



საქართველოს სსრ
ეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე



72

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR



XXXVIII:2

მაისი 1965 მაი

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

М. А. АЛЕКСИДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ РАЗНОСТНОГО
 АНАЛОГА ПЕРВОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 18.4.1964)

Известно, что разностные аналоги первой граничной задачи, как правило, решаются итерационными методами. В ходе итерационного процесса имеется возможность наблюдать за невязками. Для оценки погрешности ε приближенного решения разностных уравнений с помощью максимума модуля невязок r обычно [1, 2] рекомендуется пользоваться мажорантным методом Гершгорина, который для простейшей сетчатой аппроксимации оператора Лапласа дает оценку

$$\varepsilon < \frac{rl^2}{4h^2}, \quad (1)$$

где l —радиус круга, целиком вмещающего заданную область; h —шаг сетки. Из (1) видно, что, например, при $l=50h$ невязки должны быть почти на три десятичных порядка меньше желаемой точности $\varepsilon=10^{-k}$ решения разностных уравнений, что невозможно обеспечить, если машина содержит меньше $(k+3)$ десятичных разрядов. В работе [3] выводится оценка

$$\varepsilon < \frac{\alpha r \eta}{1 - \eta}, \quad (2)$$

где $\alpha > 0$ —релаксационный множитель; η —спектральная норма оператора, с помощью которого производится итерационный процесс⁽¹⁾. Используя затем то, что η_1 для области G_1 не меньше, чем η_2 для области $G_2 \in G_1$ [4], оцениваем η для прямоугольника R , целиком заключающего заданную плоскую область. Тогда для итерационных процессов Ричардсона, Либмана, экстраполированного Либмана и Ричардсона второго порядка [5] получаются соответственно следующие оценки:

$$\varepsilon < \frac{rp^2q^2}{\pi^2(p^2 + q^2)}, \quad \varepsilon < \frac{rp^2q^2}{2\pi^2(p^2 + q^2)}, \quad (3)$$

$$\varepsilon < \frac{rpbq}{2\sqrt{2}\pi V p^2 + q^2}, \quad \varepsilon < \frac{rpbq}{V\sqrt{2}\pi V p^2 + q^2},$$

где p и q —стороны R в единицах h . Сравнение оценок (1) и (3) показывает, что оценки (3) во всех случаях (для любой области) допускают значительно большее значение r для обеспечения требуемой точности.

(¹ Надо отметить, что в отличие от (1), (2) является асимптотической оценкой т. е. она верна только для итерационных процессов.

$\alpha \cdot 2^{10}$	$\eta \cdot 10^3$		$N_{\text{теор}}$		$N_{\text{экс}}$		$\varepsilon_{\text{теор}} \cdot 10^6$		$\varepsilon_{\text{экс}} \cdot 10^6$		$(i, j)_{R_1}$		$(i, j)_{R_2}$	
	R_1	R_2	R_1	R_2	R_1	R_2	R_1	R_2	R_1	R_2	i	j	i	j
192	994	988	1985	991	1324	782	237	118	-229	-122	16	16	12	12
224	992	984	1530	763	1034	610	213	106	-198	-107	16	16	12	12
256	990	980	1189	592	816	481	180	93,7	-168	-91,5	16	16	12	12
288	987	974	933	459	644	379	165	81,4	-153	-83,9	16	16	12	12
320	983	967	710	352	505	296	141	68,4	-122	-68,7	16	16	12	12
352	978	956	535	264	389	227	116	56,6	-107	-61	15	15	11	11
384	970	939	388	189	321	169	91,6	43,8	-83,9	-42	15	15	11	11
416	955	907	262	123	205	116	66,3	30,3	-61	-30,5	14	14	10	10
448	921	781	146	49	125	63	39,1	11,9	-34,3	-12,3	13	13	8	8
449		754		43		67		10,2		-10,1			8	8
450		758		44		59		10,5		-9,54			8	8
451		762		44		55		10,7		-10,5			8	8
452		766		45		53		11		-2,86			9	9
453		770		46		54		11,3		-7,15			6	6
454		773		47		56		11,5		5,24			5	5
455		777		48		57		11,8		3,1			4	4
456	802	781	116	49	104	57	31,2	12,1	-26,9	-2,15	12	12	7	7
457	898	785	112	50	101	57	30,1	12,4	-26,8	-5,72	12	12	6	7
458	895	789	108	51	98	56	29	12,8	-26,7	-10,4	11	11	7	7
459	891		194		95		27,9		-25		11	11		
460	886	797	99	53	92	62	26,6	13,4	-24,8	3,58	11	11	3	4
461	881		94		89		25,4		-22,9		11	11		
462	874	805	89	55	86	63	24	14,2	-21	2,15	11	11	5	6
463	867		84		83		22,2		-17,2		10	10		
464	857	812	78	58	79	64	20,7	15	-16,8	2,62	9	9	5	5
465	841		69		74		18,3		-15,3		10	10		

466	820	820	61	61	70	68	15,8	15,8	- 4,77	- 0,48	5	5	4	19
466,5	822		61		69		16,1		8,58		9	10		
467	824		62		70		16,3		15,4		9	9		
468	828	828	64	64	75	71	16,8	16,8	7,63	-15,6	9	9	9	9
469	832		65		76		17,3		4,8		6	6		
470	836	836	67	67	76	80	17,8	17,8	- 6,21	- 2,13	5	5	6	6
471	840		69		75		18,4		-13,4		9	10		
472	844	844	71	71	81	91	19	19	- 7,68	- 3,81	10	10	3	3
473	848		73		83		10,6		- 5,25		6	7		
474	852	852	75	75	84	92	20,3	20,3	3,81	5,24	5	5	11	11
475	855		77		85		20,9		7,62		8	8		
476	859	859	79	79	88	92	21,7	21,7	6,68	- 4,74	7	7	10	11
477	863		82		92		22,4		2,15		5	6		
478	867	867	84	84	95	93	23,2	23,2	2,18	2,38	4	28	9	9
480	875	875	90	90	105	94	25	25	2,38	- 0,954	5	24	8	8
482	883	883	96	96	124	100	27	27	0,358	2,15	5	14	8	8
484	891	891	103	103	124	111	29,4	29,4	- 0,775	- 3,8	9	9	4	4
486	898	898	112	112	125	120	32	-32	- 1,91	0,961	13	16	9	9
488	906	906	122	122	127	138	35,1	35,1	- 4,29	1,22	12	14	6	6
490	914	914	133	133	137	139	38,6	38,8	7,15	1,31	11	11	7	15
492	922	922	147	147	153	150	43,2	43,2	- 3,81	- 2,17	9	11	10	10
494	930	930	164	164	186	184	48,7	48,7	- 0,954	2,64	4	4	11	12
496	938	938	185	185	191	189	55,4	55,4	3,56	- 2,61	8	8	7	11
498	945	945	273	213	241	230	64,1	64,1	- 2,15	2,67	12	15	23	23
500	953	953	249	249	255	254	75,7	75,7	2,13	3,34	7	21	5	18
502	961	961	300	300	312	302	92	92	- 1,91	1,92	8	26	21	21
504	969	969	376	376	383	384	116	116	1,88	- 0,88	29	16	6	7
506	976	976	504	503	511	509	157	157	2,38	- 4,21	20	29	20	20
507	980		605		623		190		1,92		9	9		
508	984	984	758	758	762	764	238	238	- 2,89	- 2,62	28	26	18	18
509	988		1012		1027		320		- 2,85		14	14		
510	992		1521		1528		482		1,9		26	30		
511	996		3048		3019		971		2,86		25	26		



Целью проведенных экспериментов была проверка оценки (2), а также оценок числа итерации [5, 6]. Решалась задача Дирихле для квадратов R_1 ($p=q=31$) и R_2 ($p=q=23$). В граничных узлах задавалось значение 1, а первое приближение искомого вектора равнялось тождественному нулю. Итерационный процесс имел вид

$$u_{i,j}^{k+1} = Au_{i,j}^k = u_{i,j}^k + \alpha [u_{i,j-1}^{k+1} + u_{i,j+1}^k + u_{i-1,j}^{k+1} + u_{i+1,j}^k - 4u_{i,j}^k] \quad \left(\begin{array}{l} i=1, 2, \dots, p-1 \\ j=1, 2, \dots, q-1 \end{array} \right) \quad (4)$$

и продолжался до тех пор, пока r не становилось меньше 2^{-17} . Узлы обрабатывались поочередно слева снизу вверх. Результаты экспериментов (число итерации $N_{\text{эксп}}$, максимум погрешности $\varepsilon_{\text{эксп}}$ и координаты (i, j) узла, где достигается $\varepsilon_{\text{эксп}}$) приведены в таблице. η вычислялось из формул

$$\eta(R_1) = \begin{cases} (1,99\alpha + \sqrt{3,96\alpha^2 - 4\alpha + 1})^2 & \text{при } 3,96\alpha^2 - 4\alpha + 1 > 0, \\ 4\alpha - 1 & \text{при } 3,96\alpha^2 - 4\alpha + 1 < 0, \end{cases}$$

$$\eta(R_2) = \begin{cases} (1,98\alpha + \sqrt{3,92\alpha^2 - 4\alpha + 1})^2 & \text{при } 3,92\alpha^2 - 4\alpha + 1 > 0, \\ 4\alpha - 1 & \text{при } 3,92\alpha^2 - 4\alpha + 1 < 0. \end{cases}$$

Теоретическое значение числа итерации $N_{\text{теор}}$ равно наименьшему целому числу, удовлетворяющему условию

$$N_{\text{теор}} > - \frac{17 \log 2}{\log \eta}.$$

$\varepsilon_{\text{теор}}$ вычислялось из формулы

$$\varepsilon_{\text{теор}} = \frac{2^{-17} \alpha \eta}{1 - \eta}.$$

Из таблицы видно, что при $\alpha > \frac{466}{1024} N_{\text{эксп}}$ для R_1 и R_2 почти одинаковы, что кажется несколько странным. Однако легко можно показать, что если собственные функции оператора A будем искать в виде

$$E_{i,j}^{(r,s)} = B_1^i \sin \frac{\pi r i}{p} B_2^j \sin \frac{\pi S j}{q} \quad \left(\begin{array}{l} r=1, 2, \dots, p-1; \\ S=1, 2, \dots, q-1; \end{array} \right),$$

где B_1 и B_2 —соответствующим образом [5] подобранные коэффициенты, то для наибольшего собственного значения получим

$$\max_{r,s} F_{r,s} = 2\alpha^2 \zeta^2 - 4\alpha + 1 + 2\alpha \zeta \sqrt{\alpha^2 \zeta^2 - 4\alpha + 1},$$

где $\zeta = \cos \frac{\pi}{p} + \cos \frac{\pi}{q}$ и при

$$\alpha(\alpha \zeta^2 - 4) < 1 \quad (5)$$

$$\eta = \max |F_{r,s}| = 4\alpha - 1.$$

Для R_1 (5) выполняется при $\alpha > \frac{466}{1024}$, а для R_2 — при $\alpha > \frac{466}{1024}$.

Поэтому при $\alpha > \frac{466}{1024}$ η для R_1 и R_2 будет одна и та же. Справедливо

следующее предложение: если имеется множество M областей R_i ($i = 1, 2, \dots, p$), для которых оптимальные значения релаксационного множителя равны α_i , то итерационный процесс (4) при $\alpha = \max \alpha_i$ будет сходиться с одинаковой скоростью $[-\log(4\alpha - 1)]$ для всех областей из множества M .

Анализ таблицы показывает хорошее совпадение $\epsilon_{\text{теор}}$ и $\epsilon_{\text{эксп}}$. Заметим, что оценка (1) дает для ϵ значения $\epsilon(R_2) = 548 \cdot 10^{-6}$, $\epsilon(R_1) = 977 \cdot 10^{-6}$, что приблизительно в 70 раз больше соответствующих экспериментальных и полученных из оценки (2) величин в наиболее интересной области значений α .

При малых значениях α $N_{\text{теор}} > N_{\text{эксп}}$, а при больших значениях α , наоборот, $N_{\text{теор}} < N_{\text{эксп}}$. Аналогичное явление наблюдалось в экспериментах Янга [6]. По-видимому, это объясняется тем, что для столбца ($i, q - 1$) и строки ($p - 1, j$) фактически проводится итерационный процесс, где в трех узлах (вместо двух в (2)) записано $(k + 1)$ -е приближение. Можно показать, что для одного и того же α такой итерационный процесс сходится быстрее итерационного процесса (4). При больших α все собственные значения оператора A равны, что затягивает итерационный процесс, так как если погрешность первого приближения $\epsilon_{i,j}^{(1)}$ разложить по собственным функциям оператора A

$$\epsilon_{i,j}^1 = \sum_{s,r} a_{r,s} E_{i,j}^{(r,s)},$$

то

$$\epsilon_{i,j}^{(n+1)} = \sum_{r,s} a_{r,s} E_{i,j}^{(r,s)} F_{r,s}^n = (4 - 1)^n \sum_{r,s} E_{i,j}^{(r,s)} \quad (6)$$

и надо учитывать все компоненты $E_{i,j}^{(r,s)}$. Из (6), в частности, следует, что если первое приближение взять такое, что в разложении $\epsilon_{i,j}^{(1)}$ будет отсутствовать первая собственная функция, то выигрыш в скорости сходимости итерационного процесса сверхрелаксации, в отличие от итерационного процесса Ричардсона [7], будет почти незначительным. Это подтверждается также приведенными в таблице значениями координат (i, j) тех узлов, где достигается ϵ .

მ. ალექსიძე

მქსპარიმენტები დირიხლეს ამოცანის რიცხვით ამოხსნებზე

რ ე ზ ი უ მ ე

ცნობილია, რომ სასაზღვრო ამოცანების სასრულსხვაობიანი ანალოგები ძირითადად იტერაციული პროცესების საშუალებით იხსნებიან. შრომაში ექსპერიმენტულად შემოწმებულია იტერაციული პროცესების სისწრაფის დამოკიდებულება ე. წ. რელაქსაციურ მამრავლზე [5, 6] და თანაფარდობები [3] უთანადობასა (невязка) და ინტეგრალურ ცდომილებას შორის. ამისათვის მანქანაზე მიღებულია დირიხლეს ამოცანების ასამდე ამოხსნა, რომელთა შედეგები თავმოყრილია ცხრილში.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Коллатц. Численные методы решения дифференциальных уравнений. М., ИЛ, 1953.
2. В. Мили. Численное решение дифференциальных уравнений. М., ИЛ, 1955.
3. М. А. А л е к с и ძ ე. Математические вопросы создания цифрового сеточного анализатора. Труды Вычислительного центра АН ГССР, т. 1, 1960.
4. Л. Люстерник. О разностных аппроксимациях оператора Лапласа. Успехи матем. наук, т. IX, вып. II, 1954.
5. S. Frankel. Convergence rates of iterative treatments of partial differential equations. Math. Tables and other Aids Comput., 4, № 30, 1950.
6. D. Young. ORDVAC solutions of the Dirichlet problem. Journ. Assoc. Comput. Machinery, № 3, vol. 2, 1955.
7. G. Rokey. Iteration procedures for the Dirichlet difference problem. Math. Tables and other Aids Comput., 8, № 47, 1954.

О. Д. ЦЕРЕТЕЛИ

О ДЛИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПУТИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 31.8.1964)

Пусть φ — непрерывное отображение отрезка $X \equiv [0, 1]$ в метрическое пространство Y с расстоянием ρ ; \mathbf{B} — σ -кольцо борелевских множеств пространства Y , а μ_1 — одномерная мера Хаусдорфа, заданная на множествах пространства Y , т. е.

$$\mu_1(E) = \sup_{\varepsilon > 0} \inf \left\{ \sum_{i=1}^{\infty} \delta(E_i) : E \subset \bigcup_{i=1}^{\infty} E_i, \delta(E_i) < \varepsilon, i=1, 2, \dots \right\}, E \in Y,$$

где $\delta(E)$ означает диаметр множества E . Известно, что μ_1 есть метрическая внешняя мера и что множества из \mathbf{B} являются μ_1 -измеримыми множествами (см., например, [1]).

Пусть, далее, $N_{\varphi}(y)$ обозначает функцию кратностей отображения φ — для каждого $y \in Y$ эта функция равна числу (конечному или бесконечному) точек множества $\varphi^{-1}(y)$.

Рассматривая φ как непрерывный путь пространства Y , можно определить его длину l_{φ} в смысле Жордана:

$$l_{\varphi} = \sup \sum \rho(\varphi(x_i), \varphi(x_{i-1})),$$

где \sup берется по всевозможным подразделениям $0 = x_0 < x_1 \dots < x_n = 1$ отрезка X .

В настоящей заметке доказывается следующая теорема.

Теорема. *Функция $N_{\varphi}(y)$ измерима и*

$$l_{\varphi} = \int N_{\varphi}(y) d\mu_1.$$

В случае, когда Y — одномерное евклидово пространство, это классическая теорема Банаха [2] о совпадении вариации функции с интегралом от функции кратностей⁽¹⁾. Если же Y — пространство Эвклида, то получаем теорему, доказанную Нёбелингом [3]. В указанной работе Нёбелинг ставит вопрос о распространении своей теоремы на случай произвольных метрических пространств. Метод, примененный Нёбелингом, существенно использует специфику евклидовых про-

⁽¹⁾ Следует учесть, что в таком случае μ_1 совпадает с мерой Лебега, а l_{φ} — с обычной жордановой вариацией функции φ .



странств и непосредственно не применим к общим метрическим пространствам. С другой стороны, доказательство, данное Банахом, проходит для весьма широкого класса отображений (в частности, для отображений, рассматриваемых в данной заметке), если привлечь понятия вариации на кольце и функции кратностей на кольце (см. [4], теорема 3,5).

Лемма. Пусть $R = B_1 \cap X$, где B_1 — кольцо подмножеств множества действительных чисел, являющихся конечными объединениями полуоткрытых справа интервалов, а $V_\varphi(B; \mu_1)$ — μ_1 -вариация отображения φ на кольце R , т. е.

$$V_\varphi(R; \mu_1) = \sup \sum \mu_1[\varphi(e_i)],$$

где \sup берется по всевозможным конечным классам непересекающихся множеств e_i из R (см. [4], § 1). Тогда

$$V_\varphi(R; \mu_1) = l_\varphi.$$

Доказательство. Докажем сперва, что

$$l_\varphi \leq V_\varphi(R; \mu_1). \quad (1)$$

Пусть $\Delta \equiv [a, b] \subset X$ — произвольный отрезок, $E = \varphi(\Delta)$, $y_1 = \varphi(a)$ и $y_2 = \varphi(b)$. Легко видеть, что для доказательства (1) достаточно доказать неравенство

$$\rho(y_1, y_2) \leq \mu_1(E). \quad (2)$$

Пусть $\gamma > 0$ произвольно. Из определения меры μ_1 следует существование таких множеств E_i , $i = 1, 2, \dots$, что $\bigcup E_i \supset E$ и

$$\sum \delta(E_i) < \mu_1(E) + \gamma. \quad (3)$$

Пусть

$$U_i(y) = \left\{ z : \rho(z, y) < \frac{\gamma}{2^i} \right\},$$

$$U_i = \bigcup_{y \in E_i} U_i(y), \quad i = 1, 2, \dots$$

U_i , $i = 1, 2, \dots$ — открытые множества. Кроме того, легко видеть, что

$$\delta(U_i) \leq \delta(E_i) + 2 \frac{\gamma}{2^i}, \quad i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Так как E — компактное множество, то из покрытия $\{U_i\}$ можно выделить покрытие $U_{n_1}, U_{n_2}, \dots, U_{n_k}, \bigcup_{i=1}^k U_{n_i} \supset E$.

Пусть $F = E \cap \overline{U_{n_i}}$, $i = 1, 2, \dots, k$, где $\overline{U_{n_i}}$ — замыкание множества U_{n_i} . Так как $\delta(U_{n_i}) = \delta(\overline{U_{n_i}})$ и $\delta(F_i) \leq \delta(\overline{U_{n_i}})$, то из (3) и (4) следует, что

(¹ Так как каждое из множеств кольца R σ -компактно, то ясно, что $\varphi(e) \in B$ при $e \in R$.

$$\sum_{i=1}^k \delta(F_i) \equiv \mu_1(E) + 3\gamma. \quad (5)$$

Ясно, кроме того, что множества F_i , $i=1, 2, \dots, k$ замкнуты и $E = \bigcup_{i=1}^k E_i$.

Так как E —связное множество, то среди множеств F_i , $i=1, 2, \dots, k$, существуют такие множества F_{k_1}, \dots, F_{k_m} , что $F_{k_1} \ni y_1$, $F_{k_m} \ni y_2$ и $F_{k_i} \cap F_{k_{i+1}} \neq \emptyset$, $i=1, 2, \dots, m-1$.

Пусть $z_i \in F_{k_i} \cap F_{k_{i+1}}$, $i=1, 2, \dots, m-1$. Тогда

$$\rho(y_1, y_2) \equiv \rho(y_1, z_1) + \rho(z_1, z_2) + \dots + \rho(z_{m-1}, y_2) < \sum_{i=1}^m \delta(F_{k_i})$$

и в силу (5)

$$\rho(y_1, y_2) \equiv \mu_1(E) + 3\gamma,$$

что ввиду произвольности γ доказывает неравенство (2). Таким образом, неравенство (1) доказано.

Докажем теперь обратное неравенство

$$l\varphi > V\varphi(R; \mu_1). \quad (6)$$

Пусть $\{\Delta_i\}$ —произвольный конечный класс непересекающихся множеств из кольца R . Рассмотрим сумму $\sum \mu_1(F_i)$, где $E_i = \varphi(\Delta_i)$. Так как эту сумму нужно оценить сверху и $\mu_1(e) = 0$, если множество e состоит из одной точки, то, очевидно, можно предположить, что все Δ_i —замкнутые интервалы. Пусть $\gamma > 0$ произвольно. Из определения μ_1 следует, что для каждого i , $i=1, 2, \dots, l$ (l —число множеств E_i) существует такое $\varepsilon_i > 0$, что для любого покрытия E_i^j , $j=1, 2, \dots$ множества E_i , удовлетворяющего условию

$$\delta(E_i^j) < \varepsilon_i, \quad j=1, 2, \dots, \quad (7)$$

будем иметь

$$\mu_1(E_i) < \sum_j \delta(E_i^j) + \frac{\gamma}{l}. \quad (8)$$

Так как отображение φ равномерно непрерывно на каждом Δ_i , то можно указать такое τ_i , что для любого подразделения $x_i = x_i^1 < x_i^2 < \dots < x_i^k = x_{i+1}$ отрезка $\Delta_i \equiv [x_i, x_{i+1}]$, удовлетворяющего условию $|x_i^j - x_i^{j-1}| < \tau_i$, $j=1, 2, \dots, k$, будем иметь

$$\delta[\varphi(\Delta_i^j)] < \varepsilon_i, \quad j=1, 2, \dots, k-1, \quad (9)$$

где $\Delta_i^j \equiv [x_i^j, x_i^{j+1}]$, $j=1, 2, \dots, k-1$.

В силу непрерывности функции двух переменных $\rho(\varphi(x'), \varphi(x''))$ на замкнутом прямоугольнике $\Delta_i^j \times \Delta_i^j$ существуют такие точки $z_i^j, u_i^j \in \Delta_i^j$, что

$$\delta[\varphi(\Delta_i^j)] = \rho(\varphi(z_i^j), \varphi(u_i^j)). \quad (10)$$

Из (9), (7) и (8) следует, что

$$\mu(E_i) < \sum_j \delta[\varphi(\Delta_i^j)] + \frac{\gamma}{l}, \quad i=1, 2, \dots, l.$$

Следовательно, в силу (10)

$$\sum_{i=1}^l \mu_1(E_i) < \sum_i \sum_j \rho(\varphi(x_i^j), \varphi(u_i^j)) + \gamma.$$

Значит,

$$\sum_{i=1}^l \mu_1(E_i) < l\varphi + \gamma.$$

Ввиду произвольности класса $\{\Delta_i\}$ и γ отсюда следует (6), что вместе с (1) доказывает лемму.

Для доказательства теоремы теперь достаточно применить теорему 3.5 из работы [4] (так как точки x_1 и x_2 отрезка X неотделимы в кольце R тогда и только тогда, когда $x_1 = x_2$, то ясно, что $N_\varphi(y) = N_\varphi(y; R)$, $y \in Y$; (см. [4], § 2).

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский математический институт
им. А. М. Размадзе

(Поступило в редакцию 31.8.1964)

ბათუმბარბა

ო. წერეთელი

უწყვეტი ბზის სიგრძის მესახე

რეზიუმე

ვთქვით φ არის $[0,1]$ მონაკვეთის უწყვეტი ასახვა p მანძილიან Y მეტრიკულ სივრცეში, ხოლო $N_\varphi(y)$, $y \in Y$ — მისი ჯერადობის ფუნქცია.

თეორემა. ფუნქცია $N_\varphi(y)$, $y \in Y$, არის ბორელის აზრით ზომადი ფუნქცია და

$$l_\varphi = \int N_\varphi(y) d\mu_1,$$

სადაც μ_1 არის ჰაუსდორფის ერთგანზომილებიანი ზომა (იხ., მაგ., [1]), ხოლო l_φ (უწყვეტი გზის სიგრძე ჟორდანის აზრით) ასე განისაზღვრება:

$$l_\varphi = \sup \sum \rho(\varphi(x_i), \varphi(x_{i-1})).$$

აქ ზედა ზღვარი აიღება $[0,1]$ მონაკვეთის ყოველგვარი $0 = x_0 < x_1 < \dots < x_n = 1$ დანწილებების მიმართ.

ეს თეორემა არის ბანახისა [2] და ნოებელინგის [3] თეორემების განზოგადება.

ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. Р. Халмош. Теория меры. ИЛ, М., 1953.
2. S. Banach. Sur les lignes rectifiables et les surfaces dont l'aire est finie. Fund. Math., vol. 7, 1925, 225—236.
3. G. Nöbeling. Eine Bemerkung über die Länge einer stetigen Kurve. S.—B. Math.—Nat. Kl. Bayer. Akad. Wiss., 1949, 1950, 41—45.
4. О. Д. Церетели. Вариация отображения измеримых пространств и теорема Банаха. Труды Тбилисского математического института им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XXIX, 1963, 359—381.

А. Г. ДЖВАРШЕЙШВИЛИ

О ТЕОРЕМЕ РИССА ДЛЯ КРАТНЫХ СИНГУЛЯРНЫХ
 ИНТЕГРАЛОВ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 9.9.1964)

В этой статье мы будем пользоваться теоремами и обозначениями, принятыми в статье [1]. Справедлива

Теорема 1. Пусть $f(t, \tau) \in L_p$ и $\varphi(t, \tau) \in L_q(\Gamma)$, $\Gamma = \{\Gamma_1 \cdot \Gamma_2\} \in AK$,
 $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, $p > 1$. Тогда имеет место равенство

$$\int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} f(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \frac{\varphi(t', \tau') p t' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)} =$$

$$= \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \varphi(t', \tau') dt' d\tau' \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \frac{f(t, \tau) p t d\tau}{(t' - t)(\tau' - \tau)}. \quad (1)$$

Доказательство. В силу теоремы 1 из [1] (стр. 411) сингулярные интегралы $S(f, t, \tau)$ и $S(\varphi, t, \tau)$ принадлежат соответственно классам $L_p(\Gamma)$ и $L_q(\Gamma)$. Через $F(t, \tau)$ мы будем обозначать функции, определенные на Γ , имеющие непрерывные частные и смешанные производные. Пусть $\varepsilon > 0$, тогда существуют такие функции $F_1(t, \tau)$ и $F_2(t, \tau)$, что

$$\left\{ \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |f(t, \tau) - F_1(t, \tau)|^p |dt| |d\tau| \right\}^{1/p} < \varepsilon,$$

$$\left\{ \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |\varphi(t, \tau) - F_2(t, \tau)|^q |dt| |d\tau| \right\}^{1/q} < \varepsilon. \quad (2)$$

Используя лемму 5 из [2] (стр. 177), можно показать справедливость следующих равенств:

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \int_{\Gamma_{1\delta}} \int_{\Gamma_{2\delta}} F_1(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_{1\delta}} \int_{\Gamma_{2\delta}} \frac{F_2(t', \tau') dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)} =$$

$$= \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} E_1(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \frac{F_2(t', \tau') dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)}. \quad (3)$$

Но так как

$$\begin{aligned}
 & \int_{\Gamma_{1\delta}} \int_{\Gamma_{2\delta}} F_1(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_{1\delta}} \int_{\Gamma_{1\delta}} \frac{F_2(t', \tau') dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)} = \\
 & = \int_{\Gamma_{1\delta}} \int_{\Gamma_{2\delta}} F_2(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_{1\delta}} \int_{\Gamma_{2\delta}} \frac{F_1(t', \tau') dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)},
 \end{aligned}$$

то в силу равенства (3) получаем, что равенство (1) имеет место для всех функций $F(t, \tau)$. Пусть $\Psi_1(t, \tau) = f(t, \tau) - F_1(t, \tau)$; $\Psi_2(t, \tau) = \varphi(t, \tau) - F_2(t, \tau)$. Рассмотрим разность

$$\begin{aligned}
 I & = \left| \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} f(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \frac{\varphi(t', \tau') dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)} - \right. \\
 & \quad \left. - \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} F_1(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \frac{F_2(t', \tau') dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)} \right| < \\
 & < \left| \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \Psi_1(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \frac{\varphi(t', \tau') dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)} + \right. \\
 & \quad \left. + \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} F_1(t, \tau) dt d\tau \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} \Psi_2(t', \tau') \frac{dt' d\tau'}{(t' - t)(\tau' - \tau)} \right|. \quad (4)
 \end{aligned}$$

Теперь, применяя теорему 1 из [1] (стр. 411) и неравенства (2), (4), получаем

$$I < C\varepsilon,$$

где постоянное $C > 0$ не зависит от ε . В силу произвольности числа ε и из (3), (4) получаем требуемое равенство (1).

Введем функции

$$S_1(f) = S_1[f, t_0, \tau] = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma_{1\varepsilon}} \frac{f(t, \tau) dt}{t - t_0},$$

$$S_2(f) = S_2[f, t, \tau_0] = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma_{2\varepsilon}} \frac{f(t, \tau) d\tau}{\tau - \tau_0}.$$

Пусть $f(t, \tau) \in L_p(\Gamma)$, $p > 1$, тогда в силу теоремы 1 из [1] можно установить равенство

$$\begin{aligned}
 S_1[S_2(f), t, \tau] & = S_2[S_1(f), t, \tau] = S(f, t, \tau) = \\
 & = \lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \delta \rightarrow 0}} \frac{1}{(\pi i)^2} \int_{\Gamma_{1\varepsilon}} \int_{\Gamma_{1\delta}} \frac{f(t, \tau) dt d\tau}{(t - t_0)(\tau - \tau_0)}
 \end{aligned}$$

почти для всех $(t, \tau) \in \Gamma$.

Лемма 1. Пусть $f(t) \in L_p(\Gamma_1)$, $p > 1$, $\Gamma_1 \in AK$, тогда почти всюду на Γ_1 имеем

$$S_1[S_1(f), t] = f(t).$$

Доказательство. Рассмотрим аналитическую функцию

$$F(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{S_1(f, t) dt}{t - \zeta}.$$

Применяя теорему 2 из [1] (стр. 423) для функции одной переменной, получаем

$$\begin{aligned} F_1^+(t_0) &= \frac{1}{2} S_1(f, t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{S_1(f, t) dt}{t - t_0} = \frac{1}{2} S_1(f, t_0) + \\ &+ \frac{1}{2} S_1[S_1(f), t_0] \end{aligned} \quad (7)$$

почти для всех $t_0 \in \Gamma_1$. С другой стороны, используя теорему 1 для функции одной переменной, получаем

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{dt}{t - \zeta} \int_{\Gamma_1} \frac{f(\tau) d\tau}{\tau - t} &= \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma_1} f(\tau) d\tau \int_{\Gamma_1} \frac{dt}{(t - \zeta)(\tau - t)} = \\ &= \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{f(\tau) dt}{\tau - \zeta} \int_{\Gamma_1} \frac{dt}{t - \zeta} - \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{f(\tau) dt}{\tau - \zeta} \int_{\Gamma_1} \frac{dt}{t - \tau}. \end{aligned}$$

Отсюда следует равенство

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{S(f, t) dt}{t - \zeta} = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_1} \frac{f(\tau) d\tau}{\tau - \zeta}. \quad (8)$$

Теперь в силу равенств (7) и (8) почти для всех $t \in \Gamma_1$ имеем

$$S_1(f, t) + S_1[S_1(f), t] = f(t) + S_1(f, t).$$

Отсюда получаем требуемое равенство.

Теорема 2. Пусть $f(t, \tau) \in L_p(\Gamma)$, $p > 1$, $\Gamma \in AK$. Тогда почти всюду на Γ справедливы равенства

$$\begin{aligned} S_1[S(f), t, \tau] &= S_2[f, t, \tau] \\ S[S(f), t, \tau] &= f(t, \tau), \\ S[S_2(f), t, \tau] &= S_2[S(f), t, \tau]. \end{aligned}$$

Доказательство. Докажем, например, первое равенство. Остальные можно доказать аналогично. В силу равенства (6) и леммы 1 почти для всех $(t, \tau) \in \Gamma$ имеем

$$S_1[S(f), t, \tau] = S_1[S_1[S_2[f, t, \tau]] = S_2[f, t, \tau]$$

и первое равенство доказано.

Пусть

$$S_{\varepsilon, \sigma}(f, t_0, \tau_0) = \int_{\Gamma_{1\varepsilon}} \int_{\Gamma_{2\varepsilon}} \frac{f(t, \tau) dt d\tau}{(t-t_0)(\tau-\tau_0)},$$

$$S_{\varepsilon}(f, t_0) = \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma_{1\varepsilon}} \frac{f(t) dt}{t-t_0}.$$

Лемма 2. Пусть $\Gamma_1 \in AK$, $f(t) \in L_p(\Gamma_1)$, $p > 1$ и функция $f(t)$ имеет непрерывные производные, тогда

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{\Gamma_1} |S(f, t) - S_{\varepsilon}(f, t)|^p |dt| = 0$$

для любого $p > 0$.

Доказательство. Так как $\Gamma_1 \in K$, то почти для всех $t_0 \in \Gamma_1$ имеем [2] (стр. 177)

$$\left| \int_{t(S_0=\varepsilon)}^{t(S_0+\varepsilon)} \frac{dt}{t-t_0} \right| < M, \quad (9)$$

где постоянное M не зависит от ε и t_0 . Далее по условию леммы для любых $t_1 \in \Gamma_1$ и $t_0 \in \Gamma_2$ имеем

$$|f(t_1) - f(t_2)| < C |t_1 - t_2|, \quad (10)$$

где $C > 0$ не зависит от точек. Теперь из неравенств (9) и (10) легко вытекает требуемое равенство. Опираясь на лемму 2 и используя (9), можно показать справедливость следующей леммы.

Лемма 3. Пусть $\Gamma = \{\Gamma_1 \cdot \Gamma_2\} \in AK$ и $f(t, \tau)$ имеет непрерывные частные и смешанные производные, тогда

$$\lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ \delta \rightarrow 0}} \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S(t, t, \tau) - S_{\varepsilon, \delta}(f, t, \tau)|^p |dt| |d\tau| = 0. \quad (11)$$

Теперь докажем следующую теорему.

Теорема 3. Пусть $\Gamma \in AK$ и $f(t, \tau) \in L_p(\Gamma)$, $p > 1$, тогда имеет место равенство (11).

Доказательство. Обозначим через $F(t, \tau)$ функции, имеющие непрерывные частные и смешанные производные. Пусть $\varepsilon > 0$, тогда существует функция $F(t, \tau)$, такая, что

$$\int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |f(t, \tau) - F(t, \tau)|^p |dt| |d\tau| < \varepsilon. \quad (12)$$

Пусть $\varphi(t, \tau) = f(t, \tau) - F(t, \tau)$. Рассмотрим выражение

$$\begin{aligned}
 J &= \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S(f, t, \tau) - S_{\eta, \delta}(f, t, \tau)|^p |dt| |d\tau| < \\
 &< \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S(F, t, \tau) - S_{\eta, \delta}(F, t, \tau)|^p |dt| |d\tau| + \\
 &+ \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S(\varphi, t, \tau)|^p |dt| |d\tau| + \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S_{\eta, \delta}(\varphi, t, \tau)|^p |dt| |d\tau|. \quad (13)
 \end{aligned}$$

В силу неравенства (42) из [1] (стр. 418) и неравенства (12) имеем

$$\begin{aligned}
 \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S_{\eta, \delta}(\varphi, t, \tau)|^p |dt| |d\tau| &< C\varepsilon, \\
 \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S(\varphi, t, \tau)|^p |dt| |d\tau| &< C\varepsilon, \quad (14)
 \end{aligned}$$

где $C > 0$ зависит только от p . Далее, в силу леммы 3 имеем

$$\lim_{\substack{\eta \rightarrow 0 \\ \delta \rightarrow 0}} \int_{\Gamma_1} \int_{\Gamma_2} |S(F, t, \tau) - S_{\eta, \delta}(F, t, \tau)|^p |dt| |d\tau| = 0. \quad (15)$$

Теперь из неравенства (13), (14) и (15) имеем

$$\overline{\lim}_{\substack{\eta \rightarrow 0 \\ \delta \rightarrow 0}} J < C\varepsilon.$$

Отсюда непосредственно вытекает требуемое равенство (II) для функции $f(t, \tau) \in L_p(\Gamma)$, $p > 1$.

Академия наук Грузинской ССР
 Тбилисский математический институт
 им. А. М. Размадзе

(Поступило в редакцию 9.9.1964)

მათემატიკა

ბ. ჯვარშეიშვილი

რისის თეორემები ჯვარადი სინგულარული ინტეგრალებისათვის

რ ე ბ ი უ მ ე

სტატიაში მიღებულია ჯვარადი სინგულარული ინტეგრალისათვის რისის ტოლობა და გადასმის ფორმულები.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Джваршейшвили. О кратных интегралах типа Коши. *Revue Roumaine de mathématiques pures et appliquées*, t. IX, № 5, 1964, 409--424.
2. А. Г. Джваршейшвили. Об особом интеграле. *Труды Тбилисского гос. университета*, т. 84, 1961, 161--184.

Г. В. ПАНЦХАВА

АСИМПТОТИКА АМПЛИТУДЫ „ИСТИННО-НЕУПРУГОГО“
 СТОЛКНОВЕНИЯ С ОБРАЗОВАНИЕМ ЧЕТЫРЕХ ЧАСТИЦ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 8.4.1964)

„Истинно-неупругими“ называются столкновения, в которых с ростом входной энергии $S \rightarrow \infty$ энергии любых пар образующихся частиц растут ($S_{ik} \rightarrow \infty$), а квадраты переданных импульсов остаются конечными.

В одной из своих последних работ [1] К. А. Тер-Мартirosян подробно исследовал „истинно-неупругое“ столкновение с образованием трех частиц как в случае, когда самой правой особенностью в j -плоскости является изолированный полюс, так и в случае более сложных особенностей. На основе этого исследования им сделан вывод, что асимптотика амплитуды образования n -частиц может быть записана непосредственно из вида графиков типа графиков Фейнмана (рис. 1) с n - t -реджиионами, и даны соответствующие правила.



Рис. 1. График типа графика Фейнмана, где волнистая линия соответствует реджиону, а прямая — частице

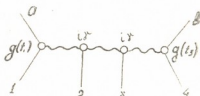


Рис. 2

Целью настоящей работы является подтверждение этого заключения подробным анализом „истинно-неупругого“ столкновения с образованием четырех частиц.

Кинематические соотношения

Две из трех возможных конфигураций „истинно-неупругого“ столкновения с образованием четырех частиц (рис. 2)

$$a + b \rightarrow 1 + 2 + 3 + 4 \quad (1)$$

изображены на рис. 3, а и 3, б. Все частицы бесспиновые.

9720

საქ სს



В физической области процесса (1) при $S = S_{ab} \rightarrow \infty$ значения $k_{\alpha\beta}$ ратов переданных импульсов для обеих конфигураций одни и те же:

$$\begin{aligned} t_1 &= (p_a - p_1)^2 \approx -\bar{\alpha}_1^2 \sim \text{const}; \\ t_2 &= (p_a - p_1 - p_2)^2 \approx -(\bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2)^2 \equiv -\bar{\alpha}_2^2 \sim \text{const}; \\ t_3 &= (p_a - p_1 - p_2 - p_3)^2 = (p_b - p_4)^2 \approx -(\bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 + \bar{\alpha}_3)^2 \equiv -\bar{\alpha}^2 \sim \text{const}. \end{aligned} \quad (2)$$

Энергии различных пар образующихся частиц в случае конфигурации импульсов, изображенной на рис. 3, а, имеют вид

$$\begin{aligned} S_{12} &\approx \frac{k_1}{k_2} (m_2^2 + \alpha_2^2); & S_{13} &\approx 4 k_1 k_3; \\ S_{34} &\approx \frac{k_4}{k_3} (m_3^2 + \alpha_3^2); & S_{14} &\approx 4 k_1 k_4 \approx S; \\ S_{23} &\approx 4 k_2 k_3; & S_{24} &\approx 4 k_2 k_4; \end{aligned} \quad (3)$$

причем

$$|\bar{p}_1| \approx |\bar{p}_4| \approx |\bar{p}_a| \approx \frac{\sqrt{S}}{2};$$

$$|\bar{p}_1| \gg |\bar{p}_2|; \quad |\bar{p}_4| \gg |\bar{p}_3|;$$

Рис. 3. а, б. Конфигурации импульсов в S -канале

k_i — продольные составляющие импульсов
 α_i — поперечные.

В случае же конфигурации импульсов, изображенной на рис. 3, б, соответствующие энергии имеют вид

$$\begin{aligned} S_{12} &\approx \frac{k_1}{k_2} (m_3^2 + \alpha_3^2); & S_{13} &\approx \frac{k_1}{k_3} (m_3^2 + \alpha_3^2); \\ S_{23} &\approx \frac{k_2}{k_3} (m_3^2 + \alpha_3^2); & S_{14} &\approx 4 k_1 k_4 \approx S; \\ S_{34} &\approx 4 k_3 k_4; & S_{24} &\approx 4 k_2 k_4, \end{aligned} \quad (3')$$

где

$$|\bar{p}_1| \approx |\bar{p}_4| \approx |\bar{p}_a| \approx \frac{\sqrt{S}}{2}, \quad |\bar{p}_1| \gg |\bar{p}_2| \gg |\bar{p}_3|.$$

В обоих случаях имеют место соотношения

$$\begin{aligned} \frac{S_{12} \cdot S_{23}}{S_{13}} &\approx (m_2^2 + \alpha_2^2); & \frac{S_{23} \cdot S_{34}}{S_{24}} &\approx (m_3^2 + \alpha_3^2); \\ \frac{S_{12} \cdot S_{23} \cdot S_{34}}{S} &\approx (m_2^2 + \alpha_2^2) (m_3^2 + \alpha_3^2). \end{aligned} \quad (4)$$

Асимптотика амплитуды, вычисленная в t_2 -канале

Асимптотику процесса (1) определяем, вычисляя амплитуду в t_2 -канале (рис. 4)

$$a + 1 + 2 \rightarrow b + 4 + 3$$

(5)

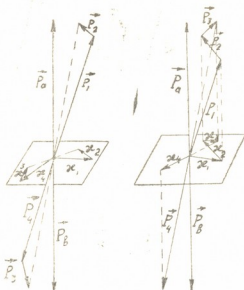


Рис. 4. Конфигурация импульсов в t_2 -канале

при нефизических значениях переданных импульсов ($S \rightarrow \infty, S_{ik} \rightarrow \infty$) и аналитически продолжая ее в физическую область S -канала. Амплитуду процесса (5) вычислим методом Редже — Грибова. Разложение по парциальным волнам проводится так же, как и в работах [2, 3], и имеет вид

$$A(4 \leftarrow 2) = \sum_{\lambda'=0}^{\infty} \sum_{\lambda''=0}^{\infty} (2 \cos \lambda' \Phi') (2 \cos \lambda'' \Phi'') A_{\lambda' \lambda''} (t_1, t_2, t_3; \zeta; \zeta'_1; \zeta''_1), \quad (6)$$

где

$$A_{\lambda' \lambda''} (t_1, t_2, t_3; \zeta; \zeta'_1; \zeta''_1) = \sum_{e'=\lambda'}^{\infty} \sum_{e''=\lambda''}^{\infty} (2e'+1)(2e''+1) \times \\
 \times \frac{\Gamma(e' - \lambda' + 1)}{\Gamma(e' + \lambda' + 1)} \frac{\Gamma(e'' - \lambda'' + 1)}{\Gamma(e'' + \lambda'' + 1)} a_{e' \lambda', e'' \lambda''} (t_1, t_2, t_3, \zeta) P_{e' \lambda'}(\zeta'_1) P_{e'' \lambda''}(\zeta''_1). \quad (6')$$

Штрих у сумм в [6] означает, что при λ' , и λ'' , равных нулю, вместо множителей $(2 \cos \lambda \Phi)$ необходимо писать единицу. $a_{e' \lambda', e'' \lambda''} (t_1, t_2, t_3; \zeta)$

можно рассматривать как амплитуду образования частицы 3 и составной частицы β ($b+4$) с массой $\sqrt{t_3}$, спином e'' , спиральностью λ'' при столкновении частицы 2 и составной частицы α ($a+1$) с массой $\sqrt{t_1}$, спином e' , спиральностью λ' . Здесь штрихом обозначены величины в системе центра инерции (с. п. и.) частиц a и 1, двумя штрихами — в с. п. и. частиц b и 4, (ω_β, q_β) — энергии и импульсы частиц в t_2 -канале.

Переход из с. п. и. реакции (5) в с. п. и. частиц a и 1 и b и 4 осуществляется преобразованиями Лоренца со скоростями $\vec{v} = \frac{\vec{q}_\alpha}{\omega_\alpha}$ и $\vec{v}' = \frac{\vec{q}_\beta}{\omega_\beta}$ соответственно.

Определим косинусы углов, входящие в (6): ζ — косинус угла между начальным и конечным направлениями относительного импульса реакции; ζ'_1 — косинус угла между \vec{q}'_1 и \vec{q}_α ; ζ''_1 — косинус угла между \vec{q}''_1 и \vec{q}_β ; Φ' — угол между плоскостями $\vec{q}'_1 \vec{q}_\alpha$ и $\vec{q}_\alpha \vec{q}_a$; Φ'' — угол между плоскостями $\vec{q}''_1 \vec{q}_\beta$ и $\vec{q}_\beta \vec{q}_a$. Значения этих косинусов в нефизической области t_2 -канала при $S \rightarrow \infty$ и $S_{ik} \rightarrow \infty$ следующие:

$$\zeta \approx \frac{S_{23}}{2 q_2 q_3} \rightarrow \infty; \quad \zeta'_1 \approx \frac{S_{12}}{2 q_2 q_1} \sqrt{\frac{t_1}{t_2}} \rightarrow \infty; \quad \zeta''_1 \approx \frac{S_{34}}{2 q_3 q_4} \sqrt{\frac{t_3}{t_2}} \rightarrow \infty; \\
 \Phi' \rightarrow \Phi'_0; \quad \cos \Phi'_0 = \frac{\omega_\alpha}{V t_1} + \frac{2 q_\alpha^2 S_{13}}{S_{12} \cdot S_{23}} \sqrt{\frac{t_2}{t_1}} \approx \text{const}; \\
 \Phi'' \rightarrow \Phi''_0; \quad \cos \Phi''_0 = \frac{\omega_\beta}{V t_3} + \frac{2 q_\beta^2 S_{24}}{S_{23} \cdot S_{34}} \sqrt{\frac{t_2}{t_3}} \approx \text{const}. \quad (7)$$

$q_\alpha = q_2 \equiv |\vec{q}_3|$; $q_3 = q_3$; q'_1 ; q''_1 ; $\omega_\alpha, \omega_\beta$ малы, так как зависят только от t_1, t_2 и t_3 .



Согласно Якобу и Вику [4], разложение амплитуды $a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}$

t_2, t_3, ζ) по парциальным волнам можно представить в виде

$$a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''} = \sum_j (2j+1) \frac{\Gamma(j-\lambda'+1)}{\Gamma(j-\lambda''+1)} \times \\ \times \chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^j(t_1, t_2, t_3) \frac{(\zeta+1)^{j/2}(\zeta-1)^{j/2}}{2^{\lambda'}} P_n^{(\alpha, \beta)}(\zeta), \quad (8)$$

где $P_n^{(\alpha, \beta)}$ — полиномы Якоби, $n = j - \lambda'$, $\alpha = \lambda' - \lambda''$, $\beta = \lambda' + \lambda''$.

Аналогично [2] можно показать, что $\chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^j$ может быть аналитически продолжена в комплексную плоскость j для четных и нечетных j в отдельности и что $\chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^j$ равна нулю для целых нефизических j , меньших λ' или λ'' , а так как при таких j произведение $\frac{\Gamma(j-\lambda'+1)}{\Gamma(j+\lambda''+1)} P_n^{(\alpha, \beta)}(\zeta)$ конечно, то соответствующие члены в сумме (8) равны нулю.

Асимптотику $a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}$ при $\zeta \rightarrow \infty$ вычисляем обычным образом. Разбиваем (8) на две суммы по четным и нечетным j (положительная и отрицательная сигнатура):

$$a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''} = a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^{(+)} + a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^{(-)}. \quad (9)$$

Очевидно, что

$$a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^{(\pm)} = \sum_j (2j+1) \frac{\Gamma(j-\lambda'+1)}{\Gamma(j-\lambda''+1)} \chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^{j(\pm)} \times \\ \times \frac{(\zeta+1)^{j/2}(\zeta-1)^{j/2}}{2^{\lambda'}} \{ P_n^{(\alpha, \beta)}(\zeta) \pm (-1)^j P_n^{(\alpha, \beta)}(\zeta) \}. \quad (9)$$

От суммы по j переходим к интегралу Зоммерфельда — Ватсона

$$a_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^{(\pm)} = \frac{1}{4i} \int_c (2j+1) \frac{\Gamma(j-\lambda'+1)}{\Gamma(j-\lambda''+1)} \chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^{j(\pm)} \times \\ \times (\zeta+1)^{j/2} (\zeta-1)^{j/2} \frac{\{ (-1)^{j'} P_n^{(\alpha, \beta)}(-\zeta) \pm P_n^{(\alpha, \beta)}(\zeta) \}}{2^{\lambda'} \sin \pi j} dj. \quad (10)$$

Интеграл (10) определяется самой правой особенностью парциальной амплитуды $\chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^j$ в j -плоскости. В дальнейшем предполагаем, что этой особенностью является полюс положительной сигнатуры, так называемый вакуумный полюс $j_0(t_2)$. Учитывая условие унитарности в t_2 -канале для $4m^2 \leq t_2 \leq 9m^2$, $\chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^j$ вблизи полюса можно записать в виде

$$(j+1/2)\pi \frac{\Gamma(j-\lambda'+1)}{\Gamma(j+\lambda'+1)} \frac{\Gamma(j+\lambda''+1)}{\Gamma(j-\lambda''+1)} \chi_{e^{\lambda'}, e''\lambda''}^j =$$

$$= \frac{v_{e'\lambda'}(t_1, t_2) v_{e''\lambda''}(t_2, t_3)}{j - j_0(t_2)}. \quad (11)$$

$v_{e'\lambda'}(t_1, t_2)$ и $v_{e''\lambda''}(t_2, t_3)$ — те же функции, что и в формуле (25) работы [2].

Так как при $\chi \rightarrow \infty$ полином Якоби имеет вид

$$\frac{\Gamma(2j+1)}{\Gamma(j-\lambda'+1)\Gamma(j+\lambda'+1)} (\chi/2)^{j-\lambda'},$$

асимптотику $a_{e'\lambda', e''\lambda''}(t_1, t_2, t_3; \chi)$ можно записать в виде

$$a_{e'\lambda', e''\lambda''} \approx G_{e'\lambda'}(t_1, t_2) G_{e''\lambda''}(t_2, t_3) I_0(t_2) \left(\frac{S_{23}}{m^2} \right)^{j_0(t_2)}, \quad (12)$$

где

$$G_{e'\lambda'}(t_1, t_2) = \left(\frac{m}{2q_2} \right)^{j_0(t_2)} \frac{\sqrt{\Gamma(2j+1)}}{\Gamma(j-\lambda'+1)} v_{e'\lambda'}(t_1, t_2);$$

$$G_{e''\lambda''}(t_2, t_3) = \left(\frac{m}{2q_3} \right)^{j_0(t_2)} \frac{\sqrt{\Gamma(2j+1)}}{\Gamma(j+\lambda''+1)} v_{e''\lambda''}(t_2, t_3);$$

$I_0(t_2)$ — сигнатурный множитель;

$$I_0(t_2) = - \frac{1 + e^{-i\pi j_0}}{\sin \pi j_0} = i - \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2} j_0.$$

Таким образом, амплитуда «истинно-неупругого» столкновения с образованием четырех частиц имеет вид

$$\begin{aligned} A(4 \leftarrow 2) &= I_0(t_2) \left(\frac{S_{23}}{m^2} \right)^{j_0(t_2)} \left\{ \sum_{l'=0}^{\infty} \sum_{e'=l'}^{\infty} (2e'+1)(2 \cos \lambda' \Phi') \times \right. \\ &\times \frac{\Gamma(e'-\lambda'+1)}{\Gamma(e'+\lambda'+1)} G_{e'\lambda'}(t_1, t_2) P_{e'\lambda'}(\chi') \left. \right\} \times \\ &\times \left\{ \sum_{l''=0}^{\infty} \sum_{e''=l''}^{\infty} (2e''+1)(2 \cos \lambda'' \Phi'') \frac{\Gamma(e''-\lambda''+1)}{\Gamma(e''+\lambda''+1)} G_{e''\lambda''}(t_2, t_3) P_{e''\lambda''}(\chi''), \right. \end{aligned} \quad (13)$$

но в скобках стоят те же суммы, что и в амплитуде столкновения с образованием трех частиц. Они вычислены в работе [1] в предположении, что самой правой особенностью $G_{e\lambda}$ в комплексной l -плоскости является вакуумный полюс и при учете условия унитарности в соответствующем канале. Первая скобка равна

$$g(t_1) I_0(t_1) \left(\frac{S_{12}}{m^2} \right)^{j_0(t_1)} i \gamma \left(t_1, t_2, \frac{S_{13}}{S_{12} \cdot S_{23}} \right),$$

а вторая —

$$g(t_3) I_0(t_3) \left(\frac{S_{34}}{m^2} \right)^{j_0(t_3)} i \gamma \left(t_2, t_3, \frac{S_{24}}{S_{23} \cdot S_{34}} \right).$$

Окончательно можно утверждать, что асимптотика процесса (1) имеет вид

$$A(4 \leftarrow 2) \approx g(t_1) I_0(t_1) \left(\frac{S_{12}}{m^2} \right)^{j_0(t_1)} i \gamma \left(t_1, t_2, \frac{S_{13}}{S_{12} \cdot S_{23}} \right) I_0(t_2) \left(\frac{S_{23}}{m^2} \right)^{j_0(t_2)} \times$$



$$\times i\gamma\left(t_2, t_3, \frac{S_{24}}{S_{23} \cdot S_{34}}\right) I_0(t_3) \left(\frac{S_{34}}{m^2}\right)^{j_0(t_3)} g(t_3) \quad (14)$$

или, что то же самое,

$$A(4 \leftarrow 2) \approx g(t_1) I_0(t_1) \left(\frac{S_{12}}{m^2}\right)^{j_0(t_1)} i\gamma(\bar{x}_1, \bar{x}_2) I_0(t_2) \left(\frac{S_{23}}{m^2}\right)^{j_0(t_2)} \times \\ \times i\gamma(\bar{x}'_2, \bar{x}'_3) I_0(t_3) \left(\frac{S_{34}}{m^2}\right)^{j_0(t_3)} g(t_3), \quad (15)$$

т. е. она может быть записана непосредственно из вида графика рис. 4.

Асимптотика амплитуды, вычисленная в t_1 -канале

Вычислим амплитуду рассеяния в нефизической области t_1 -канала ($S \rightarrow \infty$):

$$a + 1 \rightarrow b + 4 + 3 + 2. \quad (16)$$

Соответствующая конфигурация импульсов изображена на рис. 5. В этом случае разложение по парциальным волнам имеет вид

$$A(4 \leftarrow 2) = \sum_{e' \neq 0}^{\infty} \sum_{\lambda'' = -e'}^{e'} \sum_{e' \neq 0}^{\infty} \sum_{\lambda' = e'}^{e'} (2l' + 1)(2l'' + 1) \frac{\Gamma(l' - \lambda' + 1)}{\Gamma(e' - \lambda'' + 1)} \times \\ \times \frac{\Gamma(e'' - \lambda'' + 1)}{\Gamma(e'' + \lambda'' + 1)} \frac{(\alpha'_3 + 1)^{\beta/2} (\alpha'_3 - 1)^{\alpha/2}}{2\lambda'} \times \\ \times a_{e' \lambda', e'' \lambda''}(t_1, t_2, t_3; \bar{x}, \Phi') P_n^{(\alpha, \beta)}(\alpha'_3) P_{e'' \lambda''}(\alpha''_3) e^{-i\lambda'' \Phi''}, \quad (17)$$

где $n = e' - \lambda'$; $\alpha = \lambda' - \lambda''$, $\beta = \lambda' + \lambda''$ (штрихом обозначены величины в с. п. и. частиц b , 4 и 3, двумя штрихами — величины в с. п. и. частиц b и 4).

Частицы b и 4 можно рассматривать как составную частицу β с массой $\sqrt{t_3}$, спином l'' и спиральностью λ'' , а частицы b , 4 и 3 — как составную частицу α с массой $\sqrt{t_2}$, спином l' и спиральностью λ' . Тогда $a_{e' \lambda', e'' \lambda''}$ представляет собой амплитуду образования частиц α и 2 при столкновении частиц a и 1.

В (17) α'_3 — косинус угла между \bar{q}'_3 и \bar{q}_2 ; α''_3 — косинус угла между \bar{q}'_4 и \bar{q}'_3 ; Φ' — угол между плоскостями $\bar{q}_a \bar{q}_\alpha$ и $\bar{q}_a \bar{q}_\beta$; Φ'' — угол между плоскостями $\bar{q}'_a \bar{q}'_3$ и $\bar{q}_a \bar{q}'_3$. При $S \rightarrow \infty$ значения этих величин следующие:

$$\bar{x} \approx \frac{S_{12}}{2q_1 q_2} \rightarrow \infty; \quad \bar{x}'_3 \approx \frac{S_{23}}{2q_2 q'} \sqrt{\frac{t_2}{t_1}} \rightarrow \infty; \\ \bar{x}''_3 \approx \frac{S_{34}}{2q'_3 q''_4} \sqrt{\frac{t_3}{t_2}} \rightarrow \infty; \quad \Phi' \rightarrow \Phi'_0; \\ \cos \Phi'_0 = \frac{\omega_a}{\sqrt{t_2}} + 2q_a^2 \frac{S_{13}}{S_{12} \cdot S_{23}} \sqrt{\frac{t_1}{t_2}} \approx \text{const}; \\ \Phi'' \rightarrow \Phi''_0;$$

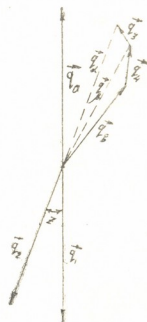


Рис. 5. Конфигурация импульсов в t_1 -канале

$$\cos \Phi_0'' = \frac{\omega_3'}{V t_3} + 2 q_2'^2 \frac{S_{24}}{S_{23} \cdot S_{34}} \sqrt{\frac{t_2}{t_3}} \approx \text{const}. \quad (18)$$

ω_α , ω_3' ; $q_\alpha = q_2 \equiv |\vec{q}_2|$; q_1 ; q_3' ; q_4'' малы, так как зависят только от t_1, t_2, t_3 . Разложим $a_{e'\lambda', e''\lambda''}$ по парциальным волнам:

$$a_{e'\lambda', e''\lambda''}(t_1, t_2, t_3; \zeta, \Phi') = \sum_j (2j+1) \frac{\Gamma(j-\lambda'+1)}{\Gamma(j+\lambda'+1)} \chi_{e'\lambda', e''\lambda''}^j(t_1, t_2, t_3) P_{j\lambda'}(\zeta) e^{-i\lambda'\Phi'}. \quad (19)$$

Обычным образом, предполагая, что самой правой особенностью $\chi_{e'\lambda', e''\lambda''}^j$ в j -плоскости является вакуумный полюс, и учитывая, что согласно двухчастичному условию унитарности $\chi_{e'\lambda', e''\lambda''}^j$ вблизи полюса можно записать в виде

$$(j+1/2) \pi \frac{\Gamma(j-\lambda'+1)}{\Gamma(j+\lambda'+1)} \chi_{e'\lambda', e''\lambda''}^j(t_1, t_2, t_3) = \frac{u(t_1) W_{e'\lambda', e''\lambda''}(t_1, t_2, t_3)}{j-j_0(t_1)}, \quad (20)$$

получаем для асимптотики $a_{e'\lambda', e''\lambda''}$ выражение

$$a_{e'\lambda', e''\lambda''} = I_0(t_1) g(t_1) \left(\frac{S_{12}}{m^2} \right)^{j_0(t_1)} G_{e'\lambda', e''\lambda''}(t_1, t_2, t_3) e^{-i\lambda'\Phi'}, \quad (21)$$

где $g(t_1)$ — уже известная функция, а

$$G_{e'\lambda', e''\lambda''} = \sqrt{\frac{\Gamma(2j_0+1)}{\Gamma(j_0-\lambda'+1)\Gamma(j_0+\lambda'+1)}} \left(\frac{m}{2q_2} \right)^{j_0(t_1)} W_{e'\lambda', e''\lambda''}(t_1, t_2, t_3).$$

Для определения $A(4 \leftarrow 2)$ нам осталось найти асимптотическое выражение суммы

$$\begin{aligned} & \sum_{\lambda'=0}^{\infty} (2 \cos \lambda' \Phi') \sum_{\lambda''=0}^{\infty} (2 \cos \lambda'' \Phi'') \sum_{e'=\lambda'}^{\infty} (2e'+1) \frac{\Gamma(e'-\lambda'+1)}{\Gamma(e'-\lambda''+1)} \times \\ & \times \frac{(\chi_3'-1)^{2l_2} (\chi_3'+1)^{l_2}}{2\lambda'} P_n^{(\alpha, \beta)}(\chi_3') \times \\ & \times \sum_{e''=\lambda''}^{\infty} (2e''+1) \frac{\Gamma(e''-\lambda''+1)}{\Gamma(e''+\lambda''+1)} P_{e''\lambda''}(\zeta_3'') G_{e'\lambda', e''\lambda''}(t_1, t_2, t_3). \end{aligned} \quad (22)$$

Из (22) видно, что суммирование по l'' при $\chi_3'' \rightarrow \infty$ с учетом унитарности в t_3 -канале проводится так же, как и в (19), и дает

$$g(t_3) I_0(t_3) \left(\frac{S_{34}}{m^2} \right)^{j_0(t_3)} G_{e'\lambda', \lambda''}(t_1, t_2, t_3). \quad (23)$$

Теперь вычислим сумму по e' . Воспользуемся условием унитарности в t_2 -канале, согласно которому $G_{e'\lambda', \lambda''}$ вблизи полюса $e'_0 \equiv j_0(t_2)$ имеет вид

$$(e'+1/2) \pi \frac{\Gamma(e'-\lambda'+1) \Gamma(e'+\lambda''+1)}{\Gamma(e'+\lambda'+1) \Gamma(e'-\lambda''+1)} G_{e'\lambda', \lambda''} = \frac{v_{\lambda'}(t_1, t_2) v_{\lambda''}(t_2, t_3)}{e'-j_0(t_2)}.$$



Тогда для асимптотики суммы по e' при $\alpha'_3 \rightarrow \infty$ получаем выражение

$$i\gamma_{\lambda'}(t_1, t_2) I_0(t_2) \left(\frac{S_{23}}{m^2} \right)^{j_0(t_2)} i\gamma_{\lambda''}(t_2, t_3). \quad (24)$$

Проведем суммирование по λ' и λ''

$$\sum_{\lambda'=0}^{\infty} (2 \cos \lambda' \Phi') \gamma_{\lambda'}(t_1, t_2) = \gamma \left(t_1, t_2, \frac{S_{13}}{S_{12} \cdot S_{23}} \right) = \gamma(\vec{\alpha}_1, \vec{\alpha}_2); \quad (25)$$

$$\sum_{\lambda''=0}^{\infty} (2 \cos \lambda'' \Phi'') \gamma_{\lambda''}(t_2, t_3) = \gamma \left(t_2, t_3, \frac{S_{24}}{S_{23} \cdot S_{34}} \right) = \gamma(\vec{\alpha}_2, \vec{\alpha}_3).$$

Подставляя все эти результаты в (17), для $A(4 \leftarrow 2)$ получаем, как и следовало ожидать, выражение (15). Однако вычисление асимптотики амплитуды (1) в t_1 -канале представляет интерес для более сложных процессов. Так, например, асимптотика амплитуды „истинно-неупругого“ столкновения с образованием пяти частиц сводится к произведению сумм вида (13) и (22), а в случае образования шести частиц — к произведению двух сумм вида (22).

Таким образом, асимптотическое выражение амплитуды может быть записано непосредственно из вида графиков типа графиков Фейнмана (рис. 1), где реджиону, лежащему между i -той и $(i+1)$ -й вершинами, соответствует множитель $(S_{i, i+1})^{j_0(t_i)}$ ($j_0(t_i)$ — вакуумный полюс соответствующего канала), а каждой вершине — множитель $i\gamma(\vec{\alpha}_i, \vec{\alpha}_{i+1})$, зависящий лишь от поперечных составляющих импульсов входящего и выходящего реджионов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 8.4.1964)

ფიზიკა

8. ზანცხავა

„მეზმარიტად-არადრეკალი“ დაჯახების ამპლიტუდის ასიმპტოტიკა ოთხი ნაწილაკის გაჩენის შემთხვევაში

რეზიუმე

წინამდებარე შრომაში რეჯე — გრიბოვის მეთოდით გამოთვლილია არადრეკალი დაჯახების ამპლიტუდის ასიმპტოტიკა ოთხი ნაწილაკის გაჩენის შემთხვევაში და ნაჩვენებია, რომ „მეზმარიტად-არადრეკალი“ პროცესისათვის n ნაწილაკის გაჩენის ამპლიტუდის ასიმპტოტიკა მართლაც შეიძლება იყოს მიღებული $n-1$ რეჯიონიანი ფენისნანის ტიპის გრაფიკიდან (ნახ. 4). ამ სქემაში გრაფიკის ყოველ წვეროს შეესაბამება მამრავლი $i\gamma(\vec{\alpha}_i, \vec{\alpha}_{i+1})$; მამრავლი $(S_{i, i+1})^{j_0(t_i)}$ კი შეესაბამება მეზობელ წვეროებს შორის მდებარე რეჯიონებს.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 К. А. Тер-Мартirosян. Асимптотика амплитуд „истинно-неупругих“ столкновений“, препринт № 186 Института теорет. и эксп. физики. М., 1963.
- 2 А. М. Попова, К. А. Тер-Мартirosян. Асимптотика амплитуд образования частиц при „почти-упругих“ ливневых процессах. препринт № 179 Института теорет. и эксп. физики. М., 1963.
- 3 К. А. Тер-Мартirosян. Асимптотика амплитуд неупругих процессов. ЖЭТФ, 44, 1963, 341.
- 4 M. Jacob, G. C. Wick. On the General Theory of Collisions for Particles with Spin. Ann. of Phys., 7, 1959.

Т. Д. ЭБРАЛИДZE

ВЛИЯНИЕ КВАНТОВОЙ ПРИРОДЫ МАТЕРИИ НА ПЕРЕДАЧУ ИНФОРМАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 6.10.1964)

Как известно [1, 2, 3], пропускная способность канала с шумом зависит от мощности шума, которая выражается по-разному в классическом и квантовом случаях [4]. Поэтому следует считать, что в квантовом случае ($h\nu \gg kT$) пропускная способность канала с шумом имеет вид, отличный от классических результатов. Выяснение этого обстоятельства является целью данной работы, притом нас интересуют ограничения, накладываемые на передачу информации и связанные со статистическим характером физических процессов и квантовой природой материи.

Рассмотрим следующую модель канала электрической связи. Представим канал как термодинамическую систему, находящуюся в состоянии термодинамического равновесия при абсолютной температуре T . Допускаем, что задан сигнал на выходе канала. Это означает, что мы пренебрегаем взаимодействием сигнала с каналом, т. е. не учитываются потери на джоулев эффект и возможное отражение сигнала от выхода канала.

В этих условиях, согласно негэнтропийному принципу информации [3, 5], пропускная способность канала с шумом вычисляется по следующей термодинамической формуле:

$$C = \int_T^{T_{эф}} \frac{1}{kT} \frac{dP(T)}{dT} dT, \quad (1)$$

где C измеряется в единицах $\frac{\text{бит}}{\text{сек}}$; $T_{эф}$ представляет собой температуру, которую имел бы канал после превращения энергии сигнала $\bar{P}\tau$ в тепло (\bar{P} —средняя мощность сигнала, а τ —его длительность); $P(T)$ —мощность шума, которая с помощью спектра мощности $P_\nu(T)$ выражается следующим образом:

$$\dot{P}(T) = \int_0^\infty P_\nu(T) d\nu. \quad (2)$$



В работе [5] для спектра мощности шума авторы брали выражение Планка

$$\varepsilon(\nu, T) = \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}. \quad (3)$$

Поскольку, в отличие от [5], мы рассматриваем квантовый случай электрического канала связи, то для спектра $P_\nu(T)$, согласно [4], будем брать выражение Найквиста

$$P_\nu(T) = \gamma(\nu) \varepsilon(\nu, T). \quad (4)$$

Здесь $\gamma(\nu) = \frac{|2R|^2}{|\chi(\nu)|^2}$, где $2R$ —омическое сопротивление канала, а $\chi(\nu)$ —полное сопротивление цепи—импеданс.

Подставляя (4) в (2), получаем

$$P(T) = \int_0^\infty \gamma(\nu) \varepsilon(\nu, T) d\nu. \quad (5)$$

Очевидно, в (5) подынтегральное выражение зависит от параметров цепи: R , индуктивности L и емкости C^* . Эти параметры при больших частотах ($h\nu \gg kT$) будут зависеть от частоты. Поэтому в общем случае делать из (5) какие-нибудь выводы весьма сложно. В квантовом случае вычисление пропускной способности канала электрической связи при постоянных параметрах R, L, C^* (классический предельный случай) нами было проведено в работе [6]. Здесь же рассмотрим узкополосный канал, когда вся мощность сигнала сосредоточена в полосе $\Delta\nu$. Если $\Delta\nu$ мало по сравнению с центральной частотой ν , т. е. $\frac{\Delta\nu}{\nu} \ll 1$, вместо (5) приближенно будем иметь

$$P(T) = \gamma(\nu) \varepsilon(\nu, T) \Delta\nu. \quad (6)$$

Подставляя (6) в (1), получаем

$$C = \Delta\nu\gamma(\nu) \int_T^{T_{эф}} 1/kT \frac{d}{dT} \varepsilon(\nu, T) dT.$$

Перейдем к интегрированию по ε :

$$C = \Delta\nu\gamma(\nu) \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} 1/kT(\varepsilon) d\varepsilon, \quad (7)$$

где $\varepsilon_1 = \varepsilon(\nu, T)$, $\varepsilon_2 = \varepsilon(\nu, T_{эф})$, а $T(\varepsilon)$ как функция от ε определяется из (3) следующим образом:

$$\frac{1}{kT(\varepsilon)} = \frac{1}{h\nu} \ln \frac{\varepsilon + h\nu}{\varepsilon}.$$

Подставляя это выражение в (7) и интегрируя, будем иметь

$$C = \Delta\nu\gamma(\nu) \left\{ \ln \frac{\varepsilon_2 + h\nu}{\varepsilon_1 + h\nu} + \frac{\varepsilon_2}{h\nu} \ln \frac{\varepsilon_2 + h\nu}{\varepsilon_2} - \frac{\varepsilon_1}{h\nu} \ln \frac{\varepsilon_1 + h\nu}{\varepsilon_1} \right\}. \quad (8)$$

В (8) ε_2 выразим через ε_1 и мощность сигнала \bar{P} .

Из определения температуры $T_{\text{эф}}$ вытекает, что

$$P(T_{\text{эф}}) = P(T) + \bar{P}. \quad (+)$$

Если в это выражение подставим (4), найдем

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 + \frac{P^*}{\gamma(\nu)},$$

где

$$P^* = \frac{\bar{P}}{\Delta\nu}. \quad (9)$$

Учитывая (9), из (8) получаем выражение для пропускной способности узкополосного канала с шумом в квантовом случае:

$$C = \Delta\nu\gamma(\varepsilon) \left\{ \ln \left[1 + \frac{P^*}{\gamma h\nu} (1 - e^{-h\nu/kT}) \right] + \left[\frac{P^*}{\gamma h\nu} + \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} \right] \ln \left[1 + \frac{h\nu (e^{h\nu/kT} - 1)}{\frac{P^*}{\gamma} (e^{h\nu/kT} - 1) + h\nu} \right] - \frac{h\nu}{kT} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} \right\}. \quad (10)$$

Формула (10) при $\gamma(\nu) = 1$ совпадает с формулой (14) из работы [5], которая выражает пропускную способность фотонного узкополосного канала. Как известно, $\gamma = 1$, когда цепь состоит только из омического сопротивления.

Для электрического канала с импедансом

$$z(\nu) = 2R + i \left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C^*} \right)$$

γ равен единице при резонансной частоте

$$\nu_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC^*}}.$$

В этом случае пропускная способность канала будет иметь вид

$$C_r = \Delta\nu \left\{ \ln \left[1 + \frac{2\pi P^* \sqrt{LC^*}}{h} \left(1 - \exp \left[-\frac{h}{2\pi kT \sqrt{LC^*}} \right] \right) \right] \right\} +$$

$$\begin{aligned}
 & + \left[\frac{2 \pi P^* \sqrt{LC^*}}{h} + \frac{1}{\exp \left[\frac{1}{kT 2 \pi \sqrt{LC^*}} \right] - 1} \right] \times \\
 & \times \ln \left[1 + \frac{\frac{h}{2 \pi kT \sqrt{LC^*}} \left(\exp \left[\frac{h}{2 \pi kT \sqrt{LC^*}} \right] - 1 \right)}{P^* \left(\exp \left[\frac{h}{2 \pi kT \sqrt{LC^*}} \right] - 1 \right) + \frac{h}{2 \pi \sqrt{LC^*}}} \right] - \\
 & \left. - \frac{\frac{h}{2 \pi kT \sqrt{LC^*}}}{\exp \left[\frac{h}{2 \pi kT \sqrt{LC^*}} \right] - 1} \right\}. \quad (11)
 \end{aligned}$$

При низкой резонансной частоте $\frac{1}{2 \pi kT \sqrt{LC^*}} \ll 1$ из (11) получим формулу Шеннона

$$C = \Delta \nu \ln \left(1 + \frac{P^*}{kT} \right). \quad (12)$$

В обратном предельном случае, когда $\frac{h}{2 \pi kT \sqrt{LC^*}} \gg 1$, формула (11) дает

$$\begin{aligned}
 C = \Delta \nu \left\{ \ln \left(1 + \frac{2 \pi P^* \sqrt{LC^*}}{h} \right) + \frac{P^* \sqrt{LC^*} \cdot 2 \pi}{h} \times \right. \\
 \left. \times \ln \left(1 + \frac{h}{2 \pi P^* \sqrt{LC^*}} \right) \right\}. \quad (13)
 \end{aligned}$$

Таким образом, формулы (10) и (11) представляют собой выражения для пропускной способности узкополосного канала в квантовом случае.

Интересные выводы можно сделать из квантового выражения для пропускной способности канала, состоящего только из омического сопротивления, которое было получено в работах [5, 6] и вычисление которого не представляет трудности при $\gamma = 1$ с учетом (4), (1) и (+). Оно имеет вид

$$C = \frac{\pi^2 kT}{3h} \left(\sqrt{1 + \frac{6h\bar{P}}{\pi^2 (kT)^2}} - 1 \right), \quad (14)$$

где \bar{P} — средняя мощность сигнала.

Из (14) легко можно получить ту минимальную энергию ε , которая нужна для передачи одного „нита“ количества информации со скоростью C :

$$\varepsilon = kT + \frac{3}{2\pi^2} hC. \quad (15)$$

(15) можно выразить следующим образом:

$$\frac{1}{C} (\varepsilon - kT) \sim \frac{h}{2\pi}.$$

Так как C представляет собой то максимальное количество информации, которое можно передать за единицу времени, то $1/C$ будет минимальным временем τ , необходимым для передачи одного „нита“ количества информации.

Тогда

$$\tau(\varepsilon - kT) \sim \frac{h}{2\pi}. \quad (16)$$

Выражение (16) похоже на квантовую неопределенность. Если в канале шум отсутствует, т. е. $T=0$, то (16) дает

$$\tau\varepsilon \sim \frac{h}{2\pi}. \quad (17)$$

Это означает, что при $T=0$ передача информации не может быть одновременно оптимальной по времени и энергии.

Как видно из (16), для того чтобы за конечный промежуток времени передать одну единицу количества информации, требуется энергия $\varepsilon > kT$. Как известно, элементарными носителями информации являются фотоны. Поэтому в наилучшем случае будет возможно один „нит“ количества информации передать с помощью одного фотона, т. е. используя энергию $h\nu$. Как было отмечено выше, чтобы быть носителем одной единицы количества информации, энергия фотона должна быть больше или равна kT , т. е. должно выполняться условие $h\nu \geq kT$ или $\frac{h\nu}{kT} \geq 1$.

При получении информации приемник поглощает фотон с энергией $h\nu$. Этим энтропия приемника увеличивается на величину $\frac{h\nu}{T}$, где прирост энтропий выражен в термодинамических единицах. Тогда $\frac{h\nu}{kT}$ будет приростом энтропии при получении одного „нита“ количества информации, выраженным в безразмерных единицах. Как убедились, этот прирост должен быть больше или равен полученному приемником количеству информации в один „нит“.

Итак, при получении приемником количества информации ΔI его энтропия должна увеличиваться на величину ΔS таким образом, чтобы



прирост энтропии всегда был больше или равен полученному приемником количеству информации

$$\Delta S \cong \Delta T$$

или

$$\Delta(S - T) \cong 0. \quad (17)$$

Мы получили следующие условия, связанные с передачей информации:

$$\begin{aligned} \tau(\varepsilon - kT) &\sim \frac{h}{2\pi}, \\ \tau \cdot \varepsilon &\sim \frac{h}{2\pi}, \\ \Delta S &\cong \Delta T, \end{aligned} \quad (18)$$

без которых невозможно передать информацию. Эти условия мы назовем „неопределенностью“ теории информации.

В работе [3] Бриллиэн показал, что количество информации, полученное в физических экспериментах, всегда меньше или равно приросту энтропии лаборатории. Согласно (17), такое же ограничение имеет место для канала с шумом.

Таким образом, статистический характер физических процессов и квантовая природа материи накладывают на передачу информации ограничения типа (18).

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 6.10.1964)

შინიშნა

ბ. ებრალიძე

მატერიის კვანტური ბუნების გავლენა ინფორმაციის
გადაცემაზე
რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში გამოთვლილია ვიწროზოლიანი ხმაურის მქონე ელექტრული კავშირის არხის გამტარუნარიანობა. მიღებულია არხის გამტარუნარიანობის გამოსახულება წრედის რეზონანსულ სიხშირეზე. ნაჩვენებია, რომ ეს უკანასკნელი მცირე რეზონანსული სიხშირისათვის გადადის შენონის კლასიკურ შედეგში [1], ხოლო მოპირდაპირე ზღვრულ შემთხვევაში, როცა

$$\frac{h}{2\pi kT V LC^*} \gg 1,$$

მიიღება (13) შედეგი.

ერთი „ნიტი“ ინფორმაციის რაოდენობის გადაცემისათვის საჭირო მინიმალური ენერგიის (15) გამოსახულების ანალიზით, შრომაში დადგენილია,

რომ მატერიის ქვანტური ბუნება და ფიზიკური პროცესების სტატისტიკური ხასიათი (18) ტიპის უზღუდულობას ადებს ინფორმაციის გადაცემას, სადაც ϵ არის ერთი „ნიტი“ ინფორმაციის გადაცემისათვის საჭირო მინიმალური ენერგია, τ -საჭირო მინიმალური დრო, ხოლო ΔI -მიმღების მიერ მიღებული ინფორმაციის რაოდენობა და ΔS -მიმღების ენტროპიის ნაზრდი.

დასმომავალი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. ИЛ, М., 1963.
2. В. Таллер. Теоретическое ограничение скорости передачи информации. В сб.: „Теория информации и ее приложения“, М., 1959.
3. Л. Бриллюэн. Наука и теория информации. М., 1960.
4. В. Л. Гинзбург. Некоторые вопросы теории электрических флуктуаций. УНФ, 1952, стр. 348.
5. Д. С. Лебедев, Л. Б. Левитин. Максимальное количество информации, переносимое электромагнитным полем. ДАН СССР, т. 149, № 6, 1963.
6. Т. Д. Эбралидзе. Вычисление пропускной способности канала с шумом в квантовом случае. Сообщения АН ГССР, XXXVI:1, 1964.

Д. И. СИХАРУЛИДZE, А. М. АХАЛБЕДАШВИЛИ

ДЛИННОПЕРИОДНЫЕ РЕЛЕЕВСКИЕ ВОЛНЫ В ОБОЛОЧКЕ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 15.10.1964)

Исследованные дисперсии скоростей длиннопериодных поверхностных сейсмических волн имеют существенное значение для изучения физических свойств оболочки Земли. Для регистрации длиннопериодных Релеевских волн на Тбилисской центральной сейсмической станции установлен длиннопериодный вертикальный сейсмограф [1—3]. В продолжение двух лет работы сейсмографа длиннопериодные волны удалось зарегистрировать во время Аляскинского землетрясения, происшедшего 28/III—1964 г. в 03 час 36 мин 13 сек и являющегося одним из известных сильных землетрясений в мире. Его магнитуда оценивается в 8. По данным мировой сети сейсмических станций, координаты эпицентра $\varphi = 61,0 N$; $\lambda = 147,9 W$.

Наблюдения показали, что длиннопериодные поверхностные волны могут возникать при очень сильных землетрясениях; при таких землетрясениях возможно колебание оболочки Земли.

Длиннопериодные Релеевские волны, формирующиеся при Аляскинском землетрясении, зарегистрированном Тбилисской центральной сейсмической станцией, замечательны тем, что выявляются волны этого типа, многократно обегавшие земной шар. Обозначим через R_1 волну Релея, пробежавшую от эпицентра до станции „Тбилиси“ по кратчайшему пути Δ_1 , а через R_2 —волну, прошедшую в противоположном направлении путь $L - \Delta_1 = \Delta_2$ (где $L = 40000$ км). Обозначим пути прямого направления нечетными индексами, четными—обратные пути. На сейсмограмме удалось обнаружить длинные волны Релея от R_4 до R_{15} , с периодом до 450 сек. Волны R_1, R_2, R_3 выявить на сейсмограмме затруднительно по двум причинам: во-первых, начальная часть записи осложнена интенсивными вступлениями короткопериодных колебаний; во-вторых, как было показано в работе [4], для формирования поверхностных волн требуется определенное эпицентральное расстояние. В данном случае возможно, что эпицентральные расстояния Δ_1 и Δ_2 не являются достаточными для формирования длиннопериодных колебаний.



Интерпретация наблюдаемых мантийских Релеевских волн показывает, что диапазон наблюдаемых периодов меняется от 80 до 450 сек. Минимум групповой скорости наблюдается при периоде 220—230 сек. Существование слоя пониженной скорости, слоя Гутенберга, на глубине 100 км под континентами и на несколько меньшей глубине под океанами обуславливает возникновение максимума в дисперсионной кривой волн Релея при периодах 70—90 сек.

Поэтому на фоне записи больших периодов (270—370 сек) появляются 70—150-секундные волны.

Для получения полной картины дисперсии скоростей исследовались также обычные Релеевские волны, формирующиеся в земной коре. Следует отметить, что коровые Релеевские волны на записях сейсмографов общего типа и длиннопериодного сейсмографа не регистрируются так, чтобы возможна была их обработка. Довольно хорошие записи получены с помощью сейсмографов типа Д. А. Харина и ВЭГИК, установленных на сейсмостанциях „Душети“ и „Горис“. Диапазон периодов Релеевских волн меняется здесь в пределах 22—65 сек. Периоды сейсмографа и гальванометра этих станций соответственно равны: $T_1=1,5$ сек; $T_2=0,23$ сек; $T_1=2,0$ сек; $T_2=0,0666$ сек. При больших периодах эти сейсмографы имеют незначительное увеличение. Таким образом, записи этих сейсмографов при очень сильных землетрясениях являются ценными, и это еще раз подтверждает необходимость разных типов сейсмографов для получения широкого спектра колебаний волн.

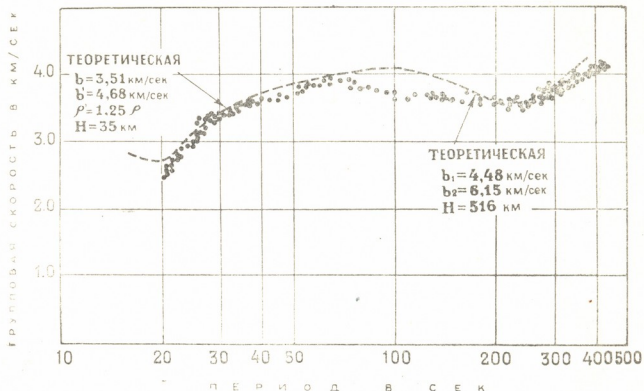
Поверхностные волны достаточно разборчиво зарегистрированы также механически пишущими сейсмографами Б. Б. Голицына.

Исследование записей длиннопериодных волн показывает, что наиболее интенсивно на сейсмограммах выявляются волны, имеющие значения периодов 220—230 сек. Колебания с такими периодами распространяются с минимальной групповой скоростью $u=3,58—3,55$ км/сек.

Величина амплитуды колебания почвы в пункте наблюдений в волне R_4 для таких периодов составляет 2 мм. Кроме того, волны, идущие с востока, на сейсмограмме выявлены гораздо менее интенсивно, чем волны, идущие с запада. Возможно, что это указывает на анизотропию излучения сейсмической энергии из очага. Такие случаи наблюдались и при Чилийском землетрясении 1960 г. [5].

Значения дисперсии групповых скоростей соответствующих периодов длиннопериодных Релеевских волн получены по формуле $u = \frac{\Delta}{t_1 - t_0}$ [6, 7]. Некоторые участки записи длиннопериодных волн осложнялись вступлениями колебаний афтершоков главного землетрясения. Такие участки записи приходилось срисовывать.

Полученные данные экспериментальной дисперсии групповых скоростей для коровых и мантийских Релеевских волн даны на фиг. 1. Там же они сопоставлены с теоретическими кривыми. Значение упругих параметров сред и мощностей слоев, для которых получены теоретические дисперсионные кривые, приведено на той же фигуре. Экспериментальная кривая характеризуется двумя минимумами и одним максимумом групповых скоростей. Первый минимум обусловлен строением земной коры, второй указывает на то, что ниже слоя Гутенберга происходит резкое возрастание скорости поперечных волн.



Фиг. 1

Для изучения физических свойств Земли, наряду с другими упругими параметрами среды, важно определить коэффициенты поглощения сейсмической энергии и внутреннего трения оболочки Земли. Теоретические исследования и многочисленные эксперименты показывают, что с возрастанием эпицентрального расстояния, происходит затухание сейсмической энергии. Уменьшение амплитуды волн с возрастанием эпицентрального расстояния обусловлено геометрическим расхождением волновых фронтов и поглощением энергии в среде, в которой распространяются сейсмические волны. Затухание, вызванное влиянием геометрического расхождения для данной станции, является постоянным. Нас интересуют затухания сейсмической энергии в зависимости от поглощения. Многократно оббежавшие земной шар длинные Релеевские волны, зарегистрированные длиннопериодным сейсмографом, дают возможность определять коэффициенты поглощения и внутреннего трения оболочки Земли.

Амплитуда в фазе Эйри, которой соответствует минимальная групповая скорость, с увеличением расстояния будет меняться приблизительно следующим образом:

$$A_z = \frac{A_0 e^{-\gamma \Delta}}{\sqrt{\Delta}}; \quad (1)$$

вне этой фазы:

$$A_z = \frac{\bar{A}_0 e^{-\gamma \Delta}}{\sqrt{\Delta}}, \quad (2)$$

где

γ —коэффициент поглощения поверхностных волн;

A_0, \bar{A}_0 —постоянные для данного периода;

Δ —эпицентральное расстояние.

В логарифмическом масштабе (1), (2) выражают уравнения прямой:

$$\ln [A_z \sqrt{\Delta}] = \ln A_0 - \gamma \Delta, \quad (1')$$

$$\ln [\bar{A}_z \sqrt{\Delta}] = \ln \bar{A}_0 - \gamma \Delta, \quad (2')$$

угловой коэффициент которых и дает значение γ .

Значение коэффициента поглощения в фазе Эйри Аляскинского землетрясения для периода $T=220$ сек

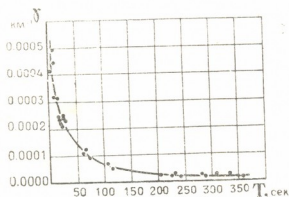
$$\gamma = 0,0021 \text{ град}^{-1} = 0,000019 \text{ км}^{-1};$$

при $T=320$ сек

$$\gamma = 0,00133 \text{ град}^{-1} = 0,000012 \text{ км}^{-1}.$$

В работах советских и зарубежных сейсмологов изучен коэффициент поглощения для разных периодов волн. Коэффициенты поглощения

для разных периодов волн имеют разные значения. В частности, величины коэффициентов поглощения уменьшаются соответственно с увеличением периодов сейсмических волн. Используя эти результаты определения коэффициента поглощения и наши данные, можно построить кривую зависимости коэффициента поглощения от периода волн (фиг. 2), из которой видно, что градиент ко-



Фиг. 2

эффициента поглощения при очень больших периодах—приблизительно постоянная величина.

Внутреннее трение оболочки Земли определялось формулой

$$\frac{1}{Q} = \frac{\gamma CT}{\pi},$$

где

$\frac{I}{Q}$ — безразмерная величина; C — фазовая скорость волн Релея.

