

524
1963/3



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ თ ა მ ბ ე

ტომი XXX, № 2

ძირითადი, პირთული გამოცემა

1963

თეგერველი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი



შ ი ნ ა პ რ ს ი გ ა თ ი მ ა ბ ა რ ა

ი. კილურაძე. $u'' + a(x)u' = 0$ განტოლების ამონხნების ასიმპტოტური თვისებების შესახებ	129
გ. ვაჩნაძე. გვემილური სივრცეების პერსპექტიულ თანადობაში მოყვანის შესახებ	137
ფიზიკა	
გ. რამიშვილი. ნახუნის ძალისა და მობაზუნე მყარი სხეულების ზედაპირების (დაახლოების) შეხების ფაქტიური ფართობის დამოკიდებულების საკითხისათვის	143
ასტრონომია	
გ. სალუქვაძე. ტრაპეციის ტიპის ჯვრადი სისტემების შესწავლისათვის	151
მ. იმნაძე. ვირტანენის კომეტის 1947 XIII=1954 XI მოძრაობის გამოკვლევა	157
ბიოქიმია	
ს. დურმიშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ა. სოფრომაძე. V. Vinifera-ს ყურძენში ანთოციანიდინური დიგლუკოზიდების შემცველობის საკითხისათვის	163
მინერალოგია	
ზ. ოთხმეზური. ბისმუტის მინერალები ყაზბეგის რაიონის სპილენძ-პიროტინის მადნებში	171
ტიქნიკა	
ვ. ებანოძე. მექანიკური სისტემების რხევების დროს გისტერეზისის გათვალისწინების ორი ჰიპოთეზისა და მათ შორის რაოდენობრივი განსხვავების შესახებ	175
სამშენებლო საქმე	
გ. გაჩეჩილაძე. არმატურის თვითანერება წინასწარდაძაბულ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში	183
განაწარმველობა	
ი. ეჯიბია. თავისუფალდგეშიან აირგენერატორში გაქრვისა და შევსების პროცესის ანგარიშის ზოგიერთი თავისებურება	191
ჰიდრობიოლოგია	
ლ. ნოზაძე. ჯაპანის მეურნეობის ტბორის—ძველ ნამდინარე „ა“-ს—წყლის ქიმიური რეჟიმის შესწავლისათვის	199
ფიზიოლოგია	
შ. მოსევილი. კუჭის სეკრეციულ მოქმედებაზე სწორი ნაწლავის რეცეპტორების გაღიზიანების გავლენის შესახებ	207
კ. ნადარეიშვილი. იონიზაციის გამომწვევი რადიაციის ეგრეთ წოდებული განაღიზიანებელი მოქმედების შესახებ	213
მქსპერიმენტული მედიცინა	
მ. მაჩაბელი და გ. ლაბაზუა. პროტამინ-ჰეპარინის ტოლერანტობის ტესტის გამოყენება ხელოვნური სისხლის მიმოქცევის პირობებში	221
ქლინიკური მედიცინა	
ს. როინიშვილი. პროტეინების რაოდენობრივი ცვლილებები სხვადასხვა დაავადების დროს	225
მ. სანელიძე. ნიკოტინის მყავას გავლენის საკითხისათვის კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე	233
ენათმეცნიერება	
ც. ქურციკიძე. ორპირიანი ვნებითი გვარის ზმნების III სერიის მწკრივთა წარმოებისათვის ძველ ქართულში	241
ისტორია	
ს. ციციქიშვილი. მასალები თურქესტანში სამოქალაქო ომის ფრონტებზე ქართველი რევოლუციონერების ბრძოლის შესახებ	249



მათემატიკა

ი. კილუბაძე

$u'' + a(t)u^n = 0$ განტოლების ამოხსნების ასიმპტოტური თვისებების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. კუბრაძემ 16.10.1961)

კარგად ცნობილია, რომ ემდენ — ფაულერის განტოლება $u'' \pm 1^{\circ} u^n = 0$ მნიშვნელოვან გამოყენებას პოულობს ასტრონომიასა და ფიზიკაში.

ამ შრომაში განხილულია უფრო ზოგადი სახის განტოლება

$$u'' + a(t)u^n = 0, \tag{1}$$

სადაც $n = \frac{2m+1}{2k+1} \cong 1$, m და k ნატურალური რიცხვებია. დადგენილია ამ განტოლების ამოხსნების ნულისკენ მისწრაფების საკმარისი პირობები და მოცემულია ამოხსნების შეფასება არგუმენტის დიდი მნიშვნელობებისათვის.

9267

ვთქვათ, $\varphi(t)$ არის აბსოლუტურად უწყვეტი და დადებითი ფუნქცია $(0, \infty)$ შუალედში. გარდაქმნით

$$x = \int_0^t \varphi^{-2}(\tau) d\tau, \quad u(t) = \varphi(t)u_1(x), \quad u'(t) = \varphi^{-1}(t)u_2(x), \tag{2}$$

(1) განტოლება მიიყვანება სისტემაზე

$$\frac{du_1}{dx} = b(x)u_1 + u_2, \tag{3}$$

$$\frac{du_2}{dx} = -B(x)u_1 - b(x)u_2,$$

სადაც

$$b(x) = -\varphi(t)\varphi'(t), \quad B(x) = a(t)\varphi^{n+2}(t).$$

ლემა 1. ვთქვათ, $n > 1$, $B(x)$ და $b(x)$ არის $[0, l]$ შუალედში განსაზღვრული ფუნქციები $0 < l \cong \infty$, ამასთან $B(x)$ დადებითია და არაკლებადი, ხოლო $b(x)$ -ს აქვს შემოსაზღვრული ვარიაცია ყოველ $[0, l_1]$ მონაკვეთზე, სადაც $l_1 < l$. მაშინ, როცა $x \rightarrow l$, (3) სისტემის ყოველი ამოხსნისათვის გვაქვს:



$$u_1(x) = O(L^{2/(n-1)}(x)), \quad u_2(x) = O(B^{1/2}(x)L^{(n+1)/(n-1)}(x)), \quad (4)$$

სადაც

$$L(x) = \frac{|b(x)|}{\sqrt{B(x)}} + \int_0^x \sqrt{B(\tau)} \left| d \frac{b(\tau)}{B(\tau)} \right|^{(1)}.$$

დამტკიცება. (3) სისტემიდან გვაქვს

$$\begin{aligned} \frac{u_2^2(x)}{B(x)} + \frac{2}{n+1} u_1^{n+1}(x) = c - 2 \frac{b(x)}{B(x)} u_1(x) u_2(x) + \\ + 2 \int_0^x u_1(\tau) u_2(\tau) d \frac{b(\tau)}{B(\tau)} + \int_0^x u_2^2(\tau) d \frac{1}{B(\tau)}, \end{aligned} \quad (5)$$

სადაც

$$c = \frac{2}{n+1} u_1^{n+1}(0) + \frac{u_2^2(0)}{B(0)} + 2 \frac{b(0)}{B(0)} u_1(0) u_2(0).$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$E(x) = \max_{0 \leq \tau \leq x} \left\{ \frac{u_2^2(\tau)}{B(\tau)} + \frac{2}{n+1} u_1^{n+1}(\tau) \right\}. \quad (6)$$

(5)-დან გამომდინარეობს, რომ, როცა $x \geq 0$,

$$E(x) \equiv |c| + 2 \left(\frac{n+1}{2} \right)^{1/(n+1)} L(x) E^{(n+2)/(2(n+1))}(x).$$

აქედან ვპოულობთ

$$E(x) \equiv \left\{ 1 + |c| + 2 \left(\frac{n+1}{2} \right)^{1/(n+1)} L(x) \right\}^{2(n+1)/(n-1)},$$

საიდანაც, (6)-ის თანახმად, გამომდინარეობს (4) შეფასებების სამართლიანობა.

(¹ ინტეგრალი

$$\int_0^x \sqrt{B(\tau)} \left| d \frac{b(\tau)}{B(\tau)} \right|$$

გვესმის შემდეგი ახრით:

$$\int_0^x \sqrt{B(\tau)} \left| d \frac{b(\tau)}{B(\tau)} \right| = \limsup_{i \rightarrow \infty} \sum_{j=0}^{i-1} \sqrt{B(\zeta_j)} \left| \frac{b(\zeta_{j+1})}{B(\zeta_{j+1})} - \frac{b(\zeta_j)}{B(\zeta_j)} \right|,$$

სადაც

$$0 = \zeta_0 < \zeta_1 < \dots < \zeta_n = x, \quad \zeta_j \equiv \zeta_j \equiv \zeta_{j+1}.$$

შენიშვნა. ვთქვათ,

$$B(x) = 1 \quad \text{და} \quad \int_0^l |db(\zeta)| < \infty, \quad \lim_{x \rightarrow l} b(x) = 0,$$

მაშინ, (4) შეფასებების თანახმად, (5) ტოლობიდან გამომდინარეობს, რომ არსებობს სასრულო ზღვარი—

$$\lim_{x \rightarrow l} \left\{ u_2^2(x) + \frac{2}{n+1} u_1^{n+1}(x) \right\} = E_0.$$

თუ $E_0 = 0$, მაშინ (3)-დან გვექნება

$$u_2^2(x) + \frac{2}{n+1} u_1^{n+1}(x) = -2b(x)u_1(x)u_2(x) - 2 \int_x^l u_1(\zeta)u_2(\zeta)db(\zeta),$$

საიდანაც მარტივად გამომდინარეობს

$$u_2^2(x) + \frac{2}{n+1} u_1^{n+1}(x) \leq M \left(\int_x^l |db(\zeta)| \right)^{2(n+1)/(n-1)}, \quad (7)$$

სადაც

$$M = \sqrt[n-1]{2^{4n+1}(n+1)^2}.$$

ლემა 1-ის ანალოგიურად მტკიცდება

ლემა 2. ვთქვათ, $n = 1$, $b(x)$ და $B(x)$ აკმაყოფილებს პირველი ლემის პირობებს და, გარდა ამისა,

$$\limsup_{x \rightarrow l} \frac{|b(x)|}{\sqrt{B(x)}} < 1.$$

მაშინ სამართლიანია შემდეგი შეფასება:

$$u_1^2(x) + \frac{u_2^2(x)}{B(x)} \leq \text{const} \exp \left(\int_0^x \frac{B(x)}{\sqrt{B(x)} - |b(\zeta)|} \left| d \frac{b(\zeta)}{B(\zeta)} \right| \right).$$

თეორემა 1. ვთქვათ, $\varphi(t)$ აბსოლუტურად უწყვეტი, დადებითი ფუნქციაა $[0, \infty)$ შუალედში და

$$\int_0^\infty |d[\varphi'(t)\varphi(t)]| < \infty. \quad (8)$$

თუ

$$a(t) > 0, \quad (a(t)\varphi^{n+3}(t))' \leq 0, \quad (9)$$

მაშინ (1) განტოლების ყოველი ამოხსნისათვის სამართლიანია შემდეგი შეფასება:

$$u(t) = O(\varphi(t)). \quad (10)$$

დამტკიცება. როგორც ზემოთ ვნახეთ, (2) გარდაქმნით (1) განტოლება მიიყვანება (3) სისტემაზე. (8) და (9) პირობების თანახმად, მარტივად მივიღებთ

$$L(x) \equiv 2 \frac{|b(0)|}{V B(0)} + \frac{3}{V B(0)} \int_0^x |db(x)| < \text{const}, \quad x \geq 0,$$

რის გამოც (2) და (3)-დან გამომდინარეობს (10) შეფასების სამართლიანობა.

დამტკიცებული თეორემიდან გამომდინარეობს

შედეგი 1. თუ არ გუშეგნის დიდი მნიშვნელობისათვის

$$\frac{a'(t)}{a(t)} \equiv \frac{\sigma}{t^\alpha},$$

აბ

$$\frac{a'(t)}{a(t)} \equiv \frac{\sigma}{t \lg t},$$

სადაც $0 \leq \alpha \leq 1$, $\sigma > 0$, მაშინ (1) განტოლების ამოხსნებისათვის შესაბამისად გვექნება

$$u(t) = \begin{cases} O\left(\exp\left(-\frac{\sigma}{(n+3)(1-\alpha)} t^{1-\alpha}\right)\right) & \text{როცა } \alpha < 1, \\ O(t^{-\sigma/(n+3)}) & \text{როცა } \alpha = 1, \end{cases}$$

$$u(t) = O(\lg^{-\sigma/(n+3)} t).$$

შედეგი 2. თუ t -ს დიდი მნიშვნელობისათვის

$$a'(t) \equiv \sigma > 0, \quad \int_0^\infty \frac{d\tau}{a(\tau)} = \infty,$$

მაშინ (1) განტოლების ნებისმიერი ამოხსნა მიისწრაფვის ნულისაკენ, როცა $t \rightarrow \infty$, ამასთან

$$u(t) = O\left(\exp\left(-\frac{\sigma}{n+3} \int_0^t \frac{d\tau}{a(\tau)}\right)\right).$$

როცა $n=1$, ამ დებულებიდან გამომდინარეობს სანსონეს ერთი დებულება ([1], გვ. 62—63).

თუ ავიღებთ $\varphi(t) = a^{-1/(n+3)}(t)$, მაშინ, (4) შეფასებების გამოყენებით, მარტივად დავამტკიცებთ შემდეგი თეორემის სამართლიანობას.

თეორემა 2. თუ $n > 1$, $a(t)$ დადებითი, აბსოლუტურად უწყვეტი ფუნქციაა და $a'(t)$ -ს აქვს შემოსაზღვრული ვარიაცია დადებითი ნახევარღერძის ყოველ სასრულ მონაკვეთზე, მაშინ (1) განტოლების ამოხსნებისათვის გვაქვს

$$u(t) = O \left[a^{-1/(n+3)}(t) \left(\int_0^t \left| d \frac{a'(\tau)}{a^{1+2/(n+3)}(\tau)} \right| \right)^{3/(2-1)} \right],$$

$$u'(t) = O \left[a^{1/(n+3)}(t) \left(\int_0^t \left| d \frac{a'(\tau)}{a^{1+2/(n+3)}(\tau)} \right| \right)^{(n+1)/(n-1)} \right]. \quad (11)$$

შედეგო 1. თუ

$$\int_0^\infty \left| d \frac{a'(t)}{a^{1+2/(n+3)}(t)} \right| < \infty,$$

აბ

$$a(t) \equiv \text{const} > 0 \quad \text{და} \quad \int_0^\infty \left| d \frac{a'(\tau)}{a^\lambda(\tau)} \right| < \infty, \quad 0 \leq \lambda \leq 1 + \frac{2}{n+3},$$

მაშინ გვაქვს

$$u(t) = O(a^{-1/(n+3)}(t)), \quad u'(t) = O(a^{1/(n+3)}(t)).$$

შედეგო 2. თუ $a(t)$ მონოტონურად მიისწრაფვის უსასრულოობისაკენ, როცა $t \rightarrow \infty$ და

$$\int_0^\infty \left| d \frac{a'(t)}{a^\lambda(t)} \right| < \infty, \quad 1 + \frac{2}{n+3} < \lambda \leq \frac{3}{2},$$

მაშინ (1) განტოლების ყოველი ამოხსნა მიისწრაფვის ნული-საკენ, როცა $t \rightarrow \infty$, ამასთან

$$u(t) = o[a^{-(3-2\lambda)/(n-1)}(t)].$$

$n=1$ შემთხვევისათვის ლემა 2-დან ადვილად მიიღება

თეორემა 3. თუ $n=1$, $a(t)$ არის აბსოლუტურად უწყვეტი, დადებითი ფუნქცია და

$$\frac{a'(t)}{a^{3/2}(t)} \rightarrow 0, \quad \frac{1}{\lg a(t)} \int_0^t \left| d \frac{a'(\tau)}{a^{3/2}(\tau)} \right| \rightarrow 0, \quad \text{როცა } t \rightarrow \infty,$$

მაშინ (1) განტოლების ამოხსნებისათვის გვაქვს

$$u(t) = O(a^{-1/4+\varepsilon_1}(t)), \quad u'(t) = O(a^{1/4+\varepsilon_1}(t)),$$

სადაც $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \rightarrow 0$, როცა $t \rightarrow \infty$.

თეორემა 4. თუ $a(t)$ დადებითი, აბსოლუტურად უწყვეტი, არაკლებადი ფუნქციაა და

$$\int_0^\infty \left| d \frac{a'(t)}{a^{1+1/(n+3)}(t)} \right| < \infty, \quad (12)$$

მაშინ (1) განტოლების ნებისმიერი $u(t)$ ამოხსნა შეგვეძლია წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$u(t) = a^{-1/(n+3)}(t) \rho W \left(\alpha \int_{t_0}^t a^{2/(n+3)}(\tau) d\tau \right),$$

$$u'(t) = a^{1/(n+3)}(t) \rho^{(n+1)/2} W' \left(\alpha \int_{t_0}^t a^{2/(n+3)}(\tau) d\tau \right),$$
(13)

სადაც W არის $W'' + W^n = 0$ განტოლების ამოხსნა $W(0) = 0$, $W'(0) = 1$ საწყის პირობებში, ხოლო ρ და α აკმაყოფილებენ დამოკიდებულებებს

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \rho = \rho_0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \alpha = \rho_0^{(n-1)/2}, \quad 0 < \rho_0 < \infty. \quad (14)$$

დამტკიცება. ვთქვათ $u(t)$ არის (1) განტოლების არატრივიალური ამოხსნა და t_0 მისი ნულია; ამასთან $u'(t_0) > 0$. შემოვიღოთ ρ და α ფუნქციები (13) ტოლობებით. ჩვენი ამოცანაა ვაჩვენოთ, რომ სამართლიანია (14) დამოკიდებულებანი.

რადგან

$$W'^2 + \frac{2}{n+1} W^{n+1} \equiv 1,$$

ამიტომ (13)-დან გვაქვს

$$\rho^{n+1} = \frac{u'^2(t)}{a^{2/(n+3)}(t)} + \frac{2}{n+1} a^{(n+1)/(n+3)}(t) u^{n+1}(t). \quad (15)$$

გარდაქმნით

$$x = \int_0^t a^{2/(n+3)}(\tau) d\tau, \quad u(t) = a^{-1/(n+3)}(t) u_1(x), \quad u'(t) = a^{1/(n+3)}(t) u_2(x), \quad (16)$$

(1) განტოლება მიიყვანება (3) სისტემაზე, სადაც

$$B(x) \equiv 1, \quad b(x) = \frac{1}{n+3} \frac{a'(t)}{a^{1+2/(n+3)}(t)}.$$

(15) და (16)-ის თანახმად ცხადია, რომ

$$\rho^{n+1} = u_2^2(x) + \frac{2}{n+1} u_1^{n+1}(x).$$

(12)-დან მარტივად გამომდინარეობს

$$\int_0^\infty |db(x)| < \infty.$$

ამიტომ, ლემა 1-ის თანახმად, არსებობს სასრული ზღვარი $\lim_{t \rightarrow \infty} \rho = \rho_0$.

ვაჩვენოთ, რომ $\rho_0 > 0$. მართლაც, თუ დაეუშვებოდა, რომ $\rho_0 = 0$, მაშინ (7)-ის თანახმად გვექნება

$$\rho^{n+1} \cong M \left(\int_t^\infty \left| d \frac{a'(\tau)}{a^{1+2/(n+3)}(\tau)} \right| \right)^{2(n+1)/(n-1)} \cong \\ \cong M \left(3 a^{-1/(n+3)}(t) \int_t^\infty \left| d \frac{a'(\tau)}{a^{1+2/(n+3)}(\tau)} \right| \right)^{2(n+1)/(n-1)} = o [a^{-2/(n+3)}(t)],$$

რაც შეუძლებელია, რადგან

$$[a^{2/(n+3)}(t) \rho^{n+1}]' = \frac{2}{n+1} a'(t) u^{n+1} \cong 0.$$

მიღებული წინააღმდეგობა ამტკიცებს, რომ $\rho_0 > 0$ (1).
(13)-დან გვაქვს

$$V a(t) W' W^{-(n+1)/2} = u'(t) u^{-(n+1)/2}(t).$$

თუ ამ იგიობას გავაწარმოებთ t -თი, მივიღებთ

$$\left(\alpha \int_{t_0}^t a^{2/(n+3)}(\tau) d\tau \right)' = a^{2/(n+3)}(t) \rho^{(n-1)/2} + \\ + \frac{a'(t)}{(n+1)a(t)} W' W = \rho_1^{(n-1)/2} a^{2/(n+3)}(t) (1 + \varepsilon(t)),$$

სადაც $\varepsilon(t) \rightarrow 0$, როცა $t \rightarrow \infty$.

აქედან გვაქვს

$$\alpha \int_{t_0}^t a^{2/(n+3)}(\tau) d\tau = \rho_0^{(n-1)/2} \int_{t_0}^t a^{2/(n+3)}(\tau) d\tau + \rho_0^{(n-1)/2} \int_{t_0}^t \varepsilon(\tau) a^{2/(n+3)}(\tau) d\tau.$$

მაშასადამე,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \alpha = \rho_0^{(n-1)/2}.$$

თეორემა დამტკიცებულია.

ვთქვათ, $\{x_i\}$ და $\{\bar{x}_i\}$ არიან $W(x)$ ფუნქციის ნულებისა და ექსტრემუმის წერტილთა მიმდევრობანი. ადვილად მტკიცდება, რომ

$$|W(\bar{x}_i)| = \sqrt{\frac{n+1}{2}}, \quad |W'(x_i)| = 1,$$

$$x_{i+1} - x_i = \sqrt{2^n(n+1)} \int_0^1 \frac{dx}{V 1 - x^{n+1}} \quad (i = 0, 1, \dots),$$

რის გამოც თეორემა 4-დან გამომდინარეობს

(1 თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ $\rho_0 > 0$, საკმაოდ ადვილად შეგვიძლია ვაჩვენოთ

$$\rho = \rho_0 + O \left(\int_t^\infty \left| d \frac{a'(\tau)}{a^{1+2/(n+3)}(\tau)} \right| \right).$$

შედგის. თუ $a(t)$ დადებითია, არანაკლებადია და აკმაყოფილებს (12) პირობას, მაშინ (1) განტოლების ყოველი არატრივიალური ამოხსნისათვის გვაქვს

$$|u(\bar{t}_i)| = a^{-1/(n+3)}(\bar{t}_i) [c_0 + \varepsilon_1(\bar{t}_i)], \quad |u'(\bar{t}_i)| = a^{1/(n+3)}(\bar{t}_i) [c_1 + \varepsilon_2(\bar{t}_i)],$$

$$t_{i+1} - t_i = a^{-2/(n+3)}(\bar{t}_i) [c_2 + o(1)] \quad (i = 0, 1, \dots),$$

სადაც $\{\bar{t}_i\}$ და $\{t_i\}$ არიან $u(t)$ ფუნქციის ნულებისა და ექსტრემუმის წერტილთა მიმდევრობანი

$$0 < c_0 < \infty, \quad c_1 = \sqrt{\frac{2}{n+1}} c_0^{n+1},$$

$$c_2 = \sqrt{2(n+1)} c_0^{n-1} \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^{n+1}}},$$

$$\varepsilon_j(t) = O\left(\int_t^\infty \left|d \frac{a'(\tau)}{a^{1+2/(n+3)}(\tau)}\right|\right) \quad (j = 1, 2).$$

დამტკიცებული თეორემის თანახმად

$$u'' + t^\sigma u^n = 0, \quad v'' + e^{\lambda t} v = 0. \quad (17)$$

ემდენ—ფაულერის ტიპის განტოლებების ამოხსნებისათვის, როცა $\lambda, \sigma > 0$, ვღებულობთ

$$|u(\bar{t}_k)| = c_0 \bar{t}_k^{-\sigma/(n+3)} + O(\bar{t}_k^{-2\sigma/(n+3)-1}), \quad |u'(\bar{t}_k)| = c_1 \bar{t}_k^{\sigma/(n+3)} + O(\bar{t}_k^{\sigma/(n+3)-1}),$$

$$|v(\bar{t}_k)| = c_0 e^{-\lambda/(n+3)\bar{t}_k} + O(e^{-2\lambda/(n+3)\bar{t}_k}), \quad |v'(\bar{t}_k)| = c_1 e^{\lambda/(n+3)\bar{t}_k} + O(e^{-\lambda/(n+3)\bar{t}_k}).$$

მიღებული ფორმულები აზუსტებენ (17) განტოლების ამოხსნებისათვის ადრე ცნობილ შეფასებებს ([2], გვ. 190—194).

თბილისის საზღვარგარეთის
 უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 19.10.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Дж. Сансоне. Обыкновенные дифференциальные уравнения, т. 2, Москва, ИЛ, 1954.
2. Р. Беллман. Теория устойчивости решений дифференциальных уравнений, М., ИЛ, 1954.

მათემატიკა

ბ. შაჩნაძე

გეგმილური სივრცეების პერსპექტიულ თანადობაში მოყვანის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. კოლოშვილმა 15.10.1961)

განვიხილავთ გეგმილური n -განზომილებიანი P^n და Q^n სივრცეების ისეთ კოლინეაციას, სადაც P^n სივრცის არასაკუთრივ P_{∞}^{n-1} ჰიპერსიბრტყეს Q^n სივრცის საკუთრივი Q_{∞}^{n-1} ჰიპერსიბრტყე ეთანადება:

$$P_{\infty}^{n-1} \bar{\wedge} Q_{\infty}^{n-1}. \quad (1)$$

ცნობილია, რომ კოლინეარულ P^n და Q^n სივრცეთა პერსპექტიულ თანადობაში მოყვანისათვის საკმარისია, რომ მოცემული სივრცეები შეიცავდეს P^{n-1} ($P^{n-1} \subset P^n$) და Q^{n-1} ($Q^{n-1} \subset Q^n$) თანად ჰიპერსიბრტყეთა ინვარიანტულ წყვილს, რასაც შემდეგნაირად ჩავწერთ:

$$P^{n-1} \equiv Q^{n-1}. \quad (2)$$

წინამდებარე სტატია მიზნად ისახავს აუცილებელ და საკმარის პირობათა განსაზღვრას, რომლებიც უზრუნველყოფენ $P^n \bar{\wedge} Q^n$ კოლინეაციაში (2) იგივობის შესრულებას.

გეგმილურ სივრცეს წარმოვიდგენთ როგორც არასაკუთრივი ელემენტებით შევსებულ ევკლიდურ სივრცეს. ასეთი ინტერპრეტაცია ნაკარნახევია დასმული ამოცანის მეტრული ხასიათით.

წინასწარ შევნიშნოთ, რომ (1) პირობის შედეგად $P^n \bar{\wedge} Q^n$ კოლინეაცია მუდამ შეიცავს $n-2$ -განზომილებიან სიბრტყეთა გეგმილურად თანადსა და არასაკუთრივ ერთადერთ წყვილს. მართლაც, (1) პირობიდან გამომდინარეობს, რომ არასაკუთრივ Q_{∞}^{n-1} ჰიპერსიბრტყეს ($Q_{\infty}^{n-1} \subset Q^n$) რომელიმე საკუთრივი P_{∞}^{n-1} ($P_{\infty}^{n-1} \subset P^n$) ჰიპერსიბრტყე ეთანადება, მაგრამ P_{∞}^{n-1} და P_{∞}^{n-1} ჰიპერსიბრტყეები შეიცავენ საერთო, არასაკუთრივ, $n-2$ -განზომილებიან P_{∞}^{n-2} სიბრტყეს, რომელსაც მოცემულ კოლინეაციაში, ცხადია, უნდა ეთანადებოდეს იმავე განზომილებიანი არასაკუთრივი Q_{∞}^{n-2} სიბრტყე, რომელიც მიიღება Q_{∞}^{n-1} და Q_{∞}^{n-1} ჰიპერსიბრტყეთა ურთიერთგადაკვეთით.

ამგვარად გვექნება

$$P_{\infty}^{n-2} \bar{\wedge} Q_{\infty}^{n-2}. \quad (3)$$

(2) პირობის შესასრულებლად აუცილებელია: 1) P^{n-1} და Q^{n-1} ჰიპერსიბრტყეთა შესაბამისად კუთვნილი, $n-2$ -განზომილებიანი არასაკუთრივი სიბრტყეების ურთიერთთანადობა და 2) ამ ორი სიბრტყის ინვარიანტობა. მაგრამ (3) პირობიდან უშუალოდ გამომდინარეობს, რომ P^{n-1} და Q^{n-1} ჰიპერსიბრტყეთა $n-2$ -განზომილებიანი არასაკუთრივი სიბრტყეები მხოლოდ P_{∞}^{n-2} და Q_{∞}^{n-2} სიბრტყეები უნდა იყოს, რადგანაც ისინი $P^n \bar{\wedge} Q^n$ კოლინეაციის $n-2$ -განზომილებიან არასაკუთრივ სიბრტყეთა ერთადერთ თანად წყვილს წარმოადგენენ.

მაშასადამე, (2) იგივობის შესრულების აუცილებელ პირობას არასაკუთრივ P_{∞}^{n-2} და Q_{∞}^{n-2} სიბრტყეთა ინვარიანტობა წარმოადგენს:

$$P_{\infty}^{n-2} \equiv Q_{\infty}^{n-2}. \quad (4)$$

ვაჩვენოთ, რომ (4) ტოლობა საკმარისი პირობაა იმისათვის, რომ P^n და Q^n სივრცეები ორ წყვილ ინვარიანტულ ჰიპერსიბრტყეებს შეიცავდეს.

P^n და Q^n სივრცეებში განვიხილოთ ჰიპერსიბრტყეთა ისეთი გეგმილური კონები, რომელთა მატარებელი P_{∞}^{n-2} და Q_{∞}^{n-2} სიბრტყეებია:

$$P_{\infty}^{n-2} (P_1^{n-1}, P_2^{n-1}, \dots) \bar{\wedge} Q_{\infty}^{n-2} (Q_1^{n-1}, Q_2^{n-1}, \dots). \quad (5)$$

(4) პირობის შედეგად (5) კონათა თანადი ელემენტების P_1^{n-1} და Q_1^{n-1} წყვილი არა მხოლოდ აფინური, არამედ მსგავსიც იქნება.

აღვილად შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ (5) კონები ინვარიანტულ თანად სიბრტყეებსაც შეიცავენ.

(5) კონათა თანადი ელემენტების მსგავსების გამო საკმარისია დავრწმუნდეთ ისეთი თანადი წრფივი ინვარიანტული მწკრივების არსებობაში, რომლებიც თანად ჰიპერსიბრტყეებს ეკუთვნიან. ეს იქნება ინვარიანტულ ჰიპერსიბრტყეთა არსებობის მაჩვენებელი.

ამ მიზნით $P^n \bar{\wedge} Q^n$ კოლინეაციის $n-2$ განზომილებიან თანად $\pi_p \bar{\wedge} \pi_q$ სიბრტყეთა წყვილი ($\pi_p \subset P^n$, $\pi_q \subset Q^n$) განვიხილოთ.

π_p სიბრტყე $P_{\infty}^{n-2} (P_1^{n-1}, P_2^{n-1}, \dots)$ კონასთან კვეთაში წრფეთა $P_{\infty}^0 (p_1, p_2, \dots)$ კონას ქმნის, სადაც $P_{\infty}^0 = \pi_p \times P_{\infty}^{n-2}$ არასაკუთრივი წერტილი მიღებული კონის ცენტრს წარმოადგენს, ხოლო $p_1 = \pi_p \times P_1^{n-1}$ — ამ კონის წრფეს.

$P_{\infty}^0 (p_1, p_2, \dots)$ კონას Q^n სივრცეში π_q სიბრტყის კუთვნილ წრფეთა $Q_{\infty}^0 (q_1, q_2, \dots)$ კონა ეთანადება.

შევნიშნოთ, რომ კონათა P_{∞}^0 და Q_{∞}^0 ცენტრები, π_p და π_q ბრტყელ ველებში, გეგმილურად თანადი არასაკუთრივი წერტილების ერთადერთ

წყვილს წარმოადგენს. მაშასადამე, მეზიუსის თეორემის [1] თანახმად, $P_{\infty}^n (p_1, p_2, \dots)$ და $Q_{\infty}^n (q_1, q_2, \dots)$ კონებს უნდა ეკუთვნოდეს თანად წრფეთა ორი $p_i \wedge q_i$ და $p_j \wedge q_j$ წყვილი, რომლებიც წყვილ-წყვილად წერტილთა ინვარიანტული მწკრივების მატარებელს წარმოადგენს.

მაგრამ p_i, p_j, q_i და q_j მწკრივები, შესაბამისად, (5) კონების თანად ელემენტებს ეკუთვნის ($p_i \subset P_i^{n-1}, p_j \subset P_j^{n-1}, q_i \subset Q_i^{n-1}$ და $q_j \subset Q_j^{n-1}$), სადაც თანად წყვილებს შორის მსგავსებაა დამყარებული.

ამგვარად, ჩვენ ვრწმუნდებით ინვარიანტული ჰიპერსიბრტყეების არსებობაში: $P_i^{n-1} \equiv Q_i^{n-1}$ და $P_j^{n-1} \equiv Q_j^{n-1}$ და, მაშასადამე, (4) პირობა საკმარისი ყოფილა იმისათვის, რომ $P^n \wedge Q^n$ კოლინეაციაში ადგილი ჰქონდეს (2) იგივობას.

ახლა ადვილად განესაზღვრავთ, შესაძლებელია თუ არა მოცემული გეგმილური P^n და Q^n სივრცეების პერსპექტიულ თანადობაში მოყვანა, თუ ამ ამოცანას კონსტრუქციულ ხასიათს მივცემთ. სახელდობრ, თუ მოცემულია ორი გეგმილური სივრცის F_p და F_q ბაზისები იმ პირობით, რომ $F_p \wedge F_q$ და, თუ ამავე დროს ბაზისი წარმოდგენილია, მაგალითად, სივრცის სიმპლექსითა და წერტილით, რომელიც სიმპლექსის წახნაგებს არ ეკუთვნის, ამ შემთხვევაში ამოცანა დაიყვანება იმის გამორკვევაზე, შეიძლება თუ არა F_p და F_q ფიგურების პერსპექტიულად განლაგება.

ამისათვის F_p და F_q ფიგურებით შესაბამისად განსაზღვრულ P^n და Q^n სივრცეებში უნდა მოვძებნოთ ჰიპერსიბრტყეთა ნებისმიერი თანადი წყვილი (5) კონებში. თუ $P^n \wedge Q^n$ თანადობაში (4) იგივობა სრულდება, მაშინ ჰიპერსიბრტყეთა ეს წყვილი მსგავსი იქნება და ამ წყვილთან, შესაბამისად, F_p და F_q ფიგურების კვეთის შედეგად მიღებული \bar{F}_p და \bar{F}_q ფიგურებიც მსგავსი უნდა აღმოჩნდეს.

(5) კონების მოძებნისათვის შეგვიძლია ვისარგებლოთ ჰიპერსიბრტყეთა $P_i^{n-1} \wedge Q_i^{n-1}$ და $P_j^{n-1} \wedge Q_j^{n-1}$ თანადი წყვილებით. კოლინეაციის ელემენტურ ცნებებზე დაყრდნობითა და უბრალო გეომეტრიულ აგებათა საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ ორი L_p და K_q ფიგურა: პირველი, როგორც P_i^{n-1} ჰიპერსიბრტყისა და F_p ფიგურის გადაკვეთის შედეგი, ხოლო მეორე—როგორც Q_i^{n-1} ჰიპერსიბრტყისა და F_q ფიგურის გადაკვეთის შედეგი.

L_p და K_q ფიგურები საესებით განსაზღვრავენ P_i^{n-1} და Q_i^{n-1} ჰიპერსიბრტყეთა მდებარეობას და, მაშასადამე, მთლიანად (5) კონებსაც, რადგანაც ამ კონათა მატარებელი P_i^{n-2} და Q_i^{n-2} სიბრტყეები არასაკუთრივია და თითოეული კონის ელემენტები პარალელურია. ამის შემდეგ ავაგებთ \bar{F}_p და \bar{F}_q ფიგურებს და თუ ისინი მსგავსი აღმოჩნდება, მაშინ საკმარისი იქნება ისეთი თანადი $\bar{F}_{pk} \wedge \bar{F}_{qk}$ ფიგურების აგება, რომლებიც მიიღება F_p და



F_Q ფიგურების კვეთით (5) კონების ჰიპერსიბრტყეა თანად წყვილთან და რომლებიც, ამავე დროს, კონგრუენტული იქნება. საბოლოოდ, სივრცეში გადაადგილებით $\overline{F_P}$ და $\overline{F_Q}$ ფიგურებს შევათავსებთ.

წინამდებარე სტატიის შინაარსი წარმოადგენს [2] შრომაში მიღებული შედეგების განზოგადებას, სადაც განიხილება სამგანზომილებიანი სივრცეში დეზარგის ორი ნებისმიერი კონფიგურაციის პერსპექტიულ განლაგებაში მოყვანის საკითხი.

თუ გვემილური P^n და Q^n სივრცეების ბაზისებად მივიღებთ ზემოთ მიღებული F_P და F_Q ბაზისების ორად F'_P და F'_Q ფიგურებს, მაშინ ამ ფიგურების პერსპექტიულად განლაგების შესაძლებლობა უფრო ადვილად ირკვევა.

ცნობილია, რომ თითოეული F'_P და F'_Q ფიგურა წარმოადგენს ჰიპერსიბრტყის, რომელიმე წერტილის მიმართ პერსპექტიულ, ორ სიმპლექსს. დავუშვათ, რომ F'_P ფიგურა შედგება S_P^{n-1} და $\overline{S_P^{n-1}}$ სიმპლექსებისაგან, რომლებიც S_P^n წერტილის მიმართ პერსპექტიულია, F'_Q კი— S_Q^n წერტილის მიმართ პერსპექტიული S_Q^{n-1} და $\overline{S_Q^{n-1}}$ სიმპლექსებისაგან.

ახლა P^n სივრცეში, S_P^{n-1} და $\overline{S_P^{n-1}}$ ფიგურების S_P^n წერტილიდან მაგვამიღებელ n წრფეთა ძნული $P_{i_1}^{n-2}$ ($P_{i_1}^{n-1}$, $P_{i_2}^{n-1}$, ...) კონასთან გადაკვეთით. ყოველ $P_{i_1}^{n-1}$ ჰიპერსიბრტყესთან ამ ძნულის გადაკვეთით მივიღებთ $S_{P_{i_1}}^{n-1}$ ფიგურას, რომელიც ზოგადი მდებარეობის n წერტილს შეიცავს. ცხადია, ყველა $S_{P_{i_1}}^{n-1}$ ფიგურა მსგავსი აღმოჩნდება. ანალოგიური გზით Q^n სივრცეში $S_{Q_i}^{n-1}$ ფიგურას მივიღებთ.

თუ $P^n \overline{Q^n}$ კოლინეაციაში ადგილი აქვს (4) იგივობას, მაშინ ყველა $S_{P_{i_1}}^{n-1}$ და $S_{Q_i}^{n-1}$ ფიგურა მსგავსი იქნება.

სწორედ ამ ფაქტზე დაყრდნობით, სამგანზომილებიანი სივრცის შემთხვევის ანალოგიურად [2], შეიძლება ვიკმაროთ ორი ფიგურის აგება: თუ (5) გამოსახულებიდან $P_{i_1}^{n-1} \overline{Q_{i_1}^{n-1}}$ და $P_{i_2}^{n-1} \overline{Q_{i_2}^{n-1}}$, მაშინ P^n სივრცეში ავაგებთ $S_{P_{i_1}}^{n-1}$ ფიგურას— $P_{i_1}^{n-1}$ ჰიპერსიბრტყისა და წრფეთა S_P^n ძნულის გადაკვეთის შედეგს, Q^n სივრცეში კი— $S_{Q_{i_1}}^{n-1}$ ფიგურას, როგორც $Q_{i_1}^{n-1}$ ჰიპერსიბრტყის S_Q^n ძნულთან გადაკვეთას.

$S_{P_{i_1}}^{n-1}$ და $S_{Q_{i_1}}^{n-1}$ ფიგურების მსგავსება იმის მაჩვენებელი იქნება, რომ მოცემულ კოლინეაციაში (4) იგივობა შესრულებულია, რაც საშუალებას მოგვცემს ავაგოთ კონგრუენტული თანადი $S_{P_m}^{n-1}$ და $S_{Q_m}^{n-1}$ ფიგურები, რომელთა შეთავსებით F'_P და F'_Q ბაზისები პერსპექტიულად განლაგდება.

[3] და [4] შრომებში შემდეგი შინაარსის თეორემა მტკიცდება: თუ სამგანზომილებიანი სივრცეში მოცემულია ნებისმიერი, D_1 სივრცითი და D_0 ბრტყელი, დეზარგის კონფიგურაციები, მაშინ სივრცეში მუდამ შეიძლება განისაზღვროს ცენტრალური დაგვემილება (ე. ი. მოინახოს დაგვემილების

(ცენტრი და გეგმილთ სიბრტყე) ისე, რომ D_1 კონფიგურაცია დაგეგმილდეს დეზარგის ბრტყელ D კონფიგურაციაში, რომელიც D_0 კონფიგურაციის ეკვივალენტური იქნება.

[5] შრომაში ეს თეორემა განზოგადებულია n -განზომილებიანი სივრცისათვის და დამტკიცებულია ინდუქციის მეთოდით. აქ დეზარგის სივრცითი კონფიგურაციის ნაცვლად აღებულია n -განზომილებიანი პოლიედრული K^n კონფიგურაცია, რომელიც წერტილის მიმართ პერსპექტიულ, ჰიპერსიბრტყის ორ სიმპლექსს წარმოადგენს, ხოლო დეზარგის ბრტყელი კონფიგურაციის ნაცვლად განიხილება სხვა, ასეთივე n -განზომილებიანი პოლიედრული კონფიგურაციის ბრტყელი K^0 სახეობა. პერსპექტივის ცენტრად მიღებულია $n-3$ -განზომილებიანი სივრცე.

ჩვენ ჩამოყვანილებით დებულებას, რომელიც გარკვეული აზრით ზემოთ მოყვანილი თეორემების ანალოგიურია.

დებულება. თუ მოცემულია n -განზომილებიანი F_P და F_Q ფიგურები, რომლებიც, ცალ ცალკე, წერტილის მიმართ პერსპექტიული, $n-1$ -განზომილებიანი სივრცის სიმპლექსების წყვილს წარმოადგენენ, მუდამ მოიძებნება ისეთი F' ფიგურა, რომელიც F_P (ან F_Q) ფიგურის ეკვივალენტურია და ამავე დროს შეიძლება მისი F_Q (ან F_P) ფიგურასთან პერსპექტიულ განლაგებაში მოყვანა წერტილის მიმართ.

დამტკიცება. F_P და F_Q ფიგურები განსაზღვრავენ, შესაბამისად, n -განზომილებიან P' და Q' სივრცეებს, რომლებშიც (5) კონები განვიხილოთ. F_P და F_Q ფიგურების გადაკვეთა, შესაბამისად, (5) კონათა P_i^{n-1} და Q_i^{n-1} ელემენტებთან შექმნის ჰიპერსიბრტყეთა $S_{P_i}^{n-1} = F_P$ და $S_{Q_i}^{n-1} = F_Q$ აფინურ სიმპლექსებს, რომლებიც მსგავსი არ იქნებიან, თუ $P^n \bar{\cap} Q^n$ კალინეაციაში (4) იგივობა არ სრულდება.

F_P ფიგურა აფინურად გარდაქმნათ ისეთ \bar{F}_P ფიგურაში, რომ $S_{P_i}^{n-1}$ სიმპლექსები $S_{Q_i}^{n-1}$ სიმპლექსების მსგავს $S_{P_i}^{n-1} = P^n$ სიმპლექსებად გარდაიქმნას.

შემდეგ განვსაზღვრავთ თანადსა და კონგრუენტულ $\bar{S}_{P_m}^{n-1} = \bar{F}_P$ და $S_{Q_m}^{n-1} = F_Q$ სიმპლექსებს, რომელთა შეთავსებით \bar{F}_P და F_Q ფიგურებს პერსპექტიულად განვალაგებთ რომელიმე O წერტილის მიმართ.

ბოლოს განვსაზღვრავთ F' ფიგურას, რომელიც \bar{F}_P ფიგურის ჰომოტეტური იქნება O წერტილის მიმართ, ჰომოტეტის ისეთი კოეფიციენტით, რომ F' ფიგურა F_P ფიგურის ეკვივალენტური აღმოჩნდეს. დებულება დამტკიცებულია.

ლენინის სახელობის

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.10.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. А. Глаголев. Проективная геометрия, ОНТИ НКТП СССР, М.—Л., 1936.
2. Е. А. Мchedlishvili. Проективные основания начертательной геометрии. Труды Груз. политехнического института, 19, 1949.
3. Н. М. Бескин. Аналог. теоремы Польке—Шварца в центральной аксонометрии, ДАН СССР, т. 50, 1945.
4. И. С. Джапаридзе. Проективно-синтетическое доказательство теоремы Н. М. Бескина. Сборник „Методы Начертательной геометрии и ее приложения“, Москва, 1955.
5. В. Н. Первикова. Обобщение основной теоремы центральной аксонометрии на пространство n -измерений. Сборник „Методы начертательной геометрии и ее приложения“. Москва, 1955.

ფიზიკა

ბ. რაშიშვილი

ხახუნის ძალისა და მოხახუნე მყარი სხეულების ზედაპირების (დაახლოების) შეხების ფაქტიური ფართობის დამოკიდებულების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. მირიანაშვილმა 10.2.1962)

ხახუნის შესახებ მეცნიერების განვითარების ისტორია უკვე ოთხ საუკუნეზე მეტს მოიცავს. მთელი პერიოდის განმავლობაში დაუცხრომლად მიმდინარეობს მეცნიერული კვლევა-ძიება ხახუნის ფიზიკური ბუნების შესასწავლად და მიღწევებიც ცუდი როდია. მაგრამ მიუხედავად ამისა, სამწუხაროდ, ამჟამად მოქმედი ფიზიკის სახელმძღვანელოებსა და სხვა დამხმარე ლიტერატურაში, რომლითაც სარგებლობს ფიზიკისა და ტექნიკის მიღწევებით დაინტერესებული საზოგადოების ფართო წრე, ხახუნის საკითხი ჯერ კიდევ შექმნილია იმ ასპექტში, როგორც წარმოდგენაც ხახუნის შესახებ არსებობდა ოთხასი წლის წინათ.

ჩვეულებრივ, რატომღაც, დღემდე შემორჩა აზრი იმის შესახებ, რომ ხახუნის ძალა არ არის დამოკიდებული მოხახუნე სხეულების ზედაპირების შეხების ფართობისაგან. ასეთი შეხედულება სრულიად მოკლებულია ფიზიკურ აზრს.

დღეისათვის, ვისაც კი საქმე აქვს ხახუნის ძალების შესწავლასთან, საეჭვოდ არავის მიაჩნია ის მდგომარეობა, რომ ხახუნის ძალა იზრდება მოხახუნე მყარი სხეულების შეხების ფაქტიური ფართობის გადიდებით. ეს სავეებით ბუნებრივია, რადგან შეხების ფაქტიური ფართობის გაზრდისას იზრდება შეკიდულობა მოხახუნე ზედაპირებს შორის, რაც იწვევს ხახუნის ძალის გაზრდას.

შეხების ფაქტიური ფართობი უდიდეს როლს ასრულებს ხახუნის პროცესში, კერძოდ, ხახუნის ძალის ცვლილება უმთავრესად გამოწვეულია ზედაპირების შეხების ფაქტიური ფართობის ცვლილებით.

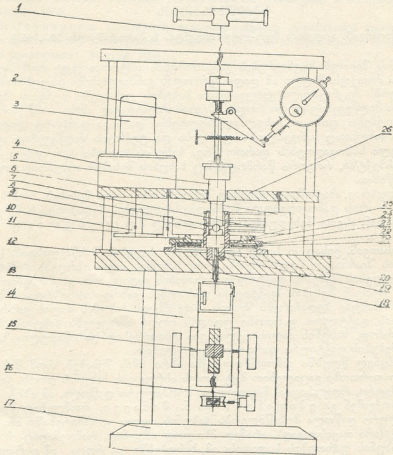
უკანასკნელ წლებში გამოთქმულ იქნა აზრი იმის შესახებ, რომ შეხების ფაქტიური ფართობი გაცილებით მეტ როლს ასრულებს ხახუნის დროს, ვიდრე სხვა პარამეტრი, როგორცაა, მაგალითად, ნორმალური დაწოლა. ამ აზრს ნათლად გამოთქვამენ გ. ეპიფანოვი და ნ. მინაევი, რომლებიც წერენ: „...ნორმალური დაწოლა მონაწილეობს ხახუნის ძალის ფორმირებაში არა თავის-მხრივ (არა თავისთავად), არამედ მხოლოდ იმდენად, რამდენადაც ის აყალიბებს ხახუნის ფართობის სიდიდეს; იმ პირობებში კი, როცა ამ ფართობის სიდიდის შეცვლა ნორმალური დაწოლის შემოქმედებით შეუძლებელი ხდება, ხახუნის ძალა დამოუკიდებელი ხდება ამ დაწოლისაგან“ [1].

ახლანან ჩვენ მიერ პროფ. ი. კრაგელსკის; ა. ჭიჭინაძის, ნ. დიომკინისა და ა. შერსტინოვთან ერთად შექმნილ იქნა ხელსაწყო, რომლის საშუალებითაც დიდი სიზუსტით შეიძლება ერთდროულად გაიზომოს ხახუნის ძალის ცვლილება და მოხახუნე მყარი სხეულების ზედაპირების დაახლოების, ე. ი. შეხების ფაქტიური ფართობის ცვლილება როგორც უძრავობის, ისე მოძრავობის პირობებში. განსაკუთრებული თავისებურება, რომლითაც ხასიათდება აღნიშნული ხელსაწყო, მდგომარეობს იმაში, რომ ის ერთდროულად ზო-

მავს შემხები ზედაპირების დაახლოებას (რომელშიც გამოირცხულია თვით სხეულის დეფორმაცია) და ხახუნის ძალას მოძრაობის პირობებში.

ვტიქრობთ, ჩვენს მიერ დამზადებული ხელსაწყო გარკვეულ გამოყენებას ჰპოვებს ტექნიკაშიც. კერძოდ, ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მოსიარულ საყრდენების სიხისტის შესაფასებლად და იმ მასალების დამუშავების ოპტიმალური სახის დასადგენად, რომლებიც გამოყენებულია ლითონ-დამამუშავებელი ჩარხების მოძრაე კვანძებში.

ხელსაწყო სქემა წარმოდგენილია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1. 1—დამტვირთავი ზრახნი, 2—დინამომეტრი, 3—ელექტრომეტრი, 4—რედუქტორი, 5—დამტვირთავი ღერო, 6—გადამწოდის ბლოკი, 7—ფირფიტები, 8—ეზონიტის შუასადები, 9—რგოლი, 10—ამძრავი კბილანა, 11—პარაზიტული კბილანა, 12—ქვედა ტრავერსი, 13—ჩარჩო გადამწოდით, 14—შტატივი, 15—მსხვილი მიმყვანი ზრახნი, 16—წვრილი მიმყვანი ზრახნი, 17—მასინური ფილი, 18—სპირალური ზამბარა, 19—დაახლოების წკირი, 20—ქვედა ნიმუში, 21—მიმმართველი სალტე, 22—ამძრავი სალტე, 23—ჯვარდელი, 24—ზედა ნიმუში, 25—მიმყოლი კბილანა, 26—საშუალო ტრავერსი

საცდელ ნიმუშებად აღებულია ორი ცილინდრი: მთლიანი, ზედა, რომელიც გადასცემს დატვირთვის (24) და ქვედა ღრუ ცილინდრი (20). ნიმუშები წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე. დაახლოება ნიმუშებს შორის იზომება წკირის (19) დახმარებით, რომელიც თავისუფლად მოძრაობს ქვედა ნიმუშის შიგნით (20).

წკირი ზუსტად ცენტრირებულია ზედა ნიმუშის მიმართ, რაც საშუალებას იძლევა გამოიციხულ იქნეს შეცდომა, წკირის გადახრის (გამრუდების) ანგარიშზე. ცილინდრების ზედაპირთა დაახლოების განზომილას მოძრაობის დროს. წკირის ზედა ბოლო, სპირალური ზამბარას (18) მოქმედებით, მცირე ძალით ებჯინება ზედა ნიმუშის სიბრტყეს. ზამბარა განაგარიშებულია იმგვარად, რომ წკირის მიბჯენის ძალა იყოს სრულიად უმნიშვნელო, რათა არ გამოიწვიოს ნიმუშის სიბრტყის რაიმე დეფორმაცია. წკირის ქვედა ბოლო ეყრდნობა ნახევარსფეროსებურ ბურთულას, რომელიც დამაგრებულია გადამწოდის ჩარჩოს (13) პორიზონტალურ ფირფიტაზე. პორიზონტალური ფირფიტა ერთი ბოლოთი ელასტიურად უერთდება ჩარჩოს ვერტიკალურ ჰალს, მეორეთი ეყრდნობა ბრტყელ ზამბარას, რომელზედაც დაწებებულია მავთულის გადამწოდი. გადამწოდი სპეციალური ხიდისებური სქემით შეერთებულია და ბოლოები მიყვანილია მომჭერებთან, რომლებიც განლაგებულია ხელსაწყოს ფუძეზე (17) და გამამდიერებელის მეშვეობით შეერთებულია ოსცილოგრაფთან, რომელზედაც იწერება დაახლოების (ზედაპირის ფაქტიური ფართობის) ცვლილება.



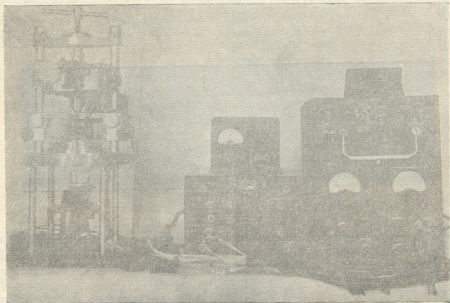
ნახ. 2.

ჩარჩო გადამწოდითურთ (13) ხრახნის მეშვეობით მკვიდრად მაგრდება შტატივზე, რომელიც მაგრდადა შეერთებული ხელსაწყოს ფუძესთან. ჩარჩოს ასეთი დამაგრება შტატივზე მას საშუალებას აძლევს გადაადგილდეს ვერტიკალური მიმართულებით, რაც აუცილებელია სხვადასხვა ზომის ნიმუშებით მუშაობისათვის. სხვადასხვა სიმაღლის ნიმუშების გამოყენების შესაძლებლობა საშუალებას იძლევა ცდების დროს ერთი და იგივე ნიმუში გამოვიყენოთ სხვადასხვა ხორკლიანობის ზედაპირების დაახლოების განსაზღვრისათვის. სხვადასხვაგვარი ხორკლიანობა (სიმქისე) მიიღება თვით მოხახუნე ზედაპირების ხახუნის დროს ძველი ხორკლიანობის გახეხვით. ახალი ხორკლიანობის კვლავ წარმოქმნა შეიძლება აგრეთვე განსაზღვრული მეთოდებითაც (გაჩარხვით, ლარვით, ზუმფრათი და ა. შ.). ესეც ჩვენ მიერ კონსტრუირებული მანქანის გარკვეულ უპირატესობას წარმოადგენს.

ჩარჩოს გადამწოდითურთ გადაადგილება ვერტიკალური მიმართულებით ნორციელდება ორი ხრახნის მეშვეობით: მსხვილი (უხეში) მიმყვანი (15) და მიკრომეტრული ხრახნით (16). ერთი დანაყოფის ფასი მიკრომეტრული ხრახნის ტუბუსზე 0.002 მმ-ს უდრის. იმის შესახებ, თუ რა მომენტში აღმოჩნდება ნორმალურად მიყვანილი ჩარჩოს ფირფიტის სფეროსებრი ბურთულა ვერტიკალურ წკირთან (19), შეიძლება ვიმსჯელოთ გადამწოდის გადახრით ოსცილოგრაფზე. როგორც კი გადამწოდი იწყებს გადახრას, თავს ვანებებთ მიკროზრახ-

ნით აწევას. ამ დროს წკირი იმყოფება ნორმალურ შეხებაში ნახევარსფეროებურ ბურთულასთან.

გახსაკუთრებით კარგადაა დამუშავებული ხელსაწყოში ზედა ნიმუშის მოძრაობის გახსნორციელება ელექტრომობილით (3) და ხახუნის ძალის გაზომვის სისტემა მოძრაობის პირობებში. მუდმივი დენის ელექტრომობილიდან (3), რომლის ძაბვაა 24 ვოლტი და სიმძლავრე — 12 ვოლტი, ბრუნვითი მოძრაობა გადაეცემა რეაქსიურნიან რედუქტორს (4) და იქიდან ამძრავ კბილანას (10), რომელიც მკვიდრადაა დამაგრებული რედუქტორის ლილვზე. მუდმივი დენის ელექტრომობილი საშუალებას იძლევა მდორედ შევცვალოთ მოძრაობის სიჩქარე. ამძრავი კბილანიდან პარაზიტულ კბილანის (11) გავლით ბრუნვითი მოძრაობა გადაეცემა მიმყოლ კბილანას (25), რომელიც ხრახნის საშუალებით მკვიდრადაა დამაგრებული ამძრავ სალტესთან (22). ამძრავი სალტე თავისუფლად ბრუნავს მიმართველ სალტეში (21), რომელიც ხრახნის საშუალებით მაგრდება ქვედა ტრავერსთან (12).



ნახ. 3.

ამძრავ სალტეში ამოღებულია ოთხი კილო, რომელშიც შედის ხელსაწყოთა ყველაზე მნიშვნელოვანი და ძირითადი ნაწილის ჯვარედის (23) კოჭები. ჯვარედის ტანში გაკეთებულია საფეხურებიანი ნახვრეტი, რომელიც გამოყენებულია ზედა საცდელი ნიმუშის დასამაგრებლად და დამტვირთავი დეროს (5) ბურთულათი გასასვლელად. ბრუნვის მომენტი ამძრავი სალტიდან კოჭის მეშვეობით გადაეცემა ჯვარედს და იქიდან ზედა ნიმუშს (24), რომელიც სრიალა (მსხლეტი) სოკმანით შეერთებულია ჯვარედთან. ეს ბრუნვითი მომენტი ისარგებება მოძრავ ზედა ნიმუშსა (24) და უძრავ ქვედა ნიმუშს (20) შორის არსებული ხახუნის ძალის გადალახვაზე.

ხახუნის მომენტი იზომება რეამავთულიანი გადამწოდის (რომელიც დაწვებებულია ჯვარედის 4 კოჭზე) მეშვეობით. გადამწოდის ბოლოები ჯვარედის

კორპუსის შიგნით არსებული ნახვრეტების მიხედვით შეერთებულია სპილენძის რგოლთან (9), რომელიც ჩასმულია ებონიტის მილში ჯვარედინის ბოლოს და იზოლირებულია ერთმანეთისაგან ებონიტის შუასადებით (8). სპილენძის რგოლთან ძაბვა მიდის გადამწოდთა ბლოკის (6) ფირფიტებთან რგოლის ვერცხლის მოსრიალე კონტაქტების საშუალებით. გადამწოდთა ბლოკი ხრახნის მეშვეობით შეერთებულია საშუალო ტრავერსთან (26). გადამწოდთა ბლოკთან ძაბვა მაყვანილია მომჭერებიდან, რომელიც ვანლაგებულია ხელსაწყოს ფუძეზე.

დატვირთვა ზედა ნიმუშზე ხორციელდება ხრახნის (1), დინამომეტრის (2), მიმართველი კოკის (5), ბურთულისა და დატვირთვის შუასადების მეშვეობით. დატვირთვის წრედში ბურთულას შემოტანა (ჩართვა) საშუალებას იძლევა თანაბრად განაწილდეს წნევა ზედა ნიმუშისა ქვედაზე, რაც გამოირჩევა შეცდომას მუშა ნიმუშების ზედაპირებზე წნევის განაწილებაში. დინამომეტრი, რომელსაც აქვს საათის ტიპის ინდიკატორული თავი, შესაძლებლობას იძლევა დატვირთვა გადავცეთ 0,5-დან 200 კგ-მდე.

მთელი ხელსაწყო მოწყობილია ფოლადის მასიურ ფილზე (17). პარამეტრების (ხახუნის ძალისა და ზედაპირების დაახლოების) გასაზომად ხელსაწყოს მომჭერებთან ირთვება TA-5 მარკის გამაძლიერებელის ორი არხი. ზედაპირების დაახლოების შესაბამისად, ხახუნის ძალის ცვლილების ჩაწერა წარმოებს ერთდროულად ოსცილოგრაფის K9-21 საშუალებით მოძრავ ფოტოტექნოლოგიაზე, რომლის სიგანეც 120 მმ. ხელსაწყო საშუალებას იძლევა თვით მოძრაობის პროცესში ერთდროულად მოგახდინოთ რეგისტრირება და დიდი სიზუსტით გაგზომოთ ხახუნის ძალა და ზედაპირის ფაქტიური შეხების ფართობის ცვლილება—ზედაპირების დაახლოება.

ხელსაწყოს საერთო სახე გამაძლიერებელითა და ოსცილოგრაფით მოცემულია ნახ. 3-ზე.

ნახ. 4-ზე წარმოდგენილია მოხახუნე მყარი სხეულების დაახლოებისა და ხახუნის ძალის ერთდროულად გაზომვის ოსცილოგრაფია, სადაც ქვედა (სწორი) ხაზი გამოსახავს ნულოვან მდგომარეობას, მეორე ხაზი — ხახუნის ძალის ცვლილებას. შეხებები ზედაპირის ფაქტიური ფართობის ცვლილების (ზედაპირების დაახლოების) შესაბამისად, ხოლო მესამე ხაზი — მოხახუნე ზედაპირების დაახლოებას.

წარმოდგენილი ოსცილოგრაფიდან ნათლად ჩანს, თუ როგორი განუყრელი კავშირია მოხახუნე მყარი სხეულების დაახლოებასა (შეხების ქეშმარიტი ფართობის ცვლილებასა) და ხახუნის ძალას შორის. ოსცილოგრაფია მიღებულია ნიმუშების მოძრაობის პირობებში. მოხახუნე მყარი სხეულების დაახლოების დროს იზრდება ფაქტიური შეხების ფართობი და ამის შესაბამისად იზრდება ხახუნის ძალაც, რაც საკვებით კანონზომიერ მოვლენას წარმოადგენს მშრალი ხახუნის პირობებში.

ხახუნის ძალის კავშირის შემხები ზედაპირის ფართობთან, ჩანასახის სახით ჩვენ ეხვდებით გამოჩენილი ფრანგი ფიზიკოსის შარლ ოგისტენ კულონის შრომაშიც, რომელიც წერს: „წინამდებეობის ფიზიკური მიზეზი, რომელიც იქმნება, მოსრიალე ზედაპირების ერთმანეთის მიმართ მოძრაობისას, ხახუნის დროს არ შეიძლება ახსნა იქნეს სხვაანაირად, თუ არა უსწორმასწორო ზედაპირების წაძოლებით, შეჭიდებით, რომელიც გვლინდება გადაწყვეის, ღუნვის გაგლეჯისა და სხვათა სახით. ან უნდა დავუშვათ, რომ ზედაპირის მოლეკულები, რომლებიც იმყოფებიან შეხებაში, იკუმშებიან მათი დაახლოების გამო და მათ შორის შეჭიდულობა უნდა დაიძლიოს, რათა მივიღოთ მოძრაობა“ [2].

კულონის ამ დებულებაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის, რომ მათში პრიმიტიული ფორმით გადმოცემულია აზრი ხახუნის ძალის ორმაგი ბუნე-

ბის შესახებ, კულონი თვლის, რომ ხახუნის წარმოდგენს წინააღმდეგობათა ერთობლიობის ორ ფორმას: შექვიდულობას, რომელიც დამოკიდებულია შეხების ფართობზე, და წამოდებას, რომელიც პროპორციულია დატვირთვისა და არ არის დამოკიდებული ფართობისაგან. ცხადია, კულონის ეს აზრი არ უნდა გავიგოთ ისე, რომ თითქოს შექვიდულობა მას ესმოდა, როგორც მოლეკულათა ურთიერთქმედება. მაშინდელ ეპოქაში ყოველგვარი მოვლენის ახსნა წარმოებ-



ნახ. 4. ხახუნის ძალისა და დაახლოების ერთდროული გაზომვის ოსცილოგრამა ნიმუშ ფოლად 10-ზე

და მექანიკური თვალსაზრისით და კულონიც შექვიდულობას ხსნის ზედაპირზე ხორკლის (ხაოს) არსებობით. კულონი მის მიერ აღმოჩენილ ხახუნის კანონს შემდეგი ფორმულით წარმოგვიდგენს:

$$F = A + fN,$$

სადაც A დამახასიათებელია შექვიდულობისა, რომელიც დამოკიდებულია შეხების ფართობისაგან, fN არის წინააღმდეგობის დამახასიათებელი, რომელიც გამოწვეულია უსწორმასწორო ხორკლიანი ზედაპირების წამოდებით, F ხახუნის ძალაა.

ეს ფორმულა, რომელშიც წარმოდგენილია ხახუნის ორმაგი ბუნების ანარეკლი, სრულიად დაეწეებული იყო მრავალი წლის განმავლობაში. მაგრამ მისი უდიდესი მნიშვნელობის გამო ის ხელახლა იქნა წამოყენებული გერმანელი მეცნიერის $საქსისა$ და ინგლისელი მეცნიერის $მოპპოუს$ მიერ. ამ დებულების თეორიული დასაბუთება კი ეკუთვნის საბჭოთა მეცნიერს $ბ. დერიაგინს$ [3].

ხახუნის ძალისა და მოხახუნე მყარი სხეულების ზედაპირების ფაქტიური (ფიზიკური) ფართობის განუყრელი კავშირის შესახებ ნათლად მიუთითებენ აგრეთვე პროფ. $ი. კრაგელსკი$ და $ნ. დიომკინი$ [4].



როდესაც იზრდება დაწოლა მოხახუნე სხეულის ზედაპირებზე, პირველ რიგში იზრდება შეხებაში მყოფი ლაქების დიამეტრი, ხოლო შემდეგ — თვით მთელი შეხების ფართობი; მოხახუნე ზედაპირების (დაახლოება) ფაქტიური შეხების ფართობის ზრდა კი იწვევს ხახუნის ძალის ზრდას.

ჩატარებული ცდების დაწვრილებითი ანალიზი და თეორიული დასაბუთება წარმოდგენილ იქნება შემდგომ სტატიებში.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის
ფიზიკის კათედრა

(რედაქციას მოუვიდა 10.2.1962)

დაგონებებულ ლიტერატურა

1. Г. И. Епифанов, Н. И. Минаев. Исследование зависимости силы трения от истинной площади трения и нормальной нагрузки. Известия высших учебных заведений, физика, № 1, 1959.
2. С. А. Coulomb. Theorie des machines simples, en ayant l'gard au frottement de leurs parties et a la roideur des Cordages. Bachelier. Paris, 1821.
3. Б. В. Дерягин. Новый закон трения и скольжения. ДАН СССР, т. 3, № 93, 1934.
4. И. В. Крагельский, Н. Б. Демкин. Определение фактической площади касания. Трение и износ в машинах, сб. XIV. Изд. АН СССР, 1960.

ასტრონომია

ბ. სალუშვაძე

ტრაპეციის ტიპის ჯერადი სისტემების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაძემ 15.9.1962)

ტრაპეციის ტიპის ჯერადი სისტემები ვარსკვლავთა და გროვებთან და ვარსკვლავთ ძეგვებთან ერთად წარმოადგენენ ასოციაციების ვულვებს. ვარსკვლავთ ასოციაციები ახალგაზრდა არამდგრადი სისტემებია და მათი შესწავლის საფუძველზე არის დამყარებული თანამედროვე კოსმოგონიის რიგი მნიშვნელოვანი დასკვნები ვარსკვლავთ წარმოშობისა და განვითარების შესახებ. ამის გამო ასოციაციების შემადგენელი ვარსკვლავების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

ცნება ტრაპეციის ტიპის ჯერადი სისტემების შესახებ პირველად შემოტანილ იქნა 1949 წელს ვ. ამბარცუშიანი და ბ. მარქარიანის მიერ [1]. ძირითადად ეს სისტემები შესწავლილია თეორიული გზით [2, 3, 4, 5], გინაიდან დაკვირვებითი მონაცემები მათთვის აქამდე თითქმის არ მოიპოვებოდა. ამდენად დაკვირვებითი მონაცემებიდან რაიმე ცნობის მიღებას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ამჟამად ამ სისტემების შესახებ ცოდნის გასამდიდრებლად ძალიან მნიშვნელოვანია ვარსკვლავთ ფარდობითი მდებარეობის გაზომვა, შემადგენელი ვარსკვლავებისათვის სპექტრული ტიპებისა და ვარსკვლავიერი სიდიდეების განსაზღვრა.

აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში 1959 წლიდან სისტემატურად წარმოებს აღნიშნული სისტემების ფოტოგრაფიული დაკვირვებები ამ სისტემების შემადგენელი ვარსკვლავებისათვის ფოტომეტრიული, სპექტრული და ასტრომეტრიული მახასიათებლების კატალოგის შესადგენად.

ამჟამად ფოტოგრაფიული დაკვირვებითი მასალა მიღებულია და დამუშავებულია შემდეგი ჯერადის სისტემებისათვის: ADS' 307, 423, 1209, 1877, 2135, 2984, 3579, 3940, 4962, 5008, 10489, 10637, 11168, 11179, 13117, 14338, 14969, 15184, 15679, 16095, 16474 [6].

წინამდებარე წერილში მოცემულია ზემოთ ჩამოთვლილი ტრაპეციის ტიპის ჯერადი სისტემების ფარდობითი მდებარეობების განსაზღვრის შედეგები.

დაკვირვებები, კოორდინატების გაზომვა
ასტრონეგატივებზე

დაკვირვებები წარმოებდა 40-სმ რეფრაქტორის მთავარ ფოკუსში (F-680 სმ), ჩვენ მიერ ამ მიზნებისათვის საგანგებოდ დამზადებული ფოტოგრაფიული კამერით.

ტელესკოპისა და ფოტოგრაფიული კამერის აღწერა, აგრეთვე ტელესკოპის გამოკვლევის შედეგები მოცემულია შრომაში [7].

ფოტოგრაფირება ხდებოდა მერიდიანის ახლოს. საშუალო საათ-კუთხე ტოლია $\pm 0^{\circ}25''$.

ცხრილი 1

№ რიცხვ	№ ADS	დაკვირვების გამოქა		ρ	θ		
1	2	3	4	5	6		
1	307	1961.01	B-A	$9^{\circ}587 \pm 0^{\circ}040$	$82^{\circ}47 \pm 0^{\circ}18$		
			C-A	23,502	039	55,85	14
			D-A	44,718	046	85,25	10
2	423	1961.11	B-A	5,822	048	353,01	11
			C-A	46,847	037	336,55	07
			D-A	51,084	047	145,52	10
			E-A	112,373	032	170,88	03
			F-A	152,101	028	114,84	04
3	1209	1961.41	B-A	13,877	032	142,56	14
			C-A	28,273	019	146,06	18
4	1877	1961.38	B-A	14,780	035	103,94	03
			A'-A	39,013	027	262,94	03
			B'-A	53,180	024	252,36	01
5	2135	1961.12	B-A	11,332	042	285,55	08
			C-A	24,356	037	21,37	10
			D-A	33,423	032	66,60	05
6	2984	1961.15	B-A	17,869	025	303,83	10
			C-A	138,602	044	77,12	02
			D-A	11,018	048	4,50	13
			E-A	36,540	035	319,01	12
7	3579	1961.33	B-A	39,262	031	305,11	05
			C-A	54,233	032	88,88	02
8	3940	1961.15	B-A	17,365	028	68,81	08
			C-A	48,654	022	154,30	02
9	4962	1961.94	B-A	59,442	040	258,27	01
			C-A	46,642	031	253,81	03
			D-A	265,443	033	23,60	03
			E-A	84,217	015	255,16	02
10	5008	1961.30	B-A	7,488	042	311,48	08
			C-A	15,206	035	306,09	08
11	10489	1962.49	B-A	9,727	030	269,37	17
			C-A	10,366	046	63,53	13
12	10637	1961.98	B-A	12,588	028	270,20	12
			C-A	14,891	049	250,78	10
13	11168	1961.96	B-A	7,654	021	121,87	13
			C-A	13,589	020	238,48	11
14	11179	1962,50	B-A	31,216	023	100,02	08
			C-A	40,261	028	122,72	09

ცხრილი 1-ის გაგრძელება

1	2	3	4	5		6	
15	13117	1961.88	B-A C-A	9",349 ± 0,"023 16,273	010	22",36 ± 0",15 176,56	19
16	14338	1961.26	B-A C-A	12,248 18,699	054 032	240,58 142,72	06 25
17	14969	1961.33	B-A C-A	33,338 53,432	032 027	28,82 98,79	00 03
18	15184	1961.14	B-A D-A	11,882 19,778	022 046	120,23 339,08	07 05
19	15679	1961.52	B-A C-A	27,179 43,523	028	110,17	09
20	16095	1961.74	B-A C-A D-A	22,526 48,894 81,824	030 018 030	185,53 168,37 144,24	07 00 01
21	16474	1961.72	B-A C-A	19,457 56,057	011 014	49,69 80,22	03 05

მკრთალი სისტემების ფოტოგრაფირებისას თითოეულ ფირფიტაზე მიიღებოდა ერთი გამოსახულება, შედარებით კაშკაშა ჯერადი სისტემების შემთხვევაში კი 2-დან 9 გამოსახულებამდე.

ფოტოგრაფიული ფირფიტების ორიენტაციის განსასაზღვრავად ვახდენდით ეკვატორის ახლოს მდებარე კაშკაშა ($m < 5$) ვარსკვლავების ფოტოგრაფირებას გამორთული საათიერი მექანიზმით.

ჯერადი სისტემების მართკუთხოვანი კოორდინატების გაზომვა შესრულებულია კოორდინატების საზომ პრეციზიულ ხელსაწყოზე КИМ-3. აღნიშნული ხელსაწყო გამოკვლეულია ავტორის მიერ ა. ხ ა ტ ი ს ო ვ თ ა ნ ერთად და შედეგები ქვეყნდება აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის შრომების მორიგ ნომერში.

ფოტოგრაფიული ფირფიტების გაზომვა ხდებოდა ფირფიტების ორ მდებარეობაში, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებოდა 180°-ით, ორივე შემთხვევაში გამოიყენებოდა რევერსიული პრიზმა, ასე რომ დაყენების საერთო რიცხვი თითოეულ გამოსახულებაზე შეადგენდა 8-ს.

ფირფიტები საზომ ხელსაწყოში ორიენტირებული იყო 6—8 სმ სიგრძის ვარსკვლავთ კვალის მიხედვით. დაკვირვებები და გაზომვები შესრულებულია ავტორის მიერ.

მ ა ს შ ტ ა ბ ი ს გ ა ნ ს ა ზ ლ ვ რ ა

ჯერადი სისტემების ფარდობით მდებარეობათა განსაზღვრისას ერთ-ერთი ძირითადი საკითხია მასშტაბის განსაზღვრა ფოტოგრაფიულ ფირფიტაზე. ფარდობითი მდებარეობების განსაზღვრის სიზუსტე, განსაკუთრებით ფართო და კაშკაშა წყვილებისა, იმდენად დიდია ამჟამად, რომ მოითხოვება მასშტაბის ცოდნა სიზუსტით $\pm 0''005$ ერთ მილიმეტრზე, ასეთი სიზუსტისას კი აქტილმბელია მხედველობაში მივიღოთ მასშტაბის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.

9267



მასშტაბი განისაზღვრა სხვადასხვა ტემპერატურაზე, გალაქტიკური გროვის M 34-ის ვარსკვლავებს შორის მანძილების გაზომვის შედეგად.

M34-ის ვარსკვლავების ზუსტი მდებარეობები, განსაზღვრული ფოტოგრაფიული მეთოდით, მოცემულია [8] შრომაში. თითოეულ ფირფიტაზე აღებულია 14 ვარსკვლავი. ვარსკვლავები კომბინირებულია წყვილებად, ისე რომ წყვილებს შორის მანძილი მაქსიმალურია, სიკაშკაშეებს შორის განსხვავება კი მინიმალური.

გაზომვას ვახდენდით იმავე ხელსაწყოზე КИМ—3. გაზომვით კოორდინატებში შეიტანებოდა შესწორებები საზომი ხელსაწყოების ცდომილებებზე და პირველი რიგის რეფრაქციაზე.

რეფრაქციაზე შესწორება ხდებოდა ფორმულებით:

$$\Delta x = A\Delta x + B\Delta y,$$

$$\Delta y = C\Delta x + D\Delta y,$$

სადაც

$$A = \beta \sin 1'' k_2, \quad B = \beta \sin 1'' k_1 (k_2 - \text{tg} \delta),$$

$$C = \beta \sin 1'' k_1 (k_2 + \text{tg} \delta), \quad \text{და} \quad D = \beta \sin 1'' k_2.$$

A, B, C და D კოეფიციენტების გამოსათვლელად შედგენილია ცხრილი და გრაფიკები.

ფოტოფირფიტების მიხედვით საშუალო მასშტაბისათვის მიღებულ იქნა შემდეგი მნიშვნელობები:

ნეგატივი № 1	30".593 ± 0".0024	t = +3°
ნეგატივი № 2	30".592 ± 0".0022	t = +8°
ნეგატივი № 3	30".597 ± 0".0016	t = -7°
ნეგატივი № 4	30".590 ± 0".0020	t = +13°
ნეგატივი № 5	30".592 ± 0".0017	t = +5°

როგორც ჩანს, მივიღეთ ცხადი დამოკიდებულება მასშტაბისა ტემპერატურისაგან. ტემპერატურის 20°-ით შეცვლისას იგი იცვლება დაახლოებით 0".007-ით.

ჭერადი სისტემების ფარდობითი მდებარეობის
კატალოგი

თითოეული ჭერადი სისტემისათვის საშუალოდ მიღებულია 4—5 ფოტოგრაფიული ფირფიტა. მანძილების გამოთვლისას ვისარგებლეთ საშუალო მასშტაბით, რომელიც ტოლია 30".593-ისა. გამოთვლების შესასრულებლად გამოვიყენეთ ობსერვატორიაში ახლად გამართული ტაბულატორი. ცხრილში მოცემულია გაზომვისა და გამოთვლის საბოლოო შედეგები. ცხრილში მოცემული მანძილები და პოზიციური კუთხეები წარმოადგენს რამდენიმე ფირფიტიდან მიღებულ მნიშვნელობათა საშუალოს. ცდომილებები მოცემულია საშუალო კვადრატული.

აბასთუმნის ასტროფიზიკური
ობსერვატორია

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. В. А. Амбарцумян и Б. Е. Маркарян. Звездная ассоциация вокруг Р Лебедя. Сообщения Бюраканской астрофиз. обсерватории, 2, 1949.
2. В. А. Амбарцумян. О вероятности кажущихся кратных систем типа Трапеции Ориона. ДАН Арм. ССР, 13, 97, 1951.
3. В. А. Амбарцумян. К статистике кратных систем типа трапеции. ДАН Арм. ССР, 13, 129, 1951.
4. В. А. Амбарцумян. Кратные системы типа Трапеции. Сообщения Бюраканской астрофиз. обсерватории. 13, 1954.
5. В. А. Амбарцумян. Вопросы астрометрического изучения звездных ассоциаций. Труды 10-ой Всесоюзной астрометрической конференции, 66, Ленинград, 1954.
6. R. G. Aitken. New General Catalogue of double stars. Carnegie institution of Washington, 1932.
7. Г. Н. Салуквадзе. Опыт построения трехцветной фотометрической системы с использованием 40-см рефрактора. Бюлл. Абастуман. астрофиз. обс. № 26, 1961.
8. H. Brüggemann. Der offene Sternhaufen M 34, Astr. Abh. der Hamburger Bergerdorf Sternwarte Vol. 4, n 7, 1935.



ასტრონომია

მ. იმნაძე

ვირტანენის კომეტის 1947 XIII=1954 XI მოძრაობის გამოკვლევა

(წარმოდგინა აკადემიისმა ე. ხარაძემ 15.9.1962)

ჩვენ დავაზუსტეთ ვირტანენის კომეტის 1947 XIII=1954 XI ორბიტის ელემენტები იმ მონაცემების საფუძველზე, რომლებიც მიღებული იყო 1946 და 1954 წლებში მისი გამოჩენის დროს. დაზუსტებული ორბიტის საშუალებით გამოთვლილია ეფემერიდები 1961 და 1967—1968 წლებისათვის შემოფოთებათა გათვალისწინებით. გამოკვლეულია კომეტის გავლა იუპიტერის მახლობლად 1972 და 1923 წლებში.

დაკვირვებანი და წინასწარი ორბიტები

1948 წლის 17 იანვარს კარლ ვირტანენმა ლიკის ობსერვატორიაში აღმოაჩინა მკრთალი კომეტა. მცირე სიკაშკაშის გამო კომეტაზე დაკვირვება შეიძლებოდა მხოლოდ მძლავრი ტელესკოპებით. სულ 1948 წელს შესრულებულ იქნა 9 დაკვირვება — 6 ლიკისა და 3 იერკსის ობსერვატორიაში.

1948 წლის დაკვირვებათა საფუძველზე გამოქვეყნდა ორბიტის ელემენტების ოთხი ვარიანტი, რომელთა ავტორები იყვნენ ლ. კენინგჰემი და გ. მერტონი (ორ-ორი ორბიტა).

1954 წლის მოახლოების დროს კომეტა აღმოაჩინა ისევ ვირტანენმა. სულ ვიპოვეთ 1954 წელს ჩატარებული 7 დაკვირვება (ყველა — ლიკის ობსერვატორიაში).

დამკვირვებელთა მიერ მოცემული სარედუქციო სიდიდეები სწორი აღმოჩნდა, გარდა 17 და 18 იანვრის დაკვირვებებისა, სადაც ვიპოვეთ შეცდომა დახრილობისათვის პარალაქსური მამრავლის გამოთვლაში.

როცა ჩვენი შრომა ძირითადად დამთავრებული იყო, ცნობილი გახდა, რომ არსებობს კიდევ მაკდონალდის ობსერვატორიის 7 დაკვირვება, რომლებითაც არ გვისარგებლია. მაგრამ მათი შედარება ჩვენ მიერ გაუმჯობესებული ორბიტის ელემენტების სისტემასთან ააშკარავებს, რომ ისინი არსებითად არ შეეკვლიდნენ კომეტის ორბიტის ელემენტებს.

1948 წლის დაკვირვებათა წარმოდგენამ მერტონის მეორე ელემენტებით (IAU Circular, № 1474):

$$T = 1947 \text{ დეკ. } 2,93052 \text{ მსოფლიო დროით}$$

$$\left. \begin{aligned} \omega &= 343^{\circ},51725 \\ \Omega &= 86^{\circ},48312 \\ i &= 13^{\circ},35617 \\ e &= 0,540425 \\ a &= 3,558025 \\ n &= 0^{\circ},1468556 \end{aligned} \right\} 1948,0$$

კარგი შედეგები მოგვცა. შემდგომ საწყის ორბიტალ მივიღებთ მერტონის მეორე ორბიტას.

საკითხის გეომეტრიული განხილვით შეიძლება დავადგინოთ, რომ კომეტისა და იუპიტერის ორბიტათა უახლოეს წერტილთან კომეტა იმყოფებოდა 1950, 93 წ. (1951 წ. 6 დეკემბერს), ხოლო იუპიტერი—1947, 41 წელს (1948 წ. 29 მაისს). იუპიტერი გაივლის ამ წერტილთან ყოველ 11, 860 წელში, ხოლო კომეტა—ყოველ 6,707 წელში. როდის იყვნენ და როდის იქნებიან ისინი ერთად ამ წერტილის მახლობლად, განისაზღვრება ტოლობით:

$$1950,93 \mp 6,707 m = 1947,41 \mp 11,860 m_1$$

სადაც m და m_1 მთელი რიცხვებია. მიიღება, რომ ყველაზე მჭიდრო დაახლოების წერტილის მახლობლად კომეტა და იუპიტერი იყვნენ 1924 წელს და იქნებიან 1971 წელს.

ამრიგად, ვირტანენის კომეტა 1947 XIII = 1954 XI მიეკუთვნება იუპიტერის ჯგუფს. იგი პერიოდულად უახლოვდება იუპიტერს მცირე მანძილზე და მისგან დიდ შემფოთებას განიცდის.

კომეტის მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებათა რიცხვობრივი ინტეგრაცია 1948—1954 წწ.

მერტონის ელემენტები, მოცემული 1948,0 წლის ეკლიპტიკის მიმართ, მივიყვანეთ 1950,0 წლის ეკლიპტიკაზე; მივიღეთ

$$\left. \begin{aligned} \omega &= 343^{\circ} 31' 17,17 \\ \Omega &= 86^{\circ} 30' 35,82 \\ i &= 13^{\circ} 21' 22,18 \end{aligned} \right\} 1950,0,$$

ოსკულაციის მომენტად მივიღეთ 1948 წლის 19 თებერვალი. კომეტის შემფოთებული მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -k^2(1+m)\frac{x}{r^3} + F_x,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -k^2(1+m)\frac{y}{r^3} + F_y,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -k^2(1+m)\frac{z}{r^3} + F_z$$

ინტეგრაციას ვაწარმოებთ კოუჩის II მეთოდით [1].

პირველად მხედველობაში ვღებულობდით ყველა დიდი ცთომილის შემფოთებას, გარდა პლუტონისა, მაგრამ 1949 წლის იანვრიდან უგულებელვყოფდით მარსის, ურანისა და ნეპტუნის გავლენას, ხოლო მერკურის მასა მივუმატეთ მზის მასას. 1954 წლის იანვრიდან აღვადგინეთ მარსის გავლენა. 1949 წლის აგვისტოდან 1953 წლის ბოლომდე ინტეგრაცია წარმოებდა ოცდლიანი ინტერვალით, დროის სხვა შუალედებში კი ათდლიანი ინტერვალით.

მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებათა რიცხვობრივი ინტეგრაციის შედეგად ჩვენთვის ცნობილია კოორდინატები x , y , z 1954 წ. 24 ნოემბრამდე.

შედარება დაკვირვებებთან და ორბიტის გაუმჯობესება

წინა პარაგრაფის შედეგების მიხედვით განისაზღვრება ორბიტის ელემენტები.

ოსკულაციისათვის 15 სექტ. 1954 წ. მივიღეთ:

$$\begin{aligned}
 T &= 1954 \text{ აგვ. } 13,520807 \text{ მსოფლიო დროით;} \\
 \omega &= 343^{\circ}31'11",43 \\
 \Omega &= 86^{\circ}29'8",11 \\
 i &= 13^{\circ}22'35",92 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} \omega \\ \Omega \\ i \end{matrix}} \right\} (1960,0); \\
 e &= 0,54213438; \\
 a &= 3,54954385; \\
 n &= 0^{\circ},14738228.
 \end{aligned}$$

ამ ელემენტებით 1954 წლის დაკვირვებათა წარმოდგენა ისეთია, რომ მაქსიმალური განსხვავება დ-გ (დაკვირვებითი, გამოთვლითი) პირდაპირი ადგილენით ეტოლება $26",3$ -ს, ხოლო დახრილობით $2",4$ -ს. შესაბამისი განსხვავებანი 1948 წლის დაკვირვებებისათვის, გამოთვლილი საწყისი ელემენტებით, ეტოლებოდა $5",1$ და $1",3$. უთანადობა $26",3$ საკმაოდ დიდია. ამიტომ ვავაერთიანებთ რა ორივე გამოჩენას, დავაზუსტებთ ელემენტებს უმცირეს კვადრატთა მეთოდით. ამ მიზნით შექმნილ იქნა შვიდი ნორმალური ადგილი, — სამი 1948 წლისა და ოთხი — 1954 წლის დაკვირვებებიდან.

პირობითი განტოლებები შედგენილია ეკერტ-ბრაუერის ხერხით [2]. ერთგვაროვნულზე მიყვანისათვის პირობითი განტოლებების ჰეოთხე კოეფიციენტი გამრავლებულია 10^2 -ზე, ხოლო თავისუფალი წევრი, რომელიც გამოსახულია რადიანებით— 10^4 -ზე. თითოეული ნორმალური ადგილისათვის დგება ორი განტოლება. $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ უცნობთა კოეფიციენტები აღვნიშნოთ $a, b, c, d \cdot 10^2, e, f$, ხოლო თავისუფალი წევრი $l \cdot 10^4$ -ით. დამოკიდებულება X_1, X_2, \dots, X_6 უცნობებსა და ორბიტის ელემენტების საძიებელ შესწორებებს შორის ასეთია:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= d\psi_x \cdot 10^4, & X_2 &= d\psi_y \cdot 10^4, & X_3 &= d\psi_z \cdot 10^4 \\
 X_4 &= \frac{dM}{n} \cdot 10^2, & X_5 &= \frac{da}{a} \cdot 10^4, & X_6 &= de \cdot 10^4.
 \end{aligned}$$

პირობითი განტოლებებიდან მიიღება ნორმალურ განტოლებათა სისტემა. ეს უკანასკნელი ამოვსენით დ უ ლ ი ტ ლ ი ს სქემით [3], რის შედეგადაც მივიღეთ ოსკულაციისათვის 15 სექტ. 1954 წ. დაზუსტებული ელემენტები:

$$\begin{aligned}
 T &= 1954 \text{ აგვ. } 13,48910 \text{ მსოფლიო დროით;} \\
 \omega &= 343^{\circ}30'34",0 \\
 \Omega &= 86^{\circ}29'9",5 \\
 i &= 13^{\circ}22'35",6 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} \omega \\ \Omega \\ i \end{matrix}} \right\} 1950,0; \\
 e &= 0,5420585; \\
 a &= 3,5487752; \\
 n &= 0^{\circ},14743016.
 \end{aligned}$$

ნაბოენი უცნობების X_1, X_2, \dots, X_6 საშუალებით გამოითვლება შესწორებები dx, dy, dz დაკვირვების მომენტებისათვის. მათი მიმატებით რიცხვობრივი ინტე-

გრაციისაგან მიღებულ x, y, z -ის შესაბამ მნიშვნელობებზე მიიღება ამ კოორდინატების ახალი მნიშვნელობები. მათი საშუალებით განვსაზღვრავთ α და β -ს და შევადგენთ ცხრილს α და β . ეს სიდიდეები მცირედ უნდა განსხვავდებოდეს მებრუნებული ნიშნით აღებულ პირობით განტოლებათა უთანადობებისაგან, როცა მათში ჩავსვათ ნორმალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნებს. საკონტროლო ცხრილი გვაძლევს კარგ თანხმობას.

კომეტის ეფემერიდები 1961 და 1967—1968 წლებისათვის

ეფემერიდების შესადგენად ხელთ უნდა გქონდეს კომეტის კოორდინატების x, y, z რაც შეიძლება ზუსტი მნიშვნელობები; ამ მიზნით ელექტრონული გამოთვლელი მანქანა „ურალის“ საშუალებით მოვახდინეთ კომეტის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების რიცხვობრივი ინტეგრაცია გენერის, დედამიწის, მარსის, იუპიტერისა და სატურნის შეშფოთებათა გათვალისწინებით 1954 წლიდან 1961 წ. ბოლომდე. ინტეგრაციის შედეგების საფუძველზე შევადგინეთ ეფემერიდები, სამწუხაროდ, დაგვიანებით, ტექნიკური მიზეზების გამო. ის გადავეცი თეორიული ასტრონომიის ინსტიტუტის მცირე ცთომილებისა და კომეტების სექტორს 1961 წ. ივნისში. ეფემერიდები 1967—1968 წლებისთვის (ყოველ 10 დღეზე) გამოთვლილია ინტეგრაციის შედეგების საფუძველზე, რაზედაც ლაპარაკი გვაქვს § 5-ში. ხილული ვარსკვლავიერი სიდიდე გამოვითვალეთ ფორმულით:

$$m = 14,7 + 5 \log p + 16 \log r.$$

ეფემერიდებიდან ჩანს, რომ 1967—1968 წლები ხელსაყრელი იქნება დაკვირვებისათვის.

აღნიშნავთ, რომ პაულ ჰერგეტმა ცინცინატიდან 1960 წ. გამოაქვეყნა განსახილველი კომეტის ეფემერიდები 1961 წლისათვის [4]. ორბიტის ელემენტები 1954 წ. და ეფემერიდები 1961 წ. მოცემული ჰერგეტის მიერ, მცირედ განსხვავდება ჩვენ მიერ მიღებულ შესაბამ სიდიდეთაგან.

1972 წელს კომეტის იუპიტერთან დაახლოების ვითარების გამოკვლევა

დასმული საკითხის შესასწავლად მოვახდინეთ კომეტის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების რიცხვობრივი ინტეგრაცია 1954 წლიდან 1972 წლამდე, ათდიანი ინტერვალით. ინტეგრაცია წარმოებდა ელექტრონულ გამოთვლელ მანქანა „ურალზე“ კოუელის მეთოდით, იუპიტერისა და სატურნის შეშფოთებათა გათვალისწინებით და ოთხი შიდა ცთომილის მასის მზის მასაზე მიმატებით.

ინტეგრაციის შედეგების საფუძველზე გამოიკვია, რომ იუპიტერთან მჭიდრო დაახლოებაში კომეტა იქნება 1972 წლის 25 თებერვლიდან 24 მაისამდე. დაახლოების დროს კომეტა მიდის წინ, ხოლო იუპიტერი ეწევა მას და გადასწრებს შუა ივნისში. უმოკლესი მანძილი კომეტასა და იუპიტერს შორის იქნება 1972 წლის 14 აპრილს და ეტოლება $\Delta = 0,2756$ ასტრ. ერთ., ხოლო შესაძლო მინიმალური მანძილი ორბიტებს შორის $\Delta = 0,024$ ასტრ. ერთ.

1923 წელს კომეტის იუპიტერთან დაახლოების ვითარების გამოკვლევა

ამ შემთხვევის გამოკვლევისათვის ვაწარმოეთ რიცხვობრივი ინტეგრაცია 1954 წლიდან 1922 წლამდე. ინტეგრაცია წარმოებდა იმავე წესით, როგორც აღწერილია წინა პარაგრაფში. სხვაობათა საწყისი სქემა და სხვა სიდიდეები აგრეთვე უცვლელი დარჩა. მხოლოდ კენტი რიგის სხვაობებმა მიიღო შებრუნებული ნიშანი, რადგან ინტეგრაცია წარმოებდა უკუსვლითი მიმართულებით. ინტეგრაციის შედეგების საფუძველზე გამოირკვა, რომ 1923—1924 წლებში მკიდრო დაახლოება არ მომხდარა. უმოკლესი მანძილი კომეტასა და იუპიტერს შორის იყო 1923 წ. 28 ოქტომბერს და ეტოლებოდა $\Delta = 0,6071$ ასტრ. ერთ., ხოლო შესაძლო მინიმალური მანძილი ორბიტებს შორის $\Delta = 0,073$ ასტრ. ერთ.

აქვე მოყვანილ ცხრილში მოცემულია უახლოესი გავლის ელემენტები 1923 და 1972 წლებში და ჩვენ მიერ გაუმჯობესებული 1954 წლის ელემენტები.

ცხრილი

$t_{19...}$	$T_{19...}$	ω	Ω	i	e	a
72 აპრ. 14	68 თებ. 25,72	345° 27',3	85° 35',7	13° 49',7	0,57917	3,43850
54 სექ. 15	54 აგვ. 13,49	343° 30',6	86° 29',2	13° 22',6	0,54206	3,54878
23 თქტ. 28	21 აპრ. 5,60	341° 59',8	87° 41',4	13°, 0',0	0,56465	3,46927

ორბიტ. ელემენტების ცვლილება 1923 წელს თითქმის ორჯერ მცირეა, ვიდრე 1972 წელს. ელემენტების ნაზრდებს, ω და Ω -ს გარდა, ახლო გავლის დროს აქვთ საწინააღმდეგო ნიშნები.

ირკვევა, რომ ახლოს გავლას ადგილი ჰქონდა აგრეთვე 1912 წ. მაგრამ მინიმალური მანძილი ორბიტებს შორის, 1923 წ. 11 აპრილის ელემენტებით, მაშინ ეტოლებოდა 0.1514 ასტრ. ერთ., ე. ი. მეტი იყო, ვიდრე ზემოთ განხილულ ორ შემთხვევაში.

საჭარბელოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
განთავლითი ცენტრი
თბილისი

(რედაქციას მიუვიდა 15.9.1962)

დავითიშვილი ლიტერატურა

1. М. Ф. Субботин. Курс небесной механики, т. II, 1937.
2. Н. С. Самойлова-Яхонтова. Исправление эллиптической орбиты. Бюлл. Астр. Инст. АН СССР, № 53, 1945.
3. Н. И. Идельсон. Способ наименьших квадратов и математическая обработка наблюдений. 1947.
4. P. Hergel. The Elements and Ephemeris of Comet Wirtanen 1948 b. The Astronomical journal, v. 63, 1960.

ბიოქიბია

ს. ჭაჩიანი და პ. სოფროშაძე

V. VINIFERA-ს ყურძენში ანთოციანიდინური დიგლუქოზიდების შემცველობის საკითხისათვის

ანთოციანური პიგმენტები ბოლო დროს სულ უფრო ფართოდ და ღრმად შეისწავლება. უპირატესი ყურადღება ეთმობა მცენარის სახეობასა და მისი ანთოციანების ქიმიურ ბუნებას შორის არსებული კავშირის შესწავლას. ამ მიმართულებით განსაკუთრებით აღსანიშნავია პ. რიბერო-გაიონის შრომები [1, 2, 3, 4]. მისი გამოკვლევების ძირითადი დებულებებია:

1. *V. vinifera*-ს ყურძენში არასოდეს არ გვხვდება ანთოციანიდინების დიგლუქოზიდები;

2. ანთოციანიდინური დიგლუქოზიდები დამახასიათებელია მხოლოდ *V. riparia*-სა და *V. rupestris*-ისათვის.

* მართლაც, პ. რიბერო-გაიონმა, სწავლობდა რა საფრანგეთში კულტივირებულ ვაზის ჯიშებს, *V. vinifera*-ს ყურძენში ვერ აღმოაჩინა ანთოციანიდინური დიგლუქოზიდები.

ამავე დროს, აღსანიშნავია, რომ ერთ-ერთი ჩვენთაგანის მიერ, ნ. ნუცუბიძესთან ერთად, გამოკვლეული იქნა რა საქართველოში კულტივირებული სხვადასხვა ქვეყნის ვაზის ჯიშების ანთოციანთა შედგენილობა, გამოვლინდა, რომ *V. vinifera*-ს ზოგიერთი ჯიშის ყურძენში (ალეატიკო, მორასტელი, პორტუგალიზური და სხვა) გვხვდება ანთოციანიდინების დიგლუქოზიდებიც [5].

ამასთან დაკავშირებით, საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიის მოხსენებებში გამოქვეყნდა პ. რიბერო-გაიონის სტატია, რომელშიც ის იუწყება, რომ საფრანგეთის პირობებში დიგლუქოზიდები ალეატიკოს, მორასტელისა და პორტუგალიზურის ყურძენში არ აღმოჩნდა [6].

ე. და პ. რიბერო-გაიონების მიერ საფრანგეთიდან გამოგზავნილ მორასტელის ჯიშის ყურძენის ანთოციანთა ექსტრაქტში დიგლუქოზიდების აღმოჩენა ვერც ჩვენ შევძელით.

პ. რიბერო-გაიონის აზრით, ამგვარი სხვადასხვაობა შეიძლება განპირობებული იყოს, ერთი მხრივ, ჯიშთა არასათანადო შემოწმებით და, მეორე მხრივ, ანთოციანების განსაზღვრის ტექნიკური პირობებით.

ამ ცნობის კვალდაკვალ, საფრანგეთის სოფლის მეურნეობის აკადემიის მრჩენებებში გამოქვეყნდა ლ. დეიბენერისა და მ. ბურზეს შრომა, რომელშიც დაზუსტებულია დიგლუქოზიდების განსაზღვრის მეთოდიკა და აღიარებულია *V. vinifera*-ს ყურძენში დიგლუქოზიდების არსებობის შესაძლებლობა [7].

ანთოციანიდინთა დიგლოკოზიდები *V. vinifera*-ში აღმოჩენილ იქნასხვა მკვლევარების მიერაც [8, 9, 10].

მიუხედავად ამისა, ბიოქიმიკოსთა V საერთაშორისო კონგრესზე, ჩვენ და პატივეცემულნი ე. დ. პ. რიბერო-გაიონები შევთანხმდით, რომ კვლავ განგვეგრძოთ ვაზის ანთოციანების გამოკვლევა და წითელ საღებავ ნივთიერებათა შესასწავლი ნიმუშები ურთიერთშორის გაგვეცვალა.

ჩვენმა ლაბორატორიამ საფრანგეთიდან, ე. და პ. რიბერო-გაიონებისაგან, მიიღო მალედიდინის დიგლოკოზიდის პრეპარატი და მორასტელის ყურძნის საღებავ ნივთიერებათა ექსტრაქტი¹. ჩვენ კი მათ გავეუზავენთ ალიატიკოსა და ასურეთული შავის (*V. vinifera*) ყურძნის საღებავ ნივთიერებათა წყალმჯავური ექსტრაქტები.

ვითვალისწინებდით რა პ. რიბერო-გაიონის შენიშვნებს, მუშაობის პროცესში ჩვენ განსაკუთრებული ყურადღება მივაქციეთ ჯიშების შემოწმებას და ანთოციანების განსაზღვრის ტექნიკის დაზუსტებას.

ყველა შესასწავლი ჯიშში შემოწმებული იქნა საკოლექციო ნაკვეთებზე საქართველოს სსრ მებაღეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტის სელექციის განყოფილების გამგის, პროფესორ დ. ტაბიძის მიერ.

ანთოციანების ექსტრაქციისა და აგრეთვე ქრომატოგრაფირებისას, ჩვენ ვსარგებლობდით როგორც ადრე შემუშავებული მეთოდებით [1, 2, 11], ისე პ. რიბერო-გაიონისა [6] და ლ. დეინბერის და მ. ბურზეს [7] ახალი მეთოდური მითითებებით.

ანთოციანების იდენტიფიცირება წარმოებდა ქრომატოგრაფიულ ქაღალდზე „ვატმანი № 3“, „ლენინგრადის ნელი“ და „ლენინგრადის ჩქარი“.

ლაქების ფლუორესცენტული თვისებები შეისწავლებოდა ულტრაქიმიისკოპზე „УН—1“.

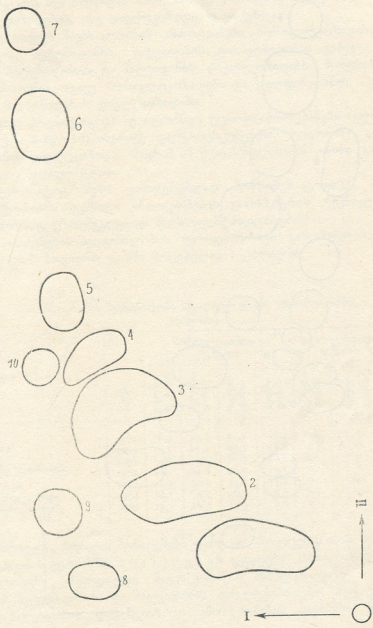
ცალკეული ლაქის რაოდენობრივი აღრიცხვა წარმოებდა შიბალოვის სისტემის დენსიტომეტრზე შუქფილტრით $\lambda = 530 \mu\text{m}$.

სხვადასხვა ჯიშის ვაზის ყურძნის საღებავ ნივთიერებათა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ანთოციანთა განსაზღვრისას სათანადო პირობების დაცვა, უზრუნველყოფს ქრომატოგრაფიული სურათის სიმკვეთრესა და ცალკეული კომპონენტის რაოდენობრივი აღრიცხვის სრულ შესაძლებლობას.

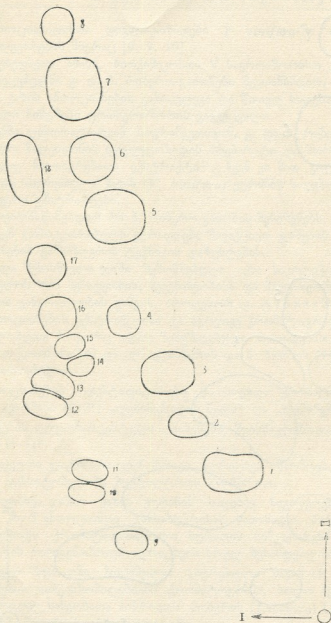
პირველ სურათზე მოცემულია ასურეთული შავის (*V. vinifera* (12)) ანთოციანების ორგანოზომილებიანი ქრომატოგრამა, ხოლო მეორეზე—ევროპულ—ამერიკულ სახეობათა ჰიბრიდის მოიერის (*Labrusca*) (13) ანთოციანების ორგანოზომილებიანი ქრომატოგრამა.

ასურეთული შავის ყურძენი შეიცავს ათ ანთოციანს, ხოლო მოიერის ყურძენში წითელ საღებავ ნივთიერებათა 18 კომპონენტია აღმოჩენილი.

¹ ვსარგებლობთ შემთხვევით, მადლობა მოვასხნოთ პროფესორ ე. რიბერო-გაიონს და დოქტორ პ. რიბერო-გაიონს გაწეული დახმარებისათვის.



სურ. 1. ასურეთული შავის (*V. vinifera*) ყურძენის ანთოციანების ქრომატოგრამა. მონოგლუკოზიდები: 1—დელფინიდინის, 2—პეტუნიდინის, 3—მალვიდინის, 4—პეონიდინის, დიგლუკოზიდები: 8—პეტუნიდინის, 9—მალვიდინის, უცნობი ანთოციანები — 5, 6, 7 და 10



სურ. 2. მთიების (*Moyer, Labrusca. Bourquiniana*) ყურძნის ანთოციანების
 კრომატოგრაფია. მონოკულუკოზიდები: 1—დელფინიდინის, 2—პეტუნიდინის,
 3—მალეიდინის, 4—პენიდინის; დიკულუკოზიდები: 9—დელფინიდინის,
 10—პეტუნიდინის, 13—მალეიდინის, უცნობი ანთოციანები—5—8, 11,
 12, 14—18

როგორც სურათებიდან ჩანს, ორივე ქრომატოგრამაზე არის როგორც ონ ოგლუკოზიდების, ისე დიგლუკოზიდების ლაქებიც.

ასურეთული შავის ყურძენის ანთოციანები მონოგლუკოზიდების—დელფინიდინის, პეტუნიდინის, მალვიდინისა და პეონიდინის გარდა, შეიცავს აგრეთვე პეტუნიდინისა და მალვიდინის დიგლუკოზიდებს. მოიერის პიგმენტებში ნაპოვნია იგივე მონოგლუკოზიდები და დელფინიდინის, პეტუნიდინისა და მალვიდინის დიგლუკოზიდები.

ორივე ქრომატოგრამაზე აღმოჩნდა უცნობი ანთოციანები (სურ. 1-ზე—10 და სურ. 2-ზე—18) ისეთივე ფლუორესცენციით, როგორც ახასიათებს მალვიდინის დიგლუკოზიდს. მაგრამ ამ უკანასკნელისაგან ისინი განსხვავდებიან უფრო მაღალი R_f -ით.

ეს ქრომატოგრამები დამაჯერებლად მოწმობენ აგრეთვე, რომ ჩვენს ლაბორატორიაში შექმნილი ანთოციანების განსაზღვრის ტექნიკური პირობები მთლიანად უზრუნველყოფს მათს იდენტიფიცირებას.

ანთოციანების შედგენილობის რაოდენობრივი განსაზღვრის შედეგები *V. vinifera*-ს ზოგიერთ ჯიშში მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ანთოციანთა შედგენილობა სხვადასხვა ჯიშის ყურძენის კანში (დილოში)

ჯ ი შ ი	წლები	მონოგლუკოზიდი %-%-ით				დიგლუკოზიდი %-%-ით		უცნობი ციანები %-%-ით
		დელფინი- დინის	პეტუნი- დინის	მალვი- დინის	პეონი- დინის	პეტუნი- დინის	მალვი- დინის	
საფერავი	1961	6,6	19,4	34,2	13,4	6,4	0	20,0
	1962	13,5	15,4	33,3	13,6	0	0	24,2
კაბერნე სოვინიონი	1961	14,0	13,1	30,9	10,8	6,6	0	18,6
	1962	21,1	14,4	46,0	17,5	0	0	1,0
ალეატიკო	1962	11,2	10,2	35,6	15,2	0	4,0	24,8
ასურეთული შავი	1962	10,1	9,1	26,2	8,9	6,9	9,1	29,7
ოცხანური საფერე	1962	19,3	16,3	35,9	6,6	0	0	21,9

პირველი ცხრილის მონაცემები უარყოფს მტკიცებას იმის შესახებ, რომ *V. vinifera*-ს ყურძენში არასოდეს არ გვხვდება ანთოციანიდინების დიგლუკოზიდები: ასურეთული შავის ყურძენი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს პეტუნიდინისა და მალვიდინის დიგლუკოზიდებს; ალეატიკოს ყურძენში მალვიდინის დიგლუკოზიდი ანთოციანების საერთო რაოდენობის 2%-მდე აღწევს.

ჩვენს პირობებში საფერავისა და კაბერნე სოვინიონის ყურძენში პირველად იქნა ნაპოვნი პეტუნიდინის დიგლუკოზიდი.

საყურადღებოა ის გარემოება, რომ *V. vinifera*-ს ზოგიერთ ჯიშში წლების მიხედვით ზოგჯერ ადგილი აქვს დიგლუკოზიდების შემცველობის



ცვლილებებს: 1961 წელს საფერავისა და კაბერნე სოვინიონის ყურძენი შეიცავდა პეტუნინდინის დიგლუკოზიდს, ხოლო 1962 წელს მისი აღმოჩენა ვერ მოხერხდა. წინა წლებში ალიატიკოს ყურძენში ჩვენ შევამჩნიეთ სამი დიგლუკოზიდი, ხოლო 1962 წელს ვიპოვეთ მხოლოდ მალვიდინის დიგლუკოზიდი, რომლის შემცველობა გულდასმით იქნა შემოწმებული ფლუოროესცენციისა და სხვა თვისებების მიხედვით.

ვიყენებდით რა ანთოციანების ქრომატოგრაფიული განსაზღვრის არსებულ მეთოდებს, ჩვენ შევნიშნეთ აგრეთვე საღებავ ნივთიერებათა კომპონენტების საერთო რიცხვის ცვალებადობა როგორც *V. vinifera*-ს, ისე ევროპულ-ამერიკულ სახეობათა ჰიბრიდების ვაზებში. ზოგიერთ ჯიშში ანთოციანთა რიცხვის ცვალებადობის ამპლიტუდა საკმაოდ დიდია, რაც, როგორც ჩანს, ვაზის ზრდის პირობებთანაა დაკავშირებული. მაგალითად, კაბერნე სოვინიონის, ზეიბელ № 4643-ისა და შამპანელის ყურძენში (ცხრილი 2) ანთოციანების რიცხვი ზოგჯერ, ალბათ ვაზის ზრდის პირობების შესაბამისად, თითქმის ორკედება.

ცხრილი 2

ანთოციანთა საერთო რიცხვის ცვალებადობის ამპლიტუდა ყურძნის კანში ვაზის ზრდის სხვადასხვა პირობებთან დაკავშირებით (1956—1962 წლები)

ჯ ი შ ი	ს ა ხ ე ბ ა	ლაქების რიცხვი ანთოციანთა ქრომატოგრაფიაზე	
		მინიმუმი	მაქსიმუმი
საფერავი	ევროპული სახეობა	5	8
კაბერნე სოვინიონი	"	5	11
ოცხანური საფერავი	"	5	9
ალეატკო	"	6	9
ზეიბელი № 4643	ევროპულ-ამერიკული ჰიბრიდი	4	8
შამპანელი	"	9	17

ჯერჯერობით ძნელია აიხსნას, თუ რითაა გამოწვეული ჩვენს პირობებში *V. vinifera*-სა და ევროპულ-ამერიკულ სახეობათა ჰიბრიდების ზოგიერთი ჯიშის ვაზში მონოგლუკოზიდების ან დიგლუკოზიდების შემცველობის ცვალებადობა, თუმცა ამ საკითხზე შეიძლება გამოთქმულ იქნეს რიგი მოსაზრებანი, მათ შორის მეთოდური ხასიათისაც, მაგრამ აღნიშნული მოვლენის ნამდვილი ბუნება მაინც შემდგომმა გამოკვლევებმა უნდა გვიჩვენოს.

ის გარემოება, რომ ყოველ პირობებში არ ხერხდება მონოგლუკოზიდების ან დიგლუკოზიდების აღმოჩენა, ანდა ყოველთვის არ იქმნება პირობები მათი საკმაო რაოდენობით წარმოქმნისათვის, სრულიად არ ცვლის ჩვენ მიერ გამოთქმულ ძირითად დებულებას, რომ *V. vinifera*-ს ჯიშები შეიძლება შეიცავდეს ანთოციანიდინების დიგლუკოზიდებსაც.

მესამე ცხრილში წარმოდგენილია პირდაპირმწარმოებელი ვაზების (ევროპულ-ამერიკულ სახეობათა ჰიბრიდები) ანალიზის შედეგები. როგორც

გხედავთ, მოიერისა და პირდაპირმწარმოებელი ჰიბრიდ № 18-ის ჯიშების ყურძენში აღმოჩენილია ყველა (სამი) დიგლუკოზიდი, ზეიბელ № 4443-სა და № 4643-ში—თითო-თითო დიგლუკოზიდი (დელფინიდინისა და პეტინიდინის დიგლუკოზიდები), ხოლო ზეიბელ № 5455-ში ვერ ვიპოვეთ ვერც ერთი დიგლუკოზიდი. 1961 წელს, დიღმის საკოლექციო ნაკვეთზე, ზეიბელის ამ სამი ჯიშიდან არც ერთი არ შეიცავდა მალვიდინის დიგლუკოზიდს.

ცხრილი 3

ანთოციანთა შედგენილობა ევროპულ-ამერიკულ სახეობათა სხვადასხვა ჰიბრიდის ყურძნის კანში (1961)

ჯ ი შ ი	ადგილი	მონოგლუკოზიდი % -ით				დიგლუკოზიდი % -ით			ანთოციანები % -ით
		დელფინი-დინის	პეტინი-დინის	მალვი-დინის	პუნი-დინის	დელფინი-დინის	პეტინი-დინის	მალვი-დინის	
მოიერი	დიღომი	13,2	9,5	16,1	11,9	6,5	10,6	7,2	25,0
ჰიბრიდი № 18	საქარა	14,8	22,6	17,7	9,5	10,5	10,3	9,4	5,2
ზეიბელი № 4443	დიღომი	27,2	16,2	40,0	10,0	4,5	0	0	2
ზეიბელი № 4643	თელავე	24,3	24,1	36,5	6,9	0	6,5	0	1,7
ზეიბელი № 5455	საქარა	0	11,0	72,5	6,0	0	0	0	10,5

აღნიშნული მონაცემების დაბრისპირება ზეიბელის ჰიბრიდთა წინა გამოკვლევების შედეგებთან (6), გვიჩვენებს, რომ ზოგიერთი ცვლილება დიგლუკოზიდების შემცველობაში ამ შემთხვევაშიც შეინიშნება.

წინამდებარე სტატიაში მოყვანილი ახალი მონაცემების ერთობლივი განხილვა, კიდევ ერთხელ ადასტურებს, რომ *V. vinifera*-ს ზოგიერთი ჯიში შეიცავს ანთოციანიდინების დიგლუკოზიდებს, და რომ ევროპულ-ამერიკულ სახეობათა ჰიბრიდებს შორის არიან ისეთები, რომელთა ნაყოფშიც ანთოციანიდინური დიგლუკოზიდები არ გვხვდება.

დასკვნები

V. vinifera-ს ზოგიერთი ჯიშის ყურძენი მონოგლუკოზიდებთან ერთად შეიცავს ანთოციანიდინების დიგლუკოზიდებსაც.

ევროპულ-ამერიკულ სახეობათა ზოგიერთი ჰიბრიდის ყურძნის ანთოციანთა შედგენილობაში ანთოციანიდინების დიგლუკოზიდები არ არის.

განსხვავებულ ეკოლოგიურ პირობებში კულტივირებული ერთი და იგივე ჯიშის ვაზის ანთოციანთა შედგენილობა შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტის
ბიოქიმიის განყოფილება
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1962)

დავით აღმაშენებლის სახელობის მედიცინის ინსტიტუტი

1. P. Ribereau-Gayon. C. R. Acad. Agric. France, t. 39, 1953, 800.
2. J. et P. Ribereau-Gayon, C. R. Acad. Sci. Paris, t. 238, 1954, 2114.
3. P. Ribereau-Gayon, C. R. Acad. Sci. Paris, t. 246, p. 246, 1958, 1271.
4. P. Ribereau-Gayon. Recherches sur les Antocyanes des Végétaux. Application au genre Vitis. Paris, 1959.
5. С. В. Дурмишидзе и Н. О. Нупубидзе. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. XXI, № 6, 1958.
6. P. Ribereau-Gayon, C. R. Acad. sci. Paris, t. 250, 1960, 591.
7. L. Deibner et M. Bourzeix. Sur les Incertitudes dans la Différentiation des Cépages „Vitis Vinifera“ et Hybrides Rouges par Chromatographie sur Papier de leurs Substance Colorantes, t. 46, 1960, 968.
8. Лю Юи-Янь. Изменчивость некоторых признаков ягод винограда и передача их по наследству в первом гибридном поколении. Автореферат. Москва, 1960.
9. Н. Н. Нупубидзе и Д. И. Гулбани. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. XXIII, № 6, 1959.
10. 3^e Réunion de la Sous. Commission Conventiionnelle des Méthodes d'Analyse et d'Appréciation des Vins. Paris, 1961.
11. E. Vate-Smith. Biochem. J. 58 p. 1954, 122.
12. Н. Кецховели, М. Рамшвили, Д. Табидзе. Ампеლოграфия Грузии. Изд. Акад. Наук Грузинской ССР, Тбилиси, 1960.
13. P. Viola, V. Vermorel. Ampelographie, 7, Paris, 1903.

მინერალოგია

ზ. ოთხმეზური

ბისმუტის მინერალები ჟაზბეზის რაიონის სპილენძ-პიროტიინის მადნებში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა პ. გამყრელიძემ 13.2.1962)

ჟაზბეგის რაიონის სპილენძ-პიროტიინის მადნგამოვლინებები მდებარეობენ მთავარი კავკასიონის ჩრდილო ფერდზე, მდინარე თერგის მარცხეხა შენაკლების სათავეებში.

სპილენძ-პიროტიინის მადნგამოვლინებების გავრცელების რაიონი აგებულია კავკასიონის ძველი კრისტალური სუბსტრატის კრისტალური ფიქლებითა და გრანიტოიდებით (დარილისა და გველეთის მასივები), რომლებზედაც ტრანსგრესიულად არის განლაგებული ლიასის ფიქლების წყება. როგორც ძველი კრისტალური სუბსტრატის ქანებში, ისე ლიასურ ფიქლებში დიდი რაოდენობით აღინიშნებთან დიაბაზისა და პორფირიტის დეიკები.

სპილენძ-პიროტიინის მადნებში ძირითადად დიაბაზის ან პორფირიტის დეიკებისა და ფიქლების კონტაქტურ ზოლებს უკავშირდებიან.

მადნის ძირითად მასას ძარღველი კვარცი შეადგენს, რომელშიაც გვხვდება პიროტიინის, პირიტისა და ქალკოპირიტის ჩანაწინწყლები, ძარღვები და ლინზები; ჩაწინწყულ და ძარღველ ტექსტურის მადნებთან ერთად შედარებით იშვიათად გვხვდებიან აგრეთვე მასიური პიროტიინის, ქალკოპირიტის და შერეული, ქალკოპირიტ-პიროტიინის მადნები.

1957—58 წ. წ. ჩვენ შევისწავლეთ ჟაზბეგის რაიონის სპილენძ-პიროტიინის მადნგამოვლინებები. ძირითადი ყურადღება დაეთმო მადნის მინერალოგიისა და ნივთიერი შედგენილობის საკითხებს.

შესწავლილ მადნებში აღმოჩენილია რამდენიმე, საქართველოს სპილენძ-პიროტიინის მადნებისათვის აქამდე უცნობი მინერალო, რომელთაგან განსაკუთრებით საინტერესონი ბისმუტის მინერალებია.

მადნგამოვლინებების ექვსი უბნიდან (დევდორაჯი, გველეთი, ბალუმი, ქუბა, ზემო და ქვემო ჩათა) შესწავლილი მადნები მსგავსი მინერალოგიური შემადგენლობით ხასიათდება. მთავარი პიროვენური მადნეული მინერალები წარმოდგენილია ქალკოპირიტით, პიროტიინითა და პირიტით; დაქვემდებარებულ როლს თამაშობენ გალენიტი, სფალერიტი და მელნიკოვიტ-მარკაზიტი; იშვიათ მინერალებს წარმოადგენენ კუბანიტი, ვალერიტი, ლინეიტი, არსენოპირიტი, მარკაზიტი და ბისმუტის მინერალები, რომლებიც მხოლოდ მიკროსკოპულად აღინიშნებიან. ძარღვის მინერალებიდან მთავარ როლს თამაშობს კვარცი; უფრო იშვიათად აღინიშნება სხვადასხვა შედგენილობის კარბონატი, გარიტი და ქლორიტი. პიპერვენული მინერალები გვხვდება რკინის, სპილენძის, იშვიათად ტყვიისა და თუთიის მეორადი მინერალების სახით.

სპილენძ-პიროტიინის მადნების ფორმირება ჩვენი დაკვირვებებით სამ სტადიად მიმდინარეობდა—კვარცი-პირიტის, სპილენძ-პიროტიინისა და ტყვიათუთიის სტადიებში, რომლებიც გამადნებების ყველა უბანზე მეტ-ნაკლებად ერთნაირადაა გამოვლინებული.

მინერალიზაციის პირველი სტადია იწყება ძარღვული კვარცის გამოყოფით, რომელთან ერთად მცირე რაოდენობით წარმოიშობა კარბონატიც. მადნეული მინერალებიდან პირველ სტადიაში აღინიშნება მხოლოდ პირიტი, მსხვილი, იდიომორფული კრისტალების სახით.

მინერალიზაციის მეორე სტადიაში წარმოიშობიან მთავარი მადნეული მინერალები — პიროტინი და ქალკობირიტი, რომლებთან ასოციაციაში იმყოფებიან კუბანიტი, ვალერიტი, ლინეიტი, ბისმუტინი, თავისუფალი ბისმუტი, კლაპროტოლიტი, ვიტხენიტი და არსენობირიტი.

მესამე სტადიაში, რომლითაც მთავრდება გამადნების ჰიპოგენური პროცესი, აღინიშნება გალენიტისა და სფალერიტის წარმოშობა მცირე რაოდენობით.

ბისმუტის შემცველობას ამჟღავნებს მადნების ერთ-ერთი მთავარი მინერალი — ქალკობირიტი.

ნ. გვარამაძემ [1] ოდენობით სპექტრული ანალიზის მეთოდით ჩვენს მასალაზე განსაზღვრა ბისმუტის შემცველობა ყაზბეგის რაიონის სპილენძ-პიროტინის მადნების ქალკობირიტის მონომინერალურ ფრაქციაში. 11 სინჯიდან ბისმუტი გამოვლინებულია 7 ნიმუშში.

ვ. ვერნადსკის [2] მიხედვით, ბისმუტი საგრძნობი რაოდენობით გროვდება მქრქალ მადნებში, სფალერიტში, გალენტში და იშვიათად გვხვდება ქალკობირიტსა და პიროტინში. სფალერიტსა და გალენტში იგი ჩვეულებრივ ბისმუტის ან მისი რაიმე შენაერთის მყარი ხსნარის სახით გვხვდება.

ქალკობირიტში ბისმუტი შეიძლება შეგვხვდეს როგორც იზომორფული მინარევის, ისე ბისმუტის მინერალების წვრილი ჩანართების სახით.

ყაზბეგის სპილენძ-პიროტინის მადნების დეტალურმა მინერაგრაფიულმა შესწავლამ საშუალება მოგვცა აღმოგვეჩინა ქალკობირიტში ბისმუტის რამდენიმე მინერალი. ისინი გვხვდებიან უწვრილესი გამოწყობების სახით, ამიტომ მათი შესწავლა მინერაგრაფიული კვლევით შემოიფარგლა. დიაგნოსტიკური მინერალების თვისებები თანხვედბა ი. ვოლინსკისა [3] და პ. რამდორის [4] ცნობარების მონაცემებს.

ჩვენ მიერ აღწერილია ბისმუტის მინერალები — ბისმუტინი, თავისუფალი ბისმუტი, კლაპროტოლიტი და ვიტხენიტი. ყველა აღნიშნული მინერალი ხასიათდება დაბალი რელიეფით (I—II ჯგუფი ი. ვოლინსკის კლასიფიკაციით) და ანიზოტროპობით, რაც დამახასიათებელია ბისმუტის მინერალებისათვის საერთოდ.

ბისმუტინი აღინიშნება დევდორაკის უბნის მადნებში მცირე რაოდენობით, ქალკობირიტისა და პიროტინის მარცვლების საზღვარზე. ბისმუტინის გამოწყობების ზომა 0,1—0,2 მმ აღწევს, რომლებიც შედგებიან სხვადასხვანაირად ორიენტირებული, ანიზოტროპული წვრილი მარცვლებისაგან (მესხედი მმ). მინერალი თეთრი ფერისაა, ოდნავ მოყვითალო. არეკლის უნარიანობის მაქსიმუმი თანხვედბა ქალკობირიტის არეკლის უნარიანობას. მინიმუმი საგრძნობლად დაბალია. დეზორიენტირებულ მარცვლებში გაირჩევა ორმაგი არეკლის ფერადი ეფექტი — თეთრიდან მოყვითალო თეთრამდე. ანიზოტროპიის ფერადი ეფექტი გვარდის ნიკოლებში სუსტად მელავნდება — მოყვისფერო ტონებში. დიაგნოსტიკური ამოკმევა დადებით შედეგს გვაძლევს მხოლოდ HNO_3 და HgCl_2 -ის გამოყენებით (უჯანსკნელ შემთხვევაში ყავისფერი აპკის წარმოშობით).

ბისმუტინის გარდა აღწერილი ოპტიკური თვისებებით ხასიათდება ბისმუტის შემცველი მეორე მინერალი — ემპლექტიტი, მაგრამ უჯანსკნელი მკაფიოდ გამოხატული მოყვითალო ელფერით ხასიათდება და დიაგნოსტიკური ამოკმევა HgCl_2 -ის საშუალებით უარყოფით შედეგს იძლევა.



თავისუფალი ბისმუტი ყაზბეგის რაიონის სპილენძ-პიროტინიან მადნებში იშვიათია, ვითარდება ჩვეულებრივ ბისმუტინის ხარჯზე, სადაც წარმოშობს უწვრილეს (მეასედი და მეათასედი მმ) ანიზოტროპულ გამონაყოფებს. ბისმუტინთან შედარებით მაღალი არეკვლის უნარიანობა, მოვარდისფრო-ყვითელი ფერი, დაბალი რელიეფი და უშუალო სივრცობრივი კავშირი ბისმუტინთან საშუალებას გვაძლევს აღნიშნული მინერალი თავისუფალ ბისმუტს მივაკუთნოთ.

კლაპროტოლიტი აღწერილ მადნებში უმნიშვნელო რაოდენობით გვხვდება კუბანიტთან და ქალკოპირიტთან ასოციაციაში; იგი წარმოშობს წვრილ ძარღვაკისებურ გამონაყოფებს 0,1 მმ სიმძლავრისა, რომლებიც აგებული არიან მეასედი მმ სიდიდის პრიზმული კრისტალებით. მინერალი უფეროა, ოდნავ მოყვითალო; ძლიერ ანიზოტროპული (ფერადი ეფექტი ანიზოტროპიისა მოყავისფრო და მომწვანო); ახასიათებს ორმაგი არეკვლა, ფერადი ეფექტის გარეშე. მაქსიმალური არეკვლის უნარიანობა უახლოვდება პიროტინის არეკვლის უნარიანობას. აღნიშნული ოპტიკური თვისებებით და მარცვლების დამახასიათებელი წაგრძელებული ფორმის მიხედვით მინერალი განსაზღვრულია როგორც კლაპროტოლიტი.

ვიტიხენიტი აღნიშნულია ორი მცირე (0,1—0,2 მმ) გამონაყოფის სახით პიროტიში და პიროტისა და ქალკოპირიტის მარცვლების საზღვარზე. არეკვლის უნარიანობა მინერალს ქალკოპირიტზე დაბალი აქვს და პიროტინის არეკვლის უნარიანობას უახლოვდება. მინერალი მოყავისფრო-ნაცრისფერია, სუსტად ანიზოტროპული ფერადი ეფექტის გარეშე. ორმაგი არეკვლა მხოლოდ იმერსიით შეიმჩნევა. აღნიშნული ოპტიკური თვისებებით მინერალი განსაზღვრულია როგორც ვიტიხენიტი.

ამრიგად, როგორც ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, ყაზბეგის რაიონის სპილენძ-პიროტინიან გამადნებებში ბისმუტის შემცველობა აიხსნება ბისმუტის დამოუკიდებელი მინერალების — ბისმუტინის, თავისუფალი ბისმუტის, კლაპროტოლიტისა და ვიტიხენიტის არსებობით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიური ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 15.2.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. Г. В а р а м а ძ ე. საქართველოს ზოგიერთ სუფიდიში ბისმუტის შემცველობის საკითხისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXV, №6, 1960.
2. В. И. В е р н а д с к и й. Избранные сочинения. Очерки геохимии, том 1, АН СССР, Москва, 1954.
3. И. С. В о л ь н с к и й. Определение рудных минералов под микроскопом, том III, Госгеолиздат, Москва, 1949.
4. P. R a m d o h r. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin, 1955.



3. მანომეტრი

მექანიკური სისტემების რხევების დროს ბისტაბილური
ბათვალისწინების ორი ჰიპოთეზისა და მათ შორის
რაოდენობრივი განსხვავების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ხაერევა 19.6.1961)

1. მიღწეადობის გათვალისწინების წრფივი ჰიპოთეზის
ჩანაწერის გარდაქმნა

გუკის კანონის მათემატიკური ჩანაწერის შეცვლის ძირითად ფაქტორად ითვლება ცდებით აღმოჩენილი მექანიკური სისტემების საკუთარი რხევების მიღწეადობა იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც წინააღმდეგობის გარე ფაქტორები არ არსებობს. უფრო ადრე ცდებით იყო აღმოჩენილი ნარჩენი დეფორმაციის მოვლენები. ცდებით მიღებული ეს ფაქტები გვიჩვენებს, რომ მასალა არ წარმოადგენს სრულიად დრეკადს, როგორც ამას ითვალისწინებს გუკის კანონი. დრეკად თვისებასთან ერთად მასალას აქვს არადრეკადი თვისებებიც, რომელიც აერთიანებს პლასტიკურ თვისებებს და მასალის შიგა ხახუნს.

მტკიცდება, რომ დრეკადობის წრფივი ამოცანებისათვის და ციკლური დეფორმირების სტატიკური რეჟიმისათვის არსებობს განზოგადებული ჰინვის ჩანაწერის მხოლოდ ერთადერთი მათემატიკური ფორმა

$$\sigma^* = E\varepsilon - E\mu |\varepsilon|, \quad (1)$$

სადაც E დრეკადობის მოდულია, μ —ერთგვარი მუდმივი, რომელიც მასალის არადრეკად თვისებებს ახასიათებს, ε —კუმშვა-გაჭიმვის ფარდობითი დეფორმაცია.

დამოკიდებულება (1)-ის მარჯვენა ნაწილში $E\varepsilon$ გამოსახავს დრეკადი ძალის ციკლურ ცვლილებას შუალედში ($-\varepsilon_0, +\varepsilon_0$), ხოლო $E\mu\varepsilon$ —არადრეკადი ძალის ცვლილებას იმავე შუალედში.

ენერჯის ფარდობითი შთანთქმა დატვირთვა-განტვირთვის სტატიკური რეჟიმის დროს $\frac{\Delta w}{w} = \mu$. ენერჯის ფარდობითი შთანთქმა დეფორმირების

სრული ციკლისათვის $\psi_{\text{cr}} = 4 \frac{\Delta w}{w} = 4\mu$.

დეფორმირების სტატიკური რეჟიმის დროს კოეფიციენტი μ -ს ცდებით განსაზღვრა წარმოებს ფარდობით: $\mu = \frac{\varepsilon_{\text{II}}}{\varepsilon_0}$, სადაც ε_0 დატვირთვის განზომილი დეფორმაციის მნიშვნელობაა, ε_{II} —განტვირთვის სათანადო ნარჩენი დეფორმაცია.

დამოკიდებულება (1) მთლიანად ემთხვევა რბევის მიღვეადობის გათვალისწინების პროფ. ი. კორჩინსკის ჰიპოთეზას. თანახმად (1)-ისა, გისტერეზისის სპირალის შტოები სწორ ხაზებს წარმოადგენს.

ვინიდან არადრეკადი წინალობის თანადროული თეორემების დიდი უმრავლესობა ეყრდნობა წარმოდგენაზე გისტერეზისის სპირალის შესახებ, საჭიროა ხაზი გავუსვათ შემდეგს: სტატიკური რეჟიმის დეფორმირებისათვის წრფივ ამოცანას ეთანადება გისტერეზის სპირალის შტოების მხოლოდ ერთადერთი ფორმა. ეს ფორმა სწორი ხაზია.

თუ განვიხილავთ ერთხარისხიანი თავისუფლების სისტემის თავისუფალ რბევას, თანახმად (1)-ისა, მივიღებთ გადაადგილებათა შემდეგ თანმიმდევრულ მნიშვნელობებს:

$$y_0, y_0 \frac{1-\mu}{1+\mu}, y_0 \left(\frac{1-\mu}{1+\mu} \right)^2, y_0 \left(\frac{1-\mu}{1+\mu} \right)^3, \dots, y_0 \left(\frac{1-\mu}{1+\mu} \right)^n$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

სადაც y_0 საწყისი გადაადგილებაა.

თანახმად განსაზღვრისა, რბევის მიღვეადობის დეკრემენტი უდრის

$$\delta = \ln \frac{y_n}{y_{n+1}} = \ln \left(\frac{1+\mu}{1-\mu} \right) = 2 \left(\mu + \frac{\mu^3}{3} + \frac{\mu^5}{5} + \dots \right) =$$

$$= 2\mu \left(1 + \frac{\mu^2}{3} + \frac{\mu^4}{5} + \dots \right) \approx 2\mu. \quad (2)$$

რბევის მიღვეადობის დეკრემენტსა და ენერჯის შთანთქმის კოეფიციენტს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება: $\psi_0 = 2\delta$, მაშასადამე, თანახმად (2)-ისა,

$$\psi_0 = 4\mu \left(1 + \frac{\mu^2}{3} + \frac{\mu^4}{5} + \dots \right) = \psi_{cr} \left(1 + \frac{\mu^2}{3} + \frac{\mu^4}{5} + \dots \right). \quad (3)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ μ კოეფიციენტის სიდიდე ყველა მასალისათვის ერთთან შედარებით მცირეა, შეგვიძლია მივიღოთ $\psi_0 = \psi_{cr}$.

გისტერეზისის დინამიკური სპირალის ილუსტრაციისათვის განვიხილოთ თავისუფალი რბევები. განსაზღვრული საწყისი პირობების დროს, რეალური სისტემის თავისუფალი რბევა, თანახმად (1)-ისა, ციკლის პირველი მეოთხედისათვის დაიწერება შემდეგი განტოლებით:

$$y^* = y_0 \cos k_1 t, \quad (4)$$

$$k_1 = k \sqrt{1-\mu},$$

აქადაც k საკუთრივი რბევის სიხშირეა მიღვეადობის გაუთვალისწინებლად.

იმავე სისტემის სრული დრეკადობისა და სხვაგვარ ერთსა და იმავე პირობებში ჩვენ გვექნებოდა

$$y = y_0 \cos kt. \quad (5)$$

(4) განტოლება შეიძლება გადმოიწეროს შემდეგნაირად:

$$y^* = y_0 \cos k_1 t = y_0 \cos k \sqrt{1 - \mu} t \approx y_0 \cos \left(1 - \frac{\mu}{2} \right) kt =$$

$$y_0 \left(\cos kt \cdot \cos \frac{\mu}{2} kt + \sin kt \cdot \sin \frac{\mu}{2} kt \right). \quad (6)$$

თუ გამოვიყენებთ (5) დამოკიდებულებას და გამოვირიცხავთ (6) განტოლებიდან არგუმენტს, მივიღებთ

$$y^* = y_0 \cos \frac{\mu}{2} \left(ar \cos \frac{y}{y_0} \right) + \sin \frac{\mu}{2} \left(ar \cos \frac{y}{y_0} \right) \sqrt{y_0^2 - y^2} \quad (7)$$

$$y^* = F(y_0, y). \quad (8)$$

ძალასა და შესაბამის გადაადგილებას შორის დამოკიდებულება განისაზღვრება გამოსახულებით

$$u^* = cy^*, \quad (9)$$

სადა c მუდმივია.

თანხმად (8)-ისა, იგივე დამოკიდებულება შეიძლება ჩაიწეროს აგრეთვე შემდეგნაირად:

$$u^* = cF(y_0, y), \quad (10)$$

სადა y წარმოდგენითი იდეალური სისტემის გადაადგილებაა.

დამოკიდებულება (9) წრფეია, ხოლო (10) არაწრფეი. თუ (10) ფორმულით დავახსიათებთ არაწრფე დამოკიდებულებას ძალასა და რეალური სისტემის გადაადგილებას შორის, როგორც ამას აკეთებს ე. სოროკინი ([1], გვ. 7, 8), მაშინ გისტერიზისის სპირალის აბსტრაქცია იქნება არა მეცნიერული, არამედ ორჟოფული.

ამრიგად, რხევის მილევადობის წრფე ჰიპოთეზას ეთანადება გისტერიზისის დინამიკური სპირალი მრუდე მოხაზულობის შტოებით, განსხვავებით სტატიკური სპირალისა, სადაც შტოები წარმოდგენილია სწორი ხაზებით.

რხევის მილევადობის წრფევი ჰიპოთეზა ტექნიკურ ლიტერატურაში გაკრიტიკებულია არაობიექტური პოზიციებიდან [1]. საქმე ისაა, რომ (1) დამოკიდებულების გამოყენება დინამიკის ამოცანებში თხოულობს სრულიად ლოგიკურ, მაგრამ სპეციალურ მსჯელობებს, რომლებიც იწყვევენ მათემატიკური ხასიათის გართულებებს. ეს გართულებები იმით გამოიხატება, რომ დიფერენციალურ განტოლებათა გადაწყვეტა გვიხდება ციკლის თითოეული მეოთხედისათვის და ციკლის მთლიანი აღწერისათვის საჭიროა დასმული იქნეს ყოველთვის სათანადო საწყისი პირობები. მაგრამ ეს უხერხულობანი შეიძლება თავიდან ავიცილოთ, თუ გარდავქმნით (1) ჩანაწერს დეფორმირების დინამიკური პროცესისათვის.

განვიხილოთ ფუნქციების ε და $|\varepsilon|$ ფურიეს მწკრივად დაშლა შუალედში: $(-\varepsilon_0, +\varepsilon_0)$

$$\varepsilon = \frac{2\varepsilon_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{\sin n\theta}{n}, \quad (11)$$

$$|\varepsilon| = \frac{\varepsilon_0}{2} - \frac{4\varepsilon_0}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{\cos \theta_n}{n^2}, \quad (12)$$

სადაც

$$\theta_n = \frac{n\pi\varepsilon}{\varepsilon_0}.$$

აღნიშნოთ

$$\frac{2\varepsilon_0}{\pi} \frac{\sin \theta_n}{n} = \varepsilon_n$$

შეშინ

$$\frac{4\varepsilon_0}{\pi^2} \frac{\cos \theta_n}{n^2} = \frac{2}{\pi} \frac{1}{n} \frac{\partial \varepsilon_n}{\partial \theta_n},$$

დამოკიდებულება (1) მიიღებს სახეს

$$\sigma^* = E \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \varepsilon_n + E \frac{2\mu}{\pi} \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{\partial \varepsilon_n}{\partial \theta_n}, \quad (13)$$

$$\sigma_n^* = E \varepsilon_n + E \frac{2\mu}{\pi n} \frac{\partial \varepsilon_n}{\partial \theta_n}. \quad (14)$$

(1) დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, ძირითად დაშვებად ითვლება ის, რომ რხევების დროს ენერჯის შთანთქმა არ არის დამოკიდებული ციკლის სიხშირისაგან. ეს დაშვება სამართლიანია, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში ნარჩენი დეფორმაციების თანდათანობით აღდგენას (დრეკადი შემდეგ-შოქმედება). დინამიკის ამოცანებისათვის, პირველი მიახლოებით, ნამდვილად შეიძლება არ გავითვალისწინოთ ეს მოვლენა.

აღნიშნული დაშვებიდან გამომდინარეობს, რომ დამოკიდებულება (14) სამართლიანია იმ შემთხვევაშიც, როცა დეფორმირების რეჟიმი დინამიკურ პროცესს წარმოადგენს.

თავისუფლების უსასრულოხარისხიანი სისტემების დინამიკის თითქმის ყველა ამოცანის გადაწყვეტა ხდება საკუთრივი ფუნქციის მეთოდით, რომლის ახრი მასში მდგომარეობს, რომ, თუ ამოცანის გადაწყვეტა საერთოდ არსებობს, ის მიიღება უსასრულო მწკრივის სახით

$$\varepsilon = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \Phi_{n(r)} \sin(k_n t + \lambda_n), \quad (15)$$

$$\varepsilon_n = A_n \Phi_n \sin(k_n t + \lambda_n), \quad (16)$$

სადაც A_n და λ_n ინტეგრირების მუდმივებია, Φ_n —სივრცის კოორდინატების ფუნქცია, k — n -ური ფორმის საკუთარი რხევის სიხშირეა მიღვეადობის გაუთვალისწინებლად, t —დრო.

ამ შემთხვევაში, $\theta_n = (k_n t + \lambda_n)$

$$\frac{\partial \varepsilon_n}{\partial \theta_n} = A_n \Phi_n \cos(k_n t + \lambda_n),$$

$$\frac{\partial \varepsilon_n}{\partial t} = k_n A_n \Phi_n \cos(k_n t + \lambda_n) = k_n \frac{\partial \varepsilon_n}{\partial t_n},$$

აქედან

$$\frac{\partial \varepsilon_n}{\partial t_n} = \frac{1}{k_n} \frac{\partial \varepsilon_n}{\partial t}.$$

(14) დამოკიდებულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\sigma_n^* = E \varepsilon_n + \frac{2 \mu}{\pi n k_n} \frac{\partial \varepsilon_n}{\partial t} = E \varepsilon_n \left(1 + \frac{2 \mu}{\pi n k_n} \frac{\partial}{\partial t} \right). \quad (17)$$

ერთხარისხიანი თავისუფლების სისტემების რხევები წარმოებს ერთი ფორმით. ამიტომ ამ შემთხვევაში ბუნებრივია (17)-ში მივიღოთ $n=1$

$$\sigma^* = E \varepsilon + E \frac{2 \mu}{\pi k} \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = E \varepsilon \left(1 + \frac{2 \mu}{\pi k} \frac{\partial}{\partial t} \right). \quad (18)$$

იმავე ამოცანის საერთო ამონახსენი (18)-ის გათვალისწინებით განისაზღვრება შემდეგი განტოლებით:

$$y^* = y_0 e^{-\frac{\mu}{\pi} kt} \cdot (A \sin kt + B \cos kt). \quad (19)$$

ამონახსენი (19) სამართლიანია $t > 0$ ყველა მნიშვნელობისათვის.

1 ცხრილში მოყვანილია მიღვეადობის წრფივი ჰიპოთეზის შედეგები გარდაქნამდე და გარდაქმნის შემდეგ.

ცხრილი 1

მიღვეადობის განტოლება, მიღვეადობის ლოგარითმული დეკრემენტი δ ,
ენერგიის შთანთქმა ψ

წრფივი ჰიპოთეზის უშუალო გამოყენებისას	წრფივი ჰიპოთეზის ჩანაწერების გარდაქმნის შემდეგ
$R = \frac{\mu}{\delta_{11}} y $	$R = \frac{2 \mu}{\pi \delta_{11} k} y$
$y_n = y_0 \left(\frac{1 - \mu}{1 + \mu} \right)^n, \quad n = 1, 2, 3, \dots$	$y_n = y_0 (e^{-2\mu})^n, \quad n = 1, 2, 3, \dots$
$\delta = 2 \left(\mu + \frac{\mu^3}{3} + \frac{\mu^5}{5} + \dots \right) \approx 2 \mu$	$\delta = 2 \mu$
$\psi_{cr} = 4 \mu$	—
$\psi_\theta = \psi_{cr} \left(1 + \frac{\mu^2}{3} + \frac{\mu^4}{5} + \dots \right) \approx \psi_{cr}$	$\psi_\theta = 4 \mu$

1 ცხრილიდან ჩანს, რომ არ არსებობს საფუძველი დისკუსიისათვის მასალათა წინალობის სხვადასხვა განსაზღვრის შესახებ (სინქარისა და თვით დეფორმაციის სიდიდის საშუალებით). (17) დამოკიდებულება არათუ არ ეწინააღმდეგება (1)-ს, არამედ მის უშუალო მათემატიკურ შედეგს წარმოადგენს. დამოკიდებულება (17) მთლიანად აკმაყოფილებს ცდების მონაცემებს ენერგიის შთანთქმის რხევის სიხშირეზე დამოუკიდებლობის შესახებ.

2. სოროკინის პიპოთეზის ინტერპრეტაცია მილევალობის
გათვალისწინების შესახებ

იმისათვის, რომ დამოკიდებულება (17) დაყვანილი იქნეს ე. სოროკინის პიპოთეზამდე, საჭიროა დავეწროთ იძულებითი რხევის განტოლებას, პარმონიული ძალის შემთხვევაში, კომპლექსური სახით

$$\varepsilon_n = \varepsilon_{0n} e^{i(\omega t - \alpha)}, \quad (20)$$

$$\frac{\partial \varepsilon_n}{\partial t} = i \omega \varepsilon_{0n} e^{i(\omega t - \alpha)} = i \omega \varepsilon_n. \quad (21)$$

თუ შევიტანთ (20) და (21) (17)-ში და გავითვალისწინებთ, რომ $\mu = \frac{\psi}{4}$, მივიღებთ

$$\sigma_n^* = E \varepsilon_n \left(1 + i \frac{\psi}{2\pi n} \frac{\omega}{k_n} \right). \quad (22)$$

თუ დაუშვებთ, რომ $\omega = k_n$, $n = 1$, მივიღებთ ე. სოროკინის პიპოთეზას

$$\sigma^* = E \varepsilon \left(1 + i \frac{\psi}{2\pi} \right). \quad (23)$$

მაშასადამე, ე. სოროკინის მიერ რეკომენდებული დამოკიდებულება (23) წარმოადგენს (17) გამოსახულების კერძო შემთხვევას, როცა სისტემაზე მოქმედებს პარმონიული ძალა თავისუფალი რხევის ერთ-ერთი ფორმის სიბშირით.

(23) დამოკიდებულება დაუშვებელია გამოვიყენოთ თავისუფალი რხევის ამოცანის გადასაწყვეტად რხევის მილევალობით იმ უბრალო მიზეზის გამო, რომ დამოკიდებულება (23)-ის გამოყვანა დამყარებულია რხევის ამპლიტუდისა და ძვრის ფაზის მუდმივობაზე ყველა $t > 0$ მნიშვნელობისათვის.

ასეთი დაშვება ეთანადება რხევის დამყარებულ რეჟიმს და სრულიად არ ეთანხმება მილევალობის რხევის ამოცანას. ამასთან დაკავშირებით, ე. სოროკინის მიერ რეკომენდებულ (23) დამოკიდებულებას არ შეიძლება ეწოდოს რხევის მილევალობის პიპოთეზა.

