

524
1957

საქართველო
ბიბლიოთეკა

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ თ ე მ ბ ე

ფორმეი XVIII, № 4

ძირითადი, ქართული გამოცემა

1957

ა ვ რ ი ღ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი



შ ი ნ ბ ა რ ს ი

ბათუმბატია

1. შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი). რიცხვითი გაწარმოება კომპლექსურ არეში 385

დრამატულის თეორია

2. გ. ხატიაშვილი. შედგენილი ძელის დრეკადი წონასწორობა მსახველის გასწვრივ ცვალებადი დატვირთვის შემთხვევაში 393

ფიზიკა

3. ს. მატინიანი. K-მეზონის ურთიერთქმედება ჰელიუმის ატომბირთვებთან და იზობარული ინვარიანტობა 401

4. ი. ვაშაკიძე. სწრაფი ნეიტრონების დეიტონებზე გაფანტვა სპინორბიტალური ურთიერთმოქმედების გათვალისწინებით 405

ბიომედიცინა

5. ლ. ტყეშელაშვილი. ფოსფორილქოლინისა და ფოსფორილეთანოლამინის განახლების სისწრაფე ცხოველის ორგანიზმში 413

6. შ. გონაშვილი. ზოგიერთი მონაცემი სამქლორიანმარმევათი ცილის კოაგულაციის პროცესის შესწავლისათვის 421

ტიპნიკა

7. თ. დალაქიშვილი. თერმობირთვების გამომყენება წყლის დინების მცირე სიჩქარეების გასაზომად 427

8. თ. ფაშალიშვილი. კაზმის არევის ხანგრძლივობის გაველნა ბეტონის სიმტკიცეზე 433

9. გ. პშენიჩინოვი. ქარგილ-ბადურა სისტემების ანგარიშისათვის 441

სამთო საქმე

10. ი. ხურაბიშვილი. ლევის სიგრძის გაზრდის ეფექტურობის შესახებ 449

მეტროლოგია

11. ტ. ნოვიკოვა. ფქვილისებრ ცრუფარჩანებზე თიოფოსის მოქმედების შესწავლისათვის 457

ზოოლოგია

12. პ. ჭანტურიშვილი. საშილონოსგარეშე მაეოლა თაგვებში 463

პარაზიტოლოგია

13. ნ. რუსთომბეკოვა. წყლის, ბოსტნეულისა და მწვანის მნიშვნელობა ჰელმინთოზების გავრცელებაში 467

მასპირიმიენტული მემიციცინა

14. გ. ზეიდაძე. ძელის ტვინის ცელილებები თირეოტოქსიკოზის ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ 473

15. ბ. მანჯგალაძე. წერილი ნაწლავების ვრცელი რეზექციის გავლენის საკითხისათვის დარჩენილი ნაწილის ფერმენტგამომყოფი ფუნქციაზე 475

16. მ. გაჩეჩილაძე. კუჭის სერეცია და საქმლის მონელებითი ლეიკოციტოზი კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების დროს 483

ისტორია

17. დ. კახანაძე. მ. ბარათევისა და ვ. ლანგლუს ზოგიერთი განსაზღვრის შესახებ 491

მეცნიერების ისტორია

18. პ. ფირფილაშვილი. არქეოლოგიური გათხრებისას მოპოვებული ზოგიერთი სადასტაქრო იარაღის შესახებ 495

ხელოვნების ისტორია

19. რ. შმერლინგი. ბედის ტაძრის მხატვრობის დათარიღების საკითხისათვის 503

მათემატიკა

შ. მიქელაძე

(საპარტვილოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი)

რიცხვითი გაწარმოება კომპლექსურ არეში

§ 1. რიცხვითი გაწარმოების ფორმულები

აღნიშნოთ $f(z)$ -ით ნებისმიერი ფუნქცია, რეგულარული კომპლექსური ცვალებადის z სიბრტყის G არეში, ხოლო $f(a, a, \dots, a, a_1, a_2, \dots, a_m)$ -ით—

$f(z)$ -ის $m + \nu$ რიგის გაყოფილი სხვაობა (a -ს $\nu + 1$ განმეორებითი, მნიშვნელობებით) G -ში მოთავსებულ, z არგუმენტის ერთმანეთისაგან განსხვავებულ a, a_1, \dots, a_m მნიშვნელობათათვის.

გამოვწეროთ $f(z)$ -ისათვის ნიუტონისა და ლაგრანჟის საინტერპოლაციო ფორმულები ნაშთებით ისე, რომ უკანასკნელნი შეიცავდნენ $f(z)$ -ის გაყოფილ სხვაობებს $a, a_\nu = a + t_\nu H$ ($\nu = 1, 2, \dots, m$) მნიშვნელობათათვის. გარდაეჭმნათ გაყოფილი სხვაობები როგორც [1]-ში და გამოვიტვალოთ $f(z)$ -ის k -ური რიგის წარმოებულნი.

ეს მოგვცემს რიცხვითი გაწარმოების ფორმულებს:

$$H^k f^{(k)}(a + tH) = \sum_{\nu=1}^m f(a_\nu) \frac{d^k}{dt^k} l_\nu(t)$$

$$+ H^m \sum_{\nu=0}^s H^\nu f(a, a, \dots, a, a_1, \dots, a_m) \frac{d^k}{dt^k} t^\nu \cdot \prod_{p=1}^m (t - t_p) + \frac{d^k}{dt^k} R_{m+s} \quad (1)$$

$$H^k f^{(k)}(a + tH) = \sum_{\nu=k+1}^m H^{\nu-1} f(a + t_1 H, \dots, a + t_\nu H) \frac{d^k}{dt^k} \prod_{p=1}^{\nu-1} (t - t_p)$$

$$+ H^m \sum_{\nu=0}^s H^\nu f(a, a, \dots, a, a_1, \dots, a_m) \frac{d^k}{dt^k} t^\nu \cdot \prod_{p=1}^m (t - t_p)$$

$$+ \frac{d^k}{dt^k} R_{m+s}$$

(2)

7307



სადაც

$$L_\nu(t) = \prod_{\substack{p=1 \\ p \neq \nu}}^m \frac{t - t_p}{t_\nu - t_p}$$

და

$$R_{m+s} = (1+s)H^{m+s+1} \prod_{p=1}^m (t - t_p) \\ \times \int_0^t (t-\tau)^s \underbrace{f(a + \tau H, \dots, a + \tau H, a_1, \dots, a_m)}_{s+2} d\tau.$$

როცა $t=0$ და $k \leq s$, მაშინ მივიღებთ ფორმულას:

$$H^k f^{(k)}(a) = \sum_{\nu=1}^m L_\nu^{(k)}(0) f(a + t_\nu H) + R, \quad (3)$$

$$R = H^m \sum_{\nu=0}^k \nu! \binom{k}{\nu} H^\nu \underbrace{f(a, a, \dots, a, a_1, \dots, a_m)}_{\nu+1} \left[\frac{d^{k-\nu}}{dt^{k-\nu}} \prod_{p=1}^m (t - t_p) \right]_{t=0},$$

ვინაიდან

$$\left[\frac{d^k}{dt^k} R_{m+s} \right]_{t=0} = 0$$

ყოველი $k \leq s$.

მე-(3)-ის R დამატებით წევრში შემაველი გაყოფილი სხვაობები წარმოვიდგინოთ კომპლექსური ინტეგრალების სახით. ეს მოგვცემს დამატებითი წევრის მოდულით შეფასების შესაძლებლობას.

მე-(3) ფორმულაში მივიღოთ $k=1$, მაშინ

$$Hf'(a) = -f(a) \sum_{k=1}^m \frac{1}{t_k} - (-1)^m t_1 t_2 \dots t_m \sum_{\nu=1}^m \frac{f(a + t_\nu H)}{t_\nu^2 \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \nu}}^m (t_\nu - t_k)} \\ + (-1)^m H^{m+1} t_1 t_2 \dots t_m f(a, a, a + t_1 H, \dots, a + t_m H).$$

რიცხვითი გაწარმოების ფორმულების კლასს მივიღებთ, თუ (1)-ში [მე-(2)-ში] t_1, t_2, \dots, t_m რიცხვებად ვიგულისხმებთ

$$t^m - 1 = 0$$

განტოლების ფესვებს.

მაშინ

$$\prod_{\substack{p=1 \\ p \neq \nu}}^m (t - t_p) = \frac{t^m - 1}{t - t_\nu} = \sum_{p=0}^{m-1} t_\nu^p t^{m-p-1}$$

და, მაშასადამე,

$$f^{(k)}(0) = \frac{\left[\frac{d^k}{dt^k} \sum_{p=0}^{m-1} t_\nu^p t^{m-p-1} \right]_{t=0}}{\lim_{\substack{t \rightarrow t_\nu \\ p=1 \\ p \neq \nu}} \prod_{p=1}^m (t - t_p)} = \frac{k!}{m t^k}$$

ანის გარდა,

$$\left[\frac{d^k}{dt^k} t^\nu \cdot \prod_{p=1}^m (t - t_p) \right]_{t=0} = -k!$$

ამიტომ შეიძლება დავწეროთ შემდეგი ზუსტი ფორმულა:

$$\frac{H^k}{k!} f^{(k)}(a) = \frac{1}{m} \sum_{\nu=1}^m t_\nu^{m-k} f(a + t_\nu H) - H^{m+k} f(\underbrace{a, a, \dots, a}_{k+1}, a + t_1 H, \dots, a + t_m H). \quad (4)$$

კერძოდ, როცა $m = 4$, მივიღებთ

$$t_1 = -1, t_2 = 1, t_3 = -i, t_4 = i.$$

მაშასადამე,

$$f'(a) = \frac{1}{4H} [-f(a-H) + f(a+H) + if(a-iH) - if(a+iH)] - H^4 f(a, a, a-H, a+H, a-iH, a+iH),$$

$$f''(a) = \frac{1}{2H^2} [f(a-H) + f(a+H) - f(a-iH) - f(a+iH)] - 2H^4 f(a, a, a, a-H, a+H, a-iH, a+iH),$$

$$f'''(a) = \frac{3}{2H^3} [-f(a-H) + f(a+H) - if(a-iH) + if(a+iH)] - 6H^4 f(a, a, a, a, a-H, a+H, a-iH, a+iH).$$

ვთქვათ, მოცემულია $f(z) = \sin z$ -ის მნიშვნელობანი:

$$f(a-H) = 0,10436 + 0,30300i,$$

$$f(a+H) = 0,30892 + 0,29091i,$$

$$f(a - iH) = 0,20266 + 0,19733 i,$$

$$f(a + iH) = 0,21478 + 0,40256 i,$$

სადაც $a = 0,2 + 0,3 i$ ხოლო $H = 0,1$, და საძიებელია $f(z)$ -ის პირველი ორი რიგის წარმობებლები a წერტილში.

გამოთვლა ზემოთ მიღებული ფორმულების დახმარებით გვიჩვენებს, რომ

$$f'(a) = 1,02448 - 0,06053 i,$$

$$f''(a) = -0,2080 - 0,2990 i,$$

რაც კარგ მიახლოებად უნდა ჩაითვალოს $H = 0,1$ -ისთვის, ვინაიდან საძიებელი წარმობებლების ზუსტი მნიშვნელობანი ხუთი და ოთხი ათწილადი ნიშნებით შესაბამისად ტოლნი არიან

$$1,02451 - 0,06050 i \text{ და } -0,2077 - 0,2985 i.$$

§ 2. რიცხვითი გაწარმოების ფორმულების გავრცელება

გამოვიყვანოთ ახლა რიცხვითი გაწარმოების სხვა ფორმულები. საინტერპოლაციო კვანძებად მივიღოთ ისეთი $z_{\pm v} = a + Ht_{\pm v}$ ($v = 0, 1, \dots, r$) წერტილები, რომლებსთვისაც $t_0 = 0$, ხოლო $t_{\pm v}$ ($v = 1, 2, \dots, r$) წერტილები სიმეტრიულად არიან დალაგებულნი $t_0 = 0$ წერტილის (სათავის) მიმართ: $t_v = -t_{-v}$.

ლაგრანჟის ფორმულის დახმარებით შესაძლებელია კომპლექსური ცვალებადის ფუნქციისათვის შემდეგი ფორმულის აგება [რომელიც მსგავსია ნამდვილი ცვალებადისთვის აგებული ([2], გვ. 96) საინტერპოლაციო ფორმულისა]:

$$f(a + tH) = (-1)^r \frac{\prod_{v=1}^r (t^2 - t_v^2)}{\prod_{v=1}^r t_v^2} f(a)$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{v=1}^r \frac{t \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq v}}^r (t^2 - t_k^2)}{t_v^2 \prod_{k=1}^r (t_k^2 - t_k^2)} \left[\frac{f(a + t_v H)}{t - t_v} + \frac{f(a - t_v H)}{t + t_v} \right] + R,$$

$$R = f(a + tH, a, a \pm t_1H, \dots, a \pm t_rH) H^{2r+1} t \prod_{\nu=1}^r (t^2 - t_\nu^2).$$

თუ უკანასკნელ ფორმულას თანმიმდევრობით გავაწარმოებთ და მიღებულ გამოსახულებებში t -ს მაგიერ n ულს შევიტანთ, დავრწმუნდებით, რომ:

$$Hf'(a) = \frac{1}{2} \sum_{\nu=1}^r (-1)^{\nu-1} \frac{t_1^2 t_2^2 \dots t_r^2}{t_\nu^2 \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \nu}}^r (t_k^2 - t_k^2)} [f(a + t_\nu H) - f(a - t_\nu H)] + R_1,$$

$$R_1 = (-1)^\nu t_1^2 t_2^2 \dots t_r^2 H^{2r+1} f(a, a, a \pm t_1H, \dots, a \pm t_rH),$$

$$H^2 f''(a) = -2 f(a) \sum_{\nu=1}^r \frac{1}{t_\nu^2} + \sum_{\nu=1}^r \frac{(-1)^{\nu-1} t_1^2 t_2^2 \dots t_r^2}{t_\nu^2 \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \nu}}^r (t_k^2 - t_k^2)} \{f(a + t_\nu H) + f(a - t_\nu H)\} + R,$$

$$R = (-1)^\nu 2 t_1^2 t_2^2 \dots t_r^2 H^{2r+2} f(a, a, a, a \pm t_1H, \dots, a \pm t_rH)$$

და ა. შ.

ვთქვათ, $f(x)$, როგორც ზემოთ, რეგულარული ფუნქციაა. თუ $H = h$ ნამდვილ რიცხვს აღნიშნავს, ხოლო $a, a \pm t_\nu h$ ($\nu = 1, 2, \dots, r$) კვანძები ნამდვილ ლერძზეა მოთავსებული, მივიღებთ [2]-ის § 127-ში გამოყვანილ რიცხვითი გაწარმოების ფორმულებს.

§ 3. საინტერპოლაციო ფორმულები

ზემოთ გამოყვანილი ფორმულების დახმარებით შესაძლებელია კომპლექსური არისთვის გამოსადეგი საინტერპოლაციო ფორმულების აგება. ასე, ფუნქცია $f(a + tH)$, რეგულარული C წრეწირის შიგნით და თვით წრეწირზე, ცენტრით a წერტილში, შემდეგნაირად წარმოგვიდგება (თანახმად ტეილორის ფორმულისა):

$$f(a + tH) = f(a) + \frac{tH}{1!} f'(a) + \frac{t^2 H^2}{2!} f''(a) + \dots + \frac{t^{m-1} H^{m-1}}{(m-1)!} f^{(m-1)}(a) + \frac{H^m t^m}{2\pi i} \int_C \frac{f(z)}{(z-a)^m (z-a-tH)} dz.$$

თუ უკანასკნელ დაშლაში $\frac{H^k f^{(k)}(a)}{k!}$ სიდიდეებს მე-(4) ფორმულის მიხედვით შევცვლით, მივიღებთ ფორმულას, მოსახერხებელს კომპლექსურ არეში ინტერპოლაციისთვის:

$$f(a + tH) = f(a) + \frac{1}{m} \sum_{\nu=1}^m \frac{t_\nu t^m - t}{t - t_\nu} f(a + t_\nu H) - H^{m+1} \sum_{\nu=1}^{m-1} H^{\nu-1} t^\nu f(\underbrace{a, a, \dots, a}_{\nu+1}, a + t_1 H, \dots, a + t_m H) + R_m, \quad (5)$$

$$R_m = \frac{H^m t^m}{2\pi i} \int_C \frac{f(z)}{(z-a)^m (z-a-tH)} dz.$$

მე-(5) ფორმულა, როცა $a = 0$ და $H = 1$, გვაძლევს

$$f(t) = f(0) + \frac{1}{m} \sum_{\nu=1}^m \frac{t_\nu t^m - t}{t - t_\nu} f(t_\nu) - \sum_{\nu=1}^{m-1} t^\nu f(\underbrace{0, 0, \dots, 0}_{\nu+1}, t_1, \dots, t_m) + \frac{t^m}{2\pi i} \int_C \frac{f(z)}{z^m (z-t)} dz.$$

ვთქვათ ახლა $t = 1$. ამ შემთხვევაში უკანასკნელი ფორმულის მიხედვით შეგვიძლია დავწეროთ:

$$f(0) = \frac{1}{m} \sum_{\nu=1}^m f(t_\nu) + \sum_{\nu=1}^{m-1} f(\underbrace{0, 0, \dots, 0}_{\nu+1}, t_1, \dots, t_m) - \frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{f(z)}{z^m (z-1)} dz,$$

რამდენადაც

$$\frac{t\nu^m - t}{t - t\nu} f(t\nu)$$

სიდიდე— $f(t\nu)$ -ს უტოლდება ნებისმიერ ერთიდან განსხვავებულ $t\nu$ -სთვის, თუ $t = 1$, და იგივე სიდიდე მიისწრაფის $(m - 1) f(1)$ -ისკენ, როცა $t\nu = 1$, ხოლო $t \rightarrow 1$.

§ 4. კვადრატული ფორმულები

განვიხილოთ $\int f(z) dz$ ინტეგრალი, აღებული a და $a + H$ წერტილებით შემოსაზღვრული მონაკვეთით; შევთანხმდეთ, რომ ეს მონაკვეთი მოთავსებულია C წრეწირის შიგნით.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$\int_a^{a+H} f(z) dz = H \int_0^1 f(a + tH) dt$$

და შევცვლით ინტეგრალქვეშა ფუნქციას (5)-ის მიხედვით, მაშინ

$$\begin{aligned} \int_a^{a+H} f(z) dz &= H \left\{ f(a) + \sum_{\nu=1}^m A_\nu f(a + t_\nu H) \right\} \\ &- H^{m+1} \sum_{\nu=1}^{m-1} \frac{H^\nu}{\nu+1} \underbrace{f(a, a, \dots, a, a + t_1 H, \dots, a + t_m H)}_{\nu+1} + R, \end{aligned}$$

სადაც

$$A_\nu = \frac{1}{m} \int_0^1 \frac{t\nu^m - t}{t - t\nu} dt = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^{m-1} \frac{t_\nu^{m-k}}{k+1},$$

$$R = \frac{H^{m+1}}{2\pi i} \int_0^1 t^m \left[\int_C \frac{f(z)}{(z-a)^m (z-a-tH)} dz \right] dt.$$

უკანასკნელ გამოსახულებაში უკუვაგდოთ დამატებითი წევრი R და გაყოფილი სხვაობების შემცველი ჯამი. ვთქვათ, $m = 4$. თუ მივიღებთ მხედველ-

ველობაში, რომ ix რიცხვები ამ შემთხვევაში $x^4 - 1 = 0$ განტოლების ფესვები უნდა იყოს, შევცვლით მიღებულ ფორმულაში a -ს 0 -ით და H -ს 1 -ით, გვექნება

$$\int_0^1 f(t) dt = f(0) + \frac{1}{48} \{-5f(-1) + 13f(1) + (3i-4)f(-i) - (3i+4)f(i)\}.$$

ეს ფორმულა სწორია ყოველი პირველი სამი ხარისხის მრავალწევრისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო

უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. შ. მიქელაძე. შესაძლოდ მაღალი სიზუსტის მქონე კვადრატურული ფორმულები ჯერადი ინტეგრალისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVIII, № 1, 1957.
2. III. E. Микеладзе. Численные методы математического анализа. Москва, 1953.

დრეკადობის თეორია

ბ. ხატიავილი

შედგენილი ძელის დრეკადი წონასწორობა მსახველის
ბასწვრივ ცვალებადი დატვირთვის შემთხვევაში¹

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 15.1.1957)

ერთგვაროვანი ცილინდრული ძელის დრეკადი წონასწორობის ამოცანა, როდესაც ძელის გვერდით ზედაპირზე მოქმედი ძალები გარკვეული წესით იცვლებიან ცილინდრის მსახველების გასწვრივ, ამოხსნილ იქნა ე. ალმანსისა [1] და გ. ჯანელიძის მიერ [2].

ამ სტატიაში მოცემულია ამავე ამოცანის ამოხსნა შედგენილი ცილინდრული ძელისათვის.

განვიხილოთ სხეული, შედგენილი რიგი პარალელური დრეკადი ძელებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს არ ეხებიან და შემოსაზღვრული არიან ცილინდრული ზედაპირით. სივრცე ცილინდრულ ზედაპირსა და ძელებს შორის ავსებულია დრეკადი გარემოთი; ცილინდრის მსახველებიც ძელების პარალელურია.

კოორდინატთა სათავე მოვათავსოთ ერთ-ერთი ფუძის ინერციის განზოგადოებულ ცენტრში, ax_1 და ax_2 ღერძები მივზართოთ იმავე ფუძის ინერციის განზოგადებული მთავარი ღერძების გასწვრივ [3, 4], ხოლო ax_3 ღერძი — ცილინდრის მსახველების პარალელურად. ვიგულისხმობთ, რომ მოცულობითი ძალები ნულის ტოლია.

შედგენილი ცილინდრული ძელის კვეთა იმ სიბრტყით, რომელიც ძელის მსახველების მართობულია, შედგება $S_j (j=1, 2, \dots, m)$ არეებისაგან, რომლებიც შეესაბამებიან ძელებს და S_0 არისაგან, რომელიც შეესაბამება შემოსაზღვრულ გარემოს; თუ L_j -ით აღვნიშნავთ $S_j (j=1, 2, \dots, m)$ არეთა საზღვრებს, მაშინ S_0 არის საზღვარი შედგენილი იქნება L_1, L_2, \dots, L_m წირებისა და L_{m+1} წირისაგან, რომელიც შეიცავს ყველა დანარჩენს.

λ, μ, E და σ -თი აღვნიშნოთ ფუნქციები, რომლებიც $S_j (j=0, 1, \dots, m)$ არეებში ლებულობენ მუდმივ λ_j, μ_j, E_j და σ_j მნიშვნელობებს, სადაც: λ_j, μ_j — ლამეს მუდმივებია, E_j — დრეკადობის მოდული, ხოლო σ_j — პუასონის კოეფიციენტი იმ მასალისათვის, რომელიც მოთავსებულია $S_j (j=0, 1, \dots, m)$ არეში.

¹ ეს ამოცანა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ძელის შემადგენელ მასალებს პუასონის ერთი და იგივე კოეფიციენტი აქვთ, გადაწყვეტილია ავტორის სტატიაში (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრება, ტ. XIV, № 4, 1957).

დაეუშვათ, რომ τ_1, τ_2 და τ_3 ძელის გვერდით ზედაპირზე მოქმედი ძალვის ვექტორის მდგენელები საკოორდინატო ღერძებზე, განსაზღვრული არიან ტოლობით:

$$\tau_j = \sum_{k=0}^l A_j x_3^k \quad (j=1, 2, 3), \quad (1)$$

სადაც $A_j(x_1, x_2)$ მოცემული ფუნქციებია, ხოლო l —ნებისმიერი მთელი არაუარყოფითი რიცხვი.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ძელის გვერდით ზედაპირზე მოქმედი ძალებს აქვს სახე:

$$\tau_j^* = A_j x_3^l \quad (j=1, 2, 3), \quad (2)$$

სადაც l ნებისმიერი მთელი არაუარყოფითი რიცხვია.

დაეუშვათ, რომ ამ შემთხვევისათვის ცნობილია შედგენილი ძელის დრეკადი წონასწორობა, ე. ი. ცნობილია ძაბვის კომპონენტები τ_{jk}^* ($j, k=1, 2, 3$) და გადაადგილების კომპონენტები u_j^* ($j=1, 2, 3$), როდესაც ძელის გვერდით ზედაპირზე დატვირთვა მოცემულია (2) ტოლობით, შევეცადოთ განვსაზღვროთ შედგენილი ცილინდრული ძელის დრეკადი წონასწორობა, როდესაც ძელის გვერდით ზედაპირზე მოქმედი ძალების ვექტორს τ_1, τ_2 და τ_3 მდგენელებს საკოორდინატო ღერძებზე აქვთ სახე

$$\tau_j = A_j(x_1, x_2) x_3^{l+1}. \quad (3)$$

ამრიგად, დასმული ამოცანა საბოლოოდ ჩამოყალიბდება შემდეგნაირად: ცნობილია (2) დატვირთვის შესაბამისი ძაბვის კომპონენტები τ_{jk}^* და გადაადგილების კომპონენტები u_j^* ($j, k=1, 2, 3$). საჭიროა ვიპოვოთ ძაბვის კომპონენტები τ_{jk} და გადაადგილების კომპონენტები u_j ($j, k=1, 2, 3$), რომლებიც სხეულის მიერ დაკავებულ მთელ არეში აკმაყოფილებენ წონასწორობის განტოლებებს:

$$\frac{\partial \tau_{j1}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{j2}}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{j3}}{\partial x_3} = 0, \quad (j=1, 2, 3) \quad (4)$$

თავსებადობის განტოლებებს:

$$\Delta \tau_{jk} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial x_j \partial x_k} = 0, \quad (j, k=1, 2, 3) \quad (5)$$

და შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\tau_{k1} \cos(n, x_1) + \tau_{k2} \cos(n, x_2) = A_k x_3^{l+1} \quad (k=1, 2, 3) \quad (6)$$

გარე ზედაპირზე, ხოლო

$$[\tau_{k1} \cos(n, x_1) + \tau_{k2} \cos(n, x_2)]_j = [\tau_{k1} \cos(n, x_1) + \tau_{k2} \cos(n, x_2)]_0$$

$$[u_k]_j = [u_k]_0, \quad (k=1, 2, 3; j=1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

გამყოფ ზედაპირებზე, სადაც [], და []₀ სიმბოლოები აღნიშნავენ ფრჩხილებში მოთავსებულ გამოსახულებათა სასაზღვრო მნიშვნელობებს შესაბამისად S_j და S_0 არეებიდან, n ზედაპირის ნორმალაა,

$$\Delta = \sum_{k=1}^3 \frac{\partial^2}{\partial x_k^2}, \quad \text{ხოლო } T = \tau_{11} + \tau_{22} + \tau_{33}.$$

დასმული ამოცანის ამოხსნა ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$\tau_{km} = \int_0^{x_3} \tau_{km}^0 dx_3 + \tau_{km}^0 + g_{km}, \quad (k, m = 1, 2, 3) \quad (8)$$

$$k = \int_0^{x_3} u_k^* dx_3 + u_k^0 + G_k,$$

სადაც:
$$1) \tau_{km}^0 = (-1)^{k+m} \mu \frac{\partial^2}{\partial x_{3-k} \partial x_3} (\Phi + \Phi_1) + (-1)^m 2a_0 \mu (x_k^2 - x_m^2) + [1 + (-1)^{k+m}] k_m - a_3 x_3 \tau_{km}^{(1)} - a_2 x_3^2 \tau_{km}^{(2)} - a_1 x_3^3 \tau_{km}^{(3)} \quad (k, m = 1, 2),$$

$$\tau_{33}^0 = \sigma (\mu \Phi + \mu \Phi_1 + e_1 + e_2) + 4\mu f - \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \frac{1}{3} (a_1 x_1^3 + a_2 x_2^3) - a_3 [E + \lambda \theta^{(1)}] x_3 + a_4 [F x_1 - \lambda \theta^{(2)}] x_3^2 - a_2 [E x_2 - \lambda \theta^{(3)}] x_3^2; \quad (9)$$

$$\tau_{k3} = -x_3 \frac{\partial K_k}{\partial x_k} + \varepsilon_k + (-1)^k 4\mu a_0 x_{3-k}; \quad (k = 1, 2);$$

$$g_{km} = [1 + (-1)^{k+m}] \lambda \left(\frac{\partial G_1}{\partial x_1} + \frac{\partial G_2}{\partial x_2} + u_3^* (x_1, x_2, 0) \right) + \mu \left(\frac{\partial G_m}{\partial x_k} + \frac{\partial G_k}{\partial x_m} \right); \quad (k, m = 1, 2)$$

$$g_{33} = \lambda \left(\frac{\partial G_1}{\partial x_1} + \frac{\partial G_2}{\partial x_2} \right) + (\lambda + 2\mu) u_3^* (x_1, x_2, 0), \quad (10)$$

$$g_{k3} = \mu \left(\frac{\partial G_3}{\partial x_k} + u_k^* (x_1, x_2, 0) \right); \quad (k = 1, 2)$$

$$g_k = \mu \frac{\partial F_3}{\partial x_k} + \frac{1}{2} a_3 E x_k - a_3 \mu u_k^{(1)}, \quad \varepsilon_k = \frac{1}{3} a_k E x_k^2 - 2a_4 \mu \sigma x_1 x_2 x_3,$$

$$e_k = 2\mu \int (a_2 u_k^{(3)} + a_1 u_k^{(2)}) dx_k, \quad K_k = \varepsilon_k + e_k - 2\mu f,$$

$$f = \sum_{h=0}^2 a_h F_h, \quad \theta^{(k)} = \operatorname{div} \vec{u}^{(k)},$$

$G_3(x_1, x_2)$ ფუნქცია არის $\Delta G_3 = - \left[\frac{\partial u_3^*}{\partial x_3} - \frac{\lambda + \mu}{\mu} \operatorname{div} \vec{u}^* \right]_{x_3=0}$ განტოლების კერძო ამოხსნა, $G_k(x_1, x_2)$ ($k = 1, 2$) ფუნქციები განსაზღვრული არიან ტოლობით $G_k = \eta_k + \frac{\partial \eta_3}{\partial x_k}$, ხოლო $\eta_k(x_1, x_2)$ ($k = 1, 2, 3$) წარმოადგენენ შესაბამისად

$$\Delta \eta_k = - \left[\frac{\partial u_k^*}{\partial x_3} + \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{\partial u_3^*}{\partial x_k} \right]_{x_k=0} \quad (k = 1, 2) \quad \text{და}$$

$$\Delta \eta_3 = - \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left(\frac{\partial \eta_1}{\partial x_1} + \frac{\partial \eta_2}{\partial x_2} \right)$$

განტოლებების კერძო ამოხსნებს.

[]_{α_k}=0 სიმბოლო აღნიშნავს ფრჩხილებში მოთავსებული გამოსახულების მნიშვნელობას, როდესაც $x_k=0$;

2) $\vec{u}^{(k)}$ ($k=1, 2, 3$) გადაადგილების ვექტორი წარმოადგენს შემდეგი დამხმარე ბრტყელი ამოცანის ამოხსნას ([3], გვ. 575): S_j ($j=0, 1, \dots, m$) არეში $\vec{u}^{(k)}$ აკმაყოფილებს განტოლებას:

$$\Delta^* \vec{u}^{(k)} = 0 \quad (k=1, 2, 3; \Delta^* = \Delta + \frac{\lambda + \mu}{\mu} \text{ grad div}),$$

$\vec{u}^{(k)}$ ვექტორის $u_l^{(k)}$ ($l=1, 2; k=1, 2, 3$) კომპონენტები L_j ($j=1, 2, \dots, m$) კონტურებზე განიცდიან შემდეგი სახის წყვეტას:

$$[u_l^{(1)}]_j - [u_l^{(1)}]_0 = (\sigma_j - \sigma_0) x_l,$$

$$[u_l^{(k)}]_j - [u_l^{(k)}]_0 = -\frac{1}{2} (\sigma_j - \sigma_0) (x_l x_{k-1} + (-1)^{k+1} x_{k-l} x_{3-l}),$$

$$(l=1, 2; k=2, 3; j=1, 2, \dots, m)$$

ხოლო შესაბამისი ძაბვის კომპონენტები $\tau_{jl}^{(k)}$ ($j, k, l=1, 2, 3$) აკმაყოფილებენ შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\tau_{11}^{(k)} \cos(n, x_1) + \tau_{12}^{(k)} \cos(n, x_2) = 0, \quad L_{m+1} \text{ კონტურზე და}$$

$$[\tau_{1s}^{(k)} \cos(n, x_1) + \tau_{12}^{(k)} \cos(n, x_2)] = [\tau_{11}^{(k)} \cos(n_1 x_1) + \tau_{12}^{(k)} \cos(n_1 x_2)]_s,$$

L_j კონტურზე ($l=1, 2; k=1, 2, 3; s=1, 2, \dots, m$).

შევინშნოთ, რომ $\tau_{jl}^{(k)}$ და $u_l^{(k)}$ ($j, k, l=1, 2, 3; \tau_{13}^{(k)} = \tau_{33}^{(k)} \equiv 0$) წარმოადგენენ მხოლოდ x_1 და x_2 ცვლადების ფუნქციებს;

3) F_0 შედგენილი ძელის გრების ფუნქციაა, Φ_1 კერძო ამოხსნაა

$$\mu \Delta \Delta \Phi_1 = 2(2\lambda + \mu) [a_2 \theta^{(3)} + a_1 \theta^{(2)}] - \frac{\partial e_1}{\partial x_1} + \frac{\partial e_2}{\partial x_2} \text{ განტოლებისა; } a_k (k=0, 1, 2, 3)$$

მუდმივები, ბიპარმონიული $\Phi(x_1, x_2)$ ფუნქცია და $F_k(x_1, x_2)$ ($k=1, 2, 3$) ფუნქციები საჭიროა განისაზღვროს;

4) u_l^0 ($l=1, 2, 3$) სიდიდეები განსაზღვრული არიან შემდეგი ტოლობებით:

$$u_l^0 = 2(1 - \sigma) p_l - \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x_l} (\Phi + \Phi_1) + \frac{a_l}{12} \sigma x_l^3 + A_l^0 + B_l^0 + \frac{\sigma}{3} a_{3-l} x_l x_{3-l}^3 - (-1)^l 2a_0 \left(\frac{1}{3} x_{3-l}^3 - x_3^2 x_{3-l} \right) - \frac{a_l}{12} x_3^4 - \sigma a_{3-l} x_l x_3 x_3^2 \quad (11)$$

$$- \frac{\sigma}{2} a_l (x_{l-2}^2 - x_{3-l}^2) x_3^2 + a_3 \sigma x_l x_3 - (a_1 u_l^{(2)} - a_2 u_l^{(3)}) x_3^2 - a_3 u_l^{(1)} x_3 \quad (l=1, 2)$$

$$u_3 = 2f x_3 + F_3 + a_2 \sigma x_1^2 x_2 x_3 + a_1 \sigma x_1 x_2^2 x_3 - \frac{2 - \sigma}{3} (a_1 x_1^3 + a_2 x_2^3) x_2$$

$$+ (a_1 x_1 + a_2 x_2) \frac{x_3^3}{3} + \frac{a_3}{2} (x_1^2 + x_2^2 - x_3^2);$$

$$A_l^0 = \frac{1}{2\mu} \int [K_l - \sigma(e_l + e_{3-l}) + \mu(1 - \sigma) \Delta \Phi_1] dx_l \quad (l=1, 2);$$

$$B_i^0 = - \int \left(\left[\frac{\partial^2 A_{3-i}}{\partial x_i^2} \right]_{x_i=0} - x_i \sigma \frac{\partial}{\partial x_i} x_1 x_2 x_{3-i} \right) dx_{3-i};$$

$$4 \frac{\partial p_1}{\partial x_1} = 4 \frac{\partial p_2}{\partial x_2} = \Delta \Phi.$$

თუ გავითვალისწინებთ (9), (10), (11) მნიშვნელობებს და (8) გამოსახულებებს შევიტანთ (4), (5) განტოლებებსა და (6), (7) სასაზღვრო პირობებში, მაშინ $F_l (l=1, 2, 3)$ და Φ ფუნქციებისათვის მივიღებთ შემდეგ სასაზღვრო ამოცანებს:

$$1^0. \mu \Delta F_l = \theta^{(l+1)} S_j (j=0, 1, \dots, m) \text{ არეში,}$$

$$[F_l]_j - [F_l]_0 = (\sigma_j - \sigma_0) (x_1^2 x_{3-i} - \frac{1}{3} x_3^3 - i)$$

$$L_j (j=1, 2, \dots, m) \text{ კონტურზე, } (l=1, 2)$$

$$\left[\mu \frac{dF_l}{dn} \right]_j - \left[\mu \frac{dF_l}{dn} \right]_0 = [D_l]_j - [D_l]_0$$

$$L_j (j=1, 2, \dots, m+1; \mu_{m+1} = E_{m+1} = 0) \text{ კონტურებზე;}$$

$$\mu \Delta F_3 = a_3 \theta^{(1)} S_j (j=0, 1, \dots, m) \text{ არეში,}$$

$$[F_3]_j - [F_3]_0 = 0, \quad L_j (j=1, 2, \dots, m) \text{ კონტურებზე,}$$

$$\left[\mu \frac{dF_3}{dn} \right]_j - \left[\mu \frac{dF_3}{dn} \right] = a_3 [D_3]_j - a_3 [D_3]_0 \quad L_j (j=1, 2, \dots, m+1) \text{ კონტურებზე;}$$

სადაც:

$$D_l = \mu [u_1^{(l+1)} \cos(n, x_1) + u_2^{(1)} \cos(n, x_2)] + [(\mu \sigma x_i^2 \frac{1}{2} E x_3^3 - i) \cos(n, x_i)], \quad (l=1, 2),$$

$$D_3 = \mu [u_1^{(1)} \cos(n, x_1) + u_2^{(1)} \cos(n, x_2)] + E [x_1 \cos(n, x_1) + x_2 \cos(n, x_2)] - [g_{13} \cos(n, x_1) + g_{23} \cos(n, x_2)].$$

ადვილად შეიძლება ჩვენება, რომ F_1 და F_2 ფუნქციების არსებობა უზრუნველყოფილია საკოორდინატო სისტემის სათავისა და ღერძების შერჩევის ხარჯზე, ხოლო F_3 ფუნქციის არსებობისათვის საჭიროა a_3 მუდმივი განისაზღვროს ტოლობით:

$$a_3 = \frac{\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} \tau_{33}^*(x_1, x_2, 0) dx_1 dx_2}{\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E + \lambda \theta^{(1)}) dx_1 dx_2},$$

2⁰. Φ ფუნქციისათვის სასაზღვრო ამოცანა ხელსაყრელია განვიხილოთ $z = x_1 + i x_2$ კომპლექსური ცვლადის სიბრტყეზე ($i = \sqrt{-1}$).

ცნობილია [3], რომ Φ ბიჰარმონული ფუნქციისათვის ადგილი აქვს შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} + i \frac{\partial \Phi}{\partial y} = \varphi(z) + \overline{\varphi'(z)} + \overline{\psi(z)}$$

ყოველ $S_j (j=0, 1, \dots, m)$ არეში, სადაც $z = x_1 + ix_2$; $\varphi(z)$ და $\psi(z)$ ცალსახა ანალიზური ფუნქციებია $S_j (j=1, 2, \dots, m)$ არეში, ხოლო S_0 არეში ეს ფუნქციები (რომლებიც ახლა აღვნიშნოთ φ^* და ψ^* -ით) წარმოიღებინებინ შემდეგი ტოლობებით:

$$\varphi^*(z) = \sum_{j=1}^m \gamma_j \ln(z - z_j) + \varphi_0(z) \quad \text{და} \quad \psi^*(z) = \sum_{j=1}^m \gamma'_j \ln(z - z_j) + \psi_0(z),$$

სადაც z_j წერტილები აღებულია $L_j (j=1, 2, \dots, m)$ კონტურების შიგნით, $\varphi^*(z)$ და $\psi^*(z)$ ცალსახა ანალიზური ფუნქციებია S_0 არეში, ხოლო γ_j და γ'_j ნებისმიერი კომპლექსური მუდმივებია.

გავითვალისწინებთ რა (9), (10) გამოსახულებებს და შევიტანთ ძაბვისა და გადაადგილების კომპონენტებს, შესაბამისად, (4), (5) განტოლებებში და (6), (7) სასაზღვრო პირობებში, ზემოთქმულის თანახმად, Φ ფუნქციის განსასაზღვრავად $z = x_1 + ix_2$ კომპლექსურ სიბრტყეზე მივიღებთ შემდეგ სასაზღვრო ამოცანას [3]:

ვიპოვოთ ცალსახა ანალიზური ფუნქციები $\varphi_j(z)$ და $\psi_j(z)$, $S_j (j=0, 1, \dots, m)$ არეში, რომლებიც აკმაყოფილებენ შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\mu_j [\varphi(t) + t\varphi'(t) + \psi(t)]_j - \mu_0 [\varphi(t) + t\varphi'(t) + \psi(t)]_0 = g_j^0(t)$$

$$L_j\text{-ზე} \quad (j=1, 2, \dots, m+1; \mu_{m+1} = E_{m+1} \equiv 0),$$

$$[\kappa\varphi(t) - t\varphi'(t) - \psi(t)]_j - [\kappa\varphi(t) - t\varphi'(t) - \psi(t)]_0 = h_j(t)$$

$$L_j\text{-ზე} \quad (j=1, 2, \dots, m),$$

სადაც $\kappa = 3 - 4\sigma$, t არის $L_j (j=1, 2, \dots, m+1)$ კონტურის ცვლადი წერტილი, ხოლო $g_j^0(t)$ და $h_j^0(t)$ განსაზღვრულ არიან ტოლობებით:

$$g_j^0(t) = \mu_0 \sum_{j=1}^m \left[\frac{\bar{\gamma}_j t}{\bar{t} - \bar{z}_j} + \gamma_j \ln(t - z_j) + \bar{\gamma}'_j \ln(t - z_j) \right] - \mu_j \left[\frac{\partial \Phi_1}{\partial x_1} + i \frac{\partial \Phi_1}{\partial x_2} \right]_j$$

$$+ \mu_0 \left[\frac{\partial \Phi_1}{\partial x_1} + i \frac{\partial \Phi_1}{\partial x_2} \right]_0 + \int_0^S \{ [K_2 - g_{22}]_j - [K_2 - g_{22}]_0 \} \cos(n, x_2) dS$$

$$- i \int_0^S \{ [K_1 - g_{11}]_j - [K_1 - g_{11}]_0 \} \cos(n, x_1) dS \quad (12)$$

$$- 2a\mu_0 \int_0^S (\mu_j - \mu_0) (x_1^2 - x_2^2) [\cos(n, x_1) - i \cos(n, x_2)] dS$$

$$- \int_0^S \{ [g_{12} \cos(n, x_1)]_j - [g_{12} \cos(n, x_1)]_0 \} dS$$

$$(j=1, 2, \dots, m+1),$$

$$\begin{aligned}
 h_j^0(t) = & 2 \sum_{j=1}^m \left[\alpha \gamma_j \ln(t - \zeta_j) - \bar{\gamma}_j \ln \overline{(t - \zeta_j)} - \frac{\bar{\gamma}_j t}{i - \bar{\zeta}_j} \right] \\
 - & 2 \left[\left(A_1^0 + B_1^0 - \frac{\partial \Phi_1}{\partial x_1} \right) + i \left(A_2^0 + B_2^0 - \frac{\partial \Phi_1}{\partial x_2} \right) \right] + 2 \left[\left(A_1^0 + B_1^0 - \frac{\partial \Phi_1}{\partial x_1} \right) \right. \\
 & \left. + i \left(A_2^0 + B_2^0 - \frac{\partial \Phi_1}{\partial x_2} \right) \right]_0 - \frac{1}{3} (\sigma_j - \sigma_0) (bx^4 - iay^4) \\
 & - \frac{2}{3} (\sigma_j - \sigma_0) (axy^3 + ibyx^3) - (\sigma_j - \sigma_0) (b - ia) x^2 y^3 \quad (13) \\
 & + [G_1 + iG_2]_0 - [G_1 + iG_2]_j \quad (j=1, 2, \dots, m).
 \end{aligned}$$

როგორც ცნობილია [4, 5], ასეთ სასაზღვრო ამოცანას აქვს ამოხსნა, თუ (12) და (13) ტოლობებით განსაზღვრული $g_j^0(t)$ და $h_j^0(t)$ ფუნქციები რჩებიან ცალსახა L_j ($j=1, 2, \dots, m+1$) კონტურებზე შემოვლის დროს და შესრულებულია პირობა:

$$\operatorname{Re} \left[\int_{L_{m+1}} \overline{g_0^0(t)} dt + \sum_{j=1}^m \int_{L_j} \overline{g_j^0(t)} dt \right] = 0, \quad (14)$$

$g_j^0(t)$ და $h_j^0(t)$ გამოსახულებათა ცალსახობის მოთხოვნა, შესაბამისად L_j ($j=1, 2, \dots, m+1$) კონტურებზე შემოვლის დროს გვაძლევს:

$$2\mu_0 \pi i \sum_{j=1}^m (\gamma_j - \bar{\gamma}_j') = \{g_0^0(t)\}_{L_{m+1}}, \quad (15)$$

$$2\mu_0 \pi i (\gamma_j - \bar{\gamma}_j) = \{g_j^0(t)\}_{L_j}, \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad (16)$$

$$\alpha \gamma_j + \bar{\gamma}_j' = \{h_j^0(t)\}_{L_j},$$

სადაც $\{ \}_{L_j}$ სიმბოლო აღნიშნავს ფრჩხილებში მოთავსებული გამოსახულების ნაზრდს L_j კონტურის შემოვლის დროს. (16) ალგებრული სისტემიდან სავსებით განისაზღვრებიან γ_j და γ_j' ($j=1, 2, \dots, m$) მუდმივები.

თუ შევითვალთ (16) განტოლებიდან განსაზღვრულ γ_j და γ_j' -ის მნიშვნელობას (15) ტოლობის მარცხენა მხარეში, ერთმანეთს გავუტოლებთ არს და წარმოსახვით ნაწილებს, და შემდეგ გამოვიყენებთ გრინის ფორმულებს, მივიღებთ:

$$a_l = \frac{\sum_{j=0}^m \iint \tau_{l3}^*(x_1, x_2, 0) dx_1 dx_2}{2 \sum_{j=0}^m \iint [x_l^2 - \lambda \theta^{(l+1)} x_l] dx_1 dx_2}. \quad (l=1, 2)$$

აღვლი შესამოწმებელია, რომ (14) პირობის შესასრულებლად a_0 მუდმივი განსაზღვრული უნდა იყოს ტოლობით:

$$a_0 = \frac{N + \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} [x_1 \tau_{23}^*(x_1, x_2, 0) - x_2 \tau_{13}^*(x_1, x_2, 0)] dx_1 dx_2}{\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} \left[\left(\frac{\partial F_0}{\partial x_1} - 2x_2 \right)^2 + \left(\frac{\partial F_0}{\partial x_2} + 2x_1 \right)^2 \right] dx_1 dx_2}$$

სადაც

$$N = \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} \left[x_2 \frac{\partial}{\partial x_1} (K_1 - a_0 F_0) - x_1 \frac{\partial}{\partial x_2} (K_1 - a_0 F_0) \right] dx_1 dx_2.$$

ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ Φ და F_j ($j=0, 1, 2, 3$) ფუნქციებისათვის სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნების არსებობის პირობები შესრულებულია, ამიტომ, (8) ტოლობით განსაზღვრული τ_{km} და u_k ($k, m=1, 2, 3$) კომპონენტები წარმოადგენენ ამ სტატიის დამსმული ძირითადი ამოცანის ამოხსნას.

ამრიგად, თუ ცნობილია შედგენილი ძელის დრეკადი წონასწორობა, როდესაც ძელის გვერდით ზედაპირზე მოქმედი ძალები x_3 ცვლადს შეიცავენ l ხარისხში, მაშინ ყოველთვის შეიძლება ამოცანათა ამოცანა შედგენილი ძელის დრეკადი წონასწორობის შესახებ, თუ ძალები შეიცავენ x_3 ცვლადს $l+1$ ხარისხში, სადაც l ნებისმიერი მთელი არაუარყოფითი რიცხვია. ვინაიდან [7] სტატიის მოცემულია განხილული ამოცანის ამოხსნა, როდესაც $l=0$, ვადავლთ რა მიმდევრობით l -დან $(l+1)$ -ზე, შეგვიძლია განვსაზღვროთ შედგენილი ძელის დრეკადი წონასწორობა, როდესაც გვერდითი დატვირთვა მოცემულია (1) ტოლობით.

შენიშვნა: [3] და [4] შრომებში ნაჩვენებია, რომ a_l ($l=0, 1, 2, 3$) გამოსახულებათა მნიშვნელობები განსხვავებულია ნულისაგან.

გ. ი. ლენინის სახელობის
რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა
თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. Almansi. Sopra la deformazione dei cilindri sollecitate lateralmente, Rendic. Accad. Lincei, Roma, ser. 5, t. X, 1901.
2. Г. Ю. Джанелидзе. Статика упругопластических стержней. Докторская диссертация, Ленингр. политехн. институт, 1949.
3. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.—Л., 1954.
4. А. К. Рухадзе. К вопросу изгиба поперечной силой упругих материалов, Труды Груз. Политехн. института № 19, Тбилиси, 1949.
5. С. Г. Михлин. Плоская задача упругости для неоднородной среды. Труды сейсмологического института, № 66, 1935.
6. Д. И. Шерман. Плоская деформация в изотропной неоднородной среде, Прикл. матем. и механ., т. VI, 1943.
7. Г. М. Хатиашвили. Упругое равновесие составного цилиндрического бруса с нагруженной боковой поверхностью, в случае различных коэффициентов Пуассона. Сообщения АН СССР, т. XVI, № 1, 1955.

ფიზიკა

ს. მატინიანი

**K⁻-მეზონის ურთიერთქმედება ჰელიუმის ატომბირთვებთან და
იზობარული ინვარიანტობა**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 9.5.1956)

1. ძლიერი ურთიერთქმედების იზობარული ინვარიანტობის ჰიპოთეზა გადამწყვეტ როლს თამაშობს ფართოდ გავრცელებულ გელმანის სქემაში [1], რომელიც დამაკმაყოფილებლად აღწერს ფაქტების რიგ ერთობლიობას მძიმე მეზონებისა და ჰიპერონების თვისებების შესახებ.

მეორე მხრივ, ექსპერიმენტები ამტკიცებს ძლიერ ჰიონ-ნუკლონურ და ნუკლონ-ნუკლონურ ურთიერთქმედებათა იზობარულ ინვარიანტობას [2].

დიდ ინტერესს წარმოადგენს ამ ჰიპოთეზის ექსპერიმენტული დამტკიცება ძლიერი ურთიერთქმედებებისათვის, რომლებიც იწვევენ მძიმე მეზონებისა და ჰიპერონების წარმოქმნას, გაბნევისა და შთანთქმას. ამ ჰიპოთეზის დამტკიცების ერთ-ერთი გზა მძიმე აოასტაბილური ნაწილაკების მონაწილეობით სხვადასხვა რეაქციებს შორის არსებული თანაფარდობების ექსპერიმენტულად შემოწმება (ეს რეაქციები განსხვავდება ერთმანეთისაგან მხოლოდ რეაქციაში მონაწილე ნაწილაკების მუხტური მდგომარეობით). რაც შეეხება ზემოთ ხსენებულ თანაფარდობებს, ისინი იზობარული ინვარიანტობის შედეგს წარმოადგენენ და სრულიად არ არიან დამოკიდებულნი ამა თუ იმ პროცესის მექანიზმზე.

ამ თანაფარდობების შემოწმება მოგვცემს საშუალებას გადავწყვიტოთ საკითხი მძიმე აოასტაბილური ნაწილაკების ძლიერი ურთიერთქმედებების იზობარული ინვარიანტობის სამართლიანობის შესახებ და დავადგინოთ ამ ნაწილაკების იზობარული სპინების მნიშვნელობები.

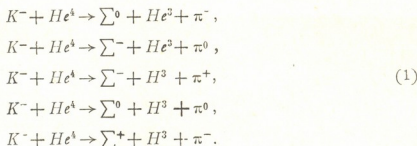
ამას წინათ შრომაში [3] წამოყენებული იყო დეიტერიუმისა და ჰელიუმის ატომბირთვებთან მეზონების ძლიერი ურთიერთქმედებების მუხტური დამოუკიდებლობის შემოწმება და დადგენილ იქნა მთელი რიგი თანაფარდობა ამ ატომბირთვების მიერ K⁻-მეზონების შთანთქმის სხვადასხვა პროცესის კვეთებს შორის.

მაგრამ ზემოთ ხსენებული შრომის ავტორი იღებს არა ყველას, არამედ მხოლოდ ცხად თანაფარდობებს ჰელიუმის მიერ K⁻-მეზონების შთანთქმის სხვადასხვა პროცესის კვეთებს შორის.



ამ შრომის მიზანია შთანთქმის რეაქციების უფრო დეტალური განხილვა და კვებებს შორის თანაფარდობების დადგენა იზობარული ინვარიანტობის ჰიპოთეზის საფუძველზე.

2. ჰელიუმის მიერ K^- -მეზონის შთანთქმისას აღვლილი აქვს შემდეგ რეაქციებს \sum ჰიპერონისა და π მეზონის გამოსხივებით:



მათემატიკურად ზემოთ ჩანოყალიბებული ამოცანა დაიყვანება ($K^- + He^4$) სისტემის საწყისი მდგომარეობის (სრული იზობარული სპინით $T = 1/2$ და მისი χ მდგენელით $T_x = -1/2$) ფუნქციის დაშლაზე \sum , He^3 (H^3) და π ნაწილაკების ტალღური ფუნქციებში მიხედვით. დაშლისას მიედევლობანი უნდა იქნეს მიღებული იზობარული სპინისა და მისი χ მდგენელის შენახვა.

ჩვენს შემთხვევაში გვაქვს სამი მომენტის შეკრება, ამიტომ გვექნება ორმაგი ჯამი კლებშ-ჟორდანის კოეფიციენტებით; ეს ჯამი აგრეთვე შეიცავს იმ მდგომარეობათა ამპლიტუდებს, რომელშიაც ორი რომელიმე ნაწილაკის იზობარული სპინი გარკვეულ მნიშვნელობას იღებს, რომელიც დაშვებულია ორი მომენტის შეკრებისა და სრული მომენტის შენახვის წესით.

საწყისი ტალღური ფუნქციის $\Psi(T, T_x)$ დაშლას აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned}
 \Psi(T, T_x) = &\sum_t \sum_{T_1^1} \sum_{T_2^2} A_t^i(t, T^1, T_x, T_1^1 | T, T_x) (T^1, T^2; T_1^1, T_2^1 | t, t_x) \times \\
 &\times \rho(T^1, T_1^1) \sigma(T^2, T_2^1) \chi(T^3, T_2^2).
 \end{aligned} \tag{2}$$

აქ $T^1, T^2, T^3, -\sum, \pi$ და He^3 (H^3) ნაწილაკების იზობარული სპინებია, ხოლო t ($\pi - \sum$) სისტემის იზობარული სპინია. A_t^i წარმოადგენს იმ მდგომარეობაში გადასვლის ამპლიტუდას, რომელშიაც სრული იზობარული სპინი უდრის T -ს, ხოლო (\sum, π) სისტემის იზობარული სპინი არის t .

($J_1, J_2; m_1, m_2 | J, M$) კლებშ-ჟორდანის კოეფიციენტებია. t -ს, T_1^1 -სა და T_2^2 -ს მიხედვით აჯამებისა (მომენტისა და მისი მდგენელის შენახვის კანონის გათვალისწინებით) და კლებშ-ჟორდანის კოეფიციენტების გამოთვლის შემდეგ მივიღებთ:

$$\begin{aligned}
 \Psi\left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) = &\frac{1}{\sqrt{3}} \left[A_0^{1/2} + \frac{1}{\sqrt{2}} A_1^{1/2} \right] (\sum^+ + H^3 + \pi^-) \\
 &- \frac{1}{\sqrt{3}} A_0^{1/2} (\sum^0 + H^3 + \pi^0) - \frac{1}{\sqrt{3}} A_1^{1/2} (\sum^0 + He^3 + \pi^-)
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{3}} A_1^{1/2} (\Sigma^- + He^3 + \pi^0) + \frac{1}{\sqrt{3}} \left[A_0^{1/2} - \frac{1}{\sqrt{2}} A_1^{1/2} \right] (\Sigma^- + H^3 + \pi),$$

სადაც $(\Sigma + H^3 (He^3) + \pi)$ აღნიშნავს სათანადო ტალღურ ფუნქციას.

აქედან დიფერენციალური (და სრული) კვეთებისათვის ვლებულობთ შემდეგ გამოსახულებებს (ამ გამოსახულებების მარჯვენა მხარეში არ ვწერთ მუდმივ მაზრავლს):

$$\begin{aligned} \sigma_1 (\Sigma^+ + H^3 + \pi^-) &= \frac{1}{3} \left| A_0^{1/2} + \frac{1}{\sqrt{2}} A_1^{1/2} \right|^2, \\ \sigma_2 (\Sigma^0 + H^3 + \pi^0) &= \frac{1}{3} |A_0^{1/2}|^2, \\ \sigma_3 (\Sigma^0 + He^3 + \pi^-) &= \frac{1}{3} |A_1^{1/2}|^2, \\ \sigma_4 (\Sigma^- + He^3 + \pi^0) &= \frac{1}{3} |A_1^{1/2}|^2, \\ \sigma_5 (\Sigma^- + H^3 + \pi^+) &= \frac{1}{3} \left| A_0^{1/2} - \frac{1}{\sqrt{2}} A_1^{1/2} \right|^2. \end{aligned} \quad (4)$$

კერძოდ, აქედან გამომდინარეობს [3] შრომაში მიღებული შედეგი:

$$\sigma_2 (\Sigma^0 + He^3 + \pi^-) = \sigma_4 (\Sigma^- + He^3 + \pi^0), \quad (5)$$

რომელიც ცხადია, რადგან ამ რეაქციებში გადასმულია (Σ, π) სისტემის იზობარული სპინების მდგენელები (აღვნიშნავთ, რომ (Σ, π) სისტემა იმყოფება იზობარული სპინის მიმართ წმინდა მდგომარეობაში $t = 1$).

დამატებით, უცნობი ამპლიტუდების A_i გამორიცხვით ვლებულობთ კვეთებს შორის შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$\begin{aligned} \sigma_5 (\Sigma^- + H^3 + \pi^+) + \sigma_1 (\Sigma^+ + H^3 + \pi^-) &= \sigma_4 (\Sigma^- + He^3 + \pi^0) \\ &+ 2 \sigma_2 (\Sigma^0 + H^3 + \pi^0). \end{aligned} \quad (6)$$

ამის გარდა, ვლებულობთ შემდეგ უტოლობას:

$$\sigma_2 (\Sigma^0 + H^3 + \pi^0) + \sigma_4 (\Sigma^- + He^3 + \pi^0) \cong \frac{2}{3} \sigma_5 (\Sigma^- + H^3 + \pi^+). \quad (7)$$

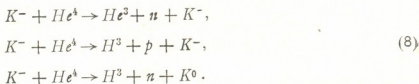
სხვა უტოლობანი წარმოადგენენ (6)-ისა და (7)-ის შედეგს:

$$\sigma_1 (\Sigma^+ + H^3 + \pi^-) + \sigma_3 (\Sigma^0 + He^3 + \pi^-) \cong \frac{1}{3} \sigma_5 (\Sigma^- + H^3 + \pi^+), \quad (7')$$

$$\sigma_1 (\Sigma^+ + H^3 + \pi^-) + \frac{1}{3} \sigma_5 (\Sigma^- + H^3 + \pi^+) \cong \sigma_2 (\Sigma^0 + H^3 + \pi^0).$$

3. იზობარული ინვარიანტობის ჰიპოთეზის გამოყენების მაგალითის სახით განვიხილოთ K^- მეზონის ურთიერთქმედება ჰელიუმთან, რომლის

დროსაც K^- ნაწილაკი ინარჩუნებს თავის ინდივიდუალობას ან განიცდის გადამუხტვას:



წინა შემთხვევის მსგავსად მივიღებთ:

$$\begin{aligned}
 \sigma_6(He^3 + n + K^-) &= \frac{1}{2} \left| B_0^{1/2} + \frac{1}{\sqrt{3}} B_1^{1/2} \right|^2, \\
 \sigma_7(H^3 + p + K^-) &= \frac{1}{2} \left| B_0^{1/2} - \frac{1}{\sqrt{3}} B_1^{1/2} \right|^2, \\
 \sigma_8(H^3 + n + K^0) &= \frac{2}{3} |B_1^{1/2}|^2.
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

აქ $B_1^{1/2}$ -ს სისტემისათვის (ნუკლონი+ატომბირთვი) $A_1^{1/2}$ -ის ანალოგიური შინაარსი აქვს.

აქედან ვღებულობთ მხოლოდ უტოლობას:

$$\sigma_6(He^3 + n + K^-) + \sigma_7(H^3 + p + K^-) \cong \frac{1}{2} \sigma_8(H^3 + n + K^0).
 \tag{10}$$

დასასრულ მაღლობას ვუცხადებ გ. ხუციშვილს სასარგებლო რჩევებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.5.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. M. Gell-Mann a. A. Pais. Isobaric Spin and Heavy Mesons. Proceedings of the Glasgow Conference on Nucleon and Meson Physics (London), 1955.
2. E. Fermi. Lectures on Pions and Nucleons. Nuovo Cimento Supplemento vol. 1, 1955, 17.
3. T. D. Lee. Absorption Experiment Involving Heavy Mesons. Physical Review, vol. 99, 1955, 337.

ფიზიკა

0. შაშაძე

სწრაფი ნეიტრონების დეიტონებზე გაფანტვა სპინორბიტალური ურთიერთმოქმედების ბათვალისწინებით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 25.6.1956)¹

სწრაფი ნეიტრონების დეიტონებზე გაფანტვა მხოლოდ ცენტრალური ძალების გათვალისწინებით შეისწავლეს გლუკშტერნმა და ბეტემ [1]. ანალოგიური გამოთვლები ჩაატარა ფრანკმა და გამელმა [2]. რადგანაც შეუძლებელია (np) და (pp) გაფანტვების ექსპერიმენტული მონაცემების მხოლოდ ცენტრალური ძალებით ახსნა, ამიტომ საინტერესოა (nd) გაფანტვაში ცენტრალური ურთიერთქმედების გვერდით გათვალისწინებულ იქნეს სპინორბიტალური ურთიერთქმედებაც.

(np) და (pp) ურთიერთქმედებისათვის ჩვენ ვინარჩუნებთ ბირთვული ძალების მუხტური დამოუკიდებლობის პრინციპს და მას ვიღებთ იუკავას პოტენციალის სახით. გამოთვლები ჩატარებულია ბორნის მიახლოებაში.

§ 1. (nd) გაფანტვის დიფერენციალური და ინტეგრალური განივკვეთების გამოთვლა ცენტრალური ძალების შემთხვევაში

დავუშვათ, რომ ინდექსი 1 შეესაბამება დაცემულ ნეიტრონს, ინდექსები 2 და 3 —სათანადოდ იმ ნეიტრონსა და პროტონს, რომლებიც დეიტონს აღგენენ.

მოვახდინოთ კოორდინატების შემდეგი გარდაქმნა:

$$\vec{R} = \frac{1}{3} (\vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \vec{r}_3),$$

$$\vec{r} = \vec{r}_1 - \frac{1}{2} (\vec{r}_2 + \vec{r}_3), \tag{1, I}$$

$$\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_3;$$

ანდა შემრუნებით

$$\vec{r}_1 = \vec{R} + \frac{2}{3} \vec{r},$$

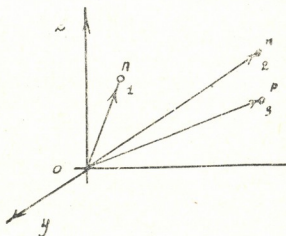
$$\vec{r}_2 = \vec{R} - \frac{1}{3} \vec{r} - \frac{1}{2} \vec{r},$$

$$\vec{r}_3 = \vec{R} - \frac{1}{3} \vec{r} + \frac{1}{2} \vec{r}; \tag{2, I}$$

\vec{R} არის ნეიტრონ-დეიტრონ სისტემის სიმძიმის ცენტრის რადიუს-ვექტორი, \vec{r} ვექტორია, გავლებული დაცემული ნეიტრონიდან დეიტონის სიმძიმის ცენტრამდე, \vec{z} ვექტორია ნეიტრონიდან პროტონამდე დეიტონში. მასათა სხვაობას ნეიტრონსა და პროტონს შორის უგულვებელვყოფთ.

ჩვენ მიერ არჩეულ კოორდინატთა სისტემაში სისტემის სრული ენერგია ასე გამოიხატება:

$$E = \frac{(M\vec{r}_1)^2}{2M} + \frac{(M\vec{r}_2)^2}{2M} + \frac{(M\vec{r}_3)^2}{2M} + V_p(|\vec{r}_1 - \vec{r}_3|) + V_n(|\vec{r}_2 - \vec{r}_3|). \quad (3, I)$$



ნახ. 1

პირველი სამი წევრი გამოხატავს სისტემის კინეტიკურ ენერგიას, დანარჩენი სამი კი—ურთიერთმოქმედების პოტენციალს.

(3, I) გამოხატულებიდან უშუალოდ მიიღება ენერგიის ოპერატორი

$$E = -\frac{\hbar^2}{2M} \{ \Delta_{r_1} + \Delta_{r_2} + \Delta_{r_3} \}$$

$$+ V_{np}(|\vec{r}_1 - \vec{r}_3|) + V_{nn}(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|) + V_{np}(|\vec{r}_2 - \vec{r}_3|). \quad (4, I)$$

თუ მოვხდენთ (1, I) გარდაქმნას, ენერგიის ოპერატორისათვის მივიღებთ

$$E = -\frac{\hbar^2}{2M} \left\{ \frac{1}{3} \Delta_R + \frac{1}{2/3} \Delta_r + \frac{1}{1/2} \Delta_z \right\} + V_{np} \left| \vec{r} - \frac{1}{2} \vec{z} \right| + V_{nn} \left(\left| \vec{r} + \frac{1}{2} \vec{z} \right| \right) + V_{np}(|\vec{z}|). \quad (5, I)$$

პირველი წევრი წარმოადგენს სისტემის, როგორც მთლიანის, კინეტიკური ენერგიის ოპერატორს, მაგრამ ვინაიდან სისტემის, როგორც მთლიანის, მოძრაობა ჩვენ არ გვაინტერესებს, ამიტომაც ამ წევრს უგულვებელვყოფთ. თუ (5, I) გამოხატულებაში მეოთხე და მეხუთე წევრებს განვიხილავთ როგორც შეშფოთების ენერგიებს, მაშინ შეუშფოთებელი სისტემის საწყისი ტალღური ფუნქცია იქნება

$$\psi_i = \exp(i\vec{k}\vec{r}) \psi_0(|\vec{z}|), \quad (6, I)$$

სადაც $\hbar\vec{z} = \frac{2M}{3} \vec{r}_i$ წარმოადგენს დაცემული ნეიტრონისა და დეიტონის, როგორც მთლიანის ფართობითი მოძრაობის იმპულსს. ჩვენს მიახლოებაში ეს

მოდრაობა თავისუფალია. (6, I) გამონახატულებში მეორე მამრავლი წარმოადგენს დეიტონის ნორმალური მდგომარეობის შესაბამის ტალღურ ფუნქციას. საბოლოო მდგომარეობის ტალღური ფუნქცია (გახლეჩილი დეიტონი და გაფანტული ნეიტრონი) სხვადასხვანაირად უნდა იქნეს არჩეული იმისდა მიხედვით, თუ როგორია ენერგიის განაწილება ნაწილაკებს შორის. არსებობს ენერგიის გადანაწილების სამი სხვადასხვა შემთხვევა.

შემთხვევა I. ნაწილაკი 1 გაცილებით მეტ ენერგიას იღებს, ვიდრე დანარჩენი ორი, ამიტომ 1 ნაწილაკის მოძრაობა თავისუფალია. ურთიერთქმედება არსებობს მხოლოდ 2 და 3 ნაწილაკებს შორის.

ასევე შეიძლება მიღებულ იქნეს შემთხვევები II და III, თუ მოვახდენთ ნაწილაკების ციკლურ გადანაცვლებას. შემთხვევითა შესაბამისი ტალღური ფუნქციები ადვილად დაიწერება:

შემთხვევა I.

$$\psi_f = \exp(i\vec{k}^{1,2,3}\vec{r}) \psi_k^{2,3}(|\vec{r}|);$$

შემთხვევა II.

$$\psi_f = \exp\left[i\vec{k}^{2,3,1} \left(-\frac{1}{2} \vec{r} - \frac{3}{4} \vec{r} \right) \right] \psi_k^{3,1} \left(-\vec{r} + \frac{1}{2} \vec{r} \right); \quad (7, I)$$

შემთხვევა III.

$$\psi_f = \exp\left[i\vec{k}^{3,1,2} \left(\frac{3}{4} \vec{r} - \frac{1}{2} \vec{r} \right) \right] \psi_k^{1,2} \left(-\vec{r} - \frac{1}{2} \vec{r} \right).$$

$\vec{k}^{1,2,3}$ 1 ნაწილაკის, 2 და 3 ნაწილაკების სიმძიმის ცენტრის მიმართ ფართობითი მოძრაობის შესაბამისი ტალღური ვექტორია, $\vec{k}^{2,3}$ კი — 2 და 3 ნაწილაკების ურთიერთფართობითი მოძრაობის შესაბამისი ტალღური ვექტორი. ანალოგიურად განისაზღვრება სხვა ტალღური ვექტორებიც.

იმ შემთხვევაში, როდესაც გვაქვს საწყისი და საბოლოო ტალღური ფუნქციები, ადვილად შეიძლება დაიწეროს (*nd*) არადრეკადი გაფანტვის დიფერენციალური განიკვეთი ბორნის მიახლოებაში.

მაგალითად, შემთხვევა I გვექნებოდა

$$d\sigma = \frac{2\pi}{h\nu} |M|^2 \chi_E (\vec{k}^{1,2,3} \vec{k}^{2,3}) d\vec{k}^{1,2,3} d\vec{k}^{1,2,3}, \quad (8, 1)$$

სადაც ν დაცემული ნეიტრონის ფართობითი სიჩქარეა, $\chi_E (\vec{k}^{1,2,3} \vec{k}^{2,3}) d\vec{k}^{1,2,3} d\vec{k}^{1,2,3}$ — საბოლოო მდგომარეობის სიმკვრივე ენერგიის ერთეულოვან ინტერვალზე. M გადასვლის მატრიცული ელემენტი. მატრიცული ელემენტის კონკრეტული სახე და გამოთვლების დეტალები აქ არ მოგვყავს, რადგანაც ეს საკითხები მოცემულია გლუქშტერნისა და ბეტეს ნაშრომში. მოვიყვანოთ მხოლოდ შედეგები. ირკვევა, რომ არადრეკადი გაფანტვით წარმოქმნილი სწრაფი პროტონების კუთხური განაწილება ლაბორატორიულ სისტემაში ხასიათდება მკვეთრი ნაქსიმუმით მცირე კუთხეებზე. ინტეგრალური განიკვეთისათვის ექსპერიმენტებთან თანხედენა შეიძლება მიღებულ იქნეს, თუ იუკავას ტიპის ურ-

თიერთქმედების სიღრმეს ავიღებთ ნმ *mev*-ის ტოლად. ბოლოს უნდა აღვნიშნოთ, რომ მიღებული კუთხური განაწილებისათვის თეორიასა და ექსპერიმენტებს შორის თანხვედნა არაა.

§ 3. სწორად ნეიტრონების დეიტონებზე გაფანტვა სპინორბიტალური ძალების გათვალისწინებით

გამოვივალოთ სპინორბიტალური ძალების გათვალისწინებით (*nd*) არადრეკადი გაფანტვის დიფერენციალური და ინტეგრალური განვკვეთები. ბირთვული ძალების მუხტური დამოუკიდებლობის პრინციპის თანახმად, (5,I) გამოხატულებაში მეოთხე და მეხუთე წევრები ასეთი სახით ავიღოთ:

$$V(\vec{r}) = O^{(1)} \frac{e^{-\mu r}}{\mu r} + O^{(2)}(\vec{L}\vec{S}) \frac{1}{\mu r} \frac{d}{d\mu r} \frac{e^{-\mu r}}{\mu r}, \quad (1,II)$$

სადაც $O^{(1)}$ და $O^{(2)}$ ოპერატორებია, რომლებიც გამოხატავენ, შესაბამისად, ცენტრალური და სპინორბიტალური ძალების გაცვლით ხასიათებს (ვგულისხმობთ, რომ ისინი შეიცავენ იმ აუცილებელ კოეფიციენტებს, რომლებიც საკურონი არიან, რათა (1,II) გამოხატულებას ენერჯის განზომილება ჰქონდეს).

როგორც შემდგომ დავინახავთ, გაფანტვა, გამოწვეული სპინორბიტალური ძალებით, არ ინტერფერირებს ცენტრალური ძალებით გამოწვეულ გაფანტვასთან. ამიტომაც შესაბამისი გამოთვლები შეიძლება ცალ-ცალკე ჩატარდეს. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გაფანტვა, გამოწვეული ცენტრალური ძალებით, უკვე გამოთვლილია. გამოსათვლელი დარჩა მხოლოდ სპინორბიტალური ძალებით გამოწვეული გაფანტვა.

ბირთვული ძალების გაცვლითი ხასიათი ავიღოთ უზოგადესი სახით. მაშინ (*np*) ურთიერთქმედებისათვის გვექნება

$$V_{np}(\vec{r}) = \lambda V^r_p (\omega_p + m_p P_{np} + b_p Q_{np} + h_p P_{np} Q_{np}) \frac{1}{\mu r} - \frac{d}{d\mu r} - \frac{e^{-\mu r}}{\mu r} (\vec{L}\vec{S}), \quad (2,II)$$

ხოლო (*nn*) ურთიერთქმედებისათვის

$$V_{nn}(\vec{r}) = \lambda V^r_n (\omega_n + m_n P_{nn}) \frac{1}{\mu r} - \frac{d}{d\mu r} - \frac{e^{-\mu r}}{\mu r} (\vec{L}\vec{S}), \quad (3,II)$$

სადაც *P* და *Q* კოორდინატებისა და სპინების გაცვლის ოპერატორებია, V_p და V_n ურთიერთქმედების სიღრმეებია, \vec{S} ურთიერთქმედი ნაწილაკების სრული სპინია, ხოლო \vec{L} ფართობითი მოძრაობის ორბიტალური მომენტი. $\omega_p, \omega_n, m_p, m_n, b_p$ და h_p პარამეტრებია, რომლებიც აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს:

$$|\omega_p| + |m_p| + |b_p| + |h_p| = 1, \quad |\omega_n| + |m_n| = 1.$$

გადასვლის მატრიცული ელემენტი ასე ჩაიწერება:

$$M_{fi} = (\psi_f \chi_f, \{1 - P_{12} Q_{12}\} \{V_{np}^{12} + V_{nn}^{12}\} \psi_i \chi_i).$$

ამ გამოხატულებაში $\{1 - P_{12} Q_{12}\}$ ოპერატორის არსებობა უზრუნველყოფს სა-

წყისი და საბოლოო ტალღური ფუნქციების ანტისიმეტრიულობას ნეიტრონების გადასმის მიმართ. ψ და χ მთლიანი ტალღური ფუნქციის კოორდინატული და სპინური ნაწილებია. რადგანაც ურთიერთქმედობა შეიცავს სპინს, ამიტომაც საჭიროა დადგენილ იქნეს ორთო-ნორმირებული სპინური ფუნქციები.

სამი ნახევარსპინიანი ნაწილაკის სისტემისათვის არსებობს რვა ასეთი ფუნქცია; ამათგან ოთხი ფუნქცია შეესაბამება ისეთ მდგომარეობას, როდესაც სისტემის სრული სპინი არის $3/2$ -ის ტოლი, ეს ფუნქციები სიმეტრიულია ნებისმიერი ნაწილაკების გადასმის მიმართ. დანარჩენი ოთხი ფუნქცია შეიძლება სხვადასხვანაირად შეირჩეს. ყველა ისინი შეესაბამებიან მდგომარეობებს, სადაც სისტემის სრული სპინი $1/2$ -ის ტოლია. ამ ოთხი ფუნქციიდან პირველი ავიღოთ ისე, რომ იგი იყოს სიმეტრიული 2 და 3 ნაწილაკების გადასმის მიმართ, ხოლო ბოლო ორი — 2 და 3 ნაწილაკების გადასმის მიმართ ანტისიმეტრიული.

$$\begin{aligned} \chi_1 &= \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3, \\ \chi_2 &= \frac{1}{\sqrt{3}} (\alpha_1 \alpha_2 \beta_3 + \alpha_1 \beta_2 \alpha_3 + \beta_1 \alpha_2 \alpha_3), \\ \chi_3 &= \frac{1}{\sqrt{3}} (\beta_1 \beta_2 \alpha_3 + \beta_1 \alpha_2 \beta_3 + \alpha_1 \beta_2 \beta_3), \\ \chi_4 &= \beta_1 \beta_2 \beta_3, \\ \chi_5 &= \frac{1}{\sqrt{6}} (2\beta_1 \alpha_2 \alpha_3 - \alpha_1 \beta_2 \alpha_3 - \alpha_1 \alpha_2 \beta_3), \\ \chi_6 &= \frac{1}{\sqrt{6}} (2\alpha_1 \beta_2 \beta_3 - \beta_1 \alpha_2 \beta_3 - \beta_1 \beta_2 \alpha_3), \\ \chi_7 &= \frac{1}{\sqrt{2}} (\alpha_1 \alpha_2 \beta_3 - \alpha_1 \beta_2 \alpha_3), \\ \chi_8 &= \frac{1}{\sqrt{2}} (\beta_1 \beta_2 \alpha_3 - \beta_1 \alpha_2 \beta_3). \end{aligned} \tag{4, II}$$

პირველი ოთხი ადგენს ე. წ. კვარტეტის, ხოლო ბოლო ოთხი წყვილ-წყვილად სიმეტრიულ და ანტისიმეტრიულ დუბლეტებს.

შეშფოთების ოპერატორი შეიცავს $(\vec{L}S)$ მამრავლს, რომელიც მოქმედებს სპინურ ცვლადებზე, ამიტომ საჭიროა გამოთვლილ იქნეს სპინური მატრიცა

$$\begin{aligned} &(\chi_f, (\vec{L}S) \chi_i). \\ &\text{გვექნება სულ სამი სხვადასხვა მატრიცა:} \\ S_{12}^{f_i} &= \frac{1}{2} (\chi_f, (L, \vec{\sigma}_1 + \vec{\sigma}_2) \chi_i) \end{aligned} \tag{5a, II}$$

$$S'_{13} = \frac{I}{2} (\chi_{f1}, (\vec{L}, \vec{\sigma}_1 + \vec{\sigma}_2) \chi_i), \tag{5b, II}$$

$$S_{23} = \frac{I}{2} (\chi_f, (\vec{L}\vec{\sigma}_2 + \vec{\sigma}_3) \chi_i), \tag{5c, II}$$

სადაც $\vec{\sigma}_1, \vec{\sigma}_2$ და $\vec{\sigma}_3$ პაულის ვექტორმატრიცებია.

(5, II) მატრიცული ელემენტების გამოთვლა არ არის ძნელი, მაგრამ ძალზე გრძელია. მასთან ერთად ადვილად შეიძლება შევემოწმოთ, რომ

$$S_p(\vec{L}\vec{S})=0, \text{ რაც შეესაბამება ზემოთ აღნიშნულს.}$$

თუ გავითვალისწინებთ ტოლობებს

$$F_{13}\vec{r} = \frac{3}{4}\vec{\lambda} - \frac{I}{2}\vec{r}, \quad P_{12}\vec{r} = -\frac{3}{4}\vec{\lambda} - \frac{I}{2}\vec{r}, \quad P_{23}\vec{r} = +\vec{r},$$

$$P_{13}\vec{\lambda} = \vec{r} - \frac{I}{2}\vec{\lambda}, \quad P_{13}\vec{\lambda} = \vec{r} + \frac{I}{2}\vec{\lambda}, \quad P_{23}\vec{\lambda} = -\vec{\lambda},$$

$$S'_{12} = \sqrt{3} S'_{12}^0, \quad S'_{12} = \sqrt{3} S'_{12}^0, \quad S'_{13} = -\sqrt{3} S'_{12}^0,$$

$$S'_{13} = -\sqrt{3} S'_{13}^0, \quad S'_{23} = 0, \quad S'_{23} = 0,$$

მაშინ გადასვლის მატრიცული ელემენტისათვის მივიღებთ

$$\begin{aligned} M_{fi} = & a_1 (\psi_1, V_{nn}(r_{12}) S'_{12} \psi_i) + Q_2 (\psi_f, V_{nn}(r_{12}) S'_{12} P_{12} \psi_i) + \\ & + a_3 (\psi_f V_{np}(r_{13}) S'_{13} \psi_i) + a_4 (\psi_f, V_{np}(r_{13}) S'_{13} P_{13} \psi_i) + \\ & + a_5 (\psi_f V_{np}(r_{23}) S'_{23} P_{12} \psi_i) + a_6 (\psi_f, V_{np}(r_{23}) S'_{23} P_{12} P_{13} \psi_i). \end{aligned} \tag{6. II}$$

a_i კოეფიციენტები არ არის სპინურ ცვლადებზე დამოკიდებული. თუ ექსპერიმენტული მონაცემების შესაბამისად ბირთვული ძალების გაცვლით ხასიათს ავიღებთ $\frac{I}{2} [I P_x]$ სახით, ეს კოეფიციენტები ისეთ კონკრეტულ მნიშვნელობებს მიიღებენ, როგორებიც მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

საწყისი მდგომარეობა	კვარტეტი	სიმეტრიული დუბლეტი	ანტისიმეტრიული დუბლეტი
a_1	2	2	-1
a_2	-2	-2	1
a_3	1	1	1
a_4	-1	-1	-1
a_5	-1	1/2	0
a_6	1	1/2	0

რადგანაც გაფანტვა ხდება დეიტონზე, ამიტომ საწყისი სპინური ფუნქცია სიმეტრიული უნდა იყოს 2 და 3 ნაწილაკების გადასმის მიმართ.

საწყისი ტალღური ფუნქციის კოორდინატულ ნაწილს შემდეგი სახე უნდა ჰქონდეს:

$$\psi_i = \exp(i\vec{k}\vec{r}) \psi_0(|\vec{r}|), \tag{7, II}$$

საბოლოო მდგომარეობისათვის კი ავიღებთ

$$\psi_f = \exp(i\vec{k}^{1,2,3}\vec{r}) \exp(i\vec{k}^{2,3}\vec{r}), \tag{8, II}$$

მაშინ მივიღებთ

$$M^{fi} = \sum_{l=1}^6 a^l \Lambda_l^{fi},$$

სადაც

$$\Lambda_1^{fi} = 4\pi B_{12}^{fi} [k\vec{q}] \varphi \left(\left| \vec{k}^{2,3} - \frac{1}{2} \vec{q} \right| \right) \frac{1}{\mu^2 + q^2} \tag{9a, II}$$

$$\Lambda_2^{fi} = -4\pi B_{12}^{fi} [k\vec{q}'] \varphi \left(\left| \vec{k}^{2,3} - \frac{1}{2} \vec{q} \right| \right) \frac{1}{\mu^2 + q'^2} \tag{9b, II}$$

$$\Lambda_3^{fi} = 4\pi B_{12}^{fi} [k\vec{q}] \varphi \left(\left| \vec{k}^{2,3} + \frac{1}{2} \vec{q} \right| \right) \frac{1}{\mu^2 + q^2} \tag{9c, II}$$

$$\Lambda_4^{fi} = -4\pi B_{12}^{fi} [k\vec{q}'] \varphi \left(\left| \vec{k}^{2,3} + \frac{1}{2} \vec{q} \right| \right) \frac{1}{\mu^2 + q'^2} \tag{9d, II}$$

$$\Lambda_5^{fi} = -4\pi B_{12}^{fi} [k\vec{q}'] \varphi \left(\left| \frac{2}{3} \vec{k} + \vec{q} \right| \right) \frac{1}{\mu^2 + q'^2} \tag{9e, II}$$

$$\Lambda_6^{fi} = 4\pi B_{12}^{fi} [k\vec{q}] \varphi \left(\left| \frac{2}{3} \vec{k} + \vec{q} \right| \right) \frac{1}{\mu^2 + q'^2}, \tag{9n, II}$$

სადაც $\vec{q}' = \frac{3}{2} \vec{k} + \frac{1}{2} \vec{q} - \vec{k}^{2,3}$ და $\vec{q}'' = \frac{3}{2} \vec{k} + \frac{1}{2} \vec{q} + \vec{k}^{2,3}$,

$\varphi(\vec{k}) = \int \exp(i\vec{k}\vec{r}) \psi_0(r) d\vec{r}$, ხოლო $B^{fi} = SV \frac{1}{\mu^3} \times$ (რიცხვით კოეფიციენტზე + რომელიც მიიღება შესაბამისი სპინური მატრიციდან). თუ გავითვალისწინებთ ტოლობებს $\vec{k}^{2,3,1} = \vec{q}'' + \vec{k}$ და $\vec{k}^{2,3,2} = \vec{q} + \vec{k}^{1,2,3}$, ადვილად შევამჩნევთ, რომ (9, II) გამოხატულებები ერთმანეთისაგან მხოლოდ წანაღებების ციკლური გადასმებით განსხვავდება.

გამოვიყენოთ საბოლოო მდგომარეობათა სიმკვრივების ტოლობები

$$\frac{d\vec{k}^{1,2,3} d\vec{k}^{2,3}}{dE} = \frac{d\vec{k}^{2,3,1} d\vec{k}^{1,3}}{dE} = \frac{d\vec{k}^{2,3,2} d\vec{k}^{1,2}}{dE}.$$

მაშინ საკმარისად გრძელი გამოთვლებით მივიღებთ ჩვენთვის საინტერესო პროცესის ინტეგრალურ განიკვეთს

$$\sigma_n = \frac{M^2}{9\pi L^4 k^2} \frac{1}{(2\pi)^3} \{6,5 \cdot I + 6,5 \cdot III + 3,32 II + 6,64 IV + 3,32 V\}.$$

I, II, III, IV და V ხუთი სხვადასხვა ტიპის ინტეგრალია, რაც დამოკიდებულია დაცემული ნეიტრონის ენერგიაზე.

თუ ამ ინტეგრალების მნიშვნელობებს შევიტანთ დაცემული ნეიტრონის 90 mev ენერგიისათვის, ინტეგრალური განიკვეთისათვის მივიღებთ შემდეგ რიცხვით მნიშვნელობას:

$$\sigma_{n\alpha} = 54 \cdot 10^{-27} \text{ სმ}^2.$$

ექსპერიმენტი გვაძლევს $117 \cdot 10^{-27} \text{ სმ}^2$.

ამრიგად, სპინორბიტალური ძალებით გამოწვეული (nd) არადრეკადი გაფანტვის ინტეგრალური განიკვეთი თითქმის ნახევარია მთლიანი ექსპერიმენტული შედეგისა. უნდა ვიფიქროთ, რომ დანარჩენი ნაწილი გამოწვეულია ცენტრალური ძალებით. მართლაც, თუ გამოვიყენებთ გლუკშტერნისა და ბეტეს შედეგებს, იმავე ენერგიისათვის მივიღებთ ცენტრალური ძალებით გამოწვეული ინტეგრალური განიკვეთისათვის შემდეგ რიცხვით მნიშვნელობას:

$$\sigma_{nd}^c \cong 67 \cdot 10^{-27} \text{ სმ}^2.$$

ამ შემთხვევაში ურთიერთქმედების პარამეტრებად აღებულ იქნა ის მნიშვნელობები, რომლებიც მიიღება [3] (np) და (pp) გაფანტვისაგან (ცენტრალური და სპინორბიტალური ძალების ერთდროულად გათვალისწინების შემთხვევაში).

$$V^r = 45,8 \text{ mev}, V^s/V^r = 0,686 \text{ mev} \text{ და } \mu^{-1} = 1,18 \cdot 10^{-12} \text{ სმ}.$$

V^r და V^s ურთიერთქმედების სიღრმეებია ტრიპლეტ და სინგლეტ მდგომარეობებში სათანადოდ. მთლიანი ინტეგრალური განიკვეთისათვის მივიღებთ

$$121 \cdot 10^{-27} \text{ სმ}^2,$$

რაც სულ მცირედ განსხვავდება ექსპერიმენტული მონაცემებისაგან. ეს განსხვავება გამოწვეული უნდა იყოს იმ მიახლოებებით, რასაც ჩვენ ვიყენებთ გამოთვლების დროს, განსაკუთრებით 5 ინტეგრალის ამოხსნის დროს.

ამრიგად, თეორიული მონაცემის ექსპერიმენტთან შედარება დამაკმაყოფილებელ თანხედენას გვაძლევს.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. R. L. Gpuckstern and H. A. Bethe. Phys. Rev. 81, 761—781, 1955.
2. R. M. Frank, J. L. Gammel. Phys. Rev. 93, 463—470, 1954.
3. K. M. Case and A. Pais. Phys. Rev. 80, 203,—211, 1950.

ბიოქიმიის

ლ. ტყეშელაშვილი

ფოსფორილქოლინისა და ფოსფორილეთანოლამინის ბანახლების
სისწრაფე ცხოველის ორგანიზმში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქომეთიანმა 7.7.1955)

მიუხედავად იმისა, რომ კარგად არის ცნობილი ბიოქიმიურ გარდაქმნებში ფოსფორის რიგი ნაერთების როლი, ჯერ კიდევ არ არის დადგენილი, თუ რა გზით ხორციელდება მათი მონაწილეობა სასიცოცხლო პროცესებში. ამასთანავე უკანასკნელ დროს ქსოვილებიდან გამოყოფილია ფოსფორის ისეთი ნაერთებიც, რომელთა მნიშვნელობა ჯერ კიდევ გაურკვეველია. ფოსფორის ამ ნაკლებად შესწავლილი ნაერთების რიგს ეკუთვნის ქოლინისა და ეთანოლამინის ფოსფორის ეთერები—ფოსფორილქოლინი (ფქ), ფოსფორილეთანოლამინი (ფეთ). აღნიშნული ნაერთები ცხოველების ორგანიზმში წარმოდგენილია როგორც თავისუფალი სახით, ასევე დაკავშირებული—ფოსფოლიბიდებში, გლიცერილფოსფორილქოლინისა და გლიცერილფოსფორილეთანოლამინში.

ცხოველის ორგანიზმში ფქ რაოდენობითი განაწილების შესახებ ლიტერატურაში არავითარი ცნობები არ არსებობს. ჩვენ დავაბუშავეთ აღნიშნული ეთერის რაოდენობითი განაწილების მეთოდი და შევისწავლეთ მისი განაწილება ვირთავგასა და კურდღლის თავის ტვინისა და შინაგან ორგანოებში (ღვიძორი, ელენთა, თირკმლები, გულისა და ჩონჩხის კუნთები) და ძალის თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში. აღმოჩნდა, რომ ფქ-ის რაოდენობა ჩვენ მიერ შესწავლილ ორგანოებში 2,2—14, 35 მგ ფარგლებში მერყეობს ნეღლი ქსოვილის 100 გრამზე [1].

რაც შეეხება ფეთ-ს, ლიტერატურული ცნობები ცხოველთა სხვადასხვა ორგანოში მისი რაოდენობის შესახებ მხოლოდ მიახლოებით წარმოდგენას იძლევა [2,3,4]. ჩვენ აღნიშნული ეთერის განაწილება შევისწავლეთ ვირთავგასა და კურდღლის იმავე ორგანოებსა და ძალის თავის ტვინის ნაწილებში. აღმოჩნდა, რომ ფეთ-ის შეცულობა ყველა შემთხვევაში საგრძნობლად ქარბობს ფქ-ს შეცულობას. მიღებული მონაცემების თანახმად, შესწავლილ ორგანოებში ფეთ-ის რაოდენობა მერყეობს 14—40 მგ ფარგლებში ნეღლი ქსოვილის 100 გრამზე [1].

ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიურ გარდაქმნებში ფქ და ფეთ-ის მონაწილეობის საში შესაძლებლობა არსებობს, სახელდობრ: ფოსფატიდების წარმოქმნაში, ტრანსმეთილირების რეაქციასა და აცეტილქოლინის სინთეზში. აქედან მხოლოდ უკანასკნელია ექსპერიმენტულად დასაბუთებული [5].

ფქ და ფეთ ძლიერ გამძლეობას იჩენენ სხვადასხვა ქიმიური აგენტების მიმართ [1,7], რაც მკვეთრ წინააღმდეგობაშია ორგანიზმში მათ ქცევასთან.

რილიმ ფოსფორის მიხედვით ნიშანდებული ფქ-ის გამოყენებით გამოარკვია, რომ აღნიშნული ეთერი ორგანიზმში არაჩვეულებრივი ლაბილობით ხასიათდება [8]. იგივე შეიძლება ითქვას ფეთ-ის შესახებაც.

ცხოველის სხვადასხვა ორგანოში ფქ-ისა და ფეთ-ის განახლების სისწრაფის შესახებ ლიტერატურაში არაერთი ცნობები არ არსებობს. ჩვენი შრომის მიზანს შეადგენდა შეგვესწავლა ფქ და ფეთ-ის განახლების სისწრაფე ცხოველის სხვადასხვა ორგანოში. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად გამოვიყენეთ რადიოაქტიური ინდიკაციის მეთოდი.

მეთოდიკა

ფქ და ფეთ-ის განახლების სისწრაფე შევისწავლეთ ვირთავასა და კურდღლის თავის ტვინსა და შინაგან ორგანოებში (ღვიძლი, ელენთა, თირკმლები, გულისა და ჩონჩხის კუნთები) და ძალის თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში (დიდი ჰემისფერობის რუხი და თეთრი ნივთიერება, ნათხემი და მოგრძო ტვინი).

ამ მიზნით რადიოფოსფორი ფოსფორმეცა ნატრიუმის მარილის სახით ვირთავებსა და კურდღლებში შეგვყავდა კანქვეშ 0,05—0,1 μ c და 5—10 μ g P³¹ ცხოველის 1 გ წონაზე, ძალღებში — კანქვეშ—0,5 მც და 0,5 მგ P³², ხოლო სუბოქციპიტალურად—1,0—5,0 μ c და 0,5 მგ P³¹ ცხოველის 1 გ წონაზე.

ვირთავებსა და კურდღლებს ვკლავდით თავის მოკვეთით პრეპარატის შეყვანის 3 საათის შემდეგ და სწრაფად ვიღებდით ორგანოებს. ძალღების შემთხვევაში—დანარკოზებულ ცხოველებს სწრაფად ვუხსნიდით ქალას ღრუს და ვიღებდით ტვინს ცდების ერთ სერიაში რადიოფოსფორის შეყვანის 3, ხოლო მეორეში—24 საათის შემდეგ.

ქსოვილებიდან მზადდებოდა 5% სამქლორმმარმეცავს ექსტრაქტი, რომლის 1 მლ შეიცავდა ქსოვილის 0,4 გრამს. მასში ვსაზღვრავდით არაორგანულ P³¹ და P³². ექსტრაქტის დანარჩენი ნაწილი კი მმარდებოდა ფქ და ფეთის P³¹ და P³² განსაზღვრას. ამ მიზნით აღნიშნული ნაერთები ქსოვილებიდან გამოიყოფოდა ფოსფორის იმ ფრაქციის სახით, რომელიც სპირტის ხსნარში ბარიუმის ჰიდრატით არ ილექება. სპირტის ექსტრაქტის მოსამზადებლად 5% სამქლორმმარმეცავს ფილტრატს ფენოლფტალეინის მიხედვით ნეიტრალიზაციის შემდეგ ვუმატებდით 4 მოცულობა 96° სპირტს [5]. ერთი დღე-ღამის დაყოვნების შემდეგ ნარეცს ვაცენტრიფუგირებდით და ცენტრიფუგატში ვსაზღვრავდით ქოლინთან და ეთანოლამინთან დაკავშირებულ P³¹ და P³², რისთვისაც ცენტრიფუგატი (10—20 მლ) იწვებოდა ჩვეულებრივი წესით. დაწვის შემდეგ დაიყვანებოდა 10 მლ, საიდანაც ერთმეხუთედ ნაწილში ისაზღვრებოდა აქტიური (P³²), ხოლო დანარჩენში—არააქტიური (P³¹) ფოსფორი.

ყველა შემთხვევაში ფოსფორი ილექებოდა ფოსფორმეცა მავნიუმისა და ამონიუმის შერეული მარილის სახით [9], P³² სრული დალექვისათვის კი ემატებოდა ფოსფორმეცა ნატრიუმის 0,02 M ხსნარის 0,1 მლ.