Для определения $\frac{I}{Q}$ использовались полученные выше значения γ .

В фазе Эйри $T=220$ сек, $C=4,6$ км/сек

$$\frac{I}{Q} = 612 \times 10^{-5};$$

при периоде $T=320$ сек, $C=4,9$ км/сек

$$\frac{I}{Q} = 600 \times 10^{-5}.$$

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики
Тбилиси

(Поступило в редакцию 15.10.1964)

გეოფიზიკა

დ. სიხარულიძე, ა. ახალბედაშვილი

გრძელპერიოდური რელეის ტალღები დედამიწის
ბარსში

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა გრძელპერიოდური რელეის ტალღების ჯგუფური სიჩქარეების დისპერსია. დადგენილ იქნა დედამიწის გარსის იმ ფენის სისქე, რომელშიც ფორმირებულია ეს ტალღები. ექსპერიმენტული დისპერსიული მრუდის მიხედვით, ზედა მანტიის მცირესიჩქარიანი ფენი უნდა მდებარეობდეს 100 კმ-ის სიღრმეზე.

გრძელპერიოდებიანი ტალღებისათვის განსაზღვრულ იქნა შთანთქმისა და შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტები.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Т. Архангельский. Вопросы теории длиннопериодного вертикального сейсмографа. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 10, 1960.
2. В. Т. Архангельский и др. Опыт наблюдения длиннопериодных сейсмических волн на станции „Симферополь“. Известия АН СССР, сер. геофизики, № 5, 1961.
3. А. М. Ахалбедашвили, Д. И. Сихарулидзе. Некоторые результаты работы длиннопериодного сейсмографа в Тбилиси. Сообщения АН ГССР, XXXVI:1, 1964.

4. Д. И. Сихарулидзе, Н. П. Тутберидзе. О группах поверхностных сейсмических волн, формирующихся в различных слоях земной коры. Труды Института геофизики АН ГССР, т. XXII, 1964.
5. Е. Ф. Саваренский, И. И. Попов, А. П. Лазарева. Наблюдения длиннопериодных волн Чилийского землетрясения 1960 г. Изд. АН СССР, сер. геофиз., № 8, 1961.
6. Д. И. Сихарулидзе. Дисперсия волн Лява и изучение строения земной коры по наблюдениям кавказских сейсмических станций. Труды института геофизики АН ГССР, т. XIX, 1960.
7. В. М. Архангельская, С. А. Федоров. Некоторые результаты изучения затухания поверхностных волн Релея. Изд. АН СССР, сер. геофиз., № 8, 1961.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ, Л. К. ГОГИЧАДЗЕ

АЗОТНОКИСЛОТНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГРУЗИНСКИХ
СЕРПЕНТИНИТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 15.8.1964)

Основным сырьем для производства окиси магния является природный магнезит, однако запасы его не могут удовлетворить возрастающую потребность промышленности на высокоогнеупорные материалы. В последние годы проводились исследования по получению окиси магния из морской рапы. Но и последняя не может обеспечить потребности на окись магния [1—5]. Поэтому изыскание новых сырьевых ресурсов для ее получения является важной практической задачей.

Перспективным сырьем для производства окиси магния следует считать серпентиниты [5—7], тем более что при их химической переработке имеется возможность получить и другие ценные продукты — активный кремнезем, концентрат никеля и кобальта, а также и побочный продукт — жидкое смешанное удобрение [7—12].

Во многих исследованиях для разложения серпентинитов применялась серная кислота. При получении же семиводного нитрата и фосфата магния и кальция некоторые исследователи пользовались растворами азотной кислоты [8—10].

Проведенные нами опыты показали, что замена серной кислоты азотной не ухудшает показателей процесса выщелачивания серпентинита. При этом имеется возможность получения смешанных нитратных растворов с лучшими удобрительными свойствами по сравнению с растворами, полученными при сернокислотной переработке.

Испытанию подверглись серпентиниты Чорчанского (Грузинская ССР) месторождения следующего химического состава (%):

MgO — 36,83; SiO₂ — 38,65; Al₂O₃ — 0,75; Fe₂O₃ — 7,60; CaO — 0,56;
MnO — 0,13; Cr₂O₃ — 0,35; NiO — 0,25; CoO — 0,0045.

Исследования проводились в направлении подбора условий разложения сырого серпентинита, так как предварительный обжиг не оказывает влияния на степень извлечения ценных компонентов из серпентинита [6].

Изучалось влияние на процесс разложения серпентинита основных факторов: количества и концентрации азотной кислоты, температуры, продолжительности процесса выщелачивания и крупности помола исходного образца.

Результаты экспериментов (рис. 1 и 2) свидетельствуют о том, что для разложения сырого серпентинита в процессе выщелачивания выгодно применять 25—50%-ный раствор азотной кислоты.

При такой концентрации азотной кислоты извлечение основных ценных компонентов составляет 90—95%.

С повышением концентрации азотной кислоты увеличивается переход железа и кремнезема в маточный раствор, что нежелательно, так как усложняется фильтрация пульпы.

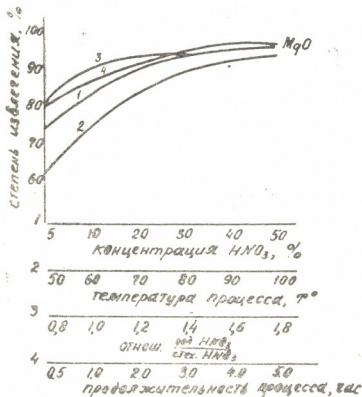


Рис. 1

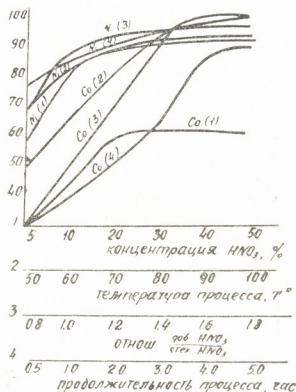


Рис. 2

Химическое взаимодействие азотной кислоты и серпентинита является экзотермическим процессом, однако с повышением температуры степень извлечения основных компонентов заметно возрастает и при 100—104° составляет в среднем 95% (рис. 1 и 2). При этом заметного увеличения перехода кремнезема в раствор не отмечается, но увеличивается степень извлечения железа. Соответственно с увеличением степени извлечения основных компонентов с повышением температуры в маточном растворе количество свободной азотной кислоты уменьшается, вследствие чего расход аммиака при нейтрализации значительно снижается. С повышением температуры пульпы, очевидно, растет степень разложения азотной кислоты с образованием нитрозных газов. В проведенных опытах она не превышает 5—8%.

Практически необходимое количество азотной кислоты для полного разложения серпентинита определялось из данных по изучению влияния на степень извлечения отдельных компонентов отношения добавленной азотной кислоты к стехиометрическому ее количеству (рис. 1, 2, табл. 1).

С увеличением в пульпе отношения $\frac{\text{доб. HNO}_3}{\text{стех. HNO}_3}$ извлечение основных компонентов из серпентинита заметно повышается. При изменении этого отношения от 0,8 до 1,7 степень извлечения увеличивается (в среднем):

для окиси магния—на 18%, никеля—28%, кобальта—70% и железа — 40%.

Таблица 1

Влияние отношения $\frac{\text{доб. HNO}_3}{\text{стех. HNO}_3}$ на степень извлечения основных компонентов
Вес образца серпентинита 100 г; крупность помола 0,8 мм (67%); концентрация азотной кислоты 25,6%; температура выщелачивания 103—106°; продолжительность выщелачивания 2 часа

№ опыта	Отношение доб. HNO ₃ стех. HNO ₃	Кислотность фильтрата, г/л	Вес хвостов, г	Состав хвостов, %					Степень извлечения, %				
				SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Ni	Co	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Ni	Co
16	0,8	12,3	58,1	61,95	10,76	7,66	0,102	0,0046	7,0	83,1	41,5	69,6	25,0
17	0,9	11,8	56,0	68,16	9,93	6,85	0,050	0,0045	1,30	84,9	49,5	85,6	30,6
14	1,0	20,6	45,3	—	6,74	6,25	0,046	0,0044	—	91,7	62,8	89,2	47,2
18	1,2	29,4	47,7	—	7,48	4,84	0,030	0,0026	—	90,4	69,7	92,8	66,7
19	1,5	44,0	46,1	74,38	3,67	4,23	0,017	0,0001	11,4	95,4	74,4	96,0	98,7
4	1,7	105,0	45,2	75,97	4,03	3,20	0,012	—	12,0	95,1	81,0	97,2	—

Переход кремнезема в маточный раствор увеличивается не более, чем на 4—5%. Заметно возрастает в пульпе количество свободной азотной кислоты.

Таблица 2

Влияние тонкости помола серпентинита на степень извлечения основных компонентов
Вес образца серпентинита 100 г; отношение $\frac{\text{доб. HNO}_3}{\text{стех. HNO}_3} = 1$; концентрация HNO₃ = 25,6%; температура выщелачивания 104° С; продолжительность выщелачивания 2 часа

№ опыта	Крупность помола фракции 0,8 мм и ниже, %	Кислотность фильтрата, г	Вес хвостов, г	Состав хвостов, %					Степень извлечения, %				
				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	Ni	Co	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	Ni	Co
31	52,7	39,1	54,4	75,71	6,0	10,76	0,13	0,004	—	56,9	84,2	63,4	38,9
32	56,6	41,1	49,8	67,32	5,6	10,48	0,058	0,0018	13,3	63,3	85,8	86,6	75,3
33	67,1	40,5	47,4	73,62	5,6	4,86	следы необн.		9,7	65,2	93,8	100	100
29	95,1	44,6	47,7	73,40	5,6	3,89	0,05	0,0026	9,4	64,9	95,1	89,7	66,7
30	97,7	37,2	47,7	73,91	4,8	2,74	0,032	0,001	9,1	69,9	96,5	92,3	73,6

При введении в пульпу стехиометрического количества кислоты извлечение основных ценных компонентов в среднем составляет 90%, но при этом значительно сокращается расход аммиака на нейтрализацию свободной азотной кислоты, облегчается фильтрация пульпы и дальнейшая переработка маточного раствора.

Во избежание увеличения перехода в маточный раствор кремнезема и железа целесообразно процесс выщелачивания заканчивать за 2 часа, несмотря на то что с увеличением продолжительности процесса заметно возрастает степень извлечения основных ценных компонентов.

Замена серной кислоты азотной кислотой при выщелачивании сырого серпентинита не ухудшает качества активного кремнезема, остающегося в виде отходов.

Подобно сернокислотному способу переработки местных серпентинитов [6, 11], выделение ценных компонентов и некоторых примесей из маточного раствора осуществляется посредством нейтрализации аммиаком. Предлагаемая принципиальная технологическая схема комплексной переработки местных серпентинитов азотнокислотным способом представлена на рис. 3.

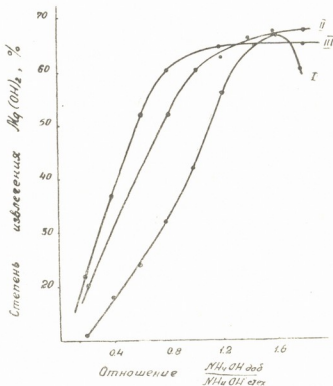


Рис. 4. Влияние количества аммиака и концентрации нитрата магния на степень извлечения магния из раствора в виде гидроксида: I—50 г/л $Mg(NO_3)_2$; II—100 г/л $Mg(NO_3)_2$; III—150 г/л $Mg(NO_3)_2$

Сырой серпентинит, предварительно измельченный, направляется на кислотное выщелачивание. После выщелачивания полученная пульпа идет на декантацию и фильтрацию для разделения жидкой и твердой фаз. Промытые хвосты кислотного выщелачивания, содержащие 70—80% кремнезема (из которых 90% являются активными), направляются на дальнейшую переработку. По первому варианту эти хвосты обрабатываются 15—20%-ным раствором едкого натра при 100—104° с получением жидкого стекла с модулем 3—4. По второму варианту предлагается к этим хвостам добавить 8—10% извести и после автоклавной обработки получить вяжущее типа силикатного кирпича с механической прочностью 150—180 к/см².

Извлечение железа из маточного раствора в виде гидроксидов осуществляется введением в раствор аммиака. При pH 6—7 из раствора полностью выделяется железо и основная часть никеля и кобальта. В



полученном железном кеке содержание окиси железа составляет 55—65% и никеля—1—2%.

Для получения более богатого концентрата никеля и кобальта и чистой окиси железа кеки обрабатываются концентрированной серной кислотой с применением обжига при 600—700°C в течение 2 часов. В дальнейшем спекшаяся масса обрабатывается водой, отделяется окись железа чистотой 97—98%, а из фильтрата едким натром высаживаются гидроокиси никеля и кобальта.

После очистки от железа, алюминия, хрома и частично никеля и кобальта маточный раствор вновь обрабатывается аммиаком. При pH 10—10,5 часть магния (60—70%), содержащаяся в растворе, выделяется в виде легкофильтрующейся гидроокиси.

При введении аммиака в маточный раствор полнота осаждения гидроокиси магния зависит от концентрации нитрата магния в маточном растворе и количества добавляемого аммиака (рис. 4). Полученная гидроокись магния содержит примесей: SiO_2 — 0,02%, Fe_2O_3 — 0,043%; CaO —0,21; Ni —следы; Co —нет.

После промывки гидроокись магния прокаливается при 500—600°C для получения окиси магния.

Оставшийся фильтрат, содержащий в основном нитрат аммония и аммиакат магния, а также в микродозах аммиакаты никеля, кобальта, марганца и т. д., предлагается использовать в качестве жидкого удобрения.

По второму варианту маточные растворы можно обработать углекислым аммонием с получением карбонатов никеля, кобальта, магния и аммиачной селитры. Необходимое для получения $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ количество CO_2 получается при разложении карбонатов.

В зависимости от концентрации азотной кислоты, взятой для выщелачивания сырого серпентинита, количество минеральных солей в фильтрате составляет 360—400 г/л.

Выводы

1. Подобраны условия разложения сырого серпентинита в азотной кислоте.
2. Установлена возможность использования в качестве сырья для получения жидкого стекла кислотных отходов переработки местных серпентинитов.
3. Предлагается использовать в качестве жидкого удобрения нитратные растворы, остающиеся после извлечения из маточного раствора основных ценных компонентов.
4. Предложена принципиальная технологическая схема комплексной переработки местных серпентинитов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт прикладной химии
и электрохимии

(Поступило в редакцию 15.8.1964)

მ. ბაზრინაშვილი, ლ. ბოზინაძე

აღბილობრივი სერპენტინიტების აზოტმჟავური მეთოდით
 გადამუშავება

რეზიუმე

შესწავლილია ადგილობრივი სერპენტინიტების აზოტმჟავური მეთოდით კომპლექსური გადამუშავების შესაძლებლობის საკითხი. ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ სერპენტინიტებიდან სასარგებლო კომპონენტების (მაგნიუმის ჟანგი, ნიკელი, კობალტი) მაქსიმალური (95—97%) გამოწილება შესაძლებელია შემდეგი პირობების დაცვით: აზოტმჟავის კონცენტრაცია—25—50%, აზოტმჟავის რაოდენობა — სტექიომეტრული, გამოწილების ტემპერატურა 90—104°, სერპენტინიტის დატყვის ხარისხი — 65%-0,8 მმ და უფრო წვრილი ნაწილაკები, გამოწილების ხანგრძლივობა — 2 საათი.

წარმოდგენილია საორიენტაციო ტექნოლოგიური სქემა ადგილობრივი სერპენტინიტების კომპლექსური გადამუშავებისა, რაც ითვალისწინებს სუფთა მაგნიუმის ჟანგის, ნიკელისა და კობალტის კონცენტრატის, აქტიური კაემიწის შემცველი მასის და ბოლოს ამონიუმისა და მაგნიუმის ნიტრატების შემცველი თხევადი სასუქის მიღებას.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. С. Спиро. Окись магния из природных рассолов. Огнеупоры, № 6, 1946.
2. Н. И. Воронин. Лабораторно-технологические исследования гидрата окиси магния из природных рассолов. Огнеупоры, № 6, 1946.
3. И. К. Пуха. Технологическая схема производства окиси магния из обесульфаченной рапы Сиванша и доломита. Труды Института галургии, вып. XXXI, 1956, 28.
4. Н. К. Давиденко. Получение сернокислого магния из рассолов. Украинский химический журнал, № 6, 1955, 21.
5. В. В. Аршинов. Магнезиально-силикатные породы и пути их использования. Советская геология, сб. 5. Гос. изд. геологической литературы, М., 1957.
6. В. Н. Гаприндашвили, Д. Н. Килაძე, М. К. Курдеვანიძე. К вопросу комплексной переработки целесских серпентинитов, Труды Института прикладной химии и электрохимии АН ГССР, т. 3, 1964, 73.
7. Пути использования серпентинитов. Сб. работ Института химии АН АзССР, Баку, 1953.
8. С. В. Терпугов. Перспективы использования змеевиков Азово-Черноморского края, Киев, 1936.
9. С. В. Терпугов. Змеевики Азово-Черноморского края как источник сырья для химической промышленности. Журнал химической промышленности, 1936.
10. В. М. Какабадзе, З. Г. Николайшвили, Н. Г. Мшвениерадзе. Магнийсодержащие сложные удобрения. ДАН СССР, т. 155, № 1, 1964, 183.
11. В. Н. Гаприндашвили, М. К. Курдеვანიძე, О. С. Гвинეпаძე. Раздельное выделение гидроокисей металлов из растворов. Труды Института прикладной химии и электрохимии АН ГССР, т. 4, 1963, 45.
12. В. Н. Гаприндашвили, М. К. Курдеვანიძე. Комплексная переработка местных серпентинитов сернокислотным способом. Сб. трудов Института прикладной химии и электрохимии АН ГССР, 1964, 5.

В. П. ГОГУАДЗЕ, Т. Н. ИВАНОВ, Н. В. ВИТУЛЬСКАЯ,
Д. Р. НАТРОШВИЛИ, В. М. КВЕСЕЛАВА

ПЕРМАНГАНАТНОЕ ЧИСЛО, ПЛАВКОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ϵ -КАПРОЛАКТАМ- ЦИКЛОГЕКСАНООКСИМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 15.6.1964)

При исследовании реакции перегруппировки Бекмана нами было замечено, что в конечном продукте этой реакции вместе с ϵ -капролактамом в том или ином количестве выделялся также и непрореагировавший циклогексанооксим. Таким образом, на практике возможны случаи получения смеси отмеченных двух соединений, которые могут проявлять самые разнообразные свойства.

На фоне вышеизложенного для нас представляло определенный интерес исследование перманганатного числа, плавкости и показателя преломления света двухкомпонентной системы ϵ -капролактама-циклогексанооксима.

Для опытов брали заводской ϵ -капролактама с перманганатным числом 220, а также перекристаллизованный из спирта циклогексанооксим с температурой плавления 89°C . (Проба смеси с чистым оксимом депрессии не давала). Из этих двух компонентов были получены сплавы в различных весовых процентных соотношениях исходных веществ и определены соответствующие показатели. Изучалась динамика изменения перманганатного числа и плавкость исследуемой системы. Результаты опытов приведены на рис. 1.

Согласно данным рис. 1, перманганатное число ϵ -капролактама в зависимости от содержания в нем циклогексанооксима резко падает и при 25%-ном содержании данного оксима в ϵ -капролактаме перманганатное число равно нулю.

Было найдено, что система ϵ -капролактама-циклогексанооксима в интервале весовых соотношений компонентов от 7,3 до 4,5:5,5 при комнатной температуре представляет собой жидкость. При весовом соотношении 2:8 температура плавления системы ϵ -капролактама-циклогексанооксима практически совпадает с температурой плавления чистого ϵ -кап-



ролактама. Замечено также, что в случаях, когда сплав ϵ -капролактама-циклогексаноноксима содержал ϵ -капролактама от 99,9 до 90,0%, а также от 20 до 38%, температура плавления системы в этих двух разных областях одна и та же и падает в одном и том же интервале от 68 до 58°, т. е. на 10°.

Эти аномалии, очевидно, можно объяснить тем, что при слабокислотном характере ϵ -капролактама и слабощелочном характере циклогексаноноксима в исследуемой системе имеет место взаимодействие исходных компонентов с образованием соответствующей комплексной соли типа солей вторичных аминов с кислотами.

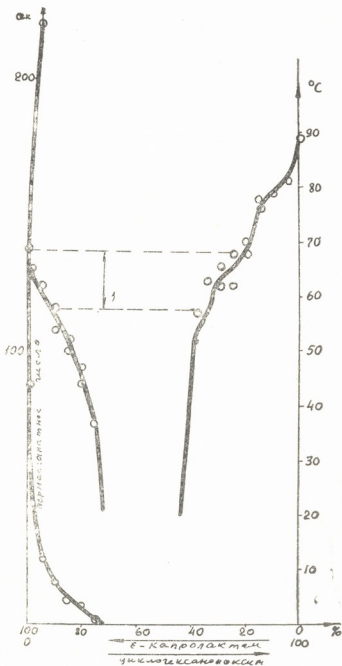


Рис. 1. Плавкость и динамика изменения перманганатного числа системы ϵ -капролактама-циклогексаноноксима

7,7; рН 1%-ного раствора жидкой фазы смеси лактам-оксим и 1%-ного раствора выпавших из жидкой фазы кристаллов—6,3—6,4. Эти данные говорят о том, что при взаимодействии ϵ -капролактама и циклогексанон-

саноноксима в исследуемой системе имеет место взаимодействие исходных компонентов с образованием соответствующей комплексной соли типа солей вторичных аминов с кислотами.

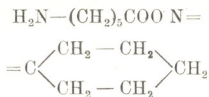
Соль эта отличается той редкой особенностью, что при обычной температуре она является жидкой.

С целью выяснения возможности солеобразования было проведено потенциометрическое титрование 1%-ных водных растворов ϵ -капролактама и циклогексаноноксима 0,1 н. щелочью. Жидкая фаза системы лактам-оксим (1%-ный раствор) и 1%-ный раствор выкристаллизовавшегося соединения, выделенного при длительном стоянии указанной жидкой фазы при 7—10°C, также были оттитрованы 0,1 н. щелочью (рис. 2, 3, 4).

Как видно из приведенных на рис. 2, 3, 4 кривых потенциометрического титрования указанных соединений, рН 1%-ного раствора ϵ -капролактама составляет 5,8; рН 1%-ного раствора циклогексаноноксима—

оксима образуется соль. Ход кривых потенциометрического титрования идентичен для растворов обеих фаз—как жидкой, так и кристаллической, что указывает на малую диссоциацию титруемых соединений.

Вместе с тем, мы интересовались вопросом, не имеют ли места в нашем случае солеобразование двойной системы ϵ -капролактама-циклогексаноксима и раскрытие цикла молекулы ϵ -капролактама с последующим образованием соли типа



С этой целью полученная нами жидкая соль была подвергнута испытанию с помощью качественных реакций на содержание в ней первичной аминной группировки, а также на содержание карбоксильной группы. Опыты не подтвердили наличия в

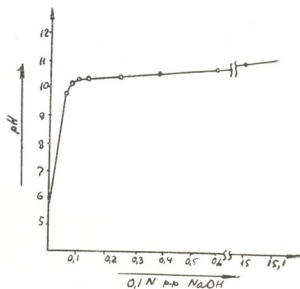


Рис. 2. Кривая потенциометрического титрования 1%-ного раствора ϵ -капролактама 0,1 н. NaOH

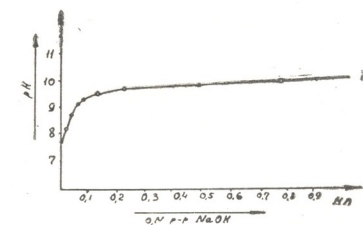


Рис. 3. Кривая потенциометрического титрования 1%-ного раствора циклогексаноксима 0,1 н. NaOH

исследуемом объекте ни одной и ни второй функциональных групп.

При изучении коэффициента преломления света в зависимости от содержания в циклогексаноксима ϵ -капролактама была построена диаграмма «показатель преломления—состав».

Известно, что диаграммы «показатель преломления—состав» для двойных систем могут иметь весьма различную форму [1]. Они бывают кривыми с небольшой кривизной или практически прямыми, но могут иметь значительный изгиб к оси «состав» или к оси «показатель преломления». Иногда на этих кривых появляются максимумы или минимумы, а иногда встречаются и сингулярные точки (изломы).

Появление экстремумов в отдельных случаях обусловлено происходящими при растворении процессами изменения объема и взаимодействия



компонентов. Сингулярные же точки появляются на кривых иногда при образовании в системе прочных (недиссоциированных) соединений компонентов и сохраняются при любом способе выражения состава.

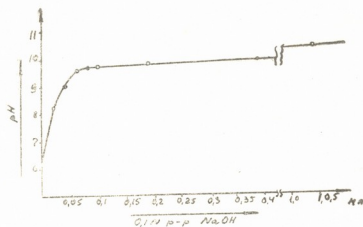


Рис. 4. Кривая потенциметрического титрования 1%-ного раствора жидкой фазы системы ϵ -капролактам-циклогексаноноксим 0,1 н. NaOH

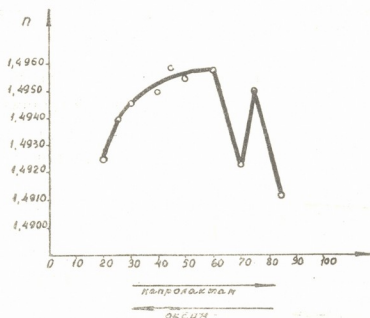


Рис. 5. Диаграмма „показатель преломления света—состав“ системы ϵ -капролактам-циклогексаноноксим

наших опыты подтвердили, что диаграмма «показатель преломления—состав» двойной системы « ϵ -капролактан—циклогексаноноксим» при весовом соотношении 1:1 резко изменяется и дает сингулярную точку (рис. 5).

Наличие сингулярной точки на диаграмме, конечно, не является достаточным основанием для утверждения того, что в данном случае мы имеем дело с солеобразной системой. Однако факт существования подобной точки в сочетании с другими вышеотмеченными экспериментальными данными увеличивает вероятность того, что при этих соотношениях компонентов в данной двойной системе мы имеем солеобразное соединение.

Наличие сингулярной точки на диаграмме, конечно, не является достаточным основанием для утверждения того, что в данном случае мы имеем дело с солеобразной системой. Однако факт существования подобной точки в сочетании с другими вышеотмеченными экспериментальными данными увеличивает вероятность того, что при этих соотношениях компонентов в данной двойной системе мы имеем солеобразное соединение.

Выводы

1. Перманганатное число ϵ -капролактама в зависимости от разного содержания в нем циклогексаноноксима резко падает и при содержании 25% оксима в капролактаме равно нулю.

2. Система „ ϵ -капролактан-циклогексаноноксим“ при содержании ϵ -капролактама в ней в пределах от 30 до 55% при комнатной температуре представляет собой жидкость.

3. Температура плавления системы „ε-капролактam-циклогексанон-оксим“ при содержании в этой системе 20% ε-капролактама практически совпадает с температурой плавления чистого ε-капролактама.

4. Кривая „показатель преломления—состав“ для двойной системы ε-капролактam-циклогексаноноксим при весовых соотношениях компонентов 1:1 имеет сингулярную точку, что указывает на вероятность образования химического соединения.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт прикладной химии и
 электрохимии
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 15.6.1964)

ქიმიკი

3. გობუაძე, თ. ივანოვი, ნ. ვიტულსკაია, ღ. ნატროვილი,
 3. კვიციანი

სისტემა ε-კაპროლაქტამი-ციკლოჰექსანონოქსიმის
 პერმანგანატის რიცხვი, დნობადობა და
 უშვებადობის მაჩვენებელი

რ ე ზ ი უ მ ე

ბეკმანის გადაჯგუფების რეაქციის შესწავლის დროს ჩვენ შევამჩნიეთ, რომ ხსენებული რეაქციის სამიზნო პროდუქტში ε-კაპროლაქტამთან ერთად ამა თუ იმ ოდენობით იმყოფებოდა აგრეთვე რეაქციაში შეუსვლელი ციკლოჰექსანონოქსიმიც. ამრიგად, პრაქტიკაში შესაძლოა აღნიშნული ორი ნაერთის ნარევის მიღება, რასაც მრავალი სხვადასხვა თვისების გამოვლინება შეუძლია.

აქედან გამომდინარე, ორკომპონენტიანი სისტემის, ε-კაპროლაქტამი-ციკლოჰექსანონოქსიმის პერმანგანატის რიცხვის, დნობადობისა და უშვებადობის მაჩვენებლის შესწავლა, ზოგადი მნიშვნელობის საინტერესო საკითხად წარმოგვიდგება.

ცდებმა უჩვენა, რომ ε-კაპროლაქტამის პერმანგანატის რიცხვი მასში ციკლოჰექსანონოქსიმის შემცველობის ზრდასთან ერთად მკვეთრად ეცემა და ε-კაპროლაქტამში ციკლოჰექსანონოქსიმის 25%-ის შემცველობის დროს სისტემის პერმანგანატის რიცხვი ნულს უტოლდება.

როცა სისტემა ε-კაპროლაქტამ-ციკლოჰექსანონოქსიმში ε-კაპროლაქტამის შემცველობა 30-დან 55%-ის ფარგლებში მერყეობს, ასეთი სისტემა ოთახის ტემპერატურაზე სითხეს წარმოადგენს.

სისტემა ε-კაპროლაქტამი-ციკლოჰექსანონოქსიმის დნობის ტემპერატურა პრაქტიკულად თანხვედება სუფთა ε-კაპროლაქტამის დნობის ტემპერა-

ტურას, თუ ამ სისტემაში ე-კაპროლაქტამის შემცველობა 25%-ს შეადგენს.

ცდებმა აგრეთვე დაადასტურა, რომ ორმაგი სისტემის ე-კაპროლაქტამი-ციკლოპქსანონოქსიმი, კომპონენტთა 1:1 წონითი ფარდობის დროს, შუქგადატეხის მაჩვენებელთა მრუდზე სინგულარული წერტილი აღინიშნება, რაც სისტემაში ნაერთის წარმოშობის ალბათობაზე მიუთითებს.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. В. И о ф ф е. Руководство по рефрактометрии для химиков. Изд. Ленинградского университета, 25, 1956, 118—123.

Е. М. БЕНАШВИЛИ

ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ НИЗКООКТАНОВЫХ БЕНЗИНОВ ПОСЛЕ ИХ ОБРАБОТКИ ТИОМОЧЕВИНОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 27.10.1964)

В нашей предыдущей работе [1] был предложен метод выделения высокооктановых компонентов автомобильных и авиационных бензинов из низкооктановых прямогонных бензинов путем обработки последних тиомочевинной с последующим разложением образовавшегося комплекса водой и выделением нафтеновых концентратов.

Таким способом из низкооктановых мирзаанского и туркменского бензинов были выделены концентраты нафтенов с октановыми числами 75—80 в чистом виде и 94,6 — 98,0 с добавлением 4 мл этиловой жидкости Р9. Нафтеновые концентраты характеризуются высоким содержанием легких фракций, выкипающих до 100° (58,0—74,0%) и температурой выкипания 10%-ной фракции 70—76°. Выходы нафтеновых концентратов на бензины составляют 22,4—23,5%, а на нефти — 2,6 — 3,6% соответственно.

Остатки бензинов после выделения нафтеновых концентратов в количестве 75—80% имеют октановые числа на 4,6—5,5 пункта ниже по сравнению с исходными бензинами вследствие обогащения парафиновыми углеводородами нормального строения.

Одним из направлений, предложенных нами для переработки этих остатков, является их термокаталитическое разложение с целью получения олефиновых мономеров C₂—C₄ и ароматических углеводородов.

В связи с развитием нефтехимической промышленности большое значение приобретают исследования, направленные на расширение сырьевой базы для получения олефинов и ароматических углеводородов. Для этой цели в настоящее время широко используются жидкие углеводородные смеси, поставляемые газобензиновыми и нефтеперерабатывающими заводами. Таковыми являются газовые бензины, бензины рафинаты и низкооктановые бензины, ресурсы которых в нашей стране велики.

Углеводородные смеси, состоящие преимущественно из n-алканов, являются наилучшим сырьем для получения олефинов C₂—C₄. Как показано в работе Б. А. Казанского и Х. И. Арешидзе [2] на примере индивидуальных алканов состава C₇—C₈, алканы нормального строения при пиролизе образуют этилен в гораздо большем количестве, чем алканы изостроения.

Вышеуказанные продукты нефтеперерабатывающих заводов в качестве сырья для получения низших олефинов и ароматических углево-



дорогов использованы в работах [3—8]. Разработан ряд режимов пиролиза (этиленовый, пропиленовый и бутиленовый), характеризующихся преимущественным образованием того или иного олефина.

В данной работе для этой цели мы применили остатки низкооктановых бензинов после выделения нафтеновых концентратов и на примере туркменского и мирзаанского бензинов установили возможность получения олефинов C_2-C_4 в количестве 57,2—64,6 вес. %, в газе и 34,4—44,2% на пропущенное сырье, в том числе 22,1—21,7% этилена в условиях 720—740°C и объемной скорости 1,25 час⁻¹.

В результате термokatалитического превращения этих остатков над промышленным алюмосиликатом получены катализаты с высоким содержанием ароматических углеводородов, достигающих при 565 и 600° и объемной скорости 1,25 для мирзаанского бензина 36,4—45,0%, а для туркменского бензина — 36,9—42,1% в тех же условиях.

Экспериментальная часть

Опыты по термическому разложению проводились в пределах 660—760°C, а в присутствии водяного пара—при 700—740°C. Каталитические превращения сырья производились в интервале температур 450—680° над промышленным шариковым (d 2,3 мм) алюмосиликатом, который был получен с Бакинской катализаторной фабрики. Состав катализатора следующий: SiO₂—84,0%; Al₂O₃—15,0%; CaO, FeO—1,0%; Na₂O—0,01%, насыпной вес—0,69—0,70 г/см². Характеристика исходного сырья представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика исходного сырья

Наименование бензина	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	Диллиновая точка, °C	н.к.	10%	100°	50%	90%	к.к.	Групповой состав, вес. %			Октановое число, мм
										Ароматические	Нафтеновые	Парафиновые	
Туркменский	1,4120	0,7293	53,5	52°	79°	37%	107°	137°	149°	9,3	27,8	62,9	54,0
Мирзаанский	1,4130	0,7392	53,5	54°	84°	28%	112°	150°	176°	8,1	39,8	52,1	54,0

Опыты проводились в лабораторной трубчатой печи. Реактором служила кварцевая трубка с внутренним диаметром 18 мм и длиной 46 мм, температура измерялась нихром-константановой дифференциальной термопарой, которая помещалась в карман кварцевой трубки. Жидкие продукты катализа получались в специально охлаждаемом приемнике и улавливались также в змеевике, помещенном в сосуд Дьюара с охлаждающей смесью. Газообразные продукты катализа собирались в газометр над насыщенным раствором поваренной соли. Анализ

газообразных продуктов производился в аппарате ВТИ-2 с расширенным определением непредельных углеводородов сернокислотным методом.

Жидкие продукты катализа исследовались на содержание в них непредельных и ароматических углеводородов. Бромные числа катализаторов определялись по методике Кауфмана—Гальперна [9]. Суммарное содержание непредельных и ароматических углеводородов определялось методом сульфирования.

Результаты термического разложения остатков туркменского и мирзаанского бензинов в присутствии и отсутствии водяного пара приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты термического разложения остатков туркменского и мирзаанского бензинов (объемная скорость 1,25 час⁻¹)

Температура, °С	Выход продуктов пиролиза на пропущенное сырье, вес. %			Состав газа, объемн. %					Содержание олефиновых углеводородов, вес. %			
	Газообразные	Жидкие	Кокс и потери	Изобутилен	Пропилен и бутены	Этилен	C _n H _{2n+2}	Водород	в газе		на пропущ. сырье	
									C _n H _{2n}	Этилен	C _n H _{2n}	Этилен
	Остаток туркмен. бензина											
660	67,4	28,0	4,9	4,6	15,5	20,6	48,8	10,5	67,3	24,2	45,4	16,3
680	80,3	18,1	1,6	2,4	10,7	24,1	50,2	12,6	52,7	26,5	42,3	21,3
700	71,4	19,4	9,2	2,4	9,5	26,3	45,9	15,9	58,2	32,0	41,6	22,8
740	60,2	23,6	16,2	1,5	6,9	27,3	47,4	16,9	57,2	36,8	34,4	22,1
760	65,2	20,3	14,5	0,9	3,3	22,8	55,8	17,2	43,1	32,3	28,1	21,1
	Остаток туркменского бензина с водяным паром 1:1 по весу											
700	67,5	26,6	5,9	4,5	20,0	23,4	40,3	11,8	69,1	23,9	46,6	16,1
740	53,5	45,3	1,2	4,6	18,1	27,6	39,4	10,3	73,9	29,7	39,5	15,9
	Остаток мирзаан. бензина											
680	56,9	26,8	16,3	2,4	13,6	22,4	51,4	10,2	53,9	23,5	30,6	13,4
700	59,7	20,4	19,9	3,3	13,9	20,0	50,6	12,2	62,4	24,4	37,3	14,6
720	68,4	19,8	11,8	2,6	12,6	26,5	44,0	14,3	64,6	31,7	44,2	21,7
740	60,7	19,0	20,3	1,4	8,4	26,6	44,7	18,9	59,4	35,7	36,0	21,6
	Остаток мирзаанского бензина с водяным паром 1:1 по весу											
700	55,5	30,5	14,0	3,9	17,4	24,2	39,2	15,3	64,7	24,9	35,9	13,8
720	61,3	28,0	10,7	5,9	16,4	26,4	31,8	19,5	72,2	28,4	44,3	17,4
740	66,3	24,4	9,3	2,0	12,9	29,5	37,3	18,3	64,3	33,6	42,6	22,3

Как видно из табл. 2, максимальное содержание олефинов C₂—C₄ получено в интервале температур 700—740°. В опытах без водяного пара суммарное содержание олефинов в газе для туркменского бензина равно 58,2—57,2% и этилена 32,0—36,8%, что составляет 22,8—22,1% этилена на пропущенное сырье. Для мирзаанского бензина максимальное количество олефинов в газе 64,6% получено при 720°, в том числе этилена 31,7%, что составляет 21,7% на пропущенное сырье. Сле-



дует отметить, что содержание этилена в газе относительно высокое и составляет 55—75,2% от суммарного содержания олефинов в опытах при 700—760°; остальную часть газа составляют олефины состава C_3-C_4 (изобутилен, пропилен и бутилен).

В присутствии водяного пара в тех же пределах температур 700—740°C хотя и понижается общая глубина превращения бензина в газ, но повышается суммарное содержание олефинов C_2-C_4 за счет возрастания количества пропилена и бутиленов. Так, в опытах с туркменским бензином суммарное содержание олефинов в газе повысилось до 69,1—73,9%, а для мирзаанского бензина в тех же условиях—до 64,3—72,2% вместо 59,4—64,6% в отсутствие водяного пара.

Нами проводились контрольные определения бутадиена в газе в аппарате Бушмарина, который основан на избирательной реакции последнего с малениновым ангидридом. Содержание бутадиена в исследованных образцах оказалось невысоким и колебалось в пределах 1,4—2,2%.

Бромные числа катализаторов изменяются от 16,1—17,5 (700—760°) до 33,7—38,0 (660—680°).

Результаты превращения остатков туркменского и мирзаанского бензинов над промышленным алюмосиликатом в интервале температур 450—680°C и при объемных скоростях 0,13—0,25; 1,25 час⁻¹ представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты тормокаталитического превращения остатков туркменского и мирзаанского бензинов над промышленным алюмосиликатом

Температура, °C	Объемная скорость, час ⁻¹	Выход продуктов катализа на пропущенное сырье, вес. %			Состав газа, объемн. %						Свойства жидкого катализатора						
		Газообразные	Жидкие	Кокс и потери	Изобутилен	Пропилен и бутилены	Этилен	C_nH_{2n}	C_nH_{2n+2}	Водород	nD	d_4^{20}	Бромное число	Общие сульфидирующие компоненты	Непредельные углеводороды, вес. %	Ароматич. углеводороды, вес. %	Ароматич. углевод. на пропущен. сырье, вес. %
Остаток туркменского бензина																	
500	0,13	19,7	60,7	19,6	2,2	11,0	4,7	17,9	59,1	23,0	1,4215	0,7350	5,2	22,1	3,2	18,9	11,5
500	0,25	22,9	70,0	7,1	0,5	9,4	3,1	13,0	61,0	26,0	1,4295	0,7416	8,4	24,2	6,0	18,2	12,7
565	0,25	39,5	46,6	13,9	2,3	11,5	6,4	20,2	44,5	35,3	1,4428	0,7799	9,8	49,9	5,8	44,1	20,6
565	1,25	44,7	49,8	5,5	3,3	15,4	9,5	28,2	37,3	34,5	1,4400	0,7735	11,5	44,1	7,2	36,9	18,4
600	1,25	46,4	36,9	16,7	5,1	13,7	12,1	30,9	35,8	33,9	1,4465	0,7951	14,2	51,0	8,9	42,1	15,5

Деароматизированный остаток мирзаанского бензина

450	1,25	6,5	85,4	8,1	0,7	7,1	4,1	11,9	68,2	19,9	1,4120	0,7314	8,7	10,4	5,5	4,9	4,2
510	1,25	17,5	76,8	5,7	1,8	12,5	7,1	21,4	55,6	23,0	1,4260	0,7365	8,6	10,2	5,4	4,8	3,7
565	1,25	39,0	50,6	10,4	3,0	21,7	13,7	38,4	44,9	16,7	1,4205	0,7447	10,0	42,7	6,3	36,4	18,6
600	1,25	53,5	42,0	4,5	2,6	12,6	11,1	26,3	46,0	27,7	1,4380	0,7709	8,9	50,5	5,5	45,0	18,0
620	1,25	54,6	34,0	11,4	4,0	16,7	14,4	35,1	49,5	15,4	1,4424	0,7728	16,6	56,5	10,4	46,1	15,7
680	1,25	63,5	15,2	21,3	1,6	8,9	15,6	26,1	43,9	30,0	1,4990	0,8600	32,2	95,0	20,1	74,9	11,4

Как видно из табл. 3, бромные части катализаторов невысокие и в пересчете на непрелделные углеводороды составляют 3,2—8,9% для исследованных образцов в интервале температур 450—600°.

Основным процессом в превращениях углеводородов над промышленным алюмосиликатом является ароматизация, параметрами оптимального режима которого можно считать температуру 565° и объемные скорости 0,25 час⁻¹ и 1,25 час⁻¹. В этих условиях получается максимальное количество ароматических углеводородов в катализаторах наряду с высокими выходами последних на пропущенное сырье.

Выводы

1. Установлена возможность получения значительных количеств олефиновых мономеров состава C₂—C₄ и ароматических углеводородов в результате термокаталитических превращений остатков низкооктановых туркменского и мирзаанского бензинов после выделения нафтеновых концентратов.

2. Максимальное содержание олефинов C₂—C₄ в газе, равное 73,9% и 72,2%, получено для туркменского и мирзаанского бензинов соответственно при 740 и 720°, объемной скорости 1,25 час⁻¹ в присутствии водяного пара (1:1); в опытах без водяного пара выход олефиновых мономеров в тех же условиях составляет 57,2—64,6%, а этилена — 22,1—21,1% на пропущенное сырье.

3. В результате превращения остатка туркменского бензина над промышленным алюмосиликатом при температуре 565° и объемной скорости 0,25—1,25 час⁻¹ получены катализаторы с содержанием 44,1—36,9% ароматических углеводородов, что составляет 20,6—18,4% на пропущенное сырье.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило в редакцию 27.10.1964)

ჰიზი

მ. ბენაშვილი

დაბალმოქტანური ბენზინების თერმოკატალიზური გარდაქმნის თერმოკატალიზური დამუშავების შემდეგ

რეზიუმე

დაბალმოქტანური ბენზინების თერმოკატალიზური დამუშავების შედეგად გარკვეულ პირობებში ჩვენ მიერ გამოყოფილ იქნა ნაფტენური ნახშირწყალბადების კონცენტრატები, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი ანტიდეტონაციური თვისებებითა და წარმოადგენენ ავია და ავტობენზინების მაღალმოქტანურ კომპონენტებს. აღნიშნული კონცენტრატების გამოყოფის შემდეგ ბენზინების მოქტანური რიცხვი 4,6 — 5,5 ერთეულით მცირდება, მათში ნ. პარაფინული ნახშირწყალბადების შედარებითი ზრდის გამო.

წინამდებარე შრომაში გამოკვლეულია დაბალმოქტანური ბენზინების აღნიშნული ნარჩენების თერმოკატალიზური და თერმოკატალიზური გარდაქმნის ოლეფინური მონომერების (C₂—C₄) და არომატული ნახშირწყალბადების მიღების



მიზნით. კვლევის ობიექტებს წარმოადგენენ თურქმენეთის და მირზანის ბენზინები, ნაფტენური ნახშირწყალბადების კონცენტრატების გამოყოფის შემდეგ. თერმული დაშლის ცდები ტარდებოდა $660 - 760^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში, მოცულობითი სიჩქარით $1,25$ საათ $^{-1}$, წყლის ორთქლის მონაწილეობით კი ($1:1$ წონითი თანაფარდობით) $700 - 740^{\circ}\text{C}$ -ზე, იგივე მოცულობითი სიჩქარით.

ზემოაღნიშნული ბენზინების თერმოკატალიზური გარდაქმნა ჩატარდა სამრეწველო ალუმოსილიკატურ კატალიზატორზე — $450 - 680^{\circ}$ ტემპერატურულ ზღვრებში და $0,13, 0,25; 1,25$ საათში $^{-1}$ მოცულობითი სიჩქარით.

თერმული დაშლის შედეგად ოლფენური $\text{C}_2 - \text{C}_4$ მონომერების მაქსიმალური გამოსავალი $72,2 - 73,9$ % მიღებულია $720 - 740^{\circ}$, $1,25$ საათი $^{-1}$ მოცულობითი სიჩქარის დროს წყლის ორთქლის მონაწილეობით. წყლის ორთქლის გარეშე ოლფენური მონომერების გამოსავალი იმავე პირობებში $64,6 - 57,2$ % შეადგენს, მათ შორის ეთილენისა — $21,1 - 22,1$ %-ს გატარებულ ნივთიერებაზე გადათვლით.

თურქმენეთის ბენზინის გარდაქმნისას ალუმოსილიკატურ კატალიზატორზე 565° -ზე, $0,25 - 1,25$ საათი $^{-1}$ მოცულობითი სიჩქარის დროს მიღებულია კატალიზატები არომატული ნახშირწყალბადების მაღალი შემცველობით — $44,1 - 36,9$ %, რაც შეადგენს $20,6 - 18,4$ %-ს გატარებულ ნივთიერებაზე გადათვლით.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. М. Бенашвили. К вопросу получения высокооктановых компонентов автомобильных и авиационных бензинов из низкооктановых прямогонных бензинов. Сообщения АН ГССР, XXXIV:3, 1964, 553.
2. Б. А. Казанский, Х. И. Арешидзе. Термическое разложение н-октана, 2,5-диметилгексана и 2-метилгексана-2. Труды Ин-та химии АН ГССР, 4, 135, 1941.
3. Х. И. Арешидзе, Е. М. Бенашвили. Термическое разложение карадагского газового конденсата. Тезисы докладов Всесоюзной межвузовской конференции по химии и технологии мономеров, М., 1960, стр. 30.
4. Х. И. Арешидзе, Г. О. Чивадзе. Получение олефиновых и диолефиновых мономеров термическим разложением низкооктановых бензинов. Сообщения АН ГССР, XXXII:2, 1963, 343.
5. М. А. Далин, Р. С. Бурмиштрова. Пиролиз карадагского газового конденсата. Азербайджанское нефт. хоз., № 3, 1960, 41.
6. С. Д. Мехтиев, Ю. Г. Камбаров. Получение низкомолекулярных непредельных мономерных соединений путем высокоскоростного пиролиза жидкого углеводородного сырья в реакторе с внутренним электрообогревом. Тезисы докладов Всесоюзной межвузовской конференции по химии и технологии мономеров, М., 1960, стр. 98.
7. Т. Н. Мухина, Г. Ф. Лесохина, С. Е. Ицек. Получение низших олефинов, дивинила и ароматических углеводородов пиролизом бензиновых фракций. Нефтехимия, 2, № 4, 1962, 495.
8. Т. Н. Мухина, В. Б. Павлова. Низкооктановые бензины рафинаты, как сырье для получения низших олефинов. Нефтехимия, 1, № 3, 382, 1961.
9. Г. Д. Гальперн. Бромометрический анализ. Труды Института нефти СССР, 4, 141, 1954.

ა. მისი

ზოგიერთი ჯიშის ყურძნის ცილების ელექტროფორეზული ანალიზი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. დურმიშიძემ 15.12.1964)

ყურძნის ცილოვანი ნივთიერებები ნაკლებად არის შესწავლილი. გერმანული და ზოგიერთი ფრანგული ჯიშის ყურძნის ცილების შესახებ მხოლოდ რამდენიმე შრომა მოიპოვება [1—6]. ამავე დროს ცნობილია, რომ ცილოვანი ნივთიერებებს დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც ვაზის ბიოქიმიურ თვისებათა დასადგენად, ისე ყურძნის ტექნოლოგიაში რიგი პრობლემების შესასწავლად. ამასთან დაკავშირებით ჩვენ მიზნად დავისახეთ ჩაგვეტარებია ზოგიერთი ქართული ჯიშის ყურძნის ცილების ელექტროფორეზული ანალიზი ქალაღზე.

კვლევის მეთოდიკა

საანალიზოდ აღებული გვეყონდა რქაწითელისა და მწვანეს ჯიშის ყურძენი.

ყურძნის წვენიდან ცილების გამოყოფა მოვახდინეთ კოხისა და შვანის მეთოდით [6]. საკვლევი ხსნარების კონცენტრირებას ჩვენ ვახდენდით არა ვაკუმ-შროშით 20°C-ზე, როგორც ეს მეთოდშია გათვალისწინებული, არამედ ვიყენებდით G—25 (უხეში) ტიპის სეფადექსს. 10—15 წუთის განმავლობაში სეფადექსი წყალთან ერთად შთანთქავს დაბალ მოლეკულარულ ნივთიერებებს. შესქელებული მასის დაცენტროფუგირებით ან გაფილტვრით მიიღება მაღალმოლეკულურ ნივთიერებების შემცველი კონცენტრატი.

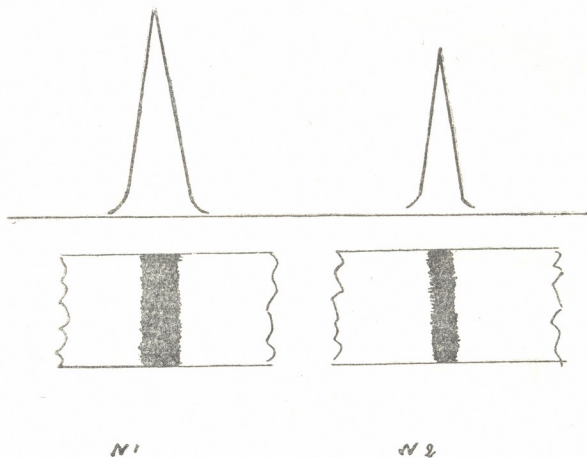
ცილური პრეპარატების ელექტროფორეზული ანალიზი ჩავატარეთ როგორც დაბალ, ისე მაღალ ძაბვაზე (120—1500V). მაღალი ძაბვის შემთხვევაში ვიყენებდით წყლის გამაცივებელ სისტემას და CCl₄-ის არეს.

ელექტროლიტად ვხმარობდით ცერონალ-მედინალის ბუფერს (PH—8,6 0,1 მოლ). ყურძნის ცილების ულტრაიისფერი შთანთქმის სპექტრის შესწავლისათვის ჩვენ საკონტროლო ელექტროფორეგრამის გამყდავენების შემდეგ გამყდავენებელი ქალაღის ზოლიდან (ზონარიდან) ამოვჭერით ცილური ლაქის მდებარეობის ოლქი და ვერონალ-მედინალის ბუფერით მოვახდინეთ ცილის ელუირება. ელუატის სპექტროფოტომეტრირება ჩავატარეთ cφ 4-ზე, 1 მმ სისქის კიუვეტებში.

ცილური პრეპარატების ჰიდროლიზი მოვახდინეთ შჩელკოვის და ვაშილის მიხედვით [7]. ამინომჟავების ქალაღის ქრომატოგრაფია ვაწარმოეთ ზაიცევის და ბელოზერსკის მიხედვით [8].

ცდის შედეგები და მათი განხილვა

ყურძნის წვეწვში ცილური ნივთიერებების შესწავლა ჩვენ დავიწყეთ ვაზის ვეგეტაციის სხვადასხვა ფაზაში—ყურძნის ისვრილობიდან სრულ სიმწიფემდე. აღნიშნული პერიოდი მიმდინარეობს აგვისტოს დასაწყისიდან ოქტომბრის შუა რიცხვებამდე. ჩატარებული ცდების შედეგად ცნობილი გახდა, რომ ისვრილობის დროს ყურძნის წვეწვიდან გამოყოფილი ცილური პრეპარატები არ ამჟღავნებენ ნატიური ცილისთვის დამახასიათებელი ელექტრულ ველში ძვრადობის (მიგრაციას), ე. ი. არ ექვემდებარებიან ელექტროფორეზულ ანალიზს. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ისვრილობის პერიოდის ცილური პრეპარატების პიძროლიზატები ქაღალდის ქრომატოგრაფიაზე იშლებიან, ორივე ყურძნის ჯიშის შემთხვევაში. ერთიდაიგივე ამინომჟავებად: გლიცინი, სერინი, გლუტამინის მჟავა, ასპარაგინის მჟავა, ვალინი, ფენილალანინი, ლეიცინი.



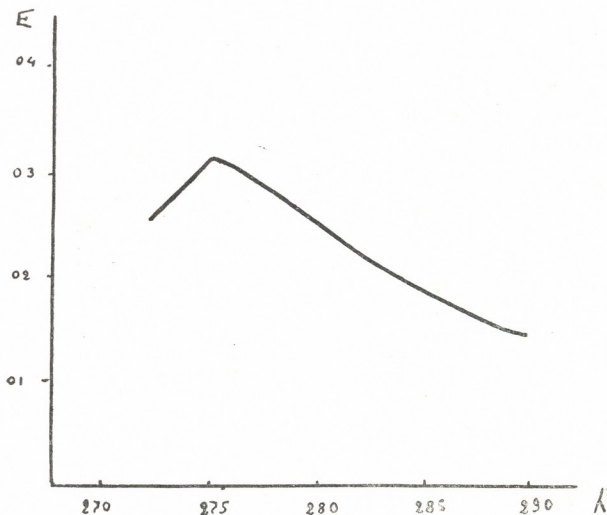
სურ. 1

ისვრილობის პერიოდში ყურძნის ცილების „უხსნადობის“ მსგავსი მოვლენა შემჩნეულია სხვა მკვლევარების მიერაც [15]. შესაძლებელია ცილის ეს მდგომარეობა გამოწვეულ იყოს მისი პოლიფენოლურ ნაერთთან შეერთებით. ისვრილობის პერიოდში ყურძენში დიდი რაოდენობითაა პოლიფენოლები, კერძოდ კი α -კატეხინი [9].

ყურძნის დამწიფებასთან დაკავშირებით შესაძლებელი ხდება მასში შემავალი ცილების შესწავლა ელექტროფორეზული ანალიზით. რქაწითელისა და მწვანე ჯიშის ყურძნის ცილები ელექტროფორეგრამაზე იძლევიან უმთავრესად

თითო ცილურ ფრაქციას, რომლებიც ანოდისკენ მოძრაობენ (სურ. 1 და 2), რადგან ყურძნის წვენიდან ცილები ამონიუმის სულფატითაა გამოყოფილი და განიცდიან დიალიზს წყლის მიმართ. ეს ცილები ოსშორანის კლასიფიკაციის საფუძველზე გლოშულინებს უნდა წარმოადგენდნენ.

მწვანე ჯიშის ყურძენში შემაჯავლი ცილური ფრაქცია დაახლოებით ორჯერ მეტია რქაწითელთან შედარებით, როგორც ეს გარკვევით ჩანს 1 და 2 ნახაზზე.



სურ. 2. ჯიშის ყურძნის ცილური ფრაქციის (A) შთანთქმის სპექტრი ულტრაიისფერ ოლქში. ცილა გახსნილია ვრონალ-მედინალში pH 8,6. სპექტროფოტომეტრირება შესრულებულია CF-4-ზე 1 სმ სისქის კვარცის კიუვეტით

ყურძნის წვენში „ხსნადი“ ცილა ძირითადად თუ ერთი ფრაქციისგან შედგება (ცილა, რომელიც თავისთავად ხსნარიდან ნალექთან ერთად გამოიყოფა), ელექტროფორეგრამაზე გვაძლევს ორ ფრაქციას და (A) (B) ფრაქციას. ერთი ფრაქცია (A) ელექტროფორეგრამაზე იკავებს „ხსნადი“ ცილის ადგილს, ხოლო (B) ფრაქცია მის გვერდით იკავებს ადგილს. აღნიშნული კომპონენტების გაყოფა ამონიუმის სულფატით არ ხერხდება, რაც მიუთითებს მათ მსგავს აღნაგობაზე.

ცილის (B) ფრაქციის შესწავლა ჩვენი შემდეგი დაკვირვების მიზანია. პირველ გრაფიკზე მოცემულია ცილის (A) შთანთქმის სპექტრი ულტრაიისფერ ოლქში.

როგორც ცნობილია, ცილის ულტრაიისფერ შთანთქმის სპექტრს განაპირობებს ცილის შემადგენლობაში არსებული ტრიპტოფანი, ტიროზინი და ფენილალანინი. ჩვენ მიერ გამოყოფილი ცილა კი აღნიშნული სამი ამინომჟავიდან მხოლოდ ფენილალანინს შეიცავს, როგორც ეს ცხრილიდან ჩანს.

ცხრილი

რქაწითელისა და მწვანე ჯიშის ყურძნის წვენში არსებული ცილების ამინომჟავური შემადგენლობა

ამინომჟავები	ამინომჟავები ცილაში %-ით	
	რქაწითელი	მწვანე
ჰისტიდინი	+	5,6
ასპარაგინის მჟავა	13,1	21,0
სურინი	12,0	19,0
გლიცინი	7,4	5,6
გლუტამინის მჟავა	13,0	13,0
ალანინი	13,6	+
პროლინი	+	+
ტიროზინი	2,1	1,1
ვალინი	7,4	5,6
ფენილალანინი	27,4	25,0
ლეიცინი	3,2	4,0
იზოლეიცინი	+	+

ამიტომ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ გამოყოფილი ყურძნის ცილის (A) შთანთქმის სპექტრს ულტრაიისფერ ოლქში შესაძლებელია განაპირობებს ციკლური ამინომჟავა ფენილალანინი.

დასკვნები

1. რქაწითელი და მწვანე ჯიშის ყურძნის ცილური პრეპარატები ისერიზობის პერიოდში არ ამჟღავნებენ ნატიური ცილის თვისებებს ე. ი. არ გადაადგილებიან ელექტრულ ველში.

2. რქაწითელისა და მწვანე ჯიშის ყურძნის ცილების ნაყოფის სიმწიფის პერიოდში შესდგებიან უმთავრესად თითო ცილურ ფრაქციისგან, რომლებიც გლოშულენებს მიეკუთვნებიან.

3. ყურძნის ისერიზობისა და სიმწიფის პერიოდში გამოყოფილი ცილური პრეპარატები თვისობრივად ერთი ამინომჟავური შემადგენლობის არის.

4. რქაწითელისა და მწვანე ჯიშის ყურძნის ცილების ულტრაიისფერ ოლქში შთანთქმის სპექტრს უნდა განაპირობებდეს ცილაში შემავალი ფენილალანინი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტის ბიოქიმიის ლაბორატორია

(რედაქციას მოუვიდა 15.12.1964)

А. В. МЕСХИ

ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БЕЛКОВ ВИНОГРАДА
 НЕКОТОРЫХ ГРУЗИНСКИХ СОРТОВ

Резюме

Результаты электрофоретического анализа белков винограда «Ркацители» и «Мцване» по периодам вегетации различны.

Белковые препараты, выделенные из неспелых ягод винограда, электрофоретическому анализу не поддаются.

Белки спелых плодов на электрофореграммах дают по одной фракции. Эти фракции относятся к группе глобулинов.

Белки винограда этих сортов на протяжении формации и созревания ягод по содержанию аминокислот не различаются.

Ультрафиолетовый спектр этих белков, возможно, обусловлен фенилalaniном, который входит в состав молекул этих белков.

დასომეგბული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. Koch und G. Bretthauer. Z. Lebensmittel—Untersuchung und—forschung, 106, № 3, 1957, 272—280.
2. J. Koch. Fruchtsaft—Industrie, № 1, 1958, 207—214.
3. J. Koch und Z. Schwahn. Z. Lebensmittel—Untersuchung und—forschung, 107, 1, 1958.
4. J. Koch and E. Sajak. American Journ. of Enology and Viticulture, v. 10, №3, 1959, 114—123.
5. K. Wucherpennie und S. Franke. Z. Lebensmittel—Untersuchung und—forschung, 124, № 9, 1963.
6. I. A. Portilla del Busto. Ion, 196, XVII, 1957, 613—615.
7. В. В. Щеглов и В. А. Тащилин. Доклады ТСХА, 61, 1961.
8. А. Н. Белозерский и Н. И. Проскураков. Практическое руководство по биохимии растений. М., 1951.
9. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.

3. ჩუბინიძე

ალდეჰიდები გასრისილი ფოთლების აპროლად გამონაყოფეში

(წარმოადგენს აკადემიკოსმა ს. ღურმიშიძემ 15. 1. 1965)

მცენარეული წარმოშობის აქროლად ნივთიერებათა ქიმიური ბუნების დადგენას დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც ალელიოპათიის, ისე ფიტონციდების პრობლემის შესწავლის საქმეში. მიუხედავად ამისა, მცენარეთა აქროლად ორგანულ ნივთიერებათა ქიმიური შედგენილობა ჯერ კიდევ ძალზე სუსტადაა შესწავლილი.

მცენარეთა აქროლად ნივთიერებათა შორის სხვადასხვა მკვლევარის მიერ აღმოჩენილია სხვადასხვა კლასის ორგანული ნაერთები [1, 2, 3]. ამ შრომაში მიზნად დავისახეთ ალდეჰიდების შესწავლა მცენარეთა აქროლად გამონაყოფეში.

მეთოდები

მცენარეთა აქროლად გამონაყოფეში ალდეჰიდების ძიების სპეციალური მეთოდები არაა დამუშავებული. ჩვეულებრივ, ალდეჰიდს ბოჭავენ რომელიმე ნივთიერებით და შემდეგ ახლად წარმოქმნილ ნაერთს სწავლობენ [2]. ალდეჰიდების ამ გზით განსაზღვრა საჭიროებს ნივთიერებათა დიდ რაოდენობას, რაც მკვლევარებს, ხშირად არ აქვთ. იმის გამო, რომ მცენარეული ობიექტები აღნიშნულ ნივთიერებებს მეტად მცირე რაოდენობით გამოაყოფს, ამიტომ მათი განსაზღვრისათვის პოლაროგრაფული მეთოდი აღმოჩნდა მიზანშეწონილი, რაც ნივთიერებათა მიკროკონცენტრაციების ანალიზის საშუალებას იძლევა.

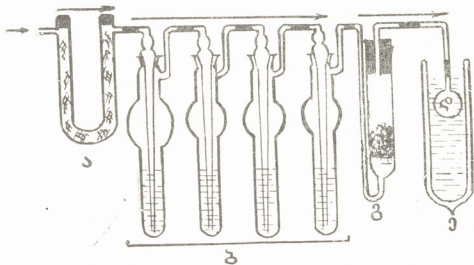
ანალიზის პოლაროგრაფული მეთოდი დაფუძნებულია იმ ვოლტამპერულ მრუდების გაშიფრვზე, რაც მიიღება საკვლევი ხსნარის ელექტროლიზის დროს [4, 5]. პოლაროგრამა გვაძლევს ინფორმაციას საკვლევ ხსნარში შემავალი ნივთიერებების რაობისა და რაოდენობის შესახებ.

ამ წესით მცენარეთა აქროლადი გამონაყოფების საანალიზოდ მომზადება მოითხოვს მათ წინასწარ წყალში გახსნას. ეს წინასწარი პროცედურა ნაჩვენებია სურ. 1-ზე.

U-ს მაგვარ ჭურჭელში (ა) მინის ბამბის საშუალებით ატმოსფეროს ჰაერი თავისუფლდებოდა მტკერისა და სხვა მინარეგებისაგან. ამის შემდეგ გადიოდა მიმდევრობით ჩართულ 4 მშთანთქმელში (ბ). თითოეულ მათგანში ისხმებოდა 15 მლ გამოხდილი წყალი. აქ ჰაერი თავისუფლდებოდა წყალში ხსნადი ალდეჰიდებისაგან, რომელიც შესაძლებელია ატმოსფეროს ჰაერში ყოფილიყო; აქედან ტარდებოდა ჭურჭელში, რომელშიც მცენარეული მასალა იყო მოთავსებული (გ), წარიტაცებდა მცენარეთა აქროლად გამონაყოფებს და გროვდებოდა მინის ბურთულაში (დ). ეს უკანასკნელი მოთავსებული იყო თხევად აზოტიან მინის დიუარში (ე).

5 გრამ მცენარის ფოთოლს, კვარცის სილის დამატებით, სწრაფად ვსრესდით ფაიფურის სანაყში და ვათავსებდით მინის ფილტრიან ჭურჭელში (გ). ამის შემდეგ მინის ბურთულას (დ) ვათავსებდით თხევად აზოტიან დიუარში (ე), რაც 21. „მოამბე“, XXXVIII:2, 1965

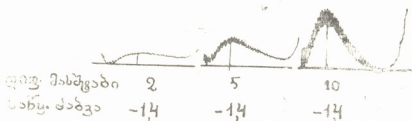
ძველ სისტემაში ქმნიდა ჰაერის ნაკადს. ერთსაათიანი ექსპოზიციის შემდეგ ბურთულები სწრაფად გადაგვქონდა მილესილსაცობიან სქელკედლიან საპეციალურ ჭურჭელში, რომელშიც 25 მლ გაცივებული (3—5°) გამოხდილი წყალი გვქონდა ჩასხმული. ბურთულის გატეხვის შემდეგ ჭურჭელს ვდგამდით მაცივარში 20 წუთის განმავლობაში. შემდეგ კარგად ვანჯღრევდით, ვიღებდით 9 მლ



სურ. 1

სინჯს, ვუმატებდით 1 მლ 0,1 n LiHO და 2—3 წვეთ 1%-იან ქელატინის ხსნარს. მიღებული ნაზავის 2—3 მლ-ით ვრეცხდით პოლაროგრაფულ ჭურჭელს, ხოლო დარჩენილ 7—8 მლ ხსნარს ვანალიზებდით ПЭ-312 მარკის პოლაროგრაფზე. ყველა ცდების პარალელურად იგივე სქემის მიხედვით მზადდებოდა ჰაერის საკონტროლო ნიმუში.

კონცროლი



სურ. 2

აღმოჩნდა, რომ საკვლევი ხსნარი, საკონტროლოსაგან განსხვავებით, შეიცავს ნივთიერებებს, რომელთა გარკვევა ხდება საკვლევ ხსნარში აღმოჩენილი ნივთიერებების აღდგენის პოტენციალების შედარებით სტანდარტული ხსნარების აღდგენის პოტენციალებთან. გარდა პოტენციალების შედარებისა, აღმოჩენილი ნივთიერების ზუსტი რაობის გარკვევის მიზნით ვიყენებდით შემდეგ ხერხს: საცდელ ხსნარს ვუღებდით პოლაროგრაფას, შემდეგ საკვლევ ხსნარში ვუმატებდით გარკვეული რაოდენობით სტანდარტულ ხსნარს და კვლავ ვანალიზებდით. თუ საკვლევი ხსნარის პოლაროგრაფის პიკს, ხელმეორედ ვადაღებისას, იგივე პოტენციალზე მხოლოდ სიმაღლე მოემატება და სხვა ახალი პიკი

არ გაჩნდა. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ საცდელ სინჯში ნაპოვნი ნივთიერება სტანდარტულ ხსნარში გახსნილი ნივთიერების იდენტურია.

აღმოჩენილი ნივთიერების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ვამზადებდით სხვადასხვა კონცენტრაციის სტანდარტულ ხსნარს და ვუღებდით პოლაროგრამებს. საცდელი ხსნარების პოლაროგრამათა პიკების სიმალლის შედარებით სტანდარტულ სკალასთან ვარკვევდით აღმოჩენილი ნივთიერებების რაოდენობას.

ექსპერიმენტული მონაცემები და მათი განხილვა

საცდელ ობიექტებად გამოყენეთ 25 სხვადასხვა სახეობის მცენარე (იხ. ცხრილი 1). მიღებული შედეგების ნაწილი მოცემულია 1—4 პოლაროგრამებზე.

წარმოდგენილი სურათებიდან ჩანს, რომ საკონტროლოსაგან განსხვავებით (სურ. 2) საცდელი ვარიანტები (სურ. 3, 4, 5) რამდენიმე პიკს შეიცავს გაირკვა, რომ ნივთიერებათა პიკები, რომელთა აღდგენის პოტენციალი —1,55 ვოლტის ტოლია, მიეკუთვნება ფორმალდეჰიდს. ნივთიერებათა პიკები, რომელთა აღდგენის პოტენციალი—1,82 ვოლტის ტოლია, ეკუთვნის აცეტალდეჰიდს, ხოლო ნივთიერებათა პიკები, რომელთა აღდგენის პოტენციალი —1,9 ვოლტს ემთხვევა, ვფიქრობთ, რომ იზოვალერიანის ალდეჰიდისა უნდა იყოს. გარდა აღნიშნული ნივთიერებებისა, ზოგიერთ მცენარეებში აღმოჩნდა ნაერთები, რომელთა აღდგენის პოტენციალი —2,1 და —2,22 ვოლტის ფარგლებშია. მათი იდენტიფიკაცია ჯერჯერობით ვერ მოხერხდა. ვფიქრობთ რომ ისინი შედარებით მაღალი რიგის ალდეჰიდებისაა. ანალიზის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, საცდელად აღებული ყველა მცენარის აქროლადი გამონაყოფი შეიცავს მეტნაკლები რაოდენობით ფორმალდეჰიდს. გარდა ზუთი მცენარისა, ყველა მათგანში აღმოჩენილ იქნა აზოტოვ ეცეტალდეჰიდი.

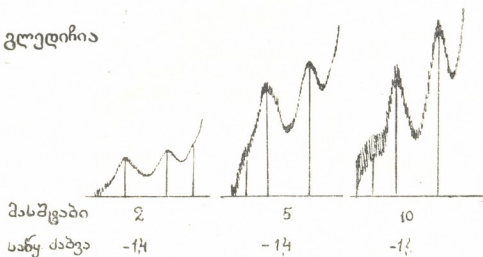
ნივთიერება, —1,9 ვოლტ აღდგენის პოტენციალით, რომელიც ვფიქრობთ, რომ იზოვალერიანის ალდეჰიდია, აღმოჩენილია 12 სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა აქროლად გამონაყოფებში. უფრო მაღალი რიგის უცნობი ალდეჰიდების არსებობა აღინიშნა 8 სხვადასხვა სახეობის მცენარეზე.

მიღებული შედეგების მიხედვით აქროლად გამონაყოფებში ალდეჰიდების მეტი რაოდენობრივი შემცველობით გამოირჩევიან ის მცენარეები, რომლებიც სხვებთან შედარებით ძლიერი ფიტონციდური აქტივობითაც ხასიათდებიან. აქედან გამომდინარე შეგვიძლია ვიფიქროთ, რომ ფოთოლთა ფოტონციდური აქტივობის ერთ-ერთ ძირითად მიზეზს მათს აქროლად გამონაყოფებში ალდეჰიდების შემცველობა უნდა წარმოადგენდეს, ხოლო აღმოჩენილ ალდეჰიდებს შორის ფოთოლთა ფიტონციდური აქტივობის საქმეში, ყველაზე დიდი როლი, როგორც ყველაზე ძლიერ მოქმედ პროტისტოციდულ ნივთიერებას, ფორმალდეჰიდს უნდა მიეკუთვნოს.

ფოთოლთა აქროლად გამონაყოფებში სხვადასხვა ალდეჰიდების შემცველობის დადგენის შემდეგ ბუნებრივად ისმის კითხვა: — რითაა განპირობებული აღნიშნული მოვლენა ან რა ფაქტორები ახდენენ მასზე გავლენას?

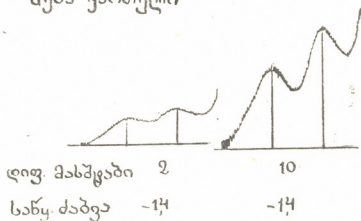
ცნობილია, რომ ატმოსფეროს ჟანგბადი გარკვეულ როლს ასრულებს მცენარის მოსრესილ ფოთლებში არსებულ ნივთიერებათა გარდაქმნაში. იმის შესამოწმებლად, თუ რა გავლენას ახდენს ჟანგბადი მცენარეულ მასალაში ალდეჰიდების წარმოქმნაზე, ჩავატარეთ შემდეგი ცდა: სპეციალურ ბოქსში ინერტული გაზის — ჰელიუმისა და პიროვალური A-ს გამოყენებით ვქმნიდით უჟანგბადო გარემოს, რომელშიც ვსრესდით 5 გრამ ფოთოლს. ალდეჰიდების განსაზღვრას ვატარებდით ზემოთ აღწერილი წესით. მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ სისტემაში ატმოსფეროს ჰაერის ნაცვლად ინერტული აირი — ჰელიუმი—გადიოდა. ამ გზით მცენარეულ მასალასთან ჟანგბადის შეხება გამორიცხული იყო. აღმოჩნდა, რომ ალდეჰიდების წარმოქმნა და გამოყოფა მაინც მიმდინარეობს, თუ-

გლუდრია



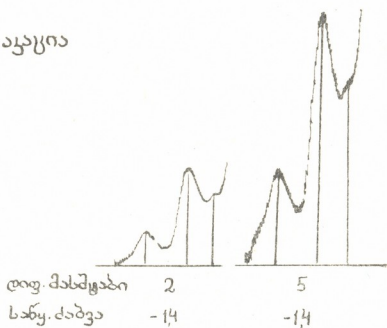
სურ. 3

მეხა ქართული



სურ. 4

აკაცია



სურ. 5

მცა მისი რაოდენობა, როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, უმეტეს შემთხვევაში შემცირებულია.

ცხრილი 1

აღდექიდები სხვადასხვა მცენარის გასრესილი ფოთლების აქროლად გამონაყოფებში

მცენარეების დასახელება	ფორმალდექიდი				აცეტალდექიდი				იზოვალერიანის აღდექიდი			უცნობი აღდექიდები	
	აღდექნის პოტენციალი ვოლტებით		პიკის სიმალლე მილიმეტრებით		აღდექნის პოტენციალი ვოლტებით		პიკის სიმალლე მილიმეტრებით		აღდექნის პოტენციალი ვოლტებით	მილიმეტრებით	რაოდენობა მილიგრამებში 100 გრამ ფოთლის მასაზე	აღდექნის პოტენციალი ვოლტებით	პიკის სიმალლე მილიმეტრებით
	რაოდენობა მილიგრამებში 100 გრამ ფოთლის მასაზე	რაოდენობა მილიგრამებში 100 გრამ ფოთლის მასაზე	რაოდენობა მილიგრამებში 100 გრამ ფოთლის მასაზე	რაოდენობა მილიგრამებში 100 გრამ ფოთლის მასაზე									
აკაცია	-1,55	124	3,5	-1,82	176	1,4	-1,90	—	—	—	-2,20	131	
ვერხვი	"	159	4,5	—	—	—	"	123	0,5	—	-2,12	204	
მუხა ქართული	"	204	5,8	-1,82	152	1,1	"	48	0,2	—	—	—	
მუხა იმერეთის	"	88	2,5	"	288	2,3	"	67	0,3	—	—	—	
ამორფა	"	44	1,2	—	—	—	"	108	0,4	—	—	—	
იფანი	"	74	2,1	—	—	—	"	160	0,7	—	—	—	
ტირიფი	"	41	1,1	—	—	—	"	74	0,3	—	—	—	
კლორეტრია	"	153	4,4	-1,82	202	1,6	"	57	0,2	—	-2,10	72	
ხერბა	-1,55	30	0,8	-1,82	127	1,0	-1,90	71	0,3	—	-2,14	123	
გლუდიჩია	"	181	5,1	"	175	1,4	"	140	0,6	—	-2,18	107	
ქანჭყატი	"	92	2,6	"	220	1,8	"	—	—	—	-2,16	214	
ხეთისხილი	"	258	7,3	—	—	—	-1,90	24	0,1	—	—	—	
გინკგო	"	20	0,5	-1,82	126	1,0	—	—	—	—	-2,22	79	
ჭერამი	"	61	1,7	"	74	0,6	—	—	—	—	—	—	
ატამი	"	34	0,9	"	156	1,2	—	—	—	—	—	—	
თუთა	"	26	0,7	"	142	1,1	-1,90	9	0,04	—	—	—	
ვაზი	"	164	4,6	"	310	2,5	—	—	—	—	-2,20	158	
პირშუშხა	"	150	4,2	"	129	1,0	—	—	—	—	—	—	
ძახველი	-1,55	52	1,4	-1,82	108	0,8	—	—	—	—	—	—	
აკაჯი	"	59	1,6	"	135	1,1	—	—	—	—	—	—	
ცაცხვი	"	17	0,4	"	326	2,6	—	—	—	—	—	—	
ვარდი	"	14	0,3	"	138	1,1	—	—	—	—	—	—	
ქანჭყატი იაპონური	"	7	0,1	"	85	0,6	-1,90	57	0,2	—	—	—	
ბზა	"	250	7,1	"	270	2,2	—	—	—	—	—	—	
კოწახური	"	13	0,3	"	48	0,3	—	—	—	—	—	—	
კონტროლი	-1,4	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ ატმოსფეროს ქანებადი, როგორც პირდაპირი, ისე არაპირდაპირი გზით შესაძლებელია ხელს უწყობდეს აღდექიდების წარმოქმნას, მაგრამ მის გამომწვევ მიზეზად არ შეიძლება ჩაითვალოს.

როგორც შემდგომ გამოკვლევებში გაირკვა, აღდექიდების წარმოქმნაზე და მის გამოყოფაზე არაერთი, არამედ ფაქტორთა კომპლექსი ახდენს გავლენას. მაგალითად: ცდები ჩავატარეთ აგრეთვე სხვადასხვა ტემპერატურაზე, აბსოლუტური სიბინელისა და ძლიერი, 90—85 ათასი ლუქსი განათების პირობებში. ცდების მიზანი იყო გავვერკვა ტემპერატურისა და სინათლის გავლენა მცენარეულ მასალაში აღდექიდების წარმოქმნაზე. აღმოჩნდა, რომ ტემპერატურის მატება აძლიერებს აღდექიდების წარმოქმნას (იხ. სურ. 6 და 7).



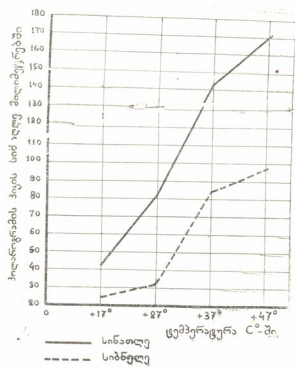
როგორც მე-6 და მე-7 სურათებიდან ჩანს, ალდეჰიდების გამოყოფის ძლიერმატებას ადგილი აქვს 27-დან 37°-მდე ტემპერატურების მონაკვეთში, ე. ი. იმ ფარგლებში, რომელშიც ფერმენტატული პროცესები გაძლიერებულია; ეს კი გვაფიქრებინებს ფერმენტატული პროცესების გარკვეულ როლზე ზემოთ აღნიშნული ტიპის ნივთიერებების წარმოქმნის საქმეში.

ცხრილი 2

უანგბადის გავლენა ფოთლებიდან ალდეჰიდების გამოყოფაზე

მცენარეების დასახელება	პოლაროგრაფების პიკების სიმაღლე მილიმეტრებით			
	ფორმალდეჰიდი		აცეტალდეჰიდი	
	უანგბადიანი არე	უუანგბადო არე	უანგბადიანი არე	უუანგბადო არე
აკაცია	60	7	60	55
ვერხვი	73	30	82	84
მუხა ქართული	58	34	79	61
მუხა იმერეთის	72	35	80	43
ამორფა	39	24	124	76
ტირიფი	20	34	34	50
კელრეიტერია	78	61	56	68
ხურმა	49	32	72	64
გლედინია	154	43	170	127
ჭანჭყატი	39	45	213	55
კონტროლი	—	—	—	—

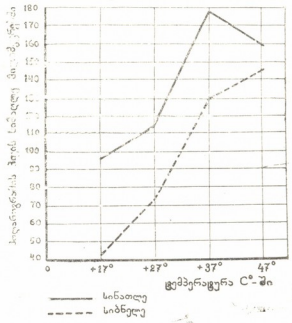
ერთსა და იმავე ტემპერატურულ პირობებში ძლიერი განათების გავლენით ალდეჰიდების გამოყოფა კიდევ უფრო იზრდება, რაც მიუთითებს ალდეჰიდების წარმოქმნაში ფოტოქიმიური რეაქციების როლზე (სურ. 6, 7).



სურ. 6. ტემპერატურისა და სინათლის გავლენა ფოთლებიდან ფორმალდეჰიდის გამოყოფაზე

როგორც უკვე ითქვა, საფუძველი გვაქვს ვიფიქროთ ფერმენტატული პროცესების როლზე აღნიშნულ საქმეში. ამ საკითხში გარკვევის მიზნით აკაციის

ფოთლებს 3—5 წუთის განმავლობაში ვაფიქსირებდით წყლის ორთქლში, ხოლო შემდეგ ვსრესდით და ვატარებდით ცდებს ჩვეულებრივ პირობებში. ფოთლების წინასწარმა დაფიქსირებამ გამოიწვია აღდეპიდების გამოყოფის სრული შეწყვეტა. აქედან გამომდინარე, ცხადია, რომ მოსრესილ ფოთოლში აღდეპიდების წარმოქმნა ფერმენტულ პროცესებთან უნდა იყოს დაკავშირებული.



სურ. 7. ტემპერატურისა და სინათლის გავლენა ფოთლებიდან აცეტალდეჰიდის გამოყოფაზე

ყველა ის ფაქტი, რომელთა შესახებ ჩვენ ზემოთ გვქონდა საუბარი, შესაძლებელია ცოცხალ, დაუზიანებელ ფოთლებშიც მოქმედებდეს. ამიტომაც დიდ რენტერეს იწვევს აღდეპიდების ძიება მცენარეებიდან მოუცილებელ-დაუზიანებელ ფოთოლთა გამონაყოფებში, რაც ჩვენი შემდგომი კვლევის საგანს წარმოადგენს.

დასკვნა

მცენარის მოსრესილი ფოთლის აქროლად გამონაყოფებში გვხვდება ფორმალდეჰიდი, აცეტალდეჰიდი, იზოვალერიანის აღდეპიდი და მალალი რიგის აღდეპიდები.

სხვადასხვა სახეობის მცენარის გასრესილი ფოთლის აქროლად გამონაყოფებში აღდეპიდების თვისობრივი და რაოდენობრივი მახვენებლები სხვადასხვაა.

გასრესილი ფოთლის აქროლად გამონაყოფებში აღდეპიდების მეტი რაოდენობრივი შემცველობით გამოირჩევიან მცენარეები: აკაცია, ვერხვი, მუხა ქართული, მუხა იმერეთის, ვაზი, კელრეიტერია, გლედისია, ზეთისხილი, პირ-შუშა.

მოსრესილი ფოთლის მიერ აქროლად აღდეპიდების გამოყოფა ძლიერდება ტემპერატურისა და სინათლის გავლენით, ფერმენტული პროცესების ინაქტივაციის შედეგად აღდეპიდების გამოყოფა ჩერდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

В. В. ЧУБИНИДЗЕ

АЛЬДЕГИДЫ В ЛЕТУЧИХ ВЫДЕЛЕНИЯХ РАСТЕРТЫХ ЛИСТЬЕВ

Резюме

Химическая природа летучих веществ растительного происхождения все еще мало изучена. В настоящей статье даны результаты полярографического анализа летучих веществ, выделяемых растертыми листьями различных видов растений.

В летучих выделениях листьев были идентифицированы формальдегид, ацетальдегид и изовалериановый альдегид. Были обнаружены также альдегиды высшего ряда. Количественные и качественные показатели альдегидов у различных видов растений разные.

Сравнительно большим количественным содержанием альдегидов отличаются летучие выделения следующих растений: акации, тополя, дуба грузинского, дуба имеретинского, лозы, кельрейтерии, гледичии, маслины и хрена.

Выделение альдегидов увеличивается под влиянием температуры и света. В результате инактиваций ферментативных процессов выделение альдегидов прекращается.

საგონივობის ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Санадзе. Выделение растениями летучих органических веществ. Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1961.
2. С. С. Скворцов. Летучие выделения растений и их роль в защитных реакциях против микроорганизмов. Автореферат, 1964.
3. Г. Ф. Гаузе. Лекции по антибиотикам. Медгиз, 1958.
4. С. Б. Цфасман. Электронные полярографы. Металлургия, М., 1960.
5. Т. А. Крюкова, С. И. Сиякова, Т. В. Арефьева. Полярографический анализ. Госхимиздат, М. 1959.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. Ш. КАКАБАДЗЕ, С. Н. ШОРИН

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ КОНВЕРСИЯ ПРИРОДНОГО
ГАЗА В РЕАКТОРЕ С ЗАКРУЧЕННЫМИ
СТРУЯМИ

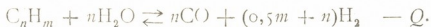
(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 2.12.1964)

Конверсия газов и риформинг-процесс являются основными методами получения синтез-газов ($H_2 + CO$), необходимых для производства аммиака, метанола, для восстановления металлических руд, получения спиртов оксосинтезом, гидрогенизации жиров и масел, а также для производства жидкого водорода, применяемого в качестве высококалорийного ракетного топлива.

Риформинг-процесс метана водяным паром отвечает следующим основным реакциям:



Реакции высших углеводородов с водяным паром отвечают аналогичной формуле



Для осуществления эндотермического риформинг-процесса необходимы высокотемпературные трубчатые печи-подогреватели, изготовляемые из специальной стали, а также соответствующий катализатор, что сильно удорожает установку и усложняет ее эксплуатацию.

Неполное окисление (конверсия) углеводородов по сравнению с риформингом предпочтительнее, поскольку позволяет уменьшить размеры оборудования и использовать в качестве сырья как природный газ, так и тяжелое жидкое топливо.

В качестве окислителя при конверсии углеводородов применяется кислород, парокислородная смесь, паровоздушнокислородная и кислородовоздушная смесь. Наличие пара в смеси понижает температуру реакции, но способствует предотвращению образования сажи.



Существуют два метода конверсии углеводородов—каталитический и высокотемпературный (некаталитический). Последний из-за простоты получает широкое распространение.

Экзотермическая реакция конверсии метана с максимально возможным выходом синтез-газов отвечает формуле



Недостаточная теоретическая температура этой реакции требует повышенного отношения $\frac{\text{O}_2}{\text{CH}_4}$ в исходной смеси, что связано с увеличением расхода кислорода и с понижением выхода продуктов восстановления на единицу прореагировавшего метана.

По применению и обоснованию высокотемпературного метода конверсии углеводородов большие исследования проведены Я. С. Казарновским и его сотрудниками [1, 2]. Обычно высокотемпературная конверсия осуществляется в условиях предварительного смешения нагретых масс газа и кислорода.

Предварительное смешение нагретых потоков метана и кислорода уменьшает время реакции, но способствует образованию ацетилена. Согласно исследованиям Франкенбургера [3], раздельная подача метана и кислорода в реакционную зону приводит к значительному уменьшению выхода ацетилена, а увеличенное время реакции сопровождается интенсивным распадом ацетилена на элементы [4], в результате чего и образуется свободный углерод.

Согласно исследованиям [5, 6, 7], образование свободного углерода при горении богатых смесей сводится к тому, что в пламени углеводороды распадаются с образованием ацетилена, после чего образуются углеродные частицы. Следовательно, возможность уменьшения образования ацетилена повлечет за собой и соответствующее уменьшение выделения свободного углерода в реакционной зоне. В этой связи можно предполагать, что организация процесса конверсии в условиях отсутствия предварительного смешения исходных реагентов будет способствовать снижению содержания свободного углерода в конвертированном газе.

В соответствии с вышеизложенными соображениями в последнее время Я. С. Казарновским и его сотрудниками [2], в отличие от ранее проводимых исследований конверсии в условиях предварительного смешения газа и кислорода, ведется процесс конверсии, предусматривающий смешение исходных реагентов и продуктов реакции в начальном участке реакционной зоны. При этом смешение газа и кислорода осуществляется прямотруйным методом, обладающим ограниченной интенсивностью смешения масс.

В отличие от прямоточной струи, закрученная (завихренная) струя имеет больший угол расширения и соответственно меньшую дальность, а внутренняя эжекционная способность закрученной струи с интенсивным встречным током значительно повышает стабилизацию и интенсивность тепло-массообмена [8, 9].

Для оценки турбулентного состояния струйных потоков может служить критерий относительной интенсивности турбулентности [10]

$$K = \frac{\sqrt{\bar{u}'^2}}{\bar{u}},$$

где

\bar{u}' — средняя пульсационная скорость;

\bar{u} — средняя скорость потока в данной точке.

Для более полной характеристики турбулентного состояния потока в струйных течениях привлекают также критерий

$$K_0 = \frac{\sqrt{\bar{u}'^2}}{\bar{u}_0},$$

где

\bar{u}_0 — характерная скорость истечения струи.

Во фронтовых процессах химического реагирования, которые осуществляются в газовых и жидкостных средах роль пульсационной скорости весьма велика. Например, при горении газовых смесей скорость пламени возрастает пропорционально пульсационной скорости турбулентного потока [11].

На рис. 1 представлены результаты экспериментального изучения турбулентного состояния прямоточных и закрученных струй, проведенного Д. Н. Ляховским [10]. Как видно из этих опытных данных, турбулентное состояние закрученных струй на расстоянии $x/d < 10$ характеризуется значительно большей интенсивностью турбулентности в сравнении с прямоточной струей.

