

524
1957/2



524/2

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ თ ე მ ბ ე

ტომი XVIII, № 5

ძიკითაღი, ჟაკთაღი გავმთაგა

1957

7

მ ა ი ს ი



ზ ი ნ ა ა რ ს ი

ბათუმბატია

1. გ. თევზაძე. წრფეთა კანონიკური კონის შესახებ 513

დრეპადოპის თეორია

2. შ. მეცხვარიშვილი. ტარული გარსის უსასრულად მცირე ღუნვის შესახებ 521

ფიზიკა

3. თ. გაჩეჩილაძე. Be^{β} (He^{β} , p) B^{II} რეაქციის კუთხური განაწილება 529

4. ა. ლოგუნოვი და ა. თავხელიძე. დისპერსიული თანაფარდობები და ფაზური წანაცვლებების განტოლებები მებონურ-ნუკლონურ დაჯახებათა პროცესებისათვის ფიქსირებულ ნუკლონის შემთხვევაში 533

ძიშიური ტამნოლოგია

5. ვ. ჩაგუნაეა და ი. ბუჩუკური. მანგანუმის მასების გამოყენება გოგირდწყალბადისა და გოგირდნახშირბადისაგან აირის გასაწმენდად 541

6. ვ. კაკაბაძე და ი. კაკაბაძე. ნიტროზული აირების შთანთქმა მშრალი ხერხით და ერთდროულად რთული სასუქების მიღება 549

ბეოლოგია

7. გ. ჭელიძე. აჭარის პლიოცენური ნალექები 557

კალმონტოლოგია

8. გ. კვალაშვილი. გვარ ეოპროსოდაქანს (*Eoprosodacha*) ახალი წარმომადგენლების შესახებ აღმოსავლეთ საქართველოს კაწახურის ჰორიზონტის ნალექებიდან 563

ტამნიკა

9. მ. შვარცხაიდი და ლ. ბოლქვაძე. კირ-ქვიშოვან ავტოკლაურ მასალებში კირის რაოდენობის შესახებ 571

10. ვ. ბალაეაძე. მსუბუქი რკინაბეტონის ზოგიერთი თავისებურების შესახებ 577

11. ლ. რაბუხინი. მრგვალ მილებში არათანაბარი მოძრაობის განტოლების ინტეგრება 585

სამთო სამშე

12. ა. გავაშელი. ჭიათურა-სახერის აუზის მარგანეცის მადნების სახესხვაობათა სამრეწველო მნიშვნელობის დადგენისათვის 593

ფიტოკათოლოგია

13. ვ. დონაძე. დაავადებული მცენარეული ნარჩენების როლი ლიმონების ხმელას (მალსეკოს) ფესვიდან ინფექციის შესაძლებლობისა და ავადმყოფობის გავრცელებაში 595

მეცენარეობა

14. ნ. დანცესი. მინერალური სასუქების დოზები და „დოლის პური 35/4“-ის თვისების ნორმები 603

ზოოლოგია

15. მ. კულუბიძე. კავკასიის კაკბის *Alectoris graeca caucasica suschkin* გამრავლების შესახებ 611

მასპარეზმენტული მედიცინა

16. ე. თოფურიძე და ბ. მთვარაძე. ფილტვის ანემური აბსცესის შესწავლის საკითხისათვის 619

17. მ. მაჩაბელი. სისხლის სისტემის ადრეული ცვლილებების საკითხისათვის ექსპერიმენტული ონკოგენეზის პროცესში 623

ფილოლოგია

18. ზ. ჭუმბურიძე. მოთხრობითი ბრუნვა „ვეფხისტყაოსანში“ 631

ხელოვნების ისტორია

19. ო. ჩიჯავაძე. მიქაელ მოდრევილის ერთი შენიშვნის გამო 637

მათემატიკა

ბ. თიფთაძე

წრფეთა კანონიკური კონის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. კოლაშვილმა 5.5.1956)

სტატიის მიზანია გავსაზრდოვოთ წრფეთა კანონიკური კონის ზოგიერთი ახალი თვისება და, გარდა ამისა, ახალი გზით მიღებულია ცნობილი ფორმულები ასეთი კონების თეორიიდან.

განვიხილოთ სამგანზომილებიანი პროექციული სივრცის ზედაპირი, ნორმალიზებული ნორდენის აზრით [1]. ამ ზედაპირის შინაგანი გეომეტრიების (G_{ij}^k, I_{ij}^k) წყვილის (p_i, π_i) შედგენილი გარდაქმნა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით [1]:

$$\begin{aligned} G_{ij}^k &= G_{ij}^k + \delta_i^k p_j + \delta_j^k p_i - b_{ij} \tilde{b}^{km} \pi_m, \\ I_{ij}^k &= I_{ij}^k + \delta_i^k \pi_j + \delta_j^k \pi_i - b_{ij} \tilde{b}^{km} p_m, \\ I_{ij}^k &= I_{ij}^k + \delta_i^k \sigma_j + \delta_j^k \sigma_i - b_{ij} \tilde{b}^{km} \sigma_m, \end{aligned}$$

სადაც

$$I_{ij}^k = \frac{1}{2} (G_{ij}^k + I_{ij}^k), \quad \sigma_i = \frac{1}{2} (p_i + \pi_i),$$

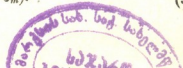
b_{ij} ზედაპირის ასიმპტოტური ბადის ტენზორია, ხოლო ინდექსები ყველგან იღებენ მნიშვნელობებს 1, 2.

ამ ფორმულებიდან უშუალო გამოთვლებით მიიღება რიჩის ტენზორებისათვის შემდეგი გამოსახულებები:

$$\begin{aligned} R_{jk} &= R_{jk} + 2 \nabla_{[j} p_{k]} + \nabla_j (p_k - \pi_k) + \nabla_i (b_{jk} \tilde{b}^{im} \pi_m) \\ &\quad + b_{jk} \tilde{b}^{m\beta} (p_\beta - \pi_\beta) \pi_m + \pi_k \pi_j - p_k p_j, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} p_{jk} &= p_{jk} + 2 \nabla_{[j} \pi_{k]} + \nabla_{(j} (\pi_k - p_k) + \nabla_{(i} (b_{jk} \tilde{b}^{im} p_m) \\ &\quad + b_{jk} \tilde{b}^{m\beta} (\pi_\beta - p_\beta) p_m + p_k p_j - \pi_k \pi_j, \end{aligned} \quad (2)$$

$$P_{jk} = P_{jk} + 2 \nabla_{[j} \sigma_{k]} + \nabla_i (b_{jk} \tilde{b}^{im} \sigma_m). \quad (3)$$



ინდექსი ფრჩხილებში (i) აღნიშნავს, რომ კოვარიანტული გაწარმოება ხდება მეორე გვარის გეომეტრიაში. ახლა შევეცადოთ p_k, π_k ვექტორები ისე განვსაზღვროთ, რომ მიღებული ახალი (G_{ij}^k, T_k^i) წყვილი ეკვივალენტური აღმოჩნდეს, ე. ი.

$$'R_{jk}^i e^{kj} = 0, \quad 'p_{jk}^i e^{kj} = 0, \quad (4)$$

სადაც e^j არის b_{ij} -თან შეთანხმებული ბივექტორი.

(4) თანახმად, (1) და (2) ფორმულები გვაძლევენ

$$3 \nabla^k p_k - \nabla^k \pi_k = -R^k_k,$$

$$3 \nabla^k \pi_k - \nabla^k p_k = -\rho^k_k;$$

აქედან

$$8 \nabla^k p_k = -3 R^k_k - \rho^k_k,$$

$$8 \nabla^k \pi_k = -R^k_k - 3 \rho^k_k.$$

თუ შემოვიყვანთ i^k_j საშუალო გეომეტრიის P_{ij} რიჩის ტენზორს

$$R^k_k + \rho^k_k = 2 P^k_k,$$

მაშინ შივილებთ

$$-4 \nabla^k p_k = R^k_k + P^k_k, \quad (5)$$

$$-4 \nabla^k p_k = \rho^k_k + P^k_k. \quad (6)$$

ამ ფორმულების შეკრებით მივიღებთ

$$\nabla^k (p_k + \pi_k) = -P^k_k.$$

მეორე მხრივ,

$$\nabla_k b_{ij} = a_k b_{ij}$$

განტოლებების ინტეგრების პირობები გვაძლევს

$$-P^k_k = \nabla^k a_k;$$

ამიტომ გვაქვს

$$\nabla^k (p_k + \pi_k - a_k) = 0. \quad (7)$$

თუ (6) გამოვაკლებთ (5) და მხედველობაში მივიღებთ

$$R^k_k - \rho^k_k = -4 \nabla^k T_k$$

ტოლობას [4], გვექნება

$$\nabla^k (p_k - \pi_k - T_k) = 0, \quad (8)$$

სადაც T_k არის ასიმპტოტური ზადის ჩეზიშევის ტენზორი პირველი გვარის გეომეტრიაში.

(7) და (8) ფორმულები შესაძლებლობას იძლევა p_i, π_i ვექტორები შემდეგი სახით წარმოვადგინოთ:

$$\left. \begin{aligned} 2 p_i &= \nabla_i \varphi + T_i + \omega_i, \\ 2 \pi_i &= \nabla_i \psi - T_i + \omega_i, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

სადაც $\varphi(u^1, u^2), \psi(u^1, u^2)$ ნებისმიერი წარმოებადი ფუნქციებია.

ახალი ნორმალიზაცია (p_i, π_i) რომ ღის ნორმალიზაცია იყოს, საჭიროა (9) ფორმულებში დავეშვათ ტოლობა $\varphi \equiv \psi$. ამის შემდეგ ადვილად შეიძლება ისე შევარჩიოთ φ ფუნქცია, რომ (9) ტოლობანი პროექციულ ნორმალს განსაზღვრავდნენ.

როგორც ცნობილია ([1], გვ. 419), ამ შემთხვევაში ასიმპტოტური მადის ტენზორი შემდეგ პირობებს აკმაყოფილებს:

$$J = \frac{1}{2} \tilde{b}^{rs} B^m_{nr} B^n_{ms} = \text{const} \neq 0,$$

$$\overset{c}{\nabla}_k \tilde{b}_{ij} = \omega_k \tilde{b}_{ij} = 0, \quad \text{ე. ი. } \omega_k = 0.$$

მაგრამ ჩვენ გვაქვს

$$\omega_k = \omega_k - (p_k + \pi_k) = \nabla_k(-\varphi);$$

თუ

$$b_{ij} = \lambda \tilde{b}_{ij},$$

მაშინ

$$\overset{c}{\nabla}_k \tilde{b}_{ij} = [\nabla_k(-\varphi) - \nabla_k \lg \lambda] \cdot \tilde{b}_{ij},$$

ე. ი.

$$\varphi = -\lg \lambda.$$

ასეთი ნორმირებისას

$$\tilde{J} = \lambda J = \text{const},$$

ე. ი.

$$\lambda = \frac{\text{const}}{J}.$$

ამრიგად მიიღება პროექციული ნორმალის ინვარიანტულად განმსაზღვრელი ცნობილი ფორმულა

$$\left. \begin{aligned} p_i &= \frac{1}{2} \partial_i \lg J + \frac{1}{2} \omega_i + \frac{1}{2} T_i, \\ \pi_i &= \frac{1}{2} \partial_i \lg J + \frac{1}{2} \omega_i - \frac{1}{2} T_i. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

ასეთივე უშუალო გზით შეიძლება მივიღოთ ვილჩინსკის დირექტორის ინვარიანტულად განმსაზღვრელი ფორმულები. როგორც ცნობილია [1], ამისათვის საჭიროა მოვითხოვოთ, რომ

$$\left(d_i + \frac{1}{2} T_i, \quad d_i - \frac{1}{2} T_i \right)$$

შედგენილი გარდაქმნისას მიიღებოდეს ტოლობა

$${}^{\prime}R_{jk} = {}^{\prime}\rho_{jk}.$$

ამიტომ (1), (2) ფორმულები გვაძლევს

$$R_{jk} - \rho_{jk} + 2 \nabla_{[j} p_{k]} - 2 \nabla_{[j} \pi_{k]} + 2 \nabla_j (p_k - \pi_k) + \nabla_i (b_{jk} \tilde{b}^{im} \pi_m) - \nabla_{(i} (b_{jk} \tilde{b}^{im} p_m) + b_{jk} \tilde{b}^{m\beta} (p_\beta - \pi_\beta) (p_m + \pi_m) + 2 \pi_k \pi_j - 2 p_k p_j = 0.$$

უქანასკნელი გამოსახულება, როდესაც

$$p_i = d_i + \frac{1}{2} T_i, \quad \pi_i = d_i - \frac{1}{2} T_i,$$

გვაძლევს

$$R_{jk} - \rho_{jk} + 3 \nabla_j T_k - \nabla_k T_j - \nabla_i (b_{kj} \tilde{b}^{im} T_m) + t^{\alpha ij} b_{\alpha k} \tilde{b}^{im} d_m + t^{\alpha ik} b_{j\alpha} \tilde{b}^{im} d_m - 2 b_{jk} \tilde{b}^{m\beta} T_\beta d_\beta - 2 T_k d_j - 2 d_k T_j = 0,$$

სადაც

$$t^i{}_{jk} = \Gamma^i{}_{jk} - G^i{}_{jk}, \quad t^{\alpha\alpha i} = 4T_i.$$

თუ გამოვიყენებთ

$$B^k{}_{ij} = t^k{}_{ij} - (\partial^k{}_i t_j + \partial^k{}_j t_i + b_{ij} \tilde{b}^{km} t_m)$$

ფორმულას, ჩვენ მივიღებთ

$$\rho_{jk} - R_{jk} - 3 \nabla_j T_k + \nabla_k T_j + \nabla_i (b_{jk} \tilde{b}^{im} T_m) = t^{\alpha ij} b_{\alpha k} \tilde{b}^{im} d_m + t^{\alpha ik} b_{j\alpha} \tilde{b}^{im} d_m + 2 (B^m{}_{jk} - t^m{}_{jk}) d_m.$$

ეს ტოლობა გავამრავლოთ $B^k{}_s$ და გამოვიყენოთ შემდეგი ტოლობები:

$$\nabla_i b_{jk} = \omega_i b_{jk}, \quad B^k{}_s b_{jk} = 0, \quad B^k{}_s b_{\alpha k} = D^i{}_{s\alpha};$$

საბოლოოდ გვექნება

$$(\rho_{jk} - R_{jk}) B^k{}_s - 2 B^k{}_s \nabla_j T_k = (D^i{}_{s\alpha} \tilde{b}^{im} t^{\alpha ij} - 4 B^m{}_{ks} T_k) d_m.$$

გავიხსენოთ ტოლობა [4]:

$$\rho_{ij} - R_{ij} = 4 \nabla_i T_j - \nabla_k t^k{}_{ij}.$$

ამის გამოც უკანასკნელი მიიღებს სახეს:

$$B_{..k}^{mn} (2 \nabla_m T_n - \nabla_\alpha t^{mn}) = H^k d_\alpha,$$

სადაც შემოყვანილია ტენზორი

$$H^k = D_{..kn}^{mn} t^{am} \tilde{b}^{as} - 4 B_{..k}^{sn} T_n,$$

რომლის დეტერმინანტი არაწრფოვანი ზედაპირებისათვის ნულისაგან განსხვავებულია. ამრიგად, საბოლოოდ გვაქვს

$$d_i = \tilde{H}^k B_{..k}^{mn} (2 \nabla_m T_n - \nabla_\alpha t^{mn}), \quad (11)$$

ე. ი. ვილჩინსკის დირექტორისები განისაზღვრება შემდეგი ვექტორებით:

$$p_i = d_i + \frac{1}{2} T_i, \quad \pi_i = d_i - \frac{1}{2} T_i. \quad (12)$$

კანონიკური წრფეების ინვარიანტულად განმსაზღვრელი ვექტორები პირველად სხვა გზით მიიღო ა. ჩახტაურმა [2], ხოლო შემდეგ ა. ნორდენმა და გ. ბუშმანოვმა [3].

ზედაპირის ბადის გრინის საშუალო წრფის ცნება [4] საშუალებას გვაძლევს ახალი განმარტება მივცეთ კანონიკურ კონის წრფეებს.

ვთქვათ, ზედაპირი ნორმალზეებულია ნორდენის პირით და g_{ij} არის რაიმე ბადე მასზე. როგორც ცნობილია [5], ამ ბადის გრინის წრფეები განისაზღვრება შემდეგი ვექტორებით:

$$h_i = -(\tau_m - t_m + T_m) a_i^m \cos 2\varphi + \frac{1}{2} a_i^m \partial_m \lg \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \partial_i \lg \sin 2\varphi + \tau_i + T_i, \quad (13)$$

$$\chi_i = -(\tau_m - t_m + T_m) a_i^m \cos 2\varphi - \frac{1}{2} a_i^m \partial_m \lg \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \partial_i \lg \sin 2\varphi + t_i - T_i,$$

სადაც b_{ij} ასიმეტრიული ბადის ტენზორია, $a_{ij} = -b_{(i} g_{j)k}$, $\cos 2\varphi = b_{ij} g^{ij}$, t_m და τ_m შესაბამისად არიან a_{ij} შეუღლებული ბადის პირველი და მეორე გვარის ჩებიშევის ვექტორები, ხოლო $T_i = b_{ij}$ ასიმეტრიული ბადის ჩებიშევის ვექტორია.

g_{ij} ბადის გრინის საშუალო წრფეები განისაზღვრება წმინდა გეოცენტრიულად [4] და მოიცემა შემდეგი ვექტორებით:

$$\overset{c}{h}_i = \frac{1}{2} (h_i + \chi_i + T_i), \quad \overset{c}{\chi}_i = \frac{1}{2} (h_i + \chi_i - T_i),$$

ანუ, თანახმად (13),

$$h_i = -(\tau_m - t_m + T_m) a_i^m \cos 2\varphi - \frac{1}{2} \partial_i \lg \sin 2\varphi + \frac{1}{2} (t_i + \tau_i + T_i),$$

$$\chi_i = -(\tau_m - t_m + T_m) a_i^m \cos 2\varphi - \frac{1}{2} \partial_i \lg \sin 2\varphi + \frac{1}{2} (t_i + \tau_i - T_i).$$

მრულწირული კოორდინატების ასიმპტოტურ სისტემაში ამ წრფეებით ინდუცირებული 1-ლი გვარის შინაგანი გეომეტრია იქნება [4]:

$$'G^1_{11} = G^1_{11} + 2h_1, \quad 'G^1_{12} = G^1_{12} + h_2 - \chi_2 = 0,$$

$$'G^2_{21} = G^2_{21} + 2h_2, \quad 'G^2_{21} = G^2_{21} + h_1 - \chi_1 = 0,$$

ბ. ი.

$$'G^1_{11} = 2\beta e^{-\rho} \cos 2\varphi - \partial_1 \lg \sin 2\varphi + \partial_1 \rho, \quad 'G^1_{12} = 0, \quad 'G^2_{11} = \beta,$$

$$'G^2_{22} = 2\gamma e^{\rho} \cos 2\varphi - \partial_2 \lg \sin 2\varphi - \partial_2 \rho, \quad 'G^2_{21} = 0, \quad 'G^1_{22} = \gamma, \quad (14)$$

სადაც $a_{11} = e^{\rho}$, $a_{22} = -e^{-\rho}$, ხოლო β და γ ინვარიანტებია, რომლებიც ასიმპტოტურ კოორდინატთა სისტემაში ახასიათებენ ზედაპირს (∂_1 და ∂_2 შესაბამისად აღნიშნავენ $\frac{\partial}{\partial u^1}$, $\frac{\partial}{\partial u^2}$).

ახლა ადვილად შეგვიძლია ვაჩვენოთ, რომ, თუ ზედაპირზე გვაქვს ლის ნებისმიერი ნორმალიზაცია, ყოველთვის მოიძებნება საერთო გრინის საშუალო წრფეების მქონე ბადეები, რომელთათვის ეს წრფეები შეთავსებულია ზედაპირის მოცემულ ნორმალბთან.

მართლაც, ვთქვათ, ლის მოცემული ნორმალიზაცია ზედაპირზე გვაძლევს $'G^k_{ij}$ პირველი გვარის შინაგან გეომეტრიას.

$\rho(u^1, u^2)$, $\varphi(u^1, u^2)$ ფუნქციები განესაზღვროთ დიფერენციალურ განტოლებათა შემდეგი სისტემებიდან:

$$'G^1_{11} = 2\beta e^{-\rho} \cos 2\varphi - \partial_1 \lg \sin 2\varphi + \partial_1 \rho,$$

$$'G^2_{22} = 2\gamma e^{\rho} \cos 2\varphi - \partial_2 \lg \sin 2\varphi - \partial_2 \rho.$$

თუ აქ მოვახდენთ ცვლადთა გარდაქმნას $u^1 = r^1 + r^2$, $u^2 = r^1 - r^2$, მაშინ შეგვეძლება გამოვიყენოთ კოვალესკაიას თეორემა, რაც ამტკიცებს ამ სისტემის ამონახსნის არსებობას.

მაგალითად, ფუბინის პროექტული ნორმალბები წარმოადგენენ იმ ბადეების გრინის საშუალო წრფეებს, რომელთათვის ρ და φ აკმაყოფილებენ დიფერენციალურ განტოლებათა შემდეგ სისტემას:

$$2\beta e^{-\rho} \cos 2\varphi = \partial_1 [\lg(\beta\gamma \cdot \sin 2\varphi) - \rho],$$

$$2\gamma e^{\rho} \cos 2\varphi = \partial_2 [\lg(\beta\gamma \cdot \sin 2\varphi) + \rho]. \quad (15)$$

საზოგადოდ, კანონიკური კონის ნებისმიერი წრფე ზედაპირზე გვაძლევს 1-ლი გვარის შინაგან გეომეტრიას, რომლისათვისაც

$$G_{11}^1 = \rho_1 \lg(\beta\gamma) + 2\lambda \rho_1 \lg(\beta\gamma^2), \quad G_{22}^2 = \rho_2 \lg(\beta\gamma) + 2\lambda \rho_2 \lg(\beta^2\gamma),$$

სადაც λ არის კანონიკური წრფის განმსაზღვრელი პარამეტრი.

ამიტომ λ პარამეტრის შესაბამისი კანონიკური წრფეები გრინის საშუალო წრფეებია იმ ბადეებისათვის, რომელთათვის ρ და φ წარმოადგენენ შემდეგი სისტემის ამონახსნებს:

$$\begin{aligned} 2\beta e^{-\rho} \cos 2\varphi &= \rho_1 [\lg(\beta^{2\lambda+1} \gamma^{4\lambda+1} \sin 2\varphi) - \rho], \\ 2\gamma e^{\rho} \cos 2\varphi &= \rho_2 [\lg(\beta^{4\lambda+1} \gamma^{2\lambda+1} \sin 2\varphi) + \rho]. \end{aligned} \tag{16}$$

აქ, როდესაც $\lambda = 0$, მიიღება პროექტული ნორმალის შემთხვევა, როდესაც $\lambda = 1$ — ვილჩინსკის დირექტრისის შემთხვევა, ხოლო თუ $\lambda = \frac{2}{3}$ — ჩეხის ლერძის შემთხვევა.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.5.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. П. Норден. Пространства аффинной связности, 1950.
2. А. И. Чахтаури. О канонических пучках прямых, ДАН СССР, т. 59, № 7, 1948.
3. Г. В. Бушманова и А. П. Норден. Проективные инварианты нормализованной поверхности, ДАН СССР, т. LX, № 8, 1948.
4. А. П. Норден. О внутренних геометриях поверхностей проективного пространства, Труды семинара по вектор. и тензор. анализу, вып. 6, 1948.
5. Г. Н. Гевцадзе. О римановых метриках поверхностей проективного пространства. Труды Тбилисского математического института им. А. М. Размадзе, т. XXII, 1956.

დრეკადობის თეორია

შ. მაცხოვრებელი

ტოტალური ბარისის უსასრულოდ მცირე ლუნვის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ვეჟამ 21.11.1956)

1°. როგორც ცნობილია, თხელი გარსის უსასრულოდ მცირე ლუნვის ამოცანა მიიყვანება დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემაზე

$$\begin{aligned} & \frac{1}{A^2 R_2} \frac{\partial U_1}{\partial \xi} - \frac{1}{B^2 R_1} \frac{\partial U_2}{\partial \eta} - \left(\frac{1}{R_2 A^2} \frac{\partial A}{\partial \xi} + \frac{1}{R_1 B A^2} \frac{\partial B}{\partial \xi} \right) U_1 \\ & + \left(\frac{1}{R_2 A B^2} \frac{\partial A}{\partial \eta} + \frac{1}{R_1 B^3} \frac{\partial B}{\partial \eta} \right) U_2 = 0, \\ & \frac{\partial U_1}{\partial \eta} + \frac{\partial U_2}{\partial \xi} - \frac{2}{A} \frac{\partial A}{\partial \eta} U_1 - \frac{2}{B} \frac{\partial B}{\partial \xi} U_2 = 0, \quad (1.1) \\ W = & \frac{R_1}{A^2} \left(\frac{\partial U_1}{\partial \xi} - \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial \xi} U_1 + \frac{A}{B^2} \frac{\partial A}{\partial \eta} U_2 \right) \equiv \frac{R_2}{B^2} \left(\frac{\partial U_2}{\partial \eta} + \frac{B}{A^2} \frac{\partial B}{\partial \xi} U_1 \right. \\ & \left. - \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial \eta} U_2 \right), \end{aligned}$$

როცა საკოორდინატო (ξ, η) წირებად მიღებულია სიმრუდის წირები. (1.1) განტოლებათა სისტემაში A^2 და B^2 ზედაპირის პირველი ძირითადი კვადრატული ფორმის კოეფიციენტებია, R_1 და R_2 სიმრუდის მთავარი რადიუსებია, U_1 და U_2 გადაადგილების ვექტორის კოვარიანტული კომპონენტებია, W კი—გადაადგილების ნორმალური მდგენელი.

მტკიცდება, რომ უსასრულოდ მცირე ლუნვის ამოცანა შეიძლება მიყვანილ იქნეს ერთი V ფუნქციის მოძებნაზე. ეს ფუნქცია აკმაყოფილებს შემორე რიგის კერძოწარმოებულებიან დიფერენციალურ განტოლებას

$$\frac{1}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{B}{A} R_1 \frac{\partial V}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{A}{B} R_2 \frac{\partial V}{\partial \eta} \right) \right] + 2HV = 0, \quad (1.2)$$

სადაც H ზედაპირის საშუალო სიმრუდეა. გადაადგილების კომპონენტები დაკავშირებულია V ფუნქციასთან ფორმულებით

$$V = \frac{I}{AB} \left(\frac{\partial U_2}{\partial \xi} - \frac{I}{A} \frac{\partial A}{\partial \eta} U_1 - \frac{I}{B} \frac{\partial B}{\partial \xi} U_2 \right) \equiv - \frac{I}{AB} \left(\frac{\partial U_1}{\partial \eta} - \frac{I}{A} \frac{\partial A}{\partial \eta} U_1 - \frac{I}{B} \frac{\partial B}{\partial \xi} U_2 \right). \quad (1.3)$$

ჩვენ განვიხილავთ უსასრულოდ მცირე ლუნვას გარსისას, რომლის შუა ზედაპირი წრიულ ტორს წარმოადგენს. ამ შემთხვევაში (1.1) განტოლებათა სისტემას ექნება სახე

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_1}{\partial \varphi} + \frac{\varepsilon}{\sin \varphi (1 - \varepsilon \sin \varphi)} \frac{\partial U_2}{\partial \varphi} - \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} U_1 &= 0, \\ \frac{\partial U_2}{\partial \varphi} + \frac{\partial U_1}{\partial \varphi} + \frac{2\varepsilon \cos \varphi}{1 - \varepsilon \sin \varphi} U_2 &= 0, \end{aligned} \quad (1.4)$$

$$W = - \frac{I}{a} \frac{\partial U_1}{\partial \varphi} \equiv \frac{I}{l(1 - \varepsilon \sin \varphi) \sin \varphi} \frac{\partial U_2}{\partial \varphi} - \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} U_1,$$

სადაც a რადიუსია იმ წრისა, რომლის ბრუნვითაც მიღებულია ტორი, l მანძილია წრის ცენტრიდან ბრუნვის ღერძამდე, ε ტორის ექსცენტრისიტეტი), $\varphi = \text{const}$ პარალელებია, $\varphi = \text{const}$ — მერიდიანები ($0 \leq \varphi \leq 2\pi$; $0 \leq \varphi \leq 2\pi$).

(1.2) განტოლება და (1.3) ფორმულები ამ შემთხვევაში მიიღებს სახეს

$$\frac{\partial}{\partial \varphi} \left[(1 - \varepsilon \sin \varphi) \frac{\partial V}{\partial \varphi} \right] - \frac{\varepsilon}{\sin \varphi} \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} + (1 - 2\varepsilon \sin \varphi) V = 0, \quad (1.5)$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{I}{al(1 - \varepsilon \sin \varphi)} \left(\frac{\partial U_2}{\partial \varphi} + \frac{\varepsilon \cos \varphi}{1 - \varepsilon \sin \varphi} U_2 \right) \\ &\equiv - \frac{I}{al(1 - \varepsilon \sin \varphi)} \left(\frac{\partial U_1}{\partial \varphi} + \frac{\varepsilon \cos \varphi}{1 - \varepsilon \sin \varphi} U_2 \right). \end{aligned} \quad (1.6)$$

თუ ვიპოვით (1.5) განტოლების ამოხსნას და შევიტანთ მას (1.6)-ში, კვდრატურის საშუალებით ვიპოვით გადაადგილების კომპონენტების მნიშვნელობებს.

2°. მთლიანი წრიული ტორის უსასრულოდ მცირე ლუნვა

დეფორმაციის უწყვეტობიდან გამომდინარეობს, რომ გადაადგილების კომპონენტები უწყვეტი ფუნქციებია გარსის ყოველ წერტილში. მაშინ ისინი პერიოდული იქნებიან ორივე ცვლადის მიმართ 2π პერიოდით. ამ პირობებში (1.6) ფორმულებიდან მივიღებთ, რომ (1.5) განტოლების ამოხსნა უნდა იყოს:

- 1) პერიოდული ორივე ცვლადის მიმართ 2π პერიოდით,
- 2) უწყვეტი და უწყვეტად წარმოებადი მეორე რიგის ჩათვლით,

3) წირებზე $\varphi=0$ და $\varphi=\pi$ ფუნქციას $\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2}$ უნდა ჰქონდეს ნული, არა-
ნაკლებ პირველი რივისა.

(1.4) სისტემას ყოველთვის აქვს 6 წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა, რომლებსაც შეესაბამება გარსის ხისტი გადაადგილება და ნობრუნება. ამ ამოხსნას ტრივიალურს ვუწოდებთ.

შეიძლება ჩვენება, რომ (1.5) განტოლების ნულთან ამოხსნას გადაადგილების მხოლოდ ტრივიალური მნიშვნელობანი შეესაბამება. გარდა ამისა, (1.5) განტოლებასაც აქვს 3 წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა, რომლებსაც აგრეთვე გადაადგილების კომპონენტების ტრივიალური მნიშვნელობანი შეესაბამება. ეს ამოხსნებია

$$V_1 = \cos \varphi, \quad V_2 = \sin \varphi \cos \psi, \quad V_3 = \sin \varphi \sin \psi. \quad (2.1)$$

იმისათვის, რომ შესაძლებელი გახდეს ტორულ გარსში უსასრულოდ მცირე ლუნის განხორციელება, საჭიროა (1.5) განტოლებას ჰქონდეს (2.1) ფუნქციებზე წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა, რომელსაც შეესაბამება გადაადგილების კომპონენტების არატრივიალური მნიშვნელობანი.

ჩვენ მიერ აღრე ნაჩვენები იყო [2], რომ (1.5) განტოლებას აღნიშნულ პირობებში აქვს არატრივიალური ამოხსნა

$$V = \varepsilon + \sin \varphi - \frac{2\varepsilon^2}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} \cos \varphi \cdot \text{arc tg} \left[\sqrt{\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}} \text{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right]. \quad (2.2)$$

ვიპოვოთ ამ ამოხსნის შესაბამისი გადაადგილების კომპონენტების მნიშვნელობები.

თუ ვისარგებლებთ (1.6) ფორმულებით, მივიღებთ

$$\frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{U_2}{1 - \varepsilon \sin \varphi} \right) = al \left\{ \varepsilon + \sin \varphi - \frac{2\varepsilon^2}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} \cos \varphi \times \right. \\ \left. \times \text{arc tg} \left[\sqrt{\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}} \text{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \right\}, \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial U_1}{\partial \psi} + \frac{\varepsilon \cos \varphi}{1 - \varepsilon \sin \varphi} U_2 = -al (1 - \varepsilon \sin \varphi) \left\{ \varepsilon + \sin \varphi - \frac{2\varepsilon^2}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} \cos \varphi \cdot \text{arc tg} \left[\sqrt{\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}} \text{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \right\}.$$

მოვახდინოთ პირველი ტოლობის ინტეგრება

$$\frac{U_2}{1 - \varepsilon \sin \varphi} = -al \left\{ \cos \varphi - \frac{2\varepsilon}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} (1 - \varepsilon \sin \varphi) \times \right. \\ \left. \times \text{arc tg} \left[\sqrt{\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}} \text{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \right\} + f(\psi), \quad (2.4)$$

სადაც $f(\varphi)$ ჯერჯერობით ნებისმიერი ფუნქციაა, რომელიც საჭიროა განისაზღვროს.

შევიტანოთ U_2 -ის (2.4) მნიშვნელობა (1.4) სისტემის პირველ განტოლებაში და (2.3)-ის მეორე ტოლობაში. მცირე გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ

$$\frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{U_1}{\sin \varphi} \right) = - \frac{\varepsilon}{\sin^2 \varphi} f'(\varphi),$$

$$\frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{U_1}{\sin \varphi} \right) = a l (\varepsilon^2 - 1) - \frac{\varepsilon \cos \varphi}{\sin \varphi} f(\varphi),$$

საიდანაც $f(\varphi)$ ფუნქციისათვის მივიღებთ განტოლებას

$$f''(\varphi) + f(\varphi) = 0.$$

მაშასადამე,

$$f(\varphi) = A_1 \cos \varphi + A_2 \sin \varphi,$$

სადაც A_1 და A_2 ნებისმიერი მუდმივებია.

შევიტანოთ რა ამ გამოსახულებას (2.4)-ში, მივიღებთ

$$U_2 = - a l (1 - \varepsilon \sin \varphi) \left\{ \cos \varphi - \frac{2\varepsilon}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} (1 - \varepsilon \sin \varphi) \times \right. \\ \left. \times \arctg \left[\sqrt{\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \right\} + (1 - \varepsilon \sin \varphi) (A_1 \cos \varphi + A_2 \sin \varphi).$$

უკანასკნელი შესაკრები გადაადგილების ტრივიალური მნიშვნელობაა. ამიტომ U_2 -ის არატრივიალური მნიშვნელობა მოიცემა ფორმულით

$$U_2 = - a l (1 - \varepsilon \sin \varphi) \left\{ \cos \varphi - \frac{2\varepsilon}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} (1 - \varepsilon \sin \varphi) \times \right. \\ \left. \times \arctg \left[\sqrt{\frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \right\}. \quad (2.5)$$

ამის შემდეგ შეგვიძლია ვიპოვოთ U_1 -ის არატრივიალური მნიშვნელობაც

$$U_1 = a l (\varepsilon^2 - 1) \varphi \sin \varphi. \quad (2.6)$$

როგორც ვხედავთ, გადაადგილების კომპონენტი მრავალსახა ფუნქციაა, რაც პირობის თანახმად, შეუძლებელია; ეს კი იმას ნიშნავს, რომ მთლიან ტორულ გარსში შეუძლებელია განხორციელდეს არატრივიალური უსასრულოდ მცირე ღუნვა.

3°. უსასრულოდ მცირე ღუნვა ტორული გარსისა, რომელიც საზღვრებით დამაგრებულია ბრტყელ ფირფიტებზე

განვიხილოთ ტორული გარსი, რომლიდანაც ამოჭრილია მისი შიგა ნაწილი, განსაზღვრული პირობით

$$0 \leq \varphi \leq 2\pi; \varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2 \quad (0 < \varphi_1 < \varphi_2 < \pi).$$

ვივლით, რომ გარსის საზღვრები, რომლებიც ემთხვევა $\varphi = \varphi_1$ და $\varphi = \varphi_2$ წირებს, დამაგრებულია ბრტყელ ფირფიტებზე.

შევარჩიოთ დეკარტის კოორდინატთა სისტემა ისე, რომ oz ღერძი ემთხვეოდეს ტორის ბრუნვის ღერძს, xoy სიბრტყე კი მის ეკვატორზე გადიოდეს.

აღვნიშნოთ ფირფიტის გადაადგილების ვექტორი \vec{U}_n -ით და დავშალოთ იგი დეკარტის კოორდინატთა სისტემის მიმართ. კომპონენტები შესაბამისად აღვნიშნოთ U_x -ით, U_y -ით და U_z -ით.

ადვილი საჩვენებელია, რომ (1.1) სისტემა ბრტყელი ფირფიტისათვის მიიღებს სახეს

$$-\frac{\partial U_x}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial U_y}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial U_x}{\partial y} + \frac{\partial U_y}{\partial x} = 0. \quad (3.1)$$

ამასთან, (1.1) სისტემის მესამე ტოლობიდან, ცხადია, გვექნება

$$U_x = f(x, y),$$

სადაც $f(x, y)$ ორი ცვლადის ნებისმიერი უწყვეტი ფუნქციაა.

(3.1) სისტემის ინტეგრებით მივიღებთ

$$U_x = -Ay + B, \quad U_y = Ax + C,$$

სადაც A, B და C ნებისმიერი მუდმივებია.

აღვნიშნოთ ტორული გარსის გადაადგილების ვექტორი \vec{U}_r -ით. მაშინ, ვისარგებლებთ რა (1.4)-ის უკანასკნელი ტოლობით, მივიღებთ

$$\begin{aligned} \vec{U}_r = & -\frac{1}{l(1 - \varepsilon \sin \varphi)} \left(\cos \varphi \frac{\partial U_2}{\partial \varphi} + \sin \varphi U_2 \right) \vec{i} \\ & - \frac{1}{l(1 - \varepsilon \sin \varphi)} \left(\sin \varphi \frac{\partial U_2}{\partial \varphi} - \cos \varphi U_2 \right) \vec{j} \\ & - \frac{1}{a} \left(\cos \varphi \frac{\partial U_1}{\partial \varphi} + \sin \varphi U_1 \right) \vec{k}, \end{aligned} \quad (3.2)$$

სადაც \vec{i}, \vec{j} და \vec{k} მიმართული ვექტორებია შესაბამისად ox, oy და oz ღერძებისა.

პირობის თანახმად, ტორული გარსის $\varphi = \varphi_1$ და $\varphi = \varphi_2$ საზღვრები ხისტადაა დამაგრებული ფირფიტებზე. ამიტომ, ცხადია, გვექნება

$$\vec{U}_r|_{\varphi=\varphi_1} = \vec{U}_r|_{\gamma_1}, \quad \vec{U}_r|_{\varphi=\varphi_2} = \vec{U}_r|_{\gamma_2}, \quad (3.3)$$

სადაც γ_1 და γ_2 , შესაბამისად, წრეხაზებია:

$$\begin{aligned} \gamma_1: \quad x &= l(1 - \varepsilon \sin \varphi_1) \cos \vartheta, \\ y &= l(1 - \varepsilon \sin \varphi_1) \sin \vartheta; \\ \gamma_2: \quad x &= l(1 - \varepsilon \sin \varphi_2) \cos \vartheta, \\ y &= l(1 - \varepsilon \sin \varphi_2) \sin \vartheta. \end{aligned}$$

ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში, ეს ამოცანაც მიიყვანება (1.5) განტოლების შესწავლაზე, გარკვეული სასაზღვრო პირობებით. ყველა პირობა, რომლებსაც V ფუნქცია წინა შემთხვევაში აკმაყოფილებს, აქაც შესრულებულია. კერძოდ, იმის გამო, რომ ტორული გარსი შეიცავს $\varphi = 0$ და $\varphi = \pi$ წირებს, ადგილი ექნება ტოლობებს

$$\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \vartheta^2} \right)_{\varphi=0} = \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \vartheta^2} \right)_{\varphi=\pi} = 0.$$

მაშასადამე, თუ გადაადგილების კომპონენტებს არ მოვთხოვთ ცალსახობას, ანალოგიურად წინა შემთხვევისა, გადაადგილების კომპონენტების არატრიალური მნიშვნელობანი განისაზღვრება (2.5) და (2.6) ფორმულებით.

შეეიტანოთ ეს მნიშვნელობები (3.2)-ში და უგულვებელყოთ ხისტი გადაადგილების შესაბამისი მუდმივები. მაშინ, თანახმად (3.3) სასაზღვრო პირობისა, მივიღებთ

$$U_1 = U_2 = W = 0.$$

ეს იმას ნიშნავს, რომ ტორულ ზედაპირზე არ შეიძლება განხორციელდეს უსასრულოდ მცირე ღუნვა. რაც შეეხება ფირფიტას, მის წერტილებს შეუძლია გადაადგილდეს იჯ ღერძის გასწვრივ ნებისმიერად, მხოლოდ $f(x, y)$ ფუნქციისაგან მოითხოვება, რომ γ_1 და γ_2 წრეხაზებზე გახდეს ნულის ტოლი.

4°. უსასრულოდ მცირე ღუნვა ტორული გარსის ზოლისა, რომლის საზღვრები ხისტადაა ჩამაგრებული

განვიხილოთ ტორული გარსის ზოლი, რომლის საზღვრები ემთხვევა $\varphi = \varphi_1$ და $\varphi = \varphi_2$ წირებს. ვიგულისხმობთ, რომ ზოლი მიიღება წრეხაზის ისეთი რკალის ბრუნვით, რომლისთვისაც $0 < \varphi_1 < \pi$, $\pi < \varphi_2 < 2\pi$.

იმ შემთხვევაში, როცა გარსის საზღვარი ხისტადაა ჩამაგრებული, გადაადგილების კომპონენტები დააკმაყოფილებენ სასაზღვრო პირობებს

$$\begin{aligned} U_1 = U_2 = W = 0, \quad \text{როცა } \varphi = \varphi_1, \\ U_1 = U_2 = W = 0, \quad \text{როცა } \varphi = \varphi_2. \end{aligned} \quad (4.1)$$

ისე, როგორც წინა შემთხვევაში, ამოცანა მიიყვანება ერთი V ფუნქციის მოძებნაზე. ეს ფუნქცია აკმაყოფილებს (1.5) დიფერენციალურ განტოლებას და პირობებს:

1) როგორც თვითონ, ისე მისი კერძო წარმოებულები მეორე რიგამდე უწყვეტია,

2) პერიოდულია φ ცვლადის მიმართ 2π პერიოდით,

3) ნულის ტოლი ხდება გარსის საზღვარზე, ე. ი.

$$V(\varphi_1, \varphi) = V(\varphi_2, \varphi) = 0, \quad (4.2)$$

რაც გამომდინარეობს (4.1) სასაზღვრო პირობებიდან და (1.6) ფორმულებიდან.

გარდა ამისა, (1.5) განტოლებიდან უშუალოდ გამომდინარეობს, რომ ადგილი აქვს ტოლობებს:

$$\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} \right)_{\varphi=0} = \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} \right)_{\varphi=2\pi} = 0.$$

ანალოგიურად წინა შემთხვევისა, აქაც მივიღებთ, რომ ტორული ზოლის ყოველ წერტილში

$$U_1 = U_2 = W = 0,$$

ე. ი. გარსში არ შეიძლება განხორციელდეს უსასრულო მცირე ღუნვა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 1.12.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Л. Гольденвейзер. Теория упругих тонких оболочек. Москва, 1953.
2. შ. მეცხოვრიშვილი. ტორული გარსის უმომენტო დაძაბული მდგომარეობის ზოგიერთი საკითხი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVI, № 4, 1955.

ფიზიკა

თ. ბაჩიჩილაძე

$Be^9 (He^3, p) B^{11}$ რეაქციის კუთხური ბანაწილება

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 2.7.1956)

როდესაც ბირთვებს მძიმე ნაწილაკებით ბომბავენ, მაშინ ბირთვული რეაქციები შეიძლება მიმდინარეობდეს როგორც საშუალოდ ბირთვის წარმოქმნის, ისე უშუალო ურთიერთქმედების გზით.

α -ნაწილაკები, რომელნიც ძლიერად ბმულ სისტემებს წარმოადგენენ, ბირთვებთან დაჯახებისას უმეტეს შემთხვევებში საშუალოდ ბირთვის წარმოქმნისაკენ მიისწრაფიან. დეიტონები, რომელნიც, პირუკუ, უაღრესად სუსტად ბმული სისტემაა, (dp) და (dn) რეაქციებში სტრიპინგის სქემის მიხედვით მონაწილეობენ. ამიტომ ინტერესს იწვევს ისეთი რეაქციების შესწავლა, რომლებშიც მონაწილეობენ საშუალო ბმის ენერჯის მქონე ნაწილაკები (მაგალითად, H^3 და He^3). ამგვარ შემთხვევებში საინტერესოა გავარკვიოთ, თუ რა როლს თამაშობს საშუალოდ ბირთვის წარმოქმნის შესაძლებლობა და რა როლს—უშუალო ურთიერთქმედება.

7308

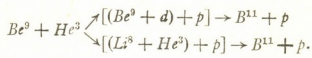
არსებობს რიგი ფაქტები [1, 2, 3], რომელთა ახსნა უშუალო ურთიერთქმედების მექანიზმის საფუძველზე ხერხდება. ეს მექანიზმი ცნობილია „მძიმე სტრიპინგის“ (heavy particle stripping) სახელწოდებით [4].

მძიმე სტრიპინგის მექანიზმი ფორმალურად ანალოგიურია ჩვეულებრივისა, მაგრამ მისი არსი გაცილებით უფრო რთულია და საცხებით ნათელი არ არის, თუ რა შემთხვევებში უნდა ჰქონდეს ადგილი ამ მოვლენას [5]. მაგრამ აუცილებელი პირობა იმისა, რომ ამ პროცესს ადგილი ჰქონდეს, შემდეგში მდგომარეობს: შთანქმული ნაწილაკის ბმის ენერჯია წარმოქმნილ ბირთვში მეტი უნდა იყოს მის ბმის ენერჯიაზე დაცემულ ბირთვში. ჩვეულებრივი სტრიპინგის შემთხვევაში ეს პირობა ფაქტობრივ ავტომატურად სრულდება ყველა შემთხვევაში, მაგრამ მძიმე სტრიპინგის შემთხვევაში იგი ყველა ცალკეული რეაქციის განხილვისას უნდა შემოწმდეს.

[3] შრომაში გაზომილია $Be^9 (He^3, p) B^{11}$ რეაქციაში მიღებული პროტონების კუთხური განაწილება. C -სისტემაში ეს განაწილება ორი მკვეთრი მაქსიმუმის (0° და 180°) არსებობით ხასიათდება. განაწილების მინიმუმი დაახლოებით 90° ეთანადება. ჩვენ ვუშვებთ, რომ ეს რეაქცია მძიმე სტრი-



პინგის სქემის მიხედვით მიმდინარეობს. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ შესაძლოა ორი დამოუკიდებელი გზა:



პირველი გზა იმაში მდგომარეობს, რომ He^3 -ისა და Be^9 -ს დაჯახებისას პროტონი, რომელიც ჰელიუმის ბირთვის ეკუთვნის, თავისუფლდება, ხოლო დეიტონი შთანთქმება ბერილიუმის მიერ (აღვნიშნოთ, რომ D -ს და Be^9 -ის ბმა B^{11} -ში მეტია, ვიდრე D -სა და p -ს ბმა He^3 -ში). ცხადია, რომ განთავისუფლებული პროტონები ძირითადად განაპირობებენ პირველ მაქსიმუმს (0°). მეორე გზა ასეთია: Be^9 ეჯახება He^3 -ს, Li^8 შთანთქმება He^3 -ს ველში, ხოლო პროტონი თავისუფლდება (Li^8 -ს ბმა B^{11} -ში მეტია, ვიდრე მისი ბმა Be^9 -ში). ამგვარი პროტონები ძირითადად განაპირობებენ მეორე მაქსიმუმის (180°) არსებობას. სრული ეფექტი წარმოადგენს ამ ორი დამოუკიდებელი ეფექტის ჯამს. მაშასადამე, ამ მექანიზმის საფუძველზე უნდა მოველოდეთ ორ დამახასიათებელ მაქსიმუმს.

გამოთვლებისათვის ვსარგებლობთ ბატლერის ცნობილი გამოსახულებით რეაქციის ამპლიტუდისათვის [6]:

$$B_f^{lm} = - \frac{2 \pi i \delta_{m0} [2 \alpha (2l+1)]^{1/2}}{M(\alpha^2 + k^2)} \times \left(1\right) \\ \times \left\{ r^2 \left[\frac{\partial}{\partial r} j_l(k_1 r) - j_l(k_1 r) \frac{\partial}{\partial r} \log h_l^{(1)}(Kr) \right] \right\} r = R_I \left(1 + \frac{M}{M_I} \right),$$

სადაც M განთავისუფლებული ნაწილაკის მასაა, M_I —სამიზნე ბირთვის მასა, R_I —სამიზნე ბირთვის რადიუსი, K —შთანთქმული ნაწილაკის ტალღური რიცხვი, $\frac{\hbar^2 \alpha^2}{\mu}$ —დაცემული ნაწილაკის ბმის ენერგია,

$$\vec{k} = \vec{K}_p - \frac{1}{2} \vec{K},$$

$$\vec{k}_1 = \vec{K}_i - \vec{K}_p \left[\left(1 + \frac{M}{M_I} \right) \right]^{-1}, \quad (1')$$

$\hbar \vec{K}_p$ განთავისუფლებული პროტონის იმპულსია, $\hbar \vec{K}_i$ —დაცემული ბირთვის იმპულსი, j_l —ბესელის სფერული ფუნქცია [7], $h_l^{(1)}$ —ჰანკელის პირველი გვარის სფერული ფუნქცია [7], l —შთანთქმული ნაწილაკის ორბიტალური მომენტი, რომელიც დაკავშირებულია სამიზნე ბირთვის სპინთან, I —თან, და საბოლოო ბირთვის სპინთან, J —თან, შემდეგნაირად:

$$| | J - I | - s | \cong | I \cong J + I + s;$$

ა შთანქმული ნაწილაკის სპინია. უნდა ავიღოთ l -ის მხოლოდ კენტი ან მხოლოდ ლუწი მნიშვნელობა, იმისდა მიხედვით, იცვლება თუ არა მდგომარეობის ლუწობა.

პირველ შემთხვევაში $l = 2, 4$; მეორეში $l = 1$. განიკვეთს აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} \sigma(\bar{k}_p) &= \frac{[1+M/(M+M_{Be^0})]^{-1}}{(1+M/M_{Be^0})(1+M_{He^3}/M_{Be^0})} \cdot \frac{M_{He^3} M^2}{(2\pi)^2 h^6 R_{Be^0}} \cdot \frac{K_p}{K_{Be^0}} \times \\ &\times \left(\frac{1}{5} |B_{f1}^{20}|^2 + \frac{1}{9} |B_{f1}^{40}|^2 \right) \\ &+ \frac{[1+M/(M+M_{He^3})]^{-1}}{(1+M/M_{Be^0})(1+M_{Be^0}/M_{He^3})} \cdot \frac{M_{Be^0} M^2}{(2\pi)^2 h^6 R_{He^3}} \cdot \frac{K_p}{K_{He^3}} \cdot \frac{1}{3} |B_{f2}^{10}|^2, \end{aligned} \quad (2)$$

სადაც

$$\begin{aligned} B_{f1}^{20} &= \frac{2\pi(10\alpha_1)^{1/2}}{M(\alpha_1^2+h_1^2)} \left\{ r^2 \left[\frac{\partial}{\partial r} j_2(k_1 r) - j_2(k_1 r) \times \right. \right. \\ &\times \left. \left. \frac{\partial}{\partial r} \log h_2^{(1)}(K_1 r) \right] \right\} \Big|_{r=R_{Be^0}} \left(1 - \frac{M}{M_{Be^0}} \right), \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} B_{f1}^{40} &= -\frac{2\pi(18\alpha_1)^{1/2}}{M(\alpha_1^2+k_1^2)} \left\{ r^2 \left[\frac{\partial}{\partial r} j_4(k_1 r) - j_4(k_1 r) \times \right. \right. \\ &\times \left. \left. \frac{\partial}{\partial r} \log h_4^{(1)}(K_1 r) \right] \right\} \Big|_{r=R_{Be^0}} \left(1 + \frac{M}{M_{Be^0}} \right), \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} B_{f2}^{10} &= \frac{2\pi i(6\alpha_2)^{1/2}}{M(\alpha_2^2+k_2^2)} \left\{ r^2 \left[\frac{\partial}{\partial r} j_1(k_2 r) - j_1(k_2 r) \times \right. \right. \\ &\times \left. \left. \frac{\partial}{\partial r} \log h_1^{(1)}(K_2 r) \right] \right\} \Big|_{r=R_{He^3}} \left(1 + \frac{M}{M_{He^3}} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

$\alpha_1, \alpha_2, k_1, k_2, k_1', k_2'$ და K_1 და K_2 სიდიდეები გამოითვლება (1')-ისა და ენერგიის მუდმივობის კანონის დახმარებით, როდესაც He^3 -ის ენერგია ლაბორატორულ სისტემაში $2 Mev$ -ია.

გამოთვლები ჩატარებულია B^{11} -ის ძირითად მდგომარეობაში გადასვლისათვის.

შედეგები მოყვანილია ცხრილში.

$E_{He^2} (L\text{-სისტემა}) = 2 \text{ Mev.}$

ცბრილი

	კუთხეები	0°	10°	30°	50°	70°	90°	110°	130°	140°	160°	170°	180°
პროტონების რიცხვი $1 He^2$ -ზე	ექსპერიმენტ.	—	9,2	9,0	6,2	5,0	5,1	6,2	7,5	7,9	8,1	8,2	—
	თეორია	6,8	8,5	8,9	6,2	6,3	5,0	6,1	7,3	7,6	7,8	7,9	7,5

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.7.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. K. Green, L. Scanlon, B. Willmott. Proc. Phys. Soc. A 68, 386, 1955.
2. M. Risser. Bull. Amer. Phys. Soc. Series II, vol. 1, № 2, 1956.
3. L. Holmgren. et. al. Phys. Rev. 100, 436, 1955.
4. D. Madansky a. I. Owen. Heavy Particle stripping—Phys. Rev. 99, 1608, 1955.
5. N. Huby. Progress in Nuclear Physics. 3, 1953.
6. S. Товостан. Angular distribution of (d, p) reactions. Phys. Rev. 94, 1655, 1954.
7. К. Рыжик и Р. Градштейн. Таблицы сумм, рядов и произведений. Гос. тех. издат., М.—Л., 1951.

ფიზიკა

ა. ლოგუნოვი და ა. თავხელიძე

დისპერსიული თანაფარდობები და ფაზური წანაცვლებების
განტოლებები მიზონ-ნუკლონურ დაჯახებათა პროცესებისათვის
ფიქსირებულ ნუკლონის შემთხვევაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისოვმა 22.8.1956)

§ 1. მიზეზობრიობის პრინციპი

სტატიაში [1] გაბნევის მატრიცის უნიტარობისა და სისტემის ჰამილტონიანის საკუთარ ფუნქციითა სრული სისტემის არსებობის საფუძველზე დადგენილი იყო მეზონ-ნუკლონურ დაჯახებათა რეაქციის ამპლიტუდის ლუწობის ზოგიერთი თვისება. თუ გავითვალისწინებთ მიზეზობრიობის პრინციპის მოთხოვნას $j_p^\beta(t)$ დინამიკური ცვლადისათვის

$$\partial j_p^\beta(t) / \partial \varphi_i^\beta(t') = 0 \quad t' < t \quad (1.1)$$

(მიზეზობრიობის პრინციპის ასეთი ფორმულირება ეკუთვნის ნ. ბოგოლუბოვს [2]), ცხადია, რომ $W_{p,q}^{ret}(t)$ ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრავს $M_{pq}^{ret}(E)$ ამპლიტუდას, ტოლია ნულისა, როდესაც $t < 0$. უკანასკნელი გარემოების გამოყენებით ადვილი დასადგენია $M_{pq}(E)$ ფუნქციის ანალიზურობა ზედა ნახევარსიბრტყეში.

M_{pq} ფუნქციის ანალიზურობით რომ ვისარგებლოთ, მივმართოთ კოშის თეორემას. როგორც ცნობილია, ჩაკეტილ არეში ანალიზური ფუნქციისათვის ადვილი აქვს კოშის თეორემას:

$$f(E) = \frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{f(E')}{E' - E} dE', \quad (1.2)$$

სადაც წერტილი E არ ეკუთვნის საზღვარს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც წერტილი E მოთავსებულია C კონტურზე, (1.2) ფორმულა შეიძლება შემდეგი სახით ჩაიწეროს:

$$f(E) = \frac{1}{\pi i} V_p \int_C \frac{f(E')}{E' - E} dE'. \quad (1.3)$$

V_p მიუთითებს, რომ აიღება ინტეგრალის მთავარი მნიშვნელობა. თუ ფუნქცია $f(E)$ უსასრულოში კლებულობს როგორც E^{-1} და ინტეგრებას ვახდენთ კონტურზე, რომელიც შედგენილი იქნება ნამდვილი ღერძის მონაკვე-

თით და R რადიუსის მქონე ჩამკეტი ნახევარწრით, მაშინ ზღვრულ შემთხვევაში $R = \infty$ ინტეგრალი ნახევარწრეზე ტოლი იქნება ნულისა და ფორმულა (1.3) მიიღებს სახეს:

$$f(E) = \frac{1}{\pi i} V_p \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(E')}{E' - E} dE'. \quad (1.4)$$

თუ $f(E)$ ფუნქციას უსასრულოდ გააჩნია პოლუსი არა უმაღლეს პირველი რიგისა, იმისათვის, რომ მივიღოთ ფორმულა (1.4) ანალოგიური, უნდა გამოვიყენოთ გამოკლებითი პროცედურა. გადავწეროთ (1.3) ფორმულა C კონტურისათვის, რომელიც შედგენილია ნამდვილი ღერძის მონაკვეთით და R რადიუსის მქონე ჩამკეტი ნახევარწრით:

$$f(E) = \frac{1}{\pi i} V_p \int_{-R}^{+R} \frac{f(E')}{E' - E} dE' + \frac{1}{\pi i} \int_{C_R} \frac{f(E')}{E' - E} dE'. \quad (1.5)$$

გამოკლებითი პროცედურის ჩატარებით მივიღებთ შემდეგ თანაფარდობას:

$$f(E) - f(E_0) = \frac{1}{\pi i} V_p \int_{-R}^{+R} \frac{E - E_0}{(E' - E)(E' - E_0)} f(E') dE' + \frac{(E - E_0)}{\pi i} \int_{C_R} \frac{f(E')}{(E' - E)(E' - E_0)} dE', \quad (1.6)$$

რომელიც ზღვრულ შემთხვევაში $R = \infty$ შეიძლება შემდეგი სახით ჩაიწეროს:

$$f(E) = a + bE + \frac{1}{\pi i} V_p \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{E - E_0}{(E' - E)(E' - E_0)} f(E') dE', \quad (1.7)$$

სადაც a და b მუდმივი კოეფიციენტებია.

ამრიგად, თუ ფუნქციას უსასრულოდ გააჩნია პოლუსი არა უმაღლეს პირველი რიგისა, (1.4) ფორმულის ნაცვლად უნდა ვისარგებლოთ (1.7) ფორმულით.

გამოკლებითი პროცედურა, რომელსაც მიემართავთ სხვადასხვა კონკრეტულ შემთხვევაში, დამოკიდებული იქნება ამპლიტუდის ზრდის რიგზე უსასრულოდ. რეაქციის ამპლიტუდის ზრდის რიგე დამოკიდებულია პროცესის დინამიკაზე და არ შეიძლება დადგენილ იქნეს კინემატიკური ხასიათის მოსაზრების საფუძველზე. ამიტომ კონკრეტული ამოცანის განხილვისას საჭიროა გარკვეული დაშვების მიღება რეაქციის ამპლიტუდის ზრდის რიგის შესახებ.

§ 2. დისპერსიული თანაფარდობები

დავუშვათ, რომ M_{pq} ამპლიტუდა კლებულობს უსასრულოში როგორც E^{-1} ან უფრო სწრაფად. გამოვიყენებთ რა $M_{pq}(E)$ ფუნქციის ანალიზურობას ზელა ნახევარსბრტყეში, [1.4] ფორმულის საფუძველზე ვწერთ⁽¹⁾

$$M_{pq}^{ss'}(E) = \frac{1}{\pi i} V_p \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{M_{pq}(E')}{E' - E} dE'. \quad (2.1)$$

(2.1) თანაფარდობის ერმიტული ნაწილის განცალგებით მივიღებთ

$$D_{pq}^{ss'}(E) = \frac{1}{\pi} V_p \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{A_{pq}^{ss'}(E')}{E' - E} dE'. \quad (2.2)$$

(I-2.8) ლუწური თვისებების გათვალისწინებით, (2.2) ფორმულა შეიძლება შემდეგი სახით გადავწეროთ:

$$D_{pq}^{ss'}(E) = \frac{1}{\pi} V_p \int_{-\mu}^{+\mu} \frac{A_{pq}^{ss'}(E')}{E' - E} dE' + \frac{1}{\pi} V_p \int_{\mu}^{\infty} dE' \left[\frac{A_{pq}^{ss'}(E')}{E' - E} + P_{ss'} \frac{A_{pq}^{ss'}(E')}{E' + E} \right]. \quad (2.3)$$

არათიზიკური არის არსებობასთან დაკავშირებული წველილის გამოსათვლელად გამოვიყენოთ (I-1.14) და (I-2.4a) გამოთქმები და წარმოვადგინოთ $A_p^q(E)$ შემდეგი სახით:

$$A_{pq}^{ss'}(E) = \pi \delta(E) \sum_{s''} \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_{s'} \rangle \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_s \rangle p^{\alpha} q^{\beta} - \pi \delta(E) \sum_{s''} \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_{s'} \rangle \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_s \rangle p^{\alpha} q^{\beta} \quad (2.4)$$

$$+ \pi \sum_{n > 1} \int \overline{d\epsilon} \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_{\bar{n}} \rangle \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_s \rangle p^{\alpha} q^{\beta} \delta(E - \epsilon^0) - \pi \sum_{n > 1} \int \overline{d\epsilon} \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_{\bar{n}} \rangle \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_s \rangle p^{\alpha} q^{\beta} \delta(E + \epsilon^0),$$

საიდანაც

$$\epsilon^0 = \sqrt{\epsilon^2 + \mu^2},$$

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\mu}^{+\mu} \frac{A_{pq}^{ss'}(E)}{E' - E} dE' = -\frac{1}{E} \sum_{s''} \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_{s'} \rangle \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_s \rangle p^{\alpha} q^{\beta} + \frac{1}{E} \sum_{s''} \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_{s'} \rangle \langle \psi_{s''}^{\beta}(0) \psi_s \rangle p^{\alpha} q^{\beta}. \quad (2.5)$$

(¹ $|\bar{p}|, |\bar{q}|$ ფუნქცია E და არა E' .)

განვიხილოთ სიდიდე

$$\langle \psi_s / J_p^*(t) \psi_s \rangle$$

და წარმოვიდგინოთ ის შემდეგი სახით:

$$\langle \psi_s / J_p^*(t) \psi_s \rangle = i \langle \dot{\Phi}_{s'} \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^*(t)} \Phi_s \rangle.$$

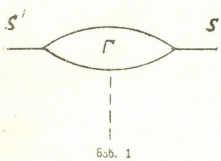
თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$\varphi_p^*(t) = \frac{1}{2\pi} \int \varphi^{E'} \varphi_p^*(E) dE,$$

მივიღებთ:

$$i \langle \dot{\Phi}_{s'} \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^*(E)} \Phi_s \rangle = i \frac{1}{2\pi} \int dt \langle \dot{\Phi}_{s'} \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^*(t)} \Phi_s \rangle e^{iE't},$$

საიდანაც



$$i \langle \dot{\Phi}_{s'} \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^*(E)} \Phi_s \rangle = \delta(E) \langle \psi_s / J_p^*(0) \psi_s \rangle.$$

დიაგრამათა ჯამი, რომლებიც იძლევიან წილს $i \langle \dot{\Phi}_{s'} \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^*(E)} \Phi_s \rangle$ სახის მატრიცულ ელემენტში, სიმბოლურად შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით (იხ. ნახ. 1):

I განზოგადებული წვეროს ოპერატორია.

ვინაიდან მატრიცული ელემენტი ორ ერთნუკლონიან მდგომარეობას შორის აიღება არა თვით S მატრიციდან, არამედ მატრიცის ვარიაციული წარმოებულისაგან ბოზონური ველით, ამიტომ

$$i \langle \dot{\Phi}_{s'} \frac{\delta S}{\delta \varphi_p^*(E)} \Phi_s \rangle = \delta(E) \langle u_{s'} I_p^* u_s \rangle,$$

ანუ

$$\langle \psi_s / J_p^*(0) \psi_s \rangle = \langle u_{s'} I_p^* u_s \rangle. \tag{2.6}$$

განმარტების თანახმად, რადიაციული შესწორებები თავისუფალი ნუკლონური ბოლოებისათვის ტოლია ნულისა. ამ გარემოების გათვალისწინებით ვღებულობთ

$$\langle u_{s'} I_p^* u_s \rangle = f/\mu \langle u_{s'} \sigma_x \tau_p u_s \rangle. \tag{2.7}$$

(2.6) და (2.7) გამოთქმის გათვალისწინებით (2.5) გამოსახულება შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\mu}^{+\mu} \frac{A_{pp}(E')}{E' - E} dE' = - \frac{1}{E} \left(\frac{f}{\mu} \right)^2 [V_q, V_p], \tag{2.8}$$

სადაც

$$V_p = \tau_p (\vec{\sigma} \cdot \vec{p}).$$

(2.8) გამოთქმის ჩასმით (2.3) მივიღებთ საბოლოო გამოსახულებას დისპერსიული თანაფარდობებისათვის:

$$D_{pq}(E) = \frac{1}{E} \frac{f}{\mu} [V_p, V_q] + \frac{1}{\pi} V_p \int_{\mu}^{\infty} dE' \left[\frac{A_{pq}(E')}{E' - E} + \frac{A_{pq}^+(E')}{E' + E} \right]. \quad (2.9)$$

§ 3. მეზონ-ნუკლონურ დაჯახებათა ფაზური წანაცვლებების განტოლებები

P ტალღის მიახლოებაში M_{pq} ამპლიტუდა შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით [3]:

$$M_{pq}(E) = 4\pi \sum_{\alpha=1}^3 R_{\alpha}(q, p) h_{\alpha}(E), \quad (3.1)$$

სადაც

$$\begin{aligned} R_{11}(q_1 p) &= \frac{1}{3} \tau_q \tau_p (\vec{\sigma} \cdot \vec{q}) (\vec{\sigma} \cdot \vec{p}), \\ R_{13}(q_1 p) &= \frac{1}{3} \tau_q \tau_p [3 (\vec{q} \cdot \vec{p}) - (\vec{\sigma} \cdot \vec{q}) (\vec{\sigma} \cdot \vec{p})], \\ R_{31}(q_1 p) &= \delta_{qp} - \frac{1}{3} \tau_q \tau_p (\vec{\sigma} \cdot \vec{q}) (\vec{\sigma} \cdot \vec{p}), \\ R_{33}(q_1 p) &= \delta_{qp} - \frac{1}{3} \tau_q \tau_p [3 (\vec{q} \cdot \vec{p}) - (\vec{\sigma} \cdot \vec{q}) (\vec{\sigma} \cdot \vec{p})], \\ R_1 &= R_{11} \quad R_2 = R_{13} + R_{31} \quad R_3 = R_{33}. \end{aligned} \quad (3.2)$$

R ოპერატორი აგეგმილებს მდგომარეობას გარკვეული იზოტოპური სპინით და სრული მოძრაობის რაოდენობის სრული მომენტი. მაგალითად, R_{13} ოპერატორი აგეგმილებს მდგომარეობას იზოტოპური სპინით 1/2 და სრული მომენტი 3/2.

(I-2.3) და (I-2.3a) ფორმულებისა და (3.1), (3.2) გამოსახულებების გათვალისწინებით, მივიღებთ

$$A_{pq}(E) = 4\pi \sum_{\alpha=1}^3 R_{\alpha}(q_1 p) J_{\alpha} h_{\alpha}(E), \quad (3.3)$$

$$A_{pq}^+(E) = 4\pi \sum_{\alpha=1}^3 R_{\alpha}(p_1 q) J_{\alpha} h_{\alpha}(E). \quad (3.4)$$

მაგრამ ვინაიდან

$$R_\alpha(p, q) = \sum_{\beta=1}^3 R_\beta(q, p) A_{\beta\alpha}, \quad (3.5)$$

სადაც

$$A = \begin{pmatrix} 1/9 - 8/9 & 16/9 \\ -2/9 & 7/9 & 4/9 \\ 4/9 & 4/9 & 1/9 \end{pmatrix},$$

ამიტომ გამოსახულება (3.4) შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$A_{pq}^+(E) = 4\pi \sum_{\alpha, \beta} R_\alpha(q, p) A_{\alpha\beta} Jm h_\beta(E), \quad (3.6)$$

(3.5) თანათარღობის გათვალისწინებით აღვიღია ჩვენება, რომ

$$[V_p, V_q] = \Lambda_\alpha R_\alpha(q, p), \quad (3.7)$$

სადაც

$$\Lambda_\alpha = \begin{pmatrix} -4 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix} \frac{2}{3}.$$

(3.3) და (3.6) და (3.7) გამოთქმების ჩასმით (2.9) დისპერსიულ თანათარღობაში მივიღებთ ინტეგრალურ განტოლებებს ფუნქციებისათვის

$$\begin{aligned} \operatorname{Re} h_\alpha(E) &= \frac{1}{\pi} V_p \int_{\mu}^{\infty} dE' \left[\frac{Jm h_\alpha(E')}{E' - E} + \sum_{\beta=1}^3 A_{\alpha\beta} \frac{Jm h_\beta(E')}{E' - E} \right] \\ &+ \frac{1}{4\pi E} \left(\frac{f}{\mu} \right)^2 \Lambda_\alpha, \end{aligned} \quad (3.8)$$

ს მატრიცის უნიტარობის თვისების გამოყენებით:

$$2i A_{pq} = M_{pq} - M_{qn}^+ = \pi i \sum_n M_{qn}^+ M_{pn} \delta(E_n - E_q) \frac{|v(n)|^2}{E_n} \quad (3.9)$$

ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ განტოლებები $h_\alpha(E)$ ფუნქციებისათვის, რომლებიც პირველი შეხედვით განსხვავებული იქნებიან (3.8)-საგან. მართლაც, (3.9) გამოთქმის ჩასმით (2.9) დისპერსიულ თანათარღობაში მივიღებთ შემდეგ განტოლებას:

$$\begin{aligned} M_{pq}(E) &= \frac{1}{2} \sum_n \frac{|v(n)|^2}{E_n} \left[\frac{M_{qn}^+ M_{pn}}{E_n - E - iE} + \frac{M_{pn}^+ M_{qn}}{E_n + E} \right] \\ &+ \frac{1}{E} \left(\frac{f}{\mu} \right)^2 [V_p, V_q], \end{aligned} \quad (3.10)$$

რომელიც ემთხვევა ლოუ-ჩუს [1] განტოლებას. ერთმეზონიან მიახლოებაში განტოლება (3.10) შეიძლება გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$M_{pq}(E) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2\pi} \right)^3 \int d\epsilon \frac{|v(\epsilon)|^2}{E\epsilon} \left[\frac{M_{qe}^+(E_\epsilon) M_{pe}(E_\epsilon)}{E_\epsilon - E - iE} + \frac{M_{pe}^+(E_\epsilon) M_{qe}(E_\epsilon)}{E_\epsilon + E} \right] + \frac{1}{E} \left(\frac{f}{\mu} \right)^2 [V_p, V_q]. \quad (3.11)$$

(3.1) და (3.5) გამოთქმების გათვალისწინებით ვღებულობთ

$$\int d\epsilon \frac{|v(\epsilon)|^2}{E_\epsilon} \frac{M_{qe}^+(E_\epsilon) M_{pe}(E_\epsilon)}{E_\epsilon - E - iE} = (4\pi)^3 \int dE_\epsilon e^{\beta} |v(\epsilon)|^2 \sum_{\alpha=1}^3 R_\alpha(q, p) \frac{|h_\alpha(E_\epsilon)|^2}{E_\epsilon - E - iE}, \quad (3.12)$$

$$\int d\epsilon \frac{|v(\epsilon)|^2}{E_\epsilon} \frac{M_{pe}^+(E_\epsilon) M_{qe}(E_\epsilon)}{E_\epsilon + E} = (4\pi)^3 \int dE_\epsilon e^{\beta} |v(\epsilon)|^2 \sum_{\alpha, \beta=1}^3 R_\alpha(q, p) A_{\alpha\beta} \times \frac{|h_\beta(E_\epsilon)|^2}{E_\epsilon - E - iE},$$

(3.12) გამოთქმების (3.11) ჩასმით მივიღებთ განტოლებებს $h_\alpha(E)$ ფუნქციებისათვის, რომლებიც ემთხვევიან ლოუ-ჩუს განტოლებებს

$$h_\alpha(E) = \frac{1}{E} \left(\frac{f}{\mu} \right)^2 \frac{1}{4\pi} \Lambda_\alpha + \frac{1}{\pi} \frac{1}{\mu} \int dE_\epsilon e^{\beta} |v(\epsilon)|^2 \left[\frac{|h_\alpha(E_\epsilon)|^2}{E_\epsilon - E - iE} + \sum_{\beta=1}^3 A_{\alpha\beta} \frac{|h_\beta(E_\epsilon)|^2}{E_\epsilon + E} \right]. \quad (3.13)$$

ვაჩვენოთ, რომ განტოლება (3.8) შეიძლება მიყვანილ იქნეს (3.13) სახეზე. მართლაც, თუ უნიტარობის პირობას (3.9) ჩავწერთ ერთმეზონიან მიახლოებაში

$$2iA_{pq} = M_{pq} - M_{qp}^+ = i\pi \frac{1}{(2\pi)^2} \int d\epsilon \frac{|v(\epsilon)|^2}{E_\epsilon} M_{qe}^+ M_{pq} \delta(E_\epsilon - E_q) \quad (3.14)$$

და ჩავსვათ მასში (3.1) და (3.3) გამოთქმებს, ელემენტარული გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ შემდეგ თანაფარდობებს:

$$Jm h_\alpha(E_q) = q^2 |v(q)|^2 |h_\alpha(E_q)|^2, \quad (3.15)$$

საიდანაც ნათელი ხდება (3.8) და (3.14) განტოლებების ეკვივალენტობა ერთმეზონიან მიახლოებაში.

დავამყაროთ კავშირი h_α ფუნქციებსა და δ_α ფაზურ წანაცვლებათა შორის. π მეზონების ნუკლონებზე გაბნევის ფორმალური თეორია იძლევა, რომ წარმოდგენაში, სადაც მოძრაობის რაოდენობის სრული მომენტი J და სრული იზოტოპური სპინი I დიაგონალურია, რეაქციის ამპლიტუდა $R(S = \alpha + R)$ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

$$R = (e^{2i\delta_\alpha} - 1).$$

M ამპლიტუდა განსხვავდება R ამპლიტუდისაგან წარმოსახვითი მამრავლით, ამიტომ $h_{\pm}(E)$ ფუნქციების კავშირი ფაზურ წანაცვლებებთან შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

$$h_{\pm}(E_q) = -\frac{a}{i} (e^{2i\alpha} - 1), \quad (3.17)$$

სადაც a არის ფუნქცია და განისაზღვრება (3.15) უნიტარობის პირობიდან. მართლაც, (3.17) გამოთქმის (3.16)-ში ჩასმით მივიღებთ

$$h_{\pm}(E_q) = e^{2i\alpha} \sin^2 \alpha \cdot |1/q^2| v(q)|^2. \quad (3.18)$$

მიღებული შედეგების საფუძველზე ვასკვნი, რომ ლოუ-ჩოუს განტოლებები ფაზური წანაცვლებებისათვის [4] შეიძლება მიღებულ იქნეს უნიტარობისა და მიზეზობრიობის პრინციპებზე დაყრდნობით. დაჯახების პროცესის დინამიკა მოცემულ განხილვაში დაკავშირებულია რეაქციის ამპლიტუდის ზრდის ხარისხთან უსასრულოში. ლოუ-ჩოუს განტოლებები მიღებული იყო იმ დაშვებით, რომ რეაქციის ამპლიტუდა კლებულობს უსასრულოში როგორც E^{-1} ან უფრო ჩქარა.

თუ შემდგომ ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელი გახდება გარკვეული დასკვნის გაკეთება რეაქციის ამპლიტუდის ზრდის ხარისხის შესახებ უსასრულოში, მაშინ გამოკლებითი პროცედურის ჩატარებით ფაზური წანაცვლებებისათვის მივიღებთ განტოლებებს ანალოგიურს ლოუ-ჩოუს განტოლებებისა.

დასასრულ უღრმეს მადლობას მოვასხენებთ აკად. ნ. ბოგოლუბოვს, რომლის ხელმძღვანელობითაც შესრულდა ეს შრომა.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.8.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Логунови и А. Н. Тавхелидзе. Сообщения АН ГССР, т. XVIII, № 1, 1957.
2. Н. Н. Боголюбов. Изв. АН СССР (серия физики), XIX, 237, 1957.
3. M. Cini and S. Fubini. *Nuovo cim.* III, 767, 1956.
4. M. G. F. Chevy and E. F. Low. *Phys. Rev.* 101, 1570, 1956.

ქიმიური ტექნოლოგია

3. ჩაბუნება და ი. ბუჩუქაძე

მანგანუმის მასების გამომწვება გოგირდწყალბადისა და გოგირდნახშირბადისაზან აირის ბასაჟმინდალ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა რ. ავლაძემ 21.12.1955)

სულ უფრო და უფრო იზრდება ქიმიური ინდუსტრიის ისეთი დარგების ორგანიზაცია, რომლებიც დიდი მასშტაბით მოითხოვენ სხვადასხვა სახის საწვავ აირებს. ასეთებია: სინთეზური ამონიაკის, მეთანოლის, ხელოვნური ახგვადი სათბობის, პლასტიკური მასების, სინთეზური კაუჩუკისა და ავიაციისათვის საჭირო სათბობის წარმოება. მაგრამ სინთეზური ქიმიური პროდუქტების წარმოებაში ხმარებული კოქსის, გენერატორის, ბუნებრივი და სხვა სახის საწვავი აირები გოგირდწყალბადს, გოგირდნახშირბადსა და სხვა გოგირდოვან ნერთებს შეიცავენ, რაც აბრკოლებს მათს გამოყენებას.

მხედველობაში გვკვნიდა რა ეს გარემოება, გადაწყვიტეთ საწვავი აირების გოგირდნერთებისაგან ფაქიზი გაწმენდისათვის გამოგვეყენებინა მანგანუმის მადნებისა და მანგანუმის მრეწველობის ნარჩენების ბაზაზე დამზადებული მასალა და დაგვემუშაებინა მათი გამოყენების ხერხი.

პირველ ცხრილში მოცემულია ლაბორატორიული მასშტაბით შესწავლილი გამწმენდი მასალების დასამზადებლად გამოყენებული მანგანუმის მადნებისა და შლამების ქიმიური შედგენილობა.

ცხრილი 1

მანგანუმის მადნებისა და შლამების ქიმიური შედგენილობა პროცენტობით

გამოსავალი მასალის დასახელება	Mn	MnO ₂	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	P	S	BaO	სინტანტი	CO ₂
მანგანუმის შლამი—11	18,55	27,65	44,30	3,80	5,51	8,21	1,21	0,20	0,19	1,87	4,3	—
მანგანუმის შლამი—36/1	18,06	28,90	48,20	2,75	2,52	0,02	0,80	0,17	0,14	1,44	2,54	—
პეროქსიდული მადანი მანგანუმის კარბონატული მადანი	58,70	92,06	2,04	1,20	0,80	1,14	0,52	0,21	0,06	0,58	—	—
მანგანუმის მეტალურგიული მადანი (ფენი)	28,50	2,50	12,00	20,0	1,60	2,05	—	—	0,18	—	1,5	33,15
	49,27	78,25	9,80	0,79	1,10	3,80	0,75	0,15	—	—	5,2	—

მასა გოგირდწყალბადის დასაქერად შემდეგნაირად მზადდებოდა. ერთ წონით ნაწილ მანგანუმის შლამს ან დაფქვილ პეროქსიდულ მადანს და 0,12—0,14 წონით ნაწილ ხის ნახერხს ემატებოდა წყალი ისეთი ოდენობით, რომ დამზადებული მასის საბოლოო სინესტე ყოფილიყო 20—25%, რის შემდეგ ხდებოდა მისი ინტენსიური არევა. ასე დამზადებული მასა აირის კარგი გამტარია და მისი ყრილი წონაა 0,9 — 1,1 კგ/ლ. ამ მასის პიდრაველიკური წინაღობა, აირის 250 მლ/მლ/სთ მოცულობითი სიჩქარისა და გამწმენდი მასის ფენის 800 მმ სიმაღლისას, 80—100 მმ წყ. სვ. ფარგლებშია.

ასეთი მასით წყალბადის გაწმენდა გოგირდწყალბადისაგან ხდებოდა აირის 8 მმ/წამ სიჩქარისას. გამწმენდი მასა მოთავსებული იყო მინის მშთანქმელში თორმეტ ფენად (გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია აირში 3%-მდე). თითოეული ფენიდან გოგირდწყალბადის გახტომის მომენტის ფიქსირება ვიზუალური დაკვირვებით ხდებოდა.

ფენების მიხედვით მთანქმელი გოგირდწყალბადის მოცულობა ლიტრში უკანასკნელი ორი ფენის გამოკლებით ურთიერთისაგან უმნიშვნელოდ განსხვავდება (ცხრილი 2). მე-4 სვეტში მოცემულია ატომური შეფარდება გოგირდისა მანგანუმთან იმ მომენტისათვის, როცა უკანასკნელი ორი ფენიდან იწყებოდა გოგირდწყალბადის გახტომა.

ცხრილი 2
ფენების მიხედვით დაჭერილი გოგირდწყალბადის რაოდენობა

ფენის №№	მთანქმელი გოგირდწყალბადის მოცულობა ლიტრებით	მასაში გოგირდის შემცველობა პროცენტობით	ატომური შეფარდება
1	3,65	21,56	2,61
2	3,46	20,42	2,49
3	3,40	20,42	2,49
4	3,00	18,44	2,16
5	3,40	20,42	2,49
6	2,98	18,30	2,15
7	3,74	22,00	2,77
8	2,90	17,94	2,15
9	3,24	19,64	2,36
10	4,03	23,31	2,98
11	2,69	16,85	1,91
12	2,60	16,37	1,90

მანგანუმის შლამიდან დამზადებული მასა (ფენის სისქე 100 მმ) 1,5—1,8 გ/მ³ გოგირდწყალბადის შემცველობის წყლიანი აირის გაწმენდის დროს და

აირის 250 მლ/მლ/სთ მოცულობითი სიჩქარისას შეიცავდა 20% გოგირდს, ხოლო ამავე პირობებში ჭაობის მადნიდან დამზადებული მასის გოგირდის შემცველობა 1,5—2,0% არ აღემატებოდა.

ცდებით დადგენილია, რომ რეგენერაციის გარეშე მანგანუმის შლამიდან მომზადებული მასების გოგირდის შემცველობა 17—21% ფარგლებშია, ხოლო ამავე პირობებში ჭაობის მადნიდან დამზადებული მასის გოგირდის შემცველობა 6—7%-ს არ აღემატება.

მანგანუმის შლამი —11 თავის აქტივობას ინარჩუნებს კოქსის აირის გოგირდწყალბადისაგან გაწმენდისას, რაზედაც მიგვიითთებს ჭაობის მადნიდან და შლამ 11-დან მომზადებული მასების აქტივობის შედარება.

ცხრილი 3
ჭაობის მადნიდან და შლამ—11-დან დამზადებული მასების აქტივობა

№ რიგე	მშრალი მასის შედგენილობა %-ით	სინესტე %-ით	მუშაობის დრო განტომამდე (წუთ.)	გატარებული აირის რაოდენობა განტომამდე (ლ)
1	ჭაობის მადანი 80,5; ნახერხი 19,5	26	3	0,6
2	ჭაობის მადანი 79; ნახერხი 19; სოდა 2	26	10,5	2,2
3	შლამი 82; ნახერხი 18	20	115	22,4
4	შლამი 85,4; ნახერხი 12,6; სოდა 2% ₀	20	260	63,0

სოდის დაუმატებლად შლამ 11-დან დამზადებული მასის გოგირდის შემცველობა განტომის მომენტში კოქსის აირის გოგირდწყალბადისაგან გაწმენდისას, გადაანგარიშებული მშრალ მასაზე, შეადგენდა 15%-ს, როცა აირის მოცულობითი სიჩქარე იყო 100—200 ლ/ლ/სთ, მასის ფენის სიმაღლე 800 მმ, ტემპერატურა 25—30° და გოგირდწყალბადის შემცველობა კოქსის აირში 13—15 გ/მ³.

მანგანუმის მასების აქტივობა და მათში გოგირდის შემცველობა მანგანუმის ჟანგეულების რაოდენობაზეა დამოკიდებული; ზემოაღნიშნულ პირობებში მუშაობისას პეროქსიდული მადნიდან დამზადებული გამწმენდი მასის გოგირდის შემცველობა რეგენერაციის გარეშე 30%-ს შეადგენდა.

გოგირდწყალბადის შთანთქმის პროცესი გამწმენდი მასით შეიძლება შემდეგი განტოლებებით გამოვხატოთ:



მასაში მანგანუმის მაღალი ჟანგეულის შემცველობისას ერთ ატომ მანგანუმზე ორი ატომი გოგირდი იბოჭება.

ლაბორატორიულმა ცდებმა გამოამჟღავნა მანგანუმის მასის მხრივ გოგირდ-წყალბადის შთანთქმის მაღალი უნარი. მაგრამ, როგორც ცნობილია, აირების გოგირდოვანი ნაერთებიდან გაწმენდა მარტო გოგირდწყალბადის შებოჭვით როდი ამოიწურება. ეს პრობლემა აირებიდან ორგანული გოგირდის მოცილება-საც გულისხმობს.

პატენტებში აღნიშნულია, რომ აირებიდან გოგირდწყალბადისა და ორგანული გოგირდის მოცილება შეიძლება განხორციელდეს 100—700° მანგანუმის ქანგეულიდან დამზადებული კატალიზატორებით. პროცესი უკეთესად მიმდინარეობს 250—500°-სას. ამ დროს მანგანუმის ქანგი რეაქციაში შედის ორგანული გოგირდიდან წარმოქმნილ გოგირდწყალბადთან მანამდე, ვიდრე მანგანუმის 40% არ გადავა სულფიდში. აქტიური კატალიზატორის მისაღებად რეკომენდებულია მანგანუმის მარილების ხსნარიდან ჰიდროქანგის მიღება და მისი აღდგენა.

გასაწმენდ ობიექტად აღებული იყო გოგირდნახშირბადიანი აზოტწყალბადის ნარევი; გაწმენდის ტემპერატურა 300—400°. ქვემოთ მოცემულია ჩვენ მიერ შემოწმებული მასების მოკლე დახასიათება. ამასთან ყველა მასის მარცვლების ზომა ერთნაირი იყო: 2—3 მმ.

გამწმენდი მასების დახასიათება

1) პირველი მასა წარმოადგენს პეროქსიდულ მადანს, რომლის ყრილი წონაა 2,15 კგ/ლ;

2) მეორე მასა წარმოადგენს 75% დაფქვილ პეროქსიდულ მადანს და 25% ქიმ. სუფთა კალცინირებული სოდის ნარევს. მადანს ემატებოდა წინასწარ წყალში გახსნილი სოდა; მიღებული ცომისებრი მასა ტარდებოდა 2—3 მმ ხვრეტებიან საცერში. შემდეგ წარმოებდა მისი გაშრობა ჰერ ოთახის ტემპერატურაზე და შემდეგ კი 50°-ზე ოთხი საათის განმავლობაში. ყრილი წონაა 1,45 კგ/ლ;

3) მესამე მასა, მეორე მასისაგან განსხვავებით, შეიცავს 70% დაფქვილ პეროქსიდულ მადანს, 30% ქიმ. სუფთა სოდას. მომზადება იმავე ხერხით ხდება, როგორც მეორე მასისა. ყრილი წონა 1,45 კგ/ლ;

4) მეოთხე მასა მანგანუმის კარბონატული მადანია გამომწვარი 950—1000°-ზე ოთხი საათის განმავლობაში. ყრილი წონა 0,8 კგ/ლ;

5) მეხუთე მასა მანგანუმის შლამია 36/1. ყრილი წონა 1,42 კგ/ლ;

6) მეექვსე მასა ფერომანგანუმი ახეთი შედგენილობით:

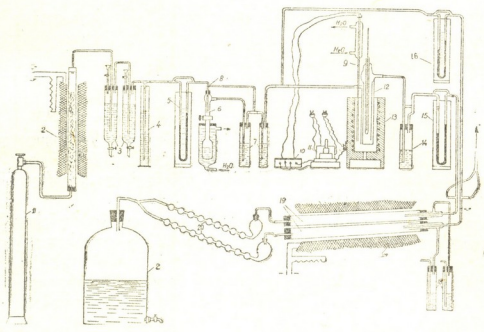
Mn—80%, C—6,5%, Fe—11%, Si—1%, P₂O₅—0,35%. ყრილი წონა 4,2 კგ/ლ;

7) მეშვიდე მასა წარმოადგენს მაგარ (მეტალურგიულ) მადანს. ყრილი წონა 1,91 კგ/ლ;

8) მერვე მასა იგივეა, რაც მეშვიდე მასა, მხოლოდ გამომწვარია 700°-ზე ორი საათის განმავლობაში. ყრილი წონა 1,37 კგ/ლ;

9) მეცხრე მასა მომზადებულია შიოლკოვოს ქიმიური ქარხნის ნარჩენებიდან [1]. იგი შეიცავს ძირითადად თუთიის ქანგს, 1% გრაფიტს და 20% წყალს. ყრილი წონა 1,70 კგ/ლ.

ცდები ტარდებოდა ლაბორატორიულ დანადგარში, რომლის სქემა წარმოდგენილია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1. გამწმენდი მასი გამოსაცდელი დანადგარის სქემა: 1—ამონიაკის ბალონი; 2—რეაქტორი; 3, 7, 14, 18—სარეცხავა; 4—მონოსტატი; 5, 15, 16—რეომეტრი; 6—გოგირდნახშირბადის ამოორთქლებელი; 8—სამსვლიანი ონკანი; 9—თერმომწყვილი; 10—გალვანომეტრი; 11—გამომრთველი; 12—საკონტაქტო მილი; 13—ტიფელიანი ელ. ღუმელი; 17—მილოვანი ელ. ღუმელი; 19—ფაიფურის მილები; 20—ათბურთულიანი მილი; 21—ასბირატორი

რეაქტორში (2) ამონიაკის დაშლით მიღებული აზოტწყალბადის ნარევი ტარდებოდა გამწმენდ სისტემაში (3) და რეომეტრის გავლის შემდეგ შედიოდა ამოორთქლებელში (6). რეომეტრის (5) შემდეგ ამოორთქლებლის გამოსთიშავად გამოყენებულია სამსვლიანი ონკანი (8). ამოორთქლებელი ცივდებოდა გამდინარე წყლით, რომლის ტემპერატურის ცვლილება დღე-ღამის განმავლობაში არ სცილდებოდა $\pm 0,2^{\circ}$ ფარგლებს.

აზოტწყალბადის ნარევი გოგირდნახშირბადის შემცველობის რეგულირება ხდებოდა ამოორთქლებლის ონკანის გაღებით. ამოორთქლებელში აზოტწყალბადის ნარევის გატარების სიჩქარის მიხედვით ნარევი გოგირდნახშირბადის კონცენტრაცია მერყეობდა 3—12 გ/მ³ ზღვრებში. მაგრამ იმის შემდეგ, როცა დამყარდებოდა აირნარევის გატარების გარკვეული სიჩქარე, გოგირდნახშირბადის კონცენტრაცია იცვლებოდა $\pm 5\%$ ფარგლებში.

სისტემაში მუდმივი წნევისა და აირნარევის გატარების თანაბარი სიჩქარისათვის დგას მონოსტატი (4). ამოორთქლებლის შემდეგ ნარევი ორ ნაკადად იყოფა; პირველი ნაკადი გაივლის რეომეტრს (16) და სამსვლიანი ონკანის საშუალებით შედის ღუმელში (17) ან გაიტყორცნება ატმოსფეროში; მეორე ნა-

კადი გაივლის საკონტაქტო მილს (12), შემდეგ რეომეტრს (15) და სამსვლიანი ონკანის დახმარებით შედის დასაწვავად ლუმელში (17) ან გაიტყორცნება ატმოსფეროში.

აირის ორივე ნაკადის ანალიზი ერთდროულად წარმოებდა. ლუმელში (13) და, მაშასადამე, საკონტაქტო მილშიც მუდმივი ტემპერატურა მყარდებოდა ფოტოთერმორეგულატორით; ეს უკანასკნელი შედგება თერმოწყვილისაგან (9), სარკიანი გალვანომეტრისაგან ფოტოელემენტით (10) და გამომრთველისაგან (11).

საკონტაქტო მასაში ტემპერატურის ცვალებადობა იყო $\pm 2^{\circ}$.

აირის ანალიზი გაწმენდამდე და გაწმენდის შემდეგ წარმოებდა დაწვის მეთოდით [4]. წვისათვის საჭირო ჰაერის გაწოვა მილებში (19) წარმოებდა ასპირატორის (21) საშუალებით. ჰაერი წინასწარ იწმინდებოდა გოგირდოვანი ნაერთებიდან სარეცხავში (18).

აირის ორივე ნაკადი სამსვლიანი ონკანის სათანადო მობრუნებით შედის დასაწვავად მილებში (19), რომლებიც ლუმელის (17) საშუალებით გახურებულია 800—850⁰-მდე. გოგირდოვანი ნაერთების დაყენვის პროდუქტი — გოგირდოვანი აირი — შთაინთქმება ათბირთვიან მილში (20) ბერთოლეს მარილის ხსნარით. გატიტვრით ისაზღვრება წარმოქმნილი გოგირდმჟავას როდენობა.

გამწმენდ მასაში გოგირდი გროვდება სულფიდის სახით. მისი ოდენობრივი განსაზღვრისათვის მასის გარკვეული წონაკი მუშავდებოდა მარილმჟავათი, გამოყოფილი გოგირდწყალბადი ინთქმებოდა კადმიუმის აცეტატით, ხოლო ამ უკანასკნელში გოგირდი ისაზღვრებოდა იოდომეტრიული მეთოდით.

მასების გამოცდა ძირითადად ერთნაირ პირობებში ხდებოდა. საკონტაქტო მილში (12) იტვირთებოდა 10 მლ მასა, მოცულობითი სიჩქარე იყო 400 მლ/მლ/სთ. მასის 2 გამოცდა ჩატარდა როგორც 16 მმ/წამ, ისე 5 მმ/წამ ხაზობრივი სიჩქარისას. პირველ შემთხვევაში მასის ფენის სიმაღლე იყო 60—65 მმ, ხოლო მეორე შემთხვევაში 20 მმ. 5 მმ/წამ ხაზობრივი სიჩქარისას მასის 2 ინდექსი არის *a*.

ანგარიშით მიღებული გოგირდის შემცველობა ზოგიერთ გამწმენდ მასაში და ატომური შეფარდება გოგირდისა მანგანუმთან ან თუთიასთან აირის 400 მლ/მლ/სთ მოცულობითი სიჩქარისა და 300⁰ ტემპერატურისას გოგირდწყალბადისა და გოგირდნახშირბადის მასიდან გახტომის მომენტში მოცემულია მე-5 ცხრილში.

გოგირდნახშირბადის გახტომის მაჩვენებლად მიღებულია გაწმენდის შემდეგ ნარევი მისი შემცველობა 5 მგ/მ³ რაოდენობით. ლაბორატორიულ პირობებში მასიდან 3 ასეთ გახტომას 310 საათის ცდების მანძილზე არ ჰქონდა ადგილი. მე-5 ცხრილში მოგვეყვას მასებში გოგირდის შემცველობა და მოცულობითი გოგირდტევადობა ქიმიური ანალიზის საფუძველზე.

რიცხვები ცხრილის უკანასკნელ სვეტში იმ მომენტს ემთხვევა, როცა აირის გოგირდნახშირბადისაგან გაწმენდის ხარისხი (მასის 3 გამოკლებით) 90%-მდე შემცირდა.

ცხრილი 4
გოგირდწყალბადისა და ორგანული გოგირდის გაბტომის დასაწყისი
და მასებში გოგირდის შემცველობა

რიგ. №	მასის №	გოგირდის შემცველობა (%) CS ₂ ან H ₂ S-ის გაბტომის მომენტში		ატომური შეფარდება გო- გირდისა ლითონთან CS ან H ₂ S-ის გაბტომის მო- მენტში		ხაზობრივი სი- გრძელი მმ/წმ	მუშაობის ხანგრძლი- ვობა გაბტომამდე სათობით	
		CS ₂	H ₂ S	CS ₂	H ₂ S		H ₂ S	CS ₂
1	1	20,00	20,00	0,63	0,63	16	123	123
2	2a	17,31	16,78	0,549	0,529	5	93	97
3	2	27,77	25,20	0,89	0,79	16	118	138
4	3	23,87	17,15	0,91	0,52	16	100	310*
5	9	17,07	17,07	0,548	0,548	16	110	110

* გოგირდნახშირბადის გაბტომის ადგილი არ ჰქონდა.

ცხრილი 5
მასებში გოგირდის შემცველობა და მოცულობითი გოგირდტევადობა აირის
გაწმენდის ხარისხის 90%-მდე შემცირების მომენტში

მასის №	ტემპერა- ტურა, °C	გოგირდის შემცველობა %-ით	მოცულობითი გოგირდ- ტევადობა (გ/ლ)	ღრო ცდების დაწყე- ბიდან საათობით
1	300	30,10	600,20	150
2a	400	33,12	347,76	236
2	300	28,31	339,72	150
3	300	27,80	314,14	312
4	400	13,30	106,40	42
5	400	10,40	144,02	59
6	300	0,43	18,20	6
7	400	4,22	81,74	29
8	400	16,21	221,94	87
9	300	22,80	319,10	120

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე აირის ოთახის ტემპერატურა-ზე გოგირდწყალბადისაგან ფაქიზად გასაწმენდად რეკომენდებულია მაღალი აქტივობის მასა, დამზადებული მანგანუმის მრეწველობის ნარჩენიდან — მანგანუმის შლამიდან. იგივე ნარჩენი 400⁰-სას გოგირდნახშირბადის კარგი მშთანთქმელია (ცხრ. 5). ამ პირობებში კარგი მაჩვენებელი აქვს აგრეთვე მანგანუმის კარბონატული მადნიდან მომზადებულ მასას. დასახელებული მასების გოგირდტევადობა აირის გოგირდნახშირბადისაგან გაწმენდისას 10—13%-ის ფარგლებშია, რაც ვაცილებით მეტია რკინა-სოლის მასების გოგირდტევადობაზე [2].

ამ მასებით აირების გოგირდგვანი ნაერთებისაგან გაწმენდა პერსპექტიულია, რადგან გადამუშავებული მასიდან შედარებით იოლია ისეთი ძვირფასი

ელემენტების ამოღება, როგორც გოგირდი და მანგანუმი, ეს იმ დროს, როცა რკინა-სოდის გადამუშავებული მასა წარმოების ბალანსად ითვლება.

მანგანუმის გამწმენდი მასა მზადდება წარმოების ნარჩენიდან; ეს მაშინ, როცა რკინა-სოდის მასის მოსამზადებლად მასის წონის 30% სოდაზე მოდის და მომზადების ტექნოლოგია საკმაოდ რთულია.

გამწმენდ მასად პეროქსიდული ან გამომწვარი მეტალურგიული მადნის გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა ერთდროულად განხორციელდეს აირის ფაქიზი გაწმენდა გოგირდწყალბადისა და ორგანული გოგირდისაგან. აქ საგულისხმოა ის მდგომარეობა, რომ ამ დროს MnO_2 მყავაში ადვილად ხსნად ნაერთში გადადის (MnS, MnO), რომელთა დამოუკიდებელი მიღება საბოლოო საგრძნობ ხარჯთან არის დაკავშირებული.

მაღალ ტემპერატურაზე მასის სულფიდიზაციის პროცესს უსწრებს მანგანუმის ქანგულეების მანგანუმის ქვექანგამდე აღდგენა და ორგანული გოგირდის კონვერსია გოგირდწყალბადამდე [3].

მანგანუმის გამწმენდი მასების გამოყენების საფუძველზე შერჩეულია მუშაობის ისეთი პირობები, რომლის დროსაც ადგილი აქვს შედარებით საკმაოდ მტკიცე ნაერთის გოგირდნახშირბადის სრულ კონვერსიას (მასა 3) 300⁰-სას.

ამ დროს საკონტაქტო მასა ნარევიში მყოფ გოგირდწყალბადს, ან ორგანული გოგირდის კონვერსიის საფუძველზე წარმოქმნილ გოგირდწყალბადს შთანთქავს მანამდე, ვიდრე მასაში მყოფი მანგანუმის 52% არ გადავა სულფიდში.

მანგანუმის კარბონატული მადანი ან მეტალურგიული მანგანუმის მადანი საჭაროებს თერმულ დამუშავებას: პირველი საჭაროებს ოთხი საათის განმავლობაში გამოწვას 900—950⁰-ზე, მეორე კი 700—750⁰-ზე ორი საათის განმავლობაში.

გამოკვლეული მადნებიდან უკეთესი მაჩვენებელი აქვს პეროქსიდულ მადანს, რომლის გოგირდტევადობა 600 გ/ლ აღწევს მასაზე.

კიროვის სახელობის
საქართველოს პოლიტექნიკური
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.12.1955)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. Я. Д. Зельвенский, С. Ю. Гречикова. Очистка газов от органических сернистых соединений при помощи поглотителей на основе окиси цинка. Труды ГИАП, вып. 2, 1953, 132.
2. Н. Н. Егоров, М. М. Димитриев, Д. Д. Зыков. Очистка от серы коксовального и других горючих газов. Металлургиядат, 1950.
3. В. Т. Чагунава. Очистка газов от органической серы пероксидной рудой. Труды Грузинского Политехнического института, т. 40, 1955, 86.
4. А. А. Ильинская и Л. М. Конторович. Определение малых количеств органической серы в газах. «Зав. лаб.», т. 13, № 1, 1947, 29.

ჰიმიური ტექნოლოგია

3. კაპაბაძე და ი. კაპაბაძე

ნიტროზული აირების შთანთქმა მშრალი ხიხით და
მითდროზულად რთული სასუქების მიღება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 27.6.1956)

აზოტმქავე დანადგარებიდან გამავალი ნიტროზული აირები ჩვეულებრივ შეიცავენ აზოტის ქანგებს არანაკლებ 0,5%-ისა; ტუტე აბორბციის შემთხვევაშიც კი გამავალ აირებში შედის აზოტის ქანგები 0,2—0,3%-მდე. წარმოების თანამედროვე მასშტაბის პირობებში ეს იწვევს ძვირფასი მასალის დიდ დანაკარგებს და იმავე დროს ატმოსფერული ჰაერის გაქუქუქიანებას. ამჟამად არსებული მდგომარეობა სრულიად დაუშვებელია როგორც ეკონომიური, ისე სანიტარულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით [1].

ჩვენ მიერ შესწავლილია გამავალი ნიტროზული აირების სრული შთანთქმის შესაძლებლობა მშრალი ხიხით, ერთდროულად რთული სასუქების მიღებით. ნიტროზული აირების გარდა, გამოსავალ ნითეირებთან სახით გამოყენებული იყო იაფი და ხელმისაწვდომი მასალები — დოლომიტი, მანგანუმის კარბონატული მადანი, რომელსაც, როგორც ღარიბ მადანს, დიდი სამრეწველო მნიშვნელობა არ აქვს, და შაქრის წარმოების ნარჩენი—დეფეკაციური ტალახი.

დოლომიტი და მანგანუმის კარბონატული მადანი წინასწარი დაწვრილების შემდეგ 10-დან 15 მმ-მდე ნატეხების ზომით თავსდებოდა ფაიფურის ტიგელში, ხოლო უქანასკნელი წინასწარ 950°-მდე გახურებულ ელექტროდუმელში. გამოწვა გრძელდებოდა 4 საათის განმავლობაში. იმავე პირობებში ხდებოდა დეფეკაციური ტალახის გამოწვა, რომელსაც დაწვრილება არ ესაჭიროებოდა.

გამოსავალი მასალები იცდებოდა 2—4 მმ მარცვლების სახით, ხოლო დეფეკაციური ტალახი, გარდა ამისა, წვრილდისპერსიულ მდგომარეობაში.

აზოტის ქანგს ვლებულობდით წითელ სპილენძზე ქ. წ. აზოტმქავას მოქმედებით. აზოტის ქანგის დაქანგვა და NO-ის NO₂-ად ნაწილობრივი გადასვლა ხდებოდა შემრევეში, სადაც მიწოდებული NO-ისა და ჰაერის შეფარდების მიხედვით მიიღებოდა საჭირო კონცენტრაციის ნიტროზული აირი.

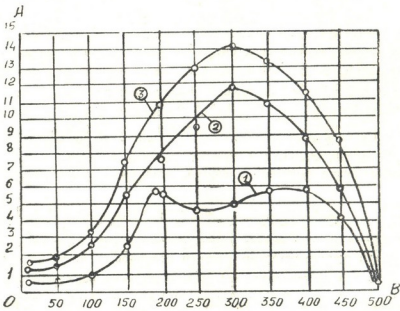
ცდებს ვატარებდით სპეციალურად აგებულ ლაბორატორიულ დანადგარზე ორ სერიად: პირველ სერიაში ცდები მიმდინარეობდა გამოსაკვლევი მასების სრულ გაჯერებამდე, ხოლო მეორეში — ნიტროზული აირის გახტომამდე.

ცდების პირველი სერიისათვის გამოსაკვლევი მასა 5g რაოდენობით თავსდებოდა კვარცის მასრაში, ხოლო უქანასკნელი — მოლიბდენის მილში. მასის საჭირო ტემპერატურამდე გახურების მიზნით აღნიშნულ მილს შემოხვეული

ჰქონდა ქრონიკელის ხეია; ტემპერატურის რეგულირება წარმოებდა რეოსტატით, მასის ტემპერატურა კი თერმომეტრით იზომებოდა. განსაზღვრული კონცენტრაციის ნიტროზული აირები სამსვლიანი ონკანის მეშვეობით ტარდებოდა გამოსაკვლევ მასაში. აირის კონცენტრაციის განსაზღვრა ხდებოდა შესავალთან და გამოსავალთან პერპიდროლით წინასწარ დაქანული აირის გატიტვრით; ამისათვის გამოყენებული იყო ზეგერის პიპეტი [2]. შესავალსა და გამოსავალში ნიტროზულ აირში აზოტქანგების თანაბარი შემცველობისას პროცესი წყდებოდა, რადგან ამ შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა მასის გაჭერებას. გაჭერებული მასა კვარცის მასრიდან იყრებოდა და მასში ისაზღვრებოდა აზოტის რაოდენობა ულშის მეთოდით [3].

ცდების მეორე სერიაში განსაზღვრული კონცენტრაციის ნიტროზული აირები განსაზღვრული მოცულობითი სიჩქარით შემრევიდან მიიმართებოდა 1600 მმ სიგრძის და 22/20 მმ დიამეტრის მოლიბდენის მილში, რომელშიაც ამასთანავე თავსდებოდა გამოსაკვლევი მასა.

მოლიბდენის მილი ხურდებოდა მილოვან ღუმელში, რომელშიც რეოსტატით წარმოებდა ტემპერატურის რეგულირება. გამოსაკვლევი მასის ტემპერატურა იზომებოდა ნიტროზული აირის შესავალსა და გამოსავალში თერმომეტრით, ხოლო ღუმელის შუაში — თერმოწყვილით. მოლიბდენის მილი შეერთე-



ნახ. 1. შთანთქმულ მასებში აზოტის შემცველობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: A—აზოტის შემცველობა %-ით; B—ტემპერატურა °C

ბული იყო აირზომთან, უკანასკნელი კი თავის მხრივ — ზეგერის პიპეტთან. მეორე ბოლოთი იგი ჩაშვებული იყო ჰურჰელში ინდიკატორით, აზოტქანგების გატომის დიქსაციისათვის.

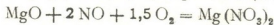
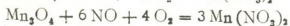
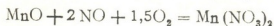
ნიტროზული აირის გახტომის მომენტში პროცესი წყდება, რის შემდეგ მოლიბდენის მილიდან გამოსაკვლევ მასას იღებდნენ და მასში საზღვრავდნენ აზოტის შემცველობას ულშის მეთოდით.

ცდის შედეგები გაჩერებამდე აზოტუანგების შთანთქმაზე, შთანთქმელ მასებში აზოტის შემცველობისა და ტემპერატურის დამოკიდებულების სახით, მოყვანილია ნახ. 1-ზე.

როგორც ნახაზიდან ჩანს: ა) მანგანუმის კარბონატულ მადანს (1 მრუდი) აქვს მაქსიმუმი ორ წერტილში — 190 და 400°-სას; პირველ წერტილში აზოტის შემცველობა 5,66%-ია; მეორეში — 5,80%/6; ბ) დოლომიტს (მრუდი 2) აქვს ერთი წერტილი, რომელიც ეთანადება მასაში აზოტის მაქსიმალურ შემცველობას — 11,92%-ს 300° ტემპერატურისას, ხოლო დეფეკაციურ ტალახს მარცვლოვან მდგომარეობაში გაშრობის შემდეგ (მრუდი 3) — 14,15% 300°-სასმ.

უნდა აღინიშნოს, რომ აზოტუანგების შთანთქმის მრუდებზე ზემოთ ნაჩვენები ტემპერატურის მნიშვნელობებისას მაქსიმუმ წერტილები ეთანადება მანგანუმის, კალციუმისა და მაგნიუმის ურთიერთქმედებას ნიტროზულ აირებთან, სათანადო ნიტრატების წარმოქმნით.

მანგანუმის, მაგნიუმისა და კალციუმის უანგების აზოტის უანგთან მიმდინარე რეაქციები, ჰაერის თანაობისას, შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად:



უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებში წარმოქმნილ ნაერთებში აზოტი შეიძლება იყოს ნიტრიტულ ფორმაში, მაგალითად, კალციუმის ნიტრიტი:



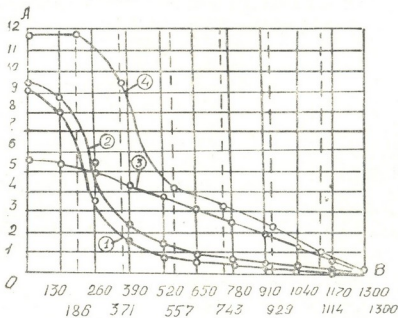
398—698° K ტემპერატურულ ინტერვალში ჩვენ მიერ ჩატარებულმა თერმოდინამიკურმა ანგარიშებმა გვიჩვენა, რომ ყველა აღნიშნული რეაქცია თერმოდინამიკურად შესაძლოა და პრაქტიკულად ბოლომდე მიდის.

ცდებში გახტომაზე ნიტროზული აირი, კონცენტრაციით 1—1,05% და მოცულობითი სიჩქარით 20, ტარდებოდა საკვლევი მასების შრეში, 1300 მმ სიგრძით. გახტომაზე ცდების შედეგები მოცემულია ნახ. 2-ზე, საიდანაც ჩანს, რომ საკვლევი მასების ყოფაქცევა განსხვავებულია.

გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადანი (მრუდი 3) 190° ტემპერატურისას იძლევა აზოტის უანგების გახტომას პროცესის დასაწყისიდან 3090

(¹ ჩვენს წინა შრომაში [4] გამოკვლეული იყო, რომ ერთსა და იმავე პირობებში გამომწვარი დოლომიტისა და დეფეკაციური ტალახის აქტივობა ვაცილებით მეტია, ვიდრე კირისა.

წუთის შემდეგ, ამ დროს მასაში აზოტის შემცველობა აირის შესავალთან უდრის 5,66%/o; შემდეგ ადგილი აქვს მასაში აზოტის შემცველობის ნელ და თანაბარ ვარდნას, აირის გასავალთან იგი ეცემა 0,18%-მდე. მაშასადამე, მანგანუმის კარბონატული მადანი ნთქავს აზოტის ქანგებს გახტომამდე მეტად დიდი ხნის განმავლობაში, მასის შრის საგრძნობ სიგრძეზე, მასაში ბმული აზოტის მღოვრულად შემცირებისას.



ნახ. 2. გახტომაზე აზოტის შემცველობის მრუდები შთანთქმელი მასების შრის სიგრძეზე: A—აზოტის შემცველობა %-ით; B—შრის სიგრძე მმ-ით

გამომწვარი დეფეკაციური ტალახი (მრული 1) და გამომწვარი დოლომიტი (მრული 2) 300° ტემპერატურისას იძლევიან გახტომას სათანადოდ 1001 და 1370 წუთის შემდეგ და ამ დროს აზოტის შემცველობა შთანთქმულ მასებში აირის შესავალთან 90%/o-ზე მეტია (ჩვენს პირობებში მასები გაუჯერებელია). მაგრამ შემდგომ აზოტის შემცველობა მკვეთრად ეცემა; მაგალითად, აირის შესავლიდან 520 მმ მანძილზე ეცემა 1—1,50%/o-მდე. ამნაირად, დოლომიტი და დეფეკაციური ტალახი ხასიათდებიან მანგანუმის კარბონატულ მადანთან შედარებით საწინააღმდეგო თვისებით, — ისინი ნთქავენ ნიტროზულ აირებს უმნიშვნელო დროის განმავლობაში, შთანთქმელი მასების შრის მცირე სიგრძეზე, მასაში აზოტის შემცველობის მკვეთრი შემცირებით.

აქედან ცხადი შეიქნა, რომ საჭიროა მანგანუმის კარბონატული მადნისა და დოლომიტის (აგრეთვე დეფეკაციური ტალახის) აღნიშნული თვისებების ურთიერთდაკავშირება (შეუღლება), რომლის შედეგად გახტომის მომენტში გვექნება მასაში ბმული აზოტის მაღალი შემცველობა შთანთქმელი მასების შრის დიდ სიგრძეზე, გახტომამდე დროის საგრძნობ გადიდებთან ერთად.

ამ მიზნით შთანთქმეული მასა, 1300 მმ შრის სიგრძით, მოვათავსეთ სათანადო მილში და გავყავით 7 თანაბარ ნაწილად (ნახ. 2-ზე წყვეტილი ხაზები); ამათგან პირველ სამში მოთავსებული იყო მასა, გამომწვარი დოლომიტისაგან, ხოლო უკანასკნელ ოთხში — მასა, გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადნისაგან.

ნიტროზული აირების შთანთქმავ ცდების შედეგები გამომწვარი დოლომიტის გამომწვარ მანგანუმის კარბონატულ მადანთან კომბინირებით წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე (მრუდით 4).

დოლომიტისა და მანგანუმის კარბონატული მადნის შთანთქმეული მასების კომბინირებით პროცესის ხანგრძლივობა გახტომამდე 5010 წუთამდე ავიდა. იმავე დროს გახტომის მომენტში მიღებული იყო მაგნიუმ-აზოტოვანი სასუქი 12⁰/მ-მდე ბმული აზოტის შემცველობით, აღებული შთანთქმეული მასების საერთო წონიდან 33,4%-ის რაოდენობით.

როგორც ნახ. 2-დან ჩანს, აბსცისზე გადაზომილია შთანთქმეული მასების შრის სიგრძე, ხოლო ორდინატზე — აზოტის შემცველობა %/მ-ით. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ 1, 2, 3, 4 მრუდებით და მათი სათანადო აბსცისებითა და ორდინატებით შემოწერილი ფართობები სათანადო საკვლევი მასების შთანთქმის უნარის დამახასიათებელია.

ჩვენ მიერ გამოანგარიშებულია განსაზღვრულ მასშტაბში აღნიშნული ფართობები, რომელნიც აზოტის ქანგების გახტომამდე პროცესის ხანგრძლივობასთან ერთად მოყვანილია 1 ცხრილში.

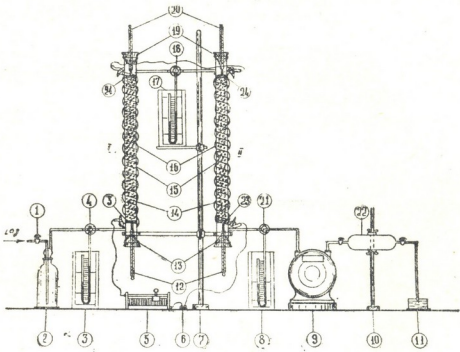
ცხრილი 1

№ ნომ.	საკვლევი მასების დასახელება	შთანთქმის უნარის დამახასიათებელი ფართობები მმ-ით	პროცესის დასაწყისიდან გახტომამდე დროის ხან- გრძლივობა წუთობით
1	გამომწვარი დეფეკაციური ტალახი	1138	1001
2	გამომწვარი დოლომიტი	1496	1370
3	გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადანი	2194	3090
4	გამომწვარი დოლომიტის კომბინაცია გამომწვარ მანგანუმის კარბონატულ მადანთან	3176	5010

ცხრილიდან აგრეთვე ჩანს, რომ აზოტის ქანგების შთანთქმის მხრივ ყველაზე მაღალი უნარით ხასიათდება გამომწვარი დოლომიტი, შეუღლებული გამომწვარი მანგანუმის კარბონატულ მადანთან.

შემდგომი ცდები ჩატარდა ერთ-ერთი მოქმედი ქარხნის ტექნიკურ აირზე. საქარხნო ცდებში მიზნად დავისახეთ მასების გამოცდა სხვადასხვა მოცულობითი სიჩქარისას და შთანთქმის პროცესში მათი წინაღობის შეცვლის დადგენა, აგრეთვე ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგების შემოწმება შთანთქმეული მასების მიერ ნიტროზული აირების სრულ შთანთქმავზე.

აღნიშნული ცდები გახტომაზე ჩატარდა ნახ. 3-ზე წარმოდგენილ და-
ნადგარზე.



ნახ. 3. საცდელი დანადგარი ტექნიკურ აირზე

ცდებისათვის აღებული იყო მასა, ზემოაღნიშნულ პირობებში გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადნიდან, 2—4 მმ მარცვლების ზომით და 93,44 გ წონით. შთანთქმელი მასა 14 თანაბარი რაოდენობით თავსდებოდა ორ მოლიბდენის მილში, 17/15 მმ დიამეტრით; ეს მილები შემოგარგნილი იყო ქრომნიკელის ხვით. თითოეულ მილში მოთავსებული შთანთქმელი მასის სიმაღლე 350 მმ უდრიდა.

ნიტროზული აირის მიწოდება ხდებოდა შხეფების დამჭერ შუშაში (2), შემდეგ კი, სამსვლიანი ონკანის (4) მეშვეობით, მოლიბდენის მილში (1). მიწოდებული აირის რაოდენობა ისაზღვრებოდა რეომეტრის (3) საშუალებით და მოწმდებოდა აირსაათით (9). აირი ტარდებოდა შთანთქმელ მასაში ქვევიდან ზევით და შედიოდა სამსვლიანი ონკანის (18) მეშვეობით მოლიბდენის მილში (11), სადაც იგი მოძრაობდა შთანთქმელ მასაში ზევიდან ქვევით და შემდეგ სამსვლიანი ონკანით (21) მიიმართებოდა აირსაათში (9). შემდეგ აირი მიდიოდა ზეგერის პიპეტში გახტომის მომენტში ნიტროზული აირების კონცენტრაციის განსასაზღვრავად; გახტომა მოწმდებოდა ინდიკატორით (11). მოლიბდენის მილებში ტემპერატურა იზომებოდა თერმომეტრებით (12, 20) აირის შესაჯალთან და გასავალთან. ტემპერატურის რეგულირება ხდებოდა რეოსტატით (5).

გახტომაზე ნიტროზული აირების მოცულობითი სიჩქარის გავლენის გამოსარკვევად ცდები ტარდებოდა აირზე 0,44% კონცენტრაციით და 560, 330, 160 და 82 მოცულობითი სიჩქარით.

ცდებიდან გამოირკვა, რომ მოცულობითი სიჩქაროს შემცირებისას ნიტროზული აირის გახტომის დრო იზრდება და პირუქუ. მაგალითად, აირის 0,44% კონცენტრაციისა და 560 მოცულობითი სიჩქარისას გახტომის დრო 400 წუთია; აირის იმავე კონცენტრაციისა და 82 მოცულობითი სიჩქარისას გახტომის დრო იზრდება 2720 წუთამდე.

გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადნიდან მიღებული შთანთქმე-ლი მასის წინალობის შეცვლაზე ჩატარებულ ცდებში მოწოდებული აირის წნევა იზომებოდა რეომეტრით (3) (ნახ. 3). (I) მოლიბდენის მილიდან აირის გამოსვლისა და (II)-ში შესვლისას — რეომეტრით (17, ხოლო (II) მოლიბდენის მილიდან გამოსვლისას — რეომეტრით (8). დაკვირვება ხდებოდა გახტომამდე. აღნიშნული რეომეტრების ჩვენება იძლევა წარმოდგენას სისტემაში შთანთქმე-ლი მასის წინალობაზე.

საცდელ დანადგარზე ცდების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ მუშაობის (შთანთქმის) პროცესში სისტემის წინალობა მატულობს, მაგრამ უმნიშვნელოდ. ეს აიხსნება მით, რომ, როგორც დაკვირვებიდან ჩანს, შთანთქმელი მასის ცალკე-ული მარცვლები თავის ფორმას არ იცვლიან, ერთმანეთს არ ეკვრიან და თით-ქმის ინარჩუნებენ საწყის მოცულობას. მაგრამ უნდა ვიგულოთ, რომ საწარ-მოთა პირობებში მუშაობის დროს წინალობის ერთგვარ ზრდას უემქველად ექ-ნება ადგილი.

შემდგომ ნიტროზული აირის სრულ შთანთქმაზე ლაბორატორიული კვლე-ვის შედეგები შემოწმებულ იყო შთანთქმელ მასებზე გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადნიდან, დოლომიტისა და დეფეკაციური ტალახიდან. აღნიშ-ნული მასები გამოცდილი იყო ზემოაღწერილ დანადგარზე (ნახ. 3).

ნიტროზული აირის კონცენტრაცია იზომებოდა აირის შესავალთან სამ-სკლიანი ონკანიდან (4), ხოლო გასავალთან — სამსკლიანი ონკანიდან (21). ნიტ-როზული აირის ერთი და იგივე კონცენტრაცია შესავალსა და გასავალში გვიჩ-ვენებდა შთანთქმელი მასის სრულ გაჯერებას.

შთანთქმელი მასების გამოცდა ხდებოდა სამი კონცენტრაციის ნიტროზუ-ლი აირების შთანთქმაზე: 0,44; 4,54 და 7,50%; აირის აღება წარმოებდა აირ-სადენის ზემო ნაწილიდან საბსორბციო კოშკებს შუა. მასა მანგანუმის კარ-ბონატული მადნიდან იცდებოდა 190 და 300°-სას; მასები დოლომიტისა და დე-ფეკაციური ტალახიდან 300°-სას.

საქარხნო საცდელ დანადგარზე აზოტის შემცველობამ მასაში მანგანუმის კარბონატული მადნიდან 190°-სას სრული გაჯერების შემდეგ მიაღწია 6,15%-ს, 300°-სას — 7,36%/; მასაში დოლომიტიდან — 14,90%-ს, დეფეკაციური ტალ-ახიდან — 15,57%-ს.

ამაირად, შთანთქმელ მასებში აზოტის შემცველობა ლაბორატორიულ-მონაცემებთან შედარებით გაიზარდა, რაც, ალბათ, მით აიხსნება, რომ საქარ-ხნო ცდებში გამოყენებული იყო უფრო მშრალი აირი.

საკვლევი მასების ნაყარი წონა სრული გაჯერების შემდეგ იყო: მასისა მანგანუმის კარბონატული მადნიდან — 1,06; მასისა დოლომიტიდან — 1,14, ხოლო მასისა დეფეკაციური ტალახიდან — 1,11.

მოგვყავს ქიმიური შედგენილობა ჩვენ მიერ მიღებული სასუქებისა: დოლომიტისაგან — მაგნიუმ-კალციუმ-აზოტისა (შემოკლებით — მაგნიუმ-აზოტისა); დეფეკაციური ტალახისაგან — კალციუმ-აზოტისა; მანგანუმის კარბონატული მადნისაგან — მანგანუმ-კალციუმ-აზოტისა (შემოკლებით — მანგანუმ-აზოტისა (ცხრ. 2).

ცხრილი 2

მიღებული სასუქების ქიმიური შედგენილობა %-ით

№№ რიბ.	სასუქების დასახელება	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	ΣMn	CaO	MgO	NO ₂	Ni	S	Na ₂ O+K ₂ O	ტენი
1	მაგნიუმ-აზოტის	0,28	1,53	1,43	—	0,15	31,08	18,34	39,16			კვალი	7,76
2	კალციუმ-აზოტის	2,50	1,32	0,46	0,62	—	38,43	1,67	46,49			კვალი	8,29
3	მანგანუმ-აზოტის	10,72	2,16	0,88	0,16	21,33	38,75	1,52	18,60	0,28	0,29		4,72

ამნაირად, მოქმედი ქარხნის საცდელ დანადგარზე დადასტურდა, რომ გამოწვეარი მასები დოლომიტის, დეფეკაციური ტალახისა და მანგანუმის კარბონატული მადნისაგან მთლიანად იჭერენ გამავალ ნიტროზულ აირებს და ამასთანავე იძლევიან სათანადო რთულ სასუქებს.

ჩვენ მიერ დამუშავებული ხერხის ძირითადი უპირატესობანი შემდეგია:

1. გამავალი ნიტროზული აირების სრული შთანთქმა, რასაც სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს როგორც ეკონომიური, ისე სანიტარულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით;
2. აზოტის ჟანგების სრულ დაქერასთან ერთად ძვირფასი რთული სასუქების მიღება მარცვლოვან მდგომარეობაში და
3. ხელმისაწვდომი და იაფი ადგილობრივი მასალებისა და წარმოების ნარჩენების გამოყენება.

ს. მ. კიროვის სახელობის
საქართველოს პოლიტექნიკური
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. М. Жаворонков, С. И. Бабков, Ю. М. Мартынов, Г. Н. Черных. Исследование абсорбции окислов азота щелочными растворами в колонках с регулярной насадкой. Химическая промышленность, № 7, 35, 1954.
2. А. Н. Блаженова, А. А. Ильинская, Х. М. Рапопорт. Анализ газов в химической промышленности, М., 1954.
3. А. В. Петербургский. Практикум по агрохимии, М., 1952.
4. В. М. Какабадзе, И. Л. Какабадзе. К вопросу получения комбинированных удобрений сухим способом. Труды ГПИ, № 5 (40), 24, 1955.

ბიოლოგია

ბ. ზელიძე

აჭარის პლიოცენური ნალექები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. კაჭარავამ 12.10.1956)

დასავლეთ საქართველოს პლიოცენური ნალექები შედარებით კარგად არის შესწავლილი. განსაკუთრებით გამოირჩევა გურია, სადაც პლიოცენური ნალექების სრული ქრილია ცნობილი. ამას ვერ ვიტყვი აჭარის შესახებ, სადაც პლიოცენური ნალექები დიდხანს არ იყო ცნობილი. 1933 წელს ა. ე ბ ე რ ზ ი ნ მ ა გამოაქვეყნა პატარა ცნობა [2] აჭარაში კიმერიული ნალექების არსებობის შესახებ. ავტორმა გამოიყენა მასალა, რომელიც მას ბ. ბელიკოვიმ ა 1932 წელს გადასცა. ეს მასალა დაგროვილი იყო ს. წიკლაურთან, ქობულეთის რაიონში.

ცუდად დაცული მასალიდან, რომელიც ნატეხებისა და კალაპოტების სახით იყო წარმოდგენილი, ა. ებერზინმა განსაზღვრა ზეთი სახე. ამთგან ოთხი ფორმა კიმერიულია, ხოლო მეხუთე (*Prosodacna semisulcata* Rouss.) ცნობილია, როგორც უფრო ძველ, ისე ახალგაზრდა ნალექებში.

შემდეგ კვლავ ა. ებერზინმა [3] მოგვაწოდა ცნობა აჭარის კიმერიული ნალექების შესახებ და შემცველი ნამარხების მიხედვით ნალექები შუაკიმერიულად დაათარიდა.

1949 წელს პალეობოტანიკურ კვლევასთან დაკავშირებით აჭარის კიმერიულ ნალექებს ფ. მ მ ე დ ლ ი შ ვ ი ლ ი [1] შეეხო. ამ ნალექებში სხვა მცენარეულ ნაშთებთან ერთად ავტორმა აღნიშნა პალმის — *Sabal major* Heer.-ის არსებობა.

ამით ამოიწურება მთელი ცნობები აჭარის პლიოცენური (კიმერიული) ნალექების შესახებ.

1953 წლის ზაფხულში ჩვენ საშუალება გვქონდა მ. ძველი ასთან ერთად აჭარის კიმერიულ ნალექებს შედარებით დეტალურად გავცნობოდით. ფაუნისა და ქრილის შესწავლით მიღებულ იქნა ზოგი ახალი დასკვნა.

წინასწარ უნდა შევნიშნოთ, რომ ჩვენ მიერ, როგორც ჩანს, შესწავლილია პლიოცენური ნალექების ის გაშიშვლება, რომელიც ბ. ბელიკოვის მიერ იყო ნაპოვნი. გაშიშვლება მდებარეობს ქობულეთის რაიონის სოფელ წიკლაურის სამხრეთ-აღმოსავლეთით 2,5—3 კილომეტრის მანძილზე, სოფელ ჭინახურის მიდამოებში. პატარა ღელის — რიკას ნაპირზე.

აქ ჩემ მიერ ასეთი ქრილია შედგენილი ქვივიდან ზევით:

1. ეოცენის ტუფბრექჩიებისა და ტუფკონგლომერატების მორიგეობა. დაქანების აზიმუტის გაზომვა არ ხერხდება.

გაშიშვლებაში ხარვეზი 50—60 მეტრზე.

2. მსხვილმარცვლოვანი ქვიშა წვრილ ხეივნის ჩანართებით. დაქანების აზიმუტი 180°; დაქანების კუთხე 15°. სიმძლავრე 1,5—2 მ.

3. მოლურჯო ფერის კარბონატული თიხა; შეიცავს იშვიათ და ცუდად დაცულ ფუნას. ისაზღვრება *Dreissensia iniquivalvis* Desh., *Dr. cf. angusta* Rouss., *Didacna* sp. სიმძლავრე 1—1,5 მ.

4. ძლიერ ქვიშიანი თიხა წვრილი ხეივნის ჩანართებით და კარგად დაცული და უხვი ფაუნით. ამ დასტიდან განსაზღვრულია: *Dreissensia theodori* Andrus., *Dr. angusta* Rouss., *Dr. pokweschica* Sen., *Dr. aff. iniquivalvis* Desh., *Dr. rostriformis* Desh., *Dr. sp.*, *Phyllocardium planum* Desh., *Phyll. alatoplanum* Andrus., *Limnocardium cf. squamulosum* Desh., *L. ecericum* Ebers., *Didaena crassatellata* Desh., *Did. postplanicostata* n. sp., *Did. subzlatarskii* n. sp., *Did. aff. subpaucicostata* R. Hörn., *Monodacna cf. zlatarskii* Andrus. var. *oblanga* Wass. et Ebers., *Mon. polemonis* Schwets., *Prosodacna* sp. frag., *Arcicardium pseudacardo* Andrus., *Stenodaena angusticostata* Rouss., *Plagiodacna modularis* Rouss., *Micromelania* sp.

ამავე დასტაში ზ. იმნაძის განსაზღვრით არის შემდეგი ოსტრაკოდები: *Cythereis azerbaijanica* Liv., *C. devii* n. sp., *C. aff. mehesi* Zalaný, *Cythera* aff. *pravoslavlevi* Schw., *C. aff. viriabilituberculata* Liv., *C. aff. bosquetti* Liv., *C. multiuberculata* Liv., *C. liventali* Jmn., *Kaspiella dosoarcuata* (Zal.), *K. abchasiensis* Jmn., *Kaspiella selene* Jmn., *Kaspiocypris centropunctata* Sus., *K. duabensis* Jmn., *K. mokviensis* Jmn., *K. miriani* Jmn. *Xestoleberis* aff. *chanacovi* Liv., *Cytherissa bogatschevi* Liv., *Loxococoncha alaja* Sehwa, *L. petasus* Liv. დაქანების აზიმუტი 180°, დაქანების კუთხე 15°. სიმძლავრე 1—1,5 მ.

5. ზოლიანი მოყვითალო-ქანვისფერი ქვიშაქვები, უფაუნო. სიმძლავრე 4—5 მ.

გაშიშვლებაში ხარვეზი 20 მ.

6. მოლურჯო ფერის თიხები. შიგ იშვიათი და ცუდად დაცული ფაუნა. ისაზღვრება *Limnocardium* sp., *Phyllocardium alatoplanum* Andrus., *Dr. angusta* Rouss. სიმძლავრე 2 მ.

7. ქვიშაქვა საშუალომარცვლოვანი, ზოლიანი, ფაუნას არ შეიცავს. სიმძლავრე 4 მ.

ხარვეზი გაშიშვლებაში 10 მ.

8. ქვიშაქვები ზოლიანი, საშუალომარცვლოვანი, გაჭედილი ფაუნით, მაგრამ ნამარხები კალაპოტების სახით არის წარმოდგენილი. ამ დასტიდან განსაზღვრულია: *Dreissensia* aff. *angusta* Rouss., *Limnocardium* cf. *extlex* David., *Prasadaena* cf. *postduabica* David., *Didaena* cf. *medeae* David. სიმძლავრე 2,5—3 მ.

ამ დასტას თავზე ადევს 1—1,5 მეტრის სიმძლავრის დელუვიალური ნალექი და შემდეგ ნიადაგი.

როგორც აღწერილი ჰქრილიდან ჩანს, პლიოცენური ნალექები დიდი სტრატეგრაფიული უთანხმოებით განლაგებულია ეოცენის ვულკანოგენურ წყებაზე. თვით პლიოცენური ნალექები, რომელთა საერთო სიმძლავრე 45—55 მეტრს

უდრის, ფაუნისტური და ლითოლოგიური თავისებურებით მკაფიოდ იყოფა ორ ნაწილად. ქვედა ნაწილს ეკუთვნის დასტები 2, 3, 4, 5 და 6, ხოლო ზედას— დასტები 7 და 8.

განსაკუთრებით საინტერესოა ნალექების ქვედა ნაწილში მე-4 დასტა, რომელიც უხვსა და კარგად დაცულ ფაუნას შეიცავს. ფაუნის საერთო ხასიათის მიხედვით ჭრილის ქვედა ნაწილის ნალექები კიმერიულია. ამის სასარგებლოდ მეტყველებს მასში ისეთი ტიპური კიმერიული ფორმების არსებობა, როგორცაა: *Phyllocardium alatoplanum* Andrus., *Didacna crassatellata* Desh., *Arcicardium psudacardo* Andrus., *Stenodacna angusticostata* Rouss., *Plagiodacna modiolaris* Rouss. და სხვები, მაგრამ ისმის კითხვა: კიმერიულის რომელ ნაწილს შეესაბამება ჭრილის ეს ნაწილი; ამ საკითხის გადაწყვეტისათვის, უკვე ცნობილ ზოგ ფორმისთან ერთად, საყურადღებოა ამ ნალექებიდან ჩვენ მიერ აღწერილი *Didacna postplanicostata* n. sp., რომელსაც საერთოდ ნამარხებში ინდივიდების სიმრავლის მხრივაც განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს. ეს ფორმა ნიჟარის მოყვანილობითა და წიბოების აგებულებით ძლიერ უახლოვდება ზედაპონტურ *Did. planicostata* Desh.-ს. ისინი ერთმანეთთან მჭიდროდ უნდა იყვნენ გენეტიკურად დაკავშირებულნი. ზედაპონტური და კიმერიული ფორმების ასეთი სიახლოვე უძველად დიდად აახლოებს ასაკობრივადაც მათ შემცველ ნალექებს.

შემდეგი ფორმა, რომელიც მწიშვნელოვანია შემოდაყენებული კითხვის გადაწყვეტისათვის, არის *Did. aff. subpaucicortata* R. Hörs. რომელიც აგრეთვე მე-4 დასტაშია ნაპოვნი. როგორც ცნობილია, *Did. aff. subpaucicostata* R. Hörs. გავრცელებულია პონტურის ზედა ნაწილში, ე. წ. ბოსფორის ქვესართულის ნალექებში. მასთან ძლიერ ახლოს მდგომი ან, შესაძლოა, იგივე ფორმა, ცნობილია კიმერიულის ქვედა ნაწილში, ე. წ. აზოვის სრეებშიც. სოფ. ჯიხანჯურის კიმერიულიდან განსაზღვრული *Did. aff. subpaucicostata* R. Hörn. ტიპური ზედაპონტური ფორმისაგან თითქმის არაფრით განსხვავდება. ის სხვა ტიპურ კიმერიულ ფაუნაში უფროდ პონტური რელიქტია.

ამგვარად, ჩვენ მიერ შემოთ განხილული ორი ფორმიდან ერთი (*Did. postplanicostata*) ძლიერ ახლოს დგას ზედაპონტურ *Did. planicostata* Desh.-თან, მეორე კი (*Did. aff. subpaucicostata* R. Hörn.) დამახასიათებელია პონტურის ზედა ნაწილისათვის ან კიმერიულის ქვედა ნაწილისათვის (აზოვის პორიზონტისათვის). დანარჩენი ფორმების უმრავლესობა გავრცელებულია საერთოდ კიმერიულში და კიმერიული ცალკეული პორიზონტების დათარიღებისათვის უვარგისია.

მე-4 დასტის ფაუნის სიაში არის ორი ფორმა, რომელიც კუილნიკური ნალექებში იყო აქამდე ცნობილი. ასეთებია: *Dreissensia pokwesehia* Sen. და *Limnocardium ecericum* Ebers., მაგრამ როგორც დასავლეთ საქართველოს პლიოცენური ნალექების შესწავლით ირკვევა, ამ ფორმებს შედარებით დიდი სტრატეგრაფიული გავრცელება აქვს: აფხაზეთსა და გურიაში ეს ფორმები ნაპოვნია კიმერიულშიც, ასე რომ შემოაღნიშნულ ფორმებს მხოლოდ კუილნიკურისთვის დამახასიათებელ ნამარხებად ვერ ჩავთვლით.

ამგვარად, თუ ნათქვამს შევაჯამებთ, დავინახავთ, რომ მე-4 დასტის უხვი ფაუნა ძირითადად საერთოდ კიმერიულია, მაგრამ შიგვე არის ორი ფორმა, რომდელიბადანაც ზედაპონტური ფორმასთან იჩენს დიდ მსგავსებას, მე-2 კი ცნობილია ზედაპონტურისა და კიმერიულის სულ ქვედა ნაწილში (აზოვის ჰორიზონტში). ფაუნის ამგვარი ხასიათის გამო სავსებით მართებული იქნება, თუ მე-4 დასტას აზოვის ჰორიზონტს მივაკუთვნებთ. ცნობილია, რომ აზოვის ჰორიზონტის ფაუნა ხასიათდება ზედაპონტური ფაუნის მსგავსი ფაუნით ან მათში ზედაპონტური ფაუნის რელიქტების არსებობით.

განხილული ჭრილის ქვედა ნაწილის სხვა დასტები შეიცავს ისეთ კიმერიულ ფაუნას, რომლის მიხედვით გარკვეულად რაიმეს თქმა შეუძლებელია.

ჭრილის ზედა ნაწილი, რომელიც 7 და 8 დასტებით არის წარმოდგენილი, ქვედა ნაწილისაგან ლითოლოგიურად მკაფიოდ გაირჩევა. ეს დასტები ზოლიანი საშუალომარცვლოვანი ქვიშაქვებით არის წარმოდგენილი. მათთან მე-7 დასტა ფაუნას არ შეიცავს, მე-8 კი დახასიათებულია ტიპური კუიალნიკური ფაუნით. მართალია, თითქმის ყველა ფორმა ჩემ მიერ განსაზღვრულია როგორც *comformis*, მაგრამ ნიმუშების დასახელებული სახეებისადმი იდენტიფიკაციაში ეჭვი სრულიად არ გვეპარება. ფორმების ასეთი განსაზღვრა იმით არის გამოწვეული რომ ჩვენ ხელთ გვაქვს მხოლოდ ნიჟარის კალაპოტები.

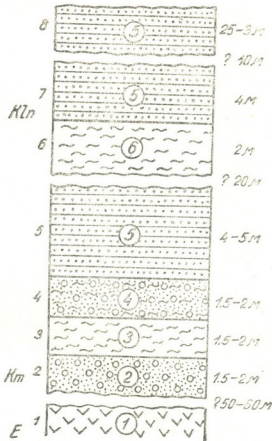
მე-8 დასტაში გაბატონებულ ფორმას წარმოადგენს *Did. medene David*. დანარჩენი ფორმები თითო-ორილა ნიმუშის სახისაა წარმოდგენილი.

მაშასადამე, ზემოთ აღნიშნული ჭრილის შესწავლის საფუძველზე უნდა დავაცვენთ, რომ სოფ. ჯიხანჯურის მიდამოებში წარმოდგენილია კიმერიულის ქვედა ნაწილის (აზოვის ჰორიზონტის) ნალექები და კუიალნიკური. ძნელი სათქმელია, ჯიხანჯურის კუიალნიკური ნალექები გურიის კუიალნიკური ნალექების რომელ ნაწილს შეესაბამება. გურიაში კუიალნიკური ნალექების ქვედა ნაწილი კიმერიული და კუიალნიკური ფაუნის შერეული კომპლექსით არის დახასიათებული, თუმცა საჭიროა აქვე ითქვას, რომ ისევ გურიაში, ყველა ჭრილში, ასეთი სურათი არ ჩანს და კიმერიულის ზევით უშუალოდ ტიპური კუიალნიკური ფაუნის შემცველი ნალექებია განლაგებული.