P³¹ რაოდენობას ვსაზღვრავდით ჩვეულებრივი კოლორიმეტრიული მე-თოდით. P³²-ის განსაზღვრას პირველ ცდებში ვაწარმოებდით ჰეიგერ-მიულერის მთვლელის საშუალებით ფილტრის ქაღალდზე მაგნიუმისა და ანონიუმის ფოსფორმეცა მარილის ნალექში, შემდეგ კი მინის ფირფიტებზე, სმირნოვის მეთოდით [10].

P³¹-ის რაოდენობა გამოიხატებოდა მგ-ით 1 გ ნედლ ქსოვილზე, ხოლო P³²—იმპ/წუთში 1 მგ ფოსფორზე (ხვედრითი აქტივობა). უკანასკნელი სი-დიდე წარმოდგენას იძლევა მოცემულ ფრაქციაში რადიოფოსფორის რაოდენობაზე. განახლების სისწრაფეზე ვმსჯელობდით შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობის მიხედვით (ე. ი. მოცემული ფრაქციისა და არაორგანული ფოსფორის ხვედრითი აქტივობის შეფარდებით პროცენტობით).

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ფქ-ისა და ფეთ-ის განახლების სისწრაფე შევისწავლეთ ვირთაგვასა და კურდღლის თავის ტვინსა და შინაგან ორგანოებში და ძაღლის თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში. მიღებული შედეგები მოცემულია 1, 2, 3 და 4 ცხრილებში.

ცხრილი 1

ვირთაგვას თავის ტვინსა და შინაგან ორგანოებში ფქ-ისა და ფეთ-ის ფოსფორის განახლების სისწრაფე რადიოფოსფორის კანქვეშ შეყვანის 3 საათის შემდეგ⁽¹⁾

ორგანოები	ფრაქციები	ხვედრითი აქტივობა	შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობა
ჩონჩხის კუნთები	არაორგანული	6879	31,0
	ფქ და ფეთ	2150	
გულის კუნთი	არაორგანული	58584	32,0
	ფქ და ფეთ	19302	
თავის ტვინი	არაორგანული	2230	110,0
	ფქ და ფეთ	2470	
ღვიძლი	არაორგანული	111082	73,0
	ფქ და ფეთ	81730	
ელენთა	არაორგანული	57693	46,0
	ფქ და ფეთ	26570	
თირკმლები	არაორგანული	75504	35,0
	ფქ და ფეთ	26575	

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ფქ და ფეთ-ის ხვედრითი აქტივობა ყველაზე მეტია ღვიძლში, უფრო ნაკლებია თირკმლებში, ელენთაში, გულისა და ჩონჩხის კუნთებში და, ბოლოს, თავის ტვინში.

გამოირკვა, რომ ღვიძლში ეთერების ფოსფორის ხვედრითი აქტივობა 33-ჯერ მეტია, ვიდრე ტვინის ქსოვილში, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მაშინ, როდესაც ღვიძლში ნიშანდებული ატოპებით ფქ-ისა და ფეთ-ის ფოს-

(¹ ცხრილებში მოცემულია რამდენიმე ანალოგიური ცდიდან ერთ-ერთის შედეგები.)

ფორის 33 ატომი შეიცვლება, ტვინის ქსოვილში მხოლოდ ერთი ებმება ცვლის პროცესში.

ტვინში ფქ და ფეთ ფოსფორის ნაკლები ხვედრითი აქტივობა, ე. ი. ნიშანდებული ფოსფორის შემცველი ფქ და ფეთ-ის ნაკლები რაოდენობა აიხსნება არა იმით, რომ ტვინში ამ ნაერთების განახლების სისწრაფე დაბალია, არამედ ეს უნდა აიხსნას ტვინის ქსოვილის ნაკლები განვლადობის უნარით ფოსფატიონების მიმართ [11,12].

ფქ და ფეთ-ის ფოსფორის განახლების სისწრაფის შესახებ ვმსჯელობდით შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობის გამოთვლით. აღნიშნული სიდიდე გვიჩვენებს, არაორგანული ფოსფორი რა სისწრაფით ებმება ცვლის პროცესში, ე. ი. წარმოდგენას იძლევა ცვლის ჰემმარიტი ინტენსივობის შესახებ.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს (იხ. მე-4 სვეტი), ფქ და ფეთ-ის მოლეკულების სინთეზი ყველაზე ინტენსიურად მიმდინარეობს თავის ტვინში, შემდეგ ლეიძლი, ელენთასა და თირკმლებში, ხოლო ჩონჩხისა და გულის კუნთებში იგი თითქმის თანაბარი სისწრაფით მიმდინარეობს.

თავის ტვინში შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობის ყველაზე დიდი რიცხვი იმაზე მიუთითებს, რომ აღნიშნულ ორგანოში ნიშანდებული ფოსფორი ყველაზე ინტენსიურად ებმება ცვლის პროცესში და ამ მხრივ უახლოვდება ლაბილურ და ფოსფოროტიდების ფოსფორს.

იმავე ხასიათის ცდები ჩავატარეთ კურდღლებზე. მიღებული შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

კურდღლის თავის ტვინსა და შინაგან ორგანოებში ფქ და ფეთ-ის ფოსფორის განახლების სისწრაფე რადიოფოსფორის კანტევეშ შეყვანიდან 3 საათის შემდეგ

ორგანოები	ფრაქციები	ხვედრითი აქტივობა	შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობა
ჩონჩხის კუნთები	არაორგანული	15575	37,0
	ფქ და ფეთ	5763	
გულის კუნთი	არაორგანული	111271	42,0
	ფქ და ფეთ	46734	
თავის ტვინი	არაორგანული	6347	98,0
	ფქ და ფეთ	6221	
ლეიძლი	არაორგანული	178092	65,0
	ფქ და ფეთ	115760	
ელენთა	არაორგანული	17237	51,0
	ფქ და ფეთ	8791	
თირკმლები	არაორგანული	23115	39,0
	ფქ და ფეთ	9015	

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ფქ და ფეთ-ის ფოსფორი ცვლის მაქსიმალური ინტენსივობით ხასიათდება თავის ტვინში, უფრო მცირე ინტენსივობით—ლეიძლი, ელენთაში, გულის კუნთში, თირკმლებში და, ბოლოს, ყველაზე მცირედ—ჩონჩხის კუნთებში.

1 და 2 ცხრილის შედარებით ირკვევა, რომ ვირთავგასა და კურდღლის ჩვენ მიერ შესწავლილ ორგანოებში ქოლინთან და ეთანოლამინთან დაკავშირებული ფოსტორის განახლების სისწრაფე რადიოფოსტორის კანქვეშ შეყვანის 3 საათის შემდეგ თითქმის ერთნაირია.

თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში ფქ და ფეთ-ის ფოსტორის განახლების სისწრაფის შესასწავლად ცდებს ვაყენებდით ძალღებზე. რადიოფოსტორი შეგვყავდა კანქვეშ და ზურგის ტვინის სითხეში. გამოკვლევას ვაწარმოებდით პრეპარატის შეყვანიდან 3 და 24 საათის დაყოვნების შემდეგ.

დასაწყისში მიემართავდით რადიოფოსტორის ზურგის ტვინის სითხეში შეყვანას. აღნიშნული ცდების საფუძველზე იმ დასკვნამდე მივედით, რომ ფქ და ფეთ-ის ფოსტორი ტვინის სხვადასხვა ნაწილში არაჩვეულებრივი ლაბილობით ხასიათდება. ცვლის ინტენსივობა ყველაზე მეტია მოგრძო ტვინში, შემდეგ ნათხეში, ხოლო ჰემისფეროების რუხსა და თეთრ ნივთიერებაში თითქმის თანაბარია (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

ძალის თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში ფქ და ფეთ-ის ფოსტორის განახლების სისწრაფე რადიოფოსტორის ზურგის ტვინის სითხეში შეყვანიდან 3 საათის შემდეგ

ტვინის ნაწილები	ფრაქციები	ხვედრითი აქტივობა	შედარებითი ხვედრითი აქტივობა	
დიდი ჰემისფეროები	რუხი ნივთიერება	არაორგანული ფქ და ფეთ	41330 5264	12,7
	თეთრი ნივთიერება	არაორგანული ფქ და ფეთ	67000 8307	
ნათხეში	არაორგანული ფქ და ფეთ	73906 11840	16,0	
	მოგრძო ტვინი	არაორგანული ფქ და ფეთ		150697 48406

ჩატარებული ცდების საფუძველზე გამოიკვია, რომ შეყვანის აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით შეუძლებელია განახლების ჰემმარიტი ინტენსივობის დადგენა, რადგანაც პრეპარატის უმეტესი ნაწილი შეიწოვებოდა შეყვანის მიდამოში (მოგრძო ტვინი) და განახლების სისწრაფე აღნიშნულ ნაწილში ამის გამო ყოველთვის მეტი იყო. ამავე დროს 3 საათის განმავლობაში რადიოფოსტორი თანაბრად არ ნაწილდება მთელს ზურგის ტვინის სითხეში, ამიტომ გადავწყვიტეთ ტვინის სხვადასხვა ნაწილში ფქ და ფეთ-ის ფოსტორის განახლების სისწრაფე შეგვესწავლა პრეპარატის შეყვანიდან 24 საათის შემდეგ. გამოიკვია, რომ აღნიშნულ პირობებშიც მოგრძო ტვინი უფრო აქტიური რჩება.

იმის გამო, რომ თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში ფქ და ფეთ-ის ფოსტორის განახლების სისწრაფის შესწავლა რადიოფოსტორის ზურგის ტვინის სითხეში შეყვანის შემდეგ არ იძლევა აღნიშნული ეთერების ცვლის ჰემმარიტ სურათს და ამასთანავე შეყვანის გზა არაბუნებრივია, ცდების შემდეგ

სერიაში ქოლინთან და ეთანოლამინთან დაკავშირებული ფოსფორის განახლებების სისწრაფე შევისწავლეთ პრეპარატის კანქვეშ შეყვანის 24 საათის შემდეგ.

ცხრილი 4

ძალის თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში ფქ და ფეთ ფოსფორის განახლების სისწრაფე რადიოფოსფორის კანქვეშ შეყვანიდან 24 საათის შემდეგ

ტვინის ნაწილები	ფრაქციები	ხვედრითი აქტივობა	შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობა
დღი ჰემისფეროები	რუხი ნივთიერება	არაორგანული ფქ და ფეთ 23187 9691	41,3
	თეთრი ნივთიერება	არაორგანული ფქ და ფეთ 14546 18705	128,0
ნათხემი	არაორგანული ფქ ად ფეთ 33790 11430	30,0	
მოგრძო ტვინი	არაორგანული ფქ და ფეთ 23352 26406	112,0	

აღმოჩნდა, რომ რადიოფოსფორის კანქვეშ შეყვანის შემდეგ ფქ და ფეთ-ის ფოსფორის განახლების სისწრაფე ყველაზე მეტია ჰემისფეროების თეთრ ნივთიერებაში, შემდეგ მოგრძო ტვინსა და ჰემისფეროების რუხ ნივთიერებაში, ხოლო ყველაზე მცირეა ნათხემში.

როგორც ზემოთ მოყვანილი ცხრილების შედარებით ირკვევა, მოგრძო ტვინში ფქ და ფეთ-ის ფოსფორის განახლების სისწრაფე პრეპარატის კანქვეშ შეყვანიდან 24 საათის შემდეგ მაინც მაღალია.

დასკვნა

რადიოიზოტოპის მეთოდით ქოლინთან და ეთანოლამინთან დაკავშირებული ფოსფორის განახლების სისწრაფის შესწავლით აღმოჩნდა, რომ აღნიშნული ფრაქცია ცხოველის ორგანიზმში არაჩვეულებრივი ლაბილობით ხასიათდება. განახლება ყველაზე ინტენსიურად მიმდინარეობს ვირთაგვასა და კურდღლის თავის ტვინსა და ლვიძლში. ძალის თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილებიდან მაღალი განახლების სისწრაფით გამოირჩევა დიდი ჰემისფეროების თეთრი ნივთიერება და მოგრძო ტვინი.

განახლების სისწრაფის მიხედვით ფქ და ფეთ ახლოს დგას ლაბილურ ფოსფორთან და ფოსფოპროტეიდებთან.

ამგვარად, ფქ და ფეთ ორგანიზმში მაღალი მეტაბოლური ძვრადობით ხასიათდება, რაც მკვეთრად ეწინააღმდეგება იმ ფაქტს, რომ ორგანიზმის გარეშე სხვადასხვა ქიმიური აგენტის მიმართ მათ არაჩვეულებრივი გამძლეობა ახასიათებს.

ქოლინთან და ენათოლამინთან დაკავშირებული ფოსფორის ცვლის მა-
ლალი ინტენსივობა ცხოველთა ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიურ გარდაქმ-
ნებში აღნიშნული ეთერების დიდ მნიშვნელობაზე უნდა მიუთითებდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ი. ბერიტაშვილის სახელობის

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.7.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. К. Ткешелашвили. Количественное распределение фосфорилхолина и фосфорилэтанолamina в животном организме. Сообщения АН ГССР, т. XVII, № 8, 1956.
2. W. E. Stone. Acid soluble phosphorus compounds of cerebral tissue. J. biol. Chem., 149, 29, 1945.
3. J. Awapara, A. L. Landua a R. Fuerst. Free aminoethyl phosphoric ester in rat organs and human tumours. J. biol. Chem. 183, 545, 1950.
4. G. B. Ansell and R. N. C. Dawson. Ethanolamine o phosphoric acid in rat brain. Biochem. J., 50. 241, 1951.
5. П. А. Кометиани. Изменение распределения фосфорных соединений в процессе синтеза ацетилхолина в экстрактах мозговой ткани. Сообщения АН ГССР, XII, № 1, 1951, 17.
6. A. B. L. Beznak a E. Chain. Studies on phosphorilcholine. Quart. J. exp. Physiol., 26, 201, 1937.
7. R. H. A. Plimmer a W. J. N. Burch. Esters of phosphoric acid. Biochem. J., 31, 398, 1937.
8. R. F. Riley. Metabolism of phosphorylcholine. II. Partitor of phosphorylcholine phosphorus between blood phosphate fractions. III. Partition of phosphorylcholine phosphorus between tissues. VI. Distribution of phosphorylcholine phosphorus in tissue lipids. J. biol Chem, 153, 535, 1944.
9. М. П. Мешкова и С. Е. Северин. Практикум по биохимии животных. М., Изд., „Советская наука“, 1950, стр. 168.
10. А. А. Смирнов. О методике измерения активности изотопа фосфора. Биохимия, 18, 223, 1953.
11. Г. Е. Владимиров. Ход обновления некоторых фосфоросодержащих веществ в печени и в мозгу в условиях кислородного голодания. Труды Военно-мед. акад. им. С. М. Кирова, 1946, стр. 265.
12. Г. Хевеши. Радиактивные индикаторы. ИЛ, М., 1950.

ბიოქიმიკა

ზ. ბონაშვილი

ზოგიერთი მონაცემი სამკლორინამჟამარმჟავათი ცილის
კოაგულაციის პროცესის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქოშეთიანმა 16.1.1956)

საკვებ და ბიოლოგიურ ობიექტებში ცილოვანი და არაცილოვანი აზოტის განსაზღვრის დროს ცილების დასალექებად სხვა ნივთიერებებთან (ძმარმჟავა ტყვია, მთრიმლავე მჟავა და სხვა) ერთად, ხშირად იხმარება სამკლორინამჟამარმჟავა.

მთრიმლავე მჟავას, ძმარმჟავა ტყვიას და სხვა ელექტროლიტების ცილების ხსნარებზე მოქმედების მექანიზმი ცნობილია [1,2], ხოლო რაც შეეხება სამკლორინამჟამარმჟავათი ცილების დალექვის ქიმიზმს, ეს არაა შესწავლილი. წინამდებარე შრომაში მოცემულია სამკლორინამჟამარმჟავათი ცილის კოაგულაციის შესწავლის შედეგები.

ექსპერიმენტული ნაწილი

საცდელად აღებული იყო: კაზეინი, ჟელატინი, კვერცხის ალბუმინი, რძის შრატის, სისხლის შრატის, ცილოვანი გამონაწვლილი სოიას თესლიდან და ხორბლის ქატოდან.

კაზეინი მიღებული იყო ნალეზმოხდილი რძისგან. ცდებისათვის გამოიყენებოდა სხვადასხვა კონცენტრაციის კაზეინატნატრიუმის ხსნარი. ჟელატინის ხსნარს ვამზადებდით საკვები ჟელატინიდან. სისხლის შრატის მიღებოდა ღორის სისხლისგან, რომლის 1 მლ შეიცავდა 13,60 მგ ცილოვან და 0,52 მგ არაცილოვან აზოტს. წყლით განზავებით ვღებულობდით ცილის საჭირო რაოდენობის შემცველ შრატს. ცდებში გამოყენებული იყო აგრეთვე კვერცხის ცილოვანი პლაზმა. უკანასკნელი მოვაცილეთ კვერცხის ყვითის, 3-ჯერ განვაზავეთ წყლით და გავფილტრეთ. 1 მლ განზავებული კვერცხის ცილოვანი პლაზმა შეიცავდა 3,69 მგ ცილოვან და 0,12 მგ არაცილოვან აზოტს. რძის ალბუმინის სახით აღებული იყო რძის შრატის, რომელიც ვზადებოდა რძის ფერმენტული შედედებით, 1 მლ რძის შრატის შეიცავდა 1,01 მგ ცილოვან და 0,53 მგ არაცილოვან აზოტს.

ცილოვანი გამონაწვლილი სოიას თესლის ცხიმგამოცლილი ფქვილისა და ქატოსაგან მიღებოდა შემდეგი წესით: დაფქვილი მასის 2 გრამს ემატებოდა 100 მლ 0,2% NaOH, ხშირად ირეოდა და ერთი საათის შემდეგ იფილტრებოდა. სოიასაგან მიღებული გამონაწვლილის 1 მლ შეიცავდა 1,10 მგ

ცილოვან და 0,64 მგ არაცილოვან აზოტს. ქატოსაგან მიღებული გამონა-
წვლილის 1 მლ შეიცავდა 0,371 მგ ცილოვან და 0,154 მგ არაცილოვან აზოტს.

ხსნარებიდან ცილის დალექვას სამქლორიანმმარმეავათი ვაწარმოებდით
შემდგენიარად: წინასწარ ვამზადებდით სხვადასხვა კონცენტრაციის სამქლო-
რიანმმარმეავას. სინჯარებში ვიღებდით ორ-ორ მლ სამქლორიანმმარმეავას
სათანადო ხსნარს და ვუმატებდით ორ-ორ მლ ცილის ხსნარს.

ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ცილის ხსნარის კოლოიდური
მდგომარეობა დამოკიდებულია სამქლორიანმმარმეავას კონცენტრაციისაგან
ხსნარში: CCl_3COOH -ის დაბალ კონცენტრაციის დროს ცილის ხსნარის სი-
მღვრივე ძლიერდება. CCl_3COOH -ის კონცენტრაციის შემდგომი გაზრდით ცი-
ლის ხსნარის სიმღვრივე მატულობს და შემდეგ ადგილი აქვს ცილოვან ნაწი-
ლაკთა კოაგულაციას. სამქლორიანმმარმეავას კონცენტრაციის შემდგომი გა-
ზრდით ცილა რჩება ხსნარში და CCl_3COOH -ის მაღალი კონცენტრაციის
შემთხვევაში ისევე ადგილი აქვს ცილოვან ნაწილაკთა კოაგულაციას.

ეს დამოკიდებულება — ცილის კოლოიდური მდგომარეობისა სამქლო-
რიანმმარმეავას კონცენტრაციისაგან — კარგად ჩანს 1 ცხრილში მოყვანილი
მონაცემებიდან.

ცხრილი 1

ცილების ხსნარების კოლოიდური მდგომარეობა სამქლორიანმმარმეავას სხვადასხვა
კონცენტრაციის დროს¹

ცილის საბოლოო კონცენტრაცია ხსნარში	CCl_3COOH -ს გ. ექვივალენტი X 10^{-5} ხსნარში						
	0,6	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2
0,6 % კაზეინი	—	0	0	0	+	+++	+++
Ph	—	6,39	5,93	5,53	5,16	4,78	3,48
0,6% კვერცხის ალბუმინი	0	++	0	0	0	0	0
Ph	6,81	6,07	4,0	2,75	2,20	1,99	1,85
0,6% შრატის ცილა	0	0	0	0	0	0	0
0,16% ქატოს ცილა	—	0	0	++	0	0	0
Ph	—	—	—	5,27	—	—	2,41

	CCl_3COOH -ს გ. ექვივალენტი X 10^{-5} ხსნარში						
	8,4	9,6	10,8	11,0	12,2	13,0	
0,6% კაზეინი	0	0	0	0	0	++	
Ph	3,12	—	2,69	2,45	2,05	1,39	
0,6% კვერცხის ალბუმინი	0	0	+	++	+++	+++	
Ph	1,78	1,64	1,56	1,44	—	—	
0,6% შრატის ცილა	0	0	0	0	0	0	
0,16% ქატოს ცილა	++	+++	+++	+++	+++	—	
Ph	1,89	—	—	1,59	—	—	

¹ (1 ცხრილში ++ (პლუსები) ნიშნავს ცილების დალექვას, ხოლო 00 (ნულები) — ცილე-
ბის ხსნად მდგომარეობაში ყოფნას.

პირველ ცხრილში მოყვანილი მონაცემები ნათლად გვიჩვენებს წყალბადიონთა კონცენტრაციის მნიშვნელობას ცილების კოაგულაციის რეაქციაზე. ჩვენ აქ ვამჩნევთ ცილების ხსნადობის ორ მინიმუმს: სუსტი მჟავა და ძლიერ მჟავა რეაქციის დროს. სამქლორიანმმარმეავათი ცილის დალექვა დასახელებულ ნივთიერებათა შორის ქიმიური რეაქციის შედეგი კი არ არის, რის გამოც წყალში წარმოიქმნება უხსნადი ნაერთი, არამედ რეაქციის გავლენის შედეგია: წყალბად-იონთა კონცენტრაცია ქმნის ცილის იზოელექტრულ მდგომარეობას, რომლის დროს ცილის ხსნადობა მინიმალურია და ამიტომ ილექვა ხსნარიდან.

რაც შეეხება ცილის კოაგულაციის პროცესს იზოელექტრული ზონის Ph-ის გარეშე (ჩვენს შემთხვევაში ძლიერ მჟავა არეში), ეს პროცესი ძლიერი მჟავებისა და ტუტების მოქმედებით ცილების კოაგულაციის პროცესის ანალოგიურია. როგორც მინერალური მარილები ახდენს გამომარილებას ძლიერი მჟავები ცილის კატიონურ ფორმაზე, ხოლო ძლიერი ტუტები—ცილის ანიონურ ფორმაზე [2].

მინერალური ძლიერი მჟავების მსგავსად, სამქლორიანმმარმეავაც, როგორც ძლიერი მჟავა, გამომარილებას ახდენს ცილის კატიონურ ფორმაზე. მმარმეავა, როგორც სხვა ორგანული მჟავები, სუსტი მჟავაა, ჰალოიდჩანაცვლებული მჟავები (მონოქლორ-დიქლორ- და სამქლორიანმმარმეავა) კი ძლიერ მჟავებს წარმოადგენენ. მაგ. სამქლორიანმმარმეავას 0,03 მოლარული ხსნარი დისოცირებულია 89,5%-ით, მაშინ როდესაც იმავე კონცენტრაციის მმარმეავა დისოცირებულია 2,4%-ით [3].

რადგანაც ნატიფური ცილები ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, ამიტომ სხვადასხვა ჯგუფის ცილების (იზოელექტრული მდგომარეობის ზონის გარეშე) კოაგულაციისათვის საჭირო სამქლორიანმმარმეავას კონცენტრაცია არაერთგვარი იქნება.

მე-2 ცხრილში წარმოდგენილია ცილების დალექვაზე სამქლორიანმმარმეავას სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენის მონაცემები.

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ CCl_3COOH არაერთნაირად მოქმედებს სხვადასხვა ცილების ხსნარების კოლოიდურ მდგომარეობაზე. ექვალტინი არ განიცდის კოაგულაციის სამქლორიანმმარმეავათი ცხრილში აღნიშნული კონცენტრაციის დროს. კაზეინს აქვს ხსნადობის ორი მინიმუმი: არის სუსტი მჟავა და ძლიერი მჟავა რეაქციის დროს. რაც შეეხება სხვა ცილებს, სახელდობრ, კვერცხისა და რძის შრატის ცილებს, მათ აქვთ ხსნადობის მხოლოდ ერთი მინიმუმი: არის ძლიერ მჟავა რეაქციის დროს. სუსტი მჟავა რეაქციის დროს (იზოფერტილში) ეს ცილები სამქლორიანმმარმეავათი არ განიცდიან კოაგულაციას.

მონაცემები ცილების რაოდენობითი დალექვის შესახებ სამქლორიანმმარმეავას სხვადასხვა კონცენტრაციის დროს წარმოდგენილია მე-3 ცხრილში.

მე-2 და მე-3 ცხრილებში მოყვანილი მონაცემებიდან გამოდინარეობს შემდეგი: იზოფერტილიდან მჟავე მხარეზე სხვადასხვა ცილების კოაგულაცია მიმდინარეობს CCl_3COOH -ის არაერთნაირი კონცენტრაციის დროს:



ცხრილი 2

სხვადასხვა კონცენტრაციის სამქლორიანმარმეავს გავლენა ხსნარიდან ცილის დალექვაზე

ცილის საბოლოო კონცენტრაცია	სამქლორიანმარმეავს საბოლოო კონცენტრაცია მოლელებით							
	0,5	0,25	0,125	0,062	0,031	0,016	0,008	0,004
0,6% კაზეინი	+++	+++	+++	++	+	0	+	+
Ph	0,98	1,09	1,17	1,68	2,12	2,71	3,38	6,41
0,3% კაზეინი	+++	+++	+++	0	0	0	++	0,28
Ph	0,80	0,94	1,11	1,46	2,04	2,65	4,13	6,28
0,15% კაზეინი	+++	+++	++	0	0	0	0	0
0,3% ჟელატინი	0	0	0	0	0	0	0	0
0,15%	0	0	0	0	0	0	0	0
0,6% კვერცხის ალბუმინი..	+++	+++	++	0	0	0	0	0
Ph	0,76	1,28	1,54	1,85	2,46	—	2,79	5,68
0,3% კვერცხის ალბუმინი..	+++	+++	++	+	0	0	0	0
0,15%	+++	+++	++	0	0	0	0	0
რძის შრავი	+++	+++	0	0	0	0	0	0
0,5% სოიას ცილა	+++	+++	++	0	0	0	0	0
0,25%	+++	+++	++	0	0	0	0	0
Ph	0,70	0,78	1,08	+	1,75	2,24	3,28	6,13
0,15% ქატას ცილა	+	+	+	++	+	0	0	0
0,1%	+	+	++	0	0	0	0	0
0,05%	0	0	+	0	0	0	0	0

ცხრილი 3

ცილების რაოდენობით დალექვა CCl_3COOH -ის სხვადასხვა კონცენტრაციის დროს

ცილის დასახელება	საერთო ახორციელებული მლ-ში	სამქლორიანმარმეავს საბოლოო კონცენტრაცია %/0-ით						
		1,25	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0
არაცილოვანი ახორციელებული 1 მლ-ში მგ-ით								
კაზეინი	2,25	0,622	0,661	0,574	0,333	0,344	0,311	0,670
ჟელატინი	1,44	1,44	1,44	1,44	0,367	0,23	0,132	0,115
კვერცხის ალბუმინი	3,81	—	0,19	0,19	0,13	0,16	0,17	0,221
სისხლის შრავი ⁽¹⁾ (ცხენის)	5,68	—	0,431	0,227	0,17	0,204	0,19	0,21
" (ლორის)	7,12	—	0,71	0,662	0,677	0,91	0,803	0,74
რძის	1,52	1,54	1,32	0,97	0,698	0,598	0,527	0,527

ზოგიერთი ცილა (კვერცხის ალბუმინი, რძის შრავის ცილები) არ განიცდიან კოაგულაციას სამქლორიანმარმეავს 0,12 მოლარული კონცენტრაციის დროს, ხოლო ჟელატინი არ განიცდის კოაგულაციას 0,5 მოლარული კონცენტრაციის დროსაც კი. რამდენადაც მცირეა ცილების კონცენტრაცია ხსნარში, იმდენად მეტი უნდა იყოს CCl_3COOH -ის კონცენტრაცია, რათა მან გამოიწვიოს ცილის კოაგულაცია.

ეს მონაცემები ადასტურებს რიგ მკვლევართა მოსაზრებებს იმის შესახებ, რომ ნაკლებად შესწავლილ ობიექტებში ცილოვანი და არაცილოვანი

(¹ ცდებისათვის სისხლის შრავი ორჯერ იქნა წყლით განზავებული.

აზოტის რაოდენობითი განსაზღვრისას გამოცდილ უნდა იქნეს ცილის და-
ლექვის რამდენიმე მეთოდი [4, 5, 6]. არ უნდა არსებობდეს ცილების და-
ლექვის უნივერსალური მეთოდი, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს
სხვადასხვა ობიექტიდან ცილის დასაღეჭად.

დასკვნები

1. ცილების ხსნარში სამქლორიანმმარმევას სხვადასხვა კონცენტრაცი-
ის შემთხვევაში კაზეინისა და სოიას ცილების ხსნარს აქვს ხსნადობის ორი
მინიმუმი: სუსტი მჟავა (ცილის იზოწყერტილში) და ძლიერ მჟავე რეაქციის
დროს; სხვა ცილებს კი (კვერცხის ალბუმინი, შრატის ცილა და სხვა) აქვს
ხსნადობის ერთი მინიმუმი (ძლიერ მჟავე რეაქციის დროს). ცილების
უკანასკნელი ჯგუფი სუსტა მჟავე რეაქციის დროს CCl_3COOH -ით არ ილე-
ქება;

2. სხვადასხვა ცილები ხსნარიდან ილექება სამქლორიანმმარმევას არა-
ერთნაირი კონცენტრაციისას;

3. ცილის დალექვის მექანიზმი სამქლორიანმმარმევას მაღალი კონ-
ცენტრაციის დროს ანალოგიურია მინერალური ძლიერი მჟავეების მოქმედე-
ბისა ცილის ხსნარებზე.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის სამინისტრო
მეცხოველეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.1.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. С. Перов. К механике коагуляции белков дубильной кислотой. Труды лаборатории по изучению белка и белкового обмена в организме, вып. 7, 1934, стр. 26.
2. М. А. Лисицын. Особые случаи высаливания белков. Коллоидный журнал, т. 9, вып. 4, 1947, стр. 280.
3. А. Физер и М. Физер. Органическая химия, 1949, стр. 152—153.
4. А. Опарин и др. О превращении азотистых веществ шампанского. Биохимия, т. 10, № 4, 1945, 311.
5. И. И. Гаврилов и А. И. Таранова. Исследование в области химии табака. Научно-агрономический журнал, № 5—6, 1930, стр. 479.
6. А. И. Ермаков и др. Методы биохимического исследования растений. 1952, 322.



ტიპნიკა

ო. ღალაქიშვილი

თერმოჰიდრომეტრის გამოყენება წყლის დინების მცირე სიჩქარეების ბასაზომად

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ხაზრეგმა 11.10.1956)

ცნობილია რამდენიმე ხერხი და რამდენიმე ტიპის ხელსაწყო, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია წყლის ნაკადის სიჩქარის გაზომვა. მარტივი კონსტრუქციის გამო ფართოდ იყენებენ მექანიკურ ხელსაწყოებს (ტრიალა, ტივტივა, ჰიდრომეტრიული მილი). მაგრამ მექანიკური ხელსაწყოები რიგი უარყოფითი მხარეების გამო უკვე დიდი ხანია ვეღარ აკმაყოფილებენ ჰიდროტექნიკის გაზრდილ მოთხოვნილებებს.

მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელი წლების განმავლობაში ეურნალებში გამოქვეყნდა მრავალი სტატია წყლის სიჩქარის გაზომვის შესახებ, დღესდღეობით გამოზომი აპარატურა საგრძნობ გაუმჯობესებას მოითხოვს.

წინამდებარე შრომის¹ მიზანია, წყლის სიჩქარის გაზომვის ერთ-ერთი ელექტრული მეთოდის გაუმჯობესება და ახალი ხელსაწყო დამუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ სიზუსტე და დაეუახლოვდეთ წერტილოვან გაზომვებს.

თერმოჰიდრომეტრი, რომელიც გამოიყენება წყლის დინების მცირე სიჩქარეების გასაზომად, დამკერზე დამაგრებულ თერმოწყვილს წარმოადგენს. თერმოწყვილი მზადდება ორი სხვადასხვა მასალის გამტარისაგან. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კონსტანტანი და ქრომონიკელი.

თუ ზემოთ აღნიშნულ გამტარებს შევადლებთ ერთმანეთთან და შედუღების ადგილს გავახურებთ, მაშინ თერმოწყვილის თავსა და ბოლოს შორის წარმოიქმნება ტემპერატურათა სხვაობა, რის შედეგადაც თერმოწყვილის თავისუფალ ბოლოებს შორის აღიძვრება თერმოელექტრომომოძრავებელი ძალა (თერმო-ემფ.). ამ უკანასკნელის სიდიდე დამოკიდებულია ტემპერატურათა სხვაობაზე. რაც უფრო დიდია იგი, მით უფრო მეტია თერმო ემფ. თერმოწყვილის შედუღების ადგილი შეიძლება გახერდეს ელექტროდენით.

ვთქვათ, დამკერებზე დამაგრებული თერმოჰიდრომეტრი (თერმოწყვილი) ჩაშვებულია გაჩერებულ წყალში. შედუღებული წერტილი ელექტროდენით გახურებულია გარკვეულ ტემპერატურამდის t_1 . ამგვარად, არსებობს ტემპერატურათა სხვაობა $t - t_1$ თერმოწყვილის შედუღებულ წერტილსა და თავისუფალ

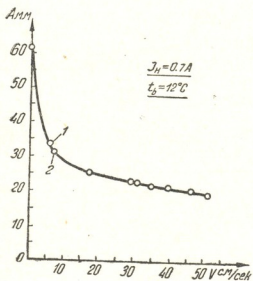
¹ შრომა ჩატარებულია ავტორის მიერ თბილისის ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ელექტროტექნიკურ ლაბორატორიაში ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის ბ. ტიმოფეევის ხელმძღვანელობით.

ბოლოებს შორის. ეს ტემპერატურათა სხვაობა განაპირობებს გარკვეულ თერმო-ემძ-ს. წყლის დინების დაწყების შემდეგ თერმოჰიდრომეტრის შედუღებულ წერტილი იწყებს ინტენსიურ გაცივებას, რადგანაც იზრდება სითბოგადაცემის კოეფიციენტი. შედუღებული ადგილის ტემპერატურა ეცემა, მცირდება ტემპერატურათა სხვაობა $t-t_0$ და, შესაბამისად, თერმო-ემძ-ც. ამგვარად, როგორც ვხედავთ, არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება წყლის ნაკადის სიჩქარესა V და თერმო-ემძ-ს შორის E .

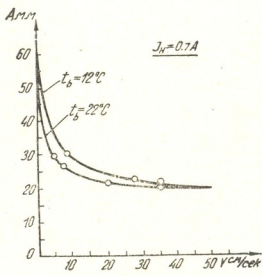
თუ ავაგებთ გრაფიკებს $E=f(v)$ თერმოჰიდრომეტრის ტარირების საშუალებით, თერმო-ემძ-ის გაზომვის შემდეგ საშუალება გვექნება გავივით ნაკადის სიჩქარე. თერმო-ემძ-ის გაზომვა შეგვიძლია მგრძნობიარე გალვანომეტრით ან ოსცილოსკოპით, თუ თერმო-ემძ-ს წინასწარ გავაძლიერებთ მაგნიტური გამაძლიერებლით.

თერმოჰიდრომეტრის ტარირების მრუდი (თერმოწყვილი კონსტანტანი — ქრომონიკელი $d=0,1$ მმ) მოყვანილია ქვემოთ (იხ. ფიგ. 1). ორდინატთა ღერძზე გადადებულია კათოდური ოსცილოსკოპის ეკრანზე სხივის ვერტიკალური გადახრა A .

სქემის მუშაობის სტაბილურობის შემოწმების მიზნით ტარირება ორჯერ ჩატარდა დროის დიდი შუალედით. როგორც ვხედავთ (ფიგ. 1), ტარირების მრუდზე წერტილების გაფანტვას თითქმის არა აქვს ადგილი (წერტილები 1 და 2 მიღებულია სხვადასხვა დროს, მიუხედავად ამისა, ისინი ერთმანეთთან საკმაოდ ახლოს მდებარეობენ).



ფიგ. 1



ფიგ. 2

როგორც ტარირების მრუდიდან ჩანს, თერმოჰიდრომეტრის მგრძნობიარობა სხვადასხვა სიჩქარის დროს მუდმივი არ არის. მას მაღალი მგრძნობიარობა აქვს დასაწყისში (0—15 სმ/წამი), შემდეგ კი მცირდება. თერმოჰიდრომეტრის მაღალი მგრძნობიარობა საშუალებას იძლევა მცირე ცდომილებით $\pm (1-2)\%$ გავზომოთ მეტად მცირე სიჩქარეები ($v=1$ სმ/წამ.), რაც შეუძლებელია სხვა ხელსაწყოების საშუალებით.

თერმოჰიდრომეტრის ტარირება ჩატარდა 22° წყლის ტემპერატურის დროს. თერმოჰიდრომეტრის მახასიათებლებზე წყლის ტემპერატურის გავლენის გამორკვევის მიზნით მისი ტარირება ჩავატარეთ წყლის ორ სხვადასხვა ტემპერატურაზე ($t_1 = 12^{\circ}\text{C}$ და $t_2 = 22^{\circ}\text{C}$). ზემოთ მოყვანილია ტარირების მრუდები (ფიგ. 2).

როგორც ვხედავთ, აღნიშნული მრუდები ერთმანეთისაგან განსხვავდება. ამის გამო, იმ შემთხვევაში, როდესაც აუცილებელია ნაკადის სიჩქარის განსაზღვრა მაღალი სიზუსტით, საჭიროა ხელსაწყოს ჩვენება შესწორდეს ტემპერატურული მახასიათებლების შემწვობით. ჩვეულებრივი გაზომვის შემთხვევაში შესაძლებელია ვისარგებლოთ საშუალო ტემპერატურული მახასიათებლით, ე. ი. უგულვებელყოთ წყლის ტემპერატურის ცვლილებით გამოწვეული ცდომილება. წყლის ტემპერატურის ცვლილებამ 10°C -დან 25°C -მდის შეიძლება მოგვეცეს ცდომილება დაახლოებით $\pm 10\%$. ცდომილება აღებულია გასაზომი სიჩქარის სიდიდიდან.

კონსტრუქციულად თერმოწყვილი შეიძლება სხვადასხვანაირად შესრულდეს. მაგალითად, შეიძლება ავიღოთ ერთი კონსტანტანისა და სამი ნიხრომის გამტარი და შევადლოთ ერთ წერტილში. თუ ქრომონიკელის გამტარების ერთ წყვილში გავატარებთ დენს, მაშინ შედუღების წერტილი გახურდება გარკვეულ ტემპერატურამდის და მეორე წყვილი გამტარების (კონსტანტანი — ქრომონიკელი) ბოლოებზე აღიძვრება თერმო-ემფ. თერმოჰიდრომეტრის გახურების ტემპერატურა დამოკიდებულია დენის ძალისა და შედუღებული ადგილის წინააღმდეგობისაგან. შედუღებულ ადგილს რაც შეიძლება დიდი წინაღობა უნდა ჰქონდეს, რომ მცირე სიდიდის დენის გავლამ მისი საკმაო გახურება გამოიწვიოს. შედუღებული ადგილის წინაღობის გაზრდა შესაძლებელია მისი ზომის შემცირებით.

აღნიშნული კონსტრუქციის თერმოჰიდრომეტრმა ვერ დააკმაყოფილა ჩვენი მოთხოვნები, რადგანაც შედუღების წერტილი საკმაოდ დიდი ზომის გამოვიდა. მასში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა მცირე წინაღობის გამო ვერ უზრუნველყოფდა მის სათანადო ტემპერატურამდის გახურებას.

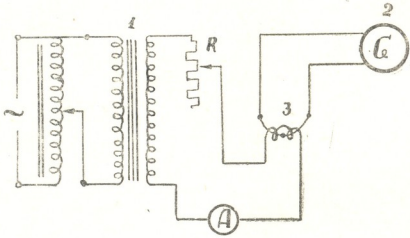
უნდა შევინიშნოთ, რომ შედუღებული წერტილის ტემპერატურის აწევა გახურებული დენის გაზრდით მიზანშეწონილი არ არის. ეს იწვევს გამხურებელი გამტარის დაუშვებელ გაცხელებას და წყლის აღუღებას შედუღებული ადგილის ახლოს. დუღილი საგრძნობლად ცვლის სითბოგადაცემის პირობებს, რის გამოც იცვლება თერმოჰიდრომეტრის მახასიათებლები.

აღნიშნული მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით, ჩვენ გამოვიყენეთ თერმოწყვილის მირჩილულ ბოლოების გარშემო შემოხვეული სპეციალური გამხურებელი გრაგნილი. იგი ელემენტრულად გამოლოებულია თერმოწყვილისაგან. გამხურებელ გრაგნილსა და თერმოწყვილის გამტარებს შორის იზოლაციის გაძლიერების მიზნით საკმარისია თერმოწყვილი დავფაროთ წებოთი БФ-2. წებოს თხელი ფენით დაფარული თერმოწყვილი შრება $100-120^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, რის შემდეგაც მას შემოეხვევა ემალის იზოლაციანი გამხურებელი გამტარი.

ქვემოთ (ფიგ. 3) მოყვანილია გამოზომი სქემა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია გაიზომოს წყლის ნაკადის საშუალო სიჩქარე. როგორც ვხედავთ, მოცემული სქემა საკმაოდ მარტივია.

თერმოჰიდრომეტრის გამხურებელი გრაგნილი ცვალებადი დენის წყაროდან იკვებება (შესაძლებელია გამოვიყენოთ მუდმივი დენი). გამხურებლის წრედში დენის ძალის რეგულირება შეიძლება მოვახდინოთ რეოსტატის ან ავტოტრანსფორმატორის საშუალებით.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტების დროს გახურება წარმოებდა ცვალებადი დენით (50 ჰერცი). რეოსტატში კარგების თავიდან აცილების მიზნით ვსარგებლობდით ავტოტრანსფორმატორით. სქემაში ჩართულია ამპერმეტრი, ტრანსფორმატორი და რეოსტატი (მცირეწინალობიანი რეოსტატი ირთვება დენის მდორედ რეგულირებისათვის). დენის წყაროსა და გამხურებელს შორის ტრანსფორმატორის ჩართვა გამოწვეულია გარეში წრედების თავიდან ასაცილებლად (ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი $K=1$).



ფიგ. 3

ტრანსფორმატორის (1) პირველი გრაგნილი მიერთებულია ავტოტრანსფორმატორთან. მეორედი მხარე, რომელშიაც მიმდევრობით ჩართულია რეოსტატი და ამპერმეტრი, კვებავს თერმოპირომეტრის გამხურებელს (3). თერმოპირომეტრთან მიერთებულია გალვანომეტრი (2). ეს უკანასკნელი დაგრა-დულირებულია წყლის ნაკადის დინების სიჩქარეზე. ამგვარად, გალვანომეტრის გადახრა უშუალოდ გვაძლევს გასაზომი სიჩქარის სიდიდეს.

მოცემული სქემის მთავარ ღირსებას შეადგენს უკიდურესი სიმარტივე, რაც საგრძნობლად აადვილებს მის გამოყენებას პრაქტიკაში.

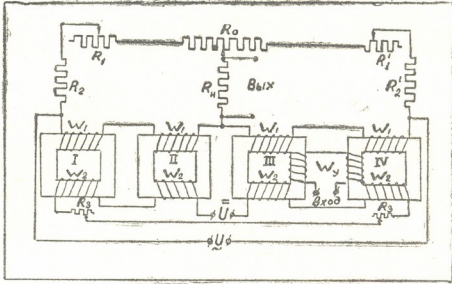
სქემის უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის გარემოება, რომ თერმო-ემქმ-ის გაზომვა წარმოებს მალალმგრძნობიარე გალვანომეტრით, რომლის ხმარება ყოველთვის მოსახერხებელი არ არის.

გალვანომეტრის გამოყენების თავიდან აცილებისათვის გამზომ სქემაში შესაძლებელია გათვალისწინებულ იქნეს თერმო-ემქმ-ის სპეციალური გამაძლიერებელი. თერმო-ემქმ-ის გასაძლიერებლად მაგნიტური გამაძლიერებელი გამოვიყენეთ.

ქვემოთ მოყვანილია მაგნიტური გამაძლიერებლის სქემა (ფიგ. 4).

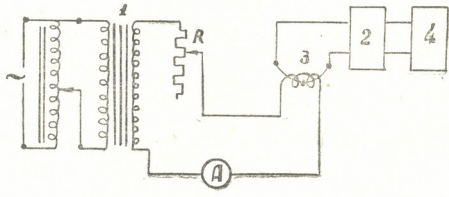
პირველი ორი გულანის პირველადი გრაგნილები W_1 შეერთებულია ერთმანეთთან მიმდევრობით და ქმნიან ბოგირის ერთ მხარს. III და IV გულანების პირველადი გრაგნილებიც ასევეა შეერთებული და ქმნიან ბოგირის მეორე მხარს. ბოგირის III და IV მხარში ჩართულია აქტიური წინალობები $R_1 R_2 R'_1 R'_2$ და R_0 ბოგირი იკვებება მალალი სისშირის დენით (1000 ჰერცი). ბოგირის დიაგონალში ჩართულია მუდმივი სიდიდის აქტიური წინალობა R_{HO} , რომლის ბოლოებზედაც ვიღებთ გამოსავალ ძაბვას. დავუშვათ, III და IV გულანებზე დახ-

ვეული მართვის გრაგნილში W_y დენი არ გადის. R_1 , R'_1 და R_0 წინაღობათა ცვლილებით ვაღწევთ ბოგირის გაწონასწორებას. ამ შემთხვევაში წინაღობაში დენი არ გადის და გამაძლიერებელის გამოსავალზე ძაბვა ნულის ტოლი იქნება.



ფიგ. 4

გრაგნილში დენის გავლა იწყებს III და IV გულანების გაყენებას, რის გამოც მცირდება W_1 გრაგნილის ინდუქციური წინაღობა და ბოგირის წონასწორობა ირღვევა. R_H წინაღობაში იწყებს გავლას უბალანსობის დენი. გამაძლიერებელის გამოსავალზე ვიღებთ გარკვეული სიდიდის ძაბვას. ცხადია, გამაძლიერებლის გამოსავალზე მიღებული ძაბვის სიდიდე დამოკიდებულია დენისაგან, რომელიც გადის მართვის გრაგნილში, ე. ი. გასაძლიერებელი იმპულსის სიდიდისაგან.



ფიგ. 5

როგორც სქემიდან ჩანს (ფიგ. 4), გარდა პირველადი გრაგნილებისა, გულანებზე დახვეულია მეორადი გრაგნილებიც, რომლებიც მუდმივი დენით იკვებება.

აღნიშნული გრაგნილების არსებობა საშუალებას იძლევა გამაძლიერებლის გამოსავალზე უბალანსობის ძაბვა მინიმუმამდე შევამციროთ, რაც პრაქტიკულად შეუძლებელია მართო $R_1 R'_1$ და R_0 წინალობათა რეგულირებით.

ზემოთ (ფიგ. 5) ნაჩვენებია წყლის დინების სიჩქარის გაზომვის პრინციპული სქემა. მაგნიტური გამაძლიერებლის გამოსავალზე ჩართულია კათოდური ოსცილოსკოპი. ამ უკანასკნელის მაგივრად სქემაში შეიძლება ჩავრთოთ კათოდური ვოლტმეტრიც და დავაგრაღდოთ ის წყლის ნაკადის დინების სიჩქარეზე.

ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი ძირითადი დასკვნები:

1. თერმოჰიდრომეტრი შესაძლებლობას იძლევა გავზომოთ სიჩქარეები პრაქტიკულად წერტილში. ამის გამო იგი შეგვიძლია გამოვიყენოთ კედლისა და ფსკერის ახლოს სიჩქარეების გასაზომად.

2. თერმოჰიდრომეტრით შეგვიძლია გავზომოთ წყლის დინების მეტად მცირე სიჩქარეები, რაც შეუძლებელია სხვა ტიპის ხელსაწყოებით.