3. რხევების შინაგანი წინააღობის კვადრატული
დამოკიდებულება დეფორმაციის სიდიდისაგან

ე. სოროკინი ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ ციკლური დეფორმირების სტატიკური რეჟიმის დროს დამოკიდებულება ძალასა და შესაბამის დეფორმაციას შორის არაწრფივია, იმოწმებს რა ზუსტი ცდების შედეგებს ([1], გვ. 7 და 8).

ვიხელმძღვანელოთ ამ დასკვნით და ე. სოროკინის მსგავსად გამოვსახოთ არაწრფივი დამოკიდებულება ძალასა და სათანადო დეფორმაციას შორის ელიფსის შტოებით. ამ შემთხვევაში ჩვენ მივიღებთ განზოგადებული ჭინვის შემდეგ ჩანაწერებს [2]:

$$\sigma^* = E \varepsilon \pm E (\beta \sqrt{V \varepsilon_0^2 - \varepsilon^2 - \mu \varepsilon}), \quad (24)$$

სადაც

$$\beta = \sqrt{\mu (1 - \mu)} \approx \mu^{0.5}. \quad (25)$$

μ კოეფიციენტს აქვს იგივე აზრი, რაც წრფივ ჰიპოთეზაში.

ზოგიერთი დაშვების შემდეგ (24) დამოკიდებულება შეიძლება ასე ჩაიწეროს:

$$\sigma^* = E \varepsilon \pm E \left(\frac{\beta}{k} \varepsilon - \mu \varepsilon \right), \quad (26)$$

სადაც ε - დეფორმაციის სიჩქარეა, k - რბევის სიხშირე მიღვეადობის გაუთვალისწინებლად. (26) ფორმულაში ხარისხის მაჩვენებელი 0,5 განპირობებულია (24) დამოკიდებულებაში კვადრატული ფესვის არსებობით. სხვა წილადური ხარისხის შემთხვევაში ბუნებრივია დავუშვათ, რომ $\beta = \mu^2$, სადაც α ახალი მუდმივია, რომელიც ახასიათებს არაწრფივობას დეფორმაციის ცვლილების განსაზღვრულ შუალედში.

ამრიგად, (26) დამოკიდებულება ლებულობს შემდეგ უბრალო განზოგადებას:

$$\sigma^* = E \varepsilon \pm E \left(\frac{\mu^\alpha}{k} \varepsilon - \mu \varepsilon \right). \quad (27)$$

მე-2 ცხრილში მოყვანილია რეზონანსული რბევის გაანგარიშები შედეგები ორი ჰიპოთეზის მიხედვით.

ცხრილი 2

$\mu = \frac{\delta}{2} = \frac{\psi}{4}$	რეზონანსული რბევის ამპლიტუდა			
	წრფივი ჰიპოთეზის (1) თანახმად	არაწრფივი ჰიპოთეზის (27) თანახმად, როცა		
		$\alpha=0,9$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,5$
0,0025	400 ყერ	220 ყერ	66 ყერ	20 ყერ
0,005	200 ყერ	118 ყერ	41 ყერ	14,3 ყერ
0,0075	133 ყერ	82 ყერ	31 ყერ	11,9 ყერ
0,01	100 ყერ	63 ყერ	28 ყერ	10,5 ყერ

მე-2 ცხრილში ყერ საშუალებით აღნიშნულია გარე ძალის ამპლიტუდის შესაბამისი სტატიკური გადაადგილება.

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ ვისტერებისული მოვლენების გათვალისწინების ამოცანის არაწრფივი წარმოდგენა შესამჩნევ განსხვავებებს გვაძლევს იმასთან შედარებით, რასაც იძლევა წრფივი ჰიპოთეზა. ეს განსხვავება მცირდება არაწრფივობის ხარისხის შემცირებასთან ერთად (როცა $\alpha \rightarrow 1$). ამასთან დაკავშირებით, ე. სოროკინის პტკიცება იმის შესახებ, რომ ზემოთ ხსენებულმა ორმა ჰიპოთეზამ ვითომ ერთი და იგივე შედეგები უნდა მოგვეცეს, სრულიად უსაფუძვლოა.

საერთოდ, გისტერეზისის მოვლენების გათვალისწინების ინტერპრეტაციაში ე. სოროკინს აქვს როგი სერიოზული შეცდომები.

4. გისტერეზისის სპირალის ფორმის გავლენა რეზონანსული რხევის რაოდენობრივ შედეგებზე

აბადრეკადი წინაღობის განსაზღვრაში (24)-ის მიხედვით წრფივი წვერი μ განპირობებულია გისტერეზის შტოების შეუღლების პირობებით.

(25) ფორმულის გამოყენებისას საფუძვლად მიიღება ენერგიის შთანქმის განსაზღვრული კანონი და განისაზღვრება კოეფიციენტი β -ს მნიშვნელობა წრფივი ჰიპოთეზის პარამეტრის საშუალებით. თუ კოეფიციენტი β ცნობილია, ცნობილია აგრეთვე თვით გისტერეზისის სპირალის ფართიც. ამ შემთხვევაში, ე. ი. თუ გისტერეზისის სპირალის ფართი ცნობილია, მის ფორმას არ აქვს რაიმე მნიშვნელობა. ეს ჩანს (28) და (29) ფორმულებიდან, რომლებიც გამოყვანილია წრფივი წვერის μ გათვალისწინებით და გაუთვალისწინებლად, რაც განაპირობებს ელიფსური სპირალის ფორმის შესწორებას.

$$\max y_p = \frac{y_{cr}}{\beta \sqrt{1 - \mu - \frac{\beta^2}{4}}}, \quad (28)$$

$$\max y_p = \frac{y_{cr}}{\beta \sqrt{1 - \frac{\beta^2}{4}}}. \quad (29)$$

ამრიგად, (27) ფორმულაში წრფივი წვერი შეიძლება უარყოფილი იქნეს:

$$\sigma^* = E\varepsilon + E \frac{\mu^\alpha}{k} \varepsilon.$$

უკანასკნელი დამოკიდებულება შეიძლება კიდევ ასე ჩაიწეროს:

$$\sigma^* = E\varepsilon + \frac{c^b}{k} \varepsilon. \quad (30)$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 საწმენებლო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. С. Сорокин. Метод учета неупругого сопряжения при расчете конструкции на колебания, исследования по динамике сооружений. Стройиздат, 1951.
2. ვ. ე. ბ ა ნ ი ძ ე. მასალათა აბადრეკადი წინაღობის გათვალისწინების მეთოდი და მისი პრაქტიკული გამოყენება. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXV, № 2, 1960.

სამშენებლო საქმე

ბ. ბაჩიჩილაძე

არმატურის თვითანჰერება წინასწარდაძაბულ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაფრიევმა 22.9.1961)

იმ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში, სადაც არმატურის ვაჭიმვა განხორციელებულია ბრჯენებზე ან ელექტროთერმული ხერხით, თერმო-საგოზავების გამოყენებით, დიდი მნიშვნელობა აქვს არმატურის თვითანჰერებას.

წინასწარდაძაბული არმატურის თვითანჰერების საკითხი ლიტერატურაში არასაკმაოდაა გაშუქებული. გამოქვეყნებული შრომები ძირითადად ექსპერიმენტთა შედეგებს შეიცავს [1, 2, 3, 4].

ექსპერიმენტთა შედეგების თეორიული განზოგადება განხორციელეს ხოიერმა [1] და ბუფლერმა [5].

ბუფლერის თეორიული შედეგები მოიცავს ძაბვებს არმატურაში და მხებ ძაბვებს ბეტონში, უშუალოდ არმატურისა და ბეტონის კონტაქტის ზედაპირთან. [5]-ში საერთოდ არ არის განხილული რადიალური ძაბვები და აგრეთვე მხები და ნორმალური ძაბვები ბეტონში არმატურისა და ბეტონის კონტაქტის ზედაპირიდან დაშორებით.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ საანგარიშო ფორმულების მიღება არმატურისა და ბეტონის დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრისათვის თვითანჰერების არეში.

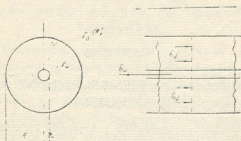
ფორმულების გამოყვანისას მიღებულია შემდეგი დაშვებანი:

1. მონაკუმში კონსტრუქციის მასალა მუშაობს დრეკადობის ზღვარში, ე. ი. ექვემდებარება პლუკის კანონს.
2. ბრჯენებისაგან არმატურის განთავისუფლებისას ან კონსტრუქციის წინასწარი დაძაბვის დამთავრებისას ელექტროთერმული მეთოდით მკუმშავ ძალთა გადაცემა ბეტონზე ხორციელდება არმატურისა და ბეტონის ძვრით.
3. მიღებულია, რომ ძვრა რადიალური მიმართულებით ვრცელდება განსაზღვრულ არეზე, რომელიც შემოფარგლულია „გავლენის რადიუსით“ — R .
4. დაშვებულია, რომ რადიალური დაწოლა განისაზღვრება ამავე არით და R წრფეწირულად არის დამოკიდებული დაძაბული არმატურის რადიუსთან.

$$R = \xi \cdot r_n,$$

(1)

აქ ξ კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ცდებით, r_n —დაძაბული არმატურის ფაქტობრივი რადიუსი თვითანკერების ზონის ნებისმიერ კვეთში.



ნახ. 1

ჩვენ მიერ დადგენილია გამოსახულება დაძაბული არმატურის ფაქტობრივი რადიუსისათვის r_n , მოკუმშული ბეტონისა და გაჭიმული არმატურის ურთიერთქმედების მხედველობაში მიღებით (იხ. ნახ. 1):

$$r_n = r_n^{(0)} \cdot \alpha - \sigma_n \cdot \frac{\mu_n \cdot r_n^{(0)}}{E_n} \cdot \beta \quad (2)$$

აქ

$$\alpha = 1 + \frac{\sigma_n^{(0)} \cdot n \cdot \mu_n \cdot (1 + \mu_0)}{E_n}; \quad (3)$$

$$\beta = n(1 + \mu_0) + \frac{\mu_0(1 - \mu_n)}{\mu_n \cdot \xi^2}; \quad (4)$$

$$n = \frac{E_n}{E_0}; \quad (5)$$

$r_n^{(0)}$ არმატურის ფაქტობრივი რადიუსია ბრჯენებისაგან გამორთვამდე;

$$r_n^{(0)} = \text{const.}$$

$\sigma_n^{(0)}$ —საკონტროლო დაბეჭდვა არმატურაში ბრჯენებისაგან განთავისუფლების წინ.

σ_n —გამჭიმავი დაბეჭდვა არმატურის კვეთში აბსცისა x -ით.

μ_n —ბუასონის კოეფიციენტი არმატურის ფოლადისათვის.

μ_0 —იგივე, ბეტონისათვის.

E_n და E_0 —არმატურისა და ბეტონის დრეკადობის მოდული, შესაბამისად.

5. კოორდინატა სათავეში, ე. ი. თვითანკერების ზონის ბოლოში დაბეჭდვა არმატურაში $\sigma_n^{(x)} = \sigma_n^{(0)}$ გამოიანგარიშება არსებული ნორმებით ან სხვა ხერხებით, ელემენტის მუშაობის განსახილველი სტადიის შესატყვისად.

6. ბეტონის არადრეკადი დეფორმაციები, რომელნიც ელინდებიან კონსტრუქციის მოკუმშვის შემდეგ, უნდა განისაზღვროს ბეტონის პლასტიკურობის კოეფიციენტით $k_{pl} > 1$.

$$k_{pl} = \frac{\varepsilon_{pl}(t = \infty)}{\varepsilon_y(t = 0)} \cong 2,5 \div 3,5 ; \quad (6)$$

აქ ε_{pl} ბეტონის მაქსიმალური პლასტიკური დეფორმაციაა ექსპლოატაციის პირობებში;

ε_y — ბეტონის დრეკადი დეფორმაციები ხანმოკლე დატვირთვის დროს.

7. თვითანკერების ზონის საანგარიშო სიგრძე

$$\lambda_{pacy} = \lambda_y \cdot k_{pl} . \quad (7)$$

აქ λ_{pacy} თვითანკერების ზონის სიგრძეა ბეტონის არადრეკადი დეფორმაციების მხედველობაში მიღებით, როცა $t = \infty$ (პრაქტიკულად, როცა $t = 1 \div 2$ წელი);

λ_y — თვითანკერების ზონის სიგრძე ბეტონის მხოლოდ დრეკადი დეფორმაციების მხედველობაში მიღებით, როცა $t = 0$.

არმატურისა და ბეტონის ურთიერთქმედება
 თვითანკერების ზონაში

ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია ელემენტის მდგომარეობა ბრჯენებისაგან განთავისუფლებამდე (წყვეტილი) და ბრჯენებისაგან განთავისუფლების შემდეგ. არმატურა (განთავისუფლებული ბრჯენებისაგან) იწვევს მთელი ელემენტის დრეკად შემოკლებას სიდიდით

$$\Delta l = \Delta l_y + \Delta l_y^{(l)} . \quad (8)$$

აქ Δl_y ელემენტის ნაწილის, სიგრძით $2l - 2 \cdot \lambda$, დრეკადი შემოკლებაა. ამ მონაკვეთზე

$$\Delta l_y = \text{const} .$$

$\Delta l_y^{(l)}$ — თვითანკერების ზონის, სიგრძით λ , დრეკადი შემოკლება:

$$\Delta l_y^{(l)} = \sum_0^\lambda \Delta l_i(x) ; \quad (9)$$

აქ $\Delta l_i(x) = f(x)$. (9')

თვითანკერების ზონის გარეთ, ბრჯენებისაგან განთავისუფლების შემდეგ არმატურაში და ბეტონში იქმნება თანაბარზომიერი ძაბვები:

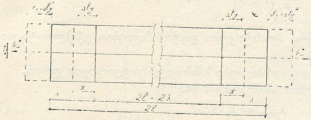
$$\sigma_n^{(l)} = \sigma_n^{(cp)} < \sigma_n^{(a)} ; \quad (10)$$

და $\sigma_0^{(l)} = \sigma_0^{(cp)} . \quad (11)$



თვითანკერების ზონა ხასიათდება არმატურისა და ბეტონის დეფორმაციების არათანაზომიერი განაწილებით.

ბრჯენებისაგან განთავისუფლებული არმატურა ისწრაფვის შემოკლები-საქენ და განივი გაფართოებისაქენ, რასაც ხელს უშლის ბეტონის გარე-მოცევა. ამავე დროს თვითანკერების ზონის ბეტონზე მოქმედებს მკუმშივი ძალა — $(\sigma_n^{(0)} - \sigma_n) \cdot F_n$, რომელიც განაწილებულია x ღერძის გასწვრივ არათანაბარზომიერად.



ნახ. 2

§ 3. 3. და 4. დაშვების თანახმად, არმატურისა და ბეტონის

კონტაქტის ზედაპირთან არსებული რადიალური ძაბვის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, ზოგიერთი მიახლოებით, მსხვილკედლიანი ცილინდრის ფორმულები (იხ. [6], გვ. 137).

არართული გარდაქმნების შედეგად ვღებულობთ რადიალური ძაბვის გამოსახვას კონტაქტური ზედაპირისათვის

$$\sigma_r = - (\sigma_n^{(0)} \cdot k_1 - \sigma_n \cdot k_2) \tag{12}$$

აქ

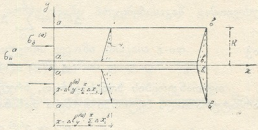
$$k_1 = \frac{n \cdot \mu_n \cdot (1 + \mu_6)}{n \cdot (1 + \mu_6) + (1 - \mu_n)} \tag{13}$$

$$k_2 = \frac{n \cdot \mu_n \cdot (1 + \mu) \cdot \xi^2 - \mu_6 \cdot (1 - \mu_n)}{\xi^2 [n \cdot (1 + \mu_6) + (1 + \mu_n)]} \tag{14}$$

ბეტონის ძვრა თვითანკერების ზონაში

ბრჯენისაგან განთავისუფლების შემდეგ არმატურა ისწრაფვის შემოკლებისაქენ, ახდენს ბეტონის მომიჯნავე შრეების ძვრას, რთავს რა ამგვარად ბეტონს მუშაობაში. ხსენებული ძვრა წარმოებს მხოლოდ თვითანკერების ზონაში და არეში, რომლის რადიუსია R .

თვითანკერების ზონაში ბეტონის ძვრის სურათის შესწავლის საფუძველზე ნებისმიერი $i-i$ კვეთისათვის (ნახ. 3) ადვილად მივიღებთ, რომ



ნახ. 3

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{\Delta l_n^{(0)} - \Delta l_n^{(x)}(\text{ocr}) - \Delta l_n^{(x)}}{R - r_n} = \gamma_i \quad (15)$$

მეორე კვეთის განხილვით, რომელიც dx მანძილითაა დაშორებული ნებისმიერ კვეთ $i-i$ -საგან, შეიძლება დავადგინოთ ძერის კუთხის ცვლილება ელემენტარული შუალედი dx -სათვის

$$\frac{d\gamma}{dx} = \frac{\varepsilon_n^{(0)} - \varepsilon_n^{(x)}(\text{ocr}) - \varepsilon_n^{(x)}}{R - r_n}, \quad (16)$$

ვიღებთ რა მხედველობაში ცნობილ დამოკიდებულებას

$$\frac{d\tau}{dx} = \frac{d\gamma}{dx} \cdot G. \quad (17)$$

(16) ტოლობის მარჯვენა ნაწილის ჩასმის შემდეგ (17) გამოსახულებაში და მარტივი გარდაქმნების განხორციელებით, მივიღებთ

$$\frac{d\tau}{dx} = (\sigma_n^{(0)} - \sigma_n) \cdot D^{(1)}, \quad (18)$$

სადაც

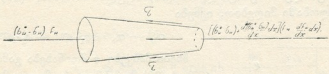
$$D = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot \xi \cdot (1 + \mu_0) \cdot r_n^{(0)}} \quad (19)$$

არმატურის ელემენტ dx წინასწორობის განხილვის შემდეგ ვლენულობთ (ნახ. 4):

$$\tau \cdot u_n + \sigma \frac{dF}{dx} - \frac{d\sigma}{dx} \cdot F_n = 0, \quad (20)$$

სადაც u_n არმატურის პერიმეტრია კვეთში,

$$\sigma = \sigma_n^{(0)} - \sigma_n. \quad (21)$$



ნახ. 4

(20) განტოლების ამოხსნის შემდეგ τ მიმართ მიღებული ტოლობის ორივე ნაწილის დიფერენცირების და (18) მხედველობაში მიღების შემდეგ, შეგვიძლია დავწეროთ:

(¹ გამოსახულება (18)-ის მიმართ მიღებულია შემდეგი გამარტივება: $(\xi^2 + \mu) \cong \xi^2$ და $\xi - 1 \cong \xi$, რადგანაც ξ^2 და ξ შედარებით დიდი სიდიდეებია, ვიდრე μ და 1, შესაბამისად.

$$\sigma'' - \sigma'' \cdot \sigma \cdot \alpha_1 - \sigma'^2 \cdot \alpha_1 - \sigma \frac{2D}{r_n^{(0)}} = 0. \tag{22}$$

აქ

$$\alpha_1 = \frac{n \cdot \mu_n \cdot (1 + \mu_0)}{E_n} \tag{23}$$

და გამოსახულება

$$\frac{\mu_0 (1 - \mu_n) \cdot r^{(0)}}{E_n \cdot \mu_n \cdot \xi^2}$$

უკუგდებულია მისი სიმციროს გამო.

დიფერენციალური განტოლების (22) სრული ამოხსნა მიიღება შემდეგი სახით:

$$\frac{e^{2(1 - \sigma \cdot \alpha_1)^{1/2} \cdot x} \cdot \sigma}{(1 + \sqrt{1 - \sigma \cdot \alpha_1})^2} = c \cdot e^{\omega_1 \cdot x}; \tag{24}$$

პრაქტიკული მიზნებისათვის გამოსახულება (24)-ის გამოყენება მოუხერხებელია.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ არმატურის განივი კვეთის ცვლილებას ღერძის გასწვრივ, ე. ი დავუშვებთ, რომ $\frac{dF_n}{dx} = 0$, მივიღებთ უფრო მარტივ დიფერენციალურ განტოლებას

$$\frac{d^2 \cdot \sigma}{dx^2} - \sigma \cdot \omega^2 = 0, \tag{25}$$

სადაც

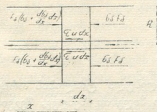
$$\omega^2 = \frac{2D}{r_n^0 \cdot \alpha} \tag{26}$$

დიფერენციალური განტოლების (25) სრული ამოხსნა, (21) გამოსახულების მხედველობაში მიღებით, იქნება

$$\sigma_y^{(0)} - \sigma_n = c_1 \cdot e^{\omega \cdot x} + c_2 \cdot e^{-\omega \cdot x}; \tag{27}$$

მზეები ძაბვები τ მოინახება გამოსახულება (27)-ის (28)-ში ჩასმით, რომელიც მიიღება არმატურის ელემენტის წონასწორობის განხილვისას (ნახ. 5) მისი განივი კვეთის ცვლილების მხედველობაში მიუღებლად

$$\tau(x) = \frac{d\sigma}{dx} \cdot \frac{1}{2} \cdot r_n^{(0)} \cdot \alpha. \tag{28}$$



ნახ. 5

ვღებულობთ

$$\tau(x) = \frac{D}{\omega} (c_1 \cdot e^{\omega x} - c_2 \cdot e^{-\omega x}); \tag{29}$$



ინტეგრირების მულმივები მოიძებნება შემდეგი ზღვრული პირობებიდან:

როცა

$$x = 0, \quad \sigma_{II} = \sigma_{II}^{(\lambda)} = \sigma_{II}^{(cp)}; \quad \tau = 0; \quad (30)$$

როცა

$$x = \lambda, \quad \sigma_{II} = 0.$$

საბოლოოდ ვღებულობთ

$$\sigma_{II} = \sigma_{II}^{(0)} \left(1 - \frac{\text{ch } \omega x}{\text{ch } \omega \lambda} \right); \quad (31)$$

$$\tau_{(x)} = \frac{\sigma_{II}^{(0)} \cdot D}{\omega} \cdot \frac{\text{sh } \omega x}{\text{ch } \omega \lambda}. \quad (32)$$

რადიალურ დაბვას კონტაქტურ ზედაპირზე განვსაზღვრავთ გამოსახულება (12) ში (31)-ის ჩასმით

$$\sigma_r = \sigma_{II} \cdot k \cdot \frac{\text{ch } \omega x}{\text{ch } \omega \lambda}. \quad (33)$$

საშუალო დაბვა ბეტონისათვის თვითანკერების ზონაში მიიღება ნორმალური კვეთის ბეტონის ელემენტ dx წინასწარდაძაბვის განხილვისას (იხ. ნახ. 5):

$$\sigma_{(x)}^{(0)} = - \frac{2 \cdot \sigma_{II}^{(0)} \cdot D}{\omega^2 \cdot \xi^2} \cdot \left(1 - \frac{\text{ch } \omega x}{\text{ch } \omega \lambda} \right). \quad (34)$$

თვითანკერების ზონის საანგარიშო სიგრძე განისაზღვრება პირობიდან

$$\Sigma x = 0; \quad \sigma_{II}^{(\lambda)} \cdot F_{II}^{(\lambda)} = x \int_0^{\lambda} \tau_{(x)} \cdot u_{II} \cdot dx. \quad (35)$$

საბოლოოდ ვღებულობთ

$$\lambda_{\text{პაცი}} \cong k_{\text{პა}} \cdot \frac{1}{\omega \cdot x} \text{area ch } \frac{x}{x - \eta}. \quad (36)$$

x უნდა განისაზღვროს (3) ფორმულის მიხედვით. x არმატურის ზედაპირის პროფილის კოეფიციენტი; გლუვზედაპირიანი არმატურისათვის $x \cong 0,6$ და პერიოდული პროფილის არმატურისათვის — $x \cong 1,0$

$$\eta = \frac{\sigma_{II}^{(\lambda)}}{\sigma_{II}^0} = \frac{\sigma_{II}^{(cp)}}{\sigma_{II}^0} < 1. \quad (37)$$

საქართველოს სსრ მგენიერებათა აკადემია
სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 22.9.1961)

დავით აღმაშენებლის სახელობის ინსტიტუტი

1. Ф. Леонгардт. Напряженно армированный железобетон. М., 1957.
2. Г. Кани. Предварительно напряженный бетон. М., 1958.
3. И. Гийон. Предварительно напряженный железобетон. М., 1959.
4. А. А. Кудрявцев. Влияние мгновенного отпуска напряжения на длину зоны анкеровки арматуры в керамзитобетоне. Бетон и железобетон, № 9, 1960, стр. 424.
5. H. Bufler. Ein neuer Ansatz zur Berechnung der Draht und Haftspannungen im Stahlbeton. Der Bauingenieur, 10, 1958.
6. С. П. Тимошенко. Сопrotивление материалов. М.-Л., 1933.



მანქანათმშენებლობა

0. ეჯიზიბა

თავისუფალდგუშიან აირგენერატორში ბაჰრმვისა და
შევისების პროცესის ანგარიშის ზოგადი
თავისებურება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. მახალდიანმა 27.6.1961.)

თავისუფალდგუშიანი აირგენერატორული კომბინირებული ძალური დანადგარები გამოიყენება სტაციონარული და სატრანსპორტო ენერგეტიკის სხვადასხვა დარგში. ლიტერატურაში არ არის საკმარისად გაშუქებული რიგი საკითხები, რომლებიც ეხება ამ დანადგარებში წარმოშობილი პროცესების თეორიასა და ანგარიშს. წინამდებარე შრომაში ჩატარებულია ცდა — გამოვლანდეს თავისუფალდგუშიან აირგენერატორში გაქრევისა და შევსების პროცესის ანგარიშის ზოგიერთი თავისებურება. ეს დანადგარები ავებულია კომპრესორების შიგა განლაგებული სქემით. ასეთი სქემით ავებული გენერატორები დიდად გავრცელდა.

ამგვარი აირგენერატორიანი ძალური დანადგარის პრინციპული სქემა მოცემულია ნახ. 1-ზე.

წნევის ცვალებადობას დგუშის სვლის მიხედვით, გაწმენდისა და შევსების დროს მიმდინარე პროცესებს ყოფენ სამ ფაზად.

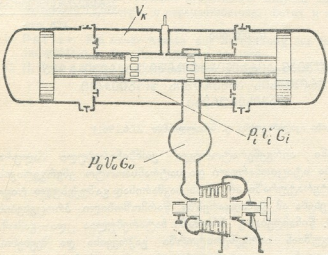
თავისუფალდგუშიან აირგენერატორში პირველი და მესამე ფაზების პროცესს ანგარიშობენ ორტაქტიანი ძრავების მრულმხარაბარბაცა მექანიზმისათვის დამუშავებული განტოლებების საფუძველზე.

მეორე ფაზის პროცესის (როდესაც ღიაა გამოშვებები და საქრევი ფანჯრები) ანგარიში შეიძლება ჩატარდეს შემდეგი მოსაზრებების საფუძველზე (იხ. ნახ. 1).

განხილული სქემის თავისუფალდგუშიანი აირგენერატორის კომპრესორის მიერ ჰაერის დაჭირბისა და ძრავას გაქრევის პერიოდი ერთმანეთს არ ემთხვევა. ამის გამო რესივერში აქვს აუცილი წნევის გადიდება, რადგან რესივერი წარმოადგენს სასრული მოცულობის ზომას, ჩართულს კომპრესორის მავნე სივრცეში იმ წნევის მიღწევის მომენტიდან, რომელიც გადააჭარბებს საჭირბნი საჩქვლების წინააღმდეგობის წნევას. რესივერში წნევის გადიდება დამოკიდებულია კომპრესორის მიერ მიწოდებულ ჰაერის რაოდენობაზე და რესივერის მოცულობის სიდიდეზე. ჰაერის მინიმალური წნევა რესივერში გაქრევის პროცესის დროს არ უნდა იყოს ნაკლები ტურბინის წინ არსებულ წნევაზე, წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს აირების

ამოხელება ძრავას ცილინდრიდან რესივერში, რაც გამოიწვევს პროცესის დარღვევას.

აირების წნევა ცილინდრში, საქრევი ფანჯრების გაღების მომენტში შეიძლება ჩაითვალოს მუდმივად, ტოლად ტურბინის წინ წნევისა. გაწმენ-



ნახ. 1

დისა და შევსებისათვის ახალი ჰაერი შედის სასრული მოცულობის საქრევი რესივერიდან. ამ დროს წნევა რესივერში მცირდება, რადგან ხდება ჰაერის გამოღინება. თანამედროვე მეთოდით ამ ფაზის პროცესის ანგარიშს ატარებენ საქრევი ჰაერის წნევის მუდმივობით [1, 4].

ამგვარად, პროცესის მეორე ფაზის გაანგარიშება უფრო მარ-

თებულია მოხდეს იმ შემთხვევისათვის, როდესაც გაზის გამოღინება ხდება მუდმივი მოცულობის ჭურჭლიდან საქრევი რესივერში ცვლადი კვეთის მქონე ხერხტილიდან.

უსასრულოდ მცირე მონაკვეთში საქრევი რესივერიდან გამოღინარე ჰაერის წონა იქნება

$$dG = \mu f \psi \sqrt{\frac{p_i}{v_i}} dt, \tag{1}$$

სადაც

- μ — არის გამოღინების კოეფიციენტი;
- f — საქრევი ნახერხის ჭრილი, ცვალეზადი დროით;
- p_i, v_i — საქრევი რესივერში აირის წნევისა და ხვედრითი მოცულობის მიმდინარე მნიშვნელობა;
- ψ — ფარდობა გარემოს წნევისა, სადაც ხდება გამოღინება ჭურჭელში წნევაზე, საიდანაც გამოდის აირი. უკანასკნელი გამოისახება შემდეგი ტოლობით:

$$\psi = \sqrt{2g \frac{m}{m-1} \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{2}{m}} \left[1 - \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{m-1}{m}}\right]},$$

სადაც p_a არის წნევა ძრავას ცილინდრში ან ტურბინის წინ.

სასრული მოცულობის რესივერიდან გამოდინების შემთხვევისას პროცესი მიმდინარეობს პოლიტროპის m მაჩვენებლით. თანაფარდობა წნევისა და ხვედრით მოცულობას შორის გამოისახება

$$p_k v_k^m = p_l v_l^m,$$

სადაც

p_k, v_k საქრევ რესივერში ჰაერის მდგომარეობის პარამეტრებია (საწყის მომენტში).

თუ გამოვსახავთ ფარდობა $\frac{p_l}{v_l}$ წნევით და ხვედრითი მოცულობით საწყის მომენტში, მაშინ განტოლება (1) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$dG = \mu f \psi \sqrt{\frac{p_k}{v_k} \left(\frac{p_l}{p_k}\right)^{\frac{1}{2} + \frac{1}{2m}}} dt. \quad (2)$$

საწყის და დროის განხილულ მომენტში საქრევ რესივერში მოთავსებული ჰაერის წონა იქნება

$$G_k = \frac{V_k}{v_k}, \quad G_l = \frac{V_k}{v_l}.$$

გამოდინებული ჰაერის რაოდენობა

$$\Delta G = G_k - G_l = \frac{V_k}{v_k} - \frac{V_k}{v_l}.$$

თუ გაეწარმოებთ და ხვედრით მოცულობას შევცვლით წნევის ფარდობით, მივიღებთ

$$dG = -\frac{1}{m} \frac{V_k}{v_k} \left(\frac{p_l}{p_k}\right)^{\frac{1}{m}-1} d\left(\frac{p_l}{p_k}\right),$$

გამოსახლება (2) მიიღებს სახეს

$$\mu f \psi \sqrt{\frac{p_k}{v_k} \left(\frac{p_l}{p_k}\right)^{\frac{1}{2} + \frac{1}{2m}}} dt = -\frac{1}{m} \frac{V_k}{v_k} \left(\frac{p_l}{p_k}\right)^{\frac{1}{m}-1} d\left(\frac{p_l}{p_k}\right).$$

მიღებული გაწარმოებული განტოლება შეიძლება დავიყვანოთ კვადრატურაში. გარდაქმნის შემდეგ მიიღებს სახეს

$$\int_{t_1}^{t_2} \mu f dt = -\frac{V_k}{m \sqrt{p_k v_k}} \int_{\left(\frac{p_l}{p_k}\right)_1}^{\left(\frac{p_l}{p_k}\right)_2} \frac{\left(\frac{p_l}{p_k}\right)^{\frac{1}{2m}-\frac{3}{2}}}{\psi} d\left(\frac{p_l}{p_k}\right). \quad (3)$$

სიდიდე ψ იღებს მუდმივ მნიშვნელობას ზედა კრიზისული არის გამოდინების დროს.

საქრეე რესივერში ჰაერის უდიდესი წნევა მიიღება გაქრევის საწყის მომენტში, ამიტომ ზედა კრიტიკულ ან ქვედა კრიტიკულ არეში გამოდინების განსაზღვრისას საჭიროა განიხილოს ფარდობა $\frac{p_a}{p_k}$. თერმოდინამიკიდან ცნობილია, რომ წნევის კრიტიკული ფარდობა დგინდება, როდესაც

$$\left(\frac{p_a}{p_k}\right) = \left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{m}{m-1}},$$

ეს კი დამოკიდებულია აირის თვისებასა და მის ტემპერატურაზე. $m = 1,3$ -თვის ეს ფარდობა ტოლია 0,547.

თავისუფალდგუშვიან აირგენერატორში ფარდობა $\frac{p_a}{p_k}$ წარმოადგენს პილრაველიკური დანაკარგების კოეფიციენტს, რომელიც აირსადენის დანაკარგების სრულყოფის დამახასიათებელია. ამ კოეფიციენტის სიდიდისაგან დამოკიდებულია კომბინირებული დანადგარის მქკ-ზე.

პილრაველიკური დანაკარგების კოეფიციენტი რეკომენდებულია [3] მიღებულ იქნეს

$$\frac{p_a}{p_k} = 0,7 \div 0,9.$$

მაშინ, კრიტიკულ წნევაზე მცირე წნევის დროს, სიდიდე ψ დამოკიდებული იხდება წნევათა ფარდობაზე და სათანადოდ გამოსახულება (3) იღებს სახეს

$$\int_{t_1}^{t_2} \mu f dt = - \frac{V_k}{m V p_k v_k} \int \frac{\left(\frac{p_i}{p_k}\right)_2}{\left(\frac{p_i}{p_k}\right)_1} \sqrt{\frac{\left(\frac{p_i}{p_k}\right)^{\frac{1}{2m} - \frac{3}{2}}}{2g \frac{m}{m-1} \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{2}{m}} \left[1 - \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{m-1}{m}}\right]}} \times d \left(\frac{p_i}{p_k}\right). \quad (4)$$

(4) გამოსახულების მარჯვენა ნაწილის ინტეგრალი არ შეიძლება ავილოთ შეკრული ფორმით, საერთოდ ეს კეთდება გრაფიკულად ან მჭკრივის დაშლით [2].

თუ მივიღებთ დამოუკიდებელ ცვლად სიდიდედ დამოკიდებულებას $\frac{p_a}{p_i}$, მაშინ (4) განტოლების გარდაქმნით იქნება:

$$\int_{t_1}^{t_2} \mu f dt = \frac{V_k \left(\frac{p_k}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{2m}} \left(\frac{p_a}{p_l}\right)^2 \left(\frac{p_a}{p_l}\right)^{\frac{m+3}{2m}}}{m \sqrt{p_k v_k} \sqrt{2g \frac{m}{m-1}} \left(\frac{p_a}{p_l}\right)_1 \sqrt{1 - \left(\frac{p_a}{p_l}\right)^{\frac{m-1}{m}}}} \times \\ \times d \left(\frac{p_a}{p_l}\right). \quad (5)$$

ამ ინტეგრალის ამოხსნისათვის (5) განტოლების მარჯვენა ნაწილში ხდება ჩასმა

$$\frac{p_a}{p_l} = (1 + z^2)^{\frac{m}{1-m}}, \quad d \left(\frac{p_a}{p_l}\right) = \frac{2m}{1-m} (1 + z^2)^{\frac{2m-1}{1-m}} z dz, \\ z^2 = \left(\frac{p_l}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} - 1, \quad (6)$$

რომელიც იძლევა

$$A = \frac{2m}{1-m} \int (1 + z^2)^{\frac{2-m}{m-1}} dz + c.$$

ინტეგრალის ქვედა ფუნქცია შეიძლება დაიშალოს ბინომინალურ მწკრივად

$$(1 + z^2)^{\frac{2-m}{m-1}} = 1 + \frac{2-m}{m-1} z^2.$$

z^2 -ის ზღვრული მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს (6) ტოლობით. $m=1,3$ -თვის $z^2=0,15$ სხვა ზღვრულ მნიშვნელობად არის წნევის ზუსტი გაწონასწორება, ე. ი. $\frac{p_l}{p_a} = 1$, შესაბამისად $z^2=0$. z^2 -ს მნიშვნელობის ინტეგრება იცვლება ზღვარში $0,15 \div 0$, ამიტომ მწკრივი ითვლება კრებად და შეიძლება დავკმაყოფილდეთ მწკრივის ორი პირველი წევრით. მაშინ.

$$A = \frac{2m}{1-m} \int \left[1 + \frac{2-m}{m-1} z^2 \right] dz + c,$$

ან

$$A = \frac{2m}{1-m} \left| z + \frac{2-m}{m-1} \frac{z^3}{3} \right|_{z_1}^{z_2}.$$



ჯ-ის ზღვრული მნიშვნელობა იღება: გაქრევის საწყისში

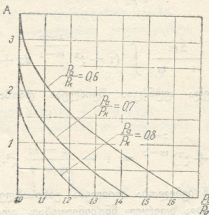
$$\xi_1 = \sqrt{\left(\frac{p_k}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} - 1},$$

გაქრევის საბოლოო მომენტში

$$\xi_2 = \sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} - 1}.$$

ზღვრის ჩასმა მოგვცემს

$$A = \frac{2m}{m-1} \left[\sqrt{\left(\frac{p_k}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} - 1} \left\{ 1 + \frac{2-m}{3(m-1)} \left[\left(\frac{p_k}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right] \right\} - \sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} - 1} \left\{ 1 + \frac{2-m}{3(m-1)} \left[\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right] \right\} \right]. \quad (7)$$



ნახ. 2

მე-2 ნახ.-ზე მოცემული გრაფიკი გაანგარიშებულია (7) განტოლებით, სადა A დამოკიდებულია $\frac{p_i}{p_a}$ წნევის ფარდობაზე, $\frac{p_k}{p_a}$ -ს მუდმივი მნიშვნელობებისა და $m=1,3$ კერძო შემთხვევისათვის.

ამგვარად, კვეთის დრო, საჭირო წნევის შემცირებისათვის p_k -დან p_i -მდე, გამოისახება განტოლებით

$$\int_{t_k}^{t_i} \mu f dt = \frac{V_k \left(\frac{p_k}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{2m}}}{m \sqrt{p_k} v_k \sqrt{2g \frac{m}{m-1}}} A,$$

სადაც V_k წარმოადგენს საქრევი რესივერის მოცულობას, რომლის სი-
დიდეც შეიძლება განისაზღვროს.

საქრევი ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა დამოკიდებულია საქრევი და
გამომშვები ორგანოების კონსტრუქციაზე. გამონაბოლქვი აირებისაგან ცი-
ლინდრის კარგი გაწმენდისათვის იღება ჰაერის მეტი რაოდენობა, ვიდრე
ცილინდრის მუშა მოცულობას შეესაბამება.

$$G_0 = \frac{V_h}{v_0} \varphi,$$

სადაც V_h ცილინდრის მუშა მოცულობაა,
 v_0 —ჰაერის ხვედრითი მოცულობა ატმოსფერულ პირობებში,
 φ —საქრევი ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი.
მეორე მხრივ, რესივერში მოთავსებული ჰაერის წონა გაქრევის საწყის
და საბოლოო მომენტში ტოლია

$$G_k = \frac{V_k}{v_k}, \quad G_a = \frac{V_k}{v_a}.$$

რესივერიდან გამოდინებული ჰაერის რაოდენობა გაქრევის დროს
იქნება

$$\Delta G = G_k - G_a = \frac{V_k}{v_k} - \frac{V_k}{v_a}.$$

განსაზღვრის თანახმად,

$$\Delta G = G_0, \quad \frac{V_k}{v_k} - \frac{V_k}{v_a} = \frac{V_h}{v_0} \varphi.$$

თუ გამოვსახავთ v_a ხვედრით მოცულობას $\frac{p_k}{p_a}$ წნევების ფარდობით,
მივიღებთ საქრევი რესივერის საჭირო მოცულობას

$$V_k = \varphi V_h \frac{v_k}{v_0} \frac{\left(\frac{p_k}{p_a}\right)^{\frac{1}{m}}}{\left(\frac{p_k}{p_a}\right)^{\frac{1}{m}} - 1}.$$

ამგვარად, მიღებული დასკვნები გვაძლევს გაქრევის პროცესის „დრო-
კვეთს“ და რესივერის მოცულობას, რაც აუცილებელია რესივერში წნევის
შემცირებისათვის, აგრეთვე იძლევა კავშირს ჰაერის რაოდენობისას, რო-
მელიც გამოედინება თავისუფალდგუშიანი აირგენერატორის განაწილების
ორგანოდან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მანქანათმცოდნეობის ინსტიტუტი
თბილისი



დამონუმბული ლიტერატურა

1. Ф. М. Елистратов, В. М. Колюко, М. С. Томили. Силовые установки со свободнопоршневыми генераторами газа. Судпромгиз, 1959.
2. Г. Г. Кажиш и С. И. Алексеев. Выхлоп и продувка двухтактных двигателей. Дополнительные статьи к книге „Двигатели внутреннего сгорания“. МАКИЗ, 1928.
3. В. К. Кошкин, Б. Р. Левин, И. Н. Кутырин, Б. П. Борисов. Двигатели со свободно движущимися поршнями в теплосиловых установках. МАШГИЗ, 1957.
4. П. А. Шелест. Безвальные генераторы газов. МАШГИЗ, 1960.

ჰიდრობიოლოგია

ლ. ნოზაძე

**ჯაპანის მეთრნეობის ტბორის—ძველ ნამდინარეში „ა“-ს—
წყლის ქიმიური რეჟიმის შესწავლისათვის**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 29.10.1961)

ტბორის ძველი ნამდინარევი „ა“-ს—წყლის ქიმიური რეჟიმის შესწავლას ორი მიზანი ჰქონდა: პირველი — გავესაზღვრა რეჟიმი ჟანგბადის, pH-ის, ნახშირორჟანგის, უანგადობისა და მეორე—ამ ფაქტორებისათვის მიგვეცა სამეურნეო შეფასება სარკისებრი კობრისათვის ვარგისიანობის თვალსაზრისით.

ტბორის წყლის ქიმიურ რეჟიმს განსაზღვრავს შემდეგი ფაქტორები:

1. წყალსატევის მცირე სიღრმე. ძველი ნამდინარევი „ა“, როგორც ჯაპანის მეთრნეობის ყველა დანარჩენი ტბორი, ხასიათდება წყლის მცენარეთა ძლიერი განვითარებით. ეს უკანასკნელი წყლის ზედაპირსა და სიზრქეს იმდენად ფარავს, რომ ძნელად თუ მოიპოვება ამ მცენარეთაგან თავისუფალი ადგილი.

2. ქარის მიერ წყლის მასის ცირკულაცია. ამ ფაქტორთან დაკავშირებით ჩვენ შეგვიძლია გამოვყოთ ტბორში ორი ჰიდროლოგიური პერიოდი: პირველ პერიოდში შედის გაზაფხული, ზაფხული და შემოდგომა. იგი ხასიათდება წყლის სუსტი ცირკულაციით ან მისი სრული უქონლობით. მეორე პერიოდში შედის ზამთარი (ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით ჩვენ ნოემბრის ბოლო რიცხვებს ვაკუთვნებთ ზამთარს). ამ პერიოდში წყლის მცენარეთა კვდომის გამო იწყება ტბორში წყლის სრული ცირკულაცია. ამასთან დაკავშირებით მიმდინარეობს შერევა წყლის ზედაპირსა და ფსკერს შორის ჟანგბადის, ნახშირორჟანგის, pH-ისა და წყალში გახსნილი ორგანული ნივთიერებებისა. მეორე პერიოდში ამ შერეებს შორის ქიმიურ ფაქტორთა განსხვავება ისპობა ან ძლიერ მცირდება.

3. ტბორის ფსკერზე ენერგიულად მიმდინარეობს მცენარეთა და ცხოველთა ლეტრიტის ხრწნა-ლბობითი პროცესები.

ცხრილი 1

თარიღი	1950 წელი					
	2/V		3/V			
№№ სადგ.	1	2	3	4	5	7
ზედაპირი	11,10	13,7	7,6	10,80	11,40	9,92
ზედაპირი	120,56	153,21	86,91	118,36	126,22	108,66

ჟანგბადის კონცენტრაცია მგ/ლ წყალში

ნაჯერობის პროცენტი

ტბორის ქიმიური რეჟიმის შესწავლა დავიწყეთ ქანგბადით. მას ორი მხრივ ესწავლობდით: აბსოლუტური კონცენტრაციით, ე. ი. მისი წონითი ან მოცულობითი შემცველობის მიხედვით ერთ ლიტრ წყალში და პარციალური წნევის—წყლის ქანგბადით ნაჯერობის ხარისხის მიხედვით. ა. ს ა დ ო ვ ს კ ი ს აზრით (1951 წ.), პირველი იძლევა ქანგბადის დინამიკას, მის შემოსავალსა და გასავალს წყალსატევში, მეორე—სიცოცხლისათვის ვარგისიანობის ხარისხს. აქედან გამომდინარეობს უკანასკნელის მნიშვნელობა.

1 ცხრილში მოცემულია ქანგბადის კონცენტრაცია და მისი ნაჯერობის ხარისხი 1950 წლის გაზაფხულზე.

მე-2 ცხრილში მოცემულია ქანგბადის კონცენტრაცია და მისი ნაჯერობის ხარისხი ზაფხულის პერიოდში.

ცხრილი 2

თარიღი	1950 წელი							
	5/VII				6/VII		7/VII	
	9	10	11	12	1ა	1ბ	2	4
სადგ. №№	წყალში გახსნილი ქანგბადის კონცენტრაცია მგ/ლ წყალში							
ზედაპირი	8,16	5,73	10,10	11,30	7,00	8,05	—	10,3
ფსკერი	0,77	3,68	—	2,90	1,98	7,39	4,16	—
	ნაჯერობის %							
ზედაპირი	107,36	71,01	125,24	153,20	63,91	105,99	—	131,55
ფსკერი	9,93	44,71	—	34,19	25,00	86,66	51,46	—

ზაფხულის პერიოდში წყლის ზედაპირზე ქანგბადით ნაჯერობა აღემატებოდა 100,0%-ს (სადგ. №№1 ბ, 4, 9, 11, 12) და მისი დეფიციტი იყო უმნიშვნელო (სადგ. №№1 ა, 5). სამაგიეროდ, ფსკერის მიდამოში მისი მუდმივი ნაკლოვანებაა. აქ ქანგბადის კონცენტრაცია მერყეობდა 1,98—7,39 მგ/ლ წყალში; პროცენტული ნაჯერობა კი უდრიდა 86,66—0,77%-ს. ქანგბადის ასეთი დეფიციტი აიხსნება იმით, რომ ტბორის ცენტრალურ ნაწილში (1/3-ზე მეტი) მეურნეობა ახდენდა წყლის მცენარეების გამოცეკვას. მცენარეთა ეს მასივები რჩებოდა ადგილზე და ლუბებოდა, რასაც თან სდევდა ფსკერის მიდამოში ქანგბადით გაღარიბება. ასეთი სურათი გვქონდა სადგ. №№2, 5, 6, 9-ზე.

შემოდგომაზე წყალში გახსნილი ქანგბადის კონცენტრაცია და მისი ნაჯერობის ხარისხი მოცემულია მე-3 ცხრილში. ფსკერის მიდამოში ქანგბადის 13 განსაზღვრიდან მხოლოდ ორ შემთხვევაში გვაქვს ქანგბადის უმნიშვნელო დეფიციტი (სადგ. №№1 ა, 1 ბ). ცხრა შემთხვევაში დეფიციტი აღწევს უმნიშვნელო საზღვრებს — 40,76—68,04% — და ორ შემთხვევაში გვაქვს ზენაჯერობა — 100,0%-ზე ზემოთ (სადგ. №№3, 12).

ზამთრის პერიოდში (გვიანი შემოდგომა) ხასიათდება წყლის მცენარეთა კვდომითა და ქარით გამოწვეული წყლის ენერჯული ცირკულაციით. ამ უკანასკნელის გამო ადვილად მიმდინარეობს წყლის სრული რეაერაცია, რაც თავის მხრივ განაპირობებს ქანგბადის ჰომოოქსიგენურ მდგომარეობას ტბორში. ასე მაგ., სადგ. №№7, 8-ზე.



ცხრილი 3

თარიღი	1950 წელი									
	16/IX		18/IX			19/IX			20/IX	
	12	8	9	10	4	6	7	1ა	2	
	წყალში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია მგ/ლ									
ზედაპირი	11,23	9,23	7,27	—	8,79	—	8,54	—	—	
ფსკერი	10,04	5,90	3,54	5,14	5,60	6,28	5,14	7,51	5,77	
	ნ ა ჯ ე რ ო ბ ი ს %									
ზედაპირი	142,93	112,7	94,10	—	109,66	—	108,65	—	—	
ფსკერი	115,34	68,04	40,76	59,30	65,93	73,60	60,47	88,07	69,06	

მე-4 ცხრილი იძლევა ჟანგბადის კონცენტრაციასა და მის ნაჯერობის პროცენტებს ზამთრის პერიოდში.

ცხრილი 4

თარიღი	1950 წელი								
	22/XI		25/XI	26/XI	27/XI		28/XI		
	9	10	7	11	2	6	1ა	1ბ	8
	წყალში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია მგ/ლ								
ზედაპირი	—	—	10,8	—	16,0	—	10,5	9,46	9,46
ფსკერი	8,6	8,85	10,4	11,10	—	10,8	9,0	—	8,40
	ნაჯერობის %								
ზედაპირი	—	—	81,14	—	134,98	—	—	87,88	79,81
ფსკერი	72,54	76,00	78,17	86,17	—	92,83	73,45	—	70,89

ტბორის—ძველი ნამდინარევი „ა“-ს—ჟანგბადის რეჟიმის სამეურნეო შეფასებისათვის გამოვიყენეთ ა. ელონსკის (1936 წ.), ბ. ლუჩინისა (1954 წ.) და ვ. მოჯანის (1948 წ.) მონაცემები. სარკისებრი კობრისათვის ისინი ვარჯისთანად თვლიან 7 სმ³/ლ ჟანგბადს. მისი შემცირება 5 სმ³/ლ ქვემოთ ზაფხულში და 3 სმ³/ლ ქვემოთ ზამთარში მომაკვლინებელია.

ამ მონაცემების საფუძველზე ტბორში არსებული ჟანგბადის რეჟიმი არ შეიძლება ჩაითვალოს სარკისებრი კობრისათვის დამაკმაყოფილებლად და, თუ ასეთ პირობებში თევზი ინარჩუნებს სიცოცხლეს, ეს აიხსნება იმით, რომ მდგარი წყალსატევის თევზებს ახასიათებთ ჟანგბადის ნაკლოვანების ძლიერი ამტანობა. გარდა ამისა, ტბორში არის ისეთი ადგილები, სადაც თევზს შეუძლია თავი შეაფაროს.

ძველი ნამდინარევი „ა“-ს წყლის აქტიური რეაქცია

წყალბად-იონთა კონცენტრაცია წარმოადგენს სიდიდეს, რომელსაც აქვს დიდი პირობიოლოგიური მნიშვნელობა, რადგან pH-ის ამა თუ იმ რიცხვობრივი მნიშვნელობით განისაზღვრება წყალსატენის ვარგისიანობა საერთოდ სიცოცხლისათვის და კერძოდ თევზისათვის.

მრავალი მეცნიერი იყო დაინტერესებული შეესწავლა pH-ის სხვადასხვა მნიშვნელობების გავლენა თევზის სასიცოცხლო პროცესებზე და ისინი მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ, როდესაც PH=3—4-ს, თევზებს ემჩნეოდათ პათოლოგიური მოვლენები — სუნთქვისა და ნივთიერებათა ცვლის მოშლა, ექსკრემენტში აზოტის გადიდება (სკალოვსკაია, 1937 წ.), ჟანგბადის ხარჯვის შემცირება და ა. შ.

ა. ელენსკი სარკისებრი კობრისათვის ოპტიმალურად თვის pH-7,0—7,5-ს, მცირე მყაეიანობა დასაშვებია, მაგრამ მისი გადიდება მომაკვდინებელია.

წყლის pH განსაზღვრამ ძველ ნამდინარებ „ა“-ში 1950 წელს შემდეგი სურათი მოგვცა (იხ. ცხრილი 5):

pH მონაცემები ძველ ნამდინარე „ა“-ში გაზაფხულზე

ცხრილი 5

თარიღი	1950 წელი											
	2/V			3/V					4/V		5/V	
სადგ. №№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
pH=ზედაბ.	7,5	8,2	8,2	8,2	8,0	8,1	8,2	8,0	7,9	8,0	8,1	8,1

pH-ის მონაცემები ზაფხულის პერიოდში

ცხრილი 6

თარიღი	1950 წელი												
	5/VII			6/VII		7/VII			8/V				
სადგ. №№	10	11	12	9	1ა	1ბ	2	3	4	5	6	7	8
ზედაბ.	7,6	7,5	8,0	8,0	7,7	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6	7,3	7,8	7,8
ფსკერი	7,4	7,4	—	7,2	7,5	7,3	7,3	7,3	7,4	7,3	7,2	7,6	7,3

შემოდგომაზე წყალს აქვს შედარებით ნეიტრალური რეაქცია. წყლის ზედაპირზე pH მერყეობდა 7,2—7,4-ს შორის, ხოლო ფსკერზე—7,1—7,3-ს შორის.

ამგვარად, ტბორის—ძველ ნამდინარე „ა“-ს—წყალს აქვს სუსტი ტუტე რეაქცია; ამავე დროს წყლის ზედაპირი ხასიათდება უფრო ტუტე რეაქციით, ვიდრე ფსკერი. განსხვავება ამ ორ შრეს შორის არაა დიდი და მერყეობს 0,1—0,5-ს შორის.

თევზის სამეურნეო თვალსაზრისით ტბორის—ძველი ნამდინარევი „ა“-ს—წყლის pH კობრისათვის შეიძლება ოპტიმალურად ჩაითვალოს.

ცხრილი 7

pH-ის მონაცემები შემოდგომაზე

თარიღი	1950 წელი												
	16/IX		18/IX		19/IX			20/IX			21/IX		23/IX
სადგ. №№	12	8	9	10	4	6	7	10	2	3	10	5	11
ზედაპირი	7,4	7,4	7,4	—	7,2	—	7,2	7,4	—	7,3	7,4	7,3	7,3
ფსკერი	7,1	7,3	7,2	7,2	7,1	7,2	7,2	7,3	7,1	7,2	7,4	7,1	7,2

ნახშირორქანგის რეჟიმში ძველ ნამდინარე „ა“-ში

CO₂-ის სინჯები ჩვენ ავიღეთ შემოდგომასა და ზამთარში. მე-8 ცხრილში მოყვანილია წყალში გახსნილი CO₂-ის შემცველობა შემოდგომის პერიოდში.

ცხრილი 8

თარიღი	1950 წელი									
	16/IX	18/IX		19/IX			20/IX		21/IX	
სადგ. №№	12	10		4	6	7	10	2	3	10
CO ₂ მგ/ლ ფსკერი	1,84	კვალი	კვალი	1,23	1,23	კვალი	0,00	1,84	0,00	

თუ შემოდგომის სინჯებში ფსკერის მიდამოში შემჩნეულ იქნა CO₂-ის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, ნოემბერში ნახულია მხოლოდ მისი ნაშთები.

ცხრილი 9

თარიღი	1950 წელი									
	22/XI		25/XI	26/XI		27/XI		28/XI		
სადგ. №№	9	10	7	11	12	6	2	10	10	
CO ₂ მგ/ლ. ფსკერი	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	კვალი	კვალი	0,00	კვალი	

სექტემბერსა და ნოემბერში მიღებული ნახშირორქანგის დაგროვების განსხვავებას ადვილად გავიგებთ, თუ მოვიგონებთ, რომ სადგ. №№ 6, 7, 3, 12, რომლებიც ადგილზე იქნა 1950 წლის 16, 19, 20 სექტემბერს და შემჩნეული იქნა CO₂-ის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, გრძელდებოდა ზაფხულში დაწყებული ძლიერი ღვობითი პროცესები. ზამთრის დასაწყისში ეს პროცესები წყდება და ამიტომ CO₂ წყალში ან აღარ გვაქვს, ან გვაქვს მხოლოდ მისი კვალი.

1902 წელს ი. კუბცისმა შეისწავლა CO₂-ის სხვადასხვა დოზების გავლენა თევზებზე და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ იმ შემთხვევაში, როდესაც CO₂-ის რაოდენობა უდრიდა 72,0 მგ/ლ-ს, თევზები ნორმალურად გრძნობდნენ თავს; თუ CO₂=141,1 მგ/ლ-ს, თევზები იწყებდნენ ცურვას „მუცლით ზემოთ“, ხოლო

CO₂-ის 197,0 მგ/ლ დოზირებისას ისინი „იძინებდნენ“. ა. ელონსკის, (1936 წ.), ა. ისაევის (1959 წ.) მონაცემებით, ნახაზთრი ტბორებისათვის ნორმალურია CO₂-ის 10—20 მგ/ლ წყალში. ამის საფუძველზე ნახშირორჟანგის რეჟიმი ჩვენ ტბორში შეიძლება ჩაითვალოს მისაღებად სარკისებრი კობრისათვის.

ტ ბ ო რ ის — ძ ვ ე ლ ი ნ ა მ დ ი ნ ა რ ე ვ ი „ა“-ს — წ ყ ლ ის ქ ა ნ გ ა დ ო ბ ა
1950 წ ე ლ ს

ქანგალობა არის პირობითი მაჩვენებელი წყალში გახსნილი ორგანული ნივთიერების შემცველობისა (ავტოტონური და ალახტონური წარმოშობისა) და უფრო ნაკლებად მეტალთა ქანგეულებისა. ორგანული ნივთიერებების მცირე რაოდენობა თევზის სამეურნეო თვალსაზრისით დადებითია, რადგან იგი წარმოადგენს საკვებს უხერხემლო ცხოველთათვის, მაგრამ მისი დიდი რაოდენობით დაგროვებას შეუძლია გამოიწვიოს სრული უქანგალობა და თევზის ამოხოცვა. აქედან აშკარაა ქანგალობის საზღვრების დადგენის მნიშვნელობა სატბო-რო მეურნეობისათვის. ა. ელონსკი (1936 წ.) მისაღებად თვლის ქანგალობას 11—12 მგ/ლ წყალზე. ფ. მარტიშევი (1949 წ.) — 15 მგ/ლ.

ქვემოთ მოგვყავს ქანგალობის ჩვენი მონაცემები ძველ ნამდინარე „ა“-ში 1950 წლის გაზაფხულზე (იხ. ცხრილი 10).

ცხრილი 10

თარიღი	1950 წ ე ლ ი			
	2/V			3/V
სადგ. №№	1	2	3	5
ქანგალობა მგ. O ₂ /ლ	15,5	9,5	9,2	10,2

ზაფხულის პერიოდში ქანგალობა მერყეობდა 5,58—10,40 მგ O₂/მლ წყალში.

ცხრილი 11

თარიღი	1950 წ ე ლ ი				
	5/VII	6/VII	7/VII		8/VII
სადგ. №№	9	1	2	3	6
ქანგალობა მგ. O ₂ /ლ	10,40	6,50	6,61	7,74	5,58

შემოდგომაზე ტბორის წყლის ქანგალობა მოცემულია მე-12 ცხრილში.

ზამთრის პერიოდის წყლის ქანგალობა მოცემულია მე-13 ცხრილში.

1950 წლის ცალკეული სეზონების ქანგალობათა საშუალო მონაცემების ერთმანეთთან დაპირისპირებით მივიღეთ, რომ წლის განმავლობაში მისმა სიდიდემ თანდათანობითი დაცემა განიცადა (ცხრილი 14).

ზემოთ მოყვანილ მკვლევართა მონაცემების საფუძველზე ძველი ნამდინარევი „ა“-ს წყლის ქანგალობა შეიძლება ჩაითვალოს სავესებით მისაღებად სარკისებრი კობრისათვის.

ცხრილი 12

თარიღი	1950 წელი						
	16/IX	18/IX			19/IX	10/IX	21
სადგ. №№	12	8	9	10	7	1	5
ქანდაობა მგ O ₂ /ლ წყალში							
ზედაპირი	6,82	—	2,82	—	4,80	—	—
ფსკერი	5,72	3,32	2,54	4,44	2,47	9,12	4,76

ცხრილი 13

თარიღი	1950 წელი									
	22/IX	25/IX	26/XI		27/XI		28/XI		23/XI	
სადგ. №№	9	7	11	12	2	6	15	16	4	8
ქანდაობა მგ O ₂ /ლ წყალში										
ზედაპირი	2,82	4,80	—	—	—	—	—	—	—	—
ფსკერი	3,60	2,96	3,60	2,56	2,16	3,44	3,76	2,16	4,16	3,68

ცხრილი 14

სეზონები	1950 წელი			
	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	ზამთარი
ქანდაობა მგ O ₂ /ლ წყალში				
ზედაპირი	11,10	7,27	4,81	3,81
ფსკერი	—	—	4,62	3,22

დასკვნები

1. ტბორის ძველი ნამდინარევი „ა“-ს წყლის ქიმიურ რევიმს განსაზღვრავს წყალსატევის შემდეგი თავისებურება: მისი წყალმცირეობა, ძლიერ განვითარებული წყლის მცენარეები და ამ რაიონისათვის დამახასიათებელი სმირი ქა-რები.

2. ზემოთ აღნიშნული ფაქტორებით გამოწვეული თავისებურებებით ჩვენ შესაძლებლობა გვეძლევა გამოვყოთ ორი პირობოლოგიური სეზონი: პირველი შეიცავს გაზაფხულს, ზაფხულსა და შემოდგომას და ხასიათდება ძლიერ განვითარებული მცენარეთა საფარით, წყლის სუსტად გამოხატული ცირკულაციით: მეორე მოიცავს ზამთარს. იგი ხასიათდება მცენარეთა კვდომით და წყლის სრული ცირკულაციით. პირველ პერიოდში გვაქვს ქიმიურ ფაქტორთა განაწილებაში ზედაპირსა და ფსკერს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება. მეორე პერიოდში ეს განსხვავება ისპობა.



3. ზემოთ აღნიშნულ ფაქტორთა მოქმედებით ქანგბადის, ქანგაღებლის და ნახშირორჟანგის განაწილების მიხედვით შეიძლება გამოვყავთ ორი შრე: ზედაპირული შრე — მაღალი ქანგბადის კონცენტრაციით და მაღალი პროცენტული ნაჭერობით, უფრო ტუტე pH-ით და მაღალი ქანგადობით და ფსკერის შრე ქანგბადის დეფიციტით, ნაკლები ტუტე რეაქციითა და ნაკლები ქანგადობით.

4. წყლის pH, ქანგადობა და წყალში გახსნილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა შეიძლება ჩაითვალოს სარკისებრი კობრისათვის ვარგისიანად.

5. ტბორში ქანგბადის რეჟიმი არაა სავსებით მისაღები სარკისებრი კობრისათვის და, თუ მას შეუძლია ასეთ ქანგბადის პირობებში იარსებოს, ეს აიხსნება მისი ამტანობითა და ტბორში ისეთ ადგილების არსებობით, სადაც მას შეუძლია თავი შეაფაროს.

6. ტბორის ძველი ნამდინარევი „ა“-ს მეურნეობის გაუმჯობესებისათვის საჭიროა მისი სწორად მართვა, მოკელილი ბალახის ტბორიდან დაუყოვნებლივ გამოტანა, ფსკერის პერიოდული ზაფხულობის მოწყობა შლამის გასაშრობად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.10.1961)

დავოყვებულნი ლიტერატურა

1. А. Л. Брюхатова. Влияние активной кислотности на прибавление веса караса и карпа в воде с малым содержанием соли кальция и других электролитов. Уч. зап. МГУ. вып. IX. Биология. 1937.
2. А. Н. Елеонский. Рыбоводство в естественных и искусственных водоемах. М.—Л., 1936.
3. А. И. Исаев. Справочник по прудовому рыбоводству. Пищепромиздат. Москва, 1959.
4. Г. Н. Калашников. Влияние активной реакции среды на содержание гемоглобина и число эритроцитов у рыб. Уч. зап. МГУ. вып. 33. Гидробиология. М., 1939.
5. И. Д. Купцис. Вестник рыбной промышленности № 5—6. Орган Российского общества рыбоводства. СПб, 1901.
6. Ф. Г. Мартышев. Прудовое рыбоводство. т. I. М., 1949.
7. В. А. Мовчан. Экологические основы интенсификации роста карпа. Издат. АН Укр. ССР. Киев, 1948.
8. Б. П. Лужин. Выращивание карпа в колхозных водоемах Киргизии. АН Киргиз. ССР. 1954.
9. Т. В. Новикова. Влияние pH среды на дыхание карпа и окуня. Уч. зап. МГУ. Вып. 33. Гидробиология. М., 1939.
10. А. А. Садовский. Чаша и водная масса Храмовского водохранилища (Фонд зоологического ин-та АН Груз. ССР), Тбилиси, 1951.
11. И. С. Скадовская. Действие кислой реакции внешней среды на усвоение азота пицци карасем. Уч. зап. МГУ. вып. IX. М.—Л., 1937.
12. А. А. Хомчук. Передовой опыт прудовых рыбоводных хозяйств. Госиздат. БССР. Минск, 1954.

ფიზიოლოგია

ზ. მოსეშვილი

 კუჭის სეკრეციულ მოქმედებაზე სწორი ნაწლავის რეცეპტორების
 გალიზიანების გავლენის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაჟურაძემ 28.5.1961)

ცნობილია, რომ კუჭის პათოლოგია გარკვეულ შემთხვევებში ნაწლავთა პათოლოგიის შედეგია. ჩვენ წინა ცდებში დავამტკიცეთ, რომ წვრილი ნაწლავის რეცეპტორების მექანიკური (ბალონით), ქიმიური (ნატრიუმის ბიკარბონატის 0,5% ხსნარით და სხვა ნივთიერებების ხსნარებით წვრილი ნაწლავის ლორწოვანას მოსხურება) და თერმული (ლორწოვანას მხრიდან ნაწლავის გაციება 10° C წყლის გატარებით ნაწლავის ღრუში მოთავსებულ რეზინის მილში) გალიზიანება აკავებს კუჭის სეკრეციულ მოქმედებას, ხოლო ლორწოვანას მხრიდან ნაწლავის გათბობა მასში 43° C წყლის გატარებით აძლიერებს კუჭის ფუნდური ჯირკვლების სეკრეციულ მოქმედებას [1, 2].

სწორი ნაწლავის რეცეპტორული აპარატი დიდი ხანია რაც მეცნიერთა კვლევის საგანს შეადგენს. ნ. კ ა ზ ა ნ ს კ ი [3] იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ სწორ ნაწლავში შეყვანილი სოდის 0,5% ხსნარი აკავებს კუჭის ფუნდური ჯირკვლების სეკრეციას. ა. ბ ა ჯ უ რ ა ძ ე მ [4, 5] დაადგინა, რომ სწორი ნაწლავის მექანორეცეპტორების გალიზიანება იწვევს პანკრეასის წვენის გამოყოფის შეკავებას. მ. ს ა რ ა ჯ ა მ [6] და ი. ფ ო ნ ი მ [7] სწორი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის მექანიკური გალიზიანებით მიიღეს ნაღვლის წარმოქმნისა და გამოყოფის შეკავება. ს. პ ო ლ ტ ი რ ე ვ ი თანამშრომლებთან ერთად მრავალი წლის განმავლობაში სწავლობდა სწორი ნაწლავის რეცეპტორების გალიზიანების გავლენას კუჭის სეკრეციულ მოქმედებაზე. მან სწორი ნაწლავის რეცეპტორების მექანიკური გალიზიანებით მიიღო კუჭის სეკრეციული მოქმედების შეკავება. ამავდროისაა მ. ა რ ნ ა უ ტ ო ვ ი. ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ვერ ვნახეთ ექსპერიმენტული მასალა კუჭის წვენის სეკრეციაზე სწორი ნაწლავის თერმული გალიზიანების გავლენის შესახებ, ამიტომ წინამდებარე შრომაში მიზნად დავისახეთ ამ საკითხის ექსპერიმენტული და კლინიკური შესწავლა, სხვა სახის გალიზიანებათა გავლენის შესწავლასთან ერთად.

მ ე თ ო დ ი კ ა

ცდებს ვაწარმოებდით ი. პავლოვის წესით იზოლირებულ პატარა კუჭის მქონე ძაღლებზე. ცდებს ვიწყებდით მაშინ, როცა ცხოველის წონა ოპერაციამდე წონას მიაღწევდა და ვაწარმოებდით საკვების უკანასკნელი მიცემიდან 18—20 საათის შემდეგ კუჭის ჯირკვლების შედარებით მოსვენების პირობებში (ლორწოვანას არამჟავე რეაქცია). სწორი ნაწლავის რეცეპტორების მექანიკურ გალიზიანებას ვახდენდით მასში წინასწარ მოთავსებულ რეზინის ბალონში წყლის (t—38°C) შეყვანით ან ჰაერის საშუალებით მისი გაბერვით. თერმული გალიზიანებისათვის გამოყენებული იყო მინის სინჯარა საცობით (2,5 სმ დიამეტრისა და 15 სმ სიგრძისა, რომელიც შეგვყავდა სწორ ნაწლავში. ამ ჩვეულებრივ სინჯარაში შეყვანილი იყო ორი მილი: ერთი — წყლის შემტანი, რო-



მელიც აღწევდა სინჯარის ბოლოს, და მეორე—გამომტანი, რომელიც გზისკენ
დებოდა იქვე საცობთან. შემტანი მილი შეერთებული იყო სასურველი ტემპე-
რატურის (43°, 38°, 10°) მქონე წყლის რეზერვუართან, რომელიც მოთავსებულ-
ი იყო სწორი ნაწლავის დონიდან 1 მ-ით მაღლა. გამომტანი მილი ბოლოვ-
დებოდა დაზგის ქვემოთ მდგარ ჭურჭელში, სადაც გროვდებოდა სინჯარაში გა-
ტარებული წყალი. ზოგ შემთხვევებში სინჯარის ნაცვლად გამოიყენებოდა
ასეთივე ზომის რეზინის მილი, რომელიც თავის ფორმას არ იცვლიდა მასში მა-
ლალი წნევით წყლის გატარებისას.

გამოკვლევებს ავდამყოფებზე ვაწარმოებდით შემდეგნაირად: დილით
უზმოდ ვაძლევდით ზოას-ევალდის (50 გრ თეთრი პური და ორი ჭიჭა
უშაქრო ჩაი) ან ერმანის (300 მლ 5% სპირტი) საცდელ საუზმეს და ვიკვლევ-
დით კუჭის შიგთავსს როგორც ერთმომენტური, ისე ფრაქციული წესით. მეო-
რე ან მესამე დღეს საცდელი საუზმის ერთდროულად სწორ ნაწლავში წინასწარ
მოთავსებულ თხელკედლებთან რეზინის ბალონში შეგვყავდა 100 ან 300 მლ
წყალი (t—38°C) და კვლავ ვიკვლევდით კუჭის შიგთავსს.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

საკვების მიცემასთან ერთდროულად სწორ ნაწლავში მოთავსებული ბალო-
ნის გაბერვა (50 მმ სინდიყის სვეტის წნევით, ორი წუთის განმავლობაში, შემ-
დგომი ორი წუთის შესვენებით, კვლავ ორი წუთით გაბერვით და ა. შ., 30 წუ-
თის მანძილზე ასეთნაირი გაღიზიანება) სწორი ნაწლავისა ძაღლში იწვევს კუ-
ჭის სეკრეციული მოქმედების მკვეთრად გამოხატულ შეკავებას, რომელიც
უფრო ძლიერი იყო სეკრეციის პირველ საათებში. სწორედ ასევე სწორი ნაწ-
ლავის კედლების გაჭიმვა ბალონით, რომელშიც შეგვყავდა 200 მლ წყალი
(t—38°C) იწვევდა კუჭის წვენი გამოყოფის კარგად გამოხატულ შეკავებას.
კუჭის წვენის სეკრეციის აღნიშნული შემცირება უფრო შესამჩნევი იყო პირ-
ველ საათებში (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

კუჭის სეკრეციული მოქმედების ცვლილებები სწორი ნაწლავის მექანიკური გაღიზიანებისას
(ძაღლი № 1)

გამაღიზიანებლები	სეკრეციის ფარული პე- რიოდი წუ- თობით	წვენის რაოდენო- ბა მილი- ლიტრ.	თავისუფალი მარილწყავა		საერთო მგაბა სატიტრ. ერთეულ.	მონმელებ- ლი ძალა	
			სატიტრ. ერთ.	%		მმ	ფერმ. ერთ.
250 გ პური 250 გ პური + ნაწლავის გაწევა ბალონის გაბერვით	5	28,3	128	0,46	170	4	452,8
	26	18,2	78	0,28	130	3	163,8
250 გ პური + ნაწ- ლავში მოთავსე- ბულ ბალონში წყლის შეყვანა	9	14,7	87	0,31	123	4	232,2

იმისათვის, რომ დაგვედგინა, რომ სწორი ნაწლავის გაჭიმვისას აღმოცენე-
ბული ეფექტი სწორი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორულ დაბოლო-
ებათა გაღიზიანების შედეგია, ვაწარმოებდით ჯერ სწორი ნაწლავის ლორწო-
ვანას წვეთოვანი წესით ნოვოკაინის 0,25% ხსნარით (50 მლ რაოდენობით) მოს-
ხურებას და შემდეგ მექანიკურ გაღიზიანებას. აღმოჩნდა, რომ თვით ნოვოკაინი
შემთავსებლად მოქმედებს კუჭის წვენის სეკრეციასზე. ცდების მომდევნო სე-
რიაში სწორი ნაწლავის ნოვოკაინზაციის შემდეგ მასში მოთავსებულ ბალონ-

ში შეგვიად- 200 მლ წყალი ($t=38^{\circ}\text{C}$) და ვლებულობდით კუჭის სეკრეციული მოქმედების მხრივ ისეთსავე ეფექტს, როგორც მხოლოდ ნოვოკაინიზაციის დროს, ე. ი. სწორი ნაწლავის მექანიკური გალიზიანების შემთავებელი ეფექტი აღარ ვლინდებოდა. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ სწორი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორული აპარატის მექანიკური გალიზიანების გავლენა კუჭის სეკრეციულ მოქმედებაზე რეფლექსური ხასიათისაა (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

კუჭის სეკრეციული მოქმედების ცვლილებები სწორი ნაწლავის ნოვოკაინით მოსხურებისა და მექანიკური გალიზიანებისას (ძალლი № 2)

გამალიზიანებლები	სეკრეციის ფარული პერიოდი წუთობით	წვენი რაოდენობა მილილიტრ.	თავისუფალი მარილმჟევა		საერთო მჟეობა სატიტრ. ერთეულ.	მომწველებელი ძალა	
			სატიტრ. ერთ.	%		მმ	ფერმ. ერთ.
250 გ პური	4	21,4	95	0,35	136	3	192,6
250 გ პური+ნაწლავის მოსხურება ნოვოკაინით	5	17,2	102	0,37	144	4	275,2
250 გ პური+ნაწლავის მოსხურება ნოვოკაინით+ნაწლავში მოთავსებული ბალონში წყლის შეყვანა	4	17,7	107	0,39	142	4	283,2

სწორი ნაწლავის თერმულ გალიზიანებათა გავლენა ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციაზე შედარებით ნაკლებად შესწავლილი საკითხია, მის შესწავლას კი დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. კლინიკაში ფართოდაა გავრცელებული სხვადასხვა ოყენები, რომელთა დროს ტემპერატურული ფაქტორის დაცვას თავისი დასაბუთება ესაჭიროება.

ჩვენ მიერ ზემოთ აღწერილი მეთოდიკით ჩატარებული ცდების სერიაში მიღებულ იქნა, რომ სწორ ნაწლავში მოთავსებულ სინჯარაში ან ბალონში 38°C -იანი წყლის გატარება ოდნავ ამცირებდა კუჭის სეკრეციულ მოქმედებას, რაც, ჩვენი აზრით, აიხსნება სწორი ნაწლავის ლორწოვანას სინჯარით ან ბალონით მექანიკურად გალიზიანებით. სწორ ნაწლავში შეყვანილ სინჯარაში 38°C -იანი წყლის გატარებით სწორი ნაწლავის ლორწოვანას გალიზიანება მივიჩნიეთ კუჭის სეკრეციული მოქმედების ფონად და ცდების შემდეგ სერიებში სწორ ნაწლავში მოთავსებულ სინჯარაში ან ბალონში გატარებით ცივ 10°C -იან ან თბილ 45°C -იან წყალს. აღმოჩნდა, რომ სინჯარაში ან რეზინის მილში 45°C -იანი წყლის გატარება აძლიერებს კუჭის სეკრეციულ მოქმედებას, ხოლო 10°C -იანი წყალი აკნინებს მას (იხ. ცხრილი 3).

იმისათვის, რომ, დაგვეტკიცებინა სწორი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების მონაწილეობა თერმულ გალიზიანებათა დიფერენცირებაში და ამ პროცესში თავის ტვინის ქერქის მარეგულირებელი როლი, ჩვენ მიერ გამოყენებული იყო უფრო ნატიფი მეთოდი — ინტეროცეპტული პირობითი რეფლექსის მეთოდი. ჯერ კიდევ 1926 წ. ბიკოვმა აღექვს ეფექტური კანთოანოერთად გამოიმუშავა ინტეროცეპტული პირობითი რეფლექსი შარდის გამოყოფაზე სწორ ნაწლავში უპირობო გამალიზიანების (წყლის) შეყვანის გზით. შემდგომ ასეთი რეფლექსები გამოიმუშავებულ იქნა საქლის მოწველებელ, სისხლის მიმოქცევის, სუნთქვისა და სხვა სისტემათა ორგანოების ფუნქციებზე.



ჩვენ უპირობო გამალიზიანებელს — საკვების მიცემას — ვაუღლებდით სწორ ნაწლავში წინასწარ მოთავსებულ სინჯარაში 10° ან 43°-იანი წყლის გატარებასთან. უარყოფით გამალიზიანებლად გამოყენებული იყო სინჯარაში 38° წყლის გატარება, ასეთი 10—11 შეულღების შემდეგ გამომუშავდა პირობითი ცხრილი 3

კუჭის სეკრეციული მოქმედების ცვლილებები სწორი ნაწლავის თერმული გალიზიანებისას (ძალდი № 3)

გამალიზიანებლები	სეკრეციის ფარული პერიოდი წუთობით	წვეწვის რაოდენობა მილილიტ.	თავისუფალი მარილმჟავა		საერთო მჟავობა სატიტრ. ერთეულ.	მომწელებელი ძალა	
			სატიტრ. ერთ.	%		მმ	ფერმ. ერთ.
200 გ ხორცი	7	15,0	80	0,29	117	6	540
200 გ ხორცი+ნაწლავის გალიზიანება 38° სითბოთი	6	13,4	75	0,27	110	6	482,4
200 გ ხორცი+ნაწლავის გალიზიანება 45° სითბოთი	6	19,2	99	0,36	133	8,5	1387,2
200 გ ხორცი+ნაწლავის გალიზიანება 10° სიცივით.	10	6,4	35	0,12	72	3	57,6

რეფლექსი. ეხლა უკვე მხოლოდ 10° ან 43° წყლის გატარება სწორ ნაწლავში მოთავსებულ სინჯარაში იწვევდა კუჭის ფუნდური ჯირკვლების სეკრეციას, ხოლო 38° წყლის გატარებისას კუჭის წვეწვის გამოყოფა არ აღინიშნებოდა. შემდგომ უპირობო გამალიზიანებელს აღარ ვაუღლებდით, რის გამოც გამოყოფილი წვეწვის რაოდენობა და მჟავობა თანდათან შემცირდა და სწორ ნაწლავში მოთავსებულ სინჯარაში (ცივი (10°) ან თბილი (43°) წყლის გატარება კუჭის წვეწვის სეკრეციას აღარ იწვევდა, ე. ი. მოხდა პირობითი რეფლექსის ჩაქრობა (იხ. ცხრილი 4).

ცხრილი 4

ინტეროცეპტული პირობითი რეფლექსის გამომუშავება კუჭის წვეწვის გამოყოფაზე სწორი ნაწლავის თერმული გალიზიანებისას (ძალდი № 3)

პირობითი გამალიზიანებელი	შეულღების მეთოდი	შეულღების მე-32 დღე				საერთო მჟავობა სატიტრ. ერთ.	ჩაქრობის მე-13 დღეს.
		სეკრეციის ფარული პერიოდი წუთობით	წვეწვის რაოდენობა მილილიტ.	თავისუფალი მარილმჟავა			
				სატიტრ. ერთ.	%		
ნაწლავის გალიზიანება 10° სიცივით	0	3	1,5	22	0,08	63	0
ნაწლავის გალიზიანება 38° სითბოთი	0	0	0	0	0	0	0
ნაწლავის გალიზიანება 43° სითბოთი	0	3	1,6	26	0,09	65	0

ჩვენი კლინიკური დაკვირვებებიდან გამომდინარეობს აგრეთვე, რომ სწორი ნაწლავის შეღარებით ძლიერი მექანიკური გალიზიანება ბალონით, რომელშიც შეგვყავდა 300 მლ წყალი (t—38°C) იწვევს კუჭის მჟავობის შემცირებას, ხოლო სწორი ნაწლავის სუსტი მექანიკური გალიზიანება ბალონით, რომელშიც შეგვყავდა 100 მლ წყალი (t—38°C) იწვევს კუჭის მჟავობის მომატებას. ერთ

კვების წიგნითვის მკვამბის ცვლილებები სწორი ნაწილავის მკვამბრეცვბტორების
გაღლიზიანებლაჲ და მის ზემდეც

თავი 9 რეცნიტრები	სწორი ნაწილავის მკვამბრეცვბტორების გაღლიზიანების ზემდეც						სწორი ნაწილავის მკვამბრეცვბტორების ზემდეც						
	მკვლეილ ვალეცნიტრ	თავისუფალი მარტილმკვაჲ		-ტილი ღაბაბე სათავის რაიეცნიტრ	-ლავილ ვალეცნიტრის ზემდეც	საქავალი	სადეცელი სავებე და გაღლიზიანებულა		თავისუფალი მარტილმკვაჲ		-ტილი ღაბაბე სათავის რაიეცნიტრ	-ლავილ ვალეცნიტრის ზემდეც	საქავალი
		სატილი რაიეცნიტრ	%				საქავალი	%					
კ-მ	ერმანის	40	0,14	73	30	-	ერმანის + ნაწილავში 300 მლ წყალი ბალონით	22	0,08	43	21	-	
კ-ნი	ერმანის	0	0	7	2	+++	ერმანის + ნაწილავში 100 მლ წყალი ბალონით	13	0,05	21	3	+	
ს-ნი	ბოსა— ცვალდის	65	0,24	90	20	-	ბოსა—ცვალდის + ნაწილავში 300 მლ წყალი ბალონით	44	0,16	60	11	-	
კ-ნი	ბოსა— ცვალდის	10	0,03	20	5	+++	ბოსა—ცვალდის + ნაწილავში 100 მლ წყალი ბალონით	62	0,23	82	15	++	

— სწორი ნაწილავის რეცნიტრების გაღლიზიანების გაეცენის ზემდეც

შემთხვევაში (ავადმყოფი კ-იანი) თავისუფალი მარილმჟავა გალიზიანებამდე უღრბია ნულს, ხოლო გალიზიანების შემდეგ მიაღწია 0,05% (იხ. ცხრილი 5).

ავადმყოფთა კლინიკური გამოკვლევების საფუძველზე ჩანს, რომ სწორი ნაწლავის შედარებით ძლიერმა მექანიკურმა გალიზიანებამ შეიძლება გამოიწვიოს კუჭის წვენის მკაფობის შემცირება, ხოლო სუსტმა მექანიკურმა გალიზიანებამ, პირუკუ, შეიძლება გაზარდოს მკაფობა, რაც ეთანხმება მ ი ა ს ო ე დ ო ვ ი ს გამოკვლევებს. საილუსტრაციოდ მოგვყავს მე-5 ცხრილი.

დასკვნები

1. სწორი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების მექანიკური გალიზიანება (მასში მოთავსებულ ბალონის ჰაერით გაბერვით 50 მმ Hg-ის წნევით, ან ბალონში 150—200 მლ წყლის (t—38°C) შეყვანით), იწვევს კუჭის ფუნდური ჯირკვლების სეკრეციული აქტივობის შეკავებას.

2. სწორი ნაწლავის ლორწოვანას მოსხურება ნოვოკაინის 0,25% ხსნარით შემკავებელ გავლენას ახდენს კუჭის წვენის სეკრეციაზე, თვით ნოვოკაინიზაცია კი სპობს მექანიკური გალიზიანებისათვის დამახასიათებელ შემკავებელ ეფექტს.

3. სწორი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის თერმული გალიზიანება მასში წინასწარ მოთავსებულ შუშის სინჯარაში 45°C-იანი წყლის გატარებით აძლიერებს, ხოლო 10°C-იანი წყლის გატარება შესამჩნევად აქვეითებს კუჭის სეკრეციულ მოქმედებას.

4. სწორი ნაწლავის თერმორეცეპტორების გალიზიანება საკვების მიღებასთან შეუღლებიანს ხდება სიგნალი კუჭის სეკრეციული მოქმედების აღსაძვრელად.

5. ადამიანის სწორი ნაწლავის ზომიერი ან შედარებით ძლიერი მექანიკური გალიზიანება აქვეითებს კუჭის წვენის მკაფობას, ხოლო სუსტი მექანიკური გალიზიანება აძლიერებს მას.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 28.5.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Ш. Я. Мосешвили. О влиянии механического, термического и химического раздражения тонкой кишки на секрецию фундальных желез желудка. Труды научного общества студентов Тбилисского госуд. медицинского института, 5, 1957.
2. Ш. Я. Мосешвили. Влияние различного рода раздражений илеоцекальной области кишечника на секреторную деятельность желудка. Сообщ. Акад. Наук ГССР, XXIV, № 4, 1960.
3. Н. П. Казанский. Материалы к экспериментальной патологии и экспериментальной терапии желудочных желез собаки. СПб, 1901.
4. А. Н. Бакурадзе. Материалы к экзокретной функции поджелудочной железы. Тбилиси, 1945.
5. А. Н. Бакурадзе. О механизме регуляции секреторной деятельности некоторых органов пищеварения. Тр. VII Всесоюзного съезда физиологов, биохимиков и фармакологов. Кн. I, М., 1949.
6. М. Д. Сараджа. Материалы к рефлекторной регуляции желчевыделительной функции печени. Сообщение I. О влиянии интероцептивных рефлексов с прямой кишки на процесс желчевыделения. Труды Института физиологии им. Павлова, т. III, М.—Л., 1954.
7. Я. Ф. Фони. Интероцептивные влияния с прямой кишки на желчеобразовательную функцию печени. Труды Ин-та физиологии им. И. П. Павлова, т. III, М.—Л., 1954.

ფიზიოლოგია

კ. ნაღარავაძე

იონიზაციის ზამომწვევი რადიაციის მტრით წოდებული
ზამალიზიანებელი მოქმედების შესახებ
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 20.1.1962)

უკანასკნელი წლების მანძილზე სულ უფრო ხშირად ქვეყნდება მონაცემები იონიზაციის ზამომწვევი რადიაციის ეგრეთ წოდებული გამაღიზიანებელი მოქმედების შესახებ, მიუხედავად იმისა, რომ ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმს არ გააჩნია რაიმე ადეკვატური რეცეპტორული წარმონაქმნები [1, 2, 3].

ჯერ გრიგორიევის [3], ხოლო შემდეგ ციპინისა და გრიგორიევის [4] მიერ ნაჩვენები იყო, რომ როგორც ზოგადი, ასევე თავის ლოკალურად დასახივებისას ადგილი აქვს თავის ტვინის ბიოელექტრული აქტივობის ადრეულ ცვლილებებს. ეს მოვლენა ზემოთ აღნიშნულმა ავტორებმა დაუდგეს საფუძვლად ცხოველთა ნერვული სისტემის რადიომგრძობიარობის ოდნობრივ განსაზღვრას [4].

ჩვენ მიერ [5, 6] ნაჩვენები იყო, რომ ხანმოკლე (5—15 წამი) ზოგადი ან ლოკალური ზემოქმედება რენტგენის სხივებით ერთ წამამდე ფარული პერიოდის შემდეგ იწვევს საერთო არტერიული წნევის ხანმოკლე დაქვეითებას, სუნთქვის გახშირებას და გაღრმავებას; თავის ტვინის სისხლძარღვთა ტონუსის ცვლილებებს და ა. შ. ნაჩვენები იყო [6] აგრეთვე, რომ დასახივების გავრძელების ან შეწყვეტის მიუხედავად უკვე 1—2 წუთის შემდეგ ადგილი აქვს საწყისი მდგომარეობის აღდგენას.

გარსიას, კიშელდორფისა და ლენტის [7] მიერ ნაჩვენები იყო, რომ ვირთაგვები თავს არიდებენ დასახივების ადგილს, ცხოველებს ასხივებდნენ რენტგენის ან გამა სხივებით საერთო გალის სხვადასხვა ფერის განყოფილებებში. ოთხჯერ ზემოქმედების შემდეგ (25 რენტგენი საათში, 2—5 საათის განმავლობაში, სულ 50—120 რენტგენი) ცხოველებს ეძლეოდათ საშუალება თავისუფლად ემოძრაეთ სხვადასხვა ფერის განყოფილებებს შორის. აღმოჩნდა, რომ ვირთაგვები ნაკლებ დროს ატარებენ იმ ფერის განყოფილებაში, სადაც დასახივდნენ.

ოვეროლმა და თანაავტორებმა [8] ზოგიერთი ცვლილებით გაიმეორეს ზემოაღნიშნული ცდები. გამოყენებული იყო ერთხელობრივი დასახივება (დოზის სიმძლავრე 1, 2 და 4 რენტგენი საათში). შავი ფერის განყოფილება იმყოფებოდა რადიაციის ველში, ხოლო თეთრი დაცული იყო. ცხოველები თავისუფლად მიმოდიოდნენ მათ შორის. ამ პირობებში ვირთაგვები რადიაციის ველში უფრო ნაკლებ დროს იმყოფებოდნენ მხოლოდ 360 რ. დოზის რეალიზაციის შემდეგ. ავტორები აღნიშნავენ, რომ ეს ფაქტი დამოკიდებულია ცხოველთა მძრაობის უნარის დაქვეითებაზე დასახივების შემდეგ და რომ ამ ფაქტს საერთო არაფერი აქვს პირობით რეფლექსთან.

მრავალრიცხოვანი ლიტერატურული ფაქტები მიუთითებს, რომ ზოგიერთი ფიზიოლოგიური ფუნქციის ადრეული ცვლილებები, რომლებიც ვითარდება იონიზაციის ზამომწვევი რადიაციის ზემოქმედების საპასუხოდ, რთულ რეფლექტორულ აქტს წარმოადგენს. ამის გამო საინტერესოა გაირკვეს, აქვს თუ არა ამ შემთხვევაში ადგილი სენსორულ ან სუბსენსორულ მოვლენებს.



მეთოდისა

ცდები ჩატარებულია 2,5—3 კგ წონის 18 შინაურ კურდღელზე. ადგილობრივი ანესთეზიით გამოიყვანოდა საერთო საძილე არტერიასა და ტრაქეას. არტერიული წნევა იზომებოდა საერთო საძილე არტერიის ცენტრალურ და პერიფერიულ პოლვებში. უკანასკნელ შემთხვევაში სათანადო დიამეტრის პოლიეთილენის მილი შეგვეყავდა პირდაპირ შიდა საძილე არტერიაში. ჩაწყობა ხდებოდა ექვსარხიან მელნითმწერ კარდიოგრაფზე („კარდიოგრაფ—V1“) ორიგინალური ელექტრონული ხელსაწყოების საშუალებით [9]. ცდების ნაწილში ტრაქეოტომია და საერთო საძილე არტერიის გამოყოფის გაწარმოვლით ცდის დაწყებამდე 3—4 დღით ადრე. საერთო საძილე არტერიას ვაგარძელებდით პოლიეთილენის მილით და ეს უკანასკნელი მარყუჟისმაგვარად ტრაქეოტომიულ მილთან ერთად გამოგვეყავდა კანქვეშ. ცდის დაწყებამდე ტრაქეოტომიულ მილს ვუერთებდით სუნთქვის სარეგისტრაციო ხელსაწყოს, ხოლო პოლიეთილენის მარყუჟი იკვეთებოდა და მისი ბოლოები უერთდებოდა წნევის სარეგისტრაციო ხელსაწყოებს.

აღნიშნული პროცედურების დამთავრების შემდეგ ცხოველებს ვათავსებდით პლექსიგლასის გალიაში, სადაც ისინი იმყოფებოდნენ ბუნებრივ მდგომარეობაში, ხოლო მოძრაობა შეზღუდული ჰქონდათ გალიის ზომებით (50×15×20 სმ). დასხივება ხდებოდა PVT—11 ტიპის აპარატზე უფილტროდ (1 მმ AI). ცდები ტარდებოდა მძლავრი ხელოვნური განათების პირობებში. რენტგენის დანადგარის ჩართვის ხმაური ყოველი ხანმოკლე დასხივების დროს გამოირცხული იყო, ვინაიდან აპარატი ირთვებოდა წინასწარ და ხანმოკლე დასხივება წარმოებდა ძაბვისა და დენის ძალის უეცარი ვაზრდის გზით, სათანადო მარეგულირებელი რეოსტატების მდგომარეობის სწრაფად შეცვლის მეშვეობით. ზეთის სატუმბავი მანქანის ხმაური გამოთიშული იყო. დასხივების მომენტის აღნიშვნა სარეგისტრაციო ხელსაწყოზე ხდებოდა წინათ აღწერილი მეთოდით [5, 6]. საერთო დოზა განისაზღვრებოდა დოზიმეტრით PM—1M. დოზის სიმძლავრე განისაზღვრებოდა ნახევარგამტარიანი (ФЧК—M 1 და PI—1) რადიაციის აღმრიცხველის მქონე რენტგენომეტრის საშუალებით.

სულ ჩატარებულია ცდების სამი სერია: ზოგადი, თავისა და მუცლის არის დასხივების პირობებში (6 ცხოველი თვითეულ სერიაში). ყოველ სერიაში ერთი ცდა საკონტროლო იყო. საჭირო დოზის შერჩევა ხდებოდა ინდივიდუალურად სისხლის წნევისა და სუნთქვის ცვლილებების პირველი გამოვლენების შესაბამისად.

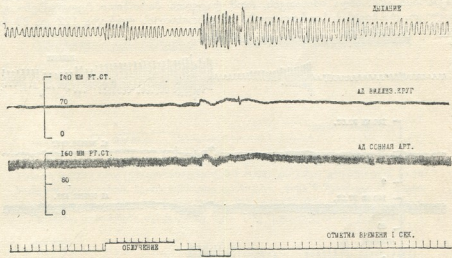
ცდების შედეგები

საკონტროლო ცდებში რადიაციის ზემოქმედება გამოირცხული იყო 6 მმ. სისქის ტანდარტული ტყვიის ფილტრის საშუალებით. ამ პირობებში ცხოველები პრაქტიკულად დაკულნი არიან რადიაციისაგან, მაშინ როდესაც რჩება ყველა შესაძლო თანმზღები ფაქტორი, მაგალითად აპარატის სიმძლავრეზე გაყვანისა შესაძლო ხმაური, ელექტრომაგნიტური რხევები, რომლებიც წარმოიშობა აპარატის მუშაობის დროს [10] და ა. შ. ამდგავარი საკონტროლო „დასხივების“ პირობებში სისხლის წნევისა და სუნთქვის ადრეული ცვლილებები არ აღირიცხებოდა და პირობითი რეფლექსების გამომუშავება არ ხდებოდა.

ნამდვილი დასხივების I სერიაში (ზოგადი დასხივება) დოზის სიმძლავრე უდრიდა 0,2—0,6 რენტგენს წამში, თავის ლოკალური დასხივებისას (II სერია) 0,8—6 რენტგენს წამში, ხოლო მუცლის არის დასხივების შემთხვევა-

ში (III სერია)—4—9 რენტგენს წამში. ასეთ დიდ ინდივიდუალურ სხვაობას თან ერთვის ისიც, რომ ყოველი ახალი ხანმოკლე დასხივებისას ვერ ვახერხებდით შერჩეული დოზის სიმძლავრის ზუსტ განმეორებას, მაგრამ საკითხის შესწავლის ამ ეტაპზე ჩვენ გვიანტირებსება არა იმდენად რაოდენობრივი მხარე, რამდენადაც ონიზაციის გამომწვევი რადიაციის პირობით გამაღიზიანებლად გამოყენების პრინციპული შესაძლებლობანი.

ყოველ ცდაში ხანმოკლე (7—12 წამი) დასხივების დამთავრებიდან 3—5 წამის შემდეგ ვაწარმოებდით კანის ელექტრულ გაღიზიანებას 3—4 წამის განმავლობაში. ელექტრული გაღიზიანება წარმოებდა 2—3 ზღურბლოვანი ძალით, მრავალარხიანი ელექტრონული სტიმულატორის საშუალებით III.

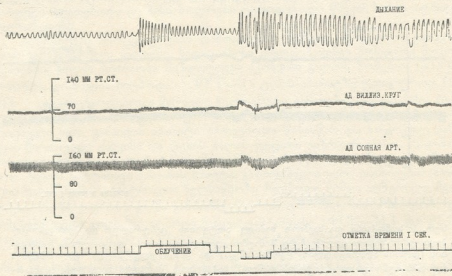


სურ. 1. სუნთქვისა და საერთო საძილე არტერიის ცენტრალურ და პერიფერიულ ბოლოებში წნევის ცვლილებები შინაური კურდღლის თავის ლოკალურად დასხივების (დროის აღმრიცხველის ღერძის აწვეა) და კანის ელექტრული გაღიზიანების (დროის აღმრიცხველის ღერძის დაწვეა) საპასუხოდ. პირველი შეუღლება (განმარტება იხ. ტექსტში)

პირველ სურათზე ნაჩვენებია სისხლის წნევისა და სუნთქვის ადრეული ცვლილებები თავის ლოკალური დასხივებისა (დროის აღმრიცხველის ღერძის აწვეა) და კანის ელექტრული გაღიზიანების (დროის აღმრიცხველის ღერძის დაწვეა) საპასუხოდ. 3—4 ხანმოკლე დასხივების შემდეგ სისხლის წნევისა და სუნთქვის ადრეული რეაქციები ქრება დოზის სიმძლავრისა და ზემოქმედების ლოკალიზაციის მიუხედავად. მაგრამ ზემოთ მოყვანილ ცდაში დასხივებისა და კანის ელექტრული გაღიზიანების მე-14 შეუღლებამ გამოიწვია სუსტად გამოხატული რეაქციები, ხოლო მე-18 შეუღლებაზე მიღებულ იქნა სუნთქვისა და სისხლის წნევის მკვეთრი ცვლილებები და საერთო არტერიული წნევის პულსური ტალღების შემცირება (სურ. 2). მხოლოდ ხანმოკლე დასხივების შემთხვევაში (კანის ელექტრულ გაღიზიანებასთან შეუღლების გარეშე) ამდაგვარი რეაქციები არასოდეს არ აღინიშნება. ეს ფაქტი გვაძლევს უფლებას ვივარაუდოთ, რომ დასხივებისა და კანის ელექტრული გაღიზიანების ხშირმა შეუღლებამ გამოიწვია დროებითი კავშირის წარმოშობა დასხივებით განპირობებული ადრეულ, უმეტესად ფიზიოლოგიურ ცვლილებებსა და კანის ელექტრულ გაღიზიანებას შორის.



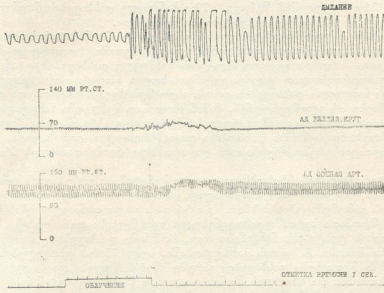
პირველი სერიის (ზოგადი დასხივება) № 3 ცდაში პირობითი დაცვითი რეაქცია გამომქდაენდა 9 შეუღლების შემდეგ (სურ. 3). შემდგომ ამ ცდაში კანის ელექტრული გალიზიანება არ ხდებოდა. მე-14 ხანმოკლე დასხივებისას (მე-6 გალიზიანებასთან შეუღლების გარეშე) სისხლის წნევისა და სუნთქვის ცვლილებები შედარებით სუსტად იყო გამოხატული (სურ. 4). მე-18 ხანმოკლე დასხივებას (მე-10 ელექტრული გალიზიანების გარეშე) სისხლის წნევისა და სუნთქვის ცვლილებები არ მოჰყოლია. ზოგადი დასხივების საერთო დოზა ამ დროისათვის 68 რენტგენს შეადგენდა. პირველი სერიის პირველ და მეხუთე ცდებში დაცვითი რეაქციის ნიშნები გამოვლინდა შესაბამისად მე-18 და მე-20 შეუღლების შემდეგ. შემდეგი მეშვიდე შეუღლება ორივე შემთხვევაში საკმარისი აღმოჩნდა იმისათვის, რომ დაცვითი პირობითი რეფლექსება გამქრალიყო. დასხივების საერთო დოზა ამ დროისათვის უდრიდა 122 და 89 რენტგენს შესაბამისად.



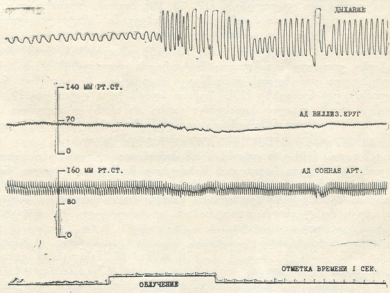
სურ. 2. სუნთქვისა და საერთო საძილე არტერიის ცენტრალურ და პერიფერიულ ბოლოებში წნევის ცვლილებები შინაური კურდღლის თავის ლოკალურად დასხივების და კანის ელექტრული გალიზიანების საბასუზოდ. მე-18 შეუღლება. აღნიშვნები იგივეა, რაც სურ. 1-ზე (განმარტება იხ. ტექსტში)

მე-2 სერიაში (თავის ლოკალური დასხივება) ზემოთ აღნიშნული პირობითი რეფლექსების გამოუმუშავება შევძელით მხოლოდ ორ კურდღელზე, რომელთაგან პირველ შემთხვევაში დაგვიჩიდა 14, ხოლო მეორე შემთხვევაში 19 შეუღლება. ხანმოკლე დასხივებისა და კანის ელექტრული გალიზიანების შეუღლებათა რიცხვის მატებამ ორივე შემთხვევაში პირობითი რეფლექსების განმტკიცების მაგივრად გამოიწვია მათი გაქრობა. ლოკალური დასხივების საერთო დოზა ამ დროისათვის შესაბამისად უდრიდა 1490 (26-ე შეუღლება) და 1040 (27-ე შეუღლება) რენტგენს.

მე-3 სერიაში დაცვითი პირობითი რეფლექსები მუცლის არის ხანმოკლე დასხივებაზე გამოუმუშავდა 3 ცხოველს. ორ მათგანს პირობითი რეფლექსები შენარჩუნებული ჰქონდა მე-40 შეუღლებამდე (საერთო დოზები შეადგენდა 2650 და 3220 რენტგენს). ერთ ცდაში კი კანის ელექტრული გალიზიანება შევწ-



სურ. 3. პირობითრფლექსური დაცევითი რეაქცია, გამომწვევებული ხანმოკლე ზოგადი დასხივებისა (დოზის სიმძლავრე 0,3 რ/წმ) და კანის ელექტრული გაღიზიანების შეუღლებით. მეათე ხანმოკლე დასხივება. წინა 9 შემთხვევაში დასხივების დამთავრებიდან 3—4 წამის შემდეგ წარმოებდა კანის ელექტრული გაღიზიანება. აღნიშვნები იგივეა, რაც სურ. 1-ზე (განმარტება იხ. ტექსტში)



სურ. 4. პირობითრფლექტორული რეაქცია ზოგად დასხივებაზე. მე-14 ხანმოკლე დასხივება. მე-9 შეუღლების შემდეგ კანის ელექტრული გაღიზიანება არ იხმარებოდა. აღნიშვნები იგივეა, რაც სურ. 1-ზე (განმარტება იხ. ტექსტში)

ყვირთ 24-ე შეულღების შემდეგ, 29-ე ხანმოკლე დასხივებას (საერთო დოზა 2280 რენტგენი) შესამჩნევი რეაქცია არ მოჰყოლია.

ზემოაღნიშნული საკონტროლო ცდების გარდა ჩვენ ვატარებდით „დიფერენციულ“ საკონტროლო დასხივებას. ყველა ცდაში, როგორც კი მივიღებდით აშკარა პირობით დაცვით რეაქციას ხანმოკლე დასხივებაზე, ამ უკანასკნელს გამოვრიცხავდით ტყვიის ეკრანით, ხოლო აპარატი ირთვებოდა ისევე როგორც ნამდვილი დასხივების დროს. ასეთ შემთხვევაში პირობითი დაცვით რეფლექსები არ ვლინდებოდნენ, მაშინ როდესაც შემდგომი ნამდვილი დასხივება იწვევდა მკვეთრად გამოხატულ რეაქციას. ეს ფაქტი აშკარად მიუთითებს, რომ დროებითი კავშირის წარმოქმნა დაკავშირებულია იონიზაციის გაპოშვებით რადიაციის ზემოქმედებასთან და არა სხვა რაიმე თანმხლებ პროცესებთან.

ლიტერატურაში არსებობს ცალკეული მონაცემები იონიზაციის გამომწვევი რადიაციის უპირობო გამაღიზიანებლად გამოყენების შესახებ პირობითი რეფლექსების გამომუშავების მიზნით. გარსიასა და თანაავტორების მიერ [7, 12—15] შრომათა სერიაში გამოყენებული იყო წყლისა და საკვების მიღების დაქვეითების ტესტი [6]. ნაჩვენები იყო, რომ სამი დასხივების შემდეგ (9.4 რენტგენი საათში, 8 საათის განმავლობაში, სულ 75 რ.) ცხოველების ამგვარი პირობებით მოთავსება დასხივების გარეშე იწვევს წყლისა და საკვების მიღების შემცირებას და სხეულის წონის დაკლებას [13]. აგრეთვე ნაჩვენები იყო, რომ შეიძლება გამომუშავდეს დიფერენცირებული პირობითი რეფლექსები. მაგალითად, ცხოველები მკვეთრად ამცირებენ იმ საკვებთა მიღებას, რომლებიც ეძლეოდათ დასხივების პროცესში, ხოლო ნორმალურად იკვებებიან სხვა საკვებით.

ნაჩვენები იყო, რომ ხშირი დასხივებების შემდეგ დასხივების გარემოება იონიზაციის გამომწვევი რადიაციის გავლენის გარეშე იწვევს დამახასიათებელ ჰემატოლოგიურ ცვლილებებს [17, 18, 19], მაგრამ, როგორც ლივვიცი [17, 18] მიუთითებს, ასეთი რეაქციების შემთხვევაში ჰემატოლოგიური ცვლილებები არ არის მკვეთრად გამოხატული.

გარსია და თანაავტორები [7, 12—15] ვარაუდობენ, რომ პირობითი რეფლექსები ვითარდება ნაწლავთა მოტორიკის ცვლილებების ბაზაზე, რაც განპირობებულია იონიზაციის გამომწვევი რადიაციის ზეგავლენით ნაწლავების ქოლინერგულ ნერვებზე [20]. ზემოთ აღნიშნული ავტორები [7, 12—15] მიუთითებენ, რომ ფვალის ბადისებრი გარსი არ არის ერთადერთი „რეცეპტორული ზონა“, ვინაიდან პირობითი რეფლექსები დასხივების გამო შეიძლება გამომუშავებულ იქნეს ენუკლიერებულ ცხოველებზედაც.

ლივვიცი [18] ვარაუდობს, რომ პირობითი რეფლექსები ვითარდება იონიზაციის გამომწვევი რადიაციის საპასუხოდ მომხდარი რთული ნერვული ცვლილებების კომპლექსის საფუძველზე და რომ პირობით რეაქციებს ხშირი დასხივებების შემთხვევაში შეუძლიათ გააძლიერონ როგორც სამკურნალო ეფექტი, ასევე რენტგენო-რადიოთერაპიის არასასურველი გართულებანი.

მიუხედავად ზემოთ აღნიშნული ფაქტებისა, არ შეიძლება დავუშვათ, რომ აღნიშნულ რეაქციებს საფუძვლად უდევს ჩვეულებრივი ფიზიოლოგიური მექანიზმები, თუნდაც იმიტომ, რომ ადამიანს და ცხოველებს არ გააჩნიათ რადიაციისადმი მგრძობიარე ადეკვატური რეცეპტორული სისტემები. ამ საკითხის განხილვა და ადრეული რეაქციების განვითარების შესახებ მექანიზმებზე ჩვენი შეხედულება მოცემული იყო წინა პუბლიკაციაში [5, 6].

ჭრჭერობით გაურკვეველი რჩება, თუ რა კონკრეტული ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები უდევს საფუძვლად იონიზაციის გამომწვევი რადიაციის გამაღიზიან-

ნებელ მოქმედებას, იგივე ითქმის განხილული სენსორული ანუ, რაც უფრო დასაშვებია, სუბსენსორული მოვლენების რაოდენობრივ მხარეზე.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ თუ ცნობილ ლიტერატურულ შრომებში პირობითი რეფლექსების გამომუშავება ხდებოდა იონიზაციის გამომწვევი რადიაციის ზეგავლენით განპირობებულ პათოლოგიური ცვლილებების საფუძველზე, ჩვენს ცდებში თავდაცვითი პირობითი რეფლექსების გამომუშავება ხდებოდა იმ ადრეულ, უმეტესად ფიზიოლოგიურ ცვლილებათა საფუძველზე, რაც განპირობებული იყო რადიაციის ხანმოკლე ზეგავლენით, ხოლო ზემოქმედების პათოლოგიური გამოვლინება იწყებდა აღნიშნული პირობითი რეფლექსების გაქრობას. გამონაკლისს შეადგენს ციპინის [21] ცდები, რომლებშიც პირობითი რეფლექსები გამომუშავებულ იქნა გამა სხივებით ხანმოკლე ზემოქმედების სავსესხოდ.

დასკვნები

1. დოზის სიმძლავრის გარკვეული გრადიენტის შემთხვევაში იონიზაციის გამომწვევი რადიაცია დასხივების ლოკალიზაციის მიუხედავად ავლენს გამაღიზიანების თვისებებს შინაური კურდღლის ზოგიერთი ვეგეტატიური ფიზიოლოგიური ფუნქციის მიმართ.

2. რენტგენის სხივების ხანმოკლე ზემოქმედებისა და კანის ელექტრული გაღიზიანების შეუღლებით შეიძლება გამომუშავებულ იქნეს დაცვითი პირობითი რეფლექსები შინაური კურდღლის როგორც ზოგადი, ასევე თავისა და მუცლის არის დასხივების შემთხვევაში.

3. თუ პერიოდული ხანმოკლე დასხივების საერთო დოზა აღემატება 50 რ. ზოგადი დასხივების შემთხვევაში და 1000 რ. თავზე ლოკალურად ზემოქმედებისას აღნიშნული პირობითი რეფლექსები საგრძნობლად კნინდება და ბოლოს ქრება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვლიდა 20.1.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. В. Лебединский, Ю. Г. Григорьев, Г. Г. Демирчоглян. О биологическом действии ионизирующего излучения в малых дозах. Сборник: Радиобиология и радиационная медицина, 5, 5, Атомиздат, М., 1959.
2. Г. К. Гуртовой и Е. О. Бурдянская. Зрительные ощущения, вызванные рентгеновским облучением дозами порядка милирентгена. Биофизика, 4, № 6, 1959, 708.
3. А. Б. Цыпин и Ю. Г. Григорьев. Количественная характеристика чувствительности центральной нервной системы к ионизирующему излучению. Бюл. экспер. биол. и мед., № 1, 1962, 26.
4. Ю. Г. Григорьев. Материалы к изучению реакций центральной нервной системы человека на проникающее излучение. Медгиз, М., 1958.
5. К. Ш. Надарейшвили. Изменения кровяного давления и дыхания при внешнем воздействии ионизирующего излучения. Сообщения АН Грузинской ССР, XXVII, № 2, 1961, 209.

6. К. Ш. Надарейшвили. О непосредственных реакциях сердечно-сосудистой системы животных на внешнее воздействие ионизирующего излучения. Труды Института Физиологии АН СССР, 13, 1963.
7. J. Garcia, D. J. Kimeldorf and B. Lent. Spatial avoidance in the rat as a result of exposure to ionizing radiation. Brit. J. Radiol., 30, 1957, 318.
8. J. Overall, W. L. Brown and L. C. Logie. Instrumental behaviour of albino rats in response to incident X-radiation. Brit. J. Radiol., 32, 1959, 411.
9. К. Ш. Надарейшвили. Методики электронной пневмографии, платизмографии и регистрации кровного давления. Физиолог. журнал СССР, 47, № 11, 1961, 1430.
10. М. Н. Ливанов, А. В. Цыпин, Ю. Г. Григорьев, В. Г. Хрущев, С. М. Степанов, В. М. Ананьев. К вопросу о действии электромагнитного поля на биоэлектрическую активность коры головного мозга кроликов. Бюл. эксперим. биол. и мед., № 5, 63, 1960.
11. К. Ш. Надарейшвили. Многоканальный комбинированный стимулятор для физиологических исследования. Труды Института физиологии АН Грузинской ССР, 13, 1963.
12. J. Garcia, D. J. Kimeldorf and B. A. Koeling. Conditioned aversion to saccharin, resulting from exposure to gamma radiation. Science, 122, 3160, 1955, 157.
13. J. Garcia, D. J. Kimeldorf, E. L. Hunt and B. P. Davies. Food and water consumption of rats during exposure to gamma radiation. Rad. Res., 4, 1956, 33.
14. J. Garcia, D. J. Kimeldorf and E. L. Hunt. Conditioned responses to manipulative procedures, resulting from exposure to gamma radiation. Radiation. Res., 5, 1956, 79.
15. J. Garcia and D. J. Kimeldorf. Temporal relationships within the conditioning of saccharin aversion through radiation exposure. J. Comp. Physiol. Psychol., 50, 1957, 180.
16. D. E. Smith and E. B. Tyree. Influence of X-irradiation upon body weight and food consumption of the rat. Am. J. Physiol., 177, 1954, 251.
17. Н. Н. Лившиц. Нервная система и ионизирующее излучение. В книге Очерки по радиобиологии. Издат. АН СССР, 1956, стр. 151.
18. Н. Н. Лившиц. Влияние ионизирующих излучений на функции центральной нервной системы. Изд. АН СССР, М., 1961.
19. М. А. Мовсесян, С. Г. Шукурян, А. Е. Агобобян. О рефлекторном механизме действия рентгеновых лучей. Известия АН Армянской ССР, 9, № 3, 1956, 149.
20. R. A. Conard. Effect of X-irradiation on intestinal motility of the rat. Am. J. Physiol., 165, 1951, 375.
21. М. Н. Ливанов. Некоторые проблемы действия ионизирующей радиации на нервную систему. Медгиз, М., 1962.



მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე

ბ. მარაბაძე და ბ. ლაბაძე

პროტამინ-ჰეპარინის ტოლერანტობის ტესტის გამომყვანება
ხელოვნური სისხლის მიმოქცემის პირობებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 27.8.1961)

დონორის სისხლის სტაბილიზაციისა და რეციპიენტის სისხლის შედედების დაქვეითებისათვის ხელოვნური სისხლის მიმოქცევის პირობებში ჰეპარინს იყენებენ. ხელოვნური სისხლის მიმოქცევის აპარატის გამოთიშვის შემდეგ რეციპიენტის სისხლში ჰეპარინის გასანივრალეზად გამოიყენება პროტამინსულფატი. მაგრამ როგორც ნაკლები, ისე გადაჭარბებული პროტამინსულფატის დოზა იწვევს საშიშ გართულებებს — პოლიმიკროშედედას და ჰემორაგიულ დიათეზს. ოპერაციის შემდგომი სისხლის დენა, როგორც შედეგად — პროტამინსულფატის მეტისმეტად მცირე დოზისა, დაკავშირებულია ჰიპერჰეპარინემიასა და მის შედეგებთან. არასაკმაო ჰეპარინიზაციის დროს ან პროტამინსულფატის გადაჭარბებული დოზირებისას იქმნება პოლიმიკროშედედებისათვის ხელშემწყობი პირობები — მთელს კაპილარულ ძარღვოვან ქსელში წარმოიშობა უწყრილესი შიგასისხლძარღვოვანი კოლტები. ტვინის, ფილტვების, ღვიძლის, თირკმლების კაპილარული სისხლის ძარღვების დაცობა ფიბრინის ძაფებით და თრომბოციტული აგრეგატებით თავისთავად მძიმე გართულებას წარმოადგენს. საშიშროება დრმაგდება ჰემორაგიული დიათეზების წარმოქმნის შემთხვევაში, ირღვევა სისხლის შედედებისა და შედედების საწინააღმდეგო სისტემების შორის ძალთა დინამიკური წონასწორობა, რომელიც მანამდე უკვე შეცვლილია მხოლოდ ნარკოზის მოქმედებით. ოპერაციის დროს ტრავმირებული ქსოვილებიდან, დაშლილი თრომბოციტებისა და ერითროციტებისაგან სისხლის მიმოქცევის სისტემაში პროთრომბოპლასტინის შესვლა იწვევს მასში ქსოვილოვანი, თრომბოციტული და ერითროციტული წარმოშობის აქტიური თრომბოპლასტიური ფაქტორების წარმოქმნას. ვანკითარებული ჰიპერკოაგულობა არ ქვეითდება რეფლექტორულად და სისხლის შედედების პატენციის აღეკვთვრად, როგორც ეს ხდება ნორმის პირობებში (უნარკოზოდ). ჰეპარინის წინაწარმ შეყვანით ხდება ჰიპერკოაგულობის შეკავება. თუ მიკროშედედება მინც მოხდა, გაღიზიანებულ ჰემორეცეპტორებს შეუძლიათ მისი გაქრობა, მაგრამ კანონზომიერი და მიზანშეწონილი რეაქციის მაგივრად ის ხშირად მიჰყავს სისხლის შედედების საწინააღმდეგო ეფექტის გადაჭარბებული აქტივაციისაკენ, რომელიც გავლენას ახდენს ჰემოსტაზის ყველა ფაზაზე და ჰემორაგიულ დიათეზამდე მიჰყავს. პროტამინსულფატის გადაჭარბებული დოზირება დაუშვებელია კიდევ იმიტომ, რომ ამ ნივთიერებას თვითონ აქვს უნარი *in vitro* ფიბრინოგენის დალექვისა [1] და თრომბოპლასტიკური გენერაციის ტესტის შეკავებისა IX ფაქტორის ინაქტივიზაციის გზით. მას აგრეთვე შეუძლია გამოაგლინოს სისხლის შედედების საწინააღმდეგო მოქმედება ცოცხალ ორგანიზმში, რაც იწვევს პროტამინის შოკს და თრომბოციტოპენიას [2].

ჰეპარინის გასანივრალეზად საჭირო პროტამინსულფატის მინიმალური დოზა ადამიანისა და ცხოველის სისხლში ხელოვნური სისხლის მიმოქცევის პი-

რობებში გამოთვლილია თრომბინის დროისა და ტიტრაციის მეთოდის საშუალებით. პერკინსისა და მისი თანამშრომლების მონაცემებით პროტამინსულფატის რაოდენობა საშუალოდ შეადგენს 1,2 მგ თითოეულ 1 მგ ჰეპარინზე, რომელიც შეყვანილია ავადმყოფის ორგანიზმში. პედენისა და მაკფარლანის მონაცემებით, ყოველ 1 მგ ჰეპარინზე საჭიროა 1,5 მგ პროტამინსულფატი.

ავადმყოფის სისხლის შერევა ოქსიგენატორის ჰეპარინიზებული დონორების სისხლთან — სისხლის შედედებისა და სისხლის შედედების საწინააღმდეგო სისტემებს შორის რეაქცია (კრძოდ, თრომბოციტების რიცხვის, ენდოგენური ჰეპარინისა და ჰეპარინის მაგვარი ნივთიერების დონის მერყეობა) გვიჩვენებს, რომ წინასწარ გამოთვლილი დოზირება ხელსაყრელია მხოლოდ გაურთულებელ შემთხვევებში.

პოლიმიკროშედედებისა და ჰემორაგიული დიათეზების პროფილაქტიკის მიზნით, აპარატის გამორთვის შემდეგ, შეყვანილი პროტამინსულფატის სტანდარტული დოზის შესამოწმებლად და დამატებითი დოზის გამოსათვლელად, თუ ეს აუცილებელია, საჭიროა ზუსტად ვიცოდეთ გამოსაკვლევი სისხლის ჰეპარინიზაციის ხარისხი.

ექსპერიმენტში, ძალზე მეტ ოპერაციების დროს, სისხლის შედედების ფაზების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ყველაზე მეტად წარდგენილ მოთხოვნას უპასუხებს მეთოდი ჰეპარინის ანტიდოტის გამოყენებით *in vitro*. იგი ამოკლებს თრომბინის დროს პლასმაში, ან სისხლის შედედების დროს ჰეპარინის ნეიტრალიზაციის გზით.

გამოსაკვლევ სისხლში ჰეპარინის სიჭარბის გასანიტრალეზებად და პროტამინსულფატის მინიმალური დოზის გამოსათვლელად ჩვენ ვაწარმოებთ გატიტრირებას სტეფანინით და დამეშეკით (პროტამინ ჰეპარინის ტოლერანტობის ტესტი, აღწერილი მ. შაჩაბელის მიერ [3] და აგრეთვე ალენის მეთოდის პერკინსისა და მისი თანამშრომლების (1956) მოდიფიკაციით (ამ მეთოდით მიღებული მონაცემები სხვა შრომის საგანს შეადგენს). ეს მეთოდი გამოირჩევა დოზის გამართვის სიმარტივით, მაგრამ ზოგიერთ გართულებულ შემთხვევაში ჰიპერკოაგულაციის დროს მოხერხებულია. მისი თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ცდაში გამოიყენება გამოსაკვლევად სისხლი სტაბილიზატორის გარეშე, რომელიც აღებულია 1 საათის წინ *in vivo* ჰეპარინიზებული ცხოველისაგან. ოპერაციის შემდგომ პერიოდში, მაშინაც კი, როცა ვითარდება მეორეული ჰიპერკოაგულოზა, ეს მოდიფიკაცია კარგავს თავის უპირატესობას (სინეთი „არა-შედედებული“ სისხლი, როგორც ოპერაციის დროსა, უკვე აღარ არის), განსაკუთრებით დინამიკური გამოკვლევის დროს, როდესაც გამოკვლევა ხდება ოპერაციამდე, ოპერაციის შემდგომ და გამოჯანმრთელების პერიოდში. გამოსაკვლევ სისხლზე ჰეპარინის დამატება, როგორც ეს ხდება სტეფანინით და დამეშეკით პროტამინსულფატით გატიტრირისას, გვიძლევს საშუალებას მივიღოთ წარმოდგენა დინამიკურ ცვლილებებზე.

მეთოდიკა

საჭირო რეაქტივები:

1. 0,1%-იანი პროტამინსულფატის ხსნარი. ასეთი ხსნარის მოსამზადებლად გამოხდილი წყლის მოცულობის (მილილიტრებით) რაოდენობა უნდა უდრიდეს რიცხობრივად მილიგრამობით მშრალ პროტამინსულფატს. მაგალითად: 100 მლ გამოხდილ წყალზე საჭიროა 100 მგ პროტამინსულფატი. 0,1 მლ ასეთ ხსნარში იქნება 0,1 მგ პროტამინსულფატი.
2. 1%-იანი ჰეპარინის ხსნარი. ჩვენ ვხმარობდით (ხსნარში) უნგრული ფირმის „რიხტერის“ ჰეპარინს, რომლის ერთი მილილიტრი შეიცავს 5000 ერთეულ ჰეპარინს, რაც ეკვივალენტურია 50 მგ მშრალი ნივთიერებისა. 1% ხსნარის

მისაღებად ვიღებთ 1 მლ უნჯრული ჰეპარინის ხსნარს და ვუმატებთ 4 მლ ფიზიოლოგიურ ხსნარს. 1 მლ ასეთი ხსნარი შეიცავს 10 მგ ჰეპარინს. 0,1 მლ-ში კი იქნება 1 მგ ჰეპარინი.

ც ლ ა

11 სინჯარაში რიგრიგობით მარცხნიდან მარჯვნივ თავსდება გადიღებული რაოდენობა პროტამინსულფატის ხსნარისა: 0,02 მლ-დან 0,22 მლ-მდე, ისე, რომ მეზობელ ორ სინჯარას შორის სხვაობა იყოს 0,02 მლ.

შპრიცში ვიღებთ 0,1 მლ. ჰეპარინის ხსნარს, რომელსაც ვურევთ ვენურ სისხლს 11 მლ-მდე. 1 მლ ასეთი სისხლისა თავსდება თითოეულ სინჯარაში. თითოეული მლ შეიცავს 0,09 მგ ჰეპარინს. სინჯარებს ასეთი ნარევიტ ვაჩერებთ ოთახის ტემპერატურაზე 1 საათის განმავლობაში და მერე აღვნიშნავთ პირველ სინჯარას, რომელშიც წარმოიქმნა მკვრივი კოლტი.

გამოსაკვლევ სისხლში ჰარბი ჰეპარინის გასანიტრალეზლად პროტამინსულფატის დოზის გამოთვლისას უნდა გავითვალისწინოთ ეგზოგენური (შპრიცში აღებული) ჰეპარინის მოქმედება და პროტამინსულფატის რაოდენობა, რომელიც ხმარდება მის განეიტრალეზას.

25 ჯანმრთელ ორივე სქესის ძალღზე ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ნორმაში ძალღებში, ისევე როგორც ადამიანებში (ჩვენი მონაცემებით), მკვრივი კოლტი წარმოიქმნება მეხუთე სინჯარიდან. მეხუთე სინჯარა შეიცავს 0,1 მლ 0,1% პროტამინსულფატის ხსნარს. მაშასადამე, 0,09 მგ ეგზოგენური ჰეპარინის აქტივობა ნორმალურ ენდოგენურ ჰეპარინის აქტივობასთან ერთად (რომელიც იმყოფება გამოსაკვლევ პლანხაში) ნეიტრალიზდება 0,1 მგ პროტამინსულფატით. ნორმალური ენდოგენური ჰეპარინის აქტივობას უგულვებლევყოფთ გამოთვლაში. მაშასადამე, 1 მგ ჰეპარინის გასანიტრალეზლად საჭიროა 1,1 მგ პროტამინსულფატი, რაც ეთანხმება პერკინსისა და მისი თანამშრომლების მონაცემებს.

ხელოვნური სისხლის მიმოქცევის პირობებში ჩვენ მიერ 15 ძალღზე ჩატარებულმა გამოკვლევამ პროტამინ-ჰეპარინის ტოლერანტობის ტესტით.

აპარატის ოქსიგენატორში თავსდება ჯანმრთელი ძალღების ჰეპარინით სტაბილიზებული 3 ლიტრი სისხლი. 1 ლიტრი სისხლის სტაბილიზაცია ხდება 40 მგ ჰეპარინით, ოპერაციის დასაწყისში ცხოველში შეჰყავთ 2 მგ ჰეპარინი ყოველ 1 კგ წონაზე. მაგალითად, თუ ძალღის წონაა 20 კგ, შეჰყავთ 40 მგ ჰეპარინი. აპარატის ჩართვისას ოქსიგენატორში და ცხოველის ორგანიზმში მყოფი ხსნლი ერევა ერთმანეთს. ასეთი წონის ძალღს დაახლოებით 1500 მლ (1/13 წონა) სისხლი აქვს. მაშასადამე, ოქსიგენატორში არსებული 3 ლიტრი სტაბილიზებული სისხლი და 1500 მლ ცხოველის ორგანიზმში არსებული სისხლი გეაძლევს 4500 მლ სისხლს, რომელზეც მოდის 160 მგ ჰეპარინი.

ჩვენი მონაცემებით, აპარატის გამორთვის შემდეგ პროტამინსულფატის შეყვანამდე საცდელი ძალღის ჰეპარინიზებული სისხლის ნეიტრალიზაციის დროს უფრო ხშირად მკვრივი კოლტი წარმოიქმნება მე-7 სინჯარიდან, რომელიც შეიცავს 0,14 მგ პროტამინსულფატს, რაც 0,04 მგ-ით მეტია ნორმაში შპრიცში აღებული ჰეპარინის გასანიტრალეზლად. სხვაობის გამრავლებით ძალღის მთელ სისხლზე მლ-ით გავივებთ, რა რაოდენობის პროტამინსულფატია საჭირო სისხლძარღვში ჰარბი ჰეპარინის გასანიტრალეზლად. ჩვენს მაგალითში 0,04 მგ უნდა გავამრავლოთ 1500 მლ, რაც შეადგენს 60 მგ მაშასადამე, გამოსაკვლევ სისხლს მე-7 სინჯარაში შედედებისას ჰარბი ჰეპარინის გასანიტრალეზლად 1,5 ლიტრ სისხლში საჭიროა 60 მგ პროტამინსულფატი.

1 ცხრილში მოცემულია გამოთვლები პროტამინსულფატისა, რომელიც საჭიროა 1 ლ სისხლზე, თუ შედედება მოხდება თანამიმდევრულად მე-6, მე-7,

მე-8, მე-9 და მე-10 სინჯარაში. პროტამინსულფატის რაოდენობის გამოთვლა წარმოებს ენდოგენური და სისხლის გასანეიტრალებლად დამატებით გამოყენებული პროტამინსულფატის რაოდენობიდან.

ცხრილი 1

პირველი სინჯარა, რომელშიც მოხდა შედეგება	0,1% პროტამინსულფატის ხსნარის რაოდენობა მგ, რომელიც მოხმარდა ჭეპარინის განეიტრალებას 1 მლ გამოსაკვლევ სისხლში	პროტამინსულფატის შესაფერისი რაოდენობა მგ-ით	პროტამინსულფატის ხსნარის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 1 ლ გამოსაკვლევ სისხლში ჭეპარინის გასანეიტრალებლად		
			მგ	1% მლ	5% მლ
5	0	0	0	0	0
6	0,02	0,02	20	2	0,4
7	0,04	0,04	40	4	0,8
8	0,05	0,06	60	6	1,2
9	0,08	0,08	80	8	1,6
10	0,1	0,1	100	10	2,0

სისხლის შედეგების დროს გახანგრძლივება და შედეგების მთლიანი შეკავება *in vitro* პროტამინის გადაჭარბებული დოზირების დროს, პერკინსისა და მის თანამშრომლებთან შედარებით ჩვენ არ აღგვინიშნავს. აღწერილ შემთხვევებში პირველი კოლტის წარმოქმნის შემდეგ მომდევნო სინჯარებში მკვირივი კოლტის არსებობა აღინიშნებოდა.

დასკვნა

პროტამინსულფატის მინიმალური დოზის გამოსაანგარიშებლად, რომელიც ანეიტრალებს ძალის გამოსაკვლევ სისხლში ჭეპარინის გადაჭარბებულ რაოდენობას ნელოგენური სისხლის მიმოქცევის პირობებში. აპარატის გამორთვის შემდეგ მიზანშეწონილია პროტამინსულფატის ტიტრაციის მეთოდის გამოყენება. მოცემულია მეთოდიკა და გამოთვლა პროტამინსულფატის მინიმალური დოზისა, რომელიც ანეიტრალებს ჭეპარინის გადაჭარბებულ რაოდენობას მთელს ორგანიზმში. ეს მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს იმავე პირობებში და იმავე მიზნით ადამიანებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ექსპერიმენტული და კლინიკური
ჭირურგიისა და ჰემატოლოგიის
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.9.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Аллен. Проблемы свертывания крови, связанные с применением насосов и оксигенаторов для искусственного кровообращения. В кн.: „Искусственное кровообращение“. Перевод с англ., М., 1960, 203—222.
2. Г. Перкинс, Д. Осборн, Ф. Гербулд. Вопросы свертывания крови. В кн.: „Искусственное кровообращение“. Перевод с англ., М., 1960, 223—230.
3. М. С. Мачабели. Теория свертывания крови АН ГССР, Тбилиси, 1960, 144.



კლინიკური მდიცინა

ს. როინიშვილი

პროტინების რაოდენობრივი ცვლილებები სხვადასხვა დაავადების დროს

(წარმოადგენს აქადემიკოსმა კ. ერისთავმა 8.12.1961)

ამჟამად ცილის ცელას ადამიანის ორგანიზმში მეტად დიდი ყურადღება ექცევა როგორც ფიზიოლოგიის, ისე პათოლოგიის პირობებში.

ჩვენ შევისწავლეთ ცილის რაოდენობრივი ცვლილებები სხვადასხვა დაავადების დროს. გამოკვლევა ჩავატარეთ 288 შემთხვევაზე. აქედან 76 — გულის სხვადასხვა დაავადების დროს, 50 — თირკმლის, 24 — ღვიძლისა და 15 — ტუბერკულოზის ღია პროცესის დროს, 23 — ბრუცელოზის, 18 — ექსულდტიანი პლევრიტის, 7 — ღიზენტერიის, 14 — ბრონქული ასთმის, 9 — დიაბეტის, 8 — კრუპოზული პნევმონიის, 21 — ჰიპერტონიული სნეულების, 14 — კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულის, 8 — ფილტვის კიბოს დროს.

გამოკვლევებს ვაწარმოებდით სტაციონარულ ავადმყოფებზე, რომლის დიაგნოზი დადასტურდებოდა კლინიკური, ლაბორატორიული და რენტგენოლოგიური მონაცემებით. საერთო ცილა გამოკვლეულ იქნა მალფატის წესით და ფრაქციები — რუმინაის მეთოდით ტელემანის მოდიფიკაციით. ნორმალურ რიცხვად მივიღეთ სისხლის პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 7,0-დან — 8,5 გრ%-მდე, ალბუმინისათვის — 4,0-დან 5,5 გრამ %-მდე, გლობულინისათვის — 2,0-დან — 3,5 გრამ %-მდე, ფიბრინოგენისათვის — 0,3-დან 0,6 გრამ %-მდე, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტისათვის — 1,5-დან — 2-მდე. ეს მონაცემები ეფარდება ლიტერატურულ მონაცემებს.

გამოვიკვლიეთ 76 ავადმყოფის სისხლის პლაზმის საერთო ცილა და მისი ფრაქციები სისხლის მიმოქცევის უკმარისობის სხვადასხვა ხარისხის დროს.

კარდიოსკლეროზით დაავადებულთა გამოკვლევა ჩატარდა 46 ავადმყოფზე. ათეროსკლეროზული კარდიოსკლეროზის სისხლის მიმოქცევის უკმარისობის (პირველი ხარისხი) 9 ავადმყოფზე სისხლის პლაზმის ცილები საშუალო მონაცემებით 6,9 გრამ %-ს შეადგენს. მეორე ხარისხის უკმარისობის დროს 14 ავადმყოფზე — 6,2-ს, მესამე ხარისხის უკმარისობისას 24 ავადმყოფზე — 6,1-ს (ნორმა 7,0—8,0 გრამ პროცენტი).

ალბუმინები პირველი ხარისხის უკმარისობის დროს საშუალოდ 3,7 გრ %-ს უდრის, მეორე ხარისხისა — 3,2 გრ %-ს და მესამე ხარისხის უკმარისობისას — 3,06 გრ %-ს (ნორმა 4,0—5,5 გრ. %).

გლობულინები პირველი ხარისხის უკმარისობის დროს საშუალოდ უდრის 2,7 გრ. %-ს, მეორე ხარისხის დროს — 2,9 გრ. %-ს, მესამე ხარისხისას — 2,7 გრ. %-ს (ნორმა 2,0—3,5).

პირველი ხარისხის უკმარისობისას ფიბრინოგენი საშუალოდ უდრის 0,35 გრ. %-ს, მეორე ხარისხის დროს — 0,35 გრ. %-ს, მესამე ხარისხისას კი — 0,34 გრ. %-ს (ნორმა 0,3—0,6 გრ. %). ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი პირველი ხარისხის უკმარისობის დროს უდრის 1,3 გრ. %-ს, მეორე ხარისხის დროს — 1,2 გრ. %-ს, მესამე ხარისხის დროს კი — 1,1 გრ. %-ს.

ამგვარად, 46 ავადმყოფიდან 37 შემთხვევაში ადგილი აქვს საერთო ცილის მეტ-ნაკლებად გამოხატულ შემცირებას, რაც შეადგენს 80%-ს; 9 შემთხვევაში კი მივიღეთ ნორმოპროტეინემია, რაც 20%-ს შეადგენს.

ჩვენ გამოვიკვლიეთ გ უ ლ ის ო რ გ ა ნ უ ლ ი მ ა ნ კ ე ბ ი თ დაავადებული ავადმყოფები.

ა) მ ა რ ც ხ ე ნ ა ვ ე ნ უ რ ი ხ ვ რ ე ლ ის მ ა ნ კ ე ბ ი

გამოკვლევა ჩატარდა 22 ავადმყოფზე. პირველი ხარისხის დეკომპენსაციის დროს 8 ავადმყოფზე საერთო ცილა საშუალოდ უდრის 6,7 გრ. %-ს (ნორმა 7,0—8,5 გრ. %), მეორე ხარისხის დროს — 6,1 გრ. %-ს, მესამე ხარისხის დროს კი — 6,0 გრ. %-ს.

ალბუმინების რაოდენობა პირველი ხარისხის დეკომპენსაციის დროს საშუალოდ 3,8 გრ. %-ს შეადგენს, მეორე ხარისხის დროს — 3,2 გრ. %-ს, მესამე ხარისხის დროს კი — 3,1 გრ. %-ს.

გლობულინები პირველი ხარისხის დეკომპენსაციის დროს საშუალოდ უდრის 2,6 გრ. %-ს, მეორე ხარისხის დროს — 2,6 გრ. %-ს, მესამე ხარისხის დროს კი — 2,66 გრ. %-ს.

ფიბრინოგენი პირველი ხარისხის დეკომპენსაციის დროს საშუალოდ 0,27 გრ. %-ს უდრის, მეორე ხარისხისას — 0,28 გრ. %, მესამე ხარისხის დროს — 0,32 გრ. %-ს.

ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი პირველი ხარისხის დეკომპენსაციის დროს 1,5-ს უდრის, მეორე ხარისხის დროს — 1,2-ს, მესამე ხარისხის დროს — 1,15-ს (ნორმა 1,75—2,0).

ბ) ა ო რ ტ ის ს ა რ ქ ვ ლ ე ბ ის მ ა ნ კ ი

გამოკვლევა ჩატარდა 9 ავადმყოფზე. აორტის სარქველების მანკების სისხლის მიმოქცევის მეორე ხარისხის დეკომპენსაციის დროს ცილა საშუალოდ 6,1 გრ. %-ს უდრის, ალბუმინები — 2,9 გრ. %-ს, გლობულინები — 2,87 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი საშუალოდ უდრის 0,23 გრ. %-ს, ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი საშუალოდ 0,9-ს შეადგენს.

ჰიპერტონიით დაავადებულ 21 ავადმყოფზე ცილის საერთო რაოდენობა მერყეობდა 4,3-დან 10,5 გრ. %-მდე. საშუალოდ უდრის 6,42 გრ. %-ს. ალბუმინი 4,47 გრ. %-ს, გლობულინი 2,94 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი—0,35 გრ. %-ს, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი — 1,6-ს, ე. ი. ალბუმინი საერთო ცილის 57%-ს შეადგენს, გლობულინი — 37%-ს და ფიბრინოგენი — 6,0%-ს.

ჰიპერტონიული სნეულების დროს 9 შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა ჰიპერპროტეინემიას, 6 შემთხვევაში ცილის რაოდენობა ნორმის ფარგლებშია და 6 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი.

თუ ზემოაღნიშნულს დავყოფთ პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობის მიხედვით, ასეთ სურათს მივიღებთ: 4,0-დან 5,0 გრ. %-მდე არის 2 შემთხვევა, 5,0-დან 6,0 გრ. %-მდე არც ერთი, 6,0-დან 7,0 გრ. %-მდე — 4, 7,0-დან 8,0 გრ. %-მდე — 6 შემთხვევა, 8,0 გრ. %-ს ზემოთ — 9 ავადმყოფი.

ალბუმინები 5 შემთხვევაში მომატებულია, 9 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია და 7 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი.

გლობულინები 7 შემთხვევაში აღმოჩნდა ნორმაზე მაღალი, 9 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში, 5 შემთხვევაში კი ნორმაზე დაბალი. ფიბრინოგენი 15 შემთხვევაში მივიღეთ ნორმის ფარგლებში და 6 შემთხვევაში ნორმაზე დაბალი. ალბუმინ-გლობულინის შეფარდებითი კოეფიციენტი 1 შემთხვევაში იყო

მაღალი, 12 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში და 8 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი.

ლეიძლის სხვადასხვა დაავადებისას გამოვიკვლიეთ 24 ავადმყოფი. დაავადების მიხედვით ავადმყოფები გადანაწილეთ ჯგუფებად: მწვავე ჰეპატიტი, ე. ი. ბოტკინის დაავადება — 21 ავადმყოფი, ლეიძლის ატროფიული ციროზი — 3. გამოკვლევები ჩავატარეთ როგორც დაავადების უმაღლეს დონეზე, ისე გაუმჯობესების დროს, ავადმყოფის კლინიკიდან გაწერისას. განმეორებათი გამოკვლევა ჩატარდა 21 შემთხვევიდან 19-ზე, ორზე ვერ იქნა განმეორებითი გამოკვლევა, რადგან ხოლმეის გამო ჩქარა დაიღუპნენ.

მწვავე ჰეპატიტით დაავადებული 21 ავადმყოფიდან სისხლის პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 8 შემთხვევაში აღმოჩნდა 7,0 გრ. %-ზე მაღალი, დანარჩენ შემთხვევაში — 4,3-დან 7,0 გრ. %-მდე. ალბუმინების რაოდენობა 9 შემთხვევაში იყო ნორმის ფარგლებში — 4,1-დან 5,25 გრ. %-მდე, 11 შემთხვევაში — შემცირებული — 1,91-დან 3,91 გრ. %-მდე.

გლობულინების რაოდენობა 4 შემთხვევაში იყო ნორმაზე დაბალი — 1,35-დან 1,78 გრ. %-მდე, 17 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში — 2,0-დან 3,65 %-მდე, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტები 11 შემთხვევაში აღმოჩნდა ნორმაზე დაბალი, 10 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში.

ავადმყოფის მდგომარეობის გაუმჯობესებისას პლაზმის ცილებმა და ალბუმინებმა შიშობა, გლობულინებმა კი დაიკო.

ზემოსხნებული გამოკვლევა ჩატარდა ლეიძლის ატროფიული ციროზის 3 შემთხვევაზე. ლეიძლის ციროზის 3 შემთხვევიდან პლაზმის ცილები ორ შემთხვევაში იყო ნორმაზე დაბალი, 1 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში. ალბუმინების რაოდენობა სამივე შემთხვევაში იყო ნორმაზე დაბალი, გლობულინების რაოდენობა — 2 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში, 1 შემთხვევაში — ნორმაზე მაღალი. ფიბრინოგენი 1 შემთხვევაში — ნორმალური, 2 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი. ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი სამივე შემთხვევაში დაბალი აღმოჩნდა.

სისხლის პლაზმაში ფიბრინოგენის რაოდენობა მწვავე ჰეპატიტების დროს დაავადების უმაღლეს დონეზე დაკლებული აღმოჩნდა 5 შემთხვევაში (0,2-დან 0,26 გრ. %-მდე), 16 შემთხვევაში კი ნორმალური (0,3-დან 0,51 გრ. %-მდე). განსაკუთრებით ფიბრინოგენის დაბალი რაოდენობა აღინიშნება მიმედ მიმდინარე შემთხვევების დროს (როგორც ჩანს ლეიძლის დაავადებისას). უმეტეს შემთხვევებში ადგილი აქვს პიპოპროტინემიას, რაც აიხსნება ალბუმინების შემცირებით. გლობულინები უმეტეს შემთხვევაში ნორმიდან არ გამოდიან. ალბუმინებისა და გლობულინების შეფარდება ზოგ შემთხვევაში საგრძნობლად დარღვეულია.

ესწავლობდით რა სისხლის პლაზმის ცილის ფორმულის ცვლებადობის დინამიკას სიყვითლეების დროს, ჩვენ შევამჩნიეთ პარალელიზმი სისხლში ცილის ცვლებადობასა და კლინიკურ სურათს შორის: დაავადების უმაღლეს დონეზე სისხლის პლაზმაში შემჩნეულ იქნა ალბუმინების საგრძნობი შემცირება, მაგრამ ზოგჯერ სიყვითლის შედეგად, სისხლის პლაზმის ცილის ფრაქციები არ დაუბრუნდა ნორმას. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ პათოლოგიური პროცესი ჯერ კიდევ არ იყო დამთავრებული. ასეთ ავადმყოფებს ჰქონდათ ლეიძლის გადიდება. ამგვარად, ლეიძლის დაავადების დროს ადგილი აქვს ცილის ცვლის დარღვევას.

სისხლის პლაზმის საერთო ცილა და მისი ფრაქციები გამოვიკვლიეთ თირკმლის დაავადების 50 ავადმყოფზე, რომელთაგან 5 ავადმყოფი დაავადებული იყო მწვავე ნეფრიტით, 14 — ქვემწვავე ნეფრიტით და 31 ქრონიკული ნეფრიტით.



ნეფრიტის დროს სისხლის პლაზმაში ცილის საერთო რაოდენობა მერყეობდა 4,8-დან 6,8 გრ. %-მდე და საშუალოდ უდრიდა 5,9 გრ. %-ს. ალბუმინების რაოდენობა საშუალოდ 3,4 გრ. %-ს შეადგენდა. გლობულინებისა — 2,2 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი 1,3-ს უდრიდა, ე. ი. ალბუმინის რაოდენობა საერთო ცილის 57%-ს უდრის, გლობულინები — 37,2%-ს, ფიბრინოგენი — 5,8%-ს.

მეორე ჯგუფში განხილულია ქვემწვავე ნეფრიტის 14 შემთხვევა. 14 ავადმყოფიდან პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 11 შემთხვევაში აღმოჩნდა ნორმაზე დაბალი, 3 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში. ალბუმინების რაოდენობა 1 შემთხვევაში იყო ნორმის ფარგლებში, 13 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი. გლობულინები 8 შემთხვევაში იყო ნორმის ფარგლებში, 6 შემთხვევაში კი — ნორმაზე დაბალი. ფიბრინოგენი 1 შემთხვევაში ნორმაზე მაღალი აღმოჩნდა, 6 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში და 7 შემთხვევაში — ნორმის ქვევით.

ამგვარად, ქვემწვავე ნეფრიტით დაავადებულ ავადმყოფებში საერთო ცილის რაოდენობა მერყეობდა 4,1-დან 7,0 გრ. %-მდე და საშუალოდ 5,4 გრ. %-ს უდრიდა. ალბუმინები — 3,0 გრ. %-ს, გლობულინები — 2,05 გრ. %-ს. ფიბრინოგენი — 0,34 გრ. %-ს, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი 1,4-ს შეადგენს, ე. ი. ალბუმინების რაოდენობა შეადგენს საერთო ცილის 55,5%-ს, გლობულინებისა — 38,9-ს, ფიბრინოგენი — 6,6%-ს.

ქრონიკული ნეფრიტით დაავადებული 31 ავადმყოფიდან სისხლის პლაზმის ცილის რაოდენობა 7 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, დანარჩენ 24 შემთხვევაში კი ნორმაზე დაბალი.

ჩვენ ავადმყოფები დაევათ სისხლის პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობის მიხედვით და მივიღეთ ასეთი სურათი: 2,0-დან 3,0 გრ. %-მდე — 4 ავადმყოფი, 3,0-დან 4,0 გრ. %-მდე — 3, 4,0-დან 5,0 გრ. %-მდე — 11, 5,0-დან 6,0 გრ. %-მდე — 5, 6,0-დან 7,0 გრ. %-მდე — 1, 7,0 გრ. %-ზე ზევით — 7 ავადმყოფი.

ალბუმინების რაოდენობა 4 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში აღმოჩნდა, 27 შემთხვევაში კი შემცირებული.

გლობულინების რაოდენობა 2 შემთხვევაში მომატებულია, 7 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში, 22 შემთხვევაში, ნორმაზე დაბალი.

ფიბრინოგენის რაოდენობა 13 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, 18 შემთხვევაში კი — ნორმაზე დაბალი.

სისხლის ცილების საერთო რაოდენობა ქრონიკული ნეფრიტის დროს მერყეობდა 2,48-დან 7,8 გრ. %-მდე (საშუალოდ 5,3 გრ. %). ალბუმინების რაოდენობა საშუალოდ 3,05 გრ. %-ია, გლობულინები — 1,85 გრ. %, ფიბრინოგენი — 0,28 გრ. %, ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი უდრის 1,6-ს, ე. ი. ალბუმინების რაოდენობა საერთო ცილის 60%-ს შეადგენს, გლობულინებისა — 37,1%-ს და ფიბრინოგენისა — 3%-ს. მასასადამა, ქრონიკული ნეფრიტით დაავადებული 31 ავადმყოფიდან სისხლის პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 7 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია, დანარჩენ 24 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი.

ქრონიკული ნეფრიტის დროს ასეთი მკვეთრი ჰიპოპროტეინემია აიხსნება ალბუმინების რაოდენობის მკვეთრი შემცირებით (საშუალოდ 3,05 გრ. %-მდე), ნაწილობრივ კი გლობულინისა და ფიბრინოგენის შემცირებით.

ბრუცელოზით დაავადებულ 23 ავადმყოფზე ჩავატარეთ გამოკვლევა მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ. მკურნალობამდე სისხლის პლაზმაში ცილის საერთო რაოდენობა 10 შემთხვევაში (43%) ნორმაზე დაბალი იყო, 13 შემთხვევაში — ნორმალური (57%). ალბუმინების რაოდენობა 13 შემთხვევაში შემცირდა (57%), 10 შემთხვევაში (43%) ნორმალური დარჩა. გლობული-

ნებმა 1 შემთხვევაში (5%) მოიმატა, 22 შემთხვევაში (95%) ნორმალური დარჩა. ფიბრინოგენი 6 შემთხვევაში (26%) ნორმაზე დაბალი იყო, 17 შემთხვევაში (73%) — ნორმალური. ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი 14 შემთხვევაში (60%) ნორმაზე დაბალი იყო, 9 შემთხვევაში (40%) ნორმალური.

მკურნალობის შემდეგ საერთო ცილამ 2 შემთხვევაში დაიკლო. 19 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში დარჩა და 2 შემთხვევაში ნორმაზე მაღალი იყო. ალბუმინები 3 შემთხვევაში დარჩა ნორმაზე დაბალი, 20 შემთხვევაში კი მინიმალურად მოიმატა. გლობულინების რაოდენობამ 1 შემთხვევაში მოიმატა, 22 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში დარჩა.

ფიბრინოგენი 2 შემთხვევაში ნორმაზე დაბალი იყო, 21 შემთხვევაში — ნორმალური.

ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი 7 შემთხვევაში ნორმაზე დაბალი აღმოჩნდა, 16 შემთხვევაში — ნორმალური.

ამგვარად, ბრუცელოზის დროს მკურნალობამდე საერთო ცილისა და ფრაქციების მხრივ ადგილი აქვს ცვლილებებს, რაც გამოიხატება საერთო ცილის რაოდენობის დაკლებით. ეს აიხსნება ალბუმინების რაოდენობის შემცირებითა და გლობულინების მომატებით თავისივე ჯგუფის ცილასთან. მკურნალობის შემდეგ ეს მდგომარეობა თითქმის გამოსწორდა.

მწვავე რევმატიზმით დაავადებულ 36 ავადმყოფზე გამოკვლევულ იქნა სისხლის პლაზმის ცილების საერთო რაოდენობა და მისი ფრაქციები მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ.

მკურნალობამდე სისხლის პლაზმაში ცილის საერთო რაოდენობა 9 შემთხვევაში (25%) ნორმაზე დაბალია, 25 შემთხვევაში (69%) — ნორმის ფარგლებში და 2 შემთხვევაში (6%) — მომატებული.

ალბუმინების რაოდენობა 27 შემთხვევაში დაბალია, 9 შემთხვევაში — ნორმალური. გლობულინები 2 შემთხვევაში (6%) ნორმაზე დაბალია, 33 შემთხვევაში (91%) ნორმის ფარგლებში, ხოლო 1 შემთხვევაში (3%) — მომატებული. ფიბრინოგენის რაოდენობა 5 შემთხვევაში (14%) დაკლებულია, 31 შემთხვევაში (86%) ნორმალური.

ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი 18 შემთხვევაში (50%) დაბალია, 11 შემთხვევაში (30%) ნორმალური და 7 შემთხვევაში (20%) — მომატებული.

ამგვარად, აღნიშნული მსვლელების დროს მკურნალობამდე ადგილი აქვს სისხლის პლაზმის როგორც საერთო ცილის, ისე მისი ფრაქციების მხრივ მეტნაკლებად გამოხატულ ცვლილებებს. ეს ცვლილებები უფრო მკვეთრად გამოხატული ფრაქციებში, მკურნალობის შემდეგ, ე. ი. განკურნებისას ეს ცვლილებები საგრძნობლად სწოვდება. მაგრამ მკერე ცვლილებები მაინც რჩება, რაც გამოიხატება ფრაქციების გაუკუღმართებით დაკლებისაკენ.

ტუბერკულოზის ღია პროცესის დროს ჩვენ მიერ გამოკვლევულ იქნა სისხლის პლაზმის საერთო ცილა და მისი ფრაქციები დაავადების 15 შემთხვევაზე; აქედან პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 2 შემთხვევაში იყო ნორმაზე მაღალი, 8 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში და 5 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი (საშუალოდ 7,07 გრ. %).

ალბუმინის რაოდენობა 6 შემთხვევაში იყო ნორმის ფარგლებში, 9 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი (საშუალოდ 3,68 გრ. %). გლობულინების რაოდენობა 2 შემთხვევაში იყო ნორმაზე დაბალი, 10 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში, 3 შემთხვევაში — ნორმაზე მაღალი (საშუალოდ 2,6 გრ. %).

ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი 8 შემთხვევაში იყო ნორმაზე დაბალი და 7 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში.

ფიბრინოგენის რაოდენობა ტუბერკულოზით დაავადებულთა 15 შემთხვევიდან 2 შემთხვევაში იყო ნორმის ფარგლებში, 13 შემთხვევაში — ნორმაზე

დაბალი, 3 შემთხვევაში კი ძლიერ დაბალი (0,2-ზე დაბლა). განსაკუთრებით დაბალია იგი მეტად მძიმედ მიმდინარე შემთხვევების დროს (0,26 გრ. %).

პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 2 შემთხვევაში იყო ნორმის ფარგლებში, დანარჩენ 9 შემთხვევაში კი — 7,0 გრ. %-ზე დაბლა — 3,5-დან 7,0 გრ. %-მდე (საშუალოდ 5,4 გრ. %).

თუ ავადმყოფებს დავყოფთ სისხლის პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობის მიხედვით, ასეთ სურათს მივიღებთ: 3,0-დან 4,0 გრ. %-მდე — 2 შემთხვევა, 4,0-დან 5,0 გრ. %-მდე — 1; 5,0-დან 6,0 გრ. %-მდე — 2, 6,0-დან 7,0 გრ. %-მდე — 2, 6,0-დან 7,0 გრ. %-მდე — 4. (საშუალოდ 5,4 გრ. %).

3 ავადმყოფს ალბუმინი ჰქონდა ნორმის ფარგლებში, საერთო ცილის რაოდენობა კი ნორმალურზე დაბალი (ალბუმინები საშუალოდ 3,02 გრ. %, ცალა — 45%). გლობულინების რაოდენობა 4 შემთხვევაში იყო ნორმაზე დაბალი, 7 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში (საშუალოდ 2,2 გრ. %). ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი 6 შემთხვევაში იყო ნორმაზე დაბალი, 5 შემთხვევაში კი — ნორმის ფარგლებში. რაც შეეხება ფიბრინოგენს, 8 შემთხვევაში იგი იყო ნორმაზე დაბალი, 3 შემთხვევაში კი — ნორმის ფარგლებში (საშუალოდ 0,24 გრ. %). ამ დაავადების დროს უმეტეს შემთხვევაში აღგილი აქვს ჰიპოპროტეინემიას — ცილის ცვლის დარღვევას.

ექსულდატურ პლევრიტებზე გამოკვლევები ჩავატარეთ 18 ავადმყოფზე; აქედან პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 3 შემთხვევაში იყო 7,0 გრ. %-ზე მაღალი. დანარჩენ შემთხვევაში კი — 7,0 გრ. %-ზე დაბალი — 4,3-დან 7,0 გრ. %-მდე. ალბუმინი საშუალოდ 3,7 გრ. %-ს შეადგენს, გლობულინი — 2,2 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი — 0,31 გრ. %-ს, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი — 1,7-ს, ე. ი. ალბუმინი უდრის საერთო ცილის 59%-ს, გლობულინი — 32%-ს, ფიბრინოგენი — 9%-ს, აქედან ჩანს, რომ ექსულდატური პლევრიტების დროს უმეტეს შემთხვევაში აღგილი აქვს ჰიპოპროტეინემიას და მეტწილად ცილის ცვლის დარღვევას.

დიხენტერიით დაავადებულ 7 ავადმყოფში ცილის საერთო რაოდენობა სისხლის პლაზმაში მერყეობდა 4,3-დან 8,7 გრ. %-მდე (საშუალოდ 6,08 გრ. %). ალბუმინები საშუალოდ უდრის 3,68 გრ. %-ს, გლობულინი — 2,15 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი — 0,25 გრ. %-ს, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი 1,7-ს შეადგენს.

ბრონქული ასთმით დაავადებული 14 ავადმყოფის სისხლში პლაზმის ცილის საერთო რაოდენობა 4 შემთხვევაში 7 გრ. %-ზე მაღალი აღმოჩნდა, 10 შემთხვევაში კი — დაბალი, 4,3-დან 7,0 გრ. %-მდე. ცილების საერთო რაოდენობა 4,3-დან 7,8 გრ. %-მდე. ცილების საერთო რაოდენობა 4,3-დან 7,8 გრ. %-მდე მერყეობდა. ალბუმინების რაოდენობა 12 შემთხვევაში ნორმაზე დაბალი იყო და 2 შემთხვევაში ნორმალური. გლობულინები 3 შემთხვევაში ნორმაზე დაბალი აღმოჩნდა, 4 შემთხვევაში — ნორმაზე მაღალი და 7 შემთხვევაში — ნორმის ფარგლებში. დაავადების მძიმე შემთხვევებში ალბუმინ-გლობულინის კოეფიციენტი 0,6-ს შეადგენდა. ფიბრინოგენის რაოდენობა 8 შემთხვევაში დაქლებული იყო. 2 შემთხვევაში ძლიერ დაბალი (0,2 გრ. %-ზე დაბლა), 6 შემთხვევაში — ნორმალური. ამრიგად, ბრონქული ასთმის დროს მეტწილად აღგილი აქვს ჰიპოპროტეინემიას, რაც აიხსნება ალბუმინის დაკლებით და გლობულინების მომატებით.

შაქრიანი დიაბეტით დაავადებული 9 ავადმყოფის სისხლში საერთო ცილისა და მისი ფრაქციების რაოდენობრივმა ცვლილებებმა ასეთი სურათი მოგვცა: ნორმოპროტეინემიას აღგილი ჰქონდა 5 შემთხვევაში, ხოლო ჰიპოპროტეინემიას — 4 შემთხვევაში. საერთო ცილა საშუალოდ 6,3 გრ. %-ს შეადგენდა, ალბუმინი — 3,39 გრ. %-ს, გლობულინი — 2,67 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი — 0,3 გრ. %-ს, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი — 1,0-ს.

გლობულინების რაოდენობა ყველა შემთხვევაში აღინიშნება ნორმის ფარგლებში. ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი 6 შემთხვევაში ნორმაზე დაბალია და 3 შემთხვევაში — ნორმალური, ფიბრინოგენი 3 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებშია და 6 შემთხვევაში — ნორმაზე დაბალი. აღინიშნული მაჩვენებლები მიუთითებენ დიაბეტის დროს ზოგ შემთხვევაში ცილოვანი ცვლის დარღვევაზე.

კ რ უ პ ო ზ უ ლ პ ნ ე ე მ ო ნ ი ი თ დაავადებული 8 ავადმყოფის სისხლის პლაზმაში ცილის საერთო რაოდენობა 4,3-დან 7 გრ. %-მდე მერყეობდა (საშუალოდ 6,4 გრ. %). ალბუმინი შეადგენდა 3,22 გრ. %-ს, გლობულინი—2,36 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი—0,27 გრ. %-ს და ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი 1,3-ს, ე. ი. ალბუმინი უდრის საერთო ცილის 48 %-ს, გლობულინი—46 %, — ფიბრინოგენი — 6 %-ს.

კ უ ქ ი ს ა და თ ო რ მ ე ტ გ ო ჯ ა ნ ა წ ლ ა ვ ი ს წ ყ ლ უ ლ ი თ დაავადებული 14 ავადმყოფის სისხლში საერთო ცილა მერყეობდა 4,3-დან 10,5 გრ. %-მდე (საშუალოდ 6,4 გრ. %), ალბუმინი — 3,61 გრ. %-ს, გლობულინი — 2,69 გრ. %-ს, ფიბრინოგენი — 0,29 გრ. %-ს, ალბუმინ-გლობულინის შეფარდების კოეფიციენტი — 1,4-ს.

ამგვარად, კუქისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულის დროს ზოგჯერ ადგილი აქვს ჰიპოპროტეინემიას, რაც უმეტეს შემთხვევაში აიხსნება ალბუმინებისა და ფიბრინოგენის შემცირებით, ზოგჯერ კი გლობულინების მომატებით.

სისხლის პლაზმაში საერთო ცილისა და მისი ფრაქციების გამოკვლევა ჩავატარეთ 6 შემთხვევაში ფილტვისა და 2 შემთხვევაში კუქის კიბოს დროს.

ამ შემთხვევაში საერთო ცილის რაოდენობა უმეტესად დაკლებულია, იგი მერყეობს 4,3-დან 7,8 გრ. %-მდე (საშუალოდ 5,7 გრ. % უდრის). ალბუმინი საშუალოდ 3,12 გრ. %-ს შეადგენს (ე. ი. საერთო ცილის 54 %-ს), გლობულინი — 2,34 გრ. %-ს (საერთო ცილის 39 %-ს), ფიბრინოგენი — 0,32 გრ. %-ს (საერთო ცილის 7 %-ს).

როგორც ვხედავთ, ჩვენი გამოკვლევით ფილტვისა და კუქის კიბოს დროს აქვს ადგილი ჰიპოპროტეინემიას, რაც უმეტეს შემთხვევაში აიხსნება ალბუმინებისა და ფიბრინოგენის დაკლებით; გლობულინების რაოდენობა კი მეტწილად ნორმის ფარგლებში რჩება.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.12 1961)

კლინიკური მდიცინა

მ. სანავლიძე

ნიკოტინის მჟავას ბავშვის საკითხისათვის კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 15.10. 1961)

ნიკოტინის მჟავას თერაპიული მნიშვნელობა არ ამოიწურება მხოლოდ მისი ანტიჰედაგროზული თვისებებით. ის გამოყენებულია შინაგანი პათოლოგიის სხვადასხვა შემთხვევაში. განსაკუთრებით ფართოდაა გამოყენებული იგი საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის დაავადებათა დროს. მიუხედავად ამისა, ამჟამად არაა გადაჭრილი ნიკოტინის მჟავას მოქმედების მექანიზმი კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე და მისი სამკურნალო ჩვენებები წყლულოვანი დაავადებისა და ქრონიკული გასტრიტების დროს.

დამტკიცებულია, რომ ნიკოტინის მჟავა აუცილებელი ფაქტორია საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის ფუნქციისათვის და იძლევა კუჭის ჯირკვლების სტიმულაციას, რის გამო წინადადებას იძლევიან მისი გამოყენების შესახებ კუჭის წვენის მეფეიანობის დაქვეითებისა და აქილის შემთხვევებში [1,2,3].

მკვლევართა მეორე ჯგუფი აღნიშნავს, რომ ნიკოტინის მჟავა კუჭის სეკრეციული და მჟავის წარმომქმნელი ფუნქციის მხრივ რაიმე გარკვეულ ცვლილებებს არ იწვევს. ამავე დროს მკვლევართა უმრავლესობის აზრით, ნიკოტინის მჟავა იძლევა როგორც სეკრეციის, ისე მეფეიანობის ნორმალიზაციას [4, 6, 7, 8] და მას იყენებენ წყლულოვანი დაავადებისა და ქრონიკული გასტრიტების სამკურნალოდ [9, 10, 11, 12].

ყველა ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ნიკოტინის მჟავას გავლენა კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე, როგორც კლინიკაში, ისე ექსპერიმენტებში. წინამდებარე შრომაში მოცემულია კლინიკურ პირობებში ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევების შედეგები. შესწავლილია ნიკოტინის მჟავას გავლენა კუჭისა და 12-გოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადებისა და ქრონიკული გასტრიტების შემთხვევებში. სულ გამოკვლეულია 140 ავადმყოფი. 80 კუჭისა და 12-გოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადებით და 60 ავადმყოფი—ქრონიკული გასტრიტით; აქედან 75 მამაკაცი, 65—ქალი.

ასაკის მიხედვით გამოკვლეულთა სურათი ასეთია: 20 წლამდე—7 ავადმყოფი, 21—30 წლისა—32, 31—40 წლისა—45, 41—50 წლისა—31, 51—60 წლისა—14, 61—70 წლისა—10, 71 წლის ზევით—1. პირველ სერიაში შევის-

წავლეთ ნიკოტინის მჟავას ერთჯერადი მოქმედების გავლენა კუჭის სეკრეციასზე. ამ მიზნით გამოვიკვლიეთ 62 ავადმყოფი—30 წყლულოვანი დაავადებით და 32 ქრონიკული გასტრიტიით. კუჭის სეკრეციას ვიკვლევდით ფრაქციული წესით. პირველ დღეს საცდელ საუზმედ ვაძლევდით კომბოსტოს 7% ნახარშს [13]. მეორე დღეს ვენაში შეგვყავდა 5 მლ 1%-იან ნიკოტინის მჟავა. მიღებულ მონაცემებს ერთმანეთს ვადარებდით და გამოგვჭონდა სათანადო დასკვნები.

მაჩვენებლები ნიკოტინის მჟავას ერთჯერადი მოქმედების შედეგად მიღებული კუჭის სეკრეციული ცვლილებების შესახებ წყლულოვან ავადმყოფებში მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

კუჭის წვენის რაოდენობა მლ-ით	საცდელი საუზმე კომბოსტოს ნახარში	ნიკოტინის მჟავას ვენაში შეყვანის შემდეგ		
	ავადმყ. რაოდ.	მოიმატა	მოიკლო	უცვლელი დარჩა
50 მდე	10	7	3	—
50—100	8	1	7	—
100—ზევით	12	—	12	—

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, კომბოსტოს საუზმის მიცემის შემდეგ კუჭის წვენის საათობრივი დატვირთვა 50 მლ-მდე აღინიშნებოდა 10 შემთხვევაში; აქედან ნიკოტინის მჟავას მოქმედების შემდეგ კუჭის წვენის რაოდენობამ მოიმატა 7 შემთხვევაში და მოიკლო 3 შემთხვევაში. 8 შემთხვევიდან, როცა კუჭის წვენის რაოდენობა 50—100 მლ-მდე აღწევდა, ნიკოტინის მჟავას შეყვანის შემდეგ კუჭის წვენის რაოდენობამ ერთ საათში მოიმატა 1 შემთხვევაში და მოიკლო 7 შემთხვევაში მაშინ, როდესაც სეკრეციის რაოდენობა აღემატებოდა 100 მლ-ს, 12 შემთხვევიდან ყველა შემთხვევაში მოიკლო.

მონაცემები კუჭის წვენის თავისუფალი მარილმჟავას ცვლილებების შესახებ ნიკოტინის მჟავას ერთჯერადი მოქმედების შედეგად წყლულოვან ავადმყოფებში მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

თავისუფალი მარილმჟავა სატიტრაციო ერთეულებში	საცდელი საუზმე კომბოსტოს ნახარში	ნიკოტინის მჟავას ვენაში შეყვანის შემდეგ		
	ავადმყ. რაოდ.	მოიმატა	მოიკლო	უცვლელი დარჩა
(ნორმალური (20—40)	7		3	—
მომატებული (41-ზე ზევით)	18	1	17	—
დაქვეითებული (20-მდე)	5	5	—	—



როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, 30 შემთხვევიდან თავისუფალი მარილ-მჟავა ნორმალური აღმოჩნდა 7 შემთხვევაში; ნიკოტინის მჟავას ვენაში შეყვანის შემდეგ თავისუფალი მარილმჟავას მომატება აღინიშნებოდა 4 შემთხვევაში, დაკლება—3 შემთხვევაში. მჟავიანობის მომატების 18 შემთხვევიდან ნიკოტინის მჟავას ერთჯერადი მოქმედების შემდეგ მჟავიანობამ მხოლოდ 1 შემთხვევაში მოიმატა, ხოლო დანარჩენ 17 შემთხვევაში მოიკლო.

მჟავიანობის დაქვეითების 5 შემთხვევიდან მომატება აღინიშნებოდა ხუთივე შემთხვევაში.

მაჩვენებლები ნიკოტინის მჟავას ვენაში ერთჯერადი შეყვანის შედეგად გამოწვეული კუჭის სეკრეციული ცვლილებების შესახებ ქრონიკული გასტრიტით დაავადებულებში მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

ქრონიკული გასტრიტი	საცდელი საუნხე კომბოსტოს ნახარში	ნიკოტინის მჟავას შემდეგ		
		აღადმყ. რაოდ.	მოიმატა	მოიკლო
ნორმალური მჟავა	10	6	4	—
სუბაციდური ატილური	4	2	2	—
	6	4	2	—
	12	5	5	2

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ნორმაციდული გასტრიტის 10 შემთხვევიდან ნიკოტინის მჟავას ვენაში შეყვანის შემდეგ კუჭის წვენი რაოდენობამ მოიმატა 6 შემთხვევაში და მოიკლო 4 შემთხვევაში. მჟავე გასტრიტის 4 შემთხვევიდან, ორ შემთხვევაში მოიმატა და ორ შემთხვევაში მოიკლო.

სუბაციდური გასტრიტის 6 შემთხვევიდან წვენი რაოდენობამ ოთხ შემთხვევაში მოიმატა და ორ შემთხვევაში მოიკლო, ხოლო აქილიური გასტრიტის 12 შემთხვევიდან კუჭის წვენი რაოდენობამ ხუთ შემთხვევაში მოიმატა, ხუთ შემთხვევაში დაიკლო, ხოლო ორ შემთხვევაში უცვლელი დარჩა.

მონაცემები ნიკოტინის მჟავას ერთჯერადი მოქმედების შედეგად მიღებული თავისუფალი მარილმჟავას ცვლილებების შესახებ მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, ნორმაციდული გასტრიტის 10 შემთხვევიდან მჟავიანობამ მოიმატა 4 შემთხვევაში, დაიკლო 3 შემთხვევაში და უცვლელი დარჩა 3 შემთხვევაში.

მჟავე გასტრიტის 4 შემთხვევიდან ოთხივე შემთხვევაში მოიკლო, სუბაციდური გასტრიტის 6 შემთხვევიდან თავისუფალი მარილმჟავას მომატება აღინიშნება 5 შემთხვევაში, ხოლო აქილიური გასტრიტის 12 შემთხვევიდან თავისუფალი მარილმჟავა გამოვლენილ იქნა 7 შემთხვევაში, 5 შემთხვევაში კი იგი უცვლელი დარჩა.

ჩვენ მიერ ჩატარებული პირველი სერიის გამოკვლევებიდან (ცხრილები 2, 4) ჩანს, რომ კუჭის წვენის მთავიანობა მომატებული ჰქონდა 22 ავადმყოფს; აქედან ნიკოტინის მჟავას 1%-იანი ხსნარის 5 მლ ვენაში შეყვანის შემდეგ მთავიანობამ დაიკლო 21 შემთხვევაში.

ცხრილი 4

ქრონიკული გასტრიტით	საცდელი საუხმე კომბოსტოს ნახარში	ნიკოტინის მჟავას ვენაში შეყვანის შემდეგ		
	ავადმყ. რაოდ.	მოიმატა	მოიკლო	უცვლელი დარჩა
ნორმაციდული მჟავე	10	4	3	3
სუბაციდური აქილური	4	—	4	—
	6	5	1	—
	12	7	—	5

მთავიანობის დაქვეითება აღინიშნებოდა 11 შემთხვევაში; აქედან ნიკოტინის მჟავას მოქმედების შემდეგ თავისუფალმა მარილმჟავამ მოიმატა 10 შემთხვევაში, დაიკლო 1 შემთხვევაში.

აქილის 12 შემთხვევიდან თავისუფალი მარილმჟავა 7 შემთხვევაში გამოვლინდა ნიკოტინის მჟავას ვენაში შეყვანის შემდეგ, 5 შემთხვევაში კი იგი უცვლელი დარჩა, რაც შეეხება კუჭის წვენის საერთო სიმჟავეს, აქაც ნიკოტინის მჟავას ერთჯერადი მოქმედების ანალოგიური შედეგები იქნა მიღებული.

ამგვარად, პირველ სერიაში ჩატარებული დაკვირვების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ ნიკოტინის მჟავას ერთჯერადი მოქმედება გარკვეულ გავლენას ახდენს კუჭის როგორც სეკრეციულ, ისე აგრეთვე მჟავის წარმოქმნელ ფუნქციაზე. მაშინ, როდესაც ადგილი აქვს კუჭის სეკრეციისა და მთავობის მომატებას, ნიკოტინის მჟავას მოქმედების შედეგად ვღებულობთ სეკრეციის და მთავობის დაკლებას, და პირიქით, კუჭის სეკრეციული ნაკლოვანების შემთხვევებში ვღებულობთ კუჭის ჯირკვლების სტიმულაციას.

ნიკოტინის მჟავას ხანგრძლივი მოქმედება კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე

დაკვირვება წარმოებდა 117 ავადმყოფზე; აქედან 64 იყო კუჭისა და 12-გოჯა ნაწლავის წყლულით დაავადებული, ხოლო 53-ს ჰქონდა ქრონიკული გასტრიტი. ნიკოტინის მჟავა ავადმყოფებს უკეთდებოდათ ვენაში (1%—2—5 მილ) 14—20 დღის განმავლობაში. ავადმყოფებს უტარდებოდათ ყველა კლინიკური გამოკვლევა მკურნალობის დაწყებამდე და შემდეგ კუჭის სეკრეციის ვიკვლევით ფრაქციული მეთოდით კომბოსტოს ნახარშის შემდეგ.



ნიკოტინის მჟავას გავლენა კუჭის სეკრეციაზე მისი ხანგრძლივი მიღების შედეგად წყლულოვან დაავადებულებში შესწავლილ იქნა 64 ავადმყოფზე კლინიკაში მოთავსებისას ტკივილები ამა თუ იმ ინტენსივობით ჰქონდა ყველა ავადმყოფს (მწვავე 20 ავადმყოფს და ყრუ ხასიათისა 44-ს). გარდა ამისა ავადმყოფები უჩიოდნენ: უმადობას, გულის რევას, ლებინებას, ბოყინს, მუცლის ბერვას, ყაბზობას, სისხლიან განავალს და სხვა. ნიშ-ის დადებითი სიმპტომი ჰქონდა 55 ავადმყოფს, წყლულოვანი ხასიათის დეფორმაცია—9 ს. კუჭის წვენის მაღალი მჟავიანობა ჰქონდა 45 ავადმყოფს, ნორმალური—11-ს, დაქვეითებული—8-ს.

მონაცემები კუჭის სეკრეციული ცვლილებების შესახებ ნიკოტინის მჟავას ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად წყლულოვან ავადმყოფებში მოყვანილია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

წვენის რაოდენობა მლ-ით	მკურნალობამდე ავადმყ. რაოდ.	მკურნალობის შემდეგ		
	ავადმყ. რაოდ.	მოიმატა	მოიკლო	უცვლელი დარჩა
50—მდე	7	6	1	—
50—100	15	6	9	—
100-ზე ხევით	42	3	39	—

როგორც მე-5 ცხრილიდან ჩანს, ნიკოტინის მჟავას ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად გამოწვეული სეკრეციული ცვლილებები აღსანიშნავია იმ მხრივ, რომ იმ შემთხვევაში, როდესაც სეკრეცია 50 მლ-ს არ აღემატებოდა, ნიკოტ. მჟავას ხანგრძლივი გამოყენებია შემდეგ სეკრეციამ შვიდი შემთხვევიდან ექვს შემთხვევაში მოიმატა, ხოლო მათში, როდესაც აღვილი ჰქონდა სეკრეციის მომატებას 100 მლ-მდე, 42 შემთხვევიდან 39 შემთხვევაში დაიკლო.

მაჩვენებლები თავისუფალი მარილმჟავას ცვლილებებზე ნიკოტინის მჟავას ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად წყლულოვან ავადმყოფებში მოგვყავს მე-6 ცხრილში.

როგორც მე-6 ცხრილიდან ჩანს, ნორმალური მჟავიანობის 11 შემთხვევიდან ნიკოტინის მჟავათი მკურნალობის ჩატარების შემდეგ მჟავიანობამ მოიმატა 3 შემთხვევაში, მოიკლო 5 შემთხვევაში.

მომატებული მჟავიანობის 45 შემთხვევიდან 41 შემთხვევაში მოიკლო, ხოლო დაქვეითებული მჟავიანობის 5 შემთხვევიდან მჟავიანობამ ყველა შემთხვევაში მოიმატა.

ამავე სერიის მეორე ჯგუფში ჩვენ შევისწავლეთ ქრონიკული გასტრიტით 53 ავადმყოფი (18 მამაკაცი, 35 ქალი). კუჭის წვენის მჟავიანობის მიხედვით—გასტრიტი: ნორმაციდული 10, მჟავე—6, სუბაციდური—10, აქიდიური—27.



ავადმყოფები უჩიოდნენ ტკივილს კუჭის არეში, უმადობას, გულის რევას, ლებინებას, ბოყინს, მუცლის ბერვას, ზოგიერთი უჩიოდა ყაბზობას, რენტგენოლოგიურად უმეტეს შემთხვევაში აღინიშნებოდა გასტრიტიისათვის დამახასიათებელი ცვლილებები.

მონაცემები კუჭის სეკრეციულ ცვლილებებზე ქრონიკული გასტრიტით დაავადებულებში მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ მოყვანილია მე-7 ცხრილში.

ცხრილი 6

თავისუფალი მარილმჟავა	მკურნალობამდე	მკურნალობის შემდეგ		
	ავადმე. რაოდ.	მოიმატა	მოიკლო	უცვლელი დარჩა
ნორმალური (20—40)	11	3	5	3
მომატებული (41-ზე ზევით)	45	4	41	—
დაქვეითებული (20-მდე)	8	8	—	—

ცხრილი 7

ქრონიკული გასტრიტი	კუჭის წვენის რაოდენობა			
	მკურნალობამდე	მკურნალობის შემდეგ		
	ავადმე. რაოდ.	მოიმატა	მოიკლო	უცვლელი დარჩა
ნორმალური	10	3	4	3
მჭავე	6	2	4	—
სუბაციდური	10	7	3	—
აქილიური	27	17	—	10

როგორც მე-7 ცხრილიდან ჩანს, კუჭის სეკრეციის მზრივ ცვლილებები განსაკუთრებით გამოხატულია აქილის შემთხვევაში, სადაც 27 შემთხვევიდან ნიკოტინის მჟავათი ჩატარებული მკურნალობის შემდეგ აღინიშნებოდა კუჭის წვენის რაოდენობის მომატება 17 შემთხვევაში.

მონაცემები ნიკოტინის მჟავას ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად თავისუფალ მარილმჟავას ცვლილებებზე ქრონიკული გასტრიტით დაავადებულებში მოყვანილია მე-8 ცხრილში.

როგორც მე-8 ცხრილიდან ჩანს, ნორმალური გასტრიტის 10 შემთხვევიდან მჟავიანობამ მოიმატა 4 შემთხვევაში, დაიკლო 6 შემთხვევაში. მჭავე გასტრიტის 6 შემთხვევიდან მჟავიანობამ ექვსივე შემთხვევაში მოიკლო. სუბაციდური გასტრიტის 10 შემთხვევიდან 7 შემთხვევაში მოიმატა და ორ შემთხვევაში მოიკლო, 1 შემთხვევაში უცვლელი დარჩა. აქილიური გასტრიტის 27 შემთხვევიდან თავისუფალი მარილმჟავა გამოვლინდა 20 შემთხვევაში და 7 შემთხვევაში კვლავ უცვლელი დარჩა.

თუ განვიხილავთ მეორე სერიის ჯგუფის ავადმყოფებს, სადაც ნიკოტინის მჟავას ვაძლევედით 14—20 დღის განმავლობაში (1%—2,5 მლ), დავრწმუნდებით, რომ ნიკოტინის მჟავა იწვევს გაუმჯობესებას, ტკივილის შემსუბუქებას, დისპეფსიური მოვლენების მოხსნას და კუჭის სეკრეციული ფუნქციის ნორმალიზაციას.

ცხრილი 8

ქრონიკული გასტრიტი	მკურნალობამდე	მკურნალობის შემდეგ		
	ავადმყ. რაოდ.	მოიმატა	მოაკლა	შცვლელი
ნორმაციდული	10	4	6	—
მჟავე	6	—	6	—
სუბაციდური	10	7	2	1
აქილიური	27	20	—	7

ამგვარად, ჩვენი კლინიკური დაკვირვებითა და ექსპერიმენტული გამოკვლევებით, ნიკოტინის მჟავა კუჭის სეკრეციული ფუნქციის მხრივ გარკვეულ ცვლილებებს იწვევს, მისი მეყვანა ვენაში (1%—2,5 მილ) როგორც ერთგვარადი, ისე ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად კუჭის წვენიის მჟავიანობის მომატების შემთხვევაში აქვეითებს წვენიის მჟავიანობას და ამცირებს სეკრეციას; კუჭის სეკრეციული ნაკლოვანების პირობებში კი, პირიქით იწვევს კუჭის ჯირკვლების სტიმულაციასა და მჟავიანობის მომატებას.

შეიძლება ითქვას, რომ ნიკოტინის მჟავა იძლევა კუჭის სეკრეციული და მჟავის წარმოქმნილი ფუნქციის ნორმალიზაციას, ამიტომ ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სამკურნალო მიზნით წყლულოვანი დაავადებისა და სხვადასხვა სიმჟავიანობის გასტრიტების შემთხვევაში.

საქართველოს სსრ ჯანდაცვის სამინისტრო
კვების სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია

(რედაქციას მოუვიდა 15.10.1961)

დავოწმებადული ლიტერატურა

1. А. Л. Мясников. Витаминотерапия внутренних заболеваний. Клини. мед. т. XXV, 11, 1944.
2. С. М. Рысс. Гиповитаминозы и болезни витаминной недостаточности, Медгиз, 1948
3. В. Ф. Строгая. Влияние никотиновой кислоты на секреторную функцию желудка. Труды Военно-морск. медич. академии, т. VIII, 1947.
4. Ф. К. Пермяков. О влиянии никотиновой кислоты на кислотность и переваривающую способность желудочного сока. Клинич. медич. т. XXI, 9, 1943.
5. З. И. Малкин, Ф. К. Пермяков, В. Д. Загряцкая. Биологическое и терапевтическое действие никотиновой кислоты. Труды Казанского гос. мед. инст; в. 1, 1942.

6. М. С. Левинсон. Опыт применения витамина В и РР для лечения некоторых заболеваний кишечного тракта. Врач. дело, 2—3, 1947.
7. Л. И. Анджапаридзе. Никотиновая кислота в клинике внутренних заболеваний. Труды Тбил. гос. мед. инст., т. V., 1948.
8. К. А. Маянская и М. Х. Чудина. К вопросу об эффективности применения никотиновой кислоты при язвах желудка и 12-перстной кишки. Труды Казанского гос. мед. ин-та, 2, 1944.
9. З. А. Горбунова и Э. С. Ларина. Опыт применения витаминотерапии при язвенной болезни. Клинич. медиц., 9, 1946.
10. К. С. Вирсаладзе. Некоторые вопросы клиники и лечения язвенной болезни. Труды—и/и лаборатории питания Минздрава Грузинской ССР, т. 1-2-3, 1960—61г.
11. Я. Б. Максимович. О неспецифической активности никотиновой кислоты, Автореферат, 1949.
12. Г. И. Кобулия. Лечение язвы желудка и 12-перст. кишки никотиновой кислотой. Труды Центр. клин. респуб. больн. Тбилиси, 1960—61.
13. М. К. Петрова и С. М. Рысс. Экспериментальные и клинические данные о некоторых применяемых пробных завтраках и предложение нового. Клин. медиц. т. VIII, 1930.

ენათმეცნიერება

ც. ჭურციანიძე

 ორპირიანი ვნებითი გვარის ზმნების III სერიის მწკრივთა
 წარმოებისათვის ძველ ქართულში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ილ. აბულაძემ 9.2.1962)

I და II სერიებისაგან განსხვავებით III სერიის მწკრივთა წარმოებას ახასიათებს მთელი რიგი თავისებურებები, როგორცაა: პირის ნიშანთა ინვერსია, მწკრივთა აღწერითი წარმოება, ე-იანი ვნებითის II სერიის ფორმებთან ფორმათა დამთხვევა და სხვ. ეს თავისებურებები სამეცნიერო ლიტერატურაში საფუძვლიანადაა შესწავლილი და ახსნილიც ([1], გვ. 445—455, 466—472, 481—484; [2—7]).

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ შევეხებით კიდევ ერთ თავისებურებას, იგი ძველი ქართული ენის ძეგლებში შეინიშნა და ეხება ორპირიანი ვნებითი გვარის ზმნების III სერიის მწკრივთა წარმოებას.

ორპირიანი ვნებითი გვარის ზმნები III სერიაში ორპირიანებადვე რჩებიან და არც ინვერსიას განიცდიან.

მაგალითად:

ემალემა ბავშვი ამხანაგს

დაემალა ბავშვი ამხანაგს

და: დაჰმალვია ბავშვი ამხანაგს

ასეა ახალ ქართულში, ამგვარსავე სურათს თვლიან დამახასიათებლად ძველი ქართულისთვისაც ([8], გვ. 273; [1], გვ. 469).

ტაბულებში, რომლებიც „ქართული ენის ისტორიულ ქრესტომატიას“ ერთვის, ორპირიანი ვნებითი გვარის ზმნების შესამე სერიისათვის შემდეგი პარადიგმაა მოცემული:

I თურმეობითი

დავჰმალვიე

დაჰმალვიე

დაჰმალვიეს

დავჰმალვიეთ

დაჰმალვიეთ

დაჰმალვიან

II თურმეობითი

დავჰმალვოდე

დაჰმალვოდე

დაჰმალვოდა

დავჰმალვოდეთ

დაჰმალვოდეთ

დაჰმალვოდეს

III კავშირებითი

დავჰმალვოდ

დაჰმალვოდ

დაჰმალვოდის

დავჰმალვოდით

დაჰმალვოდით

დაჰმალვოდინ

([9], გვ. 338).

ძველი ქართული ენის ძეგლებში, რომლებიც ამ თვალსაზრისით შევისწავლეთ, ორპირიანი ვნებითი გვარის ზმნების III სერიის მწკრივების ვერცერთი მაგალითი ვერ დავადასტურეთ, არცერთი მაგალითი არ არის დამოწმებული ტაბულებზე დართულ „მწკრივების ნიმუშებშიც“ ([9], გვ. 401—406).

პირველად ნ. ნათაძემ შენიშნა ის ფაქტი, რომ უძველეს ძეგლებში ორპირიანი გარდაუვალი ზმნის თურმეობითი საერთოდ არ გვხვდება და რომ იგი შედარებით გვიან ჩნდება ([6], გვ. 98). ორპირიანი გარდაუვალი ზმნების პირველ და მეორე თურმეობითებზე ძეგლებიდან იგი სულ ექვს მაგალითს იმოწმებს: მასმიეს (კიმ. I, 59, 10), გასმია (ხანძთ. 117), დაგჴწეხა (კიმ. II, 106), შემცილებიეს (ექუსთა დღეთაჲ 27,20), გჴონებოდა (ანტიოქ. 103), დაჴვიწეხოდა (ანტიოქ. 101) ([10], გვ. 258).

უნდა შევნიშნათ, რომ ამ ექვსიდან პირველი ორი—მასმიეს, გასმია—სტატიკური ზმნის აწმყოა და არა ორპირიანი გარდაუვალი ზმნის პირველი თურმეობითი; მაშასადამე, რჩება მხოლოდ ოთხი მაგალითი.

რით უნდა ავსხნათ ორპირიანი გარდაუვალი ზმნების III სერიის ფორმების ასეთი იშვიათობა იმ დროს, როდესაც გარდამავალი და ერთპირიანი გარდაუვალი ზმნების III სერიის მწკრივებზე მაგალითები საძებნელი სულაც არ არის.

ხომ არ გადმოიცივოდა ძველ ქართულში რაიმე სხვა საშუალებით ის შინაარსი, რასაც დღეს ორპირიანი გარდაუვალი ზმნები III სერიის მწკრივებით ვაღმოცემენ?

სხვა ტიპის ორპირიან გარდაუვალ ზმნებზე ამ მხრივ ვერაფერს ვიტყვით, (ისინი სპეციალურ დაკვირვებას საჭიროებენ), რაც შეეხება ორპირიან ვნებითი გვარის ზმნებს, ძველი ქართული ენის ძეგლებში III სერიის მწკრივებზე მაგალითების დაძებნის დროს ყურადღება მიიქცია აღწერილად ნაწარმოებმა I და II თურმეობითის ფორმებმა, რომლებსაც მიუხედავად ამგვარი წარმოებისა ვერავითარ შემთხვევაში ერთპირიანი ზმნების თურმეობითის ფორმებად ვერ მივიჩნევთ.

შხედველობაში გვაქვს ასეთი მაგალითები:

„სულო უქეთურო, რაჲსა სტანჯავ მაგას, რამეთუ მიცემულ არს შენდა ადგილი უდაბნოჲ“—ასურ. 60,30.

„რამეთუ თქუენდა მოცემულ არს ცნობად საიდუმლოჲ სასუფეველისა ცათაჲსაჲ, ხოლო მათა არა მოცემულ არს“—მათე 13,11.

„ყოელისა მორწმუნისაჲ მიცემულ არს ანგელოზი მცველად ცხოვრებისა მისისა“—გ. მთაწმ. 10 v.

„შემიწყალეთ მე, მეგობარო ჩემო, რამეთუ ჴელი უფლისაჲ შეგებულ არს ჩემდა“—იოზ 19,21.

„სუმეონ-პეტრე, მონაჲ და მოციქული იესუ ქრისტესი, რომელთა-ეგე პატივი ხუედრებულ არს თქუენდა“—კათ. ებ. 2 პეტრე 1,1.

„იესუ... ჴითხა მამასა მას მისსა: რაოდენ ჟამ არს, ვინაჲთგან ყოფილ არს ესე მაგისა.“—მარკ. 9,21.

„მოიდრიკნეს მუჴლნი და ვეედრნეს წმიდასა სერაპიონს, და გარდაუსუენეს ჯუარი იგი, ვითარცა უწყებულ იყო მამისა გიორგისდა“—ლიტ. ქრესტ. 45,18.

„უკუეთუმცა სჯული იგი მარხვისაჲ დაემარხა, არამცა მოცემულ იყო ჩუენდა ეკლოვანი ესე ქუეყანაჲ“ —ასურ. 30, 17 Ⴀ.

იქვე 4. რედაქციისი: „...არამცა უფლებულ იყო ჩუენდა ხრწნილებაჲ და სიკუდილი“.

„მოკლედ ვთქუა, რამეთუ არა თუმცა უფალი შეწეულ იყო ჩუენდა... არცამცა ერთი ქართველი არა იპოვების ესევეთარსა ამას ვრცელსა და დიდებულსა ლავრასა შინა“ —ლიტ. ქრესტ. 186.46.

„უკუეთუმცა იყენეს კაცნი ესე კეთილ, რომელნი შემოვიდეს სახლსა ჩუენსა, არამცა შემთხეულ იყო ესე ჩუენდა“ —აპოკრ. 73.3.

„არამცა გაქუნდა ჳელმწიფებაჲ ჩემ ზედა არცა ერთ. არა თუმცა მოცემულ იყო შენდა ზეგარდამო“ —იოვ. 19.11.

„უკუეთუმცა სიტყუაჲ რამეჲ ჳემმარიტ ყოფილ იყო თქმულთა შინა შენთა, არამცა რაჲ ბოროტი შემთხეულ იყო შენდა“ —იობ 4.12.

ჩანათვლილი მაგალითები ერთპირიანი ზნების თურმეობითის ფორმებად არ შეიძლება მივიჩნიოთ, ჯერ ერთი, იმიტომ, რომ აქ წარმოდგენილი მიმღებების უმეტესობას შესაბამისი ერთპირიანი ზნები არც მოეპოვებათ (ასეთებია: შეხებულ-ი, ხუედრებულ-ი, უწყებულ-ი, უფლებულ-ი, შეწეულ-ი, შემთხეულ-ი⁽¹⁾), მეორეც, იმიტომ, რომ მათ აქვთ თავისებური სინტაქსური კონსტრუქცია:

აღწერითად ნაწარმოებ I და II თურმეობითის ფორმებს ახლავს უბრალო დამატება -და თანდებულიან ნათესაობით ბრუნვაში:

- „მიცემულ არს შენდა ადგილი უდაბნოჲ“
- „ყოფლისა მორწმუნისაჲ და მიცემულ არს ანგელოზი“
- „ჳელი უფლისაჲ შეხებულ არს ჩემდა“
- „არამცა მოცემულ იყო ჩუენდა ეკლოვანი ესე ქუეყანაჲ“
- „არა თუმცა უფალი შეწეულ იყო ჩუენდა“
- „არამცა შემთხეულ იყო ესე ჩუენდა“ და სხვ.

აღწერითად ნაწარმოებ თურმეობითის ამ ფორმებს თუ გადავიყვანთ აწმყოსა და წყვეტილში, ისინი ორპირიან ვნებითი გვარის ზნებად შეიცვლებიან, მათთან მდგომი უბრალო დამატებები კი ირიბ დამატებებად იქცევიან; ასე მაგალითად:

- „მოცემულ არს შენდა ადგილი უდაბნოჲ —მოგეცემის/მოგეცა შენ ადგილი უდაბნოჲ.
- „ჳელი უფლისაჲ შეხებულ არს ჩემდა“ —ჳელი უფლისაჲ შემეხების/შემეხა მე.
- „არა თუმცა უფალი შეწეულ იყო ჩუენდა“ —არა თუმცა უფალი შემეწევის/შემეწეია ჩუენ.

(1) გამონაკლისს შეადგენს ორი მიმღებია: ყოფილი, მოცემული. ყოფილ-ს შესაბამება რთვარც ორპირიანი ეყოფის. ისე ერთპირიანი ეყოფის, მოცემულის შესაბამის ზნას მივეცემის-ს კი ძველ ქართულში ორპირიანი ზნის შინაარსიც აქვს და ერთპირიანისაც.

„არამცა შემთხვეულ იყო ესე ჩუენდა“—არამცა შეგუემთხვევის/შეგუ-
 ემთხვა ესე ჩუენ და სხვ.

როგორც ვიცით, სამპირიანი ზმნები III სერიის მწკრივებში კარგავენ ირიბ ობიექტურ პირს და ორპირიანები ხდებიან, ირიბი ობიექტი ამ დროს, როგორც აკად. ა. შანიძე შენიშნავს: „ნათესაობითშა გადადგება, „და“ თანდებულს დაირთავს (ან „თჳს“ თანდებულს) და უბრალო დამატება გახდება“ ([2], გვ. 3).

აშკარაა, რომ ჩვენს შემთხვევებში სწორედ სამპირიანი ზმნების ანალო-
 გიურ მოვლენასთან გვაქვს საქმე: ორპირიან გარდაუვალ ზმნებს III სერიაში დაუკარგავთ ირიბი ობიექტური პირი და ერთპირიანებად ქცეულან, ირიბი ობიექტი -და თანდებულიანი უბრალო დამატება გამხდარა¹, ხოლო რაკი ერთპირიანი ზმნები III სერიის მწკრივებს აღწერთად აწარმოებენ, ორპირიანი ზმნებსაც ეს წარმოება გამოუყენებიათ².

თურმეობითის აღნიშნული ფორმები რომ ორპირიანი ზმნებიდანაა მი-
 ლებული, ცველი ძეგლების ავტორებმა თუ გადაშწერებმა ეს კარგად იციან, ტექსტებში ვხვდებით იმის ცდასაც, რომ ორპირიანი ზმნების აღწერთად ნა-
 წარმოები თურმეობითები ერთპირიანი ზმნების თურმეობითებისაგან განა-
 სხვან. ორპირიანი ვნებითი გვარის ზმნების აღწერთად ნაწარმოებ თურმე-
 ობითის ფორმებთან დამატება ზოგჯერ -და თანდებულიანი ნათესაობითის
 ნაცვლად ირიბი ობიექტის ბრუნვაში—მიცემითშია— დასმული.

მაგალითები:

„ვინაჲ არს ესე, და რაჲ არს სიბრძნე მისი, რომელ მოცემულ არს მას“—მარკ. 6,2.

„მოსე, რომელმან გამომიყვანა ჩუენ ეგუპტით, არა უწყით, რაჲ ყოფილ არს მას“—საქმე მოციქ. 7,40.

„თანა წარიყვანეს იოჰანეცა, რომელსა წოდებულ იყო მარკოს“—საქმე მოციქ. 12,25.

¹ ჩვენს მაგალითებში უბრალო დამატება -და თანდებულიანი ნათესაობითის გარდა გვხვდება აგრეთვე ე. წ. ნანათესაობითარი ვითარებითი ბრუნვის ფორმითაც:

„კვისარმან სცა პირსა მისსა და ჰქუა: პატროკლე, შენ. ცა ვიდრემე განჩემებულ, ხარ მის მეუღისა“—აპოკრ. 50,23.

„მოაღლინა ნერონ კვისარმან კაცნი... ბილვად უკუეთუ თავი მოკუთილა პავლეშა ანუ არა?“—აპოკრ. 52, 25.

უბრალო დამატების ბრუნვის ამგვარ შენაცვლებას ადგილი აქვს სამპირიანი ზმნების თურმეობითებთანაც: „არავინ იპოვა, რომელსამცა განელო წიგნი იგი, ანუშცა მიეხდნეს მისა“—გამოცხ. 5,4.

„განტეებად ღირდა კაცი ესე უკუეთუშცა არა ლადად—ყო კისობისა“—საქმე მოციქ. 26, 32.

² როგორც ჩანს, შესაძლო სერიაში ზმნას ჰქონია ტენდენცია არა საერთოდ პირის არამედ ირიბ-ობიექტური პირის დაკლებისა, თუ, რა თქმა უნდა, ამ შემთხვევაში მესამე სერიის ვითარება, პირობით, ამოსავალი არ არის. ამ რაქტს, ჩვენი აზრით, გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ირიბი ობიექტის გენეზისის საკითხისათვის, ამიტომ იგი ამ თვალსაზრისით საგანგებოდ უნდა იქნას შესწავლილი.

„ჯერ-არს, რადათა მცირედ შუვა შემოვიღოთ ქსენება წმიდისა და უბიწოასა მღვდელთ-მოძღურისა და მოწამისაჲ, რომელსა-იგი სამართლივ მონიჭებულ იყო პატივი განმზადებულისა მის სასოებისაჲ“. —ასურ. 188,4.

„სენა არს იგი ზაქარიაჲსსა, მამისა იოანესსა, არა თუ სახელითა, არამედ სახითა, რომელსა-იგი წილი ხუედრებულ იყო მღვდელთმოძღურებისაჲ“ —ასურ. 194,15.

„განთქმულ იყო სახელი მისი ქუეყანათა შორიელთა, ვიდრემდის მეფეთაცა მისმენილ იყო მისთჳს“ —ლიტ. ქრესტ. 74,33¹ ([11], გვ. 465—472).

ამგვარად, მოტანილი მასალის ანალიზიდან ჩანს, რომ ძველ ქართულში ორპირიანი ვნებითი გვარის ზნების III სერიის მწკრივთა წარმოებისათვის ძირითადად აღწერით ფორმებს იყენებდნენ.

თუმცა მაგალითები მხოლოდ I და II თურმეობითის მე-3 პირის ფორმებზე შეგვხვდა, მაგრამ ერთპირიანი ზნების III სერიის ფორმათა ანალოგიით შეიძლება ამ ზნათა უღლება III სერიის მწკრივებში შემდეგი პარადიგმით გამოვსახოთ:

შეიწვევის/შეიწია იგი მას

I თურმეობითი

- შეწეულ ვარ მე მისდა
- შეწეულ ხარ შენ მისდა
- შეწეულ არს იგი მისდა
- შეწეულ ვართ ჩუენ მისდა
- შეწეულ ხართ თქუენ მისდა
- შეწეულ არიან იგინი მისდა

II თურმეობითი

- შეწეულ ვიყავ მე მისდა
- შეწეულ იყავ შენ მისდა
- შეწეულ იყო იგი მისდა
- შეწეულ ვიყვენით ჩუენ მისდა
- შეწეულ იყვენით თქუენ მისდა
- შეწეულ იყენეს იგინი მისდა

III კავშირებითი

- შეწეულ ვიყო მე მისდა
- შეწეულ იყო შენ მისდა
- შეწეულ იყოს იგი მისდა
- შეწეულ ვიყვენთ ჩუენ მისდა
- შეწეულ იყვენთ თქუენ მისდა
- შეწეულ იყენენ იგინი მისდა

მაშასადამე, „ქართული ენის ისტორიულ ქრესტომათიაში“ მოცემული პარადიგმა ორპირიანი ვნებითი გვარის ზნების უღლებაზე III სერიის მწკრივებში ძველი ქართულის სურათს მთლად ზედმიწევნით ვერ ასახავს.

ის ორიოდ მაგალითი, რომლებიც ამ მწკრივების ორგანულ წარმოებაზე გვხვდება, იმის მანიშნებელი უნდა იყოს, რომ ამგვარ წარმოებას ძველი ქართულის წიაღში უკვე დაუწყია გზის გაკაფთა².

¹ მსგავსი რამ სამპირიანი ზნების I თურმეობითთანაც შეინიშნება: „მკეციცა ველი-სანი მიმიცემიან მას“ — იერემ. 28,19; „მობრძანებეს შემასმენელთა მათ შაგისთა“ — საქმე მოციქ. 23,30.

² საგულისხმოა, რომ ვეფხისტყაოსანი III სერიის მწკრივებში ამ ზნებისათვის მხოლოდ ორგანულ წარმოებას იცნობს: მხოძებია 1168,4; გასკრია 1252,4; ამოხკნოდა, 88,3. გამარჯვებოდეს 1052,1.

ამ საკითხთან დაკავშირებით საგულისხმოა შემდეგი გარემოება: ხევსურულსა და ზოგ სხვა დიალექტში ორბირიანი ვარდაუვალი ზმნების მეშველ-ზმნიან წარმოებას III სერიაში გვიან განვითარებულ ფაქტად თვლიან ([1]-გვ. 471). ძველი ქართული ენის ძეგლებიდან ჩვენ მიერ დამოწმებული მაგალიტები კი ამგვარი წარმოების არქაულობას უნდა უჭერდნენ მხარს.

შემოკლებათა განმარტება

ანტიოქ.—ცხოვრება და მოქალაქეობა ტიმოთე ანტიოქელისა: კ. კეკელიძე, ეტიუდები ძვ. ქართული ლიტერატურის ისტორიიდან, VI, თბილისი, 1960.

აპოკრ.—ქართული ვერსიები აპოკრიფებისა მოციქულთა შესახებ (IX—XI სს. ხელნაწერთა მიხედვით), ტექსტები გამოსაცემად მოამზადა, გამოკვლევა და ლექსიკონი დაურთო ც. ქურციკიძემ, თბილისი, 1959.

ასურ.—ასურელ მოღვაწეთა ცხოვრების წიგნთა ძველი რედაქციები ტექსტები გამოკვლევითა და ლექსიკონით გამოსცა ილია აბულაძემ, თბილისი, 1955.

გამოცხ.—იოვანეს გამოცხადება და მისი თარგმანება, ტექსტი გამოსაცემად მოამზადა და გამოკვლევა და ლექსიკონი დაურთო ი. იმნაიშვილმა ა. შანიძის რედაქციით, თბილისი, 1961.

გ. მთაწმ.—გიორგი მთაწმიდლის ცხოვრება—S—353.

ექუსთა დღე—ბასილი დიდი, ექუსთა დღეთა, ტექსტი გამოსცა და გამოკვლევა და ლექსიკონი დაურთო მ. კახაძემ, თბილისი, 1947.

იერემ.—წინაწარმეტყუელება იერემიასი, იობ—წიგნი იობისი—ოშკის ბიბლია.

კათ. ეპ.—კათოლიკე ეპისტოლეთა ქართული ვერსიები X—XIV საუკუნეთა ხელნაწერების მიხედვით, გამოსცა კ. ლორთქიფანიძემ, თბილისი, 1956.

კიმ. II—ქართული ავიოგრაფიული ძეგლები, ნაწილი პირველი, კიმენი, II, გამოსცა კორნ. კეკელიძემ, თბილისი, 1946.

ლიტ. ქრესტ.—ძველი ქართული ლიტერატურის ქრესტომათია, I, შედგენილი სოლ. ყუბანიშვილის მიერ, თბილისი 1946.

მათე—სახარება მათში. მარკ.—სახარება მარკოზისი, **იოვ.**—სახარება იოვანშისი—ქართული ოთხთავის ორი ძველი რედაქცია სამი შატბერდული ხელნაწერის მიხედვით, გამოსცა ა. შანიძემ, თბილისი, 1945.

საქმე მოციქ.—საქმე მოციქულთა ძველი ხელნაწერების მიხედვით. გამოსცა ილია აბულაძემ ა. შანიძის რედაქციით, თბილისი, 1950.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ხელნაწერთა ინსტიტუტი

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. შანიძე. ქართული გრამატიკის საფუძვლები, I, მორფოლოგია, თბილისი, 1953.
2. ა. შანიძე. მწკრივთა მოძღვრებისათვის, II, ერთი უცნობი მწკრივი ქართულში, თსუ სამეცნ. სესია, მოხს. კრებ. № 1, თბილისი, 1946.
3. ა. ჩიქობავა. თურმეობითი I წარმოების ერთი თავისებურება უღლების სისტემის ისტორიასთან დაკავშირებით ქართულში. ლიტერატურული ძიებანი, II, თბილისი, 1944.
4. გ. როგავა. დრო-კილოთა მე-4 ჯგუფის ნაკვებები ქართველურ ენებში. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, V, 1953.
5. ი. ქავთარაძე. დრო-კილოთა მე-3 სერიის წარმოების ერთი თავისებურება ახალ ქართულში. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, VII, თბილისი, 1955.
6. ნათაძე. მესამე სერიის დრო-კილოთა წარმოებისათვის ქართულში. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, VII, თბილისი, 1955.
7. დ. გეწაძე. გარდამავალი ზნის დრო-კილოთა III ჯგუფის ფორმები ძველ ქართულში (საკანდიდატო დისერტაციის ავტორეფერატი), ქუთაისი, 1952.
8. ა. შანიძე. ძველი ქართული ენა. ა. შანიძე, ალ. ბარამიძე, ილ. აბულაძე—ძველი ქართული ენა და ლიტერატურა, ტფილისი, 1934.
9. ქართული ენის ისტორიული კრესტომათია, V—X საუკუნეების ძეგლები გამოსცა და ტაბულები და ლექსიკონი დაურთო ი. იმნაიშვილმა, ა. შანიძის რედაქციით, თბილისი, 1953.
10. ნათაძე. დრო-კილოთა წარმოება ძველ ქართულში (სადისერტაციო ნაშრომი), თბილისი, 1955.
11. დ. გეწაძე. სამპირიან ზნათა III სერიის ფორმების შესახებ ძველ ქართულში. აღ. წულუკიძის სახ. ქუთაისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, ტ. XVII, ქუთაისი, 1957.

ისტორია

ს. ციციშვილი

ბასალეზი თურქესტანში სამოქალაქო ომის ფრონტებზე ქართველი რევოლუციონერების ბრძოლის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 22.10.1962)

1918 წლის გაზაფხულიდან იმპერიალისტურმა სახელმწიფოებმა საბჭოთა ქვეყნის წინააღმდეგ სამხედრო ინტერვენცია დაიწყეს. იმპერიალისტების დაპყრობით გეგმებში თურქესტანს დიდი ყურადღება ეთმობოდა. საბჭოთა თურქესტანის ბუნებრივი სიმდიდრე, მისი სტრატეგიული მნიშვნელობა და რევოლუციური გავლენა აღმოსავლეთის ქვეყნებზე მოსვენებას არ აძლევდა იმპერიალისტებს. თურქესტანის წინააღმდეგ ინტერვენციაში წამყვანი როლი ინგლისს ეკუთვნოდა. შინაგანი და უცხოეთის კონტრევოლუციის გამოსვლამ საბჭოთა ხელისუფლების წინააღმდეგ თურქესტანში წარმოშვა: აქტიუბინსკის (ანუ ჩრდილო-აღმოსავლეთის), იმიერკასპიის, ფერგანისა და სემირეჩიის ფრონტები.

თურქესტანის ბოლშევიკებმა ვ. ი. ლენინის სისტემატური მზრუნველობითა და დახმარებით მობილიზაცია უწყვეს ძალებს ვერაფერ მტრის გასანადგურებლად. თურქესტანის მშრომელებს გვერდში ამოუდგნენ ქართველი რევოლუციონერებიც. 1919 წლის 7 აპრილს ჩამოყალიბდა თურქესტანის რესპუბლიკის სამხედრო რევოლუციური საბჭო ი. ბელოვის თავმჯდომარეობით. საბჭოს წევრად შეიყვანეს იოსებ გიორგის ძე ბუფაძე (1885—1938) [1].

საბჭოთა ხელისუფლების შენარჩუნება თურქესტანში დამოკიდებული იყო საბჭოთა რუსეთთან კავშირისაგან. მტერი ცდილობდა მოეწყვიტა თურქესტანი რუსეთისაგან. 1919 წლის 11 აპრილს ატამან დუტოვის თეთრკაზაკთა ბანდებმა ქ. აქტიუბინსკი დაიპყრეს და თურქესტანის საკინიგზო კავშირი რუსეთთან მოშალეს. აქტიუბინსკის ფრონტის თურქესტანის წითელი არმია მტრის დიდი და კარგად შეიარაღებული ძალების წინაშე იძულებული გახდა უკან დაეხია. 1919 წლის 26 ივნისს დუტოვლებმა ხელში ჩაიგდეს ქ. ემბა. საბჭოთა თურქესტანის ბედი აქტიუბინსკის ფრონტზე წყდებოდა. 28 ივნისს გარდგევის ლიკვიდაციისა და მტრის განადგურების ორგანიზაციის მოსაწყობად შეიქმნა აქტიუბინსკის ფრონტის სამხედრო-რევოლუციური საბჭო ი. ბრეგაძის თავმჯდომარეობით [2].

30 ივნისს აქტიუბინსკის ფრონტის სარდლად დანიშნეს ა. ასტრახანცევი, მის მოადგილედ — დ. კონოვოლოვი, პოლიტიკურ კომისრად — ი. კახარინი. ოპერატიული შტაბის უფროსად — ეილინი, ფრონტის სამხედრო რევოლუციური საბჭოს განსაკუთრებული რაზმის უფროსად — ესტატე ივანეს ძე დადიანიძე (1890—1941).

აქტიუბინსკის ფრონტის ახალი ხელმძღვანელობა ენერგიულად შეუდგა მუშაობას. 1919 წლის 9 ივლისს ი. ბრეგაძემ ქ. ჩელკარში მოიწვია ფრონტის სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს პირველი სხდომა, რომელზედაც დაადგინეს მტრული ელემენტებით დანაგვიანებული ჩელკარის საბჭოს აღმასკომის დაშლა და მის მავიერ რეკომის შექმნა. გარდაქმნეს ფრონტის მომარაგების ორგანოც. 12 ივლისს შედგა სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს მორიგი, გაფართოე-



ბული სხდომა, რომელსაც დაესწრნენ თურქესტანის რესპუბლიკის ხელმძღვანელი ორგანოების წარმომადგენლები. დასახეს ფრონტის განმტკიცების ღონისძიებები: არმიის გადიდება 1000 ქვეითითა და 400 ცხენისნით, მკველი რაზმების დაყენება არალის ზღვის გემებზე, სახლგან გარნიზონის გადიდება 400-მდე კაცით, მუდმივი დაზვერვის მოწყობა და სხვა.

27 ივლისიდან ქ. არალსკის რაიონის სიმაგრეების მშენებლობაზე მობილიზებულ იქნა 18—45 წლის ასაკის მამაკაცი მოსახლეობა. ყველა სახეობის ჯარებს დაევალია მონაწილეობა სიმაგრეთა მშენებლობაზე. არალის ზღვაზე მოაწყვეს ორი მცურავი სიმაგრე, რომელიც არტილერიით აღჭურვეს. სამომხონაში შეამცირეს მატარებლების მოძრაობა. გააძლიერეს დაზვერვა ზღვიდან, არმიის სამწყობრო და საბრძოლო წვრთნა. იდეურ-პოლიტიკური და კულტურ-საგანმანათლებლო მუშაობა ფრონტის ჯარებში.

წითელი არმიის დარტყმების გამო კოლჩაკის არმია ორ ნაწილად გაითიშა. ერთი ნაწილი ციმბირისაკენ იხევდა, მეორე — თურქესტანისაკენ. ამის შესაბამისად აღმოსავლეთის ფრონტი ორად გაიყო: აღმოსავლეთისა და თურქესტანის ფრონტებად. გაყოფა მოხდა 1919 წლის 11—14 აგვისტოს. თურქესტანის ფრონტის შემადგენლობაში ჩაირიცხნენ პირველი, მეოთხე და თურქესტანის წითელი არმიები. თურქესტანის ფრონტის სარდლად დაინიშნა მ. ფრუნზე, ფრონტის სამხედრო-რეგოლუციური საბჭოს წევრებად — შ. ელიავა და პ. ბარაბაი. ცოტა უფრო გვიან — ვ. კუიბიშვილი.

1919 წლის 25 აგვისტოს თურქესტანის ფრონტის სარდლობამ ფრუნზესა და ელიავას ხელმოწერით გამოსცა ბრძანება № 1 „ახალი ნაწილების ფორმირების შესახებ“, რომლის საფუძველზედაც ჩატარდა ფრონტის არმიების რეორგანიზაცია და შევსება.

პირველი წითელი არმიის დარტყმების გამო კოლჩაკელთა არმიამ, ბელოვის სარდლობით, სწრაფად იწყო თურქესტანის მიმართულებით დახევა. მას უნდოდა გაენადგურებინა აქტიუბინსკის ფრონტის თურქესტანის წითელი არმია არალსკის მიდამოებში. კოლჩაკელებმა ექვსჯერ მიიტანეს იერიში არალსკზე, მაგრამ ამაოდ, ისინი უკუგდებულ იქნენ. მალე აქტიუბინსკის ფრონტის თურქესტანის წითელი არმია შეტევაზე გადავიდა და დიდ წარმატებებს მიაღწია. პირველსავე ბრძოლაში მან ტყვედ წამოიყვანა 3 ათასამდე კაცი, ხელთ იგდო 3 ზარბაზანი და 9 ტყვიამფრქვევი. 6 სექტემბერს დაიკავეს სადგური საქსაულსკაია. აქტიუბინსკის ფრონტზე ბრძოლაში მონაწილეობდნენ ქართველი რეგოლუციონერები: ს. აბრამიძე, შ. ბანცაძე, ი. ბარაბაძე, პ. ბოევაძე, ვ. გურამიძე, ი. გოლიაძე, ნ. გურგენიძე, გ. გოჩაშვილი, პ. დოკიძე, დ. კოროტაშვილი, ი. ლობილაძე, თ. მაისურაძე, ა. ნამგალაძე, მ. სალუქვაშვილი, ტ. ფხაკაძე, ნ. ქორიძე, დ. ხარატიშვილი, მ. ხელაია და სხვები [3].

ერთ-ერთი ესკადრონის უფროსი იყო ტრიფონ გაბრიელის ძე კობეჯიძე (1893—1932).

1919 წლის 7 სექტემბერს ი. ბრეგაძემ, დ. კონოვალოვმა და ი. კახარინმა დეპეშა გაუგზავნეს ტაშკენტში თურქესტანის საბჭოების VIII ყრილობას და კომპარტიის IV სამხარეო ყრილობას, სადაც წერდნენ: „ჩრდილო-აღმოსავლეთის ფრონტის წითელი არმია გულითად სალაშს უძღვნის წითელ ტაშკენტს, რომელმაც წითელი არმიას რეალური დახმარება და მორალური მხარდაჭერა აღმოუჩინა გადამწყვეტი ბრძოლის მომენტში... ჩრდილო-აღმოსავლეთის ფრონტის წითელმა არმიამ შეასრულა თავისი მოვალეობა პროლეტარიატის წინაშე და საქმეს ბოლომდე მიიყვანს. დგება ცენტრის წითელ არმიასთან შეერთების საათი. ცენტრის ჯარებმა უკვე დაიკავეს ემბა.“

წინ ნათელი მშვიდობიანი მომავლისაკენ!...“ [4].

საბჭოების VIII ყრილობამ აქტიუბინსკის ფრონტის სამხედრო რეგოლუციური საბჭოსადმი გაგზავნილ საპასუხო დეპეშაში აღნიშნა: „თქვენი გამარჯ-

ვეები, ამხანაგებო, თავის საბასუხისმგებლო მუშაობაში ძალას მატებენ ყრილობას. მიიღვეთ მხურვალე სალაში და მადლობა მთელი თურქესტანის პროლეტარიატისაგან“ [5].

1919 წლის 13 სექტემბერს, 14 საათსა და 35 წუთზე, აქტიუბინსკის ფრონტის თურქესტანის წითელი არმიის მოწინავე ნაწილები ბერჩოგურსა და მუგოლდუარსკიას შორის შეხვდნენ პირველი არმიის მოწინავე ნაწილებს. ეს იყო ამაღლებული ისტორიული შეხვედრა. თურქესტანის ფრონტის სარდალმა მ. ფრუნზემ ბრძანებაში ჩაწერა: „აღსრულდა! გზა თურქესტანისაკენ გახსნილია“ [6].

ბელოვსა და დუტოვის თეთრი არმიები განადგურებულ იქნენ. წითელმა არმიამ ტყვედ წამოიყვანა 55 ათასი კაცი და ხელთ იგდო დიდი დავლა.

1919 წლის 14 სექტემბერს მ. ფრუნზემ და შ. ელიავამ გამარჯვება მიულოცეს ვ. ი. ლენინს. ამ გამარჯვებამ სამუდამოდ მოუღო ბოლო საბჭოთა თურქესტანის საბჭოთა რუსეთისაგან მოწყვეტას.

პირველი წითელი არმიის სარდლობამ და ირგიზის რევკომმა ბრწყინვალე გამარჯვებისათვის ფასიანი საჩუქრები გადასცეს აქტიუბინსკის ფრონტის სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს წევრებს. ირგიზის რევკომის დადგენილებაში დასაჩუქრებასთან დაკავშირებით ხათქვამი იყო: „აღნიშნული საჩუქრები სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს ეძლევა არა მარტო იმიტომ, რომ მოხდა ცენტრალური რუსეთის წითელი არმიის თურქესტანის წითელ არმიასთან შეერთება, არამედ უმთავრესად სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს კეწმარბიტად რევოლუციური მოღვაწეობის გამო, რომელმაც, როგორც ჩვენ ვთვითონ ვხედავდით აქ, ჩრდილო-აღმოსავლეთის ფრონტზე, უდიდესი სარგებლობა მოუტანა მუშათა მსოფლიო რევოლუციის მსოფლიოს კონტრრევოლუციასთან ბრძოლაში“ [7].

ქ. ჩელკართან, ბერჩოგურსა და მუგოლდუარსკიასთან ბრძოლაში გმირობის გამოჩენისათვის რსფსრ სამხედრო-რევოლუციურმა საბჭომ წითელი დროშის ორდენით დააჯილდოვა განსაკუთრებული რაზმის უფროსი ე. დადიანიძე [8].

1919 წლის ოქტომბერში ი. ბრეგაძე დაინიშნა თურქესტანის რესპუბლიკის შეიარაღებული ძალების სარდალად. 26 ოქტომბერს მან რესპუბლიკის სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს სხდომაზე მოხსენება გააკეთა რესპუბლიკის საზღვრებზე შექმნილი საშიში მდგომარეობის შესახებ. საბჭომ დაადგინა სახელმწიფო საზღვრების დაცვის გაძლიერება.

1919 წლის 22 ნოემბერს თურქესტანის ფრონტის სამხედრო-რევოლუციურმა საბჭომ შ. ელიავასა და ვ. კუბინშევის ხელმოწერით გამოსცა ბრძანება თურქესტანის ტერიტორიაზე მოქმედი საბჭოთა შეიარაღებული ძალების რეორგანიზაციის შესახებ.

შ. ელიავამ და მ. ფრუნზემ წითელი არმიის მშენებლობის საკითხზე ახრთა ურთიერთგაზიარება მოაწყვეს და საერთო შეხედულება შეიმუშავეს. მათ კარგად გამოიცნეს „მუსულმანური არმიის“ შექმნის შესახებ თურქესტანელი ნაციონალისტების მოთხოვნების ვერაგული, ანტისაბჭოთა ხასიათი და აღიცვეს წითელი არმიის აგების ინტერნაციონალური პრინციპი.

ქ. ტაშენტიდან სამარაში მ. ფრუნზესთან პირდაპირი მავთულით საუბარში შ. ელიავა აღნიშნავდა: „მუსულმანი კომუნისტები დაქინებით მოითხოვენ შევუდგეთ მუსულმანური ნაწილების დაუყოვნებლივ ფორმირებას. ამასთან ერთად ეს მათ წარმოდგენილი აქვთ მუსულმანური წითელი არმიის შექმნის სახით... მე ყოველთვის ვარიდებდი თავს გამეცა პასუხი თქვენთან წინასწარი მოლაპარაკების გარეშე. საკითხს მუსულმანთა მობილიზაციისა და ფორმირების შესახებ, არა ცალკეული დამოუკიდებელი არმიის სახით, არამედ ცალკეული ნაწილების სახით, მე პრინციპულად გადაწყვეტილად ვთვლი, მთელი საკითხი მხოლოდ ამ საქმის ორგანიზაციაშია. მე აუცილებლად ვთვლი ჩვენს აქ



მოსვლამდე შექმნილი „მუსულმანური არმიის“ შტაბის გაუქმებას და უპრა-ფორმთან ან სამხედრო კომისარიატთან განყოფილების შექმნას პოლკების ფორმირებისათვის არა სარწმუნოების ნიშნის, არამედ ნაციონალური ნიშნის მიხედვით. უნდა შეიქმნას პოლკები უზბეკების, ტაჯიკების, თურქმენებისა და ყირგიზებისაგან... თუ თქვენ საკითხის ასეთი დაყენების თანახმა ხართ, მაშინ ჩვენ აქ დაუყოვნებლივ შევეუდგებით საქმეს აღნიშნული მიმართულებით. გვი-თხარით მხოლოდ — შეველენ თუ არა მუსულმანური ნაწილები ფორმირებული დივიზიის შემადგენლობაში, თუ ცალკე იარსებებენ. სასწრაფოდ შემატდებით თქვენი შეხედულება, რათა მე შემეძლოს სათანადო პასუხი გაცეცე მუსულმან კომუნისტებს“ [9].

მ. ფრუნზემ დაუყოვნებლივ გაუზიარა თავისი შეხედულება შ. ელიავას. მან აღნიშნა: „არ უნდა იყოს არავითარი ცალკეული შტაბი და მუსულმანური არმია, ამ საკითხზე კიდევ გავცვლით აზრს... ტურქმენური ნაწილების ფორმი-რება, რა თქმა უნდა, დასაშვებია, მაგრამ არა სარწმუნოების პრინციპის მიხედ-ვით, არამედ როგორც თქვენ საგნებით სწორად ლაპარაკობდით, ნაციონალური პრინციპის მიხედვით. ვთხოვთ, ჩვენს მოსვლამდე ამ პრინციპის მიხედვითაც არავითარი ფართო ფორმირება არ აწარმოთ. ყველაზე დიდი, რაც ჭერჭერო-ბით შესაძლებლად მიმაჩნია გაკეთდეს, ესაა ერთი პოლკის, უკიდურეს შემ-თხვევაში ორი პოლკის ფორმირება“ [10].

აქტიუბინსკის ფრონტზე წასვლამდე ი. ბრეგაძემ, როგორც თურქესტანის რესპუბლიკის სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს წევრმა, დიდი მუშაობა ჩაა-ტარა იმიერკასპიის ფრონტის განსამტკიცებლად. 1919 წლის შუა აპრილში, თურქესტანის რესპუბლიკის სხვა ხელმძღვანელებთან ერთად, ბრეგაძე გაემგ-ზავრა იმიერკასპიის ფრონტზე. მათ განაიარაღეს ინტერნაციონალისტთა ნაწი-ლები, რომლებიც იმპერიალისტური აგიტაციის მეოხებით ანტისაბჭოთა გამო-სვლას აპირებდნენ. 1919 წლის აპრილის ბოლოს ბრეგაძე კვლავ გაემგზავრა იმიერკასპიის ფრონტზე ხანგრძლივი დროით. გატარებული ღონისძიებებით ფრონტი განმტკიცდა. 1919 წლის მაისის შუა რიცხვებიდან იმიერკასპიის ფრონტის საბჭოთა ჯარები შეტევაზე გადავიდნენ და ზედიზედ ათავისუფლებ-დნენ დასახელებულ პუნქტებს. სხვა მომძე ხალხის შეილებთან ერთად იმიერ-კასპიის ფრონტზე თეთრგვარდიელებისა და ინგლისელი ინტერვენტების წი-ნააღმდეგ ბრძოლაში მონაწილეობას დებულობდა მრავალი ქართველი მებრ-ძოლი, მათ შორის: ი. დვალი, ნ. მაისურაძე, დ. რაზმაძე, ტ. ქვათაძე, ა. თავ-ბერიძე, ვ. გაფიანიძე, კ. ხუბულური, გ. მატეძე, ტ. კობიძე და სხვები. პირველი მსროლელი პოლკის მე-2 ბატალიონის უფროსი იყო ნიკოლოზ ლავრენტის ძე კაციტაძე (1885—1929). ოცეულებს მეთაურობდნენ ალექსანდრე რომანოვის ძე დვალი და სოლომონ თადეოზის ძე ქელიძე. მამაცური დაზვერვით თავი ისახელა მზვერავთა ჯგუფის წითელარმიელმა გიორგი ბანტაძემ (1886—1937), რისთვისაც რსფსრ სამხედრო რევოლუციურმა საბჭომ ის წითელი დროშის ორდენით დააჯილდოვა [11].

1920 წლის 6 თებერვალს წითელმა არმიამ გაათავისუფლა ქ. კრასნოვოდსკი და კუნძული ჩელეკენი, ხელში ჩაიგდო მრავალი ტყვე და დიდი დაკლა. იმიერ-კასპიის ფრონტი ლიკვიდირებულ იქნა.

1919 წლის გაზაფხულზე ფერგანის ფრონტზე ბასმაჩები სერიოზული და-მარცხებები აცემეს, მაგრამ ზაფხულის ბოლოს მათ კვლავ გააძლიერეს თავ-დასხმები, რაც დაკავშირებული იყო საბჭოთა ქვეყნის წინააღმდეგ ანტანტის მეორე ლაშქრობასთან.

შ. ელიავამ დიდი ყურადღება მიაქცია ფერგანის ფრონტს მ. ფრუნზესთან საუბარში ის აღნიშნავდა: თურქესტანის ზურგი საგნებით მოშლილია. ფერგა-ნი კი, ზურგში და ფრონტზე ყოველგვარი მოქმედების ეს ერთადერთი ბაზა, ნავთისა და სამთომადლო სარწყების, საქსოვი სახელოსნოების... ზეთსახელო

და საბნის საბარში ქარხნების ნორმალური მუშაობისათვის მოითხოვს მთელი ოლქის გაწმენდას ბანდებისაგან. ამის გარეშე, ე. ი. ფერგანის მტკიცედ დაუფლების გარეშე, თურქესტანში არაფრის გაკეთება არ შეიძლება“ [12].

თურქესტანის რესპუბლიკის შეიარაღებული ძალების მთავარსარდალი ი. ბრეგაძე ფერგანის ფრონტის სარდლისადმი გავზავნილ დეპეშაში აღნიშნავდა: „ფერგანის ყველა საწარმოს დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა გვაკვლავდებულვებს მიღებულ იქნეს გადამტკიცებული ზომები მათი დაცვისა და შეუჩერებელი მუშაობის უზრუნველსაყოფად... გააძლიერეთ გარნიზონი, მოამარაგეთ ტყვიამფრქვევებით, მოაწყვეთ საწარმოების შინა დაცვა, გააძლიერეთ დაზვერვა, ძვილეთ უაღრესად გადამტკიცებული ზომები, რათა ბასმაჩების ყველა ცდა უშედეგოდ დამთავრდეს. აკვალერია გევზავნებთ“ [13].

1919 წლის 15 ნოემბრიდან ბრეგაძე მივლინებულ იქნა ფერგანის ფრონტზე. გაეცნო რა ბასმაჩებთან ბრძოლის საქმეს, მან უარყო ბრძოლის ძველი ტაქტიკა, რაც ბასმაჩების ცალკეული ბანდების დევნით გამოიხატებოდა. ამა თუ იმ რაიონიდან განდევნილი ბასმაჩები კვლავ ბრუნდებოდნენ და ახალ თავდასხმებს აწყობდნენ.

„ბასმაჩებთან ბრძოლის წინანდელი ხერხები, რაც გამოიხატებოდა მათი ცალკეული რაზმების დევნით, შედეგს არც წარსულში იძლეოდნენ და არც მომავალში მოგვეცემენ!“ [14], — აღნიშნავდა ბრეგაძე კუბიბეგთან საუბარში.

ბასმაჩებთან ბრძოლის ახალი ტაქტიკა, რომელიც ბრეგაძემ წამოაყენა, მდგომარეობდა ბასმაჩების ძირითადი ბაზების გარემოცვასა და მათი ცოცხალი ძალების ხელში ჩაგდებაში. სამხედრო ღონისძიებებთან ერთად გათვალისწინებული იყო აგიტაციის გაძლიერება მოსახლეობაში და თვით ბასმაჩებში, რათა ჩაოცრებულნი მათი შიშით მიმხრობილი მებრძოლები და მოეხდინათ ბასმაჩების იზოლაცია მოსახლეობისაგან. ფრონტის კულტმომსახურებისათვის დაინიშნა კულტმატარებელი გიორგი გრიგოლის ძე საყვარელიძის უფროსობით.

1919 წლის დეკემბრის დამდეგს ი. ბრეგაძემ დაიწყო დიდი ოპერაცია ბასმაჩების წინააღმდეგ ახალი ტაქტიკის მიხედვით. იმ ოპერაციის გეგმა მან გააფორმა 1 დეკემბრის საიდუმლო ბრძანებით. ოპერაცია ითვალისწინებდა ირგავის ბანდის გარემოცვასა და განადგურებას ორ დიდ პუნქტში: ყიშლაყ გორბუასა და შერისხაში, რომლებიც ბასმაჩების ბაზებს წარმოადგენდნენ. ოპერაციაში მონაწილეობდა ფერგანის დივიზიის ნამაგანის, სკობელევის, ანდოჟანისა და ფედინკოს დაჯგუფება. ოპერაციამ საერთოდ წარმატებით ჩაიარა. მართალია, ირგავის ბანდა მთლიანად ვერ მოსპეს, მაგრამ მან დიდი დანაკლისი განიცადა. ირგავმა დიდი მსხვერპლით შეძლო გარემოცვიდან თავის დაღწევა.

მაღალ ღონეზე დააყენა დაზვერვა ფერგანის დივიზიის შტაბის დაზვერვის განყოფილების უფროსმა პავლე გიორგის ძე ბრეგაძემ (1890—1937), რისთვისაც სსრ კავშირის სამხედრო-რევოლუციურმა საბჭომ პ. ბრეგაძე ფასიანი საჩუქრებით დააჯილდოვა [15].

1919 წლის დეკემბერში მდგომარეობა ფერგანის ფრონტზე დაძაბული იყო. შ. ელიაშვილმა გადაწყვიტა წასულიყო ფერგანში და ადგილზე გასცნობოდა მდგომარეობას.

„მომავალი კვირის დამდეგს მე ნოვეციკისთან ერთად მოვალ ფერგანში და შენთან და ბრეგაძესთან ერთად გადავჭრი სამხედრო ხასიათისა და აგრეთვე პარტიულ და საბჭოთა საკითხებს“ [16]. — ატყობინებდა ის თურქკომისიის წევრს გოლეშჩიკის ტაშვენტიდან პირდაპირი მავთულით საუბარში.

ელიაშვილმა და თურქესტანის ფრონტის შტაბის უფროსმა ნოვეციკი 9—13 დეკემბერს შემოიარეს ფერგანი, იყენებ კოკანდში, სკობელევი, ანდოჟანში. დაათვალიერეს ყველა საჯარისო შენაერთი და საბჭოების მხარეზე გადმოსული ბასმაჩების რაზმები. მათ შენიშნეს არმიის დაქსაქსულობა და მოუმარაგებ-

ლობა. კარგი შთაბეჭდილება დატოვა ინტერნაციონალისტების ცხენოსანმა პოლკმა, რომლის უფროსიც იყო ჩეხი ე. კუქელო. „ჩვენი მიგვაჩნია, რამ კუქელო საუკეთესო მეზობელი კომანდირია“ [17] — აღნიშნა ელიავამ. თურქესტანის ფრონტის სამხედრო-რევოლუციურმა საბჭომ, ელიავასა და ნოვოცის ხელმოწერით, მადლობა გამოუცხადა კუქელოს პოლკში კარგი საბრძოლო განწყობილებისათვის. შემდეგ ე. კუქელო წითელი დროშის ორდენით დააჯილდოვეს.

ელიავამ და ნოვოცის ბრეგაძესა და გოლეშტუქთან ერთად დასახეს ლენინცილები ფერგანის დივიზიის გასაძლიერებლად.

1919 წლის დეკემბრის მეორე ნახევარში თურქესტანის არმიის მთავარსარდლის პოსტი გაუქმდა. თურქესტანის რესპუბლიკის არმია უშუალოდ დაექვემდებარა თურქესტანის ფრონტის სარდალს მ. ფრუნჯეს. ი. ბრეგაძე დანიშნულ იქნა თურქესტანის ფრონტის სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს საგანგებო რწმუნებულად ფერგანის ფრონტზე. ამასთან დაკავშირებით შ. ელიავა ბრეგაძეს ეუბნებოდა:

„სამხედრო ხელისუფლების ორგანოდ ითვლებით თქვენ. ეს, რა თქმა უნდა, იმას არ ნიშნავს, რომ დივიზიის მმართველობას შესაძლებლობა მოეცას გამოიჩინოს თავისი ინიციატივა, არამედ პირუქუ, უნდა ვანუვითაროთ მას ინიციატივა თქვენი უშუალო მეთვალყურეობითა და ხელმძღვანელობით... წარმართეთ მუშაობა ისე, რომ თქვენში დაინახონ სამხედრო მუშაობაში უფროსი ამხანაგი და ხელმძღვანელი“ [18].

ფერგანის ფრონტზე თათართა ბრიგადის ვაგზაჩანსთან დაკავშირებით ელიავა ბრეგაძეს ავალბდა, რომ მოეწყო ბრიგადის სახეიმი მიღება და გამოეყენებინა ეს მომენტი პოლიტიკური და ორგანიზაციული მუშაობის აღმადგენლობისათვის, ხაზგასმით აღნიშნა, რომ მხოლოდ საბჭოთა ხელისუფლებამ მისცა შესაძლებლობა მუსულმან ხალხებს შეექმნათ თავიანთი ეროვნული სამხედრო ნაწილები. „ხაზი გაუსვი მუსულმან ხალხთა ისტორიაში ბაშკირების, ყირგიზების, თათრებისა და უზბეკებისაგან ცალკე საჯარისო შენაერთების ორგანიზაციის ამ ერთადერთ ფაქტს. ერთი სიტყვით, თათართა ბრიგადის მოსვლა აქცე დიდი ორგანიზაციული მუშაობის ამოსავალ მომენტად“ [19] — მიუთითებდა ელიავა ბრეგაძეს.

1920 წლის 4 თებერვალს ი. ბრეგაძის გეგმით ბასმაჩების წინააღმდეგ დაიწყო ახალი ოპერაცია გორბუა-შერიხანის რაიონში კურშირმატის ბანოს წინააღმდეგ, კარაგურში კი მადამინ-ბეის წინააღმდეგ. იმ ოპერაციის შესახებ ბრეგაძე ამბობდა: „ჩემი შემდგომი განზრახვა და რწმენა 2—3 დღეში ერთდროულად წელში გავტეხო მადამინი და კურშირმატი და გარნიზონებით დავიკავო მათი ბანაკები, კარაგური და გორბუა... ჩვენი ამოცანაა, ფართო ფრონტით სწრაფად გამოვიდეთ მტრის გასანადგურებლად და ერთბაშად თავს დაეატყუდეთ მოწინააღმდეგეებს“ [20].

ფერგანის დივიზიის ნაწილებმა წინასწარ დაიკავეს ყარატოხტის ყველა გადასასველი. შეტევა დაიწყო სკობლევის, ანდიჯანის, ნამანგანისა და კოკანდის დაჯგუფებამ. ორი დღის დამძვლი ბრძოლით გორბუა-შერიხანის რაიონში ბასმაჩების მთავარი ძალები განადგურებულ იქნენ. მადამინ-ბეი იძულებული გახდა ფერგანის დივიზიის სარდლობასთან მოლაპარაკება დაეწყო. 1920 წლის 6 მარტს ის 1200 კაცითა წითელი არმიის მხარეზე გადმოვიდა, შემდეგ მასობრივად დაიწყო ბასმაჩთა სხვა რაზმების გამოსვლა. 1920 წლის მარტში ფერგანის დაბლობი გაიწმინდა ბასმაჩთა ბანდებისაგან.

21 მარტს ი. ბრეგაძე დააჯილდოვეს წითელი დროშის ორდენით. დადგენილებაში დაჯილდოების შესახებ ნათქვამია: „მუსურ-გოლხტური არმიის მეზობლო იოსებ გიორგის ძე ბრეგაძე თურქესტანის ფრონტზე სოციალისტური სამშობლოს მტრების წინააღმდეგ ბრძოლებაში წარჩინებისათვის: 1) აქტიუბინ-

სკის უბანზე, სადაც ის თურქი ჯარების ჯგუფს სარდლობდა. ხელი შეუწყო დეტოვისა და ბელოვის არმიების განადგურებას; 2) ფერგანის უბანზე, სადაც ის სარდალი იყო, გაანადგურა აჯანყებულთა (ბასმაჩთა) რაზმები და უზოუნეილყო ფრონტის ლიკვიდაცია...—დაჯილდოვებული იქნეს მსოფლიო სოციალისტური რევოლუციის სიმბოლოთი—წითელი დროშის № 1587 ორდენით“ [21].

1920 წლის მარტის დამლევს ი. ბრეგაძე სამუშაოდ გაგზავნეს აზერბაიჯანში.

1920 წლის ზაფხულში, საბჭოთა ქვეყნის წინააღმდეგ ანტანტის სახელმწიფოების მესამე ლაშქრობასთან დაკავშირებით, მდგომარეობა ფერგანის ფრონტზე კვლავ გაართულდა.

მ. ფრუნზემ ხელში აიღო ბასმაჩებთან ბრძოლის ხელმძღვანელობა. ფერგანის ფრონტზე გადასროლილ იქნა დამხმარე ძალები, გადაახალისეს და გააძლიერეს მე-2 დივიზია. 1920 წლის 1 ივლისს შეიქმნა მე-2 დივიზიის სამხედრო-რევოლუციური საბჭო, რომელსაც დაექვემდებარა ფრონტის მთელი შეიარაღებული ძალები. დივიზიის სამხედრო-რევოლუციური საბჭოს 1920 წლის 1 ივლისის ბრძანებით გაფორმდა დივიზიის ცხენოსანი დაზვერვის ესკადრონი 73 კაცის შემადგენლობით. ესკადრონის უფროსად დაინიშნა ე. დაიანიძე. სხვებთან ერთად მზვერავ ესკადრონში იყვნენ ქართველი მებრძოლები: დ. ალხაზიშვილი, ვ. ბზიკაძე, ნ. დოკიძე, თ. მაისურაძე და დ. სირაძე [22].

იმავე ბრძანებით გაფორმდა დივიზიის განსაკუთრებული დანიშნულების რაზმის მეტყვიამფრქვევეთა კომანდა 20 კაცის შემადგენლობით. ქართველი მებრძოლებიდან მეტყვიამფრქვევეთა კომანდაში ჩარიცხეს: შ. ბანცაძე, დ. გოვლიძე, ნ. ქორიძე და ი. შარაშენიძე [23]. სხვა ნაწილების მებრძოლთა შორის იყვნენ: ლ. პოსაძე, გ. კესრალაშვილი, ი. მილიონაშვილი და სხვები [24].

1920 წლის ივლისში წითელმა არმიამ ფერგანის დაბლობი კვლავ გაწმინდა ბასმაჩებისაგან.

ა. პუშკინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო პედაგოგიურა ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.10.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ЦГА Уз. ССР, Ф. 17, оп. 1, д. 10 лл. 20 об., 26, 27 об., 29.
2. ЦГАСА СССР, Ф. 138, оп. 1, д. 49, л. 4.
3. ЦГАСА СССР, ф. 31766, оп. 1, д. 10, лл. 51, 393 об. 596; ф. 31763, оп. 1, д. 42, лл. 181, 419, 433 об., 462; д. 51, л. 92 об.; ф. 31770, оп. 1, д. 2, л. 20 об.; ф. 7203, оп. 3, д. 38, л. л. 64, 112 об., 128.
4. Газета „Туркестанские известия“ от 9 сентября 1919 г.
5. ЦГАСА СССР, ф. 138, оп. 1, л. 33, л. 21.
6. М. В. Фрунзе на фронтах гражданской войны. Сборник документов, М., 1941, стр. 209.
7. ЦГАСА СССР, ф. 110, оп. 1, л. 28, л. 33.
8. ЦГАСА СССР, ф. 4, оп. 3, д. 1892, л. 65 об.
9. ЦПЛ—ИМЛ, ф. 122, оп. 1, д. 23, л. 20.
10. ЦПА—ИМЛ, ф. 122, оп. 1, д. 23, л. 20
11. ЦГАСА СССР, ф. 4, оп. 3, д. 1768, л. 253 об.
12. ЦПА—ИМЛ, ф. 122, оп. 1, д. 23, л. 110.
13. ЦГАСА СССР, ф. 25859, оп. 4, д. 69, л. 300.

14. А. И. Зевелев. Из истории гражданской войны в Узбекистане, 1959, стр. 515.
15. ЦГАОР ГССР, ф. 1191, оп. 1, д. 315, л. 1. Заверенная копия.
16. ЦПА—ИМЛ, ф. 122, оп. 1, д. 23, л. 70.
17. ЦПА—ИМЛ, ф. 122, оп. 1, д. 23, л. 103.
18. ЦПА—ИМЛ, ф. 122, оп. 1, д. 23, л. 27.
19. ЦПА—ИМЛ, ф. 122, оп. 1, д. 23, л. 27.
20. А. Коканбаев. Борьба с басмачеством и упрочение советской власти в Фергане. Ташкент, 1958, стр. 69.
21. ЦГАСА—СССР, ф. 226, оп. 2, л. 21, л. 1.
22. ЦГАСА СССР, ф. 16708, оп. 2, л. 10, л. 9, об.; л. 13, л. 11 об.
23. ЦГАСА СССР, ф. 16708, оп. 2, л. 10, л. 10, л. 13, л. 12.
24. ЦГАСА СССР, ф. 34497, оп. 1, л. 31, лл. 4, 37 об., 38.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 აკადემიკოსი რ. დვალა

ხელნაწერი დასაბუქდად 28.1.1963; შეკვ. № 1393; ანაწყოების ზომა 7×11;
 ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-სავაჭროც. ფურცლების რაოდენობა 9,5;
 საბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 11; უე 03608; ტირაჟი 800

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5
 Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Г. Табидзе, № 3/5

და მ ბ კ ი ც ე ბ უ ლ ი კ
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 31.I.1957 წ.

ღებულება „საბარტვილოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრებ“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღმატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, საესებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაერთარი შეწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დანაწილებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შექმნილი და გვარად სრული: საკითხა აღნიშნოს ევროპის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თაჩილდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

აკადემიის მისამართი: თბილისი, ძეგლიძის ქ., 8
ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXX, № 2, 1963
Основное, грузинское издание