თითქოს ასევე ღიად რჩება საკითხი ჯიხანჯურის ჭრილში მთელი კიმერიულისა თუ მხოლოდ მისი ქვედა ნაწილის არსებობის დასაზუსტებლად. მე-4 შრენარის ზევით, რომელიც აზოვის ჰორიზონტის ფაუნას შეიცავს, მთავსებულა ნალექები, რომელთა სიმძლავრე დაახლოებით 9—10 მეტრს უდრის და რომლებშიც იშვიათი ფაუნაა დაცული. თუ გავითვალისწინებთ, რომ არსად დასავლეთ საქართველოში (აფხაზეთი, გურია) კუიალნიკური ნალექები ტრანსგრესიული არ არის, რასაც შეეძლო კიმერიულის ზედა ნაწილის ნალექების გადარეცხვა, უნდა დავუშვათ, რომ ჯიხანჯურის ჭრილში მთელი კიმერიულია წარმოდგენილი. გამორიცხული არ არის, რომ სადმე აქვე, ჩვენი ჭრილის მე-5 და მე-6 დასტების შრეთა მიმართებაზე, ნალექები კარგად დაცულ კიმერიულის ზედა ნაწილის ფაუნას შეიცავდეს.

როგორც ჭრილის აღწერიდან გვახსოვს, კიმერიული ნალექები ჯიხანჯურის მიდამოებში უშუალოდ ეოცენის ვულკანოგენურ წყებაზეა განლაგებული და წერტილ ზეინის ჩანართებიანი მსხვილმარცვლოვანი ქვიშით იწყება. ასეთი ფაქტობრივი სურათი საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ კიმერიული ტრანსგრესიულია. კიმერიულის ასეთი ტრანსგრესია სხვაგანაც არის ცნობილი დასავლეთ საქართველოში. ამასთან დაკავშირებით ისმის კითხვა: პონტური ნა-

ლექები ამ ტრანსგრესიამ მოსპო თუ ის ჯიხანჯურის მიდამოებში არც დალეკილა? ძნელი დასაშვებია, რომ ასეთი მცირე მასშტაბის მოძრაობამ, როგორც კიმერიულის ტრანსგრესია იყო, შეძლო არა მარტო პონტურის, არამედ მთელი მიოცენური და ოლიგოცენური ნალექების გადარეცხვა.



სოფ. ჯიხანჯურის პლიოცენური ნალექების კრიოლი: 1—ტუფ-ბრეკჩია, 2—ქვიშა ხვინკის ჩანარებით, 3 და 6—კარბონატული თიხა, 4—ქვიშინი თიხა ხვინკის ჩანარებით, 5 — ზოლიანი ქვიშაქვები

ამრიგად, აჭარის პლიოცენური ნალექების შესწავლის საფუძველზე უნდა დავასკვნათ, რომ პლიოცენური აუზის კოლხეთის უბის სამხრეთი საზღვარი მიუყვებოდა არა თანამედროვე მდინარე ნაჯანების ხეობას, არამედ შეჭრილი იყო უფრო შორს მდინარე ჩოლოკის სამხრეთით და ქობულეთის რაიონს აღწევდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიური ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.10.1956)

დამოწმებული ლიტმარატურა

1. П. А. Мчедlishvili. О возрасте Годердзской флоры в связи с находением пальмы *Sabal* в киммерийских отложениях Западной Грузии. ДАН СССР, т. 68, № 5, 1944.
 2. А. Г. Эберзин, О присутствии отложений киммерийского яруса Аджарии. ДАН СССР, 1933.
 3. А. Г. Эберзин, Средний и верхний плиоцен Черноморской области, Стратиграфия СССР, неоген, т. XII, 1940.
36. „შობამე“, ტ. XVIII, № 5, 1957

პალეონტოლოგია

ბ. კვალაიშვილი

გვარ ეოპროსოდაცნას (*EOPROSODACNA*) ახალი წარმომადგენ-
ლების შესახებ აღმოსავლეთ საქართველოს კოჭახუშის
ჰორიზონტის ნალექებიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. დავითაშვილმა 10.10.1956)

კოჭახუშის ჰორიზონტიდან დღემდე აღწერილია გვარ ეოპროსოდაცნას (*Eoprosodacna*) მხოლოდ ერთი წარმომადგენელი; ახლა ამ შრეებიდან ცნობილია ამ გვარის კიდევ ორი ფორმა, რომელიც რამდენადმე საინტერესოა სტრატეგრაფიული თვალსაზრისით. ამიტომ ზედმეტად არ მიგვაჩნია აღწეროთ ეოპროსოდაცნას აღნიშნული ორი ახალი სახე.

ოჯახი *Cardiidae*

გვარი *Eoprosodacna* (დავითაშვილი, 1934)

Eoprosodacna makae n. sp.

ტაბ. 1, სურ. 1—7

Cardium (*Eoprosodacna*) sp. ([1], გვ. 400—401, სურ. 11).

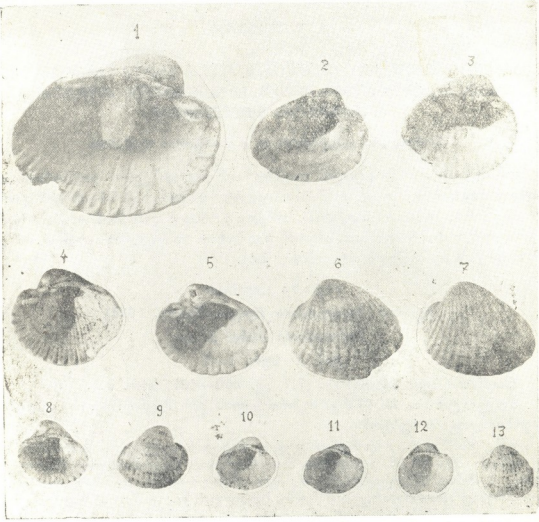
ჰოლოტიპი. № 99 / კ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პალეობიოლოგიის სექტორი.

აღწერა. ნიჟარა შედარებით დიდია, ზრდადსრულებული ფორმების სიგრძე აღწევს 30—40 მმ, ოვალური მოყვანილობის (საგრძობლად წაგრძელებული), საკმაოდ სქელკედლიანი, ძლიერ ამოზურცული, თანაბარსაგდულიანი და უაღრესად არათანაბარგვერდებიანი; საგდულის წინა ნაწილი შეადგენს ნიჟარის მთელი სიგრძის მესამედზე ნაკლებს. წინა გამოზნეჭილი კიდე შეუმჩნეველად გადადის ქვედაში; უკანა კიდე ნაკლებად გამოზნეჭილი, ხშირად ირიბად ჩამოკვეთილი, თანდათანობით ებმის ქვედა კიდეს. ზედა კიდის წინა ნაწილი სწორია, უკანა — სუსტად შეღუფნული. საკეტი აპარატის კიდე შეუმჩნეოვლად გადადის მოსაზღვრე კიდეებში. წინა და ქვედა კიდე ხშირად დაკბილულია. ქვედა კიდე ნაკლებად გამოზნეჭილია, სიგრძით სჭარბობს დანარჩენებს.

თხემი ჩვენს ნიჟარას ძლიერ გამოზურცული აქვს და საგრძობლად ფართო; ქედი არა აქვს, ზომიერად არის ამალეებული ზედა კიდეზე, ძლიერ დაახლოებულია წინა კიდესთან და ოდნავ არის წინისკენ შემოტრიალებული.

გარედან ნიჟარა დაფარულია რადიალური წიბოებით, რომლებიც 15-დან 18-მდეა. წინა არეზე მოთავსებულია 13—15 წიბო, ხოლო უკანაზე — 2—3. წინა არის უკანა ნაწილზე მკაფიოდ გამოიყოფა 5—6 წიბო, რომლებიც დანარჩენებთან შედარებით უფრო ფართოებია, გაბრტყილებული და განცალკევებუ-

ლი ერთმანეთისაგან ვიწრო (ხაზებრივი) წიბოთაშორისი შუალედებით; აღნიშნული წიბოები დამახასიათებელია ჩვენი სახის ყველა წარმომადგენლისათვის. წინა და უკანა კიდეების მიმართულებით წიბოები რამდენადმე ვიწროვდება, სუსტად მომრგვალებული ხდება, ხოლო წიბოთაშორისი შუალედები შესაბამისად ფართოვდება. რადიალური წიბოების გარდა, ნიქარაზე გამოიჩინება კონცენტრული ზრდის ხაზები, რომელთა რიცხვი 5-ს არ აღემატება.



ტაბულა I

- სურ. 1. *Eoprosodacna makae* n. sp. X2. სადგ. მეტეხის ჩრდილოეთით.
- სურ. 2-7. *Eoprosodacna makae* n. sp. ბუნებრივი ზომა. სადგ. მეტეხის ჩრდილოეთით.
- სურ. 8-13. *Eoprosodacna grakalense* n. sp. ბუნებრივი ზომა. სადგ. გრაკალის ჩრდილოეთით.

ნიქარის შიგა ზედაპირი, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ განიერ ბრტყელ წიბოებს, რომლებიც გამოსახულია მანტიის ხაზის ქვემოთ, გლუვია. შიგა წიბოები, რომლებიც 12-დან 16-მდეა, თითქმის ყოველთვის სუსტად არის დაღარული. საკმაოდ კარგად ჩანს წინა და უკანა საკეტი კუნთების არც თუ ისე

ღრმა აღნაგებებები. მანტიის ხაზი მთლიანია, მიემართება ქვედა კიდის პარალელურად და თანაბარი მანძილით არის მისგან დაშორებული.

მარჯვენა საგდულის სრული საკეტი აპარატი შედგება ორი კარდინალური, ორი წინა და ერთი უკანა გვერდითი კბილებისაგან. წინა კარდინალური კბილი ძალიან პატარაა, ხოლო უკანა შედარებით მასიურია. უკანასკნელს აქვს სოლის მოყვანილობა, საგრძნობლად აცილებულია ზედა კიდის და საკეტი აპარატის კიდის წინა ნაწილის პარალელურია. კარდინალური კბილები განცალკევებულია პატარა ფოსოთი. წინა კარდინალური კბილი საკმაოდ ხშირად ძნელად შესამჩნევია, ხოლო ზოგჯერ საესებით რედუცირებულია. წინა ქვედა გვერდითი კბილი მასიურია, აქვს ენისმაგვარი ფირფიტის მოყვანილობა და ზომით თითქმის ორჯერ აღემატება ზედას. წინა ზედა გვერდით კბილსაც ენისმაგვარი ფორმა აქვს. წინა გვერდითი კბილები ერთმანეთისაგან გამოჩნულია საკმაოდ ღრმა ფოსოთი, რომელიც განკუთვნილია მარცხენა საგდულის წინა გვერდითი კბილისათვის. წინა გვერდითი კბილები განლაგებულია ზედა კიდის წინა ნაწილის პარალელურად. უკანა გვერდითი კბილი თხელი წაგრძელებული ფირფიტის ფორმისაა, ამალღებულია შუა ნაწილში, რის გამოც ოდნავ აცილებულია მიმდებარე კიდეს. უკანა გვერდითი კბილი წინიდან შემოფარგლულია წაგრძელებული ფოსოთი.

მარცხენა საგდულის საკეტი აპარატი შედგება ერთი კარდინალური და თითო გვერდითი კბილებისაგან. კარდინალური კბილი მცირე ზომისაა, წაწვეტილებულია, წინა და უკანა მხარეებიდან შემოფარგლულია პატარა ფოსოებით, რომელთაგან უკანა ყოველთვის უფრო დიდი და ღრმაა. ხშირად წინა ფოსო ოდნავ შესამჩნევია, რაც გამოწვეულია მარჯვენა საგდულის წინა კარდინალური კბილის რედუქციით. წინა გვერდითი კბილი საკმაოდ დიდია, მასიური, ენისმაგვარი, მიემართება ზედა კიდის წინა ნაწილის პარალელურად და საკმაოდ მძლავრად არის აცილებული მას. საკეტი აპარატის კიდისაგან წინა გვერდითი კბილი გამოცალკევებულია პატარა ჩაღრმავებით. შიგა მხრიდან აღნიშნულ კბილს აქვს მცირე ზომის გამოწაზარდი, რომლის დანიშნულებაცაა გაამაგროს მარჯვენა საგდულის ქვედა გვერდითი კბილი. უკანა გვერდით კბილს აქვს მოგრძო ფირფიტის მოყვანილობა, საკმაოდ განუვითარებელია, ბოლოსაკენ ოდნავ ამოღებულია და მცირედ აწეული ზედა კიდზე; კბილი წინიდან არ არის გამოყოფილი ჩაღრმავებით, ხოლო შიგა მხარეზე აქვს პატარა გამოწაზარდი შესაბამისი ფოსოთი, სადაც თავსდება მარჯვენა საგდულის უკანა გვერდითი კბილი.

აღწერილი სახის წარმომადგენლების საკეტი აპარატის აგებულების დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს კარდინალური და უკანა გვერდითი კბილების (განსაკუთრებით მარცხენა საგდულის) საგრძნობი შემცირება და წინა გვერდითი კბილების მძლავრი განვითარება.

ზ ო მ ე ბ ი: ჩვენ მიერ გაზომილია აღწერილი სახის 50 წარმომადგენელი; სიგრძე მერყეობს 30-დან 40 მმ-მდე, სიმაღლე — 25-დან 30 მმ-მდე, ხოლო გამობურცულობა (ცალკეული სანდულებისა) 12-დან 16 მმ-მდე.

შ ე დ ა რ ე ბ ა და ზ ო გ ა დ ი შ ე ნ ი შ ვ ე ბ ი. აღწერილი სახე ნიფარის მოყვანილობით, სიდიდით, არათანაბარგვერდიანობით და გვერდითი კბილების აგებულებით რამდენადმე ჰგავს *Prosodacna metoica* David., რომელიც გვხვდება დასავლეთ საქართველოს ღუბაის შრეებში, მაგრამ განსხვავდება მისგან სუსტად განვითარებული კბილების (ორივე საგდულზე) და მარცხენა საგდულზე უკანა გვერდითი კბილის არსებობით (*Prosodacna metoica*-ს წარმომადგენლებს

ხსენებული კბილები საერთოდ არა აქვთ განვითარებული). გარდა თქმულისა, *Eoprosodacna makae*-ს ეგზემპლარებს უფრო განვითარებული აქვთ წინა ზედა გვერდითი კბილი და გარე ზედაპირზე აქვთ უფრო მეტი რადიალური წიბოები, ვიდრე *Prosodacna metoica*-ს წარმომადგენლებს.

გავრცელების ადგილი. ამიერკავკასიის რკინიგზის სად. მეტეხისა და სკრის (კასპისა და გორის რაიონები) ჩრდილოეთით, მდ. მტკვრის მარცხენა მხარე, კოწახურის ჰორიზონტის ზედა ნაწილი.

ასაკი. ჰელეციტური სართულის კოწახურის ჰორიზონტი.

Eoprosodacna grakalense n. sp.

ტაბ. 1, სურ. 8—13

პოლოტიპი. № 100/კ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პალეობიოლოგიის სექტორი.

აღწერა. ნიჟარა საშუალო ზომისაა (მხოლოდ ცალკეული ეგზემპლარები აღწევენ სიგრძით 23 მმ-ს), მომრგვალო-ოვალური ფორმის (ოდნავ გაგრძელებულია), ზომიერად სქელკედლიანია, თანაბარსაგადულოიანი, საკმაოდ გამოზურცული და საგრძნობლად არათანაბრგვერდებიანი; ჩვეულებრივ ნიჟარის წინა ნაწილს უჭირავს მთელი სიგრძის მესამედზე მეტი. საკეტი აპარატის კიდის წინა ნაწილი სწორია, უკანა — მცირედ ან საგრძნობლად შეღუნული, გადასვლა მათ შორის თანდათანია. ზედა კიდე შეუმჩნეველად გადადის მეზობელ კიდეებში. წინა და უკანა კიდეები დაახლოებით თანაბრად გამოზნეკილია, შეუმჩნეველად უერთდებიან ნაკლებად გამოზნეკილ ქვედა კიდეს. ხანდახან უკანა კიდე სწორად არის ჩამოკვეთილი, მაგრამ მეზობელ კიდეებთან ის ასეთ შემთხვევებშიც არა ქმნის კუთხეებს. წინა და უკანა კიდეები ერთნაირი სიგრძისაა, ხოლო ქვედა — უფრო გრძელი და დაბილული.

თხემები შედარებით დიდი ზომისაა, ზედა კიდისაგან საკმაოდ გამოცალკეებული, ოდნავ ან შესამჩნევად შემოტრიალებული წინისაკენ და საკმაოდ მიახლოებული წინა კიდესთან. ქედი არა აქვთ, დაფარული არიან ოდნავ შესამჩნევი რადიალური წიბოებით.

ნიჟარის გარე ზედაპირზე განვითარებულია სუსტად გამოსახული ბრტყელი და შედარებით გაწიერი 18—20 წიბო, რომლებიც ძალიან ვიწრო (ხაზობრივი) წიბოთაშორისი შუალედებითაა გამოიჯნული. ხშირად წინა არის წინა წიბოები (4-დან 6-მდე) შედარებით მომრგვალებულია და განცალკევებული ერთმანეთისაგან უფრო ფართო შუალედებით. წინა არეზე 16—17 წიბოა, ხოლო უკანაზე 2—3. წიბოთაშორისი შუალედები თხემიდან ქვედა კიდეამდე (წინა არის სულ წინა ნაწილის გამოკლებით) ხაზობრივებია. წინა არის უკანა ნაწილზე, *Eoprosodacna makae*-ს ნიჟარებისაგან განსხვავებით, არ არის განვითარებული უფრო ფართო და ბრტყელი წიბოები (5—6). ნიჟარის ზედაპირზე, გარდა რადიალური წიბოებისა, შესამჩნევია კონცენტრული ზრდის ხაზები, რომელთა რიცხვი 5—6 არ აღემატება.

შიგა ზედაპირი, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ წიბოებს, რომლებიც ჩანან მხოლოდ მანტიის ხაზის ქვევით, გლუვია. შიგა წიბოები ბრტყელია და ვიწრო, განცალკევებული ერთმანეთისაგან შედარებით ფართო შუალედებით, რომლებსაც ხშირად აქვთ სამკუთხოვანი ფორმა. თითქმის ყველა ფორმაზე წიბოები, რომლებიც 15-დან 20-მდეა, შესამჩნევია მხოლოდ ქვედა კიდესთან და მოკლებულია სიგრძივ ჩაღრმავებებს. წინა და უკანა საკეტი კუთხების აღნაგობები სუსტადაა გამოხატული, აქვთ მომრგვალო ფორმა და შე-

დარებით პატარებია. მანტიის ხაზი ბუნდოვანია, ხოლო ზოგიერთ ნიჟარაზე შემწვანეელი; სინუსი არა აქვს, მიემართება ქვედა კიდის პარალელურად და თანაბარი მანძილით არის დაშორებული მისგან.

მარჯვენა საგდულის საკეტი აპარატს ემჩნევა კარდინალური კბილების საგრძნობი დასუსტება, წინა კარდინალური კბილი ძალიან პატარაა და ხშირად გამჭრალი. უკანა კარდინალური კბილიც საკმაოდ სუსტია. სრული საკეტი აპარატი მარჯვენა საგდულში შედგება ორი კარდინალური, ორი წინა გვერდითი და ერთი უკანა გვერდითი კბილებისაგან. წინა კარდინალური კბილი წაგრძელებული ფორმისაა, ძლიერ რედუცირებულია და მიმართულია ზედა კიდის წინა ნაწილისა და თხემის მართობულად. უკანა კარდინალური კბილი უფრო განვითარებულია, აქვს ფირფიტის მოყვანილობა და მიმართულია წინა გვერდითი კბილებისა და წინა კიდის წინა ნაწილის პარალელურად. კარდინალურ კბილებს შორის მოთავსებულია პატარა ფოსო, რომელიც განკუთვნილია მარცხენა საგდულის კარდინალური კბილისათვის. წინა ქვედა და ზედა გვერდით კბილებს აქვთ ენისმაგვარი ფირფიტის მოყვანილობა და განლაგებულია ზედა კიდის წინა ნაწილის პარალელურად. ქვედა წინა გვერდითი კბილი ზომით ოდნავ სქარბობს ზედას, ხშირად კი ისინი თანაბარნი არიან. წინა გვერდითი კბილები ოდნავ ამოღებულია ზედა კიდზე. აღნიშნულ კბილებს შორის მოთავსებულია საკმაოდ დიდი, ზედა კიდის წინა ნაწილის პარალელური ფოსო, რომელშიც მოთავსდება მარცხენა საგდულის წინა გვერდითი კბილი. უკანა გვერდითი კბილი წაგრძელებული ფირფიტის მოყვანილობისაა, შუა ნაწილში ოდნავ წამახვილებულია; წინა მხრიდან ზედა კიდისაგან გამოყოფილია პატარა ჩაღრმავებით.

მარცხენა საგდულის საკეტი აპარატი შედგება ერთი პატარა კარდინალური კბილისა და თითო წინა და უკანა გვერდითი კბილებისაგან. კარდინალური კბილი პატარა ზომისაა, წინიდან და უკნიდან აქვს ფოსოები, რომელთაგან უკანა შედარებით დიდი და კარგად შესამჩნევია, ხოლო წინა — ძალიან პატარა და ბევრ ფორმაზე სრულებით შეუმჩნეველი. წინა გვერდითი კბილი დიდია, აქვს ენისმაგვარი ფირფიტის ფორმა, საკმაოდ აცილებულია ზედა კიდეს, მიმართულია საკეტი კიდის პარალელურად და მოსაზღვრე კიდისაგან გამოყოფილია პატარა წაგრძელებული ჩაღრმავებით. შიგა მხარეზე კბილს აქვს პატარა გამოზარდი ჩანაქდევით, განკუთვნილი მარჯვენა საგდულის წინა ქვედა გვერდითი კბილისათვის. უკანა გვერდითი კბილი ძალიან პატარაა, წარმოადგენს მომრგვალო-სამკუთხოვან ფირფიტას, რომელიც ოდნავ აცილებულია ზედა კიდეს და მისგან არ არის გამოყოფილი ჩაღრმავებით. შიგნითა მხრიდან აქვს პატარა ფოსო, რომელიც განკუთვნილია მარჯვენა საგდულის უკანა გვერდითი კბილისათვის.

ზომები: ნიჟარების სიგრძე 14 მმ-დან 23 მმ-მდეა, სიმაღლე 11 მმ-დან 18 მმ-მდე, ხოლო ცალკეული საგდულების გამობურცულობა 5 მმ-დან 10 მმ-დე. სულ გაზომილია აღწერილი სახის 30 საგდული.

შედა რ ე ბ ა და ზოგადი დასკვნები. აღწერილი სახე *Eoprosodacna makae*-ს წარმომადგენლებისაგან განსხვავდება პატარა ზომებით, ნაკლებად წაგრძელებული ნიჟარით, მისი მომრგვალო-ფეალური მოყვანილობით (*Eoprosodacna makae* არის ყოველთვის კარგად გამოხატული ოვალური ფორმის, რაც გამოწვეულია მისი საგრძნობი წაგრძელებით), წინა და უკანა კიდების ერთნაირი გამობურცულობით, საკმაოდ ხშირად სწორედ ჩამოკვეთილი უკანა კიდით, სუსტად გამოხატული რადიალური სკულპტურით (გარე ზედაპირზე), ძალიან ვიწრო წიბოთაშორისი შუალედების არსებობით და წინა არის უკანა ნაწილზე

ბრტყელი, განიერი (ნიჟარის სხვა წიბოებთან შედარებით) წიბოების უქონლობით. *Eoprosodacna makae*-ს ფორმების წინა არის უკანა ნაწილზე ყოველთვის გამოიყოფა უფრო ფართო და ბრტყელი წიბოები, რიცხვით 5—6, რომლებიც განცალკევებულია ხაზობრივი წიბოთაშორისი შუალედებით. *Eoprosodacna makae*-ს ნიჟარებისაგან განსხვავებით, აღწერილ სახეს აქვს გარე ზედაპირზე 18—20 რადიალური წიბო (წინააღმდეგ 15—18), ხოლო შიგა ზედაპირზე 15—20 (ნაცვლად 12—16). შიგა წიბოებს არა აქვთ სივრცითი ჩანაქედვები, რაც ყოველთვის კარგად ჩანს *Eoprosodacna makae*-ს საგდულებზე.

Eoprosodacna grakalense-ს წარმომადგენლების წაგრძელების კოეფიციენტი მერყეობს 1,07-დან 11,11-მდე, გამობურცულობისა—1,98-დან 2,25-მდე, ხოლო არათანაბარგვერდიანობის კოეფიციენტი საშუალოდ არის 2,88. *Eoprosodacna makae*-ს ფორმების წაგრძელების კოეფიციენტი მერყეობს 1,16-დან 1,28-მდე, გამობურცულობისა—2,30-დან 2,66-მდე, ხოლო არათანაბარგვერდიანობის კოეფიციენტი საშუალოდ 3,46 შეადგენს.

Eoprosodacna grakalense-ს წარმომადგენლები, *Eoprosodacna makae*-ს ფორმებთან შედარებით, საკეტი აპარატის აგებულებაში ამჟღავნებენ ორივე საგდულის კარდინალური კბილებისა (მარჯვენა საგდულის წინა კარდინალური კბილი ხშირად სავსებით რედუცირებულია) და მარცხენა საგდულის უკანა გვერდითი კბილის კიდევ უფრო მეტ შემცირებას. იმ დროს, როდესაც *Eoprosodacna grakalense*-ს ახალგაზრდა ფორმები არსებითად არ განსხვავდება ზრდადასრულებული ფორმებისაგან, *Eoprosodacna makae*-ს ახალგაზრდა და ზრდადამთავრებულ ფორმებს შორის საკმაოდ მკვეთრი განსხვავებაა.

გავრცელების ადგილი. აღმოსავლეთი საქართველო, ამიერკავკასიის რკინიგზის სად. მეტეხისა და გრაკალის ჩრდილოეთით, მდ. მტკვრის მარცხენა მხარე, კოწახურის ჰორიზონტის ზედა ნაწილი.

ას აკ ი. ჰელვეციური სართულის კოწახურის ჰორიზონტი.

* * *

უდავოდ დადგენილი მომარიალიანო წყლის კარდიდები არ არის ცნობილი საბჭოთა კავშირის სამხრეთი ნაწილის ქვედა მთოცენიდან. ამჟამად არსებულ ფაქტობრივ მასალაზე დაყრდნობით, საკმაოდ ძნელია გარკვევით ითქვას რაიმე კოწახურის ეოპროზოდაკენების კავშირზე ზედა მთოცენის მომარიალიანო წყლის კარდიდებთან (სარმატი). ცხადია, რომ კოწახურის ეოპროზოდაკენები ცხოვრობდნენ რამდენადმე განსხვავებულ ჰიდროლოგიურ პირობებში, ვიდრე სარტმატის კარდიდების წარმომადგენლები. შეიძლება დაბეჯითებით ითქვას, რომ გვარ *Eoprosodacna*-ს ყველა წარმომადგენელი ეკუთვნის საბჭოთა კავშირის სამხრეთი ნაწილის ნეოგენური ნალექების მომარიალიანო წყლის კარდიდების იმ უძველეს წარმომადგენლებს, რომელთა წინაპრებიც ცხოვრობდნენ ნორმალურ მარიალიან ზღვებში.

აღწერილ სახეებს აქვთ გარკვეული სტრატეგრაფიული მნიშვნელობაც. როგორც ცნობილია, კოწახურის ჰორიზონტი აღმოსავლეთ საქართველოში წარმოდგენილია ნალექებით, რომელთა სიმძლავრე 400 მ-მდე აღწევს. კოწახურის დაუნის დღევანდელი შესწავლობის დონეზე მისი არც ერთი აქამდე აღწერილი წარმომადგენელი არ გვაძლევს მძლავრი კოწახურის წყების დანაწი-

ლების საშუალებას. ძალიან ხშირად მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, თუ კოწახურის ჰორიზონტის ნალექების რა ნაწილთან გვაქვს საქმე. მაგალითად, კასპის რაიონში, სადაც კოწახურის ჰორიზონტი მოთავსებულია ტრანსგრესიული ჩოკრაკის ქვეშ, აღნიშნული რაიონის გეოლოგიური აგებულების სწორი გაგებისა და ზუსტი სტრატиграფიული სქემის შედგენისათვის სასურველია გამოვარკვიოთ, თუ კოწახურის წყების რა ნაწილია გადაარეცხილი.

ჩვენი დაკვირვებით, *Eoprosodacna makae* და *Eoprosodacna grakalense* გვხვდებიან მხოლოდ კოწახურის ჰორიზონტის ზედა ნაწილში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
პალეობიოლოგიის სექტორი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. Ш. Давиташвили. О фауне кокахурского горизонта. Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел геологии. Том XII (3), 1934.
2. И. А. Коробков. Справочник и методическое руководство по третичным моллюскам. Пластинчатожаберные. Гостоптехиздат, Ленинград, 1954.

ბეჰნიკა

მ. შვარცზაიდი და ლ. ბოლჰაჰი

კირ-ქვიშოვან ავტოკლაური მასალებში კირის რაოდენობის
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაერეევმა 28.4.1956)

კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების წარმოებაში წყალთან და ქვის დისპერგირებულ ნაწილაკებთან არეული კირის ფხვნილი საჭირო მოძრავუნარიანობას ანიჭებს ნედლეულ მასას; მეორე მხრივ, ავტოკლაური გამაგრების პროცესში კირი წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს, რომელიც იღებს მონაწილეობას ახალ მოდიფიკაციათა შექმნაში.

კირის რაოდენობის სწორ შერჩევას კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების წარმოებაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ეკონომიური თვალსაზრისითაც. დადგენილია, რომ ოპტიმუმიდან კირის ხარჯის ამა თუ იმ მხრივ 1 პროცენტით ცვლილება იწვევს პროდუქციის, მაგალითად, სილიკატური აგურის, ღირებულების სათანადო ცვლილებას 5 პროცენტით. ამასთან ნარევეში შეყვანილი კირის ხარჯის ზრდა განსაზღვრულ რაოდენობამდე ზრდის ნაკეთობათა სიმტკიცეს, ოპტიმუმის შემთხვევაში კირის ხარჯის ზრდა კი იწვევს პროდუქციის სიმტკიცის ვარდნას, მასში შემავალი თავისუფალი კირის თვისებებთან დაკავშირებით.

კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების სიმტკიცეზე კირის რაოდენობის გავლენის შესწავლის მიზნით უკანასკნელ დრომდე ჩატარებული გამოკვლევები მხოლოდ ჰიდრატირებულ კირზე დამზადებულ კირ-ქვიშოვან შემაღენლობებს ეხებოდა.

კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების სიმტკიცეზე ნარევეში შეყვანილი დაფქული ჩაუმქრალი კირის ოპტიმალური რაოდენობის გავლენის განსაზღვრის მიზნით ჩვენ ცდები ჩატარეთ 1953 წელს სსრ კავშირის არქიტექტურის აკადემიის სამშენებლო ტექნიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის სილიკატური და მსუბუქი ბეტონის ნაკეთობათა ლაბორატორიაში.

გამომშრალი ქვიშისა (ცხრილი 1) და დაფქული ჩაუმქრალი კირის (ცხრილი 2) ნარევისაგან დეაყალიბეთ ცენტრიფუგირებული ხიშუშები (ტანცარიელი პრიზმები ზომით 20×20×50 სმ). ნარევეში აქტაური CaO რაოდენობა იცვლებოდა 5,2—14,3 ფარგლებში (ცხრილი 3). ქვიშის აქტივიზაციის მიზნით ნარევი წინასწარ განიცდიდა მოკლევადიან დამუშავებას (გახეხვა-გაშვლება) ლაბორატორიული ტიპის ბურთულებიან წისქვილში. დაფქვის ხანგრძლივობა 15 წუთს

უდრიდა. დაყალიბებული ნიმუშების დაორთქლვა წარმოებდა ლაბორატორიულ ავტოკლავში 8 ატმ. წნევით. დაორთქლების რეჟიმი შეადგენდა 2+4+2 საათს. ამ ნიმუშებიდან გამოიხერხა კუბები ზომით 5×5×5 სმ, რომლებიც შემდეგ გამოვცადეთ ჰაეროვან მშრალ მდგომარეობაში (დავადგინეთ სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე და მოცულობითი წონა).

მეორე შემთხვევაში გამოიმშრალი ქვიშისა და ფლეთილი კირი დუღიას ნარევი (7,4; 11,0; 14,7 აქტიური CaO ნარევი) დამუშავდა ლაბორატორიულ ტიპის ბურთულეზიან წისქვილში; დამუშავების ხანგრძლივობა უკვე 2 საათს შეადგენდა. მიღებული თქვილის ნარჩენები გაცრისას (საცერის ხერტის ზომა 0,15 მმ) დაახლოებით 35% შეადგენდა. ასეთი ნარეგებისაგან დავამზადეთ სხმული, ვიბრირებული და ცენტრიფუგირებული კუბები ზომით 5×5×5 სმ. ესენიც დაორთქლილ იქნენ ავტოკლავებში 8 ატმ. წნევით. დაორთქლების რეჟიმი უკვე 2+8+2 საათს შეადგენდა. მოცულობითი წონა და წინალობა კუმშვაზე ამ შემთხვევაშიც დადგინლ იქნა ნიმუშებზე ჰაეროვან-მშრალ მდგომარეობაში.

როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაში კირის ჩაქრობის პროცესის დაყოვნების მიზნით ნარევი გამოვიყენეთ ორწყლიანი თაბაშირის დანამატი 7%-ის რაოდენობით კირის წონიდან.

ცდების პირველი ნაწილის შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში და ნახ. 1-ზე, მეორე ნაწილისა — მე-4 ცხრილში და ნახ. 2-ზე.

ცხრილი 1

ქვიშის გაცრის ანალიზი							გავიდა 0,15 მმ ხერტის საცერში	ს უ ლ
საცრის ხერტის ზომები მმ-ით	5,00	2,50	1,20	0,60	0,30	0,15		
კერძო ნარჩენები %/%-ით	0	4,9	7,1	27,5	47,0	10,9	—	
სრული ნარჩენები %/%-ით	0	4,9	12,0	39,5	86,5	97,4	2,6	

შენიშვნა: 1. თიხის შეტულობა (განსახვრული განლუქვის წესით)—0,5%; 2. მოცულობითი წონა—1,46 გრ/სმ³.

ცხრილი 2

კირის ქიმიური შედგენილობა		შემადგენლობა %/%-ით (აბსოლუტურად მშრალი ნივთიერების)
დასახელება		
კაჟირი		11,29
ალუმინის ქანგული		1,58
რკინის	"	მხოლოდ კვალი
კალციუმის	"	69,08
მაგნიუმის	"	8,62
დანაქარგები		9,44
ს უ ლ		100,00

ცხრილი 3

კირის სხვადასხვა რაოდენობის ნარევეზე დამზადებული ცენტრიფუგირებული კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების მოცულობითი წონა და წინაღობის ზღვარი კუმშვაზე

აქტიური CaO ნარევი % ⁰ / ₀ -ით	წინაღობის ზღვარი კუმშვაზე კგ/სმ ²	მოცულობითი წონა გრ/სმ ³
5,2	71	1,76
6,5	111	1,78
7,8	322	1,97
9,1	327	2,00
10,4	250	1,86
11,7	215	1,80
13,0	113	1,77
14,3	101	1,76

შენიშვნა: ცხრილში მოცემულია თითოეული შედგენილობის სამი ტყუპი ნიმუშის გამოცდის საშუალო მაჩვენებლები.

ცხრილი 4

კირის სხვადასხვა რაოდენობის ნარევეზე დამზადებული სხმული, ვიბრირებული და ცენტრიფუგირებული კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების მოცულობითი წონა და წინაღობა კუმშვაზე

აქტიური CaO-ს რაოდენობა ნარევი % ⁰ / ₀ -ით	წინაღობის ზღვარი კუმშვაზე კგ/სმ ²	მოცულობითი წონა გრ/სმ ³
---	---	---------------------------------------

ს ხ მ უ ლ ი

7,4	419	1,93
11,0	550	1,94
14,7	430	1,94

ვ ი ბ რ ი რ ე ბ უ ლ ი

7,4	420	1,90
11,0	580	1,94
14,7	500	1,92

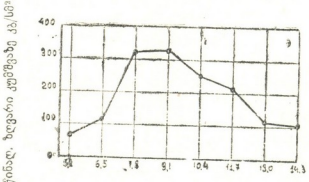
ც ე ნ ტ რ ი ფ უ გ ი რ ე ბ უ ლ ი

7,4	620	2,17
11,0	820	2,20
14,7	740	2,20

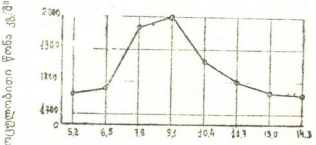
შენიშვნა: ამ ცხრილში მოცემულია თითოეული შედგენილობისა და შემკვრივების მეთოდით დამზადებული 5 ტყუპი ნიმუშის გამოცდის საშუალო მაჩვენებლები.

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაფქულ ჩაუმქრალ კირზე დამზადებული როგორც ცენტრიფუგირებული, ისევე სხმული და ვიბრირებული კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების სიმტკიცე და მოცულობითი წონა (და, მაშასადამე, სიმკვრივე), სხვა პირობათა თანათარღობის დაცვით, მკვეთრად და დამოკიდებული ნარევეში შეყვანილ კირის რაოდენობაზე.

სიმტკიცის (ნახ. 1, 2) და სიმკვრივის (ნახ. 1) დამახასიათებელი მრუდები შედგება აღმავალი და დაღმავალი ნაწილებისაგან. მრუდეთა აღმავალი ნაწილები შეესაბამება ნარევეში შეყვანილ კირის არასაკმარის რაოდენობას, ხოლო დაღმავალი—კირის ჭარბ რაოდენობას. ორივე შემთხვევაში ნაწარმის სიმტკიცე



აქტიური CaO ნარევეში (0/0)



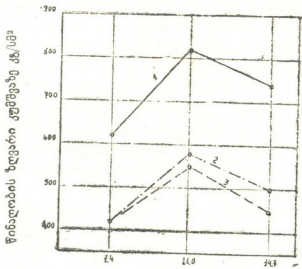
აქტიური CaO ნარევეში (0/0)

ნახ. 1. ცენტრიფუგირებული კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების წინაღობისა და მოცულობითი წონის დამოკიდებულება კირის რაოდენობაზე ნარევეში

ნაკლებია, ვიდრე სიმტკიცე ნაწარმისა ნარევეში კირის ოპტიმალური რაოდენობისას. მასთან, როგორც 1 ნახაზიდან ჩანს, კირის რაოდენობის ზრდა ოპტიმუმამდე იწვევს სიმტკიცისა და სიმკვრივის უფრო სწრაფ ზრდას თავდაპირველად, კირის უფრო მცირე რაოდენობის დროს, ხოლო ოპტიმუმთან მიახლოებისას კირის რაოდენობაზე დამოკიდებული სიმტკიცისა და სიმკვრივის გამომხატველი მრუდი სულ უფრო და უფრო ნაკლებდამრეცი ხდება.

ცდების პროცესში გამოვლინდა, რომ იმ კირზე მუშაობისას, რომელიც წინასწარ არ განიცდის (დაყალიბებამდე) ჰიდრატაციას, კირის რაოდენობის ზედა ზღვარი

დაყალიბებულ ელემენტში მიმდინარე კირის ჰიდრატაციის ეგზოთერმულობის პროცესის ინტენსიურობითაც განისაზღვრება. კერძოდ, გამოვლინდა, რომ ნარევეში კირის 20%-ის რაოდენობისას (14,7 აქტიური CaO ნარევეში) იძულებითი შემკვრივების გარეშე (ჩამოსხმა) და აგრეთვე ვიბრირებით დაყალიბებულ ნიმუშებში კირის ჰიდრატაციის პროცესი ძალზე მჩქეფარედ, ორთქლის ძლიერ



ანხ. 2. კირ-ქვიშოვანი ავტოკლავური მასალების წინალობის დამოკიდებულება კირის რაოდენობაზე ნარევეში შემკვრივების სხვადასხვა მეთოდის შემთხვევებში (1—ცენტრიფუგირება; 2—ვიბრაცია; 3—ჩამოსხმა)

გამოყოფით მიმდინარეობს. დაყალიბებიდან 15 წუთის შემდეგ ნიმუშებში ჰიდრატაციის ტემპერატურამ 97° და მეტსაც მიაღწია. შედეგად ადგილი ჰქონდა ინტენსიურ აორთქლებას და ნიმუშების დაშლას („ფეთქებით“). ცდები განმეორდა რამდენჯერმე წყლის სხვადასხვა რაოდენობითაც, მაგრამ შედეგები ყოველთვის იგივე იყო. ასევე არ მოგვცა შედეგი ცალკეულმა ცდებმა ნარევეში სულფატ-სპირტოვანი ბარდის (0,25%-ის რაოდენობით კირის წონიდან — თაბაშირის დანამატთან ერთადაც კი) შეყვანით.

ასეთი მოვლენები მკვლევარებმა ნიმუშებზე ზომით $15 \times 20 \times 40$ სმ და ზემოთ. მაგრამ უფრო მცირე ზომის ($5 \times 5 \times 5$ სმ) ნიმუშების როგორც ვიბრირებითი, ისე იძულებითი შემკვრივების გარეშე მეთოდებით დაყალიბებისას აღნიშნულ მოვლენებს ადგილი არ ჰქონია. მე-4 ცხრილში მოცემულია სწორედ ამ მცირე ნიმუშების გამოცდის შედეგები. აღსანიშნავია, რომ ცენტრიფუგირებითი წესით იოლად ყალიბდება იმავე შედეგნილობების (14,7% აქტიური CaO ნარევეში, სპეციალური დამატების გარეშე) ტანცარიელი პრიზმები ზომით $20 \times 20 \times 50$ სმ. ამ პრიზმებიდან გამოხერხილმა კუბებმა, ზომით $5 \times 5 \times 5$ სმ. გამოცდისას გვიჩვენა წინალობა კუმშვაზე 700 კგ/სმ² და მეტიც. ამ შემთხვევაში კირის ჰიდრატაციის

ნობას არც დაყალიბებისას და არც შემდეგ არ გამოუწვევია არავითარი გართულება.

მაშასადამე კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების წარმოებაში დაფქულ ჩაუმქრალი კირი დუღიას გამოყენების შემთხვევაში არსებობს გარკვეული ზღვარი, რომლის ზემოდაც, წინასწარ ჰიდრატირებული კირისაგან განსხვავებით, ადგილი აქვს მასალის რღვევას უკვე დაყალიბებისას. ჩვენს ცდებში ეს ზღვარი ვიბრირებითი და იძულებითი შემკვრივების გარეშე მეთოდებით დაყალიბებისას დაახლოებით კირის 15% შეადგენდა მთლიანი მასისაგან (11,0% აქტიური CaO ნარევეში). ცენტრიფუგირებული მეთოდით დაყალიბებისას ეს ზღვარი რამდენადმე უფრო მეტია და 20% აღემატებოდა (15⁰/₀ აქტიური CaO ნარევეში). ის, რომ ცენტრიფუგირებითი მეთოდით შემკვრივებისას ნარევეში შესაძლებელია შეყვანილ იქნეს კირის უფრო მეტი რაოდენობა, შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ყალიბი, რომელშიც მკვრივდება მასა, შედარებით უფრო მეტად დახშულია და მასთან ერთად ცენტრიფუგირებისას ადგილი აქვს ჰიდრატაციის სიბოზის ატმოსფეროში სწრაფ გავყვანას.

მაგრამ უკვე ამ ზღვარზე აღრე.ობტიმუმზე გადაცილებისას, აღინიშნება მასალის სიმტკიცისა და სიმკვრივის შემცირება. კირის დანამატის ოპტიმალური რაოდენობა სიმტკიცის მიხედვით და კირის დანამატის ზღვრული სიდიდე, რომლის შემდეგაც იწყება მასალის რღვევა დაყალიბებისას, დამოკიდებულია კირის აქტიურობაზე, ნარევის მარცვლოვნურ შედგენილობაზე, წყლის დანამატის სიდიდეზე, შემკვრივების მეთოდებსა და ნაწარმთა ზომებზე.

დ ა ს კ ვ ნ ა

კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების დაფქულ ჩაუმქრალ კირ დუღიანზე, წარმოებაში, კირის ოპტიმალური რაოდენობა დამოკიდებულია დაყალიბების ხერხებზე (და სხვა რიგ ფაქტორებზე) და განსაზღვრულ უნდა იქნეს ცდის საფუძველზე. საშუალოდ მაღალი სიმტკიცის კირ-ქვიშოვანი ავტოკლაური მასალების მისაღებად (მარკა „200“ და ზემოთ) შესაძლებელია რეკომენდებულ იქნეს (პირველი მიახლოებით) ნარევები აქტიური CaO 9—12%-ის რაოდენობით, ხოლო საშუალო სიმტკიცის მასალებისათვის (მარკა „150“) აქტიური CaO 6—8%-ის რაოდენობით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.4.1956)

ტექნიკა

3. ბალბაძე

მსუბუქი რკინაბეტონის ზოზიერთი თავისებურების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ო. ონიაშვილმა 23.6.1956)

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ მსუბუქი ბეტონის დეფორმირება უფრო დიდია, ვიდრე მძიმისა, ე. ი. ყველა სხვა ტოლი პირობის დაცვისას პირველის ზღვრული ჭიმვადობა და კუმშვადობა უფრო მეტია, ვიდრე მეორისა.

ბეტონის სრული ზღვრული ფარდობითი წაგრძელება— ϵ_p ზღ. წარმოდგენს ზღვრული დრეკად-პლასტიკური ჭიმვადობის— ϵ_p ზღ. დრ. პლ. და ზღვრული წმინდა-პლასტიკური ჭიმვადობის— ϵ_p ზღ. წმ. პლ. ჯამს: ϵ_p ზღ. = ϵ_p ზღ. დრ. პლ. + ϵ_p ზღ. წმ. პლ.

უკანასკნელი წლების განმავლობაში ავტორის მიერ მსუბუქი ბეტონის რკინების დერძულ გაჭიმვაზე ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ მსუბუქი ბეტონის ზღვრული დრეკად-პლასტიკური ჭიმვადობა დამოკიდებულია ძირითადად R_p —სიმტკიცის ზღვრისაგან, მიუხედავად იმისა, თუ რის ხარჯზე იცვლება სიმტკიცის ეს ზღვარი.

ამ ცდების შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე, სადაც R_p , ϵ_p ზღ. დრ. პლ. კოორდინატთა სისტემაში მოცემულია ექსპერიმენტული წერტილები.

R_p და ϵ_p ზღ. დრ. პლ.-ს შორის დამოკიდებულების ანალიზური გამოხატულებებისათვის ჩვენ მიერ შერჩეულია ექსპერიმენტული წერტილების ქვედა შემოვლელის ახლო მრუდი:

$$\epsilon_p \text{ ზღ. დრ. პლ.} = 2,63 R_p^{0,7} \cdot 10^{-5}. \tag{1}$$

ეს მრუდი პრაქტიკული მიზნებისათვის საკმარისი სიზუსტით შეიძლება შეიცვალოს სწორი ხაზით:

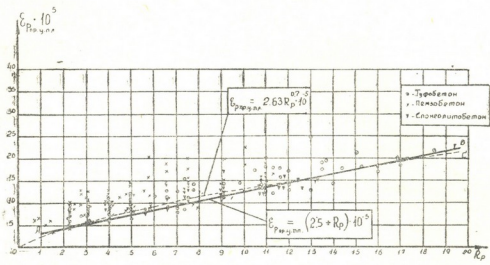
$$\epsilon_p \text{ ზღ. დრ. პლ.} = (2,5 + R_p) \cdot 10^{-5}. \tag{2}$$

პროფ. გ. ციკერელის [1] ცდების მიხედვით მძიმე ბეტონის ზღვრული დრეკად-პლასტიკური ფარდობითი წაგრძელება შემდეგი დამოკიდებულებით გამოიხატება:

$$\epsilon_p \text{ ზღ. დრ. პლ.} = (0,5 \div 0,6) \cdot 10^{-5}. \tag{3}$$

აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მსუბუქი ბეტონის ჭიმვადობა 2-ჯერ და მეტჯერ დიდია, ვიდრე მძიმისა. ასეთივე შედეგები მიიღო პროფ. მ. სიმონოვი [2] მძიმე და კერამიზებული ბეტონების ნიმუშებზე ჩატარებული ცდების საფუძველზე.