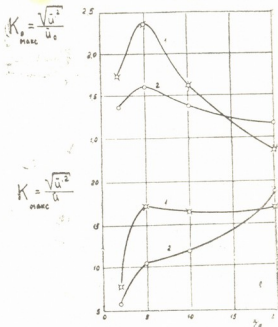


Рис. 1. Изменение $K_{0 \max}$ и K_{\max} вдоль свободных асимметричных струй: 1—закрученная струя; 2—прямоточная струя

При повышении критерия интенсивности турбулентности в спектре турбулентного состояния потока возрастает число турбулентных молей меньшего размера. Имея в виду, что время уничтожения молекулярных неоднородностей в потоке в сильной мере зависит от размера турбулент-



ных молей смешиваемых масс (пропорционально квадрату размера), следует ожидать заметного сокращения времени химического реагирования в закрученных струйных потоках по сравнению с прямоточными струями. Малое время, необходимое для уничтожения молекулярных неоднородностей в закрученных струях в условиях достаточно высоких температур с большим коэффициентом молекулярной диффузии, позволяет осуществлять реакторы без предварительного смешения реагирующих масс. Для проверки этого предположения и было проведено экспериментальное исследование окислительной высокотемпературной конверсии метана в реакторе с закрученными струями без предварительного смешения реагирующих масс (рис. 2).

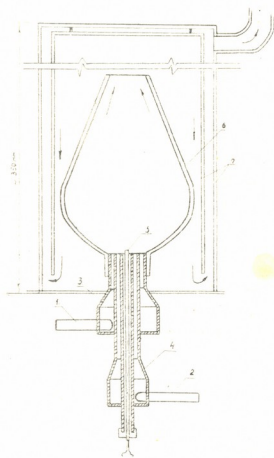
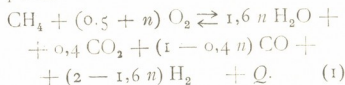


Рис. 2. Схема реактора с устройством для закрученных струй

реакторе с закрученными струями без предварительного смешения реагирующих масс (рис. 2).

Предлагаемый механизм окислительной конверсии метана отвечает реакции



Это уравнение охватывает процесс конверсии метана в диапазоне $n=0-1,25$ (до исчезновения свободного водорода).

Как следует из стехиометрических соотношений $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ и $\text{H}_2 + 0,5 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$, для окисления грамм-атома углерода требуется в четыре раза больше кислорода, чем для окисления грамм-атома водорода, иначе, если избыточный кислород ($\alpha_p > 0,25$) в процессе смешения и реагирования связывается с С и H_2 в равных количествах, то отношение

H_2O к CO_2 будет сохраняться 1:4 до значения $n=1,25$. Кроме того, принималось, что конечные стадии неполного окисления метана при различных коэффициентах расхода кислорода α_p соответствовали равновесию реакции водяного газа:



Расходный коэффициент кислорода

$$\alpha_p = 0,5 \frac{[\text{O}_2]}{[\sum \text{C}_1]},$$

где

$[O_2]$ —число молей кислорода в начальной смеси;

$[\sum C_1]$ —сумма грамм-атомов углерода в молекулах исходной смеси.

Для метана (и всего алканового ряда) теоретический максимум выхода водорода и окиси углерода соответствует $\alpha_p = 0,25$ и эта величина α_p берется за начало оси абсцисс. Конечным состоянием системы является величина $\alpha_p = 1$, отвечающая полному окислению углеводорода.

В табл. 1 приведено сравнение расчетных концентраций CO_2 , H_2O , CO и H_2 в зависимости от α_p для равновесного состояния реакции водяного газа при температуре равновесия $1220^\circ C$ [2] и полученных согласно уравнению (1). Учитывая достаточную точность совпадения равно-

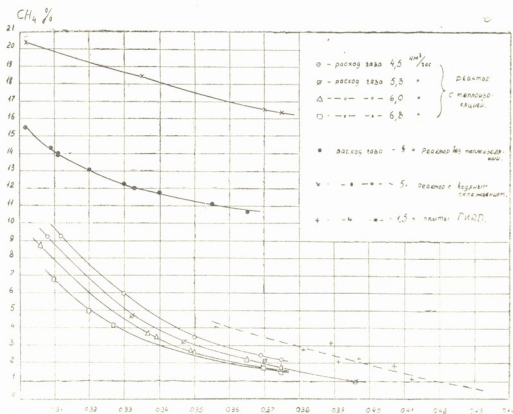


Рис. 3

весных концентраций реакции водяного газа и рассчитанных по уравнению (1), результаты, представленные в табл. 1, можно принять за основу оценки сравнительной характеристики высокотемпературной конверсии.

Для экспериментального исследования был запроектирован и изготовлен реактор из кварца с устройством для закрученных струй (рис. 2).

Природный газ подвигался по трубке (1) тангенциально в пиклон (3) со скоростью 70 – 100 м/сек. Технический кислород из баллонов че-



рез редукторы подавался по трубке (2) тангенциально в циклон (4) со скоростью 110--200 м/сек. Далее закрученная струя газа перемещалась во внешнем межтрубном пространстве со скоростью 15--20 м/сек, и по внутреннему межтрубному пространству перемещалась закрученная струя кислорода со скоростью 22--24 м/сек. На выходе в камеру реактора образуемая смесь поджигалась электрозапальником (5) и в реакторе (6) происходил автотермичный процесс конверсии. Форма кварцевого реактора выбрана в соответствии с гидродинамикой закрученной струи. Поток закрученной струи кислорода был направлен с большой скоростью по внутреннему межтрубному пространству по соображениям разности плотностей газа и кислорода (отличающихся почти вдвое). На выходе из межтрубного пространства закрученные струи сильно разносятся в радиальном направлении и массы кислорода, обладая большей плотностью и имея большую в сравнении с газом радиальную и тангенциальную составляющие скорости потока, проникают с большей скоростью в зону реагирующего газа.

Небольшая производительность экспериментальной установки (7--12 $\text{м}^3/\text{час}$ исходной смеси) отличалась относительно большими тепловыми потерями. Поэтому требуемая высокая температура (около 1400°C и выше) в реакционной зоне достигалась при повышенном расходе кислорода; в противном случае заметно уменьшался выход восстановителей на единицу прореагировавшего метана. Для уменьшения тепловых потерь на реактор был надет двойной кварцевый колпак, покрытый изнутри сажей (7).

Для оценки влияния теплоизоляции реакционной зоны на уменьшение тепловых потерь сначала были проведены эксперименты без при-

Таблица 1
Состав продуктов реакции водяного газа $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$, рассчитанный при средней температуре равновесия 1220°C и найденный по уравнению (1)

α_p	Компоненты водяного газа, объемн. %				Состав конвертированного газа по уравнению (1), объемн. %			
	CO_2	CO	H_2	H_2O	CO_2	CO	H_2	H_2O
0,3125	2,0	32,0	57,1	8,9	1,67	31,63	60,0	6,7
0,325	2,1	32,0	56,6	9,3	2,0	31,4	58,6	8,0
0,3375	2,2	31,6	56,2	10,0	2,34	31,0	57,3	9,36
0,35	2,6	31,3	54,4	11,7	2,7	30,6	55,9	10,8
0,3625	3,0	30,8	53,0	13,4	3,0	30,3	54,7	12,0
0,375	3,2	30,7	52,1	14,0	3,33	30,07	53,3	13,3
0,3875	3,5	30,4	51,0	15,1	3,67	29,7	51,93	14,7
0,41875	4,0	29,3	49,0	17,7	4,5	28,8	48,7	18,0
0,4375	4,7	28,6	46,2	20,5	5,0	28,4	46,6	20,0

Для оценки влияния теплоизоляции реакционной зоны на уменьшение тепловых потерь сначала были проведены эксперименты без при-

менения тепловой изоляции. Далее были проведены эксперименты при охлаждении реактора проточной водой (рис. 3, табл. 2).

С ростом α_p при отсутствии CH_4 в конвертированном газе сумма $(\text{CO} + \text{H}_2)$ понижается за счет окисления CO и H_2 в двуокись углерода и водяной пар избыточным кислородом.

Возрастание $(\text{CO} + \text{H}_2)$ с повышением коэффициента расхода кислорода (табл. 2) отвечает уменьшению доли непрореагировавшего метана в конвертированном газе.

Результаты опытов, проведенных при наличии тепловой изоляции реактора, отчетливо выявляют улучшение процесса конверсии (уменьшение остаточного метана) при увеличении производительности реактора, что дает основание рассчитывать на уменьшение остаточного метана при переходе от экспериментальной модели к реактору большой производительности.

Кроме того, можно полагать, что уменьшение теплопотерь и предварительный нагрев исходных реагентов за счет регенерации тепла уходящих продуктов являются эффективным средством снижения расхода кислорода и соответствующего повышения выхода

Таблица 2
Частичное окисление природного газа с применением теплоизоляции реактора

№ опыта	Расход газа $V, \text{нм}^3/\text{час}$	α_p	Состав сухого конвертированного газа, объемн. %					
			CO_2	CO	H_2	CH_4	O_2	N_2
45	4,5	0,312	1,58	33,68	52,13	9,28	0,18	3,1
47	4,5	0,33	4,04	32,71	54,22	6,02	0,0	3,01
50	4,5	0,35	3,95	32,28	56,81	3,48	0,0	3,48
53	4,5	0,369	4,04	35,17	54,72	2,45	0,0	3,62
60	4,5	0,375	4,3	37,8	51,8	2,35	0,0	3,76
55	5,3	0,308	3,68	33,15	50,46	9,27	0,2	3,24
17	5,3	0,332	4,3	33,86	54,67	4,72	0,09	2,36
20	5,3	0,347	4,56	35,8	54,05	3,26	0,0	2,33
23	5,3	0,37	4,39	35,87	55,29	2,18	0,09	2,18
67	5,3	0,396	3,77	35,43	54,88	0,94	0,09	4,86
32	6,0	0,306	4,04	33,15	51,24	8,83	0,09	2,65
27	6,0	0,337	4,21	34,3	54,48	3,86	0,26	2,89
25	6,0	0,339	4,21	37,03	52,52	3,51	0,0	2,73
8	6,0	0,349	2,72	36,04	56,52	2,83	0,0	1,89
29	6,0	0,35	4,3	35,17	54,32	2,74	0,18	3,29
11	6,0	0,365	4,56	35,79	54,87	2,35	0,0	2,39
41	6,0	0,375	4,04	36,23	54,14	1,78	0,18	3,63
56	6,8	0,31	3,68	33,42	54,11	6,76	0,09	1,94
57	6,8	0,32	3,59	33,54	55,22	4,93	0,26	2,46
60	6,8	0,327	3,68	34,65	54,21	4,23	0,27	2,96
14	6,8	0,37	4,3	36,4	54,82	1,66	0,0	2,8
63	6,8	0,375	3,86	38,05	54,48	1,61	0,0	2,00

восстановителей на единицу прореагировавшего метана.

Следует отметить, что результаты экспериментов, проведенных на лабораторной установке [1] в условиях, аналогичных с нашими, выход



синтез-газа и остаточного метана был приблизительно равен нашим результатам, но при значительно большем коэффициенте расхода кислорода ($\alpha_p = 0,41 - 0,43$). В наших опытах те же результаты были достигнуты при меньших затратах кислорода на единицу конвертированного газа в среднем на 10—14% (рис. 3).

Тепловое напряжение реактора в экспериментах достигало $160 \cdot 10^6$ ккал/м³час. Если принять в промышленном реакторе тепловое напряжение $30 \cdot 10^6$ ккал/м³час, то и в этом случае заданный объем реакционного пространства обеспечит высокую производительность. При часовом расходе метана $20\ 000$ м³ необходимый объем реакционного пространства составит всего около 1 м³.

Принимая во внимание достаточно эффективные материальные и тепловые показатели процесса, а также перспективы его простого аппаратного оформления, можно признать целесообразным использование высокотемпературной конверсии метана с использованием метода закрученных струй.

Московский институт химического
машиностроения Министерство
высшего и среднего специального
образования РСФСР

(Поступило в редакцию 2.12.1964)

ქიმიური ტექნოლოგია

მ. კაკაბაძე, ს. შორინი

ბუნებრივი გაზის მაღალტემპერატურული კონვერსია
რეაქტორში ბრუნვითი ნაკადების საშუალებით

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომში მოცემულია თეორიული წინაპირობები და ექსპერიმენტული მონაცემები ბუნებრივი გაზის მაღალტემპერატურული კონვერსიის რეაქტორში გრებილი ნაკადების საშუალებით. აღნიშნული ექსპერიმენტები იძლევიან საფუძველს, რომ ახლებურად და ეფექტურად გადაწყდეს მეთანის მაღალტემპერატურული კონვერსიის საკითხი სინთეზ-გაზის მაქსიმალური გამოსავლით.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Я. С. Казарновский и др. Высокотемпературная конверсия. Труды ГИАПа, вып. VII, Госхимиздат, 1957.
2. Я. С. Казарновский и др. Высокотемпературная конверсия природного газа. Химическая промышленность, № 6, 1962.
3. J. Frankenburger. Mittasch, Wielzel, AP 1823503, FP 628738, EP 264845.
4. P. J. Lerauxa. Mathien P. M. CEP, 57, XII, 54, 1961.
5. G. Porter. Fourth Symposium on combustion 1952, Baltimore, P 248, 1953.
6. П. А. Теснер, Е. Я. Рабинович, Л. А. Мартюшенко. Механизм образования сажи. Труды ВНИИГа, вып. 12, 27, 1961.
7. А. Г. Гейдон. Спектроскопия пламени. Перевод с английского. ИЛ, М., 1959.
8. С. Н. Шорин и А. Б. Приселков. Турбулентное и молекулярное смешение в струйных потоках. В сб.: „Теория и практика сжигания газа“, вып. II, Изд. „Недра“, 1964.
9. С. Н. Шорин и О. Н. Чипашвили. Влияние закрученной струи на теплообмен в камерах сгорания газа. Сборник статей МИХМа, 1961.
10. Д. Н. Ляховский. Аэродинамика закрученных струй. В сб. „Теория и практика сжигания газа“, вып. I, Гостоптехиздат, 1958.
11. Б. Льюис и Г. Эльбе. Горение пламени и взрывы в газах. ИЛ, М., 1948.

გეოლოგია

ჯ. ოპროპილიძე, მ. სპან

გურიის მაიკობის წყების სტრატობრაფიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. კაჭარავამ 23.2.1965)

გურიის ნავთობიან რაიონში მაიკობის წყების ნალექები საქმოდ დიდა გავრცელებით სარგებლობენ. დასავლეთ გურიაში მათ ბუნებრივ გამოსავლებს შვირე ფართობი უჭირავთ; აღმოსავლეთ გურიის დებრესიულ ნაწილში კი (ჩოხატაურის რაიონი) მაიკობი ფართოდაა გაშიშვლებული. ამავე ნალექებით არის აგებული აცანის სინკლინი და მცირე ზომის სინკლინი სოფ. ორაგვისთან, გურიის ქედზე.

ოლიგოცენ — ქვედა მიოცენის ასაკის მაიკობის წყების სტრატობრაფიის საკითხები განხილულია ე. ვახანიას [1], კ. მასლოვის [2], მ. ძველიას [3], ლალიევის [4] შრომებში. გურიის მაიკობის წყების მიკროფაუნა შესწავლილია მ. კაჭარავას [5], ო. ჯანელიძისა და ქ. არჩვაძის მიერ. მიუხედავად ხანგრძლივი კვლევისა, გურიაში გავრცელებული მაიკობის წყების სტრატობრაფიული სქემა დაზუსტებას მოითხოვს. ჩვენ 1963 — 64 წლებში განსაკუთრებული ყურადღებით შევისწავლეთ გურიის ოლიგოცენ — ქვედა მიოცენის ასაკის ნალექები.

გურია აჭარა-თრიალეთის მთისწინა როფის უკიდურეს დასავლურ ნაწილს წარმოადგენს. ეს როფი, რომელიც საქართველოს ბელტსა და აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემას შორის მდებარეობს, თავისი ტექტონიკური ბუნებით გარდამავალ ხასიათს ატარებს, რის გამოც იგი გურიის ტექტონიკური ქვეზონის სახელითაა გამოყოფილი [6]. მის საბოლოო ჩამოყალიბებას მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი ეოცენის ბოლოს მომხდარმა ოროგენეტულმა პროცესებმა.

ოლიგოცენის დასაწყისში რეცხვის ძირითად არეებს (საქართველოს ბელტი და აჭარა-თრიალეთის ცენტრალური ნაწილი) თვით როფის ფარგლებში მცირე ზომის ამოწვევები დამატა გურიის ქედის, ნასაკირალისა და გორა-ბერეკეთის შუა ეოცენის ნაჩენების სახით; გურიის მნიშვნელოვან ფართობზე კი შენარჩუნებულ იქნა უწყვეტი ზღვიური რეჟიმი.

ზემოთ აღნიშნული ამოწვევების არსებობამ განაპირობა გურიაში ოლიგოცენის (ხადუმის ჰორიზონტი) ტრანსგრესიული ხასიათი აუზის ზოგ უბანზე, მაშინ როდესაც ჩვეულებრივ ზედა ეოცენის ფორამინიფერებიანი მერგელები თანდათანობით გადასვლით არიან დაკავშირებულნი ხადუმის ჰორიზონტთან.



ს. ს. ძიმიტის, მამათის, ჯუმათის მიდამოებში, ნასაკირალის ამოწვევის ჩრდილოეთ პერიფერიაზე და გორა-ბერეგოულთან მაიკოპის წყების ფუძეში გამოიყოფა რამდენიმე მეტრის სიმძლავრის ტუფოქვიშაქვებისა და კონგლომერატის დასტა, რომელიც შეიცავს ფორამინიფერების ფაუნას: *Lagena vilardobouana* Will. *Globigerina bulloides* d'Orb., *Globigerinella micra* Colle, *Cibicides ex gr. lobatulus* (W. et I.) (განსაზღვრა ქ. არჩვაძემ). მომდევნო ნალექები ერთგვაროვანი, არაქარბონატული, უფაუნო თიხებით არის წარმოდგენილი, რაც აძინელებს მაიკოპის სხვა ჰორიზონტების გამოყოფას.

გურიის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში, მდ. ნატანებსა და სუფსას შორის, აგრეთვე გურიის მთების სამხრეთ კალთის გასწვრივ კარგად ჩანს ხადუმის ჰორიზონტისა და მომიჯნავე ნალექების ურთიერთ დამოკიდებულება.

მდ. ბახვის-წყლის აუზში ს. ს. ოქროს-ქედსა და მთის-პირის მიდამოებში ხადუმის ჰორიზონტი ნორმალურად აგრძელებს ზედა ეოცენის ფორამინიფერებიანი მერგელების წყებას. ჰორიზონტი წარმოდგენილია 55—60 მ სიმძლავრე მერგელოვანი შრეებრივი თიხებით და 0,1 მ სისქე წვრილმარცვლოვანი მოთეთრო ქვიშაქვების წყაშრებით. თიხების დაშრეების ზედაპირზე ჩანს *Spiratella planorbella* Korobkov აღნაბეჭდები. ნალექები დახასიათებული არიან აგრეთვე ფორამინიფერებით: *Cibicides lobatulus* (W. et I.), *Nonion umbilicatum* (Montagu), რაც მიგვითითებს იმაზე, რომ ეს შრეები ხადუმის ჰორიზონტს შეესაბამებიან.

აღმოსავლეთი მიმართულებით ხადუმის ჰორიზონტის სიმძლავრე კლებულობს და მდ. არუას, გუბაზოულისა და სუფსას ხეობებში 20 მეტრს არ აღემატება.

გურიის მთების სამხრეთი კალთის გასწვრივ მაიკოპის წყების სრული კრილი შიშვლდება ჩოხატაურიდან დასავლეთით სოფ. გოგოლეს-უზნის მიდამოებში. აქაც მაიკოპის ქვედა ნაწილში ხადუმის ჰორიზონტი გამოიყოფა, რომელიც ფორამინიფერებიანი შრეების მერგელოვან თიხებში თანდათანობით გადასვლით იწყება. ხადუმის ჰორიზონტის სიმძლავრე 10 მეტრია. მის ქვედა ნაწილში—0,7 მ სისქე საშუალო მარცვლოვანი, მონაცრისფრო, კარბონატული ქვიშაქვის შრე შეიმჩნევა. ქანი შედგება კვარცის, პლაგიოკლასის, პირიტის, მაგნეტიტ-ილმენიტის მარცვლებისა და ქარსის ქერცლებისაგან. თიხებში მრავლად გვხვდება; *Spiratella planorbella* korobkov, *Clio (Nudiclio) chadumica* korobkov (განსაზღვრა ი. კობოტკოვმა). გვხვდება აგრეთვე ფორამინიფერები: *Cümbelina gracilina* Andreae, *Entosolenia marginata* Walker, *Nonion granosus* d'Orb., *Bulimina cf. culter* Bhatia, *Bolivina cf. mississippiensis* Cushman., *Asterigerina bracteata* Cushman., *Cibicides ex gr. lobatulus* (W. et I.), *Clobigerina officinalis* (Subb) (განსაზღვრა მ. სვანიძემ).

შუა ოლიგოცენის ასაკის ნალექები გამოიყოფა ხადუმსა და იმ შრეებს შორის, რომლებიც ქარბად შეიცავენ გამტკნარებული აუზის მოლუსკური ფაუნას. მდ. არუასა და გოგოლეს-უზნის კრილებში შუა ოლიგოცენის ნალექები იკავებენ ინტერვალს ხადუმსა და ოსტრაკოდებიან შრეს შორის.

ჩვენი კვლევის შედეგად საშუალება მოგვეცა მდ. ბახვის-წყლის კრილში დაგვედგინა მოლუსკური ფაუნით დახასიათებული შუა ოლიგოცენის ნალექ-

ქები. აქ ხადუმის ჰორიზონტს ჯერ ქვიშაქვის 2,5 მ სიმცლავრე შრე; შემდეგ კი უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და კონგლომერატების მძლავრი 29 მ დასტა მოჰყვება. ამ შრეებში შეგროვილ იქნა: *Pectunculus Lamk.*, *Pectunculus philippii* Dech., *Ostrea cullifera* Lamk., *Milna roulini* Cossmann, *Cyprina rotundata* Braun, *Callista splendida* Merian, *Pecten arcustus* Brocchi, *Polinices hantoniensis* Pilk., *Athleta sp. cf. ruthieri* Héb., *Turris (Gemmula) cf. nodigera* (Koen.), *Charonia (Sassia) cf. expansa* (Sow.) (ფაუნა განსაზღვრულია პროფ. ი. კორობკოვის, ბ. ჟიჟენკოსა და რ. მერკლინის მიერ, რომელთა აზრით, კომპლექსი შუა ოლიგოცენურ ასაკზე მიგვითითებს და ანალოგიურია ახალციხის აუზის ყურათუბნის ფაუნისა). მაიკოპის წყების აღწერილი შრეების ასაკი უკანასკნელ დრომდე გაურკვეველი იყო. მას ზოგი მკვლევარი ქვედა მიოცენად ათარიღებდა.

შუა ოლიგოცენს თანხმობით მოჰყვება უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვების მძლავრი დასტა. აღნიშნული ჭრილის აღმოსავლეთით, მდ. არუას ხეობაში შუა ოლიგოცენის სიმძლავრე 60 მეტრს აღწევს. ჭრილში მკვირვ ქვიშაქვებსა და კონგლომერატებს მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ. ქვიშაქვები დიდი რაოდენობით შეიცავენ კვარცისა და მინდვრის შპატის ნამსხვრევებს. კონგლომერატებში შუა ეოცენის ქვარგვალების, მერგელებისა და თიხების დაკუთხული ჩანართების სიდიდე 7—10 სმ აღწევს. ამ ნალექებში თ. ქუთათელაის მიერ განსაზღვრულია: *Lagena hexagona* Will., *Entosolenia maciae* Djan., *Bolivina aff. microlancetiformis* Subb., *Bolivina floridana* Cushm., *Bulimina ex gr. caprolithoides* Andreae, *Uvigerina aff. californica* Cushm., *Cibicides ex gr. oligocenicus* Samoil., *Globigerina officinalis* (Subb.).

ეს ფაუნა არ ეწინააღმდეგება ნალექთა შუა ოლიგოცენურ ასაკს. მდ. არუაზე შუა ოლიგოცენი ოსტრაკოდებიანი მერგელოვანი თიხის შრეებით იფარება.

სოდ. გოგოლეს-უბანთან ჭრილი ხადუმსა და ოსტრაკოდებიან შრეებს შორის წარმოდგენილია მძლავრი 26 მ. უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვებისა და კარბონატული თხელშრეებრივი თიხების მორიგეობით. ეს შრეები შეიცავენ: *Miliolina sp.*, *Lagena hexagona* Will., *Entosolenia sp.*, *Caucasina cf. schischkinskyae* (Samoil.), *Uvigerina ex gr. californica* Cushm., *Uvigerina jacksonensis* Cushm., *Asterigerina bracteata* Cushm., *Cibicides sp.* (განსაზღვრა მ. სვანმა).

აღმოსავლეთ გურიაში შუა ოლიგოცენს მოჰყვება გამტკნარებული აუზის მოლუსკური ფაუნით (*Congeria*, *Melanopsis*) დახასიათებული შრეები. მდ. არუასა და გოგოლეს-უბნის ჭრილში ზედა ოლიგოცენის დასაწყისში გამოიყოფა ოსტრაკოდებიანი, მერგელოვანი თიხების შრეები.

ქ. მასლოვის მიერ [2] ოსტრაკოდებიანი შრეები აღნიშნული იყო ჩოხატაურის მახლობლად, მდ. სუფსას ერთ-ერთ მარჯვენა შენაკადში. მისი აზრით, ოსტრაკოდებიანი შრეები ხადუმის ჰორიზონტშია განლაგებული, რაც ჩრდილო კავკასიის ე. წ. I ოსტრაკოდებიანი შრის მდებარეობას შეესატყვისება.



ო. ვილოვიჩის [7] აზრით, ჰირველი და მეორე ოსტრაკოდებიანი ზრე-
ები ასაკობრივად ერთი და იგივე სტრატეგრაფიულ დონეს, შუა ოლიგოცენის
ზედა ნაწილს შეესაბამება. მ. ბურშტარი, ი. ნიკიტინა, ი. შვემ-
ბერგერი ოსტრაკოდებიან ზრეს ჩრდილო კავკასიის მაიკოპის წყების ამავე
დონეზე ათავსებენ [8].

გურიაში ოსტრაკოდებიანი ზრეების დალექვას უკავშირდება აუზის ინ-
ტენსიური გამტკნარების დაწყება.

მდ. არუას კალაპოტში ოსტრაკოდებიანი ზრეები წარმოდგენილია მერ-
გელოვანი თიხებით. თიხებში მცირე სიმძლავრის მოყვითალო ფერის, მერგე-
ლის ზრე გაიდევნება. თიხები გაჭედილია ოსტრაკოდების ნაჭუსებით, რომლე-
ბიც შეუიარაღებელი თვალთა ადვილად შეიმჩნევა. ძირითადად გვხვდება: *Pon-*
tocypris oligocaenica Zal., *Candona* sp. (განსაზღვრა ზ. იმნაძემ).

ოსტრაკოდებიანი ზრის სიმძლავრე 1,5 მ აღწევს. აღმავალ ჭრილში თი-
ხებში გამოერევა ფხვიერი ქვიშაქვების შუა ზრეები *Congerina nysti* Bosq.
მრავალრიცხოვანი ნატეხებით, ამ დასტას ჩვენ პირობითად ზედა ოლიგოცენს
ვაკუთვნებთ.

თიხებში ფორამინიფერების შემდეგი კომპლექსი გვხვდება: *Lagena co-*
stata Reuss, *Entosolenia maciae* Djan., *Nonion echinatus* Djan., *Elphidi-*
um mariae Arth., *Rotalia diverosepta* Chalilov, *Bolivina antegressa* Subb.,
Uvigerina pygmaea d'Orb., *Asterigerina bracteata* Cushman., *Angulogerina aff.*
meskhetica Katch., *Cibicides lobatulus* (W. et I), *Acarinina aff. rugosoacu-*
leatum Subb (განსაზღვრა თ. ქუთათელაძემ).

მდ. ბახვის-წყლის აუზში ანალოგიური ნალექები წარმოდგენილია 200 მ
ქვიშაქვიან-კონგლომერატული წყებით, რომელიც აქ ოჩოჩხის სინკლინს ქმნის.
ამ წყების ქვედა ნაწილში დიდი რაოდენობით გვხვდება *Cyrena convexa* Brong.,
Congerina nysti Bosq., *Melanopsis hantkeni* Hoffm., *Congerina* sp. (განსა-
ზღვრა პროფ. ი. კორობკოვმა).

მომდევნო ქვიშაქვები ზემოთ აღნიშნულ ფაუნასთან ერთად შეიცავს
Corbula helmerseni Mikh., *Melanopsis callasa* A. Brann.

სოფ. გოგოლეს-უბანთან კონგერიანი ზრეები თანხმობით აგრძელებენ
შუა ოლიგოცენის ნალექებს, ამ ზრეების ძირში მკვეთრად გამოიყოფა 0,35 მ
სიმძლავრე *Pontocypris oligocaenica* Zal.-ით დახასიათებული მერგელოვანი
თიხები, რომლებსაც მოსდევს უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვების 5 მ დასტა.
ქვიშაქვებში ბევრია *Congerina nysti* Bosq. და მისი მრავალი ნაირსახეობა;
ხოლო თიხების მცირე სიმძლავრის შუაზრეებში ზ. იმნაძემ განსაზღვრა: *Cy-*
theridea müller Münt., *Loxoconcha ex gr. torida* Mand., *Cytheropteron sen-*
sibilum Mand., *Pteridocythere impolita* Mand., *Trachileberis* sp., *Cytheru-*
ra sp.

ჭრილის ზედა ნაწილი ერთგვაროვანი არაკარბონატული თიხებით ხა-
სიათდება. ამ ნალექთა სიმძლავრე სოფ. გოგოლეს-უბანთან 165 მ აღწევს.
საზღვარი ოლიგოცენსა და მიოცენს შორის პირობითია, რადგან ოლიგოცენის
ზედა ნაწილი და ქვედა მიოცენის ნალექები ერთგვაროვანი, მაიკოპის
ტიპის თიხებით არიან წარმოდგენილი.

მდ. ბახვის-წყლის ხეობაში ქვედა მიოცენის ნალექები თანხმობით აგრძელებენ კონგერეიბიანი ქვიშაქვების წყებას. ეს ნალექები მაიკოპის ტიპის თიხებით არიან წარმოდგენილი და ბახვის-წყლის აუზში ინტენსიური დანაოქების გამო დიდ ფართობზეა გავრცელებული. ამ ნალექთა სიმძლავრე აქ 500 მ არ უნდა აღემატებოდეს.

მდ. ბახვის-წყლის ჭრილში მაიკოპური თიხების დასტის ქვედა ნაწილი, რომელშიაც რამოდენიმე მოთეთრო კვარციანი ქვიშაქვის (0,4 მ) შრე გამოერევა, საყარაულოს ჰორიზონტის ანალოგიური უნდა იყოს. ზედა ნაწილი კი, სადაც მაიკოპის თიხებში სფეროსებრი და წაგრძელებულ-ოვალური ფორმის მერგელის სეპტარიების ჩანართები გვხვდება, კოწახურს უნდა მიეკუთვნოს.

მდ. არუაზე ქვედა მიოცენი აგრეთვე თიხებით არის წარმოდგენილი; წყებაში კარბონატული თიხების დასტები გამოირევა. აქ ქვედა მიოცენის სიმძლავრე 200 მ. აღწევს.

სოფ. გოგოლეს-უბნის მიდამოებში ქვედა მიოცენი აგრეთვე თიხებითაა შედგენილი. ჭრილის ზედა ნაწილში კვლავ გამოერევა მერგელების სეპტარიების ჩანართები, ხოლო ქვედა ნაწილში კარბონატული მონაცრისფრო თიხების შრეები შეიცავენ: *Lagena isabella* Katch., *Entosolenia marginata* Walker, *Caucasina schischkinskyae* (Samoil.), *Uvigerina californica* Cushm., *Nonion granosus* d'Orb., *Asterigerina bracteata* Cushm., *Cibicides ex gr. lobatulus* (W. et I).

ს. აკეთისა და ს. ღიმიტის მიდამოებში, მდ. აცავრასა და სუფსას შესართავთან ქვედა მიოცენი მაიკოპის ტიპის თიხებით არის წარმოდგენილი და თანხმობით იფარება თარხნული ჰორიზონტის კარბონატული თიხებით.

გურიის დასავლეთ ნაწილში ზემო ნატანების ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაზე, ქვედა სარმატის გავრცელების ზოლში, მაიკოპის ტიპის თიხების რამდენიმე იზოლირებული ნაჩენია ცნობილი. ა. ჭანიშვილისა და მ. ძველასთან [3] მიერ სიმაღლე 121,05 მ-თან მაიკოპის თიხებში არსებულ უხემმარცვლოვან ქვიშაქვის ლინზებში აღნიშნულია: *Oncophora dubiosa* M. Hoern., *Oncophora sp.*, *Cardium sp.*

მაიკოპის ზემოთ აღნიშნული გამოსავლების შესწავლამ საშუალება მოგვცა დაგვედგინა, რომ თიხებში ჩართული უხემმარცვლოვანი ფხვიერი ქვიშაქვები შეიცავენ ქვედა სარმატულ ფაუნას: *Ervillea dissita* Eichw., *Tapes naviculatus* Andr. და *Pectunculus sp.* ჩვენის აზრით, ზემოთ აღნიშნული მაიკოპის მაგარი თიხები ქვედა სარმატული ასაკისაა და ძველი ფაუნა *Pectunculus* და *Oncophora* შესატყვისი ასაკის ნალექების რეცხვის შედეგადაა გადმოლექილი.

ზემო ნატანების ანტიკლინის თალური ნაწილის აღმოსავლეთ გავრცელებაზე, მთა მონასტერის ჩრდილოეთით, ტიპიური მაიკოპის თიხებია გაშიშვლებული, რაც დაკავშირებულია აღნიშნული ანტიკლინის ღერძის ამოწევისთან. მაიკოპის თიხები აღმავალ ჭრილში თარხნული ჰორიზონტის კარბონატული თიხებით იფარება, რომლებიც დიდ რაოდენობით შეიცავენ *Thiasira laevis* Zhizh., *Xslyphaga dorsalis* Turt., *Spirialis sp.*

ამრიგად, აღწერილი მასალის ანალიზის საფუძველზე საშუალება გვაქვს აღვნიშნოთ, რომ გურიაში ოლიგოცენი ტრანსგრესიით იწყება. შუა ოლიგოცენში ნორმული ზღვიური რეჟიმი დამყარდა. ამ დროს აუზში პექტუნკულუსიანი შრეები ილექება. ოლიგოცენის ბოლოს იწყება აუზის გამტკნარება. ქვედა მiocენში ოლიგოცენის დროინდელი პალეოგეოგრაფიული სურათი თითქმის არ შეცვლილა; შეიმჩნევა მხოლოდ ზღვის აუზის უმნიშვნელო გაფართოება, თუმცა არაკარბონატული თიხების დაგროვება, რაც ოლიგოცენში დაიწყო, როგორც ჩანს, ქვედა მiocენის განმავლობაშიც გრძელდება.

სსრ კავშირის გეოლოგიურ-საძიებო ნავთობის ინსტიტუტის

საქართველოს კომპლექსური ლაბორატორია
 თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 23.2.1965)

ГЕОЛОГИЯ

Д. П. ОКРОМЧЕДЛИДЗЕ, М. Н. СВАНИ

К СТРАТИГРАФИИ МАЙКОПСКОЙ СВИТЫ ГУРИИ

Резюме

В работе подробно описаны широко развитые в Гурийском нефтегазосном районе отложения майкопской свиты олигоцен-нижнемiocенового возраста.

На основании анализа фактического материала авторами в отложениях выделяется хадумский горизонт, средний олигоцен, остракодовый пласт, верхний олигоцен.

Установление фаунистически охарактеризованных отложений олигоцена и остракодового пласта значительно уточняет стратиграфическую схему майкопских отложений, что имеет практическое значение и облегчает задачу сопоставления малоизученных осадков майкопской свиты Грузии.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. К. Вахания. Стратиграфия и нефтеносность майкопской свиты Гурии. НИТ, № 4, 1956.
2. К. С. Маслов. Палеогеография и фации майкопского бассейна Рио-Куринской (Грузинской) межгорной впадины. Труды ВНИГНИ, вып. XXXIV, М., 1961.
3. А. И. Чаншвили, М. Ф. Дзвеляя. О присутствии онкофоровых слоев в Гурии. ДАН СССР, т. XXVIII, № 9, 1940.
4. А. Г. Лалиев. Майкопская серия Грузии. Изд. „Недра“, М., 1964.
5. М. В. Качаравა. О работе микропалеонтологической лаборатории. Труды ГФ Азнефтеразведки, № 1, 1936.
6. П. Д. Гамкрелидзе. Геология СССР, т. X. Грузинская ССР, ч. 1. Геологическое описание, гл. VI. Тектоника. Изд. „Недра“, М., 1964.
7. О. С. Вялов. О соотношении первого и второго остракодовых пластов кавказского олигоцена. ДАН СССР, т. 153, № 4, 1963.
8. М. С. Бурштар, Ю. П. Никитина, Е. Е. Швемберггер. Стратиграфия и условия формирования верхнеiocеновых и майкопских отложений Северного Ставрополя и Сало-Маньчского междуречья. Труды ВНИГНИ, вып. XXVIII, М., 1963.

Р. И. БУДЕШТСКИЙ

РАССЕЯНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРИ ИСПЫТАНИЯХ БЕТОННЫХ
ОБРАЗЦОВ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 2.7.1964)

Применение современной математической статистики и теории вероятностей к контролю бетона позволяет более полно и надежно использовать информацию, извлекаемую из результатов испытания бетона, и глубже понять значение и смысл полученных данных.

Рядом работ [1, 2] установлено, что величина предела прочности бетона x нормальна с параметрами \bar{x} и σ , т. е. $x \in N(\bar{x}, \sigma)$, и имеет плотность распределения

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[-\frac{(\bar{x} - x_i)^2}{2\sigma} \right],$$

где

x_i — индивидуальные значения пределов прочности n контрольных образцов;

\bar{x} — средняя прочность контрольных образцов;

σ — среднеквадратическое отклонение.

При нормальном распределении погрешности влияние каждой ее составляющей (каждого фактора) невелико и сравнимо с влиянием любой другой [3]. Этими факторами для бетона, как квазиоднородного материала, являются: сочетание природы составляющих бетона, распределение этих составляющих в образце; распределение напряжений, возникающих в силу геометрии образца, и др. Это огромное количество возможных комбинаций и объясняет [4] статистическое поведение образцов бетона при испытаниях.

Степень однородности бетона характеризуется коэффициентом вариации предела прочности бетона $v = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\%$. Вопрос оценки качества бетона по v и вопрос обеспеченности (вероятности) проектной прочности R рассмотрен в работе [2].

Целью настоящей работы явилось исследование характера рассеяния прочностных показателей бетонных образцов при испытаниях последних



на кубиковое и призмное сжатия и на растяжение при раскалывании и изгибе, причем эксперименты проводились как с обычными бетонами, так и с бетонами, изготовленными способом виброперемешивания⁽¹⁾, которое является эффективным технологическим приемом улучшения качества структуры бетона.

При испытаниях на кубиковое сжатие и растяжение при раскалывании изготовлялось по 37 образцов на одну точку, размерами $10 \times 10 \times 10$ см. Испытание на раскалывание осуществлялось по центральной плоскости образца, параллельной его грани, через фиксированные металлические стержни $d=5$ мм (результаты подсчитаны по формуле $\frac{2P}{\pi a^2}$ [5]).

При испытаниях на призмное сжатие и растяжение при изгибе (двумя грузами) изготовлялось по 16 образцов размерами $10 \times 10 \times 30$ см.

Укажем, что требуемое минимальное количество контрольных образцов можно вычислить по формуле [6]

$$n = \frac{t^2 \cdot N \cdot v_{\text{пр}}^2}{(N-1) \beta_{\text{пр}}^2 + t^2 v_{\text{пр}}^2}, \quad (a)$$

где

$v_{\text{пр}}$ —проектный коэффициент вариации предела прочности бетона;

N —количество образцов, которое можно было бы изготовить из всего замеса (в данном случае 100-литрового);

$\beta_{\text{пр}} = \frac{\Delta_{\text{пр}}}{\bar{x}} 100\%$ —проектное относительное отклонение средней прочности контрольных n образцов от средней прочности N образцов;

($\Delta_{\text{пр}}$ —проектное абсолютное отклонение тех же величин);

t —нормированное отклонение по таблице Стьюдента [3] в зависимости от проектной вероятности p и числа степеней свободы $K=n-1$, принимаемого $K=\infty$.

Принимая $p=0,95$ ($t=1,96$), согласно рекомендациям [7], $\beta_{\text{пр}}=10\%$ и $v_{\text{пр}}=20\%$, имеем для образцов $10 \times 10 \times 10$ см $n=14$ ($N=100$) и для образцов $10 \times 10 \times 30$ см $n=11$ ($N=33,3$). Так как фактически коэффициент вариации в экспериментах (см. таблицу) нигде не превышает $v_{\text{пр}}=20\%$, то принятое в экспериментах фактическое количество образцов (соответственно $n=37$ и 16) является достаточным.

(1) Виброперемешивание бетонной смеси осуществлялось в смесителе принудительного действия $C=693$ емкостью по выходу готовой смеси 100 л при двухчастотной вибрации (перемешивающие лопасти— $n=6$ 950 кол/мин, $a=1,2$ мм; подающая— $n=2$ 800 кол/мин, $a=0,8$ мм). Там же производилось обычное перемешивание при отключенной вибрации.

Резко выдающиеся из ряда $n > 20$ образцов значения пределов прочности (т. е. при испытаниях на кубиковое сжатие и растяжение при раскалывании), выходящие за пределы интервала $(\bar{x} - 3\sigma, \bar{x} + 3\sigma)$, не включались в расчет („правило трех сигма“ [6]). В случае ряда $n < 20$ образцов (призменное сжатие, растяжение при изгибе) экстремальные значения пределов прочности x_{\max} или x_{\min} не включались в расчет по критерию Греббса ξ_n [3].

Здесь следует также отметить, что образцы с обнаруженными (до или после испытаний) раковинами, носящими «случайный» характер (например, из-за своеобразной ориентации крупного заполнителя раствор не заполнил некоторую часть объема образца), должны подчиняться вышеописанному общему правилу отбраковки; такие раковины обычно невелики и имеют локальный характер.

В описываемых экспериментах применялись следующие материалы: цемент — шлакопортланд Руставского завода, активностью 510 кг/см^2 ; песок — кварцевополевошпатный Чолабурского месторождения, объемным весом $1,44 \text{ т/м}^3$ и модулем крупности $2,51$; щебень 1 — известняковый Цителинкаройского месторождения, $5 \div 20 \text{ мм}$, объемным весом $1,40 \text{ т/м}^3$; щебень 2 — базальтовый Марнеульского месторождения, $5 \div 20 \text{ мм}$, объемным весом $1,38 \text{ т/м}^3$. Состав бетона: цемент 320 кг/м^3 , песок 590 кг/м^3 , щебень 1390 кг/м^3 и $В/Ц = 0,40$. Время одного замеса 5 минут; подобран по стабилизации во времени коэффициента вариации предела прочности на сжатие. Образцы формовались на стандартном вибростоле в течение 2 минут, хранились в стандартных условиях и испытывались в возрасте 1 и 28 суток.

Как следует из таблицы результатов испытания образцов, максимальное рассеяние прочностных показателей наблюдается при испытаниях на изгиб, несколько меньшее — при испытаниях на раскалывание, еще меньшее — на призменное сжатие и минимальное — на кубиковое сжатие. Это согласуется с данными Рамеша и Чопра [5], изучавшими коэффициенты вариации предела прочности бетона при испытаниях образцов на кубиковое сжатие, раскалывание и изгиб.

Обращает на себя внимание падение, как правило, коэффициента вариации v с возрастом бетона для всех видов испытаний. (Падение v с возрастом при испытаниях образцов на кубиковое сжатие отмечается также в работах [1, 8]). Причиной этого явления, по-видимому, является то обстоятельство, что различные дефекты структуры бетона относительно сильнее сказываются в раннем возрасте бетона. (На относительно высокую роль дефектов у низкопрочного бетона в связи с рассмотрением характера поверхности разрушения при испытаниях бетонных образцов указывает О. Я. Берг [9]).



Бетоны на известняковом щебне (см. таблицу) характеризуются более высоким v по сравнению с бетонами на базальтовом щебне, что, очевидно, является следствием свойств самих заполнителей.

Прочность и однородность испытанных образцов

Вид и срок испытания

Кубиковое сжатие		Призменное сжатие		Растяжение при раскальвании		Растяжение при изгибе	
R кг/см ²	R кг/см ²	R кг/см ²	R кг/см ²	R кг/см ²	R кг/см ²	R кг/см ²	R кг/см ²
v %	v %	v %	v %	v %	v %	v %	v %
1 сутки	28 суток	1 сутки	28 суток	1 сутки	28 суток	1 сутки	28 суток
79	269	52,1	191	4,0	20,4	7,7	35,5
8,2	8,7	11,6	10,5	17,0	13,6	19,1	15,1
102	315	66,3	233	5,3	25,6	11,0	46,9
5,8	3,5	8,5	4,3	13,4	8,8	14,4	11,9
75	314	51,0	228	4,4	25,9	10,8	49,3
8,0	5,9	10,3	6,5	11,6	8,9	12,6	11,0
97	374	67,1	284	7,7	33,1	14,6	65,8
5,3	2,9	7,7	4,1	8,3	5,8	9,4	7,2

Примечание: первые две строки относятся к бетону на известняке (первая строка—обычное изготовление, вторая—виброперемешивание); вторые две строки—аналогично к бетону на базальте.

Коэффициент вариации предела прочности бетона, изготовленного способом виброперемешивания v_b , значительно ниже коэффициента вариации предела прочности обычного бетона v_o при всех видах испытаний образцов, что указывает на повышенную степень однородности (стереометрической и прочностной) структуры первого. Понижение v_b по сравнению с v_o в случае кубикового сжатия отмечает А. Е. Десов [8].

Обращает на себя внимание то, что отношение $\frac{v_b}{v_o}$ падает для всех видов испытаний с возрастом бетона в среднем от 0,73 в суточном возрасте до 0,58 в месячном (несмотря на падение с возрастом $\frac{R_b}{R_o}$), что, возможно, обусловлено обгоняющим ростом прочности контакта (с учетом той или иной его конфигурации) цементного камня с заполнителем у бетона, изготовленного способом виброперемешивания. Эти контакты, являющиеся обычно самым слабым местом в структуре бетона, упрочняются в результате виброперемешивания [10, 11], что и снижает v .

Отметим, что, чем больше v у данного вида испытания, тем больше отношение $\frac{R_b}{R_0}$; оно составляет в среднем при испытаниях в месячном возрасте на кубиковое сжатие 1,18, на призмное сжатие 1,22, на растяжение при раскалывании 1,26 и на растяжение при изгибе 1,32.

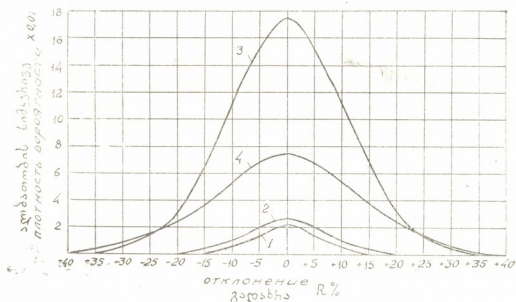


Рис. 1

На рис. 1 приведены теоретические (нормальные) кривые изменения значений плотности вероятности распределения $f(x)$ в зависимости от процента отклонения предела прочности изготовленного обычным способом бетона на базальтовом щебне от среднего значения прочности (кривая 1—испытание на кубиковое сжатие, кривая 2—на призмное сжатие, кривая 3—на растяжение при раскалывании и кривая 4—на растяжение при изгибе).

На рис. 2 представлены аналогичные кривые бетона, изготовленного способом виброперемешивания; в этом случае кривые характеризуются повышенными соответствующими значениями $f(x)$ и более узкой величиной интервала $(\bar{x}-3\sigma, \bar{x}+3\sigma)$.

Степень близости эмпирического распределения к теоретическому (нормальному) оценивалась критерием Колмогорова λ [6] и составляла, как правило, $p(\lambda)=0,8 \div 1,0$.

Предел прочности (средний) R менее чувствителен к изменению количества испытываемых образцов, чем v . Так, например, при изменении n от $n=3$ до $n=n_{\max}$ R менялось на $0 \div 15\%$, тогда как v менялось до двух и более раз. (Номерной порядок испытания образцов устанавливался по таблице случайных чисел).

В. В. Стольников и Р. Е. Литвинова указывают [2], что „при выборе критерия однородности следует стремиться к такому крите-



рию, на который в меньшей степени влияют различные факторы, как, например, влияние вида испытания. С этой точки зрения наилучшим является определение однородности бетона по испытанию на сжатие кубов. К достоинствам и практичности этого критерия относится и простота этого вида испытания. Рассмотрим также и другие точки зрения. С точки зрения приближения соответствия вида испытания бетонных образцов действительному характеру работы сооружения, следует и критерий однородности устанавливать по тому виду испытания образцов, который соответствует характеру работы сооружения. Такой критерий в ряде случаев будет весьма целесообразным.

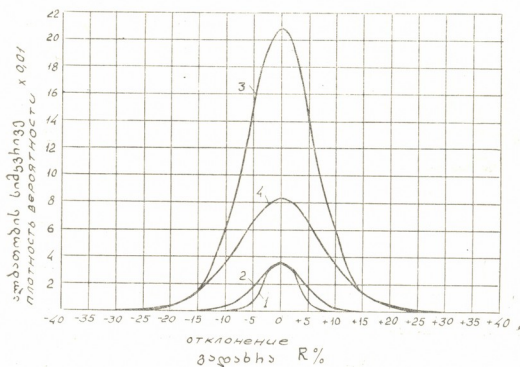


Рис. 2

С точки зрения теоретического исследования самой структуры бетона, с учетом того, что сопротивление бетона разрыву определяет его несущую способность [9], представляет интерес определение коэффициента вариации предела прочности бетона на осевое растяжение. По статистической теории прочности прочность образца в целом определяется самой „опасной“ из всех неоднородностей (дефектов) [12]. Эти дефекты, их влияние на рассеяние прочностных показателей при испытаниях на кубиковое сжатие могут не проявляться, если они будут лежать вдалеке от обычных косых площадок разрушения (то же самое и при призмном сжатии). Они могут не проявляться и при испытаниях на раскалывание, так как плоскость раскола наперед задана, а также при испытаниях на изгиб (даже чистый) в случае, если они будут лежать в сжатой области и если напряжения в этих местах будут повышены, но не настолько, чтобы превзойти предел прочности на сжатие при изгибе, тогда как на-

пряжение в растянутой зоне достигло уже предела прочности на растяжение при изгибе и произошло разрушение образца.

Эти дефекты, а значит и колебания однородности, безусловно, будут проявлять себя в полной мере при испытаниях образцов бетона на центральное растяжение. Однако хорошо известны трудности в связи с центрировкой образцов в этом виде испытаний.

В наших экспериментах (при тщательной геометрической центровке образцов) и в работе [5] максимальное значение ν при испытаниях на изгиб, возможно, свидетельствует о том, что из всех проведенных видов испытаний испытание на изгиб самое чувствительное к различным неоднородностям структуры и значение ν при этих испытаниях является приближенной характеристикой однородности макроструктуры бетона. (Действительно, вероятность попадания „опасного“ дефекта в растянутую зону при испытаниях на изгиб составляет $p=0,5$, тогда как при других видах испытаний вероятность попадания такого дефекта в область обычных плоскостей разрушения значительно меньше).

Отметим также, что σ есть величина, статистически не зависящая от \bar{x} [3]. Этим и объясняется, что в одних случаях бетоны высоких марок имеют более низкую однородность [8], в других же—более высокую [1], т. е. при одинаковой тщательности изготовления бетона его прочность не определяет однородность.

В случае необходимости оценки с заданной вероятностью p больших объемов бетона по результатам испытаний выборочных образцов следует пользоваться методом доверительных интервалов [3].

Таким образом, применение современной математической статистики и теории вероятностей к контролю бетона позволяет обоснованно решать целый ряд вопросов теории и практики бетона.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости

(Поступило в редакцию 2.7.1964)

საგეოდეზია მხედრობა

რ. ბუღუშასკი

სიმბოლოების მარკონებლის გავანტვა ბნტონის
ნიშვნების გამოცდისას

რ ე ბ ი უ მ ე

შრომაში განხილულია თანამედროვე მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის გამოყენების საკითხი ბეტონის ერთგვაროვნების შესაფასებლად.



აგებულია თეორიული (ნორმალური) მრუდები ბეტონის ნიმუშების სიმტკიცის ზღვრის გადახრის განაწილებისა კუბიკურ კუმშვაზე, პრისმულ კუმშვაზე, გახლეჩისა და ღუნვაზე გამოცდის შემთხვევაში. ერთგვაროვნების ხარისხი ფასდება სიმტკიცის ზღვრის ვარიაციული კოეფიციენტით σ ; მაქსიმალური ვარიაციული კოეფიციენტი არის ღუნვაზე გამოცდის შემთხვევაში, მინიმალური—კუბიკურ კუმშვაზე.

საკონტროლო ნიმუშების აუცილებელი რაოდენობა განისაზღვრება (n) ფ-ით; წუნდება წარმოებს სტატისტიკური მეთოდებით. ექსპერიმენტები ჩატარებულ იქნა როგორც ჩვეულებრივ, ასე ვიბროარევით მიღებული ბეტონისათვის. ვიბრონარევით მიღებული ბეტონისათვის ვარიაციული კოეფიციენტი ყველა შემთხვევაში ნაკლებია საკონტროლოზე, რაც მიგვიჩვენებს აღნიშნული ბეტონის ერთგვაროვნების უფრო მაღალ ხარისხზე.

დიდი მოცულობის ბეტონის შეფასება არჩეული ნიმუშების გამოცდის შედეგების მიხედვით საჭიროა გაწარმოთ სანდო ინტერვალების მეთოდით.

დასოფნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. И Минц. Рассеяние показателей прочности бетона разных строителъств. В сб.: „Исслед. обычн. и пред. напряж. ж.-б. конструкций“, Стройиздат, М., 1949.
2. В. В. Стольников, Р. Е. Литвинова. Однородность гидротехнического бетона и определяющие ее факторы. Гидротехническое строительство, № 9, 1963.
3. Ю. В. Линник. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. ФМ, М., 1962.
4. Реология. Сб. под ред. Ф. Эйриха (пер. с англ.). ИЛ, М., 1962.
5. А. Е. Десов, А. Н. Вахрушева. Методы испытаний бетона на растяжение раскалыванием и на растяжение при изгибе. Сб. трудов НИИЖБа, вып. 29, Госстройиздат, М., 1962.
6. А. М. Длин. Математическая статистика в технике. Изд. „Советская наука“, М., 1949.
7. Т. Гансен. Ползучесть и релаксация напряжений в бетоне (пер. с англ.). Госстройиздат, М., 1963.
8. А. Е. Десов. Способ повышения однородности бетона заводского изготовления. Сб. 1. Усоверш. техн. зав. изгот. бет. и ж.-б. констр. Моск. дом н.-т. пропаг., 1963.
9. О. Я. Берг. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. Госстройиздат, М., 1962.
10. Г. Я. Куннос, А. М. Скудра. Теория и практика вибросмешивания бетонных смесей. Изд. АН ЛатвССР, Рига, 1962.
11. Ю. Я. Штаерман. Виброактивированный бетон. Тбилиси, 1963.
12. Т. А. Конторова, О. А. Тимошенко. Обобщение статистической теории прочности на случай неоднородного напряженного состояния. ЖТФ, т. 19, № 3, 1949.

О. П. КВИРИКАДZE

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИЙ И МОДУЛЯ ПОЛНЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ ИЛИ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ БЕТОНА
ПРИ СЖАТИИ И РАСТЯЖЕНИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 13.7.1964)

Для определения модуля полных деформаций или модуля упругости бетона необходимо знать величины напряжений и соответствующие им деформации. Существует несколько методов для определения деформаций при сжатии и растяжении, ни один из которых не предусматривается в ГОСТе.

Существующие методы (как отечественные, так и предложенный Европейским комитетом бетона) определения деформаций бетона в результате испытания образцов при сжатии и осевом растяжении требуют кропотливой работы и продолжительного времени, и определенные средние значения напряжений в долях от фактического предела прочности, относительных деформаций и некоторых механических и деформативных характеристик бетона после испытания трех образцов-близнецов будут неточными. Кроме того, при испытании образцов разными методами будут получены разные величины пределов прочности и деформаций и, следовательно, модулей деформаций.

Ввиду того что модуль деформаций (E) связан с пределом прочности образца (E определяется при напряжении, составляющем определенную долю от предела прочности), а предел прочности зависит от скорости нагружения, предлагаем испытывать бетонные образцы (призмы и восьмерки) при определенной скорости нагружения до разрушения. При таком нагружении следует брать отсчеты по измерительным приборам для вычисления деформаций, строить кривые зависимости $\sigma = f(\epsilon)$ и определять модуль полных деформаций при напряжении $\sigma = 0,5 R_{np}$ или $\sigma = 0,5 R_p$ (где R_{np} — призмная прочность бетона при сжатии и R_p — предел прочности при растяжении), а если это необходимо, то и при любом напряжении.

Многочисленные эксперименты, проведенные нами на бетонных образцах при сжатии и растяжении, и эксперименты других авторов показывают, что модуль упругости, вычисленный по упругим деформациям при напряжении $\sigma = 0,5 R_{np}$ или $\sigma = 0,5 R_p$ на $(8 \div 10)\%$ больше, чем мо-



дуль, определенный по полным деформациям. Поэтому, зная модуль полных деформаций ($E_{\text{полн}}$), будем иметь представление о модуле упругости бетона при напряжении $\sigma = 0,5 R$, если полученный результат умножить на коэффициент $(1,08 \div 1,10)$, т. е.

$$E_{\text{упр}} = (1,08 \div 1,10) E_{\text{полн}}$$

Нами установлено, что при испытании образцов (призм) на сжатие при непрерывном нагружении до разрушения со скоростью $v = (2,0 \div 2,5)$ кгс/см² в минуту и при испытании образцов (восьмерок) на растяжение со скоростью $v = (2,0 \div 2,5)$ кгс/см² в минуту при базе тензметра $l = 100$ мм свободно можно взять отсчеты по приборам Мартенса с увеличением прибора 500 или с помощью индикаторов с ценой деления 0,002 мм.

Экспериментами, проведенными нами для выяснения вопроса влияния масштабного фактора на механические и деформативные характеристики бетона при непрерывном нагружении с постоянной скоростью, и экспериментами исследователей некоторых зарубежных стран удалось по-

Таблица 1

Размеры образцов, мм		Максимальный размер зерен заполнителя для бетона, мм
Призмы	Восьмерки	
100×100×300	по рис. 1	не более 50
150×150×450	по рис. 2	" 40
200×200×600	по рис. 3	" 70

лучить новые данные о том, что деформации, призматическая и кубиковая прочность бетона не зависят от размеров образцов.

Принимая во внимание вышесказанное, мы рекомендуем для облегчения и

уточнения определения деформаций и, следовательно, модуля полных деформаций или модуля упругости бетона при сжатии и осевом растяжении испытывать образцы (призмы и восьмерки) при определенной скорости нагружения непрерывно до их разрушения и предусмотреть в ГОСТе испытания такого вида⁽¹⁾.

В зависимости от наибольшей крупности зерен заполнителя бетона образцы (призмы или восьмерки) должны иметь размеры, указанные в табл. 1.

Для изготовления образцов (восьмерок) с отверстиями в головках в формах вертикально устанавливаются металлические стержни, вставленные

(¹ Подробное содержание предложений см. в отчете канд. техн. наук О. П. Квирикадзе "Предложения по изменению ГОСТов: ГОСТ 10180-62 и ГОСТ 4800-59 и методика определения модуля полных деформаций или модуля упругости бетона при сжатии и растяжении", Института строительной механики и сейсмостойкости АН СССР, 1964 г.

в отверстия в основании формы и закрепляемые гайками. В зависимости от размеров образца стержни должны иметь диаметр $d=21$, $d=24$, $d=26$ мм (рис. 1, 2, 3). После раскрытия форм образцы вынимаются из формы вместе со стержнями, которые затем легко извлекаются из образца. Изготовление образцов (призм и восьмерок) производят с уплотнением бетонной смеси на вибрационной площадке.

Испытание образцов на сжатие и осевое растяжение должно производиться на гидравлических прессах и на разрывных и универсальных машинах, отвечающих требованиям ГОСТа 8905-58 и ГОСТа 7855-61. Допускается также использование прессов и разрывных машин других типов и моделей.

Испытательные машины для испытания образцов (восьмерок) на осевое растяжение должны быть оборудованы шарнирными захватами, обеспечивающими осевое приложение нагрузки.

Испытание производят следующим образом. Контрольный образец (призму) устанавливают на нижнюю плиту испытательной машины, пользуясь разметкой, нанесенной на плите.

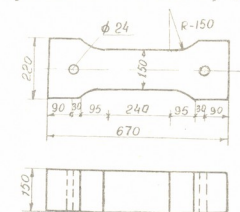


Рис. 2

Нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью $(10 \div 15)$ кгс/см² в минуту до разрушения образца (призмы).

Испытание образцов (призм) нельзя производить на прессе, плиты которого изгибаются под нагрузкой, так как изгиб опорных плит прессов понижает предел прочности образцов (призм). Можно использовать две стальные пластинки достаточной толщины. Одна из них — с шаровым шарниром располагается на верхней грани образца, а другая — жесткая.

В случае, если заранее известно ориентировочное значение предела прочности бетона (призмы), можно обойтись без испытания контрольного образца.

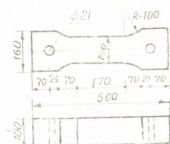


Рис. 1

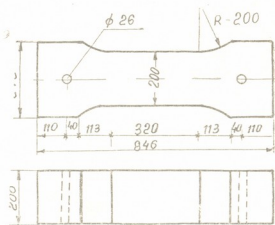


Рис. 3



Достигнутое в процессе испытания максимальное усилие принимают за величину разрушающей нагрузки образца P_{\max} в кгс.

На нижней плите испытательной машины устанавливают следующий образец-близнец и на двух противоположных гранях образца закрепляют измерительные приборы (зеркальный прибор Мартенса или индикаторы часового типа с ценой деления 0,002 мм) для определения полных относительных деформаций.

Зная разрушающую нагрузку (P_{\max}) контрольного образца, примерно устанавливают величины усилий, соответствующие определенной доле от разрушающей нагрузки (0,1 P_{\max} , 0,2 P_{\max} , ..., 0,9 P_{\max} , 1 P_{\max}).

Базу измерительных приборов следует выбирать в зависимости от размеров образца. При испытании призм с размерами 100×100×300 мм база тензометра— $l=100$ мм, для призм 150×150×450 мм— $l=150$ мм, а для призм 200×200×600 мм— $l=200$ мм.

При испытаниях образцов сухого хранения можно определять деформации с помощью электрических тензометров. В этом случае датчики наклеивают за 50—60 часов до испытания образца.

Образцы испытываются при заданной скорости ($v=10 \div 15$ кгс/см² в минуту) нагружения непрерывно до разрушения и параллельно берутся по измерительным приборам отсчеты при ранее установленных усилиях. Все данные эксперимента для каждого образца (испытывается по три образца-близнеца) помещают в журнал наблюдений.

Журнал наблюдений

Усилия P , кгс	Соответствующие напряжения σ , кгс/см ²	Отсчеты по измерительным приборам		Продольные полные деформации $\epsilon_{\text{прод}}$
		полевому $A_{\text{лев}}$	по правому $A_{\text{прав}}$	
0	—	—	—	0
0,1 P_{\max}	σ_1	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,2 P_{\max}	σ_2	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,3 P_{\max}	σ_3	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,4 P_{\max}	σ_4	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,5 P_{\max}	σ_5	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,6 P_{\max}	σ_6	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,7 P_{\max}	σ_7	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,8 P_{\max}	σ_8	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,9 P_{\max}	σ_9	—	—	$-\times 10^{-6}$

Наименование образца . . .

Дата изготовления образца . . .

Дата испытания образца . . .

Вес образца $Q = \dots$ кгс

Размеры образца $a = \dots$ см, $b = \dots$ см, $h = \dots$ см

Площадь поперечного сечения образца $S = a \times b = \dots \text{см}^2$

Объем образца $V = a \times b \times h = \dots \text{см}^3$

Объемный вес бетона $\gamma = \frac{Q}{V} = \dots \text{кгс/см}^3$

База тензометра $l = \dots \text{мм}$

Скорость нагружения образца $v = \dots \text{кгс/см}^2$ в минуту

Разрушающая нагрузка образца $P_{\max} = \dots \text{кгс}$

Предел прочности образца $R_{\text{пр}} = \frac{P_{\max}}{S} = \dots \text{кгс/см}^2$

Если требуется определить поперечные деформации ($\epsilon_{\text{попер}}$) для вычисления коэффициента Пуассона, тогда в поперечном направлении на двух противоположных гранях образца дополнительно устанавливаются измерительные приборы с базой (l) в зависимости от размера образца.

Для призм размерами $100 \times 100 \times 300$ мм — $l = 50$ мм, для призм $150 \times 150 \times 450$ мм — $l = 100$ мм и для призм $200 \times 200 \times 600$ мм — $l = 150$ мм. В журнале наблюдений добавляются три столбца: два — для записи отсчетов по измерительным приборам ($A_{\text{зад}}$ и $A_{\text{перед}}$) и один — для величины полных относительных поперечных деформаций ($\epsilon_{\text{попер}}$).

По величинам напряжений и соответствующим деформациям (см. журнал наблюдений) в любом масштабе строится график $\sigma = f(\epsilon)$ (рис. 4). Расстояние OA делится на 10 равных частей. Полученные на оси напряжений точки будут соответствовать долям действительного предела прочности ($0,1 R_{\text{пр}}$, $0,2 R_{\text{пр}}$, ..., $0,9 R_{\text{пр}}$, $1 R_{\text{пр}}$). Проводятся горизонтальные пунктирные линии до пересечения с кривой $\sigma = f(\epsilon)$.

По полученным точкам определяются деформации, соответствующие долям предела прочности данного образца.

Для получения ориентировочного значения полной деформации при разрушении образца допускается экстраполирование кривой (прерывистые линии на рис. 4).

По результатам испытания трех призм определяются средние значения деформаций при напряжениях, соответствующих определенной доле

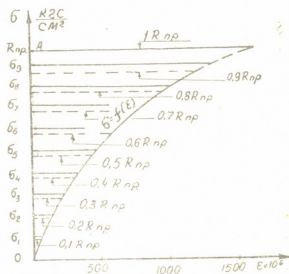


Рис. 4



предела прочности образцов, и по данным первого и второго столбцов строится график зависимости $nR_{\text{пр.ср.}} = f(\epsilon)$ (рис. 5).

Таблица 2

Напряжения σ , кгс/см ²	Деформации ϵ	Модули полных деформаций E , кгс/см ²
0	0	—
0,1 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,1}$	$E_{0,1} = \frac{0,1 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,1}}$
0,2 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,2}$	$E_{0,2} = \frac{0,2 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,2}}$
0,3 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,3}$	$E_{0,3} = \frac{0,3 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,3}}$
0,4 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,4}$	$E_{0,4} = \frac{0,4 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,4}}$
0,5 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,5}$	$E_{0,5} = \frac{0,5 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,5}}$
0,6 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,6}$	$E_{0,6} = \frac{0,6 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,6}}$
0,7 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,7}$	$E_{0,7} = \frac{0,7 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,7}}$
0,8 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,8}$	$E_{0,8} = \frac{0,8 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,8}}$
0,9 $R_{\text{пр.ср}}$	$\epsilon_{0,9}$	$E_{0,9} = \frac{0,9 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,9}}$
1 $R_{\text{пр.ср}}$	ϵ_1	—

Модуль полной деформации бетона (условный модуль полной деформаций $E_{\text{полн}}$) выражается тангенсом угла между осью абсцисс и секущей, соединяющей начало координат с точкой на кривой, соответствующей определенному значению напряжения, т. е.

$$E_{\text{полн}} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{nR_{\text{пр.ср.}}}{\epsilon_n}$$

Меняя значения n

$$\left(n = \frac{\sigma}{R_{\text{пр.ср}}} = 0 \div 1 \right),$$

можно подсчитать модуль полных деформаций при любом значении напряжения $\sigma = nR_{\text{пр.ср}}$. Полученные значения модулей полных деформаций вносятся в третий столбец табл. 2. Ввиду того что модуль упругости бетона в большинстве случаев определяют при напряжении $\sigma = 0,5 R_{\text{пр.ср}}$, модуль полной деформации следует вычислять только при напряжении $\sigma = 0,5 R_{\text{пр.ср}}$.

По значению модуля полной деформации бетона ($E_{0,5 \text{ полн}}$) при напряжении $\sigma = 0,5 R_{\text{пр.ср}}$ определяется модуль упругости бетона при том же напряжении:

$$E_{0,5 \text{ упр}} = 1,1 E_{\text{полн}} \text{ кгс/см}^2.$$

Действительный модуль полной деформации выражается тангенсом угла между касательной к кривой $nR_{\text{пр.ср}} = f(\epsilon)$ и осью деформаций (рис. 5)

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{d\sigma}{d\epsilon}$$

Находить таким путем модуль полной деформации трудно, так как необходимо знать аналитическую зависимость ϵ от σ . Поэтому модуль

полной деформации (условный модуль полных деформаций) и, следовательно, модуль упругости бетона следует определять вышеуказанным способом.

Приближенное значение действительного модуля полной деформации можно вычислить графическим путем (рис. 5):

$$E_{0,5 \text{ д.полн}} = \frac{0,5 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,5 \text{ кас}}}$$

Кроме того, значение действительного модуля полной деформации при напряжении $\sigma = 0,5 R_{\text{пр.ср}}$ можно найти по тангенсу угла наклона хорды, соединяющей точки кривой $nR_{\text{пр.ср}} = f(\epsilon)$, соответствующей напряжениям $\sigma = 0,4 R_{\text{пр.ср}}$ и $\sigma = 0,6 R_{\text{пр.ср}}$ (рис. 5):

$$E_{0,5 \text{ д.полн}} = \text{tg } \beta = \frac{0,6 R_{\text{пр.ср}} - 0,4 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,6} - \epsilon_{0,4}} = \frac{0,2 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,6} - \epsilon_{0,4}} \text{ кгс/см}^2.$$

Для испытания образца при растяжении в отверстия восьмерок вставляют стержни 1 (рис. 6) и на них устанавливают серги 2. В отверстия серег 2 вставляют стержни 3 с пластинками 4. На рис. 6 показано закрепление одного конца образца в захвате. Пластинки 4, установленные на обеих головках образца, закрепляют в захватах разрывной машины так, чтобы оси образца и машины совпадали. Испытывается контрольный образец (восьмерка) для установления разрушающей нагрузки. Нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью $v = (1,0 \div 1,5)$ кгс/см² в минуту до разрушения образца (восьмерки).

Достигнутое в процессе испытания максимальное усилие принимают за величину разрушающей нагрузки образца (P_{max}) в кгс. В случае, если заранее известно ориентировочное значение предела прочности бетона, можно обойтись без испытания контрольного образца (восьмерки).

Для испытания образца-близнеца его нагружают начальной нагрузкой $P' \approx 0,04 P_{\text{max}}$, которую принимают за нуль. На двух противоположных гранях образца закрепляют измерительные приборы (зеркальный прибор Мартенса или индикаторы часового типа с пеной деления 0,002 мм) для определения полных относительных деформаций. Зная разрушающую нагрузку (P_{max}) контрольного образца, примерно устанавливают величины усилий, соответствующих определенной доле от разрушающей нагрузки ($0,1 P, 0,2 P, \dots, 0,9 P, 1 P$, где $P = P_{\text{max}} - 0,04 P_{\text{max}}$).

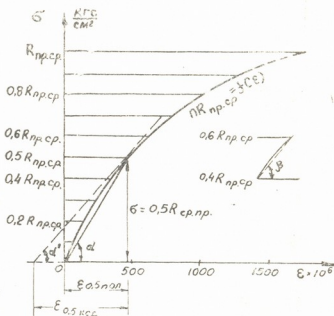


Рис. 5

Базу измерительных приборов выбирают в зависимости от поперечных размеров образца. При испытании восьмерок с поперечными размерами 100×100 мм база тензометра— $l=100$ мм, для восьмерок 150×150 мм— $l=150$ мм, а для восьмерок 200×200 мм— $l=200$ мм.

В расчетах следует использовать результаты испытания лишь тех образцов, которые рвались в пределах базы измерительных приборов, установленных для определения продольных деформаций.

При испытании бетонных образцов (восьмерок) на растяжение определение продольных и поперечных деформаций, построение кривых зависимости $\sigma = f(\epsilon)$ и $nR_{p,cp} = f(\epsilon)$, определение модулей полных деформаций или модулей упругости и коэффициента Пуассона производятся так же, как и при испытании бетонных образцов (призм) на сжатие.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости

(Поступило в редакцию 13.7.1964)

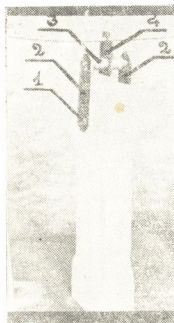


Рис. 6

საშენობის მეცნიერება

მ. კვირიკაძე

კუმფოვანი და ბაჭიმოვანი ბეტონის მთლიანი დეფორმაციის
 მოდულის ან დრეკადობის მოდულის განსაზღვრის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

დეფორმაციის მოდულის ან დრეკადობის მოდულის გაადვილების და შედარებით ზუსტად განსაზღვრის მიზნით რეკომენდაციას ვიძლევი, რათა დამზადებულ იქნეს ნიმუშები, პრიზმები და რვიანები ბეტონის მსხვილი შემავსებლების ზომებზე დამოკიდებულებით, და გამოცდილ იქნენ ისინი კუმფოვანზე და ბაჭიმოვანზე ჩვენ მიერ დადგენილი დატვირთვის მიყენების სათანადო სიჩქარით—დანგრევამდე. ასეთი გამოცდის შემთხვევაში საჭიროა განისაზღვროს ფარდობითი დეფორმაციები, აიგოს გრაფიკი $\sigma = f(\epsilon)$, რის დახმარებითაც ძაბვის ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის განესაზღვრავთ მთლიანი დეფორმაციის მოდულის სიდიდებს. გვეცოდინება რა მთლიანი დეფორმაციის მოდული ძაბვაზე $\sigma=0,5R$, შეიძლება დრეკადობის მოდულის განსაზღვრა, იმავე საბაზე, ფორმულით:

$$E_{დრ} = (1,08 \div 1,10) E_{მთლ},$$

რადგან დადგენილია, რომ მთლიანი დეფორმაციის მოდული ($E_{მთლ}$) და დრეკადობის მოდული ($E_{დრ}$) განსხვავებული არიან ერთმანეთისაგან მხოლოდ 8—10%-ით.

ა. კაკაუშაძე, ბ. ცანაზა

ტრეფცის მეთოდის გამოყენება საზოგადოებრივი მეცნიერების
 ზოგიერთი ამოცანის ამოსახსნელად

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ხვერციამ 23.9.1964)

დრეკადობის თეორიის ამოცანების ამოსახსნელად ხშირად იყენებენ
 ე. წ. „განტოლებებს გადაადგილებებში“ [1] და მათ ამოსახსნელად პაპკოვი-
 ჩი-ნიებერის, გალიორკინისა და ტრეფცის ფორმებს. ამ უკანასკნელის ამოს-
 ხნის ფორმა შემდეგია:

$$u = \varphi_1 + \chi \frac{\partial \psi}{\partial x}; \quad v = \varphi_2 + \chi \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad w = \varphi_3 + \chi \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = - \frac{1}{3 - 4\gamma} \left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_2}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_3}{\partial z} \right) \quad (2)$$

აღნიშნულ ნებისმიერი პარამონიული $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ ფუნქცია φ -ით, რომე-
 ლიც შეგვიძლია წარმოვადგინოთ სახით:

$$\varphi(x, y, z) = f_0(x, y) + \chi f_1(x, y) + \chi^2 f_2(x, y) + \chi^3 f_3(x, y) + \dots + \chi^4 f_4(x, y) + \dots \quad (3)$$

გავაწარმოვოთ ეს ფუნქცია z -ით და მივიღოთ $z=0$, გვექნება

$$\begin{aligned} \varphi_{z=0} = \varphi_0 = f_0(x, y) = I(x, y); \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z_{z=0}} &= \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 = \\ &= f_1(x, y) = T(x, y) \end{aligned} \quad (4)$$

თუ $\varphi(x, y, z)$ -ის უმაღლეს რიგის წარმოებულებს ავიღებთ და შემოვი-
 ლებთ აღნიშვნებს: $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \nabla_1^2 \varphi$ დ. ა. შ., მივიღებთ

$$f_2(x, y) = - \frac{1}{2!} \nabla_1^2 \varphi_0; \quad f_3 = - \frac{1}{3!} \nabla_1^2 \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 \text{ დ. ა. შ.} \quad (5)$$

$$\varphi = \varphi_0 - \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 \varphi_0 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \varphi_0 \dots - \frac{\chi}{1!} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 - \frac{\chi^3}{3!} \nabla_1^2 \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 \dots \quad (6)$$

შემოვიღოთ ფუნქცია [3]

$$M = \frac{\chi}{1!} - \frac{\chi^3}{3!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^5}{5!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 - \frac{\chi^7}{7!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \nabla_1^2 \dots \quad (7)$$



$$M' = \frac{\partial M}{\partial \chi} = 1 - \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 - \frac{\chi^6}{6!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \nabla_1^2 \dots \quad (8)$$

მაშასადამე, ნებისმიერი ჰარმონიული ფუნქცია შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ასე:

$$\varphi = M'(\varphi_0) + M\left(\frac{\partial \varphi}{\partial \chi}\right)_0$$

$$\varphi_1 = M'(t_1) + M(T_1); \quad \varphi_2 = M'(t_2) + M(T_2); \quad \varphi_3 = M'(t_3) + M(T_3) \dots \quad (9)$$

შევნიშნავთ, რომ ზოგიერთი მკვლევარი იყენებს სიმბოლურ მეთოდს [3, 4]. მაგ. ი. ლურიე [4] ნებისმიერ ჰარმონიულ ფუნქციას ასე წარმოადგენს:

$$\varphi = \cos \chi D t(x, y) + \frac{\sin \chi D}{D} T(t, y), \quad (10)$$

სადაც

$$D^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad (11)$$

$$\frac{\cos \chi D}{D} = \left(1 - \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots\right) t(x, y) = M'(t)$$

$$\sin \chi D = \left(\frac{\chi}{1!} - \frac{\chi^3}{3!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^5}{5!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots\right) T(x, y) = M(T) \quad (12)$$

მაშასადამე, (9) და (12) გამოსახვები ერთი და აგივეა. ი. ლურიე იყენებს პაპკოვიჩ-ნეიბერის ამოხსნის ფორმას. ვ. ვლასოვი და ნ. ლეონტიევი იყენებენ შერეულ ფორმას და სიმბოლური მეთოდის გამოყენებით ხსნიან სქელი ფილისა და უსასრულო ფენის ამოცანებს. ა. მალიევი კი იყენებს უსასრულო ოპერაციებს M, M' და ა. შ. და აგებს აგრეთვე ბიჰარმონიული ფუნქციებისათვის უსასრულო ოპერატორებს და ბ. გალიორკინის ამოხსნის ფორმის [3] გამოყენებით ხსნის იგივე ამოცანებს.

ჩვენ, სხვა მკვლევარებისაგან განსხვავებით, შემოგვაქვს ახალი ოპერატორი

$$L = \int_0^{\chi} M d\chi = \frac{\chi^2}{2!} - \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^6}{6!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots \quad (13)$$

და ტრეფცის ამოხსნის ფორმის გამოყენებით ვხსნით ზემოთ დასახელებულს და დამატებით სხვა ამოცანებსაც.

ჩვენი შრომების წინამძღვრები ნაკარნახევია მალიევის შრომებით.

ახლა ვიცით რა $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ -ს გამოსახვები (9) და $\frac{\partial \psi}{\partial \chi}$ -ს გამოსახვა (2),

შეგვიძლია ადვილად განვსაზღვროთ $\frac{\partial \psi}{\partial \chi}, \psi, \frac{\partial \psi}{\partial x}$ და $\frac{\partial \psi}{\partial y}$ -ის გამოსახვები, M და M' , და ჩვენს მიერ შემატანილი L ოპერატორების საშუალებით

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = - \frac{1}{3-4\nu} \left[M' \left(\frac{\partial t_1}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial t_2}{\partial y} \right) + M \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) + M''(t_3) + M'(T_3) \right] \quad (14)$$

$$\phi = - \frac{1}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial t_1}{\partial x} \right) + L \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial t_2}{\partial y} \right) + L \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) + M(t_3) + M(T_3) \right] \quad (15)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = - \frac{1}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_2}{\partial x} \right) \right] \quad (16)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial y} = - \frac{1}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x \partial y} \right) + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial y^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial y^2} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial y} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial y} \right) \right] \quad (17)$$

ნებისმიერი ამოცანა რომ ამოვხსნათ, უნდა შეგვეძლოს კონკრეტული ფორმულების საშუალებით განვსაზღვროთ გადაადგილების u , v , w და ძაბვის σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} კომპონენტები. ამისათვის საჭიროა მოცემული იყოს ე. წ. საწყისი მონაცემები [3]

$$u^0 = u_{z=0}; \quad v^0 = v_{z=0}, \dots \quad \sigma_x = \sigma_x^0, \dots \quad \tau_{zx} = \tau_{zx}^0; \quad (18)$$

თუ გამოვიყენებთ (2), (9), (14-17) გამოსახვებს და აგრეთვე ძაბვის კომპონენტებს გამოვსახავთ გადაადგილების კომპონენტებით

$$\sigma_x = 2G \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\nu}{1-2\nu} \theta, \dots \quad \tau_{xz} = G \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \quad (19)$$

$$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \quad (20)$$

მივიღებთ მათ ზოგად გამოსახვებს

$$u = M'(t_1) + M(T_1) - \frac{\tilde{\gamma}}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \right]. \quad (21)$$

ასევე გვექნება v და w -ს გამოსახვებიც. ახლა დავწეროთ ძაბვის კომპონენტების გამოსახვა, მაგ:

$$\begin{aligned}
 \tau_{xz} = G \left\{ M''(t_1) + M'(T_1) - \frac{1}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x^2} \right) + \right. \right. \\
 + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \left. \right] + \\
 + \chi \left[M' \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + M' \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + \right. \\
 + M'' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M' \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \left. \right] + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) - \\
 - \frac{\chi}{3-4\nu} \left[M' \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + M' \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + \right. \\
 \left. + M'' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M' \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \right] \left. \right\} \quad (22)
 \end{aligned}$$

თუ ჩვენ მოცემული გვექნება (18) საწყისი მონაცემების გამოსახვები. კონკრეტული ამოცანების ამოხსნისას ისინი წარმოდგენილი იქნებიან პოლინომების ან რალაც სპეციალური ფუნქციებით, რომელთა გამოსახვებში შევლენ რალაც კოეფიციენტები, რომლებიც განისაზღვრებიან სასაზღვრო პირობებისაგან.

ახლა შევიტანოთ (21) გამოსახვაში $\chi=0$ და შევადაროთ (9) გამოსახვას. გამოვიყენოთ აგრეთვე (7) და (8) ფორმულები, სადაც შევიტანთ ისევ $\chi=0$, მივიღებთ

$$\begin{aligned}
 u^o = M'(t_1) + M(T_1) = \varphi_1 = t_1; \quad v^o = M'(T_2) = \varphi_2 = t_2; \\
 w^o = M'(t_3) + M(T_3) = \varphi_3 = t_3 \quad (23)
 \end{aligned}$$

ის გარემოება, რომ საწყისი მონაცემების u^o , v^o და w^o -ის მნიშვნელობები ტრეფცის ამოხსნის ფორმის პირველი წევრებია φ_1 , φ_2 , φ_3 , ძალზე მოსახერხებელს ჰქმნის ლამეს განტოლებების ამოხსნას ტრეფცის მეთოდით.

ჩვენ ახლა შეგვიძლია გამოვსახოთ საწყისი მონაცემების საშუალებით როგორც u , v , w , ისე σ_x , σ_y , ... τ_{xz} -ის გამოსახვები. მართლაც, გამოვიყენოთ (8), (13) ფორმულები, გამოვიყენოთ აგრეთვე, რომ

$$M''_{z=0} = 0; \quad M'''_{z=0} = -\nabla_1^2; \quad L_{z=0} = 0 \quad (24)$$

საბოლოოდ მივიღებთ (ამოვსწეროთ აგრეთვე (23) ფორმულები):

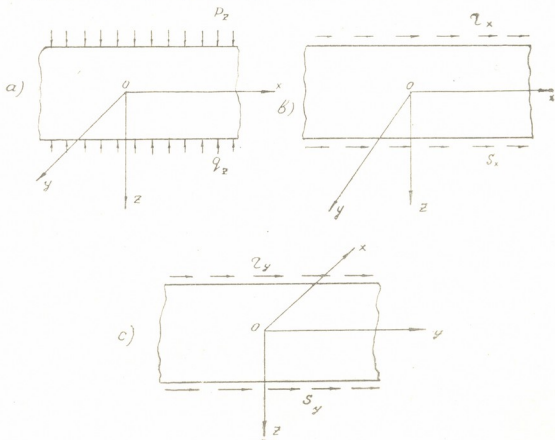
$$\begin{aligned}
 t_1 = u^o; \quad t_2 = v^o; \quad t_3 = w^o; \quad T_1 = \frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial x} + \frac{1}{G} \tau^o_{xz} \\
 T_2 = \frac{2(1-\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial y} + \frac{1}{G} \tau^o_{yz}; \quad T_3 = -\frac{1-2\nu}{3-4\nu} \left(\frac{\partial u^o}{\partial x} + \frac{\partial v^o}{\partial y} \right) + \\
 + \frac{3-4\nu}{4G(1-\nu)} \sigma^o_z \quad (25)
 \end{aligned}$$

შევიტანოთ (25) გამოსახვები (21) და (22) განტოლებებში, მივიღებთ:

$$u = M'(u^o) + M \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial x} \right] + \frac{\tau^o_{xz}}{G} \left. \right] - \frac{\chi}{3-4\nu} \times$$

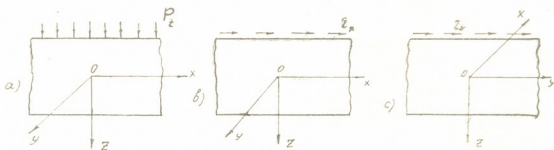
$$\left\{ M \left(\frac{\partial^2 u^o}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\frac{2(1-\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial x} + \frac{\tau_{xz}^o}{G} \right] \right) + M \left(\frac{\partial^2 v^o}{\partial x \partial y} \right) + \right. \\ \left. + L \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial y} + \frac{1}{G} \tau_{yz}^o \right] + M' \left(\frac{\partial w^o}{\partial x} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + M \left(\frac{\partial}{\partial x} \left[-\frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \left(\frac{\partial u^o}{\partial x} + \frac{\partial v^o}{\partial y} \right) + \frac{3-4\nu}{4G(1-\nu)} \sigma_z^o \right] \right) \right\} \quad (26)$$

ასევე მიიღება v და w გადაადგილებების და σ_x , σ_y , ... τ_{xz} ძაბვების გამოთვლები. მივიღებთ რა მათი ზოგადი გამოსახვები, შეგვიძლია ამოვხსნათ ნებისმიერი ამოცანა. დავგვრჩა მხოლოდ დავადგინოთ სასაზღვრო პირობები. განვიხილოთ მაგალითისათვის უსასრულო ფენა, რომლის ფუძეებზე მოქმედებენ ნორმალური და მხები გარედატვირთვები (იხ. ნახ. 1)



ნახ. 1, a, b, c

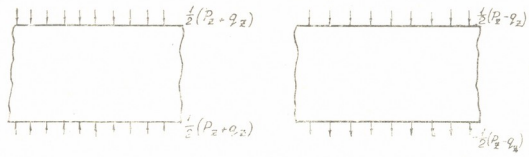
ეთქვას ახლა, რომ დატვირთვები მოქმედებენ მხოლოდ ერთ ფუძეზე (ნახ. 2)



ნახ. 2, a, b, c

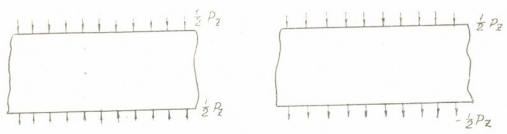


განვიხილოთ (ნახ. 1, *ა*). ამ შემთხვევას წარმოვადგენთ, როგორც სიმეტრიულ და ირიბ სიმეტრიულს (ნახ. 3—*ა*, *ბ*)



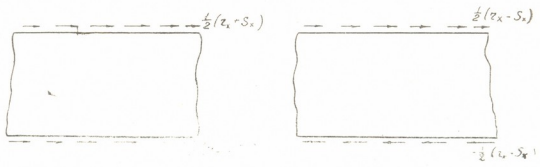
ნახ. 3—*ა*, *ბ*

ამ შემთხვევის კერძო შემთხვევაა (ნახ. 2—*ა*). აქ გვექნება $q_z = 0$ (ნახ. 4—*ა*, *ბ*)



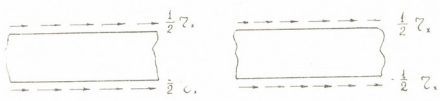
ნახ. 4—*ა*, *ბ*

განვიხილოთ ახლა მხები დატვირთვები α_x ღერძის მიმართულებით:



ნახ. 5—*ა*, *ბ*

აქ გვექნება (ნახ. 5—*ა*, *ბ*)



ნახ. 6—*ა*, *ბ*

ამათი კერძო შემთხვევაა (ნახ. 2—*ბ*), გვექნება: $S_x = 0$, (ნახ. 6—*ა*, *ბ*)

ვთქვათ გვაქვს ცნობილი დატვირთვები (ნახ. 1—*ა*, *ბ*, *ც*) P_z , r_x , r_y , ხოლო q_z , S_x და S_y წარმოადგენენ კონტაქტურ დაბეგებს. მაშინ ესენი უცნობი დატვირთვები არიან. მათ წარმოვადგენთ რალაც გარკვეული ფუნქციების საშუალებით, რომელთა გამოსახვებში შევლენ უცნობი მუდმივები, რომლებიც განისიზღვრება ვარიაციული მეთოდების გამოყენების საფუძველზე.

ახლა დაეუბრუნდეთ (26) გამოსახვების დეტალურ გარჩევას. დატვირთვის რა სახეც არ უნდა გვექონდეს, ჩვენ ის დაგვავს სიმეტრიულ და ირბ სიმეტრიულ დატვირთვაზე. მაშასადამე, აქ მოგვიხდება ორი ამოცანის განხილვა.

ა) სიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \chi}\right)_o = 0; \quad \left(\frac{\partial v}{\partial \chi}\right)_o = 0; \quad w^o = 0 \quad (27)$$

ეს პირობები შეიძლება სხვაგვარადაც წარმოვიდგინოთ. გავიხსენოთ τ_{xz} და τ_{yz} -ის გამოსახვები:

$$\tau_{xz} = G \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial \chi} \right); \quad \tau_{yz} = G \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial \chi} \right)$$

ვინაიდან $w^o = 0$ შუა სიბრტყის ყოველ წერტილში, ამიტომ $\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_o = 0$ და

$$\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_o = 0 \text{ ამას გარდა, როგორც (27)-დან ჩანს,}$$

$$\tau_{xz}^o = 0; \quad \tau_{yz}^o = 0.$$

მაშასადამე, (27) პირობები შეგვიძლია შევცვალოთ პირობებით

$$\tau_{xz}^o = 0; \quad \tau_{yz}^o = 0; \quad w^o = 0 \quad (28)$$

ირიბი სიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში

$$u^o = 0; \quad v^o = 0; \quad \left(\frac{\partial w}{\partial \chi}\right)_o = 0 \quad (29)$$

$$\text{ან პირობები:} \quad u^o = 0; \quad v^o = 0; \quad \sigma_z^o = 0 \quad (30)$$

ახლა ვნახოთ, რომ დასმული ამოცანების ამოხსნა შეგვიძლია, თუ გამოვიყენებთ სიმბოლურ მეთოდს, ამისათვის საკმარისია გამოვიყენოთ ეს მეთოდი u , v და w -ს გამოსახვადაც (26). გვაქვს M -სა და L -ის გამოსახვა (10), (21) და (18)

$$L = \int_0^{\chi} M d\chi = \int_0^{\chi} \frac{\sin \chi D}{D} d\chi = \frac{1}{D^2} - \frac{\cos \chi D}{D^2}; \quad M' = \cos \chi D \quad (31)$$

მაშასადამე, შეგვიძლია დაწეროთ ზოგადი ამოხსნა, მაგალითად

$$\begin{aligned} u = & \cos \chi D (u^o) + \frac{\sin \chi D}{D} \left[\frac{2(1-\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial x} + \frac{\tau_{xz}^o}{G} \right] - \\ & - \frac{\chi}{3-4\nu} \left\{ \frac{\sin \chi D}{D} \left(\frac{\partial^2 u^o}{\partial x^2} \right) + \left(\frac{1}{D^2} - \frac{\cos \chi D}{D^2} \right) \times \right. \\ & \times \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial x} + \frac{\tau_{xz}^o}{G} \right] \right) + \frac{\sin \chi D}{D} \left(\frac{\partial^2 v^o}{\partial x \partial y} \right) + \\ & + \left(\frac{1}{D^2} - \frac{\cos \chi D}{D^2} \right) \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial y} + \frac{\tau_{yz}^o}{G} \right] \right) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \cos \chi D \left(\frac{\partial w^0}{\partial x} \right) + \frac{\sin \chi D}{D} \left(\frac{\partial}{\partial x} \left[-\frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \left(\frac{\partial u^0}{\partial x} + \frac{\partial v^0}{\partial y} \right) \right] + \right. \\
 & \left. + \frac{3-4\nu}{2G(1-\nu)} \sigma_z^0 \right) \Big\}. \quad (32)
 \end{aligned}$$

ამ ზოგადი ამოხსნიდან მიიღება ა. ლურესა და ე. მალიევის ამოხსნები.

ლენინის სახელობის საქართველოს
 პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.9.1964)

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. М. КАКУШАДЗЕ, Г. Г. ЦАНАВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ТРЕФФЦА ДЛЯ РЕШЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Резюме

Нами рассмотрена задача толстого слоя и толстой плиты. Наряду с другими авторами она изучалась А. С. Малиевым [3] и А. И. Лурье [4], которые исходят из дифференциальных уравнений Ламе. А. С. Малиев берет решение уравнений Ламе в форме Галеркина и вводит бесконечные операторы [3]. А. И. Лурье же при решении уравнений Ламе пользуется символическим методом и оперирует функциями

$$\cos \chi D = M', \quad \frac{\sin \chi D}{D} = M.$$

В данной работе для решения поставленных задач использованы уравнения Ламе, решения которых представлены в форме Треффца. В отличие других авторов вводится новый оператор

$$L = \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^4 + \frac{\chi^6}{6!} \nabla_1^6 \nabla_1^2 + \dots$$

დავოყვებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Треффц. Математическая теория упругости. ОНТИ, ГТТИ, Л.—М., 1934.
2. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. III, ч. II, ГТТИ, Л.—М., 1949.
3. А. С. Малиев. О выборах функции в общих решениях задачи равновесия изотропного тела. Сборник научных трудов Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта, вып. IV. Трансжелдориздат, 1952, 180—244.
4. А. И. Лурье. Пространственные задачи теории упругости. ГИТТЛ, М., 1955.

В. Г. БЕЖАНОВ

ПРОСТАЯ МОДЕЛЬ КОММУТАЦИИ ТОКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КОЛЛЕКТОРНОЙ МАШИНЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 2.10.1964)

Уже десятилетия существует весьма последовательное описание коммутации коллекторных машин постоянного тока, данное Е. Арнольдом и развитое Р. Рихтером. Следует особо подчеркнуть, что это описание подробно рассматривает или отмечает все основные моменты коммутации или дает возможность сделать необходимые выводы, исходя из общих законов электричества и магнитного поля.

По-видимому, одной из причин того, что коммутация все же остается проблемой, является несколько ортодоксальное понимание, казалось бы, специфически коммутационных теоретических положений, в частности изложенных Арнольдом и Рихтером. Поэтому мы имеем целью вновь обратить внимание на основные моменты физической стороны коммутационного процесса с позиций общей теоретической электротехники, используя модель в виде простой электрической схемы.

Примем для сложной электрической цепи (рис. 1, а), что $|e_a| = |e_b| = e = \text{const}$, $r_a = r_b = Cr_s$ и что линейные проводимости g_1 и g_2 изменяются в интервале времени $[0, T]$ по любому закону, но при условии $g_1 + g_2 = g = \text{const}$. Для сокращения числа уравнений при определении мгновенных значений токов, протекающих в ветвях этой цепи, преобразуем один из треугольников сопротивлений r_1, r_2, r_s в эквивалентную звезду r_{13}, r_{23}, r_{33} (рис. 1, б) [1]. Тогда, выбрав независимые контуры I, II, III, получим

$$i_a = i_{II} = e_{1,II} \Delta_{II,II} / \Delta + e_{II,II} \Delta_{II,II} / \Delta + e_{III,III} \Delta_{II,III} / \Delta = e / \Delta (-\Delta_{II,II} + \Delta_{II,III}), \quad (1a)$$

$$i_b = i_{III} = e_{1,III} \Delta_{III,III} / \Delta + e_{II,III} \Delta_{III,II} / \Delta + e_{III,III} \Delta_{III,III} / \Delta = e / \Delta (-\Delta_{III,II} + \Delta_{III,III}),$$

где Δ — определитель системы линейных уравнений Кирхгофа, а Δ_{kn} — его соответствующие алгебраические дополнения [1].

Можно убедиться, что при любом соотношении между g_1 и g_2 имеет место равенство $\Delta_{II,II} = \Delta_{III,III} = r_1 r_s + r_1 r_2 + r_2 r_s$. Следовательно, в



каждый момент выбранного интервала времени получается, что $|i_b| = |i_a| = i$. Как и для i_a , i_b , для тока i_s , протекающего через сопротивление r_s ветвей kl и mn , имеем

$$i_s = i_1 = e/\Delta (-\Delta_{1,III} + \Delta_{1,II}). \quad (1, б)$$

В момент, когда $g_1 = g_2$, будет $\Delta_{1,III} = \Delta_{1,II}$ и, следовательно, $i_s = 0$. Поскольку в Δ , стоящий в знаменателе, входят g_1 и g_2 , можно ожидать, что i_s , изменяясь, например, от некоторой величины до нуля, не

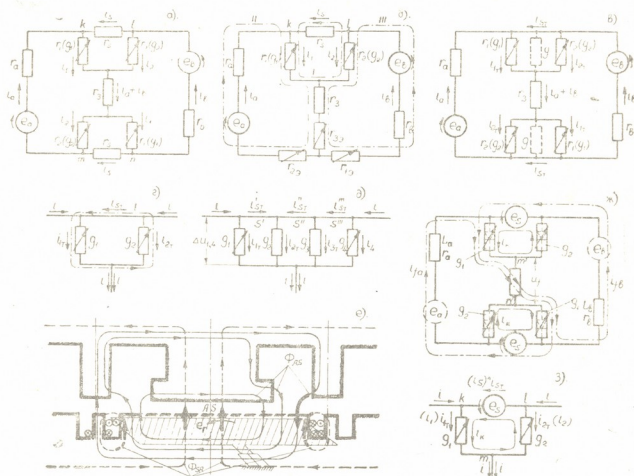


Рис. 1

линейно зависит в общем случае от переменных g_1 и g_2 ⁽¹⁾. Если теперь положить, что

$$g_1 = g(1 - t/T); \quad g_2 = g t/T \quad (2)$$

⁽¹⁾ Отметим, что изменение тока i_s вынуждается ввиду изменения "проводимостей" g_1 и g_2 под воздействием извне, в то время как в контурах II, III действует э. д. с. e , а

$$\int_{sg_1} \vec{j}_1 ds + \int_{sg_2} \vec{j}_2 ds = \int_{sg} \vec{j} ds = 2i = i_1 + i_2 = i_a + i_b$$

(sg_1 , sg_2 — нормальные сечения проводимости g_1 и g_2 , \vec{j} — векторы плотности тока на элементарных площадках ds этих сечений [1]). Следствием изменения тока i_s будет переменное напряжение между точками k , l и m , n .

(t —текущее значение времени, изменяющееся в интервале $[0, T]$), то схема рис. 1, а будет изображать двухполюсный генератор постоянного тока с целым числом K коллекторных пластин в полюсном шаге, когда изменение полного потока $\sum \psi$ коммутируемых секций kl и mn равно нулю в каждый момент выбранного интервала времени, а скорость вращения якоря n —постоянна. Действительно, e_a, e_b соответствует э. д. с. ветви обмотки якоря; i_a, i_b —току ветки; $C r_s$ —активному сопротивлению некоммутируемых секций ветви; r_s и i_s —это активное сопротивление и ток коммутируемой секции; g_1, g_2 и i_1, i_2 —переходные проводимости щеточных контактов и токи в петушках, а r_3 и $i_a + i_b = 2i$ —сопротивление нагрузки и линейный ток якоря. В конце интервала $[0, T]_n$ $g_1 = 0, g_2 = g$ и сопротивление $r_s(kl)$ становится частью $r_a, i_s = -i$, а $r_s(mn)$ — частью $r_b, i_s = +i$. Если допустить, что ширина коллекторной пластины может равняться коллекторному делению, то этот момент соответствует началу следующего интервала $[0, T]_{n+1}$, когда весь процесс повторяется переключением последующих сопротивлений r_s из ветвей r_a и r_b .

Таким образом, коммутация тока в коллекторных машинах по своему существу является дискретным процессом, не имеющим разрывов, поскольку конец предыдущего интервала коммутации $[0, T]_n$ является началом последующего интервала $[0, T]_{n+1}$.

Если допустить еще, что $r_s = 0$ ($r_a = r_b = r_{ab}$), то схема рис. 1, в сводится к классическому примеру [1] параллельного включения двух генераторов э. д. с. на одну нагрузку (показана пунктиром). Так как эквивалентное сопротивление этой нагрузки постоянно:

$$1/g_1 + g_2 + r_3 + 1/g_1 + g_2 = 1/g + r_3 + 1/g = R = \text{const},$$

то не только $|i_a| = |i_b| = i$, но и $i = e/r_{ab} + 2R = \text{const}$. Поскольку известны токи i в обоих плечах схемы, рассчитать ток i_s очень просто, пользуясь законами Кирхгофа и обходя одиночный контур 1 [2], как это показано на рис. 1, г:

$$i_{1T}/g_1 - i_{2T}/g_2 = 0, \quad i_{1T} = i + i_{sT}, \quad i_{2T} = i - i_{sT}.$$

Принимая во внимание (2), получаем, что

$$i_{sT} = i g_1 - g_2/g = i(1 - 2t/T) \quad (3)$$

есть линейная функция времени⁽¹⁾.

При принятых выше условиях ток i_s каждой коммутируемой секции S^y будет изменяться прямолинейно в течение всего периода T_k замыкания контура секции щеткой при любой величине щеточного перекрытия γ . Действительно, если рассматривать данную секцию в том или ином

(¹ Здесь и далее индекс T относится к параметрам, характеризующим прямолинейное изменение токов.



интервале коммутации, то для каждого такого интервала $[0, T]_n$ схема рис. 1, д (соответствующая, например, $\gamma = 3$) может быть приведена к простейшей схеме рис. 1, г объединением проводимостей справа и слева от рассматриваемой секции. Так, в схеме 1, д можно выделить секцию S'' проводимостями $g_1 + g_2 = g_1(t) + g$ и $g_3 + g_4 = g + g_4(t)$, имея в виду, что $i_{4T} + i_{3T} = i - i''_{ST}$ и т. д. Таким образом, токи в коммутируемых секциях при целой и дробной величине γ соответственно равны

$$i_{\gamma ST} = i\gamma' - \gamma'' + 1 - 2t/T/\gamma \quad (4а)$$

и попеременно

$$i_{\gamma ST} = i(m + \gamma' - \gamma'' - 2mt/T'/\gamma); i_{\gamma ST} = i(\gamma' - \gamma'' - m - 2(1-m)t/T''/\gamma) \quad (4б)$$

(m —долевая часть шеточного перекрытия; γ' —число сбегающих пластин относительно рассматриваемой секции $S\gamma$, полностью перекрытых щеткой в начале интервала, считая с момента замыкания контура набегающей секции; γ'' —число таких же набегающих пластин).

Итак, прямолинейное изменение токов $i\gamma$ обеспечивается в электрической схеме, подобной 1, а, 1, д, если в интервале времени $[0, T]_n$ сохраняются условия:

$$А) |e_a| = |e_b| = \text{const}, r_a = r_b = \text{const};$$

$$Б) g_1(t) + g_2 + \dots + g_{n-1} + g_n(t) = \text{const},$$

причем $g_1(t)$ и $g_n(t)$ —линейные функции времени (2);

В) $r_s = 0$, $\sum \psi = 0$ для каждой коммутируемой ветви $S\gamma$. Следствием этих условий являются равенства $|i_a| = |i_b| = \text{const}$. $\Delta u_1 = \Delta u_2 = \dots = \Delta u_n = \text{const}$. Вообще равенство $\Delta u_1 = \Delta u_2 = \dots = \Delta u_n$ при любом законе изменения $g_1(t)$ и $g_n(t)$ вытекает из условия В, так как концы проводимостей $g_1 \dots g_n$ соединены накоротко, и $\Delta u_1 \dots \Delta u_n$ можно понимать как падения напряжения в активных параллельных ветвях, одноименные концы которых объединены в точку. Поэтому же мгновенные средние плотности тока $j_g = i_n/s_{gn} \equiv i_n/g_n = \Delta u_n$ в этих ветвях будут одинаковы. Понятно, что на протекание коммутационного процесса нелинейность вольт-амперной характеристики проводимостей $g_1 \dots g_n$ при вышеназванном равенстве $\Delta u_1 = \Delta u_2 = \dots = \Delta u_n = \text{const}$ не оказывала бы влияния.

Однако изменение полного потока $\sum \psi$ секций коммутируемой якорной катушки принципиально не может быть равным нулю в течение всего периода T_k замыкания секции ([2] стр. 423), поскольку объективно по-разному изменяются за каждый интервал коммутации магнитные потоки, сцепленные с контурами коммутируемых секций. С одной стороны,—потоки Φ_{SR} и Φ_{AS} , возбуждаемые якорем: во-первых, изменяющимися токами i_S всех коммутируемых в данный момент секций;

во-вторых, некомутируемой частью якорной обмотки (имеющей линейную нагрузку AS) при перемещении ее электрической оси относительно оси симметрии магнитопровода статора¹. С другой стороны, — поток Φ_p , возбуждаемый обмотками полюсов статора. Изменение потокосцепления, обусловленного потоком Φ_p , при перемещении коммутируемой секции относительно полюсов статора обычно имеет знак, противоположный знаку изменения результирующего потока, возбуждаемого якорем.

Таким образом, в коммутируемой секции действует остаточная э.д.с., равная для простейшей схемы на рис. 1, ж

$$e_S = d/dt \omega_S (-\Phi_{SR} \pm \Phi_{AS} + \Phi_p) = d/dt (-\psi_R + \psi_p) = d/dt \sum \psi = \\ = d/dt [-L_S i_S - M i_S \pm \varphi(t) + \xi(t)], \quad (5 \text{ а})$$

где L_S и M — в общем случае мгновенные (поскольку они могут быть обусловлены нелинейно изменяющейся магнитной проводимостью для потока Φ_{SR}) индуктивность рассматриваемой секции и взаимоиндуктивность ее с другой коммутируемой секцией; $\varphi(t) = \oint(x) = \psi_{AS}$ и $\xi(t) = \lambda(x) = \psi_p$, так как линейная координата x перемещения оси коммутируемой секции есть функция t ; ω_S — число витков секции.

Если соединить обе функции $\varphi(t)$ и $\xi(t)$ в одну $f(t)$, а L и M выразить через объединенный коэффициент индуктивности L_M (что имеет физический смысл для симметричного двухполюсного магнитопровода), то

$$e_S = -d/dt [(L_M i_S) - f(t)]. \quad (5 \text{ б})$$

Рассматривая в отдельности действие одинаковых и не меняющих своего знака в интервале $[0, T]_n$ э.д.с. e_S в схеме рис. 1, ж, легко убедиться, что в первой половине интервала, т. е. когда $g_1 > g_2$, потенциал точки m' выше, чем потенциал точки n' , а при $g_1 < g_2$ — наоборот. Таким образом, между точками m' и n' возникает периодическое пилообразное переменное напряжение u_f коллекторной частоты $f = k\kappa$. Можно убедиться, что токи i_{fa} , i_{fb} в первой половине интервала должны замыкаться по указанным на рис. 1, ж контурам, а к концу второй половины интервала — зеркально обратно.

Поскольку индуктивность L_a , L_b ветви якоря весьма существенна,

¹ Пути замыкания этих потоков схематически показаны на рис. 1, е пунктирными или сплошными линиями, причем траектории, пронизывающие заштрихованный коммутируемый контур, обозначены жирными стрелками. Этот механизм рассмотрен в работе [2] и подтвержден исследованиями, проводившимися в ТНИЭТИ.

Изменение потоков Φ_{SR} и Φ_{AS} индуцирует реактивную э.д.с. e_R , которая в конечном счете возникает вследствие подвода механической или электрической энергии извне, сопровождающегося переключением проводимостей g_1 и g_2 .

допустим, что токами i_{fa} , i_{fb} можно пренебречь и будем принимать во внимание только контурные токи i_k .

При одинаковости э. д. с. e_s в обеих коммутируемых ветвях kl и mn сохраняется условие $|i_a| = |i_b| = i$; и если еще допускается $i_f = 0$, то, опять применяя законы Кирхгофа к одиночному контуру $klmk$ (рис. 1, з) и полагая вольт-амперные характеристики проводимостей g_1 , g_2 линейными, получаем $i_1/g_1 - i_2/g_2 = e_s$ или $i + i_s/g_1 - i - i_s/g_2 = e_s$, откуда

$$i_s = i(1 - 2t/T) + t/T(1 - t/T)e_s g \quad (6a)$$

есть уже нелинейная функция времени.

Поскольку при $i_f = 0$ сохраняется $i = \text{const}$, первое слагаемое в правой части уравнения (6) представляет собой не что иное, как ток i_{st} (3), соответствующий прямолинейной коммутации; второе слагаемое есть контурный ток секции i_k — так называемый «поперечный» ток, добавочный ток коммутации [3] или приближенно добавочный ток короткого замыкания [2], так как, строго говоря, последний есть мгновенная сумма $(i_k + i_f)$.

Следовательно, можно написать

$$i_s \approx i_{st} + i_k \quad (6б)$$

Поперечный ток реально существует, поскольку по замкнутому контуру действует э. д. с. e_s ¹, может быть измерен тем или иным способом [4] и выделен в отдельный параллельный контур путем соответствующего преобразования схемы.

Однако полностью избавиться от добавочного тока короткого замыкания не удастся (даже посредством включения вентилях, как на схеме 1, ж), а именно — от токов i_f , замыкающихся через каждую ветвь обмотки. Хотя значительная часть нескомпенсированной энергии коммутации может в вентильной схеме излучаться обмоткой (что подтверждается экспериментально), все же при больших величинах e_s возможен разрыв остаточных токов i_f , которые в вентильной схеме будут замыкаться и к концу коммутации через сбегющую проводимость g_1 (рис. 1, ж).

В этом смысле проблему коммутации тока в машинах традиционной конструкции с механическим коллектором следует считать негативной.

Тбилисский научно-исследовательский
 электротехнический институт

(Поступило в редакцию 2.10.1964)

¹ e_s , взятую с обратным относительно тока i_{st} знаком, можно понимать и как переменное падение напряжения на активном сопротивлении r_s безындуктивной ветви kl . Случай $r_s \neq 0$, описываемый уравнением (1, б), подробно рассмотрен в работе [2, 3], так что, например, при $r_s g = 1/5$ коэффициент нелинейности для тока i_s составляет около 0,95, и даже при $r_s g = 1$ равен 0,80.

3. ბაჰანოვი

ელექტრულ წრედში დენის კომუტაციის მარტივი ელექტრული მოდელი მუდმივი დენის კომუტაციულ მანქანაში გამოყენებით

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში მარტივი სქემების მეშვეობით, რომლებიც წარმოადგენენ კომუტაციურ მანქანის ელექტრულ ექვივალენტს, ხერხდება თვალსაჩინო ჩვენება კომუტაციური პროცესის პრინციპული დისკრეტულობისა, რაც ხორციელდება აქტიურ გამტარობათა გადართვით გარედან ზემოქმედების გზით, გამტარობებისა, რომლებიც ჩართავენ საკომუტაციო შტოს ელექტრულ კონტურს.

რამდენადაც საკომუტირებულ გამტარობათა გადართვის მოცემულ ინტერვალში ენერგია, რომელიც თან ახლავს ამ გადართვას (რაც ელექტრულად თავს იჩენს, რეაქტიული ელექტრომაგნიტური ძალის წარმოქმნით საკომუტირებელ კონტურში, რომელსაც ობიექტურად გააჩნია ინდუქტიურობა) მთლიანად არ კომპენსირდება ყოველ მომენტში (მაგალითად, გარედან აღძრული მაგნიტური ველით), გამტარობათა მეშვეობით განხორციელებული კომუტაციის პროცესი მახინჯდება დენებით, რომლებიც იკეტება დახშულ კომუტაციურ კონტურში, აგრეთვე ძირითადი წრის მეშვეობით, რეაქტიული ელექტრომაგნიტური ძალის მოქმედებით.

ყველა კონტური, რომელიც ერთდროულად კომუტირდება რეალურ მანქანაში, მაგნიტურად დაკავშირებულია ერთიმეორესთან, კერძოდ, ტრანსფორმატორის ხვიათა მსგავსად; მეორე მხრივ, სწორედ დისკრეტულობის პროცესის გამო რეაქტიული ელექტრომაგნიტური ძალის სრული კომპენსაცია დროის ყოველ მომენტში (მაშასადამე, მანქანის ყოველ ერთდროულად კომუტირებულ კონტურშიც) პრინციპულად შეუძლებელია. ამიტომ მექანიკურ კომუტაციის მანქანებში დენის კომუტაციის პრობლემა ნეგატიურად უნდა ჩაითვალოს.

დასოფნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Р. Нейман и П. Л. Калантаров. Теоретические основы электротехники, ч. I. ГЭИ, 1959.
2. Р. Рихтер. Электрические машины, т. I. ОНТИ НКТП, 1935.
3. М. П. Костенко и Л. М. Пиотровский. Электрические машины, ч. I. ГЭИ, 1958.
4. G. Loocke. Messung der Bürstenkurzschlussströme einer Gleichstrommaschine mit Hilfe des Halleffektes. E und M, Wien, 15 Juli, Heft 14, 1955.

Ш. Н. КВИНТРАДЗЕ

ОДНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В ПЕРФОРИРОВАННОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 6.10.1964)

В настоящей статье излагается метод решения дифференциальных уравнений одномерного турбулентного течения реальной жидкости в перфорированной цилиндрической трубе, предложенных в работе [1].

Приводимое ниже решение применимо для довольно общего случая стационарного движения потока несжимаемой жидкости в цилиндрической трубе конечной длины при изотермическом режиме течения. Случай сжимаемой жидкости ниже не затрагивается, он будет предметом отдельного рассмотрения.

Основное дифференциальное уравнение одномерного движения потока в перфорированной цилиндрической трубе, данное в работе [1] в форме уравнения (21), в случае стационарного течения несжимаемой жидкости при квадратичном законе сопротивления может быть представлено в виде

$$\frac{\alpha_0}{g} \frac{VdV}{dx} + \frac{\alpha_0 Vq}{g\omega} \pm \frac{V|U_{r0}|}{gr_0} + \frac{dz_0}{dx} + \frac{d}{dx} \left(\frac{p_0}{\gamma} \right) \mp \frac{V^2}{C^2 R} = 0, \quad (1)$$

причем верхний знак соответствует случаю поступления расхода извне в трубу ($q > 0$), а нижний—отдаче расхода трубой ($q < 0$).

Уравнение неразрывности при этом остается в прежней форме (формула (26) работы [1])

$$\frac{dQ}{dx} = \pm q = \mu \omega_n n \sqrt{2g \left| \frac{p_0}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \chi^* \right|}, \quad (2)$$

а входящее в (1) выражение для радиальной составляющей вектора скорости $|U_{r0}|$ определяется по соотношению [1]

$$|U_{r0}| = \varphi \sqrt{2g \left| \frac{p_0}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \chi^* \right|}. \quad (3)$$

Основное уравнение (1), несмотря на кажущуюся простоту, в действительности настолько сложно, что его точное интегрирование невозможно.



но. Эта сложность всецело обусловлена наличием последнего слагаемого, выражающего динамический эффект сил трения. Квадратичная зависимость сил трения от скорости усугубляет трудность. Все же и без учета сил трения основное уравнение движения в форме (1) остается весьма сложным из-за наличия третьего члена и зависимости интенсивности изменения расхода q от величины пьезометрического давления.

Однако, как это будет видно из нижеследующего, посредством некоторых преобразований удастся преодолеть большинство отмеченных трудностей и получить точное решение задачи в случае допустимости пренебрежения линейным сопротивлением и приемлемое приближенное решение с учетом сил сопротивления.

Как и всякое приближенное решение, излагаемое ниже также имеет определенное ограничение. Относительно этих ограничений будет сказано ниже при решении конкретных задач.

В дальнейшем будут отдельно рассмотрены случаи течения с путевой раздачей расхода и течения с поступлением расхода в трубу.

1. Течение потока по цилиндрической перфорированной трубе с путевым оттоком расхода

Для рассматриваемого случая величина пьезометрического давления

$\frac{p_0}{\gamma}$ на основании соотношения (2) определяется выражением

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{1}{2gA^2} \left(\frac{dQ}{dx} \right)^2 + \frac{\gamma^*}{\gamma} \chi^*, \quad (4)$$

где

$$A = \mu \omega_n n.$$

Кроме того, из (2) и (3) вытекает следующее выражение для $|U_{r0}|$:

$$|U_{r0}| = \frac{\varphi}{A} \left| \frac{dQ}{dx} \right|. \quad (5)$$

Теперь уже можно посредством соотношений (4) и (5) привести уравнение (1) к окончательному виду

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} + \frac{2A^2}{\omega^2} \left(1 - \frac{\varphi \omega}{2r_0 A} \right) Q + \frac{gA^2}{q} \frac{Q^2}{k^2} = 0. \quad (6)$$

В уравнение (6) вовсе не входит характеристика высотного положения трубопровода χ_0 , так как

$$\frac{d}{dx} \left(\chi_0 + \frac{\gamma^*}{\gamma} \chi^* \right) = 0, \quad (7)$$

из-за того, что $\zeta_0 + \zeta^* \frac{\gamma^*}{\gamma} = \text{const}$ независимо от угла наклона оси трубопровода к горизонту. Таким образом, уравнение (6) правомерно не только для движения жидкости в горизонтальных, но и для течения в наклонных к горизонту трубопроводах.

Легко видеть, что уравнение (6) без труда интегрируется, если пренебречь последним членом, приводится к квадратуре при стилизации $\bar{q} = \text{const}$ и лишь допускает снижение порядка, но не приводится к квадратуре при учете сил трения и переменности q .

Поскольку конечной целью является получение аналитической расчетной зависимости, допускающей непосредственное практическое использование, возникает необходимость в стилизации уравнения (6). Используемая ниже стилизация касается только члена, учитывающего силы трения, и заключается в линейризации этого члена. Эта линейризация достигается путем следующего приближенного представления последнего слагаемого уравнения (6):

$$\frac{gA^2}{q} \frac{Q^2}{k^2} \approx \frac{gA^2 Q_n}{qk^2} Q. \quad (8)$$

Здесь Q_n —начальный расход, причем среднее значение интенсивности изменения расхода \bar{q} определяется по выражению

$$\bar{q} = \frac{Q_n - Q_k}{L}, \quad (9)$$

где

L —заданная длина трубопровода;

Q_k —расход в конце перфорированного трубопровода (в случае отсутствия транзитного расхода $Q_k=0$).

Далее, значение суммарной величины площади выпускных отверстий $n\omega_n$ должно определяться по значению \bar{q} и величине начального пьезометрического напора $\frac{p_{оп}}{\gamma}$. Зная произведение $n\omega_n$ и задаваясь значением диаметра выпускных отверстий, определяем значение числа отверстий n , приходящихся на единицу длины трубопровода.

Соображения относительно минимально приемлемого числа отверстий трубопровода, при котором последний еще может быть с определенной степенью условности отнесен к перфорированным трубопроводам, приводятся в конце настоящего параграфа.

Здесь же заметим, что использование выражения (9) для \bar{q} приводит к тому, что член, учитывающий силы трения, оказывается зависящим от полной длины перфорированного трубопровода.



Подставляя значение \bar{q} из (9) в (8), получаем

$$\frac{gA^2}{k^2} \frac{Q^2}{q} \cong \frac{gA^2 Q_n Q L}{k^2 (Q_n - Q_k)}, \quad (10)$$

откуда следует, что величина силы трения при принятой стилизации линейно растет с ростом полной длины трубопровода L и уменьшается с увеличением полного расхода, подлежащего разделу.

Таким образом, принятая стилизация не вносит сколько-нибудь грубого искажения в величину сил трения. Вместе с тем, из (8÷10) следует, что на задаваемую длину трубопровода L должно быть наложено определенное ограничение: в частности, L не должно быть настолько велико, чтобы при заданном значении $Q_n - Q_k$ значение интенсивности \bar{q} было бы меньше некоторого минимального \bar{q}_{\min} , при котором либо не могут быть подобраны диаметры выпускных отверстий, реализующих турбулентный режим истечения через отверстия (независимость μ от числа Re) при заданной частоте отверстий n , либо при допустимых размерах отверстий частота n оказывается настолько низкой, что задача расхода трубопроводом будет происходить с такой дискретностью, при которой принятие непрерывности процесса отдачи расхода трубопроводом будет находиться в резком противоречии с действительной картиной явления.

Представление члена, учитывающего силы трения указанным образом, вносит решающее улучшение в уравнение (6) в отношении возможности точного интегрирования и получения окончательного решения, обладающего удобством производства вычислительных операций и нужной обзорности.

Таким образом, уравнение (6) запишется в виде

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} + \frac{2A^2 \alpha_0}{\omega^2} \left(1 - \frac{\varphi \omega}{2r_0 A} \right) Q + \frac{gA^2 Q_n Q}{q k^2} = 0, \quad (9)$$

или

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} + NQ = 0, \quad (10)$$

где

$$N = \frac{2 \alpha_0 A^2}{\omega^2} \left(1 - \frac{\varphi \omega}{2r_0 A} \right) + \frac{gA^2 Q_n}{q k^2}. \quad (11)$$

Легко видеть, что в зависимости от условий $N \cong 0$ уравнение (10) будет иметь следующие решения:

при $N > 0$

$$Q = Q_n \cos \sqrt{N} x + \sqrt{\frac{M}{N}} \sin \sqrt{N} x, \quad (12)$$

где

$$M = 2 g A^2 \left(\frac{p_{0н}}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \tilde{\chi}^* \right); \quad (13)$$

при $N < 0$

$$Q = \frac{1}{2} \left\{ \left(Q_{н} + \sqrt{-\frac{M}{N}} e^{\sqrt{-N} x} \right) + \left(Q_{н} - \sqrt{-\frac{M}{N}} e^{-\sqrt{-N} x} \right) \right\}; \quad (14)$$

и, наконец, при $N = 0$

$$Q = Q_{н} - V M x. \quad (15)$$

Во всех вышеприведенных случаях константы интегрирования определяются из условий, что при $x = 0$

$$Q = Q_{н}$$

и

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{0н}}{\gamma},$$

а

$$\left. \frac{dQ}{dx} \right|_{x=0} = A \sqrt{2 g \left(\frac{p_{0н}}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \tilde{\chi}^* \right)}. \quad (16)$$

Далее нетрудно видеть, что в зависимости от условий $N \geq 0$ качественно различны законы изменения пьезометрического давления вдоль перфорированного трубопровода.

Действительно, как в этом легко убедиться, закон изменения пьезометрического давления по длине трубопровода может быть представлен в единой форме

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{0н}}{\gamma} + \left[2 \alpha_0 - \frac{\alpha_0 \varphi \omega}{r_0 A} + \frac{2 g Q_{н} L}{(Q_{н} - Q_{к}) r_0 c^2} \right] \frac{Q_{н}^2 - Q^2}{2 g \omega^2}, \quad (17)$$

где значение Q в зависимости от условий $N \geq 0$ или, что то же самое,

$$1 \cong \frac{\pi r_0}{2} \left(\frac{\varphi}{A} - \frac{2 g V_0 L}{\alpha_0 (Q_{к} - Q_0) c^2} \right) \quad (18)$$

определяется по соотношениям (12), (14) и (15).

Таким образом, при $N > 0$, что всегда имеет место при не очень малой длине трубопровода и большом числе отводных отверстий, пьезометрическое давление вдоль движения растет, а расход падает по закону (12), причем из физических соображений ясно, что это падение имеет своим пределом значение расхода Q , равное нулю.

При $N < 0$, что может иметь место при довольно малых длинах трубопроводов с относительно большими диаметрами, пьезометрическое



давление падает вдоль движения, а расход уменьшается по экспоненциальному закону.

Наконец, при $N=0$ расход падает линейно, а давление приблизительно постоянно и равно начальному.

Таким образом, перфорированные трубопроводы с непрерывной задачей расхода могут быть подразделены на длинные ($N > 0$), короткие ($N < 0$) и „идеальные“ с постоянным значением пьезометрического давления вдоль трубопровода.

Такое подразделение, хотя и близко к имеющемуся в литературе по гидравлике трубопроводов с переменным расходом вдоль пути, но все же отличается от него [2].

Однако наиболее интересным и примечательным здесь является то, что опытные данные по дырчатым трубопроводам с задачей расхода вдоль пути существенно ближе к закономерностям изменения давления, даваемым приведенной выше зависимостью (17), чем к тем, которые даются в работе [2]. В частности, данные опытов [2] указывают на практическое отсутствие экстремумов в распределении пьезометрического давления по длине трубопровода, что соответствует полученным выше зависимостям и расходится с зависимостями, выведенными в предположении постоянства интенсивности изменения расхода вдоль движения [2].

Здесь уместно заметить, что выведенные выше расчетные соотношения приближенно применимы и к трубопроводам, условно относимым к перфорированным в гидравлике переменной массы, когда у трубопроводов по периметру имеется одно или два отверстия с расстояниями между ними, превышающими вдоль длины трубопровода величину диаметра, и более. Как показывают вычисления и сопоставления с опытными данными, приведенные выше расчетные соотношения качественно лучше согласуются с опытными данными, чем соотношения, полученные на основе искусственно реализуемой схемы постоянства q по всей длине трубопровода и достигаемой посредством устройства отверстий различного диаметра по длине. Не говоря уже о технической трудности реализации подобной схемы, условие $q = \text{const}$ все же может выполняться в этой схеме лишь при принятых за исходные значениях Q и $\frac{p_{\text{он}}}{\gamma}$.

Поэтому использование полученных выше расчетных соотношений для подобных трубопроводов представляется более рациональным, при этом такие трубопроводы предварительно должны быть приведены к эквивалентному перфорированному трубопроводу.

Исходя из условия, что принятые при выводе исходных дифференциальных уравнений движения потока в перфорированной трубе предположения с некоторым приближением еще имеют силу, если на каждую длину трубопровода, равную диаметру, приходится хотя бы

четыре отверстия, симметрично расположенные по периметру круга, диаметр отверстий эквивалентного перфорированного трубопровода можно определить из соотношения

$$d_0 = 2 d_0 \sqrt{n_0 \frac{D_0}{L}}, \quad (19)$$

где d_0 —диаметр отверстия отводов рассматриваемого трубопровода, D_0 и L —его диаметр и длина, n_0 —число отводных отверстий проектируемого трубопровода.

Число отверстий эквивалентного ему перфорированного трубопровода при этом будет определяться по соотношению

$$n = n_0 \frac{d_0^2}{d_0^2}. \quad (20)$$

Заканчивая на этом рассмотрение решения задачи движения потока с раздачей расхода по перфорированному трубопроводу, отметим, что полученные решения, будучи приближенными в случае учета сил трения, становятся точными, если длина трубопровода невелика и допустим неучет трения потока о поверхность трубопровода. Однако и в случае учета силы трения полученные расчетные соотношения в практическом отношении дают вполне приемлемую точность решения рассматриваемой задачи.

2. Течение потока по цилиндрической перфорированной трубе с путевым притоком расхода

В рассматриваемом случае величина пьезометрического давления $\frac{p_0}{\gamma}$ на основании соотношения (2) определяется выражением

$$\frac{p_0}{\gamma} = - \frac{1}{2 g A^2} \left(\frac{dQ}{dx} \right)^2 + \frac{\gamma^*}{\gamma} \chi^*, \quad (21)$$

а уравнение динамики имеет вид

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} - \frac{2 \alpha_0 A^2}{\omega^2} \left(1 + \frac{\varphi \omega}{2 r_0 A} \right) Q - \frac{g A^2 Q^2}{\bar{q} k^2} = 0. \quad (22)$$

Линеаризуя это уравнение так же, как в случае движения потока с путевым оттоком жидкости, и затем интегрируя его один раз, при учете граничных условий (при $Q = Q_0 = Q_{\text{тр}}$, $\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{\text{он}}}{\gamma}$) получаем

$$\left(\frac{dQ}{dx} \right)^2 = N' (Q^2 - Q_{\text{тр}}^2) + 2 g A^2 \left(\frac{\gamma^*}{\gamma} \chi^* - \frac{p_{\text{он}}}{\gamma} \right), \quad (23)$$

где

$$N' = \frac{2 \alpha_0 A^2}{\omega^2} \left[1 + \frac{\varphi \omega}{2 r_0 A} + \frac{g Q_{\text{тр}}}{\alpha_0 r_0 |\bar{q}| c^2} \right]. \quad (24)$$

Подстановка (23) в (21) дает

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{0н}}{\gamma} - \left[2\alpha_0 + \frac{\alpha_0 \varphi \omega}{r_0 A} + \frac{2gQ_k}{r_0 |\bar{q}| c^2} \right] \frac{Q^2 - Q_{тр}^2}{2g\omega^2}. \quad (25)$$

Таким образом, в случае движения потока по перфорированной трубе с путевым притоком пьезометрическое давление вдоль движения будет всегда убывать, так как всегда $Q > Q_{тр}$ ($Q_{тр}$ — транзитный расход трубопровода, в частном случае равный нулю).

Далее, интегрируя уравнение (23), получаем следующее расчетное соотношение для определения расхода в любом сечении перфорированного трубопровода:

$$Q = \frac{\left(Q_{тр} + \sqrt{-\frac{M}{N'}} \right)^2 \cdot \exp(2\sqrt{N'}x) + \frac{M}{N'} + Q_{тр}^2}{\{2 \exp(\sqrt{N'}x)\} \left(Q_{тр} + \sqrt{-\frac{M}{N'}} \right)}, \quad (26)$$

где N' определяется по (24), а M — по (13).

Уравнение (26) позволяет рассчитывать значение расхода в любом сечении перфорированного трубопровода, работающего в условиях поступления расхода извне в трубопровод.

В заключение заметим, что полученные соотношения применимы и к трубопроводам, условно относимым к перфорированным и имеющим отверстия для поступления расхода с достаточно большими расстояниями между ними. Для таких трубопроводов применение выведенных соотношений требует предварительного перехода на эквивалентный перфорированный трубопровод. При этом возможно использование той же методики, что и в случае движения потока с разницей расхода по пути.

Грузинский институт энергетики
 им. А. И. Дидебулидзе

(Поступило в редакцию 6.10.1964)

საინჟინერო

შ. კვინტრადე

უკუშვავადი სითხის ერთგანზომილებიანი მოძრაობა
 პერფორირებულ ცილინდრულ მილში

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში მოყვანილია პერფორირებულ ცილინდრულ მილში უკუშვავადი სითხის ერთგანზომილებიანი დიფერენციალური განტოლების ინტეგრირების მეთოდი. სიგარძივი კარგების უგულვებელყოფის შემთხვევაში მიღებულია მკაცრი ამოხსნა. კარგების მხედველობაში მიღების შემთხვევაში ნაჩვენებია განწრფივების ეფექტური ხერხი, რაც მოცემული დიფერენციალური განტოლების საკმარისი სიზუსტით ამოხსნის საშუალებას იძლევა. ამოხსნის შედეგად მიღებულია საანგარიშო განტოლებები, რომელთა გამოყენებით უნდა მოხდეს ტექნიკური ამოცანების გადაწყვეტა.

დასოფნავალი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. Н. Квинтрадзе. Об одномерном турбулентном течении жидкости в перфорированной цилиндрической трубе. Труды Института энергетики АН ГССР, т. XVI, 1962.
2. Г. А. Петров. Движение жидкости с изменением расхода вдоль пути. М.—Л., 1951.

В. Н. ЧАХУНАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО
ПОЛЯ РАСПЛАВА ГЕРМАНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ
КРИСТАЛЛОВ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ С
РАВНОМЕРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ
ПРИМЕСЕЙ ПО СЕЧЕНИЮ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 7.1.1965)

Согласно постановлению правительства, Академией наук СССР составлен комплексный план работ по созданию теоретических основ и проведению научных исследований в области полупроводниковой техники на 1961—1965 гг.

Одним из вопросов данного плана является „Исследование процессов роста кристаллов“ и, в частности, „Установление общих закономерностей получения кристаллов заданного химического состава и совершенства структуры, формы и размеров“.

Данная статья освещает работу, проводимую лабораторией тепловых режимов вакуумных агрегатов МИИТа в этом направлении, а именно— исследование температурного поля расплава германия и установление закономерностей получения кристаллов с равномерным распределением примесей по сечению и заданного диаметра при вытягивании монокристаллов по методу И. И. Чохральского [1].

В статье [2] при математическом описании теплового процесса расплава было принято, что исследуемая область является двухмерной. Однако для учета влияния вращения затравки на температурное поле расплава стало необходимым рассмотрение процесса в трехмерном пространстве. В этом случае тепловой процесс расплава германия при вытягивании из него монокристаллов по методу И. И. Чохральского описывается известными уравнениями: уравнением неразрывности, тремя уравнениями движения и уравнением распространения тепла в расплаве.

К указанной системе уравнений присоединяем условия однозначности, включающие геометрическую характеристику области, в которой протекает процесс, и соответствующие начальные и граничные условия. Методы теории подобия [3] позволяют установить, что распределение температур в исследуемой области должно являться функцией совокупности



безразмерных комплексов и симплексов, полученных из рассматриваемой системы уравнений и условий однозначности. Эту функциональную зависимость после некоторых упрощающих допущений записываем в виде равенства

$$\frac{tp}{tp_0} = f \left(\frac{\varphi}{\varphi_0}, \frac{z}{h_0}, \frac{r}{r_0}, \varphi_0, \frac{h_0}{r_0}, \frac{s_{k0}}{r_0^2}, \frac{n_{вр.з}}{n_m}, Re_0, Pr_0, \frac{w_{н.з} \tau}{h_0}, \frac{t_{нагр}}{t_0}, \Pi \right), \quad (1)$$

где

$$\Pi = \frac{p_0^2 q_{кр} \cdot w_{н.з} r_0}{\sigma_0 \lambda p_0 tp_0} \text{— критерий роста кристалла};$$

$$\frac{t_{нагр}}{tp_0} \text{— нагрузочный симплекс.}$$

При вытягивании кристалла за ним под фронтом кристаллизации за счет сил поверхностного натяжения тянется столбик расплава. При определенном тепловом режиме происходит кристаллизация верхней части жидкого столбика. В результате непосредственно из расплава получается изделие, форма которого определяется формой верхней части столбика расплава. Следовательно, управление процессом кристаллизации сводится к управлению параметрами столбика расплава. Ряд задач из области капиллярных явлений был решен С. В. Цивинским [4].

Используя выражение для высоты жидкого столбика, найденное С. В. Цивинским для частного случая вытягивания круглого стержня со свободной поверхности расплава, и применяя теорию подобия для относительного радиуса вытягиваемого кристалла, после ряда преобразований можно получить следующую зависимость между безразмерными величинами, характеризующими рассматриваемое явление:

$$\frac{r_k}{r_0} = \varphi \left(\frac{h_0}{r_0}, \frac{s_{k0}}{r_0^2}; \frac{n_{вр.з}}{n_m}, \frac{t_{нагр}}{t_0}, Re_0, Pr_0, \frac{w_{н.з} \tau}{h_0}, \frac{\sigma_0}{\gamma_{p0} h_0 r_0}, \Pi \right). \quad (2)$$

Для получения на основе критериальных зависимостей (1), (2) расчетных формул, позволяющих определить относительный радиус кристалла и относительную температуру расплава при различных режимах вытягивания кристаллов, нами было проведено соответствующее экспериментальное исследование.

Опыты проводились на промышленной печи Редмет-1 со стандартной схемой экранирования. На печи обеспечивалась широкая возможность регулирования скоростей вращения и подъема заправки.

Режимы вытягивания были следующие: 40 плавок на одной печи при вращениях затравки $n_{вр.з}=20$; 50 и 90 об/мин и скорости подъема затравки $w_{п.з}=1,0$; 1,5; 2,0 и 2,5 мм/мин и 15 плавок на другой печи при $n_{вр.з}=20$; 50 и 80 об/мин и $w_{п.з}=1,0$; 2,0 и 3,0 мм/мин.

Скорость вращения тигля во всех опытах была постоянна и составляла $n_m=14$ об/мин.

Плавки проводились в среде аргона при давлении $p_0=0,25$ ати. В процессе плавок расход охлаждающей воды по узлам оставался постоянным.

Для замера температур расплава и стенки тигля использовались протарированные хромель-алюмелевые термопары диаметром 0,2 и 0,5 мм. Установка термопар в расплаве описана в работе [2].

В течение одной плавки скорость подъема затравки оставалась неизменной, но несколько раз менялась скорость вращения затравки. Вытянутый при постоянной скорости подъема затравки и переменных числах оборотов кристалл показан на рис. 1. В процессе опытов получены слитки диаметром $15 \div 35$ мм и длиной 170—220 мм.



Рис. 1

На каждом слитке замерялись электросопротивления по торцам и образующей и дислокации. Кроме того, анодным травлением выявилась форма фронта кристаллизации.

Результаты предварительной обработки опытных данных были опубликованы [2].

При дальнейшей обработке были выявлены зависимости $\frac{r_k}{r_0}$ и $\frac{t_p}{t_0}$ от нагрузочного симплекса $\frac{t_{нагр}}{t_0}$ (где $t_{нагр}$ —температура у нагревателя; t_0 —температура кристаллизации и r_0 —радиус тигля), от симплекса скорости вращения затравки $\frac{n_{вр.з}}{n_m}$ и критерия роста Π .

Обработка опытных данных велась следующим образом.

Для различных точек расплава и различных значений критерия роста кристаллов были построены графики $\frac{t_p}{t_0} = f\left(\frac{t_{нагр}}{t_0}\right)$. (На рис. 2 представлены указанные графики для одного из значений критерия роста). На основе рассмотрения построенных графиков было найдено, что зави-



симось $\frac{t_p}{t_0}$ от $\frac{t_{нагр}}{t_0}$ прямолинейная и может быть выражена при помощи зависимости

$$\frac{t_p}{t_0} = C + 0,96 \left(\frac{t_{нагр}}{t_0} - 0,985 \right).$$

Коэффициент C в этой зависимости есть функция координат точки расплава и критерия роста Π , т. е.

$$C = \varphi \left(\frac{r}{r_0}, \frac{h}{h_0}, \Pi \right).$$

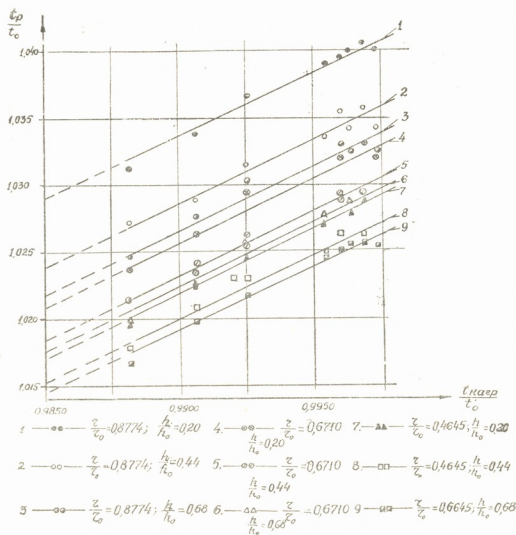


Рис. 2

Зависимость коэффициента C от $\frac{r}{r_0}$ для заданных значений $\frac{h}{h_0}$ и критерия роста Π принята параболической — коэффициенты, входящие в уравнение параболл, являются функциями $\frac{h}{h_0}$.

По данным замеров температур в расплаве были построены изотермы по всему объему расплава. Изменение скорости вращения заправки несколько меняло температурное поле расплава под кристаллом, вследствие

чего менялся и диаметр кристалла, причем с увеличением числа оборотов затравки изотермы под кристаллом несколько „выпрямлялись“ и диаметр кристалла увеличивался, что можно объяснить центробежным эффектом. При этом несколько уменьшался разброс электросопротивлений по торцам. В объеме же расплава, т. е. для $r = 30 \div 70$ мм, как и следовало ожидать, температурное поле оставалось неизменным. Поэтому для точек расплава с радиальной координатой r от 30 до 70 мм в окончательном виде получена следующая зависимость:

$$\begin{aligned} \frac{t_p}{t_0} = & \left[a_1 \left(\frac{h}{h_0} \right)^2 + a_2 \frac{h}{h_0} + a_3 \right] \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 + \left[b_1 \left(\frac{h}{h_0} \right)^2 + \right. \\ & \left. + b_2 \frac{h}{h_0} + b_3 \right] \frac{r}{r_0} + c_1 \left(\frac{h}{h_0} \right)^2 + c_2 \frac{h}{h_0} + \\ & + c_3 + 0,96 \left(\frac{t_{\text{нагр}}}{t_0} - 0,985 \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Коэффициенты $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2$ и c_3 определяются из соответствующих графиков в зависимости от критерия роста Π .

Аналогично проводилась обработка опытных данных по величине диаметра кристалла.

Был построен график зависимости радиуса кристалла $\frac{r_k}{r_0}$ от нагрузочного симплекса $\frac{t_{\text{нагр}}}{t_0}$ для различных критериев роста Π и симплексов $\frac{n_{\text{вр.з}}}{n_m}$.

Зависимость $\frac{r_k}{r_0}$ от $\frac{t_{\text{нагр}}}{t_0}$ прямолинейна, т. е.

$$\frac{r_k}{r_0} = B - 10,45 \left(\frac{t_{\text{нагр}}}{t_0} - 0,985 \right),$$

где коэффициент B является функцией $\frac{n_{\text{вр.з}}}{n_m}$ и Π .

При соответствующей обработке опытных данных установлено, что $B = a\Pi^2 + b\Pi + c$, где значения коэффициентов a, b и c берутся из графиков в зависимости от $\frac{n_{\text{вр.з}}}{n_m}$ (здесь не приводятся) или из аналитических выражений

$$a = -0,01846 \cdot 10^{-5} \left(\frac{n_{\text{вр.з}}}{n_m} \right)^2 + 0,1285 \cdot 10^{-5} \frac{n_{\text{вр.з}}}{n_m} - 0,8615 \cdot 10^{-5},$$

$$b = 0,0379 \cdot 10^{-3} \left(\frac{n_{\text{вр.з}}}{n_m} \right)^2 - 0,3331 \cdot 10^{-3} \frac{n_{\text{вр.з}}}{n_m} + 0,1088 \cdot 10^{-3},$$

$$c = -0,0028 \left(\frac{n_{\text{вр} \cdot a}}{n_m} \right)^2 + 0,0345 \frac{n_{\text{вр} \cdot a}}{n_m} + 0,3153.$$

Таким образом, в окончательном виде имеем

$$\frac{r_k}{r_0} = a\Pi^2 + b\Pi + C - 10,45 \left(\frac{t_{\text{нагр}}}{t_0} - 0,985 \right). \quad (4)$$

Для оценки полученных формул (3) и (4) построены графики (рис. 3, 4), на которых по оси ординат отложены опытные значения $\frac{t_p}{t_0}$ и $\frac{r_k}{r_0}$, а по оси абсцисс—расчетные.

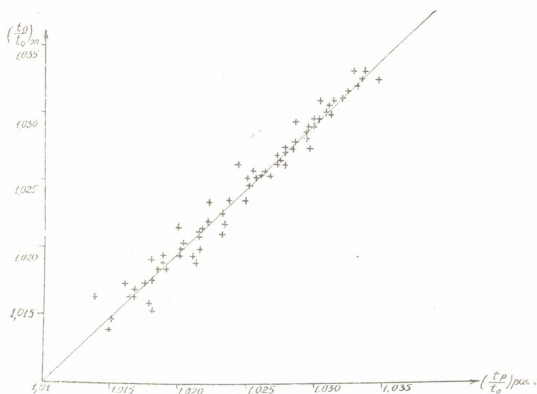


Рис. 3

Из рассмотрения этих графиков следует, что среднее отклонение опытных точек от расчетных, полученных по формулам (3) и (4), не превышает для температур расплава $0,05 \div 0,1\%$, т. е. $0,5 \div 1,0^\circ\text{C}$, а для температур кристалла— 7% .

Температурное после расплава исследовалось и при остановке вращения тигля ($n_m=0$). При этом установлено, что направление теплового потока будет различно для случаев с вращением тигля и его остановки. Причем при невращающемся тигле направление теплового потока таково, что направление конвективных токов расплава совпадает с направлением движения расплава под вращающимся кристаллом (т. е. поток поднимается со дна к кристаллу и от него под действием центробежных сил в стороны к стенке тигля). В этом случае примесь отводится от фронта кристаллизации более эффективно. При вращении тигля тепловой поток,

как уже отмечалось, меняет свое направление так, что создаются встречные конвективные токи, созданные вращением тигля и вращением заправки.

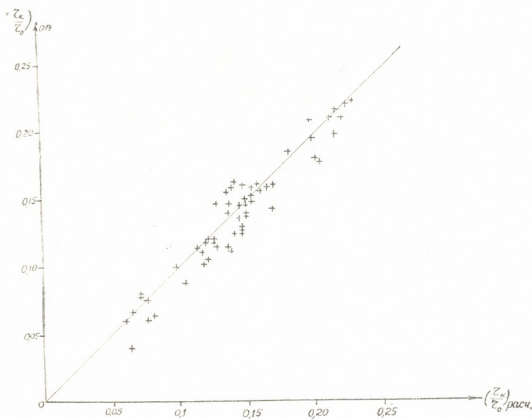


Рис. 4

Наличием подобных встречных конвективных токов и можно объяснить тот факт, что изменение скорости вращения заправки оказывает влияние на температурное поле не всего расплава, а только на область под кристаллом. Кроме того, и это очень важно, при встречных токах ухудшается отвод примеси от фронта кристаллизации, что создает условие для большого разброса электросопротивлений по торцам.

Из исследования температурного поля расплава вытекает, что для получения кристаллов с минимальным разбросом сопротивлений по торцам необходимо вести процесс вытягивания при невращающемся тигле и донном подогреве, так как возникающие в этом случае конвективные токи способствуют лучшему отводу примесей от фронта кристаллизации.

Лабораторией МИИТа были проведены эксперименты в производственных условиях при донном подогреве и невращающемся тигле. В результате были получены слитки с нулевым разбросом электросопротивлений по торцам, т. е. с равномерным распределением примесей по сечению слитка.

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 7.1.1965)

3. ჩახუნაშვილი

გერმანიუმის გამონადნის ტემპერატურული ველის
 გამოკვლევისა და მოცემული დიამეტრის
 კრისტალების მიღების საკითხისათვის
 კვითში თანაბრად განაწილებული
 მინარევებით

რ ე ზ ი უ მ ე

მსგავსების თეორიის საფუძველზე შრომაში მიღებულია მსგავსების კრიტერიუმები, რომლებიც განსაზღვრავენ გამონადნიდან ჩოხრალსკის მეთოდით გერმანიუმის მონოკრისტალების ზრდას. ამასთან მოყვანილია ავტორის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები. ცდის მონაცემების დამუშავებით მიღებულია ფორმულები, რომლებითაც შეიძლება განისაზღვროს გერმანიუმის გამოდნობის ნებისმიერ წერტილში არსებული ტემპერატურა და კრისტალის დიამეტრი.

შრომაში მოცემულია რეკომენდაცია კრისტალების მიღებისათვის, რომლებშიც მინარევები კვეთის მიხედვით თანაბრადაა განაწილებული.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Чохральский. Физическая химия, 92, 1917, 229.
2. В. Н. Чахунашвили. Исследование температурного поля расплава германия при вытягивании монокристаллов по методу Чохральского. Труды МИИТа, 1964.
3. М. В. Кирпичев. Теория подобия. Изд. АН СССР, М., 1923.
4. С. В. Цивинский. Применение теории капиллярных явлений к получению изделия заданной формы непосредственно из расплава по методу А. В. Степанова. ИФЖ, V, № 9, 1962.

ელ. ჯილაური, ბ. წილოსანი

თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას *PSEUDOMONAS TABACI*
(WOLF ET FOSTER) STEVENS სპეციალიზაცია

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანაველმა 6.10.1964)

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ავადმყოფობათა წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების დამუშავება შეუძლებელია პარაზიტის ძირითად ბიოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლის გარეშე. მის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს სპეციალიზაცია.

Pseudomonas tabaci-ს სპეციალიზაცია შეისწავლა მრავალმა მკვლევარმა. ფ. ვოლფმა და ა. ფოსტერმა ჩოფურას გამომწვევი ბაქტერიით ხელოვნურად დაასენიანეს ზოგიერთი მცენარე [1]; ხაპმანმა და ანდერსონმა დაასენიანა პეტუნია, ლემა, ჭიაფერა და ბაღრიჯანი [2]. ჯონსონმა და სხვა მკვლევრებმა—23 ოჯახის ველური და კულტურული მცენარეები, მათ შორის წიკოს თორმეტი სახეობა [3]. ამ ავტორების კვლევის შედეგიდან ჩანს, რომ *Pseudomonas tabaci* პოლიფაგია.

ზოგიერთმა მკვლევარმა ბუნებრივ პირობებში შეაგროვა ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული მცენარეები: ლენცოფა, ხვართქლა, მარმუჭი, თათაბო, კიტრი და მზესუმზირა, მაგრამ მათ არ შეუსწავლიათ დაავადების გამომწვევის მიზეზი და შედეგი [4] ბონინგის მონაცემებით. *Pseudomonas tabaci*-ს მიმღებია *N. tabacum* და *N. macrophylla*, ხოლო *N. rustica* არაა მიმღები [5].

სტაბამა ბუნებრივ პირობებში დაავადებულ *N. rustica*-დან გამოყო *Ps. tabaci* და მით ხელახლა გამოიწვია მცენარეების ხელოვნური დაავადება. ა. იაჩეცსკი გამოთქვამს მოსაზრებას, რომ ჩოფურას გამომწვევი ბაქტერიის სუფთა კულტურის სხვადასხვაგვარი ვირულენტობა უნდა აიხსნას ფიზიოლოგიური რასების არსებობით [6].

საბჭოთა კავშირში *Pseudomonas tabaci*-ს სპეციალიზაცია შეისწავლეს დ. ტვერსკოიმ [7] და ლ. კოხანოვსკაიამ [8]. უკანასკნელმა შესძლო, რომ ნიკოტიანას სახეობა ხელოვნურად დაეავადებინა. ასეთივე დიდი მუშაობა ჩატარა კ. ბელტიუკოვამ და ო. ლებედევამ [9], რომლებმაც ხელოვნურად დაასენიანეს 14 ოჯახიდან 45 სახეობის მცენარე. მათგან მიმღებიანი აღმოჩნდა 8 ოჯახის წარმომადგენელი: ძალყურძენასებრთა ოჯახიდან — კართოფილი, პამიდორი, ძალყურძენა; გოგროვანთა ოჯახიდან — გოგრა, ნესვი; ჭიჭლაყასებრთა ოჯახიდან — ჩვეულებრივი ჭიჭლაყა; ნაცარქათამასებრთა ოჯახიდან — ნაცარქათამა, ჭარხალი; რთულყვავილოვანთა ოჯახიდან — ღიჭი; პარკოსანთა ოჯახიდან — სოიო, ლობიო; ყაყაჩოსებრთა ოჯახიდან — ხაშხაში; ხვართქლასებრთა ოჯახიდან — ხვართქლა, ხოლო არამიმღებიანი აღმოჩნდა ხორბლოვანთა, ქოლგოსანთა და ჯვაროსანთა ოჯახის წარმომადგენელი მცენარეები.



მ. გორლენკო აღნიშნავს, რომ ბუნებრივ პირობებში *Ps. tabaci*, *Ps. annulata* პარაზიტობს მხოლოდ თამბაქოსა და წიკოზე [10].

ა. იაჩევსკი გამოთქვამს მოსაზრებას, რომ ერთი მხრივ *Ps. tabaci*-ით გამოწვეული დაავადება სპეციფიკურია თამბაქოსათვის. მასში ეს დაავადება თავდაპირველად, ალბათ, სუსტად ვლინდებოდა, შემდგომში, განსაკუთრებული ხელშემწყობი პირობების გამო, სწრაფად განვითარდა, ხოლო მეორე მხრივ შესაძლებელია დაავადება განვითარდა ჯერ ძალუჭრძენასებრთა ოჯახის რომელიმე ველურ ან კულტურულ მცენარეზე და აქედან გადავიდა თამბაქოზე [6]. ასეთ მოვლენებს ბუნებაში ხშირად ვხვდებით. მას შენიშნული აქვს *Ps. tabaci* კიტრზე; ხაპმანსა და ანდერსონს — პამიდორზე [2], დ. ივანოვსკისა და დ. პოლოვცევს — ლენცოფაზე და ლემაზე [11], დ. ტვერსკის ოის — ლენცოფაზე, თათბოზე, ხვართქლაზე, მარმუქზე, კიტრსა და მუსულმანურზე [7]. ბელტიუკოვასა და ლებედევას ჩოფურას მსგავსი ლაქები აქვს აღნიშნული ჩვეულებრივ ჯიჯაყაზე, ოროვანდზე, სამყურაზე, ხვართქლაზე, რძიანაზე, ჭიოტასა და თათბოზე [9]. ამთავან მათ გამოყვეს პათოგენური შტამი, რომლითაც ხელოვნურად დაავადეს თამბაქო და წიკო.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა: 1. ბუნებრივ პირობებში ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული მცენარეებიდან პათოგენური შტამი გამოგვეყო და ისინი შეგვედარებინა *Ps. tabaci*-სთან; 2. ხელოვნური დასენიანების გზით დაგვედინა ზოგიერთი ოჯახის მცენარეთაგან *Ps. tabaci*-ს მიმღებიანობა.

აღნიშნული საკითხების შესასწავლად ჩავატარეთ მარშრუტული გამოკვლევა საქართველოს მეთამბაქოეობის რაიონებისა. შევაგროვეთ ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული კულტურული და ველური მცენარეები, რომელთაგანაც გამოვყავით ბაქტერიები. პათოგენური შტამები გამოიყო კიტრის, ბაღრიჯნისა და ბოლოკის ფოთლებიდან. მათი მორფოლოგიური, კულტურალური და ბიოქიმიური თვისებების შესწავლისას გამოიჩინა, რომ ისინი *Ps. tabaci*-ის მიმართ იდენტური არიან. შესაძლებელია ბუნებრივ პირობებში ეს მცენარეები წარმოადგენდეს თამბაქოს ჩოფურას ინფექციის ერთ-ერთ წყაროს.

Ps. tabaci-ს მიმართ თამბაქოს სხვადასხვა ჯიშების მიმღებიანობის შესწავლის მიზნით ხელოვნურად დავასენიანეთ შტამით-263. შემდეგი ჯიშები: ტრაპეზუნდი 285, ტრაპეზუნდი იმუნური, ტრაპეზუნდი 1262, ტრაპეზუნდი 3072, დიუბეკი 50, მახვილფოთოლა, ბერძნული ტრაპეზუნდი, პლატანა და სამსუნი. დასენიანებას ვახდენდით ბაქტერიული სუსპენზიით. დასასენიანებელ ადგილზე სტერილურ პიპეტით გადაგვქონდა ბაქტერიაების თანაბარი რაოდენობა. სხვადასხვა ჯიშებში საინკუბაციო პერიოდი და დაავადების სიძლიერე სხვადასხვანაირად გამოვლინდა (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

თამბაქოს ჯიში	დასენიანებ. ადგილთა რაოდენობა	დაავადებულ ადგ. რაოდენ.	საინკუბაციო პერიოდი (დღეები)	დაავად. სიძლიერე	ერთი ლაქის საშ. ზომა მმ
ტრაპეზუნდი 285	18	9	5	სუსტი	4.1
ტრაპეზუნდი იმუნური	18	18	3	ძლიერი	11.4
ტრაპეზუნდი 1262	18	16	4	ძლიერი	8.6
ტრაპეზუნდი 3172	18	15	5	სუსტი	4.5
დიუბეკი 50	18	6	4	სუსტი	3.2
მახვილფოთოლა	18	7	5	საშ.	5.1
ბერძნული ტრაპეზუნდი	18	3	5	სუსტი	4.0
პლატანა	18	10	5	სუსტი	3.2
ს მსუნი	18	16	5	ძ. სუსტი	2.3

ძლიერ დაავადდნენ ტრაპეზუნდი იმუნური, ტრაპეზუნდი 1262, საშუალოდ — მახვილფოთოლა, სუსტად — ტრაპეზუნდი 285, ტრაპეზუნდი 3072, დიუბეკი 50, ბერძნული ტრაპეზუნდი და პლატანა; ძლიერ სუსტად — სამსუნი.

დაავადებულ ჯიშებში ავადმყოფობის სიმპტომები სხვადასხვანაირად შეიმჩნევა: ტრაპეზუნდზე 285, ტრაპეზუნდი იმუნურზე, ტრაპეზუნდზე 1262, ტრაპეზუნდზე 3072, ტრაპეზუნდი ბერძნულზე მოყავისფრო ლაქაა, ცენტრში მუქი წერტილით, რომლის ირგვლივ კონცენტრიული წრეებია განლაგებული. ლაქა შემოფარგლულია ყვითელი ფერის არშიით; მახვილფოთოლაზე ლაქა ერთგვაროვანია და არშია სუსტად ემჩნევა. დიუბეკ 50-ზე ლაქები არაა დამახასიათებელი ჩოფურასათვის. სამსუნზე ლაქა რუხი ფერისაა და ერთგვაროვანი.

როგორც ვხედავთ, ბაქტერიული ჩოფურას სიმპტომები თამბაქოს ჯიშების მიხედვით ძლიერ განსხვავდებიან, რაც აუცილებლად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ავადმყოფობის დიაგნოსტიკის დროს. ჩამოთვლილი თამბაქოს ჯიშები ყველა მიმღობიანი აღმოჩნდნენ *Ps. tabaci*-სა, მხოლოდ სამსუნი, ტრაპეზუნდთან შედარებით სუსტად დაავადდა, რაც დასტურდება ს. გ რ უ შ ე ვ თ ის ა და გ. მ ა ტ ვ ე ნ კ ო ს მონაცემებითაც [12].

დ. ტ ე რ ნ ო ვ ს კ ი [13] აღნიშნავს, რომ საბჭოთა და უცხოელი მკვლევარების მონაცემებით, არ არსებობს დღეისათვის თამბაქოს და წიკოს ისეთი ჯიშები, რომელიც ჩოფურას მიმართ გამძლეობას იჩენდეს.

ჩვენ ჩავატარეთ მეორე ცდაც. ხელოვნურად დავასენიანეთ *Ps. tabaci*-ით ძალუყურძენასებრთა ოჯახიდან ბადრიჯანი. პამიდორი და წიწკა. გამოირკვა, რომ სამთავე კულტურისათვის *Ps. tabaci*-ს საინკუბაციო პერიოდი განისაზღვრება სამი დღით. ძლიერ დაავადდა ბადრიჯანი და წიწკა, სუსტად — პამიდორი. მათი სიმპტომები ასეთია: წიწკასა და ბადრიჯანზე ლაქა მუქი ყავისფერია, ირგვლივ ეთილოირებული არშიით; პამიდორზე კი ლაქა ყვითელი ფერისაა, ოდნავ მუქი არშიით. ამას გარდა, იმ მიზნით, რომ ზოგიერთი ოჯახის მცენარეთა მიმართ შეგვესწავლა *Ps. tabaci*-ს პათოგენობა, ხელოვნურად დავასენიანეთ 6 ოჯახის 14 წარმომადგენელი. შედეგი მოცემულია მე-2 ცხრილში..

ცხრილი 2

ოჯახი	მცენარეთა დასახელება	ხელოვნ. დასენიან. ადგილთა რაოდენობა	მე-2 ცხრილის მონაცემები	საინკუბ. პერიოდი (დღეები)	ერთი ლაქის საშ. ზომა მმ-ით	დაავად. სიძლიერე
ჯვაროსანთა	კომბოსტო	8	8	4	2.6	საშ.
	ბოლოკი	8	8	4	2.0	საშ.
	წიწკატი	8	8	4	2.6	საშ.
ქოლგოსანთა	ქინძი	8	8	3	4.2	ძლიერი
	ონხახუში	8	8	3	4.6	"
ხორბლოვანთა	სორგო	8	8	3	4.0	ძლიერი
	სიმინდი	8	8	5	2.9	საშ
	ჭერი	8	4	5	2.0	საშ.
	ხორბალი	8	6	5	1.9	სუსტი
პარკოსანთა	ლობიო	8	8	3	6.5	ძლიერი
	ბარდა	8	5	6	2.1	საშ.
გოგროვანთა	სახამთრო	8	8	5	1.9	სუსტი
	კიტრი	8	7	5	1.6	სუსტი
ნაცარქათამასებრთა	შაქრის ქარბალი	8	8	5	1.2	სუსტი

ამ ცდამ დაადასტურა შემდეგი ფაქტი: *Ps. tabaci*-თ დაავადდა ყველა დასვენებულ მცენარე. განსხვავება მათ შორის საინკუბაციო პერიოდებში, დაავადების სიძლიერესა და სიმპტომებშია. ძლიერ დაავადდა ლობიო, ქინძი, ოხრახუში, სორგო; საშუალოდ — კომბოსტო, ბოლოკი, წიწმატი, სიმინდი, ქერი და ბარდა; სუსტად — ხორბალი, საზამთრო, კიტრი და შაქრის ჭარხალი.

ლაქა ბოლოკსა და წიწმატზე მუქი ყავისფერია, შემოფარგლული ღია ფერის არშიით; ქინძზე, ოხრახუშსა და ლობიოზე — ღია ყვითელია, ოდნავ მუქი არშიით; კომბოსტოზე — ღია ყავისფერი. ყვითელი არშიით; ხორბლოვანებზე — ნარინჯისფერი, სუსტად გამოსახული არშიით; კიტრსა და საზამთროზე — რუხი ფერის, თან ახლავს ექსუდატის გამოყოფა. სიმპტომების ასეთი სხვადასხვაობა გამოწვეული უნდა იყოს მკვებავი მცენარის თავისებურებით, ე. ი. საკვები არის მიმართ *Ps. tabaci* იჩენს გაურჩევლობას და შესაძლებელია მან ბუნებრივ პირობებშიც გამოიწვიოს ზემოაღნიშნულ მცენარეთა დაავადება. ვინაიდან *Ps. tabaci* ხელოვნურ პირობებში იწვევს მრავალ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა დაავადებას, ამიტომ ეს ფაქტი მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ თამბაქოსთან თესლბრუნვაში შემავალ მცენარეთა შერჩევისას.

დასკვნები

1. ბუნებრივ პირობებში თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული კიტრის, ბადრიჯნისა და ბოლოკის ფოთლებიდან გამოყოფილი პათოგენური შტამები, იდენტური აღმოჩნდნენ თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას გამომწვევი ბაქტერიის *Pseudomonas tabaci*-ს მიმართ.

2. საცდელად აღებული თამბაქოს ჯიშები (ტრაპეზუნდი 285, ტრაპეზუნდი იმუნური, ტრაპეზუნდი 1262, ტრაპეზუნდი 3072, დიუბეკი 50, მასვილფოთოლა, ბერძნული ტრაპეზუნდი, პლატანა და სამსუნი) ყველა მიმღებიათა *Pseudomonas tabaci*-ისა.

3. *Pseudomonas tabaci* ხელოვნურ პირობებში ავადებს ჯვაროსანთა, ქოლგოსანთა, ხორბლოვანთა, პარკოსანთა, გოგროვანთა და ნაცარქათამასებრთა ოჯახების მცენარეებს; ძლიერ ავადებს ლობიოს, ქინძს, ოხრახუშს და სორგოს; საშუალოდ — კომბოსტოს, ბოლოკს, წიწმატს, სიმინდს, ქერსა და ბარდას; სუსტად — შაქრის ჭარხალს, კიტრს, საზამთროსა და ხორბალს.

საქართველოს სსრ მცენარეთა
დაცვის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.10.1964)

МИКРОБИОЛОГИЯ

Э. Л. ДЖИГАУРИ, Г. А. ЦИЛОСАНИ

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ РЯБУХИ
ТАБАКА *PSEUDOMONAS TABACI* (WOLF ET FOSTER) STEVENS

Резюме

Эффективные мероприятия по борьбе с бактериозами сельскохозяйственных растений могут быть разработаны успешно только в том случае, если в основу их будут положены все данные, имеющиеся по биологии

ბაქტერიი. Специализация является одним из важнейших вопросов по биологии паразита. Целью нашей работы является: а) заражение бактериями *Ps. tabaci* растений разных семейств; б) выделение возбудителя из разных больных растений, найденных в естественных условиях и имеющих одинаковые с рябухой симптомы, и сравнение их с бактериями рябухи табака.

В результате опыта сделаны следующие выводы:

1. Патогенные бактерии, выделенные из листьев огурцов, баклажан и редиски, пораженных в естественных условиях, по своим морфологическим, культуральным и биохимическим свойствам идентичны *Ps. tabaci*.

2. Все искусственно зараженные нами сорта табака (Трапезунд 285, Трапезунд иммунный, Трапезунд 1262, Трапезунд 3072, Дюбек 50, Остролист, Трапезунд греческий, Платана и Самсун) оказались восприимчивыми к *Ps. tabaci*, хотя сорт Самсун менее восприимчив по сравнению с другими сортами.

3. В искусственных условиях *Ps. tabaci* поражает растения следующих семейств: крестоцветных, зонтичных, злаковых, бобовых, тыквенных и марьевых. Из них сильно — фасоль, корeanдр, петрушку; средне — редиску, кукурузу, арбуз и сахарную свеклу; слабо — кресс-салат, пшеницу, горох и ячмень.

დასაწყვებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. F. A. Wolf, A. C. Foster. Tobacco wild-fire. Journ. of agr. research, vol. XI, 6, 1918.
2. Chapman and Anderson. Tobacco Wildfire preliminary report of investigations. Mass. Agr. Exp. sta Bull., 1921.
3. J. Johnson, C. Slagg, H. Murwin. Host plant of Bacterium tabacum phytopathology, XIV, 1924.
4. Д. Л. Тверской. Бактериальная пятнистость табака и махорки. Материалы по микол. и фитопат., т. VIII, вып. 2. 1931.
5. K. Bönig. Beiträge zur Kenntniss parasitischen Verhaltens von Pseudomonas tabaci Wolf et Foster, der „Wildfeure“ erreges am Tabak. Zeitschrift für parasitenkunde, 1930.
6. А. А. Ячевский. Рябуха табака. Пищевая промышленность. № 1, 1929
7. Д. Л. Тверской. Болезни табака и махорки и меры борьбы с ними. Пищепромиздат, Л., 1935.
8. Л. Кохановская. Исследование над эпидемической рябухой. Изд. Детско-сельской акклим. станции, 1930.
9. К. И. Бельтюкова, О. П. Лебедева. О специализации *Phytopomonas tabaci* Wo and Fo на некоторых растениях хозяевах. Сборник работ по бактериальным болезням махорки и табака, 1936.
10. М. В. Горленко. Бактериальные болезни растений. Гос. изд. „Высшая школа“, М., 1961.

11. Д. Ивановский и Д. Половцев. Рябуха — болезнь табака, причина и средство борьбы с нею. Изд. департ. земл., 1890.
12. С. Е. Грушевой и Т. М. Матвенко. Болезни и вредители табака и махорки. Краснодарский сборник ВИТИМ, 1950.
13. А. Ф. Терновский. Введение болезнеустойчивых сортов табака. В кн.: „Достижения по растениеводству“, 1958.

ენტომოლოგია

ლ. კალანდამი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
შ. სუპატაშვილი, ბ. მურუსიძე, ბ. მუხაშაძე

მასალები ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას ბიოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლისათვის საქართველოში

ცნობილია, რომ ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას ანუ დენდროქტონის (*Dendroctonus micans* Kugel.) გავრცელების პატარა კერა (200 ზეზე) პირველად საქართველოში, კერძოდ ბორჯომის ხეობაში აღნიშნული იქნა 1956 წელს. იგი თანდათანობით ძლიერ ფართოდ გავრცელდა ჩვენ ნაძვნარ კორომებში და ახლა მას ძლიერ დიდი ზარალი მოაქვს. 1957 წლიდან დაწყებული ამ მავნებლის ბიოლოგიას სწავლობს და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებებს ამუშავებს მკვლევართა დაცვის ინსტიტუტი. მაგრამ, მიუხედავად ამისა ჯერ კიდევ მრავალი საკითხია შესასწავლი.

ამ მავნებლის ბიოლოგიის საფუძვლიანი და ზუსტი შესწავლა მომავალში წარმატებით იქნება გამოყენებული მავნებლის წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური და რაციონალური ღონისძიების გამოსამუშავებლად. ამ სტატიაში მოგვყავს უახლესი ცნობები, რაც მივიღეთ 1957—64 წლებში ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად.

უპირველეს ყოვლისა საჭირო იყო საბოლოოდ დაგვედგინა ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას სრული ციკლის განვითარების ხანგრძლიობა ვერტიკალური ზონალობის ასპექტში.

ლიტერატურული წყაროების მიხედვით, მავნებლის სრული ციკლის განვითარების შესახებ სხვადასხვა აზრი არსებობს. ასე, მაგალითად, კ. ე შ ე რ ი ხ ი ს [1] მონაცემებით, ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია ზღვის დონიდან 1000 მეტრის ზევით ორწლიანი, ხოლო ქვედა ზონაში — ერთწლიანი განერაცით ხასიათდება. ა. კ უ რ ე ნ ც ვ ი ს [2], ა. ვ ლ ა ს ო ვ ი ს, ა. ვ ო რ ო ნ ც ვ ი ს, ე. პ ა ნ ო მ ა რ ი ო ვ ა ს, ვ. ს ტ რ ო კ ო ვ ი ა და ს. ფ ლ ო რ ო ვ ი ს [3], ვ. გ უ ს ე ვ ი ს, მ. რ ი მ ს კ ი - კ ო რ ს ა კ ო ვ ი ს, ვ. შ ი ბ ო რ ო ვ ი ჩ ი ს, ი. პ ო ლ უ ბ ო ი ა რ ი ნ ო ვ ი ს, ა. ი ა ც ე ნ ტ კ ო ვ ს კ ი ს [4], ს. პ ლ უ გ ა რ ი ს [5] და ნ. ხ ო ლ ო დ კ ო ვ ს კ ი ს [6] მონაცემებით, ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია ხასიათდება ორწლიანი გენერაციით. ნ. ს ტ ა რ კ ი ს [7] გამოკვლევით, აღნიშნულ სახეობას ძირითადად აქვს ერთწლიანი გენერაცია, მაგრამ გარემო პირობების ცვალებადობასთან დაკავშირებით იცვლება გენერაციის ხანგრძლიობაც. აღსანიშნავია ისიც, რომ ნ. მ ე ლ ნ ი კ ო ვ ა ს [8] აღნიშნული მავნებელი შეუსწავლია მოსკოვის მისადგომების ტყეში და იგი ადასტურებს მავნებლის ერთწლიან გენერაციას.

ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ მკვლევარები [2—9] არ მიუთითებენ, თუ ზღვის დონიდან რა სიმაღლეზე შეისწავლეს მათ აღნიშნული მავნებელი.

საქართველოს პირობებში, კერძოდ, ბორჯომში, ზღვის დონიდან 800 მეტრ-სიმაღლეზე მავნებელი შესწავლილი აქვს შ. ს უ პ ა ტ ა შ ვ ი ლ ს [10], რომელიც ადასტურებს ამ სიმაღლეზე მავნებლის ერთწლიან გენერაციას.

აღნიშნული საკითხის სრულყოფილად შესწავლის მიზნით ვერტიკალური ზონალობის ასპექტში ჩვენ 1963 წელს (1—5 ავგისტო) დაყავინეთ ცდები



1000, 1300, 1500 და 1800 მეტრ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, რისთვისაც ხეებს გაუკეთდა იზოლატორები. ყოველ იზოლატორში შეშვებულ იქნა ერთ ოჯახში განვითარებული 50—50 ხოჭო. ხოჭოები შეიჭრნენ ქერქში და დაიწყო მათი ნორმალური განვითარება. იზოლატორების შემოწმება ჩატარდა ერთი წლის შემდეგ (1964 წ. 1—5 აგვისტო) და გამოირკვა, რომ საცდელ ხეებზე 1000 და 1300 მეტრზე ზღვის დონიდან მავნებელი იმყოფებოდა ახალგაზრდა ხოჭოს ფაზაში, ამ დროს მათ ჯერ კიდევ სახეობისათვის დამახასიათებელი შავი შეფერივა არ ჰქონდათ მიღებული; საცდელ ხეებზე ზღვის დონიდან 1500 მეტრზე კი მავნებელი აღმოჩნდა კუპრის ფაზაში, ხოლო 5—8 დღის შემდეგ მიღებულ იქნა ზრდასრული ფორმა. ზღვის დონიდან 1800 მეტრზე დაყენებული ცდები ჩაიშალა, რადგან ხეებზე გაკეთებული იზოლატორები ვიდაცას მოეხსნა და ლაფნიჭამაით დასახლებული ადგილები ჩამოექურქა. ამიტომ საჭირო გახდა ცდის განმეორებით დაყენება. ცდა დაყენებულ იქნა ბაკურიანის ბოტანიკური ბაღის ტერიტორიაზე 1964 წლის 30 ივნისს ზღვის დონიდან 1680 მეტრზე, 2 ძირ ნაძვზე. ამ იზოლატორების გახსნა და მავნებლის სრული ციკლის განვითარების შემოწმება ჩატარდება 1965 წლის 30 ივნისს. რაც შეეხება კერძოდ ზღვის დონიდან 1000 მეტრზე აღებულ ხეებს, სადაც ცდა დაყენებულ იქნა 1963 წლის 3 აგვისტოს, ახლად მიღებული ხოჭოების მიერ კვერცხდება 1964 წლის 7 აგვისტოს დაიწყო ე. ი. ცდის დაყენებიდან ერთი წლის შემდეგ.

ახალგაზრდა ხოჭოების მიერ კვერცხდება აღინიშნა, აკრეთვე, ზღვის დონიდან 1300 მეტრზე 18 აგვისტოს, ხოლო 1500 მეტრზე—1964 წლის 5 სექტემბერს. ცდების საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას მთლიანი ციკლის განვითარების ხანგრძლივობა ზღვის დონიდან 1300 მეტრ სიმაღლეზე ზევით გახანგრძლივებულია ერთი თვით. ე. ი. უდრის 13 თვეს.

ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით გადაზამთრებული ხოჭოების ფრენა და კვერცხდება, 1963—1964 წლის დაკვირვებების მიხედვით გარემო ფაქტორების ცვალებადობასთან დაკავშირებით სხვადასხვა დროს იწყება (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

მავნებლის ზამთრობიდან გამოსვლა, კვერცხდების დაწყება და მასობრივი ფრენა ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით ტემპერატურისა და ტენიანობის გათვალისწინებით (1964 წ.)

სიმაღლე ზღვის დონიდან მეტრებით	ზამთრობიდან გამოსვლის თარიღი	ჭაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა გრადუსებით	ფარდობითი ტენიანობა %	კვერცხდების დაწყება	მასობრივი ფრენის დაწყების თარიღი	ჭაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა გრადუსებით	ფარდობითი ტენიანობა %
1000	14/V	14,4	78	25/V	5/VI	17,5	70
1300	25/V	15	70	2/VI	10/VI	17,5	70
1500	25/V	15	70	2/VI	10/VI	17,5	70
1800	1/VI	16,6	76	12/VI	15/VI	17,7	70,3

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, მავნებლის სხვადასხვა ვერტიკალურ ზონაში ზამთრობიდან გამოსვლა, კვერცხდების დაწყება და მასობრივი ფრენა სხვადასხვა პერიოდში წარმოებს და სხვაობა 10-დან 17 დღემდე მერყობს.

ცდებისა და დაკვირვებების საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ლაბორატორულ პირობებში (სათავსურებში მოთავსებული კოტრი) ხოჭო იჭრება ქერქში, აკეთებს შესასვლელ ხვრელს და სადღეი სასვლელს ამთავრებს 5—6 დღეში (მაგალითად, 2 ივნისს ქერქში შეჭრილმა ხოჭომ კვერცხები დადო 8 ივნისს). ბუნებრივ პირობებში ჩატარებული დაკვირვებების შედეგად მიღებული სურათი,

როგორც მოსალოდნელი იყო, სულ სხვაა. ამ შემთხვევაში ხოჭო ქერქში შექ-
რას, შესასვლელი ზერელის გაკეთებას (5—14 სმ) და სადედე სასველელის დამ-
თავრებას უნდება 10—12 დღე და შემდეგ იწყებს კვერცხდებას.

კვერცხის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობის განსაზღვრა ხდებოდა რო-
გორც ლაბორატორულ, ისე ბუნებრივ პირობებში. დადგენილ იქნა, რომ ლაბო-
რატორულ პირობებში (წალვერისა და ბაკურიანის ბოტანიკური ბაღი), კვერც-
ხის ემბრიონული განვითარება 11—17 დღე გრძელდება, ბუნებრივ პირობებ-
ში კი ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით იგი 16-დან 22 დღემდე მერყეობს
(იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

კვერცხის ემბრიონული განვითარების ხანგრძლივობა ბუნებრივ პირობებში
ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით

№ რიგზე	სიმაღლე ზღვის დო- ნიდან მეტობით	კვერცხის დადების თარიღი	მატლის გამოჩენის თარიღი	ემბრიონული განვი- თარების ხანგრძლი- ვობა დღეებით
1	1000	25/V	11/VI	17
2	1000	7/VI	25/VI	18
3	1000	22/VI	8/VII	16
4	1000	2/VII	20/VII	18
5	1300	27/VI	15/VII	18
6	1300	28/VI	18/VII	20
7	1500	4/VI	23/VI	19
8	1500	10/VI	2/VII	22
9	1800	11/VI	2/VII	21
10	1800	12/VII	3/VII	22

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ბუნებრივ პირობებში კვერცხის ემბრიო-
ნული განვითარების ხანგრძლივობის სხვაობა, ლაბორატორიაში მიღებულ შე-
დეგებთან შედარებით, 5—6 დღეს უდრის. ასეთივე სურათია მიღებული სიმაღ-
ლის მატებასთან დაკავშირებით, რაც ნორმალურ მოვლენად უნდა ჩაითვალოს.

ლაბორატორულ პირობებში ხოჭო დღე-ღამეში 3—20 კვერცხს დებს,
კვერცხდება 20—25 დღე გრძელდება და ერთი დედალი ხოჭო 122 მ-დე
კვერცხს დებს. ბუნებრივ პირობებში მრავალი შემოწმების შედეგად ლაფნიკა-
მიას სადედე სასველელში კვერცხების მაქსიმუმი უდრიდა 205 ცალს, მინიმუმი
კი—58-ს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ხოჭო სადედე სასველელში კვერცხებს დებს
20—25 დღის განმავლობაში. ამიტომაც, რომ ერთ სადედე სასველელში ყოველ-
თვის ვხვდებით კვერცხებსა და ახლადგამოჩეკილ მატლებს.

ახლად გამოჩეკილი მატლები ჯგუფურად იკვებებიან და ამის გამო ქერქის
ქვეშ სადედე სასველელის ნაპირებში მატლების საოჯახო სასველელი წარმოიშობა.
ახლადგამოჩეკილი მატლები გამოყოფილ ექსკრემენტებს საოჯახო სასველელში
ტყეპნიან და წინ მიიწევენ. ასევე იქცევიან წამოზრდილი მატლებიც, მაგრამ იმ
განსხვავებით, რომ მატლები ზოგჯერ ექსკრემენტებს ქერქის ნაპირალებიდან გა-
რეთ გამოყრიან ხოლმე, ან ქერქს შიგნიდან გამოლრნიან, საიდანაც ექსკრე-
მენტები ცვივა და ყოველივე ეს ვარედან ხის ქერქზე კარგად ემჩნევა. მატლე-
ბის საოჯახო სასველელში დატყეპნილ ექსკრემენტებსა და მატლების კვების პე-
რიფერიებში წარმოიშობა სიცარიელე, რომლის პოვნა ადვილად შეიძლება
ქერქზე დაკაუნებით.

მატლის ფაზის ხანგრძლივობის დადგენა ლაბორატორიულ პირობებში შე-
უძლებელი შეიქნა. რადგან კვერცხებიდან გამოჩეკილი მატლები კოტრის გა-
მოშრობის გამო იღუპებიან ამიტომ მატლის ფაზის განვითარების ხანგრძლივო-



ბაზე დაკვირვებებს ბუნებრივ (ტყის) პირობებში ვაწარმოებდით ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით. ცდის ქვეშ ყოველ ზონაში ზღვის დონიდან 1000, 1300, 1500 და 1800 მეტრ სიმაღლეზე აღებულ იქნა 10—10 ძირი ხე. დაკვირვებებით დადგინდა იქნა, რომ სისტემატური შემოწმება, რაც ქერქის გახსნასთანა დაკავშირებული, უარყოფითად მოქმედებს ლაფნიჰამის მატლებზე, რადგანაც დადგინდა, რომ ამ დროს მთელ რიგ შემთხვევაში მატლები კვებას წყვეტენ და იღუპებიან. ამიტომ დაკვირვებებს ვატარებდით მატლების გამოჩენიდან 20—30 დღის შემდეგ, ხოლო ზრდასრული მატლების მიღებიდან შემოწმება ხდებოდა ყოველ 2—3 დღის შემდეგ.

ნაძვის დიდი ლაფნიჰამის მატლის ფაზის ხანგრძლივობა კ. ეშერიხის [1] მიხედვით უდრის 65—68 დღეს, ო. ნიუსლინის [9] მიხედვით — 62 დღეს. შ. სუპატაშვილის [10] გამოკვლევით ზღვის დონიდან 800 მეტრ სიმაღლეზე მატლის ფაზის ხანგრძლივობა 52 დღეს უდრის.

ჩვენი 1963—1964 წლის მონაცემებით ზღვის დონიდან 1000, 1300, 1500, 1800 მეტრ სიმაღლეზე მიღებული შედეგები სულ სხვა სურათს იძლევა. ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით მატლის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა უდრის 76—96 დღეს (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

მატლის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა ბუნებრივ პირობებში ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით

№ რიგზე	სიმაღლე ზღვის დონიდან მეტრებით	მატლის განვითარების ხანგრძლივობა დღეები	დაქუპრების თარიღი	მატლის განვითარების ხანგრძლივობა დღეები	შენიშვნა
1	1000	25/VI	12/IX	78	
2	1000	8/VII	22/IX	76	
3	1000	15/VII	1/IX	77	
4	1300	2/VII	21/IX	80	
5	1300	8/VII	25/IX	78	
6	1500	23/VI	11/IX	80	
7	1500	29/VI	23/IX	86	
8	1500	3/VII	26/IX	85	
9	1800	22/VI	20/IX	90	
10	1800	2/VII	6/X	96	მატლები გამოიჩეკა გამოხამორბეული კვერცხებიდან

როგორც მე-3 ცხრილში მოყვანილი მასალიდან ჩანს, მატლის ფაზის განვითარების სხვაობა ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით უდრის 20 დღეს.

ჭუპრის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობის განსაზღვრა ხდებოდა როგორც ლაბორატორიულ, ისე ბუნებრივ პირობებში. დადგინდა იქნა, რომ ლაბორატორიულ პირობებში ჭუპრის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა უდრის 13—16 დღეს, ბუნებრივ პირობებში იგივე ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა უდრის 16—20 დღეს (იხ. ცხრილი 4). ამავე დროს დადგინდა იქნა, რომ ჭუპრებიდან მიღებული ხოჭოები რჩებიან დაჭუპრების ადგილებში, ამზადებენ სანაღმე ხვრელებს მატლების საოჯახო სასვლელებში და შემდეგ გადიან საოჯახო სასვლელის პერიფერიებში, იკვებებიან ლაფნით, რითაც აფართოებენ ქერქის ქვეშ დაზიანებას.

ახალგაზრდა ყავისფერი ხოჭოები ცალცალკე იკვებებიან. ყავისფერი ხოჭოები თანდათანობით მუქყავისფერს ან შავ შეფერვას ღებულობენ, დამატებით კვების შედეგად სქესობრივად მწიფდებიან. რის შემდეგ კოპულაცია ამავე ადგილებში ხდება. კოპულაციის მომენტს იშვიათად ვხვდებით. რადგან ქერქის ახდისას ისინი მაშინვე სცილდებიან ერთმანეთს. დედალ-მამალის მორფოლოგიურად განმასხვავებელი ნიშნები არ არის ლიტერატურულ წყაროებში.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

О. П. КВИРИКАДZE

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИЙ И МОДУЛЯ ПОЛНЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ ИЛИ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ БЕТОНА
ПРИ СЖАТИИ И РАСТЯЖЕНИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 13.7.1964)

Для определения модуля полных деформаций или модуля упругости бетона необходимо знать величины напряжений и соответствующие им деформации. Существует несколько методов для определения деформаций при сжатии и растяжении, ни один из которых не предусматривается в ГОСТе.

Существующие методы (как отечественные, так и предложенный Европейским комитетом бетона) определения деформаций бетона в результате испытания образцов при сжатии и осевом растяжении требуют кропотливой работы и продолжительного времени, и определенные средние значения напряжений в долях от фактического предела прочности, относительных деформаций и некоторых механических и деформативных характеристик бетона после испытания трех образцов-близнецов будут неточными. Кроме того, при испытании образцов разными методами будут получены разные величины пределов прочности и деформаций и, следовательно, модулей деформаций.

Ввиду того что модуль деформаций (E) связан с пределом прочности образца (E определяется при напряжении, составляющем определенную долю от предела прочности), а предел прочности зависит от скорости нагружения, предлагаем испытывать бетонные образцы (призмы и восьмерки) при определенной скорости нагружения до разрушения. При таком нагружении следует брать отсчеты по измерительным приборам для вычисления деформаций, строить кривые зависимости $\sigma = f(\epsilon)$ и определять модуль полных деформаций при напряжении $\sigma = 0,5 R_{np}$ или $\sigma = 0,5 R_p$ (где R_{np} — призмная прочность бетона при сжатии и R_p — предел прочности при растяжении), а если это необходимо, то и при любом напряжении.

Многочисленные эксперименты, проведенные нами на бетонных образцах при сжатии и растяжении, и эксперименты других авторов показывают, что модуль упругости, вычисленный по упругим деформациям при напряжении $\sigma = 0,5 R_{np}$ или $\sigma = 0,5 R_p$ на $(8 \div 10)\%$ больше, чем мо-



дуль, определенный по полным деформациям. Поэтому, зная модуль полных деформаций ($E_{\text{полн}}$), будем иметь представление о модуле упругости бетона при напряжении $\sigma = 0,5 R$, если полученный результат умножить на коэффициент $(1,08 \div 1,10)$, т. е.

$$E_{\text{упр}} = (1,08 \div 1,10) E_{\text{полн}}$$

Нами установлено, что при испытании образцов (призм) на сжатие при непрерывном нагружении до разрушения со скоростью $v = (2,0 \div 2,5)$ кгс/см² в минуту и при испытании образцов (восьмерок) на растяжение со скоростью $v = (2,0 \div 2,5)$ кгс/см² в минуту при базе тензометра $l = 100$ мм свободно можно взять отсчеты по приборам Мартенса с увеличением прибора 500 или с помощью индикаторов с ценой деления 0,002 мм.

Экспериментами, проведенными нами для выяснения влияния масштабного фактора на механические и деформативные характеристики бетона при непрерывном нагружении с постоянной скоростью, и экспериментами исследователей некоторых зарубежных стран удалось по-

лучить новые данные о том, что деформации, призматическая и кубиковая прочность бетона не зависят от размеров образцов.

Принимая во внимание вышесказанное, мы рекомендуем для облегчения и

уточнения определения деформаций и, следовательно, модуля полных деформаций или модуля упругости бетона при сжатии и осевом растяжении испытывать образцы (призмы и восьмерки) при определенной скорости нагружения непрерывно до их разрушения и предусмотреть в ГОСТе испытания такого вида¹.

В зависимости от наибольшей крупности зерен заполнителя бетона образцы (призмы или восьмерки) должны иметь размеры, указанные в табл. 1.

Для изготовления образцов (восьмерок) с отверстиями в головках в формах вертикально устанавливаются металлические стержни, вставленные

¹ Подробное содержание предложений см. в отчете канд. техн. наук О. П. Квирикадзе «Предложения по изменению ГОСТов: ГОСТ 10180-62 и ГОСТ 4800-59 и методика определения модуля полных деформаций или модуля упругости бетона при сжатии и растяжении», Института строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР, 1964 г.

в отверстия в основании формы и закрепляемые гайками. В зависимости от размеров образца стержни должны иметь диаметр $d=21$, $d=24$, $d=26$ мм (рис. 1, 2, 3). После раскрытия форм образцы вынимаются из формы вместе со стержнями, которые затем легко извлекаются из образца. Изготовление образцов (призм и восьмерок) производят с уплотнением бетонной смеси на вибрационной площадке.

Испытание образцов на сжатие и осевое растяжение должно производиться на гидравлических прессах и на разрывных и универсальных машинах, отвечающих требованиям ГОСТа 8905-58 и ГОСТа 7855-61. Допускается также использование прессов и разрывных машин других типов и моделей.

Испытательные машины для испытания образцов (восьмерок) на осевое растяжение должны быть оборудованы шарнирными захватами, обеспечивающими осевое приложение нагрузки.

Испытание производят следующим образом. Контрольный образец (призму) устанавливают на нижнюю плиту испытательной машины, пользуясь разметкой, нанесенной на плите.

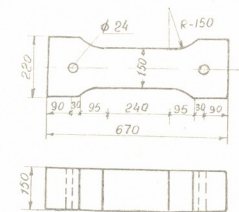


Рис. 2

Нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью $(10-15)$ кгс/см² в минуту до разрушения образца (призмы).

Испытание образцов (призм) нельзя производить на прессе, плиты которого изгибаются под нагрузкой, так как изгиб опорных плит прессов понижает предел прочности образцов (призм). Можно использовать две стальные пластинки достаточной толщины. Одна из них — с шаровым шарниром располагается на верхней грани образца, а другая — жесткая.

В случае, если заранее известно ориентировочное значение предела прочности бетона (призмы), можно обойтись без испытания контрольного образца.

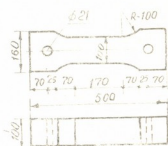


Рис. 1

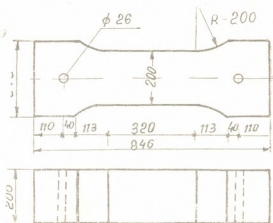


Рис. 3



Достигнутое в процессе испытания максимальное усилие принимает за величину разрушающей нагрузки образца P_{\max} в кгс.

На нижней плите испытательной машины устанавливают следующий образец-близнец и на двух противоположных гранях образца закрепляют измерительные приборы (зеркальный прибор Мартенса или индикаторы часового типа с ценой деления 0,002 мм) для определения полных относительных деформаций.

Зная разрушающую нагрузку (P_{\max}) контрольного образца, примерно устанавливают величины усилий, соответствующие определенной доле от разрушающей нагрузки (0,1 P_{\max} , 0,2 P_{\max} , ..., 0,9 P_{\max} , 1 P_{\max}).

Базу измерительных приборов следует выбирать в зависимости от размеров образца. При испытании призм с размерами 100×100×300 мм база тензометра— $l=100$ мм, для призм 150×150×450 мм— $l=150$ мм, а для призм 200×200×600 мм— $l=200$ мм.

При испытаниях образцов сухого хранения можно определять деформации с помощью электрических тензометров. В этом случае датчики наклеивают за 50—60 часов до испытания образца.

Образцы испытываются при заданной скорости ($v=10 \div 15$ кгс/см² в минуту) нагружения непрерывно до разрушения и параллельно берутся по измерительным приборам отсчеты при ранее установленных усилиях. Все данные эксперимента для каждого образца (испытывается по три образца-близнеца) помещают в журнал наблюдений.

Журнал наблюдений

Усилия P , кгс	Соответствующие напряжения σ , кгс/см ²	Отсчеты по измерительным приборам		Продольные полные деформации $\epsilon_{\text{прод}}$
		полевому $A_{\text{лев}}$	по правому $A_{\text{прав}}$	
0	—	—	—	0
0,1 P_{\max}	σ_1	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,2 P_{\max}	σ_2	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,3 P_{\max}	σ_3	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,4 P_{\max}	σ_4	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,5 P_{\max}	σ_5	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,6 P_{\max}	σ_6	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,7 P_{\max}	σ_7	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,8 P_{\max}	σ_8	—	—	$-\times 10^{-6}$
0,9 P_{\max}	σ_9	—	—	$-\times 10^{-6}$

Наименование образца . . .

Дата изготовления образца . . .

Дата испытания образца . . .

Вес образца $Q = . . .$ кгс

Размеры образца $a = . . .$ см, $b = . . .$ см, $h = . . .$ см

Площадь поперечного сечения образца $S = a \times b = \dots \text{см}^2$

Объем образца $V = a \times b \times h = \dots \text{см}^3$

Объемный вес бетона $\gamma = \frac{Q}{V} = \dots \text{кгс/см}^3$

База тензометра $l = \dots \text{мм}$

Скорость нагружения образца $v = \dots \text{кгс/см}^2$ в минуту

Разрушающая нагрузка образца $P_{\max} = \dots \text{кгс}$

Предел прочности образца $R_{np} = \frac{P_{\max}}{S} = \dots \text{кгс/см}^2$

Если требуется определить поперечные деформации ($\epsilon_{\text{попер}}$) для вычисления коэффициента Пуассона, тогда в поперечном направлении на двух противоположных гранях образца дополнительно устанавливаются измерительные приборы с базой (l) в зависимости от размера образца. Для призм размерами $100 \times 100 \times 300 \text{ мм}$ — $l = 50 \text{ мм}$, для призм $150 \times 150 \times 450 \text{ мм}$ — $l = 100 \text{ мм}$ и для призм $200 \times 200 \times 600 \text{ мм}$ — $l = 150 \text{ мм}$. В журнале наблюдений добавляются три столбца: два—для записи отсчетов по измерительным приборам ($A_{\text{зад}}$ и $A_{\text{перед}}$) и один—для величин полных относительных поперечных деформаций ($\epsilon_{\text{попер}}$).

По величинам напряжений и соответствующим деформациям (см. журнал наблюдений) в любом масштабе строится график $\sigma = f(\epsilon)$ (рис. 4). Расстояние OA делится на 10 равных частей. Полученные на оси напряжений точки будут соответствовать долям действительного предела прочности ($0,1 R_{np}$, $0,2 R_{np}$, ..., $0,9 R_{np}$, $1 R_{np}$). Проводятся горизонтальные пунктирные линии до пересечения с кривой $\sigma = f(\epsilon)$.

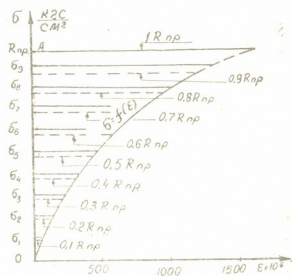


Рис. 4

По полученным точкам определяются деформации, соответствующие долям предела прочности данного образца.

Для получения ориентировочного значения полной деформации при разрушении образца допускается экстраполирование кривой (прерывистые линии на рис. 4).

По результатам испытания трех призм определяются средние значения деформаций при напряжениях, соответствующих определенной доле



предела прочности образцов, и по данным первого и второго столбцов строится график зависимости $nR_{пр.ср.} = f(\varepsilon)$ (рис. 5).

Таблица 2

Напряжения σ , кгс/см ²	Деформации ε	Модули полных деформаций E , кгс/см ²
0	0	—
0,1 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.1}$	$E_{0.1} = \frac{0,1 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.1}}$
0,2 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.2}$	$E_{0.2} = \frac{0,2 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.2}}$
0,3 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.3}$	$E_{0.3} = \frac{0,3 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.3}}$
0,4 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.4}$	$E_{0.4} = \frac{0,4 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.4}}$
0,5 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.5}$	$E_{0.5} = \frac{0,5 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.5}}$
0,6 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.6}$	$E_{0.6} = \frac{0,6 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.6}}$
0,7 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.7}$	$E_{0.7} = \frac{0,7 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.7}}$
0,8 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.8}$	$E_{0.8} = \frac{0,8 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.8}}$
0,9 $R_{пр.ср}$	$\varepsilon_{0.9}$	$E_{0.9} = \frac{0,9 R_{пр.ср}}{\varepsilon_{0.9}}$
1 $R_{пр.ср}$	ε_1	—

Модуль полной деформации бетона (условный модуль полных деформаций $E_{полн}$) выражается тангенсом угла между осью абсцисс и секущей, соединяющей начало координат с точкой на кривой, соответствующей определенному значению напряжения, т. е.

$$E_{полн} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{nR_{пр.ср}}{\varepsilon_n}$$

Меняя значения n

$$\left(n = \frac{\sigma}{R_{пр.ср}} = 0 \div 1 \right),$$

можно подсчитать модуль полных деформаций при любом значении напряжения $\sigma = nR_{пр.ср}$. Полученные значения модулей полных деформаций вносятся в третий столбец табл. 2. Ввиду того что модуль упругости бетона в большинстве случаев определяют при напряжении $\sigma = 0,5 R_{пр.ср}$, модуль полной деформации следует вычислять только при напряжении $\sigma = 0,5 R_{пр.ср}$.

По значению модуля полной деформации бетона ($E_{0,5 полн}$) при напряжении $\sigma = 0,5 R_{пр.ср}$ определяется модуль упругости бетона при том же напряжении:

$$E_{0,5 упр} = 1,1 E_{полн} \text{ кгс/см}^2.$$

Действительный модуль полной деформации выражается тангенсом угла между касательной к кривой $nR_{пр.ср} = f(\varepsilon)$ и осью деформаций (рис. 5)

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$$

Находить таким путем модуль полной деформации трудно, так как необходимо знать аналитическую зависимость ε от σ . Поэтому модуль

полной деформации (условный модуль полных деформаций) и, следовательно, модуль упругости бетона следует определять вышеуказанным способом.

Приближенное значение действительного модуля полной деформации можно вычислить графическим путем (рис. 5):

$$E_{0,5 \text{ д.полн}} = \frac{0,5 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,5 \text{ кас}}}$$

Кроме того, значение действительного модуля полной деформации при напряжении $\sigma = 0,5 R_{\text{пр.ср}}$ можно найти по тангенсу угла наклона хорды, соединяющей точки кривой $\sigma R_{\text{пр.ср}} = f(\epsilon)$, соответствующей напряжениям $\sigma = 0,4 R_{\text{пр.ср}}$ и $\sigma = 0,6 R_{\text{пр.ср}}$ (рис. 5):

$$E_{0,5 \text{ д.полн}} = \text{tg } \beta = \frac{0,6 R_{\text{пр.ср}} - 0,4 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,6} - \epsilon_{0,4}} = \frac{0,2 R_{\text{пр.ср}}}{\epsilon_{0,6} - \epsilon_{0,4}} \text{ кгс/см}^2.$$

Для испытания образца при растяжении в отверстия восьмерок вставляют стержни 1 (рис. 6) и на них устанавливают серги 2. В отверстия серг 2 вставляют стержни 3 с пластинками 4. На рис. 6 показано закрепление одного конца образца в захвате.

Пластинки 4, установленные на обеих головках образца, закрепляют в захватах разрывной машины так, чтобы оси образца и машины совпадали. Испытывается контрольный образец (восьмерка) для установления разрушающей нагрузки. Нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью $v = (1,0 \div 1,5) \text{ кгс/см}^2$ в минуту до разрушения образца (восьмерки).

Достигнутое в процессе испытания максимальное усилие принимают за величину разрушающей нагрузки образца (P_{max}) в кгс. В случае, если заранее известно ориентировочное значение предела прочности бетона, можно обойтись без испытания контрольного образца (восьмерки).

Для испытания образца-близнеца его нагружают начальной нагрузкой $P' \cong 0,04 P_{\text{max}}$, которую принимают за нуль. На двух противоположных гранях образца закрепляют измерительные приборы (зеркальный прибор Маргенса или индикаторы часового типа с ценой деления 0,002 мм) для определения полных относительных деформаций. Зная разрушающую нагрузку (P_{max}) контрольного образца, примерно устанавливают величины усилий, соответствующих определенной доле от разрушающей нагрузки ($0,1 P, 0,2 P, \dots, 0,9 P, 1 P$, где $P = P_{\text{max}} - 0,04 P_{\text{max}}$).

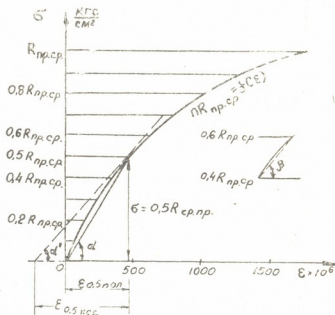


Рис. 5

Базу измерительных приборов выбирают в зависимости от поперечных размеров образца. При испытании восьмерок с поперечными размерами 100×100 мм база тензометра— $l=100$ мм, для восьмерок 150×150 мм— $l=150$ мм, а для восьмерок 200×200 мм— $l=200$ мм;

В расчетах следует использовать результаты испытания лишь тех образцов, которые рвались в пределах базы измерительных приборов, установленных для определения продольных деформаций.

При испытании бетонных образцов (восьмерок) на растяжение определение продольных и поперечных деформаций, построение кривых зависимости $\sigma = f(\epsilon)$ и $\mu R_{p,ср} = f(\epsilon)$, определение модулей полных деформаций или модулей упругости и коэффициента Пуассона производится так же, как и при испытании бетонных образцов (призм) на сжатие.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости

(Поступило в редакцию 13.7.1964)

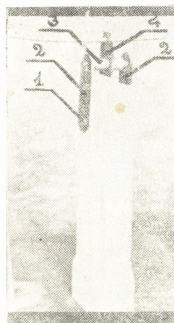


Рис. 6

საშენებლო მეცნიება

მ. კვირიკაძე

კუმვავაზე და ბაჭიშვავაზე ბეტონის მთლიანი დეფორმაციის
 მოდულის ან დრეკადობის მოდულის განსაზღვრის შესახებ
 რ ე ზ ი უ მ ე

დეფორმაციის მოდულის ან დრეკადობის მოდულის გადვილების და შედარებით ზუსტად განსაზღვრის მიზნით რეკომენდაციას ვიძლევი, რათა დამზადებულ იქნეს ნიმუშები, პრიზმები და რვიანები ბეტონის მსხვილი შემავსებლების ზომებზე დამოკიდებულებით, და გამოცდილ იქნენ ისინი კუმვავაზე და ბაჭიშვავაზე ჩვენ მიერ დადგენილი დატვირთვის მიყენების სათანადო სიჩქარით—დანგრევამდე. ასეთი გამოცდის შემთხვევაში საჭიროა განისაზღვროს ფარდობითი დეფორმაციები, აიგოს გრაფიკი $\sigma = f(\epsilon)$, რის დახმარებითაც ძაბვის ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის განესაზღვრავთ მთლიანი დეფორმაციის მოდულის სიდიდებს. გვეცოდინება რა მთლიანი დეფორმაციის მოდული ძაბვაზე $\sigma=0,5R$, შეიძლება დრეკადობის მოდულის განსაზღვრა, იმავე საბუთზე, ფორმულით:

$$E_{დრ} = (1,08 \div 1,10) E_{მთლ},$$

რადგან დადგენილია, რომ მთლიანი დეფორმაციის მოდული ($E_{მთლ}$) და დრეკადობის მოდული ($E_{დრ}$) განსხვავებული არიან ერთმანეთისაგან მხოლოდ 8—10%-ით.

ბ. კაკუშაძე, ბ. ცანაძე

ტრეფცის მათეოდის ბამოყენება საზოგადოებრივი მეცნიერების
 ზოგიერთი ამოცანის ამოსახსნელად

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ხაჭიფემა 23.9.1964)

დრეკადობის თეორიის ამოცანების ამოსახსნელად ხშირად იყენებენ ე. წ. „განტოლებებს გადაადგილებებში“ [1] და მათ ამოსახსნელად პაპკოვიჩი-ნეიბერის, გალიორკინისა და ტრეფცის ფორმებს. ამ უკანასკნელის ამოსახსნის ფორმა შემდეგია:

$$u = \varphi_1 + \chi \frac{\partial \psi}{\partial x}; \quad v = \varphi_2 + \chi \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad w = \varphi_3 + \chi \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = - \frac{1}{3 - 4\nu} \left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_2}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_3}{\partial z} \right) \quad (2)$$

აღნიშნულ ნებისმიერი პარამონიული $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ ფუნქცია φ -ით, რომელიც შეგვიძლია წარმოვადგინოთ სახით:

$$\varphi(x, y, z) = f_0(x, y) + \chi f_1(x, y) + \chi^2 f_2(x, y) + \chi^3 f_3(x, y) + \chi^4 f_4(x, y) + \dots \quad (3)$$

გავწარმოვოთ ეს ფუნქცია z -ით და მივიღოთ $z=0$, გვექნება

$$\begin{aligned} \varphi_{z=0} = \varphi_0 = f_0(x, y) = I(x, y); \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z_{z=0}} &= \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 = \\ &= f_1(x, y) = T(x, y) \end{aligned} \quad (4)$$

თუ $\varphi(x, y, z)$ -ის უმაღლეს რიგის წარმოებულებს ავიღებთ და შემოვიღებთ აღნიშვნებს: $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \nabla_1^2 \varphi$ დ. ა. შ., მივიღებთ

$$f_2(x, y) = - \frac{1}{2!} \nabla_1^2 \varphi_0; \quad f_3 = - \frac{1}{3!} \nabla_1^2 \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 \text{ დ. ა. შ.} \quad (5)$$

$$\varphi = \varphi_0 - \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 \varphi_0 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \varphi_0 \dots - \frac{\chi}{1!} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 - \frac{\chi^3}{3!} \nabla_1^2 \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_0 \dots \quad (6)$$

შემოვიღოთ ფუნქცია [3]

$$M = \frac{\chi}{1!} - \frac{\chi^3}{3!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^5}{5!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 - \frac{\chi^7}{7!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \nabla_1^2 \dots \quad (7)$$

$$M' = \frac{\partial M}{\partial \chi} = 1 - \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 - \frac{\chi^6}{6!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \nabla_1^2 \dots \quad (8)$$

მაშასადამე, ნებისმიერი ჰარმონიული ფუნქცია შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ასე:

$$\varphi = M'(\varphi_0) + M\left(\frac{\partial \varphi}{\partial \chi}\right)_0$$

$$\varphi_1 = M'(t_1) + M(T_1); \quad \varphi_2 = M'(t_2) + M(T_2); \quad \varphi_3 = M'(t_3) + M(T_3) \dots \quad (9)$$

შევნიშნავთ, რომ ზოგიერთი მკვლევარი იყენებს სიმბოლურ მეთოდს [3, 4]. მაგ. ი. ლურიე [4] ნებისმიერ ჰარმონიულ ფუნქციას ასე წარმოადგენს:

$$\varphi = \cos \chi D^t(x, y) + \frac{\sin \chi D}{D} T(t, y), \quad (10)$$

სადაც

$$D^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad (11)$$

$$\frac{\cos \chi D}{D} = \left(1 - \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots\right) t(x, y) = M'(t)$$

$$\sin \chi D = \left(\frac{\chi}{1!} - \frac{\chi^3}{3!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^5}{5!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots\right) T(x, y) = M(T) \quad (12)$$

მაშასადამე, (9) და (12) გამოსახვები ერთი და აგივეა. ი. ლურიე იყენებს პაპკოვიჩ-ნეიბერის ამოხსნის ფორმას. ვ. ვლასოვი და ნ. ლეონტიევი იყენებენ შერიჟულ ფორმას და სიმბოლური მეთოდის გამოყენებით ხსნიან სქელი ფილისა და უსასრულო ფენის ამოცანებს. ა. მალიევი კი იყენებს უსასრულო ოპერატორებს M , M' და ა. შ. და აგებს აგრეთვე ბიჰარმონიული ფუნქციებისათვის უსასრულო ოპერატორებს და ბ. გალიორკინის ამოხსნის ფორმის [3] გამოყენებით ხსნის იგივე ამოცანებს.

ჩვენ, სხვა მკვლევარებისაგან განსხვავებით, შემოგვაქვს ახალი ოპერატორი

$$L = \int_0^{\chi} M d\chi = \frac{\chi^2}{2!} - \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^6}{6!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots \quad (13)$$

და ტრეფცის ამოხსნის ფორმის გამოყენებით ვხსნით ზემოთ დასახელებულს და დამატებით სხვა ამოცანებსაც.

ჩვენი შრომების წინამძღვრები ნაკარნახევაა მალიევის შრომებით.

ახლა ვიცით რა φ_1 , φ_2 , φ_3 -ს გამოსახვები (9) და $\frac{\partial \varphi}{\partial \chi}$ -ს გამოსახვა (2),

შეგვიძლია ადვილად განვსაზღვროთ $\frac{\partial \varphi}{\partial \chi}$, φ , $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$ და $\frac{\partial \varphi}{\partial y}$ -ის გამოსახვები, M და M' , და ჩვენს მიერ შემატანილი L ოპერატორების საშუალებით

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = - \frac{1}{3 - 4\nu} \left[M' \left(\frac{\partial t_1}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + M' \left(\frac{\partial t_2}{\partial y} \right) + M \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) + M''(t_3) + M'(T_3) \right] \quad (14)$$

$$\phi = - \frac{1}{3 - 4\nu} \left[M \left(\frac{\partial t_1}{\partial x} \right) + L \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial t_2}{\partial y} \right) + L \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) + M(t_3) + M(T_3) \right] \quad (15)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = - \frac{1}{3 - 4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_2}{\partial x} \right) \right] \quad (16)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial y} = - \frac{1}{3 - 4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x \partial y} \right) + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial y^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial y^2} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial y} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial y} \right) \right] \quad (17)$$

ნებისმიერი ამოცანა რომ ამოგხსნათ, უნდა შეგვეძლოს კონკრეტული ფორმულების საშუალებით განვსაზღვროთ გადაადგილების u , v , w და ძაბვის σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} კომპონენტები. ამისათვის საჭიროა მოცემული იყოს ე. წ. საწყისი მონაცემები [3]

$$u^0 = u_{z=0}; \quad v^0 = v_{z=0}, \dots \quad \sigma_x = \sigma_x^0, \dots \quad \tau_{zx} = \tau_{zx}^0; \quad (18)$$

თუ გამოვიყენებთ (2), (9), (14-17) გამოსახვებს და აგრეთვე ძაბვის კომპონენტებს გამოვსახავთ გადაადგილების კომპონენტებით

$$\sigma_x = 2G \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\nu}{1 - 2\nu} \theta, \dots \quad \tau_{xz} = G \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \quad (19)$$

$$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \quad (20)$$

მივიღებთ მათ ზოგად გამოსახვებს

$$u = M'(t_1) + M(T_1) - \frac{\tilde{\gamma}}{3 - 4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \right]. \quad (21)$$

ასევე გვექნება v და w -ს გამოსახვებიც. ახლა დავწეროთ ძაბვის კომპონენტების გამოსახვა, მაგ:



$$\begin{aligned} \tau_{xz} = G \left\{ M''(t_1) + M'(T_1) - \frac{1}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 t_3}{\partial x^2} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \right] + \right. \\ \left. + \chi \left[M' \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + M' \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + M'' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M' \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \right] + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) - \right. \\ \left. - \frac{\chi}{3-4\nu} \left[M' \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + M' \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + M \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + M'' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M' \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \right] \right\} \quad (22) \end{aligned}$$

თუ ჩვენ მოცემული გვექნება (18) საწყისი მონაცემების გამოსახვები. კონკრეტული ამოცანების ამოხსნისას ისინი წარმოდგენილი იქნებიან პოლინომების ან რაღაც სპეციალური ფუნქციებით, რომელთა გამოსახვებში შევლენ რაღაც კოეფიციენტები, რომლებიც განისაზღვრებიან სასაზღვრო პირობებისაგან.

ახლა შევიტანოთ (21) გამოსახვაში $\chi=0$ და შევადაროთ (9) გამოსახვას. გამოვიყენოთ აგრეთვე (7) და (8) ფორმულები, სადაც შევიტანთ ისევ $\chi=0$, მივიღებთ

$$\begin{aligned} u^o &= M'(t_1) + M(T_1) = \varphi_1 = t_1; & v^o &= M'(T_2) = \varphi_2 = t_2; \\ w^o &= M'(t_3) + M(T_3) = \varphi_3 = t_3 \end{aligned} \quad (23)$$

ის გარემოება, რომ საწყისი მონაცემების u^o , v^o და w^o -ის მნიშვნელობები ტრეფცის ამოხსნის ფორმის პირველი წევრებია φ_1 , φ_2 , φ_3 , ძალზე მოსახერხებელს ჰქმნის ლამეს განტოლებების ამოხსნას ტრეფცის მეთოდით.

ჩვენ ახლა შეგვიძლია გამოვსახოთ საწყისი მონაცემების საშუალებით როგორც u , v , w , ისე σ_x , σ_y , ... τ_{xz} -ის გამოსახვები. მართლაც, გამოვიყენოთ (8), (13) ფორმულები, გამოვიყენოთ აგრეთვე, რომ

$$M''_{z=0} = 0; \quad M'''_{z=0} = -\nabla_1^2; \quad L_{z=0} = 0 \quad (24)$$

საბოლოოდ მივიღებთ (ამოვსწეროთ აგრეთვე (23) ფორმულები):

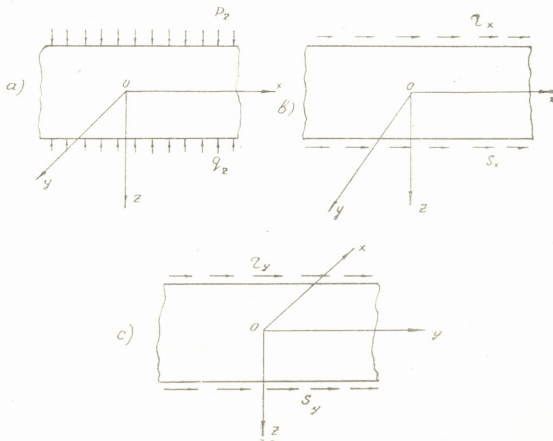
$$\begin{aligned} t_1 = u^o; \quad t_2 = v^o; \quad t_3 = w^o; \quad T_1 = \frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial x} + \frac{1}{G} \tau^o_{xz} \\ T_2 = \frac{2(1-\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial y} + \frac{1}{G} \tau^o_{yz}; \quad T_3 = -\frac{1-2\nu}{3-4\nu} \left(\frac{\partial u^o}{\partial x} + \frac{\partial v^o}{\partial y} \right) + \\ + \frac{3-4\nu}{4G(1-\nu)} \sigma^o_z \end{aligned} \quad (25)$$

შევიტანოთ (25) გამოსახვები (21) და (22) განტოლებებში, მივიღებთ:

$$u = M'(u^o) + M \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^o}{\partial x} \right] + \frac{\tau^o_{xz}}{G} \Big| - \frac{\chi}{3-4\nu} \times$$

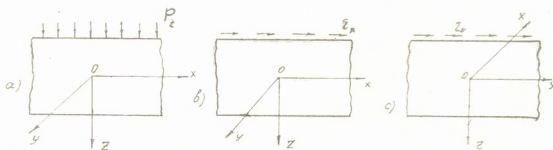
$$\left\{ M \left(\frac{\partial^2 u^0}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\frac{2(1-\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^0}{\partial x} + \frac{\tau_{xz}^0}{G} \right] \right) + M \left(\frac{\partial^2 v^0}{\partial x \partial y} \right) + \right. \\
 \left. + L \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^0}{\partial y} + \frac{1}{G} \tau_{yz}^0 \right] \right) + M' \left(\frac{\partial w^0}{\partial x} \right) + \right. \\
 \left. + M \left(\frac{\partial}{\partial x} \left[-\frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \left(\frac{\partial u^0}{\partial x} + \frac{\partial v^0}{\partial y} \right) + \frac{3-4\nu}{4G(1-\nu)} \sigma_z^0 \right] \right) \right\} \quad (26)$$

ასევე მიიღება v და w გადაადგილებების და $\sigma_x, \sigma_y, \dots, \tau_{xz}$ ძაბვების გამოსახვები. მივიღებთ რა მათი ზოგადი გამოსახვები, შეგვიძლია ამოვხსნათ ნებისმიერი ამოცანა. დავერჩია მხოლოდ დავადგინოთ სასაზღვრო პირობები. განვიხილოთ მავალითისათვის უსასრულო ფენა, რომლის ფუძეებზე მოქმედებენ ნორმალური და მხები გარედატვირთვები (იხ. ნახ. 1)



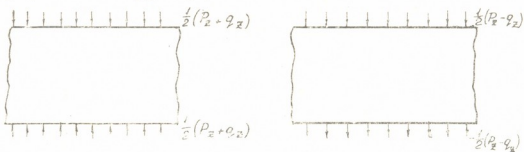
ნახ. 1, a, b, c

ვთქვათ ახლა, რომ დატვირთვები მოქმედებენ მხოლოდ ერთ ფუძეზე (ნახ. 2)



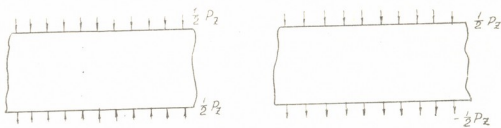
ნახ. 2, a, b, c

განვიხილოთ (ნახ. 1, *a*). ამ შემთხვევას წარმოვადგენთ, როგორც სიმეტრიულ და ირიბ სიმეტრიულს (ნახ. 3—*a*, *b*)



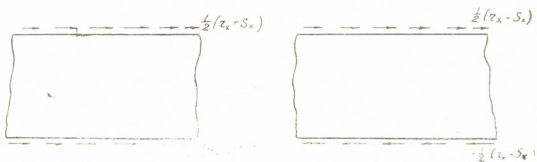
ნახ. 3—*a*, *b*

ამ შემთხვევის კერძო შემთხვევაა (ნახ. 2—*a*). აქ გვექნება $q_z = 0$ (ნახ. 4—*a*, *b*)



ნახ. 4—*a*, *b*

განვიხილოთ ახლა მხები დატვირთვები s_x ღერძის მიმართულებით:



ნახ. 5—*a*, *b*

აქ გვექნება (ნახ. 5—*a*, *b*)



ნახ. 6—*a*, *b*

ამათი კერძო შემთხვევაა (ნახ. 2—*b*), გვექნება: $S_x = 0$, (ნახ. 6—*a*, *b*)

ვთქვათ გვაქვს ცნობილი დატვირთვები (ნახ. 1—*a*, *b*, *c*) P_z , r_x , r_y , ხოლო q_z , S_x და S_y წარმოადგენენ კონტაქტურ დატვირთვებს. მაშინ ესენი უცნობი დატვირთვები არიან. მათ წარმოვადგენთ რალაც გარკვეული ფუნქციების საშუალებით, რომელთა გამოსახვაში შევლენ უცნობი მუდმივები, რომლებიც განისიზღვრება ვარიაციული მეთოდების გამოყენების საფუძველზე.

ახლა დავუბრუნდეთ (26) გამოსახვების დეტალურ გარჩევას. დატვირთვის რა სახეც არ უნდა გვქონდეს, ჩვენ ის დავყავს სიმეტრიულ და ირიბ სიმეტრიულ დატვირთვაზე. მაშასადამე, აქ მოგვიხდება ორი ამოცანის განხილვა.

ა) სიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_0 = 0; \quad \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)_0 = 0; \quad w^0 = 0 \quad (27)$$

ეს პირობები შეიძლება სხვაგვარადაც წარმოვიდგინოთ. გავიხსენოთ τ_{xz} და τ_{yz} -ის გამოსახვები:

$$\tau_{xz} = G \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right); \quad \tau_{yz} = G \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)$$

ენიდან $w^0 = 0$ შუა სიბრტყის ყოველ წერტილში, ამიტომ $\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_0 = 0$ და $\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_0 = 0$ ამას გარდა, როგორც (27)-დან ჩანს,

$$\tau^0_{xz} = 0; \quad \tau^0_{yz} = 0.$$

მაშასადამე, (27) პირობები შეგვიძლია შევცვალოთ პირობებით

$$\tau^0_{xz} = 0; \quad \tau^0_{yz} = 0; \quad w^0 = 0 \quad (28)$$

ირიბი სიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში

$$u^0 = 0; \quad v^0 = 0; \quad \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)_0 = 0 \quad (29)$$

$$\text{ან პირობები:} \quad u^0 = 0; \quad v^0 = 0; \quad \sigma^0_z = 0 \quad (30)$$

ახლა ვნახოთ, რომ დასმული ამოცანების ამოხსნა შეგვიძლია, თუ გამოვიყენებთ სიმბოლურ მეთოდს, ამისათვის საკმარისია გამოვიყენოთ ეს მეთოდი u , v და w -ს გამოსახვაზე (26). გვაქვს M -სა და L -ის გამოსახვა (10), (21) და (18)

$$L = \int_0^{\chi} M dz = \int_0^{\chi} \frac{\sin \chi D}{D} dz = \frac{1}{D^2} - \frac{\cos \chi D}{D^2}; \quad M' = \cos \chi D \quad (31)$$

მაშასადამე, შეგვიძლია დაეწეროთ ზოგადი ამოხსნა, მაგალითად

$$\begin{aligned} u = & \cos \chi D (u^0) + \frac{\sin \chi D}{D} \left[\frac{2(1-\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^0}{\partial x} + \frac{\tau^0_{xz}}{G} \right] - \\ & - \frac{\chi}{3-4\nu} \left\{ \frac{\sin \chi D}{D} \left(\frac{\partial^2 u^0}{\partial x^2} \right) + \left(\frac{1}{D^2} - \frac{\cos \chi D}{D^2} \right) \times \right. \\ \times & \left. \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^0}{\partial x} + \frac{\tau^0_{xz}}{G} \right] \right) + \frac{\sin \chi D}{D} \left(\frac{\partial^2 v^0}{\partial x \partial y} \right) + \right. \\ + & \left. \left(\frac{1}{D^2} - \frac{\cos \chi D}{D^2} \right) \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left[\frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^0}{\partial y} + \frac{\tau^0_{yz}}{G} \right] \right) + \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \cos \chi D \left(\frac{\partial u^o}{\partial x} \right) + \frac{\sin \chi D}{D} \left(\frac{\partial}{\partial x} \left[-\frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \left(\frac{\partial u^o}{\partial x} + \frac{\partial v^o}{\partial y} \right) + \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{3-4\nu}{2G(1-\nu)} \sigma_z^o \right] \right) \Bigg\}. \quad (32)
 \end{aligned}$$

ამ ზოგადი ამოხსნიდან მიიღება ა. ლურჯესა და ე. მალიევის ამოხსნები.

ლენინის სახელობის საქართველოს
 პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.9.1964)

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. М. КАКУШАДЗЕ, Г. Г. ЦАНАВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ТРЕФФЦА ДЛЯ РЕШЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Р е з ю м е

Нами рассмотрена задача толстого слоя и толстой плиты. Наряду с другими авторами она изучалась А. С. Малиевым [3] и А. И. Лурье [4], которые исходят из дифференциальных уравнений Ламе. А. С. Малиев берет решение уравнений Ламе в форме Галеркина и вводит бесконечные операторы [3]. А. И. Лурье же при решении уравнений Ламе пользуется символическим методом и оперирует функциями

$$\cos \chi D = M', \quad \frac{\sin \chi D}{D} = M.$$

В данной работе для решения поставленных задач использованы уравнения Ламе, решения которых представлены в форме Треффца. В отличие других авторов вводится новый оператор

$$L = \frac{\chi^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{\chi^4}{4!} \nabla_1^4 + \frac{\chi^6}{6!} \nabla_1^6 \nabla_1^2 + \dots$$

დაბოვნებაზე ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Треффц. Математическая теория упругости. ОНТИ, ГТТИ, Л.—М., 1934.
2. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. III, ч. II, ГТТИ, Л.—М., 1949.
3. А. С. Малиев. О выборах функции в общих решениях задачи равновесия изотропного тела. Сборник научных трудов Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта, вып. IV. Трансжелдориздат, 1952, 180—244.
4. А. И. Лурье. Пространственные задачи теории упругости. ГИТТЛ, М., 1955.

В. Г. БЕЖАНОВ

ПРОСТАЯ МОДЕЛЬ КОММУТАЦИИ ТОКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КОЛЛЕКТОРНОЙ МАШИНЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 2.10.1964)

Уже десятилетия существует весьма последовательное описание коммутации коллекторных машин постоянного тока, данное Е. Арнольдом и развитое Р. Рихтером. Следует особо подчеркнуть, что это описание подробно рассматривает или отмечает все основные моменты коммутации или дает возможность сделать необходимые выводы, исходя из общих законов электричества и магнитного поля.

По-видимому, одной из причин того, что коммутация все же остается проблемой, является несколько ортодоксальное понимание, казалось бы, специфически коммутационных теоретических положений, в частности изложенных Арнольдом и Рихтером. Поэтому мы имеем целью вновь обратить внимание на основные моменты физической стороны коммутационного процесса с позиций общей теоретической электротехники, используя модель в виде простой электрической схемы.

Примем для сложной электрической цепи (рис. 1, а), что $|e_a| = |e_b| = e = \text{const}$, $r_a = r_b = Cr_s$ и что линейные проводимости g_1 и g_2 изменяются в интервале времени $[0, T]$ по любому закону, но при условии $g_1 + g_2 = g = \text{const}$. Для сокращения числа уравнений при определении мгновенных значений токов, протекающих в ветвях этой цепи, преобразуем один из треугольников сопротивлений r_1, r_2, r_s в эквивалентную звезду r_{12}, r_{23}, r_{31} (рис. 1, б) [1]. Тогда, выбрав независимые контуры I, II, III, получим

$$i_a = i_{II} = e_{12} \Delta_{II,II} / \Delta + e_{23} \Delta_{II,III} / \Delta + e_{31} \Delta_{II,III} / \Delta = e / \Delta (-\Delta_{II,II} + \Delta_{II,III}), \quad (1a)$$

$$i_b = i_{III} = e_{12} \Delta_{III,II} / \Delta + e_{23} \Delta_{III,II} / \Delta + e_{31} \Delta_{III,III} / \Delta = e / \Delta (-\Delta_{III,II} + \Delta_{III,III}),$$

где Δ — определитель системы линейных уравнений Кирхгофа, а Δ_{kn} — его соответствующие алгебраические дополнения [1].

Можно убедиться, что при любом соотношении между g_1 и g_2 имеет место равенство $\Delta_{II,II} = \Delta_{III,III} = r_1 r_s + r_1 r_2 + r_2 r_s$. Следовательно, в



каждый момент выбранного интервала времени получается, что $|\dot{i}_b| = i$. Как и для i_a, i_b , для тока i_s , протекающего через сопротивление r_s ветвей kl и mn , имеем

$$i_s = i_1 = e/\Delta (-\Delta_{1,II} + \Delta_{1,III}). \quad (1, б)$$

В момент, когда $g_1 = g_2$, будет $\Delta_{1,III} = \Delta_{1,II}$ и, следовательно, $i_s = 0$. Поскольку в Δ , стоящий в знаменателе, входят g_1 и g_2 , можно ожидать, что i_s , изменяясь, например, от некоторой величины до нуля, не-

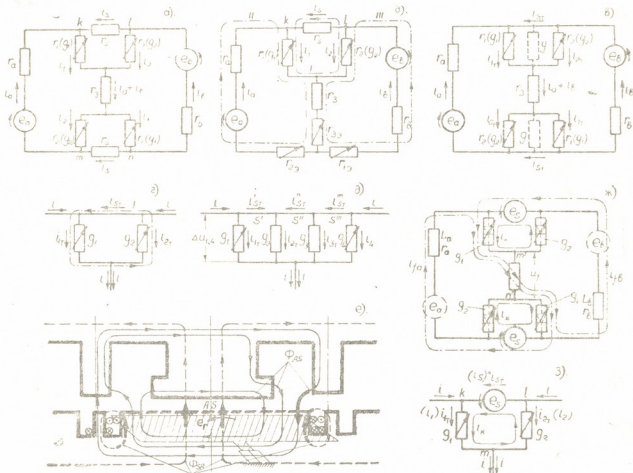


Рис. 1

линейно зависит в общем случае от переменных g_1 и g_2 ⁽¹⁾. Если теперь положить, что

$$g_1 = g(1 - t/T); \quad g_2 = gT/T \quad (2)$$

⁽¹⁾ Отметим, что изменение тока i_s вынуждается ввиду изменения проводимостей g_1 и g_2 под воздействием извне, в то время как в контурах II, III действует в. д. с. e , а

$$\int_{sg_1} \vec{j}_1 ds + \int_{sg_2} \vec{j}_2 ds = \int_{sg} \vec{j} ds = 2i = i_1 + i_2 = i_a + i_b$$

(sg_1, sg_2 — нормальные сечения проводимости g_1 и g_2 , \vec{j} — векторы плотности тока на элементарных площадках ds этих сечений [1]). Следствием изменения тока i_s будет переменное напряжение между точками k, l и m, n .

(t —текущее значение времени, изменяющееся в интервале $[0, T]$), то схема рис. 1, а будет изображать двухполюсный генератор постоянного тока с целым числом K коллекторных пластин в полюсном шаге, когда изменение полного потока $\sum \psi$ коммутируемых секций kl и mn равно нулю в каждый момент выбранного интервала времени, а скорость вращения якоря n —постоянна. Действительно, e_a, e_b соответствует э. д. с. ветви обмотки якоря; i_a, i_b —току ветки; $C r_s$ —активному сопротивлению некоммутируемых секций ветви; r_s и i_s —это активное сопротивление и ток коммутируемой секции; g_1, g_2 и i_1, i_2 —переходные проводимости щеточных контактов и токи в петушках, а r_3 и $i_a + i_b = 2i$ —сопротивление нагрузки и линейный ток якоря. В конце интервала $[0, T]_n$ $g_1 = 0, g_2 = g$ и сопротивление $r_s(kl)$ становится частью $r_a, i_s = -i$, а $r_s(mn)$ —частью $r_b, i_s = +i$. Если допустить, что ширина коллекторной пластины может равняться коллекторному делению, то этот момент соответствует началу следующего интервала $[0, T]_{n+1}$, когда весь процесс повторяется переключением последующих сопротивлений r_s из ветвей r_a и r_b .

Таким образом, коммутация тока в коллекторных машинах по своему существу является дискретным процессом, не имеющим разрывов, поскольку конец предыдущего интервала коммутации $[0, T]_n$ является началом последующего интервала $[0, T]_{n+1}$.

Если допустить еще, что $r_s = 0$ ($r_a = r_b = r_{ab}$), то схема рис. 1, в сводится к классическому примеру [1] параллельного включения двух генераторов э. д. с. на одну нагрузку (показана пунктиром). Так как эквивалентное сопротивление этой нагрузки постоянно:

$$1/g_1 + g_2 + r_3 + 1/g_1 + g_2 = 1/g + r_3 + 1/g = R = \text{const},$$

то не только $|i_a| = |i_b| = i$, но и $i = e/r_{ab} + 2R = \text{const}$. Поскольку известны токи i в обоих плечах схемы, рассчитать ток i_s очень просто, пользуясь законами Кирхгофа и обходя одиночный контур 1 [2], как это показано на рис. 1, г:

$$i_{1T}/g_1 - i_{2T}/g_2 = 0, \quad i_{1T} = i + i_{sT}, \quad i_{2T} = i - i_{sT}.$$

Принимая во внимание (2), получаем, что

$$i_{sT} = i g_1 - g_2/g = i(1 - 2t/T) \quad (3)$$

есть линейная функция времени⁽¹⁾.

При принятых выше условиях ток i_s каждой коммутируемой секции S будет изменяться прямолинейно в течение всего периода T_k замыкания контура секции щеткой при любой величине щеточного перекрытия γ . Действительно, если рассматривать данную секцию в том или ином

(¹ Здесь и далее индекс T относится к параметрам, характеризующим прямолинейное изменение токов.



интервале коммутации, то для каждого такого интервала $[0, T]_n$ (рис. 1, д (соответствующая, например, $\gamma = 3$) может быть приведена к простейшей схеме рис. 1, г объединением проводимостей справа и слева от рассматриваемой секции. Так, в схеме 1, д можно выделить секцию S'' проводимостями $g_1 + g_2 = g_1(t) + g$ и $g_3 + g_4 = g + g_4(t)$, имея в виду, что $i_{4T} + i_{3T} = i - i''_{ST}$ и т. д. Таким образом, токи в коммутируемых секциях при целой и дробной величине γ соответственно равны

$$i_{v_{ST}} = i \gamma' - \gamma'' + 1 - 2t/T/\gamma \quad (4a)$$

и попеременно

$$i_{v_{ST}} = i \frac{m + \gamma' - \gamma'' - 2mt/T'/\gamma}{\gamma}; \quad i_{v_{ST}} = i \frac{\gamma' - \gamma'' - m - 2(1-m)t/T''/\gamma}{\gamma} \quad (4б)$$

(m —долевая часть щеточного перекрытия; γ' —число сбегающих пластин относительно рассматриваемой секции S^v , полностью перекрытых щеткой в начале интервала, считая с момента замыкания контура набегающей секции; γ'' —число таких же набегающих пластин).

Итак, прямолинейное изменение токов i_v обеспечивается в электрической схеме, подобной 1, а, 1, д, если в интервале времени $[0, T]_n$ сохраняются условия:

А) $|e_a| = |e_b| = \text{const}$, $r_a = r_b = \text{const}$;

Б) $g_1(t) + g_2 + \dots + g_{n-1} + g_n(t) = \text{const}$,

причем $g_1(t)$ и $g_n(t)$ —линейные функции времени (2);

В) $r_s = 0$, $\sum \psi = 0$ для каждой коммутируемой ветви S^v . Следствием этих условий являются равенства $|i_a| = |i_b| = \text{const}$. $\Delta u_1 = \Delta u_2 = \dots = \Delta u_n = \text{const}$. Вообще равенство $\Delta u_1 = \Delta u_2 = \dots = \Delta u_n$ при любом законе изменения $g_1(t)$ и $g_n(t)$ вытекает из условия В, так как концы проводимостей $g_1 \dots g_n$ соединены накоротко, и $\Delta u_1 \dots \Delta u_n$ можно понимать как падения напряжения в активных параллельных ветвях, одноименные концы которых объединены в точку. Поэтому же мгновенные средние плотности тока $j_g = i_n / s_{gn} \equiv i_n / g_n = \Delta u_n$ в этих ветвях будут одинаковы. Понятно, что на протекание коммутационного процесса нелинейность вольт-амперной характеристики проводимостей $g_1 \dots g_n$ при вышеназванном равенстве $\Delta u_1 = \Delta u_2 = \dots = \Delta u_n = \text{const}$ не оказывала бы влияния.

Однако изменение полного потока $\sum \psi$ секций коммутируемой якорной катушки принципиально не может быть равным нулю в течение всего периода T_k замыкания секции ([2] стр. 423), поскольку объективно по-разному изменяются за каждый интервал коммутации магнитные потоки, сцепленные с контурами коммутируемых секций. С одной стороны,—потоки Φ_{SR} и Φ_{AS} , возбуждаемые якорем: во-первых, изменяющимися токами i_s всех коммутируемых в данный момент секций;

во-вторых, некомутируемой частью якорной обмотки (имеющей линейную нагрузку AS) при перемещении ее электрической оси относительно оси симметрии магнитопровода статора¹. С другой стороны, — поток Φ_p , возбуждаемый обмотками полюсов статора. Изменение потокоцепления, обусловленного потоком Φ_p , при перемещении коммутируемой секции относительно полюсов статора обычно имеет знак, противоположный знаку изменения результирующего потока, возбуждаемого якорем.

Таким образом, в коммутируемой секции действует остаточная э.д.с., равная для простейшей схемы на рис. 1, ж

$$e_s = d/dt w_s (-\Phi_{SR} \pm \Phi_{AS} + \Phi_p) = d/dt (-\psi_R + \psi_p) = d/dt \sum \psi = \\ = d/dt [-L_S i_s - M i_s \pm \varphi(t) + \xi(t)], \quad (5 a)$$

где L_S и M — в общем случае мгновенные (поскольку они могут быть обусловлены нелинейно изменяющейся магнитной проводимостью для потока Φ_{SR}) индуктивность рассматриваемой секции и взаимоиндуктивность ее с другой коммутируемой секцией; $\varphi(t) = \varphi(x) = \psi_{AS}$ и $\xi(t) = \lambda(x) = \psi_p$, так как линейная координата x перемещения оси коммутируемой секции есть функция t ; w_s — число витков секции.

Если соединить обе функции $\varphi(t)$ и $\xi(t)$ в одну $f(t)$, а L и M выразить через объединенный коэффициент индуктивности L_M (что имеет физический смысл для симметричного двухполюсного магнитопровода), то

$$e_s = - d/dt [(L_M i_s) - f(t)]. \quad (5 б)$$

Рассматривая в отдельности действие одинаковых и не меняющих своего знака в интервале $[0, T]_n$ э.д.с. e_s в схеме рис. 1, ж, легко убедиться, что в первой половине интервала, т. е. когда $g_1 > g_2$, потенциал точки m' выше, чем потенциал точки n' , а при $g_1 < g_2$ — наоборот. Таким образом, между точками m' и n' возникает периодическое пилообразное переменное напряжение u_f коллекторной частоты $f = k\pi$. Можно убедиться, что токи i_{fa} , i_{fb} в первой половине интервала должны замыкаться по указанным на рис. 1, ж контурам, а к концу второй половины интервала — зеркально обратно.

Поскольку индуктивность L_a , L_b ветви якоря весьма существенна,

¹ Пути замыкания этих потоков схематически показаны на рис. 1, е пунктирными или сплошными линиями, причем траектории, пронизывающие заштрихованный коммутируемый контур, обозначены жирными стрелками. Этот механизм рассмотрен в работе [2] и подтвержден исследованиями, проводившимися в ТНИЭТИ.

Изменение потоков Φ_{SR} и Φ_{AS} индуцирует реактивную э.д.с. e_R , которая в конечном счете возникает вследствие подвода механической или электрической энергии извне, сопровождающегося переключением проводимостей g_1 и g_2 .



допустим, что токами i_{fa} , i_{fb} можно пренебречь и будем принимать во внимание только контурные токи i_k .

При одинаковости э. д. с. e_s в обеих коммутируемых ветвях kl и mn сохраняется условие $|i_a| = |i_b| = i$; и если еще допускается $i_f = 0$, то, опять применяя законы Кирхгофа к одиночному контуру $klmk$ (рис. 1, э) и полагая вольт-амперные характеристики проводимостей g_1 , g_2 линейными, получаем $i_1/g_1 - i_2/g_2 = e_s$ или $i + i_s/g_1 - i - i_s/g_2 = e_s$, откуда

$$i_s = i(1 - 2t/T) + t/T(1 - t/T)e_s g \quad (6a)$$

есть уже нелинейная функция времени.

Поскольку при $i_f = 0$ сохраняется $i = \text{const}$, первое слагаемое в правой части уравнения (6) представляет собой не что иное, как ток i_{st} (3), соответствующий прямолинейной коммутации; второе слагаемое есть контурный ток секции i_k — так называемый «поперечный» ток, добавочный ток коммутации [3] или приближенно добавочный ток короткого замыкания [2], так как, строго говоря, последний есть мгновенная сумма $(i_k + i_f)$.

Следовательно, можно написать

$$i_s \approx i_{st} + i_k \quad (6b)$$

Поперечный ток реально существует, поскольку по замкнутому контуру действует э. д. с. e_s ¹, может быть измерен тем или иным способом [4] и выделен в отдельный параллельный контур путем соответствующего преобразования схемы.

Однако полностью избавиться от добавочного тока короткого замыкания не удастся (даже посредством включения вентилях, как на схеме 1, ж), а именно — от токов i_f , замыкающихся через каждую ветвь обмотки. Хотя значительная часть нескомпенсированной энергии коммутации может в вентильной схеме излучаться обмоткой (что подтверждается экспериментально), все же при больших величинах e_s возможен разрыв остаточных токов i_f , которые в вентильной схеме будут замыкаться и к концу коммутации через сбегющую проводимость g_1 (рис. 1, ж).

В этом смысле проблему коммутации тока в машинах традиционной конструкции с механическим коллектором следует считать негативной.

Тбилисский научно-исследовательский
электротехнический институт

(Поступило в редакцию 2.10.1964)

¹ e_s , взятую с обратным относительно тока i_{st} знаком, можно понимать и как переменное падение напряжения на активном сопротивлении r_s безындуктивной ветви kl . Случай $r_s \neq 0$, описываемый уравнением (1, б), подробно рассмотрен в работе [2, 3], так что, например, при $r_s g = 1.5$ коэффициент нелинейности для тока i_s составляет около 0,95, и даже при $r_s g = 1$ равен 0,80.

8. ბაჰანოვი

ელექტრულ წრივში დენის კომუტაციის მარტივი ელექტრული მოდელი მუდმივი დენის კომუტაციულ მანქანაში გამომყვებით

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში მარტივი სქემების მეშვეობით, რომლებიც წარმოადგენენ კომუტაციური მანქანის ელექტრულ ექვივალენტს, ხერხდება თვალსაჩინო ჩვენება კომუტაციური პროცესის პრინციპული დისკრეტულობისა, რაც ხორციელდება აქტიურ გამტარობათა გადართვით გარედან შემოქმედების გზით, გამტარობებისა, რომლებიც ჩართავენ საკომუტაციო შტოს ელექტრულ კონტურს.

რამდენადაც საკომუტირებულ გამტარობათა გადართვის მოცემულ ინტერვალში ენერგია, რომელიც თან ახლავს ამ გადართვას (რაც ელექტრულად თავს იჩენს, რეაქტიული ელექტრომაგნიტური ძალის წარმოქმნით საკომუტირებელ კონტურში, რომელსაც ობიექტურად გააჩნია ინდუქტიურობა) მთლიანად არ კომპენსირდება ყოველ მომენტში (მაგალითად, გარედან აღძრული მაგნიტური ველით), გამტარობათა მეშვეობით განხორციელებული კომუტაციის პროცესი მახინჯდება დენებით, რომლებიც იკეტება დახშულ კომუტაციურ კონტურში, აგრეთვე ძირითადი წრის მეშვეობით, რეაქტიული ელექტრომაგნიტური ძალის მოქმედებით.

ყველა კონტური, რომელიც ერთდროულად კომუტირდება რეალურ მანქანაში, მაგნიტურად დაკავშირებულია ერთიმეორესთან, კერძოდ, ტრანსფორმატორის ხვიათა მსგავსად; მეორე მხრივ, სწორედ დისკრეტულობის პროცესის გამო რეაქტიული ელექტრომაგნიტური ძალის სრული კომპენსაცია დროის ყოველ მომენტში (მაშასადამე, მანქანის ყოველ ერთდროულად კომუტირებულ კონტურშიც) პრინციპულად შეუძლებელია. ამიტომ მექანიკურ კომუტატორთან მანქანებში დენის კომუტაციის პრობლემა ნეგატიურად უნდა ჩაითვალოს.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Р. Нейман и П. Л. Калантаров. Теоретические основы электротехники, ч. I. ГЭИ, 1959.
2. Р. Рихтер. Электрические машины, т. I. ОНТИ НКТП, 1935.
3. М. П. Костенко и Л. М. Пиотровский. Электрические машины, ч. I. ГЭИ, 1958.
4. G. Loocke. Messung der Bürstenkurzschlussströme einer Gleichstrommaschine mit Hilfe des Halleffektes. E und M, Wien, 15 Juli, Heft 14, 1955.

Ш. Н. КВИНТРАДЗЕ

ОДНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ
 В ПЕРФОРИРОВАННОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
 ТРУБЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 6.10.1964)

В настоящей статье излагается метод решения дифференциальных уравнений одномерного турбулентного течения реальной жидкости в перфорированной цилиндрической трубе, предложенных в работе [1].

Приводимое ниже решение применимо для довольно общего случая стационарного движения потока несжимаемой жидкости в цилиндрической трубе конечной длины при изотермическом режиме течения. Случай сжимаемой жидкости ниже не затрагивается, он будет предметом отдельного рассмотрения.

Основное дифференциальное уравнение одномерного движения потока в перфорированной цилиндрической трубе, данное в работе [1] в форме уравнения (21), в случае стационарного течения несжимаемой жидкости при квадратичном законе сопротивления может быть представлено в виде

$$\frac{\alpha_0}{g} \frac{VdV}{dx} + \frac{\alpha_0 Vq}{g\omega} \pm \frac{V|U_{r0}|}{gr_0} + \frac{d\zeta_0}{dx} + \frac{d}{dx} \left(\frac{p_0}{\gamma} \right) \mp \frac{V^2}{C^2 R} = 0, \quad (1)$$

причем верхний знак соответствует случаю поступления расхода извне в трубу ($q > 0$), а нижний — отдаче расхода трубой ($q < 0$).

Уравнение неразрывности при этом остается в прежней форме (формула (26) работы [1])

$$\frac{dQ}{dx} = \pm q = \mu \omega_n n \sqrt{2g \left| \frac{p_0}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \zeta^* \right|}, \quad (2)$$

а входящее в (1) выражение для радиальной составляющей вектора скорости $|U_{r0}|$ определяется по соотношению [1]

$$|U_{r0}| = \varphi \sqrt{2g \left| \frac{p_0}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \zeta^* \right|}. \quad (3)$$

Основное уравнение (1), несмотря на кажущуюся простоту, в действительности настолько сложно, что его точное интегрирование невозможно.



но. Эта сложность всецело обусловлена наличием последнего слагаемого, выражающего динамический эффект сил трения. Квадратичная зависимость сил трения от скорости усугубляет трудность. Все же и без учета сил трения основное уравнение движения в форме (1) остается весьма сложным из-за наличия третьего члена и зависимости интенсивности изменения расхода q от величины пьезометрического давления.

Однако, как это будет видно из нижеследующего, посредством некоторых преобразований удастся преодолеть большинство отмеченных трудностей и получить точное решение задачи в случае допустимости пренебрежения линейным сопротивлением и приемлемое приближенное решение с учетом сил сопротивления.

Как и всякое приближенное решение, излагаемое ниже также имеет определенное ограничение. Относительно этих ограничений будет сказано ниже при решении конкретных задач.

В дальнейшем будут отдельно рассмотрены случаи течения с путевой раздачей расхода и течения с поступлением расхода в трубу.

1. Течение потока по цилиндрической перфорированной трубе с путевым оттоком расхода

Для рассматриваемого случая величина пьезометрического давления

$\frac{p_0}{\gamma}$ на основании соотношения (2) определяется выражением

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{1}{2gA^2} \left(\frac{dQ}{dx} \right)^2 + \frac{\gamma^*}{\gamma} \tilde{\chi}^*, \quad (4)$$

где

$$A = \mu \omega_n n.$$

Кроме того, из (2) и (3) вытекает следующее выражение для $|U_{r0}|$:

$$|U_{r0}| = \frac{\varphi}{A} \left| \frac{dQ}{dx} \right|. \quad (5)$$

Теперь уже можно посредством соотношений (4) и (5) привести уравнение (1) к окончательному виду

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} + \frac{2A^2}{\omega^2} \left(1 - \frac{\varphi \omega}{2r_0 A} \right) Q + \frac{gA^2}{q} \frac{Q^2}{k^2} = 0. \quad (6)$$

В уравнение (6) вовсе не входит характеристика высотного положения трубопровода χ_0 , так как

$$\frac{d}{dx} \left(\chi_0 + \frac{\gamma^*}{\gamma} \tilde{\chi}^* \right) = 0, \quad (7)$$

из-за того, что $\bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}^* \frac{\gamma^*}{\gamma} = \text{const}$ независимо от угла наклона оси трубопровода к горизонту. Таким образом, уравнение (6) правомерно не только для движения жидкости в горизонтальных, но и для течения в наклонных к горизонту трубопроводах.

Легко видеть, что уравнение (6) без труда интегрируется, если пренебречь последним членом, приводится к квадратуре при стилизации $\bar{q} = \text{const}$ и лишь допускает снижение порядка, но не приводится к квадратуре при учете сил трения и переменности q .

Поскольку конечной целью является получение аналитической расчетной зависимости, допускающей непосредственное практическое использование, возникает необходимость в стилизации уравнения (6). Используемая ниже стилизация касается только члена, учитывающего силы трения, и заключается в линейаризации этого члена. Эта линейаризация достигается путем следующего приближенного представления последнего слагаемого уравнения (6):

$$\frac{gA^2}{q} \frac{Q^2}{k^2} \approx \frac{gA^2 Q_{\Pi}}{\bar{q} k^2} Q. \quad (8)$$

Здесь Q_{Π} —начальный расход, причем среднее значение интенсивности изменения расхода \bar{q} определяется по выражению

$$\bar{q} = \frac{Q_{\Pi} - Q_k}{L}, \quad (9)$$

где

L —заданная длина трубопровода;

Q_k —расход в конце перфорированного трубопровода (в случае отсутствия транзитного расхода $Q_k=0$).

Далее, значение суммарной величины площади выпускных отверстий ω_n должно определяться по значению \bar{q} и величине начального пьезометрического напора $\frac{p_{\text{он}}}{\gamma}$. Зная произведение ω_n и задаваясь значением диаметра выпускных отверстий, определяем значение числа отверстий n , приходящихся на единицу длины трубопровода.

Соображения относительно минимально приемлемого числа отверстий трубопровода, при котором последний еще может быть с определенной степенью условности отнесен к перфорированным трубопроводам, приводятся в конце настоящего параграфа.

Здесь же заметим, что использование выражения (9) для \bar{q} приводит к тому, что член, учитывающий силы трения, оказывается зависящим от полной длины перфорированного трубопровода.



Подставляя значение \bar{q} из (9) в (8), получаем

$$\frac{gA^2}{k^2} \frac{Q^2}{\bar{q}} \cong \frac{gA^2 Q_n Q_L}{k^2 (Q_n - Q_k)}, \quad (10)$$

откуда следует, что величина силы трения при принятой стилизации линейно растет с ростом полной длины трубопровода L и уменьшается с увеличением полного расхода, подлежащего разделу.

Таким образом, принятая стилизация не вносит сколько-нибудь грубого искажения в величину сил трения. Вместе с тем, из (8÷10) следует, что на задаваемую длину трубопровода L должно быть наложено определенное ограничение: в частности, L не должно быть настолько велико, чтобы при заданном значении $Q_n - Q_k$ значение интенсивности \bar{q} было бы меньше некоторого минимального \bar{q}_{\min} , при котором либо не могут быть подобраны диаметры выпускных отверстий, реализующих турбулентный режим истечения через отверстия (независимость μ от числа Re) при заданной частоте отверстий n , либо при допустимых размерах отверстий частота n оказывается настолько низкой, что задача расхода трубопроводом будет происходить с такой дискретностью, при которой принятие непрерывности процесса отдачи расхода трубопроводом будет находиться в резком противоречии с действительной картиной явления.

Представление члена, учитывающего силы трения указанным образом, вносит решающее улучшение в уравнение (6) в отношении возможности точного интегрирования и получения окончательного решения, обладающего удобством производства вычислительных операций и нужной обзорности.

Таким образом, уравнение (6) запишется в виде

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} + \frac{2A^2 \alpha_0}{\omega^2} \left(1 - \frac{\varphi \omega}{2r_0 A} \right) Q + \frac{gA^2 Q_n Q}{q k^2} = 0, \quad (9)$$

или

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} + NQ = 0, \quad (10)$$

где

$$N = \frac{2 \alpha_0 A^2}{\omega^2} \left(1 - \frac{\varphi \omega}{2r_0 A} \right) + \frac{gA^2 Q_n}{q k^2}. \quad (11)$$

Легко видеть, что в зависимости от условий $N \geq 0$. уравнение (10) будет иметь следующие решения:

при $N > 0$

$$Q = Q_n \cos \sqrt{N} x + \sqrt{\frac{M}{N}} \sin \sqrt{N} x, \quad (12)$$

где

$$M = 2 g A^2 \left(\frac{p_{\text{он}}}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \zeta^* \right); \quad (13)$$

при $N < 0$

$$Q = \frac{1}{2} \left\{ \left(Q_{\text{н}} + \sqrt{-\frac{M}{N}} e^{\sqrt{-N} x} \right) + \left(Q_{\text{н}} - \sqrt{-\frac{M}{N}} e^{-\sqrt{-N} x} \right) \right\}; \quad (14)$$

и, наконец, при $N = 0$

$$Q = Q_{\text{н}} - V M x. \quad (15)$$

Во всех вышеприведенных случаях константы интегрирования определяются из условий, что при $x = 0$

$$Q = Q_{\text{н}}$$

и

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{\text{он}}}{\gamma},$$

а

$$\left. \frac{dQ}{dx} \right|_{x=0} = A \sqrt{2 g \left(\frac{p_{\text{он}}}{\gamma} - \frac{\gamma^*}{\gamma} \zeta^* \right)}. \quad (16)$$

Далее нетрудно видеть, что в зависимости от условий $N \geq 0$ качественно различны законы изменения пьезометрического давления вдоль перфорированного трубопровода.

Действительно, как в этом легко убедиться, закон изменения пьезометрического давления по длине трубопровода может быть представлен в единой форме

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{\text{он}}}{\gamma} + \left[2 \alpha_0 - \frac{\alpha_0 \varphi \omega}{r_0 A} + \frac{2 g Q_{\text{н}} L}{(Q_{\text{н}} - Q_{\text{к}}) r_0 c^2} \right] \frac{Q_{\text{н}}^2 - Q^2}{2 g \omega^2}, \quad (17)$$

где значение Q в зависимости от условий $N \geq 0$ или, что то же самое,

$$1 \cong \frac{\pi r_0}{2} \left(\frac{\varphi}{A} - \frac{2 g V_0 L}{\alpha_0 (Q_{\text{к}} - Q_0) c^2} \right) \quad (18)$$

определяется по соотношениям (12), (14) и (15).

Таким образом, при $N > 0$, что всегда имеет место при не очень малой длине трубопровода и большом числе отводных отверстий, пьезометрическое давление вдоль движения растет, а расход падает по закону (12), причем из физических соображений ясно, что это падение имеет своим пределом значение расхода Q , равное нулю.

При $N < 0$, что может иметь место при довольно малых длинах трубопроводов с относительно большими диаметрами, пьезометрическое



давление падает вдоль движения, а расход уменьшается по экспоненциальному закону.

Наконец, при $N=0$ расход падает линейно, а давление приблизительно постоянно и равно начальному.

Таким образом, перфорированные трубопроводы с непрерывной задачей расхода могут быть подразделены на длинные ($N > 0$), короткие ($N < 0$) и „идеальные“ с постоянным значением пьезометрического давления вдоль трубопровода.

Такое подразделение, хотя и близко к имеющемуся в литературе по гидравлике трубопроводов с переменным расходом вдоль пути, но все же отличается от него [2].

Однако наиболее интересным и примечательным здесь является то, что опытные данные по дырчатым трубопроводам с задачей расхода вдоль пути существенно ближе к закономерностям изменения давления, даваемым приведенной выше зависимостью (17), чем к тем, которые даются в работе [2]. В частности, данные опытов [2] указывают на практическое отсутствие экстремумов в распределении пьезометрического давления по длине трубопровода, что соответствует полученным выше зависимостям и расходится с зависимостями, выведенными в предположении постоянства интенсивности изменения расхода вдоль движения [2].

Здесь уместно заметить, что выведенные выше расчетные соотношения приближенно применимы и к трубопроводам, условно относимым к перфорированным в гидравлике переменной массы, когда у трубопроводов по периметру имеется одно или два отверстия с расстояниями между ними, превышающими вдоль длины трубопровода величину диаметра, и более. Как показывают вычисления и сопоставления с опытными данными, приведенные выше расчетные соотношения качественно лучше согласуются с опытными данными, чем соотношения, полученные на основе искусственно реализуемой схемы постоянства q по всей длине трубопровода и достигаемой посредством устройства отверстий различного диаметра по длине. Не говоря уже о технической трудности реализации подобной схемы, условие $q = \text{const}$ все же может выполняться в этой схеме лишь при принятых за исходные значениях Q и $\frac{P_{0n}}{\gamma}$.

Поэтому использование полученных выше расчетных соотношений для подобных трубопроводов представляется более рациональным, при этом такие трубопроводы предварительно должны быть приведены к эквивалентному перфорированному трубопроводу.

Исходя из условия, что принятые при выводе исходных дифференциальных уравнений движения потока в перфорированной трубе предположения с некоторым приближением еще имеют силу, если на каждую длину трубопровода, равную диаметру, приходится хотя бы

четыре отверстия, симметрично расположенные по периметру круга, диаметр отверстий эквивалентного перфорированного трубопровода можно определить из соотношения

$$d_0 = 2 d_0 \sqrt{n_0 \frac{D_0}{L}}, \quad (19)$$

где d_0 —диаметр отверстия отводов рассматриваемого трубопровода, D_0 и L —его диаметр и длина, n_0 —число отводных отверстий проектируемого трубопровода.

Число отверстий эквивалентного ему перфорированного трубопровода при этом будет определяться по соотношению

$$n = n_0 \frac{d_0^2}{d_n^2}. \quad (20)$$

Заканчивая на этом рассмотрение решения задачи движения потока с раздачей расхода по перфорированному трубопроводу, отметим, что полученные решения, будучи приближенными в случае учета сил трения, становятся точными, если длина трубопровода невелика и допустим неучет трения потока о поверхность трубопровода. Однако и в случае учета силы трения полученные расчетные соотношения в практическом отношении дают вполне приемлемую точность решения рассматриваемой задачи.

2. Течение потока по цилиндрической перфорированной трубе с путевым притоком расхода

В рассматриваемом случае величина пьезометрического давления $\frac{p_0}{\gamma}$ на основании соотношения (2) определяется выражением

$$\frac{p_0}{\gamma} = - \frac{1}{2 g A^2} \left(\frac{dQ}{dx} \right)^2 + \frac{\gamma^*}{\gamma} \zeta^*, \quad (21)$$

а уравнение динамики имеет вид

$$\frac{d^2 Q}{dx^2} - \frac{2 \alpha_0 A^2}{\omega^2} \left(1 + \frac{\varphi \omega}{2 r_0 A} \right) Q - \frac{g A^2 Q^2}{\bar{q} k^2} = 0. \quad (22)$$

Линеаризируя это уравнение так же, как в случае движения потока с путевым оттоком жидкости, и затем интегрируя его один раз, при учете граничных условий (при $Q = Q_0 = Q_{\text{тр}}$, $\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{\text{он}}}{\gamma}$) получаем

$$\left(\frac{dQ}{dx} \right)^2 = N' (Q^2 - Q_{\text{тр}}^2) + 2 g A^2 \left(\frac{\gamma^*}{\gamma} \zeta^* - \frac{p_{\text{он}}}{\gamma} \right), \quad (23)$$

где

$$N' = \frac{2 \alpha_0 A^2}{\omega^2} \left[1 + \frac{\varphi \omega}{2 r_0 A} + \frac{g Q_{\text{тр}}}{\alpha_0 r_0 |\bar{q}| c^2} \right]. \quad (24)$$

Подстановка (23) в (21) дает

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{\text{он}}}{\gamma} - \left[2\alpha_0 + \frac{\alpha_0 \varphi \omega}{r_0 A} + \frac{2gQ_k}{r_0 |\bar{q}| c^2} \right] \frac{Q^2 - Q_{\text{тр}}^2}{2g\omega^2}. \quad (25)$$

Таким образом, в случае движения потока по перфорированной трубе с путевым притоком пьезометрическое давление вдоль движения будет всегда убывать, так как всегда $Q > Q_{\text{тр}}$ ($Q_{\text{тр}}$ — транзитный расход трубопровода, в частном случае равный нулю).

Далее, интегрируя уравнение (23), получаем следующее расчетное соотношение для определения расхода в любом сечении перфорированного трубопровода:

$$Q = \frac{\left(Q_{\text{тр}} + \sqrt{-\frac{M}{N'}} \right)^2 \cdot \exp(2\sqrt{N'}x) + \frac{M}{N'} + Q_{\text{тр}}^2}{\{ 2 \exp(\sqrt{N'}x) \} \left(Q_{\text{тр}} + \sqrt{-\frac{M}{N'}} \right)}, \quad (26)$$

где N' определяется по (24), а M — по (13).

Уравнение (26) позволяет рассчитывать значение расхода в любом сечении перфорированного трубопровода, работающего в условиях поступления расхода извне в трубопровод.

В заключение заметим, что полученные соотношения применимы и к трубопроводам, условно относимым к перфорированным и имеющим отверстия для поступления расхода с достаточно большими расстояниями между ними. Для таких трубопроводов применение выведенных соотношений требует предварительного перехода на эквивалентный перфорированный трубопровод. При этом возможно использование той же методики, что и в случае движения потока с разлачей расхода по пути.

Грузинский институт энергетики
 им. А. И. Дидебулидзе

(Поступило в редакцию 6.10.1964)

შენიშვნები

შ. კვინტრაძე

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ენერჯეტიკის ინსტიტუტის
 შ. ნ. კვინტრაძის მიერ

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია პერფორირებულ ცილინდრულ მილში უკუმშვადი სითხის ერთგანზომილებიანი დიფერენციალური განტოლების ინტეგრირების მეთოდი. სიგრიძივი კარგების უგულვებელყოფის შემთხვევაში მიღებულია მკაცრი ამოხსნა. კარგების მხედველობაში მიღების შემთხვევაში ნაჩვენებია განწრფივების ეფექტური ხერხი, რაც მოცემული დიფერენციალური განტოლების საკმარისი სიზუსტით ამოხსნის საშუალებას იძლევა. ამოხსნის შედეგად მიღებულია საანგარიშო განტოლებები, რომელთა გამოყენებით უნდა მოხდეს ტექნიკური ამოცანების გადაწყვეტა.

დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. Н. Квинтразде. Об одномерном турбулентном течении жидкости в перфорированной цилиндрической трубе. Труды Института энергетики АН ГССР, т. XVI, 1962.
2. Г. А. Петров. Движение жидкости с изменением расхода вдоль пути. М.—Л., 1951.

В. Н. ЧАХУНАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО
ПОЛЯ РАСПЛАВА ГЕРМАНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ
КРИСТАЛЛОВ ЗАДАНЫХ РАЗМЕРОВ С
РАВНОМЕРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ
ПРИМЕСЕЙ ПО СЕЧЕНИЮ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 7.1.1965)

Согласно постановлению правительства, Академией наук СССР составлен комплексный план работ по созданию теоретических основ и проведению научных исследований в области полупроводниковой техники на 1961—1965 гг.

Одним из вопросов данного плана является „Исследование процессов роста кристаллов“ и, в частности, „Установление общих закономерностей получения кристаллов заданного химического состава и совершенства структуры, формы и размеров“.

Данная статья освещает работу, проводимую лабораторией тепловых режимов вакуумных агрегатов МИИТа в этом направлении, а именно — исследование температурного поля расплава германия и установление закономерностей получения кристаллов с равномерным распределением примесей по сечению и заданного диаметра при вытягивании монокристаллов по методу И. И. Чохральского [1].

В статье [2] при математическом описании теплового процесса расплава было принято, что исследуемая область является двухмерной. Однако для учета влияния вращения затравки на температурное поле расплава стало необходимым рассмотрение процесса в трехмерном пространстве. В этом случае тепловой процесс расплава германия при вытягивании из него монокристаллов по методу И. И. Чохральского описывается известными уравнениями: уравнением неразрывности, тремя уравнениями движения и уравнением распространения тепла в расплаве.

К указанной системе уравнений присоединяем условия однозначности, включающие геометрическую характеристику области, в которой протекает процесс, и соответствующие начальные и граничные условия. Методы теории подобия [3] позволяют установить, что распределение температур в исследуемой области должно являться функцией совокупности



безразмерных комплексов и симплексов, полученных из рассматриваемой системы уравнений и условий однозначности. Эту функциональную зависимость после некоторых упрощающих допущений записываем в виде равенства

$$\frac{tp}{tp_0} = f \left(\frac{\varphi}{\varphi_0}, \frac{z}{h_0}, \frac{r}{r_0}, \varphi_0, \frac{h_0}{r_0}, \frac{s_{k_0}}{r_0^2}, \frac{n_{вр.з}}{n_m}, Re_0, Pr_0, \frac{w_{н.з} \tau}{h_0}, \frac{t_{нагр}}{t_0}, \Pi \right), \quad (1)$$

где

$$\Pi = \frac{P_0^2 \alpha_{кр} \cdot w_{н.з} r_0}{\sigma_0 \lambda r_0 tp_0} \text{— критерий роста кристалла};$$

$$\frac{t_{нагр}}{tp_0} \text{— нагрузочный симплекс.}$$

При вытягивании кристалла за ним под фронтом кристаллизации за счет сил поверхностного натяжения тянется столбик расплава. При определенном тепловом режиме происходит кристаллизация верхней части жидкого столбика. В результате непосредственно из расплава получается изделие, форма которого определяется формой верхней части столбика расплава. Следовательно, управление процессом кристаллизации сводится к управлению параметрами столбика расплава. Ряд задач из области капиллярных явлений был решен С. В. Цивинским [4].

Используя выражение для высоты жидкого столбика, найденное С. В. Цивинским для частного случая вытягивания круглого стержня со свободной поверхности расплава, и применяя теорию подобия для относительного радиуса вытягиваемого кристалла, после ряда преобразований можно получить следующую зависимость между безразмерными величинами, характеризующими рассматриваемое явление:

$$\frac{r_k}{r_0} = \varphi \left(\frac{h_0}{r_0}, \frac{s_{k_0}}{s_0^2}; \frac{n_{вр.з}}{n_m}, \frac{t_{нагр}}{t_0}, Re_0, Pr_0, \frac{w_{н.з} \tau}{h_0}, \frac{\sigma_0}{\gamma_{p_0} h_0 r_0}, \Pi \right). \quad (2)$$

Для получения на основе критериальных зависимостей (1), (2) расчетных формул, позволяющих определить относительный радиус кристалла и относительную температуру расплава при различных режимах вытягивания кристаллов, нами было проведено соответствующее экспериментальное исследование.

Опыты проводились на промышленной печи Редмет-1 со стандартной схемой экранирования. На печи обеспечивалась широкая возможность регулирования скоростей вращения и подъема затравки.

Режимы вытягивания были следующие: 40 плавок на одной печи при вращениях затравки $n_{вр.з}=20$; 50 и 90 об/мин и скорости подъема затравки $w_{п.з}=1,0$; 1,5; 2,0 и 2,5 мм/мин и 15 плавок на другой печи при $n_{вр.з}=20$; 50 и 80 об/мин и $w_{п.з}=1,0$; 2,0 и 3,0 мм/мин.

Скорость вращения тигля во всех опытах была постоянна и составляла $n_m=14$ об/мин.

Плавки проводились в среде аргона при давлении $p_0=0,25$ ати. В процессе плавок расход охлаждающей воды по узлам оставался постоянным.

Для замера температур расплава и стенки тигля использовались протарированные хромель-алюмелевые термопары диаметром 0,2 и 0,5 мм. Установка термопар в расплаве описана в работе [2].

В течение одной плавки скорость подъема затравки оставалась неизменной, но несколько раз менялась скорость вращения затравки. Вытянутый при постоянной скорости подъема затравки и переменных числа оборотов кристалл показан на рис. 1. В процессе опытов получены слитки диаметром 15÷35 мм и длиной 170—220 мм.



Рис. 1

На каждом слитке замерялись электросопротивления по торцам и образующей и дислокации. Кроме того, анодным травлением выявилась форма фронта кристаллизации.

Результаты предварительной обработки опытных данных были опубликованы [2].

При дальнейшей обработке были выявлены зависимости $\frac{r_k}{r_0}$ и $\frac{t_p}{t_0}$ от нагрузочного симплекса $\frac{t_{нарп}}{t_0}$ (где $t_{нарп}$ —температура у нагревателя; t_0 —температура кристаллизации и r_0 —радиус тигля), от симплекса скорости вращения затравки $\frac{n_{вр.з}}{n_m}$ и критерия роста Π .

Обработка опытных данных велась следующим образом.

Для различных точек расплава и различных значений критерия роста кристаллов были построены графики $\frac{t_p}{t_0} = f\left(\frac{t_{нарп}}{t_0}\right)$. (На рис. 2 представлены указанные графики для одного из значений критерия роста). На основе рассмотрения построенных графиков было найдено, что зави-

симось $\frac{t_p}{t_0}$ от $\frac{t_{нагр}}{t_0}$ прямолинейная и может быть выражена при помощи зависимости

$$\frac{t_p}{t_0} = C + 0,96 \left(\frac{t_{нагр}}{t_0} - 0,985 \right).$$

Коэффициент C в этой зависимости есть функция координат точки расплава и критерия роста Π , т. е.

$$C = \varphi \left(\frac{r}{r_0}, \frac{h}{h_0}, \Pi \right).$$

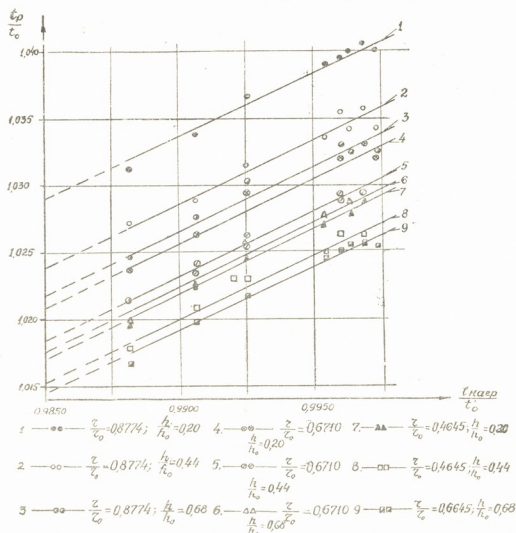


Рис. 2

Зависимость коэффициента C от $\frac{r}{r_0}$ для заданных значений $\frac{h}{h_0}$ и критерия роста Π принята параболической — коэффициенты, входящие в уравнение параболл, являются функциями $\frac{h}{h_0}$.

По данным замеров температур в расплаве были построены изотермы по всему объему расплава. Изменение скорости вращения затравки несколько меняло температурное поле расплава под кристаллом, вследствие

чего менялся и диаметр кристалла, причем с увеличением числа оборотов затравки изотермы под кристаллом несколько „выпрямлялись“ и диаметр кристалла увеличивался, что можно объяснить центробежным эффектом. При этом несколько уменьшался разброс электросопротивлений по торцам. В объеме же расплава, т. е. для $r=30 \div 70$ мм, как и следовало ожидать, температурное поле оставалось неизменным. Поэтому для точек расплава с радиальной координатой r от 30 до 70 мм в окончательном виде получена следующая зависимость:

$$\frac{t_p}{t_0} = \left[a_1 \left(\frac{h}{h_0} \right)^2 + a_2 \frac{h}{h_0} + a_3 \right] \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 + \left[b_1 \left(\frac{h}{h_0} \right)^2 + b_2 \frac{h}{h_0} + b_3 \right] \frac{r}{r_0} + C_1 \left(\frac{h}{h_0} \right)^2 + C_2 \frac{h}{h_0} + C_3 + 0,96 \left(\frac{t_{нарп}}{t_0} - 0,985 \right). \quad (3)$$

Коэффициенты $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2$ и c_3 определяются из соответствующих графиков в зависимости от критерия роста Π .

Аналогично проводилась обработка опытных данных по величине диаметра кристалла.

Был построен график зависимости радиуса кристалла $\frac{r_k}{r_0}$ от нагрузочного симплекса $\frac{t_{нарп}}{t_0}$ для различных критериев роста Π и симплексов $\frac{n_{вр.з}}{n_m}$.

Зависимость $\frac{r_k}{r_0}$ от $\frac{t_{нарп}}{t_0}$ прямолинейна, т. е.

$$\frac{r_k}{r_0} = B - 10,45 \left(\frac{t_{нарп}}{t_0} - 0,985 \right),$$

где коэффициент B является функцией $\frac{n_{вр.з}}{n_m}$ и Π .

При соответствующей обработке опытных данных установлено, что $B = a\Pi^2 + b\Pi + c$, где значения коэффициентов a, b и c берутся из графиков в зависимости от $\frac{n_{вр.з}}{n_m}$ (здесь не приводятся) или из аналитических выражений

$$a = -0,01846 \cdot 10^{-5} \left(\frac{n_{вр.з}}{n_m} \right)^2 + 0,1285 \cdot 10^{-5} \frac{n_{вр.з}}{n_m} - 0,8615 \cdot 10^{-5},$$

$$b = 0,0379 \cdot 10^{-3} \left(\frac{n_{вр.з}}{n_m} \right)^2 - 0,3331 \cdot 10^{-3} \frac{n_{вр.з}}{n_m} + 0,1088 \cdot 10^{-3},$$

$$c = -0,0028 \left(\frac{n_{\text{впр}^3}}{n_m} \right)^2 + 0,0345 \frac{n_{\text{впр}^3}}{n_m} + 0,3153.$$

Таким образом, в окончательном виде имеем

$$\frac{r_k}{r_0} = a\Pi^2 + b\Pi + C - 10,45 \left(\frac{t_{\text{нагр}}}{t_0} - 0,985 \right). \quad (4)$$

Для оценки полученных формул (3) и (4) построены графики (рис. 3, 4), на которых по оси ординат отложены опытные значения $\frac{t_p}{t_0}$ и $\frac{r_k}{r_0}$, а по оси абсцисс—расчетные.

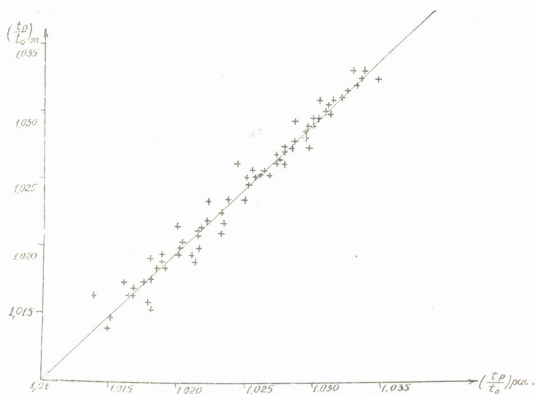


Рис. 3

Из рассмотрения этих графиков следует, что среднее отклонение опытных точек от расчетных, полученных по формулам (3) и (4), не превышает для температур расплава $0,05 \div 0,1\%$, т. е. $0,5 \div 1,0^\circ\text{C}$, а для температур кристалла— 7% .

Температурное поле после расплава исследовалось и при остановке вращения тигля ($n_m=0$). При этом установлено, что направление теплового потока будет различно для случаев с вращением тигля и его остановки. Причем при невращающемся тигле направление теплового потока таково, что направление конвективных токов расплава совпадает с направлением движения расплава под вращающимся кристаллом (т. е. поток поднимается со дна к кристаллу и от него под действием центробежных сил в стороны к стенке тигля). В этом случае примесь отводится от фронта кристаллизации более эффективно. При вращении тигля тепловой поток,

как уже отмечалось, меняет свое направление так, что создаются встречные конвективные токи, созданные вращением тигля и вращением затравки.

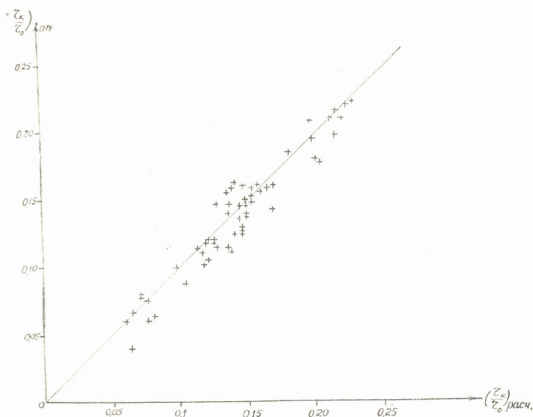


Рис. 4

Наличием подобных встречных конвективных токов и можно объяснить тот факт, что изменение скорости вращения затравки оказывает влияние на температурное поле не всего расплава, а только на область под кристаллом. Кроме того, и это очень важно, при встречных токах ухудшается отвод примеси от фронта кристаллизации, что создает условие для большого разброса электросопротивлений по торцам.

Из исследования температурного поля расплава вытекает, что для получения кристаллов с минимальным разбросом сопротивлений по торцам необходимо вести процесс вытягивания при невращающемся тигле и донном подогреве, так как возникающие в этом случае конвективные токи способствуют лучшему отводу примесей от фронта кристаллизации.

Лабораторией МИИТа были проведены эксперименты в производственных условиях при донном подогреве и невращающемся тигле. В результате были получены слитки с нулевым разбросом электросопротивлений по торцам, т. е. с равномерным распределением примесей по сечению слитка.

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 7.1.1965)

3. ჩახუნაშვილი

გერმანიუმის გამონადნის ტემპერატურული ველის
 გამოკვლევისა და მოცემული დიამეტრის
 კრისტალების მიღების საკითხისათვის
 კვითში თანაბრად განაწილებული
 მინარევებით

რ ე ზ ი უ მ ე

მსგავსების თეორიის საფუძველზე შრომაში მიღებულია მსგავსების კრიტერიუმები, რომლებიც განსაზღვრავენ გამონადნიდან ჩოხრალსკის მეთოდით გერმანიუმის მონოკრისტალების ზრდას. ამასთან მოყვანილია ავტორის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები. ცდის მონაცემების დამუშავებით მიღებულია ფორმულები, რომლებითაც შეიძლება განისაზღვროს გერმანიუმის გამონადნის ნებისმიერ წერტილში არსებული ტემპერატურა და კრისტალის დიამეტრი.

შრომაში მოცემულია რეკომენდაცია კრისტალების მიღებისათვის, რომლებშიც მინარევები კვეთის მიხედვით თანაბრადაა განაწილებული.

დასოფნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Чохральский. Физическая химия, 92, 1917, 229.
2. В. Н. Чахунашвили. Исследование температурного поля расплава германия при вытягивании монокристаллов по методу Чохральского. Труды МИИТа, 1964.
3. М. В. Кирпичев. Теория подобия. Изд. АН СССР, М., 1923.
4. С. В. Цивинский. Применение теории капиллярных явлений к получению изделия заданной формы непосредственно из расплава по методу А. В. Степанова. ИФЖ, V, № 9, 1962.

ელ. ჯილაური, ბ. წილოსანი

თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას *PSEUDOMONAS TABACI*
(WOLF ET FOSTER) STEVENS სპეციალიზაცია

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 6.10.1964)

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ავადმყოფობათა წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების დამუშავება შეუძლებელია პარაზიტის ძირითად ბიოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლის გარეშე. მის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს სპეციალიზაცია.

Pseudomonas tabaci-ს სპეციალიზაცია შეისწავლა მრავალმა მკვლევარმა. ფ. ვოლფმა და ა. ფოსტერმა ჩოფურას გამომწვევი ბაქტერიით ხელოვნურად დაასენიანეს ზოგიერთი მცენარე [1], ხაპმანმა და ანდერსონმა დასენიანა ბეტუნია, ლემა, ჭიაფერა და ბადრიჯანი [2]. ჯონსონმა და სხვა მკვლევრებმა—23 ოჯახის ველური და კულტურული მცენარეები, მათ შორის წიკოს თორმეტი სახეობა [3]. ამ ავტორების კვლევის შედეგიდან ჩანს, რომ *Pseudomonas tabaci* პოლიფაგია.

ზოგიერთმა მკვლევარმა ბუნებრივ პირობებში შეაგროვა ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული მცენარეები: ლენცოფა, ხვართქლა, მარმუჭი, თათაბო, კიტრი და მხესუმშირა, მაგრამ მათ არ შეუსწავლიათ დაავადების გამომწვევის მიზეზი და შედეგი [4] ბონინგის მონაცემებით. *Pseudomonas tabaci*-ს მიმღებია *N. tabacum* და *N. macrophylla*, ხოლო *N. rustica* არაა მიმღები [5].

სტამპა ბუნებრივ პირობებში დაავადებულ *N. rustica*-დან გამოყო *Ps. tabaci* და მით ხელახლა გამოიწვია მცენარეების ხელოვნური დაავადება. ა. იაჩევსკი გამოთქვამს მოსაზრებას, რომ ჩოფურას გამომწვევი ბაქტერიის სუფთა კულტურის სხვადასხვაგვარი ვირულენტობა უნდა აისხნას ფიზიოლოგიური რასების არსებობით [6].

საბჭოთა კავშირში *Pseudomonas tabaci*-ს სპეციალიზაცია შეისწავლეს დ. ტვერსკოიმ [7] და ლ. კოხანოვსკაიამ [8]. უკანასკნელმა შესძლო, რომ ნიკოტიანას სახეობა ხელოვნურად დაეავადებინა. ასეთივე დიდი მუშაობა ჩაატარა კ. ბელტიუკოვამ და ო. ლებედევამ [9], რომლებმაც ხელოვნურად დაასენიანეს 14 ოჯახიდან 45 სახეობის მცენარე. მათგან მიმღებია ადმოჩნდა 8 ოჯახის წარმომადგენელი: ძალყურძენასებრთა ოჯახიდან — კართოფილი, პამიდორი, ძალყურძენა; გოგროვანთა ოჯახიდან — გოგრა, ნესვი; ჩიჯალაყასებრთა ოჯახიდან — ჩეულებრივი ჩიჯალაყა; ნაკარქათამასებრთა ოჯახიდან — ნაცარქათამა, ჭარხალი; რთულყვავილოვანთა ოჯახიდან — დიჭა; პარკოსანთა ოჯახიდან — სოიო, ლობიო; ყაყაჩოსებრთა ოჯახიდან — ხაშხაში; ხვართქლასებრთა ოჯახიდან — ხვართქლა, ხოლო არამიმღებიანი ადმოჩნდა ხორბლოვანთა, ქოლგოსანთა და ჯვაროსანთა ოჯახის წარმომადგენელი მცენარეები.

მ. გორლენკო აღნიშნავს, რომ ბუნებრივ პირობებში *Ps. tabaci*, *Ps. ungu-
lata* პარაზიტობს მხოლოდ თამბაქოსა და წვეკოზე [10].

ა. იახვესკი გამოთქვამს მოსაზრებას, რომ ერთი მხრივ *Ps. tabaci*-ით გამოწვეული დაავადება სპეციფიკურია თამბაქოსათვის. მასში ეს დაავადება თავდაპირველად, ალბათ, სუსტად ვლინდებოდა, შემდგომში, განსაკუთრებული ხელშემწყობი პირობების გამო, სწრაფად განვითარდა, ხოლო მეორე მხრივ შესაძლებელია დაავადება განვითარდა ჯერ ძალუყრძენასებრთა ოჯახის რომელიმე ველურ ან კულტურულ მცენარეზე და აქედან გადავიდა თამბაქოზე [6]. ასეთ მოვლენებს ბუნებაში ხშირად ვხვდებით. მას შენიშნული აქვს *Ps. tabaci* კიტრზე; ხაპმანსა და ანდერსონს — პამიდორზე [2]. დ. ივანოვსკისა და დ. პოლოვცევს — ლენცოფაზე და ლემაზე [11]. დ. ტვერსკოის — ლენცოფაზე, თათბოზე, ხვარტაზე, მარმუქზე, კიტრსა და მესესუმბორზე [7]. ბელტიუკოვსა და ლებედევას ჩოფურას მსგავსი ლაქები აქვს აღნიშნული ჩვეულებრივ ჯიჯლაყაზე, ოროვანდზე, სამყურაზე, ხვარტლაზე, რძიანაზე, ჭიოტასა და თათბოზე [9]. ამთგან მათ გამოყვეს პათოგენური შტამი, რომლითაც ხელოვნურად დაავადეს თამბაქო და წვეკო.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა: 1. ბუნებრივ პირობებში ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული მცენარეებიდან პათოგენური შტამი გამოგვეყო და ისინი შეგვედარებინა *Ps. tabaci*-სთან; 2. ხელოვნური დასენიანების გზით დავედგინა ზოგიერთი ოჯახის მცენარეთაგან *Ps. tabaci*-ს მიმღებიალობა.

აღნიშნული საკითხების შესასწავლად ჩავატარეთ მარშრუტული გამოკვლევა საქართველოს მეთამბაქოეობის რაიონებისა. შევებარვეთ ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული კულტურული და ველური მცენარეები, რომელთაგანაც გამოვყავით ბაქტერიები. პათოგენური შტამები გამოიყო კიტრის, ბაღრიჯნისა და ბოლოკის ფოთლებიდან. მათი მორფოლოგიური, კულტურალური და ბიოქიმიური თვისებების შესწავლისას გამოიჩინა, რომ ისინი *Ps. tabaci*-ის მიმართ იდენტური არიან. შესაძლებელია ბუნებრივ პირობებში ეს მცენარეები წარმოადგენდეს თამბაქოს ჩოფურას ინფექციის ერთ-ერთ წყაროს.

Ps. tabaci-ს მიმართ თამბაქოს სხვადასხვა ჯიშების მიმღებიალობის შესწავლის მიზნით ხელოვნურად დავასენიანეთ შტამით-263, შემდეგი ჯიშები: ტრაპეზუნდი 285, ტრაპეზუნდი იმუნური, ტრაპეზუნდი 1262, ტრაპეზუნდი 3072, დიუბეკი 50, მახვილფოთოლა, ბერძნული ტრაპეზუნდი, პლატანა და სამსუნი. დასენიანებას ვახდენდით ბაქტერიული სუსპენზიით. დასასენიანებულ ადგილზე სტერილურ პიპეტით ვადაგვქონდა ბაქტერიაების თანაბარი რაოდენობა. სხვადასხვა ჯიშებში საინკუბაციო პერიოდი და დაავადების სიძლიერე სხვადასხვანაირად გამოვლინდა (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

თამბაქოს ჯიში	დასენიანებადგობის რაოდენობა	დაავადებულადგ. რაოდენ.	საინკუბაციო პერიოდი (დღეები)	დაავად. სიძლიერე	ერთი ლაქის საშ. ზომა მმ
ტრაპეზუნდი 285	18	9	5	სუსტი	4.1
ტრაპეზუნდი იმუნური	18	18	3	ძლიერი	11.4
ტრაპეზუნდი 1262	18	16	4	ძლიერი	8.6
ტრაპეზუნდი 3172	18	15	5	სუსტი	4.5
დიუბეკი 50	18	6	4	სუსტი	3.2
მახვილფოთოლა	18	7	5	საშ.	5.1
ბერძნული ტრაპეზუნდი	18	3	5	სუსტი	4.0
პლატანა	18	10	5	სუსტი	3.2
სამსუნი	18	16	5	ძ. სუსტი	2.3

ძლიერ დაავადდნენ ტრაპეზუნდი იმუნური, ტრაპეზუნდი 1262, საშუალოდ — მახვილფოთოლა, სუსტად — ტრაპეზუნდი 285, ტრაპეზუნდი 3072, დიუბეკი 50, ბერძნული ტრაპეზუნდი და პლატანა; ძლიერ სუსტად — სამსუნი.

დაავადებულ ჯიშებში ავადმყოფობის სიმპტომები სხვადასხვანაირად შემჩნევა: ტრაპეზუნდზე 285, ტრაპეზუნდ იმუნურზე, ტრაპეზუნდზე 1262, ტრაპეზუნდზე 3072, ტრაპეზუნდ ბერძნულზე მოყავისფრო ლაქაა, ცენტრში მუქი წერტილით. რომლის ირგვლივ კონცენტრიული წრეებია განლაგებული. ლაქა შემოფარგლულია ყვითელი ფერის არშიით; მახვილფოთოლაზე ლაქა ერთგვაროვანია და არშია სუსტად ემჩნევა. დიუბეკ 50-ზე ლაქები არაა დამახასიათებელი ჩოფურასათვის. სამსუნზე ლაქა რუხი ფერისაა და ერთგვაროვანი.

როგორც ვხედავთ, ბაქტერიული ჩოფურას სიმპტომები თამბაქოს ჯიშების მიხედვით ძლიერ განსხვავდებიან, რაც აუცილებლად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ავადმყოფობის დიაგნოსტიკის დროს. ჩამოთვლილი თამბაქოს ჯიშები ყველა მიმდებარე აღმოჩნდნენ *Ps.tabaci*-სა, მხოლოდ სამსუნი, ტრაპეზუნდთან შედარებით სუსტად დაავადდა. რაც დასტურდება ს. გრუშევიჩისა და გ. შატვენიკოს მონაცემებითაც [12].

დ. ტერნოვსკი [13] აღნიშნავს, რომ საბჭოთა და უცხოელი მკვლევარების მონაცემებით, არ არსებობს დღეისათვის თამბაქოს და წიკოს ისეთი ჯიშები, რომელიც ჩოფურას მიმართ გამძლეობას იჩენდეს.

ჩვენ ჩავატარეთ მეორე ცდაც. ხელოვნურად დავასენიანეთ *Ps. tabaci*-ით ძალსუფთვანებრთა ოჯახიდან ბადრიჯახი, პამიდორი და წიწკა. გამოირკვა, რომ სამთავე კულტურისათვის *Ps. tabaci*-ს საინკუბაციო პერიოდი განისაზღვრება სამი დღით. ძლიერ დაავადდა ბადრიჯანი და წიწკა, სუსტად — პამიდორი. მათი სიმპტომები ასეთია: წიწკასა და ბადრიჯანზე ლაქა მუქი ყავისფერია, ირგვლივ ეთიოლირებული არშიით; პამიდორზე კი ლაქა ყვითელი ფერისაა, ოდნავ მუქი არშიით. ამას გარდა, იმ მიზნთ, რომ ზოგიერთი ოჯახის მცენარეთა მიმართ შეგვესწავლა *Ps. tabaci*-ს პათოგენობა, ხელოვნურად დავასენიანეთ 6 ოჯახის 14 წარმომადგენელი. შედეგი მოცემულია მე-2 ცხრილში..

ცხრილი 2

ოჯახი	მცენარეთა დასახელება	ხელოვნ. დასენიან. ადგილთა რაოდენობა	მცენარეების რაოდენობა	საინკუბ. პერიოდი (დღეები)	ერთი ლაქის საშ. ზომა მმ-ით	დაავად. სიძლიერე
ჯვაროსანთა	კომბოსტო	8	8	4	2.6	საშ.
	ბოლოკი	8	8	4	2.0	საშ.
	წიწკატი	8	8	4	2.6	საშ.
ქოლგოსანთა	ქინძი	8	8	3	4.2	ძლიერი
	ოხრაბუში	8	8	3	4.6	"
ხორბლოვანთა	სორგო	8	8	3	4.0	ძლიერი
	სიმინდი	8	8	5	2.9	საშ.
	ქერი	8	4	5	2.0	საშ.
	ხორბალი	8	6	5	1.9	სუსტი
პარკოსანთა	ლობიო	8	8	3	6.5	ძლიერი
	ბარდა	8	5	6	2.1	საშ.
გოგროვანთა	სახამთრო	8	8	5	1.9	სუსტი
	კიტრი	8	7	5	1.6	სუსტი
ნაცარქათამსებრთა	შაქრის ქარბალი	8	8	5	1.2	სუსტი

ამ ცდამ დაადასტურა შემდეგი ფაქტი: *Ps. tabaci*-თ დაავადდა ყველა დასვენების უნარიანი მცენარე. ვანსხევება მათ შორის საინკუბაციო პერიოდებში, დაავადების სიძლიერესა და სიმძიმეებშია. ძლიერ დაავადდა ლობიო, ქინძი, ოხრახუში, სორგო; საშუალოდ — კომბოსტო, ბოლოკი, წიწმატი, სიმინდი, ქერი და ბარდა; სუსტად — ხორბალი, საზამთრო, კიტრი და შაქრის ჭარხალი.

ლაქა ბოლოკსა და წიწმატზე მუქი ყავისფერია. შემოფარგლული ღია ფერის არშიით; ქინძზე, ოხრახუშსა და ლობიოზე — ღია ყვითელია, ოდნავ მუქი არშიით; კომბოსტოზე — ღია ყავისფერი, ყვითელი არშიით; ხორბლოვანებზე — ნარინჯისფერი, სუსტად გამოსახული არშიით; კიტრსა და საზამთროზე — რუხი ფერის. თან ახლავს ექსუდატის გამოყოფა. სიმპტომების ასეთი სხვადასხვაობა გამოწვეული უნდა იყოს მკვებავი მცენარის თავისებურებით, ე. ი. საკვები არის მიმართ *Ps. tabaci* იჩენს გაურჩევლობას და შესაძლებელია მან ბუნებრივ პირობებშიც გამოიწვიოს ზემოაღნიშნულ მცენარეთა დაავადება. ვინაიდან *Ps. tabaci* ხელოვნურ პირობებში იწვევს მრავალ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა დაავადებას, ამიტომ ეს ფაქტი მნიშვნელობაში უნდა ვიქონიოთ თამბაქოსთან თესლბრუნვაში შემავალ მცენარეთა შერჩევისას.

დასკვნები

1. ბუნებრივ პირობებში თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას მსგავსი სიმპტომებით დაავადებული კიტრის, ბადრიჯნისა და ბოლოკის ფოთლებიდან გამოყოფილი პათოგენური შტამები, იდენტური აღმოჩნდნენ თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას გამომწვევი ბაქტერიის *Pseudomonas tabaci*-ს მიმართ.

2. საცდელად აღებული თამბაქოს ჯიშები (ტრაპეზუნდი 285, ტრაპეზუნდი იმუნური, ტრაპეზუნდი 1262, ტრაპეზუნდი 3072, დიუბეკი 50, მახვილფოთოლა, ბერძნული ტრაპეზუნდი, პლატანა და სამსუნი) ყველა მიმდებარა *Pseudomonas tabaci*-ისა.

3. *Pseudomonas tabaci* ხელოვნურ პირობებში აავადებს ჭვაროსანთა, ქოლგოსანთა, ხორბლოვანთა, პარკოსანთა, გოგროვანთა და ნაცარქათამასებრთა ოჯახების მცენარეებს; ძლიერ აავადებს ლობიოს, ქინძს, ოხრახუშს და სორგოს; საშუალოდ — კომბოსტოს, ბოლოკს, წიწმატს, სიმინდს, ქერსა და ბარდას; სუსტად — შაქრის ჭარხალს, კიტრს, საზამთროსა და ხორბალს.

საქართველოს სსრ მცენარეთა
 დაცვის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.10.1964)

МИКРОБИОЛОГИЯ

Э. Л. ДЖИГАУРИ, Г. А. ЦИЛОСАНИ

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ РЯБУХИ ТАБАКА *PSUDOMONAS TABACI* (WOLF ET FOSTER) STEVENS

Резюме

Эффективные мероприятия по борьбе с бактериозами сельскохозяйственных растений могут быть разработаны успешно только в том случае, если в основу их будут положены все данные, имеющиеся по биологии

ბაქტერიული. Специализация является одним из важнейших вопросов биологии паразита. Целью нашей работы является: а) заражение бактериями *Ps. tabaci* растений разных семейств; б) выделение возбудителя из разных больных растений, найденных в естественных условиях и имеющих одинаковые с ряхухой симптомы, и сравнение их с бактериями ряхухи табака.

В результате опыта сделаны следующие выводы:

1. Патогенные бактерии, выделенные из листьев огурцов, баклажан и редиски, пораженных в естественных условиях, по своим морфологическим, культуральным и биохимическим свойствам идентичны *Ps. tabaci*.

2. Все искусственно зараженные нами сорта табака (Трапезунд 285, Трапезунд иммунный, Трапезунд 1262, Трапезунд 3072, Любек 50, Остроллист, Трапезунд греческий, Платана и Самсун) оказались восприимчивыми к *Ps. tabaci*, хотя сорт Самсун менее восприимчив по сравнению с другими сортами.

3. В искусственных условиях *Ps. tabaci* поражает растения следующих семейств: крестоцветных, зонтичных, злаковых, бобовых, тыквенных и маревых. Из них сильно — фасоль, корейандр, петрушку; средне — редиску, кукурузу, арбуз и сахарную свеклу; слабо — кресс-салат, пшеницу, горох и ячмень.

შედეგების დასკვნები — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. F. A. Wolf, A. C. Foster. Tobacco wild-fire. Journ. of agr. research, vol. XI, 6, 1918.
2. Chapman and Anderson. Tobacco Wildfire preliminary report of investigations. Mass. Agr. Exp. sta Bull., 1921.
3. J. Johnson, C. Slagg, H. Murwin. Host plant of Bacterium tabacum phytopathology, XIV, 1924.
4. Д. Л. Тверской. Бактериальная пятнистость табака и махорки. Материалы по микол. и фитопат., т. VIII, вып. 2, 1931.
5. K. Boning. Beitrage zur Kenntniss parasitischen Verhaltens von Pseudomonas tabaci Wolf et Foster, der „Wildfeure“ erreges am Tabak. Zeitschrift fur parasitenkunde, 1930.
6. А. А. Ячевский. Ряхуха табака. Пищевая промышленность. № 1, 1929
7. Д. Л. Тверской. Болезни табака и махорки и меры борьбы с ними. Пищепромиздат, Л., 1935.
8. Л. Кохановская. Исследование над эпидемической ряхухой. Изд. Детско-сельской акклим. станции, 1930.
9. К. И. Бельтюкова, О. П. Лебедева. О специализации *Phytopomonas tabaci* Wo and Fo на некоторых растениях хозяевах. Сборник работ по бактериальным болезням махорки и табака, 1936.
10. М. В. Горленко. Бактериальные болезни растений. Гос. изд. „Высшая школа“, М., 1961.



11. Д. Ивановский и Д. Половцев. Рябуха — болезнь табака, причина и средство борьбы с нею. Изд. департ. земл., 1890.
12. С. Е. Грушевой и Т. М. Матвенко. Болезни и вредители табака и махорки. Краснодарский сборник ВИТИМ, 1950.
13. А. Ф. Терновский. Введение болезнеустойчивых сортов табака. В кн.: „Достижения по растениеводству“, 1958.

ენტომოლოგია

ლ. კალანდანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
შ. სუბატაშვილი, ბ. მურუსიძე, ა. მუსხაშვილი

მასალეები ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას ბიოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლისათვის საქართველოში

ცნობილია, რომ ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას ანუ დენდროქტონის (*Dendroctonus micans* Kugel.) გავრცელების პატარა კერა (200 ხეზე) პირველად საქართველოში, კერძოდ ბორჯომის ხეობაში აღნიშნული იქნა 1956 წელს. იგი თანდათანობით ძლიერ ფართოდ გავრცელდა ჩვენ ნაძვნარ კორომებში და ახლა მას ძლიერ დიდი ზარალი მოაქვს. 1957 წლიდან დაწყებული ამ მავნებლის ბიოლოგიას სწავლობს და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებებს ამუშავებს მკვლევარი დოქტორი ინსტიტუტი. მაგრამ, მიუხედავად ამისა ჯერ კიდევ მრავალი საკითხია შესასწავლი.

ამ მავნებლის ბიოლოგიის საფუძვლიანი და ზუსტი შესწავლა მომავალში წარმატებით იქნება გამოყენებული მავნებლის წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური და რაციონალური ღონისძიების გამოსამუშავებლად. ამ სტატიაში მოგვყავს უახლესი ცნობები, რაც მივიღეთ 1957—64 წლებში ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად.

უპირველეს ყოვლისა საჭირო იყო საბოლოოდ დაგვედგინა ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას სრული ციკლის განვითარების ხანგრძლიობა ვერტიკალური ზონალობის ასპექტში.

ლიტერატურული წყაროების მიხედვით, მავნებლის სრული ციკლის განვითარების შესახებ სხვადასხვა აზრი არსებობს. ასე, მაგალითად, კ. ე. შერხის [1] მონაცემებით, ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია ზღვის დონიდან 1000 მეტრის სიღრმით ორწლიანი, ხოლო ქვედა ზონაში — ერთწლიანი განერაცით ხასიათდება. ა. კურენცოვის [2], ა. ვლასოვის, ა. ვორონცოვის, ე. პანომაროვის, ვ. სტროკოვისა და ს. ფლეროვის [3], ვ. გუსევის, მ. რიმსკი-კორსაკოვის, ვ. შიპეროვიჩის, ი. პოლუბოიარინოვის, ა. იაცენტკოვსკის [4], ს. პლუგარის [5] და ნ. ხოლოდკოვსკის [6] მონაცემებით, ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია ხასიათდება ორწლიანი გენერაციით. ნ. სტარკის [7] გამოკვლევით, აღნიშნულ სახეობას ძირითადად აქვს ერთწლიანი გენერაცია, მაგრამ გარემო პირობების ცვალებადობასთან დაკავშირებით იცვლება გენერაციის ხანგრძლიობაც. აღსანიშნავია ისიც, რომ ნ. მელნიკოვას [8] აღნიშნული მავნებელი შეუსწავლია მოსკოვის მისადგომების ტყეში და იგი ადასტურებს მავნებლის ერთწლიან გენერაციას.

ხაზი უნდა გაისვას იმ გარემობას, რომ მკვლევარები [2—9] არ მიუთითებენ, თუ ზღვის დონიდან რა სიმაღლეზე შეისწავლეს მათ აღნიშნული მავნებელი. საქართველოს პირობებში, კერძოდ, ბორჯომში, ზღვის დონიდან 800 მეტრ-სიმაღლეზე მავნებელი შესწავლილი აქვს შ. სუბატაშვილს [10], რომელიც ადასტურებს ამ სიმაღლეზე მავნებლის ერთწლიან გენერაციას.

აღნიშნული საკითხის სრულყოფილად შესწავლის მიზნით ვერტიკალური ზონალობის ასპექტში ჩვენ 1963 წელს (1—5 აგვისტო) დავაყენეთ ცდები



1000, 1300, 1500 და 1800 მეტრ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, რისთვისაც ხეებს გაუკეთდა იზოლატორები. ყოველ იზოლატორში შემუშავებულ იქნა ერთ ოჯახში განვითარებული 50—50 ხოჭო. ხოჭოები შეიკრნენ ქერქში და დაიწყო მათი ნორმალური განვითარება. იზოლატორების შემოწმება ჩატარდა ერთი წლის შემდეგ (1964 წ. 1—5 ავისტო) და გამოირკვა, რომ საცდელ ხეებზე 1000 და 1300 მეტრზე ზღვის დონიდან მავნებელი იმყოფებოდა ახალგაზრდა ხოჭოს ფაზაში, ამ დროს მათ ჯერ კიდევ სახეობისათვის დამახასიათებელი შავი შეფერივა არ ჰქონდათ მიღებული; საცდელ ხეებზე ზღვის დონიდან 1500 მეტრზე კი მავნებელი აღმოჩნდა ქუბრის ფაზაში, ხოლო 5—8 დღის შემდეგ მიღებულ იქნა ზრდასრული ფორმა. ზღვის დონიდან 1800 მეტრზე დაყენებული ცდები ჩაიშალა, რადგან ხეებზე გაკეთებული იზოლატორები ვიდაცას მოეხსნა და ლაფენიკამათი დასახლებული ადგილები ჩამოექრქა. ამიტომ საჭირო გახდა ცდის ტერიტორიაზე 1964 წლის 30 ივნისს ზღვის დონიდან 1680 მეტრზე, 2 ძირ ნაძვზე. ამ იზოლატორების გახსნა და მავნებლის სრული ციკლის განვითარების შემოწმება ჩატარდება 1965 წლის 30 ივნისს. რაც შეეხება კერძოდ ზღვის დონიდან 1000 მეტრზე აღებულ ხეებს, სადაც ცდა დაყენებულ იქნა 1963 წლის 3 აგვისტოს, ახლად მიღებული ხოჭოების მიერ კვერცხდება 1964 წლის 7 აგვისტოს დაიწყო ე. ი. ცდის დაყენებიდან ერთი წლის შემდეგ.

ახალგაზრდა ხოჭოების მიერ კვერცხდება აღინიშნა, აგრეთვე, ზღვის დონიდან 1300 მეტრზე 18 აგვისტოს, ხოლო 1500 მეტრზე—1964 წლის 5 სექტემბერს. ცდების საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ნაძვის დიდი ლაფენიკამიას მთლიანი ციკლის განვითარების ხანგრძლივობა ზღვის დონიდან 1300 მეტრ სიმაღლეზე ზევით გახანგრძლივებულია ერთი თვით, ე. ი. უდრის 13 თვეს.

ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით გადაზამთრებული ხოჭოების ფრენა და კვერცხდება, 1963—1964 წლის დაკვირვებების მიხედვით გარემო ფაქტორების ცვალებადობასთან დაკავშირებით სხვადასხვა დროს იწყება (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

მავნებლის ზამთრობიდან გამოსვლა, კვერცხდების დაწყება და მასობრივი ფრენა ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით ტემპერატურისა და ტენიანობის გათვალისწინებით (1964 წ.)

სიმაღლე ზღვის დონიდან მეტრებით	ზამთრობიდან გამოსვლის თარიღი	ჭაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა გრადუსებით	ფარდობითი ტენიანობა %	კვერცხების დაწყება	მასობრივი ფრენის დაწყების თარიღი	ჭაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა გრადუსებით	ფარდობითი ტენიანობა %
1000	14/V	14,4	78	25/V	5/VI	17,5	70
1300	25/V	15	70	2/VI	10/VI	17,5	70
1500	25/V	15	70	2/VI	10/VI	17,5	70
1800	1/VI	16,6	76	12/VI	15/VI	17,7	70,3

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, მავნებლის სხვადასხვა ვერტიკალურ ზონაში ზამთრობიდან გამოსვლა, კვერცხდების დაწყება და მასობრივი ფრენა სხვადასხვა პერიოდში წარმოებს და სხვაობა 10—დან 17 დღემდე მერყეობს.

ცდებისა და დაკვირვებების საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ლაბორატორულ პირობებში (სათავსურებში მოთავსებული კოტრი) ხოჭო იჭრება ქერქში, აკეთებს შესასვლელ ხვრელს და სადღეი სასვლელს ამთარებს 5—6 დღეში (მაგალითად, 2 ივნისს ქერქში შეჭრილმა ხოჭომ კვერცხები დადო 8 ივნისს). ბუნებრივ პირობებში ჩატარებული დაკვირვებების შედეგად მიღებული სურათი,

როგორც მოსალოდნელი იყო, სულ სხვაა. ამ შემთხვევაში ხოჭო ქერქში მეჭ-
რას, შესასვლელი ზვრელის გაკეთებას (5—14 სმ) და სადღეე სასვლელის დამ-
თავრებას უნდება 10—12 დღე და შემდეგ იწყებს კვერცხდებას.

კვერცხის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობის განსაზღვრა ხდებოდა რო-
გორც ლაბორატორულ, ისე ბუნებრივ პირობებში. დადგენილ იქნა, რომ ლაბო-
რატორულ პირობებში (წაღვერისა და ბაკურიანის ბოტანიკური ბაღი), კვერც-
ხის ემბრიონული განვითარება 11—17 დღე გრძელდება, ბუნებრივ პირობებ-
ში კი კვერტიკალური ზონალობის მიხედვით იგი 16-დან 22 დღემდე მერყეობს
(იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

კვერცხის ემბრიონული განვითარების ხანგრძლივობა ბუნებრივ პირობებში
კვერტიკალური ზონალობის მიხედვით

№ რიგზე	სიმაღლე ზღვის დო- ნიდან მეტრობით	კვერცხის დადების თარიღი	მატლის გამოჩენის თარიღი	ემბრიონული განვი- თარების ხანგრძლი- ვობა დღეებით
1	1000	25/V	11/VI	17
2	1000	7/VI	25/VI	18
3	1000	22/VI	8/VII	16
4	1000	2/VII	20/VII	18
5	1300	27/VI	15/VII	18
6	1300	28/VI	18/VII	20
7	1500	4/VI	23/VI	19
8	1500	10/VI	2/VII	22
9	1800	11/VI	2/VII	21
10	1800	12/VII	3/VII	22

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ბუნებრივ პირობებში კვერცხის ემბრიო-
ნული განვითარების ხანგრძლივობის სხვაობა, ლაბორატორიაში მიღებულ შე-
დეგებთან შედარებით, 5—6 დღეს უდრის. ასეთივე სურათია მიღებული სიმაღ-
ლის მატებასთან დაკავშირებით, რაც ნორმალურ მოვლენად უნდა ჩაითვალოს.
ლაბორატორულ პირობებში ხოჭო დღე-ღამეში 3—20 კვერცხს დებს,
კვერცხდება 20—25 დღე გრძელდება და ერთი დედალი ხოჭო 122 მ-დე
კვერცხს დებს. ბუნებრივ პირობებში მრავალი შემოწმების შედეგად ლაფნიქა-
მიას სადღეე სასვლელში კვერცხების მაქსიმუმი უდრიდა 205 ცალს, მინიმუმი
კი—58-ს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ხოჭო სადღეე სასვლელში კვერცხებს დებს
20—25 დღის განმავლობაში. ამიტომ, რომ ერთ სადღეე სასვლელში ყოველ-
თვის ვხვდებით კვერცხებსა და ახლადგამოჩეკილ მატლებს.

ახლად გამოჩეკილი მატლები ჯგუფურად იკვებებიან და ამის გამო ქერქის
ქვეშ სადღეე სასვლელის ნაპირებში მატლების საოჯახო სასვლელი წარმოიშობა.
ახლადგამოჩეკილი მატლები გამოყოფილ ექსკრემენტებს საოჯახო სასვლელში
ტკეპნიან და წინ მიიწევენ. ასევე იქცევიან წამოზრდილი მატლებიც. მაგრამ იმ
განსხვავებით, რომ მატლები ზოგჯერ ექსკრემენტებს ქერქის ნაპარლებიდან გა-
რეთ გამოყრიან ხოლმე, ან ქერქს შიგნიდან გამოღრღნიან, საიდანაც ექსკრე-
მენტები ცვივა და ყოველივე ეს ვარედან ხის ქერქზე კარგად ემჩნევა. მატლე-
ბის საოჯახო სასვლელში დატკეპნილ ექსკრემენტებსა და მატლების კვების პე-
რიფერიებში წარმოიშობა სიცარიელე, რომლის პოვნა ადვილად შეიძლება
ქერქზე დაკაუწებით.

მატლის ფაზის ხანგრძლივობის დადგენა ლაბორატორიულ პირობებში შე-
უძლებელი შეიქნა. რადგან კვერცხებიდან გამოჩეკილი მატლები კოტრის გა-
მოშრობის გამო იღუპებიან ამიტომ მატლის ფაზის განვითარების ხანგრძლივო-



ბაზე დაკვირვებებს ბუნებრივ (ტყის) პირობებში ვაწარმოებდით ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით. ცდის ქვეშ ყოველ ზონაში ზღვის დონიდან 1000, 1300, 1500 და 1800 მეტრ სიმაღლეზე აღებული იქნა 10—10 ძირი ხე. დაკვირვებებით დადგინდა იქნა, რომ სისტემატური შემოწმება, რაც ქერქის გახსნასთანა დაკავშირებული, უარყოფითად მოქმედებს ლაფნიჭამიას მატლებზე, რადგანაც დადგინდა, რომ ამ დროს მიუღ რივ შემთხვევაში მატლები კვებას წყვეტენ და იღუპებიან. ამიტომ დაკვირვებებს ვატარებდით მატლების გამოჩეკიდან 20—30 დღის შემდეგ, ხოლო ზრდასრული მატლების მიღებიდან შემოწმება ხდებოდა ყოველ 2—3 დღის შემდეგ.

ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას მატლის ფაზის ხანგრძლივობა კ. ე შ ე რ ი ხ ი ს [1] მიხედვით უდრის 65—68 დღეს, ო. ნ ი უ ს ლ ი ნ ი ს [9] მიხედვით — 62 დღეს. შ. სუპატაშვილის [10] გამოკვლევით ზღვის დონიდან 800 მეტრ სიმაღლეზე მატლის ფაზის ხანგრძლივობა 52 დღეს უდრის.

ჩვენი 1963—1964 წლის მონაცემებით ზღვის დონიდან 1000, 1300, 1500, 1800 მეტრ სიმაღლეზე მიღებული შედეგები სულ სხვა სურათს იძლევა. ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით მატლის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა უდრის 76—96 დღეს (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

მატლის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა ბუნებრივ პირობებში ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით

№ რიგზე	სიმაღლე ზღვის დონიდან მეტრობით	მატლის განვითარების ხანგრძლივობა დღეებში	დაჭუპრების ხანგრძლივობა დღეებში	მატლის განვითარების ხანგრძლივობა დღეებში	შენიშვნა
1	1000	25/VI	12/IX	78	
2	1000	8/VII	22/IX	76	
3	1000	15/VII	1/IX	77	
4	1300	2/VII	21/IX	80	
5	1300	8/VII	25/IX	78	
6	1500	23/VI	11/IX	80	
7	1500	29/VI	23/IX	86	
8	1500	3/VII	26/IX	85	
9	1800	22/VI	20/IX	90	
10	1800	2/VII	6/ X	96	მატლები გამოჩეკვა გამოხამორბეული კვერცხებიდან

როგორც მე-3 ცხრილში მოყვანილი მასალიდან ჩანს, მატლის ფაზის განვითარების სხვაობა ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით უდრის 20 დღეს.

ჭუპრის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობის განსაზღვრა ხდებოდა როგორც ლაბორატორიულ, ისე ბუნებრივ პირობებში. დადგინდა იქნა, რომ ლაბორატორიულ პირობებში ჭუპრის ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა უდრის 13—16 დღეს, ბუნებრივ პირობებში იგივე ფაზის განვითარების ხანგრძლივობა უდრის 16—20 დღეს (იხ. ცხრილი 4). ამავე დროს დადგინდა იქნა, რომ ჭუპრებიდან მიღებული ხოჭოები რჩებიან დაჭუპრების ადგილებში, ამხადებენ სანაღმე ხერხელებს მატლების საოჯახო სასკლელებში და შემდეგ გადიან საოჯახო სასკლელის პერიფერიებში, იკვებებიან ლაფნით, რითაც აფართოებენ ქერქის ქვეშ დაზიანებას.

ახალგაზრდა ყავისფერი ხოჭოები ცალცალკე იკვებებიან. ყავისფერი ხოჭოები თანდათანობით მუქყავისფერს ან შავ შეფერვას ღებულობენ. დამატებით კვების შედეგად სქესობრივად მწიფდებიან. რის შემდეგ კოპულაცია ამავე ადგილებში ხდება. კოპულაციის მომენტს იშვიათად ვხახულობთ. რადგან ქერქის ახდისას ისინი მაშინვე სცილდებიან ერთმანეთს. დედალ-მამალის მორფოლოგიურად განმასხვავებელი ნიშნები არ არის ლიტერატურულ წყაროებში.

ეს ნიშნები ვერც ჩვენ ვიპოვეთ, მაგრამ შეიძლება ითქვას, რომ შეუღლებისას ნაპოვნი ხოჭოებიდან დედალი შედარებით დიდი ზომისაა, უფრო შავი ფერისაა, ხოლო მამალი პატარა და ყავისფერია. მაგრამ ამას კანონზომიერად ვერ ჩავთვლით, რადგან ზოგჯერ ისინი თანაბარი ზომისა და საბოლოოდ ერთნაირი შეფერვისაა. ხოჭოების ზემოთ აღნიშნული ქცევები, ჭუპრობიდან გამოსვლის შემდეგ განაყოფიერებული ხოჭოების გარეთ გამოსვლამდე და ფრენის დაწყებამდე 25—30 დღე გრძელდება. ასე, მაგალითად, ჭუპრობიდან ახალგაზრდა ხოჭოების მიღება აღინიშნა 16 ივლისს, ხოლო მათი გამოსვლა, ფრენა და სხვა ხე-ებზე გადასვლა 12 აგვისტოს დაიწყო.

ცხრილი 4

ჭუპრის ფაზის ხანგრძლიობის განსაზღვრა ბუნებრივ პირობებში ვერტიკალურ ხონალობის მიხედვით

№ რიგზე	სიმაღლე ზღვის დონიდან მეტრობით	დაჭუპრების თარიღი	ხოჭოს მიღების თარიღი	ჭუპრის ფაზის ხანგრძლივობა დღეებ.
1	1000	6/VII	22/VII	16
2	1000	1/X	17/X	16
3	1000	22/IX	9/X	17
4	1300	26/VI	12/VII	16
5	1300	21/IX	9/X	18
6	1500	24/VI	13/VI	19
7	1500	14/VII	31/VII	17
8	1500	23/IX	10/X	17
9	1800	24/VI	13/VII	19
10	1800	6/X	26/X	20

ქერქის ქვეშ უკვე განაყოფიერებული ხოჭოები, რომელთაც ჩატარებული აქვთ დამატებითი კვება, გარეთ გამოდიან და, თუ ხე გახმობაზე მდგომი არ არის, იმავე ხეზე დაცოცავენ, პოულობენ შესაფერის ადგილებს, იჭრებიან ქერქში და იწყებენ გამრავლებას. ნაწილი ხოჭოებისა კი გადადის სხვა ხეებზე დასასახლებლად. თუ ხე გახმობაზე მდგომია, ქერქიდან გამოსული ხოჭოები მასზე არ სახლდებიან და გადადიან სხვა ხეებზე. დადგენილია, რომ ქერქიდან გამოსული განაყოფიერებული ხოჭოები დიდი ხნით არ აგრძელებენ ღია ცხოვრებას. ისინი 2—5 საათის შემდეგ აუცილებლად იჭრებიან ქერქში და იწყებენ საოჯახო სადღეე სასვლელის დამზადებას. შენიშნულია ისეთი შემთხვევები, როცა განაყოფიერებული ხოჭო გარეთ არ გამოდის, იგი საოჯახო სასვლელის პერიფერიებში დამატებითი კვების ადგილებში ამზადებს სადღეე სასვლელს და დებს კვერცხებს.

ხოჭოების ფრენის მანძილზე ლიტერატურაში არავითარი ცნობები არ მოიპოვება. ჩვენი დაკვირვებით დადგენილ იქნა, რომ 1961 წელს ადიგენის რაიონში სოფ. უდის მახლობლად (ბუზმარეთი), წარმოიშვა ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას ახალი კერა ახალციხის სატყეო მეურნეობის ვალეს ტყის უბნიდან. ამავე დროს ეს კერა 1960 წელს არ ყოფილა აღნიშნული. მანძილი ამ ორ პუნქტს შორის 7—8 კილომეტრის უდრის.

აღსანიშნავია ისიც, რომ ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას ხოჭოების ფრენა ბუნებაში რამდენჯერმე შეგვიინიშნავს და ისინი იძულებითაც ვაგვიფრენია კიდეც ლაბორატორიის ტერიტორიიდან.

ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია ზამთრობს კვერცხის (პირველად ჩვენ მიერაა დადგენილი 1963—1964 წწ.) სხვადასხვა ასაკის მატლისა და ზრდასრულ ფაზაში.

ბრძოლის ღონისძიებების სწორად ჩატარების საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს მავნებლის ზამთრობაში გადასვლის ზუსტად დადგენას. ეს საკითხი ჩვენი 26. „მომამე“, XXVIII:2, 1965

ყურადღების ცენტრში იყო. ამ მიმართულებით ვატარებდით სისტემატურ დაკვირვებას ყოველი წლის პირველი სექტემბრიდან, ზამთრობაში გადასვლის დაწყებამდე.

დადგენილია, რომ მაღალ ზონებში ზ. დ. 1500 მეტრზე და ზევით 22 ოქტომბრიდან შეწყდა ხოჭოების დაქუპრების ადგილებიდან გამოსვლა და სხვა ხეებზე დასახლება კვერცხდების მიზნით. დაბალ ზონებში ზ. დ. 1300 მეტრამდე მცირე რაოდენობით, მაგრამ მაინც ჰქონდა ადგილი ხოჭოების ფრენასა და კვერცხდებას 3 ნოემბრამდე.

მრავალმხრივი დაკვირვებებით დადგენილ იქნა, რომ ხდება იმ კვერცხების ემბრიონული განვითარების შეჩერება და გადაზამთრება, რომლებიც დადებულია ოქტომბრის მეორე ნახევარში (მაღალ ზონებში 16 ოქტომბრამდე და დაბალ ზონებში 20 ოქტომბრამდე).

იმის გამო, რომ მატლები ქერქის ქვეშ ეწვიან ფარულ ცხოვრებას, მათი ზამთრობაში გადასვლა, რაც კვების შეწყვეტის შემდეგ იწყება, შედარებით უფრო გვიან ხდება. ვიდრე ზრდასრული ფაზისა, რადგანაც, როგორც მოსალოდნელი იყო, გარემოს კლიმატური ფაქტორების გავლენა სხვადასხვაგვარად მოქმედებს ფარულ ფაზასა და ნაწილობრივ მაინც — ღიად ცხოვრების ფაზაზე.

დადგენილ იქნა, რომ ხოჭოები, რომლებმაც დაქუპრების ადგილებიდან გამოსვლა დაიწყეს სექტემბერ-ოქტომბერში, ძირითადად სახლდებიან ხის ფესვის ყელის მიდამოებში და იქვე ხდება მათი ზამთრობა. ღეროს მაღალ ადგილებში ზამთრობენ ის ხოჭოები, რომლებმაც ტემპერატურის დაწვევის გამო გამოსვლა ვერ მოასწრეს. მარტ.—აპრილში, ე. ი. იმ პერიოდში, როცა სრულიად არ მიმდინარეობს ხოჭოების ფრენა, ჩვენ ვიპოვეთ მოზამთრე ხოჭოები ღეროს მაღალ ნაწილებში და მათ ზამთრობას საესებით ნორმალური ხასიათი ჰქონდა. მატლების ზამთრობაში გადასვლა ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით მ. ნოემბრიდან იწყება.

ჩატარდა ცდები ხოჭოს შიმშილიანობაზე. დადგენილ იქნა, რომ მათ უსაკვებოდ შეუძლიათ იცოცხლონ 12-დან 25 დღემდე. ეს დამოკიდებულია ხოჭოს მიერ ჩატარებულ დამატებითი კვების ხასიათზე.

გამოირკვა აგრეთვე ისიც, რომ მავნებლის ფაზების ბუნებრივი სიკვდილიანობის პროცენტი ისე მცირეა, რომ მას არავითარი მნიშვნელოვანი როლის შესრულება არ შეუძლია მავნებლის შემცირების საქმეში.

მრავალი წლის დაკვირვების შედეგად დადგენილია, რომ ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია განმეორებით აღარ სახლდება ისეთ ხეებზე, რომლებიც საგრძნობლად დასუსტებულნი არიან და ხმობას იწყებენ. იმის გამო, რომ ლაფნიჭამიას დასახლების შედეგად დასუსტებულ ხეებზე დიდი რაოდენობით სახლდებიან მეორეული ხასიათის მავნე მწერები, რომლებიც აჩქარებენ ხეების ხმობას, ლაფნიჭამია გადადის ისეთ ხეებზე, სადაც გასულ წლებში არ ყოფილა მისი დასახლება. ეს საგრძნობლად ზრდის ტყეში ხეების დაზიანებას. ცხადია, თანამგზავრი მავნე მწერების (ქერქიჭამიები, ხარაბუხები, ბოლორქიანები, პეწიანები, ალურები და სხვ.) დასახლებას ლაფნიჭამის მოქმედების შედეგად დასუსტებულ ხეებზე, მეტად დიდი უარყოფითი მნიშვნელობა აქვს ტყისათვის.

მავნე მწერის მასობრივი გამრავლების შეზღუდვის საქმეში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივი მტრების არსებობას.

საქართველოში ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია სწრაფი ტემპით იმიტომ გამრავლდა, რომ მას ადგილზე არ დაუხვდა გამრავლების შემზღუდავი ბუნებრივი მტრები. მართალია, ჩვენ ტყეებში არსებული ბუნებრივი მტრები — ფრინველებიდან ჭრელი და შავი კოდალა, მწერიბიდან — აქლემი, კიანჭველა-ხოჭო და ბუზის მატლები — ანადგურებენ მავნებელს სხვადასხვა ფაზაში, მაგრამ მათი როლი ჯერჯერობით მცირეა და მას პრაქტიკული მნიშვნელობა თითქმის არ აქვს.

პროფ. დ. კობახიძემ [11] 1963 წელს ჩეხოსლოვაკიიდან ჩამოიყვანა ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიას მტაცებელი დიდი რიზოფაგის (*Rhizophagus grandis* Gyll.) ხოჭოები და მატლები. რომლებიც იმავე წლის 24 სექტემბერს ზღვის დონიდან 1000 მეტრზე შევეუშვით ნაძვის ქერქის ქვეშ ლაფნიჭამიას სასვლელებში. 1964 წლის დაკვირვებებით, დადგენილ იქნა, რომ, მიუხედავად 1963—1964 წლის მკაცრი ზამთრისა (—25—27°), დიდმა რიზოფაგმა კარგად გამოიხამთრა, გამრავლდა სამჯერ მეტად და მეზობელ ხეებზე მოხდა მათი განსახლება. დ. კობახიძემ [11] აღნიშნული სასარგებლო მწერი 1964 წელს ჩამოიყვანა ბალტიისპირეთიდანაც, რომლებიც უფრო მაღალ ზონაში — ზღვის დონიდან 1300 მეტრს სიმაღლეზე შევეუსიეთ ნაძვის დიდი ლაფნიჭამიათი ძლიერ დასახლებულ ნაძვის ხეებს.

1964 წელს ჩვენ მიერ გამოვლინებულია ადგილობრივი რიზოფაგი (*Rsizophagus* sp.) რომელიც სიდიდით დიდ რიზოფაგს ოდნავ ჩამორჩება, მაგრამ ისინი იმგვარადვე ანადგურებენ ლაფნიჭამიას კვერცხებს, მატლებს, ჭუპრებსა და სრულიად ახალგაზრდა ლაფნიჭამიას ხოჭოებს, როგორც დიდი რიზოფაგი, მხოლოდ განსხვავება ისაა, რომ ადგილობრივი რიზოფაგი პოლიფაგია (ნაირჭამია).

ნაძვის ლაფნიჭამიას შემდგომი გავრცელების დადგენის მიზნით რეკოგნოსური გამოკვლევები ჩატარდა ხულოს, ამბროლაურისა და ხაშურის რაიონებში. გამოირკვა, რომ ნაძვის დიდი ლაფნიჭამია აღიგენის სატყეო მეურნეობიდან გავრცელდა ხულოს სატყეო მეურნეობის ბეშუმის აგარაკში; ამბროლაურის რაიონში კი რიონის მარცხენა ნაპირის საკოლმეურნეო ტყეებიდან ლაფნიჭამია გადავიდა მარჯვენა ნაპირზე სახელმწიფო ტყის სადმელის უბანში. ბორჯომის სატყეო მეურნეობიდან მავნებელი უკვე გავრცელდა ხაშურის სატყეო მეურნეობის სამანიშვილისკარის, ტაშისკარის, ბულბულისციხისა და ქვიშხეთის სატყეო უბნებში, სადაც ნაძვის ლაფნიჭამიათი დასახლებულ ნაძვის ხეების რაოდენობამ 1000 ძირს გადააჭარბა.

საქართველოს სსრ მცენარეთა
დაცვის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.2.1965)

ЭНТОМОЛОГИЯ

Л. П. КАЛАНДАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Ш. М. СУПАТАШВИЛИ,
Б. В. МУРУСИДЗЕ, А. Л. МУХАШАВРИЯ

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ БОЛЬШОГО ЕЛОВОГО ЛУБОЕДА В ГРУЗИИ

Резюме

Большой еловый лубоед впервые был отмечен в Грузии, и в частности Боржомском ущелье, в 1956 г. Изучение биологии этого весьма опасного вредителя еловых насаждений было начато в 1957 г. и продолжается до настоящего времени.

Прежде всего было окончательно установлено, что в условиях Грузии данный вид лубоеда имеет одну годовую генерацию до высоты

1300 მ ნ. უ. მ., ა დასა, ნა ვსოტე 1500 მ, ონა (გენერაცია) უდღინსეტსა ნა ოდინ მესჯი. უტოჩნენო ნ ვერტიკალნო-ზონალნო მ ასპექტე ნაჩალე მელა ჯუკოვ ნ ოტკლადკი ჯიწ. სოფრესტვუოუშინი ოფიტანი ნ ნაბლოდენიანი მარზრენი ვოპროსი მროდღიტელნოსი ვნედრენი ჯუკოვ ნ კორუ დერევევ ნ ობროვონიანი მატოჩნო ჯოდა. უსტონოვლენა ტაკჟე ნ ვერტიკალნო-ზონალნო მარზრეზე მროდღიტელნოსტე ემბრიონალნო მარზვითი, კოღიტელო ოტლოჟენიანი ოდნოი მამკოი ჯიწ, მროდღიტელნოსტე მარზვითი ლიჩინოვ ნ კუკოლოვ, ჯარაქტერ დოპოღინიტელნო მონიანი ჯუკოვ, მადღალნოსი იხ მონელა, მროვოკა ნ ფაზე ჯიწ, ლიჩინოვ ნ ვროსლენი ფორმ, მერეოხ ნა მროვოკუ ნ ტ. დ.

სოფრესტვუოუშე ვნიმონიე უდელენო ნანი უსტონოვლენო მროდოვო მროსტავი სოპუტვუოუშინი ლუბოედუ ვრედნენი ვროდოვ ნ იხ მრონიენე ნ დელე უსკორენი უსოჟონი დერევევ.

ნ რაბოტე მროვენი დანიენე ობ ესტენსტენენი ვრეგოვ ლუბოედა, იხ როლი ნ ოგრანიჩენი მროსოვო მარზმროჟენი დანიენო ვრედნიტელა. ნაკონეც, უკაზრევეტსა, ჟო ნოვე ოგაღი მროსოვო ელოვო ლუბოედა უჟე ოტმეჩენი ნ ჲულოისკო, ჲაშურსკო ნ ამბროლურსკო მესოვოჟ.

დასოვრევებული ლიტერატურა.—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. K. Escherich. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Zweiter Band, Berlin, 1923.
2. А. И. Куренцев. Короеды Дальнего Востока СССР. М. — Л., 1941.
3. А. А. Власов, А. И. Воронцов, Е. Н. Пономарева, В. В. Строков, С. К. Флеров. Лесозащита. М. — Л., 1955.
4. В. И. Гусев, М. Н. Римский-Корсаков, А. В. Яцентковский, В. Я. Шиперович, И. И. Полубояринов. Лесная энтомология, 1961.
5. С. Г. Плугар. Большой еловый лубоед как вредитель сосны в южной части Прибайкалья. Труды Восточно-Сибирского филиала АН СССР, серия биол., Иркутск, 1957.
6. Н. А. Холодковский. Курс энтомологии — теоретической и практической, т. II, М. — Л., 1929.
7. Н. К. Старк. Враги леса. М. — Л., 1931.
8. Н. И. Мельникова. Наблюдения за короедом (*Dendroctonus micans* Kugel.) Подмосковья. Зоологический журнал, т. X, вып. II, 1962.
9. O. Nüsslin. Leitfaden der Forstinsekteneunde. Berlin, 1913.
10. შ. სუპატაშვილი. ნაძვის დიდი ლეუნიჭენი და მასთან ბრძოლა. თბილისი, 1961.
11. Д. Н. Кобахидзе. Большой еловый лубоед и большой ризофаг в еловых лесах Боржомского ущелья. Сообщения АН ГССР, XXXV: 2, 1964.

თ. ოცხალი

ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის დინამიკა ქსოვილთა
დაშლისა და აღდგენის პროცესში

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 1.6.1964)

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით ცნობილია ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის შემცველობის რაოდენობრივი ცვლილებები, განვითარების, ზრდისა და რეგენერაციის პროცესში.

რიბონუკლეინის მჟავას (რნმ) შემცველობა ქსოვილებში ცილების სინთეზის პროცესთანაა დაკავშირებული. რნმ-ის დიდი კონცენტრაციით ხასიათდებიან მაღალი რეგენერაციის უნარის მქონე ქსოვილები. დადგენილია აგრეთვე, რომ გლიკოგენი წარმოადგენს აუცილებელ ენერგეტიკულ და პლასტიკურ მასალას მზარდი და რეგენერაციაში მყოფი ქსოვილებისათვის [1—7].

ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის ჰისტოტოპოგრაფიული შესწავლა საშუალებას იძლევა გამოვლინებულ იქნეს ამა თუ იმ ორგანოს მორფოლოგიური ცვლილებებისა და მისი ფუნქციონალური მდგომარეობის ურთიერთკავშირი.

როგორც ცნობილია, ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის ძირითად თვისებას წარმოადგენს მუდმივი თვითგანახლების პროცესი, ანუ ფიზიოლოგიური რეგენერაცია. ეს მოვლენა მკაფიოდაა გამოვლინებული მშობიარობის შემდეგ, როდესაც ხდება დესტრუქციურებული საშვილოსნოს კედლის აღდგენა [8].

ამ შრომაში ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოვავლინოთ ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნივთიერებების — ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის მონაწილეობა საშვილოსნოს რქებისა და საკვერცხის ყვითელი სხეულების სტრუქტურის დაშლისა და აღდგენის პროცესებში, ამ ნივთიერებების დამახასიათებელი ლოკალიზაცია და ცვლილებები.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა საზოგადოებრივი მემინდვრია. საშვილოსნოს რქებსა და საკვერცხეებს ამოვკვეთდით და ვაფიქსირებდით მშობიარობიდან 12—24, 60 საათისა და 10—20, 30—100 დღის შემდეგ. დამუშავებულ იქნა 65 ნაშობიარები მდედრის საშვილოსნოს რქები და საკვერცხეები. ნუკლეინის მჟავების გამომჟღავნების მიზნით მასალას ვაფიქსირებდით კარნუას ხსნარით. ჩანასახებს ვჭრიდით 4—5 მიკრონის სისქის ანათლებად. რნმ-ს ვამკლავებდით ბრამეს წესით მეთილმწვანე და პირონინით. ვაყენებდით კონტროლს 0,1%-იანი კრისტალური რიბონუკლეაზას მოქმედებით. დნმ გამოსამჟღავნებლად ვსარგებლობდით ფელგენის მეთოდით. კონტროლისათვის ანათლებს ვღებავდით შივ-იოდის მჟავით წინასწარი გიდროლიზის გარეშე. გლიკოგენს ვამჟღავნი-

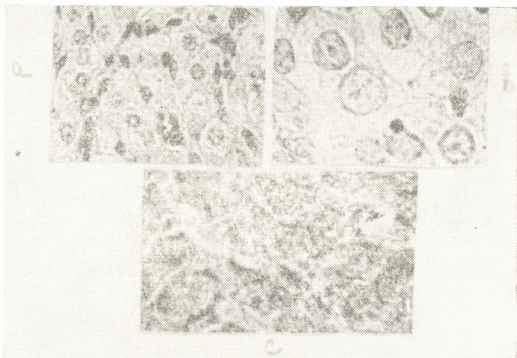
დით შიფ-იოდის რეაქტივით შაბადაშის მიხედვით და კონტროლს ვაყენებდით აძილასას მოქმედებით.

სტრუქტურული ცვლილებების გამოსავლინებლად ანათლებს ვღებავდით ჰემატოქსილინ-ეოზინით ერლისის წესის მიხედვით. რწმ და გლიკოგენის რაოდენობას აღვნიშნავდით ჯვრებით (+—++++).

მიღებული შედეგები

პრეპარატების მიკროსკოპული შესწავლით გამოირკვა, რომ მემინდვრის მშობიარობიდან 12—24 საათის შემდეგ საკვერცხის ყვითელი სხეულების ლუტეინის უჯრედების ციტოპლაზმაში რწმ სხვადასხვაგვარადაა განაწილებული; ზოგიერთ უჯრედში რწმ საგრძნობი რაოდენობითაა (++) კონცენტრირებული ბირთვის ირგვლივ, ზოგში კი — დიფუზურად მთელ ციტოპლაზმაში. ბირთვაკები ინტენსიურადაა შეღებილი.

ლუტეინის უჯრედების ბირთვებში დწმ მარცვლების სახით შეიმჩნევა. ზოგი უჯრედის ბირთვი ღია ფერისაა, ზოგში კი შეიმჩნევა ინტენსიურად შეღები-



სურ. 1. საკვერცხა ყვითელი სხეულის ანათალი მშობიარობის 12 საათის შემდეგ; a — რწმ შემკველობა ლუტეინის უჯრედებში. მიკროფოტო. გად. ოკ. 15 ×, ობ. 40; b — დწმ შემკველობა ლუტეინის უჯრედებში. მიკროფოტო. გად. ოკ. 15 × ობ. 90. c — გლიკოგენის შემკველობა: c — ლუტეინის უჯრედების პლაზმაში; — შემაერთებელ ქსოვილში. მიკროფოტო. გად. ოკ. 15 × ობ. 90.

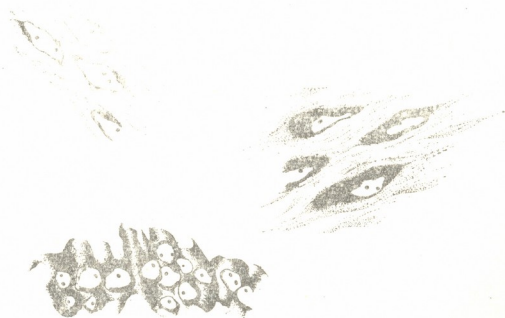
ლი ქრომატინის გროვები. ბირთვების ეს სხვადასხვა შეფერილობა აიხსნება იმით, რომ უჯრედები იმყოფებიან დეგენერაციის სხვადასხვა სტადიაში.

გლიკოგენი წარმოდგენილია წვრილი ნაწილაკების სახით როგორც ლუტეინის უჯრედების ციტოპლაზმაში, ისე შემაერთებელი ქსოვილის ბოჭკოების გას-

წერიც. ზოგჯერ შეიმჩნევა გლიკოგენის უფრო მსხვილი ნაწილაკების განლაგება ბირთვის ირგვლივ (+ +) (სურ. 1).

ნუკლეინის მკვებები და გლიკოგენი საშვილოსნოს რქებშიც სხვადასხვაგვარადაა განაწილებული. პლაცენტაციის ადგილზე რნმ-ს შემცველობა საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის დესტრუქციულ უჯრედებში საგრძნობლად მცირეა (+). დნმ-ც ბირთვებში ნაკლებად ვლინდება.

კუნთოვანი ქსოვილის გახლეჩის ადგილზე, ბოჭკოების გასწვრივ ბირთვების გვერდით ციტოპლაზმაში აღინიშნება პირონინით სუსტად შეღებილი უბნები (+); პლაცენტაციის ადგილიდან დაშორებით კი საშვილოსნოს ლორწოვან გარსსა და კუნთოვან ქსოვილში რნმ დიდი რაოდენობითაა (+ + +) წარმოდგენილი (სურ. 2). ეს მიუთითებს აღნიშნულ მიდამოში მიმდინარე ენერგეტიული პროცესების მაღალ დონეზე; ვინაიდან ცნობილია, რომ რნმ დიდი რაოდენობა დამახასიათებელია მაღალი სეკრეტორული აქტივობის მქონე ორგანოებისათვის. [8].



სურ. 2. საშვილო ნოს რქის განივი ანათომი მშობიარობის 24 საათის შემდეგ. რნა შეპოვებლობა: ა — კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედებში (პლაცენტაციის მიდამო); ბ — კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედებში (პლაცენტაციის მიდამოდან დაშორებით); ც — საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის უჯრედებში. გადიდ. ოკ. 15 X ობ. 90. ნახატი.

მშობიარობისთანავე, საშვილოსნოს შეკუმშვის შედეგად, პლაცენტაციის მიდამოში ხდება ქსოვილების სტრუქტურის დაშლა, რასაც მოჰყვება აღდგენის სწრაფი პროცესი. საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის უბნებში უჯრედები მდიდარია (+ + +) რნმ, რაც ცილების განახლების მაჩვენებელია.

დნმ-ს რაოდენობა რნმ-თან შედარებით ნაკლებად იცვლება. გლიკოგენი განაწილებულია არათანაბრად; წარმოდგენილია მარცვლებისა და ცალკეული გროვების სახით (+ +).



საშვილოსნოში პლაცენტის მოშორების შედეგად დაზიანებული კუნთოვანი უჯრედები გლიოკოგენს არ შეიცავენ. პლაცენტაციის ადგილიდან დაშორებით თანდათან ხდება გლიოკოგენით ღარიბი (+) კუნთოვანი ბოჭკოების შენაცვლება გლიოკოგენით მდიდარი (+++) ბოჭკოებით. გლიოკოგენის რაოდენობის შემცირება კუნთოვან ქსოვილში, მასში ნივთიერებათა ცვლის დაქვეითების მაჩვენებელია.

პლაცენტაციის ზონაში, ქსოვილების დაშლა-აღდგენით პროცესებთან დაკავშირებით, შემაერთებული ქსოვილის უჯრედებში გლიოკოგენი წარმოდგენილია დიდი რაოდენობით წვრილი მარცვლების სახით. აღსანიშნავია გლიოკოგენის მაღალი (++) შემცველობა საშვილოსნოს კედლის დაუზიანებელ კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედებში და სისხლძარღვთა კედლებში.

მშობიარობის 60 საათის შემდეგ საკვერცხის ლუტეინის უჯრედებში მიმდინარე დეგენერაციულ პროცესებს თან სდევს ნუკლეინის მჟავების შემცველობის თანდათანობითი შემცირება (+). დნმ ბირთვებში წარმოდგენილია წვრილი გროვებისა და მარცვლების სახით. საკვერცხის შემაერთებელ ქსოვილოვან უჯრედების ციტოპლაზმაში გლიოკოგენი ოდნავაა შესამჩნევი.

პლაცენტის მოცილების შემდეგ, საშვილოსნოს კედელში დაშლა-აღდგენის პროცესები მიმდინარეობს სწრაფად, რასაც თან სდევს ჰისტოქიმიური ცვლილებები. რეგენერაციის ზონაში, საშვილოსნოს აღდგენილი კედლის უბნებში გლიოკოგენის ჩანართები განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა გროვების სახით (++++)). საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის და კუნთოვანი შრის უჯრედებში ხდება რნმ დაგროვება. მისი შემცველობა აღწევს მაქსიმუმს (++++)). პლაცენტაციის ადგილიდან დაშორებით გლიოკოგენი დიფუზურადაა განაწილებული (++). რნმ შემცველობაც ნაკლებია (++). დნმ ბირთვებში თანაბრად განაწილებული (სურ. 3).

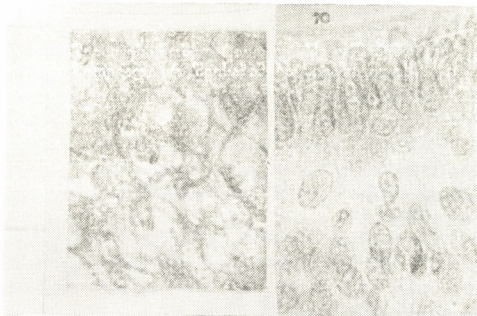
დაშლა-აღდგენის პროცესში გლიოკოგენის ცვალებადობა აღნიშნული აქვს სანდრასულოვს [9]. გულის კერობრივი მექანიკური დაზიანებიდან ერთი საათის შემდეგ ბოჭკოებში მან შეამჩნია გლიოკოგენის გაქრობა; დაზიანებიდან 5 დღის შემდეგ კი გლიოკოგენი გაჩნდა უხეში გროვების სახით. ანალოგიურ მოვლენას აღწერს კ ა ს ა ბ ი ა ნ ი [6]. მისი აზრით, გლიოკოგენის რაოდენობა პროგრესულად მცირდება ჭრილობის არეში დაზიანების პირველ დღეებში; თვით რეგენერირებულ ქსოვილში კი, პირიქით, გლიოკოგენის დაგროვებას აქვს ადგილი.

მშობიარობიდან 10—20 დღის შემდეგ ყვითელი სხეულები განიცდიან რეზორბციას. ლუტეინის უჯრედები შემცირებული არიან ზომაში. დნმ მათ ბირთვებში ოდნავ შესამჩნევი ხდება; მათ დაშლასთან ერთად ქრება კიდევ; რნმ რაოდენობა კი იმდენად დაქვეითებულია, რომ ჩვენ მიერ გამოყენებული ჰისტოქიმიური მეთოდით არ ვლინდება.

ყვითელი სხეულის შემაერთებელი ქსოვილის თითისტარისებური უჯრედების ციტოპლაზმაში შეიმჩნევა დიფუზურად განაწილებული გლიოკოგენის უმნიშვნელო რაოდენობა. ინტენსიურადაა შეღებილი სისხლის მილების კედლები.

დესტრუქციული პროცესის დასასრულსა და საშვილოსნოს კედლის სრული აღდგენის დროს რიბონუკლეინის მჟავას შემცველობა საშვილოსნოს ლორწო-

ვანი გარსის უჯრედებში რჩება მაღალ დონეზე (+++), კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედებში კი დაქვეითებულია (++) . პლაცენტაციის ადგილებში და მისგან დაშორებით კუნთოვანი, შემაერთებული ქსოვილების უჯრედებში და სისხლის მილბის კედლებში გლიკოგენი წარმოდგენილია დიფუზურად (++) .



სურ. 3. საშვილოსნოს რქის ანათალი მშობიარობის 60 საათის შემდეგ (პლაცენტაციის მიდამო): a — დამშვმეველობა საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის უჯრედებში. მიკროფოტო. გადიდ. ოკ. 15 X ობ. 90.; b — გლიკოგენის შემცველობა საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის უჯრედებში. მიკროფოტო. გადიდ. ოკ. 15 X ობ. 90.

მშობიარობის შემდეგ გვიან ვადებში (30—100 დღე) ყვითელი სხეულების უჯრედები საბოლოოდ დეგენერირებულია. ყვითელი სხეული წარმოდგენილია ბადისებრი შემაერთებული ქსოვილის სახით, სადაც შეიმჩნევა მხოლოდ გლიკოგენის კვალი.

სიმშვიდეში მყოფი საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსისა და კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედები შეიცავენ გლიკოგენს მცირე რაოდენობით (+). მათში შესამჩნევად მცირდება რიბოზუკლეინის მჟავას რაოდენობაც (++) .

პლაცენტაციის ადგილებისა და ყვითელი სხეულების ერთმანეთთან შედარებით მშობიარობიდან სხვადასხვა ვადებში აღინიშნება სტრუქტურული და ჰისტოქიმიური ცვლილებები. მათთვის დამახასიათებელია დეგენერირებული უჯრედების დიდი რაოდენობა. ყვითელი სხეულების უჯრედოვანი ელემენტები განიცდიან დესტრუქციას და მათი კვალი დიდხანს რჩება ბადისებრ შემაერთებული ქსოვილის სახით, პლაცენტაციის ადგილებში კი დეგენერაციულ ცვლილებებთან ერთდროულად მიმდინარეობს რეგენერაციის პროცესი, რაც საშვილოსნოს კედლის სწრაფ აღდგენას იწვევს.

ლუტეინის უჯრედები, რომლებიც უკვე აღარ ფუნქციონირებენ, კარგავენ ბაზოფილობას. ბირთვები განიცდიან პიკნოზს, ამასთან ერთად შეიმჩნევა ამ უჯრედებში ნუკლეინის მჟავების რაოდენობის შემცირება და გაქრობა. საკვერცხის

შემაერთებელქსოვილოვან უჯრედებში ოდნავ შეიმჩნევა გლიკოგენის ნაწილაკები.

მშობიარობის შემდეგ საშვილოსნოს სხვადასხვა ნაწილში განსხვავებული ცვლილებები ვლინდება. პლაცენტაციის მთელ სივრცეზე ნეკრობიოტიული და პროლიფერაციული უბნები ერთმანეთს ცვლიან. ამ დროს საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი განიცდის განახლებას. სტრუქტურის შეცვლასთან ერთად უჯრედებში იცვლება ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის განაწილება. საშვილოსნოში ამ ნივთიერებების ლოკალიზაციის სხვადასხვაობა მიუთითებს მის ცალკეულ უბნებში ნივთიერებათა ცვლის ხარისხზე. რწმ და გლიკოგენის ძლიერი მომატება ფორმირების პროცესში შესაძლოა აიხსნას ნივთიერებათა ცვლის თანდათანობითი გაძლიერებით.

მასალების შესწავლის შედეგად გამოირკვა, რომ, როცა აქტიურად მიმდინარეობს ქსოვილების აღდგენის პროცესი, უჯრედების ფიზიოლოგიური გარდაქმნის პირველ ნიშანს წარმოადგენს მათ მიერ რწმ და გლიკოგენის გაძლიერებული პროდუქცირება.

დამახასიათებლად უნდა ჩაითვალოს რწმ და გლიკოგენის მაღალი შემცველობა საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის და კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედებში. მშობიარობის შემდეგ, საშვილოსნოს კედლის სტრუქტურის მთლიან აღდგენამდე ლორწოვანი გარსი მდიდარია რწმ. რწმ-ს მკვეთრი მატება შეიმჩნევა მშობიარობის პირველსავე დღეს. დწმ შემცველობა საშვილოსნოს რეგენერირებულ ნაწილებში იწყებს მატებას უფრო ადრე (12 საათის შემდეგ) და აღდგენის პროცესში არ განიცდის საგრძნობ ცვლილებებს.

ამგვარად, საშვილოსნოს აღდგენის პროცესის დროს ქსოვილების დაზიანების არეში ხდება ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის დაგროვება, რაც დაკავშირებულია ფორმაწარმოქმნელ პროცესებთან და წარმოადგენს რეგენერაციის ერთ-ერთ აუცილებელ პირობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 1.6.1964)

ЗООЛОГИЯ

Т. А. ОЦХЕЛИ

ДИНАМИКА НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ И ГЛИКОГЕНА В ПРОЦЕССЕ РАЗРУШЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТКАНЕЙ

Резюме

В работе изложены результаты гистохимического исследования инволюции желтых тел и мест плацентарной общественной полевки. Изучена гистотонография биологически важных веществ (РНК, ДНК и гликогена) в процессе разрушения и восстановления структуры матки и желтых тел яичников в последовательные отрезки времени (12 — 24, 60 часов, 10 — 20, 30 — 100 дней) после родов.

При сопоставлении желтых тел и мест плацентации выявлены существенные гистохимические различия; клеточные элементы желтых тел претерпевают деструкцию, тогда как в местах плацентации одновременно с деструктивными изменениями наблюдаются картины восстановления.

С изменением структуры тканей меняется содержание и распределение в клетках НК и гликогена.

В первые сутки после родов в цитоплазме лютеиновых клеток желтых тел яичников РНК содержится в значительном количестве. В ядрах большей части клеток ДНК распределена равномерно зернисто. Гликоген представлен в виде мелких гранул в протоплазме лютеиновых клеток и в основном веществе соединительной ткани по ходу волокон.

Деструктивные процессы, протекающие в желтых телах, сопровождаются постепенным уменьшением содержания НК и гликогена в лютеиновых клетках. Клетки, уже не выполняющие специфические функции, теряют свою базофилию, ядра пикнотизируются и погибает.

В рогах матки, в местах плацентации, наблюдаются одновременно некротические и пролиферирующие участки. Слизистая матки находится в состоянии обновления.

При приближении к месту отторжения плаценты довольно резко падает содержание РНК в клетках слизистой матки и мышечных элементах.

На месте обрыва мышц, около некоторых ядер мышечных клеток появляются участки цитоплазмы, слабо окрашенные пикрофилом. Гликоген распределен неравномерно и содержится в виде зерен и глыбок.

В результате функциональной деятельности, вызванной сокращением матки, происходит разрушение структур, входящих в состав органа. Одновременно наблюдается бурный процесс восстановления в участках слизистой. В этих клетках отмечается высокое содержание РНК, что указывает на скорость обновления белка.

В зоне регенерации содержание РНК достигает максимума. Проследживается значительное скопление гликогена в виде огромных гранул и равномерное распределение ДНК в ядрах.

Локализация этих веществ в слизистой матки неоднородна и свидетельствует о разнокачественности обменных процессов.

С окончанием деструктивного процесса и полного восстановления стенок матки содержание РНК в слизистой матки остается на высоком уровне, тогда как ДНК не претерпевает значительных изменений.

Перестройка тканей при разрушительно-восстановительных процессах в матке сопровождается постепенным повышением обменных процессов. Первым признаком физиологической перестройки клеток является усиленное продуцирование РНК и гликогена жизнеспособными клетками.

Накопление РНК и гликогена в тканях матки в процессе заживления места отторжения плаценты указывает на тесную связь с формообразовательными процессами и является одним из неперемных условий регенерации.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. I. Brachet. The Nucleic Acids and its biological roles. Cambridg University Press, 1960.
2. Ж. Браше. Биохимическая цитология. М., 1961.
3. Ж. Браше. Биохимическая эмбриология. ИЛ, М., 1961.
4. T. Caspersson. Cell Growth and Cell Function, Norton. New-York, 1950.
5. Н. Ф. Баракина. Изменение содержания РНК в клетках при искусственно вызванной регенерации органа. ДАН СССР, 86, 5, 1952.
6. С. С. Касабьян. О содержании гликогена в тканях при заживлении кожной раны у белых мышей. Булл. exper. биол. и мед., 1, 1956.
7. М. А. Воронцова и Л. Д. Лиознер. Физиологическая регенерация. Изд. «Советская наука», 1955.
8. Б. В. Кедровский. Цитология белковых синтезов в животной клетке. М., 1959.
9. С. С. Сандрасулов. Расположение гликогена в волокнах интактного миокарда и при экспериментальной травме сердца. ДАН СССР, 145, 5, 1962.

Л. Г. МИКЕЛАДЗЕ

К ФАУНЕ ПЕРЬЕВЫХ КЛЕЩЕЙ (*ANALGESOIDEA*)
 ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 2.11.1964)

Перьевые клещи являются паразитами диких и домашних птиц. В. М. Дубинин [1—3] отмечает, что эти клещи являются в высшей степени специализированными паразитами, которые очень часто вызывают эпизоотии среди домашних птиц (кур, гусей, голубей). Известны случаи нападения перьевых клещей даже на человека.

Работ, освещающих вопросы фауны, систематики и экологии *Analgesoidea* в Грузинской ССР, если не считать исследования О. Е. Бауера [4], указавшего для Боржомского района 22 вида перьевых клещей, пока нет. Однако для Грузии могут представлять интерес некоторые данные В. Б. Дубинина [1—3], в работах которого для Закавказья приведено 96 видов этих клещей, а также работы других авторов [5].

Для некоторого восполнения пробела в изучении фауны перьевых клещей Грузии приводятся результаты наших одногодичных исследований.

Перьевые клещи брались с убитых птиц, большей частью в окрестностях Тбилиси и оз. Базалети. Всего с 25 птиц было сделано 80 препаратов по 5—15 клещей в каждом. Из-за отсутствия соответствующей литературы мы не смогли пока обработать весь собранный материал. В таблице приводим список перьевых клещей по данным Бауера и дополняем его новыми для фауны Грузии видами, которые помечены звездочками.

Вид паразита	Хозяин	Место сбора
Сем. <i>Freyonidae</i>		
<i>Kromeria lunulata</i>	Кавказский сыч	Боржоми
<i>Freyana anatina anatina</i> *	Широконоска	оз. Базалети
<i>Freyana largifolia</i> *	Широконоска	"
<i>Freyana anatina nurocae</i> *	Большой баклан	"
<i>Michaelichus urile</i> *	Широконоска	"
<i>Fregana anatina anatina</i> *	Широконоска	"

Вид паразита	Хозяин	Место сбора
Сем: <i>Pterolichidae</i>		
<i>Eupterolichus cuculi</i>	Шурка	Боржоми
<i>Gabucinia delibata</i>	Ворона	"
<i>Ardeacarus ordea*</i>	Аист серый	оз. Базалети
<i>Ptiloxenus maiory**</i>	Большая поганка	"
Сем: <i>Proctophyllodidae</i>		
<i>Loibertia michophyllus</i>	Зяблик, черная си- ница	Боржоми
<i>Proctophyllodes ampelidis</i>	Мухоловка, клест, сойка, дубонос	"
<i>Proctophyllodes glandaninus</i>	Снегирь	"
<i>Proctophyllodes pinnatus</i>	Трясогузка, зяблик	"
<i>Proctophyllodes cial</i>	Овсянка	"
<i>Proctophyllodes anthi</i>	Щегол, конек, трясогузка белая	"
<i>Proctophyllodes picae</i>	Поползень	"
<i>Proctophyllodes musicus</i>	Четыре вида дрозда	"
<i>Proctophyllodes stylifer</i>	Долгохвостый и черный дятлы, си- ница	"
<i>Proctophyllodes detruncatus</i>	Воробей	"
<i>Proctophyllodes corvi</i>	Ворона	"
<i>Proctophyllodes sp.</i>	Скворец, крапивник, мухоловка	"
<i>Trouessantria rosteri</i>	Скворец	"
<i>Trouessantrie corvina</i>	Зяблик	"
Сем: <i>Analgesidae</i>		
<i>Megninia glandari</i>	Дрозд-леяба	"
<i>Pteronysus gracilis</i>	Зеленый и пестрый дятлы	"
<i>Pteronysus truncatus</i>	Скворец	"
<i>Analges passerinus</i>	Клест, снегирь, зяблик	"

Приведенные выше сведения о составе фауны перьевых клещей Грузинской ССР представляется лишь результатом предварительного изучения вопроса. Не может быть никаких сомнений в том, что с расширением и углублением исследований список этих клещей Грузинской ССР в дальнейшем будет значительно увеличен.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

(Поступило в редакцию 2.11.1964)

ზოოლოგია

ლ. მიქელაძე

საქართველოს სსრ ბუმბულის ტკიპების ფაუნისათვის

რეზიუმე

ბუმბულის ტკიპები წარმოადგენენ შინაურ და გარეულ ფრინველთა პარაზიტებს. ლიტერატურული წყაროები საქართველოში ამ ტკიპების ფაუნის, სისტემატიკისა და ეკოლოგიის შესახებ, ჯერჯერობით არ მოგვეპოვება, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ი. ბაუერის შრომას ბორჯომის რაიონის ფრინველთა პარაზიტების შესახებ.

ცხრილში მოყვანილია ბორჯომის რაიონში ბაუერის მიერ რეგისტრირებული ბუმბულის ტკიპები და ჩვენ მიერ დამატებულია ახალი სახეობები საქართველოსათვის, რომლებიც ცხრილში ვარსკვლავითაა აღნიშნული.

დაამუშავალი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Дубинин. Перьевые клещи (*Analgesoidea*). Фауна СССР, т. 6 вып. 5, 1951
2. В. М. Дубинин. Перьевые клещи (*Analgesoidea*). Фауна СССР, т. 6, вып. 6, 1953.
3. В. М. Дубинин. Перьевые клещи (*Analgesoidea*). Фауна СССР, т. 6, вып. 7, 1956.
4. О. Е. Бауер. Паразитофауна птиц высокогорной части Боржомского района. Уч. записки ЛГУ. серия биол., вып. 18, 1941.
5. ჯაფარიძე ჰ. რეკი. ბუმბულის ტკიპები. საქართველოს ცხოველთა სამყარო. ტომი. 2, 1964.

Д. Н. КОБАХИДЗЕ

НОВЫЙ ВИД ЛОЖНОСКОРПИОНА *WITHIUS LOHMANDERI*
KOBACHIDZE, SP. N. ИЗ СОЧИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 8.6.1964)

В наших многочисленных сборах ложноскорпионов из рода *Withius* был обнаружен лишь *Withius hispanus* (L. Koch) в Кобулету под отстающей корой *Platanus occidentalis* (21.VI.1960). При дальнейшей обработке наших сборов в двух пробах из Сочи была обнаружена серия представителей из рода *Withius*, но они не оказались идентичными ни с одним из приведенных Бейером [1] видов этого рода, хотя замечено некоторое сходство с *Withius subrubus* (E. Simon). Поэтому мы сочли возможным сочинских ложноскорпионов из рода *Withius* описать как новый вид и дать этому новому виду имя покойного шведского ученого Г. Ломандера, который не раз оказывал нам дружескую помощь в биометрической обработке и определении наших сборов ложноскорпионов.

Описание основных систематических признаков нового вида ложноскорпиона *Withius lohmanderi* Kobachidze, sp. n. таково:

г. Сочи, дендрарий, под отстающей корой *Platanus occidentalis* (24.X.1955), 1 ♂ и 3 ♀♀.

Головогрудной щиток 44×38 ¹. Щетинки на заднем крае $3+2$ (♂) и $5+5$ (♀). Тергиты I и II разделены не полностью (у *W. subrubus* тергиты разделены). Первые три тергита с $5+5$ щетинками, последующие с $4-5$ щетинками на полутергите и с тремя щетинками на середине в поперечном ряду. Тергит II с обеих сторон с осязательным волоском. Соответствующий стернит с двумя осязательными волосками по обеим сторонам. Плечо пальпы особенно ясно зернистое. Клешня более глянцевая. Передняя бороздка головогрудного щитка глубокая, изогнутая, с красноватым хитином; задняя бороздка неглубокая (поверхностная), прямая.

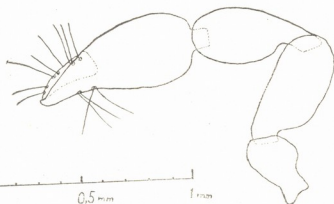
Пальпы: вертлуг самца $21 \times 13 = v$ 1,6 раза, а самки $22 \times 13 = v$ 1,7 раза длиннее ширины; бедро самца $42 \times 15 = v$ 2,8 раза, а самки $41 \times 16 = v$ 2,6 раза длиннее ширины (у самца *W. subrubus* в 3,2 раза, у самки в 2,9

¹ Во всех измерениях 40 делений окулярмикронметра составляют 1 мм.



раза длиннее ширины); голень самца $42 \times 19 =$ в 2,2 раза, а самки $39 \times 19 =$ в 2,0 раза длиннее ширины (у самца *W. subruber* в 3,0 раза, у самки в 2,5 раза длиннее ширины); клешня самца $66 \times 21 \frac{1}{2} =$ в 3,0 раза, а самки $65 \times 23 =$ в 2,7 раза длиннее ширины (у самца *W. subruber* в 3,5 раза длиннее ширины); рука (без стебелька) самца 38, а самки 39; палец самца 23—24, а самки 23—24, т. е. палец явственно короче руки (без стебелька).

Нога VI: бедро самца $37 \times 15 =$ в 2,5 раза, а самки $38 \times 15 =$ в 2,5 раза длиннее ширины (у *W. subruber* в 3,0 раза длиннее ширины); голень самца $30 \times 9 =$ в 3,3 раза, а самки $30 \times 8 =$ в 3,8 раза длиннее ширины (у *W. subruber* в 4,0 раза длиннее ширины); лапки самца $22 \times 6 =$ в 3,7 раза, а самки $21 \times 5 =$ в 4,2 раза длиннее ширины (у *W. subruber* в 5,0 раза длиннее ширины); осязательный волосок лапки несколько дистальнее от середины (у *W. subruber* осязательный волосок посередине членика).



Пальп нового вида ложноскорпиона *Withius lohmanderi* Kobachidze. sp. n.

2. Сочи, парк Ривьера, под отстающей корой *Platanus occidentalis* (23.X. 1955), 12 ♂♂ и 1 ♀.

Головогрудной щиток 50×41 . Щетинки на заднем крае 4+4 или 4+5. Тергиты I и II не разделены. Тергит II с обеих сторон с осязательными волоском. Соответствующий стернит с двумя осязатель-

ными волосками по обеим сторонам. Передний полутергит с 5—6 щетинками на заднем крае.

Хелицеры: флагеллум с четырьмя щетинками, серула с 18 пластинками.

Пальпы (у различных самцов): бедро $45-17 =$ в 2,6; $43 \times 16 =$ в 2,7; $48 \times 17 =$ в 2,8; $43 \times 15 =$ в 2,9; $43 \times 16 =$ в 2,7 раза длиннее ширины; голень $45 \times 21 =$ в 2,1 раза длиннее ширины; клешня $68 \times 24 =$ в 2,8; $67 \times 22 =$ в 3,0; $60 \times 20 =$ в 3,0; $64 \times 24 =$ в 2,7; $63 \times 21 =$ в 3,0 раза длиннее ширины; рука (без стебелька) 38; палец 26, т. е. палец явственно короче руки (без стебелька); подвижный палец с 22—23 краевыми зубцами, неподвижный палец с 20—21 краевыми зубцами.

Пальпы (у самки): бедро $44 \times 17 =$ в 2,6 раза, голень $40 \times 20 =$ в 2,0 раза, клешня $66 \times 24 =$ в 2,7 раза длиннее ширины; рука (без стебелька) 38, палец явственно короче руки (без стебелька). Нога VI (у самки): бедро $40 \times 17 =$ в 2,4 раза, голень $31 \times 9 =$ в 3,4 раза, лапки $22 \times 6 =$ в 3,6 раза длиннее ширины.

Таким образом, новый вид *Withius lohmanderi* Kobachidze, sp. n. по многим основным признакам отличается от ближайшего вида *Withius subruber* (E. Simon).

Тип нового вида *Withius lohmanderi* Kobachidze, sp. n. хранится в коллекциях Института зоологии Академии наук Грузинской ССР.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

(Поступило в редакцию 8.6.1964)

ჟოლოგია

დ. კობახიძე

ცრუმორიელის ახალი სახეობა *WITHIUS LOHMANDERI*
 KOBACHIDZE, SP. N. სოჭიდან

რეზიუმე

სოჭაში (დენდრარიუმი, პარკი „რივიერა“) ჩემ მიერ 1955 წლის ოქტომბერში, *Platanus occidentalis* ღეროს ამსკდარი ქერქის ქვეშ შეგროვილ მასალებში აღმოჩნდა საკმაოდ მრავალი რიცხვი ცრუმორიელებისა გვარ *Withius*-დან. ამ მასალების ბიომეტრიული დამუშავების შედეგად გამოყოფილ და აღწერილია ახალი სახეობა *Withius lohmanderi* Kobachidze, sp. n., რომელიც მრავალი ძირითადი სისტემატიკური ნიშნის მიხედვით, მკაფიოდ განსხვავდება უახლოესი სახეობისაგან *Withius subruber* (E. Simon). შრომაში მოცემული ახალი სახეობის აღწერა.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. M. Beier. Pseudoscorpionidea I u. II. Das Tierreich. 57 u. 58. Lief. Berlin u. Leipzig, 1932.

ა. ზოგორიშვილი

ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომატოზის
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 29.7.1964)

ჩვენთვის ცნობილ ლიტერატურულ წყაროებში არასაკმარისადაა გაშუქებული ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომატოზის საკითხი. არაა მოცემული კლინიკური სურათი და ავადმყოფობის მიმდინარეობა. გამოქვეყნებული მასალა მცირერიცხოვანია და მხოლოდ დაავადების ზოგად სურათს იძლევა.

პაპილომა მორფოლოგიური შენების მიხედვით, ითვლება კეთილთვისებიან სიმსივნედ; კლინიკურად კი მიმდინარეობს, როგორც ავთვისებიანი, რაც გამოიხატება მიდრეკილებით რეციდივებისადმი, ლორწოვანი გარსის ვრცელი დაზიანებით, ახლომდებარე ორგანოებში გავრცელებით და ხშირად კიბოში გადაზრდით.

ჰოლმგრენი [1] კეთილ და ავთვისებიან სიმსივნეებს შორის გამოპყოფდა პაპილომას. როგორც სიმსივნეს, რომელიც შემდეგში ხშირად იძლევა გადაზრდას ავთვისებიან სიმსივნედ.

გეშიქტერის შრომას [2] საფუძვლად უდევს ცხვირისა და მისი დანამატი ღრუების სიმსივნეების 211 პრეპარატის შესწავლა. ჩერდება რა პაპილომაზე, იგი მიუთითებს, ცხვირისა და ზედა ყბის ღრუს კიბოს მცირე ჯგუფზე, რომელსაც გამოხატული აქვს პაპილარული სტრუქტურა და რაც მიუთითებს მათი პაპილომიდან წარმოშობის შესაძლებლობაზე.

ი. ლუბოვინა [3] აღნიშნავს, რომ პაპილომა, რომელიც ვითარდება ცხვირის ღრუს ლატერალური კედლის არეში, როგორც წესი, ავთვისებიანი ხდება, განსაკუთრებით არარადიკალური ცხვირის შიგნითა ოპერაციული ჩარევის შემდეგ.

ვლადიმირსკის სან. მოსკოვის საოლქო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ლორკლინიკაში, ჩვენს დაკვირვებაში იმყოფებოდა 6 ავადმყოფი ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომით.

ჩვენ დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა აგრეთვე 62 ავადმყოფი, რომელთა ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის ავთვისებიანი სიმსივნეების ჰისტოლოგიური სურათის შესწავლამ (აქედან ეპითელიური ავთვისებიანი სიმსივნით იყო 53). გვიჩვენა პაპილომის კიბოში გადასვლა 12 შემთხვევაში. ამას გარდა, ამ ლოკალიზაციის პაპილომატოზით დაავადებული 6 ავადმყოფიდან 2 შემთხვევაში ჩვენ შევძელით დაკვირვების პერიოდში დაგვედგინა პაპილომიდან კიბოს განვითარება.

ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომა დაავადების დასაწყის სტადიაში, ისე როგორც ამ ლოკალიზაციის ავთვისებიანი სიმსივნე, მიმდინარეობს უსიმპტომოდ, ან სიმპტომები იმდენად სუსტად არის გამოხატული, რომ ავადმყოფი დიდი ხნის განმავლობაში არ მიმართავს ექიმს.

დაავადების პირველი ნიშნები, რომლებმაც მიიქცია დაკვირვებაში მყოფი ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომატოზით დაავადებულ ავადმყოფთა ყურადღება, მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

პირველი სიმპტომები, რომლებმაც მიიქცია ავადმყოფთა ყურადღება	ავადმყოფთა რაოდენობა
ცხვირის ერთი ნახევრიდან სუნთქვის გაძნელება	3
ცხვირის ერთი ნახევრიდან სხვადასხვა ხასიათის გამონადენი	2
თავის ტკივილი	1
სულ	6

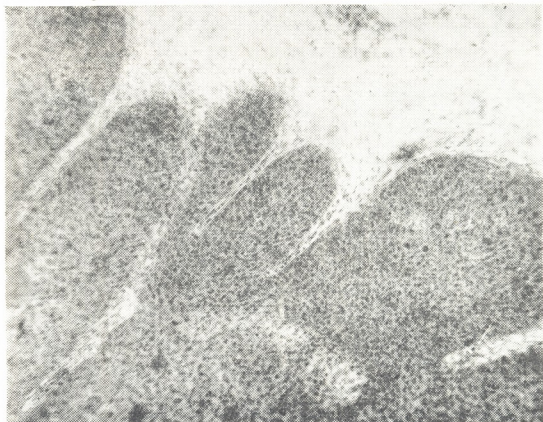
ლიტერატურული მონაცემებისა და ჩვენი დაკვირვების საფუძველზე, შეიძლება აღინიშნოს, რომ ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომის დამახასიათებელ სიმპტომებად, როგორც დაავადების პირველადი გამოვლინება, საჭიროა ჩაითვალოს ცხვირის ერთი ნახევრიდან სუნთქვის გაძნელება და სხვადასხვა ხასიათის გამონადენი. სიმსივნე მოკლე დროში ადვილად გადადის ცხვირის ღრუში ბუნებრივი გზების საშუალებით და იწვევს ცხვირიდან სუნთქვის გაძნელებას. უნდა აღინიშნოს, რომ ისევე როგორც ამ ლოკალიზაციის ავთვისებიანი სიმსივნეები, პაპილომაც იწვევს ცხვირისა და მისი დანამატი ღრუების ლორწოვანი გარსის ანთებით მოვლენებს, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს ცხვირიდან სუნთქვის გაძნელებას. პაპილომა აღიზიანებს რა ვერ თვით დანამატი ღრუებისა და შემდეგ ცხვირის ლორწოვან გარსებს, იწვევს ჩირქოვან ანთებას, შემდგომი პოლიპოზით, რასაც თან ერთვის სხვადასხვა ხასიათის გამონადენი: ჩირქოვანი, ჩირქოვან-სისხლოვანი და ა. შ.

მაგალითისათვის მოგვყავს ერთი შემთხვევა.

ავადმყოფი ნ., 44 წლისა (ავადმე. ისტ. № 3822). ავადმყოფს შესამჩნევი მიზეზის გარეშე დაეწყო ცხვირის მარცხენა ნახევრიდან ძლიერი ლორწოვან-ჩირქოვანი გამონადენი; შემდეგში კი ცხვირის ამავე ნახევრიდან სუნთქვის გაძნელება. დაავადების დაწყებიდან 3 თვის შემდეგ გამონადენში აღინიშნებოდა სისხლი, განსაკუთრებით ცხვირის ძლიერი მოხოცვის შემდეგ. მკურნალობდა ამბულატორიულად უშედეგოდ. ავადმყოფი გამოგზავნილ იქნა მსსკის ლორკლინიკაში. ავადმყოფის გამოკვლევისა და სიმსივნის ჰისტოლოგიური შესწავლის შემდეგ დადგენილ იქნა მარცხენა ჰაიმორის ღრუს პაპილომა ცხვირის მარცხენა ნახევარში გადაზრდით (სურ. 1).

შემდგომში პაპილომა, ლორწოვანი გარსის ვრცელი დაზიანებისადმი მიდრეკილების გამო, ბუნებრივი გზების საშუალებით ვრცელდება მეზობელ ორგანოებში — ცხვირის ღრუში, შუბლისა და ძირითადი ძვლის წიაღებში. მიუხედავად იმისა, რომ პაპილომა მორფოლოგიურად წარმოადგენს კეთილთვისებიან სიმსივნეს და დაავადების დასაწყის სტადიაში არ შლის თვლოვან ქსოვილს, ის ხანგრძლივი არსებობის შედეგად თავისი მექანიკური დაწოლით წევს ძვლოვან კედლებს, ათხელებსა და ფორმას უცვლის მათ; საბოლოოდ იწვევს ძვლოვანი ქსოვილის მთლიანობის დარღვევას. დაავადების შორს წასულ შემთხვევაში პაპილომა შეიძლება გავრცელდეს თვალბუდეში და თავის ქალას ღრუშიც კი. პაპილომის ხანგრძლივი არსებობის შემთხვევაში სიმსივნე ვრცელდება ქალაქისებური ფირფიტის გზით თვალბუდეში და იწვევს ეგზოფთალმის და თვალის კაკლის გადაადგილებას. დაცხრილულ ფირფიტის გზით, იშვიათად, მაგრამ მა-

ინც სიმსივნე შეიძლება გავრცელდეს თავის ქალას ღრუში და მოგვცეს სათანადო სიმპტომები. დაბოლოს ხანგრძლივად არსებული პაპილომა შეიძლება გადავიდეს კიბოში.



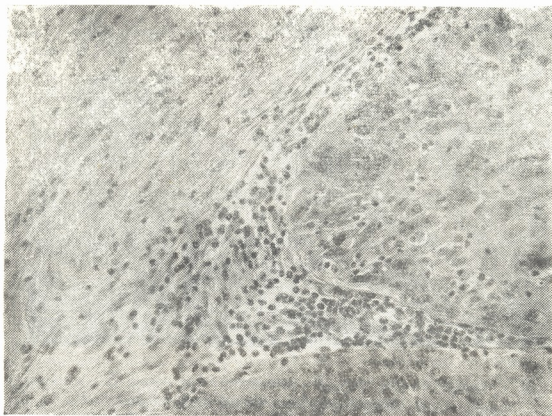
სურ. 1. მრავალწრიანი ბრტყელი ეპითელის პაპილომატოზი წინაზარდები. შეღებვა ჰემატოქსილინ-ეოზინით. რეიზის მიკრ. გადიდება 7—10

ჩვენს დაკვირვებაში მყოფ რ ავადმყოფის ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომის მეზობელ ორგანოებში გავრცელების სურათი, კლინიკაში შემოსვლისას წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ჩვენი გამოკვლევებისა და ლიტერატურული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ: მიუხედავად იმისა, რომ ჰისტოლოგიურად პაპილომას კეთილთვისებიანი სიმსივნის სტრუქტურა აქვს, კლინიკური მიმდინარეობით ის უნდა მივაკუთვნოთ ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის ავთვისებიან სიმსივნეებს. მით უმეტეს, რომ ხანგრძლივი არსებობის შემთხვევაში ის ხშირად ჰისტოლოგიურადაც ავთვისებიან ხასიათს ღებულობს.

ავადმყოფი ე., 39 წლისა (ავადმყ. ისტ. № 2257/57 წ., 3101/57 წ., 53-7/57 წ., 845/58 წ.) ლორკლინიკაში შემოვიდა მარჯვენა ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომის გამოხატული სურათით (ცხვირის მარჯვენა ნახევარში გავრცელებით). ავადაა 1954 წლიდან. 1956 წელს მარჯვენა ცხავის ძვლის ლაბირინთიდან და ცხვირის ღრუდან ამოეკვეთა პაპილომა შემდგომი ელექტროკოაგულაციით. ჰისტოლოგიურად იყო პაპილომის სურათი. 1957 წ. აპრილში განმეორებით შემოვიდა კლინიკაში პაპილომის რეციდივის გამო და გაუკეთდა ოპერაცია—ამოეკვეთა სიმსივნე ელექტროკოაგულაციური მეთოდით. ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ავადმყოფმა მიიღო რენტგენოთერაპიის 10 სეანსი. სიმსივნის ჰისტოლოგიურმა შესწავლამ კვლავ გვიჩვენა პაპილომა. 1957 წ. ივნისში ავადმყოფი მე-სამედ შემოვიდა კლინიკაში დიაგნოზით: მარჯვენა ცხავის ძვლის ლაბირინთის

პაპილომის რეციდივი, მარჯვენა ჰაიმორის ღრუსა და ცხვირის მარჯვენა ხახვარში გავრცელებით. ბიოფსიის ჰისტოლოგიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა პაპილომა ავთვისებიანი ზრდის ნიშნების გარეშე. ბოლოს 1958წ. თებერვალში ავადმყოფი მეოთხედ შემოვიდა კლინიკაში. ბიოფსიის ჰისტოლოგიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა პაპილომა კიბოში გადასვლით — დიფუზური ზრდა, ეპითელიური უჯრედების ატიპიზმი, ბირთვების ჰიპერქრომია, მრავლობითი მიტოზი და ა. შ. (სურ. 2).



სურ. 2. პაპილომის ატიპიზმი, ეპითელის სიღრმეში ზრდით. შეღებვა ჰემატოქსილინ-ეოზინით, რეიხის მიკრ., გადიდება 7—40×

ცხრილი 2

ჰაიმორის ღრუსა და ცხვირის ძვლის ლაბირინთის პაპილომის მუხობელ ორგანოებში გავრცელება	შემთხვევათა რაოდენობა
ცხვირის ღრუში	3
თვალბუდეში და ცხვირის ღრუში	1
ცხვირის ღრუში, ძირითად წიაღში, თვალბუდეში და შუბლის წიაღში	1
თვალბუდეში, ცხვირის ღრუში, შუბლის და ძირითად წიაღებში, თავის ქალას ღრუში	1
სულ	6

აღნიშნულ ავადმყოფს ოთხი წლის განმავლობაში აღენიშნებოდა მარჯვენა ცხვირის ძვლის ლაბირინთისა და ცხვირის ღრუს სიმსივნე მუხობელ ორგანოებში გავრცელებით, რომელიც განმეორებითი ბიოფსიების ჰისტოლოგიური გამო-

კვლევით იძლეოდა პაპილომის სურათს; მხოლოდ ბოლო მეოთხე ბიოფსიაში (დაავადების დაწყებიდან ოთხი წლის შემდეგ) იყო გამოხატული პაპილომის კიბოში გადასვლის სურათი.

ჩვენს დაკვირვებაში მყოფ 6 ავადმყოფიდან, განმეორებითი ბიოფსიების დროს 2 შემთხვევაში პაპილომის კიბოში გადასვლა (აგრეთვე 53 ეპითელური ავთვისებიანი სიმსივნე 12 შემთხვევაში წარმოშობილი იყო პაპილომიდან), საშუალებას გვაძლევს ჩავთვალოთ, რომ ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის ხანგრძლივად მიმდინარე პაპილომას აქვს ავთვისებიან სიმსივნეში გადაზრდისადმი მიდრეკილება. სწორედ ამიტომ, ასეთ შემთხვევებში, თუ მხედველობაში მივიღებთ პაპილომების მიდრეკილებას რეციდივებისადმი, ოპერაციული ჩარევა უნდა იყოს უფრო რადიკალური, რადგანაც ისინი ატარებენ კიბოსწინარე მდგომარეობის ხასიათს.

ჩვენ საჭიროდ მიგვაჩნია მოვიყვანოთ ანალოგიური პარალელი სხვა ლოკალიზაციის სიმსივნეების დროს—შარდის ბუშტის პაპილომისა და საკვერცხეების დვრილოვანი აღენომებისა, რომლებსაც ჰისტოლოგიურად შეიძლება ჰქონდეთ კეთილთვისებიანი შენების ხასიათი, ხოლო თავისი კლინიკური გამოვლინებით მიმდინარეობენ ავთვისებიანი სიმსივნეების მსგავსად.

ჰაიმორის ღრუსა და ცხავის ძვლის ლაბირინთის პაპილომისათვის დამახასიათებელია ნელი მიმდინარეობა, აგრეთვე ისიც, რომ ის დიდი ხნის განმავლობაში არ იწვევს ძვლოვანი ქსოვილის რღვევას, მორფოლოგიურად ავთვისებიან სიმსივნედ გარდაქმნამდე არ იძლევა მეტასტაზებს, რითაც განსხვავდება ავთვისებიანი სიმსივნეებისაგან.

ამ ლოკალიზაციის პაპილომა ავთვისებიანობისადმი მიდრეკილების გამო უნდა ჩაითვალოს კიბოსწინარე მდგომარეობად.

პედიატრიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29. 7. 1964)

АНАТОМИЯ

А. Ш. БОЧОРИШВИЛИ

К ВОПРОСУ О ПАПИЛОМАТОЗЕ ГАЙМОРОВОЙ ПАЗУХИ И РЕШЕТЧАТОГО ЛАБИРИНТА

Резюме

В лорклинике Московского областного научно-исследовательского института им. М. Ф. Владимирского мы наблюдали над шестью больными с папилломой гайморовой пазухи и решетчатого лабиринта.

Изучая гистологическую картину злокачественных опухолей гайморовой пазухи и решетчатого лабиринта у 62 больных (из них эпителиальные опухоли были у 53), мы обнаружили папиллому с переходом в рак у 12 больных. Кроме того, у двух из шести больных папилломатозом этой локализации удалось проследить переход папилломы в рак.

Анализируя свои наблюдения и литературные данные, мы заключили, что, несмотря на то что гистологически папилломы имеют структуру доброкачественных опухолей, их нужно отнести к злокачественным опухолям гайморовой пазухи и решетчатого лабиринта, тем более что при длительном существовании они часто озлокачествляются.



Характерным для папиллом этой локализации является медленное течение, а также то, что долгое время они не вызывают костных разрушений, до морфологического озлокачествления никогда не дают метастазов, чем и отличаются от злокачественных опухолей.

Ввиду склонности к озлокачествлению, папиллому этой локализации нужно считать предраковым состоянием.

დასაწყობებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Гольмгрен. Несколько слов о раке челюсти и решетчатой кости. Сборник научных работ, посвящ. проф. Левину. Л., 1935.
2. Ch. Geschikter. Tumors of the Saws Amer. Journ. Cancer 24, 1, 1, 1935.
3. И. И. Любовина. Клиника опухолей полости носа. Л., 1954.

ს. დალაქიშვილი

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ძირის ზოგიერთი ველის (1-ლი, მე-4, მე-9, მე-19) სტრუქტურის მდგომარეობის საკითხისათვის სანვნიშისულ, მოხუცებულ და ღლებრძელ ასაკში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ვლ. ჟღენტმა 12. 10. 1964)

ორგანიზმის დაბერების პროცესში მორფოლოგიური საფუძვლების შესწავლა მიზნად ისახავს გამოაშკაროს ის სტრუქტურული ძვრები, რასაც ადგილი აქვს ორგანოთა ყველა სისტემაში და პირველ რიგში ცენტრალური ნერვული სისტემის თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქში.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქი, როგორც ცნობილია, წარმოადგენს ცენტრალური ნერვული სისტემის ყველაზე ახალ ფილოგენეზურ წარმონაქმნს. იგი აწარმოებს ურთულესი ფსიქოლოგიური და ფიზიოლოგიური პროცესების კორელაციას.

ნერვული სისტემის ამ განყოფილებაში სტრუქტურული საფუძვლების შესწავლა (მისი ფართო მნიშვნელობით) გარკვეულ წვლილს შეიტანს ორგანოთა სხვადასხვა სისტემებისა და მთლიანი ორგანიზმის დაბერების გენეზის გარკვევაში.

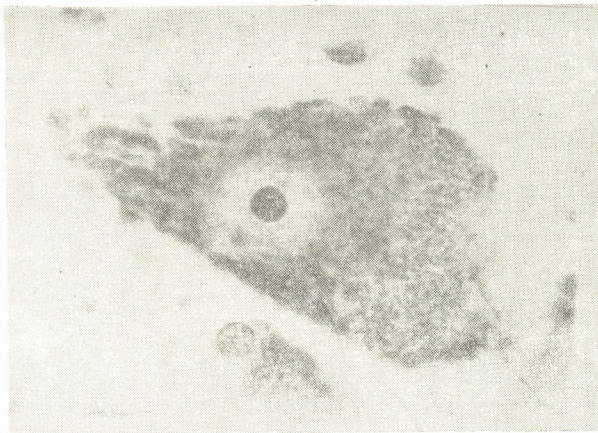
ასაკობრივი მორფოლოგიური ცვლილებები ნერვულ სისტემაში, კვლევის სხვადასხვა ასპექტში შეისწავლებოდა მრავალი მკვლევარის მიერ. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად შემჩნეული იყო, რომ ნერვულ უჯრედებში ადგილი აქვს დეგენერაციულ-დისტროფიულ ცვლილებებს [1, 2, 3, 4], წარმოებს ნერვული უჯრედებისა და თავის ტვინის რუხი ნივთიერების შემცირება [2, 5, 6], ასაკის მატებასთან ერთად ძლიერდება შემაერთი ქსოვილის პროლიფერაცია [3, 7], ატროფიული პროცესების გამო ადგილი აქვს თავის ტვინის წონის შემცირებას [2, 3, 8, 9]. თავის ტვინის მოცულობის შემცირება იწვევს სუბარაქნოიდული სივრცისა და პარაკუჭების სივრცის გადიდებას [10].

გარდა ზემოაღნიშნულისა, ორგანიზმის დაბერების პროცესში, თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქში ადგილი აქვს წყლის, მინერალური მარილებისა და ცხიმების განაწილების ცვლილებებს [7, 11, 12]. ასაკის მატებასთან ერთად ადგილი აქვს უჯრედის ცხოველმყოფელობისათვის აუცილებელი ცილების (რნპ, დნპ) საერთო რაოდენობის შემცირებას [13, 14] მათი სინთეზის დაქვეითების გამო [13, 14].

ჩვენ კვლევის მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ადამიანის თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის ზოგიერთი (1-ლი, მე-4, მე-9, მე-19) ველის სტრუქტურის მდგომარეობა მცირე, ახალგაზრდა და უფროსი ასაკის ორგანიზ-

მეზში ასაკის მატებასთან დაკავშირებით. აღნიშნული ველები შევარჩიეთ, რათა საშუალება გვქონოდა დაგვეპირისპირებინა ფილოგენეზური განვითარების ახალი მე-9 ველის. შედარებით ახალი მე-19 ველისა და ძველი 1-ლი, მე-4 ველების სტრუქტურის მდგომარეობის ურთიერთდამოკიდებული ცვალებადობა სიბერის პირობებში.

დაკვირვებას ვაწარმოებდით 24 გვამურ მასალაზე (5 წლის ასაკიდან 105 წლის ასაკის ჩათვლით). მასალას აღნიშნული ველებიდან ვიღებდით სიკვდილის მომენტიდან 2—8 საათის შემდეგ, ისეთი შემთხვევებიდან, როცა სიკვდილი გამოწვეული იყო მძიმე მექანიკური ტრავმით.



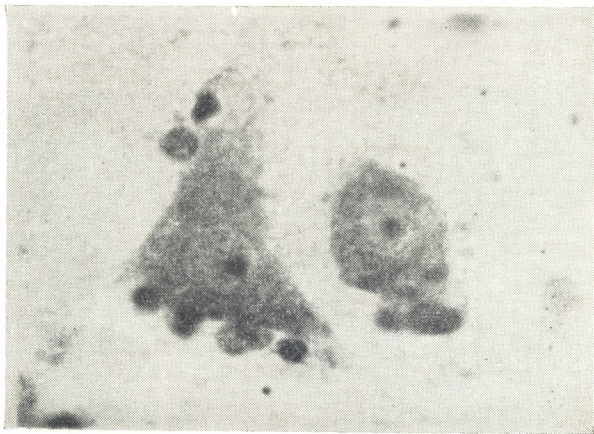
სურ. 1. მე-9 ველის V შრის დიდი პირამიდული უჯრედი. ფუქსისთან აღინიშნება ლიპოფუსცინია ქარბი რაოდენობით დაგროვება. გად. 15×90 , მბი-6 შელები-ლია ნისლის მეთოდით (66 წლის მამაკაცი)

აღნიშნულ შემთხვევებში აღვიკოვებდით არ ჰქონდა ქალატინის ან ზერხემლის არხის დაზიანებას. ამასთან, აღნიშნულ შემთხვევებში, ზოგადმორფოლოგიური მეთოდებით. ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილებებში და შინაგან ორგანოებში გამოირიცხა ამა თუ იმ პათოლოგიის არსებობა.

მასალის უფროსი ასაკების დაჯგუფებისათვის ვიხელმძღვანელებთ 1962 წელს ლენინგრადის სიმპოზიუმზე მიღებული კლასიფიკაციით. ამ კლასიფიკაციით ხანშიშესულთა ასაკად მიჩნეულია 60—74 წლის ასაკობრივი ჯგუფი, მოხუცებულთა ასაკად — 75—90 წლის ასაკობრივი ჯგუფი და დღევანდელთა ასაკად — 90 წლის ზემო ასაკი.

თითოეული ველიდან აღებულ ნაჭრებს ვყოფდით ოთხად (I, II, III, IV) მედიალურიდან ლატერალური მიმართულებით. I ნაჭერი ფიქსირდებოდა 96° სპირტში; II ნაჭერი—შაბადაშის ნეიტრალური საფიქსაციო ხსნარში; III ნა-

ქერი—ნეიტრალური ფორმალინის 10%-იან ხსნარში; IV ნაჭერი—ნეიტრალური ფორმალინის 12—15%-იან ხსნარში. ანათლები იღებებოდა ნისლისა და ბილშევსკის მეთოდებით. რიბონუკლეოპროტეიდების (რნპ) გამოვლინება წარმოებდა შაბდაშას მიერ მოწოდებული მეთოდებით PH-ის შემდეგ მაჩვენებლებზე: 2,6; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,6; 5,6. დეზოქსირიბონუკლეოპროტეიდების (დნპ) გამოვლენა წარმოებდა ფელგენის მეთოდით. სუდანოფილური ლიპიდები ვლინდებოდა სუდან III-ით და შავი სუდანით.

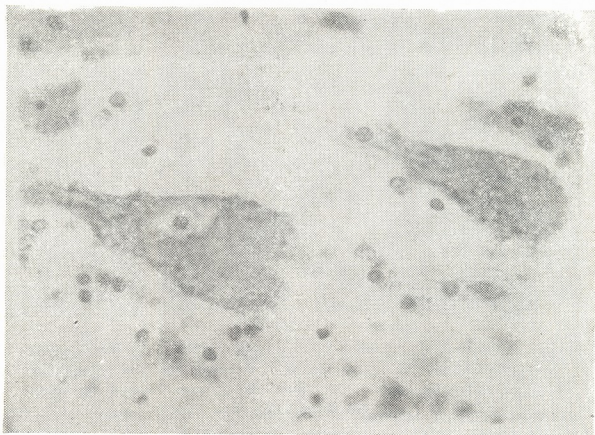


სურ. 2. მე-19 ველის III შრის ნერვული უჯრედების ჰიპერქრომატოზის დასაწყისი სტადია. ნერვული უჯრედთა ირგვლივ გლიური უჯრედების რიცხვის მომატება. გად. 10×90 , მზი-6. შეღებილია ნისლის მეთოდით (78 წლის მამაკაცი)

მასალის აღნიშნული მეთოდებით შესწავლამ საშუალება მოგვცა შეგვეჩინა, რომ ასაკის მატებასთან დაკავშირებით თავის ტვინის დიდი ჰემოსფეროების ქერქის შესწავლილ ველებში ადგილი აქვს ნერვული უჯრედებისა და მათი ბირთვების ფორმის ცვლილებებს, უჯრედების, აქსონების, დენდრიტებისა და მათი განტოტების რიცხვის შემცირებას, ზოგჯერ ნეიროფიბრილების შედარებით გატლანქებას, და ერთეული უჯრედების ჰარბად გავერცხლვას. ამას გარდა, ადგილი აქვს ნისლის ნივთიერების საერთო რაოდენობის შემცირებას, რნპ-ს საერთო რაოდენობის შემცირებას და მისი გამოვლენის იზოელექტრული წერტილის გადახრას შედარებით მაღალ PH-ზე. ვითარდება ბირთვების ბაზოფილობის მომატება, ნერვული უჯრედების ირგვლივ გლიური უჯრედების ჯგუფური განლაგება. ზოგჯერ ადგილი აქვს დნპ-ს მარცვლების შედარებით ღია ვარდისფერში შეფერვას. ასაკის მატებასთან ერთად ნერვული უჯრედების ციტო-

პლაზმადი გვხვდება ლიბოიდური ხასიათის პიგმენტის დიდი რაოდენობა და საკმაოდ რაოდენობა სუდანოფილური ლიბიდებისა. სიბერის ასაკში ძლიერ იშვიათად, მაგრამ მაინც ადგილი აქვს ერთეული ორბირთვიანი უჯრედების არსებობას.

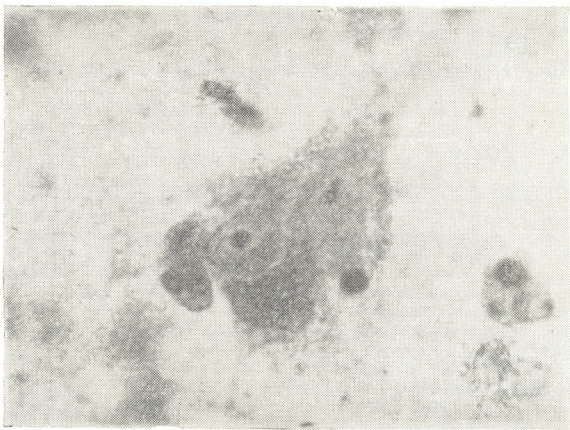
ზემოთ წარმოდგენილი სტრუქტურული ცვლილებები თავისი ხასიათის მიხედვით არ შეიძლება იყოს კვალიფიცირებული, როგორც პათოლოგიური ცვლილებები. მაგრამ, ამავე დროს, თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების შესწავლილი ველების ქერქში, ჩვენ მიერ ნახული სტრუქტურის მდგომარეობა არ წარმოადგენს ნორმალური სტრუქტურის მდგომარეობისათვის დამახასიათებელს. ამიტომ, რასაკვირველია, სწორი იყვნენ ჯერ კიდევ ძველი მკვლევარები (შპილმაიერი, ალცგაიმერი), ნეირომორფოლოგიის კლასიკოსები, რომლებიც ასეთ ცვლილებებს პათოლოგიური ცვლილებებისაგან განასხვავებდნენ და მათ განიხილავდნენ, როგორც სიბერიის.



სურ. 3. 1-ლი ველის III შრის დიდი პირამიდული უჯრედი. აღნიშნება ლიპოფუსცენის დაგროვება, ნისლის ნივთიერების შემცირება. ბირთვის დეფორმაცია და მისი ექსცენტრული მდებარეობა. გად. 10×40 , მბი-6. შეღებილია ნისლის მეთოდით (82 წლის მამაკაცი)

ორგანიზმის დაბერებასთან დაკავშირებით აღწერილი სიბერითი ცვლილებები განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მე-9 ველში, თვალსაჩინოა 1-ელ და მე-4 ველებში. აღნიშნული ცვლილებები შრეების მიხედვით შემდეგნაირადაა წარმოდგენილი: უჯრედების დეფორმაცია, აქსონების, დენდრიტებისა და მათი განტოტების რიცხვის შემცირება. ზოგჯერ მათი გატლანქებით მკაფიოდ თვალსაჩინოა მე-9 ველის I, II, III, V შრეებში, თვალსაჩინოა მე-19 ველის I, II, III და 1-ლი ველის I შრეში.

ნაკლებად თვალსაჩინოა მე-4 და 1-ლი ველების II, III, V შრეებში. ნისლის ნივთიერებისა და რნპ-ს საერთო რაოდენობის შემცირება განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მე-9, მე-19 ველების II, III, IV, V შრეებში, ზომიერად თვალსაჩინოა 1-ლი და მე-4 ველების II, III, V შრეებში. II შრის ერთეული უჯრედების ჰიპერქრომატოზი თვალსაჩინოა მე-9 და მე-19 ველებში. სუდანოფილური ლიპიდების არსებობა განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მე-9, მე-19 და 1-ლი ველის III და V შრეებში. ნერვული უჯრედების ირგვლივ გლიური უჯრედების მჭიდრო განლაგება განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მე-19 ველის III შრეში. დანარჩენ შესწავლილი ველების შრეებში აღნიშნული ცვლილებები თითქმის ერთნაირი ინტენსივობითაა გამოხატული. უჯრედების ორბირთვიანობა ნახული გვაქვს მე-9 ველის III³ შრეში.



სურ. 4. მე-9 ველის III შრის ორბირთვიანი ნერვული უჯრედი. გად. 10×90, მბი-6. შეღებილია ნისლის მეთოდით (105 წ. მაიაკაცი)

ზემოთ აღნიშნული ცვლილებები იწყება ხანში შესულთა ასაკში (60—74), თანდათან პროგრესირებს მოხუცებულთა ასაკში (75—90) და თავის მაქსიმუმს აღწევს დღეგრძელთა ასაკში (90 წელზე მეტი ასაკი). მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილ მასალაში აღნიშნული ცვლილებები ასაკობრივი ჯგუფების ზრდასთან პარალელურად პროგრესირებს ზოგიერთ ასაკობრივ ჯგუფებში გვხვდება გამონაკლისი შემთხვევები, როცა შედარებით დაბალ ასაკში უფრო მკვეთრადაა გამოხატული ასაკობრივი ცვლილებები, ვიდრე უფრო მაღალ ასაკში. მაგალითად, 66 წლის ასაკის ერთ შემთხვევაში ცვლილებები უფრო თვალსაჩინოა, ვიდრე 70—80 წლების ასაკში. 78 წლის ასაკის ერთ შემთხვევაში ცვლილებები უფრო თვალსაჩინოა, ვიდრე 80—90 წლების ასაკში. 82 წლის ასაკის ერთ შემთხვევაში ცვლილებები უფრო თვალსაჩინოა, ვიდრე 90 და 105 წლების ასაკში.



ზემოაღნიშნული არის კიდევ ერთი დადასტურება იმ საყოველთაოდ აღიარებული დებულებისა, რომლის მიხედვითაც ასაკი უნდა განისაზღვროს არა მარტო წლებით, არამედ ორგანიზმის ზოგადი ბიოლოგიური მდგომარეობით.

ჩვენ მიერ შესწავლილი შემთხვევებიდან აღსანიშნავია, რომ ასაკობრივი მეტი სტრუქტურული ცვლილებები ხახულია ფილოგენეზურად ახალ მორფოფუნქციურ წარმონაქმნში—ქერქის I, II, III შრეებში (რომლებიც ძირითადად უზრუნველყოფენ პირობით-რეფლექსურ მოქმედებებს), ვიდრე ფილოგენეზურად ძველ წარმონაქმნებში— V, VI—VII შრეებში (რომლებიც უპირობო რეფლექსების ფუნქციის მატარებელია).

ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები წარმოადგენს კიდევ ერთ სტრუქტურულ დასაბუთებას იმ ფიზიოლოგიური მონაცემებისას [15, 16], რომელთა მიხედვითაც უფროსი ასაკის პირებში ასაკის მატებასთან ერთად ქვეითდება პირობით-რეფლექსური რეაქციების გამოწვევის უნარი.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 21. 10. 1964)

АНАТОМИЯ

С. М. ДАЛАКИШВИЛИ

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ ПОЛЕЙ (1, 4, 9, 19-го) КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ВОЗРАСТАХ ПОЖИЛОМ, СТАРЧЕСКОМ И ДОЛГОЛЕТИЯ

Резюме

Произведено изучение тонкой структуры полей (1, 4, 9 19-го) коры больших полушарий головного мозга в процессе старения организма.

Результаты исследований показали, что в поздние возрастные периоды жизни организма отмечается уменьшение ширины коры и ее отдельных слоев за счет уменьшения размеров и количества в них клеток. Кроме того, в старшие возрастные периоды в нейронах коры, помимо общеизвестных изменений (уменьшение количества нисслевского вещества, сморщивание и деформация нервных клеток, липофусциновое нагружение, сателлитоз, старческие бляшки и др.), возникают структурные изменения, квалифицированные нами как старческие. К таким изменениям относятся уменьшение валового количества РНП со сдвигом ИЭТ их выявления в щелочную сторону, уменьшение количества отростков нервных клеток, их вторичных и третичных дихотомий, особенно уменьшение количества тангенциальных нервных волокон.

Отмеченные структурные изменения особенно резко выражены в 9-м поле, сравнительно резко—в 19-м и умеренно—в 4 и I-м полях. Эти структурные изменения наблюдаются преимущественно в I, II и III слоях всех изученных полей коры.

На фоне закономерного повышения степени интенсивности и распространения отмеченных структурных изменений с нарастанием возраста имеются и случаи, выходящие за пределы этой закономерности. Они представляют собой исключения и показывают, что в меньшем возрасте (например, в 66 лет) может иметься более высокая степень распространения структурных изменений, чем в более старшем возрасте (например, 70—80 лет).

Обнаруженные нами структурные изменения в 1, 4, 9 и 19-м полях коры больших полушарий головного мозга представляют собой проявления морфологического субстрата процессов старения вообще и в высших отделах нервной системы в частности.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Догель Старость и смерть. Л., 122.
2. М. С. Мильман. Генез старости. Сб. „Старость.“ Киев, 1940, 41—52.
3. W. Andrew. Age changes in the morphology of tissues and cells. Fed. proc., 15, 1956, 942—947.
4. E. Tilney. The ageing of the human brain. Bull. New. York akad. Med. 4., 1928, 1125—1143.
5. ს. დალაქიშვილი. ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდის გამოყენება მიკრომორფოლოგიაში ადამიანის თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის ზოგიერთი ველის შესწავლის მავალითზე. თბილისი, 1964, 25—63.
6. S. R. Mohler. General biology of senescence. Postgrad. Med., 30, 6, 1961, 527—536.
7. В. Н. Могильницкий. К вопросу о морфологических изменениях нервной системы в старости. Сб. „Старость.“ Киев, 1940, 73—80.
8. А. В. Леонтович. Некоторые материалы о весе мозга человека разных возрастов в биометрической обработке. Сб. „Старость“, Киев, 1940, 55—64.
9. C. Hoch-higet. Effect of ageing an the central nervous system. S. Amer. geriatr. soc., II, 1963, 403—408.
10. H. Böning. Zur Kenntinis des Spielraums zwischen Gehirn und Schädel. Ztschr. Neurologie u. Psychiatrie, 94, 1924, 72.
11. В. Н. Никитин. О некоторых биохимических основах процессов онтогенеза. Труды н.-и. ин-та биол. Харьковск. ун-та 21, 1957, 29—71.
12. W. A. Himwich, H. E. Himwich. Brain composition during the whole life span. Geriatrics, 12, 1957, 19—21.
13. Ж. А. Медведев. Старение организма на молекулярном уровне. Успехи современной биологии, 51, 3, 1961, 299—316.
14. F. Verzar. Biologie des alterns. Ophthalmologica, 143, 1962, 243—251.
15. Л. А. Андреев. Материалы к изучению функциональных старческих изменений нервной системы. Труды Физиологической лаборатории им. И. П. Павлова, 1, 1. 1924, 93—102.

ი. ცხომიძე

ფარისებრი ჯირკვლის ასაკობრივ-მორფოლოგიური თავისებურებები
აჭარის ენდემური ჩიქვის კერებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 28.12.1964)

ცნობილია, რომ ფარისებრი ჯირკვლის მორფოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლისას განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ჯირკვლის წონისა და ზომის ცვლილებებს, რასაც ადგილი აქვს ასაკის მომატებასთან ერთად როგორც ჩიყვისაგან თავისუფალ ადგილებში, ისე ენდემური ჩიყვის კერებში. დადგენილია, რომ ფარისებრი ჯირკვლის წონა და ზომა სხვადასხვაა არა მარტო განსხვავებული ასაკის ინდივიდებში, არამედ ერთი ასაკის ადამიანებშიც, რომლებიც სხვადასხვა გეოგრაფიულ გარემოში ცხოვრობენ [1—8].

როგორც ცნობილია ჩიყვის ენდემიისაგან თავისუფალ რაიონებში სრულასაკობრივ ფარისებრი ჯირკვლის საშუალო წონა ნაკლებია, ვიდრე ენდემური ჩიყვის კერებში. მაგალითად, მოსკოვში ის 19 გრამს შეადგენს, ხარკოვში—18 გრ.-ს, ბაქოში — 20 გრ.-ს, ერევანში — 21 გრ.-ს, ომსკში — 21,1 გრ.-ს, ლენინგრადში—24,5 გრ.-ს, კრასნოდარში — 28,5 გრ.-ს, ყაზანში—32 გრ.-ს, თბილისში — 35 გრამს.

რაც შეეხება ჩიყვის ენდემურ რაიონებს, აქ ფარისებრი ჯირკვლის საშუალო წონა გაცილებით მეტია. მაგალითად, დუშაბეში იგი აღწევს 39,6 გრამს, ალმა-ატაში — 48,1 გრამს, ირკუტსკში—53 გრამს. ასეთივე განსხვავება არსებობს არა მარტო სრულასაკობრებში, არამედ ნაყოფებსა და ახალშობილებშიც.

ვინაიდან აჭარაში ჯერ კიდევ გვაქვს ენდემური ჩიყვის კერები, ამიტომ ჩვენ აქ განვიხილავთ სექციური მასალიდან აღებულ ფარისებრი ჯირკვლის ანატომიურ და ჰისტოლოგიურ თავისებურებებს როგორც სრულასაკობრებში, ისე ახალშობილებსა და ბავშვებში. შევეცდებით ჩვენი შედეგები შევადაროთ სხვა მკვლევართა მონაცემებს.

ჩვენ ჰისტოლოგიურად გამოვიკვლიეთ სექციური მასალიდან აღებული 40 ფარისებრი ჯირკვალი, რომელთა ფუნქციური მოშლილობა კლინიკურად არ გვინდებოდა. ამ ჯირკვლებიდან 15 ეკუთვნოდა ახალშობილებს და 15 წლამდე ბავშვებს (გოგონა—9, ვაჟი—6); დანარჩენი 25 კი უფროს ასაკობრივ ჯგუფს (16—50 წლის) მიეკუთვნება, რომელთაგან 13 იყო ქალი, 12—მამაკაცი.

სრულასაკობრებთა სექციური მასალიდან შესწავლილია იმ პირთა ფარისებრი ჯირკვალი, რომლებიც ცხოვრობდნენ აჭარის ასსრ დაბლობ და მაღალმთიან რაიონებში (ქობულეთი, ბათუმი, ქედა, შუახევი, ხულო).

ჩვენი მონაცემებით, ფარისებრი ჯირკვლის საშუალო წონა (16—50 წლის ადამიანებში) შეადგენდა: ქობულეთის რაიონში — 34,6 გრამს, ბათუმის რაიონში — 34,8 გრამს, ქედის რაიონში—36,6 გრამს, შუახევის რაიონში—38,4 გრამს, ხულოს რაიონში — 42,2 გრამს.

ფარისებრი ჯირკვლის საშუალო წონა ასაკთან დაკავშირებით შემდეგ სურათს იძლევა: ახალშობილებში ის უდრის—3,9 გრამს, 1 თვიდან 1 წლამდე ასაკში—4,1 გრამს — 1—5 წლის ასაკში—8,7 გრამს, 6—10 წლის ასაკში —

17.7 გრამს, 11 — 15 წლის ასაკში — 25,2 გრამს, 16 — 20 წლის ასაკში — 33,5 გრამს, 21—30 წლის ასაკში — 36,8 გრამს, 31—40 წლის ასაკში, — 42,6 გრამს, 41—50 წლის ასაკში — 38,2 გრამს.

როგორც ამ მონაცემებით ირკვევა, ფარისებრი ჯირკვლის წონა 6—10 წლის ასაკში შესამჩნევად მატულობს (17,7 გრ.), რაც განსაკუთრებით ინტენსიურია 11-დან 15 წლამდე (25,2 გრ.). 31—40 წლის ასაკში ფარისებრი ჯირკვლის წონა აღწევს მაქსიმუმს (42,6 გრ.), ხოლო შემდგომ თანდათან კლებულობს.

აჭარის ენდემური ჩიყვის კერებში, როგორც სექციური მასალის მორფოლოგიურმა შესწავლამ გვიჩვენა, ე. წ. „ნორმალური ფარისებრი ჯირკვალი“ შემდეგი სტრუქტურული ცვლილებებით ხასიათდება. ახალშობილთა ფარისებრი ჯირკვალში მიკროსკოპულად დამახასიათებელი იყო პარენქიმული ტიპის შენება; მიკროპარენქიმულ ტიპში პარენქიმულად არაადიფერენცირებული ეპითელიური უჯრედები; ფოლიკულები კი სრულებით არ მოჩანდა. ეპითელიუმში ზოგან დალაგებული იყო მრავალრიგად, ქმნიდა შემოფარგლულ გროვებს და მოგვაგონებდა ტრაბეკულებს ან მილაკებს. თვით ეპითელიუმში ცილინდრული ფორმისაა, მისი პროტოპლაზმა კი ნათელი და ბაზოფილურია. ზოგან უჯრედთა გროვებს შორის მოჩანდა მკროალად შეღებილი კოლოიდი და მცირე ზომის ფოლიკულები.

1 თვიდან 1 წლამდე ბავშვთა ფარისებრი ჯირკვლის მიკროპარენქიმულში შეიმჩნეოდა პარენქიმული ტიპის შენება ეპითელიუმის დიფერენციაციის გარეშე. მომდევნო პერიოდში, ასაკის ზრდასთან ერთად (1—5 წ.), მიკროსურათი იცვლებოდა და თანდათან გადადიოდა პარენქიმულ მიკროფოლიკულურ ან მიკრო-მაკროფოლიკულურ კოლოიდური ტიპის შენებაში.

6—10 წლის ბავშვთა „ნორმალური ფარისებრი ჯირკვლის“ მიკროსკოპულმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ პარენქიმული მიკროფოლიკულური ტიპის შენება ზოგჯერ გადადიოდა მაკროფოლიკულურ კოლოიდური ტიპის შენებაში. ფოლიკულების გამომგენი ეპითელიუმი საშუალო პრიზმული ან კუბური ფორმისა იყო, კოლოიდი კი — ნახი ბაზოფილური, ზოგან იგი ბელტებისმაგვარად იყო ხალაგებული; ალაგ-ალაგ მოჩანდა კოლოიდი გაყენითი კაპილარებიც.

11—15 წლის ბავშვთა ფარისებრი ჯირკვლებში მიკროსკოპულად აღინიშნებოდა მაკროფოლიკულური ტიპის შენება. ფოლიკულთა უმრავლესობა გამოგენილი იყო კუბური ფორმის ეპითელიუმით; ზოგჯერ კი ცილინდრულით; გვხვდებოდა პროლიფერაციული უბნებიც (სანდერსონის ბალიშები); ფოლიკულთა უმრავლესობა ამოვსებული იყო ღია ვარდისფერი კოლოიდით. ამის პარალელურად ზოგიერთ ანათალში შეიმჩნეოდა შეიღებული ფოლიკულები. ეს შემთხვევები თავისი მიკროსტრუქტურით ემსგავსებოდა მაკროფოლიკულური კოლოიდური ტიპის უბრალო ჩიყვს.

16—20 წლის ასაკობრივი ჯგუფის ფარისებრი ჯირკვლის მიკროსკოპულ სურათში მოჩანდა კოლოიდური მაკროფოლიკულური ტიპის შენება, ზოგ შემთხვევაში კნახულობდით პარენქიმულ მაკროფოლიკულურ უბრალო ჩიყვს, აგრეთვე პროლიფერაციული შენების უბნებსაც. პროლიფერაციასთან ერთად ვამჩნევდით ფოლიკულების გამომგენი ეპითელიუმის ჩამოფცქვნასაც. 2 შემთხვევაში აღვიკვირებდით სტრომის მნიშვნელოვანი ჩაზრდით. მაკროსკოპულად ამ ჯგუფის ორი ფარისებრი ჯირკვალი გავდა დიფუზურად შეცვლილ ჩიყვს, რომლის მიკროსკოპულ სურათი მოგვაგონებს კოლოიდური მაკროფოლიკულური პროლიფერაციული ტიპის შენებას (ორივე შემთხვევაში ფარისებრი ჯირკვალი ეკუთვნოდა 17—19 წლის ქალს).

21—30 და 31—40 წლის ასაკობრივი ჯგუფების ფარისებრი ჯირკვლის მიკროსტრუქტურული შესწავლისას დადგინდა, რომ ერთ ფარისებრი ჯირკვალში (50 გრ.) ჩამოყალიბებული იყო კოლოიდური მაკროფოლიკულური უბრალო

ჩიყვი (38 წლის ქალი) დისტროფიული ცვლილებებით მეორეში (39 გრ.) შემინეოდა მაკროფოლიკულური პროლიფერაციული შენება (21 წლის მამაკაცი). უმეტეს პრეპარატებში მეორადი რეგრესული ცვლილებები (სტრომის ფიბროზი, სისხლჩაქცევები, სკლეროზი, ფოლიკულების დეგენერაცია) მნიშვნელოვნად იყო გამოხატული.

41—50 წლის ასაკობრივი ჯგუფის ფარისებრ ჭირკვლებში მიკროსკოპული გამოკვლევით დადგინდა კოლოიდურ-ცისტური ჩიყვი (ფოლიკულების ზომა 800—1200 მიკრონი), რომლის წონა ერთ შემთხვევაში იყო 39 გრამი, მეორე შემთხვევაში—60 გრ. (ქალი 45 წლისა, მამაკაცი 42 წლისა).

აღსანიშნავია, რომ ამ ჯგუფის თითქმის ყველა ფარისებრ ჭირკვალში მეორადი რეგრესული ცვლილებები კარგად იყო გამოხატული (ფიბროზი, ჰიალინოზი, სისხლჩაქცევები, კირის მარილების ჩალაგება და სხვა).

ფარისებრი ჭირკვლის ფოლიკულთა ზომების შესახებ მკვლევართა შემდეგი მონაცემები არსებობს: ა. მაკარენკოს მიხედვით—50—300 მიკრონი, ბუშის მიხედვით — 50—350 მიკრონი; შერმა ა. რომელმაც შეისწავლა ქალაქების კილისა და ბერნის (შვეიცარია) მცხოვრებლები, დაადგინა, რომ ჩიყვის გავრცელების რაიონებში ფოლიკულთა ზომა შედარებით პატარაა.

როგორც ა. მაკარენკო [1], დ. მიულერი [9] და სხვები აღნიშნავენ, პატარა ფოლიკულები ხშირად გვხვდება ბავშვთა ასაკში.

ჩვენი მონაცემები ფარისებრი ჭირკვლის ასაკობრივი ცვლილებების შესახებ ახლო დგას პ. სიპოვსკისა და ა. მაკარენკოს მონაცემებთან.

ვაჩამებთ რა აჭარის ენდემური ჩიყვის კერებში სექციური მასალებიდან მიღებული ფარისებრი ჭირკვლის ჰისტოლოგიური გამოკვლევის შედეგებს. გვინდა აღვნიშნოთ, რომ აჭარის ასსრ-ში ფარისებრი ჭირკვლის საშუალო წონა ყველაზე მეტია ხოლო რაიონში (38,4—42,4 გრ.), ხოლო საერთოდ აჭარისათვის 37,4 გრამით განისაზღვრება. იგი საკმაოდ მაღალია დაჩიყვიანების ზოგიერთი კერის საშუალო მაჩვენებლებზე (თბილისში—35 გრ.), (ყაზანში—32 გრ. და სხვ.), მაგრამ საბჭოთა კავშირის ენდემური ჩიყვის სხვა კერებთან შედარებით მაინც მცირეა. (მაგალითად, დუშამბეში—39,6 გრ., აღმა-ატაში—48,1 გრ., ირკუტსკში—53 გრ. და სხვ. ეს მონაცემები გვაფიქრებინებს, რომ ამ შემთხვევაში გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს გეოგრაფიულ და კლიმატურ თავისებურებებს.

ინტერესმოკლებული არ არის ის გარემოება, რომ აჭარის მაღალმთიან რაიონებში სრულასაკოვანთა ფარისებრ ჭირკვლებში აღინიშნებოდა შემაერთი ქსოვილის კეროვანი და დიფუზური ჩაზრდა 26,8%-ში, სტრომის ფიბროზი—19,7%-ში, სისხლჩაქცევები—45%-ში, სტრომის ნაწილობრივი ჰიალინოზი — 11,6%-ში, ჩიყვის ჩამოყალიბება კი—7,5%.

ლიტერატურული მონაცემებით [5, 8], ჩიყვის კერებში ახალშობილთა ფარისებრი ჭირკვლის საშუალო წონის მომატებასთან ერთად ადგილი აქვს თირეოიდული პარენქიმის დიფერენციაციისა და მომწიფების დაგვიანებას, რაც იწვევს ჭირკვლის კოლოიდურ შენებას.

ანალოგიური მონაცემებია ნახული ჩვენ მიერაც აჭარის რაიონების ენდემური ჩიყვის კერებში, სადაც ახალშობილთა ფარისებრი ჭირკვლის წონის მომატებასთან ერთად იგვიანებდა მისი მომწიფება. ზოგ შემთხვევებში ვხვდებოდით ჭირკვლის კოლოიდურ შენებაში გადასვლასაც.

რ. ისლამბეკოვის [10] მასალა გვიდასტურებს, რომ ზოგჯერ მაკროსკოპულად ნორმალური ფარისებრი ჭირკვალი მიკროსკოპულად ამჟღავნებს პათოლოგიურ ცვლილებებს, ხოლო მისი წონა და სიდიდე ყოველთვის არ ითვლება გადამწყვეტ კრიტერიუმად. აღნიშნული მკვლევარის მონაცემებს ემთხვევა

ჩვენი გამოკვლევებით მიღებული მონაცემებიც. მცირე წონის და ზომის ფარისებრ ჯირკვლებში ვხვდებოდით ჩიყვისათვის დამახასიათებელ პათომორფოლოგიურ ცვლილებას, ზოგჯერ კი ნამდვილ ჩიყვსაც. თუმცა ეს უკანასკნელი სიცოცხლეში კლინიკურად არ ვლინდებოდა.

ამგვარად, სექციური მასალის მორფოლოგიური შესწავლა ერთხელ კიდევ გვარწმუნებს, რომ აჭარის მაღალმთიანი რაიონები ითვლება ენდემური ჩიყვის კერებად, სადაც ფარისებრი ჯირკვლის საერთო გადიდებასთან ერთად ადგილი აქვს მთელ რიგ მორფოლოგიურ ცვლილებებს, რომლებიც დამახასიათებელია ჩიყვად გადაგვარებული ჯირკვლისათვის. ეს ცვლილებები, ერთი მხრივ, გამოხატული იყო ჯირკვლის ფოლიკულურ აპარატში — პარენქიმაში (ფოლიკულების გაგანიერება, კოლოიდის გასქელება, ეპითელიუმის გამრავლება, სანდერსონის ბალიშების წარმოშობა და სხვა), ხოლო მეორე მხრივ.—სტრომაში (შემაერთი ქსოვილის ჭარბი ჩაზრდა, ფიბროზი, სისხლჩაქცევები, ჰიალინოზი, კირის მარილების ჩალაგება და სხვა).

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, უნდა დავასკვნათ, რომ აჭარის მაღალმთიანი რაიონებში ფარისებრი ჯირკვლის წონა ასაკთან ერთად მატულობს, რაც განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება სქესობრივი მომწიფების პერიოდში და მაქსიმუმ აღწევს 31—40 წლის ასაკში. რაც შეეხება ჰისტოლოგიურ შენებას, ამ მხრივ წონაში მატებასთან ერთად ხდება ჯირკვლის ფოლიკულების რაოდენობისა და სიდიდის ზრდა და ზოგჯერ ჩიყვად გადაგვარებაც, რაც ხშირად კლინიკურად უსიმპტომოდ მიმდინარეობს.

აჭარის ასრ
 რესპუბლიკური საავადმყოფო
 ბათუმი

(რედაქციას მოუვიდა 28.1.1965)

АНАТОМИЯ

Ю. Т. ЦХОИДЗЕ

ВОЗРАСТНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ЗОБНО-ЭНДЕМИЧЕСКИХ ОЧАГАХ АДЖАРСКОЙ АССР

Резюме

Нами исследованы анатомические и гистологические особенности 40 щитовидных желез, взятых из секционного материала. Прижизненно у данных лиц клинические проявления функциональных нарушений щитовидной железы не наблюдались.

Из исследованных желез 15 принадлежало новорожденным и детям до 15-летнего возраста (девочек—9, мальчиков—6); 25—лицам в возрасте от 16 до 50 лет (женщин—13, мужчин—12).

На основании исследований выяснилось, что с возрастом вес щитовидной железы увеличивается, достигая максимума к 31—40 годам; изменяется и гистологическая картина органа: увеличиваются количество и объем фолликулов.

В отдельных случаях отмечено зобное перерождение железы, однако без соответствующих клинических проявлений прижизненно.

დავოწყიბაული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Макаренко. Материалы о московской щитовидной железе разных возрастов. Советская клиника, XVII, 96—98, 1932, стр. 299.
2. Е. В. Карпова. К патоморфологии эндемического зоба в Ярославской области. Проблемы эндокринологии и гормонотерапии, т. 3, 1957, стр. 75.
3. Н. Кучеренко, А. Исаханов. К вопросу о нормальном, абсолютном и относительном весе щитовидной железы, по материалам киевских прозектур. Советская клиника, 4—6, 1932, стр. 344.
4. Е. Н. Исакова. К патоморфологии эндемического зоба на Станиславщине. Проблемы эндокринологии и гормонотерапии, т. 2, 3, 1956, стр. 22.
5. Н. М. Шинкерман. К гистологической характеристике щитовидной железы в условиях Буковинской местности. Проблемы эндокринологии и гормонотерапии, т. 2, 3, 1956, стр. 61.
6. М. Т. Ратнер. Возрастные изменения щитовидной железы Омского округа старше 35 лет. Архив Омского мединститута, 2, 1931, стр. 257.
7. თ. ტრაპაიძე. ფარისებრი ჯირკვლის ასაკობრივ თავისებურებათა და ინერვაციის საკითხისათვის. თბილისი, 1958 წელი.
8. Л. П. Демкин. Зобная болезнь. Киев, 1956, стр. 94.
9. L. K. Müller. Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, bd. 19, h. 1, 1896, 127—180.
10. Р. К. Исламбеков. Клинико-морфологические исследования эндемического зоба. Ташкент, 1961.

А. Л. МИКЕЛАДЗЕ, Г. И. КИКНАДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ЭФФЕРЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ ТЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 10.8.1964)

Большая площадь коры головного мозга занята межпроекционными структурами, к которым относится и теменная область, наиболее развитая у приматов и человека. Характеризуя теменную область, следует отметить, что нижнетеменная область, филогенетически новый отдел коры, является специфической для человека областью [1]. Клинически при поражении данной области нарушается способность чтения и письма, а в ряде случаев — и ориентация в пространстве. Поля же верхнетеменной области найдены у всех млекопитающих. По мнению М. О. Гуревича и В. М. Минаева [2], эти поля (5 и 7) относятся к сенсорным и близки к постцентральному чувствительным полям; они имеют примерно такое же отношение к последним, какое имеют поля 18 и 19 к первичному зрительному полю 17.

Чем выше ступень развития животного, тем больше поле 7 преобладает над полем 5. По мнению многих авторов [3, 4, 5], у высших млекопитающих задний отдел теменной области (поле 7) имеет определенное значение в процессе взаимодействия различных корковых анализаторов. Без участия этой области нарушаются нервные процессы, обеспечивающие сложный анализ и синтез зрительных раздражителей и пространственный анализ звуковых и зрительных раздражений. По данным П. С. Купалова и сотрудников [6], в результате удаления поля 7 нарушаются комплексные условные рефлексы, состоящие из зрительных и кожных раздражений, причем эти нарушения при удалении поля 7 выражены сильнее, чем при удалении полей 18 или 19. Кроме того, восстановление нарушенной условнорефлекторной деятельности после длительного перерыва с момента разрушения поля 7 происходит очень медленно, тогда как эта деятельность после разрушения полей 18, 19 и 5 восстанавливается быстро. Все это говорит о том, что задний отдел теменной области имеет определенное значение в процессах сохранения следов предыдущей деятельности.

Существующие исследования теменной области животных касаются главным образом изучения цитологии и функции, в то время как ее связи с другими отделами мозга остаются почти неизученными. Исходя из вышеизложенного, мы ставили целью изучить методом терминальной дегенерации распределение кортикофугальных волокон заднетеменной области (поле 7) в головном мозгу кошки.

Материал и метод

Исследования проведены на четырех половозрелых кошках. Операции проводились в асептических условиях под нембуталовым наркозом (40 мг на 1 кг веса животного, интратеритонеально). После вскрытия черепа слева удаляли заднетеменную область, а именно поле 7. Кусочек мозговой коры вырезывали острым ножом, глубина ран не превышала 2 мм. Характер удаления кусочка коры показан на рис. 1, Д. В послеоперационном периоде применялись антибиотики. Время переживания животных равнялось 9—14 дням. Головной мозг фиксировался в 10%-ном растворе нейтрального формалина не менее 2 месяцев. Фронтальные серийные срезы головного мозга толщиной 15—30 микронов, полученные на замораживающем микротоме, импрегнировались серебром по методу Наута—Гигакса, а также в модификации И. А. Замбрицкого [7].

На основе прослеживания перерожденных волокон составлялись схемы фронтальных срезов головного мозга, куда заносились результаты наблюдения, показывающие особенности распределения эфферентных волокон теменной области (поля 7) головного мозга кошки.

Результаты исследований и их обсуждение

Гистологический контроль фронтальных срезов мозга показал, что во всех случаях произведенное повреждение не выходило за пределы поля 7 и только в одном случае несколько поврежден участок поля 5. В части случаев вместе с корой удалялся и кусочек подлежащего белого вещества. На границе повреждения иногда возникал нежный глияльный рубец, в толще которого встречались остатки единичных перерожденных волокон.

Очаг поражения связан со смежными областями коры передней части латеральной и супрасильвиевой извилины путем коротких ассоциационных волокон. Более дальние участки коры, например эктосильвиевая извилина, соединены с полем 7 длинными ассоциационными волокнами. На поперечных (фронтальных) срезах мозга хорошо прослеживаются перерожденные волокна в различных участках коры, главным образом в радиальном направлении. В нижних (V—VI) слоях коры перерожденные волокна представлены в большем количестве, чем в верхних. Во II слое их количество настолько уменьшается, что легко можно проследить за ходом отдельных волокон. В I слое коры перерожденные волокна расположены параллельно к поверхности мозга и непрерывно продолжаются с места повреждения мозговой коры. От очага повреждения (рис. 1, Д) мозга основная масса перерожденных волокон направляется во внутреннюю капсулу (рис. 1, А, Б, В,) и мозолистое тело, откуда они распространяются в кору больших полушарий. При этом в латеральной извилине наблюдается более массивная дегенерация, чем в эктосильвиевой извилине, а в сильвиевую извилину проникают только единичные перерожденные волокна.

Поле 7 связано с вышеозначенными извилинами другого полушария через мозолистое тело, но на стороне поражения дегенерация как в коре, так и в других участках гораздо интенсивнее. Кроме мозолисто-

о тела, перерожденные волокна проходят и через переднюю комиссуру и прозрачную перегородку (рис. 1, А, Б).

Выходя из передней комиссуры, на противоположной стороне перерожденные нервные волокна распространяются тут же в области ядра передней комиссуры (рис. 1, Б), часть же направляется в нижние отделы полушария, в латеральное ядро гипоталамической области и амигдала.

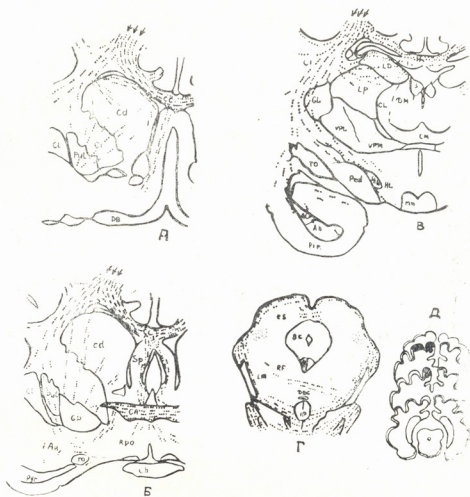


Рис. 1. CC—мозолистое тело, Ci—внутренняя капсула, Cd—хвостатое тело, Put—шелуха, CL—ограда, DB—диагональная область, CA—передняя комиссура, Sp—прозрачная перегородка, AB—амигдала, Put—грушевидная доля, To—обонятельный тракт, Cs—переднее двухолмие

Как показали исследования, из всех ядер зрительного бугра эфферентные волокна из поля 7 распределяются в основном в латеральном ядре. Здесь наблюдается как проходящая, так и терминальная дегенерация волокон. Перерожденные волокна направлены в сторону желудочков мозга и под эпендимой расположены параллельными пучками.

До последнего времени не существовало единого мнения относительно связей теменной области коры больших полушарий с хвостатым ядром. Многие авторы отрицали наличие таких связей, однако некоторые [8] предполагали их существование. Ф. М. Лисица [8] методом Марки на кошках и собаках не смог обнаружить такие связи между теменной областью коры и хвостатым ядром. В последнее время Кар-



ман, Кован и Повел [11] показали на кроликах, что теменная область, как и другие отделы коры, имеет прямую связь с хвостатым телом. В наших наблюдениях перерожденные кортикофугальные волокна теменной области из внутренней капсулы проникают в хвостатое тело (рис. 1, А, Б), направляясь в сторону боковых желудочков и к основанию мозга, по направлению ядра шлухи. Здесь нами установлены как пучки проходящих волокон (рис. 2, Б), так и единичные разбросанные по ядру терминальные перерождения.

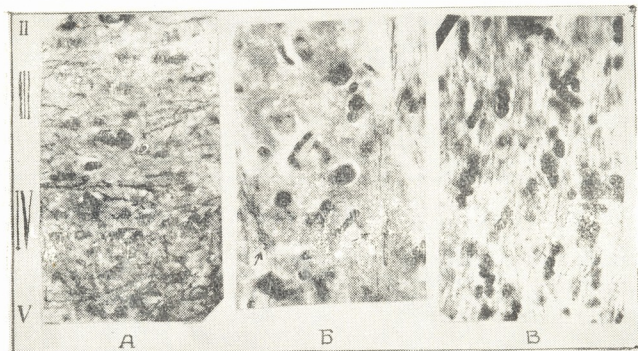


Рис. 2. А—Кора супрасильвиевой извилины, смежная с участком поражения область. Горизонтальных перерожденных волокон больше в нижних слоях. Ув. ок. $12,5 \times$ об. 20. Б—хвостатое ядро. Пучки перерожденных волокон указаны стрелкой. Ув. ок. $12,5 \times$ об. 40. В—передняя комиссура, перерождение волокон. Ув. ок. $12,5 \times$ об. 20

Необходимо отметить, что после удаления поля 7 дегенерация интенсивно выражена в ростральном направлении головного мозга, в сторону коры лобных долей (здесь наблюдались густые пучки перерожденных волокон), тогда как в кору затылочной области проникает сравнительно незначительное число волокон. Отсюда следует, что теменная область, в частности поле 7, для затылочной области мозга, зрительно-слухового поля, является скорее воспринимающим и объединяющим полем, чем источником афферентных путей. Как пишет И. С. Беритов [9], объединение сенсорных звездчатых нейронов зрительно-слухового и слухового анализаторов происходит посредством возбуждения ассоциационных нейронов, в ассоциационном поле теменной и височной области. Каждый из этих анализаторов, будучи возбужден через соответствующие афференты, может в свою очередь активировать путем возбуждения объединяющих нейронов в этом ассоциационном поле сразу оба анализатора. Этим самым обуславливается целостность зрительно-слухового образа. По данным П. С. Купалова, Г. П. Обуховой

и М. М. Хананашвили, ассоциационные волокна из поля 17 идут в поля 18, 19, 21 и 7 и, возможно, в поле 5. Ассоциационные волокна из поля 19 направляются в основном в поля 7 и 21. По Е. Г. Школьник-Яррос [10], от поля 17 прослеживаются многочисленные ассоциационные связи с корковыми зонами других анализаторов: более концентрированный пучок направляется из этого поля в слуховой анализатор.

Поле 7 по клеточному составу ближе к зрительному анализатору, но в отличие от соседнего поля 19 в поле 7 яснее выражена дифференцировка слоев, особенно отчетливы II и IV слои. Здесь хорошо выражена радиарность клеток и волокон. Рассматривая перерожденные волокна в толще коры, мы обратили внимание на то явление, что в соседних от места поражения коры участках перерожденные волокна располагались горизонтально, а в отдаленных участках в основном вертикально. В первом случае эти волокна в большинстве случаев располагались в нижних слоях (рис. 2). Судя по всему, они должны быть аксонами звездчатых клеток соседних участков коры. Как известно, различаются звездчатые клетки двух типов: первый тип с околоклеточной аксонной сетью и второй с малочисленными короткими дендритами, аксоны которых удаляются в другие слои коры и там оканчиваются многочисленными коллатеральными.

Звездчатые клетки V и VI, а также других слоев, принадлежащие ко второй группе, аксоны которых ветвятся вдали от клетки в вертикальном или горизонтальном направлении, не должны выполнять рецепторной функции, ибо они не имеют прямой связи с афферентными таламическими волокнами специфической системы.

В отдаленных от места поражения участках коры обнаруженные вертикально расположенные перерожденные волокна должны быть аксонами средних и больших пирамид, в основном принадлежащих к ассоциационной системе.

В целом результаты исследований показывают, что удаление поля 7 теменной области вызывает дегенерацию нервных волокон почти во всех участках головного мозга. Перерожденные волокна через внутреннюю капсулу прослеживались в ножке мозга и заднем двухолмии, переходя на противоположную сторону через заднюю комиссуру. Обращает на себя внимание наличие очага терминальной дегенерации в переднем двухолмии (рис. 1, Г). Как известно, системы, направляющие волокна к передним двухолмиям, в основном относятся к сочетанным глазодвигательным связям. Ф. М. Лисица, изучая теменную область, отметил наличие связи поля 5 с передним двухолмием. Он допускал, что у хищных, помимо затылочного, лобного и височного глазодвигательного центра, существует изолированный теменной центр в поле 5. Но, судя по нашим данным, этот центр распространяется и на поле 7 теменной области.

В среднем мозгу перерожденные волокна проходят и среди клеток сетчатой субстанции, но на данном уровне они представлены в незначительном числе. Они гораздо интенсивнее на уровне моста; здесь волокна направляются по средней линии (среди ядер шва) и прослеживаются в ретикулярных ядрах варолиева моста. Эти результаты подтверждают данные Эсколара [12], Кёйперса [13], Меттлера [14], которые прослеживали дегенерацию волокон в ретикулярных

ядрах моста после разрушения коры теменной области и перерезки ее аффективных путей.

Далее довольно частая дегенерация наблюдается и в основании моста, откуда перерожденные волокна направляются в среднюю ножку мозжечка¹.

Таковы первые результаты проводящихся в настоящее время исследований по изучению структуры и связей ассоциационных полей (теменная и лобная область) коры больших полушарий.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило в редакцию 10.8.1964)

ფიზიოლოგია

ბ. მიქელადე, გ. კიკნაძე

თავის ტვინის თხემის წილის ეფერენტული კავშირების
შესწავლისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია კატის თავის ტვინის თხემის წილის (მე-7 ველი) ეფერენტული გზები ნერვული ბოჭკოების გადაკვეთისა და დეგენერაციის მეტოდით. გადაგვარებულ ნერვულ ბოჭკოთა იმპრეგნაცია წარმოებდა ნაუტას მეთოდით.

თავის ტვინის სერიულ ფრონტალურ ანატომებში გადაგვარებულ ნერვულ ბოჭკოთა ტოპოგრაფიის შესწავლით დადგენილია, რომ დიდი ტვინის ქერქის მე-7 ველი დაკავშირებულია ქერქის თითქმის ყველა უბანთან, მხედველობის ბორცვის ლატერალურ ბირთვთან, კუდიან სხეულთან, ოთხგორაკთან და ტვინის ღეროს ბადებრივ წარმონაქმნთან.

დასოფმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Станкевич. Нижняя теменная область. В кн.: „Цитоархитектоника коры большого мозга человека“, М., 1949.
2. М. О. Гуревич, В. М. Минаев. Верхняя теменная область. В кн.: „Цитоархитектоника коры большого мозга человека“, М., 1949.
3. Л. Г. Воронин. Анализ и синтез сложных раздражителей нормальными и поврежденными полушариями мозга собаки. М., 1948.
4. Б. Ф. Сергеев. Дифференцирование ценных раздражителей после экстирпации теменных областей коры больших полушарий. Тезисы докладов 18-го совещания по проблемам высшей нервной деятельности. Л., 1958.

¹ Дальнейший ход перерожденных волокон на данном этапе исследований не прослежен.

5. М. М. Хананашвили. Экспериментальное исследование центральных механизмов зрительной функции. Л., 1962.
6. П. С. Купалов, Г. П. Обухова и М. М. Хананашвили. Новые данные о структурной организации сложной зрительной функции в коре больших полушарий. Гагрские беседы, т. 4, 1963.
7. И. А. Замбржицкий. Модификация метода Наута. Бюлл. эксп. биол. и мед., № 4, 1963.
8. Ф. М. Лисица. Эфферентные пути теменной доли. Советская психоневрология, № 2, 1936.
9. И. С. Беритов. Нервные механизмы поведения высших позвоночных животных. М., 1961.
10. Е. Г. Школьник-Яррос. Об эфферентных путях зрительной коры. Журнал высшей нервной деятельности, 8, 1, 1958.
11. J. V. C arman, W. M. Cowan, T. P. S. Powell. The organization of cortico-striate connexions in the rabbit. Brain, 86, 1963.
12. G. J. Escobar. Цит. по А. Бродалу. Ретикулярная формация мозгового ствола. М., 1960.
13. C. J. M. Kuypers. Cortical projections to pons and the medulla oblongata in cat and man. Anat. Rec., 124, 1956.
14. F. R. Mettler. Corticofugal fiber connexions of the cortex of the macaca mulatta. The parietal region. Journ. Neurol., 62, 1935.
15. A. Polyak. An experimental study of the association, callosal and projection fibers of the cerebral cortex of the cat. Journ. Comp. Neurol., 44, № 2, 1927.

6. ზირიზმი

სისხლსა და შარდში ქლორიდების ცვლილება კუჭის სეკრეციულ მოქმედებასთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქურაძემ 15.1.1965)

ჩვენს წინა გამოკვლევაში [1] დადგენილ იქნა, რომ სხვადასხვა საკვებ გამოწვევების გამოყენებისას აღძრული კუჭის სეკრეციის დროს დიურეზში ადგილი აქვს სხვადასხვა ხასიათის ცვლილებებს. კერძოდ, პური ყოველთვის იწვევს როგორც სპონტანური დიურეზის, ისე წყალ-რძის დიურეზის შეკავებას. ხორცი აძლიერებს სპონტანურ დიურეზს და ასუსტებს წყალ-რძის დიურეზს, თუ ცხოველებს იგი ფარშის სახით ეძლევა. რძის მიღება ყოველთვის იწვევს წყალ-რძის დიურეზის გაძლიერებას; ჰისტამინი კი ისეთსავე მოქმედებას ამჟღავნებს, როგორც პური. წყლისა და საკვების ერთდროული მიცემა იწვევს კუჭის სეკრეციის გაძლიერებას.

ცნობილია, რომ საკვების მიღება და მისი ხასიათი განაპირობებს სისხლში მთელ რიგ ცვლილებებს — მისი რეაქციის შეცვლასა და ორგანიზმის მყავეტურტოვან წონასწორობის დარღვევას, რომლის აღდგენაში ერთ-ერთი მთავარი მნიშვნელობა თირკმელებს ენიჭებათ [2].

ჯერ კიდევ 1893 წ. ვან-სლაიკი აღნიშნავდა, რომ კუჭის სეკრეციის დაწყებისას სისხლში ცვლილებები იწყება სისხლიდან ქლორიდებში ქლორ-ანინის გადასვლით.

კუჭის სეკრეციის დაწყებასთან დაკავშირებით სისხლსა და შარდში ქლორიდების ცვლას კლინიკურ მასალაზე სწავლობდნენ ბოენჰაიმერი [3], კატჩი და მელინგჰოფერი [4]. მათ აღნიშნეს, რომ ჯანმრთელი ადამიანების სისხლში ქლორიდები მცირდება კუჭის სეკრეციის დაწყებასთან დაკავშირებით. თუმცა, მათი აზრით, სისხლში ქლორიდების ცვლა მთლიანად სეკრეციის პარალელურად არ უნდა მიმდინარეობდეს. ბოენჰაიმის აზრით, კუჭის წვენი ქლორიდების წარმოშობის დროს ორგანიზმში ხდება ქლორიდების მობილიზაცია დეპო ორგანოებიდან: ღვიძლიდან, კანიდან და სხვა. ამიტომ შარდში ქლორიდების რაოდენობა უნდა მატულობდეს. მოლნარიმ და ჰეტენიმ [5], სკლიაროვმა [8] და ჟოვანავატაიამ [9] კუჭის სეკრეციის დაწყებისას იზოლირებული პატარა კუჭიან ძაღლებზე დაკვირვების შედეგად აღნიშნეს შარდში ქლორიდების შემცირება. მათ საწინააღმდეგოდ დოდსი და სმირტი [10] კუჭის სეკრეციის დაწყებისას სისხლში ნახულობდნენ ქლორიდების რაოდენობის არა შემცირებას, არამედ მატებას. აზრთა ასეთი სხვადასხვაობა კუჭის სეკრეციის დროს სისხლსა და შარდში ქლორიდების ცვლის შესახებ იმას მოწმობს, რომ ექსპერიმენტულად ეს საკითხი სუსტადაა შესწავლილი. ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ კუჭის სეკრეციისა და დიურეზის დროს შეგვესწავლა სისხლში, შარდსა და კუჭის წვენში ქლორიდების შემცველობა და მათი რაოდენობის ცვლილებები.



მეთოდები

ცდები ტარდებოდა 5 ძალზე, რომელთაც გაკეთებული ჰქონდათ პავლოვის წესით იზოლირებული პატარა კუჭი და შარდის ბუშტის ფისტულა გუბარის მიხედვით. დაკვირვებებს ვაწარმოებდით ოპერაციიდან სამი კვირის შემდეგ. საკვებ გამოიზიანებლად ვიყენებდით 200 გ პურს, 200 გ ხორცს და 200 მლ რძეს. ყოველი ცდის წინ ნახევარი ან ერთი საათის განმავლობაში ვაკვირდებოდით სპონტანურ დიურეზს, ხოლო შემდეგ ვიყენებდით სხვადასხვა გამოიზიანებელს და ვაკვირდებოდით მის გავლენას დიურეზსა და კუჭის სეკრეციასზე. წყლის დიურეზის გამოწვევის მიზნით ვიყენებდით აგრეთვე 10 მლ რძით შეფერილ 200 მლ წყალს (200 მლ წყალი + 10 მლ რძე) რძით შეფერვის გამო ცხოველები წყალს თავისით სვამდნენ. ამასთან ვიყენებდით ჰისტამინს, როგორც კუჭის სეკრეციის ქიმიურ ამგზვნებს. ცხოველები იმყოფებოდნენ წყლის რეჟიმზე. ყოველი ცდის შემდეგ მათ ეძლეოდათ 210 მლ რძით შეფერილი წყალი.

სისხლში ქლორიდები ისაზღვრებოდა ბანგის მეთოდით; შარდსა და კუჭის წვენში კი — ფოლპარდის მეთოდით. ქლორიდების რაოდენობა სისხლსა და შარდში ისაზღვრებოდა როგორც სპონტანური დიურეზის დროს (ე. ი. უზმოდ), ისე სხვადასხვა გამოიზიანებლის მიცემის შემდეგ. კერძოდ, კუჭის სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს, მეორე სერიის ცდებში კი სისხლში, შარდსა და კუჭის წვენში ქლორიდების რაოდენობას ვაკვირდებოდით საათობრივად — 3 საათის განმავლობაში. გამოყოფილ კუჭის წვენში გარდა ქლორიდებისა, ვიკვლევდით კუჭის წვენის თავისუფალ მარილმჟავასა და საერთო მჟავიანობას ტიტრაციული მეთოდით. მიღებულ შედეგებს ვამუშავებდით ვარიაციული სტატისტიკით.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

სხვადასხვა საკვები გამოიზიანებელი კუჭის სეკრეციული მოქმედების აგზნებასთან დაკავშირებით იწვევს დიურეზის სხვადასხვანაირ ცვლილებას. 200 გ პურის ჭამის შემდეგ გამოყოფილი შარდის რაოდენობა მცირდება სპონტანური დიურეზის დროს გამოყოფილ შარდის რაოდენობასთან შედარებით, სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს $P > 0,05 < 0,02$; სეკრეციის მეორე საათის ბოლოს $P < 0,001$;

სისხლში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს საშუალოდ 280,64 მგ%-ია. 200 გ პურზე სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს მისი რაოდენობა 260,1 მგ%-მდე ეცემა. ეს შემცირება სტატისტიკურად სარწმუნოა, რადგან $P < 0,001$.

შარდში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს საშუალოდ 415,87 მგ%-ია. პურის მიცემიდან ერთი საათის ბოლოს მისი რაოდენობა მცირდება, ხდება 326,09% ($P < 0,001$), რაც სტატისტიკურად სარწმუნოა. თუ ვიანგარიშებთ ქლორიდების აბსოლუტურ რაოდენობას, ე. ი. გამოყოფილი შარდის რაოდენობის მიხედვით, ირკვევა, რომ მისი აბსოლუტური რაოდენობაც მცირდება.

კუჭის წვენში ქლორიდების რაოდენობა სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს საშუალოდ 0,41 გ%-ია. თავისუფალი HCl 69,2 სატიტრაციო ერთეულია, ხოლო საერთო მჟავიანობა — 93,8 სატიტრაციო ერთეული. გამოყოფილი კუჭის წვენის რაოდენობა ყველაზე მეტია 1 საათის ბოლოს — 3,5 მლ და შედარებით ნაკლებია მე-4 საათის ბოლოს — 1,5 მლ.

სისხლსა და შარდში ქლორიდების შემცირება, რომელსაც ჩვენ ვნახულობთ პურის ჭამის პირველი საათის ბოლოს, ალბათ დამოკიდებული უნდა იყოს კუჭის წვენის სეკრეციის დაწყებასთან, კუჭის წვენში შემავალ მარილმჟავას წარმოქმნასთან.

200 გ ხორცზე ჩატარებული ცდების შედეგად ირკვევა: 200 გ ხორცზე გამოყოფილი შარდის რაოდენობა სეკრეციის ოთხივე საათის ბოლოს, სპონტანური დიურეზის დროს გამოყოფილ შარდის რაოდენობასთან შედარებით, მომატებულია. ყველა შემთხვევაში $P < 0,001$, რაც სტატისტიკურად საესებით სარწმუნოა.

სისხლში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს საშუალოდ 287,1 მგ%-ია. 200 გ ხორცის მიცემიდან 1 საათის ბოლოს მისი რაოდენობა 267,6 მგ%-მდე მცირდება. ეს შემცირება სარწმუნოა რადგან $P < 0,001$.

შარდში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს საშუალოდ 385,8 მგ%-ია. 200 გ ხორცის მიცემიდან პირველი საათის ბოლოს მისი რაოდენობა 227,8 მგ%-მდე შემცირდა და ეს შემცირება სტატისტიკურად სარწმუნოა $P > 0,02 < 0,01$. ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობის განიანგარიშებით ირკვევა, რომ 200 გ ხორცის ჭამისას, პირველი საათის ბოლოს შარდში მცირდება ქლორიდების არა მხოლოდ პროცენტული, არამედ აბსოლუტური რაოდენობაც.

კუჭის წვენი რაოდენობა 200 გ ხორცზე 1 საათის ბოლოს 9,76 მლ-ია, ხოლო ქლორიდების რაოდენობა ამ დროს საშუალოდ 0,50 გ%-ია. თავისუფალი HCl 113,6 სატიტრაციო ერთეულია, საერთო მჟავიანობა კი—140 სატიტრაციო ერთეული. მაშასადამე, 200 გ ხორცის ჭამისას შარდის რაოდენობა, სპონტანურთან შედარებით მატულობს დაკვირვების პირველი საათის ბოლოს. ამავე დროს სისხლსა და შარდში ქლორიდების რაოდენობა მცირდება, რაც დაკავშირებულია კუჭის წვენის დამზადების დაწყებასთან.

200 მლ რძის მიღებისას: შარდის რაოდენობა ოთხივე საათის ბოლოს მატულობს, სპონტანურთან შედარებით, ყველა შემთხვევაში $P < 0,001$.

სისხლში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს საშუალოდ 274,73 მგ%-ია. რძის მიცემის პირველი საათის ბოლოს 273,03 მგ% ხდება, ე. ი. თითქოს კლებულობს, მაგრამ $P > 0,3$ რაც სტატისტიკურად არაა სარწმუნო. მაშასადამე, რძის მიცემა აი იწვევს სისხლში ქლორიდების რაოდენობის შეცვლას პირველი საათის ბოლოს.

შარდში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს საშუალოდ 283,53 მგ%-ია, რძის მიცემიდან 1 საათის ბოლოს მისი რაოდენობა 316,06 მგ% ხდება, ე. ი. მატულობს, მაგრამ $P > 0,3$, რა სტატისტიკურად არაა სარწმუნო. მაშასადამე, 200 მლ რძის მიღების პირველი საათის ბოლოს, არც შარდში აქვს ადგილი ქლორიდების პროცენტული რაოდენობის ცვლილებას. მაგრამ, თუ ვიანგარიშებთ შარდში ქლორიდების აბსოლუტურ რაოდენობას, (გამოყოფილი შარდის რაოდენობის მიხედვით), აშინ ირკვევა, რომ ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობა მატულობს შარდის რაოდენობის გაზრდასთან ერთად.

კუჭის წვენი რაოდენობა 200 მლ რძეზე ყველაზე მეტა პირველი საათის ბოლოს—3,45 მლ, ხოლო ყველაზე ნაკლები— მე-4 საათის ბოლოს—1,22 მლ.

კუჭის წვენი ქლორიდების რაოდენობა 200 მლ რძეზე სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს საშუალოდ 0,44 გ%-ია, თავისუფალი HCl 87,1 სატიტრაციო ერთეულია, ხოლო საერთო მჟავიანობა—109,8 სატიტრაციო ერთეული.

200 მლ რძეზე კუჭის წვენის პროდუქციის დაწყებასთან დაკავშირებით მოსალოდნელი იყო სისხლსა და შარდში ქლორიდების პროცენტული შემცველობისა და შარდით გამოყოფილ ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობის შემცირება. მაგრამ ეს ალბათ იმიტომ არ ხდება, რომ რძის მიღებისას კუჭის წვენის დამზადებაზე დახარჯული ქლორიდების დანაკლისი შეივსება რძის მიღების პირველი საათის ბოლოსვე. რძე როგორც სითხე, სწრაფად გადადის კუჭიდან ნაწლავებში და მასში შემაჯავლი ქლორიდები სწრაფად შეიწოვებიან სისხლში. გა-



საკვებია, რომ შარდშიც ამის გამო ქლორიდების პროცენტული შემცველობა არ იცვლება, ხოლო დიურეზის გაძლიერების გამო მათი აბსოლუტური რაოდენობა მატულობს.

ჩვენ გამოვიყენეთ აგრეთვე ჰისტამინი, რომელიც ძაღლებს კუნთებში უკეთდება 500 მიკროგრამის რაოდენობით. აღმოჩნდა, რომ ჰისტამინზე გამოყოფილი შარდის რაოდენობა, სპონტანურთნ შედარებით, სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს მცირდება; თუ იყო 15.75 მლ, ჰისტამინის ინექციის შემდეგ იგი 10 მლ ხდება — $P < 0.001$, რაც სტატისტიკურად საესებით სარწმუნოა.

სისხლში ქლორიდების რაოდენობა 500 მიკროგრამი ჰისტამინის ინექციისას 278.37 მგ%-დან 246.26 მგ%-მდე მცირდება — $P < 0.001$ რაც სარწმუნოა.

შარდში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს 405.7 მგ%-ია. ჰისტამინზე აღძრული სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს მისი რაოდენობა 346.89 მგ%-მდე მცირდება, რაც სტატისტიკურად სარწმუნოა. რადგან $P < 0.001$. ამასთან დაკავშირებით შარდში ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობაც მცირდება.

გამოყოფილი კუჭის წვენის რაოდენობა ჰისტამინზე პირველი საათის ბოლოს 7.59 მლ-ია, მეორე საათში კი — 0.5 მლ; ქლორიდები კი — 0.43 გ%-ია. თავისუფალი HCl პირველი საათის ბოლოს გამოყოფილი კუჭის წვენის 105 სატიტრაციო ერთეულია; საერთო მჟავიანობა კი—124.9 სატიტრაციო ერთეული.

ცლა ჰისტამინით პირდაპირ გვიჩვენებს, რომ კუჭის წვენი სეკრეციის დაწყებასთან დაკავშირებით სისხლსა და შარდში ქლორიდების პროცენტული რაოდენობა მცირდება და ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობა შარდში მკვეთრად ეცემა, რაც იმითაა განპირობებული, რომ კუჭის წვენის პროდუქციაზე დახარჯული ქლორიდების კომპენსირება გასაგები მიზეზების გამო არ წარმოებს.

გამლიზიანებლად ჩვენ გამოვიყენეთ აგრეთვე 200 მლ წყალი, რომელიც შეფერილი იყო 10 მლ რძით. აღმოჩნდა, რომ 200 მლ წყალი, შეფერილი 10 მლ რძით, იწვევს დიურეზის გაძლიერებას 4 საათის განმავლობაში (სპონტანურ დიურეზთან შედარებით).

თუ ქლორიდების რაოდენობა სისხლში სპონტანური დიურეზის დროს 283.0,1 მგ%-ია (10 მლ რძით შეფერილი) 200 მლ. წყლის მიცემის ერთი საათის შემდეგ მისი რაოდენობა 277.76 მგ% ხდება, ე. ი. თითქოს მცირდება, მაგრამ $P > 0.3$. ეს სტატისტიკურად არაა სარწმუნო, ე. ი. წყლის მიღება არ იწვევს სისხლში ქლორიდების რაოდენობის ცვლილებას.

შარდში ქლორიდების რაოდენობა სპონტანური დიურეზის დროს 400 მგ%-ია 200 მლ რძით შეფერილი წყლის მიცემის შემდეგ მისი რაოდენობა მცირდება, ხდება 222.5 მგ% — $P < 0.001$, რაც სრულიად სარწმუნოა.

მართალია, ქლორიდების პროცენტული რაოდენობა მცირდება, მაგრამ შარდის რაოდენობის გაზრდასთან დაკავშირებით მისი აბსოლუტური რაოდენობა საგრძნობლად მატულობს.

კუჭის წვენის რაოდენობა 10 მლ რძით შეფერილი 200 მლ წყლის მიცემიდან პირველი საათის ბოლოს 4.17 მლ-ია. მისი თავისუფალი HCl 67.8 სატიტრაციო ერთეულია. საერთო მჟავიანობა — 97.7, ხოლო საერთო ქლორიდების რაოდენობა ამ დროისათვის—0,374 გ%. კუჭის წვენის რაოდენობა მეორე საათში მცირდება — 1,7 მლ-ია. თავისუფალი HCl 49.1, საერთო მჟავიანობა კი — 78.7, მე-3 და მე-4 საათში გამოიყოფა ლორწო—2.95 მლ და 1.07 მლ, რაც ნეიტრალური რეაქციისაა.

თუ შევაჯამებთ აღნიშნულ მონაცემებს, ირკვევა, რომ სისხლსა და შარდში ქლორიდების ცვლა კუჭის სეკრეციის პირველი საათის ბოლოს ერთმანეთის პარალელურად მიდის. ასე, მაგ., ხორცის ან პურის ჭამისას მცირდება რა ქლორიდების რაოდენობა სისხლში, ასევე მცირდება მისი პროცენტული და აბსო-

ლუტური რაოდენობა შარდშიც, რძის მიღებისას ქლორიდების პროცენტული რაოდენობა სისხლსა და შარდში არ იცვლება, ხოლო ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობა შარდში მკვეთრად იზრდება. ჰისტამინურ სეკრეციას თან ახლავს ქლორიდების შემცირება როგორც სისხლში, ისე შარდში. როგორც ჩანს, ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ქლორიდების ცვლილებები სისხლსა და შარდში დამოკიდებულია კუჭის სეკრეციული მოქმედების აღმოცენებასთან, კუჭის წვენი მარილმჟავას წარმოშობასთან.

ზუსტად რომ გავგვრკვია, თუ რამდენად მიმდინარეობს ქლორიდების ცვლა კუჭის სეკრეციის პარალელურად სისხლსა და შარდში, გადავწყვიტეთ შეგვესწავლა ქლორიდების შემცველობა სისხლში და შარდში არა მხოლოდ პირველი საათის ბოლოს, არამედ სეკრეციის 3—4 საათის განმავლობაში.

შარდის რაოდენობა 200 გ პურის ჭამისას, სპონტანურთან შედარებით, პირველ და მეორე საათში მკვეთრად შემცირებულია — $P < 0,001$; მესამე საათშიც შემცირებულია, მაგრამ უფრო ნაკლებად — $P > 0,05 < 0,02$.

სისხლში ქლორიდების რაოდენობა მცირდება მხოლოდ ორი საათის განმავლობაში. მე-3 საათის ბოლოს სხვაობა აღარ აღინიშნება ($P > 0,1 < 0,05$).

შარდში ქლორიდების ცვლილება ისეთივე ხასიათს ატარებს, როგორც სისხლში. ე. ი. ქლორიდები სტატისტიკურად სარწმუნოდ მცირდება მხოლოდ პირველი ორი საათის განმავლობაში, მე-3 საათის ბოლოს სხვაობა აღარ აღინიშნება ($P > 0,1 < 0,05$).

ქლორიდების რაოდენობა კუჭის წვენი 0,43 გ%-ია როგორც პირველი, ისე მეორე საათის ბოლოს. ასე, რომ მათ შორის სხვაობა არ აღინიშნება $P < 0,9$. მხოლოდ მე-3 საათში გამოყოფილი კუჭის წვენი ქლორიდების რაოდენობა 0,356 გ%-ია. ე. ი. სარწმუნოდ შემცირებულია. რადგან $P < 0,001$; ხოლო თავისუფალი HCl პირველ საათში გამოყოფილი კუჭის წვენისა უფრო მაღალია, ვიდრე მეორე საათში გამოყოფილისა — $P > 0,05 < 0,02$ -ის, მე-3 საათში გამოყოფილი კუჭის წვენის თავისუფალი HCl, პირველ საათთან შედარებით, კიდევ უფრო შემცირებულია — $P < 0,001$. თითქმის ასეთივე ხასიათს ატარებს საერთო მჟავიანობის ცვლილებაც.

მაშასადამე, 3—4 საათის განმავლობაში 200 გ პურის ჭამის გავლენის შესწავლისას ირკვევა, რომ სისხლსა და შარდში ქლორიდების ცვლილება ზუსტად კუჭის სეკრეციის პარალელურად არ მიმდინარეობს. ეს ცვლილებები სისხლსა და შარდში შედარებით უფრო ადრე ისპობა (ვიდრე სეკრეცია დამთავრდებოდეს). სისხლში და შარდში ქლორიდები შემცირებულია მანამდე ვიდრე საკვების ქლორიდების შეწოვის შედეგად არ მოხდება დეფიციტის კომპენსირება; ამას კი, როგორც ჩანს, პურის ჭამის შემთხვევაში დაახლოებით ორი საათი ჭირდება.

200 მლ რძეზე შარდის რაოდენობა საათობრივად, სპონტანურთან შედარებით, მომატებულია პირველი ($P < 0,001$) და მე-2 ($P > 0,05 < 0,02$) საათების განმავლობაში. მესამე საათის ბოლოს გამოყოფილი შარდის რაოდენობა, სპონტანურისაგან არ განსხვავდება, რადგან $P > 0,7 < 0,6$. მაშასადამე, რძის მიღებისას დიურეზი თავიდანვე ძლიერდება, რაც, რასაკვირველია, მიგვითითებს იმაზე, რომ რძეში შემავალი წყალი და მარილები, მათ შორის ქლორიდები, სწრაფად შეიწოვებიან, რადგან კუჭის წვენის დასამზადებლად საჭირო ქლორიდები სისხლიდან მოიხმარებიან. ამიტომ ქლორიდები სისხლში უნდა შემცირებულიყო, მაგრამ ეს არ მოხდა ალბათ იმიტომ, რომ ეს დანაკლისი სისხლში შეივსება რძის წყლისა და ქლორიდების შეწოვის ხარჯზე. მარტლაც, სისხლში ქლორიდების ცვლილება არც პირველ საათის ბოლოს ($P > 0,4 < 0,3$), არც მეორე საათის ბოლოს ($P > 0,7 < 0,6$) და არც მესამე საათის ბოლოს ($P > 0,5 < 0,6$) არ აღინიშნება. ასევე, შარდში ქლორიდების რაოდენობის პროცენტული ცვლილება, სპონტანურთან შედარებით, არ აღინიშნება არც პირველი საათის ბოლოს

($P > 0,1 < 0,5$), არც მეორე საათის ბოლოს ($P > 0,6 < 0,5$) და არც მესამე საათის ბოლოს ($P > 0,6 < 0,5$); ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობა კი სპონტანურთან შედარებით იზრდება სამივე საათის ბოლოს.

კუჭის წვეწმინდაში ქლორიდების პროცენტული რაოდენობა 200 მლ რძეზე, საათობრივად მერყეობას არ განიცდის. 200 მლ რძეზე პირველი საათის ბოლოს გამოყოფილ კუჭის წვეწმინდაში ქლორიდების რაოდენობა 407 მგ %-ია. მეორე საათის ბოლოს—338, მგ %. მესამე საათის ბოლოს — 307,8 მგ %. მეორე საათის ბოლოს კუჭის წვეწმინდაში ქლორიდების რაოდენობის სხვაობა, პირველ საათთან შედარებით, ასეთია: $P > 0,1 < 0,2$; მესამე საათის ბოლოს, პირველთან შედარებით, კი — $P > 0,2$, რაც სტატისტიკურად არაა სარწმუნო.

ჩვენ შევიწყალეთ აგრეთვე 500 მიკროგრამი ჰისტამინის გავლენა სისხლსა და შარდში ქლორიდების ცვლაზე და კუჭის სეკრეციაზე. გამოირკვა, რომ ჰისტამინის ინექციისას შარდის რაოდენობა მცირდება სარწმუნოდ სამივე საათის ბოლოს (სპონტანურთან შედარებით).

სისხლში ქლორიდები შემცირებულია ყველაზე მეტად პირველი საათის ბოლოს, $P < 0,01$, შემდეგ მეორე საათის ბოლოს— $P > 0,005 < 0,02$ და ასევე მესამე საათის ბოლოს — $P > 0,05 < 0,02$. სამივე საათის შემთხვევაში ეს შემცირება სტატისტიკურად სავსებით სარწმუნოა.

შარდში, ისე როგორც სისხლში, ქლორიდების შემცირება სამი საათის განმავლობაში გრძელდება. ჰისტამინის ინექციის პირველი საათის ბოლოს შარდში ქლორიდების რაოდენობა 241,12 მგ %-ია, სპონტანურად გამოყოფილ შარდში შემავალი ქლორიდების პროცენტული რაოდენობა კი — 337,72 მგ %-ია. — სხვაობა ($P > 0,05$) მეორე საათის ბოლოს 145,52 მგ %-ია $P > 0,005$ და მე-3 საათის ბოლოს—106,47 მგ % ($P < 0,001$), ე. ი. ქლორიდების პროცენტული შემცველობა ჰისტამინის ინექციის შემდეგ შარდში სარწმუნოდ მცირდება. მცირდება აგრეთვე სამივე საათის განმავლობაში ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობაც.

კუჭის სეკრეცია ჰისტამინზე გრძელდება ორი საათის განმავლობაში. გამოყოფილი კუჭის წვეწმინდაში რაოდენობა პირველ საათში მეტია მეორესთან შედარებით $P < 0,001$. ასევე თავისუფალი მარილმჟავა უფრო მეტია პირველ საათში, ვიდრე მე-2 საათში გამოყოფილი წვეწმინდასა. მიტომ სხვაობა სარწმუნოა $P > 0,02 < 0,01$. მიუხედავად იმისა, რომ პირველ და მეორე საათში გამოყოფილ კუჭის წვეწმინდაში თავისუფალი HCl განსხვავებულია, საერთო მჟავიანობა ამ ორ საათში გამოყოფილი წვეწმინდასა ერთმანეთისაგან არ განსხვავდება.

ქლორიდების რაოდენობა კუჭის წვეწმინდაში ორივე საათის განმავლობაში სარწმუნოდ არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან (სხვაობა $P > 0,1$).

სისხლსა და შარდში ქლორიდების პროცენტული შემცველობა და შარდში მათი აბსოლუტური რაოდენობა დაკვირვების სამივე საათში შემცირებულია. ეს ალბათ იმიტომ, რომ კუჭის წვეწმინდას დასამზადებლად დახარჯული ქლორიდების კომპენსაცია ჰისტამინის ინექციისას არ ხდება.

ასეთივე სახის დაკვირვება გავიმეორეთ 10 მლ რძით შეფერილ 200 მლ წყლის მიცემისას. შარდის რაოდენობა სამივე საათის განმავლობაში, სპონტანური დიურეზის დროს გამოყოფილ შარდის რაოდენობასთან შედარებით, იზრდება.

სისხლში ქლორიდების შემცველობა სამივე საათის განმავლობაში, უზომოსთან შედარებით, არ იცვლება. პირველი საათის ბოლოს $P > 0,2$, მეორე საათის

ბოლოს — $P > 0,9$, მე-3 საათის ბოლოს — ($P > 0,6 < 0,5$). ეს ალბათ იმით აიხსნება, რომ ამ დროს კუჭის წვენი ძლიერ მცირედ წარმოიშობა და სისხლის ეს მცირე დანაკლისი წყალ-რძის სწრაფი შეწოვით კომპენსირდება.

შარდში ქლორიდები პროცენტულად მცირდება დაკვირვების სამივე საათში. თუ სპონტანურის დიურეზის დროს იგი 404,7 მგ%-ია, 200 მლ წყლის მიცემის შემდეგ — 266,2 მგ% ხდება ($P < 0,001$). მეორე საათის ბოლოს 166,8 მგ%-ია, ხოლო მესამე საათის ბოლოს — 284 მგ%. ეს, რასაკვირველია, დამოკიდებულებაშია დიურეზის გაძლიერებასთან. მართლაც, შარდში ქლორიდების აბსოლუტურ რაოდენობას თუ ვიანგარიშებთ, იგი სამივე საათში მატულობს (განსაკუთრებით პირველი საათის ბოლოს). მაშასადამე, კუჭის წვენის დასამზადებლად საჭირო ქლორიდები სწრაფად კომპენსირდება შეწოვილი წყლის ქლორიდებით. შარდში ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობის გაზრდაც, შეწოვილი ქლორიდების ხარჯზე უნდა ხდებოდეს.

თუ შევაჯამებთ ჩვენს მონაცემებს, ირკვევა, რომ კუჭის სეკრეციის დაწყება სისხლსა და შარდში იწვევს ქლორიდების შემცირებას, იმ შემთხვევაში თუ იგი არ კომპენსირდება სწრაფად კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან შეწოვილი ქლორიდებით.

დასკვნები

1. პურისა და ხორცის ჭამისას და მასთან დაკავშირებულ კუჭის წვენის პროდუქციისას სისხლსა და შარდში ადგილი აქვს ქლორიდების პროცენტული შემცველობისა და შარდით გამოყოფილ ქლორიდების აბსოლუტური რაოდენობის შემცირებას, საკვების მიღებიდან პირველი ორი საათის განმავლობაში. შემდგომ საათებში ეს ცვლილებები აღარ აღინიშნება. ქლორიდების შემცირება სისხლში პირველ ორ საათს დამოკიდებული უნდა იყოს მათი გაძლიერებული მოხმარებით კუჭის წვენის დასამზადებლად და ამის შესაბამისად უნდა ხდებოდეს მათი შემცირება აგრეთვე შარდში. ხოლო მომდევნო საათებში ალბათ იმის გამო, რომ სისხლში ქლორიდების დეფიციტის შევსება ხდება ნაწლავებიდან შეწოვილი საკვების ქლორიდებით, ცვლილებები ქრება.

2. სითხეების (რძე, წყალი) მიღებისას ქლორიდების შემცველობა სისხლში არ იცვლება ალბათ იმის გამო, რომ კუჭის წვენის დამზადებაზე დახარჯული ქლორიდების დეფიციტი სწრაფად შეივსება (დაკვირვების უკვე პირველ საათშივე) ნაწლავებიდან შეწოვილ სითხეებში შემავალი ქლორიდებით. ამის შესაბამისად არ იცვლება ქლორიდების პროცენტული შემცველობა სისხლსა და შარდში, ხოლო დიურეზის გაძლიერების გამო მათი აბსოლუტური რაოდენობა მატულობს კიდევ.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი



ნ. ა. გზირიშვილი

ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ХЛОРИДОВ В КРОВИ И МОЧЕ ПРИ ЖЕЛУДОЧНОЙ СЕКРЕЦИИ

Резюме

Цель нашей работы—изучить изменение содержания хлоридов в крови и моче при желудочной секреции. У пяти собак с изолированным малым желудочком по И. П. Павлову и фистулой мочевого пузыря по Губарю определялось содержание хлоридов в крови, моче и желудочном соке как при спонтанном диурезе, так и после дачи животным 200 г хлеба, 200 г мяса и 200 мл молока, а также при подкожном введении 500 мкг гистамина.

В результате проведенных исследований установлено, что при желудочной секреции, возникающей в ответ на дачу хлеба и мяса, в продолжение первых 2 часов наблюдается уменьшение процентного содержания хлоридов в крови. Это, по-видимому, зависит от того, что часть хлора крови расходуется на образование желудочного сока. Этим же можно объяснить уменьшение количества хлоридов в моче. Через 3 и 4 часа от начала желудочной секреции указанный дефицит в крови и моче хлоридов восстанавливается, по-видимому, благодаря всасыванию хлоридов пиши. При даче животным жидкости (молока, воды) изменение содержания хлоридов в крови не имеет места, поскольку уже в первый час наблюдения за секрецией желудочного сока в кишечнике происходят быстрое всасывание хлоридов и пополнение взамен растраченных на образование соляной кислоты желудочного сока. В соответствии с этим процентное содержание хлоридов мочи также не изменяется, а абсолютное количество их даже увеличивается благодаря увеличению диуреза.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Гзиршвили. О взаимодействии желудочной секреции и диуреза. Материалы научной конференции по проблемам „Функциональные взаимоотношения между различными системами организма в норме и патологии“, 1962, стр. 150.
2. С. Я. Копланский. Минеральный обмен, 1938.
3. F. Boenheim. Beitrag zur kenntnis des chloridstoffwechsels. Zeitschrift für klinische Medizin, Bd. 12, 1921, 295.
4. G. Katschl und K. Melinghoffner. Zeitschrift für klinische Medizin, Bd. 123, 1933, 390.
5. Molnar und Hetenyi. Boas. Arch., 30, 8. 1922.
6. Я. П. Скляр о в. Желудочная секреция, 1961, стр. 66.
7. О. Д. Жовноватая. Влияние пищевого возбуждения желудочных желез на мочеотделение. Автореферат, 1951.
8. Dods und Smit. Citr. no Rolf Köhler. Die wirkung von Hormonen auf Magen-sekretion und Chloridstoffwechsel. 1955, стр. 10.



მასპინძელთა მიმართ

რ. ჩხვიძე, ლ. ბაზარაშვილი

სისხლის შედედების წორიერეთი მაჩვენებელი დინამიკაში
საკონტრასტო ხსნარის შეყვანაზე ფლემობრაფიის მიზნით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 10.10.1964)

ლიტერატურული წყაროების მიხედვით [1—5] საკონტრასტო ნივთიერებათა შეყვანის შედეგად იქმნება თრომბოზოზომოქმის შესაძლებლობა. ზოგიერთ მკვლევარს სისხლძარღვთა თრომბოზებისა და თრომბოფლემბიტების გაჩენა შესაძლებლად მიაჩნია საკონტრასტო ხსნარის შეყვანიდან მოგვიანებით ხსნაში.

ცვლილებები ვენების ვარიკოზის დროს ობლიტერაციის მიზნით ხმარებული მალაქონცენტრიული ხსნარების შეყვანაზე ასეპტიური თრომბის წარმოქმნით იწყება და სკლეროზით მთავრდება [6, 7]. ამასთან, მ. მაჩაბელმა [8] 40%-იანი სერგოზინის ხსნარი გამოიყენა და თრომბის წარმოქმნის მაქსიმალური გამოვლინების ვადათ მე-3 დღე დაასახელა.

თრომბოზების დროს აღნიშნება მიდრეკილება სისხლის შედედების გაძლიერებისაკენ. სისხლის შედედების სისტემის მეცნიერული შესწავლის შემდეგ შესაძლებელი გახდა თრომბოემბოლიური პროცესების ადრეული ამოცნობა [8, 9, 10, 11, 12].

მართალია, ზემოაღნიშნული მკვლევარები საკონტრასტო ნივთიერებათა შეყვანაზე აღნიშნავენ თრომბოზოზომოქმის შესაძლებლობას, მაგრამ არცერთ მათგანს არ უთქვამს, თუ რა მიმართულებით იცვლება სისხლის შედედების სისტემა. ერთადერთი ნაშრომი, რომელიც ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ვნახეთ. ეკუთვნის პ. სერგეევს [13], რომელმაც კურდღლებში ბაზარონის მეთოდით შეისწავლა 50% კარდიოტრასტის გავლენა (1 მლ კვ/წონაზე) სისხლის შედედების სიჩქარეზე. იგი დაასკვნის, რომ საკონტრასტო ხსნარი იწვევს სისხლის შედედების გახანგრძლივებას. ამასთან, მაქსიმალურ გადახრას ადგილი აქვს მისი შეყვანიდან 30 წუთის შემდეგ, ხოლო 2 საათის ბოლოს სისხლის შედედება ნორმალისდება.

მხედველობაში მივლეთ ერთი მხრივ ლიტერატურაში არსებული მითითება, ხოლო მეორე მხრივ რენტგენოკონტრასტული გამოკვლევის აუცილებლობა. ჩვენ მიზნად დავისახეთ ავადმყოფებზე დინამიკაში შეგვესწავლა შედედების სისტემის ზოგიერთი კომპონენტი 50%-იანი ტრიოტრასტის (საშუალოდ 0.25 გრ სუფთა ნივთიერების კვ/წონაზე) ფლემობრაფიის მიზნით შეყვანის შემდეგ. დაკვირვებას ვაწარმოებდით შეყვანიდან 1—3 საათის, 24 საათისა და 48 საათის შემდეგ.

სისხლის შედედების სისტემაზე აღნიშნული საკონტრასტო ნივთიერების გავლენის შესახებ ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ვერაფერი ვიპოვეთ. გამოკვლევა ჩავატარეთ 15 სრულსაკოვან, ორივე სქესის ავადმყოფებზე, რომელთაც აღნიშნებოდა ქვემო კიდურების ვენების სხვადასხვა პათოლოგია. ფლემობრაფიამდე ავადმყოფებში ვადგენდით შედედების სისტემის იმ კომპონენტთა საწყის მაჩვენებლებს (ფოსს), რომელთა მიხედვით შემდეგში ვაწარმოებდით დაკვირვებას.



სისხლის ზოგადი კოაგულაციური მონაცემების დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა სისხლის სპონტანური შედედების დრო ლისა და უაიტის მეთოდის მეორე ვარიანტით და თრომბოტესტი ფ. იტას მეთოდით. სისხლის შედედების I ფაზა: რეკალციფიკაციის დრო. პროთრომბინის მოხმარება შრატში მ. მაჩაბლის მიერ მოდიფიცირებული მეთოდით; სისხლის შედედების II ფაზა: პროთრომბინის რაოდენობა პროცენტობით (პროთრომბინი ინდექსით) კვიკის მეთოდით, თრომბინის დრო და სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრო ე. სირმაის მეთოდით; სისხლის შედედების III ფაზა: ფიბრინოგენი B ლაიონსის მეთოდით, ფიბრინოგენის თვისობრივი და რაოდენობრივი განსაზღვრა მშრალჰაეროვანი მეთოდით, მოდიფიცირებული მ. მაჩაბლის მიერ [8].

სისხლის შედედების სისტემის კომპონენტთა საწყისი მაჩვენებლების მიხედვით ავადმყოფები დაყავით სამ ჯგუფად: I ჯგუფში გამოყავით ავადმყოფები ნორმალური კოაგულაციური მონაცემებით (ისტ. № 108, 1516, 4256, 868, 5384). სულ 5 ავადმყოფი; II ჯგუფში გავაერთიანეთ ისეთი ავადმყოფები, რომელთაც ჰიპერკოაგულაციური მონაცემები აღენიშნებოდათ (ისტ. № 861, 3065, 3019, 8921, 3937, 8250), სულ 6 ავადმყოფი; III ჯგუფში შევიდა 4 ავადმყოფი, რომელთაც ჰიპოკოაგულაციური მონაცემები აღენიშნებოდა (ისტ. № 8884, 1663, 3334, 4296).

I ჯგუფის ავადმყოფებს, რომელთაც საწყისი მაჩვენებლების მიხედვით ნორმოკოაგულობა აღენიშნებოდა, სისხლის შედედების სპონტანური დრო ჰქონდათ 5—7.5 წუთი (ნორმა 4—9 წუთი). თრომბოტესტი მიუთითებდა ნორმოკოაგულობაზე. რეკალციფიკაციის დრო თრომბოტესტით გაუმდიდრებელი პლაზმით შეადგენდა 110—162" (ნორმა 110—180"). პროთრომბინის შრატში მოხმარების დრო იყო 38—60" (ნორმა 35—100"). პროთრომბინი ინდექსით უდრიდა 90—100% (ნორმა 95—100%). თრომბინის დრო უდრიდა 4—6" (ნორმა 4—9"), სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრო უდრიდა 4—6" (ნორმა 4—9"), ფიბრინოგენი B გამოვარდნას არ ჰქონდა ადგილი არცერთ შემთხვევაში. ფიბრინოგენის თვისობრივი მაჩვენებელი ყველა შემთხვევაში აღინიშნა 4+, ხოლო მისმა რაოდენობამ შეადგინა 4—5 მგ/მლ (ნორმა 5—7 მგ/მლ).

II ჯგუფში ასეთი საწყისი მაჩვენებლები გვქონდა: სისხლის შედედების სპონტანური დრო უდრიდა 4—8" (ნორმები მოყვანილია პირველი ჯგუფის განხილვის დროს). თრომბოტესტი ხუთ შემთხვევაში იყო უხვი ჩანთა (ერთ შემთხვევაში ჩანთა). რეკალციფიკაციის დრო თრომბოტესტით გაუმდიდრებელი პლაზმით იყო 68—155". პროთრომბინის შრატში მოხმარების დრო 41—80". პროთრომბინი ინდექსით უდრიდა 105—115%-ს. თრომბინის დრო შეადგინა 30—33". სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრო იყო 4—8". ფიბრინოგენის გამოკვლევისას ხუთ შემთხვევაში აღინიშნა კოლტი. ფიბრინოგენის თვისობრივი მაჩვენებელი ყველა გამოკვლეულ შემთხვევაში აღინიშნა 4+, ხოლო მისმა რაოდენობამ შეადგინა 5—9 მგ/მლ.

III ჯგუფში ოთხივე ავადმყოფს საწყისი მაჩვენებლებით ჰიპოკოაგულობა აღენიშნებოდა. მათში სისხლის სპონტანური შედედების დრო უდრიდა 7—9³⁰"-მდე. თრომბოტესტი მიუთითებდა ნორმოკოაგულაციაზე. რეკალციფიკაციის დრო თრომბოტესტებით გაუმდიდრებელი პლაზმით იყო 120—180". პროთრომბინის შრატში მოხმარების დრო აღინიშნა 55—70"-ით. პროთრომბინი ინდექსით უდრიდა 85—87%-ს. თრომბინის დრო იყო 29—45". სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრო შეადგენდა 6—8"-ს. ფიბრინოგენი B დადებითი რეაქცია 3+ და 4+ არცერთ შემთხვევაში არ ყოფილა აღნიშნული. ფიბრინოგენის თვისობრივი მაჩვენებელი აღინიშნა 4+; მისმა რაოდენობამ კი შეადგინა 4,5—6 მგ/მლ.

საკონტრასტო ნივთიერების 50% ტრიოდტრასტი (საშუალოდ 0,5 მლ კვ წონა), შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ, ავადმყოფებში, რომელთაც ნორმოკო-აგულობა აღენიშნებოდა (I ჯგუფი), სისხლის შედედების სპონტანური დრო გახანგრძლივდა 2"-ით—ორ შემთხვევაში, შემოკლდა 1"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 30"-დან 1⁴⁰"-მდე — ორ შემთხვევაში; შემოკლდა 30"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 48 საათის გავლიდან გახანგრძლივდა 30"-ით — ერთ შემთხვევაში, შემოკლდა 30"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ორ შემთხვევაში.

თრომბოტეტის ამ ჯგუფის ავადმყოფებში გამოკვლევის ყველა ვადაში აღინიშნებოდა ნორმოკოაგულობა.

რეკალციფიკაციის დრო ამ ჯგუფის ავადმყოფებში საკონტრასტო ხსნარის შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 10—77"-მდე — სამ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 18—40"-ით — სამ შემთხვევაში, შემოკლდა 8"-ით — ორ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 12—44"-ით — ოთხივე შემთხვევაში.

პროთრომბინის შრატში მოხარების დრო შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 3—10"-ით ორ შემთხვევაში, შემოკლდა 5"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ გამოკვლევაში; 24-საათის შემდეგ შემოკლდა 3—10"-ით — სამ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 3—6"-ით—ორ შემთხვევაში, შემოკლდა 2"-ით—ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში.

პროთრომბინმა ინდექსით მოიმატა 1—3 საათის შემდეგ 11%-ით—ერთ ავადმყოფზე, მოიკლო 2—12%-ით — ორ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ მოიმატა 11—15%-ით — ორ შემთხვევაში, მოიკლო 2—9%-მდე — ორ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ მოიმატა 11—15%-ით — ორ შემთხვევაში, მოიკლო 2—5%-ით. — ორ შემთხვევაში.

თრომბინის დრო I ჯგუფის ავადმყოფებში შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 1"-ით — ერთ შემთხვევაში, შემოკლდა 2—5"-ით — ორ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ორ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 1—2"-ით — ორ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ თრომბინის დრო გახანგრძლივდა 1"-ით ერთხელ, შემოკლდა 3"-ით — ერთ შემთხვევაში და უცვლელი დარჩა — სამ შემთხვევაში.

I ჯგუფში საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრო გახანგრძლივდა 2"-ით — ერთ შემთხვევაში, შემოკლდა 1"-ით — ერთ შემთხვევაში და უცვლელი დარჩა — ორ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 1—5"-ით ორ შემთხვევაში, შემოკლდა 1"-ით—ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 1—2"-ით — ორ შემთხვევაში, შემოკლდა 1"-ით—ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა—ერთ შემთხვევაში.

ფიბრინოგენის B კოლტი ამ ჯგუფის ავადმყოფებში გამოკვლევის არცერთ ვადაზე არ მიგვიღია.

ფიბრინოგენის რაოდენობამ შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ მოიმატა 0,5—1 მგ/მლ—ორ შემთხვევაში, მოიკლო 1 მგ/მლ—ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ ავადმყოფზე; 24 საათის შემდეგ მოიმატა 0,5—1 მგ/მლ — ორ შემთხვევაში, მოიკლო 0,5 მგ/მლ — ორიჯრ, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ უცვლელი დარჩა — ოთხ ავადმყოფს. ფიბ-



რინოგენის თვისობრივი მაჩვენებელი გამოკვლევის ყველა ვადაში აღინიშნა 4+.

ავადმყოფთა II ჯგუფში, სადაც საწყისი მაჩვენებლების მიხედვით ჰიპერკოაგულობასთან გვჭონდა საქმე, საკონტრასტო ხსნარის შეყვანიდა: 1—3 საათის შემდეგ სისხლის შედედების სპონტანური დრო გახანგრძლივდა 1'-1'-³⁰'-მდე — ოთხ შემთხვევაში, შემოკლდა 2'-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ ავადმყოფს.

24 საათის შემდეგ სისხლის შედედების სპონტანური დრო გახანგრძლივდა საწყის მაჩვენებლებთან შედარებით 1—1'³⁰'-ით — ორ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ოთხ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 30"-დან 1'-მდე — ორ შემთხვევაში, შემოკლდა 30"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — სამ ავადმყოფს. თრომბოტესტით აღინიშნებოდა ყველა ვადაში იგივე, რაც საწყის დონეზე.

რეფალციფიკაციის დრო ამ ჯგუფის ავადმყოფებში, საკონტრასტო ხსნარის შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 5"-დან 7"-მდე — სამ შემთხვევაში, შემოკლდა 10—12"-ით — ორ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ ავადმყოფს; 24 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 5—6"-მდე — სამ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ორ ავადმყოფს; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 4—64"-მდე — სამ შემთხვევაში, შემოკლდა 2"-ით — ერთ ავადმყოფზე.

პროთრომბინის შერატში მოხმარების დრო 1—3 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 5—29"-მდე — ორ შემთხვევაში, შემოკლდა 3—35"-ით — ორ ავადმყოფში; 24 საათის შემდეგ შემოკლდა 5—35"-მდე — ორ შემთხვევაში; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 24"-ით — ერთ შემთხვევაში, შემოკლდა 5—35"-ით — ორ შემთხვევაში.

პროთრომბინი ინდექსით II ჯგუფის ავადმყოფებში შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ შეცირდა 2—42%-მდე — ხუთ ავადმყოფში; 24 საათის შემდეგ დაიკლო 3—32%-მდე — ოთხ ავადმყოფზე, უცვლელი დარჩა — ერთ ავადმყოფს; 48 საათის შემდეგ პროთრომბინმა ინდექსით დაიკლო 7—25%-ით — სამ შემთხვევაში, ხოლო დაემთხვა საწყის მაჩვენებელს — ერთ შემთხვევაში.

II ჯგუფის ავადმყოფებში თრომბინის დრომ საკონტრასტო ხსნარის შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ მოიმატა 2—8"-ით — ორ ავადმყოფში, დაიკლო 2"-ით — ერთზე, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ თრომბინის დროს მოიმატა 1—8"-ით აღინიშნებოდა სამ ავადმყოფს, უცვლელი დარჩა ერთ ავადმყოფზე; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივება აღინიშნებოდა 1—2"-ით — ორ ავადმყოფს, დაკლებდა 5"-ით — ერთს, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში.

სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრომ საკონტრასტო ხსნარის შეყვანაზე ასეთი სურათი გვიჩვენა: 1—3 საათის შემდეგ მოიმატა 1—2"-ით — ორ შემთხვევაში, დაიკლო 3"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ მოიმატა 2"-ით — ერთზე, დაიკლო 1"-ით — ერთ შემთხვევაში და უცვლელი დარჩა — ორ ავადმყოფზე.

ფიბრინოგენი B გამოვარდა კოლტი — ექვს ავადმყოფზე ყველა ვადაში; აქედან 5-ს ეს მოვლენა დასაწყისშიც აღინიშნებოდა.

ფიბრინოგენის თვისობრივი მაჩვენებელი აღინიშნა ყველა შემთხვევაში 4+. ფიბრინოგენის რაოდენობამ 1—3 საათის შემდეგ მოიმატა 0,5—1 მგ/მლ — ორ შემთხვევაში, მოიკლო 0,5 მგ/მლ — ორ ავადმყოფზე და უცვლელი დარჩა — ორ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ მოიმატა 0,5—1 მგ/მლ — ორ შემთხვევაში, მოიკლო 0,5 მგ/მლ — ერთ ავადმყოფზე და უცვლელი დარჩა ორ შემთხვევაში.

III ჯგუფში შედიოდა ავადმყოფები სისხლის შედედების სისტემის კომპონენტთა შედარებით დაქვეითებული მაჩვენებლებით. საკონტრასტო ხსნარის შეყვანის შემდეგ ასეთი გადახრები აღინიშნა: 1—3 საათის შემდეგ სისხლის შედედების სპონტანური დრო შემოკლდა 30"-დან 1^{30"}-მდე — ორ ავადმყოფზე, გახანგრძლივდა 30"-ით — ერთ შემთხვევაში. უცვლელი დარჩა — ერთ გამოკვლევაში; 24 საათის შემდეგ შემოკლდა 30"—1'-მდე — სამ შემთხვევაში.

თრომბოციტი ამ ჯგუფში, გამოკვლევის ყველა ვადაში, უჩვენებდა ნორმოკოაგულაციას.

რეკალციფიკაციის დროს საკონტრასტო ხსნარის შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 5—70"-მდე — სამ ავადმყოფზე, შემოკლდა 10"-ით — ერთ პაციენტზე; 24 საათის შემდეგ რეკალციფიკაციის დრო შემოკლდა 5"-ით — სამ ავადმყოფზე; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 75"-ით — ერთ ავადმყოფზე, შემოკლდა 15"-ით — ერთზე და საწყის დონესთან შედარებით უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში.

პროთრომბინის შრატში მოხმარების დრო 1—3 საათის შემდეგ შემოკლდა 2"-ით — ერთ ავადმყოფზე, უცვლელი დარჩა — ერთ ავადმყოფზე; 48 საათის შემდეგ გახანგრძლივდა 2"-ით — ერთ შემთხვევაში.

პროთრომბინი ინდექსით 1—3 საათის შემდეგ გაიზარდა 3—11"-ით — ორ ავადმყოფზე, უცვლელი დარჩა ერთ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ გაიზარდა 6—9%-ით — ორ ავადმყოფზე, შემცირდა 9%-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთ შემთხვევაში.

თრომბინის დრო 1—3 საათის შემდეგ შემოკლდა 1"-ით — სამ შემთხვევაში; 24 საათის შემდეგ თრომბინის დრო გახანგრძლივდა 2"-ით — ერთ შემთხვევაში, შემოკლდა 2"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ერთზე, 48 საათის შემდეგ თრომბინის დრო გახანგრძლივდა 1—2"-ით — სამ შემთხვევაში.

სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრო ამ ჯგუფის ავადმყოფებში საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ შემოკლდა 3"-ით — ერთ შემთხვევაში, გახანგრძლივდა 1"-ით — ერთ შემთხვევაში და უცვლელი დარჩა ერთზე; 24 საათის შემდეგ შემოკლდა 2"-ით — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ორ ავადმყოფზე; 48 საათის შემდეგ სისხლში თავისუფალი ჰეპარინის დრო უცვლელი დარჩა 3 შემთხვევაში.

ფიბრინოგენი B კოლტის გამოვარდნას გამოკვლევის არცერთ ვადაში არ ჰქონდა ადგილი.

ფიბრინოგენის თვისობრიობის მაჩვენებელი გამოკვლევის ყველა ვადაზე აღინიშნა 4+; მისი რაოდენობა კი 1—3 საათის შემდეგ 0,5 მგ/მლ მომატებული ჰქონდა ერას, 0,5 მგ/მლ-ით დაიკლო ერთ ავადმყოფში, უცვლელი დარჩა — ერთს; 24 საათის შემდეგ დაიკლო 0,5 მგ/მლ — ერთ შემთხვევაში, მოიმატა 0,5 მგ/მლ — ერთზე უცვლელი დარჩა ერთ ავადმყოფს; 48 საათის შემდეგ მოიმატა 0,5 მგ/მლ — ერთ შემთხვევაში, უცვლელი დარჩა — ორ შემთხვევაში.

როგორც მასალიდან ჩანს, 50%-იანი ტრიოდტრასტი, საშუალოდ 0,5 მლ ერთ კგ წონაზე (0,25 გრ. სუფთა პრეპარატი), შეყვანილი ორგანიზმში ფიბროგრაფიის მიხედვით (უპირატესად ტრანსსალური გზით) იწვევს სისხლის შედედების სისტემის კომპონენტთა ცვლილებებს ორივე მიმართულებით — როგორც შედედების გაძლიერებას, ისე მისი შემცირებისაკენ. მეტწილ შემთხვე-

ვებში ეს ძვრები საწყისი დონის ქვემო და ზემო საზღვრებს არ ცილდება. ცალკეულ შემთხვევებში ადგილი აქვს საწყისი მაჩვენებლებიდან თვალსაჩინო გადახრებს, თუმცა ისინი 48 საათის შემდეგ ნორმალურდება.

რამდენაღმე განსხვავებულია ცვლილებები საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანაზე ავადმყოფთა იმ ჯგუფში, სადაც თავიდანვე ჰიპერკოაგულაციური მონაცემები აღინიშნებოდა. ამ შემთხვევაში სისხლის შეღებვის მეორე ფაზის კომპონენტთა აქტივობა რამდენაღმე ქვეითდება, რაც ჩვენი აზრით, უნდა აიხსნას ტრიოლტრასტის ქოლინომიმეტიური თვისებით. იოდის შემცველი საკონტრასტო ნივთიერებს ქოლინომიმეტიური თვისების შესახებ აღნიშნულია ლიტერატურულ წყაროებშიც.

ჰიპერკოაგულაციური მონაცემების ავადმყოფთა ჯგუფში საკონტრასტო ხსნარის შეყვანამდე 5 შემთხვევაში აღინიშნებოდა ფიბრინოგენი B, რაც შეყვანიდან გამოკვლევის ყველა ვადაში აღინიშნა, ამას გარდა, ერთ შემთხვევაში ფიბრინოგენი გამოჩნდა გამოკვლევის ყველა ვადაზე. ამ შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა პროთრომბინის პროცენტულ მომატებას ინდექსით.

ლ. ბეზარაშვილის გამოუქვეყნებელი მონაცემებით, დადასტურებულია, რომ ფიბრინოგენი B-ს გამოჩენა ნორმითა და ჰიპერკოაგულაციის ფონზე, წარმოადგენს სისხლის ნაკადში თრომბინის გამოჩენის უტყუარ ნიშანს.

ჩვენი მონაცემები საკონტრასტო ხსნარის შეყვანიდან 1—3 საათის შემდეგ ძირითადად ეთანხმება პ. სერგეევის [13] მონაცემებს კარდიოტრასტის მიმართ. ამდენად, უნდა ვიფიქროთ, რომ იოდის შემცველ საკონტრასტო ნივთიერებებს სისხლის შემდეგდებული სისტემის მიმართ, მიუხედავად იოდის ატომთა რიცხვის სხვაობისა, პრინციპში ერთნაირი მოქმედება ახასიათებთ.

შედგენის სისტემის კომპონენტთა ზომიერი ცვლილებები, ჩვენს შემთხვევაში განპირობებულია მეთოდის თავისებურებებით. კერძოდ სისხლის ნაკადის გზაზე ყოველგვარი ზეწოლა გამოიწვევს შეგუბებას, ხოლო ამ დროს კონცენტრირული ხსნარი თავის მოქმედებას მეტად გამოავლენს.

სისხლძარღვთა თრომბოზის პრობლემა ძალზე რთულია. მასში წამყვანი როლის შესრულება არ შეუძლია ტრიოლტრასტის 50%-იან ხსნარს. ჩვენ მიერ მოწოდებული დოზით.

სისხლის ნაკადის შენელება, სისხლძარღვის ენდოთელიუმის დაზიანება. შედეგების სისტემის კორელაციის დარღვევა, ჰემოსტაზის ცენტრალური რეგულაციისა და ადგილობრივ სისხლძარღვის კედელში ინერვაციის მოშლა (ერთად აღებული) შეიძლება გახდეს თრომბოზის მიზეზი; საამისო პირობები კი ფლუბოგრაფიის დროს მოსალოდნელია შეიქნას, რაც კიდევ ერთხელ მიუთითებს მეთოდის სათანადო ჩვენებისა და ჩატარების პედანტობაზე.

საჭიროდ მიგვაჩნია, როგორც წესი, ფლუბოგრაფიის წინ ყველა ავადმყოფი გამოკვლეულ იქნეს შედეგების სისტემის მხრივ, ყველაზე მეტი ყურადღების ღირსია ფიბრინოგენ B-ს გამოჩენა. სხვა კომპონენტებთან ერთად იგი ორგანიზმში ამჟღავნებს პროთრომბოზულ მდგომარეობას.

ექსპერიმენტული და კლინიკური
 ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.10.1964)

Р. ЧХЕИДЗЕ, Л. БЕЗАРАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КРОВИ
В ДИНАМИКЕ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА
ПО ПОВОДУ ФЛЕБОГРАФИИ

Резюме

Нами на больных применено контрастное вещество отечественного производства—трийодтраст 50%-ной концентрации, в среднем 0,5 мл на 1 кг веса больного.

Действие указанного препарата на свертывающую систему крови больных в динамике в литературе не описано. Исследования проведены на 15 больных с разными (неострыми) патологиями вен нижних конечностей в сроки от 1 до 3 часов после введения трийодтраста, после 24 и 48 часов.

Наблюдение велось по следующим тестам: время спонтанного свертывания крови (II вариант) по Ли и Уайту, тромботест по Фунте-Ита.

I фаза свертывания: время рекальцификации, время потребления протромбина в сыворотке в модификации М. С. Мачабели [8].

II фаза: количество протромбина в процентах по методу Куика, время тромбина и свободного гепарина в крови по методу Сирмая.

III фаза: фибриноген В по методу Лайонса, качественное и количественное определение фибриногена воздушно-сухим способом в модификации М. С. Мачабели.

Показатели сравнивались с фоном (исследования до введения трийодтраста). По исходным данным больные разделены на три группы: с нормо-, гипер- и гипокоагулябельностью.

Под действием трийодтраста отмечается изменение данных показателей в обе стороны (замедление и ускорение свертывания), но выше и ниже нормы они не переходили. В группе больных с гиперкоагулябельным фоном имело место понижение активности компонентов II фазы, которое, по мнению авторов, объясняется холиномиметическими свойствами йодосодержащих веществ. Всякие отклонения нормализуются через 48 часов.

Особое внимание следует уделить выпадению фибриногена В, имевшего место в одном случае.

დაამოწმებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Р. П. Аскерханов. Венография нижних конечностей. Махачкала, 1959.
2. Н. Н. Малиновский. Опыт применения ангиокардиографии и зондирования в диагностике врожденных пороков сердца. М., 1959.

3. Е. Н. Мешалкин. Зондирование и контрастное исследование сердца. М., 1954.
4. Р. П. Зеленин. Внутрикостная флебография при тромбозах глубоких вен и посттромботическом синдроме нижних конечностей. Автореферат, М., 1964.
5. В. Н. Шейнис. К вопросу оценки состояния и функции глубоких вен конечностей. Хирургия, 5, 1951, 23—29.
6. М. А. Воробьев. Применение сергозина при варикозном расширении вен. Вестник хирургии, 8, 1963, 129—130.
7. Д. Г. Мамамтавришвили и С. Никурадзе. К вопросу об инъекционном лечении варикоза нижних конечностей на основании 8845 собственных случаев. Вестник хирургии, т. 51, кн. 135, 1937, 66—70.
8. М. С. Мачабели. Теория свертывания крови. Тбилиси, 1960.
9. М. Г. Гачечиладзе, Р. И. Бокерия, Г. Ш. Лабахуа, М. С. Мачабели. О нормостатическом характере изменений гемостаза при тромбофлебитах. Труды института exper. и клинич. хирургии и гематологии АН ГССР, т. X, 1963, 233—240.
10. Б. А. Кудряшев. Проблема свертывания крови и тромбообразования. Клиническая медицина, т. 34, 10, 1958, 3—19.
11. З. П. Рязанова. Значение определения уровня протромбина крови у больных тромбозами и тромбофлебитами. Вестник хирургии, 3, 1955, 88—93.
12. Е. А. Орлова. Протромбиновое время и значение его определения. Журнал невропатологии и психиатрии им. Корсакова, т. 53, вып. 12, 1953, 957—962.
13. П. В. Сергеев. Фармакологическое исследование контрастного препарата кардиограф. Автореферат, М., 1958.

ო. გოგუაძე

ტვინის ექსპერიმენტული შერყების დროს ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილების სტრუქტურის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 15.1.1965)

ქალა-ტვინის დაზარალებული ტრავმები, კერძოდ ტვინის შერყევა ზოგადი ქირურგიისა და ნეიროქირურგიის პრობლემურ საკითხს წარმოადგენს. მიუხედავად იმისა, რომ ამ პათოლოგიის პათოგენეზი, კლინიკა და მკურნალობა მრავალი მეცნიერების კვლევის მთავარ საგანს წარმოადგენს [1—5], სადღეისოდ ამ საკითხზე კვლავ აზრთა სხვადასხვაობაა. ამიტომ, რომ ამ დავადების მკურნალობის ისეთი მეთოდები, როგორცაა: ოსმთერაპია, ნოვოკაინური ბლოკადა ვიშნევსკის მეთოდით. ზურგის ტვინის განმეორებითი პუნქციები. მედიკამენტური ძილი და სხვა, სამედიცინო მეცნიერების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ვეღარ აკმაყოფილებენ კლინიკის მოთხოვნებს. ამაზე ის ფაქტიც მიუთითებს, რომ ქალა-ტვინის ტრავმული დაზიანების გადატანის შემდეგ ავადმყოფთა საგრძნობ პროცენტს აღნიშნება ესა თუ ის გართულება. აღნიშნული გართულებები ხშირად აქვთ თებენ მათს შორამისუნარიანობას [6, 7]. მკურნალობის რაციონალიზაციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ტვინის შერყევის პათომორფოლოგიის შესწავლას.

ლიტერატურული წყაროები ტვინის შერყევის პათომორფოლოგიის შესახებ ძალზე მცირეა. ი. ბაბჩინი [8] აღნიშნავს, რომ ტვინის შერყევა, მიუხედავად მისი დიდი გავრცელებისა, პათომორფოლოგიურად მეტად უმნიშვნელოაა შესწავლილი. იმ მცირერიცხოვან შრომებში [9—12], რომლებიც შეეხებიან ტვინის შერყევის დროს თავის ტვინში აღმოცენებულ სტრუქტურულ ცვლილებებს, არაა სათანადოდ შესწავლილი ნატიფი სტრუქტურული ცვლილებები.

წინამდებარე შრომა განეკუთვნება ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილების ნატიფი სტრუქტურის მდგომარეობას ტვინის ექსპერიმენტული შერყევის დროს.

ცდებო ჩატარდა საეზოვე ჯიშის ხვად ძაღლებზე (წონით 12—14 კგ), რომლებსაც კეფის მიდამოში ვაყენებდით დოზირებულ ტრავმას სპეციალურად შექმნილი აპარატის საშუალებით. მიკრომორფოლოგიური შესწავლის მიზნით ცხოველებს ვკლავდით ცვლის დამთავრებიდან 24 საათის, 5, 10 და 15 დღის შემდეგ. მასალას ვიღებდით ცხოველთა მოკვლისთანავე მხედველობის ბორცვებიდან, მოგრო ტვინიდან (ცთომილი ნერვის წინა და უკანა ბირთვების დონეზე), ზურგის ტვინის კისრის სეგმენტებიდან.

მიკრომორფოლოგიური გამოკვლევის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ ტვინის ექსპერიმენტული შერყევის შედეგად თავის ტვინის ყველა შესწავლილ განყოფილებაში, ერთი მხრივ, ვითარდება ჰემოდისცირკულაციის, ხოლო, მეორე მხრივ, პარენქიმის დისტროფიის მოვლენები.

ტრავმის მიყენებიდან 24 საათის შემდეგ მხედველობის ბორცვებში ვითარდება ჰემოდისცირკულაციის მოვლენები. გამოხატული სისხლის მიღების სისხლსავსეობით და მათში სისხლის სტაზით, ტვინის ნივთიერების შეშუპებით.

ექსპერიმენტის ამ ვადაში აღინიშნება ნერვული უჯრედების გაფუჭება, შესევება, არაიშვიათად ჰიპერქრომატოზი. ასეთნაირად შეცვლილი ნერვული უჯრედების ირგვლივ იმატებს გლიის უჯრედთა რიცხვი. თითქმის ყველა ნერვული უჯრედის ბირთვებში აღინიშნება ბაზოფილური ჩანაროების არსებობა. საკმაოდ ხშირია ბირთვების ექტოპია. არაიშვიათად დიდი ზომის ნერვულ უჯრედებში გვხვდება სეგმენტური ქრომატოლოზი. ხშირია ნერვულ უჯრედებში ნეიროფიბრილების შესევება და ერთმანეთთან შეწყობება, მორჩების გატლანქება და დაკლავება. აქა-იქ აღინიშნება ნერვულ უჯრედთა დაშლა და ნეირონოფაგია.

როგორც ნერვულ, ისე გლიის უჯრედებში დნპ-ის რაოდენობა ცვლილებებს არ განიცდის. იშვიათად გვხვდება გლიის უჯრედები, რომელთა კარიოპლასმაშიც შედარებით მცირეა დასახელებული ნუკლეოპროტეიდის რაოდენობა. ნერვულ და გლიის უჯრედებში შემცირებულია რნპ-ის საერთო რაოდენობა. აღინიშნება ნერვულ უჯრედთა მიტოქონდრიების, ერგასტოპლასმისა და ბირთვაკის რნპ-ს გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის მყავე არესაკენ გადახრა.

ექსპერიმენტის აღნიშნულ ვადაში ჰემოდისცირკულარული მოვლენები, განვითარებული მოგრძო ტვინში, გამოხატულია სისხლის მილების სისხლსავსეობით, მათში სისხლის სტაზით, წერტილოვანი სისხლჩაქცევებით (ძირითადად პერივასკულურად), ტვინის ნივთიერების შეშუპებით. პერიცელულური და პერივასკულური სივრცეების გაგანიერებითა და მათში შეშუპების სიონის დაგროვებით. ნაზი და სოლისებური კონების ბირთვების, ენისქვეშა და სახეს ნერვის ბირთვების, ცთომილი ნერვის წინა მამოძრავებელი და უკანა მგრძობიარე ბირთვებისა და ამბიგუსის, ოლივიების ქვემო და დამატებითი ბირთვების ნერვულ უჯრედებში ხშირად აღინიშნება გაფუჭება, არაიშვიათად ჰიპერქრომატოზი. ნერვულ უჯრედთა სხეულებსა და მორჩებში არსებული ნეიროფიბრილები გასქელებულია, გატლანქებული და დაკლავილია უჯრედთა მორჩები.

დნპ-ს რაოდენობა შემცირებულია ზემოჩამოთვლილი ბირთვების იმ უჯრედებში რომლებიც, გაფუჭებული არაან ან იმყოფებიან ჰიპერქრომულ მდგომარეობაში. ნორმალური სტრუქტურის მქონე უჯრედებში დნპ-ს რაოდენობა ზომიერია.

ნერვულ და გლიის უჯრედებში აღინიშნება რნპ-ს გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის მყავე არესაკენ გადახრა. ამასთან, მიტოქონდრიების რნპ-ს გამოვლინება იწყება pH 2,6-ზე, ერგასტოპლასმისა და ბირთვაკის რნპ-ს pH 3,0. ტრავმის მიყენებიდან 24 საათის შემდეგ ზურგის ტვინში განვითარებული ჰემოდისცირკულაციური მოვლენები გამოხატულია სისხლის მილების სისხლსავსეობით, მათში სისხლის სტაზით, ზურგის ტვინის რბილ გარსებსა და ტვინის ნივთიერებაში წერტილოვანი სისხლჩაქცევებით, პერივასკულური სივრცეების გაგანიერებით.

ექსპერიმენტის აღნიშნულ ვადაში ჰიპერქრომულია თითქმის ყველა ნეირონი, მოტორულ ასოციაციური უჯრედები, კლარკის ბირთვის დიდი ზომის უჯრედები, გვერდითი რქებისა და ლისაუერის ზონის ზოგიერთი უჯრედი. ჰიპერქრომატოზი ხშირად გამოხატულია უჯრედთა ჰომოგენიზაციითა და დეფორმაციით. ზემოჩამოთვლილი ბირთვების უჯრედებში გვხვდება სეგმენტური, იშვიათად დიფუზური ქრომატოლოზი. სეგმენტური ან დიფუზური ქრომატოზისა და ჰიპერქრომატოზის მდგომარეობაში მყოფ ნერვულ (და გლიის) უჯრედებში შემცირებულია დნპ-ს საერთო რაოდენობა და წარმოდგენილია წვრილი მკრთალი იისფერი მარცვლების სახით. ზემოჩამოთვლილი ბირთვების ნერვულ და გლიის უჯრედებში, რომლებიც დისტროფიულ მდგომარეობაში იმყოფებიან, აღინიშნება რნპ-ს გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის მყავე არესაკენ გადახრა. მიტოქონდრიების რნპ ხშირად გამოვლინებას იწყებს pH 3,0-ზე, ხოლო ბირ-

თვავისა და არგასტოლაზმის რნპ pH 3,6-ზე. შესწავლილი ბირთვების ნორმა-
ლური სტრუქტურის მქონე უჯრედებში დნპ-სა და რნპ-ს რაოდენობა ზომიერია.

ტრავმის მიყენებიდან 5 დღეღამის შემდეგ სტრუქტურულ ცვლილებათა
ინტენსივობა მატულობს ცენტრალური ნერვული სისტემის ყველა შესწავლილ
განყოფილებაში. ექსპერიმენტის ამ ვადაში მხედველობის ბორცვებში გაცილე-
ბით ინტენსიურადაა გამოხატული ჰემოდისცირკულარული მოვლენები, ვიდრე
ტრავმის მიყენებიდან 24 საათის შემდეგ. აღნიშნულ ბორცვებში ხშირად ვხვდუ-
ბით ნერვულ უჯრედთა გაფუხებასა და ეკაულოზისაციას, სეგმენტურ და დიფუ-
ზურ ქრომატოლიზს, ნერვულ უჯრედთა დაშლას ნეირონოფაგის მოვლენებით.
ზოგჯერ ნაყოტის გრანულომებს.

ნერვული უჯრედთა უმრავლესობაში შემცირებულია დნპ-სა და რნპ-ს რა-
ოდენობა უჯრედთა ცალკეული ორგანოიდების რნპ-ს იგივე მნიშვნელობის pH-
ებზე გამოვლინებით. როგორც ექსპერიმენტის წინა ვადაში. ექსპერიმენტის მე-5
დღეს მოგრო ტვინში აღინიშნება ჰემოდისცირკულაციის მკვეთრი მოვლენები
— სისხლის მიღების სისხლსავსებობა, სტაზი, მრავლობითი ექსტრავასატები,
ასევე მკვეთრია და უფრო გავრცობილია პარენქიის დისტროფიის მოვლენები,
რაც გამოხატულია როგორც ნაზი, ისე სოლისებური კონების ბირთვების, სახისა
და ენისქვეშა ნერვების ბირთვების, ცთომილი ნერვის წინა და უკანა ბირთვების,
ამბიგუსის ოლივიების ქვემო და დამატებითი ბირთვების ნეირონების ჰიპერქრო-
მატოზით. სეგმენტური, ცენტრალური და დიფუზური ქრომატოლიზით აღნიშ-
ნული ბირთვების ნეირონებში არსებული ნეიროფიბრილების შესივებით და
შეწყბებით, ნერვული უჯრედთა მორჩების არათანაბარი გასქელებითა და დაკ-
ლაკით, ნეირონოფაგის მოვლენებით.

დისტროფიულ ნერვულ უჯრედებში შემცირებულია დნპ-სა და რნპ-ს რა-
ოდენობა. ამასთან აღინიშნება უჯრედთა ორგანოიდების რნპ-ს გამოვლინების
იზოელექტრული წერტილის მკავე არესაკენ გადახზა.

ექსპერიმენტის მე-5 დღეს ზურგის ტვინში განვითარებული დისცირკულა-
ციური მოვლინებისა და დისტროფიული პროცესების სიმძიმე და გავრცელების
ხარისხი გაცილებით უფრო მეტია, ვიდრე ექსპერიმენტის წინა ვადაში მოტო-
ნეირონებში, გვერდით რქებში, კლარკის ბირთვის დიდი ზომის უჯრედებში აღი-
ნიშნება ნერვულ უჯრედთა შესივება, ეპერტრომატოზი სეგმენტური, ცენტრა-
ლური და დიფუზური ქრომატოლიზი, ნეირონოფაგის მოვლენები. იშვიათად
გვხვდება ნერვულ უჯრედთა „აჩრდილები“. გატლანქებული და დაკლაკილია
ნერვული უჯრედთა მორჩები. ექსპერიმენტის ამ ვადაში, ზურგის ტვინში, ვარ-
და მოტონეირონებისა, იშვიათად გვხვდება ნორმალური სტრუქტურის ნერვუ-
ლი უჯრედები.

აღნიშნულ დისტროფიულ მდგომარეობაში მყოფ ნერვულ უჯრედებში შემ-
ცირებულია დნპ-სა და რნპ-ს რაოდენობა, ამასთან უჯრედთა ორგანოიდების
რნპ-ს გამოვლინების იზოელექტრული წერტილი გადახრილია მკავე არესაკენ
და ვლინდება იგივე მნიშვნელობა pH-ებზე, როგორც ექსპერიმენტის წინა
ვადაში. უჯრედთა „აჩრდილებში“ აღნიშნულ ნუკლეოპროტეიდები არ ვლინ-
დებიან.

ექსპერიმენტის მე-10 დღეს სტრუქტურულ ცვლილებათა ინტენსივობა არ
კლებულობს არც ერთ შესწავლილ განყოფილებაში და იგივე ხასიათისაა, რო-
გორც ექსპერიმენტის მე-5 დღეს. მხოლოდ რამდენადმე უფრო ხშირად გვხვდე-
ბა უჯრედთა „აჩრდილები“. ტრავმის მიყენებიდან 30 დღის შემდეგ: მხედვე-
ლობის ბორცვების, მედიალური და შუახზის ბირთვებში, მოგრო ტვინში,
ცთომილი ნერვის ბირთვებში, ზურგის ტვინში სიმპატიკურ ბირთვებში. შედა-
რებით ნაკლები ინტენსივობით, მაგრამ მაინც აღინიშნება ნერვულ უჯრედთა
მძიმე დისტროფიის მოვლენები, გამოხატული ჰიპერქრომატოზით, სეგმენტური

და ცენტრალური ქრომატოლიზით, უჯრედთა დაშლითა და ნეირონოფაგიის მოვლენებით, უჯრედთა „ჩრდილების“ არსებობით.

მოგრძო და ზურგის ტვინის დანარჩენ ბირთვებში იშვიათად აღინიშნება ზემოთ ჩამოთვლილი სტრუქტურული ცვლილებები. დისტროფიულ ძდგომარეობაში მყოფ ნერვულ უჯრედებში შემცირებულია დნ-სა და რნა-ს სერთო რაოდენობა. ამასთან აღინიშნება უჯრედთა ორგანოიდების რნა-ს გამოვლინების იზოილექტრული წერტილის მკავე არესაკენ გადახრა.

ამრიგად, მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, რომ თავის მიდამოში მექანიკურა ტრავმის მიყენებიდან (ტვინის შერყევებიდან) 30დღის შემდეგაც, ცენტრალური ნერვული სისტემის ზოგიერთ განყოფილებაში, სახელდობრ ქერქვეშა კვანძებში და მათთან ფუნქციურად შეუღლებულ ვეგეტაციურ ცენტრებში, გარდა ექსპერიმენტის ადრეულ ვადებში არსებული დისტროფიული პროცესის ნარჩენი მოვლენებისა, აღინიშნება ახლად აღმოცენებული სტრუქტურული ცვლილებებიც. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ტვინის შერყევის სინდრომის მოგვიანებულ ვადებში, ნერვულ სისტემაში, კერძოდ მის ვეგეტაციურ ცენტრებში გრძელდება ნერვული დისტროფიის პროცესი, თუმცა ცენტრალური ნერვული სისტემის შესაბამის განყოფილებებში წარმომობლი კომპენსატორული პროცესების აღმოცენების გამო შესაძლებელია კლინიკურად არ გამოვლინდეს ვეგეტაციურ დაზიანებათა ნიშნები.

ინამუბა კითხვა — რატომ უნდა ხდებოდეს ნერვული სისტემის ქვემდებარე განყოფილებებში სტრუქტურული ცვლილებების აღმოცენება ექსპერიმენტის მოგვიანებულ ვადებში?

დასაშვებია ვიფიქროთ, რომ ამ ცვლილებათა აღმოცენების მიზეზი შეიძლება იყოს ერთი მხრივ დაზიანებულ უჯრედებში აღმოცენებული არადეკვანტური იმპულსაციის, ე. ი. დისტროფიული ცვლილებების თანმიმდევრული ირადიაცია ფუნქციურად ერთმანეთთან შეუღლებულ უჯრედებში, მეორე მხრივ აღნიშნულის მიზეზი შეიძლება იყოს დისციბრულაციური მოვლენები, რომელთა პირობებშიც ექსპერიმენტის მოგვიანებულ ვადებში გრძელდება ტვინის ნივთიერების ირიგაციის დარღვევა. აღნიშნულს გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ტრავმული დაავადების მოგვიანებულ პერიოდში ნერვულ უჯრედებში სტრუქტურული ცვლილებების აღმოცენებისათვის. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ ახლადგანვითარებულ სტრუქტურულ ცვლილებათა აღმოცენება მიმდინარეობს მკვეთრად გამოხატულ დისციბრულაციურ მოვლენათა ფონზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ტვინის შერყევის სინდრომის მოგვიანებულ სტადიაში საჭიროა გაგრძელდეს მკურნალობა ერთი მხრივ დისტროფიული პროცესების ლიკვიდაციის, ხოლო მეორე მხრივ კომპენსატორული პროცესების შენარჩუნების მიზნით.

დასკვნები

1. თავის ტვინის ექსპერიმენტული შერყევის დროს მხედველობის ბორცვებში მოგრძო ტვინისა და ზურგის ტვინში ერთი მხრივ ვითარდება ჰემოდისციბრულარული მოვლენები, გამოხატული სისხლის მიღების სისხლსავსეობით, სტაზით, ტვინის ნივთიერების შეშუპებით და გაფუფით, მეორე მხრივ — ნერვულ უჯრედთა მძიმე დისტროფიული ცვლილებებით.

2. ტვინის ექსპერიმენტული შერყევის დროს ცენტრალური ნერვული სისტემის შესწავლილ განყოფილებებში განვითარებული სტრუქტურული ცვლილებები სხვადასხვა სიმძიმითაა გამოხატული ექსპერიმენტის სხვადასხვა ვადაში. აღნიშნული ცვლილებები მკვეთრადაა გამოხატული ტრავმის მიყენებიდან 24 საათის შემდეგ, მაქსიმუმ აღწევს ექსპერიმენტის მე-5 დღეს, საკმაოდ ძლიერადაა გამოხატული მე-10 დღეს და გრძელდება 30-ე დღესაც.

3. თავის ტვინის შერყევის სინდრომის სამკურნალო ღონისძიებათა შეწყვეტა დაუშვებელია ავადმყოფობის კლინიკური ნიშნების ლიკვიდაციის შემდეგაც, ვინაიდან ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილებაში შესაძლებელია მიმდინარეობდეს სტრუქტურული ცვლილებები ავადმყოფის პრაქტიკულად გაჯანსაღების პერიოდშიც. ამიტომ რეკონვალესტენციის პერიოდში საჭიროა ორგანიზმის სხვადასხვა ნატიფი ფუნქციების გამოკვლევა და მკურნალობის შეწყვეტა შეიძლება მხოლოდ ამ ფუნქციათა დამაკმაყოფილებელი მაჩვენებლების მიღების შემდეგ.

თბილისის სახელმწიფო
სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 15.1.1964)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. В. ГОГУАДЗЕ

О СТРУКТУРЕ РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СОТРЯСЕНИИ МОЗГА

Резюме

Исследование тонкой структуры зрительных бугров продолговатого и спинного мозга собак нейроморфологическими и гистохимическими методами в разные сроки экспериментального сотрясения мозга показало, что уже по истечении 24 часов после нанесения травмы во всех изученных отделах нервной системы обнаруживаются тяжелые дисциркуляторные и дистрофические изменения. Отмеченные явления выражены в полнокровии сосудов, стазе крови в них, наличии отечной жидкости в периваскулярных и периваскулярных пространствах, структурных изменениях цитоплазмы нервных клеток, их ядер и ядрышек. С нарастанием срока эксперимента степень тяжести и распространения структурных изменений нарастает и достигает максимума на 5-й день эксперимента. В дальнейшем по истечении 10 дней начинаются обратные изменения, однако дисциркуляторные и дистрофические изменения, правда в меньшей степени, выражены и на 30-й день эксперимента.

Результаты наших исследований могут объяснить механизм некоторых клинических проявлений и способствовать рационализации методов патогенетического лечения различных причинно-следственных явлений, возникших в условиях сотрясения мозга.

შედეგების აღწერა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Бурденко. О травмах черепа. Собрание сочинений, т. V, М., 1950.
2. А. О. Долин. Нарушения нервной деятельности при сотрясении мозга и лечении сонным гормоном. Вопросы общей и клинической невропатологии, т. 1—3, Л., 1946, 112—121.
3. К. П. Чиковани. О патомеханизме повышения внутричерепного давления при закрытой черепно-мозговой травме. Вопросы нейрохирургии, № 2, 1956, 3—8.
4. А. И. Арутюнов. О закрытой черепно-мозговой травме. Вопросы нейрохирургии, № 2, 1955.



5. С. Н. Давиденков. Патолофизиологические механизмы при закрытой травме черепа. Труды Всероссийской научно-практической конференции нейрохирургов. М., 1954, 215—219.
6. А. Н. Новиков. Сотрясение мозга. М., 1955.
7. М. О. Гуревич. Нервно-психические расстройства при закрытых травмах черепа. М., 1947.
8. И. С. Бабочин. Закрытое повреждение черепа и головного мозга (методическое пособие). Л., 1958.
9. Л. И. Смирнов. Патологическая анатомия и патогенез травматических заболеваний нервной системы. М., 1947.
10. А. Л. Фисанович. Патолофизиологический и патоморфологический компонент в клинике сотрясения мозга. Советская медицина, № 12, 1951, 12—14.
11. Б. И. Шарпов. Сотрясение головного мозга. Кишинев, 1962.
12. Ф. К. Ханнанова. Материалы к вопросу о гистологических изменениях при экспериментальном сотрясении мозга. Труды Всесоюзной конференции нейрохирургов. Л., 1958, 479—482.

ბ. კობულა

საერთო გაზთა ცვლისა და არტერიული წნევის ცვლილება
კურარინზაციისა და დოზირებაული ხალოვნური სუნთქვის პირობებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 1.9.1964)

მკვლევართა უმრავლესობა აღნიშნავს, რომ მართვითი სუნთქვის დროს ფილტვებში ჰაერის შეყვანა ატმოსფერულზე მაღალი წნევით აღიღებს გულ-მკერდის შიდა წნევას; ამ დროს ადგილი აქვს გულში მომდინარე ვენური სისხლის მოქცევის დარღვევას, რასაც ღრუ ვენებზე და ფილტვის კაპილარებზე ჰაერის ზეწოლა იწვევს. ამის შედეგად გულის წუთობრივი მოცულობა (წუთმოცულობა) მცირდება და ვითარდება ჰიპოტონია დიდ წრეში [1, 2, 3].

რობსონი და ჩერჩილ-დევიდსონი [2, 4] მიუთითებენ, რომ ამოსუნთქვით ფაზაში უარყოფითი წნევის საშუალებით შესაძლებელი ხდება სისხლის მომოქცევის დარღვევის კორექტირება. მათ საწინააღმდეგოდ მკვლევართა ერთ ჯგუფს არასასარგებლოდ მიაჩნია უარყოფითი წნევის არსებობა ამოსუნთქვით ფაზაში [5], ხოლო მეორე ჯგუფი მას მაგნედ თვლის [6].

ხანგრძლივი რელაქსაციის პირობებში, კურარე იწვევს არტერიული წნევის შესამჩნევ დაქვეითებას [7, 8].

ჰარისონი [9] აზრით, ამ დროს ადგილი აქვს გულის მუშაობის თანდათან დაქვეითებას. ამის მიზეზია მარჯვენა გულში მომდინარე ვენური სისხლის რათღენობის შემცირება.

რელაქსანტები თიშავენ რა ჩონჩხის მუსკულატურას არ შეიძლება არ მოქმედებდნენ ძირითად ცვლაზე. ანიჩკოვის [7] გამოკვლევებით, ავადმყოფებში, რომელთაც მომატებული ძირითადი ცვლა აქვთ. კურარეს გავლენით ადგილი აქვს ძირითადი ცვლის დაქვეითებას, ხოლო ნორმალური ძირითადი ცვლის მქონე ავადმყოფებში ეს დაქვეითება მინიმალურია.

ა. დუნდანიცვი და ა. კუზნეცოვი [10] სწავლობდნენ CO_2 -ისა და O_2 -ის რაოდენობით შემადგენლობას კატის უკანა კიდურში მომდინარე და მიმდინარე სისხლში, კურარეს ინტრავენური შეყვანის შემდეგ. ამ ცდებმა გვიჩვენა, რომ კურარე შესამჩნევად აქვეითებს კუნთებში გაზთა ცვლას. კერძოდ, O_2 -ის მოხმარება ეცემა 41,4%, ხოლო CO_2 -ის გამოყოფა 54,2%-ით კლებულობს.

ჩვენი გამოკვლევის მიზანს შეადგენდა ხანგრძლივი კურარინზაციის და დოზირებული ხელოვნური სუნთქვის პირობებში შეგვესწავლა გაზთა ცვლისა და შემოდინამიკის სუმარული მაჩვენებლის არტერიული წნევის ცვლილება.

მეთოდისა

სულ ჩავატარეთ (დ. მ. გედევანიშვილის კონსულტაციით) 20 ცდა კატებზე (წონით თითოეული 2—3 კგ-მდე). უნარკოზო კატას ფიქსაციის შემდეგ

ვუკეთებდით ტრაქეოტომიას და შეგვყავდა ტრაქეოტომიული მილი, რომელსაც კურარეს შეყვანის შემდეგ (არამადეპოლარაზებელი რელაქსანტები ტუბარინი და დიპლაცინი) ვუერთებდით ხელოვნური სუნთქვის აპარატს, ტუბარინი ვინმარტით 14 შემთხვევაში, დიპლაცინი— შემთხვევაში, ტუბარინი შეგვყავდა ვენაში 1.5 მილიგრამის რაოდენობით 1 კგ წონაზე, ხოლო დიპლაცინი—10 მილიგრამი 1 კგ წონაზე. განმეორებითი დოზა შეგვყავდა იმისდამინდევით. თუ როდის აღუდგებოდა სუნთქვა ცხოველს, რასაც ტრაქეოტომიულ მილთან შეერთებული მანომეტრის საშუალებით ვიგებდით.

სუნთქვა წარმოებდა რ. გედევანი შვილის სისტემის [11, 12] დიზირებული სუნთქვის აპარატით, რომელიც ცხოველს აწოდებდა ჰაერის წინასწარ გაანგარიშებულ მოცულობას — 1 კგ წონაზე 15 მილილიტრს. სუნთქვის სიხშირე წუთში შეადგენდა 15-ს. აპარატი ახდენს ჩასუნთქვისა და ამოსუნთქვის ფაზების გაყოფას სპეციალური მექანიკური სარქველის საშუალებით. ჩასუნთქვა ხდება 110 მმ H₂O წნევის ქვეშ, ამოსუნთქვა პასიურია. ამოსუნთქული ჰაერის სინჯს კიღებდით ყოველ 20—30 წუთში, რომელთა ანალიზს ვახდენდით პოლდენის აპარატში. გარდა ამისა, ვაზთა ცვლის რეგისტრაცია ხდებოდა ჩვენ მიერ მოდიფიცირებულ (გედევანიშვილი, სუშჩინკო, ქობულაია) ბელაუს აპარატით, რომელიც საშუალებას იძლევა განუწყვეტლვ, მთელი ცდის განმავლობაში განისაზღვროს ამოსუნთქულ ჰაერში O₂-ის და CO₂-ის პროცენტული შედგენილობა. ეს მონაცემები იწერება ავტომატურად მოძრავ ქალაღზე.

ცდის დროს ვზომავდით სისხლის არტერიულ წნევას ბარძაყის იმ საძილე არტერიაში ვერცხლისწყლის მანომეტრით.

ვსწავლობდით ოქსიჰემომეტრიულ მონაცემებს არტერიაში და ვენაში სამამულო (0—57) კილვეტური ოქსიჰემომეტრით. სისხლს ბარძაყის არტერიიდან ვიღებდით წინასწარ კახულის ჩადგმის შემდეგ, ხოლო ვენურ სისხლს ბარძაყის ვენიდან (მოპირდაპირე კიდურზე)—პუნქციით.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ვზომავდით არტერიული სისხლის pH-ს (მინის ელექტროლით, უნგრული pH-მეტრის საშუალებით) და რექტალურ ტემპერატურას.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

ზემოთ აღნიშნული მონაცემები შევიტანეთ სპეციალურ ცხრილში. პირველი, რასაც ყურადღებას მივაქცევთ ამ ცხრილის განხილვის დროს, ეს არის ჟანგბადით ვენური სისხლის დაბალი გაჯერება ცდის ბოლოს. საშუალოდ ეს დაქვეითება აღწევდა 30—32%-მდე, ეს იმ დროს, როდესაც ნორმაში ვენური სისხლის გაჯერება ჟანგბადით 60—65%-ს უდრის. ამავე დროს არტერიული სისხლი ჟანგბადით ნორმალურად არის გაჯერებული საშუალოდ—92—94%-მდე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ცდის დასაწყისში ვენაში ჟანგბადით სისხლის გაჯერება ნორმის ფარგლებშია (55—60%); ეს მაშინ, როდესაც არტერიული წნევა მაღალია და იგი 120—150 მმ Hg-ს უდრის, ხოლო ცდის დასასრულისათვის 3 1/2—4 საათის შემდეგ იგი 20—40 მმ-ით ქვეითდება და საშუალოდ 90—110 მმ Hg აღწევს, რასაც ამ დროს ვენური სისხლის ჟანგბადით დაბალი გაჯერება შეესაბამება.

ბუნებრივია ამ პირობებში აღიძვრება კითხვა: — რით არის გამოწვეული ეს თითქმის კანონზომიერი ოქსიჰემოგლობინის შემცირება ვენაში?

რა თქმა უნდა, შეიძლება წარმოიშვას აზრი, რომ ამ პირობებში ქსოვილები შთანთქავენ ბევრ ჟანგბადს. ამაზე გვიპასუხებს იმავე ცხრილში მოცემული საერთო ვაზთა ცვლის შესწავლის შედეგები.

აღმოჩნდა, რომ დაქვეითებულ წნევასა და ვენური სისხლის ქანგბადით გაჯერების შემცირებას შეესაბამება არა მომატება, არამედ პირიქით, ქანგბადის მოხმარების დაქვეითება ორგანიზმის მიერ. ეს ნათლად გამოჩნდება, თუ შევადარებთ პირველ და ბოლო რიცხვს თითოეული ცდისას „ O_2 -ის მოხმარების“ სვეტში. ეს დაქვეითება ქანგბადის მოხმარებისა, საშუალოდ 10—40%-ს უდრის (საწყისთან შედარებით). როგორც ირკვევა, იმ დროს, როცა ორგანიზმის მიერ ქანგბადის მოხმარება ქვეითდება, ვენაში ოქსიჰემოგლობინის რაოდენობა კლებულობს, ე. ი. იმის დაშვება, რომ ქანგბადის მოხმარება ორგანიზმის მიერ გადიდებულია, რაც შეიძლება მომხდარიყო ვენაში ოქსიჰემოგლობინის რაოდენობის შემცირების შედეგად, არ შეესაბამება სინამდვილეს.

ცხრილი 1

საერთო გაზთა ცვლისა და არტერიული წნევის მონაცემები ცდის დასაწყისში და დასასრულს

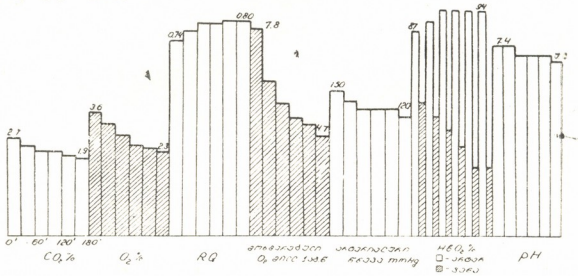
ოქმი №	პირობები, რომლის დროსაც ხდებოდა გაზთა ცვლა	არტერიული წნევა მმ Hg	ოქსიჰემო-მეტრია		ამოსუნთქუ-ლი ჰაერის შემადგენ-ლობა % -ით		მთხარბრტული O_2 -ის რაოდ. მილილ. 1 კგ. წონაზე	სუნთქვითი კოეფიციენტი RQ	არტერიული სისხლის pH	ტემპერატურა $^{\circ}C$
			არტერიული სისხლი	ვენ. სისხლი	CO_2	O_2				
№ 5	ცდის დასაწყისი დასასრული	140	86%	55%	2,3	3,3	7,0	0,73	7,4	36 $^{\circ}$
		120	91%	30%	2,3	3,1	6,5	0,79	7,36	33 $^{\circ}$
№ 6	დასაწყისი დასასრული	150	88%	60%	1,9	2,8	6,1	0,68	7,4	35 $^{\circ}$
		110	93%	32%	1,2	1,5	3,3	0,80	7,25	30 $^{\circ}$
№ 1	დასაწყისი დასასრული	150	87%	62%	2,7	3,6	7,8	0,74	7,4	36 $^{\circ}$
		125	90%	32%	1,8	2,3	4,7	0,80	7,35	32,5 $^{\circ}$
№ 43	დასაწყისი დასასრული	140	87%	60%	3,2	3,9	7,6	0,82	7,4	35 $^{\circ}$
		90	94%	28%	2,3	2,8	5,4	0,83	7,4	31 $^{\circ}$
№ 9	დასაწყისი დასასრული	120	94%	58%	2,4	2,9	5,4	0,83	7,35	35 $^{\circ}$
		90	93%	30%	1,7	2,0	3,7	0,85	7,3	32 $^{\circ}$

ამრიგად, მარტო არტერიო-ვენური სხვაობის შესწავლა HbO_2 მიმართ ხშირად მრავალი საკითხის არასწორი ინტერპრეტაციის მიზეზი ხდება, ხოლო ამ მონაცემს ფრიალ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ორგანიზმში მიმდინარე ქანგვითი პროცესების შესწავლაში როგორც ნორმის, ისე პათოლოგიის დროს, თუ ამასთან ერთად, მხედველობაში იქნება მიღებული საერთო გაზთა ცვლისა და ჰემოდინამიკის მაჩვენებლები.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გაზრდილ არტერიო-ვენურ სხვაობას HbO_2 -ის მიმართ არ შეესაბამება ორგანიზმის მიერ O_2 -ის მოხმარების გაზრდა, რაზედაც ნათლად მიუთითებს ამოსუნთქულ ჰაერში ქანგბადის %-ის შემცირება დოზირებული ვენტილაციის პირობებში. ალბათ, ვენაში ოქსიჰემოგლობინის რაოდენობის შემცირება დამოკიდებულია სისხლის მოცულობითი სიჩქარის შენელებაზე. ეს ვარაუდი მით უფრო ბუნებრივია, რამდენადაც ჩვენ საქმე გვქონდა არტერიული წნევის დაქვეითებასთან ცდის ბოლოს — 20—40 მმ; მაგრამ მარტო არტერიული წნევის დაქვეითებით არ შეიძლება აიხსნას სისხლის მოცულობითი სიჩქარის შენელება. საკითხი უფრო ნათელი გახდება. თუ ჩვენ ამ



დროს გამოვიკვლევდით სისხლის მოცულობით სიჩქარეს, ანდა, რაც უფრო მნიშვნელოვანია, გულის წუთმოცულობას (ეს ჩვენს შემდგომ მუშაობაში გათვალისწინებული გვაქვს).



სურ. 1

ზოგიერთი მკვლევარი [1, 2, 3, 10] აღნიშნავს, რომ ხელოვნური სუნთქვის პირობებში გულის წუთმოცულობა კლებულობს. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ხელოვნური სუნთქვის პირობებში ჰაერის მიერ დრუ ვენებზე ზეწოლა იწვევს გულში მომდინარე ვენური სისხლის თანდათანობით შემცირებას. ვენებში ვითარდება შეკუმბება, ხოლო ეს თავისთავად იწვევს გულის წუთმოცულობის შემცირებას. რასაც დიდ წრეში ჰიპოტონია მოჰყვება. პირველ ხანებში ორგანიზმის კომპენსატორული მექანიზმები აწონასწორებენ ამ მდგომარეობას, გული რეაგირებს წუთმოცულობის დაქვეითებაზე ტაქიკარდიით. ხოლო პერიფერიული სისხლის ძარღვები ვიწროვდებიან. ამის შედეგად არტერიული წნევა პირველ ხანებში საწყის დონეზე რჩება, ხოლო შემდეგ (ჩვენს შემთხვევაში 50—80 წუთის შემდეგ) რიფლექსური მექანიზმები იფიტებიან. აღარ შეუძლიათ შეინარჩუნონ არტერიული წნევა საწყის დონეზე და იგი იწყებს დაქვეითებას.

ლ. ფეგელსონი [13] აღნიშნავს, რომ არტერიული წნევის დაქვეითება და სისხლის წუთმოცულობის შემცირება. რასაც გადმოსვრის გული, აიხსნება არა გულის დაზიანებით, არამედ იმით, რომ გული გადაისვრის მხოლოდ იმ რაოდენობას სისხლისას, რომელიც მასთან მოედინება.

როგორც ცნობილია, ვენური სისხლის დაბრუნება გულში უმთავრესად დამოკიდებულია კუნთების ტონუსზე და გულ-მკერდის შემწვო ძალაზე, რასაც იწვევს გულ-მკერდში უარყოფითა წნევა. ჩონჩხის კუნთების დადამლავება და აგრეთვე ის, რომ ცხოველი უმოძრაოდ წევს დიდი ხნის განმავლობაში, ხელს უშლის ვენური სისხლის მოდინებას მარჯვენა გულთან. იწვევს რა ხელოვნური სუნთქვით გამოწვეული გულის მუშაობის კიდევ უფრო გაუარესებას. ეს ჩვენს შემთხვევაში არტერიული წნევის დაქვეითებაში ვლინდებოდა.

რაც შეეხება არტერიული სისხლის ჟანგბადით გაჯერებას. ცდის დასაწყისში უმეტეს შემთხვევაში ადგილი აქვს არტერიული სისხლის სუსტ ჰიპოქსემიას (87—88%). ხოლო რამდენიმე ხნის შემდეგ იგი ნორმალურ დონეს უბრუნდება (92—94%). სისხლის დაბალი გაჯერების დროს ადგილი აქვს ორგანიზმის მიერ ჟანგბადის ყველაზე დიდი რაოდენობით შთანქმას, ხოლო ცდის ბოლოს, მიუხედავად ჟანგბადით სისხლის კარგი გაჯერებისა, მისი მოხმარება დაქვეითებულია. ადგილი აქვს პარადოქსალურ ეფექტს. აქ ჩვენ უნდა გავიხსენოთ, რომ ჰემოგლობინის ჟანგბადით გაჯერების დარღვევაში მრავალ ფაქტორს აქვს მნი-

შენელება. მათ შორის ერთ-ერთი მთავარია სისხლის მოძრაობის სიