дашкесан и дальше в направлении к выработкам на участке б. Розендорфа, не доходя до них. Расстояния между пунктами на договорном участке колеблются в пределах 20—50 м, а по маршрутам—от нескольких десятков до 350 м и более.

Результаты измерений ΔH и ΔZ , после их перевода в гаммы с внесением поправок за температуру и вариацию, мы, располагая абсолютными значениями H_0 и Z_0 , а также абсолютными же значениям H и Z на Душетской магнитной обсерватории, дали в виде отклонений от нормальных значений H_D и Z_D для Дашкесана; последние нами были получены теоретически, путем учета изменения H и Z в зависимости от геомагнитных координат Дашкесана при условии принятия магнитного поля на территории Душетской магнитной обсерватории нормальным, что следует признать достаточно обоснованным, имея в виду наше исследование [3] и неопубликованные данные магнитной обсерватории. Таким образом, подчинив выбор нормальных значений $H_D = 24747\gamma$ и $Z_D = 40200\gamma$ для Дашкесана (эпоха—1942 г., август месяц) научно обоснованным требованиям, мы лишили их элементов произвола, вследствие чего величины ΔH и ΔZ с достаточной степенью точности могут служить характеристикой соответствующих пунктов в магнитном отношении. Данные, приведенные выше, показывают, что нам с помощью весов Шмидта, которые, как известно, не являются абсолютными приборами, удалось определить абсолютные значения H и Z и притом, как нетрудно проверить на основании тех же данных, с точностью не ниже принятой при генеральной магнитной съемке.

Переходя к анализу величин ΔH и ΔZ , мы в отношении этих величин ограничимся здесь лишь некоторыми замечаниями. Прежде всего следует отметить, что эти величины колеблются в достаточно узких пределах, порядка $\pm 300\gamma$, около средних значений $\Delta H = +400\gamma$ и $\Delta Z = -500\gamma$, и таким образом, можно сказать, что исследованный нами район в основном является положительно-аномальным в отношении ΔH и отрицательно-аномальным в отношении ΔZ . Резкие исключения из этого положения, как следо-

вало ожидать, представляют пункты, расположенные на подступах к залежи железной руды (по маршруту второму), где ΔH принимают отрицательные значения порядка нескольких сот гамм, а ΔZ — положительные значения порядка одной тысячи гамм; следует, однако, отметить, что у самой залежи знаки ΔH и ΔZ опять меняются на обратные, а абсолютные их величины достигают нескольких тысяч гамм (для ΔH до 3500Г, п. № 117; для ΔZ до 8000Г, п. № 116), хотя там же на п. 115, находящемся всего в 25 метрах от п. № 116, наблюдалось ΔZ порядка +4000Г, и таким образом, соответствующая разность между значениями ΔZ достигала до 12000Г.

Надо отметить, что, вследствие большой чувствительности наших приборов, мы, без совершенно нежелательного изменения их чувствительности, не были бы в состоянии точно измерить аномальные ΔH и ΔZ , которые по абсолютной величине были бы больше вышеприведенных. Но в этом и не было надобности, поскольку порядок аномалий на этих участках более или менее известен на основании предыдущих исследований [4,5]. На некоторых пунктах первого и третьего маршрутов также можно наблюдать отрицательные значения ΔH , достигающие нескольких сот и даже до—1450 (п. № 42) гамм. Кроме этого, на договорном участке есть еще три изолированно стоящих пункта (№№ 17, 170, 122), где ΔZ принимает положительные значения, причем на одном из них (п. № 170) оно достигает +1200 гамм. Интересно отметить также, что на контрольном пункте ΔH и ΔZ имеют соответственно значения 318 и 670 гамм.

Из приведенных выше данных видно, что ΔH и ΔZ на исследованных нами участках колеблются в значительных пределах с явной тенденцией к еще большему расширению этих пределов. Это заключение с известным основанием, вытекающим из нашей работы и работ предыдущих авторов [4,5], можно, повидимому, с некоторой осторожностью распространить и на другие участки Дашкесанского месторождения.

На основании приведенных выше результатов нетрудно видеть, что нам, благодаря целому ряду благоприятных факторов (близость магнитной обсерватории, современные точные приборы и пр.), в основном удалось восполнить пробелы, имевшиеся в работах предыдущих авторов и тем самым разрешить ту задачу, которая нами была поставлена в предыдущей работе [1] и о которой говорилось также в начале этой работы.

В заключение следует отметить, что, кроме этой задачи, в предыдущей работе [1] нами была поставлена еще одна более важная и сложная проблема о необходимости проведения детальной магнитной микросъемки Дашкесанского месторождения и примыкающих к нему районов на уровне требований современной магнитометрии. Такая микросъемка этого месторождения представляет значительный научно-теоретический и практический интерес,



вследствие чего, по нашему мнению, ее следовало бы возглавить соответствующему институту Азфилиала АН СССР.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт физики и геофизики
Тбилиси

GEOPHYSICS

NFW DATA CONCERNING THE MAGNETIC FIELD OF THE IRON
AND COBALT ORES ON SOME TRACTS OF THE DASHKESAN LAYER
(AZERBAIJAN SSR)

By M. Z. NODIA

Summary

In summer of the year 1942 in carrying out a magnetic microsurvey (in accordance with the contract made by the Institute of Physics and Geophysics with «Dashkesanstroy»), on the so-called «Northern mine», situated on the right shore of the brook Chalunz-arū, we succeeded, chiefly in filling up the gaps of the magnetic works of previous authors on the Dashkesan layer and thereby in solving the problem which has been put by us in a previous work [1]. This task was coming, chiefly to the elucidation in the magnetic relation of the not strongly anomalous strips of the Dashkesan bed, which did not find reverberation in the works of previous authors and to the establishment of the absolute values of the normal field of this layer which would enable us to make more exact the measured magnetic values of previous authors. For this purpose, besides the section provided for in the agreement, we conducted a microsurvey on certain itineraries, among which there were such ones, in which a magnetic survey had been made by previous authors. Necessary data, characterizing the magnetic field of the explored parts, are brought forward in this work. Owing to the proximity of the magnetic observatory to the fine specimens of horizontal and vertical balances of Schmidt, by means of which all the field works were made, and to other measures, we succeeded in establishing, not only the relative values of the horizontal and vertical components (ΔH and ΔZ), but also their absolute values with the preciseness habitual for absolute field magnetical definitions.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Institute of Physics and Geophysics
Tbilissi

საბიბლიოგრაფიული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. М. З. Нодиа. Некоторые замечания по поводу магнитных съемок, проводившихся различными авторами на Дашкесанском месторождении. Сообщ. АН Груз. ССР, т. IV, № 7.
 2. Г. А. Кремчуков. Очерк геологического строения Дашкесанского месторождения кобальтово-мышьяковых руд (рукопись).
 3. М. З. Нодиа. Магнитное поле Кавказского перешейка. Тр. Тбиз. Геоф. Инст., т. V, 1939.
 4. Д. Л. Ортенберг. Очерк Дашкесанского месторождения железных руд по данным магнитометрической съемки 1923 и 1924 гг. Тр. Гл. Геол.-разв. Управл. ВСНХ СССР, вып. II, Москва-Ленинград, 1930.
 5. К. Н. Паффенгольц. Дашкесан и Заглик Тр. Геол. Ком., изд. Геол. Ком., Ленинград, 1928.
-



დ. პრისტავი

ჰიათურის შავი ქვის საბადოს მადნებში ნიკელის და კობალტის
 შემცველობის შესახებ

ჰიათურის შავი ქვის საბადო მსოფლიოში ლითონური მანგანუმის უდიდეს წიაღს წარმოადგენს. მიუხედავად იმისა, რომ ჰიათურის შავი ქვის ექსპლუატაცია დიდი ხანია წარმოებს⁽¹⁾, მისი მადნების მრავალლითონიანობის შესწავლა და კერძოდ კი ნიკელის და კობალტის შემცველობის დადგენა მხოლოდ უკანასკნელ წლებში დაიწყო. ჰიათურის შავი ქვის მადნებში ნიკელის და კობალტის შემცველობის შესახებ, რომელთა არსებობა გეოქიმიის თვალსაზრისით აუცილებელი უნდა ყოფილიყო, მკვლევარებმა ერთმანეთის საწინააღმდეგო აზრი გამოთქვეს. ასე; მაგალითად, ზოგიერთი მკვლევარი [1] ადასტურებს პიროლუზიტ-პსილომელანური შავი ქვის სამრეწველო მადნებში ნიკელის და კობალტის უთანაობას. ზოგიერთი მკვლევარი კი [2] დღეისათვის არა სამრეწველო მნიშვნელობის კარბონატულ მადნებისათვის ნიკელის შემცველობის გადიდებულ რიცხვს იძლევა. აღვნიშნოთ ამ შეუფერებლობის ძირითადი მიზეზი. ხშირად ქიმიური ანალიზის შედეგებს ელემენტთა რიცხვის და მათი განსაზღვრის სიზუსტის საკითხში გაურკვევლობა ახასიათებს. ჩვენი აზრით, შავი ქვის მადანში ნიკელის და კობალტის შემცველობის გაურკვევლობის მთავარი ნაკლი სწორედ ამით უნდა აიხსნას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის თბილისის ქიმიის ინსტიტუტის ანალიზურმა ლაბორატორიამ უკანასკნელი რამდენიმე წლის განმავლობაში მუშაობა ჩაატარა ჰიათურის შავი ქვის საბადოს ცალკეული ზეგნების და ფენების მადნების ქიმიური დახასიათებისათვის [3]. ამ დიდი მოცულობის სამუშაოში მარგანტრესტის გეოლოგიური განყოფილება საგრძნობ და აუცილებელ დახმარებას გვიწვედა. მრავალრიცხოვანი ანალიზების საფუძველზე უდაოდ დასტურდება შავი ქვის მადნებში ნიკელის და კობალტის არსებობა ისეთი რაოდენობით, რომელიც განსაზღვრება ჩვეულებრივი ქიმიური ანალიზის მეთოდებით. გასაგები მიზეზების გამო, ამ ორი სტრატეგიული ლითონის საბადოსათვის დამახასიათებელ ექსპერიმენტული გავრცელების მრუდს და ანალიზის შედეგებს ვერ მოვიყვანთ.

ჰიათურის შავი ქვის მადნებში ნიკელის და კობალტის კონცენტრაცია რამდენჯერმე მეტია, ვიდრე მათი კლარკი. მიუხედავად ამისა, ამ ორ ელემენტს

⁽¹⁾ ჰიათურის შავი ქვის მადნის ექსპლუატაციის დასაწყისად 1879 წელი უნდა ჩაითვალოს.

დამოუკიდებელი მნიშვნელობა არა აქვთ, მაგრამ მათი შემცველობის აღნუსხვა მადნის ტექნოლოგიური ვადამუშავების პროცესებში აუცილებელია. ასე, მაგალითად, მეტალური მანგანუმის ელექტროლიზით მიღების დროს [4] ნიკელისა და კობალტის კონცენტრატების დაგროვება აუცილებელივ უნდა წარმოებდეს.

ჭიათურის შავი ქვის საბადოს მადნებში ნიკელის და კობალტის უდავო თანაპოვნიერების საფუძველზე, საინტერესოა განხილულ იქნეს ამ ორი ელემენტის მადანში თანაპოვნიერების მიზეზი, ნიკელისა და კობალტის ვალენტობის ხარისხი და ნაერთის ბუნება, რომლის სახითაც ეს ორი ელემენტი შავი ქვის მადანში იმყოფება.

ეს საკითხი ჩემ მიერ საკმაოდ ვრცლად იყო მოხსენებული საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტში და აგრეთვე საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტის VI სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე [5].

აქ მე მინდა გავაცნო მკითხველს ძირითადი დასკვნები. საკითხის განხილვის დროს ერთი მხრით ვისარგებლებთ ანალიზურ-დედუქციური მეთოდით, უმთავრესად ქიმიური ანალიზების შედეგებით [6], რადგან შავი ქვის მადანში ნიკელის და კობალტის ნაერთების პეტროგრაფიული და მინერალოგიური შესწავლა შეუძლებელია, მეორე მხრით, გამოყენებული იქნება სინთეზურ-ინდუქციური მეთოდი მოდელირების წესით.

ვინაიდან შავი ქვის მადანში ნიკელის და კობალტის კონცენტრაცია დამოკიდებულია თვით საბადოს გენეზისზე [7, 11]⁽¹⁾, მე მინდა განვიხილო საგულვებელი და შესაძლებელი პროცესები, რომლებიც მადნის წარმოშობის დროს ბუნებაში მიმდინარეობდენ⁽²⁾. შავი ქვის მადნებში ნიკელის და კობალტის შემცველობის მიზეზის დადგენაში საკითხის ასეთი განხილვა დიდ დახმარებას გავიწევს.

ლითონური მანგანუმის, ნიკელის და კობალტის წყაროდ, ჭიათურის შავი ქვის მადნების ჩამოყალიბებისათვის, ამ საბადოს აუზის გეოლოგიური გარემოცვა უნდა იყოს მიჩნეული. ჭიათურის საბადოს გარშემორტყმული რაიონის გეოლოგიური აღნაგობა საკმაოდ რთულია. ჭიათურის გარშემო განვითარებულია როგორც კარცული, ისე უფრო ძველი ნალექი ქანები და მთელი რიგი როგორც მჟავე, ისე ფუძე მაგმური ქანები. თუ მანგანუმს, ნიკელს და კობალტს ერთი საერთო წყარო ჰქონდათ, რომელიც იმყოფებოდა ჭიათურის მადნის აუზის ირგვლივ, მაშინ მანგანუმი, ნიკელი და კობალტი შეიძლება გამოტანილი ყოფილიყო ერთი და იმავე რაიონის სხვადასხვა ქანიდან. ნელი დინების მდინარის წყლები, რომელნიც ნახშირის ორქანგს შეიცავდნენ, ანგრევდნენ და ნაწილობრივ ხსნიდნენ მანგანუმის შემცველ ქანს. გამოფიტვის ხსნარს მანგანუმი იონურ-დისპერსულ მდგომარეობაში ზღვის ნაპირისკენ გადაჰქონდა. მანგანუმთან ერთად მდინარეს იმავე წყლით ან სხვა ნაკადით ხმელეთიდან გამოჰ-

⁽¹⁾ ჭიათურის შავი ქვის საბადოს გენეზისის და სტრატეგრაფიული საკითხები განხილულია W. de La Souce მონოგრაფიაში [8], იხ. აგრეთვე ს. ჩიხელიძის მიმოხილვა [9] და ა. ვავაშვილის მონოგრაფია [10].

⁽²⁾ ამ საკითხის შესახებ უფრო ვრცლად ჩემ მიერ თავის დროზე იქნება მოხსენებული.



ქონდა ნიკელი და კობალტი. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ორვალენტოვანი მანგანუმის, ნიკელის და კობალტის ბიკარბონატები ხასიათდებიან მიგრაციის დიდი უნარით. მდინარის წყლებით ხმელეთიდან გამოტანილი ამ ლითონთა იონურ-დისპერსული ბიკარბონატული ხსნარები ზღვის წყლებთან შეხვედრისას წინასწარი ჟანგვითი პროცესის ხარჯზე, რომელიც უმთავრესად მარჩბი აუზში უნდა ჩატარებულყო, გამოყოფდნენ ამ ლითონებს მყარ ფაზაში ჟანგეულების სახით. მაგრამ უფრო სწორ და შესაძლებელ მოსაზრებად უნდა ჩაითვალოს შემდეგი: მანგანუმის, ნიკელის და კობალტის იონურ-დისპერსული ბიკარბონატული ხსნარები ზღვის წყალთან შეხებისას განზავების, ჟანგვის და ჰიდროლიზის შედეგად წარმოშობდნენ კოლოიდურ ხსნარებს. მანგანუმის ჟანგეულების და ჰიდროჟანგების ზოლის ნაწილაკები იმუხტებოდნენ უარყოფითად, ნიკელის და კობალტის ჰიდროჟანგთა ზოლების ნაწილაკები — დადებითად. მოპირდაპირე მუხტის მქონე ნაწილაკთა ნაწილობრივ ურთიერთქმედების, უმთავრესად კი ზღვის წყლის, ელექტროლიტების ხარჯზე წარმოებდა მანგანუმის ჟანგეულების და ჰიდროჟანგების ზოლთა კოაგულაცია (უფრო სწორად სედიმენტაცია), სხვადასხვა ხარისხის მქონე მანგანუმის ჟანგეულების სათანადო გელების წარმოშობით, უმთავრესად კი მანგანუმის ორჟანგის გელის წარმოშობით. უნდა აღვნიშნოთ, რომ კოლოიდური გელის სახით ჩვენ წარმოდგენილი გვაქვს მყარი ფაზა კოლოიდური სისტემისათვის დამახასიათებელი დისპერსობის ხარისხით.

ვინაიდან კოაგულაციის პროცესი ადსორბციას ეყრდნობა, უნდა დავასკვნათ, რომ ადსორბციის ძალების ხარჯზე ნიკელი და კობალტი მანგანუმის ჟანგეულების და ჰიდროჟანგების უარყოფითი მუხტის მქონე ზოლების კოაგულაციის დროს ერთდროულად ილექებოდნენ. შავი ქვის მადანში ნიკელის და კობალტის თანაპოვნეობის მიზეზი შეიძლება სხვანაირადაც ახსნილიყო, სახელდობრ, მანგანუმის ნაერთთა კოაგულაციის დროს ამ ორი ელემენტის არა უმუშალო თანჩატაცებით, არამედ გელებში მომდევნო პროცესებით. თუ ნიკელი და კობალტი მადნის წარმოშობის შემდეგ მდინარის წყლით იყო მოტანილი, მაშინ ნიკელის და კობალტის მადანში შედარებით მდიდარ ჩართვებს უნდა ჰქონოდა ადგილი, რასაც სინამდვილეში ადგილი არა აქვს, ამიტომ ეს ნაკლებად შესაძლებელი ვარიანტია. შეიძლება გვეფიქრა, რომ მდინარის წყალს ხმელეთიდან მხოლოდ მანგანუმი გამოჰქონდა და რომ მყარი ფაზა თავისი ფორმირების დროს ნიკელსა და კობალტს ზღვის წყლიდან ღებულობდა. მძიმე ლითონების შემცველობის შესწავლის საფუძველზე დადგენილია საინტერესო და ჯერ აუხსნელი ფაქტი, ნიკელის და კობალტის ზღვის წყალში უთანაობის შესახებ [12].

სხვა ფაქტორთა შორის, რომლებიც მადნის ჩამოყალიბების პროცესს ხელს უწყობდნენ, განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს წყალბად იონთა კონცენტრაციის ზეგავლენა, რომლის დროსაც ნალექის წარმოშობა წარმოებდა და ამ ნალექების ხსნადობის უნარიანობა.

განზავებულ ხსნარებიდან ზოგიერთი ჰიდროჟანგის გამოყოფის დროს, ხსნართა P_{H_2} -მნიშვნელობები და ნალექების ხსნადობის ნაწარმის L_p რიცხვები ქვემოთ ცხრილშია ნაჩვენები.

მოყვანილ ცხრილიდან ჩანს, რომ განზავებულ ხსნარებიდან ჰიდროჟანგე-

ბის ნორმალურ გამოყოფისათვის P_H — სიდიდეთა ვიწრო არე არსებობს. P_H სიდიდეთა ზღვრების ფარგლების რიგი ამ ნალექთა ხსნადობის ნაწარმის მნიშვნელობათა პარალელურია.

ცხრილი 1⁽¹⁾

ჰიდროჟენი	P_H	L_p
$Fe(OH)_3$	2,0 (?)	$1,1 \cdot 10^{-36}$
$Fe(OH)_2$	5,5	$1,6 \cdot 10^{-14}$
$Ni(OH)_2$	6,7	$8,7 \cdot 10^{-19}$
$Co(OH)_2$	6,8	$1,6 \cdot 10^{-18}$
$Mn(OH)_2$	8,5-8,8	$4,0 \cdot 10^{-14}$

ჩვენ ცდებში $Mn(OH)_2$ -ის გამოყოფას ნალექის სახით უფრო ადრე აღვნიშნავდით, ვიდრე ხსნარის P_H აღწევდა 8,5 სახელდობრ, როცა მიაღწევდა 7,6—7,9 სიდიდეს. ამ ფაქტის გარკვევა შემდეგნაირად შეიძლება: $Mn(OH)_2$ ადვილად იჟანგება წყალში გახსნილ ჟანგბადის და ჰაერის ჟანგბადის ხარჯზე უფრო მაღალი ხარისხის ვალენტობის მქონე მანგანუმის ნაერთის $MnO(OH)_2$ წარმოშობით.

უკანასკნელი უფრო ძნელად ხსნადია, ვიდრე $Mn(OH)_2$ და ამით ირღვევა $Mn(OH)_2$ ნალექის სახით ნორმალური გამოყოფა [13].

ამრიგად, გელის წარმოშობის დროს, ადსორბციული ძალების, გარდა ხსნართა P_H -ის და ნალექთა ხსნადობის ნაწარმის თვალსაზრისით დამატებითი და ხელსაყრელი პირობები იქმნებოდა მანგანუმის, ნიკელის და კობალტის ერთდროული გამოყოფისათვის.

კოლოიდური ხსნარებიდან მყარი ფაზის გამოყოფის დროს გელები წყლის დიდ რაოდენობას შეიცავდნენ და წყლით მდიდარ წარმონაქმნს წარმოშობდნენ. კოლოიდური ნალექები დროის განმავლობაში ბერდებოდნენ (დიაგენეზის). ამ პროცესთან მჭიდრო კავშირში სინერეზისის პროცესი მიმდინარეობდა, რომლის დროსაც გელების სისტემატური გაუწყლოვნება წარმოებდა.

პირველადი გელის ამ ცვლილებების რთული კომპლექსი, მაღალი ტემპერატურის და დიდი წნევის გარეშე, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარეობდა, შავი ქვის მადნის წარმოშობით.

შავი ქვის მადანში ნიკელის და კობალტის ნაერთის ბუნების გარჩევა ამ წერილის მეორე ძირითად საკითხს წარმოადგენს და მის გარკვევაზე გადავდივართ.

ფიზიკურ-ქიმიურ და თერმოდინამიკურ მოსაზრებათა საფუძველზე ჩვენ დიდ მნიშვნელობას ვაკუთვნებთ იმ ჟანგვითი გარემოცვას, რომლის დროსაც მადნის ჩამოყალიბებას ჰქონდა ადგილი. ჟანგბადის ზონაში სათანადო პირობა

(1) ცხრილში მოცემული მნიშვნელობები ლიტერატურული წყაროებიდან არის ამოკრეფილი.



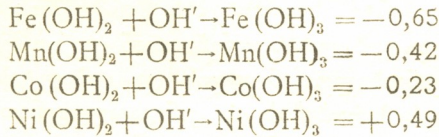
იქმნებოდა ზღვის ოლიტური მანგანუმის ქანგეულებისაგან შემდგარ შავი ქვის მადნის წარმოშობისათვის. ამის გამო მანგანუმი მადანში სხვადასხვა ხარისხის ვალენტობის ქანგეულებით არის წარმოდგენილი და ხელმძღვანელ ელემენტს წარმოადგენს პარაგენეზისში სხვა ელემენტთა შორის, რომელნიც მადანს შეადგენენ. მანგანუმის ნაერთებს მადანში სერიოზული ზეგავლენა უნდა მოეხდინა ნიკელის და კობალტის ნაერთთა წარმოქმნის საქმეში. ჩვენი აზრით ეს ორი ელემენტი მადანში ქანგეულების სახით იმყოფებიან, მით უმეტეს, რომ ამ ელემენტთა სათანადო ქანგეულების წარმოქმნის სითბო უფრო მეტ სიდიდეს წარმოადგენს, ვიდრე ამავე ელემენტის სულფიდების წარმოქმნის სითბო⁽¹⁾. ეს უკანასკნელი ფაქტი ნიკელის და კობალტის ქანგებადთან უფრო მეტი კავშირის უნარიანობას ადასტურებს. განვიხილოთ ნიკელის და კობალტის ვალენტობის ხარისხის საკითხი გარემოცვის პირობების და ქანგვა-აღდგენითი პროცესების თვალსაზრისით. უპირველეს ყოვლისა განვიხილოთ ნიკელისა და კობალტის ქანგეულების ფორმები. ლიტერატურაში უფრო ხშირად ხსენებულ ნიკელის ქანგეულებიდან: Ni_2O , NiO , Ni_3O_4 , Ni_2O_3 და NiO_2 მხოლოდ ორი ქანგეულის, სახელდობრ NiO და NiO_2 , არსებობა კამათს არ იწვევს. რენტგენოგრაფიული კვლევის საფუძველზე Ni_3O_4 და Ni_2O_3 , NiO -ს და NiO_2 -ის მყარ ხსნარებს წარმოადგენენ [14].