ცდებით დადგენილია, რომ ყოველი ბეტონი, განსაკუთრებით კი მსუბუქი, ხასიათდება ნათლად გამოხატული პლასტიკურობით (დენადობით) წყვეტის წინ. მაგრამ ზოგიერთი მკვლევარი ბზარების წარმოქმნის წინ ბეტონის პლასტიკურობას ან სულ უარყოფს, ან კიდევ ფიქტიურად მიაჩნია იგი. უკანასკნელ



სურ. 1

შემთხვევაში პლასტიკურობას განიხილავენ მხოლოდ როგორც ბეტონში ბზარიანობის განვითარებას ან როგორც რკინაბეტონში უხილავი ბზარების გახსნას და ამრიგად უგულვებელყოფენ ბეტონის წყვეტის წინ ცემენტის ქვის შემადგენლის — გილის დიდი პლასტიკური დეფორმაციების უნარს.

მსუბუქი ბეტონის ნიმუშებზე (კოჭები, რვიანები) ჩატარებულმა ცდებმა [4] ყველა შემთხვევაში გვიჩვენა ბეტონის საგრძნობი და მკაფიოდ გამოხატული პლასტიკურობა წყვეტის წინ. არმირებული ბეტონის პლასტიკურობის შესახებ ზოგიერთი მკვლევარი იმ თვალსაზრისისაა, რომელსაც გამოთქვამდნენ ჯერ კიდევ 1907 წელს ცნობილი სპეციალისტები ბახი და პრობსტი.

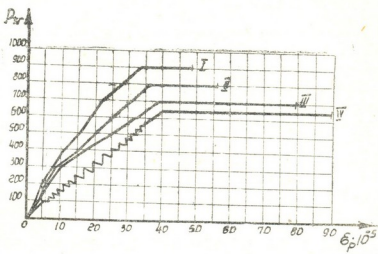
თავის ცდებში ბახი და პრობსტი ბეტონის ზღვრული ჰიმვადობის დასადგენად სველი ლაქების ცნობილ მეთოდს იყენებდნენ. დაძაბულ რკინაბეტონზე ამ ლაქების გამოჩენის მომენტს ისინი უხილავი ბზარების წარმოქმნის მომენტად თვლიდნენ.

სხვა მკვლევრების [5, 6] აზრით ბეტონის პლასტიკური დეფორმაცია მხოლოდ მოჩვენებითია, სინამდვილეში კი ის წარმოადგენს ბეტონში რღვევამდე გაცილებით ადრე წარმოქმნილი მიკროჭკვრეტების განვითარებას.

ბეტონში სველი ლაქების წარმოქმნისა და ორიენტირებული ძალოვანი მიკროჭკვრეტების წარმოქმნის მომენტის დასადგენად ჩვენ ჩავატარეთ ცდები ტუფო-ბეტონის კოჭებზე. ცდების წინ ამ კოჭებს წყლით ვვლინთდით და ლაქების უკეთ გამოსამკლავებლად მათი ზედაპირი ცარცის თხელი ფენით იფარებოდა. კოჭების დატვირთვა ხდებოდა შუაში ერთი შეყურსული ძალის სახით. გაზომვა წარმოებდა კოჭის გაკიმულ ფერდზე. პირველად კოჭები იტვირთებოდა ისეთ დაძაბულ მდგომარეობამდე, როდესაც დატვირთვა დამრღვევი ხდებოდა, ე. ი. როდესაც ბეტონი R_p სიმტკიცის ზღვარს აღწევდა და დენადობა მხოლოდ იწყებოდა. ამ მომენტში ხდებოდა კოჭების უეცარი განტვირთვა. კოდების განმეორებით დატვირთვისას დამრღვევი ძალა თითქმის ისეთივე მნიშვნელობისა იყო, როგორც პირველად დატვირთვისას.

შემდგომ დენადობამდე დაყვანილი კოჭები რამდენჯერმე განიტვირთებოდა და მაშინვე ისევ იტვირთებოდა. რომ მიგველო დენადობის სულ მეტი და მეტი სიგრძის უბანი, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე. ყოველი ასეთი ციკლის შემდეგ სიმტკიცის ზღვარი — R_p რამდენადმე დაბლდებოდა და მით უფრო მეტი იყო ეს დაბალეობა, რაც უფრო მეტი იყო დენადობის უბნის სიგრძე.

უშუალოდ წყვეტის წინ, როდესაც დენადობის უბნის მიღწეული სიგრძე დაახლოებით უბნის 0.9-ს შეადგენდა, სიმტკიცის ზღვარი თითქმის 0,65 R_p აღწევდა.



სურ. 2

ამ ცდებში სველი ლაქები შესამჩნევი ხდებოდა ისეთი ზღვრული დაძაბული მდგომარეობისას, რომელიც ხასიათდება სურ. 2-ზე ნაჩვენები I მრუდით (და უფრო გვიან). სურათზე არ არის ნაჩვენები ბეტონის დენადობის უბანზე σ_p -ის შემცირება.

ამ ცდებიდან შეიძლება გამოვიყვანოთ შემდეგი გარკვეული დასკვნები:

1. დაძაბულ ბეტონში ორიენტირებული ძალოვანი მიკროჭვრეტები წარმოიქმნება მხოლოდ მაშინ (და შემდეგ), როდესაც ბეტონი გაჭიმულ ზონაში აღწევს R_p -ს. მიკროჭვრეტების წარმოქმნა და მათი განვითარება ბეტონის დენადობის პროცესში ცემენტის ქვის კრისტალური შენაზარდის შესუსტებით აიხსნება. ამის გამო ხდება შენაზარდთან შემაკავებელი კავშირისაგან განთავისუფლებული გელის დაჩქარებული პლასტიკური დეფორმაცია. ამიტომ დენადობა ბოლომდე ვერ ვითარდება და ხდება წყვეტა ბეტონში გელის სიმტკიცის ზღვრის თითქმის ტოლი გამჭიმავი ძაბვის დროს.

ამრიგად, ბეტონის დენადობის ძირითადი მიზეზია არა მიკროჭვრეტების განვითარება, არამედ გელის დიდი პლასტიკური დეფორმაციების უნარი, რასაც სახელდობრ გულისხმობს ბეტონის სტრუქტურის თეორია.

2. ბეტონში სველი ლაქების გამოვლინების მომენტი არ არის უხილავი ბზარების წარმოქმნის მომენტი. სველი ლაქები დაძაბული ბეტონის ზედაპირზე ჯერ კიდევ დენადობის დასაწყისში გამოვლინდება, რაც ბეტონის უფრო გაიშვითებულ ადგილებში (ე. ი. ბზარების მომავალ ადგილებში) კაპილარული მოვლენების შედეგია. ამიტომ ბეტონის ზღვრული ჰიმვადობის დასადგენად სველი ლაქების მეთოდის გამოყენება არ არის სწორი.

მსუბუქი ბეტონის ერთ-ერთი თავისებურებაა, როგორც ეს უკვე იყო აღნიშნული, მისი მეტი ჭიმვადობა.

ჩვენ ჩავატარეთ სპეციალური კვლევა, რომ დაგვიდგინა, თუ როგორია შემაჯავებლის სახის გავლენა ბეტონის როგორც ზღვრულ დრეკად-პლასტიკურ, ისე ზღვრულ წმინდა-პლასტიკურ წარმქვლევებზე.

ლუნვაზე გამოცდა ტუფობეტონისა და მძიმე ბეტონის კოქები სიდიდით $10 \times 10 \times 70$ სმ (საანგარიშო ძალი 200 სმ). წმინდა ლუნვის უბნის მიღების მიზნით მიღებული იყო (საფეხურებით) ორი შეყურსული ძალა კოქის შუალედში, 20 სმ დაშორებით ერთმანეთისაგან. გაზომვა წარმოებდა ტენზომეტრებით კოქის გაქიმულ ფერდზე.

ამ ცდებმა გვიჩვენა, რომ: 1. ტუფობეტონის ზღვრული დრეკად-პლასტიკური ჭიმვადობა ორჯერ უფრო მეტია, ვიდრე მძიმისა, და რომ ეს საყესებით თანხმება იმ შედეგებს, რაც მიღებული იყო გაქიმულ ნიმუშებზე ჩატარებულ ცდებიდან; 2. ტუფობეტონის ზღვრული წმინდა-პლასტიკური ჭიმვადობა $1,25 \div 1,30$ -ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე მძიმისა.

ტუფორკინაბეტონის ელემენტებზე ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ბეტონის არმირება აღიღებს მის ზღვრულ ჭიმვადობასა და გაქიმვაზე სიმტკიცის ზღვარს და მით უფრო მეტად, რაც მეტია არმატურა და რაც უფრო ხშირადა იგი განლაგებული.

ამ გარემოებას სწორად გამოხატავს ჩვენ მიერ შერჩეული პარამეტრი $\omega = \frac{d}{e}$, სადაც d ლეროების დიამეტრია, e —მანძილი ლეროებს შორის სიღში.

მსუბუქი რკინაბეტონის კოქებში გამქიმავი ძაბვების ფერეს მეთოდით გამორკვევით დადგინდა, რომ შედარებით ძლიერი არმირებისას, როდესაც $\rho \cong 1\%$ და $\omega \cong 0,25$, არმირებული ბეტონის სიმტკიცის ზღვარი გაქიმვაზე $2 \div 4$ -ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე არარმირებულისა, სუსტი არმირებისას კი $1,3 \div 1,8$ -ჯერ.

ბზარწარმოქმნის გენეტიკური კვლევით დადგენილია, რომ ბეტონსა და რკინაბეტონში ბზარები უმთავრესად შეკლებისა და ტემპერატურული მოკლენებისა და ძალების ზეგავლენით წარმოიქმნება და რომ ბზარწარმოქმნის არც ერთი მიზეზი არ მოქმედებს დამოუკიდებლად, ე. ი. პრაქტიკულად არასოდეს არა აქვს ადგილი ისეთ მდგომარეობას, რომ ბეტონში ბზარების წარმოქმნა იყოს მხოლოდ ერთი, ცალკე აღებული მიზეზის შედეგი. მაგრამ კონკრეტული ამოცანების გადაჭრისას, როდესაც ცნობილია ბეტონში ბზარწარმოქმნის მიზეზებზე გავლენის მქონე ძირითადი პირობები და ფაქტორები, ყოველთვის შესაძლებელია ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში დადგინდეს ბზარების გაჩენის რომელიმე ერთი მიზეზის გავლენის უფრო დიდი მნიშვნელობა.

ჩვენს ცდებში ნიმუშები ნოტიო გარემოში ინახებოდა და ტემპერატურის რეჟიმი ცოტად თუ ბევრად მუდმივი იყო. ასეთ პირობებში შეკლება და ტემპერატურის გავლენა შედარებით უმნიშვნელო იყო და ბზარების წარმოქმნა უმთავრესად გარე ძალების მოქმედებით იყო გამოწვეული.

რკინაბეტონის ელემენტში პირველი ბზარები შეიძლება წარმოიქმნას მხოლოდ მაშინ და იქ, როდესაც და სადაც ელემენტის ბეტონის გაქიმული ნაწილი პირველად მიადწევს თავის ზღვრულ ჭიმვადობას. ბზარების წარმოქმნის მომენტის განსაზღვრის სირთულე სწორედ ისაა, რომ ჩვენ ზუსტად არ შეგვიძლია განვსაზღვროთ როგორც წმინდა, ისე არმირებული ბეტონის ზღვრული ჭიმვადობა.

უდავოა, რომ გაჭიმული ბეტონის მიერ თავისი ზღვრული ჰიმვადობის მიღწევის მომენტი ბზარის წარმოქმნის მომენტი, რომელიც საშიშ კვეთში (ცენტრალურად გაჭიმული ელემენტის განივ კვეთში) ან მის ნაწილში (ლუნვადი ელემენტის გაჭიმულ ფერდზე) არმირებული ბეტონის მთლიანობის წყვეტით ხასიათდება.

ამრიგად, ძალით გამოწვეული პირველი ბზარის წარმოქმნის მომენტში რკინაბეტონში უნდა ვიგულისხმოდ ბეტონის მთლიანობის წყვეტის მომენტი ბზარწარმოქმნის მიხედვით საშიშ კვეთში ზღვრული ჰიმვადობის მიღწევისას გარე ძალების გავლენით.

ამ განმარტებაში ბეტონის მიერ ზღვრული ჰიმვადობის მიღწევა ნაგულისხმევია ისევე, როგორც ჩვენ გვესმის ბეტონის მიერ სიმტკიცის ზღვრის მიღწევა გაჭიმვაზე. თუმცა პირველი ბზარების წარმოქმნის მომენტი ბზარწარმოქმნის მიხედვით რკინაბეტონის კონსტრუქციის მუშაობის ზღვრული მდგომარეობაა, მაგრამ ეს მდგომარეობა ყოველთვის არაა მდგრადი და, მაშასადამე, მისი გამოყენება ყოველთვის არ შეიძლება.

სუსტი არმირების დროს რკინაბეტონის გაჭიმული ან ლუნვადი ელემენტის ბზარწარმოქმნის მიხედვით ზღვრული მდგომარეობა მდგრადი არ არის. ამ შემთხვევაში, როდესაც ბეტონი აღწევს R -ს, არმატურას არ შეუძლია შეაკავოს ბეტონის დენადობა და წყვეტა ხდება თითქმის ისე, როგორც წმინდა ბეტონში.

როდესაც არმატურა ძლიერია და მისი განლაგება დისპერსიული, მაშინ რკინაბეტონის ელემენტის მუშაობის ზღვრული მდგომარეობა მდგრადია. ვინაიდან არმატურა აკავებს წაოწყებულ დენადობას და დატვირთვის შემდგომი გაზრდა კი იწვევს ზღვრული ჰიმვადობის მიღწევის მიხედვით, ძალების ბეტონიდან არმატურაზე გადაწოდებას, ბეტონის გაჭიმულ ბოჭკოებში ხდება ძაბვის თანდათანობით შემცირება (თითქმის ნულამდე).

ამგვარად, სუსტი არმირებისას რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაჭიმულ ან ლუნვად ელემენტებში კრიზისული (ზღვრული და ამავე დროს მდგრადი) მდგომარეობა ბეტონის მიერ R_p ანდა ε_p ზღვ. დრ. აღ. მიღწევას შეესაბამება, ე. ი. ამ შემთხვევაში ბზარწარმოქმნის მიხედვით კრიზისული მომენტი ბეტონის დენადობის დასაწყისი იქნება. ძლიერი არმირებისას კრიზისული მომენტი ემთხვევა ბეტონის დენადობის დასასრულს, ე. ი. ბზარის წარმოქმნის მომენტს. ამიტომ შევთანხმდით, ბზარწარმოქმნის მიხედვით კრიზისული მომენტი რკინაბეტონის ელემენტში დავარქვათ იმ მომენტს, როდესაც გარე ძალები (თანდათანობით ზრდისას) მიადწევენ ისეთ მინიმალურ მნიშვნელობებს, რომლებიც აუცილებლად გამოიწვევენ პირველი ბზარების წარმოქმნას.

ჩვენი ცდებით დადგინილი იყო [4], რომ მსუბუქი რკინაბეტონის კონსტრუქციების ბზარწარმოქმნის მიხედვით მდგრადი და არამდგრადი ზღვრული მდგომარეობა განისაზღვრება ორი პარამეტრით: μ და ω .

თუ $\mu < 1\%$ ან $\omega < 0,25$, მაშინ ზღვრული მდგომარეობა არამდგრადია და ამ შემთხვევაში კრიზისული მდგომარეობა ასე გამოიხატება:

$$\sigma_p = A R_p \text{ ან } \varepsilon_p = \varepsilon_p \text{ ზღ. დრ. აღ. } \cdot$$

სადაც A ერთზე მეტი კოეფიციენტი და R_p -ზე არმატურის ვაფენის გამოხატავს. ამ კრიზისული მომენტის განსაზღვრა არ წარმოადგენს სიმძიმეს. არამდგრადი ზღვრული მდგომარეობისას ბეტონის წმინდაპლასტიკური ჰიმვადობა არ შეიძლება იქნეს გამოყენებული არმატურის მუშაობის ხარისხის ასამაღლებლად.

თუ $p \cong 1\%$ და $\alpha \cong 0,25$, მაშინ ბზარწარმოქმნის მიხედვით ზღვრული მდგომარეობა მდგრადია და ბეტონის პლასტიკურობის გამოყენება შეესაძლებოა.

ამ დაძაბული მდგომარეობის ანალიზური გამოხატულება იქნება:

$$E_p \text{ ზღ.} = E_p \text{ ზღ. დრ. პლ.} + E_p \text{ ზღ. წმ. პლ.}$$

ცდები გვიჩვენებს, რომ $E_p \text{ ზღ. წმ. პლ.}$ იცვლება $(25-60) \cdot 10^{-5}$ საზღვრებში.

ფრთხილი მიდგომის შედეგად ჩვენ მიერ [4] რეკომენდებული იყო გამოსაყენებლად.

$$E_p \text{ ზღ. წმ. პლ.} = 20 \cdot 10^{-5}$$

იმ გრძივი ძალის განსასაზღვრავად, რომლის დროსაც ცენტრალურად გაჭიმული მსუბუქი რკინაბეტონის ელემენტებში პირველი ბზარი წარმოიქმნება და როდესაც $p \cong 1\%$ და $\alpha \cong 0,25$, გვექნება ფორმულა:

$$P_{mp} = E_p \text{ ზღ.} \cdot E_a F_a \tag{4}$$

სადაც იგულისხმება, რომ მთელ დატვირთვას ღებულობს არმატურა.

ცდები გვიჩვენებს, რომ, რაც უფრო მეტია ბეტონის კიშვადობა, მით უფრო მეტია მასზე არმატურის გავლენა. და რადგან მსუბუქი ბეტონის კიშვადობა მძიმე ბეტონის კიშვადობაზე მეტია, ამიტომ რკინაბეტონში მსუბუქ ბეტონს უფრო მეტად გავზრდება სიმტკიცის ზღვარი და ზღვრული წაგრძელება. სწორედ ესაა მსუბუქი რკინაბეტონის ერთ-ერთი დადებითი თავისებურება.

მსუბუქი რკინაბეტონის მეორე თავისებურება პირველიდან გამომდინარეობს და იმით ხასიათდება, რომ, როდესაც $p \cong 1\%$ და $\alpha \cong 0,25$, ყოველთვის აღ-

გილი აქვს უტოლობას $\frac{M_{mp}}{M_p} > 0,5$, ე. ი. ღუნვადი ელემენტის გაჭიმულ

ზონაში საექსპლოატაციო დატვირთვებისას ბზარები არ ჩნდება და, ამრიგად, სიხისტეზე გაანგარიშება ამ მდგომარეობის გათვალისწინებით უნდა წარმოებდეს [8].

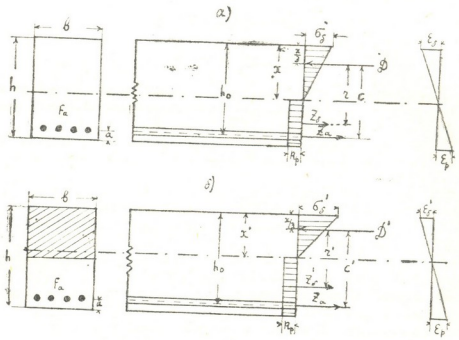
მსუბუქი რკინაბეტონის მესამე თავისებურება იმით გამოიხატება, რომ, თუ დაცულია პირობა $p \cong 1\%$ და $\alpha \cong 0,25$, მაშინ ელემენტის მუშაობა ძალზე საინტერესო ზღვრული დაძაბული მდგომარეობით ხასიათდება. ამ მდგომარეობისას ბზარწარმოქმნის მიხედვით საშიშ კვეთში ძაბვა გაჭიმულ ფერღზე ნულის ტოლია, შეკუმშულ ფერღზე უდრის R -ს და არმატურაში ძაბვა დასაშვებია.

დადებით თავისებურებებთან ერთად მსუბუქ რკინაბეტონს უარყოფითიც აქვს.

მსუბუქი რკინაბეტონის კონსტრუქციებს ნაკლები სიხისტე აქვს, რაც აიხსნება ღუნვადი ელემენტების შეკუმშული ზონის გადიდებული კუმშვადობით, რის გამოც იზრდება მათი ჩანაღუნები და სიმრუდი.

აგრეთვე უარყოფითად მოქმედებს შეკუმშული ზონის ცოცხადობა იმ დროს, როდესაც გაჭიმული ზონის ცოცხადობა ბზარების წარმოქმნამდე რკინაბეტონში სასარგებლოა, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ის საგრძნობლად ამცირებს შეკლებისა და ტემპერატურის მანეი გავლენას.

გამომდინარე მსუბუქი რკინაბეტონის თავისებურებებიდან, უნდა შეიქმნას ისეთი ბზარმდეგი და საკმარისად ხისტი კონსტრუქციები, რომლებშიც მთლიანად გამოიყენება ყველა სასარგებლო თავისებურება, ხოლო უარყოფითი ან მთლიანად იქნება აცილებული, ან მისი გავლენა საგრძნობლად შემცირდება. ასეთი კონსტრუქციები იქნება ავტორის მიერ უკვე წამოყენებული კომბინირებული ორფენიანი რკინაბეტონის ელემენტები მსუბუქი ბეტონით გაჭიმულ ზონაში, ხოლო მძიმით შეკუმშულში.



სურ. 3

ცდები გვიჩვენებს, რომ რკინაბეტონის კოჭების შეკუმშული ზონის არმატურით გაძლიერება ამაღლებს მათ ბზარწარმოქმნის მიხედვით ზიდვის უნარს. ორფენიანი რკინაბეტონის კოჭებშიც ზიდვის უნარი გადიდდება, რადგან ღუნვადი ელემენტის შეკუმშული ზონის არმატურით გაძლიერება ისეთივე მნიშვნელობის ღონისძიებაა, როგორც ამ ზონაში ბეტონის ხარისხის გაუმჯობესება. ეს ჩანს ნახ. 3-ის განხილვიდანაც, სადაც კოჭების ზღვრული მდგომარეობა მიღებულია შენდევნი პირობის მიხედვით: $p < 1\%$ ან $\alpha < 0,25$ (რასაკვირველია, შეგვეძლო აგველო სხვა მდგომარეობაც). ზედა კოჭი მსუბუქი რკინაბეტონისაა, ქვედა კი ორფენიანია. ზედა კოჭისათვის წონასწორობის განტოლება იქნება

$$M_{mp} = rZ_G + cZ_a$$

ხოლო ქვედასი

$$M'_{mp} = r'Z'_G + c'Z'_a$$

თვალსაზინოა, რომ

$$M'_{mp} > M_{mp}$$

ორფენიანი რკინაბეტონის ელემენტები ღრთა განმავლობაშიც უკეთ იმუშავენ.

ჩვენი აზრით, მეცნიერ მუშაკთა და წარმოების მუშაკების თანამშრომლობა ორთენიანი მონოლითური და ნაკრები ლუნვადი კონსტრუქციების თეორიისა და პრაქტიკის გარშემო მნიშვნელოვან და გადაუდებელ ტექნიკურ ამოცანას წარმოადგენს.

სსრ კავშირის ელექტროსადგურების სამინისტროს
 თბილისის ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის
 სამეცნიერო-კვლევითი
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Д. Цискрели. Вопросы расчета железобетонных конструкций на трещинообразование. Труды IV Всесоюзной конференции по бетону и железобетонным конструкциям, ч. II, М., 1949.
2. М. Э. Симонов. Бетон и железобетон на пористых заполнителях, М., 1955.
3. В. В. Михайлов. Самонапряженный железобетон. Научное сообщение ЦНИПС, М., 1955.
4. В. К. Балавадзе. Некоторые вопросы трещинообразования в легком железобетоне. Сообщения АН ГССР, т. XVII, № 4, Тбилиси, 1956.
5. О. Я. Берг. К вопросу о прочности и пластичности бетона. Доклады АН СССР, Т., XX, № 4, М., 1950.
6. F. A. Blakey and F. D. Beresford. A Note on Strain Distribution in Concrete Beams. Civil Engineering, April, № 586, 1955, p. 415.
7. А. Е. Шейкин. К вопросу прочности, упругости и пластичности бетона, Труды МИИТ, вып. 69, М., 1946.
8. В. К. Балавадзе. К вопросу о несущей способности легкожелезобетонных конструкций по трещинообразованию. Сообщения АН ГССР, т. XVII, № 8, Тбилиси, 1956.

ტექნიკა

ლ. რაბაშინიძე

მრგვალ მილებში არათანაბარი მოძრაობის განტოლების
ინტეგრება

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 23.10.1956)

წყალგამტარ ნაგებობათა ყველაზე გავრცელებულ სახეს წარმოადგენს მრგვალი მილები. ამიტომ მათი ჰიდრავლიკური ანგარიშის მეთოდების გაუმჯობესებას დიდი მნიშვნელობა აქვს. მიუხედავად ამისა, საინჟინრო ჰიდრავლიკის სწორედ ეს ნაწილი ჯერ კიდევ არაღამაკმაყოფილებლად და მუშაობის და მილებში წყლის მოძრაობის პირობები მოითხოვს ყოველმხრივ ექსპერიმენტულ და თეორიულ შესწავლას.

წყალგამტარ მილში ნაკადის მოძრაობისას, ხარჯისა და ავსებისაგან დამოკიდებულებით ადგილი ექნება თავისუფალ ზედაპირის მრუდის სხვადასხვა სახეს [1]. ამ უკანასკნელის აგება შესაძლებელია ცვალებადი მოძრაობის განტოლების

$$\frac{d\theta}{ds} = i - i_f \tag{1}$$

ინტეგრების შედეგად.

(1) განტოლების ინტეგრებისადმი მიძღვნილია მრავალი შრომა, რომლებშიც მოცემულია ამოხსნის ანალიტიური, რიცხვითი და გრაფიკული მეთოდები, მაგრამ არსებული ანალიტიური მეთოდები ეხება მხოლოდ სწორი ფორმის ღია კალაპოტებს.

დახურული კვეთის წყალსადენისათვის რ. ჩუგაევის [2] მიერ მოცემულია ანგარიშის მეთოდი, რომელიც ეყრდნობა ხარჯის მახასიათებელზე ნაკადის სიღრმის მაჩვენებლიან დამოკიდებულებას. ეს დამოკიდებულება საკმაოდ ზუსტია მხოლოდ სწორი ფორმის ღია კალაპოტებისათვის, ხოლო მილებისათვის საჭირო ხდება ჰიდრავლიკური მახასიათებლის შრომატევადი გამოთვლები ინტეგრაციის მიხედვით. გარდა ამისა, ამ მეთოდში მიღებულია მუდმივად ზოგიერთი ჰიდრავლიკური მახასიათებელი, რომლებიც სინამდვილეში იცვლებიან სიღრმესთან ერთად.

ვ. ლობაჩევის [3] მიერ არათანაბარი მოძრაობის განტოლების ინტეგრების მაგიერ გამოყენებულია უშუალო შეჯამების მეთოდი და მოცემულია ინტეგრალქვეშა ფუნქციების წარმომქმნელ სიდიდეთა მნიშვნელობები სხვადასხვა ფორმის განივი კვეთის არხებისათვის. მრგვალი კვეთის შემთხვევაში ამ სიდიდეთა ანალიტიკური გამოსახულებების ნაცვლად მოცემულია მათი

რიცხვითი მნიშვნელობების ცხრილი. ა. ოსტროვსკის [4] მიერ გამოყენებული მეთოდი სავესებით ემთხვევა ვ. ლობაჩევის მეთოდს.

მ. მოსტკოვის [5] მიერ ასევე გამოყენებულია შეჯამების მეთოდი ვარცლისებური და კოლოფა პროფილის ჰიდროტექნიკურ გვირაბებში არათანაბარი მოძრაობის საანგარიშოდ. მოცემულია ზოგადი ამოხსნა უგანზომილებო სიდიდეებში, ასევე შედგენილია (რიცხვითი ინტეგრების გამოყენებით) ცხრილები, რომლებიც აადვილებენ თავისუფალი ზედაპირის მრუდის აგებას.

რაც შეეხება მრგვალ მილებში სითხის არათანაბარი მოძრაობის განტოლების უშუალო ინტეგრებას, ეს ამოცანა არაა გადაწყვეტილი, რადგან დიდ სიძნელეს წარმოადგენს კვეთის ხვედრითი ენერგიის Θ და წნევის ხაზის i_r ქანობის ერთი არგუმენტის—ნაკადის h სიღრმის ფუნქციად წარმოდგენა, უამისოდ კი (1) განტოლების ინტეგრება შეუძლებელია.

უგანზომილებო სიდიდეებში ზოგადი გადაწყვეტის მისაღებად Θ -ს გამოსახულებაში

$$\Theta = h + \frac{\alpha Q^2}{2 g \omega^2}$$

შეგვაქვს მილის რადიუსი

$$\Theta = h \left[1 + \frac{\alpha Q^2}{2 g r^5} \left(\frac{r^2}{\omega} \right)^2 \frac{r}{h} \right]$$

და სათანადო გარდაქმნების შემდეგ ვლებულობთ განტოლებას

$$\Theta \cong h + Ph^{1-m}; \tag{2}$$

სადაც

$$P = \lambda_g u r^m,$$

$$\lambda_g = \frac{\alpha Q^2}{2 g r^5}.$$

u და m კოეფიციენტები შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს უგანზომილებო ფუნქციის

$$z = \left(\frac{r^2}{\omega} \right)^2 \frac{r}{h} \equiv u \left(\frac{r}{h} \right)^m$$

აპროქსიმაციით, რაც ყველაზე უფრო ზუსტად სრულდება უმცირესი კვადრატების მეთოდით.

თუ გავადიფერენციალებთ ტოლობას, მივიღებთ

$$\frac{d\Theta}{ds} = [1 + (1 - m) Ph^{-m}] \frac{dh}{ds}. \tag{3}$$

შემდეგ, წარმოვადგენთ რა i_f -ის გამოსახულებაში

$$i_f = \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R},$$

განივკვეთის ფართს და სველ პერიმეტრს ავსების ფუნქციებად ((ცენტრალური φ კუთხის საშუალებით რადიანებში), ვლებულობთ, რომ

$$i_f = \lambda_q \cdot \lambda_n \cdot \Phi, \tag{4}$$

სადაც

$$\lambda_n = \frac{2 \frac{13}{3} g n^2}{\alpha \cdot r^3},$$

$$\Phi = \frac{\frac{4}{\varphi^3}}{(\varphi - \sin \varphi)^{\frac{10}{3}}},$$

π ხორკლიანობის კოეფიციენტი ფორმულაში

$$C = \frac{I}{\pi} R^y, \quad y = \frac{I}{6}.$$

წარმოვადგენთ რა Φ -ს ავსების შეფარდებითი სიღრმის $\eta = \frac{h}{r}$ -ის ფუნქციად

$$\Phi \cong k_1 + k_2 \eta + k_3 \eta^2, \tag{6}$$

ვპოულობთ წნევის ხაზის ქანობის კავშირს ნაკადის სიღრმესთან.

შეგვაქვს რა $\frac{d\varnothing}{ds}$ და i_f -ის მნიშვნელობები (3), (4) და (6)-დან (1) განტოლებაში, ვლებულობთ, რომ h_1 და h_2 სიღრმის კვეთებს შორის თავისუფალი ზედაპირის მრუდის სიგრძე $s_{1,2}$ განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$s_{1,2} = \frac{r}{i} \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{I + \frac{(I-m) \epsilon \lambda_q}{\eta^m}}{D + \epsilon \eta + G \eta^2} d\eta, \tag{7}$$

სადაც

$$D = 1 - k_1 \lambda; \quad \epsilon = -k_2 \lambda; \quad G = -k_3 \lambda; \quad \lambda = \frac{\lambda_q \cdot \lambda_n}{i}.$$

წარმოვადგენთ რა (7) გამოსახულებაში შემავალ ინტეგრალს შემდეგი ორი ინტეგრალის

$$F = \int_0^{\eta} \frac{1}{D + \varepsilon\eta + G\eta^2} d\eta \quad (8)$$

და

$$f = (1 - m) u \int_0^{\eta} \frac{1}{\eta^m (D + \varepsilon\eta + G\eta^2)} d\eta \quad (9)$$

ჯამად, ვლებულობთ საბოლოო გამოსახულებას თავისუფალი ზედაპირის მრუდის სიგრძის განსასაზღვრავად:

$$s_{1,2} = \frac{r}{i} [(F_2 - F_1) + \lambda_1 (f_2 - f_1)]. \quad (10)$$

F -ისა და f -ის მნიშვნელობები აიღება (სათანადო λ და η -თვის) უშუალოდ 1 და 2 ცხრილიდან, რომლებიც მიღებულია (8) და (9) გამოსახულების ინტეგრირების შედეგად. ამასთან F_1 და f_1 შეესაბამება I კვეთს, ანუ ავსების შეფარდებით სიღრმეს $\eta_1 = \frac{h_1}{r}$, ხოლო F_2 და f_2 - II კვეთს, ე. ი.

ავსების შეფარდებით სიღრმეს $\eta_2 = \frac{h_2}{r}$.

წამოყენებული მეთოდით არათანაბარი მოძრაობის განტოლების ინტეგრება დაიყვანება მარტივ არითმეტიკულ მოქმედებებზე, დამუშავებული ცხრილების გამოყენებით. ეს აადვილებს ნაკადის თავისუფალი ზედაპირის მრუდების აგებას მრგვალი კვეთის წყალსადენებში (მილებში, კოლექტორებში და ა. შ.), რადგან ანგარიშისას არ არის საჭირო დამატებითი გამოთვლების წარმოება ან საძებნი სიდიდეების მნიშვნელობათა შერჩევა. გადაწყვეტა მოცემულია დამხმარე დაშვებების გარეშე, რაც ადიდებს ანგარიშის სიზუსტეს.

მოცემული გადაწყვეტის გამოყენება შეიძლება მხოლოდ საკმაოდ გრძელი მილებისათვის შესასვლელი და გამოსასვლელი უბნების გამოკლებით.

მაგალითი: მოცემულია ბეტონის მრგვალი მილი ($n = 0,013$); $r = 0,50$ მ; ფსკერის ქანობი $i = 0,007$; $Q = 1,75$ მ³/სეკ.; წყლის სიღრმე მილიდან გამოსვლისას $h_1 = 0,80$ მ, საჭიროა განისაზღვროს თავისუფალი ზედაპირის მრუდის ფორმა და სიგრძე შესასვლელი და გამოსასვლელი უბნების გარეშე.

ცხრილი 1

F ინტეგრალის მნიშვნელობები

η	$\lambda = 10$	$\lambda = 20$	$\lambda = 30$	$\lambda = 40$	$\lambda = 50$
0	0	0	0	0	0
0,1	-0,0000046	-0,0000023	-0,0000015	-0,0000011	-0,0000009
0,2	-0,0000953	-0,0000476	-0,0000317	-0,0000237	-0,0000190
0,3	-0,0006522	-0,0003249	-0,0002163	-0,0001621	-0,0001297
0,4	-0,0026840	-0,0013277	-0,0008820	-0,0006603	-0,0005278
0,5	-0,0082453	-0,0040194	-0,0026576	-0,0019851	-0,0015843
0,6	-0,0211664	-0,0100377	-0,0065810	-0,0048956	-0,0038975
0,7	-0,0488562	-0,0220342	-0,0142326	-0,0105240	-0,0083457
0,8	-0,1082624	-0,0443832	-0,0280222	-0,0204973	-0,0161577
0,9	-0,2576074	-0,0848738	-0,0516013	-0,0369602	-0,0290196
1,0	-4,1513262	-0,1596298	-0,0909091	-0,0636694	-0,0492533
1,1	$\pm \infty$	-0,3132161	-0,1565705	-0,1056422	-0,0801244
1,2	1,4900226	-0,8265327	-0,2708573	-0,1714029	-0,1263834
1,3	1,1849543	$\pm \infty$	-0,4963783	-0,2764339	-0,1952700
1,4	0,9812855	1,9171863	-1,2432827	-0,4535404	-0,2984423
1,5	0,8132737	1,3004930	$\pm \infty$	-0,7942760	-0,4559183
1,6	0,6630695	0,9921487	2,2254110	-1,8496536	-0,7049935
1,7	0,5231195	0,7577006	1,3988962	$\pm \infty$	-1,1179463
1,8	0,3894170	0,5556430	0,9787303	2,8699244	-1,8122633
1,9	0,2594156	0,3699712	0,6518387	1,3151099	-2,7629532
2,0	0,1310138	0,1904298	0,3545220	0,4439339	-3,4713194

ცხრილი 2

f ინტეგრალის მნიშვნელობები

η	$\lambda = 10$	$\lambda = 20$	$\lambda = 30$	$\lambda = 40$	$\lambda = 50$
0	0	0	0	0	0
0,1	0,0385960	0,0192962	0,0128645	0,0096483	0,0077186
0,2	0,1251324	0,0625214	0,0416908	0,0312663	0,0250121
0,3	0,2262886	0,1129336	0,0752805	0,0564466	0,0451520
0,4	0,3364798	0,1674665	0,1115129	0,0835751	0,0668343
0,5	0,4530455	0,2241653	0,1489750	0,1115474	0,0891526
0,6	0,5792265	0,2833823	0,1876699	0,1402849	0,1120082
0,7	0,7239268	0,3468333	0,2283327	0,1702055	0,1356770
0,8	0,9039915	0,4159638	0,2712001	0,2012789	0,1600478
0,9	1,1652062	0,4903650	0,3149150	0,2322499	0,1840321
1,0	5,1730655	0,5780502	0,3615141	0,2640384	0,2081633
1,1	$\pm \infty$	0,7041152	0,4164683	0,2993700	0,2342217
1,2	-0,4780617	1,0008487	0,4859273	0,3397025	0,2627021
1,3	-0,2771560	$\pm \infty$	0,5875375	0,3878249	0,2944499
1,4	-0,1791137	-0,4365202	0,8371657	0,4496820	0,3307912
1,5	-0,1178187	-0,2016056	$\pm \infty$	0,5252151	0,3671094
1,6	-0,0804995	-0,1222577	-0,2954397	0,6875594	0,4065839
1,7	-9,0578104	-0,0840577	-0,1570473	$\pm \infty$	0,4618633
1,8	-0,0395066	-0,0563160	-0,0988506	-0,3207368	0,5213251
1,9	-0,0243220	-0,0345766	-0,0604807	-0,1336751	0,6162926
2,0	-0,0114140	-0,0165424	-0,0305623	-0,0457160	0,6796656

ვისაზღვრავთ კოეფიციენტების მნიშვნელობებს:

$$\lambda_q = \frac{\alpha Q^2}{2gr^5} = \frac{1,1 \cdot 1,75^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,50^5} = 5,494$$

$$\lambda_n = \frac{\frac{I_3}{2^3 gn^2}}{\frac{1}{\alpha r^3}} = 179,6 \frac{n^2}{r^3} = 0,03825$$

$$\lambda = \frac{\lambda_q \cdot \lambda_n}{i} = \frac{5,494 \cdot 0,03825}{0,007} = 30$$

საწყისი შეფარდებითი სიღრმისათვის $\eta_1 = \frac{h_1}{r} = 1,60$, $F_1 = 2,225$ და $f_1 = -0,295$ (იხ. ცხრილი 1 და 2), ვუშვებთ მე-2 კვეთში შეფარდებითი სიღრმის მნიშვნელობას $\eta_2 = 1,70$, რომლისათვისაც $F_2 = 1,398$ და $f_2 = -0,157$; 10)-ის თანახმად ამ სიღრმეს ადგილი ექნება მანძილზე საწყისი კვეთიდან

$$s_{1,2} = \frac{0,50}{0,007} [(1,398 - 2,225) + 5,494(-0,157 + 0,295)] = -4,728 \text{ მ.}$$

ანგარიში სხვა სიღრმეებისათვის მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

h მ	η	F	f	ΔF	Δf	(6)· λ_q	(5)+(7)	$\Delta S = (8) \frac{r}{i}$ მ	$S = \sum \Delta S$ მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,80	1,60	2,225	-0,295						
0,85	1,70	1,399	-1,157	-0,826	0,138	0,760	-0,066	-4,728	-4,728
0,90	1,80	0,979	-0,098	-0,420	0,058	0,319	-0,100	-7,174	-11,902
0,95	1,90	0,659	-0,060	-0,326	0,038	0,210	-0,116	-8,292	-20,194
1,00	2,00	0,354	-0,030	-0,297	0,029	0,164	-0,132	-9,496	-29,690

თავისუფალი ზედაპირის მრუდის მთელი სიგრძე კვეთებს შორის, რომლებიც ხასიათდებიან შეფარდებითი სიღრმეებით $\eta_1 = 1,60$ და $\eta_2 = 2,00$, შეიძლება გამოითვალოს აგრეთვე უშუალოდ (10) ფორმულით;

$$s_{1,2} = \frac{0,50}{0,007} [(0,354 - 2,225) + 5,494(-0,050 + 0,295)] = -29,69 \text{ მ,}$$

ე. ი. მილის კვეთის მთლიანად ავსებას ადგილი აქვს გამოსასვლელი კვეთიდან 29,69 მ მანძილზე. ნიშანი — (მინუსი) გვიჩვენებს, რომ მანძილები გადაზომილ უნდა იქნეს ნაკადის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

ე. ი. ლენინის სახელობის რკინიგზის
ტრანსპორტის ინჟინერთა თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.10.1956)

დავით აღმაშენებლის ლიტერატურა

1. М. Э. Факторович. Кривые свободной поверхности потока в безнапорных цилиндрических водоводах, «Гидротехническое строительство», № 10—11, 1945.
2. Р. Р. Чугаев. Некоторые вопросы неравномерного движения воды в открытых призматических руслах, Известия Научно-исследовательского института гидротехники, т. 1, Ленинград, 1931.
3. В. Г. Лобачев. Графики и таблицы для расчета водопроводных и канализационных сетей. Изд. Министерства коммунального хозяйства РСФСР, Москва, 1948.
4. А. И. Островский. Построение кривых свободной поверхности в трубах круглого сечения. «Гидротехника и мелнорация», № 3, 1955.
5. М. А. Мостков. Расчет неравномерного движения в туннелях. «Гидротехническое строительство», № 3, 1951.

სამთო საქმე

ა. ბავაშვილი

**ჭიათურა-საჩხერის აუზის მარბანეცის მადნების სახესხვაობათა
სამრეწველო მნიშვნელობის დაღმინისათვის**

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 27.5.1956)

ჭიათურის მარბანეცის მადნების ცალკეულ სახესხვაობათა რაციონალური ექსპლოატაცია 1937 წლიდან დაიწყო. ამჟამად წარმატებით მიმდინარეობს ამოღება წინათ არასამრეწველოდ მიჩნეული მადნებისა, როგორცაა ქლალი, საცხრილე, მწვარი, დაქანული და კარბონატული მადნები. გენეტიკური კლასიფიკაციით (მადნების ტექსტურულ თავისებურებათა გათვალისწინებით) ჭიათურა-საჩხერის აუზის მადნიანი წყება შემდეგი სახესხვაობითაა წარმოდგენილი:

I. მარბანეცის ქანგეული დანალექი პირველადი მადნები: 1. მარბანეცის მარცვლოვანი მადანი, 2. საცხრილე, 3. მურა ბელტა, 4. პლასტი, 5. ქლალი, 6. ფუმფლა და 7. კარბონატული მადანი.

II. მარბანეცის მეორადი მადნები: 1. კონტაქტური მეტამორფოზის შედეგად მარბანეცის პირველადი ქანგეული მადნიდან წარმოქმნილი მეორადი სახეშეცვლილი მადანი; 2. ჰიდროთერმული ხსნარების ზეგავლენით მარბანეცის პირველადი ქანგეული მადნიდან წარმოქმნილი მარბანეცის მეორადი მადანი — მწვარი; 3. მარბანეცის პირველადი ქანგეული მადანი მურა ბელტის დაქანვით წარმოქმნილი მეორადი მადანი — შავ ბელტა; 4. მარბანეცის პირველადი კარბონატული მადნის დაქანვით წარმოქმნილი მეორადი დაქანული მადანი; 5. მარბანეცის ჰიდროქანგებით შეცემენტებული კვარცის ქვიშები; 6. მარბანეცის ჰიდროქანგებით გაყლენილი კაჟმიწა ქანები.

მარცვლოვან მადანს, საცხრილეს, მურა და შავ ბელტას, პლასტს, ქლალს, კარბონატულ მადანს, სახეშეცვლილ მადანს, მწვარსა და დაქანულ მადანს ამჟამად უკვე სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს და მათი რაციონალური ექსპლოატაცია წარმატებით ხორციელდება [1].

მრეწველობაში ჯერ კიდევ გამოუყენებელია ფუმფლა, მარბანეცის ჰიდროქანგებით გაყლენილი კაჟმიწა ქანები და ამავე ქანებით შეცემენტებული კვარცის ქვიშები.

საქმე ისაა, რომ ჭიათურა-საჩხერის აუზში, კერძოდ მის გარეუბნებში (სარევი, ფასიეთი და მერვეი), უქანასქნელ დროს გამოვლინებულია მარბანეცის

ღარიბი მადნების ახალი სახესხვაობა მარგანეციანი ქვიშაქვებისა და მარგანეციანი ქვიშების სახით, რომლებიც ალქურვილი არიან სამრეწველო მნიშვნელობის პერსპექტივებით და შესაძლებელია მათი რაციონალურად გამოყენება მეტალურგიულ მრეწველობაში. ამ ფრიად მნიშვნელოვანი საკითხის დადებითად გადაჭრის მიზნით უკვე დაწყებულია მუშაობა.

ყურადღების ღირსია აგრეთვე მადნის ახალი სახესხვაობა ფუმფლა, რომელიც გვხვდება ბუნიკაურის ზეგანზე, გორატყის უბანში და ზოგჯერ გუნდაეთმერევის მიდამოებში.

მარგანეციანი ქვიშაქვები და მარგანეცის ჰიდროქსიდებით შეცემენტებული კვარცის ქვიშები მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ გადასამუშავებელი, ჩვეულებრივი ან სხმული თუკების მისაღებად, აგრეთვე სილიკომარგანეცის წარმოებაში, ხოლო მადანი ფუმფლა — ელექტროქიმიურ და საღებავების წარმოებაში.

ძველად დატოვებული მარგანეცის მადნის რაციონალურად ამოღების ორგანიზაციის თვალსაზრისით და მარგანეცის მადნის, კერძოდ ფერომარგანეცის მადნების, რეზერვების გადიდების მიზნით მიზანშეწონილია უახლოეს დროში, საბადოს ექსპლოატაციის ცალკეული ეტაპების მიხედვით (1879 წლიდან 1938 წლამდე) არსებული სამარქშიედრო გეგმებით დადგენილ იქნეს მარგანეცის მადნის დამუშავებული ველების კონტურები. ძველად დამუშავებულ ველებში დატოვებული მარგანეცის მადნის გამოვლინებისათვის, მისი ამოღების მიზნით, უდავოდ ხელსაყრელია დიფერენციული საექსპლოატაციო ძიების წარმოება. საბადოს დამუშავებულ ვილებში უეჭველად არის მარგანეცის მარცვლოვანი მადანი, საცხრილე, ბელტა, ქლალი, მწვარი, მარგანეცის კარბონატული და დაქანული მადანი.

მარგანეცის მარცვლოვანი მადანი, ბელტა და ნაწილობრივ მწვარი უმეტეს შემთხვევაში შეიძლება აღმოჩნდეს მიწისქვეშა სამთო გამონამუშევრებში.

დამუშავებული ველების ხელშეორედ დამუშავება დატოვებული მადნის ამოღების თვალსაზრისით, ცხადია, დაკავშირებულია ერთგვარ სიძნელეებთან. საჭიროა ამ საქმეში სამთო კვლევითი ინსტიტუტების ჩაბმა, რათა გამოინახოს ხერხები დატოვებული მადნის ამოსაღებად.

„ჭიათურმარგანეცის“
ტრესტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.6.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. გავაშელი. ჭიათურის ღარიბი მადნების რაციონალურად გამოყენებისათვის. ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკა“, № 8, 1954.
2. ა. გავაშელი. ჭიათურის მარგანეცის საბადოს ექსპლოატაციის ისტორიისათვის, საქ. სსრ პოლიტექნიკური და მეცნიერული ცოდნის გამავრცელებელი საზოგადოება, № 60, 1954.

ფიტოპათოლოგია

3. ღონაჭი

დაავადებული მცენარეული ნარჩენების როლი ლიმონების ხმელას (მალსეკოს) ფესვიდან ინფექციის შესაძლებლობისა და ავადმყოფობის გავრცელებაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანაველმა 29.10.1956)

ლიმონების ხმელას (მალსეკოს) საწინააღმდეგო ბრძოლის ღონისძიებათა კომპლექსის გამოქმუნებებისათვის უაღრესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მცენარეში ინფექციის შეჭრის გზების დადგენას.

როგორც უცხოელი, ისე საბჭოთა მეკლევრების მიერ ჩატარებული მრავალი გამოკვლევის მიუხედავად, ამომწურავი პასუხი ამ საკითხზე ჯერაც არ მოგვეპოვება, მეკლევრებს შორის აზრთა სხვადასხვაობაა.

გ. გასნერი [11] ინფექციის შეჭრისათვის დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს მცენარეების ყინვებით დაზიანებას. იგი სხვა სახის მექანიკურ დაზიანებებსაც არ გამოირიცხავს, მაგრამ ფესვიდან ინფექციის შეჭრის შესაძლებლობას უარყოფს.

საწინააღმდეგო აზრს გამოთქვამს ნ. ფოვსეტი [10], რომლის აზრით, ფესვიდან შეჭრილი ინფექცია უფრო სწრაფად ვითარდება, ვიდრე წვერიდან.

ასევე გ. სავასტანოს [12] აზრით მცენარის მძიმე დაავადების შემთხვევაში ფესვიდან ინფექციის შემთხვევასთან გვაქვს საქმე.

საქართველოს სუბტროპიკებში გავრცელებული ამ ავადმყოფობის შესწავლით პირველად ლ. ყანაველი და ქ. გიკაშვილი [3, 5], შემდგომ ა. პოტეხოვ [6], ბ. დანელია [1] და პ. ქვარცხავა [2] ასკენიან, რომ ინფექციის შეჭრა შესაძლებელია ვარჯის ყველა ნაწილში მექანიკური დაზიანების გზით. ეს ავტორები უარყოფენ ფესვიდან ინფექციას. მათი აზრით, მცენარის მძიმე დაავადების შემთხვევაში ფესვებში ნახული მიცელიუმი შტამბიდანაა გადასული.

ნ. ფელორინიკი [8] ცნობს ფესვიდან ინფექციის შესაძლებლობას და მას დაავადებული მცენარის ფესვიდან *Phoma tracheiphila*-ს *Syn. Deuterophoma tracheiphila* (Petri) წმინდა კულტურის გამოყოფით ადასტურებს. მისივე შემდგომი მონაცემებით [9] ლიმონი მიეგრე და მანდარინი ფესვიდან ავადდებიან, დანარჩენი ციტრუსოვანები კი როგორც ფესვიდან, ისე ვარჯის სხვა ნაწილებიდან.

კ. სტეფანოვი და ვ. შალიშკინა [7] არ უარყოფენ ფესვიდან ინფექციის შესაძლებლობას, მაგრამ ავადმყოფობის მასობრივი გავრცელებისათვის ეს მოვლენა უმნიშვნელოდ მიაჩნიათ.

როგორც ამ მოკლე ლიტერატურული მიმოხილვიდან ჩანს, ფესვიდან ინფექციის შესაძლებლობის საკითხი ჯერ კიდევ დაუდგენელია, ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ ამასთან დაკავშირებით გაგვერკვია ხმელათი დაავადებული მცენარეული ნარჩენების როლი მცენარის ფესვიდან ინფექციისა და სერთოდ, ავადმყოფობის გავრცელებაში.

ცდები ჩატარდა ნატანებში, მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის დასაყრდენ პუნქტზე (1951-53 წ.წ.). საცდელად აღებული იყო ახალქართული ლიმონის, როგორც ყველაზე მიმდები ჯიშის, ერთწლიანი ნერგები.

ლაბორატორიულ პირობებში სვევეტაციო ქოთნებში დარგულ ნერგებზე ცდები ტარდებოდა 3 სერიად (1951-53). თითოეულ სერიაში აღებული იყო შემდეგი ვარიანტები: 1. სვევეტაციო ქოთნებში წინასწარ შეგვეტონდა ხმელათი დაავადებული მცენარეული ნარჩენები და შემდეგ ირგვებოდა ნერგები; 2. იგივე, მხოლოდ მცენარის დარგვის წინ ხდებოდა მისი ფესვების მექანიკური დაზიანება (ღრმა წაკვეციით); 3. სვევეტაციო ქოთნებში დარგული ნერგები (დაავადებული მცენარეული ნარჩენები არ შეგვეტონდა) ექვის თვის განმავლობაში ირყეებოდა *Ph. tracheiphila*-ს სპორების სუსპენზიით; 4. ლიმონის ნერგების ფესვებზე ხელოვნურად მიყენებულ ჭრილობაში შეგვეტონდა *Ph. tracheiphila*-ს შმინდა მიცელიუმი; 5. ანალოგიურ ჭრილობებში თავსდებოდა ღეროს დაავადებული ნაჭრები.

ცდის თითოეული ვარიანტისათვის სათანადო საკონტროლო ნერგები იყო აღებული და ავადმყოფობის გამოვლინება-განვითარებაზე დაკვირვებები 3 წლის მანძილზე წარმოებდა. ცდის შედეგები წარმოდგენილია პირველ ცხრილში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 1951 წელს დაყენებული ცდებიდან იმ ვარიანტში, სადაც ნერგები მექანიკურად დაზიანებული ფესვებით იყო დარგული, 16 ნერგიდან 8 დაავადდა, მაშინ როდესაც დაუზიანებელი ფესვებით დარგული 16 ნერგიდან 2 დაავადდა, საკონტროლო 6 ნერგიდან დაავადებული აღმოჩნდა 3 ნერგი.

ამასთან აღსანიშნავია, რომ ფესვიდან ინფექცია, როგორც მიკროსკოპული ანალოზით, ისე წმინდა კულტურების გამოყოფით ცდის მხოლოდ იმ ვარიანტებში აღინიშნა, რომლებშიც ხელოვნურად ფესვებაზიანებული ნერგები იყო დარგული. ამგვარსავე შედეგებს იძლევა შემდეგი წლების ცდების მონაცემებიც.

1952 წელს დაყენებული ცდების იმ ვარიანტში, სადაც ნიადაგის მორწყვა სპორების სუსპენზიით ჩატარდა, 10 ნერგიდან 3 წლის მანძილზე მხოლოდ 2 დაავადდა და გახმა, მაშინ როდესაც საკონტროლო ნერგები არ დაავადებულა.

ცდის იმ ვარიანტში, სადაც ფესვების მექანიკურ ჭრილობაში *Ph. tracheiphila*-ს წმინდა მიცელიუმი იყო შეტანილი, 10 ნერგიდან 6 დაავადდა და გახმა.

1953 წლის ცდებში 2 წლის მანძილზე სპორების სუსპენზიით მორწყვისას ავადმყოფობა სრულებით არ გამოჩენილა, ხოლო იმ ვარიანტში, სადაც ნერგები მექანიკურად დაზიანებული ფესვებით იყო დარგული, 10 ნერგიდან 2 დაავადდა.

ამ საორიენტაციო ცდების მონაცემებიდან ჩანს, რომ ფესვიდან ინფექცია მოითხოვს მცენარის ფესვების უშუალო კონტაქტს ინფექციის წყაროსთან, რაც ბუნებრივ პირობებში ციტრუსების კულტივირებისათვის არსებული ავრატექნიკის საფუძველზე ან სრულებით არა, ან გამონაკლის შემთხვევაშია შესაძლებელი.

ცხრილი 1

ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებული ცდების შედეგები

№. რიგზე	ცდის ვარიანტები	საცდელი მცენარეების რაოდენობა			1951 წელს დადებული ცდებიდან დაავადდა			1952 წელს დადებული ცდებიდან დაავადდა			1953 წელს დადებული ცდებიდან დაავადდა		
		1951	1952	1953	რამსა მედიც	რამსა მკაიმე	რამსა მედიც	რამსა მედიც	რამსა მკაიმე	რამსა მედიც	რამსა მკაიმე	რამსა მედიც	
1	ჭოთანში წინასწარ დაავადებული მცენარეული ნარჩენების შეტანა საკონტროლო	16 6	— —	7 7	— —	— —	2 —	— —	— —	— —	— —	— —	
2	იგივე, მხოლოდ ფესვების მეტანიკური და- ხიანებით საკონტროლო	16 6	— —	10 7	2 —	— 1	6 2	— —	— —	— —	— —	— —	
3	სპორების სუსპენზიით . ნიადაგის შორ- წყვა საკონტროლო	— —	10 5	8 7	— —	— —	— —	— —	2 —	— —	— —	— —	
4	ფესვებ კრილობაში მიკელიუმის შე- ტანით საკონტროლო	— —	10 5	— —	— —	— —	— —	2 —	1 —	3 1	— —	— —	
5	ფესვების კრილობაში ღერის დაავად- ებული ნაჭრის შეტანა საკონტროლო	— —	10 5	5 7	— —	— —	— —	— —	— —	2 1	— —	— —	

საქართველო მედიცინის საინსტიტუტო ლაბორატორიაში ჩატარებული ცდების შედეგები

ამგვარად, ზემოთ აღნიშნული საორიენტაციო მონაცემების საფუძველზე ფესვიდან ხმელას მასობრივი ინფექციის მოხდენა გამორიცხულია, რასაც იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ ციტრუსოვანთა მასობრივი ინფექცია მცენარის მიწისზედა ნაწილებიდან ხდება.

აღნიშნული მოსაზრების დასადასტურებლად ჩატარდა საველი ცდები. საცდელად აღებული იყო ციტრუსებისათვის სრულიად ახალი, ინფექციის ძირითადი კერებიდან იზოლირებული, ვაკე მდებარეობის ღია ნაკვეთი, ზღვის დონიდან 50 მეტრ სიმაღლეზე, სადაც გარეშე ფაქტორები (ქარი, ჰაერის ტემპერატურა, შეფარდებითი სინესტე, ნალექები, ნიადაგობრივი და სხვა პირობები) წლის ყველა დროში მთელ ნაკვეთზე თანაბრად მოქმედებენ. ნაკვეთის მთლიან პლანტაჟის შემდეგ ამოღებულ იქნა ციტრუსების დასარგავი ორმოები, ზომით 50×100 სმ.

ორმოებში შეგვქონდა ხმელათი დაავადებული მცენარეული ნარჩენები, თითოეულში 10 სმ სისქით. 1952 წელს ცდა ექვსი განმეორებით ჩატარდა, თითო განმეორებაში 7—7 ნერგი, ე. ი. სულ 42 ნერგი.

იმავე რაოდენობის ნერგები აღებული იყო საკონტროლოდ, რომლებიც დაირგა საცდელი ნერგების რიგშორისებში (ორმოებში) დაავადებული ნარჩენების შეუტანლად.

ცდის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

დაავადებული ლიმონის ღეროს ნარჩენების გავლენა ფესვიდან ინფექციის შეჭრაზე

№-ს რიგზე	ცდის ვარიანტები	ცდის ჩატარების თარიღი	საცდელი ნერგების რაოდენობა	განმეორებები	დაავადდა ხმელათი წლების მიხედვით			
					1953	1954	1955	სულ
					1	ხმელათი დაავადებული ლიმონის ნარჩენების ორმოებში წინასწარ შეტანა: ლიმონი ახალქართლის ერთწლიანი ნერგების დარგვა	25.4—5.2 წ.	42
2	საკონტროლო ნერგების დარგვა ორმოებში ნარჩენების შეუტანლად	25.4—5.2 წ.	42	6	2	28	12	42
3	ხმელათი დაავადებული ლიმონის ნარჩენების, ორმოებში წინასწარი შეტანა. ლიმონი ახალქართული ერთწლიანი ნერგები	30.4—5.2 წ.	42	7	4	23	2	29
4	საკონტროლო ნერგების დარგვა ორმოებში ნარჩენების შეუტანლად	30.4—5.2 წ.	42	7	1	22	3	26

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ცდის პირველ სერიამ (1952) პირველ წელს 42 ნერგიდან 5 ნერგი დაავადდა, ხოლო საკონტროლო 42-დან 2 ნერგი. ავადმყოფობის გამოვლინება ერთდროულად დაიწყო როგორც საცდელ, ისე საკონტროლო ნერგებზე.

დაავადებული ნერგების მიკროსკოპული ანალიზით და წმინდა კულტურის გამოყოფით გამოირკვა, რომ ფესვიდან ინფექცია აღნიშნული იყო მხოლოდ 1

საცდელ ნერგზე, დანარჩენებზე, როგორც საცდელზე, ისე საკონტროლოებზე, ინფექცია აღინიშნა ვარჯის ზედა ნაწილებიდან;

ცდის დაწყებიდან 2 წლის შემდეგ როგორც საცდელი, ისე საკონტროლო ნერგები დაავადება ინტენსიურად წარიმართა და 3 წლის შემდეგ როგორც საცდელი, ისე საკონტროლო ნერგები დაავადებული აღმოჩნდა. ყველა შემთხვევაში ინფექცია ძირითადად ვარჯის სხვადასხვა ადგილიდან მოხდა.

ანალოგიური სურათია მიღებული ცდების 1953 წლის გაზაფხულის სერი-აშიც (იხ. იგივე ცხრილი). ამ შემთხვევაში ცდის დაყენების 3 წლის შემდეგ (1955) დაავადებული აღმოჩნდა 29 საცდელი, ხოლო საკონტროლო 26 ნერგი. დაავადებული ნერგების მიკროსკოპული ანალიზით და წმინდა კულტურის გამოყოფით ფესვიდან ინფექციის შეჭრის შემთხვევა არ აღინიშნულა და დადასტურდა ნერგების დაავადება ძირითადად მიწის ზედა ნაწილებიდან მოხვედრილი ინფექციით.

სხვაგვარი სურათია მიღებული, როდესაც საცდელი ნერგები მოთავსებული იყო იზოლირებულ პირობებში (1954) და ცოტად თუ ბევრად მიწის ზედა ნაწილებიდან ინფექციის მოხვედრა გამორიცხული იყო. ამ მიზნით ცდები ისევე ჩატარდა, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი, იმ განსხვავებით, რომ დარგული ნერგები დაიფარა დოლბანდის ინდივიდუალური იზოლატორებით. ასეთსავე იზოლატორებში თავსდებოდა საკონტროლო მცენარეების ერთი ნაწილიც, მეორე ნაწილი კი ღიად იყო დატოვებული. დოლბანდის იზოლატორებს პერიოდულად ვასხურებდით ბორდოს სითხეს. ჩატარებული ცდების შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

ლიმონის ნერგებზე იზოლირების გავლენა ხმელას ინფექციის შეჭრაზე

№№ რიგზე	ცდის ვარიანტები	ცდის ჩატარების თარიღი	საცდელ მცენარეთა რაოდენობა	განმეორებები	დაავადდა ხმელასი 1955 წ.
1	ნერგების დარგვა ორმოებში ლიმონის ნარჩენების წინასწარ შეტანით; და მათი ერთდროულად დოლბანდით იზოლირება	20 აპრილი 1954 წელი	40	2	1
2	ნერგების დარგვა ორმოებში დაავადებული ლიმონის ნარჩენების შეუტანლად და ერთდროულად დოლბანდის ინდივიდუალური იზოლატორში მოთავსება (დახურული საკონტროლო)		40	2	1
3	ხმელათი დაავადებული ლიმონის ღეროს ნაკრების ორმოებში შეუტანლად ახალქართული ლიმონის ერთწლიანი ნერგების დარგვა და მათი იზოლატორის გარეშე დატოვება (ახილი საკონტროლო)		40	2	16

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, იმ 40 ნერგიდან, რომლებიც დოლბანდით იყო იზოლირებული და ნიადაგში შეტანილი იყო დაავადებული მცენარეული ნარჩენები, მხოლოდ 1 ნერგი დაავადდა. ასევე 1 ნერგი დაავადდა ცდის იმ ვარიანტში, სადაც ნერგები დაირგა ნარჩენების ორმოებში შეუტანლად და დაფარ-

რული იყო დოლბანდის იზოლატორით. ხოლო იმ ვარიანტში, სადაც დარგვა მოხდა ორმოებში ნარჩენების შეუტანლად და ნერგები დაკვირვების მთელ პერიოდში დატოვებული იყო ღიად, 40 ნერგიდან 16 დაავადდა. ამ ნერგების მიკროსკოპული ანალიზით გამოირკვა, რომ ინფექცია ყველა შემთხვევაში ვარჯის ნაწილებიდან მოხდა, და არა ნიადაგიდან (ფესვებიდან).

ამავე მოსაზრებას აღსატურებს ჩვენ მიერ ბუნებრივ პირობებში ჩატარებული დაკვირვებებიც. *Ph. tracheiphila*-ს მიცელიუმი ფესვებში მხოლოდ მაშინ გვხვდება, როდესაც დაავადების მძიმე ფორმასთან გვაქვს საქმე და ავადმყოფობა მთელ ხეზეა მოდებული, ე. ი. როდესაც მცენარე ხმება. მცენარის ნაწილობრივი დაავადებისას კი სოკოს წმინდა კულტურის გამოყოფა მხოლოდ მიწის ზედა ნაწილებიდან ხდება.

ფესვიდან ინფექციის შეჭრის შესაძლებლობის გამორკვევისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სოკოს ცხოველმყოფელობის შენარჩუნებას ნიადაგში და მის ზედაპირზე. ამ საკითხის გამოსარკვევად ჩატარდა შემდეგი ცდები: 30—60 სმ სიგრძის სხვადასხვა დიამეტრის (3—8 სმ) დაავადებული ღეროს ნაჭრები თავსდება 60—80 სმ ორმოებში 40 სმ სისქით და მათზე ყვრებოდა მიწა. ამის შემდეგ პერიოდულად (თვეში ერთხელ) იღებოდა ნიმუშები ღეროების მერქნის ცენტრალური ნაწილიდან და მათგან წარმოებდა წმინდა კულტურების გამოყოფა.

გამოირკვა, რომ წვრილი დიამეტრის (3 სმ) ღეროებმა 6—8 თვის განმავლობაში დაკარგეს კულტურის გამოყოფის უნარი, ხოლო მსხვილი დიამეტრისაზე (3—8 სმ) დამარხვიდან ერთი წლის შემდეგ არ ხერხდებოდა *Ph. tracheiphila*-ს კულტურის მიღება.

ნაკვეთებზე ინფექციის შენახვის თვალსაზრისით ნარჩენების როლის გამოსარკვევად ჩატარდა შემდეგი ცდები: 15—20 სმ სიგრძის ხმელათი დაავადებული ნაჭრები მოთავსდა ნოტიო კამერაში, საკონტროლო კი მშრალ პირობებში. ერთდროულად სავსე პირობებშიც წარმოებდა დაკვირვება ნიადაგის ზედაპირზე სპეციალურად დატოვებულ ტოტებზე. საკონტროლოდ იღებოდა იმავე ნაკვეთზე ნიადაგიდან ერთ მეტრ სიმაღლეზე ჩამოკიდებული ტოტები. დაკვირვება წარმოებდა პიკნიდიური ნაყოფიანობის წარმოქმნაზე 6 თვის განმავლობაში.

ლაბორატორიულ ცდებში პიკნიდიური ნაყოფიანობის წარმოქმნა ნოტიო კამერაში დაიწყო 3 თვის შემდეგ, ხოლო სავსე ცდებში — ნოტიო ნიადაგის ზედაპირზე და ყამირზე 5 თვის შემდეგ. აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ნოტიო პირობებში *Phoma tracheiphila*-ს ნაყოფიანობის განვითარება აღინიშნა არა მარტო ტოტების წვეროს მხრის გადანაპერ ზედაპირზე, არამედ მათ ფუძეებზეც.

მოყვანილ მონაცემებს, ჩვენი აზრით, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან ამ გზით საგრძნობლად დიდდება ინფექციის წყარო იმ ნაკვეთებზე, სადაც ზერელედ ტარდება ხმელას საწინააღმდეგო ბრძოლის სანიტარულ-პიგიენური ღონისძიებანი და მცენარის დაავადებული ნაწილების ანახლავებს ან მთლიანად ამოძირკვეულ მცენარეებს გულდასმით არ სპობენ და ნაკვეთებზე ტოვებენ.

ამგვარად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ფესვების როლი ბუნებრივ პირობებში ხმელას მასობრივი ინფექციისათვის უმნიშვნელოა. აქვე შეიძლება აღინიშნოს, რომ ჩვენს ამ დასკვნას ასაბუთებს ი. დარასელიას [4] გამოკვლევებიც,

რომლის თანახმადაც ნიადაგში მოიპოვება *Ph. tracheiphila*-ს ანტაგონისტი მიკოლიზური ბაქტერიები, რომლებიც მათ არ აძლევენ განვითარების შესაძლებლობას.

ანალოგიურ დასკვნამდე მივყავართ ბ. დანელიას [1] მონაცემებსაც; ამ ავტორის აზრით სოკო ვერ ინარჩუნებს ცხოველმყოფელობას ნიადაგში.

მიღებული მონაცემებით ლიმონების ხმელას გავრცელებაში მნიშვნელოვანი როლი უნდა მიენიჭოს ნიადაგის ზედაპირზე არსებულ დაავადებულ მცენარეულ ნარჩენებს, რომლებიც წარმოადგენენ ინფექციის მარაგს, რამდენადაც მათზე ვითარდება სოკოს ნაყოფიანობა პიკნიდიუმების სახით. ამიტომ ციტრუსოვანთა ნარგავებში სანიტარულ-ჰიგიენურ ღონისძიებათა ზუსტად დაცვას ერთ-ერთი გადამწყვეტი როლი უნდა მიენიჭოს ხმელას წინააღმდეგ ბრძოლაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.10.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ბ. დანელია, მასღკოს გამომწვევი სოკო დეუტეროფომა ტრაქეიფილის ცხოველგამძლეობა ნიადაგში და მცენარეულ მასალებში. ჩისა და სუბტროპიკული კულტურების სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი № 4, მახარაძე-ანასეული, 1952.
2. ბ. კვარაცხელია, ლიმონების ინფექციური ხმელას შესახებ აუხახეთში. ჩისა და სუბტროპიკული კულტურების სრულიად საკავშირო სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი, № 4, მახარაძე-ანასეული, 1953.
3. ლ. ყანჩაველი და ქ. ჭიკაშვილი, ლიმონის ახალი ავადმყოფობა „*Mal secco*“ *Deuterophoma tracheiphila* Petri საქართველოში და მასთან ბრძოლა. სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამოცემა, 1947.
4. И. А. Дараселия, К вопросу о биологическом методе борьбы с болезнями чая и цитрусовых. Бюллетень Института чая и субтропических культур, № 3, 1949.
5. Л. А. Канчавели, К. Г. Гикашвили. Материалы к изучению мальсекко или усыхания лимонных деревьев в Грузинской ССР. Труды Института защиты растений АН Грузинской ССР, том V, 1948.
6. А. Е. Проценко. Инфекционное усыхание (мальсекко) и меры борьбы с ним, М., Автореферат диссертации, 1951.
7. К. М. Степанов и В. И. Малышкина. К вопросу о корневой инфекции лимонов грибов *Deuterophoma tracheiphila* Petri. Рот. Журнал., т. 39, И 1, 1954.
8. Н. С. Федоринчик, Инфекционное усыхание (мальсекко) лимонов и обоснование мероприятий по борьбе с этим заболеванием. Труды ВИЗРАН, М., 1951.
9. Н. С. Федоринчик. Борьба с инфекционным усыханием (мальсекко) цитрусовых, Журнал «Сад и огород», № 8, 1953.
10. H. S. Fawcett. Citrus diseases and their control. New-Iork, London, 1936.
11. G. Gassner. Untersuchungen über das „Mal secco“ oder „Curutan“ der Limonbäume. Phytopatol. Z, 13, 1:1—90, bd 13 HF 1, 1940.
12. G. Savastano. Una gommosi de limone causata da «Dortiorella». Bol. R. Staz. pat. veg. № 3, 1932.

მეცენარობა

6. დანძისი

მინერალური სასუქების დოზები და „დოლის პური 35/4“-ის
თესვის ნორმები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ლომოურმა 25.4.1956)

მარცვლეულის წარმოებას საქართველოში მოსავლიანობის ზრდის კიდევ ერთი ფაქტორი გაუჩნდა, რომელსაც აქამდე საწარმოო გამოყენება არ ჰქონდა—ეს არის მინერალური სასუქები. როგორც უწინდელმა, ისე ამ ახლო ხანების ცდებმა ჩვენს რესპუბლიკაში ცხადყო, რომ მინერალური სასუქები დადებითად მოქმედებს მარცვლეულის კულტურების მოსავლიანობაზე. წარმოების მონაცემებიც, რიგი წლებისა, 1950 წლით დაწყებული, ადასტურებს მოსავლიანობის საგრძნობ გადიდებას მინერალური სასუქების შეტანით.

ამასთან ერთად თანამედროვე აგროქიმიურ გამოკვლევათა შედეგები და ჩვენი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებების ცდები სასუქების გამოყენებაზე საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ზონაში, აგრეთვე მოწინავე კოლმეურნეობათა და საბჭოთა მეურნეობების უზარმაზარი გამოცდილება ნათლად ამტკიცებს, რომ ყოველი კილოგრამი შეტანილი სასუქის ეფექტიანობა შესაძლებელია საგრძნობლად გადიდდეს.

ამის საშუალებაა, ერთი მხრივ, თვითონ სასუქების ქიმიური ბუნების გაუმჯობესება იმ მიმართულებით, რომ მცენარე მათ ნოყიერებას უფრო სრულად ითვისებდეს და, მეორე მხრივ, ნიადაგური გარემოს იმ ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების გააქტიურება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნიადაგში შეტანილი სასუქების უკეთ შეთვისებას მცენარის მიერ. არანაკლები მნიშვნელობა აქვს სასუქის შეტანის ტექნიკასაც და აგრეთვე აგროტექნიკურ ღონისძიებათა მთელ კომპლექსს, რომელიც მიწათმოქმედების კულტურის საერთო ამალგებას გულისხმობს და ამით აგროტექნიკის ყველა პროგრესული ხერხისა და, კერძოდ, სასუქის ეფექტიანობის გადიდებასაც ემსახურება.

სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებულ საკითხებს შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხთაგანია სათესი ნორმები, რადგან მათი ესა თუ ის რაოდენობა უშუალოდ დამოკიდებულია გარემო პირობებზე, კულტურულ მცენარეთა ზრდა-განვითარებასა და იმაზე, თუ რამდენად უზრუნველყოფილია მათი კვების ნორმალური რეჟიმი.

წინანდელი ცდები უპირატესად არკვევდა მინერალური სასუქების დოზების გავლენას საშემოდგომო ხორბლის მოსავლიანობაზე ან ერთისა და იმავე სათესი ნორმის პირობებში, ანდა თესვის სხვადასხვა ნორმის მნიშვნელობას მინერალური სასუქების ერთსა და იმავე ფონზე, ხოლო ისეთი გამოკვ-

ლევები, რომლებიც აშუქებდნენ სათესი ნორმებისა და კონკრეტული ოდენობის დამოკიდებულებას კვების მხრივ, კერძოდ, მინერალური სასუქების ამა თუ იმ დოზით მცენარეთა უზრუნველყოფის დონეზე ამჟამადაც შედარებით მცირეა და ეს საკითხი არსებითად ჯერ კიდევ გაუშუქებელი რჩება.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ გავვერკვია ეს დამოკიდებულება და სათანადო ექსპერიმენტის საფუძველზე დაგვედგინა თესვის ოპტიმალური ნორმები მინერალური სასუქების სხვადასხვა ფონზე, ამის შესაბამისად თემა მოიცავდა სასუქების გამოყენებისა და სათესი ნორმების მჭიდრო ურთიერთდამოკიდებულებაში მყოფ საკითხებს.

დასადგენი სათესი ნორმები წარმოდგენილია ოთხ ვარიანტად: 3, 4, 5 და 6-მილიონი მარცვალი ჰექტარზე მინერალური სასუქების ოთხნაირი დოზის კომბინაციაში.

ც დ ის ს ქ ე მ ა

1.	$N_{65} P_{30} K_{45} (N_{25} P_{60} K_{30} + N_{20} + N_{20} P_{20} K_{15})$	სამი მილიონი მარცვალი ჰექტარზე
2.	" "	4 "
3.	" "	5 "
4.	" "	6 "
5.	$N_{80} P_{110} K_{60} (N_{40} P_{90} K_{45} + N_{20} + N_{20} P_{20} K_{15})$	სამი მილიონი მარცვალი ჰექტარზე
6.	" "	4 "
7.	" "	5 "
8.	" "	6 "
9.	$N_{110} P_{140} K_{75} (N_{70} P_{130} K_{60} + N_{20} + N_{20} + P_{20} K_{15})$	სამი მილიონი მარცვალი ჰექტარზე
10.	" "	4 "
11.	" "	5 "
12.	" "	6 "
13.	$N_{140} P_{200} K_{90} (N_{100} P_{190} K_{75} + N_{20} + N_{20} P_{20} K_{15})$	სამი მილიონი მარცვალი ჰექტარზე
14.	" "	4 "
15.	" "	5 "
16.	" "	6 "

ძირითადი სასუქები შეგვექონდა მოხვნამდე, მაგრამ აზოტის ნაწილი, 20 კილოგრამი ჰექტარზე, ყველა ვარიანტის პირობებში დათესვამდე. გაზაფხულზე მოეწყო აგრეთვე ყველა ვარიანტზე დამატებითი განოყიერება $N_{20} P_{20} K_{15}$ -ის ანგარიშით ჰექტარზე.

ამრიგად, საკითხის შესწავლა წარმოებდა 16 ვარიანტად, ოთხჯერადი განმეორებით. პირველ წელიწადს ცდა დაყენებული იყო ს. ორჯონიკიძის სახ. კოლმეურნეობის (გარდაბანში) ნაკვეთზე, ხეორე წელიწადს კი საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მემინდერეობის ინსტიტუტის ექსპერიმენტული ბაზის ტერიტორიაზე. ორივე შემთხვევაში საცდელი ორ-ორ ზოლ-

ში იყო. ყოველი კვლის საერთო ფართობი 1952—53 წელს 140 მ² უდრიდა (სივანე—5,8 მ, სიგრძე—24,2 მ). 1953—54 წელს—138 მ² (სივანე—5 მ, სიგრძე—27,6 მ), ხოლო კვლის სააღრიცხვო ფართობი ყოველთვის 100 მ შე-
ადგენდა.

ცდების აგროტექნიკა

1952—53 წელს ცდის წინამორბედი კულტურა იყო საშემოდგომო ხორ-
ბალი, 1953—54 წელს—ქერი. მათი ალების შემდეგ წარმოებდა ნაწვერლის
აოშვა 4—5 სმ სიღრმეზე. მოხვნამდე შეგვექონდა სასუქი ცდის სქემით გათ-
ვალისწინებული რაოდენობით. ვხნავდით წინასახნისიანი გუთნით 22—22 სმ
სიღრმეზე. თესვის წინ ყველა ვარიანტში შეგვექონდა 20 კგ აზოტი და ამის
შემდეგ ნაკვეთს მძიმე ფარცხ „ზიგ-ზავით“ ვფარცხავდით. ითესებოდა საშე-
მოდგომო ხორბალი „დოლის პური 35/4“. ადრე გაზაფხულზე ყველა ვარიან-
ტში შეგვექონდა დამატებითი სასუქი $N_{20} P_{20} K_{15}$ კგ რაოდენობით, რასაც
კვლავ ფარცხვა მოსდევდა. ადრე გაზაფხულზევე ნათესს ვმარგლავდით და
შემდეგ ვეგეტატიურ რწყვას ვაწარმოებდით. მოსავალს ვიღებდით თვითმა-
ვალი კომბაინით C—4. მოსავალი აღირიცხებოდა როგორც მთლიანად, გა-
ლწვის შემდეგ, ისე მეტრიანი კვადრატების მიხედვით.

ცდების შედეგები

ორი წლის მონაცემები (იხ. ცხრილი 1) გვიჩვენებს, რომ მცენარეთა
რაოდენობა ფართობის ერთეულზე საგრძნობლად მატულობს როგორც თეს-
ვის ნორმების გადიდების, ისე სასუქების გავლენითაც.

მაგრამ ცნობილია, რომ თავთავიანი კულტურების ნათესის სიხშირე
მარტო აღმოცენებულ მცენარეთა რაოდენობაზე არაა დამოკიდებული, არა-
მედ ამ კულტურებისათვის დამახასიათებელ ბარტყობის უნარზედაც, რომლის
ძალა რიცხობრივად ჩვეულებრივ გამოიხატება გამოტანილი ღეროების საერ-
თო რაოდენობით (საერთო ბარტყობა) და მათ შორის თავთავიანი ღეროე-
ბის რაოდენობით (პროდუქციული ბარტყობა). ჩვენი მონაცემების მიხედვით,
ბარტყობა, საერთოცა და პროდუქციულიც, თანდათან კლებულობს თესვის
ნორმების ზრდის პარალელურად, ხოლო მინერალური სასუქების დოზების
გადიდება იწვევს ორივე ტიპის ბარტყობის მატებას მხოლოდ სასუქების პირ-
ველი სამი ფონის პირობებში, მეოთხე ფონზე კი შესამჩნევია ხდება ნაწილობ-
რივი შემცირების მიდრეკილება.

მაგრამ, თუმცა თესვის ნორმების გადიდება უარყოფითად მოქმედებს
როგორც საერთო, ისე პროდუქციული ბარტყობის ფარდობით მაჩვენებლებზე,
აბსოლუტურს, ე. ი. ფართობის ერთეულზე თავთავიან ღეროთა რაოდენობის
ეს უარყოფითი გავლენა არ ემჩნევა. პირუკუ, თესვის ნორმების ზრდის კვა-
ლობაზე თავთავიან ღეროთა რაოდენობა მატულობს, ოღონდ ამ მატების სა-
რისხი თანდათან კლებულობს მცირე სათესი ნორმიდან უფრო მაღალ ნორ-
მებზე გადასვლისას. ამავ შემართულებით მოქმედებს სასუქების დოზების
მატება, მაგრამ მხოლოდ მეოთხე ფონამდე.

1000 მარცვლის წონა—მოსავლიანობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მაჩვენებელი—თესვის ნორმათა გადიდების მიხედვით თანდათან მცირდება. გარკვეულ დონემდე ეს შემცირება თითქოს ერთგვარად შენელებულია სასუქების გავლენით, მაგრამ იმ ვარიანტებში, რომლებშიც მაქსიმალური სათესი ნორმები შეთავსებულია სასუქების უმეტეს დოზებთან, მარცვლის წონა უმცირესია. ჩვენი ცდის პირობებში ეს მოვლენა ძირითადად ყანის ჩაწოლას უნდა მიეწეროს, რაც უფრო მკვეთრად სწორედ ამგვარ ვარიანტებში იჩენდა თავს. მაგალითად, მარცვლის აბსოლუტური წონა ყველაზე დაბალი აღმოჩნდა იმ ვარიანტებში, რომლებშიც სასუქების დოზები სხვებზე მაღალი იყო (III და IV) და ჩაწოლაც განსაკუთრებით მკვეთრად სწორედ ამ ვარიანტებში იყო აღინიშნული.

თუ ჩვენს ვარიანტებზე მიღებული მოსავლის მაჩვენებლებს (იხ. ცხრილი 1) დავაჯგუფებთ სასუქების ხმარებული დოზების მიხედვით, ადვილად დავინახავთ ამ უკანასკნელთა თავისებურ გავლენას ხორბლის მოსავლიანობაზე. მართლაც, იმ დროს, როდესაც სასუქების პირველ დოზაზე ($N_{65} P_{80} K_{45}$) ყველა სათესი ნორმის საშუალო მოსავალი 20,35 ც-ს უდრის, მეორე დოზით განოყიერებული ვარიანტების ასეთივე საშუალო მოსავალი 24,35 ც-ით აღირიცხება, მესამე დოზის ვარიანტებზე—24,70 ც-ით, ხოლო უმაღლესი დოზების ვარიანტებზე—23,15 ც-ით ჰექტარზე.

დაახლოებით ასეთივე მიმართულებით აღინიშნება სათესი ნორმების გავლენა: სამილიონიანი სათესი ნორმის ვარიანტებზე ხორბლის საშუალო მოსავალი (19,95 ც) განუწყვეტლივ იზრდება სათესის ნორმის მატების პარალელურად და მაქსიმუმს აღწევს ექვსმილიონიანი ნორმის ვარიანტებზე, მაგრამ მისი უპირატესობა ხუთმილიონიანი სათესი ნორმის წინაშე იმდენად უმნიშვნელოა, რომ სათვალავშიც არ არის მისაღები.

საბოლოოდ თექვსმეტივე ვარიანტიდან ყველაზე მოსავლიანი აღმოჩნდა ხუთ- და ექვსმილიონიანი თესვის ნორმა სასუქთა მესამე ფონზე (ე. ი. მე-11 და მე-12): ამ ვარიანტების მოსავლიანობა აღემატება პირველს 8,5 და 8,8 ც-ით ჰექტარზე. ამას უახლოვდება იმავე თესვის ნორმების ვარიანტები სასუქთა მეორე ფონზე, ე. ი. მე-7 და მე-8, რომელთა მოსავლიანობა სარეკორდოს მხოლოდ 0,7—0,9 ცენტნერით ჩამორჩება.

ამრიგად, როგორც აბსოლუტური, ისე ფართობითი მოსავლიანობის თვალსაზრისით სასუქთა არც პირველსა ($N_{65} P_{80} K_{45}$) და არც მეოთხე ($N_{140} P_{260} K_{90}$) ფონს არა აქვს უპირატესობა საშუალო დოზებთან შედარებით; ამათვის მეორე ფონი ($N_{80} P_{110} K_{60}$) უფრო უახლოვდება სასუქთა იმ მაღალ ნორმებს, რომლებსაც ხშირად ხმარობენ წარმოებაში საშემოდგომო ხორბლისათვის. სასუქთა ორი შუალა ფონის ფარგლებში კი საშემოდგომო ხორბლისათვის პური 35/4“-ის ოპტიმალური თესვის ნორმა უნდა იმყოფებოდეს 5—6 მილიონ მარცვალს შორის ჰექტარზე. ჩვენი მონაცემები შესაძლებლობას იძლევა კიდევ უფრო დავაზუსტოთ ეს ნორმა, თუ კი საკითხს დასათესად დახარჯული მარცვლის ანაზღაურების თვალსაზრისით მივივსებებით. ორი წლის მანძილზე მილიონი სათესლე მარცვალი საშუალოდ 32,9 კგ-ს იწონის და, მაშასადამე,

როცა თესვის, ნორმას ზუთი მილიონი მარცვლიდან ექვს მილიონამდე გავზრდით, ყოველ ჰექტარზე ამდენივე ზედმეტი სათესლე მასალა უნდა დაიხარჯოს.

ცხრილი 1

საშემოდგომო ხორბლის ორი წლის საშუალო მოსავალი სასუქთა სხვადასხვა დოზისა და თესვის სხვადასხვა ნორმის პირობებში

რიგ. №	ვარიანტი	თესვის ნორმა მილიონ მარცვლად ჰექტარზე	ორი წლის საშუალო მოსავალი	მოსავლის მატება სასუქთა ყოველი ფონის 3—მილიონ მარცვლიანი ნორმის დროს მიღებული მოსავლის მიმართ	მოსავლის მატება %/0-ად	მოსავლის მატება %/0-ად პირველი ვარიანტის მიმართ
1	2	3	4	5	6	6
I	N ₆₅ P ₈₀ K ₄₅	3	17,7	100	100	
2	"	4	19,3	109,4	109,4	
3	"	5	22,4	126,9	126,9	
4	"	6	22,0	124,4	124,4	
5	N ₈₀ P ₁₁₀ K ₆₀	3	20,3	100	114,8	
6	"	4	23,3	114,6	131,1	
7	"	5	25,	125,5	144,2	
8	"	6	25,5	125,9	144,6	
9	N ₁₁₀ P ₁₄₀ K ₇₀	3	21,6	100	120,3	
10	"	4	24,7	115,9	139,5	
11	"	5	26,2	133,0	148,0	
12	"	6	26,5	124,4	149,7	
13	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₉₅	3	20,5	100	115,7	
14	"	4	23,3	113,7	131,7	
15	"	5	24,2	118,3	137,0	
16	"	6	24,6	120,1	139,1	

ბუნებრივია, რომ სათესლე მასალის ეს ზედმეტი ხარჯი გადაჭარბებით უნდა დაიფაროს ან, ყოველ შემთხვევაში, ანაზღაურდეს მაინც მოსავლის სათანადო მომატებით. ნამდვილად კი განსხვავება მეშვიდე (5-მილიონიანი) და მერვე (6-მილიონიანი) ვარიანტების მოსავალს შორის მხოლოდ 8 კგ-ს უდრის. რამდენადმე უკეთესი მდგომარეობაა მეთერთმეტე და მეთორმეტე ვარიანტებში, სადაც მოსავლის განსხვავება 25 კგ-ს აღწევს. მაგრამ, თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ ყოველი კილოგრამი კონდიციური თესლის გამოყოფას ბევრად მეტი სახარჯო მარცვალი სჭირდება, მაშინ ზედმეტად დახარჯული თესლის დაპირისპირება მოსავლის ნამატთან აშკარად დაგვანახებს ხუთმილიონიანი ნორმის სამეურნეო უპირატესობას და დაგვარწმუნებს, რომ საშემოდგომო ხორბალი „დოლის პური 35/4“-ის სათესი ნორმის გადიდება 6 მილიონ მარცვლამდე უკვე მიზანშეუწონელია.

ანაზღაურების ოდენობის მეთოდი უფრო ობიექტურ კრიტერიუმს იძლევა იმის დასადგენად, თუ რა შედარებითი ღირებულებისაა სასუქთა დოზების ესა თუ ის ვარიანტი. დაკმაყოფილებით მარტოდენ საშუალო მონაცემების მოყვანით, რომლებიც ყველა ვარიანტის სასუქთა დოზების მიხედვითაა დალაგებული.

როგორც ვხედავთ, მინერალური სასუქების მეოთხე, ყველაზე მაღალი ფონი ამ მაჩვენებლებითაც საგრძნობლად ჩამორჩება საშუალო დოზების ვა-

ცხრილი 2

ერთი კვ სასუქის ანაზღაურება მოსავლის მომატებით (პირობითად უმცირესი დოზის მიმართ)

სასუქთა დოზა ვარიანტების მიხედვით	სასუქი (კვ ჰექტარზე)	განსხვავება პირველ დოზასთან შედარებით (კილოგრამობით)	მოსავალი (კვ) ჰექტარზე	განსხვავება პირველ დოზასთან შედარებით (კვ. ჰექტარებად)	1 კვ სასუქის ანაზღაურება მოსავლის ზრდით (კვ)
1. ვარიანტები 1, 2, 3, 4 დოზა: N ₆₅ P ₈₀ K ₄₅	190	—	2037	—	—
2. ვარიანტები 5, 6, 7, 8 და დოზა: N ₈₀ P ₁₁₀ K ₆₀	250	60	2367	330	5,5
3. ვარიანტები: 9, 10, 11 და 12 დოზა: N ₁₁₀ P ₁₄₀ K ₇₅	325	135	2469	432	3,2
4. ვარიანტები: 13, 14, 15 და 16 დოზა: N ₁₄₀ P ₂₀₀ K ₉₀	430	240	2315	278	1,1

რიანტებს. რაც შეეხება ამ საშუალო დოზათა (მე-2 და მე-3 ფონის) ვარიანტებს, შეფასების იგივე მეთოდი მათ შედარებით ღირებულებაშიაც გაგვარკვევს. მართლაც, თუმცა აბსოლუტური მოსავლით მესამე ფონი რამდენადმე უკეთეს შედეგს იძლევა (ერთი ცენტნერის ფარგლებში ჰექტარზე), სასუქის ანაზღაურება ამ შემთხვევაში იმდენად ნაკლებია, რომ წარმოების თვალსაზრისით მეორე ფონს გადაწყვეტი უპირატესობა უნდა მიეცეს.

დასკვნები

1. სათესი ნორმების გადიდებით კანონზომიერად იზრდება მცენარეთა რაოდენობა ფართობის ერთეულზე. ამავე მიმართულებით მოქმედებს მინერალური სასუქების დოზების გადიდებაც. ამიტომ ჯეჯილის მომეტებული სისქის მიღწევა შეიძლება მაქსიმალური თესვის ნორმისა და სასუქის უმაღლესი დოზის ერთობლივი გამოყენებით.

2. ბარტყობა, საერთოც და პროდუქციულიც, მცირდება სათესი ნორმის გადიდებით 3 მილიონიდან 6 მილიონ მარცვლამდე ჰექტარზე, მაგრამ მინერალურ სასუქთა დოზების მომატების კვალობაზე ბარტყობის ორივე სახე ამჟღავნებს ზრდის საკმაოდ აშკარა ტენდენციას, რომელიც მაქსიმუმს აღწევს მინერალური სასუქების მესამე ფონის პირობებში, შემდეგ კი დაკლები-საკენ იხრება.

3. თავთავიან ღეროთა რაოდენობა მატულობს სათესი ნორმის გადიდების პარალელურად, მხოლოდ გარკვეულ საზღვრამდე. შემდეგ, ხუთმილიონიანი ნორმიდან ექვსმილიონიანზე გადასვლით, თავთავიან ღეროთა რიცხობრივი ზრდა ნელდება იმასთან შედარებით, რაც წინა თესვის ნორმების დროს აღინუსხა. ამავე მიმართულებით მოქმედებს სასუქთა მეტ-ნაკლებობაც: დაბალი დოზებიდან დიდ დოზებზე გადასვლის კვალობაზე თავთავიან ღერო-

თა რაოდენობა რეგულარულად იზრდება და შემცირების ტენდენცია თავს იჩენს მხოლოდ უმაღლესი (მეთხე) ფონის პირობებში.

4. ჩვენი ცდებით დადგენილია, რომ სათესი ნორმების გადიდება, ე. ი. სამმლნიონიანი ნორმიდან ოთხ- ხუთ- და ექვსმლნიონიანი ნორმებზე გადასვლა იწვევს მარცვლის აბსოლუტური წონის თანდათანობით შემცირებას. გარკვეულ დონემდე ეს შემცირება თითქოს შენელებულია სასუქის გავლენით, მაგრამ იმ ვარიანტებში, რომლებშიც ყველაზე დიდი სათესი ნორმები და სასუქების მაქსიმალური დოზებია შეთავსებული, მარცვლის წონის შემცირება უმაღლეს დონეს აღწევს. ამის მთავარ მიზეზად ყანის ჩაწოლა უნდა მივიჩნიოთ, რაც მეტი სიმკვეთრით სწორედ ამ მაქსიმალური ვარიანტების პირობებში ვლინდება. აშკარა ხდება, რომ გარდაბნის ველის სარწყავ პირობებში და საკვებ ნივთიერებათა სიუხვისას, „დოლის პური 35/4“-ისათვის ხუთმლნიონ მარცვალზე მეტი სათესი ნორმა გადაჭარბებული იქნება.

5. ორი წლის ცდის მონაცემების ანალიზს იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ სასუქების დოზებისა და თესვის ნორმების ერთობლივი მოქმედების 16 ვარიანტიდან ყველაზე მისაღებად მე-7 ვარიანტი (ხუთმლნიონიანი სათესი ნორმა სასუქების საშუალო დოზის $N_{80} P_{110} K_{60}$ ფონზე) უნდა ჩაითვალოს; ამ ვარიანტზე საკმაოდ მაღალი რეალური მოსავალი (25,5 ც/ჰექტარზე) სხვებზე უფრო ხელსაყრელად არის შეთავსებული ყოველი კილოგრამი სათესლზე მარცვლისა და სასუქის ანაზღაურების შედარებით უკეთეს დონესთან. მე-7 ვარიანტის უპირატესობა სასუქების იმავე ფონის ექვსმლნიონიანი სათესი ნორმის (მე-8) ვარიანტთან შედარებით გამოიხატება სათესლზე მარცვლის უკეთესი ანაზღაურებით, ხოლო სასუქების უმაღლესი დოზების ვარიანტებთან (მე-11 მე-12) შედარებით სასუქის ყოველი კილოგრამის ბევრად უფრო ხელსაყრელი ანაზღაურებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მემინდვრეობის ინსტიტუტი

გარდაბანი

(რედაქციას მოუვიდა 25.4.1956)

მ. კუტუბაძე

კავკასიის კაკბის (*ALECTORIS GRAECA CAUCASICA SUSCHKIN*)
გამრავლების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 19.14.1956)

ცნობებს კაკბის გამრავლების შესახებ ვოულობთ მენზბირის [1], სატუნინის [2], ნაუმოვისა და ლავროვის [3], რუსტამოვის [4], რადესა [5] და სხვათა ნაშრომებში. მათ შორის ყველაზე საინტერესო ცნობებს მენზბირი [1] იძლევა. საინტერესოა რუსტამოვის [4] მონაცემებიც კაკბის გამრავლების შესახებ თურქმენეთში. სხვა ლიტერატურულ წყაროებში კაკბის გამრავლების შესახებ მხოლოდ მცირე ცნობები მოიპოვება.

კავკასიის კაკბის გამრავლებაზე ლიტერატურული მონაცემები შეგამებუღია დემენტიევის, გლადკოვისა და სხვათა [6] კაპიტალურ ნაშრომში, სადაც აღნიშნულია, რომ კავკასიის კაკბის გამრავლება „ძლიერ ცუდათაა შესწავიღიღი. ისინი მონოგამები უნდა იყვნენ. დაწყვილებას იწყებენ თებერვლის დამღევსა და მარტის დასაწყისში (მენზბირი, 1900—1912). მამლის მონაწილეობა ბუღის აგებაში, ბუღეზე ჯდომასა და ნაჩეკისადმი ზრუნვაში ზუსტად არაა დადგენიღიღი. ბალკანეთის კაკბისათვის აღნიშნულია, რომ დეღალი კვერცხებს დებს ორ ბუღეში: ერთზე აზის დეღალი, ხოლო მეორეზე მამალი (პორტალი და სხვა.), საბჭოთა კავშირში კაკბებზე დაკვირვებებიდან ეს არ მტკიცდება“.

გარდა ამისა, აღნიშნულ ნაშრომში წარმოდგენიღია კაკბის ბუღეებისა და სხვადასხვა ასაკის წიწიღების შეხვედრის ზოგიერთი თარიღი, აღნიშნულია, რომ კაკბის გამრავლების პერიოდი გახანგრძლივებულია. ეს ახსნიღია დაღუღუღის მაგიერ განმეორებითი ბუღობების არსებობით. იქვე აღნიშნულია, რომ საინკუბაციო პერიოდის ხანგრძლივობა და წიწიღების პოსტემბრიონული ზრდის დრო არაა დადგენიღიღი.

შეღარებით ახალ მასალას კაკბის გამრავლების შესახებ ვოულობთ ხანმაღმეღოვის [7] ნაშრომში. მასალა შეკრებიღია აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე.

ჩვენი მასალა კაკბის გამრავლებაზე ძირითადად 1950-53 წლებშია შეგროვიღიღი ქართლ-კახეთის ზეღანზე, ხოლო ზოგიერთი დამატებითი მასალა 1955 წელს მოვობოვეთ შირაქში. აღნიშნული მასაღები თუმცა ამომწურავ ცნობებს ვერ იძლევა, მაგრამ რამდენადმე აფართოებენ ლიტერატურულ მონაცემებს.

ქართლ-კახეთის ზეღანზე კაკაბი თებერვლის დამღევამდე გუნდებდაღ გხვდება, მარტის პირვეღიღი რიცხვებიდან კი იწყება გუნდების დაშლა და და-

წყვილება, მაგრამ გუნდის ამ დაშლასა და დაწყვილებას წინ უსწრებს შესაფერო მოსამზადებელი პერიოდი: თებერვლის მეორე ნახევრიდან გუნდში შესამჩნევია ცალკეულ ეგზემპლარებს (ალბათ მამლებს) შორის გახშირებული ჩხუბის შემთხვევები. გუნდს თანდათან ჩამოშორდებიან წყვილები, რომლებიც ბუღობის შესაფერის ნაკვეთებზე ნაწილდებიან. თბილი და უნალექო ამინდის პირობებში გუნდის დაშლა უფრო სწრაფად მიმდინარეობს და რამდენიმე დღეში მთავრდება, მაშინ როცა უამინდობა (თოვა, წვიმა, ტემპერატურის დაცემა) ახანგრძლივებს დაწყვილების მიმდინარეობას. ასეთ პირობებში კაკბის გუნდს შეიძლება მარტის შუა რიცხვებშიაც შევხვდეთ. ასეთი გუნდები უფრო მცირერიცხოვანიცაა მათგან კაკბების ნაწილის ჩამოშორების გამო.

კაკბის მონოგამურობის საკითხი ლიტერატურაში საექვოდაა მიჩნეული. ხანმამედოვის[7] მონაცემებით, კაკაბი მონოგამი ფრინველია. ჩვენი დაკვირვებები ადასტურებს, რომ კაკბის გამრავლება მონოგამურად მიმდინარეობს. გამრავლების ერთ სეზონზე მამალი მხოლოდ ერთ დედალთან წყვილდება. ისინი ამის შემდეგ განუყრელი არიან როგორც კვების, ისე ღამისთევის ადგილებში. ჩვენ არ ვიცით, რამდენად მუდმივია ამ წყვილების ურთიერთობა შემდგომს წლებში. ამ საკითხის გადაწყვეტა საკმაოდ რთულია, მაგრამ ამასთან საინტერესოცაა და შესწავლას მოითხოვს.

კაკბის ტიხტიხი ვლინდება დაწყვილებისადმი მისწრაფების ინსტინქტში, როცა მამლები უფრო აქტიურები ხდებიან და მათ შორის ჩხუბი თანდათან ხშირდება. დაწყვილების პერიოდში შედარებით უფრო ხშირად ისმის კაკანიც, თუმცა იგი შემდგომაც უფრო ინტენსიურია, ვიდრე შემოდგომასა და ზამთარში.

კაკბის გუნდის დაშლისა და დაწყვილების შემდეგ ხშირად გვხვდება ცალკეული მამლებიც. მარტის თვეში კაკანი უფრო ხშირად ასეთი მამლებისაგან ისმის, მაგრამ შემდგომ ისინი ხდებიან სრულიად ჩუმი, განმარტოებულ ცხოვრებას ეწევიან, გაძლიერებით იკვებებიან და კარგადაც სუქდებიან. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ კაკბის სქესთა შეფარდება ქართლ-კახეთის ზეგანზე ერთნაირი არაა და თითქმის ყოველთვის მამლების რიცხვი ჭარბობს. ამას ისიც ადასტურებს, რომ ჩვენ მიერ მოპოვებული კაკბების საერთო რიცხვიდან დედლები ისე შეფარდება მამლების რიცხვს, როგორც 1:2,5.

პეპლაობა დაწყვილების დამთავრებისთანავე არ იწყება. ეს ჩანს არა მარტო ბუნებაში უშუალო დაკვირვებებიდან, არამედ ამ დროს როგორც დედლის, ისე მამლის სასქესო ჯირკვლების მდგომარეობიდანაც.

აქვე წარმოდგენილ 1 ცხრილში მოცემულია სათესლეების ზომები 14 მამალი კაკბისა, რომლებიც მოპოვებულია გამრავლების პერიოდის სხვადასხვა დროს.

მცირე მასალის მიუხედავად, ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ცვლილებანი სათესლე ჯირკვლებში თებერვლის ბოლო რიცხვებიდანაა შესამჩნევი. შემდეგ მატულობს რა ზომაში, მარტის შუა რიცხვებში უკვე აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს და შეუძლია ფუნქციური მოქმედება. ასეთი მდგომარეობა გრძელდება აპრილში, მაისში, ივნისში და, ალბათ, ივლისშიც (ივლისის მასალა არა გვაქვს).

ცვლილებანი კაკბის სათესლე ჯირკვლების ზომებში გამრავლების პერიოდში

ცხრილი 1

№.წ. რიცხვი	კაკბების მოზოვების თარიღები (რიცხვი, თვე, წელი)	სათესლე ჯირკვლების ზომები მმ-ით			
		მარცხენა		მარჯვენა	
		სიგრძე	სიგანე	სიგრძე	სიგანე
1	13.I.1951	9	6	8	6
2	13.I.1951	10	7	9	6
3	13.I.1951	9	6	8	6
4	22.II.1951	11	9	9	6
5	22.II.1951	10	9	9	6
6	20.III.1951	18	14	13	8
7	15.IV.1951	19	15	14	9
8	15.IV.1951	18	14	14	8
9	16.V.1951	20	15	16	9
10	16.V.1951	20	14	16	9
11	11.V.1951	19	14	16	9
12	12.VI.1951	18	14	13	9
13	1.VIII.1952	23	13	20	10
14	17.VIII.1952	10	7	8	6

ავვისტოს მეორე ნახევრიდან სათესლე ჯირკვლები ზომაში კლებულობენ, ალბათ, ამთავრებენ ფუნქციურ მოქმედებასაც.

კვერცხუჯრედები მარტის მეორე ნახევრიდან ვერ აღწევენ მომწიფებულ მდგომარეობას. 1951 წლის 20 მარტს მოზოვებულ დედალ კაკაბს აღმოაჩნდა 22 ცალი ოვოციტი, რომელთაგან ყველაზე დიდის დიამეტრი 17 მმ-ს უდრიდა. 15 აპრილს მოზოვებული დედალი კაკბის საკვერცხეში იყო 12 ოვოციტი, ხოლო კვერცხსავალში 1 ცალი მაგარნაქუჟიანი კვერცხი. 27 მაისს მოზოვებულ დედალ კაკაბს ჯერ კიდევ არ ჰქონდა კვერცხის დება დაწყებული, რაც იქიდან ჩანს, რომ მის საკვერცხეში არსებულ მრავალ ოვოციტს შორის უდიდესის დიამეტრი მხოლოდ 15 მმ-ს უდრიდა. 12 ივნისს მოზოვებულ ეგზემპლარს კი მხოლოდ ორი უკანასკნელი ოვოციტი აღმოაჩნდა საკვერცხეში, ხოლო ერთი ცალი რბილნაქუჟიანი კვერცხი — კვერცხსავალში. უნდა ვიფიქროთ, რომ კაკბის ეს უკანასკნელი ეგზემპლარი კვერცხის დადებას ამთავრებდა და, ალბათ, 15—16 ივნისს ბუდეზე უნდა დამჯდარიყო, რაც საკმაოდ მოგვიანებულ ბუდობად უნდა ჩაითვალოს.

მოყვანილი მასალა ნათლად გვიჩვენებს დედალი კაკბების არაერთდროულ მომზადებას გამრავლებისათვის. სათესლეების ხანგრძლივი ფუნქციური მოქმედებისა და გამრავლებისათვის დედლების არაერთდროული მომზადების გამო კაკბის გამრავლების პერიოდი გახანგრძლივებულ ხასიათს ღებულობს.

ეს მონაცემები დასტურდება აგრეთვე ბუნებაში უშუალო დაკვირვებებითაც. პეპლაობა იწყება მარტის შუა რიცხვებში, მას შემდეგ, რაც სათესლე ჯირკვლები მომზადებულია ფუნქციონირებისათვის, ხოლო კვერცხუჯრედები „მომწიფებას“ იწყებენ. პეპლაობა წარმოებს აპრილში, მაისსა და ივნისშიც, ხოლო

ივლისში იშვიათად, მხოლოდ ზოგიერთ წყვილში არის შესამჩნევი. პეპლაობის დაწყების შემდეგ დედალი კაკაბი ჩქარა აგებს ბუდეს, რომელშიც იწყებს კვერცხების დებას.

გამრავლების პერიოდში ქართლ-კახეთის ზეგანზე ჩვენ კაკბის 5 ბუდე ვიპოვეთ. მათი მოპოვების თარიღები, ადგილმდებარება და დაკვირვების შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2
კაკბის ბუდეები, მოპოვებული ქართლ-კახეთის ზეგანზე გამრავლების პერიოდში

ბუდის №№	ბუდეების მოპოვების თარიღები	კვერცხების რაოდენობა ბუდეებში	ბუდეების მოპოვების ადგილები	კვერცხის დების დაწყების თარიღები	კრუხანა დაწყების თარიღები	გამოჩევის თარიღები
1	17.IV.1951	10	კოვზიხევი	—	—	—
2	29.IV.1951	12	ტარიბანა	22.IV.1951	3.V.1951	26.V.1951
3	10.V.1952	17	ვარცხლიხევი	26.IV.1952	13.V.1952	5.VI.1952
4	15.V.1952	15	ქაჩალგორა	5.V.1952	20.V.1952	—
5	22.V.1951	13	ტარიბანა	19.IV.1951 ⁽¹⁾	2.V.1951 ⁽¹⁾	25.V.1951

ცხრილში აღნიშნული №1 ბუდე, რომელიც 1951 წლის 17 მაისს ვიპოვეთ კოვზიხევეში, კაკბის მიერ მიტოვებული იყო. ბუდეში აღმოჩნდა 10 ცალი სრულიად ახალი კვერცხი (სურ. 1). ბუდე მოთავსებული იყო გორაკების ძირში, კოვზიხევის ნაპირას. იგი წარმოადგენდა მიწის პატარა ჩაღრმავებას, რომლის ირგვლივ მიწაზე უხვად ეფინა წვრილი ხმელი ჯოხები, ბალახების ღეროები და ჩამოცვენილი ფოთლები. სინამდვილეში ბუდე წარმოადგენდა აღნიშნულ მასალაში ჩაღრმავებულ პატარა ორმოს, რომლის დიამეტრი 14 სმ-ს უდრიდა, ხოლო სიღრმე 8 სმ-მდე აღწევდა. ბუდეში კვერცხების განწყობა რამდენადმე დარღვეულია. როგორც შემდეგ აღმოჩნდა, იგი მწყემსის მიერ იყო ხელნახლები. ეჭვს გარეშეა, რომ დედალმა კაკაბმა ბუდე მწყემსის შიშით მიატოვა. ბუდის აგებისა და კვერცხის დების დაწყების თარიღები ჩვენ არ ვიცით, მაგრამ ცხადია, რომ იგი ნაადრევი ბუდობაა. აღნიშნული ბუდის 10 ცალი კვერცხის წონები და ზომები მე-3 ცხრილში მოგვყავს.

მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ კვერცხის წონა მერყეობს 16,2 გრ-დან 11,9 გრ-მდე. საშუალო წონა — 14,8 გრ. წონების თითქმის პროპორციულად მერყეობს მათი ზომებიც: დიამეტრი სიგრძეში 39,5-დან 36 მმ-მდე, ხოლო სიგანეში — 28,5-დან 26 მმ-მდე.

ბუდე № 2 ვიპოვეთ 1951 წლის 29 აპრილს ტარიბანაში. იგი მდებარეობდა პატარა გორაკის მახლობლად გავაკებულ ფართობზე, ძეძვის არახშირ ბუჩქებს

(¹ თარიღი საორიენტაციოა.)

შორის, სადაც მიწის ქვიანი ზედაპირი უმთავრესად ხმელი ფოთლებით და ნაწილობრივ ხმელი ბალახით იყო დაფარული. თვით ბუდეც, რომელიც მიწის პატარა ჩაღრმავებას წარმოადგენდა, იმავე ფოთლებითა და ხმელი ბალახით იყო



სურ. 1

ამოგებული. ბუდის დიამეტრი ზედაპირთან 16 სმ-ს, ხოლო სიღრმე 8 სმ-ს უდრიდა. ირგვლივ მხოლოდ მცირე ფართობზე არსებული ბალახეული და ძეძვის მცირე ბუჩქები კარგად ფარავდა და შეუმჩნეველს ხდიდა ბუდეს. 29 აპრილს

ცხრილი 3

კაკბის კვერცხების წონები და ზომები (კვერცხები 1 ბუდიდან)

კვერცხის №№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
წონა გრ-ით	16,0	15,5	15,5	16,0	16,2	15,0	14,5	13,5	13,8	11,9
სიგრძე მმ-ით	39,0	39,0	39,0	39,0	39,5	38,5	37,0	36,5	37,5	36,0
სიგანე მმ-ით	28,0	28,0	28,0	28,5	28,5	27,5	27,0	26,5	27,0	26,0

ბუდეში 9 ცალი კვერცხი ვიპოვეთ. შემდეგ დღეებში კაკაბი ყოველდღიურად თითო კვერცხს უმატებდა და 2 მაისს 12-მდე შეასრულა. კვერცხები ბუდეში ერთ ფენად იყო გაწყობილი, მახვილი ბოლოთი ქვემოთკენ მიმართული, რითაც მიიღწევა ბუდეზე დედლის ჩლომისას ყველა კვერცხის თანაბარი გათბო-

ბა, უმთავრესად კი — კვერცხების ბლაგვი ბოლოებისა. კაკბის კრუხად ჯდომის დასაწყისად ჩვენ მივიჩნით კვერცხის დების დამთავრების მეორე დღე, ანუ 3 მაისი, ხოლო კვერცხის დების დასაწყისად — 22 აპრილი. ჩვენ განვაგრძობდით დაკვირვებებს ამ ბუდეზე. 25 მაისის დღის 3 საათზე კაკაბი ბუდეზე იჯდა, ხოლო კვერცხების ნაჭუჭებს ჯერ არ ემჩნეოდა არავითარი ნაზხარი. 26 მაისის დღის 10 საათზე კი ბუდეში მხოლოდ ნაჭუჭები დაგვხვდა. კაკაბი თავისი წიწილებით ველარსად ვიპოვეთ, ამიტომ გამოჩეკის თარიღად კრუხად ჯდომის 25-ე დღე, ანუ 26 მაისი მივიჩნით, თუმცა გამოჩეკა 25—26 მაისის დამთავრდა.

ბუდე № 3 ვიპოვეთ 1952 წლის 10 მაისს 8 კმ. ჩრდილოეთით ქაჩალგორადან (ივრის ნაპირებიდან), ანუ კვერცხიხევის სამხრეთ-დასავლეთ ბოლოზე. ისევე, როგორც ჩვენ მიერ ნაპოვნი კაკბის ყველა სხვა ბუდე, ეს ბუდეც გორაკზე კი არ იყო, არამედ დაბლობში, ხევის ნაპირას არსებულ პატარა ბუჩქებში, რომლის ირგვლივ არემარე მინდვრის მწვანე ბალახებით იყო დაფარული (სურ. 2). ზემოთ აღწერილი ბუდეების მდებარეობისაგან განსხვავებით, ამ ბუდის მახლობლად ხევში წყალი მიედინებოდა. ბუდის მდებარეობა და აგებულების ტიპი ისეთივე იყო, როგორც სხვა ბუდეებისა: მცირე ბუჩქებს შორის მიწის პატარა ჩაღრმავება, ფოთლებითა და ხმელი ბალახით ამოვებული. კვერცხებს შორის და მათ ზემოდან აქა-იქ გაბნეული იყო კაკბის კონტურული ნაკრტენები. კვერცხების განწყობა ბუდეში ერთ ფენად, მახვილი ბოლოთი უმთავრესად ქვემოთკენ მიქცეული. ბუდის დიამეტრის ზომა 17 სმ-ს უდრიდა ზედაპირთან, ხოლო სიღრმე — 9 სმ. 10 მაისს ბუდეში ვიპოვეთ 15 ცალი კვერცხი. მომდევნო ორ დღეში კიდევ ორი ცალით გაიზარდა და 12 მაისს დღის 4 საათზე ბუდეში 17 ცალი კვერცხი აღმოჩნდა. შემდგომ დღეებში კვერცხების რაოდენობა აღარ გაზარდია, ამიტომ კრუხად ჯდომის დაწყების თარიღად 13 მაისი, ხოლო კვერცხის დების დაწყების თარიღად 26 აპრილი მივიჩნით. 4 ივნისს კვერცხებს გამოჩეკის ნიშნები ჯერ კიდევ არ ემჩნეოდა, მაგრამ 5 ივნისს, ე. ი. კრუხად ჯდომის დაწყებიდან 23-ე დღეს, ბუდეში ვიპოვეთ გამოჩეკის შემდეგ დარჩენილი კვერცხის ნაჭუჭები და 3 ცალი გატეხილი კვერცხის ნაჭუჭი ბუდის მახლობლად. მახლობელ დამაოთხებში გაულდასმით ძებნიდაც კი ბუდისა ვეღარ ვიპოვეთ.

ბუდე № 4 15 მაისს ვიპოვეთ ქაჩალგორას მახლობლად ძეძვის ბუჩქებსა და ბალახებში. გორაკებს შორის არსებულ პატარა ხევის ნაპირას, ერთ-ერთი ბუჩქის ძირას, სადაც ნიადაგი ხმელი წვრილი ტოტებით, ფოთლებითა და ხმელი ბალახით იყო დაფარული, მოთავსებული იყო კაკბის ეს ბუდე. ხევში მცირე რაოდენობით წყალიც მიედინებოდა. აგებულების მიხედვით იგი სრულიად არ განსხვავდებოდა ჩვენ მიერ ზემოთ აღწერილი ბუდეებისაგან. ბუდის დიამეტრი მის ზედა, ყველაზე ფართო ნაწილში 16 სმ უდრიდა, ხოლო ფსკერიდან კიდის ხაზამდე — 7სმ-ს. 15 მაისს ბუდეში 11 ცალი კვერცხი იყო. მომდევნო დღეებში კიდევ 4 ცალი კვერცხი დიდო კაკაბმა და 20 მაისს კრუხად დაჯდა. ჩვენ განვაგრძებთ პერიოდული დაკვირვებანი ამ ბუდეზე. 7 ივნისს მორიგი დაკვირვებისას ბუდე ცარიელი აღმოჩნდა. გამოიჩეკა, რომ ბუდიდან კვერცხები ადამიანის მიერ იყო ამოღებული, რასაც ხშირად სჩადიან აქაური მწყემსები.

ბუდე № 5 ვიპოვეთ 22 მაისს ტარიბანაში, № 2 ბუდიდან 150—200 მ-ის მანძილზე. მისი მდებარეობა და აგებულება არაფრით არ განსხვავდებოდა იმავე № 2 ბუდის მდებარეობისა და აგებულებისაგან, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ მის ირგვლივ არსებულ რამდენადმე უფრო ხშირ ძეძვის ბუჩქნარს. ბუდეში 13 ცალი კვერცხი იყო. როგორც ჩანს, კაკბმა კვერცხის დება 19 აპრილს



სურ. 2

დაიწყო, ხოლო კრუხად 2 მაისს დაჯდა. ეს თარიღები საორიენტაციოა, რადგან იგი გამოჩეკის თარიღის — 25 მაისის — მიხედვით გავიანგარიშეთ. ამ ბუდეს, № 2 ბუდის პარალელურად, ყოველდღიურად ვაკვირდებოდით მისი ნახვის — 22 მაისის — შემდეგ. 25 მაისს, საღამოს 5 საათზე, ბუდეში აღმოჩნდა მხოლოდ ნაჟუკები.

როგორც ჩანს, ცამეტივე კვერცხიდან გამოიჩეკა წიწილები. ბუდობა ვერ ვიპოვეთ.

ყველა დასახელებულ ბუდეზე (გარდა № 1-ისა) ზემოთ აღნიშნულ დაკვირვებებთან ერთად ჩვენ გვაქვს რიგი სხვა დაკვირვებანიც. აღნიშნავთ მოკლედ მათ შორის ძირითადს.

კაკბი კვერცხის დების პერიოდში იკვებება ბუდისაგან დაშორებით. ღამესაც სხვაგან ათევს და არა ბუდეში. კვერცხის დასადებად მოდის იმდენად ფრთხილად, რომ შეუძლებელია მისი შემჩნევა. ბუდეზე კრუხად ჯდომის პერიოდში მამალი დედლის მახლობლად იმყოფება, ჩვენ № 2, 4 და 5 ბუდეებზე

დაკვირვებისას თითქმის ყოველთვის ვნახლობდით მახლობლად მამლებსაც. პირველად სწორედ იგი შეგინიშნავდა ბუდესთან მიახლოებისას და კაკანით გარბოდა. დიდალი ამ დროს ბუდეზე ინახებოდა და უშუალო მიახლოებისას ტოვებდა ბუდეს. № 3 ბუდეზე დაკვირვებისას კი მამალი არც ერთხელ არ შეგვინიშნავს. ბუდესთან ფრთხილად მიახლოებისას დედალი კაკაბი ბუდეს არ ტოვებდა მაშინაც კი, როცა მისგან ორიოდე მ-სა და უფრო ახლო მანძილზე ვიმყოფებოდით.

კაკაბი ბუდის იძულებით მიტოვების შემთხვევაში შედარებით დიდი ხნის, 3—4 საათის შემდეგ უბრუნდებოდა ბუდეს და ყოველთვის შეუმჩნევლად. დედალი ჩვეულებრივად ბუდეს ტოვებს მხოლოდ კვებისათვის და ჩედარებით ხანმოკლე დროით, — 1—2 საათით, პირველ ხანებში დღეში ორჯერ — დილით 10—11 საათზე და საღამოს 4—5 საათზე. გამოჩეკის მომენტის მოახლოებისთან ერთად ეს დრო თანდათან მცირდება და კაკაბი მხოლოდ საღამოს საათებში ტოვებს ბუდეს, ბოლოს კი სრულიად აღარ შორდება მას.

კრუხად ჯდომის პერიოდშიც კაკაბი ბუდისაგან დაშორებით იკვებება. ის ფრთხილად ამოდის ბუდიდან და მამალთან ერთად კვების ადგილზე ფეხით მიდის, თუ მცენარეული საფარი უბრუნველყოფს მათ შეუმჩნეველ მოძრაობას (ბუდეები № 2, 4, 5), წინააღმდეგ შემთხვევაში გორაკებზე ფრენით მიდის (№ 3 ბუდიდან), ამასთან ყოველთვის ერთისა და იმავე მიმართულებით.

როგორც ზემოთაც აღვნიშნეთ, ჩვენ ვერც ერთ შემთხვევაში ვერ დავესწარიტ კაკბის კვერცხებიდან წიწილების გამოჩეკის მომენტს. როგორც ჩანს, კაკბის კვერცხიდან წიწილა მეტად მოკლე დროში იჩეკება და ამასთან ერთი ბუდის ყველა კვერცხიდან თითქმის ერთდროულად. გარდა ამისა, ეს ხდება უმთავრესად ღამით, ხოლო დილით წიწილები იმდენად მომაგრებულები არიან, რომ მიჰყვებიან კრუხს და საკმაოდ დიდ მანძილსაც გადიან, რის გამო მათ ნახვა ბუდის მახლობელ მიდამოებში აღარ შეიძლება.

საკვართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოლოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.11.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Мензбир, Охотничьи и промысловые птицы Европ. России и Кавказа, том II, Москва, 1902.
2. К. А. Сатуниин, Материалы к познанию птиц Кавказского края, Записки Кавказского Отдела Русского Геогр. О-ва, Кн. XXVI, вып. 3, Тифлис, 1907.
3. С. П. Наумов и Н. П. Лавров, Биология промысловых зверей и птиц СССР, Москва, 1948.
4. А. К. Рустамов, К биологии кеклика (*Alectoris graeca* Meisn.) В Туркмении. Известия Туркменского филиала АН СССР, № 1, 1945.
5. Г. И. Раде, Орнитологическая фауна Кавказа (*Ornis caucasica*). Систематическое описание Кавказских птиц, Тифлис, 1884.
6. Г. П. Дементьев, Н. А. Гладков и др. Птицы Советского Союза, том IV, Москва, 1952.
7. А. И. Ханмамедов, К биологии кеклика (каменной куропатки) в Азербайджане, Труды Института зоологии АН Аз. ССР, том XVIII, Баку, 1955.
8. М. Е. Кутубидзе, Результаты изучения биологии куриных (*Calliformes*) Карталино-Кახетинского плоскогорья, Институт зоологии АН ГССР, Тбилиси, 1955.

ბ. თოფურიძე და ბ. მთვარაძე

ფილტვის ამებუური აბსცესის უმსწავლის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. წინამძღვრიშვილმა 25.9.1956)

ნაწლავთა ამებიაზის ყველაზე ხშირ გართულებად ითვლება ღვიძლის ამებური აბსცესი, რომელსაც მედიცინა ჯერ კიდევ ჰიპოკრატეს დროიდან იცნობს. ნაწლავთა ამებიაზი ღვიძლის ამებური აბსცესით რთულდება საშუალოდ შემთხვევათა 23-37%-ში.

ტროპიკული ქვეყნების მოსახლეობაში ეს გართულებები უფრო იშვიათია. ინდოეთში ღვიძლის ამებური აბსცესით გართულება გვხვდება 1:628 შემთხვევაზე, მაშინ როდესაც ინდოეთში ჩასულ ევროპელებში გართულება გაცილებით ხშირია (1:18). ეს ფაქტი უნდა აიხსნას ადგილობრივი მოსახლეობის ერთგვარი იმუნიტეტით ამ დაავადების მიმართ (დაავადებულთან საყოჩნეობრივი კონტაქტის გამო).

ღვიძლის ამებური აბსცესი არც ჩვენი მოსახლეობისათვის წარმოადგენს იშვიათ დაავადებას. 1922—23 წელს პროფ. ს. ვირსალაძის მიერ გამოქვეყნებულ იქნა 76 შემთხვევა ღვიძლისა და სუბდიაფრაგმული სივრცის აბსცესისა, რომელთაგან 57 ამებური წარმოშობისა იყო [1]. 1938 წელს გამოვიდა პროფ. ე. ფიფიას მონოგრაფია ამ საკითხზე [2]. 1940 წელს რესპუბლიკის ცენტრალური კლინიკური საავადმყოფოს შრომათა კრებულში დაიბეჭდა პროფ. ნ. ყიფშიძის შრომა [3], სადაც აღწერილია ღვიძლის აბსცესის 40 შემთხვევა. აღნიშნულმა ნაშრომებმა დიდი როლი შეასრულეს ღვიძლის აბსცესების (კერძოდ ამებური აბსცესების) დიაგნოსტიკის გაუმჯობესების საქმეში. დღეს ჩვენში ამ დაავადების დიაგნოზი სწორად და დროულად ისმება.

ამებური აბსცესები ღვიძლის გარდა შეიძლება შეგვხვდეს ტვინში, საკვრცხეებში, ელენთაში, კანის სისქეში და ფილტვებში. ეს გართულებები შედარებით იშვიათია, მაგრამ მაინც არსებობს. უნდა ვიფიქროთ, რომ ამება ჰემორიდალური ვენების საშუალებით შეიჭრება სისხლში და ამგვარად ასცდება პორტალურ სისტემასა და ღვიძლს. ფილტვებში ამებური აბსცესი შეიძლება იყოს იზოლირებულად, ღვიძლის დაზიანების გარეშე.

ზოგჯერ ღვიძლის აბსცესი შეიძლება გაიხსნას ფილტვში ან პლევრაში. პროფ. ე. ფიფიას მასალის მიხედვით [2], ღვიძლის ამებური აბსცესის 36 შემ-

თხვევაზე 8-ჯერ მოხდა ამებური აბსცესის გახსნა პლევრაში, ამის შედეგად გაჩნდა ჩირქოვანი პლევრიტი; ერთჯერ აბსცესი გაიხსნა ფილტვში. ლეიძლის აბსცესების დროს პლევროპულმონალური გართულებები 15%-დან 20%-მდე აღწევს.

ოკინშევიჩის ლეიძლის ამებური აბსცესის 72 შემთხვევაზე პლევროპულმონალური გართულებანი 18%-ში უნახავს; აქედან 2-ჯერ ადგილი ჰქონდა აბსცესის პნეტრაციას ფილტვში. აღსანიშნავია აგრეთვე პროფ. ნ. ყიფშიძის შემთხვევა ჰეპატობრონქიალური ფისტულისა და ექიმ გ. კალანდარაშვილისა, როდესაც ლეიძლის ამებური აბსცესი გახსნილი იყო ფილტვის ქსოვილში [3].

ბრენერმა [4] (ტაშკენტი) აღწერა ფილტვის ამებური დაზიანების შემთხვევა ლეიძლის დაზიანების გარეშე, როდესაც ავადმყოფს გადატანილი დიზენტერიის შემდეგ დაეწყო ხველა შოკოლადის ფერი ნახველით. ემეტიწით მკურნალობამ უკვე მესამე დღეს შესანიშნავი შედეგი მისცა. ასეთსავე შემთხვევებს აღწერს გ. მარუაშვილი [5]: ნაწლავთა ამებიოზით დაავადებულ ავადმყოფებს ხანგრძლივად მიმდინარე ბრონქიტი ჰქონდათ (6 შემთხვევა), ნახველში პროტოზია ვერ ნახეს; ამიტომაც ვერ ვილაპარაკებთ სპეციფიკურ ამებურ ბრონქიტზე, თუმც მის შესაძლებლობაზე ჯერ კიდევ 1937 წელს წერდნენ კოლერი, ხოვლი და სხვ.

ფილტვის იზოლირებული ამებური აბსცესის ორი შემთხვევა ლეიძლის აბსცესის გარეშე აღწერა ბრენერმა (ტაშკენტის თერაპიული კლინიკიდან). მიუხედავად იმისა, რომ მან ვერც ნახველში და ვერც ბუნქტატის ჩირქში ამება ვერ ნახა, დაავადების ამებურ ეტიოლოგიაში მას ეჭვი არ ეპარება, რადგანაც: 1. ნახველი იყო შოკოლადის ფერი, რაც მისი აზრით უტყუარი ნიშანია, და 2. ემეტიწით მკურნალობის შედეგად სწრაფი ეფექტი მიიღო, მაშინ როდესაც სხვა ეტიოლოგიის ფილტვის აბსცესის დროს ემეტიწით მკურნალობა უშედეგოა. ბრენერი ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ ამების ნახვა ჩირქში ძნელია, თითქმის შეუძლებელია, მაგრამ შოკოლადის ფერი ჩირქი და შედეგიანი მკურნალობა ემეტიწით ყოველთვის მიგვიითითებს დაავადების ამებურ ეტიოლოგიაზე.

მოგვყავს ჩვენი შემთხვევა. ავადმყოფი ოქროჯანაშვილი შალვა ვასილისძე, ინგალო, კოლმეურნე, 30 წლისა, შემოვიდა რესპუბლიკის ცენტრალურ კლინიკურ საავადმყოფოს პირველ თერაპიულ განყოფილებაში 1955 წ. 29 მაისს როგორც სასწრაფო შემთხვევა.

ავადმყოფის მდგომარეობა შემოსვლისას მძიმე იყო: ტემპერატურა 40⁰-მდე ჰქონდა; ძლიერი ჩხვლიტითი ხსიათის ტკივილი მარჯვენა გვერდში; სადაც ზერელე პალპაციაც კი საგრძნობ ტკივილს იწვევდა. ავადმყოფს აწუხებეს ოფლიანობა და ხველა მცირე ნახველით. ავადა ერთი თვე. დაავადება დაეწყო მალალი სიცხით და ტკივილით მარჯვენა გვერდში. მიუმართავს ადგილობრივი ექიმისათვის; იწვა ნუხის (საინგილო) საავადმყოფოში (რა დიაგნოზით არ იცის): მდგომარეობა თანდათან გაუარესდა, რის გამო გამოგზავნეს ჩვენს კლინიკაში. ავადმყოფი აღნიშნავს, რომ დაავადებამდე დაახლოებით ერთი-ორი თვით ადრე ჰქონდა ფლარაობა სისხლით და ლორწოთი ერთი კვირის განმავლობაში, მაგრამ ყურადღება არ მიუქცევია და ამ მოვლენებმა თავისით გაიარა.

ცხოვრების ანამნეზიდან რაიმე მნიშვნელოვანი არ აღინიშნება.

გულ-სისხლძარღვოვანი სისტემის მხრივ აღინიშნება ტაქიკარდია, მაჯა 100-მდე და გულის ცდომა მარცხნივ.

სასუნთქ ორგანოთა სისტემა: გულმეკრდის მარჯვენა ნახევარი ოდნავ გამოღრეკილია. ნეკნთაშუა არეები გამობერილი. ამ ადგილას ზერელე პალპაცია იწვევს ძლიერ ტკივილს. პერკუსიით მეოთხე ნეკნიდან ბოლომდე ისმის აბსოლუტური ყრუ ხმა. ექსკურსია ამ მხარეზე არ არის. ბგერითი რხევა მარჯვნივ შესუსტებულია; მოსმენით ტარდება შესუსტებული ვეზიკალური სუნთქვა. მარცხნივ ფილტვის ხმა ნათელია, ექსკურსია თავისუფალი, მოსმენით ვეზიკალური სუნთქვა.

მუცელი რბილი, მტკივნეული მარჯვენა ფერდქვეშა მიდამოში. ღვიძლი ორი თითით სცილდება ნეკნთა რკალს, რბილია და მტკივნეული, ელენთა არ ისინჯება.

შარდ-სასქესო ორგანოთა და ნერვული სისტემის მხრივ პათოლოგიური ცვლილებები არ აღინიშნება. ვასერმანის და რაიტის რეაქცია უარყოფითია. უარყოფითია კოტონის რეაქციაც. სისხლის ანალიზი: ჰემოგლობინი 49%, ერითროციტები 39400000, ლეიკოციტები 19800, ედრი 52 მმ საათში. ლეიკოციტარული ფორმულა: გადახზა მარცხნივ, ჩხირბირთვიანი 9%, სეგმენტბირთვიანი 51%, ლიმფოციტი 32%, მონოციტი 5%, ეოზინოფილი 2%. შარდის ანალიზი: ხვედრითი წონა 1015, ცილა 0,033%, ნალექში ერთეული ლეიკოციტები და ბრტყელი ეპითელიუმი. რენტგენოლოგიურად: მარჯვნივ მეხუთე ნეკნიდან დიაფრაგამამდე მიიმართება თანაბარი ჰემოგენური ჩრდილი, რომელიც გადადის დიაფრაგამის ჩრდილში.

ობიექტური მონაცემების მიხედვით პირველ დღეებში დაავადება ექსულატორი პლევრიტის შთაბეჭდილებას ტოვებდა. 2 ივნისს გაუკეთდა საცდელი პუნქცია ბეკის ხაზზე მერვე-მეცხრე ნეკნთა შუა არეში. მიღებულ იქნა ფიჭების შემცველი 80 მლ მოწითალო სითხე. ცილა 3,3%. ნალექში მთელი მხედველობის არე დაფარული იყო ლეიკოციტებით და ერითროციტებით. განმეორებით 16 ივნისს გაკეთდა პუნქცია შუა აქსილარულ ხაზზე მეშვიდე-მერვე ნეკნთა შუა. შევედით უფრო ღრმად, ვფიქრობთ, თვით ფილტვის ქსოვილის ღრუში. მივიღეთ 1,2 ლიტრი შოკოლადისფერი ზეთისებური კონსისტენციის სითხე. მიკროსკოპიულად ნალექში დიდი რაოდენობით აღმოჩნდა ლეიკოციტები და ერითროციტები. ამბეა არ იქნა ნახელი. დათესვით: სითხე სტერილური იყო. რენტგენოლოგიურად: წინიდან მე-5 ნეკნიდან დიაფრაგამამდე დაჩრდილვავა. გვერდოდან: პირველ ირიბ მდებარეობაში გაშუქებისას წინა და უკანა ნაწილი კარგად შუქდება, ე. ი. ჩრდილი შემოფარგლულია. შოკოლადისფერმა ჩირქმა მაშინვე დაბადა ექვი მის ამებურ ხასიათზე. დავეწყეთ მკურნალობა ემეტინის 3%-იანი ხსნარით: 1 მლ დღეში 3-ჯერ, ათი დღის განმავლობაში.

ავადმყოფის მდგომარეობა მკვეთრად გაუმჯობესდა მეორე-მესამე დღიდან: ტემპერატურა ნორმალური გახდა, ტკივილი მარჯვენა გვერდში თითქმის მოიშალა, ღვიძლი თანდათან დაპატარავდა, ბოლოს აღარ სცილდებოდა ნეკნთა რკალს. ფილტვში მოყრუების არე თანდათან მცირდებოდა და ბოლოს შეექვსე-მერვე ნეკნთაშუა არით შემოიფარგლა, სუნთქვა შედარებით კარგად ტარდებოდა;

რენტგენოლოგიურად აღინიშნება: ახალ დაბადებული ბავშვის თავის ოდენობის ჩრდილი მეექვსედან მერვე ნეკნამდე. ავადმყოფმა 22 დღეში წონაში მოიმატა 6 კგ. დაიწყო სიარული. თავს ჯანმრთელად გრძნობდა, ემეტინით მკურნალობის პირველი კურსის შემდეგ, ოჯახური პირობების გამო გაეწერა 8 ივლისს იმ პირობით, რომ განმეორებით უნდა მოსულიყო ჩვენთან. გაწერის დროს კარგ მდგომარეობაში იყო.

კლინიკაში განმეორებით შემოვიდა 1955 წლის სექტემბერში. მდგომარეობა კარგი იყო. არაფერს არ უჩიოდა. ტკივილები არ აწუხებდა. წონაში მომატებულია 8 კგ. მუშაობდა კოლმეურნეობაში ისე, როგორც წინათ, დაავადებამდე, გაშუქებისას ფილტვის ქსოვილი ნათელი იყო ორივე მხარეზე. მარჯვნივ მეექვსე-მერვე ნეკნთა შორის მრგვალი, შემოფარგლული ჩრდილი ჩანდა. ავადმყოფს ჩაუტარდა ენეტინით მკურნალობის მეორე კურსი. თვითგრძნობა კარგი ჰქონდა. გაშუქებისას ჩრდილი უცვლელი იყო. გამოითქვა აზრი, რომ აბსცესის დროს ალბათ სქელი გარსი აქვს და შიგთავსის შეწოვა ვერ ხერხდება. კონსულტირებულ იქნა ქირურგებთან, რომლებმაც თავი შეიკავეს პუნქციისაგან და გვირჩიეს ოპერაცია. ავადმყოფი გადაყვანილ იქნა მესამე ქირურგიულ განყოფილებაში, სადაც გაუკეთდა ოპერაცია ორ მომენტად: 22 ნოემბერს პირველი ოპერაციის დროს გაუკეთდა მეშვიდე-მერვე ნეკნის რეზექცია. ვინაიდან პარაიტალურ და ვისცერალურ პლევრებს შორის შეხორცება არ იყო. ამიტომ ჩადებული იქნა ტამპონები. მეორე მომენტად გაუკეთდა აქსილარულ ხაზზე მიეჭიჭი ნეკნის რეზექცია. აღმოჩნდა პლევრული ფურცლების შეხორცება; შეიკრძობა კისტოზური სიმსივნე. პუნქციის შემდეგ გავუხსენით ღრუ; გადმოვიდა ჩირქოვან-დეტრიტული მასა. ჩაედვა ტამპონი. ჩირქი სტერილურია. ავადმყოფის პოსტოპერაციული მდგომარეობა კარგი იყო. უკეთდებოდა ემეტინი და ანტიბიოტიკები. გაშუქებისას ფილტვის ქსოვილში ჩრდილი აღარ აღინიშნებოდა. კლინიკიდან გაეწერა კარგ მდგომარეობაში.

საქართველოს სსრ ცენტრალური
კლინიკური საავადმყოფო
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.9.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ს. ვირსალაძე. ლეიშმანოზი და სუფდიაფრაგმული სივრცის აბსცესები. თბილისის უნივერსიტეტის მოამბე, ტ. II, 1923.
2. ე. ფიფია. ლეიშმანოზის აბსცესი და მისი მკურნალობა. თბილისი, 1938.
3. ნ. ყიფშიძე. ლეიშმანოზის აბსცესი. საქართველოს სსრ ცენტრალური კლინიკური საავადმყოფოს შრომათა კრებული, თბილისი, 1940.
4. А. Бренер. Редкий случай амёбиазы. Журн. «Медицинская паразитология и паразитарные болезни», № 6, 1946.
5. Г. М. Маруашвили. Клиника и терапия амёбиазы. Журн. «Мед. параз. и паразитарные болезни», № 4, 1948.

მასპარეზობის მართვა

მ. მაჩაბელი

სისხლის სისტემის ადრეული ცვლილებების საკითხისათვის
მასპარეზობის მართვის პრობლემა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 15.1.1957)

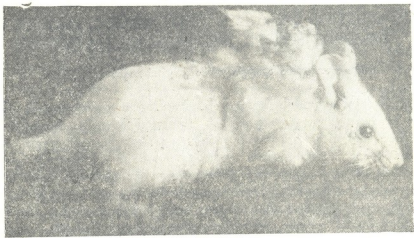
სისხლის მდგომარეობის შეცვლას, რაც მისი უჭრედოვანი შედეგების ნატიფი რეაქტიული ცვლილებების სახით ვლინდება, ადამიანის სიმსივნური დაავადების დროს ყოველთვის დიდი ყურადღება ექცეოდა. ამავე დროს აღსანიშნავია, რომ შემთხვევითა უმრავლესობაში ჰემატოლოგიური ძვრები მხოლოდ მაშინ იძლევა მკაფიოდ გამოხატულ დამახასიათებელ სურათს, როდესაც ქირურგიული მკურნალობის დადებითი შედეგი უკვე საეჭვო ხდება. აქედან გამომდინარე დაავადების ისეთი სიმპტომების ძიებას, რომელთა გამოყენება შესაძლებელი იქნება ადრეული დიაგნოსტიკისათვის, უდავოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს.

განსაკუთრებით საყურადღებოა გამოკვლევის ფუნქციური მეთოდების გამოყენება, რომელთა შორის აღსანიშნავია სიმსივნური დაავადების დროს პათოლოგიური სისხლმადობის ადრეული ნიშნების გამოკვლევება. შ. ბ უ რ შ ტ ე ნ ი ს [1] გამოკვლევების თანახმად, კუჭის კიბოთი შეპყრობილი ავადმყოფების ძვლის ტვინში კარგად გამოხატული ფუნქციური ცვლილებები აღინიშნება, პერიფერიული სისხლის სურათში კი მხოლოდ უმნიშვნელო ძვრებია შესამჩნევი.

ერიტროციტების ოსმოსური რეზისტენტობა, რითაც ორგანიზმში მიმდინარე სისხლის დაშლის პროცესის დახასიათება შესაძლებელია, მრავალი ავტორის მიერ შეისწავლებოდა ინკოლოგიური სტაციონარის პირობებში დაწყებული ჭერ კიდევ მე-19 საუკუნის ბოლოდან, ე. ი. თვით ამ ტესტის შემოღების დროიდან. მაგრამ მიღებული შედეგები არამცთუ არაერთგვაროვანია, არამედ ხშირად ურთიერთსაწინააღმდეგოა. ამ ცვლილებათა მიზეზს ის გარემოება წარმოადგენს, რომ ერიტროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის ცვლილების მექანიზმი ჭერ კიდევ შეუსწავლელი რჩება. ხსენებული ტესტი გამოცალკევებით შეისწავლებოდა, წითელი ბურთულების მორფოლოგიურ და ფუნქციურ თავისებურებათა ურთიერთდაპირისპირება კი მოგვეცემა საშუალებად, გარკვეული კანონზომიერებანი გამოგვეშკარავებინა. ამრიგად, მიუხედავად იმისა, რომ მეთოდის სრულყოფილად და დაუმუშავებელი, ოსმოსური რეზისტენტობის ტესტის კლინიკურ მნიშვნელობას ამცირებს მის თეორიულ დასაბუთებაში არსებული ნაკლი, რაც აფერხებს როგორც ამ ტესტის მართებულ გამოყენებას ავადმყოფის საწოლთან, ისე მიღებული შედეგების სწორ შეფასებას.

ლიტერატურული მონაცემები სისხლის წითელი ბურთულების ოსმოსური რეზისტენტობის შესახებ ცხოვრებაში მიღებულ ექსპერიმენტულ სიმსივნეთა დროს მცირერიცხოვანია, მაგრამ კლინიკურ მონაცემებთან შედარებით გაცილებით უფრო ერთგვაროვანია. [2, 3, 5, 7, 8] გამოკვლევათა შედეგები მიუთითებს ერიტროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მომატებაზე ჯივთავებისა

და თავგების ტრანსპლანტირებულ სიმსივნეთა ზრდის პარალელურად. ამავ დროს ამ მოვლენის მექანიზმი ავტორების მიერ სათანადოდ არ არის გაშუქებული. თუმცა მაროციტოზი ცხოველთა სიმსივნური დაავადების დროს ზოგიერთი მკვლევრის ყურადღებას იპყრობდა, მაგრამ არ იქნა წარმოდგენილი მონაცემები ერთროციტების საშუალო ზომის შესახებ, პერიფერიული სისხლის ერთროციტომეტრული მაჩვენებლების გრაფიკული გამოსახულებანი და არ იქნა ისინი დაპირისპირებული ძვლის ტვინის შესატყვის მაჩვენებლებთან.



სურ. 1. კანის კიბო, ინდუცირებული 9.10-დიმეტილ-1,2-ბენზანტრაცენით თავგში

სისხლის სურათის სირთული და გაურკვევლობა, რაც არაერთხელ იყო აღნიშნული კლინიკაში, სახავს ამოცანას, რომ საკითხი შესწავლილ იქნეს ექსპერიმენტში დაავადების შედარებით უფრო მარტივ მოდელზე. ცნობილია, რომ რაც უფრო მარტივია მოდელი, მით უფრო ადვილია ცალკეული, შედარებით უკეთ გამოხატული მომენტების გაგება. აქედან გამომდინარე ჩვენ მივმართეთ კვლევის ექსპერიმენტულ მეთოდს, რომელმაც საშუალება მოგვცა საკითხის დამუშავება გარკვეული გეზით გვეწარმოებინა.

სისხლის სისტემა ონკოგენეზის დროს ჩვენ შევისწავლეთ ტრანსპლანტირებულსარკომიან ვირთაგებზე და კანის ინდუცირებულკიბოიან თავგებზე. ტრანსპლანტაციისათვის სიმსივე მიღებულ იქნა ვირთაგების სარკომა 65 ა-ს გამოყენებით; მისი შტამი მიღებულია სსრ კავშირის სამედიცინო აკადემიის სამედიცინო ბიოლოგიური სადარჯის კიბოს ლაბორატორიაში (ქ. სოხუმი) 1939 წელს.

სისხლის სისტემა ნორმის პირობებში შესწავლილ იქნა 79 ახალგაზრდა და ზრდასრულ ვირთაგვაზე. შედეგები შეჯამებულია ასაკობრივი ჯგუფების მიხედვით. სხვადასხვა ასაკის 38 ვირთაგვაზე შესწავლილ იქნა სისხლის მაჩვენებლები სიმსივნური დაავადების განვითარების პროცესში. ინდუცირებული სიმსივნის მისაღებად კანცეროგენულ აგენტად გამოყენებულ იქნა 9-10-დიმეტილ-1-2-ბენზანტრაცენი, 0,05%-იანი ხსნარის სახით ბენზოლში. ცდაში იმყოფებოდა 100 თეთრი არახაზოვანი ლაბორატორიული თავგი 3-4 თვის ასაკში, რომელთაგან 64-ზე შესწავლილ იქნა სისხლის მაჩვენებლები ნორმის პირობებში, ხოლო 44-ზე — ინდუცირებული სიმსივნის წარმოქმნისა და განვითარების პროცესში. ბეჭთაშუა არეში კანცეროგენული ნივთიერების წასმა წარმოებდა 2 დღის შუალედებით, სულ 45-ჯერ.

პრეპარატების შესწავლის საფუძველზე დადგენილ იქნა ბრტყელუჯრედოვანი კიბოს სურათი. პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ზოგადი მანვენებლები ჩანმრთელსა და სიმსივნურ დაავადებთ შეპყრობილ ვირთაგვებსა და თავგებში შესწავლეობა ერთთროციტების მორფო-ფიზიოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლასთან ერთდროულად (ჰემოგლობინის შემცველობა ერთ ერთთროციტში, ჰემოგლობინის კონცენტრაცია ერთთროციტების მასის 1 კუმ მიკრონში, ერთთროციტების განაწილება მათი დიამეტრის ოდენობის მიხედვით, საშუალო დიამეტრი, ერთი ერთთროციტის სისქე და მოცულობა). ერთთროციტების ფორმა განისაზღვრებოდა საშუალო სისქის საშუალო დიამეტრთან თანფარდობის მიხედვით.

ამრიგად, ერთთროციტების ძირითადი მასის ფორმის შებრტყელების შედეგად სფერული ინდექსი მცირდებოდა, ხოლო სისქის მომატება მის გაზრდას იწვევდა. წინასწარ გამოანგარიშებულ იქნა ობიექტივ და ოკულარმიკრომეტრების თანაფარდობის კოეფიციენტი. ჩვენ მიერსაკვირისათვის ის 13-ს უდრიდა.

ერთთროციტების ოსმოსური მდგრადობა სუფრის მარილის ჰიპოტონიური ხსნარების მიმართ ისაზღვრებოდა მ. იანოვსკის მე-2 პარციალური მეთოდის მიხედვით, რაც საშუალებას გვაძლევდა რიცხობრივად გამოგვეხატა მდგრადი ერთთროციტების რაოდენობა და მათი პროცენტული შეფარდება საწყის რიცხვთან — პარციალურად, ე. ი. ჰემოლიზური რივის ყოველ სინჯში. ჰემოლიზურ სინჯებში გამოყენებულ იქნა ქლორნატრიუმის ხსნარები კლებადი კონცენტრაციით (0,40—0,34—0,30%). ბრილიანტ-კრემლის ლურჯით სუპრავიტალურად შეღებილ ნაცებში ათვლებოდა რტიკულაციების რაოდენობა 1000 ერთთროციტზე, ჯგუფების მიხედვით პროცენტული განაწილების მხედველობაში მიღებით, რადგანაც მუშაობის მსვლელობაში წარმოიშვა საკითხი, წარმოადგენს თუ არა ერთთროციტების ოდენობის შეცვლა პერიფერიულ სისხლის ნაკადზე გარკვეული ზემოქმედების შედეგს, თუ ის თვით ძვლის ტვინში წარმოებს. ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა ძვლის ტვინის ერთთროციტებისა და ერთთრობლასტების განაწილების მრუდები და გამოანგარიშებულ იქნა მათი საშუალო დიამეტრი. ღვიძლის ჰისტოლოგიური პრეპარატების შესწავლამ ცხადყო ღვიძლის მონაწილობა ერთთროპოზის დარღვევაში.

თითოეული ვირთაგვის სისხლი ზემოაღწერილი სქემის მიხედვით გამოვიკვლიეთ 1—7-ჯერ, საშუალოდ 4-ჯერ სიმსივნური დაავადების მსვლელობაში, დაწყებული ექსპერიმენტის წინა პერიოდიდან ტერმინალურ მდგომარეობამდე, თავგებისა კი — საშუალოდ 5-ჯერ.

ექსპერიმენტულ დაკვირვების საფუძველზე მივიღეთ რიგი კანონზომიერი ცვლილებები, რამაც საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა ზოგიერთი ყველზე უფრო ადრეული პათოლოგიური ცვლილება სისხლწარმოქმნისა და სისხლის დაშლის მხრივ სიმსივნური დაავადების დროს და გარკვეული დასკვნა გამოგვეტანა ერთთროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მომატების მექანიზმის შესახებ ავთვისებიან ახალწარმოებულ შემთხვევებში. სიმსივნურ ზრდის ყველაზე უფრო ადრეულ ჰემატოლოგიურ ნიშანს წარმოადგენს ერთთროციტების რიცხობრივი ზრდა სისხლის მოცულობის ერთეულში. ვირთაგვებში ეს მოვლენა თანხედება გადანერგული ბლასტომის აქტიური ზრდის დასაწყისს, თავგებში — ინდუციური სიმსივნის წარმოქმნის მომენტს, მაგრამ არც ერთ და არც მეორე შემთხვევაში ერთთროციტების რიცხვის მომატება ნორმის ფარგლებს არ სცდება და ამ მომენტის მნიშვნელობა მხოლოდ სისხლის სისტემის ნატივ ცვლილებათა შესწავლისა და ბლასტომოგენეზის დინამიკაზე თანამიმდევრულ დაკვირვებათა წარმოების გზით აშკარავდება. საჭიროა აღინიშნოს, რომ თავგებში ერთთროციტების რიცხვის მომატების ტენდენცია სიმსივნის

წარმოქმნის პერიოდში მკაფიოდაა გამოხატული, უფრო ბევრ ცხოველს და ამასთან დიდი დროის განმავლობაში აღენიშნება. ამგვარი მოვლენა შემჩნეულ იქნა ბაჭყალში გადანერგული კარცინომის აქტიური ზრდის დაწყებისას [4] და თავვებში [წინდელტარებული ბლასტომის წარმოქმნის მომენტში. ახალგაზრდა ვირთავებში, როდესაც ახალწარმოქმნილი სილიცი ქაიმის კვერკების თვინობას არ აღემატება, ერთთროციტების რიცხვის მომატების შემდეგ პერიოდიულ სისხლში აღინიშნება ერთთროციტების ძირითად მასაში მაკროლანოციტოზი. ეს გამოხატულებას პოულობს ერთთროციტომეტრიული მრუდების მარჯვნივ გადაადგილებაში (დიდი დიამეტრებისაყენ), აგრეთვე სფერული ინდექსის შემცირებაში ნორმის ქვედა საზღვარს ქვემოთ. ერთთროციტების საშუალო დიამეტრის გამომანგარიშებისას მაკროციტოზის სურათს აღარ ვღებულობთ, რადგანაც, მიუხედავად ერთთროციტომეტრიული მრუდების მწვერვალის დაქვეითებისა და მარჯვნივ გადაადგილებისა, ერთთროციტების საშუალო დიამეტრი ნორმის ფარგლებში რჩება. იგივე უნდა ითქვას ერთთროციტის სისქის მიმართ, რომლის განსაზღვრას დაავადების დასაწყისში დამოუკიდებელი დამხმარე-დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა არა აქვს. რაც შეეხება ერთი ერთთროციტის მოცულობას, ის ერთსა და იმავე საზღვრებში მერყეობს ვირთავის დაღუპვამდე.

სფერული ინდექსის დაქვეითების პარალელურად სიმსივნური დაავადებით შეპყრობილ ვირთავებში იწყებს მატებას ერთთროციტების ოსმოსური რეზისტენტობა. მდგრადი ფორმების რიცხვის მომატება შესამჩნევია პიოტრონიის ხარისხის მიხედვით ყველაზე უფრო სუსტ 0,30%-იან NaCl ხსნარში, შემდეგ სცილდება ნორმის საზღვარს 0,34% ხსნარში და ბოლოს, სიმსივნური დაავადების განვითარებასთან ერთად, მდგრადი ერთთროციტების რაოდენობა იწყებს მატებას 0,40%-იან ხსნარშიც. გარდა ამისა, ერთთროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მატებასთან ერთად სულ უფრო მკაფიოდ მქლავდება ის ფაქტი, რომ, რაც უფრო ნაკლებია ხსნარის პიოტრონიის ხარისხი, მით უფრო მეტადაა გამოხატული მასში მდგრადი ფორმების რაოდენობის მომატება, რაც სიმსივნური დაავადების განვითარების პარალელურად მიმდინარეობს. ტერმინალურ პერიოდში NaCl 0,30% ხსნარში მდგრადი ერთთროციტების რაოდენობა საწყის რიცხვს ხშირად 10-ჯერ აღემატება, 0,34% ხსნარში 3—6-ჯერ, იმ დროს, როდესაც 0,40%-იან ხსნარში ის საწყის რიცხვს მხოლოდ ორჯერ აჭარბებს.

ზრდასრულ ვირთავებში, რომელთაც ლატენტური პერიოდი უფრო ხანგრძლივი აქვთ, ხოლო სიმსივნური ზრდა ახალგაზრდა ვირთავებში შედარებით ნაკლებენერგიული, ამგვარი ცვლილებები სისხლის მხრივ რამდენადმე უფრო მოგვიანებით უვითარდებათ.

მაკროლანოციტოზისა და ერთთროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მომატების პირველი ნიშნები ახალგაზრდა და ზრდასრულ ვირთავებში შესამჩნევია ჯერ კიდევ მაშინ, როდესაც სხვა ჰემატოლოგიური მაჩვენებლების მხრივ ნორმიდან გადახრა არ აღინიშნება. მაკროლანოციტოზი ანემიას, რომელიც დაავადების ტერმინალურ პერიოდში მეტად მკაფიოდ არის გამოხატული, ადვილი არა აქვს. ეს გამოიხატება ჰემატოლოგიის კონცენტრაციის მდგრადობაში ერთთროციტების მასის ერთ კუბ. მიკრონში. ამ მაჩვენებლების რყევადობის საზღვრები აქტიური სიმსივნური ზრდის პირველ პერიოდში ნორმისაგან არ განსხვავდება არ ან რაც ერთ შემთხვევაში 0,30 მიკროგრამის ქვემოთ არ ეცემა. ამის შემდეგ სარკომის განვითარებასთან ერთად შესამჩნევ ხდება ანემიის პირველი ნიშნები. ამ დროს ერთთროციტების რიცხვი სისხლის მოცულობის ერთეულში მცირდება, ეს მოვლენა უფრო მოგვიანებით ვითარდება და ნაკლები ხარისხითაა გამოხატული, ვიდრე ჰემატოლოგიის რაოდენობის შეცვლა. თანდათანობით ვითარდება აშკარა პიოტრონია ჰემატოლოგიის კონცენტრაციის შემცირებით 0,24 მიკრომიკროგრამამდე ერთთროციტების მა-

სის 1 კუბ. მიკრონში. ამრიგად, მიკროპლანოციტოზისა და ერითროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მომატების პერიოდში ჰემოგლობინის კონცენტრაცია მაღალ დონეზე რჩება. საჭიროა აღინიშნოს, რომ პოლიქრომატოფილური, რეტეკულარებული, ბირთვიანი ერითროციტების რიცხობრივ მატება ტერმინალურ მდგომარეობამდე მეტად ნელა წარმოებს და ყურადღებას იპყრობს მხოლოდ განმეორებით დაკვირვებათა დინამიკაში.

წითელი სისხლის ახალგაზრდაბირთვიანი ელემენტების მკვეთრი ნახტომისებრი ზრდა (მათ შორის ჩნდება უჯრედები ბირთვის კარიოკინეზული დაყოფით) ჩვეულებრივ მხოლოდ ტერმინალური პერიოდის მოახლოვებისას ან ტერმინალურ პერიოდში აღინიშნება, რაც საგრძნობლად ამცირებს ამ ტესტის დამხმარე-დიაგნოსტიკურ მნიშვნელობას.

იგივე შეიძლება ითქვას სისხლის თეთრი უჯრედების მიმართ. ნეიტროფილური ლეიკოციტოზი მარცხნივ გადახრით და მონოციტოზი ჩვეულებრივ მაშინ აღინიშნება, როდესაც სიმსივე დიდ ოდენობას აღწევს. მთელი ექსპერიმენტული პერიოდის განმავლობაში ეოზინოფილური რეაქცია ნაირგვარობით ხასიათდება.

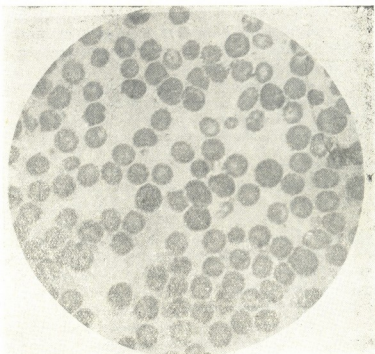
ცვლილებანი ლეიკოპოიზის მხრივ, რაც უფრო ადრეულ ვადებში აღინიშნება, ჩვეულებრივ თანხვედება ტრანსპლანტატის ირგვლივ ანთებადი მოვლენების განვითარებას. ნეიტროფილურ რეაქციას სიმსივეური დაავადების როგორც ადრეულ, ისე მოგვიანებით სტადიაზე ჩვენ ვხსნით მეორადი ინფექციის გაჩენით და ბლასტომის დაშლით. რაც შეეხება მონოციტების რიცხვს, მათი შეფარდებითი რაოდენობა არ აღწევს მაღალ დონეს ცხოველის ტერმინალურ მდგომარეობაშიც კი, ამავდროულად აბსოლუტური რიცხვის ათვლის დროს შესაძლებელია გარკვევით გამოვლინდეს მზარდი მონოციტოზი. სიმსივის აქტიური ზრდის დასაწყისში მაღალ რიცხვებს არ იძლევა მონოციტების არც აბსოლუტური და არც შეფარდებითი რაოდენობა. საინტერესოა აღნიშნულ იქნეს, რომ მონოციტების დადგენა შესაძლებელია სალი ქსოვილების ტრანსპლანტაციის დროსაც (ლ. ლიბი, ნ. კიბლაძე) იმ დროს, როდესაც ერითროციტების ოსმოსური რეზისტენტობა უცვლელი რჩება (დ. ოსაღნი).

თავებში კანის ინდუცირებული კიბოს დროს, ასევე ვირთავებში ტრანსპლანტირებული სარკომათ შეცვლილი სისხლმზადობის პირველ ნიშანს წარმოადგენს ერითროციტების რიცხვის მომატება სისხლის მოცულობის ერთეულში, რის შემდეგაც ვითარდება მაკროპლანოციტოზი და იზრდება ერითროციტების ოსმოსური რეზისტენტობა.

მაკროპლანოციტოზი გამოიხატება ერითროციტომეტრიული მრუდების მარჯვნივ გადახრით და სფერული ინდექსის შემცირებით, რაც აღნიშნული იყო ჩვენ მიერ ჯერ კიდევ მაშინ, როდესაც ცალკე აღებული ერითროციტის საშუალო დიამეტრი და სისქე ნორმის ფარგლებს არ სცილდებოდა. სისხლის იმ სურათის მსგავსად, რომელიც მიღებულია ვირთავებში გადაწერგული სარკომის შემთხვევაში, თავებში კანის ინდუცირებული კიბოს დროს ჰიპოქრომიული ანემია ამ პერიოდში არ აღინიშნება, ხოლო ტერმინალურ პერიოდში ის მკაფიოდ არის გამოხატული. პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის სხვა მაჩვენებლები აგრეთვე ნორმისაგან არ განსხვავდება.

შემდგომ, თავებში ინდუცირებული სიმსივის განვითარებასთან ერთად, მათ უვითარდებათ ჰიპოქრომიული ანემია ჰემოგლობინის შემცველობის დაკლებით როგორც სისხლის 100 მლ, ისე მისი კონცენტრაციის დაკლებით ერითროციტების მასის 1 კუბ. მიკრონში და ფერადობის მაჩვენებლის შემცირებით. პოლიქრომატოფილია, რეტეკულოციტოზი და ერითრობლასტოზი თანდათანობით იზრდება და მკვეთრად მატულობს დაავადების ტერმინალურ პერიოდში. ერთდროულად ვითარდება ცვლილება ლეიკოპოიზისა და ტრიმბოციტოპოიზის

მხრივ. მაკროლანოციტოზი და ერითროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მატება ვითარდება სიმსივნური ზრდის პარალელურად. ერითროციტომეტრიული მრუდების მწვერვალები უფრო მეტად გადაადგილდება მარჯვნივ; ამავე დროს თავგებს, რომელთაც მაკროსკოპულად აღინიშნებათ სიმსივნის დაშლა და დაჩირქება. ერითროციტოგრამებზე დამატებით მწვერვალები უჩნდებათ არა მარტო მარჯვენა, არამედ მარცხენა მხარესაც.



სურ. 2. მაკროციტოზი კანის ინდუცირებული კიბოთი დაავადებული თავის სისხლში (ერითროციტოგრამის მარჯვენა მხარეს დამატებული მწვერვალის წარმოქმნა)

საკვირა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ ინდუცირებული კანის კიბოთი დაავადებულ თავგებს ჰემატოლოგიური ცვლილებების ფონზე, რაც მათ საერთო აქვთ ტრანსპლანტირებული სარკომით დაავადებულ ვირთავგებთან, ზოგიერთ შემთხვევაში ერითროციტების საშუალო დიამეტრი და აგრეთვე მათი რეზისტენტობა დაავადების ტერმინალურ პერიოდში თითქმის ნორმალური აქვთ. მაგრამ ამ მანქენებლების ნორმალიზაცია მხოლოდ მოჩვენებითია და თანხვედბა პერიფერიაზე ერითროციტების მიკროგენერაციის ტალღის წარმოქმნას თავისებური განაწილებით დიამეტრზე. ეს გამოხატულებას პოულობს ერითროციტოგრამის მარცხენა მხარეს დამატებითი მწვერვალის გაჩენაში და აგრეთვე ერითროციტების საშუალო დიამეტრის შემცირებაში საწყის ოდენობამდე. მაგრამ ამ ერითროციტოგრამების შედარება ჯანმრთელ თავგებზე მიღებულ ერითროციტოგრამებთან ამჟღავნებს იმ გარემოებას, რომ საშუალო დიამეტრის გამოთვლით ვერ ვღებულობთ ჰემოზოგენს წარმოდგენას ანიოციტოზის სურათის შესახებ. ერთმწვერვალიანი მრუდი თანდათანობით დადაბლებით მცირე და დიდი დიამეტრების მხარეს, რაც ჯანსაღი თავგების ერითროციტოგრამებისათვის არის დამახასიათებელი, იცვლება სამმწვერვალიან მრუდით, დადაბლებული მწვერვალებით და გაფართოებული ფუძეებით.

საჭიროა აღინიშნოს ის შემთხვევა, როდესაც ერთროციტების საშუალო დიამეტრის შემცირება და დამატებითი მწვერვალების გაჩენა ერთროციტო-გრაფების მარცხენა მხარეზე არ დაემთხვა ერთროციტების ოსმოსური მდგრა-დობის ერთგვარ დაქვეითებას. ის განუწყვეტლივ იზრდებოდა თავის დაღუპ-ვამდე. როგორც ჩანს, იმ შემთხვევებში, როდესაც ერთროციტომეტრიული მრუდის მარცხენა მხარეს დამატებითი მწვერვალის გაჩენა თანხვედბოდა ერთ-როციტების ოსმოსური რეზისტენტობის ერთგვარ დაქვეითებას, პერიფერიაზე ხდებოდა ოსმოსურად არამდგრადი მიკროსფეროციტების ტალის გადმოტ-ყორცნა. იმ შემთხვევებში კი, როდესაც, მიუხედავად ერთროციტების საშუა-ლო დიამეტრის შემცირებისა და ერთროციტოგრამის მარცხენა მხარეს დამა-ტებითი მწვერვალის გაჩენისა, ოსმოსური რეზისტენტობა განუზრგლად მატუ-ლობს, — პერიფერიაზე გადმოტყორცნება მიკროპლანოციტების ტალის, რო-მელთაც, მიუხედავად მცირე დიამეტრისა, დიდი მდგრადობა ახასიათებს.

ასეთ თავგებს დაავადების ტერმინალურ პერიოდში სფერული ინდექსი მკვეთრად აქვთ დაქვეითებული, რაც მიუთითებს ერთროციტების ძირითადი მასის შემბრტყელებაზე საწყისი მონაცემებთან შედარებით. ეს თანხდება სის-ხლის წითელი უჯრედების ოსმოსური რეზისტენტობის საერთო მატებას.

როგორც ვირთავების ტრანსპლანტირებული სარკომა 65-ა-სა და თავგე-ბის კანის ინდუცირებული კიბოს დროს, როდესაც სიმსივნე საგრძნობ ოდენო-ბას აღწევს, ლვიძლის პისტოლოგიური ანათლების შესწავლით ჩვენ მიერ აღ-ნიშნული იყო დიფუზიური ხასიათის ცვლილებები.

ძვლის ტვინში როგორც ტრანსპლანტირებული, ისე ინდუცირებული ბლას-ტომის შემთხვევაში ტერმინალურ პერიოდში აღინიშნება ერთრობლასტური რეაქცია და აგრეთვე ერთროციტებისა და ერთრობლასტების საშუალო დი-ამეტრის ზრდა. ამავე დროს ძვლის ტვინის ერთროციტომეტრიული მონაცე-მების გრაფიკული გამოსახვისას მიიღებოდა მრავალმწვერვალოანი მრუდები და დაბლაზელი მწვერვალებით, გაფართოებული ფუძეებით და მეტწილად მარ-ჯნივ გადაადგილებით. მაკრობლასტური ერთრობოიების სტიმულაციას ხელს უწყობს ლვიძლის ფუნქციის დარღვევა. ერთრობლასტების რამდენიმე გენე-რაციის წარმოქმნის შედეგად პერიფერიაზე ჩნდება ერთროციტების რამდენ-ნიმი გენერაცია თავისებური განაწილებით დიამეტრზე.

მაკროპლანოციტოზი (ერთროციტომეტრიული მრუდის მწვერვალის მარ-ჯნივ გადახრა და სფერული ინდექსის შემცირება) ერთროციტების ოსმოსურ-ი რეზისტენტობის კანონზომიერი მატებით წარმოადგენენ იმ ფუნქციონა-ლურ ტესტებს შეცვლილი სისხლმზადობისა და სისხლის დაშლისა, რომელსაც იძლევიან სიმსივნური ზრდის ადრეულ პერიოდში, როდესაც ლვიძლის ქსოვილ-სა და ძვლის ტვინში მორფოლოგიური ცვლილებების დადგენა ჯერ კიდევ შე-უძლებელია. ამ ტესტების კლინიკაში დანერგვა სასარგებლო იქნება დროული დიაგნოსტიკისათვის, ზოგიერთ შემთხვევაში საშუალებას მოგვცემს შევცვა-ლოთ ავადმყოფისათვის შედარებით ტრავმული ძვლის ტვინის პუნქცია ამ ტესტით.

დასკვნები

1. ვირთავებში გადანერგული სარკომით 65-ა და თავგებში კანის ინდუ-ცირებული კიბოთი სისხლმზადობისა და სისხლის დაშლის ყველაზე ადრეულ ნიშნებს ფუნქციური ძვრები წარმოადგენს. მაკროპლანოციტოზი (ერთროცი-ტომეტრიული მრუდების მარჯნივ გადაადგილება და სფერული ინდექსის დაქ-ვეითება), აგრეთვე ერთროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მატება, რაც გამოიხატება დაუშლელი ერთროციტების პროცენტული მომატებით, ყველაზე

უფრო ნაკლებად ჰიპოტონიურ ხსნარში აღინიშნება ჯერ კიდევ მაშინ, როდესაც პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ზოგად სურათში და აგრეთვე ღვიძლის მორფოლოგიურ აგებულებაში ჯერ კიდევ არ შეიმჩნევა ცვლილებები.

2. პერიფერიულ სისხლში ერითროციტების საშუალო დიამეტრის გამოანგარიშება და აგრეთვე ძვლის ტვინის ერითროციტებისა და ერითრობლასტების საშუალო დიამეტრის განსაზღვრა არ იძლევა სწორ წარმოდგენას ანიზოციტოზის შესახებ. ერითროციტების მრუდების გრაფიკული გამოსახვა წარმოადგენს ისეთ ტესტს, რომელიც გარკვევით მიგვითითებს სისხლმბადობის პროგრესულ დარღვევაზე ექსპერიმენტული ონკოგენეზის პროცესში. ერითროციტების ძირითადი მასის ფორმის შეცვლა უფრო მკაფიოდ გამოიხატება სფერულა ინდექსის დაცემით, ვიდრე ერთი ერითროციტის სისქის გამოანგარიშებით.

3. ზემოაღნიშნული ცვლილებები ვირთავებში სარკომით 65-ა ღრმავლება სიმსივნის განვითარებასთან ერთად და მაქსიმუმ აღწევს დავადების ტერმინალურ პერიოდში. თავებში კანის ინდუციერებული კიბოს განვითარება სისხლის მხრივ უფრო მრავალფეროვან რეაქციებს იძლევა.

4. ერითროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის ცვალებადობაში წამყვან ფაქტორს მათი ფორმა წარმოადგენს. ერითროციტების მდგრადობის მატება ქლორნატრიუმის ჰიპოტონიურ ხსნარებში თანხვედა სისხლის წითელი უჯრედების შებრტყელებას, ხოლო დაქვეითება — სფერულაციას. პერიფერიულ სისხლში სფეროციტების დაშლის წარმოქმნა პლანოციტების ტალღასთან ერთდროულად განაპირობებს ერითროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის საზღვრების გაფართოებას.

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

(რედაქციას მოუწედა 15.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. III. A. Бурштейн. Некоторые данные об изменениях кроветворения у больных раком желудка. -опросы онкологии, т. 2, № 2, 1956.
2. О. А. Левкова и Р. А. Карнова. Определение времени появления раковой реакции крови у мышей с привитым раком. Вестник рино-лар.-отитри, № 1-4, 1934.
3. T. Kabierske. Ueber Blutveränderungen bei Tumormäusen und die Beziehung zu den kachektischen Blutveränderungen bei Karzinom des Menschen. Folia haemat. Bd. 20, H. 2, 1915.
4. L. Pearce, A. Casey. Studies in the blood cytology of the rabbit. VII. J. exper. Med., v. 53, № 6, 1931.
5. J. Putnoky. Ueber die Anämie der Carcinomratten. Ztschr. f. Krebsforsch., Bd. 39, H. 5/6, 1933.
6. Ю. П. Уринсон. О картине крови при введении химически чистого вещества, вызывающего злокачественные опухоли. Сов. врач. ж., № 4, 1937.
7. А. А. Христофоров. О реакции оседания и осмотической резистентности эритроцитов у здоровых и раковых белых мышей до и после хлорирования. Вост. рино-лар.-отитри, № 1-4, 1934.
8. А. А. Христофоров и В. В. Громов. К вопросу о влиянии терапевтических доз хлора на осмотическую резистентность эритроцитов. В сб.: Терапевтический сборник (Института ото-ларин-гологии), т. I, 1940.

ფილოლოგია

ზ. ზუმბუჩიძე

მოთხრობითი ბრუნვა „ვეფხისტყაოსანში“

(ფორმათა ნაირგვარობის საპითხისათვის)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბარამიძემ 6.1.1957)

„ვეფხისტყაოსნის“ ტექსტის მეცნიერულ შესწავლას ხანგრძლივი ისტორია აქვს. დღეისათვის პოემის ტექსტი ძირითადად უკვე დადგენილია [1], მაგრამ მრავალი წერილმანი თუ მსხვილმანი ჯერ კიდევ დარჩა მოუგვარებელი და გადაუჭრელი. ამგვარა საკითხების რიგს ეკუთვნის ფორმათა ნაირგვარობაც, რაც ზოგჯერ პოემის ტექსტში გვხვდება. ამ მხრივ ტექსტის დასადგენად შეიძლება დიდად საყურადღებო იყოს სახელთა ბრუნების გაცნობა პოემის მიხედვით და მისი შეპირისპირება ძველი და ახალი ქართულის მონაცემებთან, განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს კერძოდ მოთხრობითი ბრუნვა, რომლის განვითარების პროცესი ნათლადაა ასახული ძველ ქართულ წერილობით ძეგლებში.

როგორც ცნობილია, მოთხრობითი ბრუნვა გარდამავალი ზმნის III პირის სუბიექტის ბრუნვაა მეორე სერიის ფორმებთან. ძველად ამგვარ შემთხვევაში ადამიანის სახელები ფუძის სახით იყო წარმოდგენილი და არავითარი ნიშანი არ ერთვოდა. მოთხრობითს საკუთარი ნიშანი არ ჰქონია აგრეთვე ე. წ. ნართანიან მრავლობითში, სადაც იგი სხვა ბრუნვათა ფორმებს იზიარებს. მხოლოდობით რიცხვსა და ებ-ახ მრავლობითში კი საზოგადო სახელები¹ მოთხრობით ბრუნვაში დაირთავდნენ მან ფორმანტს: კაც-მან, დედა-მან, ძე-მან, კაც-ებ-მან, დედ-ებ-მან, ძე-ებ-მან და ა. შ.

ძველიდან ახალი ქართულისაკენ გარდამოვალ პერიოდში ხდება, ერთა მხრივ, აღნიშნული ფორმანტის (მან) გამარტივება და გერჩება მა (ბოლოთან-ხმოვნთან სახელებში და ებთან მრავლობითში: კაც-მა, კაცებ-მა და სხვ.). ან მხოლოდ მ (ბოლონხმოვნთანებში: დედა-მ, ძე-მ და სხვ.); მეორე მხრივ, მოახრობითი ბრუნვის ნიშანს უკვე ადამიანთა საკუთარი სახელებიც დაირთავენ იმავე წესით, როგორც საზოგადო სახელები (დავით-მა, მართა-მ, პეტრი-მ და ა. შ.)².

¹ მეორე მოვლენა რამდენადმე უფრო ადრე ჩანს წარმოშობილი. ვიდრე პირველი, მისი ნიშნები ჯერ კიდევ IX ს. ძეგლებში დასტურდება. მაგრამ შემდგომ კი ორივე მოვლენა პარალელურად ვითარდება.

რა ვითარება გვაქვს „ვეფხისტყაოსანში“?

ბუნებრივია, რომ ასეთ ვრცელ ნაწარმოებში მოთხრობითი ბრუნვა ხშირად გვხვდება. ამჟამად გავრცელებულ პოემის ტექსტში, სხვათა შორის, პირველივე სიტყვა მოთხრობითი ბრუნვის ფორმითაა წარმოდგენილი („რომელმან შექმნა სამყარო“), ხოლო 24 სტროფის რითმა მოთხრობითის ფორმანტს ეყრდნობა. ეს სტროფებია: 43, 89, 266, 315, 333, 358, 449, 576; 660, 689, 730, 738, 771, 802, 894, 1244, 1295, 1324, 1340, 1487, 1536, 1562, 1627 და 1662.

მოვიყვანოთ სანიმუშოდ პირველი მათგანი:

არაბეთს გასცა ბრძანება დიდმან არაბთა მფლობელმან:

„თხიხათინ ჩემი ხელმწიფედ დავსვი მე მისმან მშობელმან;

მან განანათლნეს ყოველნი, ვით მზემან მანათობელმან.

მოღით და ნახეთ ყოველმან, შემსხმელმან, შემამკობელმან!“

საკუთრივ მოთხრობითის ფორმა (საზიარო ფორმათა ჩაუთვლელად) პოემაში დაახლოებით 600-ჯერ გვხვდება და აქედან მრავლის-უმრავლეს შემთხვევაში წარმოდგენილია მან ფორმანტით, ე. ი. ბრუნვის ნიშანი სრული სახითაა დაცული.

რაც შეეხება საკუთარ სახელებს, 150 მაგალითი გვაქვს მათი ხმარების მოთხრობით ბრუნვაში და უმეტესობა უნიშნოდ, ფუძის სახით არის წარმოდგენილი: „ავთანდილ თქვა“ (58,3), „თინათინ ბრძანა“ (103,3), „ტარიელ, ასმათ. ავთანდილ თვალთაგან ცრემლნი დალამნეს“ (943,2) და ა. შ.

ამრიგად, მოთხრობითი ბრუნვის ხმარების მხრივ „ვეფხისტყაოსანში“ ძველი ნორმებია დაცული.)

მაგრამ გვხვდება ამ ნორმათა დარღვევის მცირეოდენი მაგალითებიც: აქაიქ, კანტიკუნტად, მან-ის მაგიერ მხოლოდ მ ან მა ჩანს, ხოლო, მეორე მხრივ, მოთხრობითი ბრუნვის ნიშანი დართული აქვს საკუთარ სახელსაც.)

სწორედ ეს ერთეული შემთხვევები იპყრობენ განსაკუთრებულ ყურადღებას. ბუნებრივად ისმის კითხვა: უნდა განსწორდეს თუ არა ეს ცალკეული მაგალითები პოემაში გაბატონებული ნორმის მიხედვით და რამდენად არის ეს შესაძლებელი?

მივმართოთ მაგალითებს:

„ვეფხისტყაოსანში“ ჩვეულებრივია მეფის ნათქვამის განმარტება ამ სიტყვებით: „მეფემან ბრძანა“. ეს ფრაზა მაღალი შაირის რიტმს ვერ ეგუება და ამიტომ სათანადო ადგილებზე დაბალი შაირითაა გამართული. მაღალი შაირის დროს კი ზმნა აწმყოში დგას: „მეფე ბრძანებს“ (ე. ი. მოთხრობითი ბრუნვა აღარ არის საჭირო). მაგრამ არის ერთი მაგალითი, როცა ანალოგიურ შემთხვევაში (ე. ი. მაღალი შაირით გამართულ სტროფში) ნახმარია „მეფემ ბრძანა“:

„მეფემ ბრძანა: „შვილად გავზრდი, თვით ჩემივე გვარი არსა“ (318,4).

ამრიგად, მოთხრობითი ბრუნვის ფორმანტი აქ შეკვეცილი სახით არის წარმოდგენილი, რაც ნორმალური არ არის „ვეფხისტყაოსნისათვის“⁽¹⁾. ამიტომ ეჭვი იბადება, თავდაპირველად აქაც „მეფე ბრძანებს“ ხომ არ იყო. ასეთი ეჭვი გამოთქმულია სახელდობრ პროფ. ა. შანიძის გამოკვლევაში, რომელიც „ვეფხისტყაოსნის“ სიმფონიას ერთვის ([2], გვ. 023).

საკითხი მარტივად გადაწყდებოდა, რომ ზემოთ მოყვანილი ფორმა „ვეფხისტყაოსანში“ ერთადერთი იყოს. მაგრამ მოთხრობითი ბრუნვის სადავო ფორმები პოემაში სხვადასხვა. მაგალითად:

„ვა რად დაგვწვენ უცხო უცხო, რად მოგვიდევ ცეცხლებერ ალი“ (973,4)⁽²⁾.

ზოგჯერ მოთხრობითი ბრუნვის ნიშანს ჩამოცილებული აქვს მხოლოდ ნ, ე. ი. გვრჩება მა. როგორც ჩანს, კორექტურულ შეცდომასთან გვაქვს საქმე, როცა ამგვარი ფორმა ტაქტის თავსა ან შუაშია, როგორცაა. სახელდობრ, პოემის უკანასკნელ გამოცემებში დედოფალმა (513,1) და კაცმა (1321,4). აქ ნ-ს აღდგენა აუცილებელია, რადგან მას ხელნაწერებიც მხარს უჭერენ⁽³⁾. მაგრამ ამასვე ვერ ვიტყვით ისეთი შემთხვევების გამო, სადაც მოთხრობითის შეკვეცილი ფორმით წარმოდგენილია სარიტმო სიტყვა, ხოლო რიტმის დაბოლოება სწორედ მა არის და არა მან.

სახელდობრ:

„ესე წიგნი გაასრულა წყლიანმან და სიტყვა-ნაზმა,
წელთა ოქრო შემოირტყა, საღარიბოდ შეეკაზმა;
ბრძანა: „მინდორს შევჯდებიო“, ლაშქარიცა დაერაზმა;
მასვე წამსა წამოვიდა, შინა ხანი არა დაზმა“. (170 სტროფი).

ნაზმან მოსალოდნელი არ არის, რადგან ნარით არ ბოლოვდება არც ერთი სარიტმო სიტყვა. ანალოგიური მდგომარეობაა 1660-ე სტროფშიც:

„ავთანდილ შეჯდა, წავიდა, ტარიას გაესალამა;
იგი ორნივე გაყრისა დაწენა ცეცხლისა ალამა;
სრულად ინდონი მისტირან, ცრემლმან მინდორი დალამა;
ავთანდილ იტყვის: „მომკლავ სოფლისა მე სამხალამა“.

ამ უკანასკნელი სტროფის რუსთველურობა შეიძლება სადავო იყოს, იქნებ სხვა მაგალითების სისწორეშიც შეგვეტანა ეჭვი და მოთხრობითის ფორმანტის

(1) აღსანიშნავია, რომ „ვეფხისტყაოსნის“ ერთ ხელნაწერში (H—757), რომელიც 1671 წელსაა გადაწერილი, შესაბამის ადგილას იკითხება: „მეფემან თქვა“ [3].

(2) ამას შეიძლება დაემატოს პროფ. ა. შანიძის მიერ აღდგენილი ფორმებიც ([2], გვ. 024, 032): „მაშინ სოფელმან ს ა წ უ თ რ ო მ მიუხვის, რაცა ვინები“ (389,3) და „მე უცხო ს უ ც ხ ო მ მანატრა მოსმენა სანატრელისა“ (1000,1), მაგრამ ამ მაგალითებს ვერ მოვიყვანთ საბუთად, რადგან ისინი თვითონ საპირობებენ დასაბუთებას სხვა მსგავსი ფორმების არსებობის საფუძველზე.

(3) აღსანიშნავია, რომ „ვეფხისტყაოსნის“ სიმფონიაში პროფ. ა. შანიძე ასწორებს კიდევ ზემოხსენებულ მაგალითებს (დედოფალმან, კაცმან), გასწორებათა შორის აღუნიშვნელად.

სრული სახით აღდგენა რითიმე გაგვემართლებინა, რომ ძველ ნორმათა დარღვევა მოთხრობით ბრუნვაში სხვა მხრივაც არ გვეკონდეს. კერძოდ, (ნორმა დარღვეულია იმ მხრივაც, რომ საკუთარი სახელი მოთხრობითში ყოველთვის ფუძის სახით კი არაა წარმოდგენილი, არამედ რამდენიმე შემთხვევაში მას ბრუნვის ნიშანი დაერთვის. აი, ეს მაგალითები:

- „ასმათმან წყალი დაასხა, ცნობად მოვიდა ტარია“ (346,1);
- „ასმათმან დამსვა შორს-გვარად, გულსა მე ლახვარ-ხეზული“ (522,3);
- „რა ასმათმან დაინახა, მოეგება, ცრემლი სწუთების“ (843,1);
- „რა ასმათმან დაინახა, განალამცა გაეხარნეს!“ (916,2);
- „მუნ გვიმასპინძლოს ასმათმან, მას უც ხორცისა ხმელობა“ (1496,3).

შეუძლებელია დავუშვათ, რომ არც ერთი ეს ტაეპი რუსთაველისა არაა. ან თუნდაც მოთხრობითი ბრუნვის ფორმა არ არის ამ ტაეპებში თავდაპირველი სახით წარმოდგენილი და გადამწერთა ხელში არის შეცვლილი. ამგვარ შეცვლას გარკვეული პოეტური ოპერაციები დასპირდებოდა: **ასმათმან** ისე ზის რიტმში, რომ მისი უმტკივნეულოდ შეცვლა შეუძლებელია. ამის გამო მოსალოდნელი არაა, რომ ეს ფორმა რაიმე შემთხვევითი შეცდომის საფუძველზე იყოს წარმოშობილი, ან გვიანდელი გადამწერლების ჩარევის შედეგს წარმოადგენდეს.

აქვე ისიც უნდა გავიხსენოთ, რომ **ასმათს** ზოგჯერ ბრუნვის ნიშნები აქვს დართული სახელობით ბრუნვაშიცა და წოდებითშიც:

- „ასმათი სულსა უღებდა სიტყვითა საკვირველითა“ (283,3).
- „აჲ ასმათი მოგახსენებს ყველაკასა ჩემგან თქმულსა“ (376,4).
- „მოვიდა, ვნახე ასმათი, ჩემთანა მომავალია“ (490,4).
- „ჰე, ასმათო, მოგვივიდა მოწყალება ღმრთისა ზენით“ (1357,2).

სახელობითი ბრუნვის ნიშნითაა წარმოდგენილი თითოჯერ აგრეთვე **ტარიელი** და **სოგრატიც**:

- „ცნა მეფემან, ტარიელი მარტო მოვა. მოჰხრის ტანსა“ (1514,2).
- „ვაზირი ბერი სოგრატი თვით მასთანავე მჯდომია“ (57,3).

თუ ყოველივე ამას გავითვალისწინებთ, იძულებული ვიქნებით ვიღიაროთ, რომ რამდენიმე შემთხვევაში რუსთაველი არღვევს სალიტერატურო ენის ძველი ტრადიციით განმტკიცებულ ნორმებს საკუთარ სახელთა ბრუნებისას და შემოაქვს ისეთი ფორმები, რომელნიც ცოცხალ მეტყველებაში იჩენდნენ თავს. ასეთივე ვითარებაა საზოგადო სახელთა ბრუნებაშიაც.

საზოგადო და საკუთარ სახელთა ბრუნების გათანაბრების ფაქტები „ვეფხისტყაოსნით“ როდი იწყება. ამგვარი იშვიათი მაგალითები ჩვენ ჯერ კიდევ IX—X საუკუნეთა ძეგლებში გვაქვს [იხ. [4], გვ. 157—162, 166].

ის, რაც ერთ დროს იშვიათი იყო, ენაში თანდათანობით იკიდებდა ფეხს და ახალ ქართულში სავსებით დაკანონდა. რუსთაველის დროს ჯერ კიდევ ძველი

ნორმები ბატონობდა, მაგრამ ამ ნორმების რღვევა დაწყებული იყო, და რა გასაკვირია, თუ „ვეფხისტყაოსანში“ სპორადულად ახალ ფორმებსაც უჩენია თავი. ხოლო, თუ ასეა, ზემოხსენებული პარალელური ფორმები პოემაში უცვლელად უნდა იქნეს დატოვებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
რუსთაველის სახელობის
ქართული ლიტერატურის ისტორიის
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 6.1.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. შ. რუსთაველი. „ვეფხისტყაოსანი“, ალ. ბარამიძის, კ. კვეციანის, ა. შანიძის რედაქციით, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის გამოცემა, თბილისი, 1951.
2. „ვეფხისტყაოსნის სიმფონია“, შედგენილი ა. შანიძის ხელმძღვანელობით, ი. სტალინის სახელობის თბილისის სახ. უნივერსიტეტის გამოცემა, ძველი ქართული ვნის კათედრის შრომები, ტ. 3, 1956.
3. „ვეფხისტყაოსანი“ ჩანართი და დანართი ტექსტებით. გამოსაცემად მოამზადა, წინასიტყვაობა და შენიშვნები დაურთო ს. ყუბანეიშვილმა (ალ. ბარამიძის რედაქციით), საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის გამოცემა, 1956.
4. სტ. ჩხენკელი, საკუთარ სახელთა ბრუნვათა ომეკური ხელნაწერის მეფეთა წიგნებში. ი. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, XXV, 1942.



დ ა მ ტ კ ი ც ე მ ბ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 31.1.1957 წ.

დებულება „საბარტოშელოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური (10 სააღრიცხვო-სავაჭროცემლო) 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 აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგებად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით 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 შეძლებისდა გვარად 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 აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებთან შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, ორ ან სამეტი ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, კერძინსკის ძ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XVIII, № 5, 1957

Основное, грузинское издание