3. წყლის ტემპერატურის ცვლილებამ შეიძლება გამოიწვიოს ცდომილება. ამის გამო, როდესაც აუცილებელია წყლის სიჩქარის გაზომვა მაღალი სიზუსტით, საჭიროა ვისარგებლოთ ტემპერატურული მახასიათებლებით.

ნაგებობათა და ჰიდროტექნიკის
 თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.9.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. С. Чугунов. Электротермический метод измерения и регистрации пульсации скорости в воде. Изд. Энергетического института им. Г. М. Кржижановского, АН СССР, т. IX, 1940.

ტექნიკა

თ. ფაშალიშვილი

**კაშმის არევის ხანგრძლივობის ბავშვუნა ბეტონის
სიმტკიცეზე**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 31.10.1956)

ბრავალი მეცნიერი ჯერ კიდევ ადრე, მეოცე საუკუნის დასაწყისში, დიდ ყურადღებას აქცევდა ბეტონის არევის ხანგრძლივობის ცვალებადობასა და ბეტონის სიმტკიცეს შორის დამოკიდებულების შესწავლას. ამ საკითხს ამუშავებდნენ გერმანიაში: მაჰრა (1913 წ.), პრობსტი (1926 წ.). გარბოტი და გრაფი (1927—28 წ.); აშშ-ში: აბრამსი (1918 წ.), ჰარისონი და სხვები; საბჭოთა კავშირში: რ. მიხაილოვი, ნ. პოპოვი, მ. ლეხედევი, ბ. სკრამტაევი, ი. ფალკოვი, ვ. კინდი, ს. ოკოროკოვი და სხვ. მკვლევრების ერთი ჯგუფი ამტკიცებს, რომ ბეტონის არევის ხანგრძლივობის ზრდასთან ერთად დროის განსაზღვრულ პერიოდამდე შესაბამისად იზრდება ბეტონის სიმტკიცეც, რის შემდეგ მისი სიმტკიცე ან ძალიან მცირედ იზრდება, ანდა ზრდა სრულიად წყდება. ამ აზრს იზიარებენ: აბრამსი, პრობსტი, გრაფი, გარბოტი, ს. მიხაილოვი, ნ. პოპოვი, ლ. ლეხედევი და სხვები. პროფ. ნ. პოპოვი [1] აღნიშნავს, რომ საბუნი ხისტი ბეტონების არევის ხანგრძლივობის გადიდებით 2-დან 5 წ-მდე ბეტონის სიმტკიცე იზრდება 15—20%-ით, ხოლო ხსნარისა 30—35%-ით.

მკვლევრების მეორე ჯგუფი აღნიშნავს, რომ ბეტონის არევის ხანგრძლივობის ზრდასთან ერთად ბეტონს არ ემჩნევა სიმტკიცის ზრდა და, პირუკუ, რამდენადმე შესამჩნევია ბეტონის სიმტკიცის დაცემა. მკვლევრების მეორე ჯგუფს ეკუთვნის პროფ. ჰარისონი და სხვ.

**1. მძიმე ბეტონის კაშმის არევის ხანგრძლივობასა და
სიმტკიცეს შორის დამოკიდებულება**

ჩვენ ჩავატარეთ ცდები თბილისსა და რუსთავში ბეტონის ნარევის სიმტკიცესა და არევის ხანგრძლივობის ცვალებადობას შორის დამოკიდებულების დასადგენად [2]. ჩატარებული ცდების საფუძველზე, მძიმე და მსუბუქი ბეტონების სიმტკიცის გაზრდის მიზნით, დადგენილ იქნა ოპტიმალური არევის ხანგრძლივობა. ცდები ჩატარდა წარმოების პირობებში: „ს—99“ სერიის მსხლისებრდოლიან 250-ლიტრიან ბეტონმრეველზე თბილისის ასფალტბეტონის ქარხნის ტერიტორიაზე, „ს-158“ სერიის 425-ლიტრიან ცილინდრულდოლიან ბეტონმრეველზე თბილისის ბეტონის ქარხნის ტერიტორიაზე, 2250-ლიტრიან ორკონუსიან ბეტონმრეველზე და იძულებითი მოქმედების 1000-ლიტრიან ხსნარმრეველზე რუსთავის რკინა-ბეტონის ნაკეთობათა კომბინატის ტერიტორიაზე.

ცდების ჩასატარებლად გამოყენებულ იქნა შემდეგი მასალები (იხ. ცხრილი 1):

ცხრილი 1

ბეტონის შემ- დგენ.	ბეტონის მარკა კვ/კმ	ბეტონის კონსის- ტენცია	წ/ც ფაქ- ტორი	ბეტონმარვის ტიპი და ლიტრაჟი	1 კმ ბეტონზე შემადგენელი მასალის ხარჯი				
					ცემ- მენტი კგ.	ხრეში	ლორ- ლი	ქვიშა	წყალი
I	140	10—12	0,84	თავისუფალი არე- ვის 250 ლ მსხლი- სებრ-დოლიანი ბე- ტონმარვი	249	835 ლ	—	353 ლ	209
II	140	6—7	0,67	თავისუფალი არე- ვის 425 ლ ცილინ- დრულ - დოლიანი ბეტონმარვი	275	70% 785 ლ.	30%	440 ლ	185
III	200	3	0,46	თავისუფალი არე- ვის 2250 ლ ორ- კონუიანი ბეტონ- მარვი	340	10% 1368 ლ.	90%	585 კგ	160
IV	150	3—4	0,72	„	295	70% 909 ლ.	30%	409	184

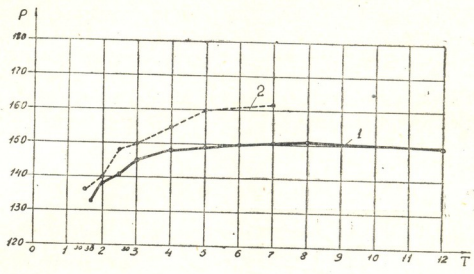
შენი შვნა: ბეტონის ყოველი შედგენილობისათვის გამოყენებულ იქნა კასპის ცემენ-
ტის ქარხნის „400“ მარკის პორტლანდცემენტი.

I შედგენილობის ბეტონის ნარევიდან დამზადდა საკონტროლო კუბები, რომელთა ნარევის დამზადებისათვის ბეტონის არევის ხანგრძლივობა შეადგენდა: 1 წუთსა 38 სეკ.; 2 წ.; 2,5 წ.; 3 წ., 4 წ.; 7 წ.; 12 წუთს.

არევის ყოველ პერიოდში ბეტონის ნარევიდან აღებულ იქნა ბეტონის საკონტროლო კუბები, ზომით 20×20×20 სმ., რომლებიც 28 დღის ნორმალურ პირობებში შენახვის შემდეგ გამოცდილ იქნენ ლაბორატორიულ პირობებში. დროებითი წინააღობის შედეგები კუმშვაზე 28 დღის შემდეგ ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე.

II შედგენილობის ბეტონის (ცხრილი 1) საცდელი კუბების დამზადებისას არევის ხანგრძლივობა შეადგენდა: 1,5; 2; 2,5; 3; 5 და 7 წუთს. საკონტროლო კუბების გამოცდების შედეგები ნაჩვენებია გრაფიკზე (იხ. ნახ. 1).

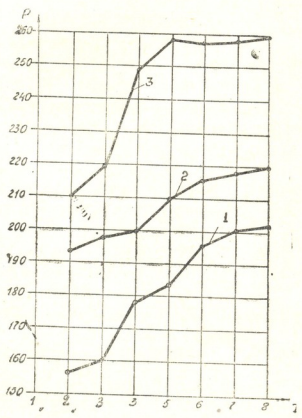
ამ გრაფიკიდან ჩანს, რომ ბეტონის ნარევის არევის ხანგრძლივობის გადი-
ლებასთან ერთად შესამჩნევად იზრდება ბეტონის სიმტკიცე და, რაც უფრო ხის-
ტია ბეტონი, მით უფრო მეტად მოქმედებს მისი სიმტკიცის ზრდაზე არევის ხან-
გრძლივობის ზრდა.



ნახ. 1

პირობითი აღნიშვნები:

- ბეტონი მ-140; P-ნიმუშების სიმტკიცე კგ/სმ²
 T-ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობა წუთობით
 1-ბეტონის კონსისტენცია 9-10 სმ წ/ც=0,84
 2 " " " 6-7 სმ წ/ც=0,68



ნახ. 2

პირობითი აღნიშვნები:

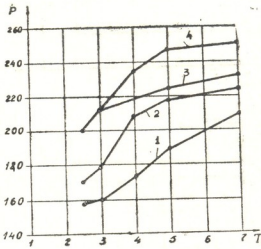
- ბეტონი მ-150; P-ნიმუშების სიმტკიცე კგ/სმ²
 წ/ც-0,72; T-ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობა წუთობით
 1-10 დღის ბეტონის სიმტკიცე
 2-28 დღის ბეტონის სიმტკიცე
 3-90 დღის ბეტონის სიმტკიცე

III შედგენილობის ბეტონის (ცხრ. 1) საცდელი კუბების დამზადებისას არევის ხანგრძლივობა შეადგენდა: 2; 3; 4; 5; 6; 7 და 8 წუთს. ბეტონის საკონტროლო კუბები დამზადდა მე-10, 28-ე და 90-ე დღეს გამოსაცდელად.

ჩატარებული ცდების შედეგები გრაფიკულად გამოსახულია ნახ. 2-ზე.

IV შედგენილობის ბეტონის ნარევიდან (ცხრ. 1) დამზადდა საკონტროლო კუბები, ბეტონის არევის ხანგრძლივობა შეადგენდა 2,5; 3; 5 და 7 წუთს.

კუბები გამოიცადა მე-10, 28-ე, მე-80 და 90-ე დღეს. ცდების შედეგები მოცემულია გრაფიკზე (ნახ. 3).



პირობითი აღნიშვნები:

ბეტონი მ-200; P—ნიმუშების სიმტკიცე კგ/სმ²

წ/ც=0,46; T—ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობა წუთობით

1—10 დღის ბეტონის სიმტკიცე

2—28 დღის ბეტონის სიმტკიცე

3—80 დღის ბეტონის სიმტკიცე

4—90 დღის ბეტონის სიმტკიცე

ნახ. 3

მოყვანილი გრაფიკებიდან ნახ. 1, 2 და 3 ჩანს, რომ რაც უფრო მეტია ბეტონის ნარევის სიხისტე, მით უფრო მკვეთრად იზრდება ბეტონის სიმტკიცე არევის ხანგრძლივობის ზრდასთან ერთად. ბეტონის სიმტკიცის ზრდა შედარებით ინტენსიურად წარმოებს ბეტონის საცდელი კუბების გამკვრივების პირველ პერიოდებში. № 2 და № 3 გრაფიკებიდან ჩანს, რომ სხვადასხვა ხნოვანების ბეტონებისათვის ბეტონის ნარევის არევის ხანგრძლივობის ზრდასთან ერთად სიმტკიცე იზრდება ბეტონის ყველა განხილული ასაკისათვის.

2. მსუბუქი ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობასა და სიმტკიცეს შორის დამოკიდებულება

ჩატარდა ცდები მსუბუქი ბეტონის არევის ხანგრძლივობასა და მის სიმტკიცეს შორის დამოკიდებულების გამოსაკვლევად. მსუბუქი ბეტონის არევა ხდებოდა ხსნარბრევიში, სადაც არევის ხანგრძლივობა შეადგენდა: 1,40; 2,40; 3,45; 4,45; 5; 7; 8 წუთს.

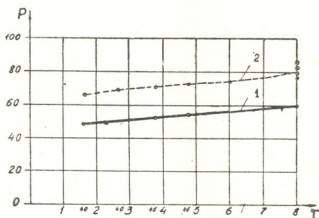
არეული ბეტონი მიეწოდებოდა სპეციალური დანადგარის ფორმებს, სადაც ხდებოდა ბეტონის ვიბრირება და დაწინებვა ბლოკების მისაღებად. დამზადებული ბლოკები ურიკის საშუალებით შედიოდა გასაორთქლებელ საკაწში, სადაც 12 საათის გაორთქვლის შემდეგ ბლოკების გამოცდა 3 დღეს წარმოებდა ლაბორატორიულ პირობებში. საცდელი ბლოკების დამზადებისათვის შერჩეული ბეტონის შედგენილობა მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

მსუბუქი ბეტონის შედგ.	ბეტონის მარკა კგ/სმ ³	ბეტონის შედგ. ც. პემზა და წიდა	წ/ც ფაქტორი	ბეტონმრევის ტიპი (ლიტრაჟი)	1 კმ. ბეტონში შემადგენელი მასალის ხარჯი			
					ცემენტი კგ-ით	პემზა	გრანულირებული წიდა	წყალი
I	"50"	1:4	1,8	იძულებითი არევის 1.000 ლ. ხსნარ-მრევი	165	70%	1460 ლ 30%	300
II	"50"	1:4	1,8	"	165	80-85%	1460 ლ 15-20%	300

შენიშვნა: ცემენტი—400* მარკისა რუსთავის ცემენტის ქარხნიდან, პემზის ღორღი—819 ლ სიმსხოთი 20 მმ, პემზის ქვიშა—640 ლ < 5 მმ.

ცდების შედეგები მოცემულია გრაფიკზე (ნახ. 4).



ნახ. 4

პირობითი აღნიშვნები:

პემზო-ბეტონი მ—50; P—ნიმუშების სიმტკიცე კგ/სმ³ შედგ. 1:4; T—ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობა წუთობით

ც: პემზა, გრან. წიდა; 1—პემზო-ბეტონის სიმტკიცე 15—20% გრან. წიდის დამატებით;

2—პემზო-ბეტონის სიმტკიცე 30% გრან. წიდის დამატებით.

მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ მსუბუქი ბეტონის (ჩვენს შემთხვევაში პემზო-ბეტონის) არევის ხანგრძლივობის ზრდით იზრდება მსუბუქი ბეტონის სიმტკიცეც, მაგრამ საჭიროა აღინიშნოს, რომ, როგორც გრაფიკზეა ნაჩვენები, მსუბუქი ბეტონის სიმტკიცის ზრდის ხასიათზე დიდი გავლენა იქონია ბეტონის შედგენილობაში გრანულირებული წიდის პროცენტულმა შედგენილობამ, რაც მეტია იგი მსუბუქ ბეტონში, მით მეტია მსუბუქი ბეტონის სიმტკიცე.

გრაფიკებიდან ჩანს, რომ მძიმე და მსუბუქი ბეტონის არევისას ბეტონის სიმტკიცის ზრდა დამოკიდებულია მისი კონსისტენციისა და არევის ხანგრძლივობის ცვლადობისაგან. მაგ. არევის ხანგრძლივობის გაზრდით უფრო მაღალ სიმტკიცეს იძლევიან დაბალი პლასტიკურობის მძიმე და მსუბუქი ბეტონები. არევის ოპტიმალურ ხანგრძლივობად შეიძლება ჩაითვალოს, ბეტონის ტიპის შესაბამისად, 5—7 წუთი.

ბეტონის ჩვეულებრივი არევის დროს (2—3 წ.) მთლიანად არ გამოიყენება ცემენტის აქტიურობა. საშუალოდ, ა. გ. დავიდსონის [3] მონაცემების მიხედვით, იმის გამო, რომ მთლიანად ვერ ხერხდება ცემენტის შეკვრითი უნარის გამოყენება, ადგილი აქვს ცემენტის 15—20%-მდე გადახარჯვას.

ა. გ. დავიდსონი იქვე აღნიშნავდა, რომ ცემენტის ნაწილაკების ზედაპირზე აღსაზრებელი ჰაერის აფსკი საერთოდ წინააღმდეგობას უწევს მათ ჰიდრატაციას. ამიტომ ბეტონისა და ხსნარის მომზადებისას ცემენტის ყველა ნაწილაკი მთლიანად ვერ ჰიდრატირდება. ამასთან ერთად, ზოგიერთი ნივთიერება, რომლებიც ეკვრიან შემავსებლის ნაწილაკების ზედაპირს, მათ შორის ჰაერის აფსკიც, წინააღმდეგობას უწევს ცემენტის ცომისა და შემავსებლების უშუალო შეხებას [3].

არევის ხანგრძლივობის გაზრდასთან ერთად ცემენტის კოლოიდური სისტემა უფრო მეტ დისპერგაციას განიცდის. ამრიგად, იზრდება ცემენტის ნაწილაკებსა და ინერტული შემავსებლის ზედაპირს შორის კონტაქტების რიცხვი, რაც ხელს უწყობს ცემენტის აქტიურობის მაქსიმალურად გამოვლინებას.

ჩატარებული ცდების საფუძველზე შეიძლება დადგინდეს, რომ ბეტონის არევის ხანგრძლივობის გაზრდით 5—7 წ-მდე ხისტი და პლასტიკურ, როგორც მძიმე, ისე მსუბუქი ბეტონის მომზადებისას შეიძლება ბეტონის სიმტკიცე გავზარდოს 20—30%-ით.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ არევის ხანგრძლივობის მაქსიმალური ზრდა განსაკუთრებით ხელსაყრელი და მიზანშეწონილია მძიმე ხისტი და მსუბუქი ბეტონებისათვის, ვიდრე პლასტიკურისა და სხმულისათვის.

3. ბეტონის ნარევის ერთგვარობის ხარისხის დამოკიდებულება მისი არევის ხანგრძლივობისაგან

ბეტონის ნარევის ერთგვარობის ხარისხის შესახებ ლიტერატურა ძლიერ მცირე ცნობებს იძლევა. კერძოდ, ამ საკითხს აშუქებენ პ. ნეპოროჟნი [4, 5] და ი. ბეთანელია სხვ. [6].

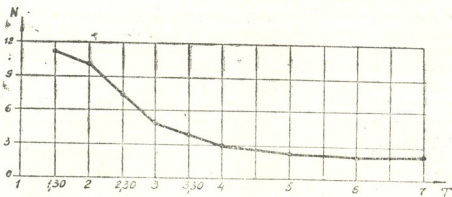
საჭიროა აღინიშნოს, რომ ბეტონის არევის ხანგრძლივობის ზრდასთან დაკავშირებით იზრდება ბეტონის ერთგვარობის ხარისხიც, აგრეთვე უმჯობესდება ბეტონის ნარევის წყალაუტარებლობის თვისება [7, 8, 9].

ჩვენ „ს-99“ სერიის 250-ლიტრიან ბეტონმრეველზე ჩავატარეთ ცდები ბეტონის არევის ხანგრძლივობის ზრდისა და ბეტონის ხსნარის ერთგვარობის ხარისხს შორის დამოკიდებულების დასადგენად. არევის ხანგრძლივობა შეადგენდა 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6 და 7 წუთს. ცდისათვის ავიღეთ I შედგენილობის ბეტონის ნარევი (იხ. ცხრ. 1).

ნიმუშების აღება ხებობდა ბეტონმრევის გაცლის დაწყებისას და დასასრულს. აღებული ნიმუშები სპეციალურ ყუთში თავსდება და აწონის შემდეგ ირეცხებოდა 5 მმ საცრებში. საცრებზე დარჩენილი 5 მმ-ზე მეტი ხრეშის ნაწილაკები შემდეგ იწონებოდა.

გამშრალი ხრეშის ნაწილაკების წონებს შორის სხვაობამ ბეტონის გაცლის დასაწყისსა და დასასრულისათვის გვიჩვენა, რომ რაც მეტ ხანს ვერევთ ბეტონ-

ნის ნარევს, მით უფრო მცირდება მათ შორის წონათა სხვაობა, მაშასადამე, არევის ხანგრძლივობის ზრდა ხელს უწყობს უფრო ერთგვარი, თანაბრად არეული ბეტონის მიღებას. ცდის შედეგები გრაფიკულად გამოსახულია ნახ. 5-ზე.



ნახ. 5

პირობითი აღნიშვნები:

N—გამშრალი ხრეშის წონათა სხვაობა პროცენტობით

T—ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობა წუთობით

საკვირა ალინიშნოს, რომ ბეტონის ნარევის არევის ოპტიმალური ხანგრძლივობის (5—7 წ.) დაცვით ციკლურ ბეტონმრეველებში მოსალოდნელია დანადგარის წარმადობის შემცირება. ამ ნაკლის დაძლევა შესაძლებელია უწყვეტი მოქმედების ბეტონმრევეი დანადგარების გამოყენებით.

უწყვეტი მოქმედების ბეტონმრეველების გამოყენება საშუალებას იძლევა გაიზარდოს ბეტონის სიმტკიცე არევის ოპტიმალური ხანგრძლივობის დაცვით უწყვეტი მოქმედების ბეტონსარევი დანადგარის დოლის სათანადო კონსტრუქციების გზით.

ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობის გაზრდით ოპტიმალურ 5—7 წუთამდე მსუბუქი, მძიმე ხისტი, ნახევრად ხისტი და პლასტიკური ბეტონებისათვის პრაქტიკულად შეიძლება მიღწეულ იქნეს საწარმოო პირობებში ბეტონის სიმტკიცის 20—30% გაზრდა ან, შესაბამისად, ცემენტის ეკონომია.

ბეტონის კაზმის არევის ხანგრძლივობის ზრდა შესაბამისად ხელს უწყობს ბეტონის ერთგვარობის ხარისხის გაზრდას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 31.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. А. Попов. Производственные факторы прочности легких бетонов, Госстройиздат, М., 1933.
2. თ. ფაშალიშვილი. უწყვეტი მოქმედების ბეტონმრევეი დანადგარების გამოყენების საკითხისათვის. ასპირანტთა და ახალგაზრდა მეცნიერ მუშაკთა სამეცნიერო კონფერენცია. მოხსენებათა თეზისები, თბილისი, 1956

3. А. Г. Давидсон. Вопросы непрерывного производства бетонной смеси. Научные труды Ленинградского инженерно-строительного Института, Выпуск 22, Л., 1955.
4. П. С. Непорожний. Автоматическая установка непрерывного приготовления бетонной смеси, ж. «Строительство», № 1, 1952.
5. П. С. Непорожний. Технология автоматического приготовления, транспорта и укладка бетона, журнал «Гидротехническое строительство» № 7, 1953.
6. И. Д. Бетанели и др. Из опыта организации бетонного хозяйства на строительстве Ортачальской ГЭС, Тбилиси, 1954.
7. Б. Г. Скрамтаев, Н. А. Попов, Н. А. Герливанов, Г. Г. Мудров. Строительные материалы, под общ. редакцией проф. Б. Г. Скрамтаева, 1952.
8. В. А. Кинд и С. Д. Окорокв. Строительные материалы, ОНТИ, Госстройиздат, 1934.
9. Ф. М. Мак Миллан. Основные принципы приготовления бетона. ОНТИ, М.—Л., 1935.

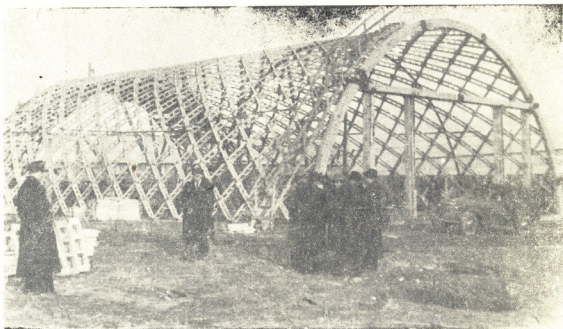
ტექნიკა

ბ. პ'შენინოვი

ქარბილ-ბაღურა სისტემების ანგარიშისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. თნიაშვილმა 29.11.1956)

სტატიაში განხილულია წრიული მოხაზულობის ბაღურა ცილინდრული გარსი. კონსტრუქციის მზიდი ელემენტები — ირიბნები გადაკვეთის წერტილებში ხისტად ერთდება და შექმნის კვადრატულ ბაღეს. ამასთან ბაღის კვადრატის ერთ-ერთი დიაგონალი გარსის ცილინდრული ზედაპირის შემქმნელს ემთხვევა.

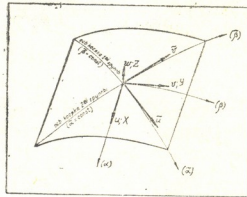


ნახ. 1

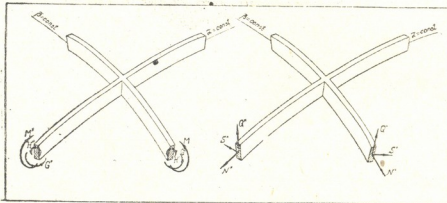
წინამდებარე შრომაში, რომელიც სსრკ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის ვ. ვლასოვის გარსთა ტექნიკურ თეორიას ეყრდნობა, მოცემულია ასეთი კონსტრუქციების ანგარიშის ახალი მეთოდი. ცილინდრულ ზედაპირს, რომელზედაც ირიბნების გრძივი ღერძებია განლაგებულ, ქარბილ-ბაღურა გარსის შუა ზედაპირი დავარქვათ. აღვნიშნოთ α , β , α , β უგანზომილო კოორდინატები შუა ზედაპირის განივი წრის რადიუს R-თან შეფარდებით გარსის შუა ზედაპირის შემქმნელის, გარსის პარალელისა და ირიბნების ღერძების მიმართულებით.

შუა ზედაპირის წერტილის გადაადგილებები ამ კოორდინატების გასწვრივ და აგრეთვე შუა ზედაპირის გარენორმალის მიმართულებით აღვნიშნოთ u , v , u , v და x საშუალებით (ნახ. 2).

ირიბნების გადაკვეთებში მოქმედი ძალებისა და მომენტების დადებითი მიმართულება ნახევრებია ნახ. 3-ზე.



ნახ. 2



ნახ. 3

მივიღოთ ჰიპოთეზა, რომ ირიბნების სიხისტე საკუთარი სიბრტყიდან ღუნვასა და გრეხაზე ნუღია, მაშინ

$$S' = S'' = G' = G'' = H' = H'' = 0. \tag{1}$$

ჩვეულებრივი ქარგილ-ბადურა კონსტრუქციებისათვის ეს დაშვება მცირე გავლენას მოახდენს ანგარიშის სიზუსტეზე. (1) დაშვებით გამოწვეული ცდომილების შეფასება შეგვიძლია ამ დაშვების შესაბამისად მიღებული გარსის დიფორმირებული მდგომარეობის გათვალისწინებით.

გარსის შუა ზედაპირის ნორმალური კვეთის სიმრუდე ირიბნების მიმართულებით ტოლია

$$\tilde{k} = \frac{1}{2R}. \tag{2}$$

ძალებისა და მომენტებისათვის ირიბნებში ვღებულობთ შემდეგ ფორმულებს:

$$\left. \begin{aligned} N' &= EF \left(\frac{1}{R} \frac{\partial \tilde{u}}{\partial \alpha} + \tilde{k} w \right) = \frac{EF}{2R} \left(\frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{\partial u}{\partial \beta} + \frac{\partial v}{\partial \alpha} + \frac{\partial v}{\partial \beta} + w \right); \\ M' &= EI \left(\frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \tilde{k}^2 w \right) = \frac{EI}{2R^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta} + \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \frac{w}{2} \right); \\ N'' &= EF \left(\frac{1}{R} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial \beta} + \tilde{k} w \right) = \frac{EF}{2R} \left(\frac{\partial u}{\partial \alpha} - \frac{\partial u}{\partial \beta} - \frac{\partial v}{\partial \alpha} + \frac{\partial v}{\partial \beta} + w \right); \\ M'' &= EI \left(\frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \tilde{k}^2 w \right) = \frac{EI}{2R^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - 2 \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta} + \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \frac{w}{2} \right); \end{aligned} \right\} (3)$$

სადაც F - ირიზნის განიკვეთის ფართობია,

I —ირიზნის განიკვეთის ინერციის მომენტი ირიზნის სიბრტყეში ლუნვისას,

E —მასალის დრეკადობის მსახვარი კუმშვისას (გაჭიმვისას).

შევვცვალოთ ქარგილ-ბადურა გარსი მთლიანით. მაშინ (3) ფორმულებით გამოითვლება ძალები და მომენტები, რომლებიც მთლიანი გარსის $\alpha = \text{const}$ და $\beta = \text{const}$ ნორმალურ კვეთებში a მანძილზე მოქმედებს.

მეხები ძალები ამ კვეთებში არ გვექნება მიღებული ჰიპოთეზის გამო.

თუ აღნიშნული ძალებიდან და მომენტებიდან გარსის განივ და გრძივ კვეთებში მქმედ ძალებსა და მომენტებზე გადავალოთ, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} N &= \frac{EF}{2aR} \left(\frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{\partial u}{\partial \beta} + w \right); \quad S = \frac{EF}{2aR} \left(\frac{\partial u}{\partial \beta} + \frac{\partial v}{\partial \alpha} \right); \\ M &= \frac{EI}{2aR^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \frac{w}{2} \right); \quad H = - \frac{EI}{aR^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta}. \end{aligned} \quad (4)$$

ეს ძალები და მომენტები მოსულია შესაბამისი საკოორდინატო წირის სიგრძის ერთეულზე.

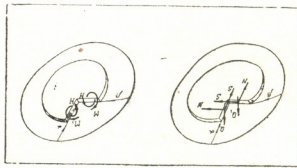
მათი დადებითი მნიშვნელობა ნაჩვენებია ნახ. 4-ზე. ძალები და მომენტები ირიზნებში გამოითვლება ფორმულებით:

$$\begin{aligned} N' &= (N + S) a; & N'' &= (N - S) a; \\ Q' &= \frac{a}{\sqrt{2}} (Q_1 + Q_2); & Q'' &= \frac{a}{\sqrt{2}} (Q_1 - Q_2); \\ M' &= (M - H) a; & M'' &= (M + H) a. \end{aligned} \quad (5)$$

ქარგილ-ბადურა გარსის წონასწორობის დიფერენციალურ განტოლებებს შემდეგი სახე აქვს:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial N}{\partial \alpha} + \frac{\partial S}{\partial \beta} + RX &= 0; \\
 \frac{\partial N}{\partial \beta} + \frac{\partial S}{\partial \alpha} + Q_2 + RY &= 0; \\
 -N + \frac{\partial Q_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial Q_2}{\partial \beta} + RZ &= 0; \\
 \frac{\partial H}{\partial \alpha} - \frac{\partial M}{\partial \beta} - RQ_2 &= 0; \quad \frac{\partial H}{\partial \beta} - \frac{\partial M}{\partial \alpha} - RQ_1 = 0,
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

სადაც X, Y, Z ზედაპირული დატვირთვის კომპონენტებია, მოქმედი შესაბამისად α, β და გარსის შუა ზედაპირის გარენორმალის მიმართულლებით.



სურ. 4

თუ (6) განტოლებებში შევიტანთ (4) მნიშვნელობებს და გამოვრიცხავთ u და v , მივიღებთ მერვე რიგის კერძო წარმოებულებიან დიფერენციალურ განტოლებას w ფუნქციის მიმართ.

$$\begin{aligned}
 & \left[\left(\frac{\partial^5}{\partial \alpha^3} + \frac{\partial^5}{\partial \beta^3} + 4 \left(\frac{\partial^5}{\partial \alpha^2 \partial \beta} + \frac{\partial^5}{\partial \alpha \partial \beta^2} \right) - 10 \frac{\partial^5}{\partial \alpha \partial \beta^2} + 0,5 \frac{\partial^5}{\partial \alpha^5} \right. \right. \\
 & \left. \left. - 3,5 \frac{\partial^5}{\partial \alpha^4 \partial \beta} + 1,5 \frac{\partial^5}{\partial \alpha^2 \partial \beta^3} + 1,5 \frac{\partial^5}{\partial \beta^5} - 0,5 \left(\frac{\partial^4}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} - \frac{\partial^4}{\partial \beta^4} \right) \right] w \tag{7} \\
 & = \frac{2aR^4}{EI} \left[\left(\frac{\partial^4}{\partial \alpha^4} - 2 \frac{\partial^4}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4}{\partial \beta^4} \right) Z + \left(\frac{\partial^3}{\partial \alpha^3} - \frac{\partial^3}{\partial \alpha \partial \beta^2} \right) X \right. \\
 & \quad \left. + \left(\frac{\partial^3}{\partial \beta^3} - \frac{\partial^3}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right) Y \right].
 \end{aligned}$$

u და v ფუნქციები განისაზღვრება w საშუალებით მეხუთე რიგის კერძო წარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლებებით.

განვიხილოთ ღია პროფილის ქარგილ-ბადურა გარსი, რომლის სიგრძე შემქმნელის მიმართულებით l -ია.

მრული კიდევით გარსი თავისუფლად ეყრდნობოდეს თავის სიბრტყეში ხისტ და ამ სიბრტყიდან დრეკად ვერტიკალურ დიაფრაგმებს.

კოორდინატთა სათავე მივიღოთ გარსის შუა ზედაპირის განივკვეთის კლიტეში, ერთ-ერთ დიაფრაგმასთან.

მრული კიდებისათვის სასაზღვრო პირობებს ამ შემთხვევაში შემდეგი სახე აქვს:

$$\text{როდესაც } \alpha = 0 \text{ და } \alpha = \frac{l}{R}, \quad v = w = N = M = 0. \quad (8)$$

გადაადგილებისა და გარე ზედაპირული დატვირთვის ფუნქციები შეიძლება მოცემული იყოს ფორმის შემდეგი განმწკრივების სახით:

$$\left. \begin{aligned} u(\alpha, \beta) &= \sum_{n=0}^{\infty} u_n(\beta) \cos \lambda_n \alpha; \\ v(\alpha, \beta) &= \sum_{n=1}^{\infty} v_n(\beta) \sin \lambda_n \alpha; \\ w(\alpha, \beta) &= \sum_{n=1}^{\infty} w_n(\beta) \sin \lambda_n \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} X(\alpha, \beta) &= \sum_{n=0}^{\infty} X_n(\beta) \cos \lambda_n \alpha; \\ Y(\alpha, \beta) &= \sum_{n=1}^{\infty} Y_n(\beta) \sin \lambda_n \alpha; \\ Z(\alpha, \beta) &= \sum_{n=1}^{\infty} Z_n(\beta) \sin \lambda_n \alpha; \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

სადაც $\lambda_n = \frac{n\pi R}{l}$. (11)

n ნებისმიერი მთელი რიცხვია.

(9) განმწკრივების თანახმად (8) სასაზღვრო პირობები ცალკე დაკმაყოფილდება განმწკრივების თითოეული წევრისათვის.

(7) განტოლების მიხედვით $w_n(\beta)$ მიმართ შემდეგ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებას მივიღებთ:

$$\left[\frac{d^8}{d\beta^8} + (1,5 - 4\lambda_n^2) \frac{d^6}{d\beta^6} + (0,5 - 1,5 \lambda_n^2 - 10\lambda_n^4) \frac{d^4}{d\beta^4} + (0,5 \lambda_n^2 - 3,5 \lambda_n^4 - 4\lambda_n^6) \frac{d^2}{d\beta^2} + \lambda_n^8 - 0,5 \lambda_n^6 \right] w_n(\beta) =$$

(12)

$$= \frac{2aR^4}{EI} \left[\left(\frac{d^4}{d\beta^4} + 2\lambda_n^2 \frac{d^2}{d\beta^2} + \lambda_n^4 \right) Z_n(\beta) + \left(\lambda_n \frac{d^2}{d\beta^2} + \lambda_n^3 \right) X_n(\beta) + \left(\frac{d^3}{d\beta^3} + \lambda_n^2 \frac{d}{d\beta} \right) Y_n(\beta) \right].$$

განმწკრივების $n=0$ წევრს შეესაბამება ზედაპირული ტვირთისაგან თავისუფალი დეფორმირებული და დამატებით მდგომარეობა, როდესაც

$$\begin{aligned} u &= C_1 + C_2\beta; & v &= w = 0 \\ S &= \frac{EF}{2aR} C_2; & N &= Q_1 = Q_2 = M = H = 0 \\ N' &= N'' = \frac{EF}{2R} C_2; & Q' &= Q'' = M' = M'' = 0. \end{aligned} \quad (13)$$

(12) დიფერენციალური განტოლების შესაბამის მახასიათებელ განტოლებას ორი ფესვი აქვს, შემდეგი მნიშვნელობების ტოლი:

$$k_{1n} = \lambda_n i, \quad k_{2n} = -\lambda_n i. \quad (14)$$

დანარჩენი ექვსი მისი ფესვი შემდეგი კუბური განტოლებიდან ამოიხსნება:

$$h_n^3 + (1,5 - 5\lambda_n^2) h_n^2 + (0,5 - 3\lambda_n^2 - 5\lambda_n^4) h_n + \lambda_n^6 - 0,5\lambda_n^4 = 0, \quad (15)$$

სადაც შემოღებულია აღნიშვნა

$$h_n = k_n^2. \quad (16)$$

(15) კუბურ განტოლებას აქვს 3 არს. განსხვავებული ფესვი. ამასთან შესაძლოა გვექონდეს სამი შემდეგი შემთხვევა:

ა) ორი ფესვი დადებითია და ერთი უარყოფითი,

$$(l < \sqrt{2} \pi R);$$

ბ) ერთი ფესვი დადებითია და ორი უარყოფითი,

$$(l > \sqrt{2} \pi R);$$

გ) სამი ფესვიდან ერთი დადებითია, მეორე უარყოფითი და მესამე ნულოვანი.

$$(l = \sqrt{2} \pi R).$$

განვიხილოთ პირველი შემთხვევა, როგორც ყველაზე უფრო ხშირი და პროექტების პრაქტიკაში.

(15) განტოლების დადებითი ფესვები იყოს $h_{1n} = \rho_n^2$ და $h_{2n} = \bar{\rho}_n^2$, ხოლო უარყოფითი ფესვი $h_{3n} = -q_n^2$.

ფორმულები გადაადგილების, ძალებისა და მომენტების განსასაზღვრავად, განმწკრივების n წევრისათვის, თუ $n > 0$, შეიძლება წარმოვიღგინოთ შემდეგი სახით:

$$u_n(\alpha, \beta) = [(C_{1n} \psi_{1n} + C_{2n} \psi_{2n}) \gamma_{1n} + C_{3n} \psi_{3n} + C_{4n} \psi_{4n} + (C_{5n} \psi_{5n} + C_{6n} \psi_{6n}) \gamma_{2n} + (C_{7n} \psi_{7n} + C_{8n} \psi_{8n}) \gamma_{3n} + u_n^*(\beta)] \cos \lambda_n \alpha;$$

$$v_n(\alpha, \beta) = [(C_{2n} \psi_{1n} - C_{1n} \psi_{2n}) \gamma_{4n} + C_{4n} \psi_{3n} - C_{3n} \psi_{4n} + (C_{6n} \psi_{5n} + C_{5n} \psi_{6n}) \gamma_{5n} + (C_{8n} \psi_{7n} + C_{7n} \psi_{8n}) \gamma_{6n} + v_n^*(\beta)] \sin \lambda_n \alpha;$$

$$w_n(\alpha, \beta) = [C_{1n} \psi_{1n} + C_{2n} \psi_{2n} + C_{4n} \psi_{3n} + C_{5n} \psi_{5n} + C_{6n} \psi_{6n} + C_{7n} \psi_{7n} + C_{8n} \psi_{8n} + w_n^*(\beta)] \sin \lambda_n \alpha;$$

$$N_n(\alpha, \beta) = \frac{EF}{2aR} [(1 + q_n \gamma_{4n} - \lambda_n \gamma_{1n})(C_{1n} \psi_{1n} + C_{2n} \psi_{2n}) + (1 + p_n \gamma_{5n} - \lambda_n \gamma_{2n})(C_{5n} \psi_{5n} + C_{6n} \psi_{6n}) + (1 + \bar{p}_n \gamma_{6n} - \lambda_n \gamma_{3n})(C_{7n} \psi_{7n} + C_{8n} \psi_{8n}) + N_n^*(\beta)] \sin \lambda_n \alpha; \quad (17)$$

$$S_n(\alpha, \beta) = \frac{EF}{2aR} [(q_n \gamma_{1n} - \lambda_n \gamma_{4n})(C_{1n} \psi_{2n} - C_{2n} \psi_{1n}) + (p_n \gamma_{2n} + \lambda_n \gamma_{5n})(C_{6n} \psi_{5n} + (C_{5n} \psi_{6n})) + (\bar{p}_n \gamma_{3n} + \lambda_n \gamma_{6n})(C_{8n} \psi_{7n} + C_{7n} \psi_{8n}) + S_n^*(\beta)] \cos \lambda_n \alpha;$$

$$M_n(\alpha, \beta) = \frac{EI}{2aR^2} [(0,5 - \lambda_n^2 - q_n^2)(C_{1n} \psi_{1n} + C_{2n} \psi_{2n}) + (0,5 - \lambda_n^2 + p_n^2)(C_{5n} \psi_{5n} + C_{6n} \psi_{6n}) + (0,5 - \lambda_n^2 + \bar{p}_n^2)(C_{7n} \psi_{7n} + C_{8n} \psi_{8n}) + M_n^*(\beta)] \sin \lambda_n \alpha;$$

$$H_n(\alpha, \beta) = \frac{\lambda_n EI}{aR^2} [C_{2n} \psi_{1n} - C_{1n} \psi_{2n}) q_n - (C_{6n} \psi_{5n} + C_{5n} \psi_{6n}) p_n - (C_{8n} \psi_{7n} + C_{7n} \psi_{8n}) \bar{p}_n + H_n^*(\beta)] \cos \lambda_n \alpha;$$

$$Q_{1n}(\alpha, \beta) = \frac{\lambda_n EI}{2aR^3} [(\lambda_n^2 - 0,5 + 3q_n^2)(C_{1n} \psi_{1n} + C_{2n} \psi_{2n}) + (\lambda_n^2 - 0,5 - 3p_n^2)(C_{5n} \psi_{5n} + C_{6n} \psi_{6n}) + (\lambda_n^2 + 0,5 - 3\bar{p}_n^2)(C_{7n} \psi_{7n} + C_{8n} \psi_{8n}) + Q_{1n}^*(\beta)] \cos \lambda_n \alpha;$$

$$Q_{2n}(\alpha, \beta) = \frac{EI}{2aR^3} [(0,5 - 3\lambda_n^2 - q_n^2)(C_{2n} \psi_{1n} - C_{1n} \psi_{2n}) q_n + (3\lambda_n^2 - 0,5 - p_n^2)(C_{6n} \psi_{5n} + C_{5n} \psi_{6n}) p_n + (3\lambda_n^2 - 0,5 - \bar{p}_n^2)(C_{8n} \psi_{7n} + C_{7n} \psi_{8n}) \bar{p}_n + Q_{2n}^*(\beta)] \sin \lambda_n \alpha.$$

სადა $\psi_{1n} = \sin q_n \beta$; $\psi_{3n} = \sin \lambda_n \beta$; $\psi_{5n} = sh p_n \beta$; $\psi_{7n} = Sh \bar{p}_n \beta$; $\psi_{2n} = \cos q_n \beta$; $\psi_{4n} = \cos \lambda_n \beta$; $\psi_{6n} = ch p_n \beta$; $\psi_{8n} = Ch \bar{p}_n \beta$; (18)

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{1n} &= \frac{[-2Bq_n^4 - (6\lambda_n^2 B + 1 - B)q_n^2 + \lambda_n^2] \lambda_n}{(\lambda_n^2 - q_n^2)^2}; \\ \gamma_{2n} &= \frac{[-2Bp_n^4 + (6\lambda_n^2 B + 1 - B)p_n^2 + \lambda_n^2] \lambda_n}{(\lambda_n^2 + p_n^2)^2}; \\ \gamma_{3n} &= \frac{[-2B\bar{p}_n^4 + (6\lambda_n^2 B + 1 - B)\bar{p}_n^2 + \lambda_n^2] \lambda_n}{(\lambda_n^2 + \bar{p}_n^2)^2}; \\ \gamma_{4n} &= \frac{[-Bq_n^4 + (0,5B - 1 - 4B\lambda_n^2)q_n^2 + (1 + 0,5B - 3\lambda_n^2 B)\lambda_n^2] q_n}{(\lambda_n^2 - q_n^2)^2}; \\ \gamma_{5n} &= \frac{[Bp_n^4 + (0,5B - 1 - 4B\lambda_n^2)p_n^2 - (1 + 0,5B - 3\lambda_n^2 B)\lambda_n^2] p_n}{(\lambda_n^2 + p_n^2)^2}; \\ \gamma_{6n} &= \frac{[B\bar{p}_n^4 + (0,5B - 1 - 4B\lambda_n^2)\bar{p}_n^2 - (1 + 0,5B - 3\lambda_n^2 B)\lambda_n^2] \bar{p}_n}{(\lambda_n^2 + \bar{p}_n^2)^2}; \end{aligned} \right\} (19)$$

$$B = \frac{I}{R^2 F}; \quad (20)$$

$C_{1n}, C_{2n}, \dots, C_{8n}$ რვა ნებისმიერი მულტიპლიკატორი.

ვარსკვლავებით აღნიშნული სიდიდეები შეესაბამება დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის კერძო ამოხსნას და დამოკიდებულია ზედაპირულ დატვირთვაზე. ნებისმიერი მუდმივები განისაზღვრება სასაზღვრო პირობებიდან გრძივ კიდებზე, რომელთა დამოუკიდებელი რიცხვი უდრის ნებისმიერი მუდმივების რიცხვს.

თუ (17) ფორმულებში $C_{3n}, C_{2n}, C_{5n}, C_{6n}, C_{7n}, C_{8n}$ და ვარსკვლავებით აღნიშნული სიდიდეები ნულის ტოლია, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} u_n &= (C_{3n} \psi_{3n} + C_{4n} \psi_{4n}) \cos \lambda_n \alpha; \\ v_n &= (C_{4n} \psi_{3n} - C_{3n} \psi_{4n}) \sin \lambda_n \alpha; \\ w_n &= N_n = S_n = M_n = H_n = Q_{1n} = Q_{2n} = 0. \end{aligned} \quad (21)$$

ამ შემთხვევაში გარსის საანგარიშო მოდელი გეომეტრიულად ცვლადი ხდება. საანგარიშო მოდელის გეომეტრიული უცვლელობის მისაღწევად საჭიროა გარსის გრძივი კიდების სათანადო დამაგრება.

მოგვყავს ვარსკვლავებით აღნიშნული სიდიდეების მნიშვნელობა გარსის საკუთარ წონაზე ანგარიშის შემთხვევისათვის:

$$\left. \begin{aligned} u_n^* (\beta) &= A_n \eta_{1n} \cos \beta; & v_n^* (\beta) &= A_n \eta_{2n} \sin \beta; & w_n^* (\beta) &= A_n \eta_{3n} \cos \beta; \\ N_n^* (\beta) &= (\eta_{2n} - \lambda_n \eta_{1n} + \eta_{3n}) A_n \cos \beta; \\ S_n^* (\beta) &= (\lambda_n \eta_{2n} - \eta_{1n}) A_n \sin \beta; \\ M_n^* (\beta) &= -(0,5 + \lambda_n^2) A_n \eta_{3n} \cos \beta; \\ H_n^* (\beta) &= A_n \eta_{3n} \sin \beta; \\ Q_{1n}^* (\beta) &= (2,5 + \lambda_n^2) A_n \eta_{3n} \cos \beta; \\ Q_{2n}^* (\beta) &= -(0,5 + 3\lambda_n^2) A_n \eta_{3n} \sin \beta. \end{aligned} \right\} (22)$$

(22) ფორმულებში მიღებულია აღნიშვნა

$$\begin{aligned} \eta_{1n} &= -2B\lambda_n^5 + (1 - 17B)\lambda_n^3 - 2(1 + B)\lambda_n; \\ \eta_{2n} &= -B\lambda_n^6 - 9,5B\lambda_n^4 + (1 - 9,5B)\lambda_n^2 - 2 - B; \\ \eta_{3n} &= (1 - \lambda_n^2)(2 - \lambda_n^2); \end{aligned} \quad (23)$$

$$A_n = \frac{19 \alpha g R^4}{\pi \kappa \lambda_n^2 EI (-2\lambda_n^6 - 7\lambda_n^4 + 13\lambda_n^2 - 4)}; \quad (24)$$

g — გარსის ზედაპირის ერთეული წონა,

κ — ნატურალური მწკრივის ნებისმიერი კენტი რიცხვი.

ამჟამად ს. პესელნიკის წინადადებით რკინაბეტონის საკავშირო კვლევითი ინსტიტუტი სსრკ საშენი მასალების მრეწველობის სამინისტროს საკონსტრუქტორო ბიუროსთან ერთად ამუშავებს ქარგილი-ბაღურა გარსის კონსტრუქციას ნაკრები რკინაბეტონისაგან მშენებლობის პრაქტიკაში ფართოდ დასაწერგად (სურ. 1).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.11.1956)

დამკვეთი ლიტბარბუბა

1. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Гостехиздат, 1949.
2. В. З. Власов. Строительная механика тонкостенных пространственных систем. Стройиздат, 1949.
3. А. Л. Гольденвейзер. Теория упругих тонких оболочек. Гостехиздат, 1953.
4. А. И. Лурье. Статика тонкостенных упругих оболочек. Гостехиздат, 1947.
5. В. В. Новожилов. Теория тонких оболочек. Судпромгиз, 1951.
6. M. Rózsá. Equations différentielles des grillages fléchis. Acta technica Academiae scientiarum hungaricae, tomus VI, fasciculi 3 - 4, Budapest, 1954.

სამედიკო საკამო

ი. ზურაბიშვილი

ლავის სიგრძის გაზრდის ეფექტურობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 12.6.1956)

ლავის სიგრძე დამუშავების სისტემების ერთერთ მთავარ პარამეტრს წარმოადგენს; მას დიდი მნიშვნელობა აქვს მალაროს სიმძლავრის სრულად გამოყენების საქმეში.

ლავის სიგრძე მაქსიმალური უნდა ავიღოთ, იმ პირობის აუცილებელი დაცვით, რომ დღელამეში შესრულებულ იქნეს ციკლი არსებული მექანიზმების სრული გამოყენებით [1].

ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტის საკვლევო-სამეცნიერო ბრიგადის მიერ ლავის ოპტიმალური სიგრძის დადგენის მიზნით ქიათურის მალაროებში ჩატარდა ექსპერიმენტული სამუშაოები.

ლავების მეთოდი ქიათურაში ძირითადად ორი ვარიანტის სახითაა წარმოდგენილი, ერთ შემთხვევაში დამცავი მთელანი, რომლის დამუშავება წარმოებს ლავისებურად ან სპირაჯობით, უსწრებს ლავას, მეორე შემთხვევაში ისინი განლაგებულია ერთ სწორზე. ლავის სიგრძე ქიათურაში ჩვეულებრივ 25 მ-ს შეადგენს.

მადნის მოწვრევა ლავებში სრულდება ბურღვა-ფეთქითი სამუშაოებით, ხოლო აფეთქებული სამთო მასის გამოტანა და ჩატვირთვა ვაგონეტებში — სასკრეპერო დანადგარებით. სამუშაო სივრცე მაგრდება ცალკეული ბიგებით, ქერის მართვა წარმოებს სრული ჩამოქცევით მესერზე.

უშუალო ვაზომებმა გვიჩვენა, რომ ლავის სიგრძის გაზრდა არ ცვლის სამთო წნეების გამოვლინების სურათს და, მაშასადამე, ეს ფაქტორი არ აღინიშნება ლავის სიგრძეს. მაგრამ ვინაიდან ლავის სიგრძის გაზრდა ერთგვარად ართულებს ქერის მართვის ორგანიზაციას, ამიტომ ამ თვალსაზრისით ლავის სიგრძე ქიათურაში შესაძლოა ავიღოთ 50±5 მ [2].

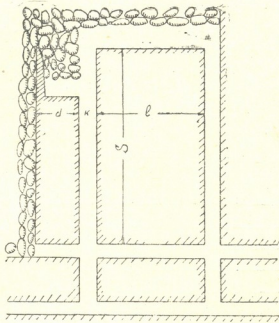
საცდელმა სამუშაოებმა ნათელყო, რომ სასკრეპერო დანადგარის ნაყოფიერება ლავის სიგრძის განმსაზღვრელია; ლავის სიგრძის გაზრდით სასკრეპერო მტვირთავის ნაყოფიერება მკვეთრად ეცემა და ამიტომ გარკვეული საზღვრის შემდეგ შეუძლებელი ხდება დღელამეში ერთი ციკლის შესრულება.

საკვლევო-სამეცნიერო ბრიგადამ გააუმჯობესა არსებული სასკრეპერო დანადგარი, რის გამოც მისი ნაყოფიერება საგრძნობლად გაიზარდა. აღნიშნული ღონისძიების გატარების შემდეგ შესაძლებელი შეიქნა ექსპერიმენტული სამუშაოები შედარებით გრძელ ლავაში წარმართულიყო.

ხანგრძლივმა საცდელმა სამუშაოებმა საწარმოო პირობებში გვიჩვენა, რომ ლავის სიგრძის გაზრდის შემდეგ ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლები საგრძნობლად უმჯობესდება. სტალინის სახ. მალაროზე სასკრეპერო დანად-

გარის გაუმჯობესებისა და ლაღის სიგრძის გაზრდის გამო ამოსაღებ უბანში შრომის ნაყოფიერება ვაიზარდა ნელ მაღანზე 23%-ით, ლითონზე—46%-ით; თვითღირებულება შემცირდა ნელ მაღანზე 28%-ით, ლითონზე 39%-ით; დანაკარგები შემცირდა 8,54%-ით (ცხრ. 1).

ექსპერიმენტული სამუშაოების მასალების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ლაღის სიგრძესა და მის ტექნიკურ-ეკონომიურ მაჩვენებლებს შორის გარკვეული ფუნქციონალური დამოკიდებულებაა.



ნახ. 1

შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები (ნახ. 1): d —დამცავი მთელანის სივანე, მ; l —ლაღის სიგრძე, მ; s —სვეტის სიგრძე, მ; p —ფენის ნაყოფიერება, ტ/მ²; r_1 —მაღნის დანაკარგები დამცავ მთელანში, %; r_2 —მაღნის დანაკარგები ლაღში, %; R —მაღნის საშუალო აწონილი დანაკარგები ამოსაღებ უბანში, %; C —ამოღების კოეფიციენტი.

მაღნის დანაკარგები დამცავ მთელანში შეადგენს $\frac{d s p r_1}{100}$ ტ, ლაღში— $\frac{l S p r_2}{100}$ ტ, ხოლო ამოსაღებ უბანში— $\frac{(d+l) S p R}{100}$ ტ, მაშასადამე:

$$\frac{d S p r_1}{100} + \frac{l S p r_2}{100} = \frac{(d+l) p S R}{100};$$

აქედან გვაქვს:

$$R = \frac{d r_1 + l r_2}{d + l}; \quad (1)$$

და

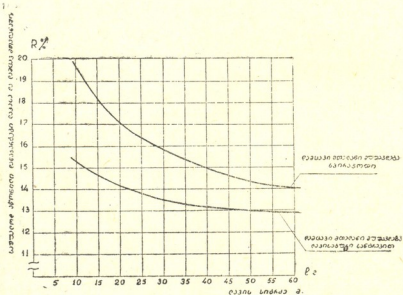
$$C = 1 - \frac{d r_1 + l r_2}{100(d + l)}. \quad (2)$$

მუდ. რაოდ.	ლაგების მეთოდის ვარიანტები	საშუალო (აწონილი) ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლები ამოსაღებ უბანში																					
		დანაბარებები 1 ტ მაღანზე						დანაბარებები 1 ტ ლითონზე															
		დასაბარებელი მუდ. რაოდ.	დასაბარებელი მუდ. რაოდ.	დასაბარებელი მუდ. რაოდ.	ენერჯია		დასაბარებელი მუდ. რაოდ.	დასაბარებელი მუდ. რაოდ.	ენერჯია		დასაბარებელი მუდ. რაოდ.	დასაბარებელი მუდ. რაოდ.											
					ელექტროენერჯია კვ/ს	თბოქონი გკა			ელექტროენერჯია კვ/ს	თბოქონი გკა													
შრომის ნაყოფიერება 1 კაცზე		თვითღირებულება (მან.)																					
მა-დანზე	ლი-თონზე	მა-დანზე	ლი-თონზე	მა-დანზე	ლი-თონზე	მა-დანზე	ლი-თონზე	მა-დანზე	ლი-თონზე	მა-დანზე	ლი-თონზე												
I	სასკრეპერო დანადგარის გაუმჯობესებამდე																						
	დამკვეთი მთელანი, რომელიც მუშავდება სპირაჯობებით, უსწრებს ლავას %-ით	25 100	0,0323 100	0,325 100	0,520 100	32,5 100	0,133 100	1,339 100	2,141 100	134 100	21,95 —	20,50 —	7,51 100	1,82 100	13,15 100	54,14 100							
II	დამკვეთი მთელანი, რომელიც მუშავდება ლავისებური სანგრევით, უსწრებს ლავას განსხვავება I ვარიანტი-თან %-ით	25 0	0,0307 —5	0,316 —3	0,495 —5	30,2 —7	0,126 —5	1,301 —3	2,038 —5	124 —7	20,42 —1,53	19,98 —0,52	7,70 +2	1,86 +2	12,55 —5	51,67 —5							
	სასკრეპერო დანადგარის გაუმჯობესების შემდეგ																						
III	დამკვეთი მთელანი, რომელიც მუშავდება სპირაჯობებით, უსწრებს ლავას განსხვავება I ვარიანტი-თან %-ით	40 +60	0,0306 —6	0,315 —4	0,442 —15	25,0 —23	0,106 —20	1,050 —22	1,530 —29	86,57 —35	14,98 —6,97	14,50 —6	9,02 +20	2,60 +43	10,65 —19	36,88 —32							
	IV	დამკვეთი მთელანი და ლავა მუშავდება ერთ სწორზე განსხვავება I ვარიანტი-თან %-ით	26 +4	0,0301 —7	0,314 —4	0,440 —15	8,5 —73	0,104 —22	1,087 —19	1,524 —29	29,4 —78	13,80 —8,15	12,28 —8,22	8,65 +15	2,49 +37	10,45 —21	36,18 —33						
V	დამკვეთი მთელანი, რომელიც მუშავდება ლავისებური სანგრევით, უსწრებს ლავას განსხვავება I ვარიანტი-თან %-ით	40 +60	0,0293 —9	0,312 —4	0,423 —19	22,6 —30	0,102 —23	1,080 —19	1,465 —32	78,3 —42	13,41 —8,54	11,22 —9,28	9,2 +23	2,65 +46	9,5 —28	32,89 —39							



ამ ფორმულებში შემავალი პარამეტრები მუდმივი სიდიდეებია; როგორც ექსპერიმენტული სამუშაოების დროს ჩატარებულმა გამოთვლებმა გეჩვენა, მადნის დანაკარგები დამცავ მთელანში, რომლის სიგანე $d=10$ მ-ია, შეადგენს: ლავისებრი სანგრევით დამუშავებისას $r_1=18,91\%$, ხოლო სპირაჯობით დამუშავებისას — $r_1 = 27,69\%$; დანაკარგები ლავაში შეადგენს $r_2 = 11,8\%$.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ, სასკრეპერო დანადგარის მუშაობის თავისებურების გამო, მონგრეული სამთო მასის გარკვეული ნაწილი იკარგება ლავის ზედა და ქვედა კუთხეებში; ლავის სიგრძის გაზრდით ამ დანაკარგების ხვედრითი წონა მცირდება და, მაშასადამე, საერთო დანაკარგების პროცენტული რაოდენობაც მცირდება. მაგრამ მუშაობის კარგი ორგანიზაციის შემთხვევაში დანაკარგების ეს სახეობა შეიძლება აღკვეთოთ, მაშინ ლავის სიგრძის გაზრდა საკუთრივ ლავის საერთო დანაკარგების პროცენტულ რაოდენობას არ შეცვლის.



ნახ. 2

მიუხედავად ამ უკანასკნელი გარემოებისა, ლავის სიგრძის გაზრდასთან ერთად ამოსაღები უბნის მადნის საერთო დანაკარგები კლებულობს, ვინაიდან ამ შემთხვევაში მცირდება დიდი დანაკარგების მქონე დამცავი მთელანების ხვედრითი წონა. აღნიშნულის სამართლიანობაში ადვილად დავრწმუნდებით, თუ (1) ფორმულაში ჩავსვამთ ექსპერიმენტული სამუშაოების დროს მიღებულ პარამეტრებს და მოვინახავთ ფუნქციონალურ დამოკიდებულებას „R“-სა და „L“-ს შორის (ნახ. 2).

გარდა ამისა, კანონზომიერი დამოკიდებულებაა ლავის სიგრძესა და შრომის ნაყოფიერებას შორის, აგრეთვე ლავის სიგრძესა და ამოსაღებ უბანში მადნის თვითღირებულებას შორის.

შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები: a —შრომის ნაყოფიერება ლავაში ტ/კაცზე; b —შრომის ნაყოფიერება დამცავ მთელანში ტ/კაცზე; c —შრომის

ნაყოფიერება დამჭრელ შტრეკებში ტ/კაცზე; k —დამჭრელ შტრეკების სი-
განე, m ; c_1 —ამოღების კოეფიციენტი ლავაში; c_2 —ამოღების კოეფიციენტი
დამცავ მთელანში; M —შრომის საშუალო-აწონილი ნაყოფიერება ამოსაღებ
უბანში ტ/კაცზე; a' —მადნის თვითღირებულება ლავაში, მან.; b' —მადნის
ღვითღირებულება დამცავ მთელანში, მან.; e' —მადნის თვითღირებულება
დამჭრელ შტრეკებში, მან.; M' —მადნის საშუალო (აწონილი) ღირებულება
ამოსაღებ უბანში, მან.

სვეტიდან მოპოვებული მადნის რაოდენობა შეადგენს $c_1 l S p$ ტ-ს, დამ-
ცავი მთელანიდან— $c_2 d S p$ ტ-ს, ხოლო დამჭრელი შტრეკებიდან— $2 k S p$ ტ-ს.
მაშასადამე, ამოსაღებ უბანში მოიპოვება $S p (c_1 l + c_2 d + 2 k)$ ტ მადანი.

საქირო მუშების რაოდენობა სვეტის მთლიანად გამომუშავებისათვის
იქნება $\frac{c_1 l S p}{a}$, დამცავი მთელანისათვის— $\frac{c_2 d S p}{b}$, ხოლო დამჭრელი შტრე-
კებისათვის— $\frac{2 k S p}{l}$. მუშების რაოდენობა ამოსაღებ უბანში მთლიანად
იქნება

$$S p \left(\frac{c_1 l}{a} + \frac{c_2 d}{b} + \frac{2 k}{e} \right);$$

მაშასადამე,

$$M = \frac{S p (c_1 l + c_2 d + 2 k)}{S p \left(\frac{c_1 l}{a} + \frac{c_2 d}{b} + \frac{2 k}{e} \right)};$$

აქედან გვაქვს

$$M = \frac{a b e (c_1 l + c_2 d + 2 k)}{c_1 l b e + c_2 d a e + 2 k a b} \quad (3)$$

სვეტიდან მოპოვებული მადნის თვითღირებულება იქნება $c_1 l S p a'$ მან,
დამცავი მთელანიდან— $c_2 d S p b'$ მან, ხოლო დამჭრელი შტრეკებიდან—
 $2 k S p e'$ მან; მაშასადამე,

$$M' = \frac{c_1 l a' + c_2 d b' + 2 k e'}{c_1 l + c_2 d + 2 k} \quad (4)$$

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ის შემთხვევა, როდესაც ლავა და
მისი დამცავი მთელანი ერთ სწორ ხაზზეა განლაგებული (ნახ. 3). ამ დროს
სასკრებერო დანადგარი ემსახურება როგორც ლავას, ისე დამცავ მთელანს.

ლავიდან და დამცავი მთელანიდან ერთად მოპოვებული მადნის რაო-
დენობა იქნება $S p [c(l + d) + 2 k]$ ტ, სადაც c უბნის ამოღების კოეფი-
ციენტია და (2) ფორმულით გამოიხატება. მუშების რაოდენობა ამოსაღებ
უბნის მთლიანად გამომუშავებისას იქნება:

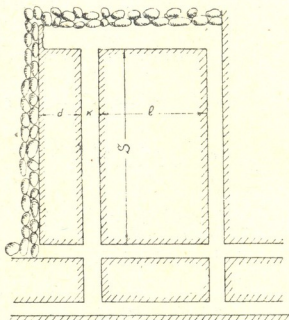
$$S p \left[\frac{c(l + d)}{a} + \frac{2 k}{e} \right];$$

მაშასადამე,

$$M = \frac{c(l+d) + 2k}{\frac{c(l+d)}{a} + \frac{2k}{e}};$$

თუ აღნიშნულ გამოსახულებაში შევიტანთ „ c “-ს მნიშვნელობას და გარდაე-
ქმნით, მივიღებთ:

$$M = \frac{[100(d+l) - dr_1 - lr_2 + 200k]ae}{[100(d+l) - dr_1 - lr_2]e + 200ka}. \quad (5)$$



ნახ. 3

ამოსაღები უბნის გამომუშავებისას მოპოვებული მადნის თვითღირებუ-
ლება შეადგენს $S p [c(l+d)a' + 2ke']$ მან; მაშასადამე,

$$M' = \frac{c(l+d)a' + 2ke'}{c(l+d) + 2k}.$$

c -ს მნიშვნელობის შეტანისა და ფორმულის გარდაქმნის შემდეგ მი-
ვიღებთ:

$$M' = \frac{[100(l+d) - dr_1 - lr_2]a' + 200ke'}{100(l+d) - dr_1 + lr_2 + 200k}. \quad (6)$$

თუ დავაკვირდებით (3), (4), (5) და (6) ფორმულაში შემავალ პარამეტ-
რებს, შევამჩნევთ, რომ მათი საშუალო მნიშვნელობანი ერთი რომელიმე კონ-
კრეტული პირობისათვის მუდმივი სიდიდეებია და ისინი არ არიან დამოკი-
დებული ლავის სიგრძეზე. ამ პარამეტრების საშუალო მნიშვნელობანი მო-
ძებნილ იქნა ჭიათურის მალაროებში ჩატარებული საცდელი სამუშაოების

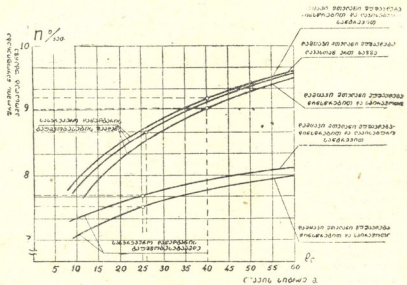
დროს (ცხრ. 2); ამასთან ამ მნიშვნელობებიდან გამოირიცხა ის სიდიდეები, რომლებიც საეხებით ერთნაირია ყველა შესაღარებელ შემთხვევაში (მაჩვენებლები: საბადოს გახსნაზე, მაღაროს ტრანსპორტზე, ვენტილაციაზე და სხვა...).

ცხრილი 2

№.წ. როგზე	დატვირთვის მექანიზაციის სახე	მაჩვენებლების საშუალო სიდიდეები									
		ა ტ/კატ.	ბ ტ/კატ.	გ ტ/კატ.	დ მან.	ე მან.	ვ მან.	z ₁	z ₂	d მ	ჰ მ
1	სასკრეპერო დანადგარი გაუმჯობესებამდე	8,42	$\frac{10,72}{9,35}$	5,00	8,60	$\frac{12,74}{15,26}$	23,00	0,88	$\frac{0,81}{0,73}$	10	4
2	სასკრეპერო დანადგარის გაუმჯობესების შემდეგ	10,98	$\frac{10,72}{9,35}$	5,00	7,00	$\frac{12,74}{15,26}$	23,00	0,88	$\frac{0,81}{0,73}$	10	4

შენიშვნა: მრიცხველი - მონაცემები დამცავი მთელანის ლავისებრი სანარგევი დამუშავებისას; მნიშვნელი - მონაცემები დამცავი მთელანის სპირაჯობით დამუშავებისას.

თუ მე-2 ცხრილში მოყვანილ პარამეტრების მნიშვნელობებს ჩავსვამთ (3), (4), (5) და (6) ფორმულებში და მოვნახავთ ფუნქციონალურ დამოკიდებულებებს, $M = f(l)$ და $M' = f(l)$, მივიღებთ მრუდებს, რომლებიც ასახულია 4-სა და 5 ნახაზებზე. ამ მრუდებზე მონახულია წერტილები, რომლებიც შეესაბამება ექსპერიმენტ. საშუალების კონკრეტულ პირობებსა და მონაცემებს.

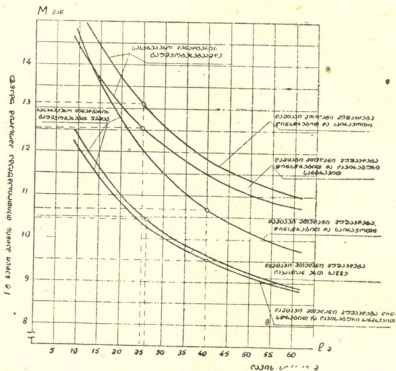


ნახ. 4

ეს გრაფიკები ნათლად გვიჩვენებს, რომ ლავის სიგრძის გზრდა საგრძნობლად აღიდეგს შრომის ნაყოფიერებას და ამცირებს მადნის თვითღირებულებას ამოსაღებ უბანში. ამასთან, ტექნიკურ-ეკონომიური ეფექტიანობის თვალსაზრისით დამცავი მთელანის დამუშავება წინსწრებით უკეთესია, ვიდრე მისი განლაგებით ლავასთან ერთ სწორ ხაზზე. ეს იმით აიხსნება, რომ ამ



ღროს საკუთრივ ლავის სიგრძე შედარებით უფრო მცირეა, ვიდრე იგი იქნებოდა იმ შემთხვევაში, დამცავი მთელანი ლავის წინსწრებით რომ დაგვე-
მუშაებინა.



ნახ 5

ამგვარად, ლავის სიგრძის გაზრდა გარკვეულ ტექნიკურ-ეკონომიურ ეფექტს იძლევა, რაც შეიძლება შემდეგით ავხსნათ:

1. ლავის სიგრძის გაზრდა ამცირებს დამკრელ სამუშაოთა მოცულობას;
2. დამცავი მთელანის დამუშავება შედარებით უფრო შრომატევადია, მადნის თვითღირებულება და დანაჯარგები დიდია; ამიტომ ლავის სიგრძის გაზრდით მცირდება რა დამცავი მთელანების ხვედრითი წონა, ამოსაღები უბნის ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლები უმჯობესდება.
3. ლავის სიგრძის გაზრდა აუქმობს მალაროს ტრანსპორტს, ამკიდროებს სამთო სამუშაოებს და ხელსაყრელ პირობებს ქმნის მექანიზმების სრულად გამოყენებისათვის.
4. ლავის სიგრძის გაზრდით იზრდება მადნის დღელამური ამოღება, რაც ხელს უწყობს მალაროს საწარმოო სიმძლავრის ათვისებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. Л. Розентрер. Определеиe длины лавы и размеров вьсочного поля при механизированной разработке пологопадающих пластов в Днибассе. «Уголь», № 5, 1954.
2. ო. ზურაბიშვილი და ლ. გოშხტელიანი. დამოკიდებულება ლავის სიგრძესა და სამთო წნეების გამოვლინებას შორის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVII, № 10, 1957.

ენათმეცნიერება

ბ. ნოზიძე

ფიქციის სახეობების კლასიფიკაციის თეორიის მოკლედ აღწერილობა

(წარმოდგინა აკადემიისმა ლ. ყანაველმა 4.12.1956)

სხვადასხვა ფიქციის მიმართ პრეპარატის ტოქსიკოლოგიის შედარებით ღრმად შესწავლა, გარდა სიკვდილიანობის აღრიცხვისა, მოთხოვს ორგანიზმზე მისი მოქმედების ხასიათის ცოდნას, ე. ი. პათოლოგიურ ცვლილებათა გამოკვლევას, რომელთაც ადგილი აქვს სხვადასხვა სისტემაში, ორგანოებში, ქსოვილებში და მწერების ფიზიოლოგიური ფუნქციების დარღვევაში.

სასოფლო-სამეურნეო შხამების ასეთ ტოქსიკოლოგიურ კვლევადიებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ახალი მალაქოფიქტური ინსექტიციდების სინთეზის საქმეში, ზოგიერთი სახეობის ფიქციის გამძლეობის მიზეზების გამორკვევისათვის, აგრეთვე დოზისა, დროისა და, საერთოდ, უფრო მეტად ეფექტური გამოყენების პირობების დადგენისათვის.

აღნიშნული საკითხის შესწავლის მიზეზი გახდა სინთეზური ფოსფორორგანული პრეპარატების მალაქოფიქტიანობა ფიქციისებრი და სხვა ცრუფარისებრი ფიქციის მიმართ, რაც ჩვენ მიერ გარკვეული იყო მუშაობის პირველ ეტაპზე [3], აგრეთვე მათი გამოყენების პერსპექტიულობა რიგ სხვა სასოფლო-სამეურნეო ფიქციების მიმართ.

ჩვენს მიზანდასახულებას წარმოადგენდა ფოსფორორგანული პრეპარატების მოქმედების ხასიათის რიგი საკითხების შესწავლა, რომლებიც აუცილებელი იქნებოდა მათი უფრო რაციონალური გამოყენებისათვის ციტრუსოვანი კულტურების ფიქციების წინააღმდეგ.

ცნობილია საზღვარგარეთელ და საბჭოთა მკვლევართა მრავალი შრომა, რომლებიც ეხება სხვადასხვა პრეპარატის მოქმედების ხასიათს: განსაკუთრებით დიდი ყურადღება ექცევა დღტ-სა და ფოსფორორგანულ პრეპარატებს [1, 2, 4, 5, 6].

მაგრამ მხოლოდ მცირე მათგანი ეხება სხვადასხვა ორგანოსა და ქსოვილებზე აღნიშნული შხამების მოქმედებით გამოწვეულ პათოლოგიურ ცვლილებებს. ამ მხრივ საყურადღებოა დ. ფედოტოვის შრომა [5] მაგნი კონსტრუქტის შესახებ, რომელშიაც დაწვრილებითაა მოცემული სხვადასხვა ორგანოსა და ქსოვილებზე დღტ-ს მოქმედებით გამოწვეული ცვლილებები. ფოსფორორგანული პრეპარატების შესახებ ავტორი აღნიშნავს, რომ მათ მიერ გამოწვეული პათოლოგიური ცვლილებანი დღტ-ს მოქმედების მსგავსია და უფრო მკაფიო ხასიათი აქვს.

რაც შეეხება ფოსფორორგანული და სხვა სინთეზური პრეპარატების მოქმედების მექანიზმს, ამ შემთხვევაში მკვლევარების ყურადღების ცენტრშია ფერმენტების სისტემის რღვევის საკითხი [1, 6]. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა აცტილქოლინის ნივთიერებათა ცვლას. დადგინდა მისი როლი მწერის ორგანიზმში, ამასთან ფოსფორორგანული ინსექტიციდების პირველადი მოქმედება აღნიშნული მწერების ნერვული ქსოვილის აცტილქოლინესტერაზის სისტემის ბლოკირებით აიხსნება.

თიოფოსის (დეთილპარანიტროფენილთიოფოსფატის) მოქმედებას ლაბორატორიაში ვსწავლობდით ზღვისპირა ფქვილისებრი ცრუფარიანათი (*Pseudococcus maritimus* Ehr.) და ვაზის ცრუფარიანათი (*Pseudococcus citri* Risso) დაზიანებულ კარტოფილის ტუბერებსა და ლიმონის ნერგებზე (ქოთნებში). ფარიანები მუშავდებოდა თიოფოსის 0,05, 0,1 და 0,2% (პრეპარატის მიხედვით) კონცენტრაციებით. ცდები ტარდებოდა ზაფხულის თვეებში; აღებული იყო მავნებლის ზრდასრული ფორმა (დიდლები) და უკანასკნელი ხმოვანების მატლები. ცდების დროს მხედველობაში მიღებული იყო, რომ მწერები უფრო მგრძობიარენი არიან აქტიური ცხოველმყოფელობის პერიოდში და ამ დროს პათოლოგიური ცვლილებანიც უფრო მკვეთრადაა გამოხატული.

შხამების დამუშავების შემდეგ, მავნებლის დალუგვამდე, სისტემატური დაკვირვება ტარდებოდა ცხოველმყოფელობის მიმდინარე პროცესებზე: ფარიანების მოწამვლის სიმპტომები და მორფო-ფუნქციონალური მდგომარეობა (სტერეოსკოპიული მიკროსკოპის ქვეშ განკვირებით) რეგულქსური აღზნების დაკარგვის შემდეგ ტარდებოდა მოწამლული ფარიანების ჰისტოლოგიური ანალიზი.

ჰისტოლოგიური დამუშავების წინ ფარიანებს ეთერში ან ქლოროფორმში ვათავსებდით 5 წუთით, ცვილისებრი ფიფქის მოსაშორებლად. ამის შემდეგ ვრეტცხავდით ფორმალინის 10%-იანი ხსნარით და ბუენის ნარევი ვუკეთებდით ფიქსირებას. დეჰიდრატაციის შემდეგ ობიექტს ვათავსებდით მეთილ-ბენზოატში (ცელიდინთან ერთად, შემდეგ ბენზოლში, პარაფინისა და ბენზოლის ნარევიში და საბოლოოდ ვატარებდით პარაფინში.

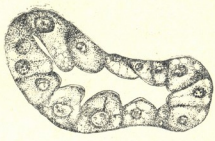
ობიექტი ეწყობოდა 8 μ სისქის სერიულ კრილებად გარდიგარდმო და გასწორებ. კრილების შესაღებად ვიყენებდით რკინის ჰემატოქსილინსა და ეოზინ-აზურს.

მწერის მოშხამვის სიმპტომებზე დაკვირვებებით დადგინდა: დამუშავების დამთავრებისთანავე კვების შეწყვეტა, აქტიური მოძრაობა, სხეულის უკანა ნაწილის დამახასიათებელი აწევა და გაძლიერებული სეკრეცია: შემდეგ—მოძრაობის განელება, კიდურების კანკალი, დამბლა და სიკვდილი. მწერის სიკვდილის სისწრაფე უშუალოდ დაკავშირებულია პრეპარატის კონცენტრაციის გადიდებასთან.

შხამის მოქმედება დედლებზე გამოიხატებოდა კვირცხების სწრაფი მომწიფებით და კვირცხების დაწყებით; შხამის დამუშავების შემდეგ მალე იწყებოდა კვირცხის საფარი ცვილის ფიფქის გამოყოფა და კვირცხლება. მწერები კვირცხებს მივიყვებარ დებდნენ, ნორმალურ პირობებში კი ისინი კვირცხებს გროვა-გროვა დებენ. დაღებული კვირცხების საერთო რაოდენობა ნორმალურ-

ზე გაცილებით მცირეა; კვერცხების მცირე ნაწილიდან (30-40%) იხეკებოდნენ მატლები, დანარჩენი კვერცხები კი ნაოჭდებოდა და ილუპებოდა. გამოსულ მატლებზე შემდგომმა დაკვირვებამ ნათელყო, რომ მათი მეტი ნაწილი ილუპება. ყველა მოწამულ ფარიანას წონაში შესამჩნევი დაკლება ემჩნეოდა, რაც თანდათანობით ხდებოდა, მოწამვლის დაწყებიდან დალუპვამდე.

ფეკალისებრი ცრუფარიანების ორგანოებისა და ქსოვილების ნორმალური ანატომიურ-ჰისტოლოგიური ნიშნები (იხ. სურ. 1, 4, 6). ჩვენ მიერ გამოყენებულია პათოლოგიური სურათისათვის შესადარებლად. ცრუფარიანების გაცივ-



ნახ. 1. შუა ნაწლავის ნორმალური ჰისტოლოგიური აგებულება



ნახ. 2. პათოლოგიური ცვლილებები შუა ნაწლავში 0,05% თიოფოსით მოზხამვის შემდეგ

თისას პათოლოგიური ცვლილებანი აღნიშნულია მხოლოდ სქესობრივ სისტემაში, სახელობრ საკვერცხებში; თიოფოსის 0,2% კონცენტრაციით მოწამულ ობიექტებზე— მომწიფებული კვერცხები, საკვერცხის გამოსავალი ნაწილის კედლების დასკდომის გამო, სხეულის ღრუს ავსებენ.

ჰისტოლოგიური ანალიზების ჩატარებისას პათოლოგიური ცვლილებანი აღნიშნულია: ჰიპოდერმაში, საკმლის მომწიფებელ, სასქესო და გამოძყოფ სისტემებში; ამასთან მაღალი კონცენტრაციებისას, ცვლალებები უფრო მკვეთრია, მაგრამ 0,05% კონცენტრაციის დროსაც ადვილი აქვს ნორმალურ გადახრას.

ჰ ი პ ო დ ე რ მ ა. ჩვეულებრივად კუტიკულაზე მჭიდროდ მიკრული, ჰიპოდერმის უჯრედები სხვადასხვა ფორმისაა: მორგავლო, თითისტარისებრი, პრიზმული და სხვა. თიოფოსის 0,05% კონცენტრაციით შესუსტებული ფარიანების სხეულში ჰიპოდერმა ნორმისაგან ნაკლებ განიჩევა, მაგრამ ზოგიერთ ადგილას არის უჯრედების გაბრტყელება. გადიდებული კონცენტრაციების დროს (0,1 და 0,2%) შემჩნეულია ჰიპოდერმული უჯრედების ძლიერი გაბრტყილება, ზოგიერთი უჯრედისა და ბირთვის დაშლა; სხეულის ცალკეული უბნები უშუალოდ ჰიპოდერმასთან ჰემოლიმფის ელემენტებითაა ინფილტრირებული.



ნახ. 3. პათოლოგიური ცვლილებები შუა ნაწლავში 0,1% თიოფოსით მოზხამვის შემდეგ

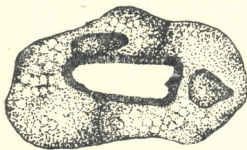
ც ვ ი ლ ი ს ე ბ რ ი ჯ ი რ ყ ვ ლ ე ბ ი კონცენტრირებულია სხეულის უკანა ნაწილში, ისინი ჩვეულებრივ გაბერილია. მოწამული ფარიანების ჯირკვლებში აღნიშნულია პლაზმის ძლიერი ვაკუოლირება. რის შედეგად ზოგიერთი უჯრედი ძლიერ იბერება. არის ისეთი ჯირკვლები, რომელთა კედლები ეკვრებიან. ამ

ჯირყვლების სიდიდე ნორმალურზე ხუთჯერ მცირეა. ჯირყვლების ზოგიერთ უჯრედს ემჩნევა ბირთვების პიკნოზი.

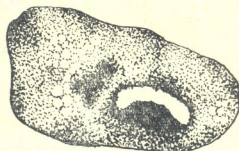
(3 ხ ი მ ო ვ ა ნ ი უ ჯ რ ე დ ე ბ ი დიდი ჰიპოდერმის იქითაა, მათი ფენები სხვადასხვაგვარია. მოწამვლისას ამ უჯრედებს ვაკუოლირება, ბირთვების პიკნოზი და დაშლა.

ს ა კ მ ლ ის მ ო მ ნ ე ლ ე ბ ე ლ ი ა რ ხ ი. ნაწლავის განყოფილებებიდან უფრო შესამჩნევი პათოლოგიური ცვლილებანი აღნიშნულია შუა ნაწლავში, რომელიც შედგება 18 და 30 μ სიმაღლის კუბური და პრიზმული ფორმის უჯრედებისაგან, ბირთვები მორგვალოა, ღია ტერისა (ნახ. 1), მოწამლული ფარიანების (ნახ. 2, 3) შუა ნაწლავის უჯრედები გაბრტყელებულია; ყველა შემთხვევაში ადგილი აქვს ბირთვების პიკნოზს და მთლიან დაშლას, რის შედეგად უჯრედებს შორის არის ადგილები, სადაც რიგი უჯრედები არ არის.

წინა და უკანა ნაწლავებში აღნიშნულია უჯრედების გაბრტყელება და დეფორმირება, ქიტინის გაფხვიერება (ცალკეულ ადგილებში იგი სრულიად გამქრალია), ზოგიერთ შემთხვევაში ბირთვებისა და უჯრედების დაშლა.



ნახ. 4. მალპიგიის მილის ნორმალური პიტოლოგიური აგებულება



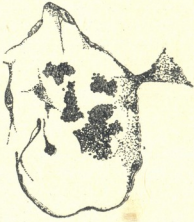
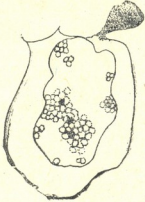
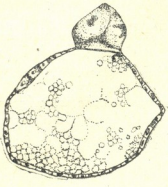
ნახ. 5. პათოლოგიური ცვლილებები მალპიგიის მილში, 0,1% თიოფოსით მომზადების შემდეგ

მ ა ლ პ ი ლ ი ს კ უ რ ტ ლ ე ბ ი. გარდიგარდმო კრილში ჭურჭელი ჩვეულებრივ სამი უჯრედისაგან შედგება, რომლის ციტოპლაზმა წვრილმარცვლოვანია, აპეკალურ ზედაპირზე გამოკრულია ნათლად გამოსატული რაბდორიუმი (ნახ. 4) თიოფოსის მაღალი კონცენტრაციების მოქმედებისას ემჩნევა (ნახ. 5) რაბდორიუმის გაქრობა, უჯრედების აპეკალური ნაწილის გაფხვიერება. უჯრედების დეგენერაცია, ციტოპლაზმის სტრუქტურის შეცვლა, ბირთვების პიკნოზი და მათი დაშლა.

ს ა ს ქ ე ს ო ს ი ს ტ ე მ ა ო რ ი საკვერცხისაგან შედგება. დიდალ კვერცხებს შეიცავს, რომლებიც განვითარების სხვადასხვა სტადიაშია. ისინი ზხამების მოქმედებით ძლიერ ავადდებიან.

კვერცხსავალს ემჩნევა უჯრედების (რომლებიც სიმაღლეზეა გაწეული) გაბრტყელება; ბევრ შემთხვევაში შეიმჩნევა უჯრედების დაშლა. ბირთვების პიკნოზი და დაშლა. კვერცხების დაზიანება (ნახ. 7, 8) გამოიხატებოდა ფოლიკულარული ეპითელის ყვითრიდან აცლაში, კვერცხების დანაოჭებაში. პერიფერიის ყვითრის დაგროვებაში. მაშინ როდესაც ნორმალურ კვერცხებში (ნახ. 6) ფოლიკულარული ეპითელიუმი არ გამოიყოფა შავთავსს, მთელი კვერცხები

თანაბრადაა გამოვსებული ყვითრით. დაზიანებულ კვერცხში ზოგჯერ სრულიად არ არის ყვითრი, ადგილ-ადგილ ირღვევა ქორიონის მთლიანობა მომწიფებულ კვერცხებში. დამუშავებულ ცრუფარიანებში იშვიათად გვხვდება მოუმწიფებელი კვერცხები, განვითარებულ ემბრიონიანი კვერცხების საერთო რაოდენობა მეტია.



ნახ. 6. კვერცხუჯრედის ნორმალური ჰისტოლოგიური აგებულება

ნახ. 7. პათოლოგიური ცვლილებები კვერცხუჯრედში, 0,05% თიოფოსით მოშამების შემდეგ

ნახ. 8. პათოლოგიური ცვლილებები კვერცხუჯრედში, 0,1% თიოფოსით მოშამების შემდეგ

ჩვენ ანალიზის შედეგებსა და რიგი ავტორების მონაცემებს შორის, რომელთა მიერ დადგენილია პრეპარატი დღეს-თი მოქმედებით დაზიანება, ბევრი რამ საერთოა, მაგრამ მითითებანი [5], რომ საკმლის მომწიფებელი არხის განყოფილებებში, გარდა შუა ნაწლავისა, ცვლილებები არ ხდება, უარყოფილია სინამდვილეში, წინა და უკანა ნაწლავის უჯრედების დაზიანებების ჩვენ მიერ დადგენით. ჩვენ მიერ დადგენილი ჰიპოდერმისა და მაღლილის ქურკლების დაზიანებანი აგრეთვე იშვიათ მოვლენად ითვლება.

პათოლოგიურ ცვლილებათა მიმართ, რომლებიც კვერცხებს ეხება, აუცილებელია აღინიშნოს, რომ დიდი დოზირების დროს ემბრიონის განვითარება უფრო ინტენსიურია, მაგრამ დედლების ნაყოფიანობა (დადებული კვერცხების საერთო რაოდენობა) საგრძნობლად მცირდება, რაც ეწინააღმდეგება ტეპლიაკოვას [4] მონაცემებს დღეს-ს შესახებ.

დასკვნა

ჩვენ მიერ მიღებულმა ექსპერიმენტულმა მონაცემებმა ფქვალისებრ ცრუფარიანებზე ფოსფორორგანული პრეპარატების მოქმედების შესახებ გვიჩვენა, რომ ეს შენაერთები შხამების ისეთ ჯგუფს ეკუთვნის, რომლებიც ყველა ქსოვილისა და უჯრედების ღრმა დაზიანებებს იწვევენ, რასაც თან სდევს სხვადასხვა ორგანოსა და მთელი ორგანიზმის ფუნქციების მოშ-

ლა. დადგენილია ჰისტოპათოლოგიური ცვლილებები ჰიპოდერმაში, ცვილისებრ ჯირყვლებში, ცხიმოვან უჯრედებში, წინა, შუა და უკანა ნაწლავში, მალბილის ქურქლებში, კვერცხსავალსა და კვერცხუჯრედებში.

პათოლოგიური ცვლილებები სუსტად მოწამვლის დროსაც კი საგრძნობლად მოქმედებს მავნებლის ცხოველყოფილობასა და ნაყოფიანობაზე, იწვევს კვების შეწყვეტას, კვერცხების მცირე რაოდენობით დადებას, ნაკლები რაოდენობით მატლების გამოჩენას, მათს ნაკლებ ცხოველყოფილობას და სხვა.

ამრიგად, ფარიანების სხვადასხვა ორგანოს რიგ ქსოვილში პათოლოგიური ცვლილებანი იმ დოზების დროს, რომლებიც პრაქტიკულად ნაკლებეფექტურად ითვლება, შესაძლებლად ქმნის ამ მავნებლების წინააღმდეგ მასობრივი ბრძოლისათვის მათ გამოყენებას, შემცირებული დოზების გამოყენების შესაძლებლობა კი საგრძნობლად შეამცირებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამაუწყებლის დროს გაწეულ ხარჯებს.

მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს აგრეთვე გუროჩიით ფქვილისებრ ცრუფარიანებთან ბრძოლის ჩატარება მათი აქტიური სიცოცხლის ყველა პერიოდში და შხამების მიმართ მავნებლის ყველაზე გამძლე ფორმების მიმართაც კი (დედლები და უკანასკნელი ხნოვანების მატლები).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.12.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Г. Берим. Изменения активности некоторых ферментов при отравлении ГХДТ и ДДТ, ДАН СССР, т. 84, № 2, 1952.
2. И. В. Кожанчиков. К пониманию физиологического действия ДДТ на насекомых. Сборник раб. Ин-та прикл. энтом. и фитопатол., вып. 2, 1953.
3. Т. Н. Новицкая. Эффективность фосфорорганических препаратов против главных вредителей цитрусовых. Труды Института защиты растений АН ГССР, т. X, 1954.
4. М. Я. Теплякова. Паталогические изменения в яичниках вредной черепашки, развивающихся под воздействием препарата ДДТ в активный период ее жизни, ДАН СССР, т. 10, № 4, 1955.
5. Д. М. Федотов и О. М. Бочарова. Действие препарата ДДТ и некоторых фосфорорганических инсектицидов на вредную черепашку *Eurygaster integriceps* puti. Академия наук СССР. Вредная черепашка, том III, 1955.
6. J. E. Cosida. Comparative enzymology of certain insect acetylsterases in relation to poisoning by organophosphorus insecticides Biochem. J. 60, № 3, 1955.

ზოგობა

პ. ზანტურიშვილი

საზვილოსნოსგარეშე მამიობა თაბვებში

(წარმოადგინა საპატიო აკადემიკოსმა ვ. ვორონინმა 28.6.1956)

თაგვების საკერცხე და კვერცხსავალის ძაბრი კაფსულშია (*bursa ovarica*) მოთავსებული.

განაყოფიერებისათვის მზადყოფი კვერცხუჯრედი ირგვლივი ქსოვილები-საგან განთავისუფლების შემდეგ აღმოჩნდება არეში, რომელიც ნახევრად ბლანტ სითხეს შეიცავს [2]. ეს სითხე მიიღებს ღრუში გამოვარდნილ კვერცხ-უჯრედს და გაიყოლიებს მას კვერცხსავალის ვიწრო სადინარში.

ჩვენ მიერ დადგენილი იყო, რომ დასვენების სტადიაში, როდესაც საკვერცხე დიდძალ ადრეულ ფოლიკულებს შეიცავს, კაფსულა უახლოვდება მას; მძუნაობის სტადიაში, როდესაც კვერცხუჯრედი მზად არის დატოვოს საკვერცხე, კაფსულის ღრუ სავსეა გამჭვირვალე სითხით. ამ დროს კაფსულა გაჭიმულია და შესამჩნევადაა წამოშვერილი სხეულის ღრუში; კაფსულის სიღრმეში მკაფიოდ მოჩანს საკვერცხე.

თუ თაგვენს, რომოებიც ბიოციკლის ამ სტადიაში იმყოფებიან, ვაგინაში შეგუყვანთ ანტიბიოტიკ ბომაპინს, [1], ოვარიულ კაფსულაში მყოფი სითხე ქრება, კაფსულის კედლები იჩუტება, საკვერცხის გარშემო იქმნება „მშრალი“ არე.

ჩვენ გამოვმდინარობდით ამ დაკვირვებებიდან, აგრეთვე ლიტერატურული მონაცემებიდან [3], როდესაც ვივარაუდეთ, რომ მდებრი ცხოველები, რომლებზედაც მოვახდენდით ბომაპინით მოქმედებას მათი შეწყვილების რამდენიმე საათის შემდეგ, სპერმას იქონიებენ კვერცხსავალის მაღალ გზებში და ვერ შეძლებენ კვერცხუჯრედების გამოყოფას ამ კვერცხუჯრედების მიმღები სერკეტის უქონლობის გამო.

ჩვენ გვეგონა, რომ ასეთ პირობებში უნდა მოხდეს ინტრაფოლიკულური განაყოფიერება და ოვარიული მამიობა.

სქესრული მდებრი ცხოველები (22 მდებრი) მოთავსებული იყო მამრებთან. უკანასკნელნი 48 საათის შემდეგ ამოვიყვანეთ; 11 მდებრს ვაგინაში შეგუყვანეთ ბომაპინი 0,03 სმ³ რაოდენობით თითო ცხოველზე.

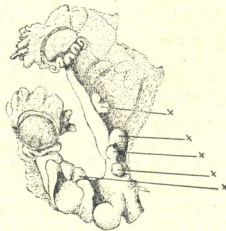
ინიექციები მომდევნო ორ დღეს გაგრძელდა. 3-დღიანი ინიექციების კურსი აკლავდა განმეორდა ორჯერ 4 დღის შუალედებით.

დანარჩენი 11 მდედრი ცხოველი კონტროლს წარმოადგენდა.

ცხოველები ორჯერად დაიკლა: ნაწილი 15 დღის შემდეგ, დარჩენილი საცდელი ცხოველები კი მას შემდეგ, რაც პირველმა საკონტროლო თავგებმა დაყარეს წრუწუნები.

აღმოჩნდა, რომ 15 დღის შემდეგ დაკლული 4 საკონტროლო მდედრი შეიცავს სანაყოფე ბუშტებს, რომლებიც მიღებულ იქნა, როგორც შეიძლებოდა ყოფილიყო, ნორმალური, თავგებისათვის დამახასიათებელი ექსცენტრული იმპლანტაციის გზით.

საცდელი ჯგუფის 8 მდედრიდან 2-ს აღმოაჩნდა საშვილოსნოსგარეშე მაკეობა, მაგრამ, მოლოდინის საწინააღმდეგოდ, სანაყოფე ბუშტები აღმოჩნდა არა საკვერცხეში, არამედ სეროზულ-კუნთოვან ტომარაში (სურ. 1).

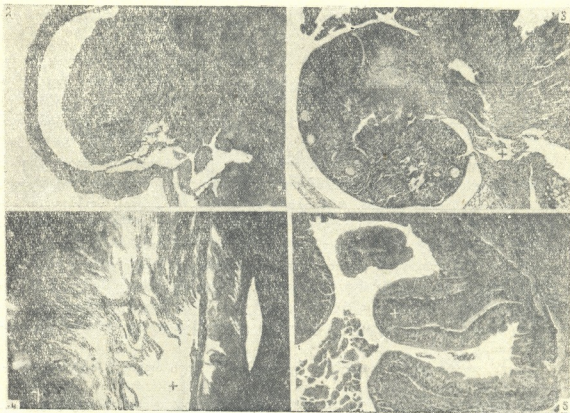


სურ. 1. ლაბორატორიის თავვის საშვილოსნოს ორი რქის ხედი, როდესაც სანაყოფე ბუშტები (X) იმპლანტირებულია სეროზულ-კუნთოვან ტომარაში

ანათლებზე დადგინდა, რომ საცდელი ცხოველების ჩანასახები, ისევე როგორც საკონტროლო ცხოველების ჩანასახები, იმყოფება ბლასტოციტის სტადიაზე, რომლის კედლები ტროფობლასტად გადაიქცა და ნაწილობრივ ჩაიზარდა მის გარშემო ქსოვილებში, სადაც წარმოქმნეს ღრუბლისებრი შრე — სინტროფობლასტი, რომელშიაც ქორიონის გამონაზარდებია შესული (ნახ. 2).

საცდელი ჯგუფის ცხოველებიდან (რომლებიც უნდა გაკვითილიყო იმ დროს, როდესაც საკონტროლო მდედრი ცხოველები დაყრიდნენ შვილებს) 4 დღის შემდეგ დაიღუპა კიდევ ერთი, რომელსაც გაკვითის შემდეგ აღმოაჩნდა

ისეთივე საშვილოსნოსგარეშე იმპლანტაცია. იმპლანტირებული ჩანასახები წარმოადგენდნენ უჭრედების ქაოტურ ელემენტებს და წელად მასას.



სურ. 2

2—ლაბორატორიის თავის საშვილოსნოს სიგრძივი განაჭერი ვოლფის სხეულის ნარჩენის არეში, სადაც სანაყოფე ბუშტია (X) იმპლანტირებული. გადიდ. ობ. 8; ოკ. 10; 3—ანათლი ლაბორატორიული თავის საკვერცხის არეში. ჩანს ეპითელიური მილაკების (X) ბადე. გადიდ. ობ. 8, ოკ. 7; 4—სიგრძივი ანათლი ლაბორატორიული თავის საშვილოსნოსთან მყოფი თავისუფალი არის მიდამოში (X). გადიდ. ობ. 8; ოკ. 7; 5—იმ ლაბორატორიული თავის საშვილოსნოს განივი განაჭერი, რომელსაც საშვილოსნოს გარეშე აქვს იმპლანტაცია. ჩანს ძლიერ განვითარებული ჯირკვლევანი კრიბტები (X). გადიდ. ობ. 8; ოკ. 15

დარჩენილი ორი საცდელი თავი დაიკლა საკონტროლო ცხოველების ნორმალური მშობიარობის შემდეგ. დაკლულ ცხოველებს მკეობის არავითარი კვალი არ აღმოაჩნდა.

მიღებული შედეგები და დასკვნები

წინამდებარე გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ანტიბიოტიკ ბომაპინის ლაბორატორიული თავების ვაგინაში შეყვანით შეიძლება მიღებულ იქნეს საშვილოსნოსგარეშე მკეობა. ვინაიდან ბომაპინი სასიკვდილოდ მოქმედებს სპერმატოზოიდებზე, ბუნებრივია ვიფიქროთ, რომ კვერცხსავალში იგი არ შე-

სულა. ადგილი ჰქონდა საკვერცხესა და კაფსულაზე ნერვეულ-რეფლექსურ მოქმედებას. არ არის გამოირიცხული აგრეთვე ჰუმორალური მოქმედების შესაძლებლობაც ბომაპინის იმ ნაწილის მხრიდან, რომელიც შედის სისხლში ვაგინის ლორწოვანი გარსის გავლით.

როგორ შეიძლება მიღებულიყო ჩანასახების ამგვარი უცნაური იმპლანტაცია?

საკვერცხის შესავალში (*hilus*) თავებს კარგად აქვთ განვითარებული ეპითელური მილაკების (*rete ovarii*) ქსელი (სურ. 2ა). ამ მილაკების სადინარები დაკავშირებულია საშვილოსნოს იოვთან; აქ ეს მილაკები იკლაკნებიან და ერთად წარიმართებიან საშვილოსნოს სიგრძივ ვოლფის სხეულის ნარჩენებთან ერთად, რომელიც მილაკებისაგან შედგება თავის მხრივ (სურ. 2ა).

თუ ვიქონიებთ მხედველობაში, რომ საკვერცხის ტვინოვანი ნივთიერების სტრომა და საკვერცხის შესავალი ნაწილი აღჭურვილია კუნთოვანი ბოჭკოებით, ადვილად მისახვედრი იქნება, რომ იგივე მექანიზმი, რომელიც მოქმედებს სანაყოფე კვერცხების კვერცხსავალში მოძრაობისას, უნდა უზრუნველყოფდეს მათ მოძრაობას საშვილოსნოსქვედა თავისუფალი არის მიმართულებითაც.

აქვე აღვნიშნოთ, რომ ასეთი თავების სანაყოფე ბუშტებისაგან თავისუფალი საშვილოსნო აქტიურ მდგომარეობაში იმყოფება. მას აქვს ძლიერ განვითარებული ჩირკლოვანი კრიბტებით აღჭურვილი ლორწოვანი გარსი (სურ. 2ა).

შევაჯამებთ რა ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებს, შეიძლება დავასკვნათ, რომ:

1. ლაბორატორიულ თავებში შეიძლება ჰქონდეს ადგილი ინტრაფოლიკულურ განაყოფიერებას;
2. ბომაპინის ვაგინაში შეეყვანისას სანაყოფე კვერცხუჭრედებმა შესაძლებელია შეაღწიოს საშვილოსნოს ქვედა ვოლფის სხეულის ნარჩენის არეს, სადაც კიდევ შეიძლება მოხდეს მათი იმპლანტაცია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.6.1956)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. П. С. Чантуришвили, Т. Г. Натадзе. О природных веществах, тормозящих рост, и их применении в экспериментальной терапии опухолей, Тбилиси, 1955.
2. T. T. Flynn and S. P. Hill. The development of the monotremata: Part. IV. Growth of the ovarian ovum. Maturation, fertilisation and early clavage. Trans. Zool. Soc. London, 24, part 6, 1939.
3. F. Strauss. Das Problem des Befruchtungsortes des Säugetierelies. Bull. Schweiz. Acad. med. Wiss., 10, № 3-4, 1954.

ცველი ზონა და არ ხდება წყლის დაღეჟვა. შევიამოწმეთ აგრეთვე ს. მირიანის 2 ჰის სასმელი წყალი. ერთ-ერთი ჰის 5 ლ წყალში აღმოჩნდა ასკარიდის 2 კვერცხი, რაც შეადგენს 0,4—1 ლ ჰის წყალში. ჰელმინთების კვერცხები ჰაში მოხვდება მტერის საშუალებით, ვინაიდან ჰებს არა აქვთ სახურავები და ამავე დროს ყველა მოქალაქე წყალს იღებს თავისი ჰურჭლით, რომელიც წინასწარ არ ირეცხება.

მდინარე ლეხურის წყლის შემოწმება მოხდა კასპში და სოფ. ქვემო ჰალაში. კასპში 1 ლ წყალზე საშუალოდ მოდიოდა 2 ჰელმინთის კვერცხი, ს. ქვემო ჰალაში კი 3,7. კასპის ქვემო მიმართულებით წყლის გაბინძურება თანდათანობით მცირდება, რაც აიხსნება მდინარის ფსკერზე ჰელმინთების კვერცხების დაღეჟვით. ეს უკანასკნელი მტკიცდება ფსკერიდან აღებული წყლის შემოწმებით.

მდინარის წყალში აღმოჩენილ იქნა 4 სახეობის ჰელმინთის კვერცხები: *Ascaris lumbricoides* (85,4%), *Trichocephalus trichiurus* (11,4%), *Taeniidae* (2,9%), *Fasciola hepatica* (0,3%).

კასპში მდინარის წყლის შემოწმება ხდებოდა სამ ადგილას: კასპში მდინარის შესვლის ადგილას, მიმდინარეობის შუა ადგილას და კასპიდან მისი გასვლის ადგილას. კასპიდან გამოსვლისთანავე მდ. ლეხურა უერთდება მდ. მტკვარს. ამის გამო შეუძლებელია დაკვირვება, თუ სად ხდება მისი თვითგაწმენდა. კასპში შესვლისას 1 ლ წყალზე საშუალოდ მოდის 0,5 კვერცხი, შუა ადგილას—1,7, ხოლო გამოსვლის ადგილას—2,6.

როგორც მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, გაბინძურება ყველაზე ნაკლებია კასპში შესვლის ადგილას. კასპში მიმდინარეობისას გაბინძურება მატულობს და მაქსიმუმს აღწევს კასპიდან გამოსვლისას. ჰელმინთების კვერცხები მდ. ლეხურაში ხვდება მასში ნავის გადაყრით, წვიმის, გამდნარი თოვლისა და საპირფარეოების, ნახმარი წყლისა და სხვა საშუალებით. კასპში ქვემო დინების ადგილას მდინარე ბინძურდება საავადმყოფოში ნახმარი წყლით, რომელიც მდინარეში ჩასხამდნე არ იწმინდება. 1 ლ ნახმარ წყალში საშუალოდ მოდის ჰელმინთების 84 კვერცხი.

წყლის შემოწმება ხდებოდა სეზონურად, მონაცემები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

№.პ. რიგზე	წყლის დრო	შემოწმებული წყლის რაოდენობა ლიტრებით		აღმოჩენილი ჰელმინთ. კვერცხების რაოდენობა				1 ლ კვერცხ. რაოდ.
				A. l.	Tr. fr.	Taen.	Fasc. hep	
გაზაფხული ზაფხული შემოდგომა ზამთარი	73	65	54	10	1	—	0,9	
	33	88	74	11	2	1	2,7	
	26	78	72	2	4	—	3,0	
	30	85	70	13	2	—	2,8	
ს უ ლ	162	316	270	36	9	1	2	

ცხრილიდან ჩანს, რომ ყველაზე ნაკლები გაბინძურებაა გაზაფხულზე. ეს იმით აიხსნება, რომ გაზაფხულზე მდინარის წყალი ძლიერ მატულობს, რის შედეგად ადგილი—აქვს გაბინძურებისა და მათ შორის ჰელმინთების კვერცხების ძლიერ განზავებას; წყალში მათი კონცენტრაცია ძლიერ მცირდება, რაც იძლევა მცირე გაბინძურების სურათს. ჰელმინთების კვერცხებით წყლის გაბინძურების ყველაზე მაღალ მაჩვენებელს იძლევა ზაფხული. ზაფხულის დასაწყისში, როცა მდინარეში წყალი ჯერ კიდევ ბევრია, კვერცხებით გაბინძურების მაჩვენებელი უმნიშვნელოა (1,4 კვერცხი 1 ლ-ზე).

ზაფხულის შუა პერიოდში წყლის რაოდენობა მკვეთრად მცირდება სარწყავებში წყლის გადაყვანის გამო. ამ პერიოდში წყლის შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ ჰელმინთების კვერცხების რაოდენობა მკვეთრად მატულობს, რაც აიხსნება მათი კონცენტრაციის მომატებით. ამ დროს 1 ლ წყალზე მოდის ჰელმინთების 5,5 კვერცხი.

წყალში ჰელმინთების კვერცხების რაოდენობის მომატება ზამთრისა და შემოდგომის პერიოდში აიხსნება მოსახლეობის დაავადების მომატებით. ეს ფაქტი, რასაკვირველია, მოწმობს ჰელმინთების კვერცხების რაოდენობის მომატებას გარემოში.

მდინარე ლეხურადან წყალი გაყავთ სარწყავ სისტემაში. ჩვენ მიერ სარწყავი არხებიდან შემოწმებული იყო 59 ლიტრი წყალი. აღმოჩნდა 195 კვერცხი სხვადასხვა ჰელმინთებისა, რაც უდრის 3,8 კვერცხს 1 ლ წყალზე. სარწყავ არხებში წყლის გაბინძურება აღემატება მდინარე ლეხურის გაბინძურებას. ეს იმით აიხსნება, რომ სარწყავი არხები ქუჩებში, საცხოვრებელი სახლების ეზოებში, ბაღებში, ბოსტნებში გავლისას უფრო მეტად ბინძურდება. წყლის შემოწმება სარწყავ არხებში ხდებოდა სეზონურად (ცხრილი 2).

ცხრილი 2
სარწყავი არხების წყლის სეზონური შემოწმების მონაცემები

ნაკვ. (ლიტრ)	წყლის დრო	შემოწმ. წყლის რაოდენობა	აღმოჩ. კვერცხ. რაოდენობა	Ascar. lumbr	Trich. trich.	Taen.	Enter. vermtc.	1 ლ კვერცხის რაოდ.
1	გაზაფხული	15	34	27	6	1	—	2,3
2	ზაფხული	25	75	62	11	2	—	3,0
3	შემოდგომა	9	36	30	5	—	1	4,0
4	ზამთარი	10	50	39	9	2	—	5,0
	ს უ ლ	59	195	158	31	5	1	3,3

ყველაზე მეტ გაბინძურებას ვხვდებით ზამთარში, რაც აიხსნება უმთავრესად არხებში წყლის მკვეთრი შემცირებით: სარწყავი არხები ზამთარში მდგარი წყლის წყალსაცავებს წარმოადგენს. წყლის რაოდენობის შემცირების ხარჯზე მატულობს მასში ჰელმინთების კვერცხების კონცენტრაცია. გარდა ამისა, ზამ-

თარში სარწყავ არხებში წყლის გაბინძურება ხდება ნაგვის ჩაყრით. უნდა აღინიშნოს, რომ სარწყავი არხის გაბინძურებას ზამთრის პერიოდში არა აქვს ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა, რადგან ამ დროს არ ხდება ბოსტნეულისა და მწვანეხეხვის მოწყობა, ასევე მოსახლეობას არა აქვს კავშირი ამ წყალთან.

ჰელმინთების კვერცხების მოხვედრა არხში შესაძლებელია აგრეთვე წვიმით, გამდნარი თოვლით, მტვრით, ასევე ბანაობისა და სარეცხის რეცხვის საშუალებით. არხის წყლების გაბინძურებაში გარკვეულ როლს ასრულებს აგრეთვე მის ზემოთ მდებარე სოფლები, მაგ., ს. მეტეხი. ჰელმინთების კვერცხები, რომლებიც მოხვედრა არხის წყალში მის ზემო ადგილას, სოფ. ახალქალაქში ვერ ასწრებს დალექვას სწრაფი დინებისა და მანძილის სიმციროს გამო. ს. მეტეხში სარწყავი არხის გაბინძურება მეტია, ვიდრე ს. ახალქალაქში (4, 8 და 3,1 კვერცხი 1 ლ წყალზე).

ჩატარებული გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ კასპის რაიონში ჰელმინთების კვერცხებით გაბინძურებულია როგორც მდინარის, ისე სარწყავი არხების წყალი. მოსახლეობის დაავადება შესაძლებელია წყალთან კონტაქტით, მორწყვით, სარეცხისა და ჭურჭლის რეცხვით, ბანით. ადვილად ავადდებიან ბავშვები, რომლებიც ზაფხულის პერიოდში მეტ დროს ატარებენ ამ არხებთან, ბანაობენ მასში, ზოგჯერ სვამენ კიდევაც ამ წყალს. გაბინძურებული წყლით მორწყვისას ხდება ბოსტნეულისა და მწვანეხეხვის გაბინძურება. ჩატარდა 63,55 კგ სხვადასხვა ბოსტნეულისა და მწვანეხეხვის გამოკვლევა, აღმოჩნდა, რომ 1 კგ-ზე საშუალოდ მოდის ჰელმინთების 3,2 კვერცხი. დადგენილია, რომ ყველაზე მეტად ჰელმინთების კვერცხებით ბოსტნეული და მწვანეხეხვი გაბინძურებულია ს. ქვემო ჭალაში (6,6 კვერცხი 1 კგ), სადაც სარწყავი წყალი უტორო მეტად არის გაბინძურებული, ვიდრე სხვა სოფლებში (7, 1 კვერცხი 1 ლ წყალზე). ყველაზე ნაკლები გაბინძურება ბოსტნეულისა და მწვანეხეხვის აღინიშნება სოფ. შირაანში (0,8—1 კგ-ზე), სადაც სარწყავად გამოყენებულია მდ. მტკვრის წყალი — იქ ჰელმინთების კვერცხები არ აღმოჩნდა. სარწყავი წყლების მნიშვნელობა ბოსტნეულისა და მწვანეხეხვის გაბინძურებაში დასტურდება იმითაც, რომ ყველაზე მეტად გაბინძურებული აღმოჩნდა ნარწყავი ბოსტნეული და მწვანეხეხვი. დადგენილი იქნა, რომ 1 კგ ბოსტნეულსა და მწვანეხეხვზე, რომლებიც არ არიან დაკავშირებული სარწყავ წყალთან, მოდის საშუალოდ ჰელმინთების 1 კვერცხი, ხოლო 1 კგ ამ წყალთან დაკავშირებულ ბოსტნეულსა და მწვანეხეხვზე—3,8 კვერცხი. სხვადასხვა ბოსტნეულის და მწვანეხეხვის გამოკვლევის მონაცემები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე მეტად ჰელმინთების კვერცხებით გაბინძურებულია სტაფილოს ფოთოლი, ოხრახუმი, წიწმატი და სხვადასხვა მწვანეხეხვი. კვლევებზე ისინი ეხებიან სარწყავ წყალს, რითაც აიხსნება მათი გაბინძურება. მათზე ჰელმინთების კვერცხების დაბუდებას ხელს უწყობს აგრეთვე ფოთლების აგებულება. პამიდორების გაბინძურება კვერცხებით უმნიშვნელოა და დამოკიდებულია იმაზე, პამიდორები ჭივობაზე თუ უშუალოდ მიწაზე, ეხება პამიდორი სარწყავ წყალს თუ არა. პამიდორი ყველაზე მეტად გაბინძურებულია სოფ. კავთისხევში (6,5 კვერცხი 1 კგ-ზე) და სოფ. ქვემო ჭალაში (6—1 კგ-

ცხრილი 3

№№ რიგზე	ბოსტნეულ. და მწვანელი	გამოკლ. სინჯების რაოდენ. კგ-ში	აღმოჩ. ჰელმინთების რაოდენობა	სიტყვების უნარ, რაოდენობა	Ascaris lumbric	Tricho. trich.	Taeniidae	Hymen. dimin.	ვერცხების რაოდენობა 1 კგ-ში
1	პამიდორი	13	26	22	26	—	—	—	2
2	წიწმატი	11,7	75	64	63	11	1	—	6,4
3	სხვადასხვაგვარი მწვანელი	3,6	15	11	14	—	—	1	4,3
4	ობრაზუში	5,4	41	33	37	3	1	—	7,6
5	ხაზვი	7,25	7	4	5	2	—	—	1,0
6	კიტრი	6	7	5	6	1	—	—	1,3
7 8	სტაფილო (ფოთლები)	5	12	8	11	1	—	—	2,4
		2	18	16	13	5	—	—	9,0
9	კომბოსტო	1	3	2	3	—	—	—	3,0
10	თვის ბოლოვი	8,6	2	2	2	—	—	—	0,2
ს უ ლ		63,55	206	167	180	23	2	1	3,2

ზე). აქ გამოკვლეული პამიდორი ჰეგოზე არ იყო, სხვა სოფლებში კი ჰეგოზე იყო აყვანილი, რითაც აიხსნება მათი ნაკლები გაბინძურება. კასპში 4 კგ პამიდორის გამოკვლევისას ჰელმინთების კვერცხები არ აღმოჩნდა. უჭიგოთ გაზრდილი პამიდორი ბინძურდება არა მარტო წყლით, არამედ უშუალოდ ნიადაგიდანაც. ისეთი ბოსტნეული, როგორცაა თვისბოლოვი, სტაფილო, უმთავრესად ნიადაგიდან ბინძურდება. მათი შედარებით ნაკლები გაბინძურება იმით აიხსნება, რომ შემოწმებული ნიადაგი ნაკლებად გაბინძურებულია, ვიდრე სარწყავი წყალი. საინტერესოა სტაფილოს გაბინძურების შესწავლა. ცალცალკე იყო შესწავლილი სტაფილო და მისი ფოთლები. სტაფილო არ ეხება სარწყავ წყალს და ბინძურდება უშუალოდ ნიადაგიდან, ხოლო მისი ფოთლები უშუალოდ სარწყავი წყლით ბინძურდება. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ფოთლები უფრო დაბინძურებული აღმოჩნდა, ვიდრე თვით სტაფილო.

კასპის რაიონში ჰელმინთების კვერცხებით გაბინძურებული ბოსტნეულისა და მწვანის შესწავლისას ყურადღებას იპყრობს განსხვავება ბაზარსა და უშუალოდ ბოსტანში აღებულს შორის. ბაზრის 1 კგ ბოსტნეულსა და მწვანულზე საშუალოდ მოდის 2,6 კვერცხი, ხოლო ბოსტნისაზე 1 კგ-ზე 3,8. ამგვარად, ბაზარში აღებული მწვანელი და ბოსტნეული უფრო ნაკლებად არის გაბინძურებული, ვიდრე ბოსტანში შექმნილი. ეს გარემოება იმის შედეგია, რომ მწვანელი და ბოსტნეული ბაზარზე გატანის წინ ირეცხება წყლით, რის შედეგადაც იგი ნაწილობრივ სუფთავდება ჰელმინთების კვერცხებისაგან.

ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ ზაფხულში ეზობიდან აღებულ სინჯებში კვერცხების დიდი პროცენტი (78,2%) აღმოჩნდა სიცოცხლისუნარიანი. ამ დროს ნიადაგში ჰელმინთების კვერცხები ილუპება მასობრივად, მწვანილსა და ბოსტნეულზე კი იქმნება კვერცხების განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობები. კასპის რაიონში ბოსტნები უმთავრესად გაშენებულია ბაღებთან, ამიტომ გარდა ბოსტნეულისა და მწვანის ხრდილისა, ბოსტნებში არის ხეების ხრდილიც. ხშირი მორწყვა უზრუნველყოფს აუცილებელ ტენიანობას. ასეთ პირობებში კვერცხებს არა მარტო სიცოცხლის შენარჩუნების უნარი აქვთ, არამედ ინვაზიურ სტადიამდე განვითარებისაც. ამაზე მიუთითებს გამოვლინებული კვერცხები ინვაზიური მატლის სტადიაზე (39,5%). კასპის რაიონში მეგობსტნეობა ითვლება მოსახლეობის ერთ-ერთ ძირითად საქმიანობად. მწვანილი და ბოსტნეული გამოიყენება საკვებად, უმთავრესად უმი სახით. ამიტომ ჰელმინთოზების გავრცელებაში კასპის რაიონში მწვანილ-ბოსტნეულს ენიჭება განსაზღვრული როლი.

კასპის რაიონის მწვანილი და ბოსტნეული, გარდა იმისა, რომ გამოიყენება საკვებად, დიდი რაოდენობით გააქვთ ბაზარზე კასპში და სხვა დასახლებულ პუნქტებში.

მწვანილ-ბოსტნეული მოაქვთ თბილისშიც, რაც მოსახლეობის დაინვაზირების ერთ-ერთ წყაროს წარმოადგენს.

ეკიმთა დახელოვნების თბილისის
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 11.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. გველესიანი და მ. ხუციშვილი. წყალი, როგორც *Balantidium coli*-ს ცისტების გადამცემის ფაქტორი. მალარიისა და სამედიც. პარაზიტოლოგიის ინსტ.-ის ბიულ. № 1, 1951, გვ. 56.
2. Ф. Л. Бух. Данные гельминтовооскопического обследования источников водоснабжения Уфы. Медицинская паразитология и паразитарные болезни, в. 2, 1945, стр. 66—67.
3. Г. Василькова. К вопросу самоочищения Москва-реки от яиц гельминтов. Медицинская паразитология и паразитарные болезни, в. 5, 1947, стр. 11—16.
4. В. А. Гефтер. Экспериментальное изучение роли водоемов в эпидемиологии аскаридоза. 1950.
5. П. П. Горячев. Гельминтовооскопическое исследование воды рек Иртыша и Оми. Медицинская паразитология и паразитарные болезни, в. 1, 1947, стр. 75—78.
6. Н. Н. Ефремов. Гельминтовооскопические исследования воды некоторых рек и каналов внутри города, Гигиена и санитария, № 7, 1953, стр. 44.



მასპაჩიმიტული ნიშნობა

ბ. ზვინადაძე

ძვლის ტვინის ცვლილებები თირეოტოქსიკოზის ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 19.11.1956)

თირეოტოქსიკოზის ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ ძვლის ტვინის ცვლილებების შესახებ ლიტერატურული მონაცემები ძალზე მცირეა. მკურნალობიდან რამდენიმე დღის შემდეგ ძვლის ტვინის ცვლილებებზე ჩვენ მხოლოდ ორ შრომას შევხვდით (ც. მაკალათიასა და ო. ბისტრემის შრომებს).

ც. მაკალათიას მონაცემებით, ოპერაციიდან 5—7 დღის შემდეგ ძვლის ტვინის პუნქტატში აღინიშნება ერთობლასტების რაოდენობის შემცირება, რის გამოც შეფარდება $\frac{\text{ლიეკოციტოთრო}}{\text{ლიეკოციტოთრო}}$ იძლევა შედარებით მაღალ მაჩვენებლებს. ლიმფოციტების რაოდენობა მცირდება, მეგაკარიოციტების რაოდენობა მატულობს. როგორც ავტორი აღნიშნავს, ძვლის ტვინის ოპერაციის შემდგომი ცვლილებები მით უფრო ნათლად გამოხატული, რაც უფრო ნაკლები დროა გასული ოპერაციიდან და პირუტყუ. ბისტრემის მიერ შესწავლილია ძვლის ტვინის ცვლილებები ოპერაციიდან 5—8 დღის შემდეგ. მისი მონაცემებით, ძვლის ტვინში ლეიკოციტების რაოდენობა არ განიცდის ცვლილებებს, ადგილი აქვს ყველა სახის ერთობლასტების, განსაკუთრებით კი ნორმოპლასტების, რაოდენობის შემცირებას.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შედარებით დიდ მასალაზე შეგვესწავლა ძვლის ტვინის სურათი თირეოტოქსიკოზის ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ.

ჩვენი მასალა მოიცავს 30 შემთხვევას ტოქსიკური ჩიყვების ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ. აღნიშნული შემთხვევები გამოვიკვლიეთ შემდეგ ვადებში: ოპერაციიდან მე-5 დღეს — 2 შემთხვევა, მე-6 — 1, მე-7 — 6, მე-8 — 4, მე-9 — 6, მე-10 — 4, მე-11 — 1, მე-12 — 3, მე-16 — 1, მე-20 — 1, 23-ე — 1, 31-ე — 1 შემთხვევა. ე. ო. სულ 30 შემთხვევა.

ჩვენი მონაცემების მიხედვით, ოპერაციის შემდეგ აღინიშნება ერთობლასტების რაოდენობის შემცირება. მიელობლასტების რაოდენობა შემთხვევათა 2/3-ში შემცირდა, დანარჩენ შემთხვევებში უმნიშვნელოდ მოიმატა. ნეიტროფილური რიგის უჯრედები იჩენენ ტენდენციას მომწიფებისადმი, რის შედეგადაც სეგმენტირთვიანი უჯრედების რაოდენობა მატულობს 5—16%-ით და 30 შემთხვევიდან 20 შემთხვევაში ნორმის ფარგლებში ექცევა. ასეთსავე მიუღწევენას აქვს ადგილი ეოზინოფილური უჯრედების მხრივაც. ბაზოფილების რა-

ოდენობამ 20 შემთხვევაში მოიმატა, 5 შემთხვევაში დაიკლო, ხოლო 5 შემთხვევაში კი იგი უცვლელი დარჩა. მონოციტების რაოდენობა შემთხვევათა უმრავლესობაში მატულობს და ზოგჯერ 4%-მდე აღწევს.

ლიმფოციტების რაოდენობამ 24 შემთხვევაში დაიკლო 5—10%-ით, მაგრამ მაინც ნორმაზე მაღალი დარჩა, 6 შემთხვევაში აღინიშნა ლიმფოციტების უმნიშვნელო მომატება (1—5%-ით). ერითრობლასტების რაოდენობის შემცირების მიუხედავად მათი მომწიფების ინდექსი ნორმის ფარგლებს არ სცილდება.

თუ ოპერაციამდე მეგაკარიოციტებს ხშირად ვერ ვნახულობდით მიელოგრამის გამოყვანისას, ოპერაციის შემდეგ უმრავლეს შემთხვევაში მათი რაოდენობა 0,25—0,75%-ს შორის მერყეობდა.

საკუთარი მასალის შესწავლის საფუძველზე შემდეგ დასკვნამდე მივედი:

1. თირეოტოქსიკოზის ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ ძვლის ტვინში ნეიტროფილური და ეოზინოფილური რიგის უჯრედები იჩენენ ტენდენციას მომწიფებისადმი;

2. ლიმფოციტების რაოდენობა, მიუხედავად შემცირებისა, უმრავლეს შემთხვევაში ნორმაზე მაღალია;

3. ერითრობლასტების რაოდენობა მცირდება, თუმცა მათი მომწიფების ინდექსი ნორმის ფარგლებს არ ცილდება;

4. ოპერაციის შემდეგ ძვლის ტვინის ნორმალიზაცია მით უფრო თვალსაჩინოა, რაც უფრო მეტი დროა გასული ოპერაციიდან და პირუტყუ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა
და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.11.1956)

მასპარეზობის მეთოდები

ბ. მანუგაძე

 წვრილი ნაწილაკების ვრცელი რეჟიმის გავლენის
 სპიტიზაციის დარღვევის ნაწილის ფორმირების
 ფუნქციონირება

(წარმოდგინა აკადემიის კ. ერისთავმა 21.11.1956)

წვრილი ნაწილაკების ვრცელი რეჟიმის ოპერაციის ამტანობა და ამ ქირურგიული ჩარევის ადრეული და შორეული შედეგები დიდი ხანია იპყრობს ქირურგთა და პათოლოგთა ყურადღებას.

ე. ლონდონის ლაბორატორიაში რიგი შრომებით დადგინდა იქნა მრავალი ფაქტი, რომლითაც დასტურდება ნაწილაკების მოტორიკისა და შეწოვითი ფუნქციის კანონზომიერი შეცვლა ნაწილაკების სხვადასხვა უბნის რეჟიმის შემდეგ (ბ. სტასოვი, [3], პ. ბრიუხანოვი, [1], ს. სლოვიოვი [2]).

აღნიშნული ავტორები ამავე დროს თითქმის არ შეიხსენებდნენ დამოკლებულ ნაწილაკებში მომწიფებელ ფერმენტთა გამოყოფის საკითხს.

ბოლო წლებში წვრილი ნაწილაკებში მიმდინარე სეკრეტორული პროცესის თავისებურებათა გარკვევა, კერძოდ მომწიფებელი ფერმენტების ნაწილაკების მკვრივ ნაწილთან აქტიური სეკრეციისა (გ. შლიგინი [5, 6, 7], ლ. ფომინა [4]), აგრეთვე ფეკალურ მასებთან ზოგიერთი მომწიფებელი ფერმენტის გამოყოფის ფაქტის დადგენა (გ. შლიგინი [7]) ახალ პერსპექტივას სახავს საკმლის მონელების ფიზიოლოგიისა და პათოლოგიის დარგში.

ჩვენ მიზნად ვისახავდით შეგვეჩვენა ექსპერიმენტში ის ცვლილებები ნაწილაკების ფერმენტების გამოყოფის მხრივ, რომელიც თან ახლავს წვრილი ნაწილაკების ვრცელი უბნის რეჟიმს.

ცდები ჩატარდა 8 ძალზე, რომელთაც წინასწარ გაკეთებული ჰქონდათ ოპერაცია თირისა ან თირი-ველას მიხედვით. წვრილი ნაწილაკების მთელი სიგრძის ნახევრის რეჟიმში (გაზომვის სიზუსტის ფარგლებში) ვაწარმოვეთ იმავე უბანში, სადაც ძალს ნაწილაკის იზოლირებული მარყუჟი ჰქონდა. 2 ძალზე ჩატარდა საკონტროლო ცდები; რეჟიმის ნაცვლად მათ შესატყვის ფარგალში უკეთდებოდა ენტეროტომია.

ნაწილაკის წვენს ვაგროვებდით უშუალოდ 6 საათის განმავლობაში. ისაზღვრებოდა ნაწილაკის სეკრეტის თხიერი და მკვრივი შემადგენელი ნაწილების რაოდენობა, შემდეგ ვაწარმოებდით წვენის ჰომოგენიზაციას და ვსაზღვრავდით შემდეგ ფერმენტებს: ენტეროკინაზას, ტუტე არეში მოქმედ ფოსფატაზას, სახარაზას, ერეპტინასა და ლიპაზას, განგარიშებას ვაწარმოებდით ფერმენტების იმ

რაოდენობაზე (პირობითი ერთეულებით), რომელიც გამოიყოფოდა ნაწლაის წვენი მკვრივი ნაწილის 1 გრამთან და აგრეთვე მთლიანი წვენი 1 მლ-თან ერთ საათში. მომწელებელი ფერმენტების განსაზღვრას ვაწარმოებდით საქავშირო სამედიცინო მიცნაირებათა აკადემიის საქმლის მონელების ლაბორატორიაში შემოღებული მეთოდიკების მიხედვით.

დაკვირვების მთელ პერიოდში ცხოველები იღებდნენ ჩვეულებრივ ლაბორატორიულ დიეტას, რომელშიც ცხიმის რაოდენობა შემცირდა ნორმის 1/3-მდე. კუჭ-ნაწლაის აშლილობისას ცხოველებს ეძლეოდათ წყალში დაღობილი თეთრი პური.

ძალეების მდგომარეობა პირველ 2-3 კვირაში რეზექციის შემდეგ სრულე-ბით არ ლაპარაკობდა მონელების ფუნქციის მხრივ რაიმე შეუქცევადი ცვლი-ლებების არსებობის შესახებ. ცხოველები მადიანად ეტანებოდნენ საკვებს და მეტად მოძრავნი იყვნენ. საცდელი ძალეების სხეულის წონა ოპერაციისა და ოპერაციის შემდგომი რეჟიმის პერიოდში ჩვეულებრივ ეცემოდა 15-17%-მდე. ამის შემდეგ წონის დაკლება აღინიშნებოდა საქმლის მონელების აშლილობას-თან დაკავშირებით, რაც ნაოპერაციევ ძალეებს პერიოდულად ემართებოდათ. კუჭ-ნაწლაის ფუნქციის მოშლილობა სხვადასხვა ცხოველს სხვადასხვა სიხში-რით მოსდიოდა, საბოლოოდ ეს იწვევდა წონის საგრძნობ დაკლებას და საერთო მდგომარეობის მკვეთრ გაუარესებას.

წონის მომატება ჩვენ მიერ არცერთ შემთხვევაში არ ყოფილა აღნიშნუ-ლი. დაკვირვების მოგვიანებით პერიოდში (90—180 დღე რეზექციის შემდეგ) ცხოველების მდგომარეობა პროგრესულად უარესდებოდა წონის დაკლება 30—35%-ს აღწევდა. ძალეები აბათილდნენ ხდებოდათ, მათი ბეწვი კარგავდა ელვარებას, ტერმინალურ პერიოდში აღინიშნებოდა პირის შემშუპება, ერთერთ ძალეს წინა კიდურზე გაუჩნდა იარა. ორ შემთხვევაში ცილის რაოდენობის გან-საზღვრით დადგენილ იქნა ჰიპოპროტეინემია (4, 3—5,2% ცილა—ნორმა—6-8%). ამრიგად ვითარდებოდა ე. წ. მარაზმის დამახასიათებელი სურათი, რაც ამგვარ შემთხვევებში არაერთხელ იყო აღწერილი ლიტერატურაში.

ნაწლაეების სეკრეტორული ფუნქციის მხრივ აღინიშნებოდა რიგი ცვლი-ლებები (სათანალო მონაცემები იხ. 1 ცხრილში).

ცხრილი 1

ნაწლაის წვენი სეკრეცია ერთ საათში წერილი ნაწლაეების რეზექციამდე და მის შემდეგ (გრამობით)

	ძალის №	წვენი რაოდენობა		მკვრივი ნაწილის რაოდენ.		მკვრივი ნაწილის რაოდენ. %/ს/ს	
		რეზექცი-ამდე	რეზექცი-შემდეგ	რეზექცი-ამდე	რეზექცი-შემდეგ	რეზექცი-ამდე	რეზექცი-შემდეგ
ზემო ნაწილის რე-ზექცია	1	0,76	0,89	0,43	0,17	59,2	17,5
	2	1,21	0,9	0,63	0,14	50,1	13,4
ქვემო ნაწილის რე-ზექცია	5	0,34	0,43	0,05	0,12	15,2	24,5
	6	1,33	0,7	0,4	0,35	29,9	53,8
	7	1,0	0,6	0,24	0,19	27,3	31,4



ამ მონაცემების განხილვისას ირკვევა, რომ წერილი ნაწლავების ზემო ნაწილის რეზექცია იწვევს წველის მკვრივი კომპონენტის პროცენტული შემცველობის საგრძნობ შემცირებას (41,7—36,7%-ით). სეკრეტის საერთო რაოდენობა პრაქტიკულად უცვლელი დარჩა, შეიცვალა მხოლოდ მასში მკვრივი ნაწილის გამოყოფა.

იმ ძალების ნაწლავის წვენში, რომელთაც გადატანილი ჰქონდათ წერილი ნაწლავების ქვემო ნაწილის რეზექცია, მკვრივი ნაწილის პროცენტული რაოდენობა მატულობდა, ე. ი. აღინიშნებოდა იმის საწინააღმდეგო მოვლენა, რასაც ადგილი ჰქონდა ნაწლავების ზემო ნაწილის რეზექციის დროს. მკვრივი კომპონენტის პროცენტული შემცველობის მომატება ზოგ შემთხვევაში დაკავშირებული იყო წვენის თვით ამ შემადგენელი ნაწილის მომატებასთან, ზოგ შემთხვევაში კაწვენის თხევადი ნაწილის რაოდენობის შემცირებასთან.

გადავდივართ რა ნაწლავის სეკრეტში ფერმენტების განსაზღვრით მიღებული მონაცემების განხილვაზე (ცხრილი 2 და 3, ფრჩხილებში მოცემულია მერყეობის საზღვრები), შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ საცდელ ცხოველთა ორივე ჯგუფში შესამჩნევია ფერმენტების რაოდენობის მომატება წვენის მკვრივ ნაწილში.

ცხრილი 2

ფერმენტების გამოყოფა პირობითი ერთეულებით ნაწლავის წვენის მკვრივი ნაწილის 1 გრამზე წერილი ნაწლავების ზემო ნაწილის რეზექციამდე და მის შემდეგ

საცდელი ძაღლის №-ს	ენტეროქინაზა		ფოსფატაზა	
	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ
1	138 (250—118)	1719 (2951—1065)	10,325 (13230—9012)	40959 (60750—17325)
2	561 (864—520)	9478 (12000—5490)	3482 (5226—2400)	7870 (12380— 4129)
3	283 (158—406)	1475 (2025—1200)	12124 (16698—5600)	29193 (31480—27050)

სახარაზა		ერეფსინი		ლიპაზა	
რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ
614 (787—311)	1424 (1987—903)	223 (336—170)	680 (930—495)	64,4 (78—49)	145 (759— 87)
273 (451—147)	2182 (4460—972)	187 (230—135)	744 (960—569)	96 (126—76)	364 (582—262)
140 (250—116)	1244 (1665—898)	247 (349—212)	329 (376—240)	68,4 (70—30)	102 (106— 97)



ამრიგად, სახარაზის შემცველობა იმ ცხოველების ნაწლავის სეკრეტში, რომელთაც გაკეთებული ჰქონდათ წვრილი ნაწლავების ვრცელი რეზექცია, მომატებულია მიახლოებით 6-ჯერ. რამდენადმე უფრო მეტად მომატებულია ფოსფატაზის რაოდენობა ნაწლავის წვენიში წვრილი ნაწლავების ქვემო ნაწილის რეზექციის შემთხვევაში. ლაბაზას მომატება ერთნაირად იყო გამოხატული საცდელი ძაღლების ორივე ჯგუფში, მაგრამ ეს ნამატი ნაწლავის წვენის სხვა ფერმენტებთან შედარებით ნაკლები ხარისხით იყო გამოხატული. გარკვეული განსხვავება შესამჩნევია საცდელი ცხოველების ამ ორ ჯგუფს შორის ერეფსინის რაოდენობის მხრივ. ნაწლავების ზემო ნაწილის რეზექციის შემდეგ ერეფსინის რაოდენობა ნაწლავის წვენში მომატებულია 2,5-ჯერ, ნაწლავების ქვემო ნაწილის რეზექციის შემდეგ კი მისი რაოდენობა უცვლელი დარჩა.

ცხრილი 3

ფერმენტების გამოყოფა პირობითი ერთეულების ნაწლავის წვენის მკვრივი ნაწილის 1 გრამზე წვრილი ნაწლავების ქვემო ნაწილის რეზექციამდე და მის შემდეგ

საცდელი ძაღლის ნომერი	ფ ო ს ფ ა ტ ა ზ ა		ს ა ხ ა რ ა ზ ა	
	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ
5	4573 (6740—2750)	38257 (40000—15525)	148 (189—114)	1428 (1983—954)
6	38983 (55200—1800)	61926 (83636—41305)	239 (304—145)	1067 (1709—720)
7	14622 (20381—4860)	19886 (25400—14372)	190 (224—103)	1382 (1900—964)

ე რ ე ფ ს ი ნ ი		ლი პ ა ზ ა	
რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ
675 (920—530)	948 (1120—712)	148 (245—86)	257 (278—233)
168 (209—128)	295 (374—187)	51 (68—42)	50,2 (73— 24)
302 (386—224)	317 (505—212)	36,8 (54—27)	133 (200— 60)

განსაკუთრებით მკვეთრად მატულობს ენტეროკინაზას რაოდენობა იმ ძაღლების ნაწლავის წვენში, რომელთაც ნაწლავის იზოლირებული მარყუქი ჰქონდათ წვრილი ნაწლავების ზემო ნაწილში. ენტეროკინაზას რაოდენობა ამ ძაღლების ნაწლავის წვენში 10—12-ჯერ სპარბობდა ნაწლავების რეზექციამდე მიღებულ ოდენობებს. დანარჩენი საცდელი ცხოველების ნაწლავის წვენში (ნაწლავის იზოლირებული მარყუქი წვრილი ნაწლავების ქვემო ნაწილში) ენტერო-

კინაზა აღმოჩნდა მხოლოდ ერთ ძალს და ამ შემთხვევაშიც რეზიუმის შემდეგ აღინიშნებოდა მისი მომატება (1,5-ჯერ).

წერილი ნაწილების ჯირკვლოვანი აპარატის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასებისათვის არა ნაკლები მნიშვნელობა აქვს მთლიანი წვენის შედგენილობაში სეკრეტის ყოველ ერთ საათში გამოყოფილი ფერმენტების რაოდენობის განსაზღვრას.

ცხრილი 4

სეკრეტის ერთ საათში გამოყოფილი ფერმენტების რაოდენობა პირობითი ერთეულებით წერილი ნაწილების ზემო ნაწილის რეზიუმეებზე და მის შემდეგ

საღვლეო ძალის ხომერი	ენ ტ ე რ ო კ ი ნ ა ზ ა		ფ ო ს ფ ა ტ ა ზ ა	
	რეზიუმეებზე	რეზიუმის შემდეგ	რეზიუმეებზე	რეზიუმის შემდეგ
1	58 (83— 20)	232 (492— 110)	4996 (5643—3383)	13187 (1625—3016)
2	354 (425—292)	1426 (1640—1140)	1956 (2931—1116)	5859 (10687—2931)
3	133 (288— 58)	561 (720— 440)	7877 (12667—3020)	12215 (19488—7259)

ს ა ხ ა რ ა ზ ა		ე რ ე ფ ს ი ნ ი		ლ ი ბ ა ზ ა	
რეზიუმეებზე	რეზიუმის შემდეგ	რეზიუმეებზე	რეზიუმის შემდეგ	რეზიუმეებზე	რეზიუმის შემდეგ
170 (242— 80)	286 (430—142)	128 (185—56)	136 (233—82)	28 (32—26)	36,6 (56—24)
151 (125—377)	518 (730—249)	113 (164—80)	88,4 (131—53)	57 (66—43)	49 (79—35)
77 (90— 68)	553 (716—329)	135 (197—91)	150 (225—93)	28 (38—18)	27 (60—27)

ამ მაჩვენებლის მიხედვით, ფერმენტების გამომუშავების პროცესის გაძლიერება ყველაზე მეტად შესამჩნევია ენტეროკინაზას, სახარაზასა და ნაწილობრივ ფოსფატაზას მიმართ. მაგალითად, თუ № 2, № 3 და № 6 ძალების ნაწილის წვენი მკვრივი ნაწილის 1 გრამში რეზიუმის შემდეგ სახარაზას რაოდენობა საწყისთან შედარებით 6,2—6,4-ჯერ იყო მომატებული, მათ სეკრეტში სეკრეტორული პროცესის 1 საათშიც, ფერმენტების გამოყოფა საგრძნობლად გადიდა.

ამრიგად, სეკრეტის ერთ საათში მთლიანი წვენის ერთ გრამში მომწიფებული ფერმენტების გამოყოფა დაკავშირებულია არა მარტო მათი გამომუშავების დონესთან, არამედ დამოკიდებულია აგრეთვე წვენში მკვრივი ნაწილის შემცველობისა და გამოყოფილი სეკრეტის საერთო რაოდენობისაგან.

ცხრილი 5

ფერმენტების გამოყოფა ნაწლავის წვენთან პირობითი ერთეულებით
 სკერეცის 1 საათში წვრილი ნაწლავების ქვემო ნაწილის
 რეზექციამდე და მის შემდეგ

საცდელი ძალის ნომერი	ფ ო ს უ ა ტ ა ზ ა		ს ა ზ ა რ ა ზ ა	
	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ
5	1953 (3360—1250)	4137 (6666— 1563)	67 (94—50)	171 (119—159)
6	15811 (29500—7650)	30441 (61950—20300)	90 (129—62)	296 (110—485)
7	3589 (5034—1350)	18457 (34500— 5278)	126 (214—75)	206 (331— 79)

ე რ ე ფ ს ი ნ ი		ლი პ ა ზ ა	
რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ
30 (36—23)	108 (133—82)	8 (12—4)	26 (28—25)
68 (112—39)	78 (111—53)	19 (23—6)	13 (16—10)
75 (119—36)	54 (78—28)	11 (17—7)	11 (13— 9)

ზემოთქმული შესაძლებელია აღინიშნოს რიგ შემთხვევებში ერეფინისა და
 ლიპაზას მიმართაც.

თუ შევადარებთ მოყვანილ მონაცემებს 30-32 დღეზე ფეკალურ მასებთან
 გამოყოფილი ენტეროკინაზას რაოდენობის განსაზღვრის შედეგებს (ცხრილი
 6), იმ დასკვნამდე მივალთ, რომ, მიუხედავად ნაწლავების დარჩენილ ნაწილში
 ენტეროკინაზას გამომუშავების საგრძნობი გაძლიერებისა, ნაწლავების ზე-
 მო ნაწილის რეზექცია მნიშვნელოვნად ამცირებს ენტეროკინაზას საერთო რაოდენობას
 ნაწლავების შიგთავსში.

ცხრილი 6

ენტეროკინაზას შემცველობა საცდელი ძალების განაჯღში
 (პირ. ერთ. 1 გ-ზე) წვრილი ნაწლავების ზემო ნაწილის რე-
 ზექციამდე და მის შემდეგ

საცდელი ძალის ნომერი	რეზექციამდე	რეზექციის შემდეგ
1	2295	500
2	6042	4337
3	3000	1680

წერილი ნაწლავების ქვემო ნაწილის რეზექციის შემთხვევებში განავალში ენტეროკინაზას რაოდენობის შემცირება არ აღინიშნებოდა. ფოსფატაზას რაოდენობა ფეკალურ მასებში უმრავლეს შემთხვევებში რეზექციის შემდეგ არ განსხვავდებოდა საწყისი რაოდენობისაგან, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ნაწლავების დარჩენილი ნაწილი ფოსფატაზას გამომუშავების სრულ კომპენსაციას ახდენს.

დაკვირვების მოგვიანებით პერიოდში, რეზექციის დღიდან 2-3 თვის გავლის შემდეგ ცხოველების საერთო მდგომარეობის გაუარესების ფონზე (რაც ზემოთ გვქონდა აღნიშნული) შესამჩნევი იყო საგრძნობი ცვლილებები წერილი ნაწლავების სეკრეტორული და ფერმენტგამომყოფი ფუნქციის მხრივაც. ნაწლავის სეკრეტის მკვრივი ნაწილის გამოყოფა დროის ერთეულში განუხრელად მცირდებოდა, ამავე დროს მცირდებოდა მასში მომნელებელი ფერმენტების რაოდენობაც. დაკვირვების პერიოდის ბოლოს საცდელი ძაღლების ნაწლავის წვენიში ენტეროკინაზა სრულიად არ ისაზღვრებოდა. ფოსფატაზასა და სახარაზას რაოდენობა იმ ძაღლის ნაწლავის წვენიში, რომელსაც გადატანილი ჰქონდა წერილი ნაწლავების ქვემო ნაწილის რეზექცია, თითქმის ნულამდე დავიდა.

ნაწლავის ფერმენტების განსაზღვრის გზით მიღებული მონაცემებისა და კლინიკური დაკვირვების შედეგების შეჯამების საფუძველზე შესაძლებლად მიგვაჩნია ვიფიქროთ, რომ საცდელ ცხოველებს დაკვირვების ბოლო პერიოდში ცილის შეთვისების მოშლილობა განუვითარდათ.

ჩვენი მონაცემები წერილი ნაწლავების სეკრეტორული ფუნქციის შესახებ ამ მხრივ სრულ თანხმობაშია ლ. ფომინას [4] მონაცემებთან, რომელსაც ექსპერიმენტულად შესწავლილი აქვს ცილის ნაკლებობის გავლენა ნაწლავის სეკრეტორულ ფუნქციაზე.

დასკვნები

1. წერილი ნაწლავების ვრცელი რეზექცია იწვევს წერილი ნაწლავების დარჩენილ ნაწილში მომნელებელი ფერმენტების გამომუშავების საგრძნობ გაძლიერებას. განსაკუთრებით მკვეთრად მატულობს ენტეროკინაზას, ტოტეი ფოსფატაზასა და სახარაზას გამოყოფა ნაწლავის წვენის მკვრივ ნაწილთან.

2. საგრძნობლად მატულობს აღნიშნული ფერმენტების გამოყოფა მთლიან წვენიდან 1 საათის განმავლობაში. საშუალოდ იგი 1,5-8-ჯერ აღემატება ოპერაციამდე დონეს. ნაწლავის წვენის მკვრივი კომპონენტის სხვა ფერმენტებით გამდიდრება გამოყოფილი წვენის რაოდენობისა და მასში მკვრივი კომპონენტის შემცველობის ცვალებადობის გამო რიგ შემთხვევებში არ ახდენდა გავლენას დროის ერთეულში მთლიან ნაწლავის სეკრეტთან გამოყოფილი ფერმენტების რაოდენობაზე.

3. დაკვირვების მოგვიანებით პერიოდში ძაღლებს, რომლებმაც გადაიტანეს წერილი ნაწლავების 50% რეზექცია, შესამჩნევად უმცირდებოდათ ნაწლავის სეკრეტის მკვრივი კომპონენტის გამოყოფა. აღინიშნებოდა ნაწლავის წვენიში

ფერმენტების რაოდენობის დაცემა ენტეროკინაზას, ფოსფატაზასა და ზოგჯერ სახარაზას სრულ გაქრობამდე.

4. წერილი ნაწლავების ვრცელი რეზექციის შემდეგ მათ დარჩენილ ნაწილში უმთავრესი ფერმენტების გამომუშავების გაძლიერება ფუნქციური კომპენსაციის მოვლენების რიგს უნდა მივაკუთვნოთ.

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

(რედაქციას მოუვიდა 21.11.1956)

დავოწმებული ლიტერატურა

1. П. П. Брюханов. К учению о пищеварительных процессах при различных дефектах в области кишечника. СПб, 1913.
2. С. К. Соловьев. К учению об усвоении пищевых веществ при различных дефектах в области пищеварительного аппарата, СПб, 1913.
3. Б. Д. Стасов. К учению о компенсаторных явлениях при резекции кишок. СПб, 1913.
4. Л. С. Фомина. Вопросы питания, сб. 12, 1, 130, 1951.
5. Г. К. Шлыгин. Успехи современной биологии, 33, 1, 14—32, 1952.
6. Г. К. Шлыгин. Проблемы физиол. и патол. пищеварения, Труды научного совещания физиологии и патологии пищеварения, М.—Л., 305—309, 1954.
7. Г. К. Шлыгин. Терапевтический архив, 28, 39—48, 1956.



მასპერიმენტული მედიცინა

მ. ბაჩაილაძე

კუჭის სეკრეცია და საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზი კუჭისა და თორმეტბოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 4.1.1957)

საჭმლის მონელებასა და პერიფერიულ სისხლში ლეიკოციტების რაოდენობრივ ცვლილებებს შორის კავშირი პირველად აღნიშნული იყო დონდერსის მიერ ჯერ კიდევ 1846 წელს.

მე-19 საუკუნის ბოლოდან დაწყებული საკითხი საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის განვითარებისა, რომელსაც წინ უძღოდა ხანმოკლე ლეიკოპენიის ფაზა, არა ერთხელ მუშავდებოდა როგორც რუს, ისე უცხოელ მკვლევართა შრომებში.

აგრეთვე შემჩნეული იყო, რომ ხშირად იცვლება საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის ნორმალური მრუდი. ავტორთა ერთი ჯგუფი ამ ცვლილებებს უკავშირებს კუჭის წვენი მავთობის ცვლილებებს, კერძოდ, თავისუფალი მარილის მავთისას, რომლის არარსებობის დროს ქრება საჭმლის მონელებითი ნორმალური ლეიკოციტური რეაქცია [2, 4, 5]. ავტორთა მეორე ჯგუფი ამ კავშირის არსებობას უარყოფს [1, 3].

საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის კუჭის სეკრეციის ცვლილებებთან დამოკიდებულების საკითხის გარკვევისათვის გადაწყვიტეთ შეგვესწავლა საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტური რეაქცია კლინიკაში ავადმყოფებზე კუჭის სეკრეტორული ფუნქციის ცვლილებების ფონზე.

ამ მიზნით დაკვირვება ვაწარმოვეთ კუჭისა და 12-გოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების მქონე 20 ავადმყოფზე. ავადმყოფთა საერთო რიცხვიდან 2 იყო ქალი და 18 მამაკაცი 25-დან 67 წლამდე. დაავადების ხანგრძლივობის მიხედვით 1 თვიდან 1 წლამდე — სამი კაცი, 1 წლიდან 5 წლამდე — რვა, ხოლო 5 წლის ზევით — ცხრა.

მ ე თ ო დ ი კ ა

დილით უზმოზე ავადმყოფებს ვუკვლევდით ლეიკოციტების რაოდენობას პერიფერიულ სისხლში, რის შემდეგ მათ ეძლეოდათ შერეული სახის საკვები. სისხლის განმეორებით გამოკვლევებს ვაწარმოებდით საკვების მიღებიდან 30 წუთის, 1, 2 და 3 საათის შემდეგ.

ლეიკოციტების განსაზღვრისათვის სისხლს ვიღებდით თითოიდან ფრანკის ნემსის ერთისა და იმავე ნაჩხვლეტიდან (ჩხვლეტას ვაწარმოებდით ერთხელ), ვიყენებდით ამავე დროს ერთსა და იმავე მელანეერს. ლეიკოციტების რაოდენობას ვთვლიდით ბიურკერის კამერაში. ყველა შემთხვევაში ლეიკოციტების რაოდენობრივ ცვლილებებთან ერთად ხდებოდა ლეიკოციტური ფორმულის შესწავლაც. ნაცხები იღებოდა კრიუკოვ-პაპენჰაიმის მეთოდით.

კუჭის წვენი მკვება ისაზღვრებოდა მიქაელესის მეთოდით.

კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების შესწავლილი 20 შემთხვევიდან 17-ს განუვითარდა ნორმალური ორფაზიანი საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტური რეაქცია. საკვების მიღებიდან 30 წუთის შემდეგ აღინიშნებოდა ლეიკოციტების რაოდენობის მნიშვნელოვანი შემცირება, შემდეგ კი თანდათან იმატებდა და დაკვირვების 2—3 საათისათვის აღწევდა მაქსიმუმს.

კუჭის სეკრეცია ამ 17 ავადმყოფს სხვადასხვა ჰქონდა. 9 ავადმყოფს ჰქონდა ჰიპერაციდური კუჭის წვენი, 7-ს ნორმალური და ერთს — ჰიპოაციდური.

დანარჩენ სამ შემთხვევაში არ აღინიშნებოდა საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის ნორმალური სურათის განვითარება. კუჭის სეკრეცია ამ ავადმყოფებსაც სხვადასხვა ჰქონდათ: ერთს ჰქონდა ჰიპერაციდური კუჭის წვენი, მეორეს — ჰიპოაციდური, ხოლო მესამეს — ნორმალური.

მოგვყავს რამდენიმე შემთხვევა ჩვენი დაკვირვებებიდან. ავადმყოფი ა., 56 წლისა, შემოვიდა 26/II-53 წ., უჩიოდა ტკივილს ეპიგასტრიუმის მიდამოში. გულის რევას, ლებინებას, კუჭის წვასა და ხშირ ყაზობას. ავადა 23 წელი, ტკივილი აწუხებდა პერიოდულად. ორი წელია რაც ტკივილმა თითქმის სისტემატური ხასიათი მიიღო. პალპაციით აღინიშნება მტკივნეულობა კუჭის მცირე სიმრუდის მიდამოში.

კუჭის წვენის ანალიზი: ევალდ-ბოასის საცდელი საუზმის მიღებიდან 45 წუთის შემდეგ ამოღებულ იქნა კუჭის შიგთავსი 30 სმ³ რაოდენობით. მყარი ნაწილების შეფარდება თხიერთან 1:4, ქიმიოფაცია დამაკმაყოფილებელი. საერთო მკვება 40, თავისუფალი მარილმკვება — 20. რეაქცია რძის მკვებაზე უარყოფითია. რენტგენოსკოპიით — კუჭი ატონიური, მდებარეობა მცირე მენჯის შესავალთან. მცირე სიმრუდის ზედა მესამედში აღინიშნება ნიშნ. გადასვლა თავისუფალია.

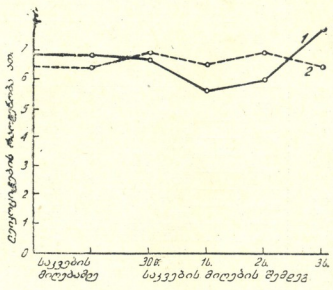
კლინიკური დიაგნოზი — კუჭის წყლული.

ამ ავადმყოფზე საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ლეიკოციტების რაოდენობა საკვების მიღებიდან 30 წუთის შემდეგ 5800-დან 4700-მდე დავიდა, 2 საათის შემდეგ დადგა ლეიკოციტოზის ფაზა და ლეიკოციტების რაოდენობამ 6800-ს მიაღწია. დაკვირვების 3 საათისათვის ლეიკოციტების რაოდენობა 6000-ს უდრიდა, ე. ი. გამოსავალ წერტილს მიუახლოვდა (იხ. მრუდი № 1).

ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები ნეიტროფილური ელემენტების ხარჯზე მიმდინარეობს. (იხ. ცხრილი 1).

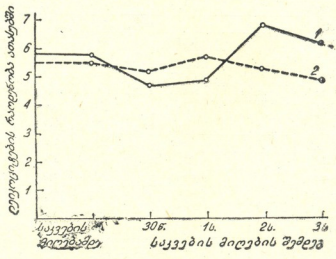
ამ ავადმყოფზე შესწავლილ იქნა ლეიკოციტების თვითნებური მერყეობა და გამოირკვა, რომ ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები საკვების მიღების გარეშე არ ატარებენ რაიმე კანონზომიერ ხასიათს (იხ. მრუდი 1).

ავადმყოფი შ. 51 წლისა, შემოვიდა 31/XII-53 წელს. უჩიოდა ეპიგასტრიუმის მიდამოში არსებულ ძლიერ ტკივილს, რომელიც ეწყება საკვების



მრუდი 1. ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებების მაჩვენებლები: 1—საკმლის მონელებითი ლეიკოციტოზი, 2—ლეიკოციტების თვითნებური მერყეობა

მიღებისთანავე, აგრეთვე გულის რევასა და ლებინებას. ავადაა 1950 წლიდან. ტკივილები აწუხებდა განსაკუთრებით ალკოპოლიანი სასმელების მიღების



მრუდი 2. ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებების მაჩვენებლები: 1—საკმლის მონელებითი ლეიკოციტოზი, 2—ლეიკოციტების თვითნებური მერყეობა

შემდეგ. მკურნალობდა ამბოლატორიულად, მაგრამ უშედეგოდ. უკანასკნელ წელს ავადმყოფობა გაუმწვავდა. პალპაციით — ეპიგასტრალური მიდამო მტკივნეული.

ცხრილი 1

№	რსტ. № ვაჭარ-გაყიდვით, წლები	სადაც მოხდა	სადაც მოხდა	შედეგები							სადაც მოხდა	სადაც მოხდა
				მარცხი	მარცხი	ფაქტ.	მარცხი	მარცხი	მარცხი	მარცხი		
1	რსტ. № 6697 მ-ღი ს. 40 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	6,200	1.5%	62%	24%	8%	4%	0.5%			
		30 წ.	3937			1488	496	248	31			
		მარცხი	5,000	0.5%	60%	25%	9.5%	5%				
		1 ს.	3146			1300	494	260				
		მარცხი	5,000	0.5%	60.5%	24%	9%	5.5%	0.5%			
2	რსტ. № 7285 მ-ღი ს. 51 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	6,900	1%	2%	58%	22%	1%	14%			
		30 წ.	4200			1518	207	966				
		მარცხი	6,700	1.5%	56.5%	24%	3.5%	14.5%				
		1 ს.	1886			1408	334.5	971.5				
		მარცხი	5,400	1.5%	55%	25%	4%	14.5%				
3	რსტ. № 282 მ-ღი ს. 42 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	8,900		60%	30%	4%	8%				
		30 წ.	5340			1670	356	534				
		მარცხი	8,000		57%	32%	5%	8%				
		1 ს.	4560			2360	400	480				
		მარცხი	9,000	0.5%	60%	29.5%	4.5%	5.5%				
4	რსტ. № 6818 მ-ღი ს. 60 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	7,400	0.5%	65%	27.5%	6%	5%				
		30 წ.	4508.5			1932.5	426	213				
		მარცხი	6,000	0.5%	61.5%	29%	5%	4%				
		1 ს.	3720			1740	300	240				
		მარცხი	7,500	1%	65%	27%	6.5%	2.5%				
5	რსტ. № 3157 მ-ღი ს. 27 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	7,800									
		30 წ.	4902			2262	300	156				
		მარცხი	7,000	0.5%	62%	30.5%	5%	1%				
		1 ს.	4375			2135	420	200				
		მარცხი	6,600	0.5%	59%	31%	6%	2.5%	1%			
6	რსტ. № 2827 მ-ღი ს. 63 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	8,500									
		30 წ.	5355			2530	425	170				
		მარცხი	8,300	1%	60%	31.5%	3.5%	2%				
		1 ს.	4146			2044.5	290.5	240				
		მარცხი	8,200	2%	65.5%	28%	4%	2%				
7	რსტ. № 1803 მ-ღი ს. 40 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	6,700									
		30 წ.	3953			1803	603	285				
		მარცხი	6,200	1%	54.5%	29%	8%	2%				
		1 ს.	3441			1708	490	434				
		მარცხი	6,000	0.5%	54.5%	29.5%	10%	5.5%				
8	რსტ. № 1735 მ-ღი ს. 45 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	6,500									
		30 წ.	3965			2010	300	195				
		მარცხი	5,200	0.5%	58%	34%	3.5%	4%				
		1 ს.	3043			1768	182	208				
		მარცხი	5,300	0.5%	54.5%	26.5%	2.5%	5.5%	0.5%			

ცხრილი 1-ის გაგრძელება

№	რსტ. № ვაჭარ-გაყიდვით, წლები	სადაც მოხდა	სადაც მოხდა	შედეგები							სადაც მოხდა	სადაც მოხდა
				მარცხი	მარცხი	ფაქტ.	მარცხი	მარცხი	მარცხი	მარცხი		
5	რსტ. № 3157 მ-ღი ს. 27 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	7,800									
		30 წ.	4902			2262	300	156				
		მარცხი	7,000	0.5%	62%	30.5%	5%	1%				
		1 ს.	4375			2135	420	200				
		მარცხი	6,600	0.5%	59%	31%	6%	2.5%	1%			
6	რსტ. № 2827 მ-ღი ს. 63 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	8,500									
		30 წ.	5355			2530	425	170				
		მარცხი	8,300	1%	60%	31.5%	3.5%	2%				
		1 ს.	4146			2044.5	290.5	240				
		მარცხი	8,200	2%	65.5%	28%	4%	2%				
7	რსტ. № 1803 მ-ღი ს. 40 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	6,700									
		30 წ.	3953			1803	603	285				
		მარცხი	6,200	1%	54.5%	29%	8%	2%				
		1 ს.	3441			1708	490	434				
		მარცხი	6,000	0.5%	54.5%	29.5%	10%	5.5%				
8	რსტ. № 1735 მ-ღი ს. 45 წ. მარცხი	სადაც მოხდა	6,500									
		30 წ.	3965			2010	300	195				
		მარცხი	5,200	0.5%	58%	34%	3.5%	4%				
		1 ს.	3043			1768	182	208				
		მარცხი	5,300	0.5%	54.5%	26.5%	2.5%	5.5%	0.5%			



ცხრილი 1-ის გაგრძელება

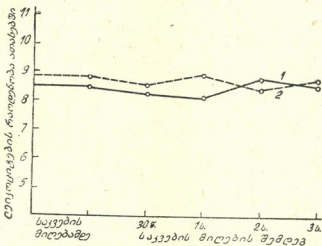
№	ისტ. № ავადმე. გვარი, წლოვანება, სქესი	გამოკლებულ დრო	საკვების რაოდენობა	ლიკოციტური ფორმულა							საერთო მეფობა	კუჭის წვენი HCl	
				ახალბ.	ჩხირ.	სუგმ.	ლიმფ.	მონოც.	ეოზინ.	ბაზოფ.			
9	ისტ. № 1486 ქ-ლი ე. 38 წ. მამაკაცი	საკვების მიღ-მდე	8.500		1% 52%	40%	5%	2%				28	10
		30 წ. შემდეგ	7.600		0.5% 50%	43%	4.5%	1.5%	0.5%				
		1 ს. შემდეგ	7.700		0.5% 50%	44%	4%	1.5%					
		2 ს. შემდეგ	8.700		1% 54%	37%	5.5%	2.5%					
		3 ს. შემდეგ	9.000		1.5% 56.5%	32.5%	6%	3%	0.5%				
				5220		2925	540	270	45				
10	ისტ. № 1449 ი-ლი ე. 43 წ. მამაკაცი	საკვების მიღ-მდე	3.850		5% 61%	18%	14%	2%				86	44
		30 წ. შემდეგ	4.050		4% 59%	22.5%	12%	2%	0.5%				
		1 ს. შემდეგ	4.500		4.5% 59.5%	20.5%	11.5%	3.5%	0.5%				
		2 ს. შემდეგ	4.100		3.5% 60%	21.5%	12%	2.5%	0.5%				
		3 ს. შემდეგ	4.800		4% 62%	14.5%	15%	4%	0.5%				
				3168		696	720	192	24				
11	ისტ. № 6567 ა-ძე ე. 56 წ. მამაკაცი	საკვების მიღ-მდე	5.800		3% 61%	25%	10%	1%				40	20
		30 წ. შემდეგ	4.700		1.5% 60%	28%	8.5%	2%					
		1 ს. შემდეგ	4.900		1.5% 59%	29%	9%	1.5%					
		2 ს. შემდეგ	6.800		3% 63%	23%	9%	2%					
		3 ს. შემდეგ	6.000		2.5% 60%	28.5%	8%	1%					
				3750		1710	480	60					
12	ისტ. № 7015 შ-ია ა. 34 წ. მამაკაცი	საკვების მიღ-მდე	5.800		1% 47%	44%	2%	6%				100	60
		30 წ. შემდეგ	4.500		0.5% 46%	43.5%	3%	7%					
		1 ს. შემდეგ	5.000		0.5% 45.5%	45%	2.5%	6.5%					
		2 ს. შემდეგ	5.700		1% 48%	45%	2%	4%					
		3 ს. შემდეგ	6.900		0.5% 1% 51.5%	40.5%	2%	5%					
				3622.5		2794.5	138	345					

კუჭის წვენი ანალიზი: ევალდ-ბოასის საცდელი საუზმის მიღებიდან 45 წუთის შემდეგ ამოღებულ იქნა კუჭის შიგთავსი 30 სმ³-ის რაოდენობით, მყარი ნაწილების შეფარდება თხიერთან 1:4, ქიმიფიკაცია — დამაკმაყოფილებელი. საერთო მჟავობა — 52, თავისუფალი მარილმჟავა — 34.

რენტგენოსკოპიით — კუჭი პიპოტონური, მცირე სიმრუდეზე კუჭის სხეულის მიდამოში აღინიშნება ნიშა, პერისტალტიკა ღრმა, გადასვლა თავისუფალი.

კლინიკური დიაგნოზი — კუჭის წყლული

საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ პირველი ლეიკოპენიის ფაზა დადგა საკვების მიღებიდან 1 საათის შემდეგ. ლეიკოციტების საწყისი რაოდენობა 6900-დან 5800-მდე დაეცა, ხოლო მეორე ფაზა ლეიკოციტოზისა დადგა 3 საათის შემდეგ საკვების მიღებიდან და ლეიკოციტების რაოდენობამ 8000-მდე მიაღწია (იხ. მრუდი 2).



მრუდი 3. ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებების მაჩვენებლები: 1—საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზი, 2—ლეიკოციტების თვითნებური მერყეობა

ლეიკოციტური ფორმულის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები, ისე როგორც წინა შემთხვევაში, ძირითადად ნეიტროფილური ელემენტების ხარჯზე მიმდინარეობს.

ლეიკოციტების თვითნებური მერყეობის მრუდი მკვეთრად განსხვავდება საჭმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის მრუდისაგან (იხ. მრ. № 2). ლეიკოციტების ცალკეული ფორმების მერყეობა ასევე უმნიშვნელოდაა გამოხატული (იხ. ცხრილი 2).

ავადმყოფი ე. 63 წლისა, შემოვიდა 9/V154 წელს. უჩივის ეპიგასტრიუმის მიდამოში ტკივილს, რომელიც ეწყება საკვების მიღებიდან 1-2 საათის შემდეგ, და ლებინებას. ტკივილი ავადმყოფს აწუხებს ბავშვობის ასაკიდან, მაგრამ უკანასკნელი 3 თვეა, რაც მწვავე ხასიათი მიიღო და ძლიერი ლებინება დაეწყო.

კუჭის წვენი ანალიზი: ევალდ-ბოასის საცდელი საუზმის მიღებიდან 45 წუთის შემდეგ ამოღებულ იქნა კუჭის შიგთავსი 30 სმ³ რაოდენობით. მყარი

ნაწილების შეფარდება თხიერთან 2:4, ქიმიფიკაცია დამაკმაყოფილებელი, საერთო მკაფობა — 90, თავისუფალი მარილმკაფა — 28, რეაქცია რძის მკაფაზე უარყოფითი. რენტგენოსკოპიით — კუჭი გაგანიერებული, მღებარეობს მკირე მენჯში, გადასვლა არ არის. 12 საათის შემდეგ აღინიშნება საკონტრასტო ნივთიერების უმნიშვნელო რაოდენობით გადასვლა კუჭიდან. *Bulbus duodeni* ძლიერ დეფორმირებულია.

კლინიკური დიაგნოზი — 12-გოჯა ნაწლავის წყლული, პილორუსის სტენოზი, კუჭის გაგანიერება.

საკვების მიღების შემდეგ ლეიკოციტური რეაქციის შესწავლით გამოირკვა, რომ საკმლის მონელებით ლეიკოციტოზს ნორმალური ორფაზიანი ხასიათი როდი აქვს. ლეიკოციტების რაოდენობრივი მერყეობა სუსტადაა გამოხატული. ლეიკოციტების საწყისი რაოდენობა 8200-ს უდრიდა, დაკვირების 2 საათისათვის უმნიშვნელოდ მოიმატა (8900), ბოლოს კი 8700 გახდა (იხ. მრ. 3).

როგორც ზემოთ აღწერილიდან ჩანს, ლეიკოციტების რაოდენობა ამ შემთხვევაში უმნიშვნელოდ მერყეობს, ასევე უმნიშვნელოა ფორმინი ელემენტების აბსოლუტური რიცხვების მერყეობა (იხ. ცხრილი 6).

ლეიკოციტების თვითნებური მერყეობა, შესწავლილი ამავე ავადმყოფზე, თითქმის ისეთივე ხასიათისაა, როგორც ლეიკოციტების რაოდენობრივი ცვლილებები საკვების მიღების შემდეგ.

მიუხედავად იმისა, რომ ამ შემთხვევაში საერთო მკაფობა 90 იყო, ხოლო თავისუფალი მარილმკაფა — 28, საკმლის მონელებით ლეიკოციტურ რეაქციას მაინც არ ჰქონდა ნორმალური ხასიათი.

ასეთივე სურათი მივიღეთ საკმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის დარღვევის დანარჩენ ორ შემთხვევაშიც (ერთ ავადმყოფს კუჭის კიბო აღმოჩნდა).

წყლულოვანი დაავადების 17 შემთხვევაში, როგორც უკვე იყო ნათქვამი, მიღებულ იქნა ნორმალური საკმლის მონელებითი რეაქცია, მიუხედავად იმისა, რომ კუჭის სეკრეცია სხვადასხვა იყო.

ამგვარად, საკმლის მონელებითი ლეიკოციტოზის სხვადასხვა სახით გამოვლინება არ შეიძლება კუჭის სეკრეციის ხასიათით აიხსნას.

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

(რედაქციას მოუვიდა 4.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. И. Бородулин. Некоторые изменения крови у больных раком желудка пищеварительный лейкоцитоз, «русск. врач», № 28, 1906, стр. 857—860.
2. Э. М. Гельштейн. О пищеварительной лейкоцитарной реакции, «Русск. клиника», № 1, 1924, стр. 27—47.
3. В. И. Иос т. Пищеварительный лейкоцитоз при раке желудка, «Сарат. Вестник Здравоохр.», № 10—11, 1923, стр. 7—15.
4. В. А. Тихонов. К вопросу о пищеварительном лейкоцитозе и его клиническом значении, Дисс., СПб., 1902.
5. Р. С. Часовников. Пищеварительный лейкоцитоз при различных формах желудочной сврекции, Сибирский арх. теорет. и клинич. медицины, т. IV, кн. 7, стр. 537—553. 1929.

ისტორია

დ. კაპანაძე

მ. ბარათაშვილისა და ვ. ლანგლუას ზოგიერთი ბანააზღვრის
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ბერძენიშვილმა 18.10.1956)

XII საუკუნის ბოლოსა და XIII ს. დასაწყისის „უწყსოდ მოჭრილ“ ქართულ მონეტათა უმრავლესობას და იმავე დროის „წესიერად მოჭრილ“ მრავალ მონეტას ახლავს სხვადასხვა ზედნაჭედი. მაგრამ ცნობილი თერთმეტი ქართული ზედნაჭედიდან ([1], 72) დღემდე გაშიფრულია მხოლოდ ორი, დანარჩენი ცხრა ამოუკითხავი დარჩა. ეს სტატია მიძღვნილია ერთ-ერთი გაურკვეველი ზედნაჭედის ამოკითხვისადმი და ამიტომ საჭიროდ მივიჩნიეთ ზედნაჭედების საერთო და ზოგადი დახასიათება.

მონეტაზე ზედნაჭედის მოთავსება, ე. ი. მონეტაზე გაცილებით უფრო მცირე ზომის პუნსონის საშუალებით რაიმე ნიშნის (კონტრომარკის) დატანა ხდებოდა სხვადასხვა მიზნით. ზედნაჭედს უმთავრესად იყენებდნენ მიმოქცევაში მყოფი მონეტის ნომინალური ღირებულების შესაცვლელად, ესე იგი მისთვის ახალი, რეალურ ღირებულებაზე გაცილებით უფრო მაღალი კურსის მისაცემად. ეს გამარტივებული ხერხი შესამჩნევად ამცირებდა მონეტის დასამზადებლად საჭირო ხარჯებს. ჩვენში ზედნაჭედს ხშირად იყენებდნენ იმისთვისაც, რომ უცხოური მონეტა საკუთარ მონეტებად გადაექციათ. ამრიგად, ამ ღონისძიებას საფუძვლად ძირითადად ეკონომიური მოსაზრებანი უდევს, მაგრამ, თუ ამ ღონისძიების მიზნები ჩვენთვის ასე თუ ისე აშკარაა, თვით ზედნაჭედების შინაარსი და მნიშვნელობა უმთავრესად გაურკვეველი რჩება.

უკვე აღნიშნული იყო, რომ აქამდე მხოლოდ ორი ზედნაჭედი გაშიფრული, ერთი მათგანი წარმოადგენს ჩაქდულ კვადრატს, ზომით 7x8 მმ, შიგ მოთავსებულ ასომთავრული ქართული ორი ასოთი **ქ** და **ნ**, რომლებიც უდავოდ რუსუდან დედოფლის სახელის დაქარაგმებას წარმოადგენს (იხ. ნახ. 1).



რუსუდანის სახელთან არის ასევე დაკავშირებული მეორე ზედნაჭედი, რადგან ნახატი, რომელიც მოთავსებულია 11—12 მილიმეტრის ზომის წრეში, ორნამენტის სახით მთლიანად მეორდება 1227 წლით დათარიღებული რუსუდანის სპილენძის მონეტის შუბლზე (იხ. ნახ. 2).

ნახ. 1

მ. ბარათაევმა შენიშნა კიდევ ამ ორნამენტში ორი-სამი ასო, რომლებიც რუსუდანის სახელის ნაწილს შეადგენენ ([2], III, 125), მაგრამ ე. პახომოვმა უარყო ეს მოსაზრება ([3], 117, და 128).

ამავე პერიოდს ეკუთვნის კიდევ ერთი ზედნაჭედი, რომლის ნახატს აქ № 3-ით ვიძღვეით და რომელსაც ვ. ლანგლუა რუსუდანის „მიფრად“ თვლიდა. მაგრამ შესადარებელი მასალის უქონლობის გამო მისი მოსაზრება დაუსაბუთებელი ჩანდა და ე. პახომოვი არც მას ეთანხმებოდა ([3], 128). დანატებით მოპოვებულ მასალასთან ამ ზედნაჭედის შედარებამ ცხადყო, რომ ვ. ლანგლუა არ ცდებოდა და მისი განსაზღვრა საცესებით სწორი აღმოჩნდა.



ნახ. 2

1952 წელს საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში შემოსულია რუსუდან დედოფლის უნიკალური და ყოველმხრივ ღირსშესანიშნავი დრამა (საინვ. № 7804, გ.), რომლის დაწვრილებითი აღწერა და ფოტოპროდუქცია მოცემულია ერთ-ერთ ჩვენს წერილში [4], ამიტომ აქ ვათავსებთ მხოლოდ ამ მონეტის ზურგის ჩანახატს (ნახ. 4).



ნახ. 3

თვალის უბრალო გადავლებითაც ადვილად შევნიშნავთ, რომ მონეტის ცენტრში მოთავსებული ერთმანეთში გადახლართული ხაზები წარმოადგენს 1200 წლით დათარიღებულ თამარის მონეტის მიხედვით კარგად ცნობილი ნიშნისა¹ და რუსუდანის სახელის შემადგენელი ყველა ასოს რთული მონოგრამის შერწყმას. ქვემოთ თვალსაჩინოებისათვის მოცემულია ამ გადახლართულ ხაზთა ცალკე ნახატი და იგივე ნახატი, დაშლილი შემადგენელ ნაწილებად (იხ. ნახ. 5).



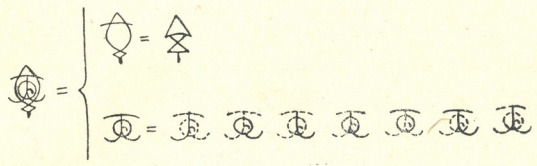
ნახ. 4

ეს მეტად საინტერესო ნახატი მნიშვნელოვანი აღმოჩნდა იმიტომაც, რომ სრული დამაჯერებლობით ცხადყო მ. ბარათაევის და ვ. ლანგლუას მოსაზრებათა სისწორე. ჩვენს უნიკალურ დრამაზე გამოსახულია საგვარეულო ნიშანი, რომლის ცენტრში მოთავსებულია მონოგრამა. ამ მონოგრამისა და განსახილველი ზედნაჭედის (იხ. ნახ. 3) მსგავსება ექვს არ იწვივს, მაგრამ სრული სიცხადისა და შედარების გასაადვილებლად აქ მათი ნახატები განმეორებულია.

მონოგრამაში მოცემული ზოგიერთი დამატებითი ხაზი ზედნაჭედის ნახატს აკლია, რაც უკანასკნელის გამარტივებითა და სქემატიზაციით აიხსნება, — ოსტატს მისი ამოჭრა უხდებოდა გაცილებით უფრო მცირე, დაახლოებით 10 მმ.

¹ შემოსვენებული ჩენი სტატია [4] მიძღვნილია სწორედ ამ ნიშნის გაშიფრვისადმი.

ზომის პუნსონზე. თამარის ზოგიერთი მონეტის ანალოგიურად ([1], 64, 65 და [3], 99) მე მიზანშეწონილად მიმაჩნია ამ „შიფრს“ რუსულანის ვენზელი ვუწოდოთ.



ნახ 5

ნუმიზმატთა მტკიცება იმის შესახებ, რომ ეს ზედნაჭედი რუსულან დედოფლის სპილენძის მონეტის ორნამენტის ნაწილს წარმოადგენს, სავსებით სამარ-



მონოგრამა დრამაზე



ზედნაჭედი

თლიანია. მაგრამ, ამასთან დაკავშირებით, შეგვიღვივებენ ე. პახომოვის იმაში, თითქოს ამ ორნამენტის ცენტრალური „ხვეული“ (მე-6 ნახატზე ის შეღებილია ტუშით) მუსლიმანური წარმოთქმის შენიღბვას წარმოადგენს ([3], 117 და 128). ამას ეწინააღმდეგება არა მარტო ზემოთ მოყვანილი შედარება, არამედ ქვემოთ, ცალკე მე-7 ნახატზე მოყვანილი ამ „ხვეულის“ გაშიფვრა.

სავსებით აშკარაა, რომ ზემოხსენებული მონოგრამისა და ნაწილობრივ ზედნაჭედის მსგავსად, ეს „ხვეულიც“ შეიცავს იმავე ასოებს, რომელთაგან შედგენილია რუსულან დედოფლის სახელი⁽¹⁾. ამრიგად ირკვევა, რომ, ე. პახომოვის კატეგორიული უარყოფის მიუხედავად, მ. ბარათაევიც სავსებით სწორ გზაზე მდგარა.

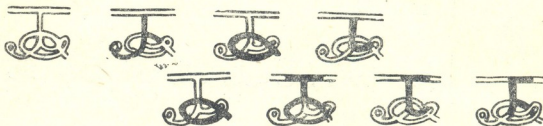


ნახ. 6

ზემოვანხილული სამი ზედნაჭედი უდავოდ რუსულანს მიეკუთვნება* არა მარტო თავისი გარეგანი ნიშნებით, არამედ იმიტომაც, რომ ლაშა გიორგისა, თამარისა და ზოგჯერ გიორგი III და დემეტრე I მონეტებზე ([1], 72) მათი გაჩენა სათანადო ისტორიული პირობებითაც ([5], 31) აიხსნება. ნუმიზმატიკური

(¹ მადლობას ვუხდით თ. ბარნაველს, რომელმაც ამ „ხვეულის“ გაშიფვრაში მიიღო მონაწილეობა.)

ფაქტებით დასტურდება, რომ მისი სახელით აღბეჭდილი მონეტები რუსუდანის ტახტზე ასვლის 5 წლის შემდეგ გაჩნდა მხოლოდ, ე. ი. 1227 წელს ([1], 69 და [3], 117). ცხადია, რომ ამ ხუთი წლის მანძილზე სახელმწიფო უფულოდ ვერ გაძლებდა. ამიტომ, რუსუდანის მმართველობის პირველ ეტაპზე ის უნდა დაკმაყოფილებულიყო თავის წინამორბედთა მონეტებით. ასეთ შემთხვევებში მო-



ნახ. 7

ნეტებზე ჩვეულებრივ დამატებითი ნიშანი ჩნდება, ე. ი. მასზე ზედნაქედს ათავსებენ. მართლაც, აღნიშნულ დროს ჩვენში ეს ღონისძიება განსაკუთრებით იყო გავრცელებული.

ამ ზედნაქედებიდან ორი ადრევე იყო გაშიფრული ([1], 73 და [3], 127), ხოლო მესამე იხსნება საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმისეული უნიკალური დრამის წყალობით. უფრო მეტიც,—თამამად ვიტყვით, რომ აქედან ორი ზედნაქედი (ნახ. 2 და 3) ხმარებაში ყოფილა რუსუდანის მმართველობის პირველ ოთხ წელიწადს. ესეც უტყუარი საბუთებით დასტურდება: 1226 წელს ჯვალს ედინის მიერ გადაჭედილ ქართულ მონეტებზე ეს ზედნაქედები ყოველთვის მოჭედილია სულთანის უფრო გვიანდელი სიქის ქვეშ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის

საქართველოს სახელმწიფო

მუზეუმი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. Г. Капанадзе. Грузинская нумизматика, Москва, 1955.
2. М. Баратаев. Нумизматические факты грузинского царства, СПб, 1844.
3. Е. А. Пахомов. Монеты Грузии, ч. I (домонгольский период). Записки Нумизматического отделения ИРАО, СПб., 1910
4. Д. Г. Капанадзе. Родовой знак Багратионов на грузинской средневековой монете. Юбилейный сборник, посвященный столетию со дня рождения А. В. Орешникова, ч. II, Москва, 1957.
5. ივ. ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია. წიგნი მესამე, თბილისი, 1949.



მეცნიერების ისტორია

პ. ფიჭვილაშვილი

არქეოლოგიური გათხრებისას მოკოვებულნი ზოგიერთი სადასტაქრო იარაღის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. ჩიქოვანმა 15.11.1956)

ქართული არქეოლოგიური ძეგლოვანი მასალის შესწავლამ ცხადყო, რომ საქართველოში დაახლოებით X—VI საუკუნეებში აწარმოებდნენ ისეთ რთულ ოპერაციებს, როგორცაა თავის ქალას ტრეპარაცია [1]. ამგვარი ოპერაციების წარმოება, ცხადია, სათანადო სადასტაქრო იარაღების გარეშე შეუძლებელია.

ჩვენ შევეცადეთ შეგვესწავლა, საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში დაცული ქართული არქეოლოგიური მასალების მიხედვით, ჩვენამდე მოღწეული ზოგიერთი სადასტაქრო იარაღი. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ეს იარაღები ერთი შეხედვით ისეთ შთაბეჭდილებას ახდენენ, თითქოს მათ იყენებდნენ არა სადასტაქრო მიზნით, არამედ საოჯახო, სამეურნეო და სხვა მიზნით. ამას ხელს უწყობს ის გარემოებაც, რომ თითო სამარხში თითო ნივთია აღმოჩენილი და ისიც ისეთი, რომელიც ოპერაციის წარმოების ამა თუ იმ ეტაპზე იხმარება და არა მთელი ოპერაციის მსვლელობის დროს. მაგრამ ასეთი მოსაზრების საწინააღმდეგოდ მიუთითებს უპირველეს ყოვლისა ის გარემოება, რომ ამ იარაღების ნაწილი ეკუთვნის ბრინჯაოდან რკინაზე გარდამავალ ხანას (XI—IX სს.), ხოლო ნაწილს უშუალოდ გადაყვავართ რკინის ხანაში. ამ დროისათვის კი რკინა მეტად ძვირად ფასობდა. მას ძირითადად ბრინჯაოს იარაღების შესამკობად და უმთავრესად საომარი იარაღების დასამზადებლად იყენებდნენ [2]. აღნიშნული გარემოება გვაფიქრებინებს, რომ რკინისაგან ამზადებდნენ ისეთ სადასტაქრო იარაღებს, რომლებიც ქსოვილთა გასაკვეთად იყო განკუთვნილი. ამის გამო ასეთი სახის ბრინჯაოს იარაღი, როგორც ჩანს, რკინის იარაღს ხმარებიდან სრულიად გაუძევებია. იარაღებს შორის ბრინჯაოს დანის კვალი არც ერთ შემთხვევაში არ ჩანს. ბრინჯაოს დანით კი, როგორც ბაბილონური წერილობითი წყაროებიდანაცნობილი, ჟერ კიდევ ძვ. წ. 2250 წელს აკეთებდნენ ისეთ რთულ ოპერაციებს, როგორცაა სხეულის შიშვე გაკვეთა, ბროლის ექსტრაქცია და სხვა [2].

როგორც ცნობილია, ბრინჯაოს იარაღები უფრო კარგად ინახება მიწაში და თითქმის არ ფუჭდება, რკინის იარაღები კი, დროის გარკვეულ მოწაკვეთში (3000—2500) ეანგვითი პროცესების გამო იშლება და, თუ იგი პატარა ზომისაა, შეიძლება უკვალოდ გაქრეს [2].

ვფიქრობთ, აღნიშნულით უნდა აიხსნას ის გარემოება, რომ ბრინჯაოს სადასტაქრო იარაღების გვერდით ჩვენ მიერ ქვემოთ დასახელებულ სამარხებში ვერ ვხვდებით რკინის ისეთ სადასტაქრო იარაღს, როგორცაა დანა, რომელმაც, ალბათ ხმარებიდან განდევნა თავისი წინაპარი ბრინჯაოს დანა, ანდა, როგორც

ზოგიერთი არქეოლოგი ფიქრობს, რკინის ხანაში ჭირსუფალი რკინას, როგორც ძვირფას ლითონს, ყოველთვის ვერ იმეტებდა მიცვალებულისათვის ჩასატანებლად [2].

მიუხედავად არსებული ნაკლოვანებისა, ჩვენ მაინც მიზანშეწონილად ვცანით აღნიშნული იარაღების შესწავლა. მათი გარეგნული მონაცემები თითქოს გვაძლევს საფუძველს მათში დავიანახოთ უფრო ხალხური სადასტაქრო იარაღები, ვიდრე სამეურნეო ან შინამოხმარების საგნები. თუმცა მთლიანად არც ამ გარემოების გამორიცხვა შეიძლება, რადგან იმ დროისათვის, როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული, ადამიანი რკინას მეტად მომჭირნეობით ხმარობდა და ერთსა და იმავე იარაღებს, შესაძლოა, სხვადასხვა ფუნქციები ჰქონდა დაკისრებული. ამგვარად, აღნიშნული საკითხი ქართული მედიცინის ისტორიის თვალსაზრისით გარკვეულ ინტერესს იწვევს და უდავოდ შესწავლის ღირსია.

ქვემოთ აღვწერთ საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში არქეოლოგიური გათხრებით მოპოვებულ ზოგიერთ სადასტაქრო იარაღს.

1. ბრინჯაოს ნემსი № $\frac{12-54}{1032}$, სამთავრო (მცხეთა). მოპოვებულია

1939 წ. № 10 ორმოსამარხში არქ. აღ. კალანდაძის მიერ. ეკუთვნის ძვ. წ. XI—X სს. (2 ნემსი მრგვალგანიკვეთიანია, აქვს ოვალური ყუნწი, სიგრძე 12,8 სმ უდრის, გარშემოწერილობა ყუნწისა — 3 მმ. შუაწელის — 2 მმ. წვერის — 1 მმ.

2. ბრინჯაოს ნემსი № $\frac{12-54}{1696}$, სამთავრო. მოპოვებულია 1939 წ. № 143

ორმოსამარხში არქ. მ. ივანიშვილის მიერ. ეკუთვნის ძვ. წ. X—IX სს. იგი მრგვალგანიკვეთიანია — წაწვეტილებული, შუიდან წვერისაკენ ოდნავ დეფორმირებული, აქვს ოვალური ყუნწი. სიგრძე 13,7 სმ უდრის, ყუნწის გარშემოწერილობა — 4 მმ, შუაწელისა — 2,5 მმ, წვერის — 1 მმ.

3. ბრინჯაოს ნემსი № $\frac{12-54}{1578}$, სამთავრო. მოპოვებულია 1939 წ. № 51

ორმოსამარხში არქ. აღ. კალანდაძის მიერ. ეკუთვნის ძვ. წ. IX—VIII სს. ნემსი მრგვალგანიკვეთიანია, ბრტყელი ყუნწით და მრგვალი ნაჩვრეტით. სიგრძე — 12,5 სმ, ყუნწის გარშემოწერილობა — 3,5 მმ, შუაწელის — 2 მმ, წვერის — 1 მმ.

4. ბრინჯაოს ნემსი № $\frac{12-54}{1368}$, სამთავრო. მოპოვებულია 1939 წ. № 39 ორ-

მოსამარხში არქ. აღ. კალანდაძის მიერ. ეკუთვნის ძვ. წ. IX—VIII სს. ნემსი მრგვალგანიკვეთიანია, წაწვეტილებული, ოდნავ დეფორმირებული, აქვს ბრტყელი ყუნწი და მრგვალი ნაჩვრეტი. სიგრძე — 11 სმ, გარშემოწერილობა ყუნწისა — 3,5 მმ, შუაწელის — 2 მმ, წვერის — 1 მმ.

5. ბრინჯაოს ნემსი № $\frac{12-54}{1384}$, სამთავრო. მოპოვებულია 1939 წ. № 40

ორმოსამარხში არქ. აღ. კალანდაძის მიერ. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VII სს. ნემსი მრგვალგანიკვეთიანია, წაწვეტილებული, ბრტყელი ყუნწით და მრგვალი ნაჩვ-

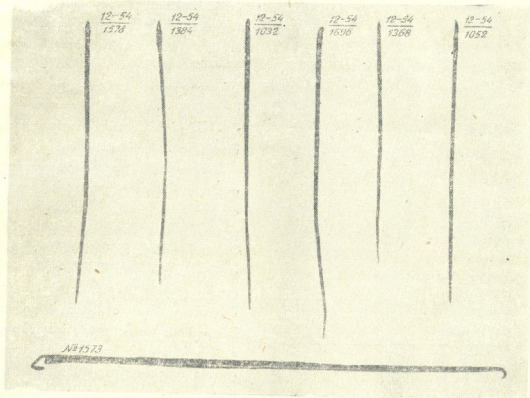
(1) აქვს და შემდეგად იფლისხმება საწუხეულსა საინვენტარო ნომერი.

(2) თარიღების დადგენა ეკუთვნის არქ. აღ. კალანდაძეს.

რეტიო. სიგრძე—11,6 სმ, ყუნწის გარშემოწერილობა—3,5 სმ, შუაწელის—2 მმ, წვერის—1 მმ.

6. ბრინჯაოს ნემსი № $\frac{12-54}{1052}$. სამთავრო. მოპოვებულია 1939 წ. № 23

ორმოსამარხში არქ. აღ. კალანდაძის მიერ. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VI სს. ნემსს ყუნწი მოტეხილი აქვს. იგი მრგვალგანივკვეთიანია, წაწვეტებული: ნარჩენი სიგრძე — 12,5 სმ, ყუნწის ნარჩენ მიდამოში გარშემოწერილობა — 3 მმ, შუაწელის — 2 მმ, წვერის — 1 მმ.

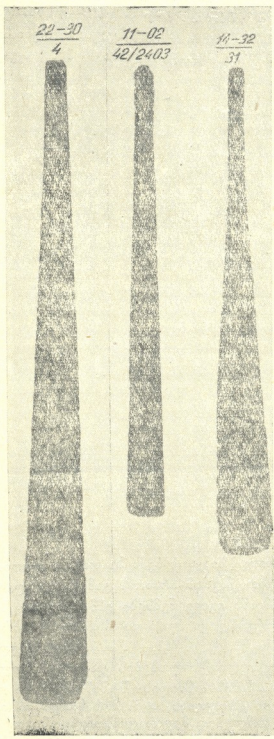


სურ. 1

საფიქრებელია, რომ ზემოთ აღწერილ ბრინჯაოს ნემსებს თავისი დროისათვის სამეურნეო დანიშნულებაც ჰქონდათ, მაგრამ არ არის გამოჩენილი ის გარემოებაც, რომ იმ დროისათვის ადამიანს იგივე ნემსები ეხმარა დიდი ზომის ჭრილობების გასაყვრად; ამის სასარგებლოდ ლაპარაკობს, ერთი მხრივ, ქართული არქეოლოგიური ძეგლვანი მასალა (ძვ. წ. VII—VI სს.), რომელზედაც ნათლად ჩანს გაურთულებლად შეხორცებული ჭრილობების კვალი [1], ხოლო, მეორე მხრივ, V ს. წერილობითი ძეგლი „წამებაჲ წმიდისა შუშანიკისი“, საიდანაც ვტყობილობთ, რომ ჩვენი წინაპრები ჭრილობას ჯერ მოხანდნენ და ისე გაწმენდნენ, შემდეგ კი მალამოთი და წამლებით მკურნალობდნენ: „მიბრძანე და მოგზანო სისხლი ეგე პირსა შენსა (სთხოვს ვარსკენისაგან ნაცემ დედოფალს იაკობ ხუცესს) და ნაცარი, რომელი თუალთა შენთა შთაცუეულ არს და საღბუნი და წამალი დაგადვა. რაითა, ჰე, ღამე თუ განიკურნო!“ [4].

32. „ნოამბე“, ტ. XVIII, № 4, 1957

დიდი მოცულობის ჭრილობებს კი, გარდა ზემოთ ხსენებული მანიპულაცი-
ებისა, აბრეშუმის ძაფით კერავდნენ. ამის შესახებ „უსწორო კარაბადინში“
(XI ს.) ნათქვამია: „თუ გაკვეთილი ერთი მტკაველი იყოს ანუ უფრო, ფოლადის



ნემსით უნდა შეკეროს აბრეშუ-
მითა ფრთხილად, ეს ნაწილი...
შეკერულზე ნოაყარე და ზედ ძვე-
ლი ბანბა დასდევ და შეხვიე“ [5].
მოყვანილი ამონაწერიდან ნათ-
ლად ჩანს, რომ გაკერილ ჭრილო-
ბაზე აყრიდნენ მშრალ სამკურ-
ნალო ფხვნილს, ადებდნენ ნახვევს,
ალბათ იმ მოსაზრებით, რომ
ჭრილობიდან გამონადენი სისხლი
შეწოვილიყო. აღნიშნული გარე-
მოება კი ამჟამად ჭრილობების
მკურნალობის საქმეში ერთ-ერთი
მთავარი პირობათაგანია.

მაშასადამე, წერილობითი ძეგ-
ლები და შესწავლილი ქართული
არქეოლოგიური ძეგლოვანი მასალა
გვიჩვენებს, რომ ჭრილობების
მკურნალობის საქმე ჩვენში ადრი-
დანევე სათანადო სიმაღლეზე ყო-
ფილა დაყენებული. სახელდობრ,
მკურნალობის საქმეში, გარდა
წამლებისა და ნახვევის დადებისა,
დიდი ჭრილობების შემთხვევების
დროს მიღებული ყოფილა ჭრი-
ლობის გაკერვა, რისთვისაც და-
სტაქარი სამეურნეო ხასიათის
იარაღებსაც კი იყენებდა. დასა-
შვებია, რომ ასეთ იარაღთა რიცხვს
ეკუთვნოდა ზემოთ აღწერილი
ნემსებიც, რომლებიც უსწორო
კარაბადინში დასახელებულ „ფო-
ლადის ნემსის“ შორეულ წინა-
პრად შეგვიძლია მივიჩნიოთ. ამ
მოსაზრების სასარგებლოდ ლაპა-
რაკობს აგრეთვე ექ. გ. თედო-
რაძის მიერ აღწერილი ხევსუ-
რული სადასტაქრო იარაღები,
რომელთა შორის გვხვდება ყოველ-

სურ. 2

დღიურად სახმარი საოჯახო იარაღი — დ ა ნ ა, სამეურნეო ხასიათის იარაღი — ხვეწი და სხვა [6].

1. ბრინჯაოს მრგვალი ზონდი № 1573. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. მ. ივაშჩენკოს მიერ 1939 წ. № 160 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. IX—VIII სს. ზონდი მრგვალგანივკვეთიანია, წვერი ყუნწისაკენ მოკაუჭებული აქვს 3—4 მმ სიგრძეზე. ყუნწი მოკაუჭებული წვერის მხარეს თითქმის ოვალურია და ნაწილობრივ ჩატეხილი. სიგრძე — 21 სმ, ყუნწის დიამეტრი — 8 მმ, შუაწე-ლის — 8 მმ, წვერის — 1 მმ.

თუ დავეყრდნობით მოგვიანებითი ხანის ცნობას, სადაც ნათქვამია: „...თუ ეს დაკოდლი თავს იყოს, ...თუ ღრმად იყოს პატრუქით შეუღლე“ [5], ზემოთ აღწერილი ნივთის შესახებ შეგვიძლია ვთქვათ, რომ იგი უნდა წარმოადგენდეს ზონდს, რომლის საშუალებითაც კრილობის სიღრმეში შეჭკონდათ პატრუქი. ამის სასარგებლოდ ლაპარაკობს ის გარემოება, რომ ამ ხელსაწყოს წვერი მოკაუჭებული აქვს, ე. ი. აქ მხედრობაში მიღებულია სამი გარემოება — პირველი: წვერს რომ არ გაეჩხვლიტა პატრუქი და ტკივილები არ მიეყენებინა ავადმყოფისათვის (კრილობაში პატრუქის ჩადების დროს); მეორე: მოკაუჭებული თავი კარგად ამოტენიდა კრილობას პატრუქით, და მესამე: მოკაუჭებული წვერითანი თავით ადვილი იქნებოდა საჭირო შემთხვევაში როგორც პატრუქის დაძვრა, ისე მისი მთლიანად ამოღება კრილობიდან.

1. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{22-30}{4}$ — ძველი ანაგა (ჯახეთი). მოპოვებულია 1930 წ. ალაზნის არხის სამუშაოების დროს. ჩამოტანილია ს. მ ა კ ა ლ ა თ ი ა ს მიერ. ეკუთვნის ძვ. წ. XI—VI სს. პინცეტი ძირითადად კარგად არის შენახული, პირები ოდნავ შიგნით აქვს შებრუნებული, ასე რომ დამჭერის ფუნქციას კარგად ასრულებს. სიგრძე — 12,2 სმ, პირის სიგანე — 15 მმ.

2. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{11-02}{42/2403}$ სომხითი (ქვემო ქართლი), მოპოვებულია 1902 წ. არქ. ა. დ. ერიცივის მიერ. ეკუთვნის დაახლოებით ძვ. წ. XI—VI სს. სიგრძე — 10,8 სმ, პირის სიფართე — 8 მმ.

3. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{14-32}{31}$. მოპოვებულია ზინდისში (სურამი) 1932 წ. ეკუთვნის დაახლოებით ძვ. წ. XI—VI ს. (სიგრძე — 11,5 სმ, პირის სიფართე — 12 მმ.

4. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{15}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. ალ. კალანდაძის მიერ 1938 წ. № 65 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. X—IX სს. სიგრძე — 9 სმ. პირის სიფართე — 8 მმ.

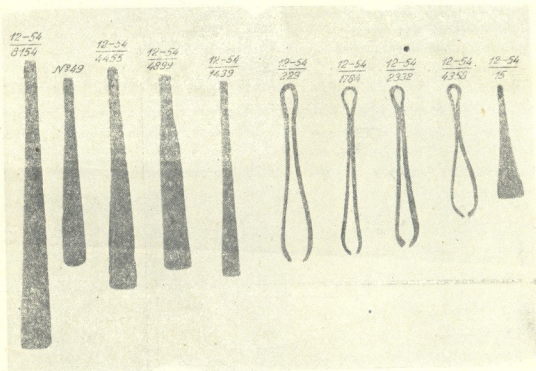
5. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{8154}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. ალ. კალანდაძის მიერ 1939 წ. № 196 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. IX—VIII სს. პინცეტის მკლავების ზედაპირი შემკულია დაკლაკნილი ხაზოვანი სახეებით. სიგრძე — 13 სმ, პირის სიგანე — 11 მმ.

(1 პირველ სამ შემთხვევაში თარიღების დადგენა ეკუთვნის არქ. რ. აბრამიშვილს, დანარჩენ ათ შემთხვევაში კი—არქ. ალ. კალანდაძეს.

6. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{4455}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. აღკვანდაძის მიერ 1940 წ. № 151 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. IX—VIII სს. წინა შემთხვევის მსგავსად, პინცეტის ზედაპირი შემკულია დაკლაკნილი ხაზოვანი ორნამენტით. სიგრძე — 10 სმ, პირის სიფართე — 9 მმ.

7. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{1439}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. აღკვანდაძის მიერ 1939 წ. № 44 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VII სს. სიგრძე — 5 სმ., პირის სიფართე — 12 მმ.

8. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{4899}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. აღკვანდაძის მიერ 1940 წ. № 181 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VII სს. პინცეტის მკლავების ზედაპირი შემკულია ტეხილი ხაზოვანი ორნამენტით. სიგრძე — 8,5 სმ, პირის სიფართე — 11 მმ.



სურ. 3

9. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{1784}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. აღკვანდაძის მიერ 1939 წ. № 70 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VII სს. პინცეტს აქვს მომრგვალებული თავი და შეიწროებული ყელი. სიგრძე — 7,6 სმ., პირის სიფართე — 10 მმ.

10. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{2332}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. აღკვანდაძის მიერ 1939 წ. № 112 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VII სს. სიგრძე — 7 სმ. პირის სიფართე — 12 მმ.

11. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{229}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. აღ. კალანდაძის მიერ 1938 წ. № 17 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VI სს. სიგრძე — 9 სმ., პირის სიგანე — 10 მმ.

12. ბრინჯაოს პინცეტი № $\frac{12-54}{4358}$. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. აღ. კალანდაძის მიერ 1939 წ. კულტურულ ფენაში. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VI სს. სიგრძე — 6 სმ., პირის სიგანე — 11 მმ.

13. ბრინჯაოს პინცეტი № 49. სამთავრო. მოპოვებულია არქ. მ. ივანე-ჩენკოს მიერ 1939 წ. № 15 ორმოსამარხში. ეკუთვნის ძვ. წ. VIII—VI სს. სიგრძე — 8,5 სმ., პირის სიგანე — 7 მმ.

ამგვარად, ყველა პინცეტი, როგორც მათი აღწერილობიდან და სურათებიდან ჩანს, კარგად არის შენახული. ყველა მათგანს მხრები დასაწყისში შედარებით ოდნავ ვიწრო აქვს, ხოლო შემდგომ თანდათან ფართოვდება და მთავრდება განიერი შიგნით შებრუნებული პირით. აღნიშნულის გამო, მათ კარგად შეეძლოთ შეესრულებინათ დამჭერის ფუნქცია. როგორც მოყვანილი აღწერილობიდან ჩანს, ყველა ეს 13 პინცეტი ერთიმეორისაგან განსხვავდება მხოლოდ სიგრძით, ფორმითა და შესახედაობით კი ერთიმეორის მსგავსია. ჩვენ მიერ შესწავლილ პინცეტთა შორის სამი პინცეტი შემკულია ხაზოვანი ორნამენტით.

ყველაზე პატარა პინცეტის სიგრძე 5 სმ-ია, ხოლო ყველაზე გრძელისა — 13 სმ. დასახელებული პინცეტების პირის სიფართოვე კი საშუალოდ 7—15 მმ უდრის.

როგორც ცნობილია, პიპოკრატეს (ძვ. წ. V ს.) სადასტაქრო ხელსაწყოებს შორის (ზონდი, გამოსაფხეკი კოვზი, მოხრილი მამა ქრილობიდან ჩამტვრეული ძვლები ამოსაღებად, კათეტერი შარდის გამოსაშვებად, საშოსა და უკანა ტანის დასათავლიერებელი სარკეები) ნახსენებია ორი სახის პინცეტი: ქიორუგიული და ანატომიური [7]. ამათგან ჩვენ მიერ აღწერილი პინცეტები (თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ზოგიერთი მათგანის სიგრძეს) თითქმის არაფრით არ განსხვავდებიან.

„უსწორო კარაბადინი“ განასხვავებს ორი სახის პინცეტს — პატარას და დიდს. პატარა პინცეტს კარაბადინი „ჩქიფს“, ანუ მამას უწოდებს, დიდი პინცეტი კი „მარწუხის“, ანუ გრძელი მამის სახელით არის მოხსენებული. ჩვენ მიერ აღწერილი პინცეტებიდან „ჩქიფს“ შეიძლება მივაკუთვნოთ 9 პინცეტი, რომელთა სიგრძე — 5—9 სმ. უდრის, პირის სიგანე კი — 7—12 მმ. „მარწუხს“ კი ჩვენ მიერ შესწავლილი პინცეტებიდან შეიძლება მივაკუთვნოთ დანარჩენი ოთხი, რომელთა სიგრძე 10—13 სმ, ხოლო პირის სიგანე 11—15 მმ უდრის.

„უსწორო კარაბადინში“ პინცეტთა ასეთი დაყოფა იმ გარემოებაზე მიგვი-თითებს, რომ საქართველოში სადასტაქრო პრაქტიკაში მათ ზმარებას დიდი ხნის ისტორია უნდა ჰქონოდა. უნდა ვიფიქროთ, რომ ასეთი დაყოფა პრაქტიკული თვალსაზრისით იყო ნაკარანხევი. კერძოდ, ისინი ალბათ ინმარებოდნენ ოპერაციის წარმოების დროს სხვადასხვა მიდამოებზე და ორგანოებზე, ან შესაძლოა უცხო სხეულთა ამოსაღებად. აღნიშნული მოსაზრების სასარგებლოდ ლაპარაკობს როგორც უძველესი, ისე მოგვიანებითი ხანის წერილობითი წყაროები. იგივე დასტურდება არქეოლოგიური მასალის შესწავლითაც.

ამგვარად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საქართველოში არქეოლოგიური კვლევა-ძიებით მოპოვებული მატერიალური კულტურის ნაშთების შესწავლა-საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ჩვენამდე მოღწეულ ისეთ სადასტაქრო იარაღებზე, როგორცაა ბრინჯაოსაგან დამზადებული ნემსები, ზონდი და პინცეტები, ამას კი ქართული ხალხური მედიცინის ისტორიის თვალსაზრისით მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ეკიმთა დახელოვნების თბილისის
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.11.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. 3. ფირფილაშვილი. სამთავროს სამაროვანში გათხრების შედეგად მოპოვებული მასალები ძვალთა სისტემის დაავადების შესწავლისათვის. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 8, თბილისი, 1954, გვ. 551—559.
2. გ. გობეჯიშვილი. არქეოლოგიური გათხრები საბჭოთა საქართველოში. თბილისი, 1952, გვ. 75.
3. ბაბილონის მეფის ზამურაპის კანონები, ელ. აბაშიძე-რუსიას და ალ. რუსიას თარგმანი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამოცემა, თბილისი, 1934, გვ. 66. მუხლი 218.
4. ძველი ქართული ენა და ლიტერატურა. ქრესტომათია, შედგენილი ა. შანიძის, ალ. ბარამიძისა და ილ. აბულაძის მიერ. თბილისი, 1940, გვ. 7.
5. ქანანელი. უსწორო კარაბადინი. თბილისი, 1940, გვ. XXXI, გვ. 390—391.
6. ექ. გ. თედორაძე. ზუთი წელი ფშავ-ხევსურეთში, წ. I, 1930, გვ. 98—100.
7. Г. Дильс. Античная техника. Перевод и примечания М. Е. Сергеевко и П. П. Забаринского. Москва—Ленинград, 1934, стр. 32.



ხელოვნების ისტორია

რ. შვილიძე

ბედიის ტაძრის მხატვრობის დათარიღების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩუბინაშვილმა 15.5.1956)

ქართული ხუროთმოძღვრების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ძეგლი, ტაძარი ს. ბედიაში (აფხაზეთში), ისტორიული საზუთების თანახმად აგებულია მეფე ბაგრატ III-ია (975/78—1014 წ. წ.) მიერ, რომელიც 1014 წ. გარდაიცვალა და, როგორც ისტორიული ქრონიკები მოწმობს, ბედიაშია დასაფლავებული.

ძეგლის არქიტექტურული სახე მთლიანად, ისევე როგორც შენობის ფასადებისა და ინტერიერის მორთულობის შერჩენილი ცალკეული დეტალები, სავსებით ადასტურებენ ამრიგად ნაწარაუდევ თარიღს. ჩვენი შრომის საგანს შეადგენს მხატვრობა, რომლითაც დღემდეა დაფარული ტაძრის კედლების ცალკეული უბნები და ამჟამად სამწუხარო ნაფლეთებს წარმოადგენს ოდესღაც მთლიანი და საყურადღებო მოხატულობისა, რომელსაც განახლება და შევსება განუცდია სხვადასხვა ისტორიულ ეტაპზე.

ძირითად მომენტს, რომელიც იპყრობს ტაძარში შესული მნახველის ყურადღებას, შეადგენს რიგი ქტიტორების გამოსახულებები, რომლებიც, როგორც ეს მიღებულია განვითარებული შუასაუკუნეების ხანის საქართველოში, მოთავსებულია საკურთხევლის მახლობელ კარგად გაშუქებულ ადგილებში, — სათანადო მკლავების ჩრდილოეთისა და სამხრეთის კედლებზე გუმბათქვევით სივრცეში, ქვემო სარტყელზე.

ჩრდილოეთის კედელზე წარმოდგენილია (სურ. 1) ოთხი ფიგურა სრული სიმაღლით: მანდილოსანი მხრებზე ჩამოფენილი თეთრი მანდილით შუახნის მამაკაცის გვერდით და შემდეგ ჭაბუკი და ყრმა, რომლის ასაკი, გარდა ქალწულებრივ ნაზი, უწყვერულევაშო პირისახისა, ხაზგასმულია მამაკაცის ფიგურასთან შედარებით შემცირებული სიმაღლით. ეს ოთხი ფიგურა ერთი ოჯახის: დედ-მამისა და მათი ორი ვაჟის—უფროსის, უკვე თითქმის ვაჟკაცისა, და უმცროსის—ჯერ კიდევ ყრმის—შთაბეჭდილებას ახდენს. კომპოზიციური თვალსაზრისით ჯგუფი გააზრებულია როგორც ერთი, რიტმულად აგებული მწკრივი: საკურთხევლისკენ, უფრო სწორად სამკვეთროში შესასვლელის თავზე წარმოდგენილი მაკურთხეველი ქრისტეს გამოსახულებისაკენ მიმართული ფიგურები განმეორებულია თითქმის ფასურად გაშლილი კორპუსისა და გვერდზე გაზიდული ხელები ერთი და იმავე მოძრაობით, რომელიც მოკლებულია განმეორების მოსაბეზრებელ ხასიათს ცალკეული პერსონაჟების სხვადასხვა სიმაღლისა, და მაშაადამე, ხელების სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგების წყა-

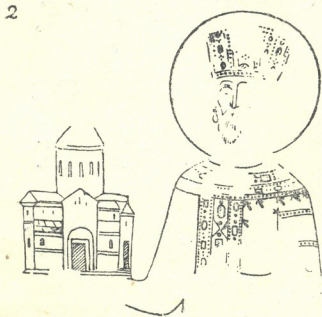
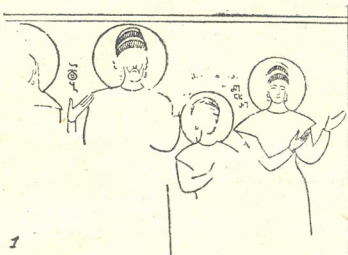
ლობით. ქტიტორის სამოსლის ფერადების შენაცვლება, ე. ი. მათი განმეორება ერთი ფიგურის შემდეგ (ჭაბუკისა და მამაკაცის აგურისფერი—წითელი ზემო სამოსელი და ცივი ელფერის მწვანე ქვედა სამოსელი, ყრმისა და მანდილოსნის მწვანე ზემო სამოსელი და წითელი ქვედა სამოსელი) დამატებით მოწმობს იმას, რომ აქ ადგილი აქვს მოსაზრებულ განზრახვას: რიტმული განმეორების ხერხით მტკიცედ იქნეს შეკავშირებული კომპოზიციის განმარტობული რგოლები და შეიქმნას მათგან ერთი მხატვრული მთლიანობა.

სამხრეთი კედლის მოპირდაპირე უბანზე მოთავსებული ქტიტორების გამოსახულებები, ჩრდილოეთის კედლის განხილულ გამოსახულებათა საწინააღმდეგოდ, მოცემულია არა როგორც მთლიანი, კომპოზიციურად გაერთიანებული ჯგუფი, არამედ როგორც ორი, მოჩარჩოვებით განცალკევებული სცენა. იმ კედლისაკენ, რომელშიც გაჭრილია სადიაკონოში შესასვლელი, გამოსახულია მეფე ლორატულ სამოსელში, თვალ-მარჯალიტით შემკული დიდი, საკმაოდ მალალი, დაუქბილავი გვირგვინით (სურ. 2). მეფის ერთი ხელი ვაშლია ვედრების მოძრაობით, მეორე, მარჯვენა წინ გაზიდული ხელით მას უპყრია გუმბათიანი ტაძრის მოდელი მეფის უკან, დასავლეთით, განსაკუთრებით მოჩარჩოვებულ ფართობზე, წარმოდგენილია ორი პირის პორტრეტი: გვირგვინოსანი მანდილოსანისა მხრებზე ჩამოფენილი თეთრი მანდილით და და მის წინ მდგომარე ყრმისა. ორივე ფიგურის პოზები იგივეა, რაც ჩრდილოეთის კედელზე წარმოდგენილი ქტიტორებისა: თუ იქ წინ გაზიდული ხელები განაპირობებენ მოძრაობას მაკურთხეველი ქრისტესაკენ, აქ როგორც ორივე ფიგურის, ისე მათ წინ მდგომარე მეფის ხელების მოძრაობა მიმართულია ღვთისმშობლის—ორანტის გამოსახულებისაკენ, რომელიც მოთავსებულია სადიაკონოში შესასვლელის თავზე.

ქტიტორთა გამოსახულებებთან შერჩენილია წარწერების ნაწყვეტები. მთლიანად ფერადი ფენის ცუდი დაცულობა განსაკუთრებით მათ დამჩნევია. დიდი მეცნიერული მნიშვნელობის მქონე თანამდებობათა და სახელების მაგიერ, რომლებიც თავის დროზე აღნიშნული ყოფილა ფიგურებთან, ფრაგმენტირებულად შერჩენილმა, ჩამორეცხილმა მხატვრობამ შეგვინახა მხოლოდ ცალკეული ასოების ნაწყვეტები, აზრობრივი კავშირი რომელთა შორის ძირითადად დაღუპულია. მაგალითად, მეფის ფიგურისთან სამხრეთის კედლის აღმოსავლეთ ნაწილში, შარავანდედის მარჯვნივ, შერჩენილია სამი ასო (სურ. 3), ისიც არასრულად. ორი მათგანი **ჯ** (ა) და **ქ** (ტ) ექვს არ იწვევს; მესამე ასო შესაძლოა ამოიხსნას როგორც ასო **ჯ** (ა), საკმაოდ ფართო მანძილი, რომელიც გამოყოფს ამ ასოებს კომპოზიციის ფართობის განმსაზღვრელი მოჩარჩოებიდან, შესაძლებლად ხდის აქ მოთავსებულ იქნეს კიდევ ორი ასო **ღ** (გ) და **ძ** (რ), რაც ავსებს ბაგრატის სახელს, ნაკარნახევს აქ წარმოდგენილი მეფის გამოსახულებით, რომელიც ღვთისმშობელს მიუძღვნია აგებული ტაძრის მოდელს.

ჩრდილოეთის კედელზე, მეფე ბაგრატის საქტიტორო გამოსახულების პირდაპირ მოთავსებულ ჭაბუკის გამოსახულებასთან, შარავანდედის მარჯვნივ ასოების ნიშნები არ ჩანა, მარცხნივ კი ირჩევა მონაცრისფრო-ციისფერ არეზე

მუქი (შავი?) საღებავით შესრულებული ოთხსტრიქონიანი წარწერის ნაშთები. ამ წარწერის მეორე სტრიქონზე გარკვევით იკითხება ასო **ჟ** (d), მის მეზობელ, მარჯვენა მომდევნო, შესაძლოა **ქ** (e) ასოსთან შერწყმით. მესამე სტრიქონზე ნათლად ჩანს ერთმანეთის გვერდით ასოები **ჟ** (b) და **ჯ** (a) და, მათ წინ, ნახევრად გადასული, საღებავის მქრალი ნაშთით წარმოდგენილი, მრგვალი მოხაზულობის ასო—**ო** (o)?, **ჯ** (a)?. შემდეგ მწკრივში, უშუალოდ **ჟჯ** (ba)



სურ. 1

„ხუდოჟნიკი“; იმია, კოტოროე ნაოდილოსე ს პრავი სტორონი, უტრაცენო“. ჩვენ მიერ განხილული წარწერის ფრაგმენტი, ე. ი. უკანასკნელის წინა სტრიქონზე შერჩენილი მარცვალი **ჟჯ** (ba), ბოლო სტრიქონზე კი—**ქი** (ri),

მარცვლის ქვემოთ, სავესებით ნათლად ირკვევა ასოები **ქი** (ri) და, ბოლოს, **ქ** (r) ასოსგან ცოტა დაშორებით, შერჩენილია ნაშთი ასოს კავისმაგვარი დაბოლოების სახით. ამ კავის ზემოთაც ემჩნევა მუქი საღებავის კვალი. ნ. ი. ტოლმაჩევსკაიას მოკლე მიმოხილვაში „Фрески древней Грузии“, მის იმ ნაწილში, სადაც ზოგადად განხილულია ბედიის ტაძრის მოხატულობა, შემდეგ სტრიქონებს ვკითხულობთ: „Среди (изображений ктиторов) кроме упомянутого Баграта 3-го, интересное изображение, по видимому, художника, расписавшего церковь; древне-грузинская надпись, прочтенная Ш. Я. Амиранавили, идущая по левую от зрителя сторону фигуры, сверху вниз, обозначает

<p>7</p> <p>ს ლ რ</p>	<p>14</p> <p>ს ც ქ</p>	<p>5</p> <p>ს ც ქ</p>
<p>6</p> <p>ს ქ</p>	<p>11</p> <p>ს ქ</p>	<p>7</p> <p>ს ქ</p>
<p>8</p> <p>ს ქ ღ წ ჭ ც ძ წ ჭ ც ძ</p>	<p>10</p> <p>ს ქ ღ წ ჭ ც ძ წ ჭ ც ძ</p>	<p>7</p> <p>ს ქ</p>
<p>9</p> <p>ს ქ</p>	<p>ს ქ</p>	

მართლაც სახარბიელოდ ხდის აქ სიტყვა „მხატვარი“-ს ვარაუდს, მაგრამ ფაქტობრივი მონაცემები უფლებას არ გვაძლევს დავეთანხმოთ ასეთ ამოკითხვას: **Б** (ბ) ასოს წინ მდებარე ასოს მოხაზულობა შეუძლებელს ხდის მივიღოთ იგი **В** (ვ) ასოდ, აგრეთვე შერჩენილი კავიცი, რომელიც აღნიშნავს რომელიღაც, დღეისთვის გადასული ასოს ქვემო კიდურს **Д** (რი) მარცვლის წინ (რომელსაც, როგორც ჩანს, შ. ამირანაშვილი ხსნის როგორც **Т** (ა) ასოს ქვემო რკალის ბოლოს) **П** (რ), ასოსაგან დაშორებულია მეტი მანძილით, ვიდრე საჭირო იქნებოდა იმ შემთხვევაში, თუ ასო, რომელსაც იგი ეკუთვნის, უშუალოდ იქნებოდა მოთავსებული **П** (რ) ასოს წინ. უფრო საფიქრებელია, რომ აქ, ასოს ამ ნაწილსა და **Д** (რი) მარცვალს შორის იყო კიდევ ერთი ასო ან ქარაგმა. თუ მივმართავთ წარწერის მთლიან ტექსტს და ვიგულისხმებთ, რომ ქვემოდან მესამე სტრიქონზე, ე. ი. იმ სტრიქონზე, რომელზედაც ყოველგვარ ეჭვს გარეშე ირკვევა **Д** (დ) ასოს მოხაზულობა, ნაიღვილად მოცემულია სიტყვა **ДН**=ძე, მაშინ წარწერის უკანასკნელ სტრიქონში ბუნებრივია მოველოდეთ ან გამოსახული პერსონაჟის მამის სახელის ანოხსნას, რაც ნაკლებ მოსალოდნელია ამ შემთხვევაში საჭირო ბრუნვის დაბოლოების **Н** (სი) უქონლობის გამო, ან ქაბუკის საკუთარ სახელს. მართლაც, ცალკეული ასოების ნაშთების მიხედვით ისახება სახელი „კახაბერი“, რომელიც გავრცელებულია საქართველოში X—XI სს. (ნახ. 5).

საკითხის ამგვარი გადაწყვეტა, ჩვენი აზრით, უფრო შეეფერება სინამდვილეს, ვიდრე ზემოთ მოყვანილი სათუო გამოვლენა წარწერის ამ ნაწილში სიტყვისა „მხატვარი“. როგორც აღნიშნული იყო, ქტიტორთა რიგი ტაძრის ჩრდილოეთის კედელზე წარმოადგენს კომპოზიციურად განწყოვებულ ჯგუფს მეუღლეების წყვილით სათავეში, რომელნიც, ასე ვთქვათ, წარუდგენენ ქრისტეს კურთხევისათვის თავის ორ ვაჟს. უფროსი ქტიტორისა და ორივე ყრმის თავსაბურავების სრული იგივეობა ავსებს კავშირს მათ შორის, როგორც ერთი ოჯახის მამაკაცთა ხაზია წარმომადგენელთა შორის. მხატვრად მიჩნეული პერსონაჟის ჯერ ისევ უწყვეტულვაშო სახე, მისი სიმაღლე, რომელიც განგებდაა შემცირებული მის უკან მდგომი მოწიფული ხნიერი მამაკაცის სიმაღლესთან შედარებით, სრული სიცხადით ამტკიცებს ავტორის განზრახვას დაახასიათოს ეს პერსონაჟი როგორც ქაბუკი, რომელსაც ჯერ არ მიუღწევია მოწიფულობის ასაკისათვის,— გარემოება, რომელიც ერთხელ კიდევ საეჭვოდ ხდის ამ გამოსახულებასთან არსებული წარწერის ტოლმანჯევსკიას მიერ მოყვანილ გახსნას.

ქაბუკი და ხნიერი ქტიტორების შარავანდედებს შორის არ შერჩენილა არც ერთი სხვა ასოს კვალი და მხოლოდ ამავე უფროსი ქტიტორისა და მის მომდევნო მანდილოსნის შარავანდედებს შორის არსებულ სივრცეზე, აგეთსავე მონაცრისფრო-ლურჯ არეზე მკაფიოდ ჩანს რამდენიმე ასო, რომლებიც შესრულებულია თეთრი, თბილი ელფერის საღებავით: **ОУТ!**... (სურ. 6). უკვე ის ფაქტი, რომ შინაარსით და მხატვრული ჩანაფიქრით ერთიანი კომპოზიციის შემადგენლობაში შემავალ წარწერებში გამოყენებულია სხვადასხვა ფერის—ნავი და თეთრი—საღებავები, წარმოადგენს გადახრას მიღებული ნორ-

მებიდან და აყენებს საკითხს ამ წარწერების შესრულების სხვადასხვა დროის შესახებ. ასოების მონახვის ხასიათი ამტკიცებს წამოყენებულ ვარაუდს. **შ** (დ) ასო თითქმის სწორი თავხაზით, რომელიც მთავრდება მრგვალი, ქვემოთკენ მიმართული წვეთებით ორივე კიდურზე, შეიძლება მივუთითოთ ზუსტად ამავე რედაქციით წმინდანთა გრაფილებზე, რომლებიც ფრაგმენტულად არის შერჩენილი ტაძრის საკუროთხევლის ღრმა ბემის ჩრდილოეთის კედელზე. აღნიშნულ წარწერებში, ისევე როგორც თეთრი საღებავით შესრულებულ წარწერებში, რომლებიც შერჩენილია დიაკონი სტეფანესა და წმინდა გრიგოლის გამოსახულებებთან, ერთგვარი განსხვავება აღინიშნება აგრეთვე **ჯ** (ა) ასოს მოხაზულობაში ჩრდილოეთის კედელზე გამოსახულ ქაბუკი ქტიტორის და მეფის პორტრეტთან არსებულ წარწერებთან შედარებით.

ამრიგად, ქტიტორთა გამოსახულებებთან არსებული წარწერების ხასიათის მიხედვით ისახება ორი ქრონოლოგიური მომენტი: ადრეული, მოხატულობის შექმნის ხანისა (თეთრი საღებავით შესრულებული წარწერა მეფის გამოსახულებასთან სამხრეთის კედელზე და შავი საღებავით შესრულებული წარწერა ქაბუკის გამოსახულებასთან ჩრდილოეთის კედელზე)—და შემდგომი (თეთრი საღებავით შესრულებული წარწერა მანდილოსნის შარავანდედთან ჩრდილოეთის კედლის ჯგუფში და წარწერები წმინდანების გამოსახულებებთან და მათს გრაფილებზე საკუროთხევლის ბემაში (სურ. 7).

არსებითად სხვა ხასიათისა ჩანს, ვიდრე ორივე განხილული ჯგუფის წარწერები, ხუთსტრიქონიანი წარწერა დედოფლის გამოსახულებასთან, რომლის სახელის დაბოლოება—**ⴁⴃⴃ** (მარხ?) დღესაც ცხადად იკითხება მისი შარავანდედის მარჯვნივ, — და დედოფლის წინ მდგომი ქაბუკისა, რომელიც წარწერის თანახმად წარმოგვიდგება როგორც მანდატურთუხუცესი გიორგი დადიანი (სურ. 8). თუმცა ეს წარწერა ერთგვარად ბაძავს მეზობელ გამოსახულებასთან არსებულ წარწერის ასოების ხასიათს (იხ. ასო **ჯ** ამ და იმ წარწერებში), მაინც ეს წარწერა გვაძლევს მკაფიოდ გამოხატულ „ამფორისმაგვარ“ **შ** ასოს, რომელიც ნკვეთრად განსხვავდება **შ**-ს მოხაზულობისაგან ჩრდილოეთის კედელზე წარმოდგენილ ქტიტორ მანდილოსნის წარწერაში და აფსიდის ბემის წარწერაში. თავისი დაუდევარი განლაგებით, გეზად დაყენებული სხვადასხვა ზომის ასოებით, რომლებიც ძირითადად უფრო მომცრონი არიან, ვიდრე მეფის გამოსახულებასთან არსებულ წარწერაში, ეს წარწერა ასოების ხასიათით განსხვავდება ტაძრის მშენებელი მეფის გამოსახულებასთან არსებული წარწერის მსხვილი და დარბაისლური ასოებისაგან. დედოფალ მარხისა და მისი ძის მანდატურთუხუცესის გიორგის გამოსახულებებთან არსებული წარწერით განისაზღვრება მესამე პერიოდი ტაძრის მოხატულობაში.

ის გარემოება, რომ ისეთივე დამახასიათებელი მოხაზულობის ქარაგმა, როგორც გარჩეულ წარწერაში, აღინიშნება სამხრეთის შესასვლელის სიღრმეში მოთავსებული პავლე მოციქულის გამოსახულების ქვემოთაც, მოწმობს, რომ დადიანთა გვარეულობის ქტიტორთა ჯგუფის წარწერის შემსრულებლის ხელის მონაწილეობა ტაძრის მოხატულობაში მხოლოდ ამ უკანასკნელით როდი განისაზღვრება (სურ. 9). დართული ცაბულა (სურ. 10). შესაძლებ-

ლობას გვაძლევს დაუპირისპიროთ ერთმანეთს წერის განხილული მანერები, სურ. 11 კი გვიჩვენებს ბემის წარწერების ხასიათს.

ტაძრის კედლების მოხატულობაში სამი ქრონოლოგიური ეტაპის დადგენის შემდეგ საჭიროა გავარკვიოთ მათი კავშირი ძველის ისტორიული ცხოვრების ამა თუ იმ მომენტებთან.

ბაგრატ III-ის სიცოცხლეში და, ისტორიული გადმოცემით, მის მიერვე აშენებული ტაძარი თავიდანვე აგებული ყოფილა იმ ანგარიშით, რომ მისი კედლები დაფარულიყო ფრესკული მოხატულობით. ამას მოწმობს კამარების წვრილი, შედარებით დაუდევრად დამუშავებული ფილებით შესრულებული წყობა. აქედან ბუნებრივია ვიფიქროთ, რომ მოხატვის სამუშაოები უნდა დაწყებულიყო უშუალოდ სამშენებლო სამუშაოთა დამთავრების შემდეგ. არ არსებობს არავითარი ობიექტური საფუძველი ეკვი შევიტანოთ იმაში, რომ სამინიერის კედელზე წარმოდგენილი გამოსახულება მეფისა, რომელიც ღვთისმშობელს მიუძღვნის ტაძრის მოდელს, და ქტიტორთა ჯგუფი მოპირდაპირე ჩრდილოეთის კედელზე ამ ხანას მიეკუთვნება. საკმაოდ მუქ, მონაცრისფრო-ლურჯ, შუქისმაგვარად გაშლილ გრძელ, თავისუფალ და და დაუდევარი ნასმებით დადებულ არეზე შესრულებული ქტიტორთა გამოსახულებანი ჩრდილოეთის კედელზე—ქაბუკი, ყრმა და, როგორც ჩანს, მანდილოსანიც გამოირჩევიან სახის ძლიერ ნათელი და ნაზი ძირითადი ტონით; სახეები სუსტად და რბილადაა მოდელირებული მსუბუქი შერჩდილებით სახის კონტურიდან და ნაზი, ძირითადი ტონისაგან ოდნავ გამოსარჩევი შემუქებებით ნიკაპზე, წარბების ზემოთ, კისერზე. წვრილი თეთრი (ან თითქმის თეთრი?) შტრიხები ავსებენ სახეების მთლიანად უფრო გრაფიკულ, ვიდრე ცხოველხატულ დამუშავებას. უფროსი ქტიტორის სახის დასვრა და დაზიანება შესაძლებლობას არ იძლევა ვიმსჯელოთ მის შესრულებაზე; მეფის სახის ანალოგიით, რომელიც ჩრდილოეთის კედელზე გამოსახული ახალგაზრდა ქტიტორების სახეებისგან გამოირჩევა უფრო თბილი და მკვრივი მოვარდისფრო-ყვითელი ძირითადი ტონით და მათი მოდელირების ხერხის სრული იგივეობის საფუძველზე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ აქაც სახის ტონი უფრო მუქი იყო, ვიდრე ორივე ქაბუკისა, და აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ განსხვავება სახეების ძირითადი ფენის ფერში გამოწვეულია არა ხატვის მანერის ან მოხატულობის ფენების სხვაობით, არამედ სურვილით გამომქლავებული იქნეს გამოსახულ პირთა ასაკობრივი დიფერენციაცია. თეთრი საღებავით შესრულებული წარწერის შეჭრა ჩრდილოეთის კედლის ქტიტორთა კომპოზიციაში, ზემოთ ახსნილი იყო როგორც განახლება, რომელსაც, თუ გავითვალისწინებთ ამ წარწერის ასოების სტილს და იმ გარემოებას, რომ იგი ემთხვევა სამარეთის კედელზე მედალიონებში წარმოდგენილი წმინდანების წარწერების ხასიათს, ადგილი ჰქონია უფრო გვიან ხანაში, —სახელდობრ იმ დროს, რომელსაც მიეკუთვნება როგორც წმინდანების ნახევარფიგურები მედალიონებში, ისე მათთან სტილის მხრივ დაკავშირებული, ტაძრის კედლებზე შერჩენილი სხვა კომპოზიციებიც (უსინათლოს განკურნება, საუბარი სამარტელ დედაკაცთან, ძველი აღთქმის სამება, წმინდანების ფიგურები ტაძრის დასავლე-

თის კედელზე და სხვ.). როდის უნდა ჰქონოდა ადგილი მხატვრობით ტაძრის მეორედ შემკობას? პასუხი ამ კითხვაზე გამომდინარეობს ძველის არქიტექტურიდან. ბუდის ტაძარი წარმოადგენს იშვიათ მაგალითს არქიტექტურული ობიექტისას, რომელმაც შუა საუკუნეებში კაპიტალური განახლება განიცადა: შისი ფასადები ხელახლა იქნა მოპირკეთებული და შემკული ამ რემონტის შესრულების ხანის მხატვრულ მოთხოვნათა შესაბამისად. იმავე დროს ყოფილა აგებული ჩაქცეული გუმბათის მაგიერ ახალი. აღნიშნული გარემოება უდავო მაჩვენებელია იმისა, თუ როგორ კატასტროფულ მდგომარეობაში იმყოფებოდა ნაგებობა ამ შეკეთებამდე. ტაძარს შემოძარცვული ჰქონდა ფასადების მოპირკეთების მნიშვნელოვანი ნაწილი, არ ჰქონდა გუმბათი და, შესაძლოა, აგრეთვე ნაწილი კამარისა. მიტოვებული და გაპარტახებული ტაძარი ღია იყო უამინდობის დამაქცეველი ვავლენისათვის, რამაც, უდავოდ, გამოიწვია მის კედლებზე არსებული მხატვრობის ძლიერი დაზიანება. ტაძრის განახლებული ნაწილებით, ე. ი. ფასადებითა და გუმბათით გამოქვავებული მხატვრული ხერხები—ღიადების დეკორატიულ მოჩარჩოებათა სტრუქტურა, მათი პროფილირება, მოჩუქურთმების შედგენილობა და სხვ. განსაზღვრავენ ტაძრის კაპიტალური შეკეთების დროს XIII ს. უკანასკნელი მეოთხედის—XVI ს. პირველი ნახევრის ბანი.

ყოველგვარ ეჭვს გარეშეა, რომ არქიტექტურული ნაწილების განახლებასთან (ახალი გუმბათის აგება ძველის ნაშთებზე, კედლების ხელახლად მოპირკეთება, შესასვლელების მორთვა და სხვ.) ერთდროულად ჩატარდა დიდი სამუშაოები, რომელნიც მიზნად ისახავდნენ მოხატულობის ნაწილების შევსებას. იმას, თუ რამდენად დიდი იყო ეს დანაკარგები, მოწმობს განახლებათა ფართო მასშტაბები: ძირითადი, XI ს. პირველი წლების მოხატულობა დღეისთვის წარმოდგენილია მხოლოდ ქტიტორთა პორტრეტებით ჩრდილოეთის კედელზე, მეფის გამოსახულებით სამარეთის კედელზე და წმინდანების გამოსახულებით საკუთხეველში. სამების სცენა წმინდანებს ზემოთ, სამარეთისა და ჩრდილოეთის კედლების მოხატულობა გუმბათქვემო სივრცეში, ქტიტორთა გამოსახულებების ზემოთ, ფრესკები დასავლეთის კედელზე მიკუთვნება ტაძრის კაპიტალური შეკეთების დროს, ე. ი. XIII ს. დამლევს—XIV ს. პირველ ნახევარს.

მოხატულობაში მესამე ქრონოლოგიური ფენის არსებობა—დადიანების სავარაუთლოს ქტიტორების პორტრეტები და მხატვრობის ფრაგმენტები სამხრეთ შესასვლელში და შესაძლოა სხვა, დღეისათვის ძნელად გასარჩევი ფრაგმენტები აყენებს საკითხს კედლის მხატვრობის ამ ნაწილის შესრულების დროის შესახებ.

როგორც აღნიშნული იყო, დედოფალ მარისის პორტრეტი ძითურთ ითიშება მხატვრობის განახლების დროის კომპოზიციების წრიდან. ამას მოწმობს არა მხოლოდ გამოსახულებებთან არსებული წარწერების ასოების ხასიათი, არამედ ორივე პორტრეტის მხატვრობის ხასიათიც: ყრუ და უსიციოცხლო კანისფერი ტონები და საღებავები სამოსელში, სახეების ნახატის შესრულება კონტურით, მოზღაგვო და ყრუ მიხაკისფერი საღებავით. მოხა-

ტულობის ამ ნაწილის წარმოქმნის დროის შესახებ ბუნებრივად წარმომდგარ საკითხის გადაჭრისათვის წარწერაში შენახული სახელები ძვირფასი გზამკვლევის მნიშვნელობას იღებენ. იმავე ნ. ტოლმაჩეცკაიას მოწმობით, წარწერის წაკითხვის საუფუძველზე შ. ამირანაშვილი დადიანის საქტიტორო პორტრეტს მიაწერს ტაძრის მხატვრობის კაპიტალური განახლების დროს: „Присутствие на южной стене среди ктитором царини Марэх с малолетним сыном Георгием Дадияни, живших в 13 столетии (надписи, прочтенные Ш. Я. Амيرانавили) подтверждает предположение, что в росписи были позднейшие привнесения“ (გვ. 8). ამ კომპოზიციისათვის ეს თარიღი არ არის მისაღები. ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ განხილულ გამოსახულებებთან არსებული წარწერის სტილებრავი განსაკუთრებით იმ წარწერებთან შედარებით, რომლებიც მიეკუთვნებიან მოხატულობის შეკეთების დროს და მიეუთითეთ მის ერთგვარ დაქვეითების ხასიათზე. დამატებითი საბუთი ამ წარწერის და მასთან ერთად მისი თანხმელები საქტიტორო გამოსახულების შესრულების დროის შესახებ უნდა მოინათოს ამ წარწერის სპეციფიკაში: XIII—XIV საუკუნეების ჩვევებისათვის სიტყვათა შემოკლების თითქოს მიუღებელ წესებში, π (ა)-ს შეცვლაში 2 (ა)-თი სიტყვაში „მადატურთ“. ეს მოვლენა, ე. ი. C (ა)-ს შეცვლა 2 (ა)-თი დამათარიღებელი გარემოების მნიშვნელობას იღებს, თუ გავიხსენებთ, რომ აღნიშნული ბერძნი, ე. ი. ა-ს შეცვლა ა-თი ტექსტებში და წარწერებში საკმაოდ ფართო გავრცელდა XVI—XVII საუკუნეებში და ცალკეულ შემთხვევებში აკვიტებული განმეორების ხასიათიც კი მიიღო.

ეს გარემოება აუცილებელს ხდის წარწერაში დასახელებული ქტიტორები ვეძიოთ არა XIII ს.—XIV ს. დასაწყისში, არამედ XVI—XVII საუკუნეებში და ჩვენ შესაძლებლად მიგვაჩნია გავაიგივეოთ ისინი ლევან I დადიანის (რომელიც ცხოვრობდა XVI საუკუნეში, გარდაიცვალა 1572 წ.) ცოლთან და მის ძე გიორგისთან (შემდეგ გიორგი III-თან) ასევე განსაზღვრავს განხილულ გამოსახულებებს ბროსე და თავის დასკვნებს ამტკიცებს იმ წარწერაზე მითითებით, რომელიც მოთავსებულია ტაძრის დასავლეთით არსებულ საერო დანიშნულების შენობის შესასვლელის თავზე. ამ წარწერაში მოხსენებულია პალატების აღმშენებელი (=რესტავრატორი) ბედიელი მიტროპოლიტი ანტონი ჟვანისძე, — ისტორიული პირი, რომლის სახელი დაკავშირებულია ცაიშთან და ზუგდიდთან. ბროსეს განმარტების თანახმად, ანტონი ჟვანისძე იყო ლევან I-ის და მარიხის თანამედროვე, მეორე ისტორიული პირი კი იმავე ჟვანისძეთა გვარიდან — კირილე — ლევან I-ის ძის გიორგი III-ის თანამედროვეა [2].

ამრიგად, ფრესკულ გამოსახულებებთან არსებული წარწერების ანალიზით ჩვენ ვამტკიცებთ იმ დასკვნებს, რომელნიც მიკვლეული იყო ბედიის ტაძრის მოხატულობის პირველი მკვლევრის ისტორიკოს მ. ბროსეს მიერ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.5.1956)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. Н. И. Толмачевская. Фрески Грузии. т. 19, стр. 8.

2. M. F. Brosset. Rapports sur un voyage archéologique dans la Géorgie et dans l'Arménie SPB 1850.



მთ. რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

ხელმოწერილია დასაბუებლად 25.4.1957; შუკვ. № 478; ანაწყოების ზომა 7×11;
ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,4;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,9; უე 01079; ტირაჟი 1000

ფახი 5 მან.

 დ ა მ ტ კ ი ც ე ბ ა უ ლ ი ა
 საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 პრეზიდიუმის მიერ 31.1.1957 წ.

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური (10 სააღრიცხვო-სავამოცემლო) 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 გამოქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, საესებით გამოზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ავტორის 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 წერილს 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 აღინიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსულის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებთან შერეული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძმარეხნიძის ძ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XVIII, № 4, 1957

Основное, грузинское издание