აქვე უნდა აღინიშნოს რენტგენოგრაფიული ანალიზის შედეგები Ni_2O -ის არსებობის შესახებ. როგორც დამტკიცდა [15], ვითომითი Ni_2O სინამდვილეში Ni და NiO -ს ნარევეს წარმოადგენს. ძველ ლიტერატურაში მითითებებს ვხვდებით კობალტის სხვადასხვა ვალენტობის ხარისხის შესაფერი ქანგეულების² არსებობის შესახებ: Co_2C , CoO , Co_3O_4 , Co_2O_3 და CoO_2 . თანამედროვე კვლევის საფუძველზე, რენტგენოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით, მხოლოდ სამი ქანგეულის არსებობა არის დამტკიცებული: CoO , Co_3O_4 და Co_2O_3 [16]. კობალტის სხვა ტიპის ქანგეულები, როგორც დამტკიცდა [17] CoO და Co_3O_4 -ის ქანგეულების მიერ სხვადასხვა რაოდენობით ადსორბირებულს ქანგებადის უდევარ შემდეგ სისტემებს წარმოადგენენ: $CoOxO_2$ და $Co_3O_4xO_2$, რომლებიც არაქიმიური ნაერთები არიან. ზემოთხსენებული ქანგეულებიდან მხოლოდ CoO და Co_3O_4 დამოუკიდებელ ქანგეულების სახით შეიძლება მიღებულ იქნეს. Co_2O_3 ქანგეული $Co_2O_3xH_2O$ -ს სახით მხოლოდ ჰიდრატირებულ მდგომარეობაში არსებობს. ამ ჰიდრატირებული ქანგეულის სრული გაუწყლოვნება ქანგებადის დაკარგვით მიმდინარეობს და 265° ზევით Co_2O_3 გადადის Co_3O_4 ქანგეულში. თავის ადგილზე ჩვენ აღვნიშნეთ, რომ ხმელეთიდან მდინარის წყლით გამოტანილი ნიკელის და კობალტის იონურდისპერსული ხსნარები ზღვის წყალთან შეხებისას განიცდიდენ ჰიდროლიზს შემდეგი სქემის მიხედვით:

$Me(HCO_3)_2 + 2H_2O \rightarrow Me(OH)_2 + 2H_2CO_3$ ნიკელის და კობალტის ჰიდროქსიდების კოლოიდური ხსნარების წარმოშობით, რომლებიც ადსორბირდებო-

⁽¹⁾ ნიკელის და კობალტის ნაერთთა წარმოქმნა დაკავშირებული რომ ყოფილიყო იმ უბნებთან, რომლებშიდაც გოგირდწყალბადოვანი დუღილის ხარჯზე სულფიდები არის განვითარებული, რა თქმა უნდა, ნიკელი და კობალტი მადანში სულფიდების სახით იქნებოდნენ წარმოდგენილი.

დენ მანგანუმის ჟანგეულების და ჰიდროჟანგების კოლოიდური ნაწილაკებით. აღსორბციის პროცესის დაწყებამდე, და უმთავრესად კი მის შემდეგ, ჟანგბადის ზონაში მოხვედრილი კობალტის ჰიდროჟანგი სუსტ ტუტე გარემოში დაჟანგვას განიცდიდა მანგანუმის და რკინის მსგავსად და ნიკელისაგან განსხვავებით. $\text{Co}(\text{OH})_2$ ხსენებულ არეში ადვილად იჟანგება და $\text{Co}(\text{OH})_3$ -ს წარმოშობს. ამის საილუსტრაციოდ მოვიყვან ამ რეაქციათა ნორმალურ ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალთა სიდიდეებს ვოლტებში გამოსახულს.



როგორც ცნობილია, ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში აღმდგენელი იჟანგება და დამჟანგველი აღსდგება. რამდენადაც რეაქციის დადებითი პოტენციალის სიდიდე მცირეა და დიდია მისი უარყოფითი პოტენციალის სიდიდე, მით მეტია აღმდგენელის უნარი. ტუტე გარემოში ორვალენტოვან კობალტის ჰიდროჟანგის სამვალენტოვან ჰიდროჟანგში გადასვლის ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი უარყოფით სიდიდეს წარმოადგენს. ეს იმას ნიშნავს, რომ ორვალენტოვანი კობალტის ჰიდროჟანგი ადვილად იჟანგება $\text{Co}(\text{OH})_3$ წარმოშობით. ორვალენტოვანი ნიკელის ჰიდროჟანგი $\text{Ni}(\text{OH})_3$ -ში გადასვლისას ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი დადებით სიდიდეს წარმოადგენს, ე. ი. $\text{Ni}(\text{OH})_2$ გაცილებით ცუდად იჟანგება. ზემოთ მოყვანილ მოსაზრებათა გამო ჭიათურის შავი ქვის მადნებში სამვალენტოვანი კობალტის $\text{Co}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ სახით, ხოლო ორვალენტოვანი ნიკელის NiO -ს სახით შემცველობა უფრო შესაძლებლად მიგვაჩნია.

ჭიათურის შავი ქვის საბადოს მრავალრიცხოვან ნიმუშთა ქიმიური ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ კარბონატული და ოქსიდური მადნების თანასწორფასიანობა ნიკელის და კობალტის შემცველობის მიმართ. კარბონატული მადნები არავითარ შემთხვევაში არ განსხვავდებიან ოქსიდური მადნებისაგან ნიკელის და კობალტის შერჩევითი და სპეციფიკური კონცენტრაციით, როგორც ეს ზოგიერთ ავტორს ეგონა [1]. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენ მიერ მანგანუმის შლამში ნიკელის და კობალტის ისეთი რაოდენობა იყო დადგენილი [18], როგორსაც ოქსიდური მადნები შეიცავენ. ოქსიდური მადნები კი, როგორც ცნობილია, ძირითადად ფსილომელანისაგან, პიროლუზიტისაგან და მანგანიტისაგან შედგებიან. ჩრდილო-დასავლეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ზეგნების მადნის ცალკეული შრეები, როგორც ფენების ჰორიზონტული გავრცელებით, ისე ვერტიკალური მიმართულებით, ნიკელს და კობალტს თითქმის მუდმივი რაოდენობით და შემდეგი ერთნაირი შეფარდებით შეიცავს $\text{Ni}:\text{Co}=13,6:1$; მოყვანილი შეფარდების თანახმად ჭიათურის შავი ქვის საბადოს მადნები 13,6-ჯერ მეტ ნიკელს შეიცავენ, ვიდრე კობალტს. უკანასკნელი ფაქტი შეიძლება ახსნილიყო მანგანუმის ჟანგეულების და კოლოიდური მანგანუმის ორჟანგის ნიკელის მიმართ სპეციფიკური და შედარებით დიდი აღსორბციის უნარით.

ჩემს ლაბორატორიაში ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა ცდებმა მნიშვნელოვანად დაადასტურეს მანგანუმის ორჟანგის და მისი კოლოიდური ხსნარის ნიკელის და კობალტის მიმართ თანასწორი და არა შერჩევითი ადსორბცია [19]. ქიათურის შავი ქვის საბადოს მადნებში ნიკელის კობალტთან შედარებით დიდი კონცენტრაცია, ჩემი აზრით, შემდეგით უნდა აიხსნას. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ქიათურის საბადოს გეოლოგიური გარემოცვა ნიკელის და კობალტის წყაროდ უნდა იყოს მიჩნეული. ის ქანები, საიდანაც მდინარის წყალს ნიკელი და კობალტი ქიათურის საბადოს რაიონში დასაღებად გამოჰქონდა, ალბათ ამ ელემენტებს ისეთი შეფარდებით შეიცავდენ, როგორითაც ამჟამად ისინი ქიათურის შავი ქვის საბადოს მადნებში იმყოფებიან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ქიმიის ინსტიტუტის
ფიზიკური მეთოდებით კვლევის ლაბორატორია

(შემოვიდა რედაქციაში 27.7.1943)

ХИМИЯ

Д. И. ЭРИСТАВИ

К ВОПРОСУ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА В МАРГАНЦЕВЫХ РУДАХ ЧИАТУРА

Резюме

1. В отношении содержания в марганцевой руде Чиатура никеля и кобальта, наличие когორых, исходя из геохимических соображений, считалось вероятным, у исследователей сложились самые разноречивые мнения.

Так, например, некоторые исследователи констатируют в пиролюзитово-псиломелановых промышленных марганцевых рудах отсутствие никеля и кобальта. Некоторые же исследователи для ныне непромышленных карбонатных руд дают повышенное содержание никеля.

2. Аналитическая лаборатория Химического института Академии Наук Грузинской ССР провела работу по химической характеристике марганцевых руд по отдельным нагорьям и пластам.

На основании более 300 анализов теперь с точностью стало известно, что в окисных и карбонатных рудах находится никель и кобальт, в количествах, определяемых обычными способами химического анализа.

3. Среднее весовое процентное содержание этих элементов в марганцевой руде Чиатура в несколько раз превышает их весовой кларк.

Несмотря на то, что концентрация этих элементов в марганцевой руде выше их кларков, нужно отметить, что они все-таки самостоятельного значения не имеют, но учитывать их содержание при некоторых процессах



переработки руды необходимо. Так, например, при электролитическом получении чистого никеля и кобальта нужно извлекать в виде ценных концентратов для их дальнейшего использования.

4. На основании химического изучения состава отдельных рудных прослоев северо-западных и юго-восточных нагорий как по простиранию, так и по вертикали, можно заключить об одинаковой никеленосности и кобальтоносности марганцевых руд. При этом особо следует отметить, что как карбонатные, так и окисные руды не обладают специфической избирательной концентрацией, в смысле накопления значительных запасов никеля или кобальта. Отклонения в узких пределах от среднего значения содержания их в руде считаем естественным признаком. Отношение среднего весового процентного содержания никеля и кобальта в марганцевой руде Чиатура— $Ni:Co=13,6:1$.

5. Учитывая бесспорное наличие никеля и кобальта в марганцевой руде, автор выясняет причины наличия никеля и кобальта с точки зрения адсорбции. Затем разбираются вопросы: в виде какого соединения находятся эти элементы и в какой степени валентности никель и кобальт содержатся в марганцевой руде?

6. На основании того, что концентрация никеля и кобальта в марганцевых рудах связана с генезисом самих руд, в статье разбираются предполагаемые и возможные процессы, которые могли происходить в природе во время образования руды. Не претендуя на исчерпывающую полноту, автор излагает свои соображения о химической стороне вопроса генезиса Чиатурских руд.

7. Автор считает, что никель и кобальт захватывались непосредственно, за счет адсорбционных сил, во время коагуляции отрицательных зелей окислов и гидроокислов марганца.

Наряду с другими факторами, которые способствовали нахождению никеля и кобальта в марганцевой руде, отмечается влияние концентрации водородных ионов среды, в которой происходило осаждение и фактор растворимости соединений.

8. Придавая большое значение физико-химической и термодинамической обстановке формирования руды в кислородной зоне, при которой создавались условия образования морских оолитовых марганцевых руд, состоящих из окислов марганца, правильнее считать, что никель и кобальт находятся в руде в виде окислов.

9. С точки зрения окислительно-восстановительных процессов и условий среды, в которой происходило образование месторождения, разбирается степень валентности никеля и кобальта в марганцевой руде.

В виду того, что в щелочной среде $Co(OH)_2$ очень легко окисляется в $Co(OH)_3$, аналогично железу и марганцу и в отличие от никеля, автор считает наиболее вероятным существование кобальта в трехвалентной фор-

ме, в виде окисла типа $\text{Co}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, а никеля в двухвалентной форме в виде NiO .

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический институт
Лаборатория физических методов исследования

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Гинзбург. Советская геология, т. IX, № 4—5, 60, 1939.
2. А. В. Гавашели. Разведка недр. № 12, 18, 1938.
3. Химический анализ марганцевых руд. Тр. Тбил. Хим. инст., т. V, 1942.
4. Р. И. Агладзе. Горный журнал, № 12, 1939; Известия Академии Наук СССР № 1—2, 15, 1942.
5. Д. И. Эристави. Тезисы к докладам на VI научно-технической конференции Груз. Индустр. инст. им. С. М. Кирова, 119, 1943.
6. ქიათურის შავი ქვის საბადოს მადნების ქიმიური ანალიზის შედეგები, ხელთნაწერი ინახება ქიმიის ინსტიტუტის ანალიზურ ლაბორატორიაში.
7. А. Г. Бетехтин. Записки Ленинградского горного инст., т. XI, вып. 1, 89, 1938
8. W. de la Saussure. Abh. z. Pr. Geol., Bd. 8, 1926.
9. С. Чихелидзе. Минеральные ресурсы ССР Грузии—Марганец. 397, 1933.
10. ა. გავაშელი. ქიათურის შავი ქვის საბადო და მისი ცალკეული მადაროების გეოსამთრეტქნიკური პირობები. გამ. „ტექნიკა და შრომა“, 1940.
11. В. П. Кротов. Доклады Академии Наук СССР, т. XXXIII, № 1, 54, 1941.
12. В. М. Гольдшмидт. Успехи химии. Т. VII, 2, 288, 1938.
13. Д. И. Эристави. Тезисы к докладам на V научно-технической конференции Груз. Индустр. инст. им. С. М. Кирова, 101, 1942.
14. Д. П. Богацкий. ЖОХ., т. VII, 9, 1397, 1937.
15. G. R. Levi u. Gaschini. Gazz., 55, 28, 1925.
16. V. M. Goldschmidt, T. Barth, G. Lunde. Ikr. Akd. Oslo, № 7, 336, 1925; G. Lunde, Z. Anorg. ch., 163, 352, 1927; G. Natta, Mostrada, Gazz., 58, 419, 1928.
17. M. Le Blanc u. E. Möbius. Z. Phys. ch., A., 142. 151, 1929.
18. Д. И. Эристави. Доклады Академии Наук СССР, т. XXVIII, № 8, 719, 1940.
19. დ. ერასთავი და დ. ბარნაბიშვილი. ნიკელის და კობალტის ადსორბცია, მათი მარილთა წყალხსნარიდან, მანგანუმის ორჟანგიით. დამზადებულია დასაბეჭდათ.

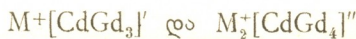
3. პარაშიმი

მეტალის ელექტროკრისტალიზაციაზე ანიონთა გუნებისა და
კონცენტრაციის გავლენის საკითხის შესწავლისათვის

ელექტროლიზის პრაქტიკა და ლიტერატურული მონაცემები [1—5] გვაფიქრებინებს, რომ კათოდზედ გამოყოფა მეტალის თავისუფალი იონისა და იმავე იონისა კომპლექსიდან ერთნაირად არ მიმდინარეობს.

ამ მოვლენის შესწავლამ კადმიუმის მარილების ელექტროლიზის ექსპერიმენტული გამოკვლევის საშუალებით, შესაძლებელია, გააადვილოს კათოდურ პროცესებზე ელექტროლიტის ხსნარში კომპლექსთა წარმოქმნის გავლენის საკითხის გადაწყვეტა.

მეტალი კადმიუმი კარგ კომპლექსმემქმნელად ითვლება. ამასთან, მისი უნარი ჰალოგენიდებთან კომპლექსირებისა იზრდება დაწყებული ქლორიდებიდან იოდიდებამდე. ამ კომპლექს-ნაერთთა საერთო ფორმულა



ტიპისა არის. გარდა ამისა, მეტალ კადმიუმის იონს ზოგ მის მარილებში აუტოკომპლექსირების უნარიცა აქვს. კადმიუმის ეს თვისება საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი მისი ზოგიერთ მარილთა ხსნარებისათვის. ცნობილია აგრეთვე [6], რომ აუტოკომპლექსირების ინტენსივობას ზრდის ხსნარის კონცენტრაციის გადიდება და ამკირებს განზავება. კადმიუმის მარილთა ეს თავისებურობა აუცილებლად უნდა ახდენდეს გავლენას კათოდურ პროცესზე. ამ გავლენას შედეგად უნდა მოჰყვეს კათოდზედ წარმოქმნილ კრისტალურ ცენტრთა რიცხვის შეცვლა.

იმ მიზნით, რომ გამოვევს კათოდზედ წარმოქმნილ კრისტალურ ცენტრთა რიცხვის შეცვლა, გამოიწვეული ხსნარში კომპლექს იონთა წარმოქმნით ელექტროლიტის კონცენტრაციის ცვლის გამო, ჩავატარეთ კადმიუმოდიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების ელექტროლიზი.

იმ მოსაზრებით, რომ კომპლექს-ნაერთთა წარმოქმნას იწვევს აგრეთვე ხსნარში შეტანა ისეთი მარილისა, რომელშიაც არის იგივე ანიონი [3], გარდა შემოსხნებული ცდებისა, ვიკვლიეთ აგრეთვე ელექტროლიზი კადმიუმოდიდის ხსნარისა, რომელსაც შერეული ჰქონდა კალიუმოდიდის მცირე ოდენობა.

კვლევის დროს ხელსაწყოები და ჩვენი წინა შრომების [7, 8] ექსპერიმენტის მეთოდიკა სრულიად უცვლელად დავტოვეთ.

ქვევით მოგვყავს ხუთი სერიის ექსპერიმენტთა შედეგები. ცდების დროს $E=25,5mV$, $t=25-27^\circ$ და მიკროსკოპის გადიდება $=60$.



შემადგენლობა და კონცენტრაცია	ცდების რიცხვი	კრისტალთა რიცხვი ცალკეულ ცდებში	უდიდესი ალბათობის რიცხვი
CdJ ₂ 0,1N	50	10, 8, 11, 9, 11, 9, 8, 12, 12, 11, 10, 11, 13, 11, 12, 11, 10, 11, 11, 11, 11, 10, 11, 11, 11, 9, 11, 11, 10, 11, 9, 11, 13, 8, 9, 11, 10, 9, 8, 11, 11, 10, 11, 9, 10, 11, 11, 10, 11, 11.	11
CdJ ₂ 0,2N	50	4, 5, 6, 6, 7, 6, 5, 6, 5, 6, 7, 6, 5, 6, 7, 4, 6, 5, 6, 4, 6, 6, 6, 5, 6, 6, 8, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 7, 6, 6, 8, 6, 6, 5, 7, 6, 6, 6, 5, 6, 6, 6, 3.	6
CdJ ₂ 0,5N	50	1, 2, 2, 1, 2, 2, 4, 2, 1, 0, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 4, 2, 1, 1, 3, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 4, 2, 2, 2, 2, 2, 0, 2, 2, 1, 2, 3, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 2,	2
CdJ ₂ 1N	50	20, 19, 21, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 17, 19, 19, 22, 20, 20, 18, 20, 19, 17, 18, 19, 19, 21, 19, 18, 21, 20, 19, 19, 18, 19, 19, 19, 19, 19, 18, 19, 19, 20, 17, 19, 21, 19, 19, 19, 22, 19, 20, 19.	19
CdJ ₂ +KJ 0,5N 0,1N 50-მლ 5-მლ	50	18, 23, 21, 20, 21, 19, 22, 21, 21, 21, 18, 20, 20, 21, 21, 21, 19, 21, 21, 21, 20, 21, 19, 22, 20, 19, 20, 21, 21, 21, 19, 20, 21; 21, 21, 23, 21, 22, 21, 21, 21, 21, 21, 22, 21, 21, 22.	21

კრისტალურ ცენტრთა წარმოქმნის ალბათობა %-ში ცხრილი 2

ელექტროლიტი და კონცენტრაცია	კრისტალთა რიცხვი და ალბათობის პროცენტი																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
CdJ ₂ 0,1 N									8	14	18	50	6	4											
CdJ ₂ 0,2 N				2	6	16	62	10	4																
CdJ ₂ 0,5 N	4	18	64	8	6																				
CdJ ₂ 1 N																		6	10	58	12	8	6		
+ CdJ ₂ 0,5 N + KJ 0,1 N																		4	10	14	56	12	4		

მოყვანილი ცხრილებიდან ჩანს, რომ კადმიუმოდიდის სუფთა ხსნარის ელექტროლიზის დროს კათოდზე გამოყოფილ კრისტალურ ცენტრთა რიცხვი (n_k) დამოკიდებული არის ხსნარის კონცენტრაციაზე.

კონცენტრაციისა (C) და სათანადო n_k -ს შედარება გვაძლევს:

ცხრილი 3

CN-ში	n_k
0,1	11
0,2	6
0,5	2
1,0	19

დაწყებული 0,1N კონცენტრაციიდან 0,5N-მდე n_k უკუპროპორციულია კონცენტრაციისა. კონცენტრაციის ცვლის აღნიშნულ ფარგლებში კონცენტრაციის ოდენობისა და კრისტალურ ცენტრთა უდიდეს ალბათობის მქონე რიცხვის ნაწარმოები საშუალოდ 1,1-ს უდრის (ცხრ. 4).

$$\text{და } C \cdot n_k = \text{const.}$$

ცხრილი 4

CN-ში	n_k	$C \cdot n_k$
0,1	11	1,1
0,2	6	1,2
0,5	2	1,0

ამრიგად, ჩვენი ცდების შედეგები ეთავსება ვაგრამიანისა და ალემიანის [9] მიერ მიღებულ შედეგებს. ხსენებულმა ავტორებმა პირველად მიიღეს ეს დამოკიდებულება ვერცხლის ნიტრატის ელექტროლიზის შესწავლით.

მხოლოდ ჩვენი ცდების შედეგების შემდეგი განხილვა გვიჩვენებს, რომ კადმიუმის იოდიდის ელექტროლიზის შემთხვევაში ამ კანონზომიერების გამოყენება შეზღუდულია.

თუ ვისარგებლებთ $Cn_k = 1,1$ განტოლებით, კადმიუმოდიდის ნორმალური ხსნარისათვის მივიღებთ, რომ უდიდესი ალბათობა აქვს ერთი კრისტალის წარმოქმნას. ცდა კი გვაძლევს 19 კრისტალს. ამ შემთხვევისათვის განტოლება იღებს სახეს:

$$C \cdot n_k = 19$$

ე. ი. კონსტანტი იცვლება 17,3-ჯერ გადიდებით.

ელექტროლიზის ოდენობრივი მხარის ასეთი მკვეთრი ნახტომით შეცვლა გვაფიქრებინებს, რომ ხსნარში მყარდება ახალი ვითარება. ეს შეცვლა შინაგა-



ნი მდგომარეობისა ან ჩნდება ხსნარში ერთბაშად ნორმალური კონცენტრაციის დამყარებისას, ანდა მას ადგილი აქვს სუსტ კონცენტრაციებშიაც, მხოლოდ იგი სუსტად არის გამოხატული. უკანასკნელ გარემოებას თუ მივიღებთ მხედველობაში, უნდა დავასკვნათ, რომ კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად ხსენებული შეცვლა შინაგანი მდგომარეობისა თანდათან მეტ გავლენას ახდენს ელექტროლიზის შედეგზე და მკვეთრად შესამჩნევი ხდება ნორმალური კონცენტრაციისას.

ვფიქრობთ, რომ საკითხის განხილვის დროს უსათუოდ უნდა გავუწიოთ ანგარიში კადმიუმის იონის კომპლექსწარმოქმნის დიდ უნარს, და, განსაკუთრებით, მის აუტოკომპლექსირების უნარს.

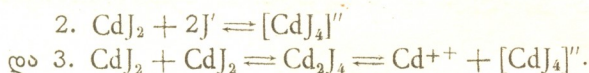
კადმიუმის მარილთა შორის აუტოკომპლექსირების უნარი, როგორც ცნობილია [6], განსაკუთრებით ძლიერია მისი იოდიდის ხსნარებში. ამას ამოწმებს ჰიტორფის ცნობილი გამოკვლევები [10] გადატანის რიცხვებზე და უფრო გვიანი კვლევებიდან შრომები რედლიხისა [11], ბრიულისა [12] და ბანკეტისა [13]. ხსენებულ მკვლევართა შრომების შემდეგ მიღებულია, რომ გადატანის რიცხვთა მკვეთრი ცვლა კონცენტრაციის ცვლისას მაჩვენებელია ხსნარში კომპლექსირების პროცესის დამყარებისა. ამასთან, გადამეტებული ზრდა კათიონთა გადატანის რიცხვებისა ნიშანია ხსნარში კომპლექს კათიონთა წარმოქმნისა, ხოლო გადამეტებული სიდიდე ანიონთა გატანის რიცხვებისა—კომპლექს ანიონთა წარმოქმნისა.

კომპლექს ანიონთა წარმოქმნის შემდეგ მეტალის იონი იწყებს მიგრირებას კომპლექს ანიონთან ანოდისაკენ. ხსნარში, კომპლექს ანიონთა არსებობის დროს, კათოდური შრე შეიცავს მეტალის თავისუფალ იონთა მეტად მცირე რაოდენობას და, ამასთანავე ერთად, ეს თავისუფლად რჩენილი კათიონები ელექტროლიზის დასაწყისშივე მყისად განიმუხტებიან. შემდგომი დალექვა მეტალის იონებისა კათოდზე შესაძლებელი ხდება მხოლოდ კომპლექს ანიონებიდან. ეს კომპლექსი ანიონები კათოდურ შრეში კათოდის მუხტის გავლენის გამო განიცდიან დეფორმირებისა და პოლარიზაციის შუალედურ პროცესებს და იშლებიან მეტალის თავისუფალი იონის გამოყოფით.

როგორც ცნობილია, ჰიტორფმა დაამტკიცა [10], რომ კადმიუმიოდიდის კონცენტრირებულ ხსნარებში ანიონის გადატანის რიცხვები ერთს აღემატება. ეს გარემოება მაჩვენებელია იმისა, რომ კადმიუმიოდიდის ხსნარში, გარდა დისოციაციისა ჩვეულებრივი სქემით



ადგილი აქვს სქემებს:



ხსნარის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად სჭარბობს მეორე და მესამე პროცესი და ამ პროცესთა შედეგად Cd^{++} კონცენტრაცია მკვეთრად ეცემა.

ამრიგად, მეტალის კათოდზე გამოყოფის პროცესი დამოკიდებული ხდება



იმისაგან თუ რამდენად დიდია ან მცირე კომპლექს ანიონის დეფორმირებისა და პოლარიზაციის შესაძლებლობა და კომპლექსის მარტივ იონებად დაშლისადმი მიდრეკილება.

მე-5 ცხრილში მოცემულია შედარება CdJ_2 სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებისათვის ჰიტორფის მიერ მიღებული გადატანის რიცხვებისა და კათოდზე გამოყოფილ კრისტალურ ცენტრთა რიცხვის ცვლა ჩვენი ცდების მიხედვით:

ცხრილი 5

C	n	1-n	n_k
0,1	0,296	0,704	11
0,2	0,127	0,873	6
0,5	-0,003	1,003	2
1,0	-0,12	1,12	19

მოყვანილი ცხრილი გვიჩვენებს, რომ n_k -ს მკვეთრი ნახტომი ეთავსება კათოდის გადატანის რიცხვთა უარყოფითი მნიშვნელობის მკვეთრ გადიდებას.

ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ეს შეთავსება მაჩვენებელია კომპლექს $[CdJ_4]^{2-}$ ანიონების წარმოქმნისა და კრისტალურ ცენტრთა რიცხვის ნახტომის შორის მიზეზობრივი კავშირისა. ეს შეთავსება შეგვიძლია ჩავთვალოთ დამამტკიცებელ საბუთად იმისა, რომ n_k -ას მკვეთრი ზრდა გამოწვეულია $[CdJ_4]^{2-}$ იონების დიდი რაოდენობის წარმოქმნით.

შესამჩნევი შემცირება კათიონის გადატანის რიცხვებისა დაბალ კონცენტრაციებშია ცხადი საბუთს ვიფიქროთ, რომ კომპლექსირების პროცესი იწყება შედარებით განზავებულ ხსნარებშია ცხადი, მხოლოდ ამ დაბალი კონცენტრაციების მქონე ხსნარებში გავლენა $[CdJ_4]^{2-}$ იონებისა სუსტია და შეუმჩნეველი, რადგანაც აქ დისოციაცია მიმდინარეობს უმთავრესად პირველი სტეპით. კომპლექსირება ძლიერდება კონცენტრაციის ზრდის გამო და მაღალ კონცენტრაციებში $[CdJ_4]^{2-}$ ანიონების გავლენა ელექტროლიზზე გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს.

ამასთანავე ერთად, შედეგები ჩვენი ცდებისა, რომელნიც მივიღეთ კალიუმბრომიდით შერეული კადმიუმბრომიდის ხსნარის ელექტროლიზის დროს, გვიჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაშია ცხადი კრისტალურ ცენტრთა რიცხვი მკვეთრად იზრდება (იხ. ცხრ. 1).

ეს ფაქტიც შეიძლება მივიღოთ ჩვენი დაშვების დამამტკიცებელ საბუთად.

CdJ_2 -სა და KJ კომპლექსი ნაერთები $KCdJ_3$ და $K_2CdJ_4 \cdot 2H_2O$ მიღებულია რიმზახის მიერ, ხოლო $KCdJ_3 \cdot H_2O$ ბრანდის მიერ [14]. ხსენებული კომპლექსი ნაერთების მიღება ჩვენ შემთხვევაშია ცხადი სრულიად მოსალოდნელია და კრისტალურ ცენტრთა რიცხვის მკვეთრი ზრდა შედეგია ელექტროლიზის მიმდინარეობაზე ხსნარში წარმოქმნილ $[CdJ_3]^{2-}$ და $[CdJ_4]^{2-}$ კომპლექსთა გავლენისა.

ექვს გარეშეა, რომ კალიუმბრომიდთან კომპლექსირების დროს, ისევე როგორც აუტოკომპლექსირებისას, თავისუფალ $[Cd \cdot nH_2O]^{2+}$ კათიონთა კონცენ-

ტრაცია ხსნარში ძლიერ დაბალია. კათიონთა კონცენტრაციის სიმცირე, ისევე როგორც მათი სიმცირე, შექმნილი ხსნარის უბრალო განზავებით, ზრდის კრისტალურ ცენტრთა წარმოქმნის სიჩქარეს ელექტროლიზის დროს და ამცირებს თვით კრისტალთა ზრდის სიჩქარეს. ამის გამო კათოდზე მიიღება დიდი რაოდენობა კრისტალებისა.

მაგრამ, თუ მივიღებთ მხედველობაში იმ ცნობილ ფაქტს [15], რომ კათოდზე მიღებული მეტალის ნალექის სტრუქტურა და საერთოდ მისი აგებულობის ხასიათი დამოკიდებულია ხსნარის განზავების მეთოდზე, ე. ი. გამხსნელის მიმატებაზე თუ კომპლექს ნაერთის წარმოქმნაზე, უნდა იმ აზრს დავადგეთ, რომ კომპლექსირებით გამოწვეული ზრდა კრისტალთა რიცხვისა შედეგია არა მარტო თავისუფალ კათიონთა კონცენტრაციის სიმცირისა. საფიქრალია, რომ კრისტალთა წარმოქმნასა და ზრდაზე გავლენას ახდენს სხვა მიზეზთა მთელი რიგი.

თანახმად ფოლმერის თეორიისა [16, 17], კათოდურ პროცესზე გავლენას ახდენს იონთა აქტივაციის ენერგია განმუხტვის მომენტში. გარდა ამისა, ანგარიში უნდა გაეწიოს კომპლექს იონთა დეფორმირებისა და პოლარიზაციის უნარის ხარისხს. არა ნაკლები მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს კომპლექსის უდგეარობის კონსტანტის სიდიდესა და ჰიდრატირების ხარისხსაც. მკვლევარის ყურადღების გარეშე არ უნდა დარჩეს აგრეთვე გავლენა ელექტროკინეტიკური პოტენციალისა (ჟ), რომელიც წარმოიქმნება განსამუხტავი იონის კათოდურ ორმაგ დიფუზურ შრეში მოძრაობის დროს და მაშინაც, როდესაც იონი გაივლის ფაზათა (თხევადი—ხსნარი და მყარი—კათოდი) გამყოფ ზედაპირს.

საკითხის დაწვრილებითი განხილვა ჩამოთვლილ პირობათა გავლენის თვალთახედვით ჯერჯერობით შეუძლებლად მიგვაჩნია სათანადო ზუსტ ოდენობათა უქონლობის გამო.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 4.8.1943)

ХИМИЯ

П. И. КАРУМИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПРИРОДЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ АНИОНА НА ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИЮ МЕТАЛЛА

Резюме

Практика электролиза и литературные данные дают право заключить, что катодное осаждение свободного иона металла и того же иона из комплекса протекает неодинаково.

Экспериментальное изучение этого явления, быть может, облегчит воз-



можность выяснения общего вопроса влияния комплексообразования в растворе на процессы катодного осаждения.

Металл кадмий известен как хороший комплексообразователь. Одновременно с этим ион кадмия в некоторых своих солях проявляет способность к аутокомплексированию. Эти особенности солей кадмия должны наложить свою печать на последний акт электролиза изменением числа кристаллических центров.

В целях выяснения влияния на число возникающих на катоде кристаллических центров процесса комплексообразования нами проведены серии опытов электролиза раствора иодида кадмия с добавкой иодида калия и электролиза чистых растворов иодида кадмия при различных концентрациях.

Опыты показали, что, начиная от концентрации $0,1N$ до $0,5N$, число кристаллических центров (n_k) обратно пропорционально концентрации и произведение концентрации (C) на n_k дает величину, колеблющуюся от 1 до 1,2

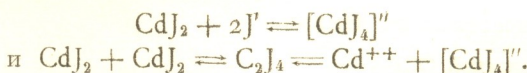
$$C \cdot n_k = 1,1.$$

Однако, в случае электролиза раствора с нормальной концентрацией, опыт дает $n_k = 19$. В последнем случае $C \cdot n_k = 19$ и константа, таким образом, увеличивается в 17,3 раз.

Такое резкое нарушение плавного хода результатов указывает на установление в растворе нового внутреннего состояния.

Мы полагаем, что для объяснения этого явления нужно учесть резко выраженную склонность кадмия к комплексообразованию, а в данном случае к аутокомплексированию. Указанная способность кадмия, как известно, особенно отчетливо выражена в растворах его иодида.

Общеизвестный факт наличия в концентрированных растворах иодида кадмия преувеличенных (больше единицы) значений чисел переноса аниона с несомненностью указывает, что в этих растворах диссоциация протекает преимущественно по схемам:



Вследствие этого электродный процесс катодного осаждения металла начинает становиться в зависимость от степени склонности комплексного аниона к распаду на простые ионы.

Сравнение n_k , полученных в наших опытах, с числами переноса по Гитторфу показывает совпадение скачка n_k с резким увеличением отрицательного значения числа переноса катиона.

В этом совпадении мы склонны усматривать зависимость между образованием комплексов $[\text{CdJ}_4]''$ и увеличением n_k .

Наряду с этим, результаты наших опытов при электролизе раствора иодида кадмия с добавкой иодида калия показали резкое увеличение n_k . И этот факт следует рассматривать как подтверждение нашего допущения. Образование $KCdJ_3$ и K_2CdJ_4 мы считаем в достаточной степени вероятным и, основываясь на этом, полагаем, что резкое увеличение n_k вызывается влиянием на ход электролиза наличия в электролите комплексов $[CdJ_3]'$ и $[CdJ_4]''$.

Несомненно и во время образования $KCdJ_3$ и K_2CdJ_4 и во время аутокомплексирования концентрация свободных катионов $(Cd \cdot nH_2O)^{++}$ в растворе иодида кадмия ничтожна. Это уменьшение концентрации катионов, подобно их уменьшению в растворе при его простом разбавлении, увеличивает скорость возникновения на катоде кристаллических центров в ущерб скорости роста кристаллов и поэтому кристаллы возникают в большем количестве.

Однако, принимая в соображение давно известную зависимость характера катодного осадка от способа изменения концентрации катионов в растворе, т. е. простым разбавлением или же комплексобразованием, нужно признать, что причину увеличения n_k нельзя целиком свести к уменьшению концентраций простых катионов.

Весьма вероятно, что образование мелкокристаллического осадка связано с целым рядом и других причин и, прежде всего, с энергией активации ионов в момент их разряда. Кроме того, следует учесть энергию деформации комплексных анионов и степень их поляризуемости. Не меньшее значение должна иметь величина константы неустойчивости комплекса, а равно и степень гидратирования его. Не следует упускать из вида и влияние электрокинетического потенциала (ζ), возникающего при движении разряжающегося иона через двойной диффузный прикатодный слой и в момент его перехода через поверхность раздела жидкой (раствор) и твердой (катод) фаз.

Однако, подробное рассмотрение вопроса с перечисленных точек зрения в настоящее время считаем затруднительным ввиду отсутствия соответствующих количественных данных.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический институт

დაბეჭდვული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ж. Биллитер. Основы Гальванотехники. 39, 1937, Ленинград.
2. Н. А. Изгарышев и Х. М. Равикович. Z. phys. Ch., 140, 293, 1927.
3. Э. С. Саркисов. Диссертация, Москва, 1938.
4. Blum a. Rawdon. Trans. Am. Elektroch. Soc., 4, 397, 1923.



5. Glasstone. Z. Chem. Soc., 690, 1919.
 6. Глестон. Электрохимия растворов. 19 и 38, 1936.
 7. П. И. Карумидзе. Диссертация, 1942.
 8. П. И. Карумидзе. САН Гр., Т. 4, № 5, 393, 1943.
 9. А. Т. Ваграмян и С. А. Алемян. Ж.Ф.Х., IX, 4, 517, 1937.
 10. Hittorf. Ann. physik, 106, 337, 513, 1859.
 11. Редлих. Z. phys. Ch., 37, 707, 1901.
 12. Брюль. Gaz. Chim. Ital., 64, 734, 1934.
 13. Банкетти. Gaz. Chim. Ital., 64, 229, 1934.
 14. Paul Pascal. Traité de Chimie Minerale, VII, Paris, 1932.
 15. Ж. Билицтер. Основы гальванотехники, 1937, Ленинград.
 16. Erdey-Gruz u Volmer. Z. phys. Ch. (A), 150, 203, 1930.
 17. Erdey-Gruz u Volmer. Z. phys. Ch. (A), 157, 165, 1931.
-

ჰ. ილუშინი-მოლჩანი

ვაზის ფოთლის სტრუქტურის ცვლილება მცნობისწინა შენახვის პირობების შეცვლის შემთხვევაში

თანხმად არსებულ ლიტერატურული მონაცემებისა [6,7] შენახვის პირობები გავლენას ახდენენ ვაზის ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების მსვლელობაზე, როგორც დარგვის წინ, ისე შემდეგ განვითარებისას.

ცნობილია აგრეთვე, რომ შენახვის პერიოდში დაბალი (-5°C) ტემპერატურის ქმედებით წარმოებს ზემოხსენებული პროცესების სულ სხვაგვარი წარმართვა—ძვრა, რაც თავის მხრით, იწვევს ვაზის ფიზიოლოგიური სისტემის გარდაქმნას.

შინაგანი პროცესების ძვრა-გარდაქმნის დინამიკა მკვეთრ გამოსახულებას პოულობს მცენარის ანატომიურ აღნაგობაში, განსაკუთრებით კი ფოთლის (როგორც უფრო პლასტიკურ ორგანოს) სტრუქტურაში.

წინამდებარე გამოკვლევის მიზანს შეადგენდა ვაზის ფოთლის ანატომიური აღნაგობის შესწავლა შენახვის პირობების ქმედებასთან დაკავშირებით.

საკვლევ ობიექტად აღებულ იქნა ვაზის ჯიშები ერთი მხრით უფრო ყინვა-გამძლე-რქაწითელი (სანამყენე ჯიში), *Riparia* \times *Rupestris* 101—14 (სადირე) და მეორე მხრით კი თბილი ქვეყნის ტროპიკული მცენარე—მუსკატი, ალექსანდრეული (სანამყენე).

საცდელი მასალა შენახვის პერიოდში განიცდიდა სხვადასხვა ტემპერატურის ქმედებას, რისთვისაც ნაწილი მასალისა მოთავსებული იყო მაცივარში (-5°C), დანარჩენი კი შენობაში (ტემპერატურები 3 და 8°C).

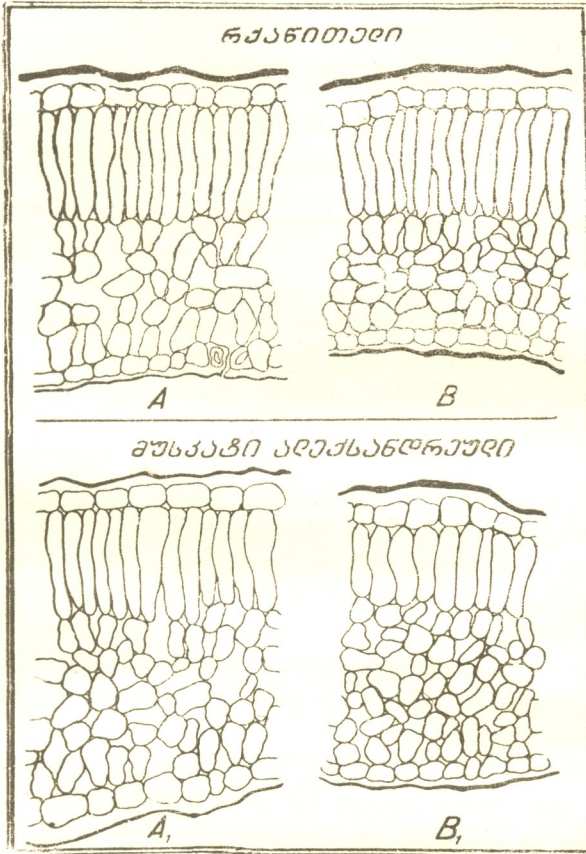
ზემოხსენებულ პირობებში მასალა ინახებოდა $2\frac{1}{2}$ თვის განმავლობაში, რის შემდეგ გამზადებული კალმები გადაირგა სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე სოფ. დამპალოში (მუხრანის მეურნეობა).

საანალიზო მასალა აღებულ იქნა ივლისში 1937—38 წლებში. წინასწარ, მასალის აღებამდე, ყველა ვარიანტიდან შერჩეულ იქნა დაახლოებით ერთნაირად განვითარებული ვაშები, რომელთა მთავარი ყლორტის მე-7 სართულის ფოთლის ფუძიდან (მთავარი ძარღვის ახლო) ხერეტილით აღებული დისკოები ინახებოდა აბსოლუტურ სპირტში.

ფოთლის დისკოებიდან მზადდებოდა მთელი სერია განივი განაკვეთებისა, საიდანაც ხდებოდა თვითეული მათგანის ცალკე ანალიზირება. დამახასიათებელი ადგილები იხატებოდა Abbe-ს სახატავი აპარატით. წარმოებდა აგრეთვე ფოთლის ანატომიური ელემენტების გაზომვა მიკროსკოპის ქვეშ.

როგორც 1-ლ სურ. ჩანს, აღებულ ვარიანტთა მცენარის ფოთლის ქსოვილების ჩამოყალიბება ერთნაირად არ მიმდინარეობს.

A ვარიანტი—რქაწითელი +8° (უახლოვდება წარმოებაში ხმარებულ ვაზის ლერწის შენახვის წესს).



სურ. 1. რქაწითელი ვარიანტი	A—შენახვის პირობა	8°C
„ „ „	B „ „	—5° „
მუსკატი აღექსანდრ.	A ₁ „ „	8° „
„ „ „	B ₁ „ „	—5° „

ამ ვარიანტის მცენარის ფოთლის ზედა ეპიდერმის, შედარებით ქვედასთან, ახასიათებს უფრო სქელი კუტიკულის ფენა (სურ. 1A).

მეზოფილის ქსოვილები თითქმის თანაბრად არის განვითარებული. მესრისებრივი პარენქიმა შედგება ვიწრო და გრძელი ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული უჯრედებისაგან, მათში როდესაც ღრუბრისებრივი, პირიქით, აგებული უმეტეს შემთხვევაში ოდნავ წაგრძელებული უჯრედებისაგან, მეტად ფხვიერია უჯრედთა შორის ფართო სივრცეების ჭარბად განვითარების გამო

(ფოთლის ასეთი სტრუქტურა რქაწითელისათვის დამახასიათებელია პირობების ჩვეულებრივ პირობებში).

ამრიგად, როგორც მოსალოდნელი იყო, თბილი ვარიანტის მცენარის ფოთლის სტრუქტურაში თითქოს არავითარი ცვლილება არ მომხდარა, რითაც ჯიშის თავისებურება არ ირღვევა.

B ვარიანტი—რქაწითელი— 5° (სურ. 1 B). ამ ფოთლის სტრუქტურაში ზოგიერთ ცვლილებას აქვს ადგილი. შედარებით A (თბილი) ვარიანტის მცენარესთან, ფოთლის ზედა ეპიდერმისის კუტიკულა უფრო სქელია; ქვედა ეპიდერმისთან შორის თითქმის არავითარი განსხვავება არ არის. მესრისებრივი პარენქიმაშიც აგრეთვე თვალსაჩინო ცვლილება არ მომხდარა, ღრუბლისებრივში კი, მკვეთრ გარდაქმნას აქვს ადგილი—ხასიათდება უფრო კომპაქტ აღნაგობით, ანატომიური ელემენტების ზომის შემცირების გამო და აგრეთვე უჯრედთშორის სივრცეების რედუქციით.

ამრიგად, მაცივარი ვარიანტის მცენარის ფოთლის სტრუქტურა ძირითადად დარღვეულია.

ვაზის სხვადასხვა ჯიშის შედარება გვიჩვენებს, რომ შენახვის პირობების ქმედებასთან დაკავშირებით ფოთლის სტრუქტურის ცვლილებათა მაჩვენებლებში ჯიშის სპეციფიკურობის გამოვლინებას აქვს ადგილი, მაგალითად, თუ რქაწითელის ჯიშის შემთხვევაში ფოთლის სტრუქტურის ცვლილება პირობადებულია უმთავრესად ღრუბლისებრივი პარენქიმის კომპაქტ აღნაგობით, მუსკატ ალექსანდრეულის ჯიშის შემთხვევაში, პირიქით, უკანასკნელი ძირითადად გამოწვეულია მესრისებრივი უჯრედების შემოკლებით (სურ. 1, B, B₁).

შედარებით თბილი ვარიანტის მცენარესთან ამ ჯიშის ცივი ვარიანტის მცენარის ფოთოლში უფრო მკვეთრი (ვიდრე რქაწითელისაში) ცვლილება მომხდარა, სახელდობრ, ზედა ეპიდერმისი გაცილებით სქელი კუტიკულით არის დაფარული, ვიდრე ქვედა, მაშინ როდესაც თბილი ვარიანტის მცენარის ეპიდემისთან შორის განსხვავება თითქმის არ არის (სურ. 1, A₁, B₁). მესრისებრივი პარენქიმა აგებულია შემოკლებული და განიერი უჯრედებისაგან. თუმცა ღრუბლისებრივი პარენქიმის განვითარება სჭარბობს მესრისებრივისას, მაგრამ შედარებით თბილი ვარიანტის მცენარესთან, მეზოფილის სისქე უფრო ნაკლებად არის განვითარებული ანატომიური ელემენტების ზომის სიმცირის გამო (სურ. 1, A₁, B₁).

ამრიგად, მუსკატ ალექსანდრეულის, ისე როგორც რქაწითელის ჯიშის შემთხვევაში, ცივი ვარიანტის მცენარის ფოთლის სტრუქტურა ძირითადად შეცვლილია.

1-ლ ცხრილში წარმოდგენილი რიცხვობრივი მონაცემებიდანაც ირკვევა, რომ მშრალი ზაფხულის პირობებში (1938 წ.) დაბალი ტემპერატურის შემდეგქმედება ვაზის კულტურაზე ფოთლის ცვლილებათა ერთნაირი წარმართვით (ანატომიური ელემენტების ზომის შემცირებით) აღინიშნება, ხოლო ჯიშთა თავისებურების ნიშნები—ცვლილებათა სხვადასხვა მაჩვენებლებით არის წარმოდგენილი, სახელდობრ, აღებულ ვარიანტთა შორის ფოთლის სტრუქტურის



ცვლილება მუსკატი ალექსანდრეულის ჯიშის შემთხვევაში უფრო მეტადაა ვიდრე რქაწითელის და 101—14-ის შემთხვევაში (ცხრილი 1).

ვაზის ფოთლის ანატომიური ელემენტების ზომა მიკრონებში

ცხრილი 1

ვარიანტები		ეპიდერმისი		ფოთლის პარემქიმა		ფოთლის სისქე	ვარიანტთა შორის ცვლილებათა სწვაობა	
		ზედა	ქვედა	მესრი-სებრი	ღრუბლი-სებრი		მეზოფი-ლის	მთელი ფოთლის სისქის
1. რქაწითელი	8	95,3	70,2	374,4	409,5	949,1	58,0	47,9
2. "	—5	105,3	70,2	362,4	363,0	901,2	—	—
3. "	3	100,3	70,2	374,4	397,8	942,7	—	—
4. 101—14	8	81,9	70,5	362,3	456,3	971,0	29,5	4,8
5. "	—5	105,3	81,9	332,7	446,3	966,2	—	—
6. მუსკატი ალექსანდ.	8	105,3	70,5	322,0	468,0	965,8	116,3	96,3
7. "	—5	105,3	90,5	264,2	409,5	869,5 მ	—	—
8. "	3	105,3	70,2	327,6	397,8	965,8	—	—

ამავე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ მესამე ვარიანტის (შენახვის პირობა 3°C) მცენარის ფოთლის ანატომიური ცვლილებანი უფრო უახლოვდებიან თბილი (8°), ვიდრე ცივი (—5°) ვარიანტის მცენარისას.

ჯიშთა შორის კი ცვლილებათა შეფარდება არ იცვლება, ე. ი. აქაც მუსკატი ალექსანდრეულის ჯიშის ფოთლის ცვლილება მაცივარი ვარიანტის მცენარისა, შედარებით დანარჩენ საცდელ ჯიშებთან, უფრო მეტი არის (ცხრ 1).

ასეთი შეფარდება ფოთლის სტრუქტურის ცვლილებათა წარმართვის მაჩვენებლებისა, ჯიშთა შორის, გამოწვეული უნდა იყოს შინაგანი (ჯიშის თავისებურება) და გარე ფაქტორების ურთიერთქმედებით.

რა თავისებურებანი ახასიათებენ ჩვენ მიერ ანალიზებული ვაზის ჯიშებს?

ერთი მხრით, რქაწითელი, შედარებით სხვა სანამყენე ჯიშებთან, უფრო გამძლე ჯიშია, იგი ადვილად იტანს როგორც გაზაფხულის და შემოდგომის დილის ყინვებს, ისე ზაფხულის ხანგრძლივ წვიმა-სიციხეებს [1, 2].

ფიზიოლოგიურად—ახსიათდება ტრანსპირაციისა და ასიმილაციის დიდი უნარიანობით [6].

Riparia X Rupestris 101—14, გარდა არახელსაყრელ პირობებისადმი გამძლეობისა, ხასიათდება აგრეთვე ფესვთა სისტემის დიდი აღსორბციის უნარიანობით [3], რაც, თავის მხრით, საშუალებას აძლევს ამ საძირეს მიაწოდოს სანამყენეს ზაფხულის ცხელ, მშრალ პირობებშიც კი წყლის საკმაო რაოდენობა.

მეორე მხრით კი, მუსკატი ალექსანდრეული (თბილი ქვეყნის, ტროპიკული მცენარე) გარე მკაცრი პირობებისადმი ნაკლებ გამძლეობას იჩენს; ამ ჯიშის საყურადღებო თავისებურებას წარმოადგენს კვირტის გვიან გაღვიძება.

ამრიგად, ჩვენ მიერ აღებული საცდელი მასალა ორი ბუნებისაა: ერთი უფრო გამძლე ზრდის მკაცრი პირობებისადმი (რქაწითელი, 101—14), მეორე კი, პირიქით, ნაზი ტროპიკული მცენარე (მუსკატი ალექსანდრეული). აქედან

ცხადია, რომ ერთგვარ გარე ფაქტორთა ქმედებას ზემოხსენებული ჯიშები სულ სხვაგვარი რეაქციით უნდა უპასუხებდნენ.

როგორც ცნობილია [3, 4], ვაზის კულტურისათვის ვეგეტატიური ნაწილების მომწიფების საუკეთესო ზონად მიჩნეულია ბუჩქის შუა ნაწილი (საანალიზო მასალა ჩვენ მიერ ამ ზონიდან არის აღებული), რომლის ზრდა-განვითარების პერიოდი ემთხვევა გარე ფაქტორების (ზომიერი ჰაერის, ნიადაგის ტემპერატურის, ატმოსფერული ნალექების საკმაო რაოდენობა და სხვა) ოპტიმუმში ყოფნას; დაბალი ტემპერატურის ქმედებით კი (ლერწის შენახვის პერიოდში) გვიანდება კვირტის გაღვიძება, განვითარება [6,7], რაც, თავის მხრით, აპირობებს ვაზის ზრდის სტადიების ძვრა-გადანაცვლებას და, მაშასადამე, მცენარის ნორმალური განვითარების რღვევას, რადგან ვაზის ზემოხსენებული ზონის განვითარება სცილდება რა გარე პირობათა ოპტიმუმს, ხდება მცენარისათვის არა ხელსაყრელ პირობებს, —ზაფხულის მშრალ და ცხელ პერიოდს. ამასთან დაკავშირებით ფოთლის ანატომიური ელემენტების ფორმირებაც სულ სხვა პირობებში მიმდინარეობს.

მაშასადამე, ჯიშის ბიოლოგიური თავისებურებანი, ერთი მხრით, და დაბალი ტემპერატურის ქმედებასთან დაკავშირებით განვითარების პირობათა შეცვლა, მეორე მხრით, საფუძვლად ედება ვაზის ფოთლის ანატომიური ელემენტების ცვლილებათა მაჩვენებლებს და, რამდენადაც მუსკატი ალექსანდრეულის ჯიშის თავისებურებას (კვირტის გვიან გაღვიძება) ემთხვევა იგივე ფაქტორი, გამოწვეული მაცივრის ქმედებით, ეს უკანასკნელი უფლებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ამ ჯიშის ფოთლის ანატომიური ელემენტების ცვლილებათა სიძლიერე (სიდიდე), შედარებით სხვა საცდელ ჯიშებთან, გამოწვეული უნდა იყოს ერთი და იგივე (კვირტის გაღვიძების დაგვიანება) ფაქტორთა შეხვედრით.

ამრიგად, მაცივრის ქმედებით გამოწვეულ ყველა ცვლილების შედეგად ჩვენი საცდელი მცენარეები აღჭურვილი არიან რამდენადმე სხვა თვისებებით — შედარებით დაბალი ასიმილაციის და ტრანსპირაციის უნარიანობით, ვიდრე თბილი ვარიანტის მცენარეები [6], რაც გამოწვეული უნდა იყოს ფოთლის სტრუქტურის ახალი ჩამოყალიბებით და ნაწილობრივ მორფოლოგიური ნიშნების შეცვლით (შემცირება ბუჩქის ტანადობის, ფოთლის სისქის და სხვა) [6].

წარმოადგენენ თუ არა ზემოაღნიშნული ახლად შექმნილი თვისებები ვაზისათვის უარყოფით მოვლენას?

რადგან შენახვის ორივე ვარიანტის მცენარეებში, მკაცრ პირობებში, ვაზის საერთო ზრდა მკვეთრ განსხვავებას ჰკარგავს — თანაბრდება თბილი ვარიანტის მცენარის ზრდის შემცირების ხარჯზე [6], ამიტომ უკანასკნელი გვაძლევს საფუძველს ვცნოთ ზემოაღნიშნული თვისებები მნიშვნელოვანად ჩვენ მიერ შესწავლილი ვაზის ჯიშებისათვის.

ყველა ცვლილების შედეგად, ცივი ვარიანტის მცენარე, შედარებით თბილი ვარიანტის მცენარესთან, მკაცრი პირობებისადმი (მშრალი ზაფხული) უფრო გამძლე აღმოჩნდა.

მაშასადამე, მაცივრის ქმედებით ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების მსვლელობის მიმართებათა შეცვლის შედეგად მიიღება რამდენადმე განსხვავებული, უფრო გამძლე ფორმა ვაზისა, რაც თავის მხრით, ნათელს ჰფენს ლიტერატურაში არსებულ აზრს, რომ ორგანიზმში არ არის წინასწარ კონკრეტულად განსაზღვრული ნიშნები, მაგრამ, ამასთანავე ერთად, არ არის აგრეთვე დამოუკიდებელ ფორმათა ცვლილება [5], პირიქით, ყველა ნიშანთვისება, მათ შორის დიდი ლერძიანობა, ბუჩქოვანობა, შეფერვა და მთელი რიგი სხვა თვისებანი წარმოადგენენ მცენარის ორგანიზმისა და გარე პირობების ურთიერთქმედებათა შედეგს [4, 5].

დასკვნები

1. ვაზის ლერწის შენახვის (სხვადასხვა ტემპერატურა) პირობები გავლენას ახდენს ფოთლის ანატომიური ელემენტების ფორმირებაზე.

2. დაბალი (-5°C) ტემპერატურის ქმედებით ვაზის ფოთლის სტრუქტურა ძირითადად იცვლება—ხასიათდება ღრუბლისებრივი პარენქიმის კომპაქტ აღნაგობით ანატომიური ელემენტების ზომის შემცირების გამო და უჯრედთშორის სივრცეების რედუქციით, რაც, თავის მხრით, გამოწვეული უნდა იყოს ამ ვარიანტის მცენარის კვირტის გაღვიძების დაგვიანებით და, მაშასადამე, ზრდა-განვითარების სტადიების გადანაცვლებით, რის გამო ფოთლის ფორმირება ხვდება მცენარისათვის არახელსაყრელ პირობებს—ზაფხულის ცხელ და მშრალ პერიოდს.

3. თბილი ვარიანტის მცენარის ფოთლის სტრუქტურაში ძირითადად ცვლილება არ მომხდარა, რაც სავსებით გასაგებია, რამდენადაც უკანასკნელის შენახვის პირობა უახლოვდება წარმოებაში ხმარებულ შენახვის წესს.

4. ვაზის სხვადასხვა ჯიშის შედარება გვიჩვენებს, რომ შედარებით რქაწითელის და 101—14 ჯიშებთან უფრო მეტი ფოთლის სტრუქტურული ცვლილებით ხასიათდება მუსკატი ალექსანდრელი.

დასასრულად აღვნიშნავთ, რომ კალმებზე შენახვის პერიოდში დაბალი (-5°) ტემპერატურის ქმედება გავლენას ახდენს არა მარტო მცენარის შემდეგ ზრდა-განვითარებაზე, არამედ ეს წინაქმედება ცვლილებებს იწვევს აგრეთვე ანატომიურ აღნაგობაში, თვით მცენარე კი, შედარებით თბილი ვარიანტის მცენარესთან, რამდენადმე ახალი ბუნებით (უფრო გამძლე მშრალი ზაფხულის პირობებისადმი) ხასიათდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ბოტანიკური ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 26.7.1943)

К. М. ИЛУРИДЗЕ-МОЛЧАН

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИСТА ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ В СВЯЗИ С ВЛИЯНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЕДПРИВИВОЧНОГО ХРАНЕНИЯ

Резюме

Исследование проводилось над листьями растений материала из различных температурных ($8,3$, -5°C) условий предпрививочного хранения.

С опытных растений диски, взятые (пробочным сверлом для микроскопического анализа) в средней зоне (7-й этаж) в нижней части у главной жилки листа, фиксировались в абсолютном спирте.

Изменение размеров анатомических элементов листа определялось промерами под микроскопом. Характерные места зарисовывались рисовальным аппаратом системы Abbe.

Объектом исследования взяты сорта виноградной лозы, отличающиеся друг от друга некоторыми биологическими свойствами—более устойчивые к неблагоприятным условиям произрастания (Ркацители, 101—14) и нежная лоза теплых тропических стран—Мускат Александрийский.

Исследованием установлено:

1. Различная температура ($8,3$, -5°C) предпрививочного хранения влияет на формирование анатомических элементов листа виноградной лозы.

2. Холодное (-5°C) хранение создает тенденцию к некоторому ксероморфному строению листа (уменьшаются размеры анатомических элементов листа, редуцированы межклетники губчатой ткани, утолщен кутикулярный слой эпидермиса и т. д.), что, по видимому, вызвано задержкой (под влиянием холодного хранения) распускания почек. Запоздание же развертывания почек обуславливает сдвиги стадии развития, вследствие чего формирование листа средней зоны попадает в полосу относительно неблагоприятных (засушливый период лета) условий внешней среды.

3. Теплое (8°C) хранение не меняет основной структуры листа виноградной лозы.

4. Сравнение исследованных сортов показывает, что Мускат Александрийский дает более веские структурные изменения листа, чем Ркацители и 101—14.

Так как биологическая особенность (позднее распускание почек) сорта Муската Александрийского усиливается и влиянием холодного хранения, можно думать, что большая изменчивость структуры его листа вызывается совпадением однозначных факторов (задержки распускания почек), что, в свою очередь, еще более сдвигая формирование листа ис-

следованной средней зоны к засушливому периоду лета, должно быть, обуславливает сниженный (по сравнению с теплым хранением) рост—развитие растений варианта холодного хранения.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Ботанический институт

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ს. მ. ჩოლოყაშვილი. მევენახეობა. სახელმძღვანელო სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკებისათვის. სახელგამი. ტფილისი, 1940.
2. ი. ა. ჯავახიშვილი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია. თბილისი, გამ. „ფედერაცია“ 1934.
3. Г. В. Гоголь-Яновский. Руководство по виноградарству. Москва, 1928.
4. Н. П. Кренке. Хирургия растений. Москва, 1928.
5. Т. Д. Лысенко. Теоретические основы яровизации. Сельхозгиз, 1930.
6. Е. А. Макаревская. Предпрививочное хранение виноградных побегов. Виноделие и виноградарство СССР, 1937.
7. ე. ა. მაკარევსკაია, ე. მ. ილუროძე-მოლჩანი, მ. ნ. ჭრელაშვილი. ვახის ღერუის სუნთქვა, კატალაზის და პეროქსიდაზის აქტიურობა შენახვისა და სათბურის სტრატეგიკაციის პერიოდში. ხელთნაწერი, 1940.
8. А. С. Мержаниан. Виноградарство. Москва, 1930.

ა. ბაყაშვილი

ახალი მასალები კავკასიის ალვენტიური ფლორისათვის

ჩვენს ფლორაში უცხო ველური მცენარეების შემოჭრა და მათი თანდათანობითი გავრცელება იმდენად ჩვეულებრივ მოვლენად გახდა, რომ საკმარისია მკვლევარმა რამდენიმე დღე გულდასმით მოიაროს კავკასიის ბარის რომელიმე კუთხე, განსაკუთრებით კი შავი ზღვის სანაპირო, რომ უსათუოდ აღმოაჩინოს ახალი, უცხოეთიდან გზადმოყოლილი მცენარე ან ძველად შემოჭრილის გავრცელების სხვა ადგილი აღნიშნოს. ასეთ ადგილებში ჩატარებული ექსკურსიები ხშირად გვიგდებენ ხელთ ახალსა და ფრიალ საინტერესო მასალას.

საკითხი ჩვენი ფლორის ალვენტიური მცენარეების შესახებ ახალი არ არის. ამ საკითხის ირგვლივ უკვე რამდენიმე შრომა გამოქვეყნებული [1—4], მაგრამ ამ მიმართულებით მოპოვებული მასალა ყოველწლიურად ახალი გროვდება და გვიშუქებს ჩვენი ფლორის სახეობათა შემადგენლობის, მათი გავრცელებისა და სადაურობის მრავალ საინტერესო საკითხს.

ალვენტიურ მცენარეთა რიცხვი ჩვენს ფლორაში უკვე საკმარისად დიდია. მან განსაკუთრებული სისწრაფით იმატა მას შემდეგ, რაც დას. საქართველომ მიიქცია ყურადღება როგორც სუბტროპიკული მცენარეების კულტურის შესაძლებლობის მხარემ და დაიწყო ამ უკანასკნელთა მასობრივი იმპორტი, რასაც ძველი და ახალი ქვეყნების სუბტროპიკულსა და ტროპიკულ მხარეებიდან მრავალი ველური მცენარეც შემოჰყვა. მხოლოდ ამ პერიოდში გამოაშკარავდა უცხო ელემენტების შემოჭრის ფაქტი, მათი უმეტესობის აღმოჩენა და ამ საკითხისადმი მიძღვნილი შრომებიც უმთავრესად ამ პერიოდს ეხება.

მაგრამ, როგორც ირკვევა [4], უცხო ველური მცენარეების შემოჭრა ჩვენს ფლორაში და მათი გავრცელება უძველეს წარსულიდანვე ხდებოდა, მაგრამ ცხადია, ბევრად უფრო ნელი ტემპით და უფრო მცირე რაოდენობით, ვიდრე ამას ახლა აქვს ადგილი. ჟამთა განმავლობაში, მიმოსვლის საშუალებათა გაუმჯობესებისა და შორეულ ხალხებთან ურთიერთობის გაფართოებასთან დაკავშირებით, ალვენტიური მცენარეების შემოჭრის ტემპებმა და რაოდენობამ თანდათანობით იმატეს. უსათუოდ მართებულია კავკასიის ფლორის სახელოვანი მკვლევარის ა. გროსჰეიმის [4] აზრი, რომ კავკასიის ფლორის პირველი ალვენტიური მცენარეების გაჩენა, პირველი სუბტროპიკული კულტურების, უმთავრესად კი ბრინჯის კულტურის, შემოტანასთანაა დაკავშირებული. ისტორიული ცნობების მიხედვით [5], საქართველოში ბრინჯის კულტურის დასაწყისი შორეულ წარსულში იკარგება და, მაშასადამე, ასეთსავე შორეულ წარსულს უნდა ეკუთვნოდეს



ჩენში პირველი ადვენტიური მცენარეების გაჩენა. მართლაც, თუ თვალი გადავავლეთ ადვენტიური მცენარეების სიას, დავინახავთ, რომ ჩენი ფლორის შემადგენლობაზე ბრინჯის კულტურას თვალსაჩინო კვალი აქვს დატოვებული. უსათუოდ ამ კულტურასთანაა დაკავშირებული ასეთი წმინდა ტროპიკული და სუბტროპიკული გვარების სახეობათა არსებობა, როგორცაა *Oeldenlandia hedyotoides* (F. et M.) Boiss., *Ludwigia palustris* (L.) All., *Hydrocotyle*-სა და *Eclipta*-ს სახეობანი, და მრავალი სხვა, რომელთა ადვენტიურობა არავითარ ეჭვს აღარ უნდა იწვევდეს. ამჟამად ეს მცენარეები ნათესების გარეშეც არიან უკვე გასული და ჭაობებში, ალუვიურ ნიადაგზე და ტენიანი ადგილების ველურ ცენოზებში დასახლებული.

მეტად საინტერესოა იმ ფაქტის აღნიშვნა, რომ ვიდრე ლიტერატურაში გამოქვეყნდებოდა ცნობები კავკასიის ფლორის ადვენტიური მცენარეების შესახებ, რამდენიმე წმინდა სუბტროპიკული და ტროპიკული წარმოშობის ადვენტიური მცენარე ფრიად ცნობილ ბოტანიკოსების მიერ აღიწერა, როგორც მეცნიერებისათვის ახალი, კავკასიის ფლორისათვის ენდემური სახეობანი. ასე მაგალ., როგორც ეს გამოარკვია ა. გროსპეიმმა [4], *Cyperaceae*-ს ოჯახის ცნობილი სპეციალისტის Palla-ს მიერ [6] აზერბაიჯანსა და საქართველოში გავრცელებული ადვენტიური სახეობა *Torulinium ferax* (L. C. Rich.) Urb. აღწერილია *T. caucasicum*-ის სახელწოდებით მარტო თავთავებისა და ქერქლების თითქოს მეტი ზომის მიხედვით, რაც ალბათ ჩვეულებრივ მოდიფიკაციის შემთხვევას წარმოადგენდა. მეორე არანაკლებ ცნობილმა სპეციალისტმა Kükenthal-მა [7] ეს „ახალი“ სახეობა, ალბათ, წმინდა ბოტანიკურ-გეოგრაფიული მოსაზრებით ქვესახეობად მიიღო (sub *Cyperus ferax* Rich. ssp *transcaucasicus*, როგორც ირკვევა [4], ცნობილმა შვეიცარელმა ბოტანიკოსმა Boissier-მაც [8] განუსჯელად აღწერა ქ. ფოთის მიდამოებიდან *Cyperaceae*-ს ოჯახის მეორე სახეობა *Pycrus Rehmanni* [sub *Cyperus Rehmanni*], რომელიც არაფრით არ განსხვავდება ტროპიკულსა და სუბტროპიკულ მხარეებში გავრცელებულ *P. sanguinolentus* (Vahl) Nees-საგან. ორივე ეს სახეობა *Torulinium ferax* და *P. sanguinolentus*, რომლებიც ახალი სახელწოდებებით ენდემიზმის ნიშნით იყვნენ კავკასიურ ბოტანიკურ ლიტერატურაში მოხსენებული, წარმოადგენენ ბრინჯის ნათესების ჩვეულებრივ მცენარეებს, გზადმოყოლილს ამ კულტურის თესლთან ერთად და ჩენში გავრცელებულს სწორედ ბრინჯის კულტურის რაიონებში (კასპისა და შავი ზღვის სანაპიროებზე).

როგორც ირკვევა, ასევე უმართებულოდ ყოფილა [11] აღწერილი ნ. ალბოვის მიერ [9] *Rhamphicarpa Medwedewii*, რომელიც ავტორს და აგრეთვე თანამედროვე ბოტანიკოსებსაც [16] კავკასიის ფლორის მესამეული ხანის რელიქტურ ენდემად მიაჩნდათ.

ჩენი ხანგრძლივი დაკვირვების თანახმად, ეს სახეობა ჭანჭრობებში, ნაგუბრებსა და ტენიან დასარეველიანებულ ადგილებშია გავრცელებული, ხოლო ზოგჯერ სიმინდის ნათესებშიაცაა შეჭრილი და, მაშასადამე, თავისი ეკოლოგიით გარკვეული კულტურის ისეთ სეგეტალური მცენარის ბუნებას ამჟღავნებს, როგორცაა დასავლეთ საქართველოში შემოხსენებული *Oeldenlandia hedyotoides* (F. et M.) Boiss., *Ludwigia palustris* (L.) All. და სხვ. მასთანვე აღსანიშნავია,

რომ ჩვენში გავრცელებული *Rhamphicarpa* ბრინჯის კულტურის ყოფილ რაიონებშია გავრცელებული უფრო ფართოდ და უფრო მრავლად, ვიდრე ეს ნ. ალბოვს ჰქონდა წარმოდგენილი. ჩვენ მიერ მოპოვებული მასალების მიხედვით, იგი გავრცელებულია აჭარადან მოყოლებული (ჩაქვი) სამეგრელოს ჩრდილოეთ ნაწილამდე (ს. ჯვარამდე). ბოტანიკოს ა. ფლეროვს [11], რომელსაც შესაძლებლობა ჰქონდა შეედარებინა მის მიერ დასავლეთ საქართველოში შეკრეფილი *Rhamphicarpa* ამ გვარის სხვა სახეობებთან, იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ იგი წარმოადგენს *Rh. longiflora* Benth-ს, ე. ი. ადვენტიურ სახეობას, რომელიც გავრცელებულია აგრეთვე აფრიკაში, ინდოეთსა და ავსტრალიაში.

გვარი *Rhamphicarpa*, თანახმად Bentham-ისა და Hooker-ის [12] და აგრეთვე Wettstein-ის [13] ცნობებისა, ოლიგოტიპურია, განსაზღვრული 6—8 სახეობით, რომელთა უმეტესობა იზრდება სამხრეთ-აფრიკაში, რაც ამ გვარის სახეობათა წარმოშობის ცენტრად ითვლება, ხოლო ერთი *Rh. longiflora* ინდოეთსა და ავსტრალიაშიცაა გავრცელებული. „ძალიან უცნაური იქნებოდა დაგვეშვა“, ამბობს ნ. ალბოვი [9], „რომ ჩვენი მცენარე ერთ ამ დასახელებულ ქვეყნიდან ყოფილიყო კავკასიაში შემოჭრილი“. ამ შესაძლებლობის წინააღმდეგ ნ. ალბოვი აყენებს იმ დებულებას, რომ ინდოეთსა და კავკასიის შორის ეს მცენარე არსად გვხვდება. ჩვენი აზრით, სწორედ ეს დიზიუნქცია გვიდასტურებს ამ მცენარის ადვენტიურობას და მასვე ამტკიცებს ჩვენი ფლორის ის უამრავი ადვენტიური სახეობა, რომლებიც შემოიჭრა ამ უკანასკნელი 10—15 წლის განმავლობაში და რომელთა ადვენტიური ხასიათი უკვე სრულიად შექცოვასეთებია, მაგალ., *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., *Oplismenus Burmanni* (Retz.) P. B. და მრავალი სხვა.

ჩვენი ფლორის *Rhamphicarpa*-ს გზადმოყოლის არაპირდაპირ დამამტკიცებელ საბუთად შეიძლება მოვიყვანოთ ჩვენ მიერ 1930 წელს აჭარაში (სალიბაურში) ნაპოვნი აშკარად ადვენტიური ბატარა ქოლგოსანი მცენარე *Centella*-ს გვარიდან, რომელიც წარმოშობით, ისევე როგორც *Rhamphicarpa*, სამხრ. აფრიკიდანაა, მაგრამ მისი ერთი სახეობა *C. asiatica* (L.) Urb. ალბათ *Rh. longiflora*-ს მსგავსად, სარეველა მცენარის სახით სხვა კონტინენტების ტროპიკულსა და სუბტროპიკულ მხარეებშიცაა გავრცელებული და ჩვენშიც შემოჭრილი.

ყოველივე ეს გვიჩვენებს, რომ ადვენტიურ მცენარეთა როლი კავკასიის ფლორაში არ არის ჯეროვანად შეფასებული და მიგვიითითებს იმ გარემოებაზე, თუ რა სიფრთხილით უნდა ეკიდებოდეს ბოტანიკოსი ფლორისტულ ანალიზს, რათა მართებულად გამოიჯნოს ჩვენი ფლორის ადვენტიური ელემენტები ინდიგენურისაგან, რომელთა ნაწილი, როგორც ვნახეთ, უმართებულოდ ითვლება აბორიგენად და ზოგჯერ კი ენდემიდაც აღიარება. შესაძლებელია, რომ მომავალში არაერთ სახეობას დაეკარგება აბორიგენის სახელი და ადვენტიურ მცენარეთა სიაში გადავა, ხომ არ წარმოადგენს, მაგალითად, ადვენტიურ სახეობას *Siegesbeckia orientalis* L., რომელიც ამჟამად ფართოდაა ტროპიკულსა და სუბტროპიკულ მხარეებში გავრცელებული და მრავალი სინონიმით ცნობილი, მათ შორის *S. iberica* W. სახელწოდებითაც აღწერილი. შესაძლებელია აგრეთვე რომ ასეთი სახეობანი, როგორც *Dichrocephala latifolia* (Lam.) DC. და *Carpesium abrotano-*

ides L. გულმოდგინე და ფრთხილი ანალიზის შემდეგ გზადმოყოლილი აღმოჩნდნენ.

ხშირია ისეთი შემთხვევა, როდესაც ძნელი ხდება ამა თუ იმ სახეობის ადვენტიურობის დადგენა, მაგრამ განსაზღვრული ბიოლოგიური, ეკოლოგიური და გეოგრაფიული ტიპის სახეობათა მიმართ ეს თითქოს ადვილად უნდა სწყდებოდეს. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ არ იქნება უმართებულო, რათა ტროპიკული და სუბტროპიკული გვარების ის ერთწლოვანი სახეობანი, რომლებიც იზრდებიან ნათესებსა და რუდერალურ ადგილებში და ცოტად თუ მეტად დიდი დიზიუნქციის შემდეგ ჩვენში მეორდებიან ისეთსავე ეკოლოგიურ პირობებში, ადვენტიურად ჩავთვალოთ, მაგ., ზემოხსენებული *Oeldenlandia hedyotoides* (F. et M.) Boiss., *Eclipta marginata* Hochst. et St., *E. alba* (L.) Hausskn. და სხვა.

ადვენტიურ მცენარეთა საერთო რიცხვი ჩვენს ფლორაში გაცილებით მეტი აღმოჩნდა ვიდრე აქამდე ვთვლიდით, ყოველ შემთხვევაში იგი ბევრად აღემატება იმ რიცხვს, რომელიც ა. გროსჰეიმს [14] აქვს ამ მცენარეთათვის „კავკასიის ფლორის ანალიზში“ მოცემული.

რაც უფრო დეტალურად ხდება საქართველოს მცენარეული საფარის გამოკვლევა, განსაკუთრებით კი დასავლეთ საქართველოს დაბლობი ზონის, და რაც უფრო ღრმად იჭრება კვლევა-ძიება ამ დარგში, ადვენტიურ მცენარეთა რიცხვი თანდათან მატულობს.

უკანასკნელი წლების განმავლობაში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა კვლავ მოგვცა კავკასიის ფლორისათვის რამდენიმე ახალი ადვენტიური სახეობა, რომელთაგან უმეტესობა საბჭოთა კავშირის ფლორისათვისაც ახალს წარმოადგენს:

1. *Amarantus blitoides* S. Wats. Proc. Am. Acad. of Arts und Sc. XII (1877) 273.

უკვე რამდენიმე წელიწადია, რაც ეს ჩრდილო-ამერიკული სახეობა თბილისის მიდამოებშია ჩვენ მიერ შემჩნეული, მაგრამ მისი შეკრებისა და გამორკვევის გარეშე *A. albus*-ად იყო ჩათვლილი. ამ გაუგებრობას ხელი შეუწყო უმთავრესად იმ გარემოებამ, რომ *Amarantus*-ის გვარის კავკასიის წარმომადგენლების საჭერბარო მასალა, მით უმეტეს თბილისის მიდამოებში, მეტად სანდისიერად იყო შეგროვილი თბ. ბოტანიკის ინსტიტუტის თანამშრომელ ო. კაბლევარის მიერ, რომელმაც 1934 წელს ამ საკითხს სპეციალური შრომა უძღვნა [15], მაგრამ *A. blitoides* არ ჰქონია მოხსენებული, ხოლო ამ უკანასკნელის მსგავს სახეობებიდან ჩვენში დღემდე მხოლოდ *A. albus*-ი იყო ცნობილი. უნდა ვიგულ სხმოთ, რომ ეს სახეობა 1934 წლის შემდეგაა ჩვენში გაჩენილი, ხოლო ამჟამად იმდენად ფართოდაა უკვე გავრცელებული, რომ 1942 წლის გაზაფხულს მისი ნორჩი ვეგეტატიური ნაწილები სამხალედ იყო თბილ. ბაზარზე გამოტანილი.

A. blitoides, ისევე როგორც თავის სამშობლოში, უმთავრესად გზის პირებსა და რუდერალურ ადგილებში იზრდება, მაგრამ არ არის იშვიათი კლდოვანსა და ხრიოკ ადგილსაცხოვრისებზე, აგრეთვე მინდვრებსა და ბოსტნებში. ყველგან აქ მეტად დიდი სიუხვითაა გამრავლებული. ეჭვს გარეშეა, რომ უახლოეს მომავალში იგი მთელ კავკასიას მოედება, ისე როგორც *A. albus*-ი, რომელიც ჩვენ მიერ 1939 წელს კავკასიონის ქედის კალთებზე იყო შემჩნეული.

2. *Hypericum mutilum* L. Sp. pl. (1753) 787. [Det.: A. Grossh]. კავკასიის ფლორის *Hypericum*-ის გვარი, როგორც ცნობილია, მხოლოდ ბუჩქებისა და მრავალწლოვან ბალახოვან მცენარეებისაგანაა შემდგარი. მათი ყვავილები ხასიათდება მრავალი მტკრიანით, რომლებიც ჩვეულებრივ 3 ან 5 ჯგუფადაა შეზრდილი. ჩვენ მიერ 1939 წლის მაისში ბათუმის მიდამოებში, რუების პირებზე და აგრეთვე ქობულეთის მახლობლად, ჭაობებში ნაპოვნი *H. mutilum* მკვეთრად განსხვავდება ამ გვარის ყველა წარმომადგენლისაგან, როგორც ბიოლოგიური ტიპით და მორფოლოგიური ნიშნებით, ისე უმეტეს სახეობისაგან ეკოლოგიით. *H. mutilum* ერთწლოვანი მცენარეა, ტენიან ადგილებსა და ჭაობებში გავრცელებული, ხასიათდება 5—12 თავისუფალი მტკრიანით. R. Keller-ის მიხედვით [16], იგი *Brathys* სექციასა და *Spachium*-ის ქვესექციას ეკუთვნის, წარმოშობით ჩრდილო-ამერიკიდანაა, სადაც Britton და Brown-ის ცნობების თანახმად [17], ეს სახეობა გავრცელებულია კანადასა (მანტობა) და შეერთებულ შტატებში (ფლორიდა და ტექსასი).

3. *Centella asiatica* (L.) Urb. in Fl. brasil. I(1879) 287, (*Hydrocotyle asiatica* Sp. pl. (1753) 234). ქოლგოსანთა ოჯახის გვარი *Centella* კავკასიის ფლორისათვის ახალია. იგი ჰაბიტუალურად მოგვაგონებს ახლომდგომ გვარს *Hydrocotyle*-ს, რომლისაგანაც განსხვავდება 7—9 წიბოიანი მერიკარპიუმით, რაც ანასტომოზებითაა ბადისებრ დაქსელილი და აგრეთვე ღეროზე ჯგუფ-ჯგუფად გახლავებული ფოთლებით. O. Drude-ს ცნობებით [18] გვარი შეიცავს 20 სახეობას, რომელთა უმეტესობა კაპლანდიაშია გავრცელებული, ხოლო ერთი კაპლანდიის გარეშეა გასული, ოთხივე კონტინენტის ტროპიკულსა და სუბტროპიკულ მხარეებში ფართოდ გავრცელებული და ჩვენ ფლორაშიც შემოჭრილი.

პირველად *C. asiatica* რამდენიმე ეგზემპლარის სახით ქ. ბათუმსა და სალიბაურის შორის გზის პირებზე ვიპოვეთ 1930 წლის ოქტომბერში, ხოლო 1939 წელს ჩვენ, ბოტანიკოს მ. პოპოვთან ერთად, მოწმენი გავხდით ამ მცენარის უკვე მასობრივი გავრცელებისა სალიბაურის საბჭოთა მეურნეობაში და მის ირგვლივ. მეურნეობის ტუნგოს პლანტაცია, მაგალითად, იმდენად ძლიერად იყო ამ მცენარით მოდებული, რომ მთლიანად ფარავდა ნიადაგს. *C. asiatica* წარმოადგენს დაბალი ტანის მრავალწლოვან სარეველა მცენარეს, გრძელი მხოხავი, ფესვმომკიდე ღეროთი, რომლითაც მეტად სწრაფად მრავლდება ვეგეტატიურად. გამრავლებისა და გავრცელების ასეთი დიდი უნარი გვიჩვენებს, რომ მისი სახით ჩვენ სუბტროპიკულ მხარეს მოემატა კიდევ ერთი მეტად მავნე მცენარე, რომელიც, თუ არ იქნა უახლოეს მომავალში საწინააღმდეგო ზომები მიღებული, უფრო მეტად გავრცელდება და გვაიძულებს რაიმე განსაკუთრებული ღონისძიებების გამოიმუშავებას.

4. *Omphalodes linifolia* (L.) Moench. in Meth. pl. (1794) 419, (*Cynoglossum linifolium* L. Sp. pl. (1753) 134). ეს ერთწლოვანი ლამაზი თეთრყვავილა მცენარე *Borraginaceae*-ს ოჯახიდან ნაპოვნია ჩვენ მიერ 11. V. 1939 წელს აჭარაში, ქ. ბათუმსა და ს. სალიბაურს შორის გზის პირზე, ხოლო მეორე დღეს, ბოტანიკოს მ. პოპოვთან ერთად, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ტერიტორიაზე შევკრიფეთ სადეკორაციო მცენარეების ნარგავებში, სადაც იგი სარეველა მცე-

ნარის სახით იყო გავრცელებული. *O. linifolia* არსებითად წარმოადგენს საღებ-კორაციო მცენარეს, რომელიც ოდესღაც ალბათ მოჰყავდათ ლამაზი ყვავილებების გამო შავი ზღვის სანაპიროს ბაღებში, ხოლო ამჟამად იგი გაგარეულებულია და სარეველა მცენარის სახით ბაღებსა და რუდერალურ ადგილებში დასახლებული. მისი ადვილად გავლურების თვისება აღნიშნული აქვს აგრეთვე M. Gürke-ს [19]. მისივე ცნობებით ეს სახეობა წარმოშობით ხმელთაშუა ზღვის მხარის აღმოსავლეთ ნაწილიდანაა, მაგრამ კულტურაში და სარეველა მცენარის სახით ამჟამად თავის სამშობლოს გარეშეა საკმარისად ფართოდ გავრცელებული. *O. linifolia* კარგად განირჩევა კავკასიის ფლორის ამ გვარის სხვა წარმომადგენლებისაგან როგორც ფოთლების მოყვანილობით, ისე ბიოლოგიური ტიპითა და ეკოლოგიით.

5. *Bidens bipinnata* L. Sp. pl. (1753) 832. საქართველოსა და კავკასიის ფლორისათვის ეს ახალი სახეობა, რომელიც ბოტანიკოს მ. პოპოვის მიერ იყო 1939 წლის ოქტომბერს ქ. სოხუმის მახლობლად ნაპოვნი და მისი თხოვნით ჩვენ მიერ გამორკვეული, ჩრდილ. ამერიკული წარმოშობისაა. თანახმად Britton და Brown-ის ცნობებისა [17], *B. bipinnata* გავრცელებულია ჩრდილ. ამერიკის როდ-აილენდის, ოჰაიოსა, ნებრასკასა და არიზონას შტატებში, აგრეთვე მექსიკასა და ტროპიკულ ამერიკაშიც, ხოლო, როგორც გზადგაყოლილი მცენარე-სამხრ. ევროპასა და აზიიდანაა ცნობილი. ამავე ავტორების გადმოცემით ეს სახეობა ყველგან აქ დამუშავებულსა და რუდერალურ ადგილებში იზრდება. *Bidens*-ის გვარი, რომლის 90 სახეობა თითქმის მთელი დედამიწის ზურგზეა გავრცელებული, ხოლო უმეტესად კი ამერიკაში, კავკასიის ფლორაში აქამდე 2 სახეობით იყო წარმოდგენილი *B. cernuus* L.-ითა და *B. tripartitus* L.-ით. ორივე ეს სახეობა ერთწლოვანია, ჭაობებისა და წყლისპირების ჩვეულებრივი თანამგზავრი, მსოფლიოში მეტად ფართოდ გავრცელებული, განსაკუთრებით *B. tripartitus*, რომელიც უკვე ყველა კონტინენტზეა ცნობილი და ჩრდილოეთის მიმართულებით თითქმის არქტიკამდეა ასული. ჩვენი ფლორის ახალი სახეობა *B. bipinnata* სხვანაირი ეკოლოგიითა და უფრო შეზღუდული გავრცელების არეალით ხასიათდება. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, იგი სეგეტალური და რუდერალური ადგილების მცენარეა და გავრცელებით ჩრდ. ამერიკის, ევროპისა და აზიის სამხრეთ ნაწილებთანაა დაკავშირებული. ამ ორ უკანასკნელ კონტინენტზე *B. bipinnata* ცნობილია როგორც ადვენტიური მცენარე. თუ მივიღებთ მხედველობაში საერთოდ *Bidens*-ის ზოგიერთი სახეობის და, კერძოდ, *B. bipinnata*-ის მეტად წრაფი გავრცელების უნარს, ნაყოფზე განვითარებული ზოოქოროული დანამატების საშუალებით, ჩვენს ფლორაში მისი აღმოჩენა არ უნდა იწვევდეს გაკვირვებას. როგორც ჩანს, ამ სახეობის, ერთის მხრით, გავრცელების ასეთი დიდი უნარიდან და, მეორესი, შედარებით მოკლე სავეგეტაციო პერიოდიდან, რაც უზრუნველყოფს ჩვენს პირობებში სწრაფ გამრავლებასა და გავრცელებას, იგი მოსალოდნელი გახდება არა მარტო დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ სხვა რაიონებში, არამედ უფრო აღმოსავლეთისაკენაც.

ჩვენ მიერ შეგროვილ ჰერბარიუმში მოგვეპოვება ჯერ კიდევ გამოურკვეველი რამდენიმე ახალი სახეობა, რომლებიც უახლოეს მომავალში გამოქვეყნდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 25.9.1943)

БОТАНИКА

А. К. МАКАШВИЛИ

НОВЫЕ ДАННЫЕ К АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЕ КAVKAZA

Резюме

Ряд специально проведенных нами в последние годы обследований, с одной стороны, и более углубленное изучение кавказскими ботаниками видового состава нашей флоры—с другой, позволили выявить довольно большое число адвентивных видов, проникших к нам в разное время, главным образом, в связи с ввозом ряда новых субтропических культур.

Вопросу проникновения к нам чужеземных диких растений и распространения их по территории Кавказа посвящено несколько работ [1—4]. Как показали исследования, занос сорняков из более южных субтропических стран имел место и в глубокой древности, со времени появления на Кавказе первых южных культур, главным образом, риса [4]. Некоторые западноевропейские ботаники [6, 7, 8] считали маловероятным, по соображениям ботанико-географическим, возможность произрастания в нашей флоре видов, свойственных субтропическим и тропическим странам. Как установлено А. Гроссгеймом [4], это иногда приводило их к ошибочному описанию растений с Кавказа в качестве самостоятельных, эндемичных для нашей флоры видов. Так, например, *Torulium caucasicum*, описанный известным специалистом сем. Осоковых—Palla, оказался идентичным с американским *T. ferax*. Другое растение, *Pycreus Rehmanni*, из того же семейства, собранное близ гор. Потти и названное швейцарским ботаником Boissier в честь коллектора (sub *Cyperus Rehmanni*), А. Гроссгеймом отождествлено с *Pycreus sanguinolentus* (Wahl) Nees, видом, произрастающим в Индии и, повидимому, давно занесенным к нам с культурой риса.

Нельзя не признать правильным предположение А. Флорова о заносности на Кавказе описанного Н. Альбовым в качестве самостоятельного (sub *Rh. Medwedewii*) вида южно-африканского рода *Rhamphicarpa*. Вид этот до последнего времени считали эндемичным реликтом третичной флоры [10], между тем как он оказался *Rh. longiflora* Benth., в настоящее время широко распространенным за пределами своей родины, в том числе и

в субтропической Азии, откуда, повидимому, и проник к нам на черноморское побережье. Здесь, по нашим наблюдениям, он сильно распространен по влажным, сорным местам и уже дошел до подножий Кавказского хребта (с. Джвари). В качестве доказательства возможности такого заноса может служить найденный нами еще в 1930 году в Аджарии (Салибаури) вид другого южно-африканского рода *Centella*, из сем. Зонтичных, *C. asiatica* (L.) Urb., распространенный, как и *Rh. longiflora* по субтропическим и тропическим странам других континентов.

Мы считаем, что заносными следует считать все однолетние виды субтропических и тропических родов, приуроченные у себя на родине к сорным местообитаниям и после более или менее большой дизъюнкции повторяющиеся в аналогичных экологических условиях на Кавказе, как, например, *Wandellia diffusa* L., *Ludwigia palustris* (L.) All., заносность которых не подлежит сомнению. Такими пришельцами во флоре Кавказа надо считать *Oelandia hedyotoides* (F. et. M.) Boiss., виды рода *Eclipta* и т. п. Возможно, что после тщательного анализа заносными в нашей флоре окажутся такие виды, как *Dichrocephala latifolia* (Lam.) DC., *Carpesium abrotanoides* L., а также *Siegesbeckia orientalis* L.—вид, широко распространенный в субтропических странах, известный под многими синонимами, описанный и как *S. iberica* W.

Из видов, новых для Кавказа, мы приводим следующие:

1. *Amarantus blitoides* S. Wats. Северо-американский вид, обнаруженный нами в громадном количестве в окрестностях гор. Тбилиси в 1939 г. на сорных местах, вдоль дорог и т. д. Возможно, что занесен из Украины. Определен нами.

2. *Hypericum mutilum* L., занесенный на черноморское побережье из Сев. Америки, единственный у нас однолетний представитель рода, найден нами в окрестн. г. Батуми и совместно с проф. М. Г. Поповым на Кобулетских болотах в мае 1939 г. Определен А. А. Гроссгеймом в Ленинграде.

3. *Centella asiatica* (L.) Urb. Этот вид южно-африканского, нового для флоры Кавказа, рода *Centella* из сем. Зонтичных был обнаружен нами в м. Салибаури (близ гор. Батуми) в октябре 1930 г. За 10—12 лет он до такой степени распространился по территории салибаурского совхоза, что уже сплошь покрывает плантации тунга, засоряет межи, края дорог и т. д. В настоящее время он распространен в тропических и субтропических областях обоих полушарий. Появление его на побережье, возможно, связано с импортом семян чая из Индии. Определен нами.

4. *Omphalodes linifolia* (L.) Moench. Однолетник из сем. Бурачниковых, с красивыми белыми цветами, повидимому, некогда культивировался с декоративными целями, а в настоящее время распространен как сорняк в садах и на плантациях. Найден нами в мае 1939 г. в совхозе близ гор. Батуми и совместно с М. Г. Поповым на территории Батумского ботанического сада. Определен нами.

5. *Bidens bipinnata* L. Впервые на Кавказе собран М. Г. Поповым в октябре 1939 г. в окрестн. гор. Сухуми на сорном месте. Вид северо-американский, в настоящее время как заносный распространен в южной Европе и Азии, откуда, вероятно, проник и к нам. Определен нами.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Ботанический институт

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Воронов. О заносных растениях кавказской флоры. Извест. Кавк. Музея, т. X, в. I, Тифлис, 1916.
2. ა. მაყაშვილი. ახალი ცნობები კავკასიის ფლორისათვის. საქ. მუზეუმის მოამბე. თბილისი, 1929.
3. А. Макашвили. Заносные растения влажных субтропиков СССР. Сорн. растения влажных субтропиков СССР. Сухуми, 1936.
4. А. Гроссгейм. О распространении по Кавказу субтропических однодольных прищельцев-сорняков. Изд. АзФАН, Баку, 1939.
5. ივ. ჯავახიშვილი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია. ტ. 1, თბილისი, 1930.
6. Ed. Palla. Zwei neue Cyperaceenarten aus dem Caucasus. Вестн. Тифл. Бот. Сала, в. 30, Тифлис, 1913.
7. Kükenthal. Das Pflanzenreich. IV, 1936 (sec. A. Гроссгейм. Флора Кавказа. II, Баку, 1940).
8. Ed. Boissier. Flora Orientalis. V, Genevae et Basileae, 1884.
9. И. Альбов. Два новых рода для флоры Кавказа. Тр. С.-Петербур. Бот. Сала, Т. XII, в. II, С.-Петербург, 1893.
10. В. Малеев. Растительность причерноморских стран (Эвксинской провинции Средиземноморья), ее происхождение и связи. Геоботаника, Т. IV, Изд. А. Н., Москва—Ленинград, 1940 г.
11. А. Флеров. Растительность кобuleтских болот. Ж. Почвоведение, 1936, № 8.
12. Bentham et Hooker. Genera plantarum. London, 1876.
13. R. Wettstein. Scrophulariaceae in „Die natürlichen Pflanzenfamilien“. IV I. 3 Abt., Leipzig, 1898.
14. А. Гроссгейм. Анализ флоры Кавказа. Баку, 1936.
15. О. Капеллер. К изучению сорных растений Кавказа и Крыма. 1 Систематический обзор рода *Amarantus*. Тр. Тифл. Бот. Инст. 1, Изд. Зак. ФАН, Тбилиси, 1934.
16. R. Keller. Guttiferae in „Die natürlichen Pflanzenfamilien“. III I. 8 Abt., Leipzig, 1898.
17. Britton and Brown. Illustr. Fl. of the North. U. S. and Canada. New-Work, 1897.
18. O. Drude. Umbelliferae in „Die natürlichen Pflanzenfamilien“. III I. 8 Abt., Leipzig, 1898.
19. M. Gürke. Borraginaceae in „Die natürlichen Pflanzenfamilien“. IV I. 3 Abt., Leipzig, 1897.

არჩ. ჯანაშვილი

დაღისტანის ჯიხვისა (*CAPRA CYLINDRICORNIS* BLYTH.) და
შინაური თხის (*C. HYRCUS* L.) ჰიბრიდიზაცია

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

საბჭოთა კავშირში დიდი ყურადღება ექცევა შინაური ცხოველების როგორც გარეულ მონათესავეებთან (სახეობათა შორისი), აგრეთვე მაღალპროდუქტოვან შინაურ ფორმებთან (სახეობის შიგნით) ჰიბრიდიზაციას, რომლის მიზანია შინაურ ცხოველთა ჯიშების გაუმჯობესება.

თხებისა და ცხვრების შინაურ ჯიშებთან საჰიბრიდიზაციოდ ფართოდ შეიძლება გამოყენებული იქნენ ის ფორმები თხებისა (ჯიხვები, ნიამორები, ტეკე და სხვ.) და ცხვრების (არხარები, კაჩარები, ურიალები და ა. შ.) გვარებიდან, რომელნიც ფართოდ არიან გავრცელებულნი საბჭოთა კავშირის მაღალ მთიან ადგილებში.

ჩვენ აქ არ მოვახდენთ ანალიზს იმ უამრავ ჰიბრიდიზაციულ მონაცემებისა, რომელნიც მიღებული არიან საბჭოთა მკვლევარების მიერ კავშირის სხვადასხვა ნაკრძალებში, ზოოპარკებში და სხვ., ეს ჩვენი ნაშრომისათვის დიდ საჭიროებას არ წარმოადგენს. ჩვენ ვეხებით მხოლოდ იმ ექსპერიმენტებს, რომელნიც ჩვენ მიერ, მთელი რიგი (1930—1937) წლების განმავლობაში, ტარდებოდნენ თბილისის ზოოპარკში დაღისტანის ჯიხვისა და შინაური თხის საჰიბრიდიზაციოდ.

თბილისის ზოოპარკის პირობებში დაღისტანის ჯიხვისა და შინაური თხის ჰიბრიდიზაციის ცდების ჩატარება პირველად დაწყებულ იქნა 1930 წლის ოქტომბერს¹.

მ ა ს ა ლ ა

ჩვენი ცდებისათვის გამოყენებული იქნენ დაღისტანის ჯიხვი (*Capra cylindricornis* Blyth.) და შინაური თხა (*C. hyrcus* L.)—ორი ერთიმეორისაგან განსხვავებული სახეობა.

¹ აღსანიშნავია, რომ ჯიხვისა და შინაური თხების ჰიბრიდები მიღებულია ჯერ კიდევ 1873 წელს [4], მაგრამ ამ ჰიბრიდების აღწერილობა არაა დარჩენილი. გარდა ამისა 1930 წ. ერთი ჰიბრიდი (♀) აღნიშნულ ცხოველთაგან მიღებულია თბილისის ზოოპარკში მარკოვის მიერ, ხოლო ორი ჰიბრიდი (♀♀) 1931 წელს—საქართველოს ზოოტექნიკური სადღესრის მიერ. არცერთი აღნიშნული ჰიბრიდთაგანის აღწერილობა ჩვენ არ მოგვეპოვება და არც ჩვენ მიერ წარმოდგენილ შრომაშია მოცემული.

ჯიხვი, შედარებით შინაურ თხასთან, ხასიათდება გაცილებით მეტი ცოცხალი წონით და ყველა ძირითადი განაზომის სიჭარბით.

მე არ შეევეხები დალისტანის ჯიხვის სისტემატიკურსა და ბიოეკოლოგიურ მიმოხილვას, რაც საკმაოდ დაწვრილებით მოხდენილია დინიკის [1] და ვერეშჩაგინის [2] მიერ, ისევე როგორც არ ვეხები შინაური თხის აღწერას, რომლის შესახებაც ფართო ლიტერატურა მოიპოვება. აღვნიშნავ მხოლოდ, რომ ჩემს ცდებში გამოყენებული იქნენ სხვადასხვა ფერის (შავი, მურა, რუხი, ჭრელი) შინაური თხები, რომელთა რაოდენობა მთელი ამ ექსპერიმენტების განმავლობაში 4—5 აღწევდა. შინაური თხები არ ხასიათდებოდნენ რაიმე განსაკუთრებული ჯიშინობით. ისინი ზოოპარკში ჩამოყვანილი იყვნენ თელავის რაიონიდან (თუშეთიდან). ჯიხვი მწარმოებელი (♂) პირველად იყო ერთი, ხოლო შემდეგ (1936—1937) წლებში მას დაემატა კიდევ ორი ვაცი (ზოოპარკში დაბადებული და აღზრდილი ჯიხვი).

მ ე თ ო დ ი კ ა

ცნობილია, რომ ჰიბრიდიზაციის ცდები შესაძლებელია ჩატარდეს ორი გზით: ხელოვნური განაყოფიერებითა და საცდელი ობიექტების ბუნებრივი შეჯვარებით.

ჩვენი ექსპერიმენტების დროს ვეყრდნობით უკანასკნელს—ბუნებრივი შეჯვარების მეთოდს, რადგან ხელოვნური განაყოფიერება აუცილებლობას არ წარმოადგენდა. ამ უკანასკნელ მეთოდს მიმართავენ ხოლმე იმ შემთხვევაში, როდესაც მწარმოებელთა (♂♂) რაოდენობა განსაზღვრულია და ამასთანავე საჭიროა მასობრივი განაყოფიერება, და აგრეთვე მაშინაც, როდესაც მამრი არ ეკარება მდებრს. ეს მომენტები ჩვენი ცდების მსვლელობისას გამორიცხული იყო.

ყოველი შეუღლების შემდეგ ვაცს ვაცილებდით მდებრებისაგან და ვამწყვდევდით ცალკე სადგომში, ხოლო მას შემდეგ, რაც დამაკება შესამჩნევი ხდებოდა ვაცს ვაცილებდით მეორე წლის შემოდგომამდე. შემდეგში კი, როდესაც გამორკვეულ იქნა თხის მაკეობის ხანგრძლივობა, ჯიხვსაც და თხებსაც ერთ სადგომში ვინახავდით.

ციკნები (ჰიბრიდები) დაბადებისთანავე, ან დაბადებიდან რამდენიმე საათის შემდეგ, იწონებოდნენ, შემდგომში ერთი თვის განმავლობაში მათი აწონა მეორედებოდა ყოველ დღე, ამის შემდეგ ისინი იწონებოდნენ თვეში ერთხელ, 3 თვეში, 6 თვეში ერთხელ (იხ. ცხრ. 1).

სხეულის გაზომვას ვახდენდით წლის განმავლობაში ორჯერ—გაზაფხულზე და შემოდგომაზე. იზომებოდნენ ცოცხალი ცხოველები საზომი ჯოხით ან საზომი ლენტით.

შინაური თხის ვაცების განაზომები ჩვენ მიერ ჩატარებულია იმერულს ფორმებზე.

ჯიხვთხის (F_1) გამოსავალ ფორმებთან—ჯიხვთან და თხებთან—შესადარებლად, ჩვენ მიერ აღებულია ერთნაირი მასალა, როგორც განაზომების, აგრეთვე წონების მიმართ (იხ. ცხრ. 1 და 2).

პირველი F_1 ჰიბრიდები, ორი ციკნის (♂♂) რაოდენობით, მიღებული იქნენ ტყუბად ერთი დედისაგან, 1931 წელს (მარტი). შემდეგ წლებში (1932—1937) კიდევ მიღებულ იქნა 21 ჰიბრიდი. ამნაირად ჰიბრიდების, რომელთაც ჯიხვთები ვუწოდეთ, 23-სულიანი ფარა შეიქმნა. მათგან 14 იყო ვაცი და 9 დედალი. მთელი სულადობიდან 16 დაბადებულია ტყუბად.

აღსანიშნავია, რომ იმავე პერიოდში (1933—1937) მიღებულ იქნენ ჰიბრიდები F_2 და F_3 , ჯიხვისა და ჰიბრიდის ნაჯვარები, ჰიბრიდისა და შინაური თხის ნაჯვარი. ამ უკანასკნელთ წინამდებარე შრომაში არ ვეხებით.

დოლი მიმდინარეობს სხვადასხვა დროს. ყველაზე ადრეული მშობიარობა აღნიშნულია 2 მარტს (1933), ხოლო ყველაზე გვიანი—5 ივლისს (1932).

ჯიხვთა (F_1) ჰეტეროზისის დიდ ეფექტს იძლევა. იგი გაცილებით სჭარბობს ზომა-წონით თავის გამოსავალ ფორმებს—ჯიხვსაც და მით უმეტეს, შინაურ თხასაც (იხ. ცხრ. 1 და 2).

გარეგანი აღნაგობით ჯიხვთა უფრო ჯიხვს მიემსგავსება, ვიდრე თხას, განსაკუთრებით ეს ითქმის ვაცებზე. ამ უკანასკნელთა შორის გვხვდებიან ერთეულები, რომელნიც ძლიერ მიემსგავსებიან ნიამორებს (*C. aegagrus*), როგორც ეს სამართლიანად აღნიშნა ვერეშიაგინმა [3]; ხოლო ზოგიერთი მათგანი დიდად ემსგავსება კავკასიის ჯიხვს (*C. caucasica*) და სევანეთის ჯიხვს (*C. sewerzovi*).

ჯიხვთები, უმეტეს შემთხვევებში, ჯიხვის ციკნებზე ნაკლები წონის იბადებიან, განსაკუთრებით ეს ითქმის ტყუბად დაბადებულ ერთეულებზე; მაგრამ ამ მხრივ არ ჩამოუვარდებიან შინაური თხის ციკნის წონებს. ციკანი ჯიხვთის ზრდა მიმდინარეობს მეტად ეფექტიურად და მცირე დროის განმავლობაში ასწრებს ზრდაში ჯიხვის და მით უმეტეს შინაური თხის ციკანს (იხ. ცხრ. 1).

1-ლ ცხრილში მოცემულია ჯიხვთის, ჯიხვისა და შინაური თხის შედარებითი დინამიკა, საიდანაც ნათელია ჯიხვთის სწრაფი ზრდა-მატება წონაში, შედარებით ჯიხვთან და მით უმეტეს შინაურ თხასთან, რომელიც წონაში ჩამორჩება უკანასკნელსაც.

როგორც აღვნიშნეთ, ჯიხვთა შედარებით მცირე წონის იბადება. თუ მხედველობაში მივიღებთ ზრდასრული (5—6 წლის) ჯიხვთის საშუალო წონას 127 კგ, მაშინ ცოცხალი წონის საერთო მატება ამ პერიოდში საშუალოდ იქნება 37-ჯერ (მაქსიმუმ 52-ჯერ), მაშინ როდესაც ჯიხვის წონა ამავე პერიოდში მატულობს საშუალოდ 21,6-ჯერ (მაქსიმუმ 27-ჯერ), ხოლო შინაური თხა ამავე პერიოდში მატულობს 20-ჯერ (მაქსიმუმ 22-ჯერ).

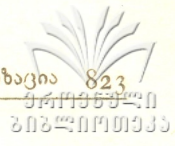
აღსანიშნავია ზოგიერთი გამონაკლისი შემთხვევები, როდესაც ჯიხვთა, რომელსაც დაბადებისას ახასიათებდა უმცირესი წონა (2,5 კგ) აღწევდა 4 წლის ასაკში უდიდეს წონას (98 კგ), მაშინ როდესაც ზოგიერთი ჯიხვთა, რომელიც დაბადებისას დიდი წონით (5,2 კგ) ხასიათდებოდა, ამავე ასაკში უმცირეს წონას აღწევდა (75 კგ) (იხ. ცხრ. 1).

აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ჯიხვთას ზრდა არ მთავრდება სქესობრივად მომწიფებისთანავე, არამედ გრძელდება შემდეგაც. ჩემი დაკვირვებით 8 წლის ჯიხვთის, ისევე როგორც ჯიხვის, წონა კვლავ მატულობს.

(1) ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ ჯიხვთა ზრდის ეფექტით სჭარბობს.

ჯიხვთების, ჯიხვებისა და შინაური თხების ცოცხალი წონის დინა

№ № по порядку	საკვი—возраст	მ ა მ რ ე ბ ი — ს ა მ					
		ჯიხვთები—ტუროკოვს			ჯიხვები—ტურს		
		lim	M	n	lim	M	n
1	დაბადებისას—при рождении . . .	2,5—5,2	3,1	14	3,2—4,3	3,8	5
2	5 დღის—5 дней	3,5—7,0	5,0	13	4,5—5,2	4,8	5
3	10 დღის—10 дней	4,3—8,2	6,7	13	5,1—6,2	5,6	5
4	15 დღის—15 дней	5,2—9,8	7,8	12	6,4—7,2	6,8	4
5	30 დღის—30 дней	8,6—13,5	10,8	12	9,4—10,2	9,8	4
6	3 თვის—3 месяца	16,3—21,7	18,6	10	13,5—16,4	15,4	4
7	6 თვის—6 месяцев	22,0—28,2	24,0	10	17,1—20,3	18,1	3
8	1 წლის—1 года	28,5—40,7	36,2	10	20,5—30,6	26,1	3
9	2 წლის—2 года	44,8—59,2	54,5	8	28,0—36,4	32,2	2
10	3 წლის—3 года	66,1—84,0	76,2	6	32,0—40,8	36,4	2
11	4 წლის—4 года	75,0—98,2	92,0	5	44,0—47,0	45,0	3
12	5 წლის—5 лет	103,0—120,8	112,0	4	52,6—59,4	56,2	3
13	6 წლის—6 лет	116,0—122,0	120,0	3	78,2—84,5	82,0	3



მიჯა—динамика живого веса турокоз, туфов и домашних коз

ცხრილი—таблица 1

ც			მ დ ე დ რ ე ბ ო — ს ა მ კ ი								
შინაური თხები домашние козы			ჯიბვთხები—ტუროკოზი			ჯიბვები—ტუფი			შინაური თხები домашние козы		
lim	M	n	lim	M	n	lim	M	n	lim	M	n
1,8—2,7	2,3	4	1,8—3,0	2,2	9	2,5—3,8	3,2	4	1,5—2,0	1,8	5
—	—	—	2,8—4,5	3,7	9	3,5—4,8	4,0	4	—	—	—
—	—	—	3,6—6,2	4,9	8	4,2—5,6	5,1	4	—	—	—
5,3—6,5	5,8	4	5,2—7,6	6,1	6	5,8—6,5	6,0	3	3,2—4,1	3,6	5
6,4—8,0	7,2	4	7,3—9,0	8,2	6	7,3—8,7	8,0	2	4,3—5,3	4,8	5
11,2—13,1	12,3	4	9,6—11,4	10,6	6	10,2—11,4	10,8	2	7,5—9,0	8,5	5
15,0—18,0	17,2	4	12,2—16,0	14,0	4	13,0—15,2	14,1	2	11,2—14,1	12,6	5
20,0—28,0	24,2	4	15,0—19,5	17,7	4	18,0—19,0	18,5	2	16,3—20,4	18,0	5
25,0—32,0	28,7	4	22,0—28,6	25,3	2	23,0—27,2	25,1	2	22,0—30,1	27,0	5
38,0—45,0	40,7	4	28,2—34,2	31,2	2	28,0—32,6	30,3	2	32,0—42,5	38,5	5
44,0—50,0	47,0	4	36,0—38,5	37,25	2	34,0—38,8	36,4	2	34,0—46,0	42,0	4
48—52,0	50,0	4	45,5	45,5	1	46,0—48,4	47,2	2	34,0—46,0	42,0	4
53,0—63,0	58,5	4	46,0	46,0	1	52,0—56,0	54,0	2	34,0—46,0	42,0	4



ჯიხეთების, ჯიხეების და შინაური თხების ძირითადი განაზომები (5 წლის ვასა)

რიგზე № № по порядку	განაზომთა დასახელება название промеров	მ ა მ რ ე ბ ი — ს ა მ					
		ჯიხეთა—ყოკოკო			ჯიხვი—ყო		
		lim	M	n	lim	M	n
1	სიმაღლე მინდაოსთან Высота в холке	76—90	84,6	6	76—85	82,5	3
2	სიმაღლე მენჯთან Высота в крестце	84—96	91,4	6	76—91	89,0	3
3	წინა ფეხის სიმაღლე Высота передней ноги	69—80	76,0	6	64—72	68,0	3
4	სხეულის მრუდე ხაზის სიგრძე Косая длина туловища	90—101	97,0	6	87—92	87,6	3
5	მკერდის სიგანე Ширина груди	24—30	28,0	6	22—28	26,0	3
6	მკერდის სიღრმე Глубина груди	38—46	40,6	6	34—37	36,0	3
7	მკერდის გარემოწერილობა Обхват груди	102—130	118,0	6	96—112	110,0	3
8	სიგანე ბარკლებთან Ширина в моклаках	18—26	23,0	6	16—24	22,0	3
9	რქის სიგრძე (გარეგანი სიმრუდე) Длина рога (наружная кривизна)	77—102	98,0	6	76—82,5	80,0	3
10	რქის სიგრძე (შიგნითა სიმრუდე) Длина рога (внутренняя кривизна)	58—70	64,0	6	62—70	68,0	3
11	რქის გარემოწერილობა (დასაწყისში) Обхват рога (у основания)	21,5—27	22,0	6	22—28	25,0	3
12	კუდის სიგრძე Длина хвоста	12—17	14,5	6	11—16	14,0	3
13	კუდის სიგანე (დასაწყისში) Ширина хвоста (у основания)	5,5—9,0	6,5	6	5—8	6,0	3
14	შუბლის უდიდესი სიგანე Наибольшая ширина лба	13—17,5	15,5	6	11—16	14,0	3
15	ყურის სიგრძე Длина уха	12—16	14,0	6	18—20	19,0	3
16	ყურის სიგანე Ширина уха	6,5—7,5	7,0	6	4,5—5,6	5,1	3



კუბი) — основные промеры турокоз, тугов и домашних коз (в возрасте 5 лет) შიხ. ჯიხვისა

ცხრილი — таблица 2

ი ყ			მ დ ე დ რ ე ბ ი — ს ა მ კ ი								
შიხაური თხა домашняя коза			ჯიხვისა — ტუოკოზა			ჯიხვი — ტუგ			შიხაური თხა домашняя коза		
lim	M	n	lim	M	n	lim	M	n	lim	M	n
65—80	72,5	3	63—68	65,5	2	73—76	74,5	2	60,0—71,5	64,5	4
69—83	76	3	72—76	74,0	2	79—82	80,5	2	67,0—77,6	72,5	4
54—58	56	3	55—58	56,5	2	54,0—55,5	54,75	2	49,5—56,4	52,5	4
80—85	82,5	3	78—82	80,0	2	80—80	80,0	2	74,5—78,5	76,5	4
22—26	24	3	16—18	17,0	2	17,5—19,0	18,25	2	13,0—16,0	14,0	4
30—34	32	3	27—28	27,5	2	26,5—28,0	27,25	2	22,5—26,6	24,5	4
96—108	102	3	91,5—96,0	93,75	2	95—102	98,5	2	85,0—88,0	87,0	4
19—23	21	3	13—14	13,5	2	13—13	13,0	2	10,0—13,0	11,5	4
—	—	—	25,0—27,2	26,1	2	14,0—17,5	15,75	2	25,0—38,5	34,5	4
—	—	—	18,5—22,3	20,4	2	13,5—14,5	14,0	2	18,0—32,5	28,0	4
—	—	—	12—13	12,5	2	11,0—12,5	11,75	2	8,2—10,0	9,1	4
13—15	14	3	12,6—14,0	13,3	2	9,0—11,5	10,25	2	13,0—14,5	13,5	4
5,5—6,5	6	3	5,0—6,0	5,5	2	4,6—5,0	4,8	2	5,0—5,5	5,2	4
13—14	13,5	3	11—12	11,5	2	11,5—12,6	12,05	2	11,0—12,5	11,7	4
13—16	14,5	3	13,5	13,5	1	14,0—15,0	14,5	2	13,0—16,0	14,0	4
4—6	5	3	4,0—4,6	4,3	2	4,0—5,2	4,6	2	4,5—5,0	4,7	4



გამომავალ ფორმებს—ჯიხვსაც და შინაურ თხსაც, როგორც ზრდის პიკეტაჟის თვის, აგრეთვე შემდეგი წლების განმავლობაში.

ჯიხვთხის ზრდის ტემპი პირველი დღეების განმავლობაში მცირედით განსხვავდება ჯიხვისა და შინაური თხის ციკნების ზრდის ტემპისაგან, მაგრამ უკვე მეორე კვირიდან ზრდის ეფექტიანობა აშკარად ჯიხვთხის სასარგებლოდ იხრება (იხ. ცხრ. 1). მამრი ჯიხვთხები (♂♂) თავიანთი მშობლებისაგან (ჯიხვისა და შინაური თხისაგან) განსხვავდებიან არა მარტო წონით, არამედ ყველა ძირითადი განაზომითაც, მაშინ როდესაც მდედრი ჯიხვთხები (♀♀) ამ განაზომებში რამდენიმედ ჩამორჩებიან ჯიხვებს (იხ. ცხრ. 2).

აღსანიშნავია ჯიხვთხის (♂♂) რქა, რომელიც 102 cm სიგრძეს აღწევს. იგი აღიმართება ზევით, შემდეგ რამდენიმედ გაწეულია განზე და რკალურად ჩამოშვებულია დაბლა. ჯიხვთხის რქა ჯიხვისას ჩამორჩება მასიურობით. მას არ მოეპოვება აგრეთვე ისეთი ღრმა და მასიური ღარები, რომელნიც ჯიხვის რქისათვის დამახასიათებელია. ჯიხვთხის რქა გარეგანი მოხაზულობით ძლიერ მიემსგავსება ნიამორისას, მაგრამ ამ უკანასკნელს ჩამორჩება სიგრძითაც და მასიურობითაც.

რაც შეეხება შეფერადებას, უნდა აღინიშნოს, რომ იგი მერყეობს დედის შეფერადებასთან დაკავშირებით. მაგალითად, შავი თხისაგან ყოველთვის შავი ფერის ჰიბრიდები იზადებიან, რუხისაგან—რუხი, მურასაგან—მურა ფერის, ჭრელისაგან—ჭრელი და ა. შ.

ჯიხვთხები, რომელთაც ჯიხვებთან ერთად საერთო ბაჟში ცხოვრება უხდებოდათ, იჩენენ გარეული ფორმებისათვის დამახასიათებელ თვისებებს—სიბრთხილეს, სიველურეს და სხვ. ზოგჯერ ისინი არ ერიდებიან თავიანთ მომვლელსაც კი და მათ რქით ურტყამენ.

ჰიბრიდები დაბალი ტემპერატურისადმი დიდ ამტანობას იჩენენ, ამიტომაცაა, რომ თბილისის ზოოპარკის პირობებში ისინი ზამთარს ატარებენ საზაფხულო ბაკებშივე.

ჯიხვთხას უნვითარდება კარგი ხარისხის მატყელი და თივთიკი, რომელთაც ჩვენ აქ არ შევხვებით; საკითხი მათ შესახებ ცალკე მუშავდება.

ჯიხვთხას აქვს საკმაოდ მაღალი ღირსების რძე. F_1 ჯიხვთხის საშუალო დღიური წველადობა მერყეობს სეზონურად—გაზაფხულზე აღწევს მაქსიმუმს, ხოლო შემოდგომაზე—მინიმუმს. საერთოდ მთელი ლაქტაციის პერიოდში, რაც 7,5—8 თვემდე გრძელდება, ჯიხვთხას, რომლის წონა მერყეობს 35—45 კილოგრამამდე (4—5 წლის ასაკის), წველადობა საშუალოდ 1000—2100 გრ აღწევს. ბელოდედოვას [5] ცნობით ჯიხვთხას წველადობა აღწევს საშუალოდ 700—1000 გრ. თუმცა უნდა ითქვას, რომ ხსენებული ავტორის აღნიშნული ცნობები მოცემული აქვს სულ რვა დღის ანალიზის საფუძველზე და ისიც ახალგაზრდა—დაახლოებით 2—2 $\frac{1}{2}$ წლის—ექსპონატებისათვის.

ჯიხვთხის რძის ცხიმოვანობის პროცენტი 5,5—6,0 აღწევს. ბელოდედოვას [5] ცნობით რძეში ცხიმის პროცენტი 5,35 უდრის (იენისის თვისათვის).

მდედრი ჯიხვთხა, როგორც ეს უკვე აღნიშნული გვაქვს [3], სქესობრივ სიმწიფეს 6—7 თვის ასაკში აღწევს, მაგალითად, 1934 წელს დაბადებულ ორ-

მა ჯიხვებამ 1935 წელს შთამომავლობა მოგვცა. ჯიხვთა უმეტეს შემთხვევებში შობს ერთ ციკანს, იშვიათად — ორს.

მამრი ჯიხვთა სქესობრივ სიმწიფეს აღწევს 1,5 წლის ასაკში.

ჯიხვთხის სიცოცხლის ხანგრძლივობის შესახებ რაიმე კონკრეტული დასკვნის გამოტანა შეუძლებელია, რადგანაც ერთი ეგზემპლარი, რომელიც 1931 წელსაა დაბადებული, დღესაც (1943) ცხოვრობს თბილისის ზოოპარკში.

დასკვნები

ვაჯამებთ რა ზემოხსენებულს, მივდივართ შემდეგ დასკვნამდე:

1. ჯიხვთა წარმოადგენს მალალ პროდუქტულ ახალ ჰიბრიდს, რომელიც იძლევა დიდი რაოდენობის ხორცს, ცხიმის მალალი პროცენტის მქონე რძეს, გრძელ მატყლს რბილი თივითიკით.

2. ზრდისა და ცოცხალი წონის გადიდების დიდი ტემპი ამ ცხოველის პრაქტიკული გამოყენების მიზანშეწონილობას ადიდებს.

3. ჯიხვთა იჩენს დიდი ამტანობის უნარიანობას დაბალი ტემპერატურის მიმართ, რის გამოც მისი შენახვა არაა დიდ სიძნელებთან დაკავშირებული.

4. ყოველივე ამის გამო ჯიხვთხის (F_1) მოშენება სოფლის მეურნეობის ყველა სახის გაერთიანებაში მიზანშეწონილად უნდა ჩაითვალოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 15.7.1943)

ЗООЛОГИЯ

А. Г. ДЖАНАШВИЛИ

ГИБРИДИЗАЦИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ТУРА (*CAPRA CYLINDRICORNIS* BLYTH.) И ДОМАШНЕЙ КОЗЫ (*C. HYRCUS* L.)

Резюме

В настоящей работе автором сообщаются результаты экспериментов по гибридизации дагестанского тура (σ) и домашней козы (♀), проведенных ими на экспонатах Тбилисского зоопарка в течение ряда лет (1930 — 1937).

На основании вышеозначенных опытов автор приходит к следующим основным выводам.

1. Новорожденные турокозлята в весе уступают турам, в особенности в случаях рождения двойней, но превосходят домашних козлят (табл. 1).

2. Рост гибридов проходит эффективно и через небольшой промежуток времени по весу и основным промерам они перегоняют своих ровесников — турят и козлят (таб. 1 и 2).

3. Турокозлята рождаются относительно небольших размеров. Считая вес взрослого (5—6-летнего) турокозла 120 кг, имеем увеличение живого веса, за этот период, в среднем 37 раз (максимум 52 раза), тогда как вес туров, за тот же период увеличивается, по нашим наблюдениям, в среднем 21,6 раз (максимум 27 раз), а домашние козлы увеличивают свой вес за тот же период 20 раз (максимум 22 раза).

4. Половая зрелость у самок наступает в возрасте 7 мес., а у самцов — 1,5 года.

5. Рост турокозлов не заканчивается с наступлением половой зрелости, а продолжается интенсивно и после этого периода (табл. 1).

6. Гибриды выявляют большую выносливость по отношению к низким температурным условиям и в Тбилисском зоопарке они круглый год оставались в летних загонах, без отепленных помещений.

7. Турокозы имеют довольно полноценное молоко, которое содержит 5,5—6% жира.

8. Лактационный период турокозы продолжается до 7,5—8 месяцев. Суточный удой в среднем достигает 1000—2100 г.

9. Раннее наступление половой зрелости, большой темп роста и увеличения веса, содержание большого процента жира в молоке, выявление большой выносливости по отношению к низким температурным условиям придают большую практическую ценность турокозам (гибридам) и поэтому их можно рекомендовать для разведения в разных местностях нашей страны и во всех видах сельскохозяйственных объединений.

10. Полученные нами гибриды «турокозы» выявляют большой эффект гетерозиса. Турокозы крупнее исходных форм — тура и домашней козы как по весу, так и по всем основным промерам (табл. 1 и 2).

11. Турокозы по своему общему облику более напоминают туров, чем коз, в особенности самцы. Среди последних попадаются экземпляры, сильно напоминающие по экстерьеру кавказских туров (*C. caucasica*), туров Северцова (*C. Sewerzovi*), а также безоаровых козлов (*C. aegagrus*).

Академия Наук Грузинской ССР

Институт зоологии

Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Я. Динник. Звери Кавказа. Ч. I, II, Тифлис, 1914.
2. Н. К. Верещагин. Дагестанский тур в Азербайджане. Баку, 1938.
3. А. Г. Джанашвили. Каталог Тбилисского Зоопарка. Тбилиси, 1936.
4. Записки Кавказского общества сельского хозяйства, № 1, Тифлис, 1875, стр. 11.
5. М. М. Белодедова. Турокоза, ее молочная продуктивность, состав молока и кормовой рацион. Рукопись, Кировобад, 1936 (ციტირებულია Н. К. Верещаგინის [2] მიხედვით).



5. რეზიუმე

წიგნის შინაარსი

წიგნის რეზიუმე დასრულებულია სპეციალურ ლიტერატურაში საკმაოდ ცნობილია. 1935 წელს, რაჭაში ეთნოგრაფიულ მასალებზე მუშაობისას, შემთხვევად გვქონდა ამ საკითხის შესახებ ზოგიერთი ახალი, მანამდე უცნობი ფაქტისათვის მიგვეკვლია.

როგორც ამას ნივთიერი ძეგლები და სარწმუნო ცნობები მოწმობენ, ზემო რაჭას—მდ. ჯეჯორის ხეობაში, მოიპოვებოდა რეზიუმის მადნეულის მდიდარი საბადოები. ადგილობრივი მცხოვრებნი რეზიუმის ამ საბადოებს ამუშავებდნენ ძველიდანვე. მოპოვებულ მადნეულს საგანგებოდ გამართულ ღუმელებში „წ უ რ ა ვ დ ნ ე ნ“ რეზიუმე. შემდეგ, ამ რეზიუმისგან ნაირსახის და დანიშნულების „ხელადს“ სჭედდნენ. რეზიუმის „ხელადი“ საკუთარი მოხმარებისა და გაცვლა-გამოცვლის მიზნით იქედებოდა.

რეზიუმის საბადოებისა და დამუშავების კერას ჯეჯორის ხეობა წარმოადგენდა. ზოგიერთი სიტყვიერი ცნობით რეზიუმის წარმოების უბანი იმდენად ვრცელი ყოფილა, რომ იგი მოიცავდა მთლიანად ზემო რაჭას, აგრეთვე ქვემო რაჭის ერთ ნაწილს—კრიხულას ხეობას.

რეზიუმის „მოსაქნარეობასთან“ დაკავშირებით ჯეჯორის ხეობას „სარეზიუმეთი“ ეწოდებოდა, ხოლო სარეზიუმეთით—„რეზიუმისკაცები“.

„სარეზიუმეთი“ შემუშავებულ რეზიუმას „წიგნის რეზიუმე“ ერქვა, რამდენადაც ს. წიგნისი, ანუ წიგნი არა მხოლოდ რეზიუმის მადნეულთა მფლობელი ადგილი იყო, არამედ რეზიუმის წარმოების მხრითაც „გულადგის“ წარმოადგენდა.

წიგნის რეზიუმე სანაქებო თვისებისა იყო. მის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თვისებებებს შეადგენდა საკვირველი „ფხა-ალმასი“ და „ფოლადუნება“. დღემდე მოღწეულ მისეულ „ხელადს“ ამგვარი თვისება და ხასიათი თვალნათლად ემჩნევა. წიგნის რეზიუმისგან გამოჭედილი ძველი ცელის (საქ. მუხ. ეთნ.

განყ. კოლ. № $\frac{18/38}{33}$) ქიმიურმა ანალიზმა (ცხრ. 1) ცხადჰყო, რომ „წიგნის რეზიუმე“ წარმოადგენს მაღალი ხარისხის ფოლადს. ეს გარემოება განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია და მას ძველი ქართული მელითონების ზოგიერთი საკითხის გასარკვევად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

საერთოდ, რაჭის სარეზიუმეთი „ფოლადი რეზიუმე“ შემუშავების ფაქტური სინამდვილე არა მხოლოდ კულტურულ-ისტორიული ღირებულების საგანია, იგი სახალხო-სამეურნეო თვალსაზრისითაც აქტუალური ჩანს.



მასალის დასახელება	%/% რაოდენობა				
	C	M _n	S _i	P	S
ცელი	0,45	0,16	კვალი	0,063	0,04

ანალიზი შესრულებულია საქართველოს საშენ მასალათა მრეწველობის მთავარ სამმართველოს საგამოკვლევო ლაბორატორიის მიერ.

საკითხი იბადება, რა გზით აღწევდნენ „რკინისკაცები“ ფოლადის მიღებას? თუ სიტყვიერ ცნობებს დავეყრდნობით, „წედურ რკინას ანაგებ გააჩნდა ფოლადი და ფხა-ალმასი“; სინამდვილეში, როგორც ეს არსებული მასალის ანალიზიდან ირკვევა, წედური რკინის ამგვარი ხასიათი და თავისებურება წარმოსდგებოდა, უმთავრესად, დამუშავების განსაზღვრული წესების ნიადაგზე. მხოლოდ ამ წესების ახსნასა და გარკვევას შეუძლია მოგვეცეს „წედური რკინის“ ბუნების ნამდვილი ვასალები.

წედური რკინის დამუშავების ტექნიკური პროცესი სქემატურად შემდეგ სურათს წარმოადგენდა: მადნეულის მოპოვება საბადოებიდან, მათი გადაზიდვა და დამარაგება დანიშნულების ადგილას; დასამუშავებლად შემზადება მადნეულისა—გადარჩევა, დახარისხება, დაფშვნა, აწყვა, სხვადასხვა მადნეულთა ერთობლივად შერევა გარკვეული შეფარდებით, აგრეთვე, რკინის მადნეულთათვის ზოგიერთი „სადღული“-ს დართვა; მადნეულის დამამუშავებელ ნაგებობათა, მოწყობილობისა და ხელჭურჭლის გამართვა; დასაწურავად განკუთვნილი, „გაკაზმული“ მადნეულის „დარიგება“ საწურ ქურაზე; პირველ-დაწურული რკინის — „ლუგვის“ გადამუშავება სადნობ ქურაში; მეორე გზობად მიღებული რკინის — „საჭედური რკინის“ დაგვარება და მისგან ნაირსახის „ხელადის“ გაჭედვა.

ამგვარად, წედური რკინის დამუშავება, ძირითადად, ორ ეტაპად იყოფოდა. პირველი ეტაპი შეიცავდა მადნეულის მოპოვებას და მის შემზადებას დასაწურავად; მეორე ეტაპი—მადნეულის დაწურვას რკინად და შემდეგ მისგან „ხელადის“ დამზადებას. თითოეული ეს საფეხური განსხვავებულ ტექნიკურ მოწყობილებასა და საშუალებას მოითხოვდა. ამასთანავე, სარკინეთის სინამდვილეში განარჩევდნენ ერთობლივად მადნეულის რამდენიმე სახესხვაობას: „ქვაწითელა“, „აბრამა“, „დევინახშირა“, „შავი ლითონი“, „გორგინდა“, „ტუტუნის“, „ფაშა“ და სხვ. იცნობდნენ თითოეული მათგანის დამახასიათებელ მხარეს და მის „რკინად გამომავლობას“.

ბუნებრივია, ხსენებულ მადნეულთა გადამუშავება და მათგან საჭედური რკინის გამოყვანა, ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში, განსაკუთრებულ მიდგომას მოითხოვდა. ერთი წყება რკინის მადნებისა—„დევინახშირა“, „შავი ლითონი“, სხვა მადნეულის მიართვას არ საკიროებდა, ვინაიდან მათ „ყველაფერი თავისი ყოფნიდათ“. წურვის დროს, ჩვეულებრივად, მათ მხოლოდ „სადღულთ აქმევე-

დნენ“, ე. ი. „გამადუღებელ“, დამხმარე ნივთიერებას—„სადულ მიწას“, ან „ტუტუნს“ დაურთავდნენ ხოლმე. მეორე რიგი რკინის მადნებისა—„კობიკი“, „აბრამა“, „ქვაწითელა“, აუცილებლად მოითხოვდა მათთვის სხვა მადნეულთა შერევას, რადგანაც ხალასად მათგან ერთობ „ნაკიანი“ რკინა გამოდიოდა. ამგვარი რკინა ძალიან რბილი, ან მაგარი იყო, ან ზედმეტად ფიცხი და „ლენჩი“. ხოლო, როდესაც რომელიმე ამ რკინის მადანს თან „ფაშასაც“ დაურთავდნენ და ისე „დაწურავდნენ“ მისგან ჩინებული რკინა დგებოდა.

ამ ვითარებაში მართებული არ იქნებოდა, რომ წედური რკინა მისი გამოვლინების ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მხოლოდდამხოლოდ ერთი ხარისხისა და შემადგენლობისად მიგვეჩინა. უშუკველია, იგი განირჩეოდა არა მხოლოდ დროისა და წარმოების ადგილის მიხედვით, არამედ ხარისხისა და შემადგენლობის მხრითაც არ იყო ერთსახოვანი და ერთგვარი.

„წედური რკინის“ დამზადებისა და მისი „დაყენების“ საქმეში განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ერთი მხრით საგანგებო, რკინის „სადულთა“ (—„სადული მიწა“, „ტუტუნი“ და სხვ.) გამოყენების ფაქტი მადნეულის რკინად დაწურვის პროცესში, ხოლო მეორე მხრით—რკინის მადნეულთათვის, გარკვეული შეფარდებით, „ფაშას“ შერევა-კომბინაციის წესი.

წედური რკინის დამუშავების ტექნიკაში, დასაწურავად განკუთვნილი რკინის მადნისათვის, საგანგებო „სადულთა“ დართვისა და ამასთანავე განსხვავებული თვისების მადნეულთა ნაირსახის კომბინირებას ის მიზანი ჰქონდა, რომ, „რკინის მოხლეთა“ ღრმა დაკვირვებით და გამოცდილების მიხედვით, ამ გზით მიიღებოდა საუცხოვო თვისების „საქედური რკინა“, რომლისაგანაც შემდეგ ადვილად „იკვერებოდა“ ნაირხასიათისა და დანიშნულების „ხელადი“. ამგვარად, წედური რკინის დამზადების პრაქტიკაში „სადულთა“ გამოყენება, და რკინის მადნეულთან, მაღალი თვისების რკინის მისაღებად, რიგი სხვა მადნეულის შერევის ჩვეულება ტრადიციით განმტკიცებულ, ძველიდანვე მომდინარე წესად უნდა მივიჩნიოთ.

„სადული“, როგორც სახელწოდებიდანაც ჩანს, მადნის „გამადუღებელ“ საშუალებად ითვლებოდა და რკინის დაწურვის პროცესში ერთგვარ დერიტას როლს ასრულებდა. „სადულად“, წედური რკინის დამზადებაში, იხმარებოდა, უმთავრესად, „სადული მიწა“ და „ტუტუნი“. ამასთანავე სხვა სახის სადულთაც იცნობდნენ. „სადული მიწა“ ფიზიკურად, მიწისმაგვარ სხეულს წარმოადგენდა. ფერად მოყვითალო იყო, „გვამი“, „ძელი“ (წმინდა, უქვიშნარო) და თანაც ფხვიერი ჰქონდა. თავის მხრით, ტუტუნი გარეგნულად რკინაწიდასა ჰგავდა, მისებრ „ჩონჩხი“ და ხორკლიანი ტანი გააჩნდა. რუხი ფერისა იყო. ორივე მათგანი რკინის საბადოთა მიდამოებში მოიპოვებოდა. „რკინისკაცები“, საჭიროების მიხედვით, ამ სადულთაგან ხან ერთს იყენებდნენ და ხან მეორეს, რადგანაც ერთი რიგის რკინის მადანთ უფრო „სადული მიწა“ ეთვისებოდა, მეორე რიგისას კი—„ტუტუნი“.

„სადული“ საერთოდ, წედური რკინის დამზადებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობდა. მისგან დიდად იყო დამოკიდებული მადნის გამომავლობა რკინად, ასევე მისაღები რკინის თვისება და ხასიათი. დუღილის პროცესში „სადული“

აძლევდა რკინას თანაბარ სიმხურვალეს და „ზეთოვანებას“. გარეთ გამოჰქონდა მისი ტანიდან ჭუჭყი და პერი. პირს უწმენდდა და „ხალიწავდა“ (ახალასებდა, სწმენდდა) ჩაწურულ რკინას. იცავდა მას ცეცხლში ჩაწვისა და გამოფიტვისაგან. ამასთანავე ხელს უწყობდა წურვის მსვლელობას და თან „ნება-ნებად, მისაგუნებად წურავდა ლითონს“.

„სადულ მიწასა“ და „ტუტუნს“ რკინის მოხელენი დიდი დაკვირვებით არჩევდნენ და მათ გარკვეული რაოდენობით ურთავდნენ დასაწურავად განკუთვნილ რკინის მადანთ. დართვას აწარმოებდნენ წურვის დაწყებამდე, ან წურვის პროცესში. ამ მოქმედებას „სადულის ქმევა“ ეწოდებოდა.

საყურადღებოა, რომ ლითონთა შემუშავების პრაქტიკაში ანალოგიურ მოვლენებს ჰქონდა ადგილი მოსინიკებისა და ხალიბთა შორის. ძველად, კლასიკური ქვეყნების მწერალთა ცნობებით, ხალიბური და მოსინიკური რკინა-სპილენძის მთელი თავისებურება იმისგან წარმოსდგებოდა, რომ მოსინიკები და ხალიბები მადნეულში ერთგვარ „სადულებს“ („მიწა“, „ცეცხლგამძლე ქვა“) ურევდნენ თურმე. პსევდო-არისტოტელე პირდაპირ ასახელებს: „იუწყებიან, მოსინიკური სპილენძი გამოირჩევა თავისი ცხოველი და თეთრი ფერით. სპილენძში ურევენ კალას კი არა, არამედ ერთგვარ ადგილობრივ მიწას და ამგვარად აღნობენ“ [1].

ლითონთა დამუშავებაში ზოგიერთი მინერალის: თალკი, კაჟი და სხვ. გამოყენების ფაქტები, საზოგადოდ, სხვაგანაც გვხვდება [2].

ამგვარად, „სადული“ წედური რკინის შინაგანი ვითარების საყურადღებო და ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს და მას ხსენებული რკინის ხასიათის შემუშავებაში გარკვეული წილი უდევს, რამდენადაც ეს უკანასკნელი ხელს უწყობდა და ეხმარებოდა მადნეულიდან არამადნეულის გამოყოფას და ჰქმნიდა წინაპირობას ხალასი წედური რკინის მისაღებად. მაგრამ წედური რკინის „დაყენებისა“ და „ზნისცვლის“ საქმეში არსებით როლს თამაშობდა „ფაშა“, რომელსაც გარკვეული რაოდენობით ურევდნენ დასაწურავი რკინის მადანში. „ფაშა“ ერთგვარი ლითონი იყო, რომელსაც რკინის მოხელენი სხვა მადნეულთან ერთად პოულობდნენ. ტანად იგი ძლიერ მაგარი და „ჩონჩხი“ იყო. ლურჯი ფერი ჰქონდა. ცალკე არ ვარგოდა რკინად. მას სხვა მადნებში, უმთავრესად „ქვაწითელასა“ და „კობიჭში“, ურევდნენ. შერევა გარკვეული პროპორციით ხდებოდა: საჭირო იყო ორი წილი რკინის მადანი და ერთი წილი „ფაშა“. ფაშანარევი რკინის მადანს წურავდნენ და მისგან მაღალი თვისების რკინას იღებდნენ. საყურადღებოა, რომ წედური რკინის მოხელე ლუკა მაისურაძის ცნობით „წმინდა კობიჭი და ქვაწითელა ლითონიდგან ან მთლად რბილი, ან ნამეტანი ფიცხე რკინა დგებოდა. თუ მათ ფაშას გაურევდნენ ნატირი საქედური რკინა გამოდიოდა. იმის ხელადი ისეთი ფოლადუანი იყო, რომ ქვასა ჰამდა“.

ეს საგულისხმო ცნობა სავსებით ნიშანდობლივი გვეჩვენება მას შემდეგ, როდესაც მას „ფაშას“ ქიმიური ანალიზის შედეგად მიღებულ მაჩვენებელთ (იხ. ცხრილი 2) ვაღარებთ.

ფაშანარევი მადნეულიდან მიღებული წედური რკინის განსაკუთრებული

„ფოლადუნების“ და „ფხა-ალმასის“ საკითხით დაინტერესების გამო ჩამოტანილ იქნა ჩვენ მიერ, რაჰიდან თბილისში, „სარკინეთს“ გაქედილი წიღური რკინისეული „ხელადი“⁽¹⁾; აგრეთვე, თვით ამ „ფაშას“ ნიმუშიც⁽²⁾.

ცხრილი 2

მასალის რაოდენობა	%/0/0 რაოდენობა		
	MnO ₂	Mn	S
ფაშა	87,17	54,46	0,16

ანალიზი შესრულებულია საქართველოს საშენ მასალათა მრეწველობის მთავარ სამმართველოს საგამოკვლევო ლაბორატორიის მიერ.

1941 წლის 15 აგვისტოს, ჩამოტანილი ფაშას ნიმუში და აგრეთვე „წიღური რკინის“ (წიღური რკინისეული ცელის) ჩამონატეხი საანალიზოდ გადაეცა საქართველოს საშენ მასალათა მრეწველობის მთავარ სამმართველოს საგამოკვლევო ლაბორატორიას.

როგორც მადნეულის—„ფაშას“, ისე წიღური რკინის (ცელის ჩამონატეხი) ქიმიურმა ანალიზმა ფრიად საინტერესო შედეგები მოგვცა და წიღური რკინის მრავალი საყურადღებო მხარე გამოამჟღავნა⁽²⁾. სახელობრ, მადნის („ფაშას“) ანალიზმა ცხადჰყო, რომ „ფაშა“, რომელსაც სარკინეთის სინამდვილეში რკინის დასაწურავად განკუთვნილი რკინის მადანში ურევდნენ, რათა მალალი თვისების „საქედური“ რკინა მიეღოთ, წარმოადგენს პიროლუზიტს (მალალი ღირსების შავიქვა)⁽³⁾.

ასევე, წიღური რკინისაგან გაქედილი ცელის ანალიზიდან ირკვევა, რომ ეს უკანასკნელი შეიცავს 0,45% ნახშირბადს, რაც წარმოადგენს საშუალო ნახშირბადიან ფოლადს. ყოველივე ამის შედეგად ორი რამ ცხადი გახდა: 1) რაჰის სარკინეთს მოიპოვებოდა შავიქვა (მარგანეცი), რომელსაც აქ „ფაშა“ ეწოდებოდა. წიღური რკინის დამუშავების სინამდვილეში „ფაშა“, უმთავრესად, მიჩნეული იყო რკინის მადნის ზოგიერთი სახის—„კობიკი“, „ქვაწითელა“ და სხვათა სარეველ მადნად, რომლის გარეშე, რკინის მოხელეთა დაკვირვებით, ხსენებული რკინის მადნეულთაგან საქედურად უვარგისი—ზედმეტად რბილი, ან ფიცხი რკინა დგებოდა ხოლმე.

⁽¹⁾ ეს ნივთები შექმნილ იქნა ჩვენ მიერ ს.ს. წედისსა და ქვედში. ამჟამად ისინი დაცულია საქ. მუხ. ეთნ. განყ. კოლექციებში (იხ. საინვენ. დავთ. კოლ. № 63—39, 18—38 / 19, 33 და სხვ.).

⁽²⁾ ანალიზი როგორც „ფაშასი“ (მადნის), ისე წიღური რკინისა (ცელის) ჩაატარა ინჟინერმა თამარ რობაქიძემ, რისთვისაც მას უღრმეს მადლობას მოვასწავებ.

⁽³⁾ სამწუხაროდ, რიგი სხვა დასახელების მადნეული, რომელთაც სარკინეთის სინამდვილეში იყენებდნენ (იხ. [3, 4]), ჯერჯერობით ამ მხრით შეუსწავლელია.

ამგვარად, „ფაშას“ „რკინისკაცები“ საწურავედ განკუთვნილი რკინის მადანში გარკვეული მიზნით ურეგდნენ და ამის საშუალებით მაღალი თვისების ფოლად რკინას ამზადებდნენ. თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ „ფაშა“, ანუ შავიქვა, ამჟამად, მიჩნეულია რკინის მადნის ისეთ დანამატად, რომლის მეოხებითაც მიიღება სპეციალური, მაღალი ხარისხის ფოლადი, სავსებით ნათელი და გასაგები გახდება წედური რკინის შესახებ ადგილზე დამოწმებული სიტყვიერი ცნობების სრული შესატყვისობა იმავე სინამდვილიდან აღებული ნივთიერი ძეგლების შესწავლისა და ანალიზის შედეგად მიღებულ ფაქტიურ მონაცემებთან. უეჭველია, „წედური რკინის“ ძირითადი თავისებურება—სიფხე და „ფოლადუნება“—იმისგან წარმოსდგებოდა, რომ მასში შემადგენელ ორგანულ ნაწილად შედიოდა „ფაშა“, ანუ შავიქვა.

ფოლადის მისაღებად რკინის მადანში შავიქვის შერევის ეს წესი ერთხელ კიდევ მოგვაგონებს ხალიბების მიერ ფოლადის დამზადების იმ წესს („რკინაში ურევენ ერთგვარ ცეცხლგამძლე ქვას“), რომლის მიხედვითაც საუკეთესო ღირსების რკინას იღებდნენ [1].

ამრიგად, სარკინეთის მელითონეობაში დამოწმებული რკინის დამუშავების წესები ძველი წარმომავლობისა ჩანან, რომელთაც საფუძვლად უდევთ მტკიცე ტრადიციები. შემდეგი გაღრმავებული კვლევა-ძიება ამ მიმართებით ძველი ქართული მელითონეობის შესახებ, ბევრს ახალსა და საგულისხმოს პოევს.

ჩანს, რკინის ტექნოლოგიური დამუშავების ეს ფრიად საყურადღებო და თავის დროისათვის ორიგინალური წესი—რკინის მადანში შავიქვის შერევა ფოლადის მისაღებად—სარკინეთის სინამდვილეში საფუძვლიანად სცოდნით და ამ ხერხს „რკინისკაცები“, თანმდგომ სასარგებლო შედეგთა მიხედვით, საქმოდ ყოფილან დაუფლებულნი. ის გარემოება, რომ წედური რკინის დამუშავებაში ნათლად და გარკვევით განასხვავებდნენ ნაირ მადნეულთ და მათს სახესხვაობას, სცნობდნენ თითოეული მათგანის ხასიათსა და „რკინად გამომავლობას“, ფლობდნენ მათი შემუშავების ხერხებსა და საგრძნობლად რთულ წესებს—ძველი ქართული მელითონეობის მრავალმეტყველსა და შორსმწვდომ ტრადიციებზე მიგვითითებს. კერძოდ, რაჭის „სარკინეთში“ დამოწმებული ფოლადის დამზადების ხსენებული ხერხი უცილობელს ყოფს იმ დებულებას, რომ „ბერძენთ საუკეთესო ხარისხის რკინა-ფოლადის დამზადება ამათგან (ქართველ ტომთაგან—ნ. რ.) შეუთვისებიათ“ [5].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ისტორიის ინსტიტუტი

თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 25.8.1943)

Н. Б. РЕХВИАШВИЛИ
ЦЕДИЙСКАЯ СТАЛЬ

Резюме

Добыча железной руды из недр земли и выделка из нее железа по историческим и этнографическим данным производилась в Раче с давних пор и продолжалась до 80-х годов прошлого столетия. Месторождением и разработкой железных руд славилось ущелье р. Джеджоры, в особенности сел. Цедиси и его район. С древними разработками железных руд в этой местности связано и само название последней—«Саркинети» (местность железа), а также наименование местных жителей—«ркинис кацеби» (люди железа).

Добыча руд и выработка железа в Саркинети производилась на коллективных началах. Добытое железо именовалось «цедийским железом». «Цедийское железо» считалось железом высшего качества в смысле твердости и ковкости, что подтвердилось и анализом образцов этого железа: оказалось, что это—сталь высокого качества.

Выясняется, что в Саркинети применялся интересный и для того времени оригинальный способ обработки руд, а именно, в железную руду, предназначенную для выплавки, примешивалась другая руда, известная под названием «паша». Химический анализ «паша» показал, что эта руда является марганцевой, а именно—пиролюзитом.

Кроме «паша» (= пиролюзита) во время выплавки примешивали и другие руды: «садуги мица», «тутуни» и т. п., которые считались усилителями выплавки металла и способствовали выделению из чистой руды нерудных веществ.

Автор полагает, что вышеизложенный способ получения стали берет начало из древне-грузинских металлургических традиций и является родственным тому способу выработки стали, который по сведениям греческой литературы классической эпохи применялся грузинами-халибами.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт истории
Тбилиси



N. B. REKHVIACHEVILI

L'ACIER DE TSÉDISSI

Résumé

L'exploitation des mines de fer et l'apprêt du fer s'effectuaient, d'après les données historiques et ethnographiques, en Ratcha de longue main et duraient jusqu'aux 80^{mes} années du siècle passé. C'était la gorge de la rivière Djédjori et surtout le village Tsédissi et sa contrée qui étaient renommés par les gisements et par l'élaboration du minerai. La désignation même de cette localité comme «Sarkinéti», c'est-à-dire localité du fer ainsi que la dénomination des habitants locaux comme «rkinisse katsébi» (hommes du fer) étaient liées à l'ancienne exploitation des mines de fer dans ce district. Celle-ci se faisait suivant les principes de collectivité. Le fer procuré s'appelait «fer de Tsédissi». Celui-ci était réputé pour un produit de haute qualité quant à sa dureté et malléabilité ce qui est prouvé par l'analyse des échantillons de ce fer: il s'est trouvé que c'est de l'acier de première qualité.

On vient à éclaircir qu'on employait à Sarkinéti une intéressante méthode, originelle pour ce temps-là, dans l'apprêt du minerai, à savoir on ajoutait au minerai destiné à la fonte un autre minerai nommé «pacha». L'analyse chimique du «pacha» a démontré que c'était du minerai de manganèse, et notamment pyrolysite.

Hormis celui-là on y mêlait d'autres encore: «sadougui mitsa», «toutouni» etc. qui passaient comme renforceurs dans la fonte des métaux et contribuaient à l'éloignement des substances étrangères.

L'auteur estime que la manière susindiquée d'obtenir l'acier prend ses origines dans les traditions métallurgiques de l'ancienne Géorgie et se trouve dans les rapports de parenté avec ce mode de traitement de l'acier qui, d'après les renseignements de la littérature grecque de l'époque classique avait été employée par les Géorgiens-Khalybes.

Académie des Sciences de la RSS Géorgienne
 Institut de l'Histoire
 Tbilissi

გიტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCE

1. V. Latischev. Scythica et Caucasia. ტ. I, გვ. 83.
2. M. Ebert. Reallexicon d. Vorgeschichte B. III, v. Eisen, S. 61—62.
3. ენიციკის მოამბე, ტ. 4, 1939, გვ. 320.
4. ენიციკის მოამბე, ტ. XI, 1941, გვ. 18.
5. ივ. ჯავახიშვილი, ქართველი ერის ისტორია, ტ. I, გვ. 18.



ბ. როზაშვილი

ხელოვნებასთან დაკავშირებული სისტემისათვის კავკასიურ ენებში

ერთ-ერთ წერილში [1] ჩვენ შევეცადეთ დაგვემტკიცებია, რომ ქვემო-ადილეური ენის ბედულურსა და შაფსულურ დიალექტებში დადასტურებული ხშულთა მეოთხე ტიპი, პრერუპტივი, დამახასიათებელი ყოფილა ადილეური ენების ყველა დიალექტისათვის. გამოვდიოდით ასეთ შემთხვევაში იმ ვითარებიდან, რომ იმ დიალექტებში, სადაც ამჟამად არ ჩანს ამ ტიპის ხშულები (პრერუპტივები), ადგილი აქვს გარკვეული რიგის შესატყვისობას. სახელობრ: ქვემო-ადილეური დიალექტების ფშვინვიერებს ყაბარდოულში შეესატყვისება იმავე რიგის მჟღერები ყველა ისეთ შემთხვევაში, როცა მათივე შესატყვისია ბედულურ-შაფსულურში პრერუპტივი სახეობა. ამ შესატყვისობას ჩვენ ეხსნიდით ამ დიალექტებში პრერუპტივის დაკარგვასთან დაკავშირებული სუბსტიტუციით. ყაბარდოულში პრერუპტივს შენაცვლება მჟღერი სახეობა, ქვემო-ადილეურში—ფშვინვიერი.

ზემომოყვანილის გათვალისწინების შედეგად შეიძლება დაგვესვა კითხვა: ხელოვნებასთან დაკავშირებული სისტემა მხოლოდ ადილეური ენების სპეციფიკაა, თუ იგი სხვა კავკასიური ენებისთვისაცაა დამახასიათებელი?

ფიქრობთ, რომ სხვა კავკასიური ენებისთვისაც არ უნდა ყოფილიყო უცხო მეოთხე ტიპის ხშული, პრერუპტივი. იგი ისევე დაკარგული უნდა იყოს ამ ენებშიც, როგორც ამას ადგილი აქვს ადილეურის უმრავლეს დიალექტებში. ასეთი დასკვნის გამოტანის შესაძლებლობას იძლევა უპირველესად ყოვლისა ის, რომ რიგ კავკასიურ ენებსა თუ დიალექტებში შეიმჩნევა, მსგავსად ადილეურის დიალექტებისა, ერთი და იმავე რიგის ხშულთა კანონზომიერი შესატყვისობა. ივარაუდება, რომ ყველა ასეთ შემთხვევაში აქაც უნდა გვექონდეს საქმე პრერუპტივი ტიპის ხშულის დაკარგვასთან დაკავშირებულ სუბსტიტუციასთან.

საერთოდ კავკასიურ ენებში ერთი და იმავე რიგის ხშულთა არსებითი ხასიათის შესატყვისობის დადგენისათვის მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული შემდეგი გარემოებანი:

1. უნდა მიექცეს ყურადღება, ნასესხებია სიტყვა თუ მკვიდრია, რამდენადაც სესხების პროცესში შესაძლებელია სულ შემთხვევითი მიზეზების გამო შეიცვალოს ბგერა, დაყრუვდეს თუ გამჟღერდეს.

2. უნდა იქნეს გათვალისწინებული ბგერის ადგილი სიტყვაში. ცნობილია, რომ აუსლაუტში მჟღერი თანხმოვნები რიგ ენებში ყრუვდებიან. მაგალი-



თან, ქართულში მიმართულებითი ბრუნვის აფიქსი **დ** ამჟამად უკვე დასრულებულია, მიწა-თ < მიწა-დ და სხვა.

3. უნდა გამოიყოს ყველა სახის პოზიციურად მიღებული სახეცვლილებანი, როგორცაა ასიმილაციით ან დისიმილაციით მიღებული შემთხვევები. ამ მხრივ ანგარიშგასაწევია გ. ახვლედიანის მიერ ძირითადად ოსურ ენაში და შემდეგ ქართველურ ენებშიც შემჩნეული ფონეტიკური კანონი, ე. წ. ხ შ უ ლ-თ ა დისიმილაციური გამჟღერება [2].

როგორც გარკვეული სისტემა, ერთი და იმავე რიგის ხშულთა შესატყვისობა დადასტურებულია ჩაჩხურ ენებში: ჩაჩხურ-ინგუშურის მჟღერებს წო-ვურში, გარკვეულ შემთხვევებში, შესატყვისება აბრუპტივები. მაგალითები: ჩაჩხ. მაგარ, ინგ. მაგარ, წოვ. მაკარ 'ძალა'; ჩაჩხ. დოგ, ინგ. დოგ, წოვ. დოკ 'ფული'; ჩაჩხ. ნაბ, ინგ. ნაბ, წოვ. ნშაპ 'ძილი' და სხვა...

ხშულთა შესატყვისობის ზემომოყვანილ სახეობას უნდა იძლეოდეს მეოთხე ტიპის (პრერუპტივის) რეფლექსები. ოღონდ, პრერუპტივის აქ შეპნაცვლებია დიალექტების მიხედვით არა მჟღერი და ფშვინვიერი ტიპი. როგორც ამას ადგილი აქვს ადილურ დიალექტებში, არამედ მჟღერი და აბრუპტივი.

ქართველურ ენებში ერთი და იმავე რიგის ხშულთა შესატყვისობის რამდენიმე მაგალითი შენიშნული აქვს ე. თოფურიას [3]. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ენებში ასეთ შესატყვისობას არ გააჩნია ისეთი კანონზომიერი სახე, როგორც ამას ადგილი აქვს ადილურ ენებში, ან თუნდაც ჩაჩხური ჯგუფის ენებში. მიუხედავად ამისა, მაინც შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ასეთი შესატყვისობა უნდა იხსნებოდეს ამავე ენებში ოდესღაც არსებული მეოთხე ტიპის ხშულის, პრერუპტივის, რეფლექსებით. ზოგ დიალექტში მას მოუცია მჟღერი რეფლექსი, ზოგში—ფშვინვიერი და ზოგში—აბრუპტივი. ოღონდ ამჟამად ვერ ხერხდება იმის დადგენა, თუ რომელ დიალექტში შეცვალა პრერუპტივი ტიპი მჟღერმა, ფშვინვიერმა თუ აბრუპტივმა, რაც უნდა აიხსნებოდეს იმით, რომ ამ მეოთხე ტიპის ხშულის, პრერუპტივის, დაკარგვა უძველეს ხანაში უნდა მომხდარიყო.

ხშულთა ოთხეულბრივი სისტემის არსებობის გამოვლენა უნდა გვქონდეს შემდეგ ფაქტებში:

1) ბ : ფ.

ა) ქართ. -ებ- სუფიქსი (ზმნის თემის მაწარმოებელი), ზან. -აფ-.

ქართ. დაწყ-ებ-ა, მეგრ. დო-ჭყ-ა ფ-ა და სხვა... არის შემთხვევა ქართულშიც, როცა -ებ- სახეობას ცვლის -ეფ- სახეობა: შე-ე-კრ-ებ-: მო-ე-კრ-ე ფ- (ფუძედრეკადები).

-აფ- სუფიქსი ქართულ სიტყვაში სწრ-აფ-ი, მ-სწრ-აფ-ლი ზანურიდან უნდა იყოს შესული. ამ სიტყვის ფუძეა წარ- (გა-ე-ა-ს-წარ), მისი ზანური შესატყვისია -წარ (მეგრ. ვ-უ-წორე, ვავასწარ). აგრეთვე -აფ- სუფიქსი ზანურიდან შეთვისებული უნდა იყოს ქართულ სიტყვაში მო-წ-ა ფ-ე, გა-წ-ა ფ-ულ-ი. ძირისეული ჩანს წ, შდრ. ძვ. ქართ. ა-ს-წ-ა ფ-ებ-ს. შესაძლებელია ეგევე -აფ სუფიქსი გვქონდეს ზმნაში კ-ა ფ-ა ე-ს, ლ-ა ფ-ა ე-ს და სხვა...

ეგვევ მიმართებაა ქართ. სახელთა მრავლობითობის -ებ- და -ეფ- სუფიქსებს შორის. არაა შეუძლებელი, რომ ზმნისეულ -ებ-, -აფ- და სახელის -ებ-, -ეფ- აფიქსებს საერთო წარმოშობილობა ჰქონდეთ, მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელ წყვილში გვაქვს არა შესატყვისობა ხმოვანთა, არამედ დამთხვევა.

ბ) სვან. ბალ-ე, მეგრ. ფა (-*ფალ-) 'ფოთოლი' [4].

გ) ქართ. თიბ-ავ-ს, მეგრ. თიფ-ი 'თიფა' ([5], გვ. 133).

2) დ : თ.

ა) ქართ. შვიდ-ი, სვან. ი-შქტიდ, მეგრ. შქვით-ი, ჭან. შქვით-ი, შქი-ი.

ბ) ქართ. ცვედ-ი, მეგრ. ჩუთუ 'ცვედი'.

ზემომოყვანილი მასალებით თითქოს ირკვევა, რომ ქართულ-სვანურ მეღერებს ზანურ დიალექტებში შეესატყვისება ფშვინვიერები, როგორც ეს შენიშნული აქვს ვ. თოფურიას [3], მაგრამ ზოგი მასალა კი საწინააღმდეგო დასკვნებსაც გვაგარაუდებინებს. მაგალითები: ქართ. თიხა, ძვ. ქართ. თიჯა, მეგრ. დიხა 'მიწა', ანდა ქართ. ციხე, მეგრ. ჯიხა 'ციხე'. ქართულ ფშვინვიერებს თ, ც-ს აქ მეგრულში შეესატყვისება მეღერები დ. ჯ. მაგრამ ამ შემთხვევებში მეგრულის ვითარება მეორეული უნდა იყოს დიხას მიმართ, ხოლო ქართულისა ციხეს-ს მიმართ. მეგრულში დიხა უნდა იყოს მიღებული თიჯა-საგან დისიმილაციური გამეღერებით, ხოლო ქართ. ციხე უნდა იყოს მიღებული *ძიხე-საგან, ძ უნდა იყოს დაყრუებული მომდევნო ხ-სთან ასიმილაციით.

ქართველურ ენებსა და დიალექტებში შესამჩნევია აგრეთვე ერთი და იმავე რიგის ხმულთა შესატყვისობა ფშვინვიერობა-აბრუპტივობისა და მეღერობა-აბრუპტივობის მიხედვითაც. ქართ. ტვინი, მეგრ. ტვინი || ტვენი, სვან. თჷელ 'ტვინი'; ქართ. თათი, ტოტი; ქართ. ქოთანი-ი, მეგრ. კოტო 'ქოთანი'. ქართ. წყალ-ი, მეგრ. წყარ-ი, ჭან. წკარ-ი, სვან. ლი-ც || ნი-ც ([5], გვ. 182) და სხვა...

დასასრულ უნდა აღინიშნოს, რომ ერთი და იმავე რიგის ხმულთა შესატყვისობანი ქართველურ ენებში ძალზე შესამჩნევია ფარინგალებში. უკანასკნელი რიგის ბგერები სხვა ადგილას გვაქვს განხილული.

სულ სხვაგვარი მდგომარეობა უნდა იყოს დაღესტნის ენებში. აქ შემჩნეულია ზოგ ენაში სამეული ხმულების გვერდით, ე. წ. „გემინატები“, გაორკეცებული ბგერები. ასეთი ბგერები ავარიულის, ლაკურის, დარგიულისა და ლესგიურისა ექსპერიმენტულად აქვს გამოკვლეული რ. შორს. ამ ტიპის ბგერების შესახებ იგი წერს: „Записи наглядно показывают, что дифференциация геминат от других типов взрывных в яфетических языках Дагестана никоим образом не может быть сведена к факту протяжения (еще менее удвоения) к. л. другого типа (ხაზი ჩვენია, გ. რ.). Эта дифференциация основана на качественно иной работе органов речи при образовании этого четвертого типа взрывных, на ином отношении массы воздуха к силе затвора и на иной работе гортани“ ([6], გვ. 13).

რ. შორის ზემომოყვანილი მსჯელობიდან შეიძლება ასეთი დასკვნის გამოტანა: დალისტინის ენებში საქმე გვაქვს არა გემინატებთან, გაორკეცებულ ბგერებთან, არამედ იმავე სათანადო რიგის განსხვავებული ტიპის ხშულთან, ძირითადად ისეთ ფონემასთან, როგორცაა ადიღეურის დიალექტებში შემონახული პრერუპტივები, ე. ი. დალისტინის ზემოდასახელებულ ენებში ამჟამად წარმოდგენილია ხშულთა ოთხეულბრივი სისტემა. ოღონდ რ. შორი არ უნდა იყოს სავსებით სწორი, როცა ის ამ „გემინატებს“ მიაწერს აბსოლუტურ არაფშინვიერობას. „Анализ синхронических записей этого тип-о-фонем свидетельствует о принадлежности их к разряду „чистых глухих“, характеризуемых отсутствием придыхания“ ([6], გვ. 136).

ყრუ ხშულის აბსოლუტური არაფშინვიერობა იძლევა სრულ აბრუპტივის, რომლისაგანაც არსებითად უნდა იყოს განსხვავებული დასახელებული ტიპის ხშული. სრულიად ასეთსავე თვალსაზრისზე იღვა ვ. აბაევი ოსურის მეოთხე ტიპის ხშულის (პრერუპტივის) კვალიფიკაციის საკითხში ([7], გვ. 6), რაც სრულიად სამართლიანად გაკრიტიკებული აქვს გ. ახვლედიანს ([2], გვ. 42).

არაკავკასიურ ენებში ასეთივე მეოთხე ტიპის ხშული (დ, თ, ტ-ს რიგისა) პირველად შენიშნული აქვს გ. ახვლედიანს ოსურ ენაში [8]. შემდეგ კი ვ. აბაევა დასახელებული ნაშრომის საფუძველზე დაადასტურა ოსურის დიალექტებში იმავე ტიპის ხშული დანარჩენი ოთხი რიგისაც [7]. ოსურის თანამედროვე ვითარება ზემოდასახელებულ ავტორებს, ცხადია, მეორეულ მოვლენად მიაჩნიათ.

ყველა შემთხვევები ოსურში, სადაც კი ამ ტიპის ხშული გვხვდება, ვ. აბაევის დაყოფილი აქვს ორ კატეგორიად: 1—ს, ხ, ჟ ყრუ სპირანტების შემდეგ, 2—ე. წ. გემინაციით მიღებულები ([7], გვ. 4).

ამჟამად აქ ჩვენთვის საინტერესოა ოსურში, რომელსაც არსებითად ათვისებულები აქვს კავკასიური ენების ფონეტიკა, ხშულთა ოთხეულბრივი სისტემის არსებობის ფაქტი.

ამნაირად ირკვევა, რომ ხშულთა ოთხეულბრივი სისტემა კავკასიურ ენებში არ ყოფილა მხოლოდ ადიღეური ენების სპეციფიკა. სხვა ჯგუფის ენებშიცაა იგი დაცული, ანდა ზოგში ჩანს მისი არსებობის კვალი. ხშულთა მეოთხე ტიპი, პრერუპტივი, შესაძლებელია სხვადასხვა ჯგუფის ენებში განსხვავებული იყოს ერთიმეორისაგან, მაგრამ ეს ეხება არა მხოლოდ პრერუპტივებს, არამედ სხვა ტიპის ხშულებსაც (მფლერებს, ფშინვიერებს, აბრუპტივებს).

ოთხეულბრივი სისტემაში ძირითადია არა თავისთავად ამა თუ იმ ტიპის თავისებურება როგორც ბგერისა, არამედ მისი ფონემატურობა, ე. ი. ოთხეულბრივი სისტემის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ არსებობს ერთი და იმავე რიგის ბგერებში ოთხი ტიპის ფონემები, მეტ-ნაკლებად განსხვავებული ერთიმეორისაგან როგორც ბგერა. თავისთავად პრერუპტივი, როგორც ბგერა, არაფრით არაა უცხო სხვა, არაკავკასიური ენობრივი ერთეულებისათვის. ის დაახლოებით ისეთივე ბგერაა, როგორცაა ინდო-ევროპული ენების ფშინვიერი ხშულები. კავკასიური ენების ბგერათა სპეციფიკა არის არა პრერუპტივი, არამედ აბრუპტივი.

დაისმის კითხვა: ეს მეოთხე ტიპის ხმული პირველადია თუ მეორეული? მაგრამ ასეთივე კითხვა შეიძლება დაისვას სხვა ტიპის ხმულების შესახებაც. პასუხის გაცემა ორსავე შემთხვევაში შეუძლებელია, ე. ი. ხმულთა ოთხეულგბრივი სისტემის ხნოვანობის გარკვევა ისევე შეუძლებელია, როგორაც შეუძლებელია სამეულგბრივი სისტემის ხნოვანობის გათვალისწინება.

მთავარია ამ შემთხვევაში კავკასიურ ენებში ოთხეულგბრივი სისტემის არსებობის ფაქტი. შესამჩნევია აგრეთვე საერთოდ ამ სისტემის გამარტივება: სამეულგბრივი გადასვლა. მაგრამ არ იქნება გამორიცხული შესაძლებლობა, რომ ამა თუ იმ ენაში გარკვეული მიზეზების გამო ენობრივმა სისტემამ მოითხოვოს მეოთხე ტიპის ხმულის აღდგენა, რესტავრაცია. საერთოდ ყოველი ახალი ბგერის ჩამოყალიბება შეპირობებულია ყოველთვის სისტემით, ოღონდ ამ ახალი ფონების ჩამოყალიბებას კი შეიძლება ზოგ შემთხვევაში დიდად დაავგვიანდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 30.8.1943)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

Г. В. РОГАВА

О ЧЕТВЕРИЧНОЙ СИСТЕМЕ ВЗРЫВНЫХ
В КАВКАЗСКИХ ЯЗЫКАХ

Резюме

Предполагается, что четверичная система взрывных, т. е. наличие четвертого типа взрывных, преруптивных, не является спецификой одних адыгейских языков. И в других группах кавказских языков также имеются следы существования такой системы. Подобно адыгейским языкам [t] и в других кавказских языках и диалектах замечаются соответствия взрывных одного и того же ряда. Например, чечено-ингушским звонким в цова-тушинском соответствуют абруптивы: чечен. მაგარ maḡar, инг. მაგარ maḡar, цова-туш. მაკარ maḡar 'сила' и т. д... В картвельских языках также наблюдаются соответствия взрывных одного и того же ряда: груз. შვიდი švidi, сван. იშქვიდ iškvid, мегр. შქვითი škviti 'семь'; сван. ბალ-ე bal-e, мегр. ფა(-*ფალ-) pa(-*pal-) 'лист дерева' и т. д. Такие соответствия взрывных надо объяснить как результат рефлексив преруптивного типа.

В некоторых дагестанских языках известны так называемые геминированные взрывные, геминаты. В результате экспериментального исследования

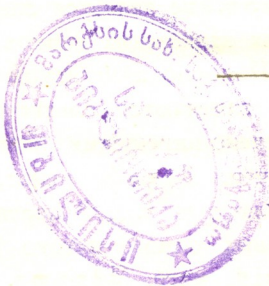
так называемых „геминат“ дагестанских языков, произведенного Р. Шорром [6], надо квалифицировать их как четвертый, качественно различный от других, тип взрывных. Следовательно, в дагестанских языках и теперь налична четверичная система взрывных, подобно некоторым диалектам адыгейских языков [1].

Таким образом, четверичная система взрывных специфика кавказских языков. Очевиден факт перехода этой четверичной системы в троечную систему.

Академия Наук Грузинской ССР
 Институт языка им. акад. Н. Я. Марра
 Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. გ. როგავა. ხშულთა ოთხეულგებრივი სისტემა ადიღურ ენებში. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IV, № 3, 1943 წ.
2. გ. ახვლედიანი. ოსური ენის ისტორიისათვის, ხშულთა დისიმილაციური გამყვებრება ოსურში. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, XVIII, 1941.
3. ვ. თოფურიანი. ფონეტიკური დაკვირვებანი ქართველურ ენებში. „მიმოხილველი“, 1926.
4. გ. როგავა. სიტყვაწარმოების საერთო საფუძვლებისათვის ქართველურსა და აფხაზურ-უბიხურ-ადიღურ ენებში. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, II, № 8, 1941.
5. ა. ჩიქობავა. ჰანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი, 1938.
6. Р. Шорр. К вопросу о так называемых «геминат» (усиленных смычных) в яфетических языках Дагестана. Языки Северного Кавказа и Дагестана, 5აწ. I.
7. В. Абаев. Четыре ряда смычных согласных в осетинском. Владикавказ, 1926.
8. გ. ახვლედიანი. სამი „t“ ოსურში და მათი მიმართება ძველი ირანულის შესაფერბგერებთან. ქართული საენათმეცნიერო საზოგადოების წელიწადეული, 1925.



Ответственный редактор акад. Н. И. Мухелишвили

Подписана к печати последняя форма 16.12.1943. Объем 6,7⁵ печ. лист. Авторск. лист. 8
 Колич. тип. зн. в 1 печ. листе 52.000. УЭ 9843. Заказ № 775. Тираж 600 экз.

Типография Академии Наук Грузинской ССР, Тбилиси, улица А. Церетели, 7.



პ. ქარუმიძე. მეტალის ელექტროკრისტალიზაციაზე ანიონთა ბუნებისა და ცენტრაციის გავლენის საკითხის შესწავლისათვის 761

*И. И. Карумидзе. К вопросу о влиянии природы и концентрации аниона на электрокристаллизацию металла. 796

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

ქ. იდურიძე-მთლჩანი. ვაზის ფოთლის სტრუქტურის ცვლილება მცნობისწინა შენახვის პირობების ქმედებასთან დაკავშირებით 801

*К. М. Илуридзе-Молчан. Структурные изменения листа виноградной лозы в связи с влиянием температуры предпрививочного хранения 807

ა. მაცაშვილი. ახალი მასალები კავკასიის ადვენტიური ფლორისათვის 809

*А. К. Макашвили. Новые данные к адвентивной флоре Кавказа 815

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

ა. რ. ჯანაშვილი. დაღესტანის ჯიხვისა (*Capra cylindricornis* Blyth.) და შინაური თხის (*C. hircus* L.) ჰიბრიდიზაცია 819

*А. Г. Джанашвили. Гибридизация дагестанского тура (*Capra cylindricornis* Blyth.) и домашней козы (*C. hircus* L.). 827

ეთნოგრაფია — ЭТНОГРАФИЯ — ETHNOGRAPHY

ნ. რენჯიაშვილი. წედური ფოლადი 829

*Н. В. Рехвиашвили. Цедийская сталь 835

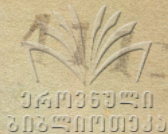
*N. B. Rekhviashvili. L'acier de Tsédissi 836

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—LINGUISTICS

გ. რთავა. ხშულთა თხემულებრივი სისტემისათვის კავკასიურ ენებში 837

*Г. В. Ротав. О четверичной системе взрывных в кавказских языках 841

3360 3 886.
ЦЕНА 3 РУБ.



УТВЕРЖДЕНО
Президиумом Академии Наук Грузинской ССР
15.7.1943

ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

1. В «Сообщениях» помещаются статьи научных работников Академии Наук Грузинской ССР и других ученых, содержащие сжатое изложение наиболее существенных результатов их исследований.

2. «Сообщениями» руководит Редакционная коллегия, избираемая Общим Собранием Академии Наук Грузинской ССР.

3. «Сообщения» выходят ежемесячно (в конце каждого месяца), за исключением июля и августа, выпусками около 6 печ. листов каждый. Совокупность выпусков за год (всего 10 выпусков) составляет один том.

4. Статьи печатаются на грузинском языке. Все статьи обязательно снабжаются подробным резюме на русском языке, которое может быть заменено полным переводом. Статьи могут быть также снабжены резюме на английском, французском или немецком языке, по желанию автора.

5. Размер статьи, включая резюме и иллюстраций, не должен превышать 10 страниц, а размер основного грузинского текста—8 страниц.

6. Разделение статей на части для напечатания в различных выпусках не допускается.

7. Статьи, предназначенные к напечатанию в «Сообщениях», направляются в Редакцию, которая для авторов, являющихся действительными членами Академии Наук, лишь устанавливает очередность публикации. Статьи же остальных авторов, как правило, передаются Редколлегией для отыска одному из действительных членов Академии Наук или же какому-либо другому специалисту по данной области, после чего вопрос о напечатании статьи решается Редколлекцией.

8. Статьи должны представляться автором в совершенно готовом для печати виде, вместе с резюме и иллюстрациями. Формулы должны быть четко вписаны от руки. Никакие исправления и добавления после принятия статьи к печати не допускаются.

9. Данные о цитируемой литературе должны быть возможно полными: необходимо указывать название журнала, номер серии, тома, выпуска, год издания, полное заглавие статьи; если цитируется книга, то необходимо указать полное заглавие, год и место издания.

10. Цитируемая литература должна приводиться в конце статьи в виде списка. При ссылке на литературу в тексте статьи или в подстрочных примечаниях, следует указывать номер по списку, заключая его в квадратные скобки.

11. В конце статьи и резюме авторы должны указывать, на соответствующих языках, местонахождение и название учреждения, в котором проведена работа. Статья датируется днем поступления в редакцию.

12. Автору предоставляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (обычно не более суток). В случае невозвращения корректуры к сроку, редакция вправе печатать статью без авторской визы.

13. Авторы получают бесплатно 50 оттисков своей статьи и выпуск «Сообщений», содержащий эту статью.

Адрес редакции: Тбилиси, ул. Дзержинского, 8.