

524 /
1956/3

საქართველოს
საბჭოთავო
ბიბლიოთეკა

524/3

საქართველოს
საბჭოთავო
ბიბლიოთეკა

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

გ ლ ა მ ბ ე

ტომი VII, № 7

24

ძირითადი, ქართული გამომცემი

1956



მათემატიკა

- 1. შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი).
მიხსლოებითი ფორმულები ჯერადი ინტეგრალისათვის რეგულარული ფუნ-
ქციისაგან 577

ჰიდრომეხანიკა

- 2. ი. ითონიშვილი. გვერდითი შენაკადების მიერ გამოტანილი მასალის გარეცხვის
საკითხისათვის 585

გეოფიზიკა

- 3. ა. ს. ბანსკაია. აეროლოგიური მონაცემების მიხედვით ატმოსფერულ სვეტში
სითბური ენერგიის სრული მარაგის განსაზღვრის ხერხი 593

ასტროფიზიკა

- 4. ნ. რაზმაძე. ორიონის დიფუზური ნისლეულისა და პლანეტური ნისლეულების,
შესწავლა ფოტოელექტრული დაკვირვებებით 599

ქიმია

- 5. ე. ნანობაშვილი და ლ. ბერუჩაშვილი. ზოგიერთი ლითონის სულფი-
დების კოლოიდურ ხსნარებში ულტრაიისფერი სხივებით გამოწვეული ქანგვა-
აღდგენითი პროცესები 607
- 6. გ. ბაგრატიშვილი. ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების ქიმიური აღნა-
გობის შესწავლა შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრების გამოყენებით 615

გეოგრაფია

- 7. ვ. კაკაბაძე. ქვემო ქართლში სამშენებლო მასალათა მრეწველობის განლაგებისა
და განვითარების საკითხისათვის 623

ტიპნიკა

- 8. ლ. რაბუხინი. წყალგამტარ ნაგებობათა ხერვების ანგარიში აკუმულაციის გა-
თვლისწინებით 629

მეტალურგია

- 9. მ. კეკელიძე. სარკისებრი თუჯის გამოდნობა ელექტროლუმელში დაშქესანის
რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის კარბონატული მადნებისაგან 637

სელექცია

- 10. ი. კაკაბაძე. ციტრუსებში სომატური გზით პოლიპლოიდური ფორმების წარ-
მოშობის საკითხისათვის 645

მემცენარეობა

- 11. გ. ყრუაშვილი. წელიწადში სიმინდის ორი მოსავლის მიღების საკითხისათვის 649

ზოოლოგია

- 12. რ. ყიფიანი და თ. ცეცხლაძე. აბრეშუმის ჭუპრის გაგუღვა და პარკის კონ-
სერვაცია გამა-გამოსხივებით 657

ექსპერიმენტული მიწიცივა

- 13. მ. მაჩაბელი. ერთთროციტების რეზისტენტობის ნორმები თეთრ თაგვებში 663

არქეოლოგია

- 14. ი. გძელიშვილი. ნასოფლარ ნაჭივჭავეების არქეოლოგიური თხრის შედეგები 667

მათემატიკა

ზ. მიქელაძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

მიახლოებითი ფორმულები ჯერადი ინტეგრალისათვის
კიბულარული ფუნქციისაგან

§ 1. ზოგადი კვადრატული ფორმულები
ინტეგრალისთვის რეგულარული ფუნქციისაგან

ვთქვათ, $w(z)$ ფუნქცია რეგულარულია z სიბრტყის G არეში. დავუშვათ, რომ a , $a + Ht_a$ და $a + Ht_p$ რიცხვებს იგივე მნიშვნელობა აქვთ, როგორც [1]-ში და წრფის მონაკვეთი, შემოსაზღვრული $a + Ht_a$ და $a + Ht_p$ წერტილებით, მთლიანად G არეშია მოთავსებული. განვიხილოთ n -ჯერადი ინტეგრალი ($A = a + Ht_a$)

$$\int_A^z \int_A^z \cdots \int_A^z w^{(n)}(z) dz^n = \int_A^z w'(z) dz - \sum_{\lambda=1}^{n-1} \frac{(z-A)^\lambda}{\lambda!} w^{(\lambda)}(A)$$

ამ მონაკვეთით.

ისევე, როგორც ნამდვილი ცვლელადის შემთხვევაში, ნაწილობითი ინტეგრებით გამოვიყვანოთ ტეილორის ფორმულას და წარმოვადგინოთ ამ ფორმულის დამატებით წევრს ინტეგრალის სახით. მივიღებთ:

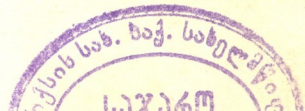
$$\int_A^z w'(z) dz - \sum_{\lambda=1}^{n-1} \frac{(z-A)^\lambda}{\lambda!} w^{(\lambda)}(A) = \frac{1}{(n-1)!} \int_A^z (z-u)^{n-1} w^{(n)}(u) du,$$

სადაც ინტეგრების წირი ზემოთ განხილული სწორხაზოვანი მონაკვეთია. ამრიგად, გვექნება

$$\int_A^z \int_A^z \cdots \int_A^z w^{(n)}(z) dz^n = \frac{1}{(n-1)!} \int_A^z (z-u)^{n-1} w^{(n)}(u) du.$$

უკანასკნელ ფორმულაში მივიღოთ

$$w^{(n)}(z) = f(z), \quad z = a + Ht_p, \quad u = a + Ht$$



მაშინ

$$\int_A^{a+Ht_\beta} \int_A^z \cdots \int_A^z f(z) dz^n = \frac{H^n}{(n-1)!} \int_{t_\alpha}^{t_\beta} (t_\beta - t)^{n-1} f(a + Ht) dt. \quad (1)$$

აქედან ჩანს, რომ ჯერადი ინტეგრალის გამოსათვლელ ფორმულებს ჩვენ მივიღებთ [1]-ში გამოყვანილი კვადრატურული ფორმულების საშუალებით. შედეგად ამისა n განმეორებითი ინტეგრალი გამოიხატება როგორც $f(a + t_\nu H)$ -ის მნიშვნელობათა წრფივი ფუნქცია G არის ერთმანეთისაგან განსხვავებულ $z_\nu = a + t_\nu H$ ($\nu = 1, 2, \dots, m$) წერტილებში.

ზოგად კვადრატურულ ფორმულას n -ჯერადი ინტეგრალის მიახლოებითი გამოთვლისათვის მივიღებთ, თუ (1)-ში $f(a + Ht)$ -ს შევცვლით კომპლექსური ცვლადისთვის არსებული ნიუტონის საინტერპოლაციო ფორმულის მიხედვით. ეს შეცვლა მოგვცემს:

$$\int_A^{a+Ht_\beta} \int_A^z \cdots \int_A^z f(z) dz^n = \sum_{\nu=1}^m A_\nu H^{n+\nu-1} f(a+t_1H, \dots, a+t_\nu H) + R_m,$$

სადაც

$$A_\nu = \frac{1}{(n-1)!} \int_{t_\alpha}^{t_\beta} (t_\beta - t)^{n-1} \prod_{k=1}^{\nu-1} (t - t_k) dt,$$

$$R_m = \frac{H^{m+n}}{(n-1)!} \int_{t_\alpha}^{t_\beta} (t_\beta - t)^{n-1} \prod_{k=1}^m (t - t_k) f(a + tH, a+t_1H, \dots, a+t_mH) dt. \quad (2)$$

A_ν -ს გამოსათვლელ ფორმულაში ნამრავლი

$$\prod_{k=1}^{\nu-1} (t - t_k)$$

ერთით უნდა შეიცვალოს, როცა $\nu=1$.

მეორე ზოგად კვადრატურულ ფორმულას n -ჯერადი ინტეგრალის მიახლოებითი გამოთვლისათვის მივიღებთ, თუ (1)-ში $f(a + tH)$ -ს შევცვლით კომპლექსური ცვლადისთვის არსებული ლაგრანჟის საინტერპოლაციო ფორმულის მიხედვით.

ამგვარად მივიღებთ:

$$\int_A^{a+Ht_\beta} \int_A^z \cdots \int_A^z f(z) dz^n = \frac{H^n}{(n-1)!} \sum_{\nu=1}^m A_\nu f_\nu + R_m, \quad (3)$$

სადაც

$$f_v \equiv f(a + t_v H),$$

და

$$A_v = \frac{I}{m \prod_{\substack{k=I \\ k \neq v}}^m (t_v - t_k)} \int_{t_a}^{t_\beta} (t_\beta - t)^{m-1} \prod_{\substack{k=I \\ k \neq v}}^m (t - t_k) dt. \quad (4)$$

ამ ფორმულის R_m ნაშთს მე-(2) სახე აქვს.

რამდენადაც (4)-ის ინტეგრალქვეშა ფუნქცია ინტეგრალის ზედა საზღვარს t_β -ს შეიცავს როგორც პარამეტრს, როცა $n \neq I$, ინტეგრების მიმართულების შეცვლა საზოგადოდ შეცვლის როგორც A_v კოეფიციენტებს, ისე ინტეგრალის შესაბამის კვადრატურულ ფორმულას.

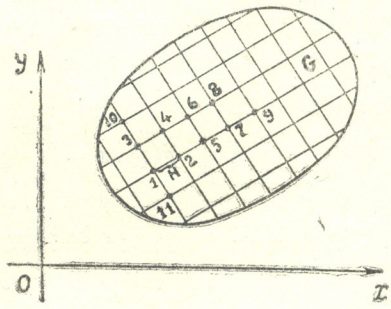
მე-(3) ფორმულა კერძოდ შეიცავს [1, 2]-ის კვადრატურულ ფორმულებს, სამართლიანს როგორც ჩვეულებრივი განსაზღვრული ინტეგრალებისთვის, ასევე ორჯერადი ინტეგრალებისთვისაც.

§ 2. ჩაკეტილი და ღია ტიპის კვადრატურული ფორმულები

მე-(3) კვადრატურულ ფორმულას ვუწოდებთ ჩაკეტილი ტიპის ფორმულას, თუ იმ მონაკვეთის ორივე ბოლო ($a + Ht_a$ და $a + Ht_\beta$), რომლის გასწვრივ აღებულია განსაზღვრული ინტეგრალი, ემთხვევა კვადრატურული ფორმულის კონსტრუირებისთვის გამოყენებულ ორ რომელიმე საინტერპოლაციო $\chi_v = a + t_v H$ კვანძს. თუკი ერთი ან ორივე ბოლო ამ მონაკვეთისა არ წარმოადგენს საინტერპოლაციო კვანძს—კვადრატურულ ფორმულას ღია ტიპის ფორმულას ვუწოდებთ.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ოთხი საინტერპოლაციო კვანძი (ნომრებით 1, 2, 3 და 4), რომლებიც კვადრატის წვეროებს ემთხვევა (ნახ. 1).

აღნიშნოთ χ_v -თი χ -ის მნიშვნელობა v ნომრის მქონე კვადრატის წვეროში, H -ით კი სხვაობა $\chi_2 - \chi_1$. ამრიგად, განსახილველი კვადრატის გვერდის სიგრძე H -ის მოდულის ტოლი იქნება. H -ის არგუმენტი ტოლია იმ კუთხისა, რომელსაც დადებითი ნამდვილი რიცხვების ღერძი ადგენს χ_1, χ_2 მონაკვეთის მიმართულებასთან.



ნახ. 1

გამოვიყვანოთ მაგალითისთვის ღია ტიპის კვადრატურული ფორმულა $\chi_1 = a$ და $\chi_4 = a + (I + i) H$ კვადრატის წვეროებით შემოსაზღვრული დიაგონალის



გასწვრივ აღებული ინტეგრალის მიახლოებით გამოთვლისათვის. საინტეგრაციო კვანძებად მივიღოთ წერტილები:

$$z_1 = a, \quad z_2 = a + H, \quad z_3 = a + iH.$$

გვექნება:

$$\int_a^{a+(1+i)H} f(z) dz = \int_{a+H't_a}^{a+H't_b} f(z) dz = H' \int_{t_a}^{t_b} f(a+H't) dt,$$

სადაც

$$t_a = 0, \quad t_b = 1, \quad H' = (1+i)H.$$

გამოთვლა გვიჩვენებს, რომ ჩვენთვის საინტერესო შემთხვევაში

$$t_1 = 0, \quad t_2 = \frac{1-i}{2}, \quad t_3 = \frac{1+i}{2}.$$

ახლა შეგვიძლია მივიღოთ მე-(4)-ში $n = 1$, $m = 3$ და გამოვითვალოთ A_ν ($\nu = 1, 2, 3$) კოეფიციენტები. საბოლოოდ მივიღებთ ღია ტიპის ფორმულას:

$$\int_a^{a+(1+i)H} f(z) dz = \frac{H}{6} \{ (4+4i)f(z_1) + (-1+3i)f(z_2) + (3-i)f(z_3) \},$$

ზუსტს ყველა 2-ზე ნაკლები ან 2-ის ტოლი ხარისხის მქონე მრავალწევრისთვის.

სრულიად ასეთივე წესით ავაგებთ კვადრატურულ ფორმულებს ჯერადი ინტეგრალისათვის. ასე, z_1, z_2 მიმართულებით აღებული ორჯერადი ინტეგრალის გამოსათვლელი კვადრატურული ფორმულის გამოსაყვანად მე-(4)-ში უნდა მივიღოთ $n = 2$ და გამოვიყენოთ კვადრატის z_1, z_2 და z_3 წვეროები როგორც კვანძები. გამოთვლები დაგვარწმუნებს შემდეგი ღია ტიპის ფორმულის არსებობაში

$$\int_a^{a+(1+i)H} dz \int_a^z f(z) dz = \frac{H^2}{6} \{ 4if(z_1) + (-1+i)f(z_2) + (1+i)f(z_3) \},$$

რომელიც სწორია ყველა პირველი ორი ხარისხის მრავალწევრისთვის.

§ 3. დიფერენციალურ განტოლებათა რიცხვითი ინტეგრება კომპლექსურ არეში

კომპლექსური z ცვლადის სიბრტყეზე აღებულ G არეში ავაგოთ $|H|$ ბიჯის მქონე კვადრატული ბადე (ნახ. 1). ბადის უჯრედების წვეროებს ბადის (კვადრატურული ფორმულის) კვანძები (წერტილები) ვუწოდოთ. და-



ვნომროთ G -ს შიგნითი წერტილები (კვანძები). პირველი ნომრის მქონე წერტილი შევარჩიოთ ისე, რომ ამ წერტილში

$$\frac{d^n w}{dz^n} = f(z, w, w', \dots, w^{(n-1)}) \quad (5)$$

n რიგის დიფერენციალური განტოლების ამონახსენი აკმაყოფილებდეს საწყის პირობებს. გავაინტეგროთ რიცხვითი ხერხით მე-(5) განტოლება G -ში.

z -ის მნიშვნელობებს $1, 2, \dots$ ნომრიანი ბადის კვანძებში აღვნიშნავთ შესაბამისად z_1, z_2, \dots ხოლო

$$w^{(k)}(z) \quad (k = 0, 1, \dots, n-1) \text{ და } f(z, w, w', \dots, w^{(n-1)})$$

ფუნქციების მნიშვნელობებს იმავე კვანძებში — $w_v^{(k)}$ -ით და f_v -ით:

$$w_v^{(k)} \equiv w^{(k)}(z_v), \quad w_v^{(n)} \equiv f_v \equiv f(z_v, w_v, w'_v, \dots, w_v^{(n-1)}).$$

შემდეგ ჩვენ ყველგან ვუშვებთ, რომ მე-(5) დიფერენციალურ განტოლებას აქვს ერთადერთი w ამონახსენი, რეგულარული G -ს შიგით, რომელიც აკმაყოფილებს საწყის პირობებს წერტილში $z_1 = a$.

ჩვენ ვუშვებთ აგრეთვე, რომ z_1 წერტილის რამდენიმე უახლოეს წერტილში (მაგალითად, 2 და 3 ნომრების მქონე წერტილებში) ცნობილია $w_v^{(k)}$ ($k = 1, 2, \dots, n$) რიცხვები. მათი მიღება შესაძლებელია $w^{(k)}(z)$ ფუნქციების $z_1 = a$ -ს მეზობლობაში ხარისხოვან მწკრივებად დაშლით. მაგრამ მათი მიღება შეიძლება აგრეთვე ზოგიერთ განტოლებათა სისტემის ამოხსნით, ამ სისტემის შედგენა კი ხერხდება სპეციალური კვადრატურული ფორმულების დახმარებით, მსგავსად მე-[3] შრომის 2^ნ-ე პარაგრაფში აღწერილი გზისა.

მე-(5) განტოლება შესაძლებელია შეიცვალოს მასთან ეკვივალენტურ n დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით. ამ სისტემის ინტეგრება შესაძლებელია ღია ტიპის კვადრატურული ფორმულებით, მსგავსად იმისა, როგორც ეს კეთდება ნამდვილი არისთვის.

ასე,

$$\frac{dw}{dz} = f(z, w)$$

დიფერენციალური განტოლების იმ ამოხსნის გამოთვლისათვის ნახ. 1 და-ნომრილ წერტილებში, რომელიც იქცევა w_1 -ად $z_1 = a$ წერტილში, გამოსადგვია ქვემოთყვანილი ფორმულები:

$$w_4 = w_1 + \frac{H}{12} \{ (8 + 8i)f_1 + (-2 + 6i)f_2 + (6 - 2i)f_3 \},$$

$$w_4 = w_2 + \frac{H}{12} \{ (2 + 6i)f_1 + (-7 + 7i)f_2 + (5 - i)f_3 \},$$

$$w_4 = w_3 + \frac{H}{12} \{ (6 + 2i)f_1 + (-1 + 5i)f_2 + (7 - 7i)f_3 \},$$

$$w_4 = \frac{1}{3} (w_1 + w_2 + w_3) + \frac{H}{18} \{ (8 + 8i)f_1 + (-5 + 9i)f_2 + (9 - 5i)f_3 \}.$$

შესასწორებლად სასარგებლოა შემდეგი ფორმულა:

$$w_4 = w_1 + \frac{H}{6} \{(2 + 2i)f_1 + (1 + i)f_2 + (1 + i)f_3 + (2 + 2i)f_4\}.$$

w_4 -ის გამოთვლის შემდეგ შევძლებთ f_4 -ის გამოთვლას.

ახლა შეიძლება w_5 -ის გამოთვლაც ერთ-ერთი ქვემომოყვანილი ფორმულის საშუალებით:

$$w_5 = w_2 + \frac{H}{12} \{(-1 - 5i)f_1 + (18 + 10i)f_2 + (-5 - 5i)f_4\},$$

$$w_5 = w_2 + \frac{H}{12} \{(-6 - 10i)f_1 + (23 + 5i)f_2 + (-5 + 5i)f_3\}.$$

შესასწორებლად შეიძლება შემდეგი ფორმულის გამოყენება:

$$w_5 = w_2 + \frac{H}{48} \{(-1 - 3i)f_1 + (32 + 12i)f_2 - 6if_4 + (17 - 3i)f_5\}.$$

w_4 და w_5 -ის გამოთვლის შემდეგ შეიძლება ჩვენი მსჯელობის გამეორება და w_6 და w_7 -ის გამოთვლა. შემდგომ ამისა შევუძლებით w_8 და w_9 რიცხვების გამოთვლას და ასე შემდეგ.

შეიძლება $w^{(k)}(\zeta)$ ($k = 0, 1, \dots, n$) ფუნქციების მნიშვნელობათა გამოთვლა ბადის კვანძებში n -ური რიგის დიფერენციალური განტოლების უშუალო გამოყენებით (ამ განტოლების ეკვივალენტური სისტემით შეუცვლელად). უკანასკნელი ხერხი საზოგადოდ უფრო სწრაფად მიგვიყვანს საბოლოო შედეგამდე.

ასე,

$$\frac{d^2 w}{d\zeta^2} = f(\zeta, w, w')$$

მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლების იმ კერძო ინტეგრალის მნიშვნელობათა გამოთვლისათვის, რომლის საწყისი მნიშვნელობანი მოცემულია $\zeta_1 = a$ წერტილში, შეიძლება გამოვიყენოთ ქვემომოყვანილი (ან სხვა, მათი მსგავსი) ფორმულები:

$$w_2 = w_1 + Hw'_2 - \frac{H^2}{24} \{(4 + 2i)f_1 + (7 - i)f_2 + (1 - i)f_3\},$$

$$w_2 = w_1 + Hw'_2 - \frac{H^2}{24} \{(3 + i)f_1 + (8 - 2i)f_2 + (1 + i)f_4\},$$

$$w_4 = w_2 + iHw'_2 - \frac{H^2}{24} \{(4 - 2i)f_1 + (9 + 5i)f_2 + (-1 - 3i)f_3\}.$$



$$w_5 = w_2 + Hw'_2 - \frac{H^2}{24} \{(4 + 6i)f_1 + (-19 - 3i)f_2 + (3 - 3i)f_3\},$$

$$w_5 = w_2 + Hw'_2 - \frac{H^2}{24} \{(1 + 3i)f_1 - (16 + 6i)f_2 + (3 + 3i)f_4\},$$

$$w_4 = w_2 + iHw'_2 - \frac{H^2}{24} \{(1 - i)f_1 + (8 + 2i)f_2 + (3 - i)f_4\},$$

$$w_4 = w_1 + (1 + i)Hw'_1 + \frac{H^2}{24} \{16if_1 + (-4 + 4i)f_2 + (4 + 4i)f_3\},$$

$$w_4 = w_2 + iHw'_1 + \frac{H^2}{24} \{(-8 + 14i)f_1 + (-7 + 5i)f_2 + (3 + 5i)f_3\},$$

$$w_4 = w_3 + Hw'_1 + \frac{H^2}{24} \{(8 + 14i)f_1 + (-3 + 5i)f_2 + (7 + 5i)f_3\}.$$

w' -ის გამოთვლისათვის კი გამოდგება მარტივი ინტეგრალების გამოსათვლელი კვადრატურული ფორმულები, თუ ამ ფორმულებში შევცვლით w -ს w' -ით.

ზოგიერთი ახლახან გამოწერილი ფორმულის გამოყენების შედეგად მივიღებთ:

$$w_4 = w_2 + w_3 - w_1 + \frac{H^2}{4} \{2if_1 + (-1 + i)f_2 + (1 + i)f_3\},$$

$$w_4 = \frac{(1 + i)w_2 + (1 - i)w_3}{2} + \frac{H^2}{24} \{6if_1 + (-5 + 3i)f_2 + (5 + 3i)f_3\},$$

$$w_5 = 2w_2 - w_1 + \frac{H^2}{12} \{-2if_1 + (13 + i)f_2 + (-1 + i)f_3\},$$

$$w_5 = 2w_2 - w_1 - \frac{H^2}{12} \{(-1 + i)f_1 + (-12 - 2i)f_2 + (1 + i)f_4\}.$$

უკანასკნელი ფორმულები განსაკუთრებით მოსახერხებელია მეორე რიგის

$$w'' = f(z, w)$$

დიფერენციალური განტოლების ინტეგრებისთვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ა. რაზმაძის სახელობის
 თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

სტალინის სახელობის
 თბილისის სახელმწიფო
 უნივერსიტეტი

დამოწმებული ლიტერატურა

1. შ. მიქელაძე. კვადრატურული ფორმულები რეგულარული ფუნქციისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVII, № 4, 1956.
2. Herbert E. Salzer. Formulas for numerical integration of first and second order differential equations in the complex plane, J. Math. Physics, **29**, № 3, 1950.
3. Ш. Е. Микеладзе. Численное интегрирование. Успехи матем. наук, **3**, № 6, 1948.

ი. ითონიშვილი

გვერდითი შენაკადების მიერ გამოტანილი მასალის გარეცხვის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. მოსტოვმა 15.8.1956)

მდინარე თერგზე (ყაზბეგის რაიონი) ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობასთან დაკავშირებით დაისვა ამოცანა მთავარი კალაპოტიდან გვერდითი შენაკადების მიერ მოზიდული დიდი რაოდენობის ნალექი მასალის გარეცხვის შესახებ. ამასთან, ვინაიდან მდინარე გადაკეტილია ზემოთ მდებარე კაშხალით, საჭიროა გარეცხვის განხორციელება პერიოდული წყლის ხარჯებით, რაც შესაძლებელია მიღებულ იქნეს არსებული წყალსაცავიდან.

განსახილველი ამოცანა დაკავშირებულია მთელ რიგ სიძნელეებთან. კერძოდ, რადგანაც გამოტანილი მასალა ავსებს მთავარი კალაპოტის სიგანის მხოლოდ ნაწილს, გარეცხვა უნდა წარმოებდეს ცალმხრივად (გვერდიდან). გარდა ამისა, ნაკადის გამოდინების დროს, ჩვენთვის უცნობია მასალის ფიზიკურ-მექანიკური შემადგენლობა, რაც თავისთავად ართულებს უკანასკნელის ურთიერთ შეჭიდულობის პირობების მხედველობაში მიღებას მასზე შედარებით სუფთა წყლის შემოქმედებისას. დასასრულ, ვინაიდან გვერდითი გამოტანის ფორმები მეტად მრავალფეროვანია, ანგარიშის წარმოებისათვის შეგვიძლია მათი მხოლოდ სქემატიზირება.

პრინციპიალური დამოკიდებულების გამოსაყვანად ვღებულობთ, რომ: დაღეკილი მასალა პრიზმული ფორმისაა, მდინარის სიღრმე მთავარ კალაპოტში მუდმივია, ნაკადის ფილტრაცია და მისი გადადინება მასალის ზემოდან მხედველობაში არ მიიღება (აღნიშვნები იხ. ფიგ. 1).

თუ გარეცხვის მოცულობას მივიღებთ „მოქმედი“ სიჩქარისა, ენერგიის ხაზის ქანობისა და იმ ფართობის პროპორციულს, რომელზედაც უშუალო შემოქმედებას ახდენს წყლის ნაკადი, მაშინ გარეცხილი მასალის მოცულობის სიდიდე დროის ელემენტარულ dt მონაკვეთში შეადგენს

$$hl(v - v_0) \text{ if } dt;$$

ოგივე გარეცხვის მოცულობა შეიძლება შემდგენიარად დაიწეროს:

$$hl \varepsilon dx,$$



სადაც v ნაკადის ბუნებრივი სიჩქარეა, v_0 —გასარეცხი მასალისათვის საჭირო დაძვრის სიჩქარე, $(v - v_0)$ —„მოქმედი“ სიჩქარე, $i = -\frac{dE}{ds}$ ენერჯიის ხაზის ქანობა, ε —ფორიანობის კოეფიციენტი, f —კოეფიციენტი.

წინამდებარე გამოსახულებების ურთიერთ გატოლების შედეგად შეგვიძლია მივიღოთ გვერდითი გარეცხვის პროცესის დიფერენციული განტოლება შემდეგი სახით

$$dt = \frac{\varepsilon dx}{if(v - v_0)} \quad (1)$$

განსაზღვრული ფრაქციული შემადგენლობისათვის ფორიანობის კოეფიციენტი ε შეგვიძლია მივიღოთ მუდმივ სიდიდედ. აგრეთვე ჩავთვალოთ, რომ გარეცხვის პერიოდში ენერჯიის ხაზის ქანობი და f კოეფიციენტი მუდმივია. მაშინ (1) განტოლებიდან შეგვიძლია განვსაზღვროთ

$$t = \frac{\varepsilon}{if} \int \frac{dx}{v - v_0} \quad (2)$$

ვინაიდან ფილტრაციის მხედველობაში არ ვღებულობთ, სიჩქარე v შეგვიძლია შევცვალოთ $v = \frac{Q}{Hx}$ -ით, სადაც x კალაპოტის თავისუფალი სიგანეა. ჩასმის შედეგად ვღებულობთ

$$t = \frac{\varepsilon}{ifv_0} \int \frac{X dx}{\frac{Q}{v_0 H} - X} \quad (3)$$

თუ (3)-ს გავაინტეგრალებთ X_1 -დან X_2 -მდე, სადაც X_1 კალაპოტის სიგანეა გარეცხვამდე, ხოლო X_2 იგივე გარეცხვის შემდეგ და აღვნიშნავთ

$$\frac{Q}{v_0 H} = K,$$

მივიღებთ

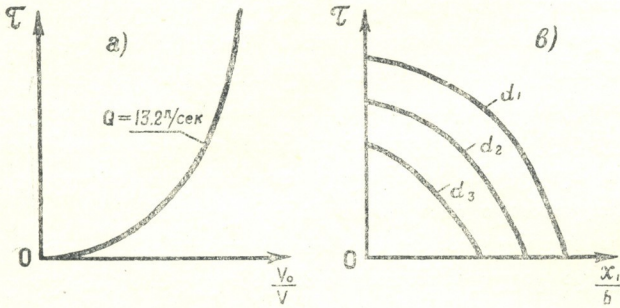
$$t = \frac{\varepsilon K}{ifv_0} \left[\frac{X_1 - X_2}{K} + \ln \frac{1 - \frac{X_1}{K}}{1 - \frac{X_2}{K}} \right] \quad (4)$$



$$\ln \frac{1 - \frac{X_1}{K}}{1 - \frac{b}{K}} > 1 - \frac{b}{K}$$

ფიგ. 2^ა და 2^ბ-ზე მოგვეყავს გარეცხვის დროის დამოკიდებულების გრაფიკები (უგანზომილებო სიდიდეებში): ერთი მხრივ, ფრაქციის ცვალებადობისაგან — $\frac{v_0}{v}$ (ფიგ. 2^ა), მეორე მხრივ, კალაპოტის სხვადასხვა შევიწროებისაგან — $\xi_1 = \frac{X_1}{b}$ (ფიგ. 2^ბ). აღნიშნული გრაფიკები აგებულია (5) ფორმულის საფუძველზე წყლის მუდმივი ხარჯისათვის.

როგორც მოყვანილი გრაფიკებიდან ჩანს, ფრაქციის ზომის გადიდებით სათანადოდ იზრდება გარეცხვის დრო. აგრეთვე კალაპოტის შევიწროების



ფიგ. 2

გადიდება, რაც იგივეა — ξ -ის შემცირება, იწვევს გარეცხვის დროის ზრდას.

გვერდითი გარეცხვის მოვლენების საფუძვლიანი შესწავლისათვის შესრულებულ იქნა მთელი რიგი ექსპერიმენტალური დაკვირვებანი. ცდები მიმდინარეობდა საქარ-

თველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ა. დიდებულიძის სახ. ენერგეტიკის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში—ჰიდრაულიკურ არხში.

ხარისხობრივ დაკვირვებებთან ერთად ცდების მიზანი იყო გვერდითი ხეებიდან გამოტანილი მასალის მოცულობისა და წათი ფრაქციის ზომების ზეგავლენის შესწავლა გარეცხვის საერთო ხანგრძლივობაზე. როგორც აღვნიშნეთ, დაკვირვება მიმდინარეობდა არხში, რომელსაც ჰქონდა მინის კედლები. ლითონის ფსკერზე მოთავსებული იყო ბრტყელი ფიცარი ბეტონის თხელი ფენით, უკანასკნელში გარკვეული წესით ჩამაგრებული იყო ქვები, ზომით არაუმეტეს გამოსაცდელი ფრაქციის ზომისა. არხის სიგანე $b = 28$ სმ იყო, სიგრძე $l = 4,5$ მტ, სიმაღლე $h = 70$ სმ. საჭირო წყლის ხარჯის მიწოდება ხორციელდებოდა ცენტრიდანული ტუმბოს საშუალებით; არხი ხასიათდება შემდეგი ჰიდრაულიკური ელემენტებით: $c = 13$, ხორკლიანობის კოეფიციენტი $n = 0,016$, $\gamma = 0,277$ და $\Delta = 0,0108$ მმ.

ფრაქციის დიამეტრი განისაზღვრა საცრული ანალიზის წესით. დაკვირვება წარმოებდა შემდეგი ზომის ფრაქციებზე: $d = 5 - 10, 10 - 15, 15 - 20, 20 - 25, 25 - 40$ მმ. ამასთან, ჩვენ დავკმაყოფილდით გამოსაცდელი ფრაქციის

ისეთი ზომებით, რომელიც ფაქტიურად არ აღემატებოდა არხის ფსკერის ხორკლიანობის აბსოლუტურ სიდიდეს.

წყლის მუდმივი ხარჯის დროს და არხში ჩაყრილი ქვიშის სხვადასხვა მოცულობისათვის და ჩაყრილი ქვიშის ერთი და იმავე მოცულობისათვის სხვადასხვა ხარჯის დროს ჩვენ განვსაზღვრეთ მთლიანი გარეცხვისათვის საჭირო დრო, ცდებიდან მიღებული შედეგები მოთავსებულია ცხრილი 1.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$i = \frac{v^2}{c^2 H}, \quad v = \frac{Q}{bH},$$

შეგვიძლია დავწეროთ

$$t_* = \frac{\epsilon \rho c^2 b^2 H^2}{2,88 f (\rho' - \rho) d Q g}$$

ვინაიდან ცდების წარმოების დროს არხში ჩაყრილი ქვიშის გეომეტრიული ფორმა ახლოს იყო კონუსურთან, შესაძლებელია მივიღოთ, რომ $H^3 \cong V$, სადაც V ქვიშის მოცულობაა. მაშასადამე,

$$t_* = \frac{\epsilon \rho c^2}{2,88 f (\rho' - \rho) g} \frac{1}{q} \frac{b}{d} V^{2/3}, \quad (7)$$

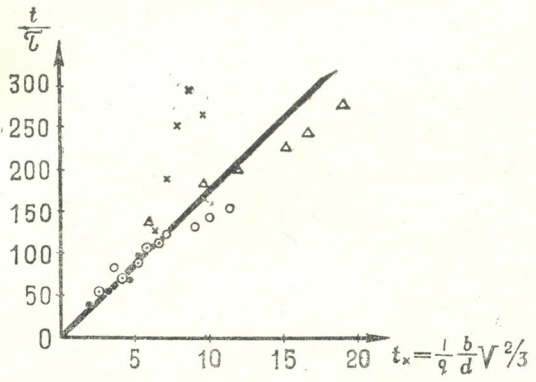
სადაც

$$q = \frac{Q}{b}$$

წყლის კუთრი ხარჯია.

თუ აბსცისათა ღერძზე გადავზომავთ

$$t_*^0 = \frac{1}{q} \frac{b}{d} V^{2/3},$$



ფიგ. 3

ხოლო ორდინატთა ღერძზე $\frac{t}{\tau}$, მივიღებთ $\frac{t}{\tau}$ -ს ემპირიულ დამოკიდებულებას t_*^0 -საგან (ფიგ. 3).

უმცირესი კვადრატების მეთოდით, ცდებით მიღებული წერტილების მიხედვით ვპოულობთ წრფის განტოლებას, რომელიც გამოხატავს $\frac{t}{\tau}$ -ს დამოკიდებულებას t_*^0 -საგან. გრაფიკიდან ვღებულობთ

$$\frac{t}{\tau} = 18,119 \frac{1}{q} \frac{b}{d} V^{2/3} \quad (8)$$

(8) და (9)-დან

$$f = \frac{\epsilon \rho c^2}{18,119 \times 2,88 (\rho' - \rho) g},$$

ცხრილი 1

სერიის №, №	რიგითი №№	Q წყლის ხარჯი არხში ლ/საჯ.	P ჩაყრილი ქვიშის წონა (კგ)	d ფრაქციის საშუალო დიამეტრი (მმ)	t გარეცხვის დრო სამი ცდიდან საშუალო (სეკ.)
I	2	3	4	5	6
I	1	13,2	1	5-10	22
	2	13,2	2	—	32
	3	13,2	3	—	39
	4	13,2	4	—	47
	5	13,2	5	—	54
	6	13,2	6	—	65
II	7	13,2	1	10-15	32
	8	13,2	2	—	45
	9	13,2	3	—	53
	10	13,2	4	—	60
	11	13,2	5	—	68
	12	13,2	6	—	77
III	13	13,2	1	15-20	43
	14	13,2	2	—	60
	15	13,2	3	—	78
	16	13,2	4	—	100
IV	17	13,2	1	20-25	70
	18	13,2	2	—	100
	19	13,2	3	—	150
	20	13,2	4	—	180
V	21	13,2	2	5-10	45
	22	12,0	2	—	51
	23	11,0	2	—	60
	24	10,0	2	—	72
	25	9,0	2	—	85
	26	8,0	2	—	95
	27	6,0	2	—	—
	28	5,0	2	—	—

თუ ჩავსვამთ $\varepsilon = 0,30$, $\rho = 1$, $\rho' = 2,6$, $c = 13$ (ექსპერიმენტებიდან) მივიღებთ

$$f = \frac{0,3 \times 169}{819,06} = 0,061.$$

(4) განტოლებაში f -ის მნიშვნელობის ჩასმის შედეგად მივიღებთ, ჰვერდითი გარეცხვისათვის საჭირო დროის საანგარიშო ფორმულას:

$$t = 16,39 \frac{\varepsilon K}{i f v_0} \left[\frac{X_1 - X_2}{K} + \ln \frac{1 - \frac{X_1}{K}}{1 - \frac{X_2}{K}} \right] \quad (9)$$

ანდა

$$t = 16,39 t_* \tau. \quad (10)$$

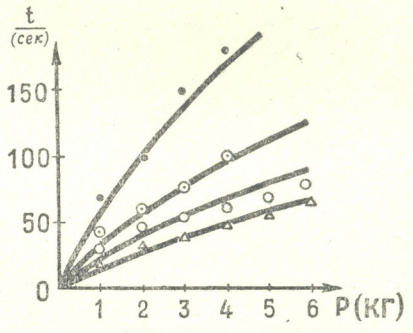
X_1 -ის გამოსათვლელად, რომელიც საჭიროა τ -ს განსაზღვრისათვის, ჩაყრილი ქვიშის კონუსურ ფორმას ვცვლით ფიქტიური პრიზმატული ფორმით, რომელსაც იგივე მოცულობა და სიმაღლე აქვს, რაც პირველს.

როგორც გრაფიკიდან ჩანს (ფიგ. 3), მუდმივი ხარჯის დროს ცდებით მიღებული წერტილები დასაშვებ ფარგლებში არიან განლაგებულნი სწორი ხაზის მიმართ, მაგრამ ხარჯის ცვალებადობის დროს წერტილები საკმაოდ

გათანტულია (იხ. წერტ. აღნიშნული ჯგერებით). ალბათ, $\frac{t}{\tau}$ -ს დამოკიდებულება t^* -სგან უნდა ხასიათდებოდეს წრფეთა ოჯახით, რომლებიც გაივლის კოორდინატთა სათავეში, ანუ სხვანაირად, f კოეფიციენტი დამოკიდებული იქნება ხარჯზე Q .

მაგრამ კვლევის ამ სტადიაზე დავკმაყოფილდებით ერთი დამახასიათებელი მრუდით.

გრაფიკზე (ფიგ. 4) (10) ფორმულის საფუძველზე აგებულია გარეცხვის დროის დამოკიდებულების მრუდები, ქვიშის სხვადასხვა წონისა და ზომისაგან. აქვე ნაჩვენებია ექსპერიმენტული წერტილები. როგორც გრაფიკიდან ჩანს, თეორიული და ექსპერიმენტალური მონაცემები კარგად ემთხვევა ერთიმეორეს.



ფიგ. 4

ზოგიერთი განსხვავება იმით აიხსნება, რომ (5) ფორმულის გამოყვანის დროს დაშვებულ იქნა მთელი რიგი გამარტივებები. სახელდობრ, ფილტრაცია და წყლის გადადინება ჩაყრილი ქვიშის ზემოდან მხედველობაში არაა მიღებული, ჰიდრაულიკური ქანობი და წყლის სიღრმე არხში, მიღებულია მუდმივ სიდიდედ.

შემდგომში გათვალისწინებულია კვლევის საზღვრების გაფართოვება და მიღებული თეორიული დამოკიდებულების გამოყენების შესწავლა ბუნებრივი პირობებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ა. დიდებულისის სახელობის
 ენერგეტიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 15.3.1956)

გეოფიზიკა

ა. სობანსკაია

ამროლოგიური მონაცემების მიხედვით ატმოსფერულ სვეტში
სითბური ენერგიის სრული მარაგის განსაზღვრის ხერხი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 11.6.1955)

ჰაერის მასების სტრატოფიკაციის სრული ენერგიის გათვალისწინების აუცილებლობას ჯერ კიდევ 1906 წელს და უფრო ადრეც აღნიშნავდა მ. მარგულესი [3]. მის მიერ დასახული ამოცანა მდგომარეობდა კინეტიკური ენერგიის ნამატის განსაზღვრაში ჰაერის პოტენციური ენერგიის სრული მარაგის შემცირების მიხედვით.

კინეტიკური ენერგიის ნამატის მისაღებად მ. მარგულესმა შექმნა შემდეგი ფორმულა:

$$\delta k = - \frac{Cp}{Ag} \int_0^p \delta T dp.$$

ამავე საკითხით დაინტერესებული იყო რ. როსბიცი [4]. რომელმაც უშუალოდ ჰაერის მასის პოტენციური ენერგიის გამომანგარიშების საფუძველზე, ეკვივალენტური და პოტენციური ტემპერატურის შეტანით მიიღო მ. მარგულესის ფორმულის მსგავსი შედეგი, ე. ი.

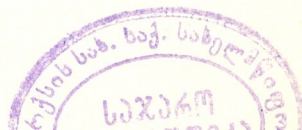
$$\delta k = - \frac{Cp}{Ag} \int_0^{p_0} (T'_t - T'_{t_0}) dp,$$

სადაც T' არის ეკვივალენტური ტემპერატურა.

შემდგომ ა. დიუბუკმა [2] განსაზღვრა ჰაერის მასის კინეტიკური ენერგიის ცვლილება როსბის განსაზღვრაში ეკვივალენტური და პოტენციური ტემპერატურის მნიშვნელობათა შეტანით; საბოლოოდ როსბის ფორმულამ მარგულესის ფორმულის ანალოგიური სახე მიიღო—მშრალი ჰაერისათვის:

$$\delta k = - \frac{Cp}{Ag} \int_0^{p_0} (T_t - T_{t_0}) dp$$

და ნაჯერ მდგომარეობაში მყოფი ჰაერისათვის:



7383

$$\delta k = -\frac{C_p}{Ag} \left\{ \delta \int_{p_h}^{p_0} \left(T + \frac{r_q}{C_p} \right) dp - \delta \int_{p_h}^{p_0} \Phi(T) \lg p \right\}.$$

ატმოსფეროს ენერჯიის საკითხზე მ. მარგულესის მიერ გამოთქმული აზრის განვითარების შედეგად ა. დიუბუჟმა მოგვცა ხერხი იმ ენერჯიის გრაფიკულად განსაზღვრისათვის, რომელიც შეიძლება გამოიყოს ჰაერის შრეების შებრუნებისას.

ამჟამად ყველაზე მეტად მიღებულია ჰაერის უმდგრადობის ენერჯიის გამოანგარიშების ორი მსგავსი ხერხი: 1) შოუს ტეფიგრამული მეთოდი და 2) რტედალის ემაგრამული მეთოდი.

ორივე მეთოდი განიხილავს იმ ენერჯიას, რომელიც გამოიყოფა ჰაერის მასის ერთეულის (კგ) ასვლისას და გრაფიკულად გამოისახება ორგზის ურთიერთმკვეთ ორ მრუდს (მდგომარეობის მრუდსა და სტრატოფიკაციის მრუდს) შორის მოქცეული ფართობით [1]. ა. დიუბუჟის მიერ შემოღებული ტეფიგრამების, ემაგრამებისა და ნომოგრამების აგებისას მიღებული ფართობები იზომებოდა პლანიმეტრით, რის დროსაც ფართობის ენერგეტიკული მასშტაბი უდრიდა $1 \text{ სმ}^2 = 26,4$ ჯოულს ჰაერის მასის ერთეულზე (კგ).

ჰაერის უმდგრადობის ენერჯიის განსაზღვრა ზემოხსენებული მეთოდებით არასაკმაოდ ზუსტია და ზოგ შემთხვევაში საიმედო შედეგს არ იძლევა.

მაგალითად, ჰაერის თვით უმნიშვნელო შრის გადათბობაც კი ქმნის შთაბეჭდილებას უმდგრადობის მეტად დიდი ენერჯიის შესახებ, ხოლო მიწისპირა ინვერსია, პირიქით, ჰაერის სრული მდგრადობის შთაბეჭდილებას იძლევა.

ამავე დროს ორივე შთაბეჭდილება მცდარია, ვინაიდან უმნიშვნელო სისქის მქონე გადამთბარი შრე თავისი აღმასვლისას უმნიშვნელო ენერგეტიკულ ეფექტს წარმოქმნის, იმ დროს როდესაც ინვერსიის მიწისპირა შრის ზემოთ, მისი მდგომარეობის მიუხედავად, შეიძლება მოხდეს ნესტიანი და უმდგრადი ზედა შრეების მძლავრი შებრუნება.

ამრიგად, ჩვენ ვხედავთ, რომ ჰაერის მასის მდგრადობის ენერჯიის დასახასიათებლად ზემოაღნიშნული ხერხები არასაკმარისია.

ა. დიუბუჟისა და სხვა ავტორების მიერ მიღებული ფორმულების პრაქტიკული გამოყენება ატმოსფერულ სვეტში ენერჯიის ზუსტი განსაზღვრისათვის დღემდე შეუძლებელი იყო, ისეთი შრომები კი, რომლებიც გააშუქებდნენ ჰაერის მასების თბური ენერჯიის სრული მარაგის გამოანგარიშების შესაძლებლობას, როგორც ჩვენთვის ცნობილია, დღემდე გამოქვეყნებული არ ყოფილა. ამავ დროს სინოპტიკური პროცესების რიგი საკითხების გამოსაკვლევად, აგრეთვე სხვადასხვა ტიპის ჰაერის მასათა დინამიკურ-კლიმატოლოგიური დახასიათებისათვის ამგვარი საკითხის დაყენებას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

წინამდებარე სტატიაში ჩვენ მიერ დამუშავებულია აეროლოგიური დაკვირვებების მიხედვით ატმოსფერულ სვეტში თბური ენერჯიის სრული მარაგის განსაზღვრის პრაქტიკულად გამოსადეგი ხერხი.

სითბური ენერჯიის სრული მარაგის განსაზღვრის ხერხი

განვიხილოთ ჰაერის სვეტი, რომლის ფუძის ფართობი უდრის ერთეულს და სიმაღლე Δh , რომლის მთელ სიგრძეზეც ხვედრითი სინოტივე მუდმივი რჩება. განვსაზღვროთ, თუ რა სითბოს მარაგი ექნება გამოყოფილი ჰაერის მოცულობას. ამისათვის აღვნიშნოთ გამოყოფილი ნოტიო ჰაერის მოცულობის ტემპერატურა T , მისი ხვედრითი სითბოტევადობა $c_p - C_p$, სადაც

$$C_p = C'_p + C''_p,$$

C'_p მშრალი ჰაერის ხვედრითი სითბოტევადობაა, ხოლო C''_p — წყლის ორთქლის ხვედრითი სითბოტევადობა.

ჰაერის სიმკვრივე აღვნიშნოთ ρ და მისი სითბური ენერჯიის მარაგი Δq . მაშინ სითბოს მარაგი, რომელიც ექნება გამოყოფილ ნოტიო ჰაერის მოცულობას კალორიებით გამოხატვით, არის

$$\Delta q = C_p \Delta h \rho T. \quad (1)$$

მეორე მხრივ,

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2, \quad (2)$$

სადაც Δq_1 მშრალი ჰაერის სითბოს მარაგია, Δq_2 — წყლის ორთქლის სითბოს მარაგი.

$$\left. \begin{aligned} \Delta q_1 &= C'_p \Delta m_1 T \\ \Delta q_2 &= C''_p \Delta m_2 T \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

სადაც Δm_1 მშრალი ჰაერის მასაა, Δm_2 — წყლის ორთქლის მასა.

დავადგენთ რა კავშირს გრამობით გამოსახულ ნოტიო ჰაერის მასასა და მილიბარებით გამოსახულ წნევას შორის, მივიღებთ

$$\Delta h \rho = \frac{3}{4} 13,6 \Delta P. \quad (4)$$

ნოტიო ჰაერის შემთხვევაში ΔP შეიძლება განვიხილოთ როგორც მშრალი ჰაერის ΔP_1 და წყლის ორთქლის ΔP_2 წნევათა ჯამი, ე. ი.

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2.$$

განსახილველ ჰაერის მოცულობაში წყლის ორთქლის მასის გამოსარკვევად შევიტანოთ ფორმულაში ხვედრითი სინოტივის სიდიდე (ნოტიო ჰაერის 1 კილოგრამში მყოფი წყლის ორთქლის რაოდენობა გრამობით).

მაშინ წყლის ორთქლის მასა არჩეულ მოცულობაში, მიღებული (4) გამოხატულებების საფუძველზე, იქნება:

$$\Delta m_2 = \frac{3}{4} 13,6 \Delta P_2;$$

ვინაიდან

$$\Delta P_2 = \frac{\xi \Delta P}{1000},$$

საიდანაჯ

$$\Delta m_2 = \frac{3}{4} 13,6 \frac{\xi \Delta P}{1000}. \quad (5)$$

მშრალი ჰაერის მასა გამოიხატება

$$\Delta m_1 = \frac{3}{4} 13,6 \Delta P_1. \quad (6)$$

მაგრამ რადგანაც

$$\Delta P_1 = \Delta P - \Delta P_2 \text{ და } \Delta P_2 = \frac{\xi \Delta P}{1000},$$

ამიტომ, თუ ამ მონაცემებს (6) განტოლებაში ჩავსვამთ, მივიღებთ

$$\Delta m_1 = \frac{3}{4} 13,6 \left(\Delta P - \frac{\xi \Delta P}{1000} \right). \quad (7)$$

მოვნახოთ სითბოს რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს განსახილველი ნოტიო ჰაერის სვეტის მშრალი ჰაერი და წყლის ორთქლი; ამისათვის Δm_1 და Δm_2 მნიშვნელობანი (5) და (7) განტოლებებიდან ჩავსვამთ (3) განტოლებაში.

$$\Delta q_1 = 10,2 C'_p T \left(\Delta P - \frac{\xi \Delta P}{1000} \right), \quad (8)$$

$$\Delta q_2 = 10,2 C''_p T \frac{\xi \Delta P}{1000}. \quad (9)$$

სითბოს საერთო მარაგს მივიღებთ, თუ (8) და (9) მნიშვნელობებს ჩავსვამთ (2) განტოლებაში:

$$\Delta q = \frac{3}{4} 13,6 C'_p T \left(\Delta P - \frac{\xi \Delta P}{1000} \right) + \frac{3}{4} 13,6 C''_p T \frac{\xi \Delta P}{1000}.$$

უკანასკნელი გამოხატულების გარდაქმნის გზით, მივიღებთ:

$$\Delta q = 10,2 C'_p \left(1 - \frac{\xi}{1000} \right) \Delta P T + 10,2 C''_p \frac{\xi}{1000} \Delta P T$$

$$\Delta q = 10,2 \left[C'_p \left(1 - \frac{\xi}{1000} \right) + \frac{\xi C''_p}{1000} \right] \Delta P T$$

$$\Delta q = 10,2 \left[C'_p - \frac{\xi}{1000} (C'_p - C''_p) \right] \Delta P T$$

$$\Delta q = 10,2 C'_p \left[1 - \frac{\xi}{1000} \left(1 - \frac{C''_p}{C'_p} \right) \right] \Delta P T. \quad (10)$$

(10) განტოლების პრაქტიკულმა გამოყენებამ (50 შემთხვევის მაგალითზე) გვიჩვენა, რომ ჰაერის შრეებისათვის ქვეყნა ზედაპირიდან 6000 მ სიმაღ-

ლემდე ξ მნიშვნელობა არ აღემატებოდა 10 გრ/კგ და გამოხატულება, რომელიც (10) განტოლების კვადრატულ ფრჩხილებშია ჩასმული, 10^{-3} -მდე სიზუსტით ეთანასწორებოდა ერთეულს.

ამგვარად, ჩვენი მრავალრიცხოვანი გამოთვლების საფუძველზე მოხერხდა იმის დადგენა, რომ ნოტიო ჰაერის გარკვეული მოცულობისათვის, როცა $\xi < 10$ გრ/კგ, ჰაერში მყოფი წყლის ორთქლის სითბოს მარაგი მშრალ ჰაერში მყოფ სითბოს მარაგთან შედარებით თითქმის უსასრულოდ მცირეა.

ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე (10) განტოლება შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\Delta q = 10,2 C_p \Delta P T;$$

ან ასე

$$C_p = 0,24,$$

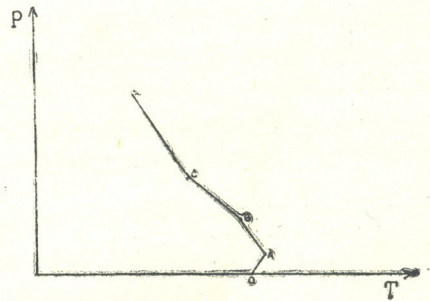
$$\Delta q = 2,448 \Delta P T.$$

თუ გამოვიყენებთ უკანასკნელ განტოლებას P_0 და P წნევებით შემოღარგული ჰაერის შრისათვის, მივიღებთ:

$$Q = 2,448 \int_{P_0}^P T dP. \tag{11}$$

(11) ინტეგრალის ამოსახსნელად აუცილებელია ტემპერატურა გამოვსახოთ როგორც წნევის ფუნქცია.

რამდენადაც ცნობილია, $T = f(P)$ დამოკიდებულების თეორიულ გაანგარიშებებს არ ძალუძს საიმედო შედეგების მოცემა (11) განტოლების მიხედვით სითბოს სრული მარაგის გამოსაანგარიშებლად, ამიტომაც ამ ამოცანის გადასაწყვეტად შემდეგნაირად მოვიქცეთ: რომელიმე პუნქტში ჩატარებული აეროზონდირების მონაცემების მიხედვით ავაგებთ PT დიაგრამას, რომლის საშუალებითაც გრაფიკული ხერხით ვპოულობთ $T = f(P)$.



ნახ. 1

მრუდს დავყოფთ მონაკვეთებად, რომელთა თავად და ბოლოდ ვღებულობთ მრუდის გაღუნვის წერტებს (იხ. ნახ. 1).

ძნელი დასანახი არ არის, რომ დამოკიდებულება ტემპერატურასა და წნევას შორის შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახის ხაზობრივ-ნაჭრულ ფუნქციად:

$$T = ap + b, \tag{12}$$

სადაც a და b კოეფიციენტების ზომადობა შემდეგია:

$$[a] = \frac{\text{გრად.}}{\text{გზ.}}; [b] = \text{გრად.}$$

ყველა განხილულ შემთხვევაში მიღებულ მრუდს $T = f(p)$ ჰქონდა გადაღუნვის სამი წერტილი, ამიტომაც ტემპერატურისა და წნევის ურთიერთდამოკიდებულებას ჰაერის შრეთა მიხედვით შემდეგი გამოხატულება ექნება:

$$\begin{aligned}
 \text{I} \quad T_1 &= a_1 p + b_1 \quad \text{როდესაც } p_0 \equiv p \equiv p_1, \\
 \text{II} \quad T_2 &= a_2 p + b_2 \quad \text{„} \quad p_1 \equiv p \equiv p_2, \\
 \text{III} \quad T_3 &= a_3 p + b_3 \quad \text{„} \quad p_2 \equiv p \equiv p_3, \\
 \text{IV} \quad T_4 &= a_4 p + b_4 \quad \text{„} \quad p_3 \equiv p \equiv p_4.
 \end{aligned} \tag{13}$$

a_i და b_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) კოეფიციენტების სიდიდეები აითვლება PT გრაფიკებზე.

ამრიგად, სითბოს ერთობლივი მარაგი ჰაერის ყოველ შრეში, თუკი $\xi < 10$ გრ/კგ, შეიძლება შემდეგი განტოლებით იქნეს ნაპოვნი:

$$\begin{aligned}
 Q = 2,448 \left[\int_{p_0}^{p_1} (a_1 p + b_1) dp + \int_{p_1}^{p_2} (a_2 p + b_2) dp + \int_{p_2}^{p_3} (a_3 p + b_3) dp + \right. \\
 \left. + \dots + \int_{p_{i-1}}^{p_i} (a_i p + b_i) dp \right], \tag{14}
 \end{aligned}$$

ანუ

$$Q = 2,448 \sum_{i=1}^n \int_{p_{i-1}}^{p_i} (a_i p + b_i) dp. \tag{15}$$

i გვიჩვენებს გაღუნულობათა რაოდენობას სტრატოფიკაციის მრუდში (ნახ. 1).

(15) განტოლების ცდომილების ხარისხის შეფასებისას ვღებულობთ, რომ შეჯამებული ცდომილება დაახლოებით 15—17% შეადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

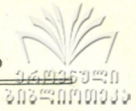
გეოფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 11.6.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. А. Бугаев. Аэрологические диаграммы. Основы синоптической метеорологии. Гидрометеорологическое издательство. Л., 1948.
2. А. Ф. Дюбюк. К вопросу об учёте полной энергии неустойчивости горизонтально-стратифицированного влажного воздуха. Журнал Геофизики, том 5, выпуск 5, № 4, 1935.
3. M. Margules. Zur Sturmtheorie, Meteorologische Zeitschrift, 1906, Heft 11.
4. P. Rossby. Thermodynamics applied to Air Mass Analysis. Cambridge, Massachusetts, 1932.



ასტროფიზიკა

ნ. რაზმაძე

ორიონის დიფუზური ნისლეულისა და პლანეტური ნისლეულების
შესწავლა ფოტოელექტრული დაკვირვებებით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 16.6.1955)

დიფუზური ნისლეულებისადმი ინტერესი ამ ბოლო წლებში დიდად გაიზარდა, რაც ძირითადად სხვადასხვა მკვლევართა მიერ დამუშავებულ იმ თეორიებთანაა დაკავშირებული, რომელთა თანახმად ვარსკვლავთ წარმოშობა ხსენებული ობიექტებიდან ხდება. ამასთან დაკავშირებით ფრიად მნიშვნელოვანია ზუსტად განისაზღვროს დიფუზური ნისლეულების ფიზიკური მახასიათებლები, როგორცაა, მაგალითად, ნისლეულში სხვადასხვა ნივთიერების სიმკვრივის განაწილება, ელექტრონების კონცენტრაცია და მთლიანად ნისლეულთა მასები. დიდი მუშაობა ამ მიმართულებით შესრულებული საბჭოთა მკვლევარების მიერ. ერთ-ერთი დიფუზური ნისლეულის მასის პირველი განსაზღვრა შესრულებულ იქნა ლ. გუკის მიერ აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში მიღებული ფოტოგრაფიების საფუძველზე [1].

დიფუზური ნისლეულების ფიზიკური მახასიათებლების განსაზღვრა იმ სინათლის ენერჯიის რაოდენობრივ შეფასებაზეა დაფუძნებული, რომელიც ჩვენამდე აღწევს საკვლევი ნისლეულისაგან მთლიანად ან მისი რომელიმე არეებისაგან. ნისლეულთა სინათლის ენერჯიის რაოდენობრივი შეფასება დღემდე, ძირითადად, ფოტოგრაფიული აბსოლუტური ფოტომეტრიის საშუალებით ხდებოდა. ფოტოგრაფიული მეთოდი, მიუხედავად რიგი უპირატესობებისა, ისეთი ობიექტების აბსოლუტური ფოტომეტრიისათვის, როგორცაა ნისლეულები, გაზომვების მცირე სიზუსტეს იძლევა. ამ მხრივ ფოტოელექტრული მეთოდის უპირატესობა უდავოა.

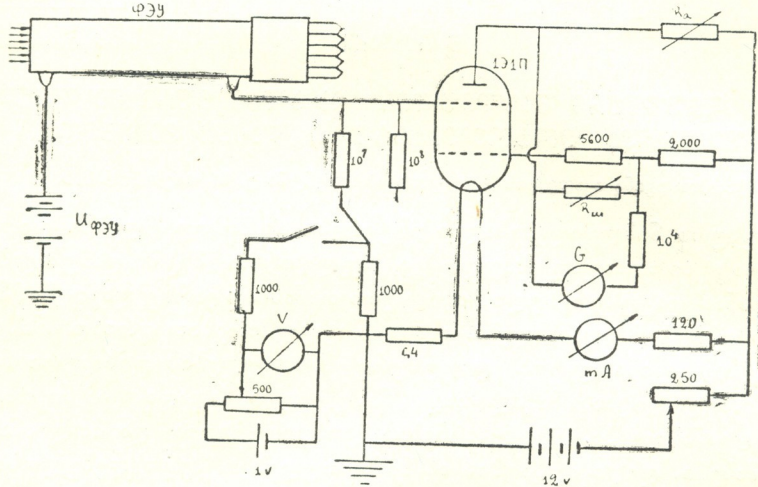
ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვექმნა საამისოდ საკმარისი მგრძობიარე ელექტროფოტომეტრი, შემდეგ კი მისი საშუალებით მიგველო ნისლეულთა დაკვირვებები.

ამ ნაშრომში აღწერილია ჩვენ მიერ შემუშავებული ფოტოელექტრული აპარატურა და ერთ-ერთი დიფუზური ნისლეულთაგანის ორიონის ემისიური ნისლეულის გაზომვების შედეგები. ამასთან, შედარებებისათვის, ჩვენ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ ორიონის ნისლეულის დაკვირვებები და შედეგების დამუშავება გვეწარმოებინა პარალელურად პლანეტური ნისლეულებისა—ობიექტებისა, რომლებიც შედარებით უკეთაა შესწავლილი და რომელთა ნათების მექანიზმი ანალოგიურია დიფუზური ემისიური ნისლეულების მექანიზმისა.



ნისლეულთა დაკვირვებებისათვის მგრძობიარე ელექტროფოტომეტრი ჩვენ მიერ შეკრებილია სურმა-ცეზიუმის ფოტოელექტრული მამრავლებლით მუდმივი დენის გამაძლიერებელთან კომბინაციაში. ეს უკანასკნელი აწყობილია დიუბრიჯ-ბროუნის სქემით 1ჰ11 ელექტრომეტრულ მილაკზე.

ელექტროფოტომეტრის სრული სქემა 1 ნახაზზეა წარმოდგენილი.

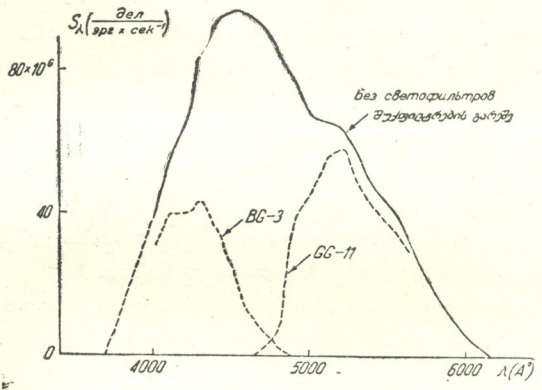


ნახ. 1.

ელექტროფოტომეტრი 33 სმ-იან რეფლექტორზე იყო მიმაგრებული. მთელი სადამკვირვებლო აპარატურის აბსოლუტური სპექტრული მგრძობიარობის განსაზღვრისათვის რამდენიმე A_0 სპექტრული კლასის ვარსკვლავის დაკვირვებები იყო ჩატარებული. მგრძობიარობის გამოთვლისათვის ვარსკვლავთ ტემპერატურას 15000°-ის ტოლად ვიღებდით, მათ მიერ შექმნილი განათებულობანი აბსოლუტურ ერთეულებში აღებული იყო რადიომეტრიული გაზომვების მიხედვით [2]; ვარსკვლავთ ვარსკვლავიერი სიდიდეები კი HD-ს კატალოგიდანაა აღებული. მე-2 ნახაზზე წარმოდგენილია მთელი სადამკვირვებლო აპარატურის მგრძობიარობა დანაყოფებში (ფოტომეტრის გაღვანომეტრის გადახრის სიდიდე) ერგ/წამ-ზე (ენერგია, რომელიც რეფლექტორის მთავარი სარკის სამუშაო ზედაპირს ეცემა). აპარატურის მგრძობიარობა მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია როგორც უფილტროდ, ისე BG-3 და GG-11 ფილტრების გამოყენებით, რომლებითაც ჩვენ ნისლეულთა დაკვირვებების დროს ვსარგებლობდით.

ელექტროფოტომეტრით გაზომვების სიზუსტის განსაზღვრისათვის ჩატარებულ იქნა რამდენიმე სუსტი—7-დან 11 ვარსკვლავიერი სიდიდემდე—ვარსკვლავის დაკვირვებები. ერთი გაზომვის სიზუსტე, რომელიც გაღვანომეტრის გადახრათა 5 ანათვალის საშუალოს წარმოადგენს, 9,5 ვარსკვლავიერი სიდიდის ვარსკვლავისათვის 1%-ის, ე. ი. 0,011 ვარსკვლავიერი სიდიდის ტოლი აღმოჩნდა.

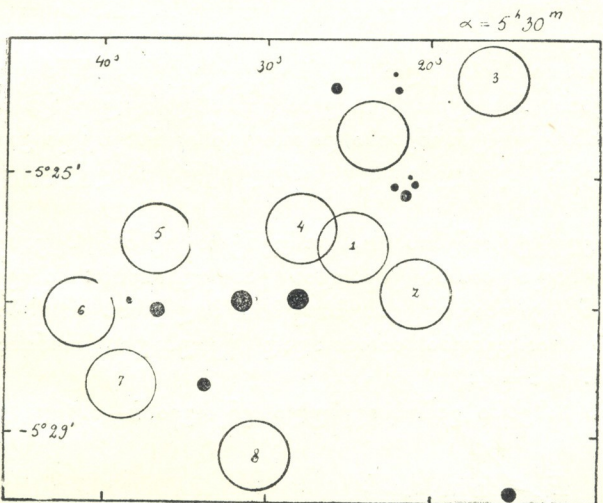
ორიონის დიფუზური ნისლეულისა და რამდენიმე პლანეტური ნისლეულის დაკვირვებები ჩატარებულ იქნა 1954 წლის 9, 10 თებერვალს და 1, 2, 5, 6, და 7 ოქტომბერს. დაკვირვებები ტარდებოდა უფილტროდ და BG-3 და GG-11 ფილტრებითაც. ფილტრების გამოყენება საშუალებას იძლეოდა ნისლეულების გამოსხივება ორ ნაწილად გაყოფილიყო: G-11 ფილტრით დაკვირვება, აპარატურის მგრძობიარობის მხედველობაში მიღებით, გვაძლევდა გამოსხივებას მხოლოდ მწვანე ნებულარულ ხაზებში და H β -ში, BG-3 ით კი—ნისლეულის გამოსხივებას 3700—4800 Å ინტერვალში.



ნახ. 2.

ორიონის ნისლეულის გაზომვები მისი ცენტრალური უბნის ტრაპეციის მახლობლად—სხვადასხვა ადგილას ხდებოდა. თითოეული უბანი რამდენიმეჯერ იზომებოდა. სხვადასხვა გაზომვების დროს ტელესკოპში ნისლეულის ერთი და იმავე უბნის განმეორებით მოყვანის სიზუსტის საილუსტრაციოდ აღვნიშნავთ, რომ სხვადასხვა ღამეში წარმოებულ ერთისა და იმავე უბნის სამი გაზომვიდან თითოეულის გადახრა საშუალო მნიშვნელობიდან 4%-ს არ აღემატებოდა.

ყველა დაკვირვება განთავისუფლებული იყო დედამიწის ატმოსფეროს გავლენისაგან. ატმოსფეროს



ნახ. 3.

გამჭვირვალობის კოეფიციენტის განსაზღვრა, დაკვირვებების ყოველი ღამისათვის, ერთ-ერთი პლანეტური ნისლეულის სხვადასხვა ზენიტურ მანძილზე გაზომვებით ხდებოდა.

მე-3 ნახაზზე ორიონის ტრაპეციის მახლობელ ვარსკვლავთ რუკაა მოცემული, სადაც წრეებით ნაჩვენებია ნისლეულის უბნები, რომლებიც ჩვენ

მიერ იზომებოდა. წრეების ზომა მასშტაბით შეესაბამება გაზომვების დროს ხმარებულ დიაფრაგმის ზომას, რომელიც ცაზე 62"—დიამეტრის მქონე უბანს ამოჭრიდა.

დაკვირვებებიდან გამოთვლილი იყო განათებულობების სიდიდეები, რომელთაც თითოეული ნისლეული იძლევა ამა თუ იმ ხაზების გამოსხივებაში. ეს ადვილი შესაძლებელი იყო, რადგან ვიცოდით ჩვენი აპარატურის აბსოლუტური სპექტრული მგრძობიარობისა და ნისლეულის ხაზების შეფარდებითი ინტენსივობის მნიშვნელობები.

პლანეტური ნისლეულებისათვის გამოთვლები ჩატარებულ იქნა უფილტროდ და GG-11 ფილტრით გაზომვების მიხედვით. ორივე გაზომვიდან მიღებული განათებულობის მნიშვნელობანი N_1 , N_2 და $H\beta$ -ში გამოსხივებებისათვის ურთიერთ კარგ თანხვედნაშია.

ნისლეულთა გამოსხივების შეფარდებითი ინტენსივობანი სუსტ ხაზებში ავიღეთ ალერის ფოტოგრაფიული გაზომვების მიხედვით [3], ძლიერი ხაზებისათვის კი—იმავესა და ლილერის ფოტოელექტრული გაზომვებიდან [4]. მხედველობაში მივიღეთ პლანეტური ნისლეულის ბირთვის განუწყვეტელი სპექტრის გავლენაც.

ორიონის ნისლეულის იმ უბნებისათვის, რომელთაც ჩვენ ვზომავდით, შეფარდებითი ინტენსივობების მნიშვნელობანი მხოლოდ N_1 , N_2 და $H\beta$ ხაზებისათვის გვქონდა (მინკოვსკის გამოკვლევიდან) [5]. ამიტომ განათებულობების ჩვენი გამოთვლები, GG-11—ფილტრით გაზომვების საფუძველზე, მხოლოდ ამ ხაზებით შემოიფარგლა.

გვაქვს რა განათებულობათა მნიშვნელობანი, ნისლეულებამდე მანძილებისა და ნისლეულების ზომების მიხედვით შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ამ ნისლეულთათვის პროტონების, ელექტრონებისა და ორჯერ იონიზებული ჟანგბადის (OIII) კონცენტრაციები; შეიძლება შეფასებულ იქნეს ნისლეულების მასების ქვედა ზღვრები.

პროტონებისა n_{H^+} და ელექტრონების n_e კონცენტრაციების შეფასებისათვის ჩვენ შემდეგი ცნობილი მოსაზრებებიდან გამოვიდოდით: ნისლეულები გამჭვირვალენი არიან წყალბადის გამოსხივების ბალმერის ხაზებში. თავისუფალი ელექტრონების რაოდენობა ძირითადად წყალბადის იონიზაციითაა გაპირობებული, ე. ი. $n_{H^+} = n_e$.

ნისლეულთა წყალბადის ხაზებში გამოსხივებული ენერგია $k-i$ გადასვლის შესაბამისი, ტოლია

$$E_{ki} = A_{ki} h \nu_{ki} / n_{ki} dV,$$

სადაც ინტეგრაცია მთელი V მოცულობით ხდება. აქ A_{ki} ატომის k -დონიდან i -დონეზე სპონტანური გადასვლის კოეფიციენტია, h პლანკის მუდმივია, ν_{ki} გამოსხივების სიხშირეა, n_{ki} k -ური ენერგეტიკულ დონეზე მყოფ ატომთა რიცხვია 1—სმ³-ში; $n_{ki} = Z_k n_e n_{H^+}$; Z_k ნისლეულში ელექტრონულ ტემპერატურაზე დამოკიდებული სიდიდეა; მისი მნიშვნელობები სილიეს მიერაა გამოყვანილი ხაზოვან ალგებრულ განტოლებათა ამოხსნის გზით, რომლებიც (გან-



ტოლებანი) ნისლეულში წყალბადის აღზნებულ დონეთა დასახლებულობებს აღწერენ [6]. რადგან $n_e = n_{H^+}$, ამიტომ ზევით დაწერილი ინტეგრალის მაგიერ გვექნება:

$$E_{ki} = Z_k A_{ki} h \nu_{ik} n_{H^+}^2 V,$$

საიდანაც

$$n_{H^+} = n_e = \sqrt{\frac{E_{ki}}{Z_k A_{ki} h \nu_{ik} V}} \quad (1)$$

ცხადია, $E_{ki} = 4\pi R^2 E_k$, სადაც R ნისლეულამდე მანძილია, ხოლო E_k —ნისლეულის მიერ შექმნილი განათებულობა.

OIII-რაოდენობის განსაზღვრა მწვანე ნებულარული ხაზებით, რომლებიც 1D_2 — 3P გადასვლას შეესაბამება, ხდებოდა მენზელის მიერ გამოყვანილი შემდეგი ფორმულის საფუძველზე [3]

$$n_p = 5,26 \times 10^4 \frac{\rho_{pD}}{(1-\beta) n_e} \frac{T_e^{\frac{1}{2}}}{h \nu_{pD}} e^{-\frac{\chi_{pD}}{k T_e}} \quad (2)$$

სადაც n_p 3P დონეებზე მყოფ ატომთა რიცხვია და რადგან თითქმის ყველა OIII-იონი ამ ძირითად დონეზე იმყოფება, ამიტომ n_p —სიდიდე ნისლეულში OIII-ის კონცენტრაციას შეესაბამება; ρ_{pD} ნისლეულის 1 სმ³-ის მიერ 1 წამში გამოსხივებული ენერჯიაა მწვანე ნებულარულ ხაზებში, β კოეფიციენტი, რომელიც ენერჯიის გამოუსხივებლად 3P ძირითად დონეზე გადასული ატომების ნაწილს უჩვენებს, χ_{pD} OIII-ის 1D_2 დონეზე აღზნების პოტენციალია 2.50 eV-ის ტოლი, დანარჩენი ჩვეულებრივ ხმარებული აღნიშვნებია.

ცხადია,

$$\rho_{pD} = \frac{E_{pD}}{V}$$

ნისლეულთა მასების განსაზღვრისათვის, მივიღებთ რა, რომ ნისლეულებში ძირითადი ელემენტი წყალბადია და რომ ის თითქმის მთლიანად იონიზებულია, (1) ფორმულის თანახმად გვექნება

$$M = m_H \cdot n_{H^+} \cdot V = m_H \sqrt{\frac{E_{ki} V}{Z_k A_{ki} h \nu_{ik}}} \quad (3)$$

(1), (2), (3) ფორმულებით, $n_{H^+} = n_e$, n_p და M -ის განსაზღვრებისათვის აუცილებელია ნისლეულთა მანძილების, მოცულობებისა და ტემპერატურების ცოდნა.

პლანეტურ ნისლეულთათვის მანძილები ჩვენ ბ. ვორონცოვ-ველიამინოვის კატალოგიდან [7] ავიღეთ. პლანეტური ნისლეულების მოცულობის გამოთვლისას მათ ხილულ ზომას და ფორმას კერტისის [8] მიხედვით ვიღებდით, ტემპერატურები კი ლილერისა და ალერის [4] გამოკვლევების მიხედვითაა აღებული.

ორიონის ნისლეულისათვის მანძილი და გამომსხვივებელი ფენის სისქე აღებულია ს. პიკელნერისა და გ. შაინის [9] თანახმად. ელექტრონული ტემპერატურა ორიონის ნისლეულისათვის ჩვენ მიერ $10\,000^\circ$ —ტოლად არის აღებული. ეს სიდიდე ყველაზე უფრო ახლოა სხვადასხვა ავტორის [6] მიერ განსაზღვრული სიდიდეების უდიდეს მნიშვნელობებთან და, ჩვენი შეხედულებით, ყველაზე უკეთ შეესაბამება ნისლეულის იმ ყველაზე კაშკაშა უბანს, რომელსაც ჩვენ ვზომავდით.

ცხრილი 1

ნისლეული № <i>NGC</i>	<i>d</i>	<i>R</i> (ფს)	<i>T_e</i>	$n_H + n_e$	n_p	<i>M</i> (<i>M</i> ☉)
1535	18''	660	14300°	$3,64 \cdot 10^{-3}$	$4,54 \cdot 10^{-2}$	0,005
3242	21	580	17700	5,23	3,72	0,012
6826	26	520	11200	2,26	6,92	0,008
7009	28	440	13900	3,00	6,40	0,007
7027	14	1100	16800	4,08	5,34	0,022
7662	16	550	15000	4,10	6,90	0,007

1 ცხრილში მოცემულია გამოთვლების შედეგები პლანეტური ნისლეულებისათვის: ამ ცხრილის სვეტებში თანმიმდევრობით მოცემულია: პლანეტური ნისლეულის აღნიშვნა, საშუალო ხილული დიამეტრი, ელექტრონული ტემპერატურა, წყალბადის ან ელექტრონების რაოდენობა სმ^3 -ში, OIII-ის რაოდენობა 1 სმ^3 -ში და ნისლეულთა მასები მზის მასის ერთეულებში.

ელექტრონულ სიმკვრივეთა ჩვენი განსაზღვრების შედარება ლილერისა და ალერის განსაზღვრებთან კარგ თანხმობას გვაძლევს.

ცხრილი 2

უბნის №	$n_H + n_e$	n_p	<i>M</i> (<i>M</i> ☉)
1	$2,05 \cdot 10^3$	$2,38 \cdot 10^{-2}$	0,115
2	2,14	2,09	0,120
3	1,66	1,55	0,093
4	1,86	1,85	0,105
5	1,05	0,49	0,039
6	0,87	0,48	0,033
7	0,98	0,65	0,037
8	1,04	0,68	0,039
9	1,62	1,86	0,091

მე-2 ცხრილში თავმოყრილია გამოთვლების შედეგები ორიონის ნისლეულისათვის. ამასთანავე, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ნისლეულამდე მანძილი, ტოლი 520 პარსეკისა, გამომსხვივებელი ფენის სისქე 1, 2, 3, 4, 9 უბნებისათვის—0.12 პარსეკი და 5, 6, 7, 8 უბნებისათვის 0.08 პარსეკი აღებულია ს. პიკელნერისა და გ. შაინის [9]

თანახმად. ფოტომეტრიკული უბნის ზომა, როგორც ზემოთაც ვთქვით, $62''$ ტოლი იყო, რაც ნისლეულამდე 520 პარსეკის შემთხვევაში 0.156 პარსეკს შეესაბამება. მე-2 ცხრილის პირველი სვეტი ფოტომეტრიკული უბნების აღნიშვნებს შეიცავს, მეორე სვეტი—წყალბადის ატომების ან თავისუფალი ელექტრონების კონცენტრაციებს, მესამე—OIII-ის რაოდენობას 1 სმ^3 -ში, მეოთხე კი წყალბადის ატომების მასას ფოტომეტრიკული უბნის მოცულობაში, მზის მასის ერთეულებში.



მე-2 ცხრილის უკანასკნელი სვეტის მონაცემებიდან გამომდის, რომ ნისლეულის მასა 9' ფარგლებში ტრაპეციის ირგვლივ დაახლოებით $4 M_{\odot}$ უდრის.

პლანეტური ნისლეულებისა და ორიონის ნისლეულის ელექტრონული სიმკვრივების (ან წყალბადის იონების რაოდენობა 1 სმ^3 -ში) შედარებები აჩვენებს, რომ პლანეტური ნისლეულებისათვის ეს სიდიდე საშუალოდ 2,5 ჯერ მეტია. OIII-ის კონცენტრაცია კი პლანეტურ ნისლეულებში 4-ჯერ მეტია, ვიდრე ორიონის ნისლეულში.

წყალბადის იონების კონცენტრაციის ფარდობა OIII—კონცენტრაციასთან $\left(\frac{n_{H^+}}{n_p}\right)$ პლანეტურ ნისლეულებში ცვალებადობს 0.3×10^5 -დან NGC 6826-სათვის 1.4×10^5 -მდე NGC 3242-სათვის. ალერმა და მენზელმა რამდენიმე პლანეტური ნისლეულისათვის (მათ შორის ჩვენ მიერ გაზომილთა უმრავლესობისათვისაც) $\frac{n_{H^+}}{n_p}$ -სათვის 10^4 -სთან ახლო მნიშვნელობანი მიიღეს [3].

ბ. ვორონცოვ-ველიამინოვის მიერ NGC 6572 პლანეტურ ნისლეულისათვის ამ ფარდობის მნიშვნელობა 10^5 -ის ტოლია მიღებული [7]. როგორც ვხედავთ, ჩვენი განსაზღვრები ახლოა ხსენებული ავტორების განსაზღვრებთან.

ორიონის ნისლეულში ფარდობა $\frac{n_{H^+}}{n_p}$ დაახლოებით 10^5 -ის ტოლია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
 (რედაქციას მოუვიდა 16.6.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. П. Гук. Определение массы газовой диффузной туманности „Омега“. Астрон. журнал, т. 28, вып. 4, 1951, 253.
2. Курс астрофизики и звездной астрономии, под редакцией А. А. Михайлова. Москва—Ленинград, 1951, 447.
3. Физические процессы в газовых туманностях, под редакцией В. Г. Фесенкова. Москва, 1948, 129, 147.
4. W. Liller, L. Aller. Photoelectric spectrophotometry of planetary nebulae. Astroph. Journal, v.120, No.1, 1954, 48.
5. R. Minkowski. Die Intensitätsverteilung in den Spektrallinien des Orionnebels. Zeitschrift für Astrophysik, Bd. 9, Heft 3, 1934, 202.
6. Теоретическая астрофизика, под редакц. В. А. Амбарцумяна. Москва, 1952, 425.
7. Б. А. Воронцов - Вельяминов. Газовые туманности и новые звезды. Москва—Ленинград, 1948, 130.
8. H. Curtis. The planetary nebulae. Publ. Lick Obs., v. 13, 1918, 57.
9. С. Б. Пикельнер, Г. А. Шайн. Флюктуации яркости в туманности Ориона как возможное следствие турбулентности. Изв. Крымск. астрофизической обсерватории, т. XI, 1954, 22.

მ. ნანობაშვილი და ლ. ბარუჩაშვილი

ზოგიერთი ლითონის სულფიდების კოლოიდურ ხსნარებში
 ულტრაიისფერი სხივებით გამოწვეული ჟანგვა-აღდგენითი
 პროცესები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 26.10.1955)

სულფიდური შენაერთები ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული შესაბამისი კოლომორფული მინერალების ან კოლოიდური ხსნარების სახით და ხშირად ლაბორატორიულ პირობებშიც წარმოიქმნებიან გელის ან ზოლის მდგომარეობაში. აქედან გამომდინარეობს, რომ ზოგიერთი ლითონის სულფიდების კოლოიდური ხსნარების შესწავლა, სხვადასხვა ქიმიურ რეაქციებში მათი მონაწილეობის თვალთახედვით, როგორც თეორიულ, ისე პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს, მით უმეტეს, რომ ამ რეაქციებით ხშირად საგრძნობლად იცვლება კოლოიდური სისტემების ზოგიერთი ძირითადი თვისება.

წინამდებარე შრომის მიზანია თუთიის, კადმიუმისა და ტყვიის სულფიდების კოლოიდურ სისტემებში ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით გამოწვეული ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციების შესწავლა.

თუთიის, კადმიუმისა და ტყვიის სულფიდების კოლოიდური ხსნარები მზადდებოდა კონდენსაციური მეთოდით. მიღებული ზოლები შეიცავდა ელექტროლიტების დიდ რაოდენობას და ამიტომ იწმინდებოდა დიალიზით ცელოფანის პარკებში ორჯერ გადადენილი წყლის საშუალებით.

ზოლებში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების შესასწავლად მათ ვაშუქებდით ულტრაიისფერი სხივებით, რომელთა წყაროს წარმოადგენდა ~2500—3000 Å ტალღის მქონე სინდიყის ნათურა [1].

საკვლევი ნიმუშების გაშუქება წარმოებდა კვარცის ჭურჭელში, ხოლო მათ მიერ შთანთქმული ენერჯია პირობით გამოიხატებოდა ზოლების გაშუქების ხანგრძლივობით.

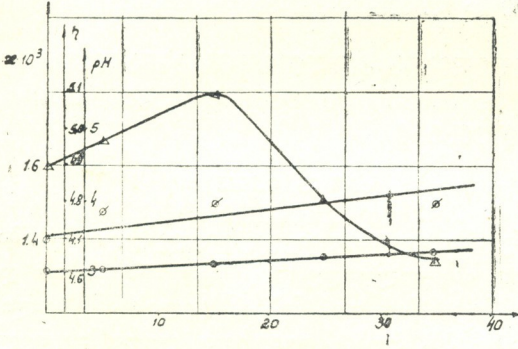
გამოსხივების მოქმედების შედეგად ზოლებში მიმდინარე პროცესების შესასწავლად წარმოებდა საკვლევი ობიექტების ზოგიერთი თვისების გამოკვლევა გაშუქებამდე და გაშუქების შემდეგ. ზოლების დასახასიათებლად ისაზღვრებოდა მათი ხვედრითი ელვამტარობა კოლრაუმის მეთოდით, pH—მინის ელექტროდის გამოყენებით, სიბლანტე—ჰეპლერის ბურთულებიანი ვისკოზიმეტრით [2] და გამოსხივების მოქმედებით გამოწვეული ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები—შესაბამისი ანალიზური განსაზღვრების საშუალებით.



ზოლების ზოგიერთი თვისების შედარება გაშუქებამდე და გაშუქების შემდეგ საშუალებას გვაძლევდა გვემსჯელა გაშუქებულ ზოლებში მომხდარ ცვლილებებზე.

ქვემოთ მოყვანილია ჩატარებული მუშაობის შედეგები თითოეული ობიექტისათვის ცალ-ცალკე.

1. შრომაში შესწავლილია ერთნაირი მომზადების, მაგრამ სხვადასხვა სიწმინდის ZnS—ზოლის ოთხი ნიმუში. მაგალითისათვის ნახ. 1-ზე მოყვანი-



ექსპოზიციის ხანგრძლივობა წუთობით

ნახ. 1. № 1 ზოლის ელგამტარებლობის, pH და სიბლანტის ცვლილება გამოსხივების მოქმედებით: ◊—ელგამტარებლობა (x); ○—pH; △—სიბლანტე (η)

ლია ZnS (№ 1) ზოლზე ულტრაისფერი სხივების მოქმედების შედეგად მიღებული მონაცემები.

ZnS (№ 1) ზოლის შესწავლისას მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ გაშუქება იწვევს ზოლის ელგამტარებლობის და pH მაჩვენებლების საგრძნობ ცვლილებას. რაც შეეხება სიბლანტის მნიშვნელობას, იგი ჯერ იზრდება, აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას და შემდეგ (15-წუთიანი ექსპოზიციის შედეგად) სწრაფად ეცემა.

საკვიროა აღინიშნოს, რომ გარკვეული რაოდენობის ენერჯის შთანთქმის შემდეგ, რაც შეესა-

ბამება 35-წუთიანი ხანგრძლივობის ექსპოზიციას, ზოლი კოაგულირდება.

სრულიად ანალოგიურად იქცევა ZnS (№ 2, 3 და 4) ზოლები. ZnS (№ 2, 3 და 4) ზოლების გამოკვლევის შედეგები ZnS (№ 1) ზოლის შედეგებთან ერთად მოყვანილია პირველ ცხრილში და ნახ. 2-ზე.

ცხრილი 1

ულტრაისფერი სხივების მოქმედება ZnS (№ 1, 2, 3 და 4) ზოლებზე

ზოლის №/ს	ZnS კონცენტრაცია გამოსავალ ზოლში მგ/ლ	pH		ხვედრითი ელგამტარობა $\Omega^{-1} \text{ სმ}^{-1}$		გაშუქების ხანგრძლივობა, რომელიც იწვევს ზოლის კოაგულაციას (წუთობით)
		გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	
1	120	3,35	3,04	$1,40 \cdot 10^{-3}$	$4,43 \cdot 10^{-3}$	35
2	120	3,55	3,28	$3,80 \cdot 10^{-4}$	$4,63 \cdot 10^{-4}$	25
3	120	4,81	4,37	$7,58 \cdot 10^{-4}$	$11,60 \cdot 10^{-5}$	15
4	120	4,81	4,39	$5,31 \cdot 10^{-5}$	$10,50 \cdot 10^{-5}$	15

ZnS (№ 2, 3 და 4) ზოლების გამოკვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების მიხედვით, გაშუქება იწვევს ელგამტარობისა და pH საგრძნობ ცვლილებას, ისე როგორც ZnS (№ 1) ზოლის შემთხვევაში. რაც შეეხება ZnS (№ 2, 3 და 4) ზოლების სიბლანტეს, მათი მნიშვნელობა იზრდება გაშუქების ხანგრძლი-

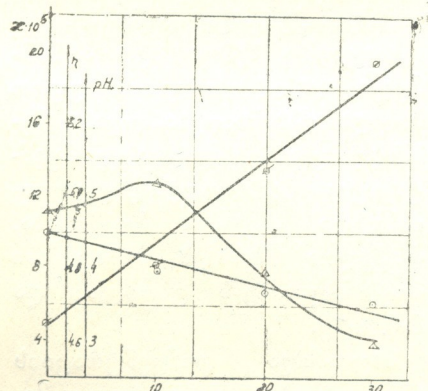
ვობასთან ერთად, მაგრამ აღწევს რა მაქსიმალურ მნიშვნელობას, სწრაფად ეცემა. ამას გარდა, სიბლანტის მაქსიმუმები ინაცვლებს ექსპოზიციის მცირე მნიშვნელობების მიმართულებით და ამასთან შესაბამისად ZnS (№ 2, 3 და 4) ზოლები კოაგულირდება კლებადი რაოდენობის ენერჯის შთანთქმით.

ამრიგად, ZnS (№ 2, 3 და 4) ზოლების შესწავლის საფუძველზე მიღებული მონაცემებით მტკიცდება, რომ ულტრაიისფერი სხივების მოქმედების შედეგად ZnS-ზოლები კარგავს სტაბილობას მით უფრო ადვილად, რაც მაღალია მათი გაწმენდის ხარისხი.

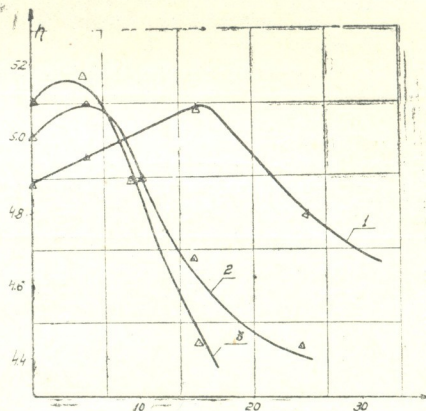
აღნიშნული გარემოება მიეწერება ზოლებში მათი გაშუქებისას მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენით პროცესებს.

როგორც ცნობილია, თუთიის სულფიდის ზოლები სტაბილირებულია HS' და S'' იონებით, რომელთა ნაწილი ადსორბირებულია კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირზე, ნაწილი კი იმყოფება ინტერმიცელარულ ხსნარში [3]. ZnS ზოლზე გამოსხივების მოქმედების შედეგად გაშუქებულ ZnS ზოლების ინტერმიცელარულ ხსნარში წარმოიქმნება SO''₄ იონები, მაშინ როცა გამოსავალ ზოლში ისინი სრულიად არაა [4].

2. CdS ზოლების შემთხვევაში ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების შესწავლა ხუთ ნიმუშზე წარმოებდა, რომელთაგან CdS (№ 1, 2 და 3) ზოლებს



ექსპოზიციის ხანგრძლივობა წუთობით
ნახ. 3. CdS (№ 2) ზოლის ელგამტარებლობის, pH და სიბლანტის ცვლილება გამოსხივების მოქმედებით: ◉—ელგამტარებლობა (ζ); ◊—pH; △—სიბლანტე (η)



ექსპოზიციის ხანგრძლივობა წუთობით

ნახ. 2. ZnS (№ 1, 2 და 4) ზოლების სიბლანტეთა მნიშვნელობების ცვლილება გამოსხივების მოქმედებით 1—ზოლი № 1 2—ზოლი № 2 და 3; 3—ზოლი № 4

ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების შესწავლა თითქმის ერთი და იგივე კონცენტრაცია, მაგრამ გასუფთავების სხვადასხვა ხარისხი, მაშინ როდესაც CdS (№ 4 და 5) ზოლები ხასიათდებოდა სისუფთავის ერთი და იმავე ხარისხით და განსხვავებული კონცენტრაციით.

ნახ. 3-ზე მაგალითისათვის მოყვანილია CdS (№ 2) ზოლისათვის მიღებული მონაცემები.

CdS (№ 2) ზოლისთვის მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ზრდადი რაოდენობის გამოსხივების შთანთქმისას ზოლის ელგამტარობა მკვეთრად იზრდება, ხოლო pH მნიშვნელობა ძლიერ მცირდება. გაშუქებული ზოლების სიბლანტე კი ჯერ იზრდება,



მაგრამ გარკვეული მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღწევის შემდეგ დასრულდა იწყებს. ყველა ეს მოვლენა 30 წუთის განმავლობაში გაშუქების შედეგად იწვევს ზოლის კოაგულაციას. სრულიად ანალოგიურად იქცევა CdS (№ 1 და 3) ზოლებიც, რომელთა შესახებ მონაცემები, CdS (№ 2) ზოლის მონაცემებთან ერთად, მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

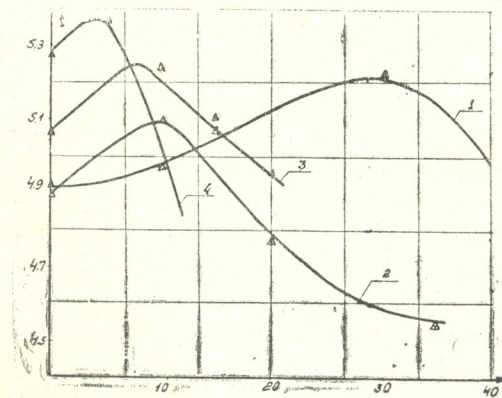
ცხრილი 2

ულტრაიისფერი სხივების მოქმედება CdS (№ 1, 2 და 3) ზოლებზე

ზოლის №№	CdS კონცენტრაცია გამოსავალ ზოლში მგ/ლ	pH		ხვედრითი ელგამტარობა $10^{-1} \text{ სმ}^{-1} \times 10^5$		გაშუქების ხანგრძლივობა, რომელიც იწვევს ზოლის კოაგულაციას წუთობით
		გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	
1	80	4,47	3,32	4,00	28,30	75
2	100	4,88	3,55	4,90	19,60	30
3	80	6,00	6,28	2,18	6,51	ზოლი გადავიდა ჭეშმარიტ ხსნარში

CdS (№ 1 და 2) ზოლების გამოკვლევით მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ გარკვეული რაოდენობის გამოსხივების შთანთქმის შედეგად ზოლების ხვედრითი ელგამტარობა ყველა შემთხვევაში მკვეთრად იზრდება, ხოლო pH სიდიდეები მცირდება.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს შედარებით უკეთესად გასუფთავებული CdS (№ 3) ზოლის ქცევა, სადაც ნაწილაკების ზედაპირზე S^{2-} —იონების SO_4^{2-} -მდე დაჟანგვა იწვევს კოლოიდური ნაწილაკების მთლიანად დაშლას—CdS (№ 3) ზოლი გადადის ჭეშმარიტ ხსნარში.



ექსპოზიციის ხანგრძლივობა წუთობით

ნახ. 4. CdS (№ 1, 2, 4 და 5) ზოლების სიბლანტის ცვლილება გამოსხივების მოქმედებით: 1—ზოლი № 1; 2—ზოლი № 2; 3—ზოლი № 4; 4—ზოლი № 5

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, CdS ზოლების უფრო სრული დახასიათებისათვის შესწავლილია სხვადასხვა კონცენტრაციის CdS ზოლებზე ულტრაიისფერი სხივების მოქმედება, რომელთა შესახებ მონაცემები მოყვანილია მე-3 ცხრილში და ნახ. 4-ზე.

სხვადასხვა კონცენტრაციის CdS ზოლების გამოკვლევით მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ გამოსხივების მოქმედების შედეგად ზოლის კოაგულაცია მით უფრო სწრაფად ხდება, რაც უფრო მაღალია მისი კონცენტრაცია.

ულტრაიისფერი სხივების მოქმედება სხვადასხვა კონცენტრაციის CdS—ზოლებზე

ზოლის №№	№№ კონცენტრაცია გამოსავალ ზოლში მგ/ლ	pH		ხვედრითი ელგამტარობა $\Omega^{-1} \text{ სმ}^{-1} \times 10^5$		გაშუქების ხანგრძლივობა, რომელიც იწვევს ზოლის კოაგულაციას, წუთობით
		გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	
1	80	4,47	3,32	4,00	28,30	75
2	100	4,88	3,55	4,90	19,60	30
4	120	4,54	3,89	5,22	14,10	20
5	240	4,40	3,89	5,08	8,32	10

რაც შეეხება აღნიშნული ზოლების სიბლანტის მნიშვნელობის ცვლილებას, აღსანიშნავია, რომ ზოლების კონცენტრაციის გადიდებისას სიბლანტე—შთანთქმული ენერჯის მრუდეებზე სიბლანტის მაქსიმუმები გადაინაცვლებენ ექსპოზიციის მცირე სიდიდეების მიმართულებით. ეს ფაქტი ადვილად აიხსნება, თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ კონცენტრირებულ ზოლებში უფრო ხელსაყრელი პირობებია ნაწილაკების გამსხვილებისთვის, რაც სხვა დანარჩენ ერთნაირ პირობებში ხელს შეუწყობს კონცენტრირებული ზოლების უფრო სწრაფ კოაგულაციას.

ამრიგად, CdS (№ 1, 2, 3 და 4, 5) ზოლების შესწავლით მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ გამოსხივების მოქმედებით CdS ზოლები კარგავს სტაბილობას, რაც მიეწერება გამოსხივების მიერ გამოწვეულ ჟანგვა-აღდგენით პროცესებს.

ცდებმა გვიჩვენა, რომ გაშუქებული CdS—ზოლების ინტერმიცელარულ ხსნარში წარმოიქმნება SO_4^{2-} იონების საგრძნობი რაოდენობა.

ამრიგად, CdS ზოლებისთვის ულტრაიისფერი სხივების მაკოაგულირებელი მოქმედების მექანიზმი ისეთივეა, როგორც ZnS ზოლებისთვის.

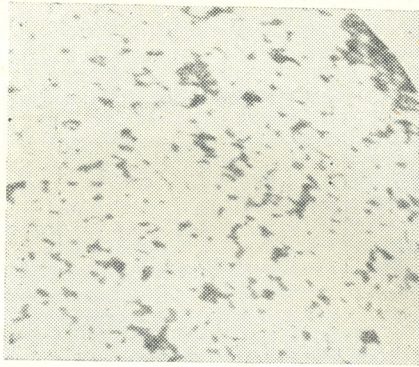
აქვე საჭიროა აღინიშნოს, რომ ულტრაიისფერი სხივების მაკოაგულირებელი მოქმედება ZnS და CdS ზოლებზე თავისი მექანიზმით საკმაოდ უნდა განსხვავდებოდეს ელექტროლიტების მაკოაგულირებელი მოქმედებისაგან.

ჰიდროფობული მცირედ დამუხტული კოლოიდური სისტემების ელექტროლიტებით კოაგულაცია ძირითადად დაიყვანება ξ პოტენციალის შემცირებამდე, მაშინ როდესაც ულტრაიისფერი გამოსხივების მაკოაგულირებელი მოქმედება დაკავშირებულია ნაწილაკის ზედაპირული მუხტის შემცირებასთან. ამიტომ ზემოაღნიშნულ ორ შემთხვევაში მიღებული კოაგულაციის სტრუქტურაც სხვადასხვანაირი უნდა იყოს.

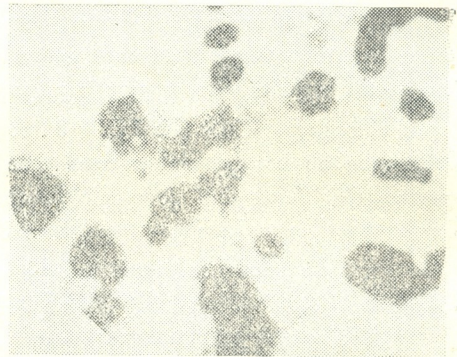
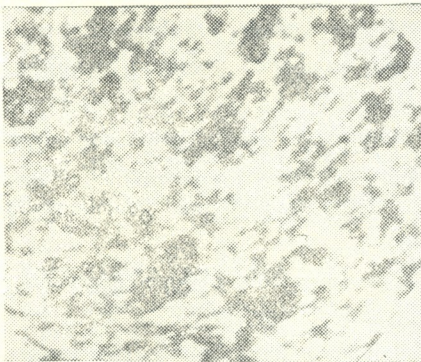
მართლაც, ნახ. 5-სა და ნახ. 6-ზე გამოსახულ $\text{EM}-3$ ელექტრონულ მიკროსკოპზე ჩატარებული გამოკვლევების თანახმად, ZnS და CdS—ზოლების



გაშუქებით ნიღბული კოაგელები უფრო მეტად კომპაქტურია, ვიდრე იმავე ზოლებზე ელექტროლიტების მოქმედებით მიღებული კოაგელები⁽¹⁾.



გამოსავალი ZnS ზოლი



ელექტროლიტით კოაგულირებული ZnS

გაშუქებით კოაგულირებული ZnS

ნახ. 5. გამოსავალი და ელექტროლიტითა და გაშუქებით კოაგულირებული ZnS—
ზოლის ელექტრონომიკროსკოპული სურათები (გადიდება 10.000)

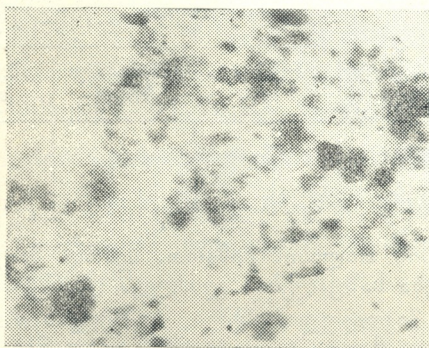
3. PbS ზოლებში ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების შესწავლა წარმოებდა ერთნაირი კონცენტრაციის და სხვადასხვა სისუფთავის ზოლის ორ ნიმუშზე.

PbS (№ 1 და 2) ზოლების გამოკვლევის შედეგად მიღებული მონაცემები მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

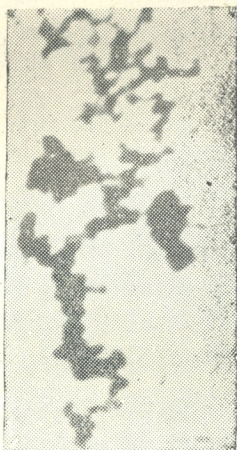
PbS (№ 1 და 2) ზოლების გამოკვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ გამოსხივების მოქმედება იწვევს PbS ზოლების გამჟავებას და ამის შესაბამისად მათი ელგამტარობის ზრდას.

⁽¹⁾ ზოლების ელექტრონულ-მიკროსკოპული გამოკვლევები შესრულებულია საქართველოს სსრ სამეცნიერო-კვლევითი ფეტერინარული ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლის ვ. ჯეირანაშვილის მიერ.

ცდებმა გვიჩვენა, რომ გაშუქებული PbS ზოლის ინტერმიცელარული სხნარი შეიცავს SO_4^{2-} იონების საგრძნობ რაოდენობას.



გამოსავალი CdS ზოლი



ელექტროლიტით კოაგულირებული CdS



გაშუქებით კოაგულირებული CdS

ნახ. 6. გამოსავალი და გაშუქებითა და ელექტროლიტით კოაგულირებული CdS ზოლის ელექტრონიკროსკოპული სურათები (გადიდება 10.000)

ცალკე შევისწავლეთ აგრეთვე 0,01 N H_2S და 0,01 N Na_2S ხსნარებზე ულტრაისფერი სხივების გავლენა, რათა დავემტკიცებინა ZnS , CdS და PbS ზოლებში HS^- და S^{2-} იონების დაჟანგვის შესაძლებლობა აღნიშნულ ზოლებზე ულტრაისფერი გამოსხივების მოქმედებისას.

0,01 N H_2S ხსნარის გაშუქებისას მიღებული მონაცემებით, გამოსხივების გავლენით ხდება საკვლევი ხსნარის გამოჟავება და HS^- —იონების დაჟანგვა ნაწილობრივ ელემენტარულ გოგირდად, ნაწილობრივ კი SO_4^{2-} იონებად. ანალიზურ სურათს იძლევა 0,01 N Na_2S ხსნარი. გამოსხივების მოქმედების შედეგად 0,01 N Na_2S ხსნარის pH ეცემა და S^{2-} იონები SO_4^{2-} იონებად იჟანგება. მაშასადამე, H_2S და Na_2S ხსნარების გაშუქებით მიღებული შედეგებით დასტურდება ჩვენ მიერ ზემოთ მოწოდებული ულტრაისფერი გამოსხივების მაკოაგულირებელი მოქმედების მექანიზმი თუთიის, კადმიუმისა



ცხრილი 4

ულტრაიისფერი სხივების მოქმედება PbS (№ 1 და 2) ზოლებზე

ზოლის №№	PbS კონცენტრაცია გამოსავალ ზოლში მგ/ლ	pH		ხვედრითი ელგამტარობა $\Omega^{-1} \text{ სმ}^{-1} \times 10^4$		გაშუქების ხანგრძლივობა, რომელიც იწვევს კოაგულაციას წუთობით
		გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	გამოსავალი ზოლი	გაშუქებული ზოლი	
1	60	9,67	3,62	8,00	9,60	120
2	60	7,39	3,01	4,20	10,90	100

და ტყვიის სულფიდების ზოლების მიმართ. ზემოთ მოყვანილი მონაცემების ურთიერთთან შედარება საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ულტრაიისფერი გამოსხივების მაკოაგულირებელი მოქმედება ZnS, CdS და PbS ზოლებზე განპირობებულია მათში გამოსხივების გავლენით გამოწვეული ჟანგვა-აღდგენითი პროცესებით.

ერთსა და იმავე ჟანგვა-აღდგენით პირობებში თუთიის, კადმიუმის და ტყვიის სულფიდების არაერთგვარი ქცევით უნდა აიხსნას ზოგიერთი კოლომორფული სულფიდური ნაერთის სხვადასხვაგვარი მიგრაციის უნარი ბუნებაში. ამითვე ნაწილობრივ შეიძლება აიხსნას ზოგიერთი სტრუქტურული ანომალია, რომელსაც ზოგჯერ ადგილი აქვს მადნეულ ველებში ტყვიისა და თუთიის სულფიდების ზევიდან ქვევით განლაგების სახით.

დასკვნები

1. ულტრაიისფერი სხივების მოქმედება ZnS, CdS და PbS ზოლებში იწვევს HS⁻ და S²⁻ იონების დაჟანგვას SO₄²⁻ იონებად, რის შედეგადაც ზოლების ელგამტარებლობა ყველა შემთხვევაში საგრძნობლად იზრდება მაშინ, როდესაც pH სიდიდეები ZnS ზოლებისათვის მცირედ, ხოლო CdS და PbS ზოლების შემთხვევაში საკმაოდ მკვეთრად იცვლება;

2. განსაზღვრული რაოდენობის გამოსხივების შთანთქმის შედეგად ZnS, CdS და PbS ზოლები მით უფრო ადრე კოაგულირდება, რაც უფრო მაღალია მათი გაწმენდის ხარისხი და კონცენტრაცია;

3. ZnS და CdS ზოლების გაშუქებით მიღებული კოაგელები თავისი სტრუქტურით საგრძნობლად განსხვავდება აღნიშნულ ზოლებზე ელექტროლიტების მოქმედებით მიღებული გელებისაგან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის

ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.10.1955)

დამოუწყობელი ლიტერატურა

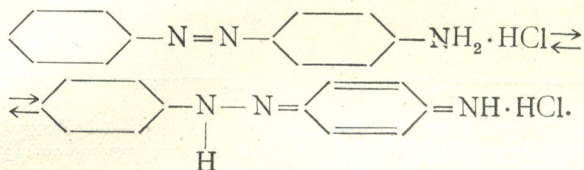
1. P. Lal u. P. B. Ganguly. Studies of the effect of ultra-violet Light on Colloids, J. Ind. chem. Soc. 6, 547, 1929; 7, 513, 1930.
2. Höppler viskosimeter, Beschreibungen und Gebrauchs anteilung, 1942.
3. А. В. Думанский. Учение о коллоидах. Госхимиздат, 1948.
4. Е. М. Нанобашвили и Л. П. Беручашвили. Окислительно-восстановительные процессы. Труды института химии АН ГССР, т. 12, 1955.

ბ. ბაბრათიშვილი

ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების ქიმიური აღნაგობის
შესწავლა შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრების გამოყენებით¹

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 14.11.1955)

ლიტერატურაში [1, 2, 3, 4] გავრცელებულია შეხედულება, რომ ამინო-აზონაერთების ჰიდროქლორიდები არსებობენ ორი წონასწორული სახით—აზოიდურითა და ხინოიდურით.

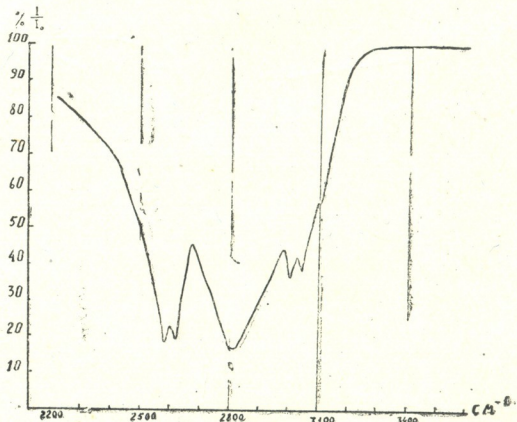


ამ აზრის გავრცელებას დიდად შეუწყო ხელი წარმოდგენამ ტაუტომე-რიის შესახებ თვით ამინოაზონაერთებში.

წინა სამუშაოში [5], გამოვიყენეთ რა შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტ-რები, გამოვთქვით მოსაზრება, რომ როგორც ბენზოლის, ისევე ნაფტალინის რიგის ამინოაზონა-ერთებს მხოლოდ აზო-აღნაგობა აქვთ და უარვყავით მათი ტაუტო-მერია; აგრეთვე აღვნიშნეთ ო- და პ-ამინოაზონაერთების ინფრა-წითელ სპექტრებს შორის არსე-ბული მკვეთრი განსხვავება.

ამასთან დაკავშირებით საინ-ტერესოა ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების ქიმიური ანა-გობის შესწავლა ინფრაწითელი სპექტრების მეთოდით. ამ საკით-ხის გადაჭრას ისახავს მიზნად წი-ნამდებარე სტატია.

ინფრაწითელი სპექტრების დახმარებით ამინოაზონაერთების ჰიდრო-ქლორიდებში შესაძლებელია პროტონის მიერთების ადგილის მონახვა, რაც საშუალებას მოგვცემს ვიმსჯელოთ ამინო- და აზოჯგუფების შემცველი აზო-ტის ატომების შეფარდებით ფუძიანობაზე თვით ამინოაზონაერთებში; შესაძ-

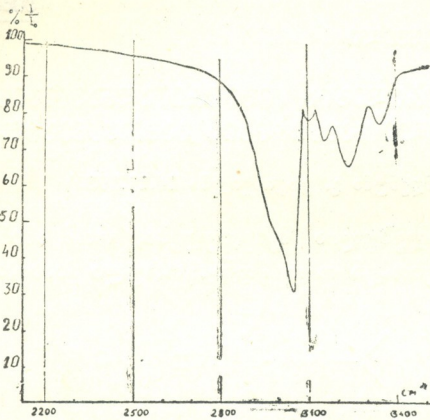


სურ. 1. α-ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის (II) ინფრაწითელი სპექტრი

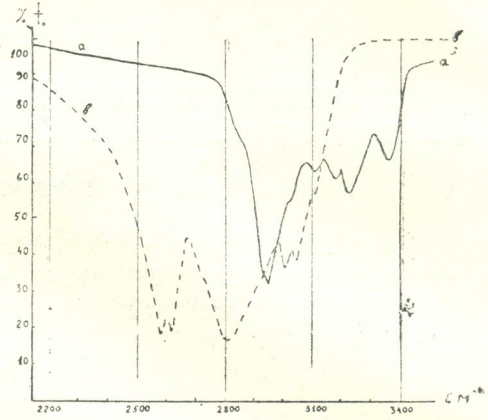
¹ შრომა შესრულებულია კარპოვის სახ. ფიზიკური ქიმიის ინსტიტუტში დ. შიგო-რინის ხელმძღვანელობით.



ლებელია აგრეთვე აზოტის ატომების სავალენტო მდგომარეობების ხარისხობრივად განსაზღვრა.



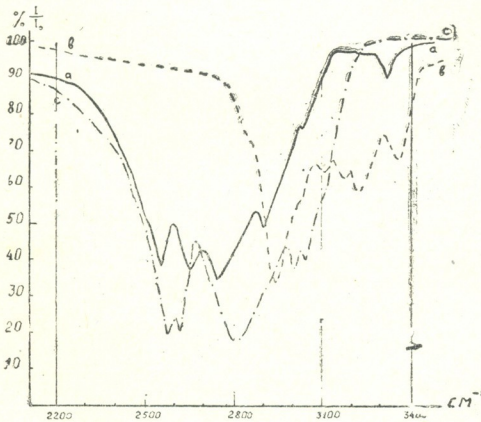
სურ. 2. 3-ამინობენზოლის ჰიდროქლორიდის (III) ინფრაწითელი სპექტრი



სურ. 3. *a*—1-ბენზოლახო-4 ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის (IV) და *b*—4-ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის (II) ინფრაწითელი სპექტრები

რამდენადაც ჩვენთვის ცნობილია, ლიტერატურაში არ მოიპოვება მონაცემები ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის გამოყენების შესახებ ისეთი ნაერთების ჰიდროქლორიდების აღნაგობის შესასწავლად, რომლებიც შეიცავენ პროტონის მიერთების პოტენციალური უნარის მქონე რამდენიმე ჰეტეროატომს.


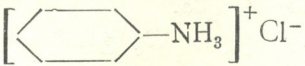
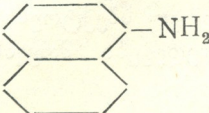
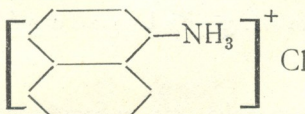
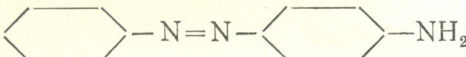
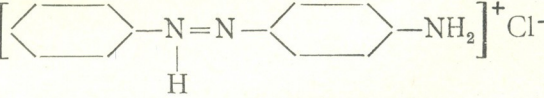
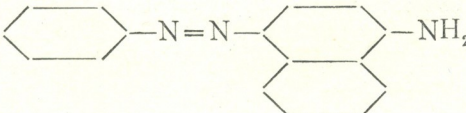
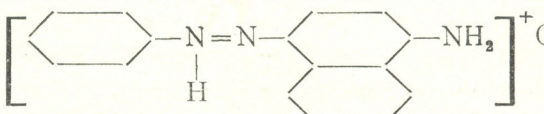
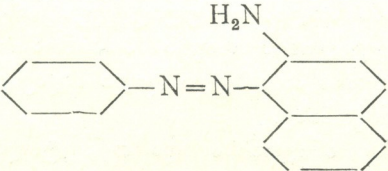
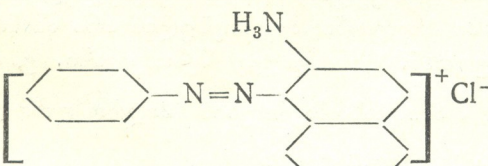
პროტონის მიერთების ადგილისა და აზოტის ატომების სავალენტო მდგომარეობების განსაზღვრა ინფრაწითელი სპექტრების საშუალებით წინამდებარე სტატიაში ეყრდნობა შემდეგ ფაქტს. ჩვეულებრივი სამვალენტოვანი აზოტის (ამინები, იმინები)



სურ. 4. *a* — 1-ბენზოლახო-2 ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის (V), *b* — 1-ბენზოლახო-4 ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის (IV) და *c* — 4-ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის (II) ინფრაწითელი სპექტრები

>N-H ბმის სავალენტო რხევების სიხშირეები მდებარეობს 3250 — 3400 სმ^{-1} ფარგლებში [5, 6], ამინონაერთების ჰიდრო-

ქლორიდებში კი $\text{>N}^+-\text{H}$ სიხშირეებს გაცილებით დაბალი მნიშვნელობა აქვთ და არ აღემატებიან 3100 სმ^{-1} , რაც შეიძლება აიხსნას რხევების ფორმისა (პირამიდის გადასვლა ტეტრაედრში) და ქიმიური ბმების ძალური მუდმივების შეცვლით, ამრიგად, იმ შემთხვევაში, როცა მოლეკულაში რამდენიმე

№№	ნივთიერების დასახელება	ამინოაზონაერთების და მათი ჰიდროქლორიდების N—H ბმების ზოლები (სმ ⁻¹)
I		3440, 3357, 3220
		ზოლები გადანაცვლებულია C—H ბმების არეში და უფრო ქვევით
II		3455, 3380, 3335, 3210
		ზოლები გადანაცვლებულია C—H ბმების არეში და უფრო ქვევით — 3042, 3007, 2621, 2581
III		3460, 3375, 3350, 3208
		3335, 3240, 3154, 3045
IV		3450, 3372, 3323, 3206
		3347, 3220, 3182, 2960
V		3421, 3225
		ზოლები გადანაცვლებულია C—H ბმების არეში და უფრო ქვევით — 2906, 2747, 2656, 2558



აზოტის ატომია, N—H ზოლის მდებარეობას სპექტრში შეუძლია გვაჩვენოს. პროტონის მიერთების ადგილი და აგრეთვე ხარისხობრივად დაახასიათოს აზოტის ატომების სავალენტო მდგომარეობა.

ჩვენ შევისწავლეთ 3-ამინოაზობენზოლის (III)⁽¹⁾ 1-ბენზოლაზო-4 ნაფტილამინის (IV) და 1-ბენზოლაზო-2 ნაფტილამინის (V) შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრები 2.5—5 μ არეში. შედარებისათვის გავზომეთ ანილინისა (I) და α -ნაფტილამინის (II) ჰიდროქლორიდების სპექტრები.

შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრები მიღებულია სპექტრის ავტომატურად ჩამწერი სპექტრომეტრის ИКС—1 საშუალებით ლითიუმის ფტორიდის პრიზმით. ჩამოთვლილ ნივთიერებათა ინფრაწითელ სპექტრებს ვიკვლევდით კრისტალურ მდგომარეობაში. გავზომის შედეგები მოყვანილია ცხრ. 1 და სურ. 1, 2, 3, 4.

პ-ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების ქიმიური აღნაგობა

როგორც ცხრ. 1 და სურ. 1 ჩანს, ანილინისა და α -ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდების $\text{>N}^+\text{—H}$ ზოლების სავალენტო რხევების სიხშირეები მძლავრადაა გადანაცვლებული გრძელი ტალღების მხარეს და C—H ბმების სავალენტო რხევის სიხშირეების არეში მდებარეობს. $\text{>N}^+\text{—H}$ და C—H ზოლების დამთხვევა აძლიერებს შთანთქმას და ამით აძნელებს მრუდის კონტურისა და მაქსიმუმის გარკვევას. მაგრამ ჩვენი შემდგომი მსჯელობისათვის საკმარისია მხოლოდ ის ფაქტი, რომ —NH_3^+ ჯგუფის სპექტრში 3100 სმ^{-1} მნიშვნელობის ზევით ზოლები არ მოიპოვება.

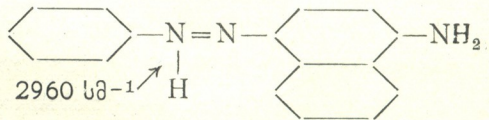
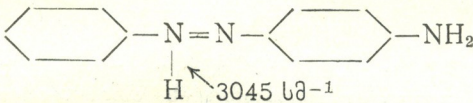
პ-ამინოაზობენზოლის ჰიდროქლორიდის სპექტრი (ცხრ. 1, სურ. 2) შეიცავს ოთხ ზოლს—3335, 3240, 3154 და 3045 სმ^{-1} ; ამასთანავე უკანასკნელი ზოლი მაღალი ინტენსივობით ხასიათდება. 1-ბენზოლაზო-4 ნაფტილამინის სპექტრში (ცხრ. 1, სურ. 3) მქლავნდება აგრეთვე ანალოგიური ოთხი ზოლი 3347, 3220, 3182 და 2960 სმ^{-1} . გარდა ამისა, ჰიდროქლორიდების ორივე სპექტრში 3100 სმ^{-1} არეში მოჩანს ზოლი, რომელიც ეკუთვნის არომატულ C—H ბმას. ბენზოლისა და ნაფტალინის რიგის პ-ამინოაზონაერთებს ჰიდროქლორიდების სპექტრებს შორის არსებული დიდი მსგავსება მიგვითითებს მათ ანალოგიურ ქიმიურ აღნაგობაზე.

აღნიშნული სპექტრების შედარება ანილინისა და α -ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდების სპექტრებთან გვიჩვენებს, რომ შესწავლილ პ-ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდებში პროტონი მიერთებულია არა ამინოჯგუფის აზოტთან, არამედ აზოჯგუფთან. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ე. ი. თუ წარმოიქმნებოდა —NH_3^+ ჯგუფი, პ-ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების

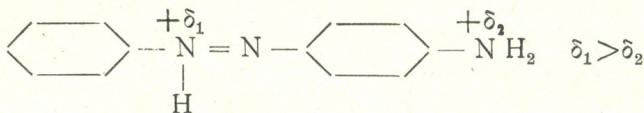
(¹ რომაული ციფრები შეესაბამება 1 ცხრილის რიგებს.)

სპექტრებში არ უნდა ყოფილიყო ზოლები 3100 სმ^{-1} ზევით, როგორც ეს ანილინისა და α -ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდების სპექტრებშია.

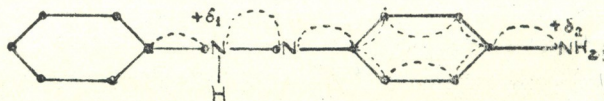
მეორე მხრივ, β -ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდებში $-\text{NH}_2$ ჯგუფის ზოლების სიხშირეები ($3000-3335 \text{ სმ}^{-1}$ არე) გაცილებით ქვევითაა, ვიდრე თვით β -ამინოაზონაერთებში ($3200-3450 \text{ სმ}^{-1}$). $-\text{NH}_2$ ჯგუფის ყველა ზოლის ასეთი დიდი გადანაცვლება არ შეიძლება აიხსნას მოლეკულების ასოციაციით და, უთუოდ, წარმოადგენს პროტონის მიერთების გამო დეფორმირებული აზოჯგუფის მძლავრი გავლენის შედეგს ამინოჯგუფზე. 3000 სმ^{-1} ახლოს მდებარე ზოლი (3045 სმ^{-1} β -ამინოაზობენზოლში და 2960 სმ^{-1} 1-ბენზოლაზო-4 ნაფტილამინში), რომელიც გამოირჩევა სხვებისაგან მაღალი ინტენსივობით, ახასიათებს აზოჯგუფთან პროტონის მიერთებით წარმოქმნილ $\text{>N}^+\text{-H}$ ბმას



ამ ზოლების მაღალი ინტენსივობა აგრეთვე მიგვითითებს სათანადო ბმის საგრძნობ პოლარობაზე. ზემოთ თქმულს საბოლოოდ მივყავართ იმ დასკვნამდე, რომ შესწავლილ β -ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდებში პროტონი მიერთებულია აზოჯგუფთან, რაც იწვევს მოლეკულაში ელექტრონული ღრუბლის ისეთ გადანაწილებას, რომ დადებითი მუხტი წარმოიქმნება როგორც აზო-, ისევე ამინოჯგუფის აზოტებზე.



ასეთი აღნაგობა შემდეგნაირად შეიძლება გამოიხატოს ელექტრონულ-სტრუქტურული ფორმულით



სადაც წერტილებით აღნიშნულია π -ელექტრონი, ხოლო რკალებით—მათი განაწილების სიმკვრივე.

როგორც პირველად თილემ [1] აღნიშნა, β -ამინოაზობენზოლის ჰიდროქლორიდი წარმოიქმნება წითელი პროდუქტის სახით, რომელიც დაყოვნებისას მეტალისებურად მბზინავ ლურჯ ფერს იღებს. ჰიდროქლორიდის ფერის ცვლილება თილემ დაუკავშირა შიდამოლეკულურ პროცესს — აზოიდური სტრუქტურის გადასვლას ხინოიდურში. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ, ჩვენმა

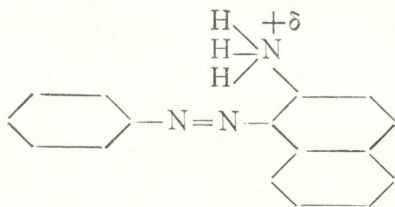
ვაზომეების თანახმად, წითელი და ლურჯი პროდუქტების ინფრაწითელი სპექტრები იდენტური აღმოჩნდა.

ამრიგად, პ-ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების ინფრაწითელი სპექტრების ანალიზი არ ეთანხმება თილეს, ჰანჩის, მარტინოვისა და სხვების აზრს ამ ნაერთების ორგვარი სახით არსებობის შესახებ.

ო-ამინოაზონაერთების ქიმიური აღნაგობა

წინა სამუშაოში [5] ჩვენ მიერ ნაჩვენები იყო, რომ ო-ამინოაზონაერთების ინფრაწითელი სპექტრები მკვეთრად განსხვავდება (ზოლების რიცხვით, მდებარეობით და ინტენსივობით) პ-იზომერების სპექტრებისაგან. ეს განსხვავება ახსნილი იყო ო-ამინოაზონაერთებში შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის არსებობით. ო- და პ-ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების ინფრაწითელი სპექტრები ასევე დიდად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან (ცხრ. 1, სურ. 4); ეს განსხვავება გამოსახულია როგორც ზოლების რიცხვსა და მათ მდებარეობებში, ისევე ინტენსივობებშიც.

ო-ამინოაზონაერთის ჰიდროქლორიდის სპექტრში (ცხრ. 1, სურ. 4) არ ჩანს შთანთქმა $3100-3350 \text{ სმ}^{-1}$ ფარგლებში (როგორც ეს არის პ-იზომერების სპექტრებში) და ყველა ზოლი გადანაცვლებულია C—H ბმების უბანში. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ასეთი სპექტროსკოპიული გამოვლინება დამახასიათებელია $-\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3$ ჯგუფისათვის. მართლაც, 1-ბენზოლაზო-2-ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის სპექტრი ანალოგიურია α -ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის სპექტრისა, ე. ი. ო-ამინოაზონაერთებში მარილის წარმოქმნა მიმდინარეობს პროტონის მიერთებით ამინოჯგუფთან და მიიღება $-\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3$ ჯგუფი



პროტონის მიერთება აზოჯგუფთან პ-ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდებში და ამინოჯგუფთან ო-იზომერებში პირველი შეხედვით მოულოდნელია, ვინაიდან ერთნაირი ჩანაცვლებული ჯგუფები ო- და პ-მდგომარეობებში, ჩვეულებრივ, ამქლავნებენ ანალოგიურ ბუნებას და ერთისა და იმავე რიგის ორიენტანტებს წარმოადგენენ. მაგრამ ეს ფაქტი გასაგები ხდება, თუ მივიღებთ მხედველობაში შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის არსებობას ო-იზომერებში. ო-ამინოაზონაერთებში აზოჯგუფის ჩართვა შიდამოლეკულურ წყალბადურ კავშირში იწვევს ამ აზოტის ატომის ფუძიანობის შემცირებას; ამის შედეგად ამინოჯგუფის აზოტი ხდება უფრო მეტად ფუძიანი, ვიდრე აზოჯგუფის აზოტი, რაც განსაზღვრავს მარილის წარმოქმნის ხასიათს (პროტონის მიერთება ამინოჯგუფთან).

ნათელია, რომ პროტონის მიერთება ამინოჯგუფთან ო-აზონაერთების ჰიდროქლორიდებში საგრძნობ გავლენას მოახდენს შიდამოლეკულური წყალ-

ბუდური კავშირის ბუნებაზე. შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირი უთუოდ დიდად შესუსტდება (ან შეიძლება გაწყდეს კიდევაც).

ჩვენი მოსაზრება ო-ამინოაზონანერტებში პროტონის ამინოჯგუფთან მიერთებისა და შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის საგრძნობლად შესუსტების შესახებ კარგად ეთანხმება შთანთქმის ელექტრონული სპექტრების მონაცემებს. როგორც ცნობილია, მარილის წარმოქმნა (ჩვენს შემთხვევაში კატიონის წარმოქმნა) იწვევს ბატოქრომულ ეფექტს, ე. ი. ნაერთის ელექტრონული სპექტრის გრძელტალღიანი მაქსიმუმის გადანაცვლებას სპექტრის წითელ მხარეს. ეს მოვლენა ცნობილია ჰალოქრომიის¹ სახელწოდებით [7]. მაგ. 1-ბენზოლაზო-4-ნაფტილამინის ჰიდროქლორიდის სპექტრი, თვით საღებავის სპექტრთან შედარებით, 95 მკმ გადანაცვლებულია გრძელი ტალღების მხარეს [4, 9]. ანალოგიურად იქცევიან სხვა პ-ამინოაზონანერტებიც.

პ-რივის ამინოაზონანერტებისაგან განსხვავებით, 1-ბენზოლაზო-2-ნაფტილამინის სპექტრი ჰიდროქლორიდის წარმოქმნისას არ იცვლის მდებარეობას, ხოლო 2-ნაფტილამინაზო-2-ანილინის სპექტრი მოკლე ტალღების მხარესაც კი ინაცვლებს [4]. ბენზოლის რივის ო-ამინოაზონანერტების ჰიდროქლორიდების სპექტრებში ჩანს აგრეთვე ანალოგიური ჰიპსოქრომული გადანაცვლება [3].

ამრიგად, ჰიდროქლორიდების წარმოქმნისას ო-ამინოაზონანერტები ამჟღავნებენ „შებრუნებულ“ ჰალოქრომიას, რომელიც შემდეგნაირად შეიძლება აიხსნას: მარილის წარმოქმნით გამოწვეული ბატოქრომული გადანაცვლება კომპენსირდება საწინააღმდეგო ჰიპსოქრომული ეფექტით, რაც გამოწვეულია პროტონის ამინოჯგუფთან მიერთებით და შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის საგრძნობი შესუსტებით ან გაწყვეტით. ამ ორი ეფექტის სიდიდისაგან დამოკიდებულებით, შთანთქმის ელექტრონულ ზოლს შეუძლია გადანაცვლოს სპექტრის ორივე მხარეს ან იმავე ადგილზე დარჩეს. პ-ამინოაზონანერტების ჰიდროქლორიდებში კი, რომლებშიც შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის წარმოქმნა შეუძლებელია, მოქმედობს მხოლოდ ბატოქრომული ეფექტი და ელექტრონული ზოლი, შესაბამისად, სპექტრის გრძელტალღებიან მხარეს ინაცვლებს.

ზემოთ თქმულს ეთანხმება აგრეთვე ო- და პ-რივის ოქსი-აზონანერტების ნაფტოლატების ელექტრონული სპექტრების გამოკვლევის შედეგები [10].

ნაფტოლატების წარმოქმნისას პ-ოქსიაზონანერტების ელექტრონული სპექტრი ინაცვლებს, როგორც მოსალოდნელი იყო, გრძელი ტალღების მხარეს, ო-ოქსიაზონანერტების სპექტრი კი—მოკლე ტალღების უბანში. შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის არსებობა ო-ოქსიაზონანერტებში დამტკიცებულია რამდენიმე დამოუკიდებელი მეთოდით, მათ შორის ჩვენ მიერ შთანთქმის ინტრაწითელი სპექტრების გამოყენებით.

¹ ჰალოქრომიის საინტერესო შემთხვევა შეისწავლეს ა. ტერენინმა და ა. კარიაკინმა [8]. სინათლის პირდაპირი მოქმედებით ავტორებმა შეამჩნიეს პროტონის შექცევადი გადასვლა აკრიდინსა და მეთუნმეჟავს შორის. კატიონის წარმოქმნასთან ახლდა აკრიდინის ნორმალური იისფერი ფლუორესცენციის (450 მკმ) შექცევადი ცვლილება მწვანეზე (550 მკმ).

ო-ოქსიაზონაერთებში, მსგავსად ო-ამინოაზონაერთებისა, მარილებს წარმოქმნა დაკავშირებულია შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის გაწყვეტასთან, რაც იწვევს ელექტრონული სპექტრის გადაადგილებას მოკლე ტალღების მხარეს.

მრავალი ავტორის მიერ [2, 11, 12] აღნიშნულია, რომ ო-ამინოაზონაერთები, პ-რიგის იზომერებისაგან განსხვავებით, მინერალურ მჟავებთან გაცხელებისას დაბალ მდგრადობას იჩენენ. ვფიქრობთ, რომ ეს ფაქტი გამოწვეულია ო-ამინოაზონაერთებში პროტონის მიერთებისას შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის გაწყვეტით.

ამრიგად, შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრებისა და სხვა ცნობილი ფაქტების ანალიზი გამორიცხავს შესწავლილი ამინოაზონაერთების ჰიდროქლორიდების ორგვარი სახით არსებობას და ადასტურებს მათ აზოიდურ აღნაგობას. პროტონის მიერთება აზოჯგუფთან პ-ამინოაზონაერთებში და ამინოჯგუფთან ო-იზომერებში აიხსნება ო-იზომერებში ამინო- და აზოჯგუფების ბუნების ცვლილებით, რაც გამოწვეულია შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის გავლენით.

შიდამოლეკულური წყალბადური კავშირის შესუსტება ან დარღვევა, ო-ამინოაზონაერთებში ჰიდროქლორიდების წარმოქმნისას, იწვევს ელექტრონული სპექტრის ჰიპსოქრომულ გადანაცვლებას („შებრუნებულ“ ჰალოქრომია).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის

ქიმიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.12.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Thiele. Veber Isomerie bei den Salzen des Amidoazobenzols. Ber. 36, 3965, 1903.
2. С. Ф. Филиппичев. Химия и технология азокрасителей. Москва, 1938.
3. M. Martinoff. Spectres d'absorption et structure des composés aminoazoïques. I. Compt. Rend. 235, 54, 1952.
4. M. Martinoff. Spectres d'absorption et structure des composés aminoazoïques. II. Compt. Rend. 236, 87, 1953.
5. Г. Д. Багратишвили. Исследование проявления водородной связи в аминокрасящих соединениях. ДАН СССР, 96, 753, 1954.
6. Г. Д. Багратишвили, Д. Н. Шигорин и Н. С. Спасокукоцкий. Исследование водородной связи в индоанилиновых красителях методом инфракрасных спектров поглощения. Журн. физ. химии, 28, 2185, 1954.
7. A. Baeyer u. V. Villiger. Dibenzalacetone und Triphenylmethan. Ein Beitrag zur Farbtheorie. Ber. 35, 1189, 3013, 1902.
8. А. Н. Теренин и А. В. Карякин. Фотоперенос протона в органических системах. ДАН СССР, 58, 425, 1947.
9. В. В. Перекалин и М. В. Савостянова. Об азокрасителях из 1,5-аминонафтаола и некоторых его производных. VIII. Журн. общ. химии, 21, 1329, 1951.
10. В. Н. Уфимцев. Исследование в области азокрасителей. ЖОХ, 13, 520, 1943.
11. С. Ф. Филиппичев. Исследование в области п-аминоазокрасителей. ДАН СССР, 73, 731, 1950.
12. K. Saunders. The Aromatic Diazo-compounds... 1949.

გომზარაზი

მ. კაკაბაძე

ქვემო ქართლში საფინებლო მასალათა მრეწველობის განვითარებისა და ბანკითარების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 10.1.1956)

საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ უდიდესი ღონისძიებები გატარდა ფაბრიკა-ქარხნების, შახტების, ელექტროსადგურების, სარწყავი სისტემებისა და კომუნალური მშენებლობის ხაზით. მკვეთრად გაიზარდა საშენ მასალათა მრეწველობის როლი. უკანასკნელის განვითარება დიდად არის დამოკიდებული სამშენებლო მასალათა ნედლეულის არსებობაზე. იგი მეტ-ნაკლები რაოდენობით საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეში მოიპოვება, მაგრამ ამ მხრივ ქვემო ქართლი განსაკუთრებით გამოირჩევა.

სამშენებლო მასალებიდან პირველ რიგში აღსანიშნავია სადახლოს მარმარილო (მარნეულის რაიონში). იგი მუქი და ღია რუხი ფერისაა, ხასიათდება დიდი მარაგით. საექსპლოატაციოდ მისაწვდომი და მოხერხებულია. მარმარილოს მოპოვება აქ დიდი ხანია მიმდინარეობს. სადახლოს მარმარილოს იყენებს არამარტო ჩვენი რესპუბლიკა, არამედ იგი რესპუბლიკის ფარგლებს გარეთაც იგზავნება.

ქვემო ქართლში დიდი რაოდენობით მოიპოვება სხვადასხვა ფერის ტუფი (ბოლნისისა და მარნეულის რაიონში). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბოლნისის ტუფი, რომელიც დაბა ბოლნისის სამხრეთ-აღმოსავლეთითაა (5—6 კმ-ზე); ის სხვადასხვა ფერისაა და ამშენებს შიგ ჩართული მრავალგვარი ზოლები. იგი ყინვაგამძლეა, კარგად ილურსმება, შედარებით მსუბუქია და ადვილად მუშავდება. ბოლნისის ტუფი მოსაპირკეთებლად ძვირფას ქვას წარმოადგენს. კარგი ხარისხის სამშენებლო ტუფია აგრეთვე ხატის სოფლის მიდამოებში. ბოლნისის ტუფს, როგორც ძვირფას სამშენებლო მასალას, ადგილობრივი მოსახლეობა უძველესი დროიდან იყენებდა. ამ ქვითაა მოპირკეთებული ქართული არქიტექტურის უძველესი (V საუკუნის) ძეგლი—ბოლნისის სიონი და შუა საუკუნეების რიგი ნაგებობანი. ბოლნისის ტუფი ფართოდაა გამოყენებული ჩვენი დროის საქალაქო მშენებლობაში. ამ ქვითაა მოპირკეთებული მარქსიზმ-ლენინიზმის ინსტიტუტის საქართველოს ფილიალის შენობა თბილისში, მთავრობის სახლი და სხვა. ეს ტუფი გადის აგრეთვე რესპუბლიკის ფარგლებს გარეთაც. საუკეთესო ხარისხის სამშენებლო ტუფი მოიპოვება აგრეთვე სადახლოს მიდამოებში.

ქვემო ქართლში ძლიერ გავრცელებულია კირქვები, რომელიც ძვირფას სამშენებლო მასალას წარმოადგენს. სამშენებლო კირქვების საბადოები

წარმოდგენილია თეთრი წყაროს, მანგლისის, დურნუკის, შაჟმიანის, სადახლოს, ბოლნისისა და გომარეთის მიდამოებში. ამ საბადოთა კირქვა თეთრი, მორუხო და მოყვითალო ფერისაა, წვრილმარცვლოვანია და ადვილად მუშავდება. განსაკუთრებით აღსანიშნავია სადახლოს კირქვის საბადო, რომელიც მაღალი ხარისხისაა და კირქვით (მდნობით) რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანას ამარაგებს.

მდ. მდ. ხრამისა და ალგეთის ხეობაში განვითარებულია ტუფოგენური ქვიშაქვები. ქვიშაქვები წარმოდგენილია აგრეთვე მანგლისის, თეთრი წყაროს, ბოლნისის, შაჟმიანის, დმანისისა და ყაჩაღანის მიდამოებში. ეს ქვიშაქვები საუკეთესო საშენი მასალაა.

სამშენებლოდ გამოიყენება შავი და მუქი რუხი ფერის ბაზალტები და ანდეზიტ-ბაზალტები; მათი მოპოვება-დამუშავება მიმდინარეობს სოფ. სოფ. დურნუკის, მარნეულის, წინწყაროსა და სანდარას მიდამოებში.

ქვეშისა და ორმაშენის მიდამოებში დიდი რაოდენობითაა დიბაზები და პორფირიტები. ხრამის ვაკეობით, დაბა მოლოტოვის ქვევით, მოიპოვება რუხი და ვარდისფერი გრანიტი, რომელიც ძვირფას სამშენებლო ქვას წარმოადგენს. ჩათახის მიდამოებში, მდ. ფოლადაურისა და ლოქისწყლის აუზში, ყაზრეთისა და ქვემო ბოლნისის მიდამოებში გავრცელებულია კვარციტები. იგი საუკეთესო მასალაა შენობების მოსაპირკეთებლად, ამავე დროს შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საღეს და წისქვილის ქვებად.

ქვემო ქართლში მცირე რაოდენობით ცეცხლგამძლე თიხებიცაა (უკაშინის საბადო). გარდა ზემოაღნიშნულისა, აქ უფრო მცირე რაოდენობით გვხვდება აგატი (სადახლოსა და შაჟმიანის მიდამოებში).

მდ. მდ. მტკვრის, ალგეთის, ხრამისა და მისი შენაკადების ხეობებში გავრცელებულია ხრეში, ღორღი და სილა, რომელიც აგრეთვე ფართოდ გამოიყენება მშენებლობაში. იგი განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა მარნეულისა და ბოლნისის რაიონებში. გარდა ამისა, ქვემო ქართლის ვაკეზე გავრცელებულია კერამიკული თიხები.

ზემოაღნიშნული ძვირფასი სამშენებლო ნედლეული საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარებამდე სუსტად იყო გამოყენებული და პრიმიტიული წესით მოწყობილ აგურ-კრამიტის, კირის საწარმოებსა და საშენი ქვის კარიერებში მუშავდებოდა.

ქვემო ქართლის ბუნებრივი სამშენებლო ნედლეულის ყოველმხრივ შესწავლა და ფართო გამოყენება საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ დაიწყო.

ერთი მხრივ, ქვემო ქართლში უხვი სამშენებლო ნედლეულის არსებობამ და, მეორე მხრივ, ამ კუთხისა და მთლიანად რესპუბლიკის სამრეწველო და საბინაო-კომუნალური მშენებლობის განვითარებამ, პარტიისა და მთავრობის ყოველდღიურმა მზრუნველობამ ხელი შეუწყო სამშენებლო მასალათა მრეწველობის აღმავლობას. ქვემო ქართლში შეიქმნა აგურ-კრამიტის, კირის, მარმარილოს, ტუფის, ბაზალტებისა და სხვა საშენი ქვების რიგი საწარმოები, რომელნიც ძირითადად ნედლეულის ბაზებთანაა განლაგებული.

გაშლილ სამეურნეო და კულტურულ მშენებლობასთან დაკავშირებით სისტემატურად იზრდებოდა სამშენებლო მასალათა მრეწველობის პროდუქცია. მიუხედავად ამისა, ქვემო ქართლის დღევანდელი სამშენებლო მასალათა მრეწველობის პროდუქცია ჯერ კიდევ ვერ აკმაყოფილებს მშენებლობის გაშლილ მოთხოვნილებებს. სამშენებლო მასალათა მრეწველობა შედარებით უკეთაა განვითარებული მარნეულისა და ბოლნისის რაიონებში.

მარნეულის რაიონში საშენ მასალათა მრეწველობის სამინისტროს, რაიმრეწვკომბინატის, ცალკეული მეურნეობრივი ორგანიზაციებისა და კოლმეურნეობების მიერ მოწყობილია მარმარილოს, გრანიტის, ბაზალტის, კირქვისა და აგურ-კრამიტის საწარმოები. ამ რაიონის საშენ მასალათა საწარმოებმა 1953 წელს დაამზადეს მარმარილო—1000 მ³, გრანიტი—6000 მ³, ბაზალტი—4000 მ³, კირქვა—151654 ტონა, კრამიტი—775.000 ცალი, აგური—528.000 ცალი და სხვ.

კირქვის მოპოვება და გადამუშავება სადახლოს მიდამოებში მექანიზებული წესით წარმოებს, დანარჩენი მასალების დამზადება კი—ნახევრად მექანიზებულ საწარმოებში ხდება.

სამშენებლო მასალათა წარმოება დაწინაურებულია აგრეთვე ბოლნისის რაიონში. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, აქ დიდი რაოდენობით მოიპოვება მალალხარისხოვანი ფერადი ტუფი, ბაზალტი, კირქვები, კერამიკული თიხები და სხვ., მათ ბაზაზე მოწყობილია ტუფის, ბაზალტის, კირისა და აგურ-კრამიტის საწარმოები, რომლებმაც 1953 წელს დაამზადეს: ტუფი—10.000 მ³, ბაზალტი—5000 მ³, კირი—707 ტონა, კრამიტი—327000 ცალი, აგური—47000 ცალი. ტუფისა და ბაზალტის დამუშავება ნახევრად მექანიზებულია, ხოლო აგურ-კრამიტისა და კირის დამზადება პრიმიტიული წესით ხდება.

ბოლნისისა და მარნეულის რაიონიდან ძვირფასი საშენი ფერადი ტუფი, მარმარილო, ბაზალტი, კირქვა და სხვა საშენი მასალები იგზავნება არამარტო საქართველოს რაიონებში, არამედ რესპუბლიკის ფარგლებს გარეთაც.

გარდაბნის რაიონში ადგილობრივ ნედლეულის ბაზაზე აგურ-კრამიტის, გაჯისა და კირის საწარმოებია მოწყობილი. ამ საწარმოებმა 1953 წელს დაამზადეს: აგური—300,0 ათასი ცალი, კრამიტი—150,0 ათასი ცალი.

თეთრი წყაროს რაიონში სამშენებლო მასალათა მრეწველობიდან აღსანიშნავია საშენი ქვის (ბაზალტის) წარმოება. უნდა აღინიშნოს, რომ აქ საშენი ქვები, კირქვები, კერამიკული თიხები და სხვა სამშენებლო ნედლეული მრავალ ადგილას მოიპოვება, მაგრამ მათი დამუშავება ჯერჯერობით სუსტად მიმდინარეობს, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში საშენი ქვის დამზადებას (სოფ. სამშვილდში). ქვის დამუშავება აქ პრიმიტიული წესით წარმოებს. ამიტომაც, რომ 1953 წელს საწარმომ მხოლოდ 520 მ³ საშენი ქვა დაამზადა. მიღებულია ზომები საშენი ქვის წარმოების მოსაწყობად სოფ. სოფ. დურნუკში, ირაგასა და დაბა მანგლისში.

რაც შეეხება დმანისისა და წალკის რაიონებს, მიუხედავად რიგი სამშენებლო ნედლეულის არსებობისა, აქ სახელმწიფო მრეწველობის არც ერთი სამშენებლო მასალათა საწარმო არ არის, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში



კოლმეურნეობების მიერ მოწყობილ ზოგიერთ პატარა საწარმოს, სადაც პრიმიტიული წესით წარმოებს საშენი ქვის, კირისა და აგურ-კრამიტის დამზადება.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ქვემო ქართლის სამშენებლო მასალათა მრეწველობა ძირითადად სახელმწიფო სამშენებლო მასალათა საწარმოებისა და კოლმეურნეობათა დამხმარე საწარმოების სახითაა წარმოდგენილი.

ცალკეული სექტორების (სახელმწიფო, საკოლმეურნეო) ხვედრითი წონა ქვემო ქართლის სამშენებლო მასალათა მრეწველობის საერთო პროდუქციაში 1953 წ. ასეთ სურათს იძლევა (იხ. ცხრილი 1):

ცხრილი 1

სექტორების დასახელება	ა გ უ რ ი		კ რ ა მ ი ტ ი		კირი და კირქვა	
	ათასი ცალოებით	%/0-ით	ათასი ცალოებით	%/0-ით	ტონობით	%/0-ით
სახელმწიფო მრეწველობის საწარმოები	750,0	68,1	300,0	17,4	150.000	97,4
კოლმეურნეობათა დამხმარე საწარმოები	350,0	31,9	1727,0	82,6	3.968	2,6
ს უ ლ	1100,0	100	2027,0	100	153.968	100

სექტორების დასახელება	მარმარილო		ტ უ ფ ი		ბ ა ზ ა ლ ტ ი		გ რ ა ნ ი ტ ი	
	კუბიკ. მეტრ.	%/0-ით	კუბიკ. მეტრებ.	%/0-ით	კუბიკ. მეტრ.	%/0-ით	კუბიკ. მეტრებ.	%/0-ით
სახელმწიფო მრეწველობის საწარმოები	1000	100	10000	100	9520	100	6000	100
კოლმეურნეობათა დამხმარე საწარმოები	—	—	—	—	—	—	—	—
ს უ ლ	1000	100	10000	100	9520	100	6000	100

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ზოგიერთი საშენი მასალის, აგურ-კრამიტისა და კირის წარმოება შედარებით სუსტადაა განვითარებული. მაგ., ქვემო ქართლში კირს მხოლოდ რამდენიმე წვრილი საკოლმეურნეო საწარმო ამზადებს პრიმიტიული წესით, მაშინ როდესაც კირქვები ამ მხარის თითქმის ყველა ადმინისტრაციულ რაიონში მრავალ ადგილას მოიპოვება. მიუხედავად კერამიკული თიხების ფართოდ გავრცელებისა, 1954 წლისათვის ქვემო ქართლში იყო ადგილობრივი მრეწველობის აგურის მხოლოდ 3 და კრამიტის 2 ქარხანა, წლიურად ერთი მილიონი ცალი აგურ-კრამიტის სიმძლავრისა; აგურის 23 და კრამიტის 57 საკოლმეურნეო პრიმიტიული საწარმო—დაახლოებით ორი მილიონი ცალი აგურ-კრამიტის სიმძლავრისა. ცხრილიდან ჩანს, აგრეთვე, რომ აგურ-კრამიტის წარმოებაში დიდია კოლმეურნეობათა დამხმარე საწარმოების ხვედრითი წონა; ისინი იძლევიან ქვემო ქართლის აგურის მთე-

ლი წარმოების 31,9%-ს და კრამიტის წარმოების 82,6%-ს, აგრეთვე გამო-
 მწვარი სამშენებლო კირის 100%-ს (სადახლოში რუსთავის მეტალურგიული
 ქარხნის მიერ მოპოვებული კირქვა გამოიყენება არა როგორც სამშენებლო
 მასალა, არამედ როგორც მდნობი).

არც სამშენებლო ქვების (მარმარილო, ტუფი, ბაზალტი და სხვა) წარ-
 მოებაა სათანადო სიმაღლეზე დაყენებული. სამშენებლო ქვების წარმოების
 დღევანდელი დონე არ უპასუხებს ამ მასალაზე არსებულ გაზრდილ მოთ-
 ხონილებას.

საქართველოში სამეურნეო, საბინაო და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო
 ნაგებობათა მშენებლობის სწრაფი ზრდა დიდ მოთხოვნებს აყენებს ძირითადი
 სახის ადგილობრივ სამშენებლო მასალებზე, მათი წარმოება კი საგრძნობად
 ჩამორჩება მშენებლობის ტემპს. აგურსა და კრამიტს, მაღალი ღირსებისა და
 შედარებითი სიიაფის გამო, რიგი უპირატესობანი აქვთ სხვა სახის საკედლე
 და სახურავი მასალის მიმართ. ამიტომ ჩვენმა სამშენებლო მრეწველობამ რაც
 შეიძლება სწრაფად უნდა გაადიდოს პროდუქციის გამოშვება. ამ მიზნით სა-
 ჭიროა, ერთი მხრივ, აგურ-კრამიტის ახალი ქარხნებისა და სამშენებლო ქვის
 ახალი კარიერების მოწყობა და, მეორე მხრივ, არსებულ საშენ მასალათა
 საწარმოების სიმძლავრეთა სრული ათვისება წარმოების გაფართოებისა და
 რეკონსტრუქციის გზით.

არსებული საწარმოების სიმძლავრეთა გადიდების ერთ-ერთ ეფექტურ
 საშუალებას წარმოადგენს მანქანა-დანადგართა ათვისება, ნედლი აგურისა და
 კრამიტის შრობისა და გამოწვის პროცესების ინტენსიფიკაცია.

უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ქვემო ქართლის საშენ მასალათა წარმოე-
 ბაში მექანიზაციის ფართოდ დანერგვას, ქვის კარიერების მანქანებით და-
 მუშავებას.

საჭიროა გაფართოვდეს ტუფის, ბაზალტისა და მარმარილოს—ამ ძვირ-
 ფასი ნედლეულის მოპოვება და დამუშავება. ამავე დროს აღნიშნული საშენი
 მასალების დამუშავებაში გამოყენებულ უნდა იქნეს მექანიზაცია, გაუმჯობეს-
 დეს სატრანსპორტო საშუალებები და სხვ., რაც გაზრდის ამ მასალათა პრო-
 დუქციის გამოშვებას.

იმის გამო, რომ აგურ-კრამიტის დიდ მანძილზე გადაზიდვა არაა რენ-
 ტაბელური, ხოლო საჭირო ნედლეული ბევრ ადგილას მოიპოვება, ქვემო ქა-
 რთლის რაიონებში უნდა გაიშალოს აგურ-კრამიტის ქარხნების უფრო მძლავ-
 რი მშენებლობა. ასეთი ქარხნების მოწყობას განსაკუთრებული მნიშვნელობა
 აქვს იმ რაიონებისათვის, რომლებიც რკინიგზის ხაზიდან მოშორებით მდე-
 ბარეობენ (წალკა, დმანისი).

როგორც არსებულ, ისე ახლად აგებულ ქარხნებში ფართოდ უნდა იქ-
 ნეს გამოყენებული თიხის საზელი მანქანები და მცირეძალოვანი წნეხები.

უკანასკნელ წლებში ჩატარებული კოლმეურნეობათა გამსხვილება სოფ-
 ლად შემდგომი მეურნეობრივი და კულტურული მშენებლობის დიდ შესაძლე-
 ბლობას ქმნის. ყოველწლიურად იზრდება ჩვენი კოლმეურნეობებისა და კოლ-
 მეურნეთა შემოსავალი, რაც ხელს უწყობს მშენებლობის გაშლას. ძველი,

უსისტემოდ გაბნეული ქოხების ნაცვლად შენდება ახალი სოციალისტური სოფელი, დამშვენებული ლამაზი შენობებით. ამავე დროს მესაქონლეობის სულადობისა და პროდუქტულობის ზრდა მკვეთრად აყენებს კოლმეურნეობებში პირუტყვის თანადროული კულტურული სადგომების მშენებლობის აუცილებლობის საკითხს. გასაგებია, თუ რამდენად გაიზარდა ასეთ პირობებში იაფი და მალალხარისხოვანი ადგილობრივი საკედლე და სახურავი მასალების მნიშვნელობა. იმის გამო, რომ ქვემო ქართლის რაიონებში სახელმწიფო და კოოპერაციული ორგანიზაციების მიერ აგურ-კრამიტის წარმოება ჯერ კიდევ სუსტადაა განვითარებული, რაიონის კოლმეურნეობებს უნდა მიეცეთ რჩევა, გააძლიერონ საკოლმეურნეო საშენ მასალათა დამხმარე საწარმოების მშენებლობა და საშენ მასალათა პროდუქციის გამოშვება.

განსაზღვრული მუშაობა უნდა ჩატარდეს სამშენებლო მასალათა მრეწველობის ნედლეულის ბაზის გაფართოებისა და საფუძვლიანად შესწავლისათვის. ახალი ქარხნების მშენებლობა ან არსებულ საწარმოთა გაფართოება მხოლოდ ნედლეულის მარაგის, მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებისა და გამოყენების ეკონომიური ეფექტურობის ღრმად შესწავლის შემდეგ უნდა მოხდეს.

ახალი მშენებლობის ან არსებული ქარხნების გაფართოება-რეკონსტრუქციის თითოეული პროექტი მხოლოდ მტკიცე ეკონომიური დასაბუთების შემდეგ უნდა იქნეს განხორციელებული.

ქვემო ქართლის სამშენებლო მასალათა მრეწველობის ერთ-ერთ უახლოეს ამოცანას წარმოადგენს პროდუქციის ხარისხის მკვეთრი გაუმჯობესება. ამ ამოცანის გადაჭრა მხოლოდ დადგენილი ტექნოლოგიური რეჟიმის მტკიცედ დაცვის გზით შეიძლება.

პროდუქციის თვითღირებულების შემცირების ერთ-ერთ ეფექტურ გზას წარმოადგენს ნედლეულის, სათბობის, ელექტროენერჯისა და დამხმარე მასალების ეკონომია; ქვემო ქართლის აგურ-კრამიტის ქარხნების მთავარ ამოცანას წარმოადგენს დაბალი ხარისხის სათბობის გამოყენება; აგურისა და კრამიტის ქარხნებში ძირითადად ახალციხის ზურა ნახშირი უნდა გამოვიყენოთ.

ქვემო ქართლის საშენ მასალათა მრეწველობის შემდგომი განვითარებისათვის მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს მრეწველობის ამ დარგის მეურნეობრივ-ტექნიკური ხელმძღვანელობის გაძლიერება. სუსტად ხელმძღვანელობენ საშენ მასალათა საწარმოებს ადგილობრივი მრეწველობის ორგანოების რის გამოც მათ განკარგულებაში მყოფი ქარხნების სიმძლავრეთა დიდი ნაწილი გამოუყენებელი რჩება და წარმოება დეფიციტურია.

აღნიშნულ ღონისძიებათა გატარება უზრუნველყოფს საშენი მასალების მრეწველობის შეუწინაღებელ წინსვლას და წარმოების ამ მნიშვნელოვანი დარგის შემდგომ განვითარებას, რაც ხელს შეუწყობს საშენი მასალების სიუხვის შექმნას და მშენებლობის გაფართოებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ვახუშტის სახელობის
 გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.1.1956)

ლ. რაბუხინი

წყალგამტარ ნაგებობათა ხვრეტების ანგარიში აკუმულაციის განტოლისწინებით⁽¹⁾

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზვარიემა 29.3.1956)

ხვრეტის ზომების სწორ განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს რკინიგზებსა და საავტომობილო გზებზე ხიდებისა და მილების, წყალსაცავების წყალსაგდებ ნაგებობათა, საირიგაციო ობიექტების და სხვათა დაპროექტებისას.

ჩვეულებრივ, წყალდიდობის გავლისას ნაგებობის წინ წარმოიქმნება ტბორი. ჩამონადენის ნაწილის ტბორში აკუმულაციის (დაგროვების) გამო ნაგებობის მიერ გატარებული მაქსიმალური ხარჯი აუზიდან მაქსიმალურ ჩამოდენაზე მცირე იქნება, ხოლო წყალდიდობის წყლის გატარების ხანგრძლივობა—აუზიდან ჩამოდენის ხანგრძლივობაზე მეტი. ამრიგად, ანგარიშისას აკუმულაციის გათვალისწინება იწვევს საანგარიშო ხარჯის და, მაშასადამე, ნაგებობის ხვრეტის ზომების შემცირებას.

ხვრეტების ანგარიში აკუმულაციის გათვალისწინებით წარმოებს მოძრაობის უწყვეტობის ან წყლის ბალანსის განტოლების საფუძველზე:

$$Q - Q_c = \frac{dV}{dt} \quad (1)$$

ამ განტოლების ფიზიკური აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ ტბორის V მოცულობის ცვლილება დროის ერთეულში ტოლია აუზიდან ნაგებობისაკენ მოდენილი Q ხარჯისა და ნაგებობის მიერ გატარებული ხარჯის, ე. ი. გადასაგდები Q_c ხარჯის სხვაობისა.

წინადადება ხვრეტის ზომების განსაზღვრისას აკუმულაციის გათვალისწინების შესახებ პირველად წამოაყენა ა. პუ შე ჩნიკო ვმა 1883 წელს [1]. შემდგომ შემუშავდა სხვადასხვა ანალიზური, რიცხვითი და გრაფიკული მეთოდი ტბორის ავსების მარეგულირებელი ზეგავლენის განსასაზღვრავად.

არსებული მეთოდები, როგორც წესი, ეყარება (1) განტოლების ინტეგრალის გამოთვლას სწორკუთხედების ფორმულით, რაც ყოველთვის არ არის მისაღები.

(¹ შრომა შესრულებულია ლენინის სახ. თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტში საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის მ. მისტოკვის ხელმძღვანელობით.

ყველაზე გავრცელებული დ. კოჩერინის [2] ფორმულები ემყარება ჩამოდენის გრაფიკის სქემატიზაციის ტრაპეციის ან სამკუთხედის სახით, იმის დაშვებით, რომ გადასაგდები Q_c ხარჯის ცვლილება წყალდიდობის წყლის გავლის დროს სწორხაზოვანი კანონით წარმოებს. ვ. მოკლიაკის [3], ი. ქელეხნიაკის [4] და სხვათა შრომებში დაზუსტებულია დ. კოჩერინის მეთოდის ცალკეული დებულებები, წყალსაცავების გადასაგდებ ნაგებობათა მუშაობის პირობებთან დაკავშირებით. მაგრამ ამ ავტორების მიერ წარმოდგენილ გადაწყვეტებში რჩება დაშვებები, რომლებიც საფუძვლად უდევს კოჩერინის მეთოდს. ქვემოთ მოყვანილია ადრე არსებული სქემატიზაციისაგან თავისუფალი წყალგამტარი მილის ან ფსკერის წყალსაშვის ანგარიშის მეთოდის ზოგიერთი ძირითადი დებულება.

(1) განტოლების ინტეგრალის მოძებნის ამოცანა წყდება წყალდიდობის Q ხარჯის დროისაგან, ხოლო გადასაგდები Q_c ხარჯისა და ტბორის V მოცულობის შეტბორვის (ტბორის სიღრმის) H სიდიდისაგან დამოკიდებულებათა საფუძველზე. ამ მიზნით აღნიშნული ფუნქციების დამოკიდებულებანი სათანადო არგუმენტებისაგან, დროის შედარებით მცირე ინტერვალებში, წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

აუზიდან ჩამოდენისათვის

$$Q = Q_m \left(a_1 + a_2 \frac{t}{t_1} \right), \quad (2)$$

გადასაგდები ხარჯისათვის

$$Q_c = \left(b_1 + b_2 \frac{H}{d} \right) d^{\frac{5}{2}} g^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

ტბორის მოცულობისათვის

$$V = V_0 \left(c_1 + c_2 \frac{H}{d} \right), \quad (4)$$

სადაც Q_m აუზიდან ჩამოდენილი მაქსიმალური ხარჯია, t_1 წყალდიდობის ხარჯის მატების ხანგრძლივობაა, d მილის დიამეტრია, s_0 ტბორის მოცულობაა, როდესაც $H = d$, a_1 , a_2 , b_1 , b_2 , c_1 , c_2 რიცხვითი კოეფიციენტებია, რომელთა მნიშვნელობა ყოველი ინტერვალის ფარგლებში შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს მოცემულ ფუნქციათა გრაფიკების წრფივი დამოკიდებულებით შეცვლით.

(4) გამოსახულების გაწარმოებით ვღებულობთ

$$\frac{dV}{dt} = \frac{V_0 c_2}{t_1} \frac{d \left(\frac{H}{d} \right)}{d \left(\frac{t}{t_1} \right)}, \quad (4')$$

რაც გარდაქმნების შემდეგ გადაღვს

$$\frac{dV}{dH} = \frac{V_0 c_2}{d}.$$

ვინაიდან ტბორის ზედაპირის ფართობი

$$\Omega = \frac{dV}{dH},$$

ამიტომ

$$c_2 = \Omega \frac{d}{V_0}. \quad (5)$$

შეგვაქვს რა (2), (3) და (4) ფორმულები წყლის ბალანსის განტოლებათაში (1) და ვღებულობთ რა აღნიშვნებს

$$\frac{t}{t_1} = x$$

და

$$\frac{H}{d} = y, \quad (6)$$

ხსენებულ განტოლებას ვწერთ შემდეგი სახით (' ნიშნავს გაწარმოებას x -ით):

$$(a_1 + a_2 x) Q_m - (b_1 + b_2 y) d^{\frac{5}{2}} g^{\frac{1}{2}} - \frac{V_0 c_2}{t_1} y' = 0.$$

ეს გამოსახულება წარმოადგენს წრფივ დიფერენციალურ განტოლებას

$$y' + py = Q(x), \quad (7)$$

სადაც

$$p = \frac{b_2 d^{\frac{5}{2}} g^{\frac{1}{2}} t_1}{V_0 c_2}, \quad (8)$$

ხოლო

$$Q(x) = \beta x + \gamma,$$

სადაც

$$\beta = \frac{a_2 Q_m t_1}{V_0 c_2}, \quad (9)$$

$$\gamma = \frac{a_1 Q_m t_1}{V_0 c_2} - \frac{b_1 d^{\frac{5}{2}} g^{\frac{1}{2}} t_1}{V_0 c_2} \quad (10)$$

და (7) განტოლების ზოგადი ინტეგრალი იქნება

$$y = \frac{\beta}{p^2} (px - 1) + \frac{\gamma}{p} + Ce^{-px}.$$

გამოვრიცხოთ მუდმივი C , რისთვისაც, ვსარგებლობთ რა მიღებული გამოსახულებით, ვწერთ ფუნქციის, ე. ი. შეფარდებითი შეტბორვის, ორ მნიშვნელობას y_1 და y_2 , რომლებიც შეესაბამებიან არგუმენტის, ე. ი. დროის მომენტის მოცემულ მნიშვნელობებს x_1 და x_2 . ვახდენთ რა ამის შემდეგ წევრობრივ გამოკლებას და ზოგიერთ სხვა მოქმედებას, ვღებულობთ:

$$y_2 = y_1 e^{p(x_1 - x_2)} + e^{p(x_1 - x_2)} \left[-\frac{\beta x_1}{p} + \frac{\beta}{p^2} - \frac{\gamma}{p} \right] + \frac{\beta x_2}{p} - \frac{\beta}{p^2} + \frac{\gamma}{p}.$$

რადგან $p(x_1 - x_2)$ -ს მნიშვნელობა დროის პატარა ინტერვალებისათვის მცირეა, ამიტომ შემდეგ ვსარგებლობთ ექსპონენტის დაშლით ხარისხიან მწკრივად, ამასთან ვკმაყოფილებით პირველი ორი წევრით, ე. ი.

$$e^{p(x_1 - x_2)} \approx 1 + p(x_1 - x_2). \quad (11)$$

შეგვაქვს რა ფორმულა (11) წინა განტოლებაში და ვიღებთ რა მხედველობაში, რომ დროის შეფარდებითი ინტერვალი $\delta_x = x_2 - x_1$, ვღებულობთ გამოსახულებას

$$y_2 = y_1 (1 - p\delta_x) + (\beta x_1 + \gamma) \delta_x.$$

ვცვლით რა c_2 ; p ; β და γ სიდიდეებს მათი მნიშვნელობებით სათანადოდ (5), (8), (9) და (10)-დან, ვღებულობთ:

$$y_2 = y_1 \left(1 - \frac{b_2 d^{\frac{s}{2}} g^{\frac{1}{2}} t_1 \delta_x}{\Omega d} \right) + \frac{Q_m t_1 \delta_x}{\Omega d} \left(a_2 x_1 + a_1 - \frac{b_1 d^{\frac{s}{2}} g^{\frac{1}{2}}}{Q_m} \right).$$

დაბოლოს, შემოგვაქვს რა აღნიშვნები

$$m = \frac{d^{\frac{s}{2}} \cdot g^{\frac{1}{2}}}{Q_m},$$

$$c_0 = \frac{Q_m \cdot t_1 \cdot \delta_x}{d}, \quad (12)$$

$$c = \frac{c_0}{\Omega}, \quad (13)$$

სადაც m და c_0 მოცემული ანგარიშის მუდმივებია, და ვღებულობთ რა მხედველობაში, რომ $\alpha = a_2 x_1 + a_1$ — არის ჩამოდენის შეფარდებითი სიდიდე, ე. ი.



ჰიდროგრაფის ორდინატა უგანზომილებო კოორდინატებში $\frac{Q}{Q_m}$, დროის x_1 მომენტისათვის, საბოლოო ამონახსნს ვლებულობთ შემდეგი სახით

$$y_2 = y_1 (1 - b_2 c m) + c (\alpha - b_1 m). \quad (14)$$

x_1 და y_1 მნიშვნელობები შეესაბამება განსახილველი ინტერვალის დასაწყისს, ხოლო x_2 და y_2 —განსახილველი ინტერვალის დასასრულს.

ჩამოდენის შეწყვეტის შემდეგ ნაგებობა გაატარებს ტბორში დაგროვებულ წყალს, ამასთან $\alpha = 0$ და, მაშასადამე,

$$y_2 = y_1 (1 - b_2 c m) - c b_1 m.$$

მრავალთვალისანი მიღებისათვის, რომელთაც n მალი (თვალი) აქვთ, იმ პირობით, რომ თითოეული მალი მუშაობს როგორც დამოუკიდებელი ნაგებობა, (14)-ის ნაცვლად გვექნება

$$y_2 = y_1 (1 - n b_2 c m) + c (\alpha - n b_1 m). \quad (14')$$

მართკუთხა და ოვოიდალური მიღებისათვის ხერცის სიგანით b და სიმაღლით a , (3) გამოსახულება მიიღებს სახეს

$$Q_c = \left(b_1 + b_2 \frac{H}{a} \right) b a^2 g^{\frac{3}{2}}, \quad (3')$$

ხოლო საანგარიშო ფორმულა იქნება

$$y_2 = y_1 (1 - b_2 c m_1) + c (\alpha - b_1 m_1), \quad (14'')$$

სადაც

$$m_1 = \frac{b a^2 g^{\frac{3}{2}}}{Q_m},$$

ამასთან (5), (6) და (12) ფორმულებში d სიდიდე უნდა შეიცვალოს a -თი.

მცირე ხიდებისათვის a -ს მნიშვნელობას ვლებულობენ ჩამოდენის მაქსიმალური Q_m სიდიდის შესაბამისი კრიტიკული სიღრმის ტოლს.

(14÷14'') ფორმულებით ანგარიში სრულდება თანდათანობით, ინტერვალების მიხედვით, რომლებზედაც იყოფა ნაგებობისკენ წყლის მოდენის ხანგრძლივობა, ე. ი. ნაგებობის წინ წინა ინტერვალის ბოლოს წყლის ცნობილი y_{i-1} სიღრმის მიხედვით გამოითვლება სათანადო ფორმულებით სიღრმე y_i მოცემული ინტერვალის ბოლოს და ა. შ.

წყლის სიღრმე (შეტბორვა) იზომება ფსკერის დონიდან ნაგებობაში შესასვლელთან, მაშასადამე, პერიოდული ნაკადებისათვის ანგარიშის დასაწყისში $y = 0$. წყლის მუდმივი ნაკადებისათვის გამოსავალ დონედ ვლებულობენ ჰორიზონტს წყალდიდობის წყლის მოდენის საწყის მომენტში.



ანგარიში უნდა წარმოებდეს შემუშავებული ცხრილის ფორმით (იხ. ანგარიშის მაგალითი, ცხრილი 2).

განხილული მეთოდით ანგარიშის მოხერხებულობისათვის შედგენილია „აკუმულაციის გათვალისწინებით მცირე ხელოვნურ ნაგებობათა ხერხების ანგარიშის ინსტრუქციის“ პროექტი, რომელშიც მოცემულია გამოსავალი მონაცემების განსაზღვრის წესი, საანგარიშო ბლანკის ნიმუში და ანგარიშის დაწვრილებითი მაგალითი. მოცემულია აგრეთვე α კოეფიციენტის მნიშვნელობის ცხრილები „მცირე წყალშემკრები აუზებიდან ზედაპირული ჩამონადენის ანგარიშის ნორმების“ პროექტში [5] მოყვანილი ყველა ტიპის ჰიდროგრაფისთვის და აგრეთვე სხვადასხვა ტიპის ნაგებობებისთვის b_1 და b_2 კოეფიციენტების მნიშვნელობები (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

b_1 და b_2 კოეფიციენტების მნიშვნელობანი

ა) მრგვალი მილები პორტალური და მილძაბრა სათავეებით

№№ რიგით	შეფარდებითი სიღრმე $\frac{H}{d}$	b_1	b_2
1	0 $\dot{-}$ 0,4	0	0,125
2	0,4 $\dot{-}$ 1,2	-0,155	0,53
3	1,2 $\dot{-}$ 2,2	0,11	0,30
4	2,2 $\dot{-}$ 3,0	0,33	0,20

ბ) სწორკუთხა მილები

№№ რიგით	შეფარდებითი სიღრმე $\frac{H}{a}$	b_1	b_2
1	0 $\dot{-}$ 0,3	0	0,23
2	0,3 $\dot{-}$ 0,7	-0,07	0,45
3	0,7 $\dot{-}$ 1,2	-0,20	0,64
4	1,2 $\dot{-}$ 1,7	0,27	0,42
5	1,7 $\dot{-}$ 2,3	0,235	0,32
6	2,3 $\dot{-}$ 3,6	0,40	0,25

ანგარიშის მაგალითი. ნაგებობა: რკინაბეტონის მრგვალი მილი $d=1,0$ მ პორტალური სათავეებით:

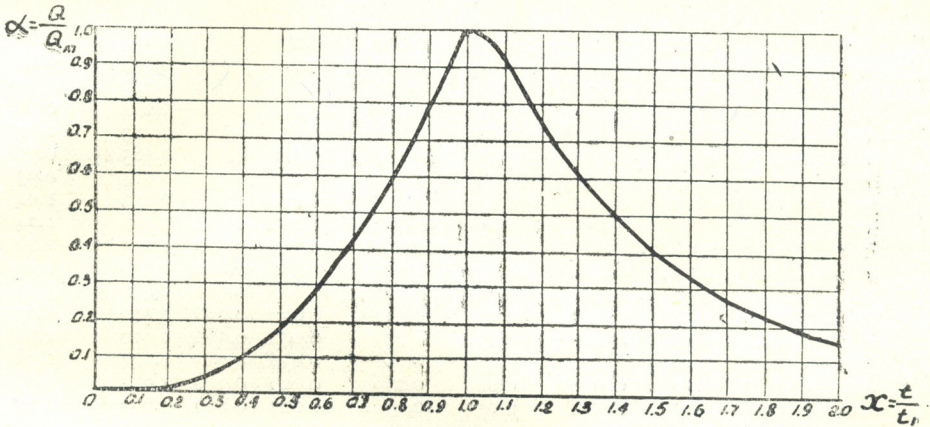
$$Q_m = 8,8 \text{ მ}^3/\text{წამ}; t_1 = 67 \text{ წუთს} = 4020 \text{ წამს}; \delta_x = 0,1.$$

საანგარიშო ჰიდროგრაფი უგანზომილებო კოორდინატებში მოყვანილია ნახ. 1-ზე, ხოლო ტბორის ზედაპირის Ω ფართის H —სიღრმისგან დამოკიდებულების გრაფიკი—ნახ. 2-ზე (სადაც Ω მოცემულია ათას მ²ით, ხოლო H —მეტრებით).

$$c_0 = \frac{Q_m \cdot t_1 \cdot \delta_x}{d} = \frac{8,8 \cdot 4020 \cdot 0,1}{1,0} = 3538$$

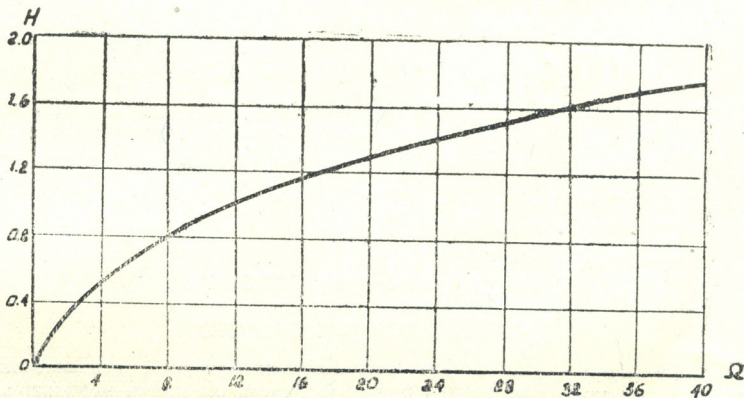
$$m = \frac{d^{\frac{5}{2}} \cdot g^{\frac{1}{2}}}{Q_m} = \frac{1,0^{\frac{5}{2}} \cdot 9,81^{\frac{1}{2}}}{8,8} = 0,356.$$

მე-2 ცხრილში მოყვანილი ანგარიშის თანახმად (იხ. მე-11 სვეტი) უდიდესი შეტბორვა $H_m = 1.70$ მ.



ნახ. 1

შედარებისთვის საჭიროა აღინიშნოს, რომ ტიპობრივი პროექტების [6] მონაცემების მიხედვით $d = 1,0$ მ მილისთვის უდიდესი გადასადგები ხარჯისას.



ნახ. 2

$q_m = 2.16$ მ³/წამ შეტბორვა $H = 1.79$ მ. ამრიგად, აკუმულაციის გათვალისწინებლად ანგარიშისას საჭირო იქნებოდა 4 მილი დიამეტრით 1.0 მ. მაშასადამე, აღნიშნულ შემთხვევაში აკუმულაციის გათვალისწინებამ საშუალება მოგვცა 4-ჯერ შეგვემცირებინა მილის ხერტი.



x_i	α	b_1	b_2	$c = \frac{c_0}{Q}$	$b_1 m$	(2)-(6)	(5)·(7)	$1 - b_1 m$	y_{i-1} (9)	$y_i = (8) + (10)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0,125		0					0
0,1	0,010	0	0,125	7,82	0	0,010	0,078	0	0,052	0,08
0,2	0,015	0	0,125	7,82	0	0,015	0,117	0,652	0,143	0,17
0,3	0,050	0	0,125	3,54	0	0,050	0,177	0,843	0,214	0,32
0,4	0,105	-0,155	0,53	1,775	-0,055	0,160	0,284	0,666	0,565	0,50
0,5	0,190	-0,155	0,53	0,93	-0,055	0,245	0,228	0,825	0,413	0,64
0,6	0,285	-0,155	0,53	0,620	-0,055	0,340	0,211	0,883	0,565	0,78
0,7	0,415	-0,155	0,53	0,456	-0,055	0,470	0,214	0,914	0,714	0,93
0,8	0,580	-0,155	0,53	0,334	-0,055	0,635	0,212	0,937	0,872	1,08
0,9	0,775	-0,155	0,53	0,251	-0,055	0,830	0,208	0,953	1,028	1,24
1,0	1,00	0,11	0,30	0,88	0,039	0,961	0,181	0,980	1,215	1,40
1,1	0,925	0,11	0,30	0,148	0,039	0,886	0,131	0,984	1,378	1,51
1,2	0,74	0,11	0,30	0,126	0,039	0,701	0,088	0,987	1,490	1,58
1,3	0,605	0,11	0,30	0,117	0,039	0,566	0,066	0,988	1,560	1,63
1,4	0,49	0,11	0,30	0,109	0,039	0,451	0,049	0,988	1,610	1,66
1,5	0,40	0,11	0,30	0,105	0,039	0,361	0,038	0,989	1,644	1,68
1,6	0,325	0,11	0,30	0,102	0,039	0,286	0,029	0,989	1,662	1,69
1,7	0,275	0,11	0,30	0,101	0,039	0,236	0,024	0,989	1,672	1,70
1,8	0,225	0,11	0,30	0,100	0,039	0,186	0,019	0,989	1,682	1,70
1,9	0,190	0,11	0,30	0,100	0,039	0,151	0,015	0,989	1,682	1,70
2,0	0	0,11	0,30	0,100	0,039	-0,039	-0,004	0,989	1,682	1,68
2,1	0	0,11	0,30	0,102	0,039	-0,039	-0,004	0,989	1,662	1,66
2,2	0	0,11	0,30	0,105	0,039	-0,039	-0,004	0,989	1,644	1,64
2,3										

შენიშვნა: y_{i-1} მე-10 სვეტში არის y_i სიდიდე მე-11 სვეტის წინა პჭკარიდან.

წამოყენებული მეთოდით ანგარიშის მაღალი სიზუსტე გაპირობებულია ყველა გამოსავალი მონაცემების (Q ; Q_c და V) ნამდვილი ცვალებადობის გათვალისწინებით. გარდა ამისა, (1) ძირითადი განტოლების რიცხვით ინტეგრება წარმოებს ტრაპეციების ფორმულით, რომელიც უფრო ზუსტია არსებულ მეთოდებში გამოყენებულ მართკუთხედების ფორმულაზე.

თბილისის ლენინის სახ. რკინიგზის
ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.3.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Н. Пушечников. О расчете отверстий сооружений, назначенных для пропуска вод под полотном дороги при пересечении ею долин небольших бассейнов. „Инженер“—журнал Министерства путей сообщения, т. III, кн. 14, СПб, 1883.
2. Д. И. Кочерин. Вопросы инженерной гидрологии. Энергоиздат. Москва, 1932.
3. В. И. Мокляк. О некоторых случаях расчета зарегулирования максимальных расходов. „Гидротехника и мелиорация“, № 2, 1951.
4. И. А. Железняк. Определение расчетных расходов водосборных сооружений с учетом аккумуляции. „Гидротехника и мелиорация“, № 1, 1952.
5. Главтранспроект МПС, Трансэи́проект. Нормы для расчета поверхностного стока воды с малых водосборных бассейнов (проект), Москва, 1952.
6. Союзтранспроект, Лентрансмостпроект. Проект железобетонных круглых труб отв. 1,0—2,0 м (инв. № 4115), Ленинград, 1949.



მეტალურგია

მ. კაკელიძე

სარკინებრი თუჯის გამოდნობა ელექტროლუმელში დაშვებისა და რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის კარბონატული მადნებისაგან

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. გედევანიშვილმა 29.10.1955)

საბჭოთა კავშირში სარკინებრი თუჯს ბრძმედებში უპირატესად კრივოი როგის რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის გარეცხილი ან რიგითი (I ხარისხის) მადნებისაგან აღნობენ.

ბრძმედში სარკინებრი თუჯის გამოდნობისას, საერთოდ ძნელად აღდგენადი ლითონის—მანგანუმის—მნიშვნელოვანი რაოდენობის აღდგენის აუცილებლობის გამო, საჭიროა დიდძალი მეტალურგიული კოქსი. ამიტომ სარკინებრი თუჯის ელექტროლუმელში გამოდნობა, სადაც კოქსის საგრძნობლად ნაკლები ხარჯით შეიძლება მანგანუმის აღდგენის უკეთესი პირობები შეიქმნას, გარკვეულ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს.

საქართველოში, სადაც მთამადნეულთა საბადოები იაფი ჰიდროელექტროენერჯის წყაროების მახლობლადაა, შავი ლითონების ელექტროდნობას, კერძოდ ისეთი შენადნობებისას, რომლებიც ძნელ აღდგენად ელემენტთა (როგორცაა სარკინებრი თუჯი) ამა თუ იმ რაოდენობას შეიცავენ, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

ჭიათურის დეფიციტური მანგანუმის გარეცხილი და რიგითი მადნების შეცვლა იმავე საბადოს მანგანუმის კარბონატული მადნით, რომლის მარაგიც ძალიან დიდია, უდიდესი სახალხო მეურნეობრივ მნიშვნელობის ამოცანას წარმოადგენს.

შედარებისათვის ჩატარებულია სარკინებრი თუჯის საცდელი დნობები როგორც ჩვეულებრივი კაზმით (კრივოი როგის რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადნები), ისე მანგანუმის კარბონატული მადნის გამოყენებით, აგრეთვე დაშქესანის რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის მადნების კაზმით.

საკაზმე მასალების დახასიათება

საცდელი დნობების გამოსავალი ნედლეული ასეთი იყო: კრივოი როგის რკინის მადანი, დაშქესანის რკინის მადანი, ჭიათურის მანგანუმის ნედლი და გამომწვარი კარბონატული მადანი, აჯამეთის კირქვა და დონის კოქსიკი.

ლუმელის წარმადობისა და კაზმის კომპონენტების სახეობათა მიხედვით მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ ნედლეული შემდეგნაირად დაგეგვრილებინა:

მანგანუმის ნედლი და გამომწვარი კარბონატული მადანი, დაშქესანის რკინის მადანი და კირქვა—30 მმ ნაკლები; კოქსიკი—20 მმ ნაკლები; კრივოი როვის რკინის მადანი, რომელიც ფხვიერია, აგრეთვე მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადანი უშუალოდ გამოვიყენეთ.

დნობებისათვის დამზადებული საკაზმე მასალების ქიმიური ანალიზების შედეგები მოყვანილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

საკაზმე მასალების ქიმიური შედგენილობა

კომპონენტი	მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადანი	ნედლი მანგანუმის კარბონატული მადანი	გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადანი	კრივოი როვის რკინის მადანი	დაშქესანის რკინის მადანი	კირქვა	კოქსის ნაკლები
Mn	48,05	25,00	32,13	—	—	—	—
MnO ₂	70,94	—	—	—	—	—	—
SiO ₂	12,50	8,70	12,70	7,82	6,50	0,50	48,80
CaO	1,18	22,46	28,82	0,14	4,12	54,27	6,55
MgO	0,36	1,31	—	კვალი	0,45	კვალი	1,44
Al ₂ O ₃	1,08	1,16	1,82	0,20	4,26	0,33	22,26
P ₂ O ₅	0,36	0,30	0,41	0,033	0,04	0,05	0,28
Fe	1,82	1,35	1,48	64,26	55,16	0,29	18,71
სინესტე	6,00	4,00	—	3,26	2,05	2,00	—

კოქსის შედგენილობა: C—74,15%, S—2,47, ამქროლადები—2,41%, ნაცარი—15,6%, სინესტე—6,29%.

საცდელი დნობები და მათი შედეგები¹⁾

ლუმელი, რომელშიც საცდელი დნობები ტარდებოდა, წარმოადგენდა შამოტის ცეცხლგამძლე მასალით ამოვსებულ რკინის სწორკუთხოვან გარსაცმს. მისი ქვედი და გვერდის კედლები 380 მმ სიმაღლეზე ამოტენილი იყო ქვედის ნახშირბადოვანი მასით. ქურის მუშა ზომა—1040×470×500 მმ. ლუმელში ჩაშვებული იყო წყვილი ელექტროდი 250 მმ დიამეტრით თითოეული; მათ ცენტრთა შორის მანძილი 450 მმ შეადგენდა. ლუმელში ელექტროდების მდგომარეობის რეგულაციისათვის ეს უკანასკნელნი ბაგირით ეკიდნენ რედუქტორის ტიპის ხელის ჯალამბრებზე. ელექტროდენი ელექტროდებს უერთდებოდა ხისტი და მოქნილი გირლანდების სისტემითა და თუჯის ელექტროდამჭერებით. ლითონისა და წიდის გამოსაშვებად ლუმელის წინა კედელზე მიმაგრებული იყო აგურით ამოვსებული და ზევიდან ელექტროდის მასით ამოტენილი კრიჭა.

¹⁾ საცდელი დნობები ჩავატარეთ ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხანაში; ექსპერიმენტულ სამუშაოში ავტორის გარდა მონაწილეობდნენ ინჟ.—მეტალურგები ა. ა რ ს ე ნ ი შ ვ ი ლ ი და გ. ნ ო რ ა კ ი ძ ე.

ლუმენის კვება წარმოებდა 400 კვა სიმძლავრის ერთფაზა სალუმენ ტრანსფორმატორით, რომელსაც უერთდებოდა დენი 6,3 კვ. მეორეულ ხვიაზე მას ჰქონდა ძაბვის ექვსი საფეხური: 80, 98, 115, 160, 196 და 220 ვოლტი.

სულ ჩატარდა საცდელი დნობების 5 სერია. კაზმის შედგენილობის მაჩვენებლები მოყვანილია მე-2 ცხრილში. კაზმი დნობების ყველა სერიისათვის გაანგარიშებული იყო შემდეგი შედგენილობის შენადნობზე: Si—2%, Mn—21%, P—0,2%, C—3,8%, Fe—73% — სარკისებრი თუჯზე 3—1. კაზმის გაანგარიშებისას ვიღებდით: ა) რკინის შენადნობში გადასვლა—98%; ბ) მანგანუმის განაწილება: შენადნობში 75%, წიდაში—15%, აირებში და სხვ.—10%; გ) წილის ფუძიანობა (CaO+MgO):SiO₂=1,2; დ) ალდგენისათვის საჭირო კოქსის რაოდენობა გადიდებული იყო 10%-ით, ვინაიდან ეს უკანასკნელი იკარგება აირებში და სხვ.

ცხრილი 2

კაზმის შედგენილობა (კერძი), კვ

კაზმის შედეგები	დნობების სერიები				
	I	II	III	IV	V
კრივლი როჯის რკინის მადანი	60	67	63	—	—
დაშქესანის რკინის მადანი	—	—	—	70	70
მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადანი	30	—	—	—	—
წელი კარბონატული მადანი	—	65	—	—	56
გამომწვარი კარბონატული მადანი	—	—	45	45	—
კ ი რ ქ ვ ა	20	—	—	—	—
კოქსიკი	30	35	27	27	26

ნორმალური ტექნოლოგიური და ლუმენის ელექტრორეჟიმების დასადგენად ძირითად ცდებამდე ჩატარდა წინასწარი საცდელი დნობები. ამ პერიოდში გამოყენებული იყო 1 სერიის დნობებისათვის გაანგარიშებული კაზმი.

4-საათიანი ხურების შემდეგ ლუმენი იწმინდებოდა კოქსიკისაგან, კრიჭა იკეტებოდა ცეცხლგამძლე თიხით და კაზმი თანდათან იტვირთებოდა მცირე ულუფებად. ძაბვა ლუმენზე უდრიდა 40 ვ. ლუმენის ჩართვიდან საათნახევრის შემდეგ, როცა დაიხარჯა სამი კერძი და კაზმის სიღრმემ 400 მმ მიაღწია, გამოშვებულ იქნა ლითონი და წიდა. წიდა თხევადი იყო და ლუმენიდან კარგად გამოდიოდა. ლითონისა და წილის გამოშვების შემდეგ კრიჭა დაიხურა და დაიწყო კაზმის ახალი ულუფის თანდათანობით ჩატვირთვა. პირველი გამოშვებიდან ერთი საათის შემდეგ ჩატარდა მეორე გამოშვება. მეორე დნობაზე დაიხარჯა ერთ-ნახევარ კერძამდე. მომდევნო სამი გამოშვება ჩატარდა ყოველი 40—45 წუთის შემდეგ, ერთ-ნახევარი კერძის ხარჯით თითოეულზე. წინასწარი საცდელი დნობებისას ლუმენი მუშაობდა მშვიდი საკერძით და მდორე ელექტრული რეჟიმით: 35—37 ვ, 3800—4000 ა.

დნობების I სერია. ამ სერიის დნობების დროს ლუმენი თითქმის სულ ნორმალურად მუშაობდა: ელექტროდების მდგომარეობა საკმაოდ ღრმა იყო, ხოლო აირების განაწილება საკერძეზე თანაბარი, მხოლოდ იშვიათად



აინთებოდა და ამოვარდებოდა ხოლმე ალი; ელექტრული ტვირთიც არ აჭარბებდა მოსალოდნელს; კრიჭა ადვილად იხსნებოდა და ასევე ადვილად გამოდიოდა წიდა, რომელიც საბოლოოდ კარგად სცილდებოდა ლითონს და სიმსუბუქით გამოირჩეოდა, ლითონი კი მაგარი და მკვრივი იყო.

ამ სერიის 6—17 გამოშვების შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში. უკანასკნელი 12 გამოშვების დროს გაღნობილია 16 კერძი.

ცხრილი 3

I სერიის დნობების შედეგები

გამოშვების №	ლითონის წონა კგ	ლითონის ანალიზი %				წილის წონა კგ	წილის ანალიზი %			
		Mn	Si	C	P		Mn	SiO ₂	CaO	P
6	100	21,51	0,85	—	0,09	32	7,16	31,05	32,50	0,010
7	59	22,81	0,78	3,95	0,07	40	6,19	31,18	31,15	0,009
8	63	24,37	1,00	4,05	0,08	38	7,08	40,50	38,30	0,008
9	56	23,16	0,70	4,12	0,10	41	14,40	30,04	36,14	0,010
10	85	24,01	0,88	4,31	0,11	50	12,32	34,40	34,43	0,009
11	49	22,12	0,90	3,95	0,13	35	13,64	32,00	36,40	0,007
12	69	21,15	1,01	4,15	0,09	48	11,22	31,00	36,30	0,008
13	53	23,21	1,00	4,21	0,11	39	14,87	32,40	37,00	0,007
14	62	21,29	0,91	4,01	0,13	43	10,10	32,20	37,00	0,008
15	45	23,11	0,98	5,05	0,12	38	13,45	31,06	37,96	0,010
16	62	22,18	0,87	—	0,11	45	7,15	32,16	35,60	0,011
17	50	22,05	1,15	—	0,12	31	8,00	31,52	39,60	0,013

დნობების II სერია. მე-17 გამოშვების შემდეგ ლუმელი ჩამოირეცხა და დაიტვირთა მეორე სერიის დნობების კაზმით. დნობების ერთი სერიიდან მეორე სერიაზე გადასვლის საწყის პერიოდში პირველი ხუთი გამოშვება ჩაითვალა როგორც არაღამახასიათებელი. დანარჩენი გამოშვებების შედეგები მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

II სერიის დნობების შედეგები

გამოშვების №	ლითონის წონა კგ	ლითონის ანალიზი %				წილის წონა კგ	წილის ანალიზი %			
		Mn	Si	P	C		Mn	SiO ₂	CaO	P
23	40	19,74	2,44	0,11	4,34	34	12,92	35,40	40,56	0,012
24	24	17,73	1,41	0,11	4,56	19	10,74	30,00	34,82	0,012
25	24	20,70	0,66	0,09	4,08	14	10,00	32,05	36,50	0,010
26	30	20,30	0,66	0,11	4,31	30	10,54	32,00	34,47	0,011
27	22	21,15	0,94	0,13	4,18	18	11,62	33,40	39,92	0,010
28	67	23,18	0,94	0,10	5,01	17	12,92	34,60	37,18	0,009
29	45	20,20	1,12	0,11	4,81	35	10,28	34,75	39,82	0,010
30	43	20,06	1,12	0,09	4,19	23	10,53	32,00	38,47	0,010
31	24	18,03	1,15	0,10	4,22	26	9,75	30,20	38,31	0,009
32	20	17,18	0,98	0,10	4,31	15	9,41	29,91	37,16	0,010
33	32	19,00	1,00	0,11	4,16	30	10,12	30,01	36,17	0,009
34	67	24,41	0,97	0,10	5,10	38	8,13	31,75	37,12	0,010
35	46	20,59	0,89	0,09	4,15	29	9,11	32,13	38,92	0,010
36	89	21,89	1,13	0,10	4,41	31	9,21	33,19	38,12	0,009

II სერიის საცდელი დნობების დროს ლუმელი მუშაობდა უფრო ცხლად, კაზმი კარგად დნებოდა და პროცესი მიმდინარეობდა დახურულ რკალზე, აირების ჭარბი რაოდენობით.

23-დან 36-ე გამოშვებამდე დაიხარჯა 11 კერძი.

დნობების III სერია. დნობების ეს სერია ჩატარებულია კაზმში გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადნის გამოყენებით (შედგენილობა მოყვანილია მე-2 ცხრილში).

36-ე გამოშვების შემდეგ ლუმელში დარჩენილი კაზმი ჩამოიდნო და ლითონი და წიდა გამოშვებული იყო მთლიანად. ასე მომზადებულ ლუმელში ჩაიტვირთა ამ სერიის დნობების კაზმი. დნობის პროცესი წინა დნობების ანალოგიურად მიმდინარეობდა, სულ შესრულდა 16 გამოშვება. 14 უკანასკნელი გამოშვების შედეგები მოყვანილია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

III სერიის დნობების შედეგები

გამოშვების №	ლითონის წონა კგ	ლითონის ანალიზი %					წილის წონა კგ	წილის ანალიზი %		
		Mn	Si	C	P	S		Mn	SiO ₂	CaO
41	21	18,81	0,85	—	0,11	—	20	11,82	31,45	33,06
42	77	21,34	1,83	—	0,11	—	50	9,21	35,60	39,00
43	48	18,14	0,37	0,89	0,12	0,009	20	10,48	31,40	33,66
44	71	21,64	0,28	—	0,11	—	23	14,73	31,00	34,00
45	60	25,74	0,84	5,34	0,14	0,008	21	12,27	33,60	39,16
46	35	24,50	1,31	—	0,10	—	43	8,65	35,80	40,20
47	18	25,70	0,23	4,98	0,13	0,008	21	11,90	34,90	39,16
48	48	21,16	0,55	5,85	0,12	0,009	29	11,53	34,00	38,10
49	40	24,96	0,84	—	0,11	—	47	7,73	35,00	42,00
50	51	23,84	0,46	4,61	0,11	0,009	35	10,4	36,11	45,98
51	71	24,96	0,84	—	0,11	—	48	9,21	36,00	41,00
52	71	24,89	0,89	—	0,10	—	50	9,21	34,60	39,50

12 გამოშვებაზე დახარჯულია 13 კერძი.

დნობების IV სერია. დნობების ეს სერიაც წინა დნობების ანალოგიურად ჩატარდა. დაშტესანის რკინის მადნის გამოყენების გამო კაზმი უფრო ნაჭროვანი იყო და ამიტომ აირები უფრო თანაზომიერად განაწილდა საკერძეზე, ვიდრე წინა დნობების დროს.

ლუმელის მუშასგლა მშვიდი იყო. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ამ სერიის დნობები გაცილებით უკეთესად მიმდინარეობდა. სულ შესრულდა 18 გამოშვება. 10 უკანასკნელი გამოშვების შედეგები მოყვანილია მე-6 ცხრილში.

დნობების V სერია. პროცესი მიმდინარეობდა დახურულ რკალზე. IV სერიის დნობებთან შედარებით საკერძეზე, როგორც მოსალოდნელი იყო, გამოიყო აირების მეტი რაოდენობა, კაზმში ნედლი მანგანუმის კარბონატული მადნის შეტანის გამო. კაზმი კარგად დნებოდა, წიდა ადვილად მოძრავი იყო. სულ შესრულდა 15 გამოშვება. უკანასკნელი 10 გამოშვების შედეგები მოყვანილია მე-7 ცხრილში.

VI სერიის დნობების შედეგები

გამოშვების № №	ლითონის წონა კგ	ლითონის ანალიზი %			წილის წონა კგ	წილის ანალიზი %		
		Mn	Si	P		Mn	SiO ₂	CaO
61	28	19,64	0,41	0,10	30	13,32	34,00	39,20
62	49	21,27	1,68	0,09	28	12,16	27,20	39,20
63	42	16,13	0,38	0,10	31	10,39	34,00	39,57
64	54	19,27	0,28	0,09	35	10,09	31,40	37,82
65	28	19,41	0,20	0,07	22	12,85	26,40	36,15
66	30	19,41	0,35	0,09	15	11,70	26,40	34,47
67	45	20,18	0,40	0,10	30	9,36	32,10	39,75
68	28	21,00	0,80	0,09	27	9,03	32,15	39,93
69	49	19,79	0,78	0,11	30	8,11	32,60	39,85
70	60	19,45	0,73	0,09	35	9,02	31,30	38,98

10 გამოშვებაზე დაიხარჯა 8 კვრძი.

V სერიის დნობების შედეგები

გამოშვების № №	ლითონის წონა კგ	ლითონის ანალიზი %				წილის წონა კგ	წილის ანალიზი %		
		Mn	Si	C	P		Mn	SiO ₂	CaO
75	42	17,85	1,28	4,62	0,14	23	11,10	31,60	39,08
76	39	18,20	1,10	4,83	0,10	32	10,20	30,60	39,82
77	32	18,20	0,79	4,84	0,10	29	9,17	30,20	37,44
78	46	18,92	0,70	3,77	0,13	48	9,60	29,29	39,81
79	30	19,65	0,71	4,28	0,11	30	8,61	30,55	37,81
80	59	18,62	1,08	4,35	0,13	28	9,11	31,16	36,72
81	51	19,70	1,00	4,61	0,11	38	8,35	29,18	41,15
82	45	20,32	1,14	4,84	0,10	20	7,81	31,81	40,18
83	55	20,11	1,09	3,95	0,14	22	9,05	32,18	39,25
84	41	21,03	1,62	4,28	0,10	25	8,92	31,15	38,85

ამ სერიის დნობების 10 გამოშვებაზე დაიხარჯა 9 კვრძი.

მიღებული შედეგების განხილვა

საცდელი დნობების შედეგების შედარებისათვის საჭირო მაჩვენებლები მოყვანილია მე-8, მე-9 და მე-10 ცხრილებში.

თუჯისა და წილის საშუალო შედეგნილობა

დნობის სერიები	თუჯის შედეგნილობა %					წილის შედეგნილობა %				
	Mn	Si	P	S	C	Mn	SiO ₂	CaO	P	
I	22,46	0,91	0,10	—	4,55	10,24	31,20	35,98	0,009	
II	21,02	1,11	0,10	—	4,38	10,26	32,12	37,78	0,010	
III	23,03	0,83	0,11	0,009	5,12	12,12	39,06	40,16	0,010	
IV	19,52	0,69	0,09	—	—	9,53	29,65	36,84	—	
V	19,09	1,54	0,12	0,009	4,45	9,63	30,63	39,09	—	

მე-8 ცხრილიდან ჩანს, რომ მანგანუმის მაღალპოტენციური მადნისა და კირქვის მანგანუმის კარბონატული მადნით მთლიანად შეცვლისას სარკისებრი თუჯი მიიღება მანგანუმის 19—23% შედგენილობით, დანარჩენი კომპონენტები კი—სტანდარტული. როგორც აღინიშნა, მანგანუმის კარბონატული მადნის გამოყენების შემთხვევაში წილები უფრო ადვილმოდრავია, თუმცა მანგანუმის შედგენილობის მიხედვით I სერიის დნობების (მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადნის გამოყენებისას) წილა თითქმის არ განსხვავდებოდა სხვა სერიების დნობების წილისაგან.

ცხრილი 9

წილის ჯერადობა და ფუძიანობა და მანგანუმის ბალანსი

დნობების სერიები	წილის ჯერადობა	შეფარდება CaO : SiO ₂	მანგანუმის განაწილება %		
			ლითონი	წილა	აირები და სხ.
I	0,65	1,15	71,96	21,32	6,82
II	0,62	1,17	71,41	21,48	7,09
III	0,65	1,17	71,85	21,73	6,42
IV	0,72	1,24	69,20	24,54	6,26
V	0,69	1,27	69,43	28,17	7,14

მე-9 ცხრილის მონაცემებით, IV და V სერიების საცდელი დნობების წილის ჯერადობა რამდენადმე უფრო მაღალია, ვიდრე იმ დნობებისა, რომელთა კაზმი კრივოი როგის მადნებს შეიცავდა. ეს გარემოება იმით აიხსნება, რომ კრივოი როგის მადანი თითქმის 9 პროცენტით მეტ რკინას შეიცავდა, ვიდრე დაშქესანის მადანი; ამიტომ მისი ხვედრითი ხარჯიც მაღალი იყო და, მაშასადამე, წილის ჯერადობაც უნდა გაზრდილიყო. დაშქესანის მადანზე მუშაობისას წილის რაოდენობის გაზრდამ გამოიწვია მანგანუმის გამოყენების კოეფიციენტის შემცირება და ამ უკანასკნელის წილაში გადასვლის გაზრდამ, მიუხედავად იმისა, რომ ამ სერიის დნობების წილები პროცენტულად ნაკლებ მანგანუმს შეიცავს (ცხრილი 8). ღუმელის დახურული საკერძით მუშაობამ უზრუნველყო მანგანუმის აირებთან ერთად დანაკარგების შემცირება.

ამავე ცხრილიდან ჩანს, რომ მანგანუმის კარბონატული მადანი არავითარ განსაკუთრებულ ზეგავლენას არ ახდენს წილის ჯერადობასა და მანგანუმის განაწილებაზე.

ცხრილი 10

ნედლეულისა და ელექტროენერჯის ხარჯი 1 ტონა სარკისებრ თუჯზე

დნობის სერიები	კრივოი როგის რკინის მადანი	დაშქესანის რკინის მადანი	მანგანუმის გარეცხილი მადანი	ნედლეულის კარბონატული მადანი	გამომავარი კარბონატული მადანი	კირქვი	კოქსი	ელექტროენერჯია კვტ
I	1,097	—	0,579	—	—	0,370	0,673	4,297
II	1,166	—	—	1,119	—	—	0,571	4,308
III	1,131	—	—	—	0,832	—	0,454	4,315
IV	—	1,362	—	—	0,893	—	0,432	4,298
V	—	1,454	—	1,151	—	—	0,562	4,275

დაშქესანის რკინის მადნის ხვედრითი გასავალი სარკისებრ თუჯზე რამდენადმე უფრო მაღალია, ვიდრე კრივოი როვის მადნისა. როგორც ზემოთ ითქვა, ამის მიზეზი ის არის, რომ დაშქესანის მადანი კრივოი როვის მადანთან შედარებით ღარიბია. მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადნისა და კირქვის მთლიანად ნედლი მანგანუმის კარბონატული მადნით შეცვლისას ამ უკანასკნელის ხარჯი I ტონა სარკისებრ თუჯზე 150—200 კგ მეტია, ვიდრე ერთად აღებული მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადნისა და კირქვისა, ხოლო გამომწვარი მანგანუმის კარბონატული მადნის გამოყენების შემთხვევაში ხარჯის მხრივ თითქმის ერთნაირია. როგორც მოსალოდნელი იყო, კარბონატული მადნის დნობებისათვის წინასწარი მომზადების (გამოწვა) გამო მისი ხარჯი საგრძნობლად ნაკლებია, ვიდრე ნედლი კარბონატული მადნისა ელექტროენერჯის ერთნაირი ხარჯის პირობებში.

საერთოდ ჩატარებული საცდელი დნობების შედეგად დადგენილია სარკისებრი თუჯის წარმოებაში ჭიათურის I ხარისხის გარეცხილი მადნისა და კირქვის ნაცვლად იმავე საბადოს ნედლი და გამომწვარი კარბონატული მადნის გამოყენების სრული შესაძლებლობა. ამასთან, კარბონატული მადნის კარგი ნაჭრიანობას გამო, სარკისებრი თუჯის გამოდნობის პროცესი უკეთ მიმდინარეობს, ვიდრე მანგანუმის გარეცხილი მადნის გამოყენებისას. გარდა ამისა, ამავე ცდებით ნაჩვენებია, რომ დაშქესანის რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის კარბონატული მადნებისაგან შესაძლებელია მაღალი ხარისხის სარკისებრი თუჯის მიღება.

დასკვნა

1. დაშქესანის რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის კარბონატული მადნებისაგან პირველად მიღებულია, კერძოდ ელექტროლუმელში, სარკისებრი თუჯი;

2. დაშქესანისა და კრივოი როვის რკინის მადნებისა და ჭიათურის კარბონატული მადნებისაგან მიღებული სარკისებრი თუჯი თავისი თვისებებით არ ჩამორჩება კრივოი როვის რკინისა და ჭიათურის მანგანუმის I ხარისხის გარეცხილი მადნებისაგან მიღებულ სარკისებრ თუჯს;

3. კარბონატული მადნების გამოყენებისას მიღებული წიდა, მიუხედავად იმისა, რომ მას თითქმის ისეთივე ქიმიური შედგენილობა აქვს, როგორც ჩვეულებრივი კაზმის გამოყენებისას მიღებულ წიდას, უფრო თხევადი და ადვილმოდრავია, ვიდრე უკანასკნელი, ეს გარემოება კი საერთოდ წიდის ფუძიანობის გაზრდის საშუალებას იძლევა და ამიტომ მანგანუმის წიდების დანაკარგების რაოდენობა შეიძლება მინიმუმამდე შემცირდეს.

4. სარკისებრი თუჯის კაზმში ნედლი კარბონატული მადნის ნაცვლად გამომწვარი კარბონატული მადნის გამოყენებით უზრუნველყოფილია კოქსის ხვედრითი ხარჯის 120—140 კილოგრამით შემცირება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.10.1955)

ი. კახანაძე

ციტრუსებში სომატური გზით პოლიპლოიდური ფორმების წარმოშობის საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ვ. გულისაშვილმა 21.1.1956)

პოლიპლოიდია, როგორც ობიექტურად არსებული კანონზომიერება და ახალ ფორმათა წარმოშობის ერთ-ერთი უძლიერესი ფაქტორი, მკვლევართა შორის, ძველთაგანვე უდიდეს ინტერესს იწვევდა. უნდა აღინიშნოს, რომ მთელს მსოფლიოში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სოფლის მეურნეობაში პოლიპლოიდების გამოყენებას. ექსპერიმენტული გზით მიღებული მრავალი პოლიპლოიდური ფორმა ამჟამად იცდება წარმოებაში დასანერგად, მაგალითად: ამერიკაში—სორგო, ქინაქინის ხე, ვაზი და კაკლის ხე, არგენტინაში—ჩიტოფეტვა, იაპონიაში—ჩაი, შვეციაში—ვაშლის ხე, საფრანგეთში—შაქრის ჭარხალი და სხვ. დანიაში უკანასკნელ წლებში დიპლოიდური შაქრის ჭარხალი იცვლება ტრიპლოიდურით, რომელმაც უკვე მთელი ნათესი ფართობის 60% დაიკავა [2].

როგორც ცნობილია [3,6,7], პოლიპლოიდური ფორმები ხასიათდება უფრო მაღალი პლასტიკურობითა და შეგუებით უკიდურესი პირობებისადმი, ვიდრე ეს დიპლოიდური ფორმებისათვისაა დამახასიათებელი. ამ წხრივ პოლიპლოიდია მეტად საყურადღებოა ნარინჯოვან მცენარეთა ყინვაგამძლე ფორმების გამოყვანის საქმეში.

პოლიპლოიდია უდიდეს სამსახურს უწევს სოფლის მეურნეობას, მაგალითად, მთელი რიგი ჯიშები ვაშლის, მსხლის, მარწყვის, კარტოფილის, ყურძნის, ბამბის, ხორბლისა და სხვა [1,2,9,10,11,12] წარმოდგენენ პოლიპლოიდურ ფორმებს, რომლებიც წარმატებით ინერგება როგორც სსრ კავშირში, ისე საზღვარგარეთ. შემთხვევითი როდია, რომ რბილ ხორბალს ($2n=42$), რომელიც გექსაპლოიდს წარმოადგენს, გაბატონებული ადგილი უჭირავს მსოფლიოს მარცვლეულთა მეურნეობაში. ასევე შეიძლება ითქვას გრძელბოჭკოიან ($2n=52$) ტეტრაპლოიდურ ბამბაზე, რომელმაც სსრ კავშირში პირველი ადგილი დაიკავა როგორც გაერცვლებით, ისე ხარისხით.

პოლიპლოიდის შესახებ მრავალი შრომა არსებობს. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ამ საკითხზე შრომები სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის პ. ბარანოვისა [1,2].

ნარინჯოვნების პოლიპლოიდის საკითხების შესწავლაზე ჯერ კიდევ ორი ათეული წლის წინათ მუშაობდა ვ. ლაპინი [4] და მან ექსპერიმენტული გზით მიიღო მთელი რიგი პოლიპლოიდური ფორმები (კოლხიციის



ზემოქმედებით). უკანასკნელ წლებში ფ. მამფორიამ [5] ექსპერიმენტულად მიიღო ნარინჯოვნების მრავალი პოლიპლოიდური ფორმა და ჩაატარა მათი კარიოლოგიური გამოკვლევა.

ბიოლოგიაში ცნობილია პოლიპლოიდების წარმოშობის ორი გზა: გენერაციული და სომატური.

ამ სტატიაში ჩვენ შევხებით პოლიპლოიდების წარმოშობას სომატური გზით, ხოლო რაც შეეხება გენერაციულად პოლიპლოიდების წარმოშობის საკითხს, აქ ამაზე არ შევჩერდებით, რადგან ეს სპეციალური შესწავლის საგანია, თუმცა რაიმე არსებითი სხვაობა ამ ორი სახის პოლიპლოიდს შორის არ არსებობს.

პოლიპლოიდების სომატური გზით წარმოშობა შეიძლება ოთხ შემთხვევად დავეყოთ.

1. პოლიპლოიდების წარმოშობა დიპლოიდური უჯრედებისაგან, ე. ი. როდესაც დიპლოიდური უჯრედები წარმოშობენ ტრიპლოიდურ, ტეტრაპლოიდურ და ასე შემდეგ პოლიპლოიდურ უჯრედებს, რომელნიც შემდგომ პოლიპლოიდური ორგანიზმების საწყისი ხდებიან.

დიპლოიდური ლიმონის ნუკლეუსების შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ ერთსა და იმავე ზრდის წერტილებში შეიძლება ისეთი უჯრედების ნახვა, რომელთაც აქვთ ქრომოსომათა სხვადასხვა რაოდენობა, მაგალითად, $2n=18$, $3n=27$, $4n=36$ (სურ 1).

ასეთივე სურათი შემჩნეულ იქნა ტეტრაპლოიდურ ლიმონში. ერთსა და იმავე ზრდის წერტილში ვიპოვეთ უჯრედები სხვადასხვა ქრომოსომური კომპლექსით, მაგალითად: $4n=36$, $3n=27$, $2n=18$ (სურ. 2).

ამასთანავე დიპლოიდურ ფორმებში უმეტესად გვხვდება ტეტრაპლოიდური უჯრედები და პირუკუ, ტეტრაპლოიდურში—დიპლოიდური, ხოლო ტრიპლოიდური უჯრედები ორივე შემთხვევაში, მაგრამ ძლიერ იშვიათად. ცხადია, ეს მოვლენა კანონზომიერი ხასიათისაა და დამოკიდებულია შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების ერთობლიობაზე.

პოლიპლოიდიზაციის დროს ორგანიზმში ხდება ღრმა თვისობრივი ცვლილებები. ორგანიზმი ერთი თვისობრივი მდგომარეობიდან გადადის მეორეში,

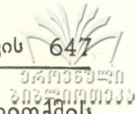


სურ. 1

რასაც, თავის მხრივ, თან ახლავს სრულიად ახალი კონტრასტული ხასიათის ცვლილებები, როგორც ციტომორფოლოგიური, ისე ფიზიოლოგიური და სხვა. მე-3 სურათზე ნაჩვენებია მანდარინ-ტრიფოლიატის ვეგეტაციური ჰიბრიდის ორი უჯრედი (პირველი და მეორე), რომლებიც მკვეთრად განსხვავდებიან



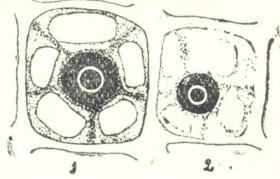
სურ. 2



ერთმანეთისაგან. პირველი უჯრედი ტეტრაპლოიდურია. ზომით იგი თითქმის ორჯერ მეტია მეორე უჯრედზე. გარსი და პლაზმა მას სქელი აქვს, ბირთვი და ბირთვაკი—დიდი, უჯრედის ყველა ფორმიანი ელემენტი იმდენად დიდია, რომ დაუხელოვნებელ თვალსაც კი შეუძლია გაარჩიოს ერთმანეთისაგან ეს უჯრედები. მეორე უჯრედი დიპლოიდურია და სრულიად საწინააღმდეგო ნიშნებით ხასიათდება.

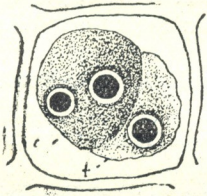
2. პოლიპლოიდების წარმოშობა სომატური უჯრედების შერწყმის გზით. სომატური უჯრედების შერწყმის ფაქტი ნაძვის კვერცხ-უჯრედის ქალადის ნაწილში პირველად დ. ტრანკოვსკიმ შეამჩნია. შემდეგ ეს მოვლენა შეისწავლეს ი. ელენგორნმა და ვ. სვეტოხოვამ სომატური განაყოფიერების აღმოჩენისას [8].

3. პოლიპლოიდების წარმოშობა მიტოზური პოლარობის დარღვევის გზით. ცნობილია, რომ მიტოზური პოლარობის დარღვევას სომატური დაყოფისას შედეგად მოჰყვება ქრომოსომების გადაუსვლელობა პოლუსებზე და მათი ორმაგი რაოდენობის დარჩენა ბირთვის ფირფიტაზე. ეს შეიძლება გამოწვეულ იქნეს ქიმიური რეაგენტებით ან გარეშე ფაქტორთა მკვეთრი ცვლით, რის შედეგადაც ხდება პოლარული სხეულის ზღუდარების ჩაწყვეტა. თუ ასეთი უჯრედები საწყისის მისცემენ ჩანასახს ან კვირტებს, ისინი, ცხადია, პოლიპლოიდური ორგანიზმების წარმოშობის მიზეზი გახდებიან.



სურ. 3

4. პოლიპლოიდების წარმოშობა პოლიკარიის შედეგად. დიდი რაოდენობის დროებითი პრეპარატების შესწავლამ საშუალება მოგვცა დაგვედგინა, რომ პოლიკარია, ე. ი. მრავალბირთვიანობა, შეიძლება გახდეს მიზეზი პოლიპლოიდური ფორმების წარმოშობისა იმ შემთხვევაში, თუ ხდება ბირთვის შერწყმა და ქრომოსომთა კომპლექსის გაორმაგება.



სურ. 4

პოლიკარიულ უჯრედებში ბირთვთა შერწყმა შევამჩნიეთ მანდარინ-ტრიფოლიატის ვეგეტაციურ ჰიბრიდში. მე-4 სურათზე ნაჩვენებია ბირთვების შერწყმა. პოლიკარიულ სომატურ უჯრედში. A და B ბირთვები შერწყმის პროცესში განიცდიან ცვლილებებს როგორც სტრუქტურის, ისე შედგენილობის მხრივ. A ბირთვი ზომაში იკლებს, მისი გარსი იფაკლება, მცირდება ქრომატინის ნივთიერება. იღებება ძალიან ჭკრთალად, PH ИЭТ მერყეობს 6—6,5-ის ფარგლებში. B ბირთვისათვის, რომელსაც ერწყმის A ბირთვი, დამახასიათებელია კონტრასტულად საწინააღმდეგო ნიშნები: B ბირთვი ზომაში მატულობს, ქრომატინის ნივთიერების რაოდენობა მატულობს, ბირთვის გარსი იჭიმება, ინტენსიურად იღებება, PH ИЭТ-ის მაჩვენებელი

ნებლები 3-ს უდრის. შერწყმის პროცესში A ბირთვი თანდათანობით იფიტება, B ბირთვი კი ძლიერდება. ასეთი გაერთიანებული ბირთვების შემცველი უჯრედი საწყისს აძლევს პოლიპლოიდურ ორგანიზმს.

ამგვარად, პოლიპლოიდის, როგორც ობიექტურად არსებული კანონზომიერების გამოყენება და დამორჩილება ადამიანის ნებისადმი, უდიდეს სარგებლობას მოუტანს სუბტროპიკულ მეურნეობას.

ტენიან სუბტროპიკულ კულტურათა

საკავშირო სელექციის სადგური

სოხუმი

(რედაქციას მოუვიდა 21.1.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. А. Баранов. Полиплоидию на службу Советскому сельскому хозяйству. Ботанический журнал № 2, 1954.
2. П. А. Баранов и Д. В. Лебедев. Дискуссия о значении полиплоидии и Гериберт Нильсон. Ботанический журнал № 4, 1955.
3. М. Н. Бреславец. Введение в цитологию. Сельхозгиз, 1936.
4. В. К. Лапин. Использование полиплоидии в селекции питрусовых. Всесоюзная селекционная станция влажно-субтропических культур. Бюллетень по культурам влажных субтропиков № 12—13, 1947.
5. Ф. Д. Мампория. Особенности воспроизведения роста, развития и формообразования питрусовых и некоторых других померанцевых. Тбилиси, 1951.
6. А. П. Соколовская, и О. С. Стрелкова. Полиплоидия и кариологические расы в условиях Арктики. ДАН СССР, XX, 1—2, 1938.
7. А. П. Соколовская и О. С. Стрелкова. Кариологическое исследование высокогорной флоры Главного Кавказского хребта и проблема географического распространения полиплоидов. ДАН СССР XXIX, 5—6, 1950.
8. Я. Е. Эллэнгорн и В. В. Светозорова. Новое в изучении процесса оплодотворения у покрытосеменных растений. Ботанический журнал. т. 39, 6, 1949.
9. A. E. Longley. Chromosomes and their significance in strawberry classification. Jour. Agr. Res, 32, 1926.
10. A. E. Longley and Clark. Chromosome behaviour and pollen production in the potato Jour. Agr. Res, 41 (12), 1931.
11. A. A. Moffett. A preliminary account of chromosome behaviour in the Pomoiidae. Jour. pom. 9, 1931.
12. A. Mangelsdorf. and E. M. East. Ttudies on the genetics of Fragaria. Genetics, 12, 1927.

მეცნიერება

ბ. ჟრუჟილი

წელიწადში სიმინდის ორი მოსავლის მიღების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ლომოურმა 2.4.1956)

სკკ XX ყრილობამ მეექვსე ხუთწლედში მარცვლეულის საერთო მოსავლისა და მეცხოველეობის პროდუქტების გადიდებისათვის დააყენა სიმინდის, როგორც ძვირფასი სასურსათო და საკვები კულტურის, ნათესების გადიდების საკითხი.

ამჟამად ფართოდ ინერგება სიმინდის კვადრატულ-ბუდობრივად თესვა. თესვის ეს წესი სიმინდის ნათესის მექანიზებული დამუშავების საშუალებას იძლევა. ამასთანავე სიმინდის მოსავლის აღებაც მექანიზებულია. ამგვარად, დღესდღეობით სიმინდი აღარ წარმოადგენს ისეთ შრომატევად კულტურას, როგორადაც ის დღემდე ითვლებოდა.

სკკ ცენტრალური კომიტეტის იანვრის პლენუმმა აღნიშნა, რომ ცალკეულ ზონებში იქ, სადაც სითბო და ტენი საკმარისია, სახელდობრ: საქართველოსა და კრასნოდარის მხარის შავი ზღვის სანაპირო რაიონებში და შუა აზიის რიგ რაიონებში, სავსებით შესაძლებელია წელიწადში სიმინდის ორი მოსავლის მოყვანა, თუკი პირველი მოსავალი აღებულ იქნება რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფეში. ეს ღონისძიება ხელს შეუწყობს პირუტყვის საკვები რესურსების გადიდებას.

წელიწადში სიმინდის ორი მოსავლის მიღების საკითხზე საქართველოს სსრ შავი ზღვის სანაპირო რაიონში პირველი ცდები აგრონომმა ჯორბენაძემ ჩაატარა, ხოლო საქართველოს დანარჩენი რაიონებისათვის ეს საკითხი შესწავლილი არაა.

აღნიშნული საკითხის შესწავლის მიზნით მემინდვრობის ინსტიტუტმა 1955 წელს ცდები ჩაატარა აჯამეთის საცდელ სადგურზე და მემინდვრობის ინსტიტუტის ცენტრალურ ბაზაზე გარდაბანში.

ცდების ჩატარებაში მონაწილეობდნენ მეცნიერი მუშაკები: აჯამეთის საცდელ სადგურზე—მ. დალაქიშვილი, გარდაბანში—ნ. ასათიანი.

აჯამეთის საცდელ სადგურზე მინდვრის ცდები შემდეგი სქემით ჩატარდა.

1. აჯამეთის თეთრი, მარცვლად აღებული სრულ სიმწიფეში;
2. აჯამეთის თეთრი, აღებული რძისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—აჯამეთის თეთრი;
3. აჯამეთის, თეთრი, აღებული ცვილისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—აჯამეთის თეთრი;



4. აჯამეთის თეთრი, ალებული რძისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—მინეზოტა 13.

5. აჯამეთის თეთრი, ალებული ცვილისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—მინეზოტა 13;

6. მინეზოტა 13, ალებული სრულ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—აჯამეთის თეთრი;

7. მინეზოტა 13, ალებული ცვილისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—კაჟოვანა თეთრი;

8. მინეზოტა 13, ალებული სრულ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—კაჟოვანა თეთრი;

9. აჯამეთის თეთრისა და იმერული სოიას ნარევი, ალებული რძისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—კაჟოვანა თეთრი.

სიმინდი დაითესა 5 აპრილს კვადრატულ-ბუდობრივად. თესვის წინ შეტანილ იქნა N_{60} , P_{120} , K_{60} კილოგრამი ჰექტარზე. კულტივაცია—გათოხნა ჩატარდა სამჯერ. მეორე კულტივაციის დროს—15 ივნისს—სიმინდის გამოსაკვებად შეტანილ იქნა N_{30} კილოგრამის რაოდენობით ჰაზე. ბუდნაში დატოვებულ იქნა ორ-ორი მცენარე, ხოლო მეცხრე ვარიანტში—ორი სიმინდი და 2 სოია.

1955 წელს დასავლეთ საქართველოში ცივი გაზაფხული დაიჭირა და სიმინდის აღმოცენება ძალზე გახანგრძლივდა; ზაფხული კი ძალზე მშრალი იყო. ამ მოვლენამ სიმინდის მოსავალი ნაწილობრივ შეამცირა.

როგორც ფენოლოგიური დაკვირვებებიდან ჩანს, დასავლეთ საქართველოს დაბლობ ზონაში სიმინდის დარაიონებული ჯიში—აჯამეთის თეთრი ქოჩოჩისა და ტაროს ამოღების ფაზაში ივლისის მეორე დეკადაში შედის, რძის სიმწიფეში—აგვისტოს პირველი დეკადის ბოლოს, ხოლო ცვილისებრ სიმწიფეს, ე. ი. როდესაც სიმინდი შეიძლება სამარცვლედ იქნეს გამოყენებული, აგვისტოს გასულს აღწევს.

საადრეო ჯიში—მინეზოტა 13 ქოჩოჩისა და ტაროს ამოღებას ივნისის ბოლოს ამთავრებს, რძის სიმწიფეში კი ივლისის გასულს შედის, ხოლო ცვილისებრ სიმწიფეში—აგვისტოს მეორე დეკადაში. ამგვარად, მინეზოტა 13-ის შემდეგ (ალებული სრულ სიმწიფეში) სავეგეტაცია პერიოდის ხანგრძლივობა სიმინდის მეორე მოსავლის მისაღებად ბევრად უფრო მეტია, ვიდრე აჯამეთის თეთრის (ალებული ცვილისებრ სიმწიფეში) შემდეგ. ეს განსხვავება ჩვენს შემთხვევაში 10 დღეს უდრის.

პირველი მოსავლის აღების შემდეგ ნასიმინდარზე სიმინდის განმეორებით დასათესად ნიადაგის მომზადება პირველი მოსავლის აღებისთანავე ხდებოდა. ნასიმინდარზე ნათესი სიმინდის კულტივაცია-გათოხნა ორჯერ ჩატარდა.

სიმინდი დათესვის შემდეგ ზოგ შემთხვევაში ექვს დღეში აღმოცენდა (ვარიანტები 6—7), ზოგან—რვა დღეში (ვარიანტი 2, 3, 4, 5), ზოგან—ცხრა დღეში (ვარიანტი 8), ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში (ვარიანტი 9)—მეცამეტე დღეს. რასაკვირველია, ეს ამინდის პირობებით იყო გამოწვეული. ამგვარად, ნასიმინდარზე ზაფხულში ნათესი სიმინდის აღმოცენებას საშუალოდ 8 დღე დასჭირდა.

აჯამეთის თეთრის რძისებრ სიმწიფეში ალების შემდეგ ნათესმა იმავე ჯიშმა 25 ოქტომბრამდე ქოჩოჩი და ტაროც განივითარა. ასევე მინეზოტა 13-მა, მაგრამ ვერც პირველმა ვერც მეორემ სიმწიფის ვერც ერთ ფაზას მაინც ვერ მიაღწია. გაზაფხულზე ნათესი მინეზოტა 13-ის სრულ სიმწიფეში ალების შემდეგ ნათესმა აჯამეთის თეთრმა 28 ოქტომბრისათვის ქოჩოჩისა და ტაროს ამოღებას მიაღწია. მინეზოტა 13-ის ცვილისებრ სიმწიფეში ალების შემდეგ ნათესმა საადრეო ჯიშმა—თეთრმა კაჟოვანამ—19 ოქტომბრისათვის ქოჩოჩი და ტარო ამოიღო. ასევე მინეზოტა 13-ის სრულ სიმწიფეში ალების შემდეგ ნათესმა თეთრმა კაჟოვანამ 25 ოქტომბრისათვის მხოლოდ ქოჩოჩისა და ტაროს ამოღება მოასწრო. ამავე დროისათვის ქოჩოჩისა და ტაროს ამოღებას მიაღწია თეთრმა კაჟოვანამ, რომელიც დათესილი იყო აჯამეთის თეთრისა და სოიას ნარევის რძისებრ სიმწიფეში ალების შემდეგ.

ამგვარად, ერთსა და იმავე ნაკვეთზე აღნიშნული ჯიშების თესვის შემთხვევაში მარცვლის ორი მოსავალი ვერ იქნა მიღებული. მინეზოტა 13-ის (საადრეო ჯიში) სრულ სიმწიფეში ალების შემდეგ ნათესი სიმინდის მწვანე მასის მოსავალიც კი უმნიშვნელო აღმოჩნდა, ხოლო აჯამეთის თეთრის ცვილისებრ სიმწიფეში ალების შემდეგ ნათესი სიმინდის იგივე ჯიში გვაძლევს გარკვეული რაოდენობის მწვანე მასას.

ჩვენს შემთხვევაში ორი საადრეო ჯიშის თესვისას სიმინდის ორი მოსავალი მაინც ვერ იქნა მიღებული. მაგ., მინეზოტა 13-მა, რომელიც აღებულ იქნა ცვილისებრ სიმწიფეში, მოგვცა მარცვლის მოსავალი, ხოლო ამის შემდეგ ნასიმინდარზე ნათესმა თეთრმა კაჟოვანამ რძის სიმწიფესაც ვერ მიაღწია. ამგვარად, ორი საადრეო ჯიშის თესვისას პირველი მოსავალი მივიღეთ ცვილისებრ სიმწიფეში, ხოლო მეორე მოსავალი—მწვანე საკვებად.

სიმინდის მეორე მოსავალი აღებულ იქნა 25 ოქტომბრიდან 4 ნოემბრამდე.

როგორც 1 ცხრილში მოყვანილი ცნობებიდან ჩანს, რძისებრ სიმწიფეში აღებული სიმინდის მწვანე მასის მოსავალი უფრო დიდია, ვიდრე ცვილისებრ სიმწიფეში აღებულისა. ეს, რასაკვირველია, მიეწერება წყლის იმ რაოდენობას, რომელსაც სიმინდი უფრო დიდი რაოდენობით შეიცავს რძის სიმწიფის ფაზაში. მაგ., მეორე და მეოთხე ვარიანტებში, რომლებშიაც სიმინდი (აჯამეთის თეთრი) აღებულ იქნა რძის სიმწიფეში, მწვანე მასის მოსავალი პირველ შემთხვევაში უდრიდა 343 ცენტნერს ჰექტარზე, მეორე შემთხვევაში 351,1 ც/ჰ, ხოლო იგივე ჯიში, აღებული ცვილისებრ სიმწიფეში, მწვანე მასის მოსავალს ერთ შემთხვევაში იძლეოდა 267 ც/ჰ (მესამე ვარიანტი), ხოლო მეორე შემთხვევაში (მეხუთე ვარიანტი) 288,6 ც/ჰ.

აჯამეთის თეთრი, აღებული სრულ სიმწიფეში, გვაძლევს მარცვლის მოსავალს 40,2 ცენტნერს ჰექტარზე, ხოლო ჩალის მოსავალს 55, 3 ც/ჰ. სულ მთელი მოსავალი 93,5 ც/ჰ უდრის. იგივე ჯიში, აღებული რძისებრ სიმწიფეში, გვაძლევს ჰეინტ ტაროს 76 ც/ჰ, ჩალას 230 ც/ჰ, ფუჩეჩს 37 ც/ჰ. სულ მთელი მოსავალი ჰექტარზე 343 ცენტნერს შეადგენს. ნასიმინდარზე ნათესი იგივე ჯიში—მეორე მოსავალს მწვანე მასის სახით გვაძლევს 138,2 ცენტნერს

წელიწადში სიმინდის ორი მოსავლის მაჩვენებლები (აჯამეთი, 1955 წელი)

ვარიანტების №-ს	გაზაფხულზე ნათესი (პირველი მოსავალი)											ნასიმინდარზე ნათესი (მეორე მოსავალი)		ორი მოსავლის ჯამი ცენტნერობით ჰექტარზე		
	მცენარეთა რაოდენობა (ათასეკალიბით)	აღებულნი რძის სიმწიფეში (ცენტნერობით ჰექტარზე)					აღებულნი ცვილისებრი სიმწიფეში ცენტნერობით ჰექტარზე				აღებულნი სრულ სიმწიფეში (ცენტნერობით ჰექტარზე)				მცენარეთა რაოდენობა (ათასეკალიბით)	მწვანე მასის მოსავალი (ცენტნერობით ჰექტარზე)
		ნედლი ტარო	ჩაღყ	ფურჩინი	სოთია	სულ მთელი მოსავალი	ნედლი ტარო	ჩაღყ	ნედლი ფურჩინი	მთლიანი იალი	იალი	მთლიანი	იალი			
1	38,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40,2	55,3	93,5	—	—	—
2	45,7	76,0	230	37	—	343	—	—	—	—	—	—	—	45,4	138,2	481,2
3	50,0	—	—	—	—	—	74,0	160	33	267	—	—	—	—	—	—
4	52,0	81,4	228	41,7	—	351,1	88	170,4	29,1	288,6	—	—	—	51,6	59,0	410,1
5	54,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	49,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24,5	57,2	81,7	—	—	—
7	43,0	—	—	—	—	—	43,3	125,9	25,41	194,6	—	—	—	46,7	69,5	264,1
8	50,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43,2	105,6	148,8	50,0	50,0	198,8
9	33,5	67,1	140	25,7	90,8	323,6	—	—	—	—	—	—	—	47,8	50,0	373,6

ბ. ყარაშაშვილი

ჰექტარზე, ორივე მოსავლადან კი სულ 481,2 ც/ჰ. მწვანე მასის ეს რაოდენობა მხოლოდ სასილოსედ გამოდგა.

გ ა რ და ბ ა ნ შ ი ც და შემდეგი სქემით ჩატარდა:

1. ქართული კრუგი, აღებული სრულ სიმწიფეში;
2. ქართული კრუგი, აღებული სრულ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—ქართული კრუგი;
3. ქართული კრუგი, აღებული სრულ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—მინეზოტა 13;
4. მინეზოტა 13, აღებული რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—მინეზოტა 13;
5. მინეზოტა 13, აღებული სრულ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—მინეზოტა 13;
6. მინეზოტა 13, აღებული რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—ქართული კრუგი;
7. მინეზოტა 13, აღებული სრულ სიმწიფეში, ნასიმინდარზე—ქართული კრუგი.

სიმინდი დაითესა 18 აპრილს. მზრალზე, კვადრატულ-ბუდობრივად (70×70 სმ). თესვის წინ შეტანილ იქნა მინერალური სასუქები N_{20} , P_{60} , K_{60} კილოგრამის რაოდენობით ჰექტარზე. ნათესი მოირწყა მეორე დღეს. პირველი კულტივაცია-გათოხნა ჩატარდა 19 მაისს, მეორე—1 ივნისს. ამავე დროს ნათესი შემეჩხერდა: ბუნებში დატოვებულ იქნა ორ-ორი მცენარე. 23 ივნისს ჩატარდა გამოკვება N_{20} , P_{30} კილოგრამის რაოდენობით ჰექტარზე და მოირწყა.

მეოთხე და მეექვსე ვარიანტების დანაყოფებზე სიმინდი აღებულ იქნა 26 ივნისს რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფეში.

განთავისუფლებული ნაკვეთი 26 ივნისს მოიხნა, დაიფარცხა და 2 აგვისტოს განმეორებით დაითესა სიმინდი—მეოთხე ვარიანტის დანაყოფზე მინეზოტა 13, ხოლო მეექვსე ვარიანტის დანაყოფზე—ქართული კრუგი. ნათესი მოირწყა 15 აგვისტოს. კულტივაცია-გათოხნა ჩატარდა 24 აგვისტოს.

მეხუთე-მეშვიდე ვარიანტის დანაყოფებზე სიმინდი (მინეზოტა 13) აღებულ იქნა სრულ სიმწიფეში 24 აგვისტოს. ნასიმინდარი მოიხნა, დაიფარცხა და 27 აგვისტოს განმეორებით დაითესა სიმინდი მეხუთე ვარიანტის დანაყოფზე—მინეზოტა 13, ხოლო მეშვიდე ვარიანტის დანაყოფზე—ქართული კრუგი. ნათესი მოირწყა 29 აგვისტოს. კულტივაცია-გათოხნა ჩატარდა 17 სექტემბერს.

პირველ, მეორე და მესამე ვარიანტის დანაყოფებზე სიმინდი (ქართული კრუგი) აღებულ იქნა 6—7 სექტემბერს. ნასიმინდარი მოიხნა სრულ სიღრმეზე 13 სექტემბერს, დაიფარცხა და 17 სექტემბერს განმეორებით დაითესა მეორე ვარიანტის დანაყოფზე ქართული კრუგი, ხოლო მესამე ვარიანტის დანაყოფზე—მინეზოტა 13.

ნასიმინდარზე სიმინდის თესვის წინ შეტანილ იქნა მინერალური სასუქები N_{40} , P_{60} კილოგრამის ანგარიშით ჰექტარზე.

წელიწადში სიმინდის ორი მოსავლის მაჩვენებლები (გარდაბანი, 1955 წ.)

ვარიან- ტების №№	გაზაფხულზე ნათესი (პირველი მოსავალი)						ნასიმინდარზე ნათესი (მეორე მოსავალი)				
	აღებული რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფეში				აღებული სრულ სიმ- წიფეში (ცენტნერო- ბით ჰექტარზე)		დათესვის დრო	მოსავლის აღების დრო	მცენარეთა სიმაღლე აღების წინ (სმ-ით)	მწვანე მასის მოსავალი (ცენტნერო- ბით ჰექ- ტარზე)	ორი მოსავე- ლის ჯამი (ცენტნერე- ბით ჰექ- ტარზე)
	მოსავლის აღების დრო	მწვანე მასა სულ (ცენტნე- რობით ჰექტარზე)	ჩალა ცენ- ტერო- ბით ჰექ- ტარზე)	ტარო პერან- გით (ცენტ- რებით ჰექ- ტარზე)	მთელი მასის მო- სავალი	ნედლი ტაროს					
1	7/IX	—	—	—	148,0	48,3	—	—	—	—	—
2	"	—	—	—	169,2	47,3	17/IX	31/X	21,0	3,57	171,7
3	"	—	—	—	163,5	64,5	"	"	18,0	3,3	166,8
4	26/VII	130,2	101,8	28,3	—	—	2/VIII	"	187,5	177,5	307,7
5	24/VIII	—	—	—	—	—	27/VIII	"	105,0	61,0	—
6	26/VIII	126,5	95,2	33,2	—	—	2/VIII	"	240,5	251,0	317,5
7	24/VIII	—	—	—	83,8	28,6	27/VIII	"	115,5	67,5	151,3

ბ. შ. შ. შ. შ. შ. შ. შ.

როგორც მე-2 ცხრილში მოყვანილი მასალიდან ჩანს, ნასიმინდარზე მეორე მოსავლის მიღების მიზნით ნათესმა როგორც ქართულმა კრუგმა, ისე მინეზოტა 13-მა მარცვლის მოსავალი არ მოგვცა.

გაზაფხულზე ნათესი ქართული კრუგის მარცვლად აღების შემდეგ ნასიმინდარზე ნათესმა ქართულმა კრუგმა 31 ოქტომბრისათვის 18 სმ სიმაღლეს მიაღწია, მინეზოტა 13-ის შემდეგ ნათესმა ქართულმა კრუგმა—115 სმ-ს, ხოლო მინეზოტა 13-მა—105 სმ-ს.

გაზაფხულზე ნათესი მინეზოტა 13-ის რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფის ფაზაში აღების შემდეგ ნასიმინდარზე ნათესმა ამავე ჯიშმა 31 ოქტომბრისათვის სიმაღლით 187 სმ-ს მიაღწია, ამოიღო ქოჩოჩი და ტაროც და რძის სიმწიფის დასაწყის ფაზას მიაღწია. ამავე ჯიშის მარცვლად აღების შემდეგ ნათესილმა ამავე ჯიშმა ამოიღო ქოჩოჩი და ტაროს ამოღების დაწყების ფაზას მიაღწია, ხოლო მინეზოტა 13-ის რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფეში აღების შემდეგ ნასიმინდარზე ნათესმა ქართულმა კრუგმა სიმაღლით 240 სმ-ს მიაღწია და მხოლოდ ქოჩოჩი ამოიღო (მარცვალი ვერ განვითარდა).

ამგვარად, გარდაბანში გაზაფხულზე ნათესი სიმინდის რძისებრ-ცვილისებრი სიმწიფის ფაზაში აღების შემდეგ ნათესმა საადრეო ჯიშმა—მინეზოტა 13-მა რძის სიმწიფეს ვერ მიაღწია, მხოლოდ მწვანე მასა მოგვცა. მწვანე მასის უდიდესი მოსავალი ჰექტარზე 251 ცენტნერს უდრიდა, მიღებულ იქნა იმ შემთხვევაში, როდესაც გაზაფხულზე ნათესი საადრეო ჯიშში მინეზოტა 13 აღებულ იქნა 26 ივლისს რძისებრ-ცვილისებრი სიმწიფის ფაზაში, ხოლო ნასიმინდარზე განმეორებით ქართული კრუგი დაითესა 2 აგვისტოს (მეექვსე ვარიანტი), ამ შემთხვევაში ორი მოსავლის ჯამი ჰექტარზე 377,5 ცენტნერს უდრის.

სრულ სიმწიფეში აღებული ქართული კრუგის შემდეგ ნათესი როგორც იმავე ჯიშის, ისე საადრეო მინეზოტა 13-ის მწვანე მასის მოსავალი მეტად უმნიშვნელოა. მაგალითად, მეორე ვარიანტში ის ჰექტარზე 3,57 ცენტნერს უდრიდა, ხოლო მესამე ვარიანტში 3,3 ცენტნერს.

ინსტიტუტის ბაზაზე დიდ ფართობზე გაზაფხულზე ნათესი ქართული კრუგის რძისებრ-ცვილისებრ სიმწიფეში აღების შემდეგ ნასიმინდარზე 18 აგვისტოს ნათესმა ამავე ჯიშმა 29 ნოემბრისათვის სიმაღლით 170 სმ-ს და მხოლოდ ქოჩოჩის ამოღების დაწყების ფაზას მიაღწია. მწვანე მასის მოსავალი ჰექტარზე 180 ცენტნერს უდრიდა, ხოლო ნაწვერალზე (საშემოდგომო ხორბლის აღების შემდეგ) ნათესმა საადრეო ჯიშებმა მომწიფება მოასწრო და საშუალოდ ჰაზე 15—16 ცენტნერი მარცვლის მოსავალი მოგვცა. იმ ჯიშების მოსავალი კი, რომლებმაც რძისებრ სიმწიფეს მიაღწიეს, კყინტი ტაროსა და მწვანე მასის სახით ჰექტარზე 242,8 ცენტნერს უდრიდა.

ამგვარად, აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობი ზონის სარწყავ და ტენიან რაიონებში, სადაც სავეგეტაციო პერიოდი თავთავიანი კულტურების აღების შემდეგ შემოდგომის პირველი ყინვების დადგომამდე საკმარისია სანაწვერალო სიმინდის მოსაყვანად, სიმინდის მეორე მოსავალი უმჯობესია მოყვანილ იქნეს თავთავიან კულტურათა ნაწვერალზე, ვიდრე სიმინდის შემდეგ.

მემინდვრობის ინსტიტუტის მიერ სიმინდის ორი მოსავლის მიღებაზე 1955 წელს ჩატარებული ცდების შედეგები შესაძლებელია გამოვიყენოთ როგორც წინასწარი მონაცემები აღნიშნულ საკითხზე, რომლის საფუძველზე შესაძლებელია ზოგიერთი დასკვნის გაკეთება.

1. დასავლეთ საქართველოს დაბლობი ზონის იმ რაიონებში. სადაც ბუნებრივი პირობები ხელშემწყობია წელიწადში სიმინდის ორი მოსავლის მისაღებად, მეორე მოსავლის მიღება შესაძლებელია ვურჩიოთ საფერმო ნაკვეთებზე პირუტყვისათვის სილოსისა და მწვანე საკვების რესურსების გადიდების მიზნით.

2. აღმოსავლეთ საქართველოში ნაწვერალზე ნათესი სიმინდი ბევრად უფრო დიდ მოსავალს გვაძლევს როგორც მარცვლის, ისე მწვანე მასის სახით, ვიდრე ერთსა და იმავე ნაკვეთზე წელიწადში სიმინდის ორი მოსავალი. ამიტომ აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობი ზონის ტენით უზრუნველყოფილ რაიონებში და სარწყავ ნაკვეთებზე, სადაც სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა თავთავიანი კულტურების მოსავლის აღებიდან შემოდგომის პირველი ყინვების დადგომამდე სანაწვერალო სიმინდის მოყვანის შესაძლებლობას იძლევა, სიმინდის მეორე მოსავლის მისაღებად გამოყენებულ უნდა იქნეს თავიანთი კულტურების შემდეგ მის ნაწვერალზე სიმინდის თესვა.

საქათველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მემინდვრობის ინსტიტუტი

გარდაბანი

(რედაქციას მოუვიდა 2.4.1956)

ზოგოლობა

რ. ყიფიანი და თ. ცაცხლაძე

აბრეშუმის ჭუპრის გაგუღვა და პარკის კონსერვაცია გამა-გამოსხივებით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 27.2.1956)

გამოყენებითი ბირთვული ფიზიკის წარმატებით განვითარებამ უკანასკნელ წლებში შექმნა სხივადი, ანუ ცივი სტერილიზაციის მეთოდის განხორციელების შესაძლებლობა, რაც დამყარებულია მაიონიზებულ გამოსხივებათა ბიოლოგიურ მოქმედებაზე.

ცოცხალი ორგანიზმები დიდი დოზით მცირე ხნით გაშუქებისას იღუპებიან. გაშუქების ლეტალური დოზის სიდიდე დამოკიდებულია როგორც ორგანიზმის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე, ისე რადიაციის ბუნებასა და გაშუქების პირობებზე.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ პრიმიტიული ორგანიზმები რადიორეზისტენტობით ხასიათდებიან მაღალორგანიზებულ და დიფერენცირებულ ორგანიზმებთან შედარებით: მაგალითად, თბილსისხლიანი ცხოველებისათვის სასიკვდილოა ათასამდე რეფი, მწერებისათვის ასეულ ათასამდე, ბაქტერიებისათვის კი—რამდენიმე მილიონი რეფი [1].

მაიონიზებელ გამოსხივებათა შორის სტერილიზაციისათვის უფრო მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს ველწევადი გამა-სხივი. სტერილიზაციის ასეთი მეთოდი რიგი უპირატესობით ხასიათდება. კერძოდ, ამ დროს არ ხდება ტემპერატურის შესამჩნევი აწევა, რის გამოც ადგილი არა აქვს თერმულ დენატურაციას, ეს უკანასკნელი კი საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ გამა-სხივი თერმომგრძობიარე მასალების სტერილიზაციისათვის [2]. მისი ტექნოლოგია არ არის რთული და რიგ შემთხვევებში ეკონომიურადაც ხელსაყრელია.

გამა-სხივით აბრეშუმის ჭუპრის გაგუღვის შესწავლის წინადადებით 1955 წლის მეორე ნახევარში საქართველოს სსრ საფეიქრო მრეწველობის სამინისტრომ მიმართა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტს და სთხოვა ჩაეტარებინა კვლევითი სამუშაოები.

ცნობილია, რომ აბრეშუმის ჭიის ჭუპრის გაგუღვის არსებულ მეთოდებს ახასიათებთ რიგი ნაკლი, რის გამოც ადგილი აქვს აბრეშუმის ნედლეულის საგრძნობ დანაკარგებს, ვინაიდან ჭუპრის გაგუღვას მაღალ ტემ-

პერატურაზე აწარმოებენ ცხელი ჰაერით ან ორთქლით. ასეთი დამუშავების შედეგად შემჩნეულია აბრეშუმის ძაფის გამოსავლის შემცირება, პარკის ამოხვევის გაუარესება და სხვა. ამიტომ აუცილებელია გამოძებნილ იქნეს ჭურბრის გაგუდვისა და პარკის კონსერვაციის ისეთი მეთოდი, რომელიც გამორიცხავს თერმული დამუშავებით გამოწვეულ უარყოფით მოქმედებას. ამ თვალსაზრისით სხივად (ცივ) გაგუდვას შესამჩნევი უპირატესობა უნდა ჰქონდეს.

წინამდებარე შრომის მიზანს წარმოადგენდა აბრეშუმის ჭიის ჭურბრის ლეტალური და პარკის საკონსერვაციო დოზის დადგენა, აგრეთვე ჭურბრის ფაზის გახანგრძლივების შესაძლებლობის გამორკვევა¹.

აბრეშუმის პარკი შუქდებოდა რადიუმის 55 გრამ ეკვივალენტური აქტივობის Co^{60} წყაროთი; გამოსხივების ინტენსივობის დადგენა წარმოებდა ქიმიური დოზიმეტრიის მეთოდით.

უკანასკნელს საფუძველად უდევს 0,8 N გოგირდმჟავას ხსნარში ორვალენტოვანი რკინის სამვალენტოვანში გადაყვანა. გარდაქმნილი სამვალენტოვანი რკინის რაოდენობა როდანიდის სახით ისაზღვრებოდა ფოტოკალორიმეტრული ხერხით.

გამა-გამოსხივების ლეტალური დოზის დადგენა ხდებოდა პირველი, მეორე და მესამე გამოკვების პარკზე; მათგან პირველი და მეორე გამოკვების პარკი მიღებისთანავე შუქდებოდა, მესამე გამოკვების პარკი კი გაშუქებამდე ინახებოდა, საცდელი მასალის ხანგრძლივად ხელთ ქონების მიზნით, მაცივარში 2—4° ტემპერატურაზე.

პირველი გამოკვების პარკზე ცდები შემდეგი წესით ტარდებოდა: თითბრის მილში, დიამეტრით 8 სმ და სიგრძით 60 სმ, ლაგდებოდა პარკი 10 სმ სისქის ფენებად. ისინი ერთმანეთისაგან იზოლირდებოდა ქალაღდით; მილის ბოლოები მარლით იხურებოდა. პარკიანი მილი გამა-წყაროსთან თავსდებოდა იმ ანგარიშით, რომ მილის უახლოესი ბოლო 7 სმ-ით ყოფილიყო დაცილებული. გაშუქება ათ დღეს გრძელდებოდა. ამ ხნის განმავლობაში პარკი წყაროდან დაცილების მიხედვით 25.000 დან 2.204.000 რეფ დოზას იღებდა. პარკის საკონტროლო ნიმუშები იმავე პირობებში ინახებოდა მეზობელ ოთახში.

ცდებმა უჩვენა, რომ პეპლების გამოფრენა არ ხდება იმ ფენებიდან, რომლებზეც იმოქმედა 388.000-დან 2.204.000 რეფამდე დოზამ. პარკების გაკვეთის შემდეგ ჭურბრები გამუქებული აღმოჩნდა, ისინი მექანიკურ გალიზინებაზე არ რეაგირებდნენ. შემდეგ ფენაში ჭურბრების დაღუპვა იწყებოდა 180.000—200.000 რეფსა და უფრო მაღალ დოზებზე. ჭურბრები, რომელნიც უფრო ახლოს იყო გამუქების წყაროსთან, (ე. ი. რაც უფრო მეტი დოზა ჰქონდათ მიღებული) უფრო მეტად იყო გამუქებული. ამ ფენის დანარჩენ ნაწილში, სადაც დოზა აღნიშნულზე ქვევით იყო, ჭურბრები ნაწილობრივ დაიღუპა, უმეტესი ნაწილი კი პეპელას იძლეოდა. იმავე ადგილებში იყო ისეთი

¹ ცდების დაყენებაში მონაწილეობდა ლ. ნადირაშვილი.

პარკებიც, რომლებშიც პეპელამ გააკეთა ნახვრეტი, მაგრამ გამოსვლა ვერ მოახერხა. ასეთი პეპლები სუსტად უპასუხებდნენ გარეშე გაღიზიანებაზე.

მესამე ფენაში ადგილი ჰქონდა ჭუპრების ერთეულ დალუპვას და ასევე რამდენიმე დღით ჭუპრის ფაზის გახანგრძლივებას. დანარჩენ ფენებში პეპლები გამოფრინდნენ საკონტროლო პეპლების პარალელურად. იმავე ფენაში იყო ისეთი პარკებიც, რომლებშიც პეპელამ გააკეთა ნახვრეტი, მაგრამ ვერ გამოფრინდა. ყველა გამოფრენილი პეპელა ინტენსიურად იწყებდა კვერცხის დებას.

ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ გამა-გამოსხივების 100%-ანი ლეტალური დოზა პირველი გამოკვების აბრეშუმის ჭიის ჭუპრისათვის 200.000 რეფს უდრის. ცალკეულ ეგზემპლარებზე მოქმედებს 50—80.000 რეფი დოზებიც.

იყო ისეთი შემთხვევებიც, როცა გაშუქების პროცესში პარკის უმრავლესობიდან მეორე დღეს გამოფრინდნენ პეპლები, ანალოგიურად საკონტროლო ნიმუშებისა. ეს მდგომარეობა გამოწვეულია მით, რომ საცდელ პარკში ჭუპრი უკანასკნელ ფაზაში იმყოფებოდა და ისინი გამოფრენას ასწრებდნენ გამა-სხივის ლეტალური დოზის მიღებამდე. იმის გამო, რომ გამოყენებული გამა-წყარო არ იძლეოდა მცირე დროში საჭირო დოზის დაგროვების საშუალებას, საცდელი მასალა შეძლებისამებრ იღებოდა დაჭუპრებიდან მეორე-მესამე დღეს.

თანაბარი გაშუქების მიზნით შემდგომ ცდებში პარკი წყაროს ცენტრის გარშემო თავსდებოდა თანაბარ მანძილზე იზოდოზების მიხედვით, მუყაოს ცილინდრებში. მეორე გამოკვების პარკი გაშუქდა 100, 200, 300, 400, 500, 600 და 700 ათასი რეფი დოზებით.

საკონტროლო ნიმუშებიდან 13 დღის განმავლობაში გამოფრინდა 91% პეპლებისა, დანარჩენი კი ყრუ პარკები აღმოჩნდა.

100.000 რეფი დოზით გაშუქებული პარკებიდან გამოფრინდნენ პეპლების ერთეული ეგზემპლარები. ზოგიერთმა გახვრიტა პარკი, ნაწილმა კი შიგნიდან დაასველა პირის ღრუდან გამოყოფილი სითხის რამდენიმე წვეთით. 200.000 რეფის ზევით პეპლების გამოფრენა არ ხდება.

მესამე გამოკვების პარკი შუქდებოდა (ნაწილ-ნაწილად 2—5 კგ) 50, 100, 150, 200, 300, 400, 600 ათასი რეფი დოზით. საცდელ პარკებზე დაკვირვებამ უჩვენა, რომ ჭუპრების 100%-ანი დალუპვა ხდება 100.000 რეფ დოზაზე და ზევით. იყო ისეთი შემთხვევებიც, როცა ცალკეული ეგზემპლარები უფრო მაღალ დოზასაც იტანდნენ.

ცდების დროს შემჩნეულია, რომ ჭუპრი ლეტალური დოზის მიღების შემდეგ იწყებს წონაში სწრაფად შემცირებას, მასთან მით უფრო სწრაფად. რაც უფრო დიდია დოზა.

აქედან გამომდინარე, ჩატარებული იყო სპეციალური დაკვირვება პარკის მიერ მიღებულ დოზასა და მის წონაში შემცირებას შორის დამოკიდებულების დასადგენად.



ამ მიზნით 200—200 გრამი სხვადასხვა დოზით გაშუქებული პარკი მოთავსდა თერმოსტატში მუდმივ 25° და 30° ტემპერატურაზე. ეს პარკი პერიოდულად იწონებოდა. დაკვირვების შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

დოზა და ტემპერატურა	წონის დაკლება %/0-ით დღეების მიხედვით								
	5	8	11	18	15	20	32	42	45
ტემპ.—25°									
მეორე გამოკვების პარკი									
200.000	6	9	12	15	19	24	32	46	48
300.000	8	11	13	16	20	25	33	50	52
400.000	10	13	15	17	21	27	35	48	51
500.000	12	16	17	19	22	27	33	45	50
700.000	15	18	23	25	29	36	44	55	57
ტემპერ.—30°									
მესამე გამოკვების პარკი									
100.000	—	25	—	—	40	—	52	—	—
150.000	—	26	—	—	42	—	52	—	—
200.000	—	32	—	—	50	—	58	—	—
300.000	—	40	—	—	61	—	57	—	—
400.000	—	38	—	—	52	—	63	—	—
600.000	—	40	—	—	60	—	62	—	—

ცხრილიდან ჩანს, რომ აბრეშუმის პარკი ლეტალური დოზის მიღების შემდეგ იწყებს წონაში სწრაფად შემცირებას. პირველ ხანებში ეს პროცესი მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, რაც უფრო დიდია მიღებული დოზა.

აბრეშუმის ჭიის ჭუპრის ფაზის გახანგრძლივების საკითხის გამორკვევის მიზნით პარკი მუშავდებოდა ლეტალურზე უფრო დაბალი დოზებით. მოყვანილი მასალიდან გამომდინარე უნდა გვევარაუდა, რომ ჭუპრის ფაზის გასახანგრძლივებელი შესაძლებელი დოზა იქნებოდა 100.000 რეფის ქვევით, ამიტომ პარკი დამუშავდა 70, 45, 30, 18, 24, 14 ათასი რეფი დოზებით.

საცდელ მასალად გამოყენებული იყო მეორე გამოკვების პარკი. დამუშავებული პარკი მოთავსდა ოთახში, სადაც ტემპერატურა მერყეობდა 20—26° შორის. მიღებული შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

დოზა რეფ-ით	პებლების გამოფრენა %/0-ით დღეების მიხედვით							სიკვდილიანობა %/0-ით
	3	5	7	11	13	15	17	
70.000	0	14	22	46	61	84	84	16
45.000	0	16	40	43	81	94	94	6
30.000	0	8	37	70	82	96	96	4
24.000	0	22	40	82	83	98	98	2
18.000	1	21	55	80	89	100	—	0
14.000	2	26	42	70	88	100	—	0
საკონტროლო (დამუშავებული)	1	28	60	82	100	—	—	0

შენიშვნა: ყრუ პარკები შედეგებიდან გამორიცხულია.

ცხრილიდან ჩანს, რომ გამოყენებული დოზები ან ნაწილობრივ კლავს ჭუპრს, ან უმნიშვნელოდ ახანგრძლივებს ჭუპრის განვითარების ფაზას (5 დღემდე). ამგვარად, ლეტალურზე დაბალი დოზა ნაწილობრივ, უმნიშვნელო ხნით ახანგრძლივებს აბრეშუმის ჭიის ჭუპრის განვითარების ფაზას. ამიტომ უნდა დავასკვნათ, რომ პარკის შენახვის პროცესში არ შეიძლება გამა-გამოსხივების ზეგავლენით ჭუპრის ფაზის გახანგრძლივება.

გამა-გამოსხივების საკონსერვაციო დოზის დადგენის მიზნით ქალაქის პარკებში მოთავსებული, სხვადასხვა (200, 300, 400, 500, 600, 700 ათასი რეფი) დოზით დამუშავებული აბრეშუმის პარკი ინახებოდა ოთახის ტემპერატურაზე 5 თვის განმავლობაში.

გამოირკვა, რომ პარკი ზემოაღნიშნულ პირობებში შენახვისას გარეგნულად არ იცვლება, ჭუპრი კი თანდათანობით შრება და მუქდება. უკანასკნელი პროცესი მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, რაც უფრო დიდი დოზა. გაშუქებულ პარკზე მიკროორგანიზმების დასახლება არ ყოფილა შემჩნეული.

ზემოაღნიშნული დოზებით დამუშავებული პარკები მოთავსებული იყო აგრეთვე ექსიკატორებში 100% შეფარდებით ტენზე. დაკვირვება მიმდინარეობდა ერთი თვის განმავლობაში. გამოირკვა, რომ დამუშავებულ პარკზე დოზის განურჩევლად ნაწილობრივ ვითარდებოდა ობის სოკო.

ამრიგად, ლეტალური და უფრო მაღალი დოზებით დამუშავებული პარკი ოთახის პირობებში შენახვისას უცვლელი რჩება, მაღალ ტენზე კი ნაწილობრივ იფარება ობით.

დ ა ს კ ვ ნ ა

1. შესაძლებელია აბრეშუმის ჭიის ჭუპრის გამა-სხივით გაგუღვა.
2. სხვადასხვა გამოკვების აბრეშუმის ჭიის ჭუპრი გამა-სხივის მოქმედებისადმი სხვადასხვა გამძლეობით ხასიათდება. 100% ლეტალური დოზა შეადგენს: პირველი გამოკვების ჭუპრისათვის—200.000 რეფს, მეორე გამოკვების ჭუპრისთვის — 150 — 180.000, მესამე გამოკვების ჭუპრისთვის — 100.000-ს;
3. ლეტალური დოზის მიღების შემდეგ ჭუპრი თანდათანობით წყვეტს გალიზიანებაზე რეაგირებას, მუქდება და იკლებს წონაში. წონის დაკარგვასა და მიღებულ დოზას შორის პირდაპირი დამოკიდებულებაა.
4. გამა-სხივი იწვევს ჭუპრის სტადიის მცირე ხნით გახანგრძლივებას, რასაც პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვს.
5. გაშუქებულ პარკზე ხუთი თვის დაკვირვების შედეგად შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ლეტალური დოზა 200.000 რეფი ამავე დროს საკონსერვაციო დოზასაც წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Р. С. Ханан. Электронная стерилизация пищевых продуктов. Действие излучений и применение изотопов в биологии, выпуск 2 (22), серия А, ИЛ, Москва, 1955.
2. В. Теклей, И. Илавский, В. Манович, Р. Хорриган. Стерилизация излучениями. Действие излучений и применение изотопов в биологии, выпуск 4(16), серия А, ИЛ, Москва, 1953.

მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრება

მ. ბაჩაბაილი

ერიტროციტების რეზისტენტობის ნორმები თეთრ თაგვებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 30.3.1955)

გადაცრილი სარკომის განვითარების პროცესში სისხლმბადობის შეწვდომისას ჩვენ მიერ შემჩნეულ იქნა, რომ სიმსივნის ზრდასთან ერთად ბატულობდა ერითროციტების ოსმოსური მდგრადობა. სიმსივნური დაავადების შორს წასულ შემთხვევებში ოსმოსური რეზისტენტობის ამგვარი ზრდა ბევრად აჭარბებდა ჩვენ მიერ დადგენილ ნორმებს. ამან გვაიძულა საკითხის გამოკვლევა ამ მიმართულებით გაგვეღრმავებინა.

ჩვენ მიერ ნახული ფაქტის დასადასტურებლად გადავწყვიტეთ იგივე ტესტი შეგვესწავლა ინდუცირებული სიმსივნის გამოწვევის პირობებში სხვა ლაბორატორიულ ცხოველებზე—თეთრ თაგვებზე. ცნობილია, რომ ცხოველთა ეს სახეობა განსაკუთრებულ გრძნობიერებას იჩენს კანის კიბოს მიმართ. ამავე დროს მისი გამოყენება მასობრივი ცდებისათვის მეტად ხელსაყრელია.

ფონის დადგენისათვის პირველ ყოვლისა ვაწარმოვეთ ერითროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მერყეობის ამპლიტუდის განსაზღვრა ნორმალურ, სქესობრივად მომწიფებულ თაგვებში. მიღებული შედეგების სხვა ავტორთა მონაცემებთან შედარების მიზნით გადავსინჯეთ ჩვენთვის მისაწვდომი საბჭოთა და უცხოური ლიტერატურა. ავტორებს არსად არ მოჰყავთ მონაცემები თეთრი თაგვების ერითროციტების რეზისტენტობის შესახებ. მაგალითად, ა. კუდრიავცევი [2] მოყვანილი აქვს ყველა სასოფლო-სამეურნეო შინაური და ლაბორატორიული ცხოველის ერითროციტების რეზისტენტობის საზღვრები, გარდა თეთრი თაგვებისა. ასევე ვ. ნიკიტინისა [3] და ე. ჟოლის [9] შრომებში ვერ შეხვდებით მონაცემებს თაგვების ერითროციტების რეზისტენტობის შესახებ, თუმცა ამ უკანასკნელს მოჰყავს მონაცემები არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო და ლაბორატორიული ცხოველების შესახებ აქლემის ჩათვლით, არამედ რეპტილიებსა და ამფიბიებზეც.

3. სახაროვი 1937 წელს აღნიშნავდა: „თაგვების ერითროციტების რეზისტენტობის გამოკვლევა ჯერ არავის უწარმოებია“ [5]. მას იმავე შრომის 1952 წლის შევსებულ გამოცემაში არ მოჰყავს მონაცემები თაგვების ერითროციტების ოსმოსური მდგრადობის შესახებ. ვერც 1952 წლის შემდეგ გამოსულ ლიტერატურაში ვიპოვეთ ჩვენთვის საინტერესო ცნობები.

რაც შეეხება ერთროციტების რიცხვს, სხვადასხვა ავტორის მონაცემების თანახმად [5,7,9,10], ის ფართო მასშტაბით მერყეობს. ეს აიხსნება ამ ცხოველების სისხლის ფილოგენეზური ხასიათის თავისებურებით. პ. სახაროვი აღნიშნავს, რომ თავგებში ერთროციტების უმცირესი რაოდენობა 5.000.000-ით გამოიხატება, უდიდესი—14.000.000-ით. ვ. ნიკიტინის აზრით, ერთროციტების საშუალო რიცხვი 9.000.000-ს უდრის. ა. კუდრიავცევს მოჰყავს სისხლის წითელი ბურთულების საშუალო რიცხვი—9.500.000, მერყეობის საზღვრებით 8.000.000-დან 11.000.000-მდე. ა. შაპიროს მონაცემების მიხედვით, ერთროციტების რიცხვი თავის სისხლის 1 კუბ მმ-ში 9.150.000—15.167.000 შორის მერყეობს. ი. ურისონის აზრით, საშუალო რიცხვია 7.600.000, მერყეობით 6.800.000—9.300.000-მდე. კ. კლინებერგერის მიხედვით, ერთროციტების რიცხვი მერყეობს 7.890.000-დან 11.720.000-მდე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ექსპ. და კლინიკური ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტში ჩვენ ჩავატარეთ დაკვირვება 64 თეთრ თავგზე. ცდებისათვის მამლები შევარჩიეთ. არც ერთ ცხოველს რაიმე დაავადების ობიექტური ნიშნები არ ჰქონდა.

ერთროციტების ოსმოსური მდგრადობის განსაზღვრისათვის მივმართეთ მ. იანოვსკის მიკროსკოპიულ მეთოდს, რომელიც საშუალებას იძლევა რიცხობრივად გამოვხატოთ მდგრადი ერთროციტების რაოდენობა და მათი პროცენტული შეფარდება სისხლის წითელი ბურთულების საერთო რიცხვთან. არაჰემოლიზებული ერთროციტების დათვლა წარმოებდა გორიავის კამერაში. სუფრის მარილის ჰიპოტონური ხსნარები მომზადებულ იქნა შემდეგი კონცენტრაციით: 0,40‰, 0,42‰, 0,48‰, 0,52‰, 0,58‰ და 0,62‰. ერთდროულად აითვლებოდა ერთროციტების საერთო რიცხვი და წარმოებდა რიგი სხვა დაკვირვებები, რაც სხვა შრომებში იქნება გამოყენებული.

ჩვენი დაკვირვებით გამოირკვა, რომ ერთროციტების საშუალო რიცხვი თავგებში 10.240.000 უდრის, მერყეობით 8.800.000-დან 12.720.000-მდე. რაც შეეხება თავგების ერთროციტების ოსმოსურ რეზისტენტობას, აღმოჩნდა, რომ მათი სისხლის წითელი ბურთულები ჰიპოტონური ხსნარების მიმართ ნაკლებ მდგრადობას იჩენს თეთრი ვირთავების ერთროციტებთან შედარებით. მაგ., ჰემოლიზი იწყება უკვე სუფრის მარილის 0,62‰-იანი და ამაზე დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებში, იმ დროს, როდესაც თეთრი ვირთავების სისხლში ჰემოლიზი იწყება მხოლოდ 0,48‰-იან ხსნარში. თავგებში სრული ჰემოლიზი აღინიშნებოდა მარილის ხსნარის 0,40‰-ზე დაბლა, ხოლო ვირთავებში დაუსლელი რჩებოდა ერთროციტების ნაწილი 0,30‰-იანი ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარშიც კი.

იანოვსკის მეთოდის გამოყენებამ საშუალება მოგვცა გამოვენგარიშებინა დაუსლელი ერთროციტების პროცენტი ყოველ ჩვენ მიერ ხმარებულ ხსნარში. 0,62‰-იან ხსნარში პრაქტიკულად ერთროციტების 100% რჩება დაუსლელი, 0,58‰-იან ხსნარში—77,0% (მერყეობით 62,9—88,4%), 0,54‰-იან ხსნარში — საშუალოდ 44,7% მდგრადი ერთროციტებისა (მერყეობით

20,5—59,7%), 0,48%-იან ხსნარში რჩება მათი 5,8% (მერყეობით 2,7—10,4%), 0,42%-იან ხსნარში—1,3% (მერყეობით 0,4—29%) და 0,40%-იან ხსნარში დაუშლელი ერიტროციტები მოიძებნება სულ ნახევარ პროცენტზე ნაკლები, საშუალოდ—0,4% (მერყეობით 0,2—0,8%-მდე).

ამრიგად, ქლორიანი ნატრიუმის 0,40%-ზე ნაკლები კონცენტრაციის ხსნარებში თეთრი თავგების ერიტროციტები სრულ ჰემოლიზს განიცდიან.

ინტერესს არაა მოკლებული თავგის ერიტროციტების ოსმოსური მდგრადობის შედარება სხვა ლაბორატორიული ცხოველებისა და ადამიანის ერიტროციტების მდგრადობასთან (იხ. 1 ცხრილი). საშუალო მაჩვენებლები გან-

ცხრილი 1

ზოგიერთი ლაბორატორიული ცხოველის, აგრეთვე ადამიანის ერიტროციტების ოსმოსური რეზისტენტობა (საშუალო მაჩვენებლები)

დასახელება	მინიმუმი	მაქსიმუმი	
კატა	0,62	0,44	(ა. კულდრიავეცივი)
თაგვი	0,60	0,40	(მ. მანაბელი)
ძაღლი	0,56	0,40	(ა. კულდრიავეცივი)
ზღვ. გოჭი	0,54	0,41	(ვ. პოკროვსკი)
ბაჭია	0,44	0,33	(ა. კულდრიავეცივი)
ვირთაგვა	0,48	0,26	(ა. კულდრიავეცივი)
ადამიანი	0,48	0,23	(პ. სახაროვი)

ლაგებულია მათი მაქსიმალური მდგრადობის ცვალებადობის მიხედვით. ყველაზე ნაკლები ოსმოსური მდგრადობისაა კატის ერიტროციტები, რომელთა ჰემოლიზი იწყება უკვე 0,62%-იან და მთავრდება 0,44%-იან ხსნარებში. მათ მოსდევს: თეთრი თავგის, ძაღლის, ზღვის გოჭის, ბაჭიას, ვირთაგვას, აგრეთვე ადამიანის ერიტროციტები.

ჩვენ დაკვირვების შედეგებიდან გამომდინარეობს, რომ თავგის ერიტროციტების ოსმოსური რეზისტენტობის მაჩვენებელი ახლოს დგას არა მისი მონათესავე ცხოველის—ვირთაგვას ერიტროციტებთან, არამედ ადგილს იკავებს ძაღლისა და კატის სისხლის ამ მაჩვენებელთა შორის.

დასასრულს აღვნიშნავთ, რომ ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები ავსებს ცნობებს ამ ფრიად გავრცელებული ლაბორატორიული ცხოველის სისხლის სურათის შესახებ, რაც, უდავოდ, სასარგებლო იქნება იმ მკვლევართათვის, რომელნიც სწავლობენ ერიტროციტების ოსმოსურ რეზისტენტობას ექსპერიმენტში.

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

(რედაქციას მოუვიდა 7.4.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. В. Васильев. Гематология сель.-хоз. животных. Огиз—сельхозгиз, М., 1948.
2. А. А. Кудрявцев. Исследование крови сельскохозяйственных животных. М., 1948.
3. В. Н. Никитин. Атлас клеток крови сельскохозяйственных и лабораторных животных. Сельхозгиз, 1949.
4. В. А. Покровский. Морфологический состав крови у некоторых лабораторных животных. Лабораторная практика, № 10, 1940.
5. П. П. Сахаров, А. И. Метелкин, Е. И. Гудкова. Лабораторные животные. Медгиз, 1952.
6. А. В. Синёв. Клиническая диагностика внутренних болезней домашних животных. Огиз—сельхозгиз., 1946.
7. Е. И. Фрейфельд. Гематология. Медгиз, 1947.
8. Р. Б. Гольдблюм и др. Изучение механизма резистентности эритроцитов. Blood, v. VIII, № 2, 1953, стр. 165.
9. Ж. Жолли. Гематология. 1929.
10. К. Клинебергер. Морфология крови лабораторных животных. Лейпциг, 1927.
11. Майер. Морфология крови некоторых домашних и лабораторных животных, 30, 1924.
12. К. Шюфер. Картина крови белых мышей в эксперименте. Folia Haematol. 1940. n. 3, Bd., 64.

არქეოლოგია

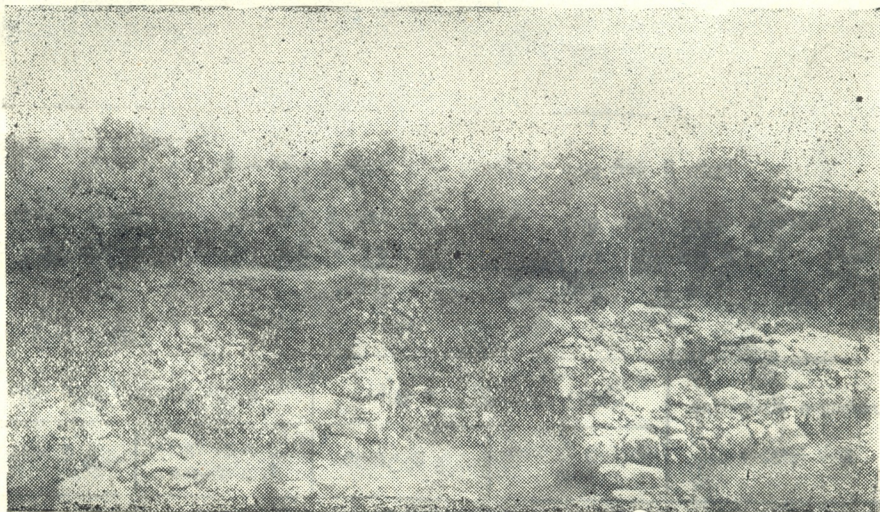
ი. ზამლიაშვილი

ნასოფლარ ნაჭივჭავების არქეოლოგიური თხარის შედეგები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ბერძენიშვილმა 7.2.1956)

ნასოფლარი ნაჭივჭავები თეთრიწყაროს მახლობლად მდებარეობს მდ. ჭივჭივის ხეობაში. ნასოფლარის ტერიტორიაზე უკვე რამდენიმე ნასახლარია გათხრილი. ისინი ძირითადად XI—XIII სს. ეკუთვნის [1, 2].

ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტმა მეოთხე არქეოლოგიური კამპანია ჩაატარა ნაჭივჭავებში 1955 წლის ზაფხულში¹. ექსპედიციამ ნასოფლარის დასავლეთ უბანში მდებარე ერთი ნასახლარი და ორი ეკლესიის



სურ. 1. ნასახლარის სურათი გათხრების შემდეგ

ნაშთი გათხარა. პირველი ეკლესიის ნანგრევები ნასახლარის ახლოს იყო, ხოლო მეორე—ნასოფლარის ცენტრალურ უბანში, 1954 წელს გათხრილი ნასახლარის ჩრდილოეთით (სურ. 1, 2 და 3).

¹ ექსპედიციას ხელმძღვანელობდა ინსტიტუტის უფრ. მეცნ. თანამშრომელი ი. გ ძ ლ ი-შ ვ ი ლ ი, მონაწილეობდნენ უმცროსი მეცნიერი თანამშრ. ქ. ბერძენიშვილი და ფოტოგრაფი ი. პანომოვი.

ნასახლარი ძირითადად წარმოდგენილი იყო ერთმანეთთან დაკავშირებული სამი უჯრედით, რომლებიც სამხრეთით დაქანებულ ფერდობში საკმაოდ ღრმად იყო შედგმული (სურ. 1), ამიტომ დანგრევას გადაარჩენილი კედლების სიმაღლე თითქმის თავდაპირველის ნახევარს აღწევდა (2 მეტრამდე).



სურ. 2. პირველი ეკლესიის ნანგრევები გათხრის შემდეგ

გათხრის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ ნასახლარის ტერიტორიაზე იყო ორი — ზედა და ქვედა — კულტურული ფენა. მათი საშუალო სისქე, ცალ-ცალკე ობიექტების მიხედვით, იხ. 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

გათხრილი ობიექტის დასახელება	ზედა კულტურული ფენა		ქვედა კულტურული ფენა	
	სიღრმე მეტრო- ბით	სისქე მეტრობით	სიღრმე მეტრობით	სისქე მეტრობით
ეზო	0,3	0,3	0,4	0,10
დარბაზი	0,75	0,75	0,85	0,10
საკუჭნაო	0,70	0,7	0,80	0,10
სამზარეულო	0,70	0,7	0,80	0,10

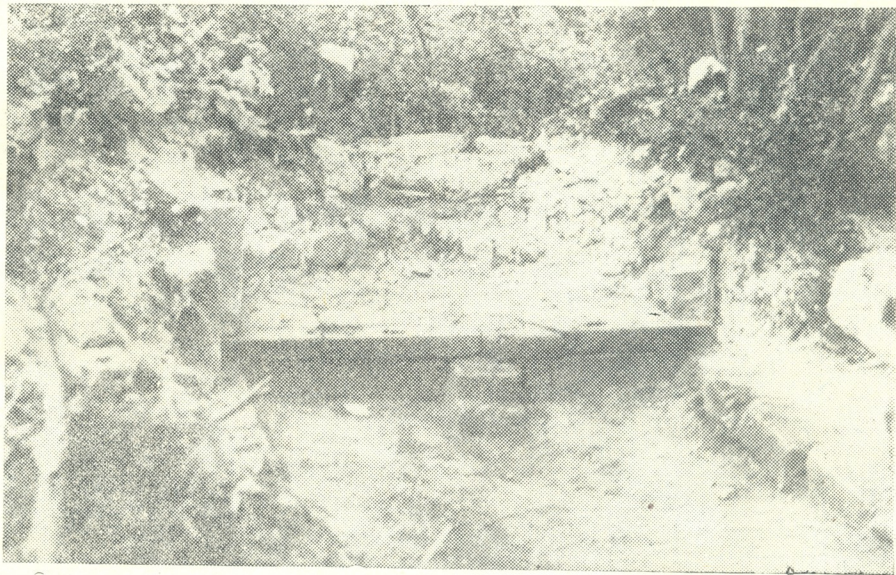
ზედა კულტურული ფენა წარმოდგენილი იყო შავი, არაერთგვაროვანი თიხით, რომელშიც კედლებიდან ჩამოცვენილი დიდ-პატარა ქვის ნატეხები და ლოდები ერია. ქვედა კულტურული ფენა კი მოყვითალო თიხით იყო

წარმოდგენილი. ორივე კულტურულ ფენაში ხშირად ჩნდებოდა სხვადასხვა-
 გვარი არქეოლოგიური ნაშთები, უმთავრესად ნატეხების სახით.

ნასახლარის თხრის შედეგად გაირკვა, რომ მის სამხრეთ ნაწილში მდებარეობდა ეზო, ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში—დარბაზი, მის აღმოსავლეთით—საკუჭნაო და იქვე სამხრეთ-აღმოსავლეთით—სამზარეულო (სურ. 4).

დარბაზში, იატაკის დონეზე, გრძელი ლერძის გასწვრივ, ქვის ორი სვეტისძირი აღმოჩნდა. ასეთივე სვეტისძირები აღმოჩნდა საკუჭნაოში: სამი—დასავლეთ კედელთან და ოთხი—ოთახის გრძელი ლერძის გასწვრივ. მესამე, ყველაზე პატარა სათაესოს შუა ნაწილში გაშიშვლებულ იქნა 10-ოდე სანტიმეტრის სისქე ნაცრის გროვა (ზედაპირული კერის ნაშთები).

წინა წლებში გათხრილი ნასახლარების ანალოგიურად ამ შემთხვევაშიც საქმე გვაქვს ნახევრად მიწური, ერთსართულიანი სახლის ნანგრევებთან. სახლს ჰქონია ქვის მშრალი წყობისაგან შემდგარი კედლები, ხის ბრტყელი გადახურვა და მიწის ბანი.



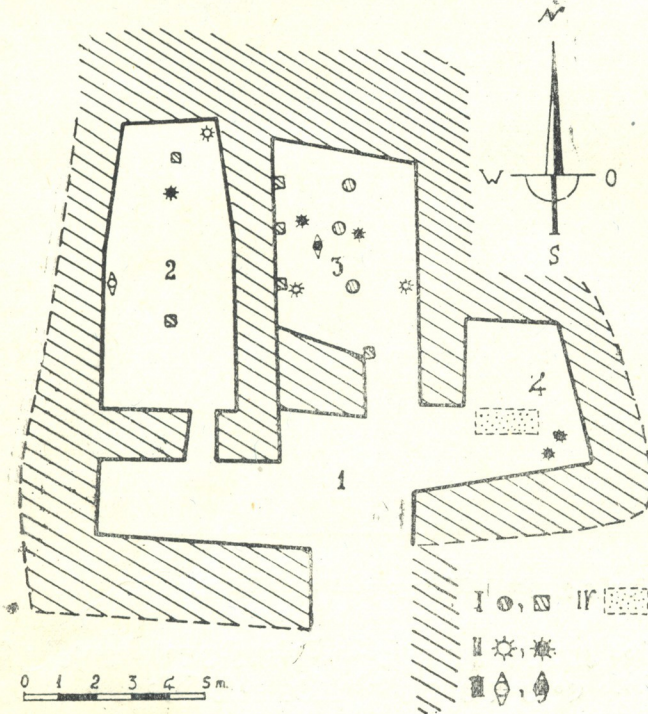
სურ. 3. მეორე ეკლესიის ნანგრევი გათხრების შემდეგ

ნასახლარის თხრისას კულტურულ ფენებში მოპოვებული ნივთიერი მასალის საერთო რაოდენობა და ცალ-ცალკე ობიექტების განაწილება იხ. ქვემოთ, მე-2 ცხრილში.

მოუჭიქავი კერამიკა გულისხმობს ქვევრის, ქილის, სადღვებლის, კოკისა და სხვა ჭურჭლის ფრაგმენტებს. წითლად შეღებილ კერამიკაში წარმოდგენილია ქილებისა და ხელადა—აოქების ფრაგმენტები. მოჭიქულ კერამიკაში—ჯამთა ფრაგმენტები, მინის ნაკეთობაში—ფერადი მინის სამაჯურთა ფრაგ-

№№ რიგით	გათხრილი ობიექტების დასახელება	მოუჭიკევი კვრამიკა	მოუჭიკევი, წითლად შეღებილი კვრამიკა	მოჭიკული კვრამიკა	ქვის ნაკეთობა	ცხოველის ძვლები	მინის ნაკეთობა	ს უ ლ
1	ეზო	4+4 ⁽¹⁾ 8				0+2 2		4+6 10
2	დარბაზი	3+5 8	1+0 1	1+1 2		4+0 4	1+0 1	10+6 16
3	საკუჭნაო	3+5 8		2+3 5	0+1 1		0+1 1	5+11 15
4	სამზარეულო	1+4 5		1+2 3				2+6 8
	ს უ ლ	11+18 29	1+0 1	4+6 10	0+1 1	4+2 6	1+1 2	21+29 49

შენტები. ქვის ნაკეთობაში—სალესავი, ხოლო ცხოველის ძვლებში—შინაური ცხოველების ძვალთა სხვადასხვა ფრაგმენტი.



სურ. 4. 1—ეზო, 2—დარბაზი, 3—საკუჭნაო, 4—სამზარეულო; I—ქვის ბალიშები, II—მოჭიკული კურტლის ნატეხები ზედა და ქვედა ფენაში, III—მინის სამაჯურის ნატეხები ზედა და ქვედა ფენაში, IV—ნაცრის გროვა

მთელი არქეოლოგიური მასალა, რომელიც ნასახლარის თხრისას ზედა და ქვედა კულტურულ ფენაში იყო აღმოჩენილი, განსაკუთრებით კი მოჭიკული

(1 მრიცხველში მარცხნივ დასმული ციფრი იძლევა აღმოჩენათა რიცხვს ზედა ფენაში, მარჯვნივ—ქვედა ფენაში, მნიშვნელში—ორივე ფენაში აღმოჩენათა საერთო რიცხვს.

ჯამებისა და ფერადი მინის სამაჯურების ნატეხები—ამ სახლის ნაშთს XI—XIII სს. ათარიღებს.

ნასახლარის გათხრის შემდეგ არქეოლოგიური მუშაობა გაგრძელდა მის დასავლეთით მდებარე კიდევ ერთი ნანგრევის ტერიტორიაზე. ამ უბანზე თხრის შედეგად გაირკვა, რომ საქმე გვაქვს ტლანქად ნაგები ეკლესიის ნაშთთან. კედლების ქვის მშრალი წყობიდან მხოლოდ ორი-სამი რიგი იყო შემორჩენილი (სურ. 2 და 5—I).

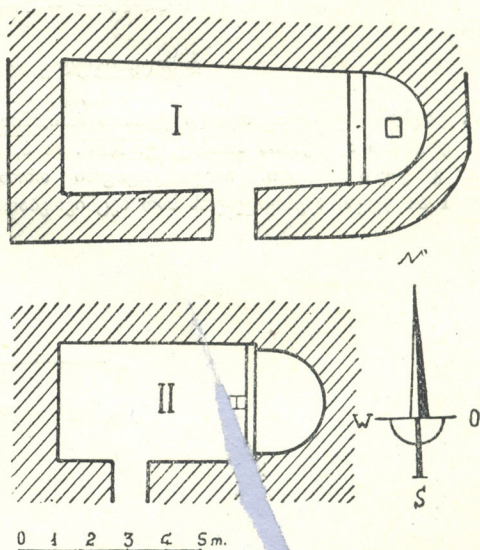
ეკლესიის შიდა ნაწილის გაწმენდისას აბსიდაში აღმოჩნდა ყვითელი ტუფის პრიზმული მოყვანილობის სატრაპეზო ქვა; იქვე ანდეზიტის პატარა სტელა, რომელზედაც ხელება გამოსახული, და ყვითელი ტუფის კანკელის მრგვალი სვეტის მოზრდილი ფრაგმენტი.

ნასოფლარის ცენტრალურ ნაწილში მდებარე მეორე, ძველი ეკლესიის ნაშთების თხრის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ აქ მდგარა პატარა ეკლესია (2.8 X 5.05 მ), რომლის კედლები კირის დუღაბით ამოყვანილი და გათლილი ანდეზიტის დიდი კვადრებით მოპირკეთებული ყოფილა და ამ პერანგისა მხოლოდ ზეძირკველის ქვების წყობა იყო გადარჩენილი. ეკლესიას, იატაკის დონესთან შედარებით, აბსიდა შესამჩნევად შემალღებული ჰქონია და მის წინ ორსაფეხურიანი ქვის კიბე ყოფილა (სურ. 3, 5—II).

თხრისას ეკლესიის იატაკის დონეზე აქა-იქ ბრტყელი ქვის ფილები აღმოჩნდა. ამით დამტკიცდა, რომ ეკლესიის მთელი იატაკი ქვის ფილებისაგან ყოფილა შემდგარი. ეკლესიის ნანგრევის სამხრეთით, კედლის წინ, პატარა უბნის წმენდისას აღმოჩნდა ერთ ადგილას მიყრილი, ერთისა და იმავე ყვითელი ტუფის კანკელის ოციოდე სხვადასხვა ფრაგმენტი და აგრეთვე ღარიანი და ბრტყელი კრამიტის სხვადასხვა ფრაგმენტი.

ქვის კანკელი მდიდრულად ყოფილა მოჩუქურთმებული. ჩუქურთმების მიხედვით იგი მიეკუთვნება XIII ს. პირველ მეოთხედს. ეკლესიის აბსიდის წინ ქვაში ამოკვეთილია ოთხკუთხა პატარა ფოსოები, რომლებიც სწორედ ამ კანკელის სვეტების ჩასამაგრებლად ყოფილა გაკეთებული.

ექსპედიციის მუშაობის დამთავრების წინა დღეს კანკელის ფრაგმენტის ქვეშ აღმოჩნდა სამხრეთი კედლის მოპირკეთებიდან ჩამოვარდნილი და პირ-



სურ. 5

აღმა მდებარე ანდრეზიტის ვათლილი დიდი ქვა. ამ ქვის მხოლოდ ოდნავ აწვევა მოხერხდა და მის ზედაპირზე გამოჩნდა ადამიანის, ცხოველების, ფრინველებისა და ჯვრის სქემატური ბარელიეფური გამოსახულება.

ამ ეკლესიის ნანგრევთა გათხრა-გაწმენდა ჯერ კიდევ არ არის დამთავრებული. შესაძლებელია, ეკლესია მანამდე იყო აშენებული, ვიდრე იქ კანკელს დადგამდნენ, XIII ს. პირველ მეოთხედში. დაზუსტებას მოითხოვს აგრეთვე თარიღი ტლანქად ნაგები ეკლესიისა, რომლის კულტურულ ფენებში XI—XIII სს. დამახასიათებელი მოტიქული ჯამების სხვადასხვა ფრაგმენტი აღმოჩნდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის

ისტორიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. გ ძ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი. თეთრი წყაროს რაიონის ნასოფლარები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIV, № 5, 1954.
2. ი. გ ძ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი. არქეოლოგიური თხრა ნაჭივჭავეებში (თეთრი წყაროს რაიონი) 1954 წელს. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVII, № 1, 1956.



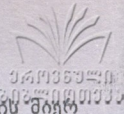
მთ. რედაქტორის მოადგილე ი. გ ი გ ი ნ ე ი შ ვ ი ლ ი

ხელმოწერილია დასაბუქდალ 4.7.1956; შეკვ. № 1065; ანაწყობის ზომა 7×11;

ქალაღის ზომა 70×108; სააღრიცხო-საჯამომც. ფურცლების რაოდენობა 6,3;

ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 8,2; უე 01571; ტირაჟი 800

549/270



დაბუღება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოაზრეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოაზრეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოაზრე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა — ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თახახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 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 ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოაზრის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერისა, ტომისა, ნაკვეთისა გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენაზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოაზრის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლიძის ქ., 8

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XVII, № 7, 1956

Основное, грузинское издание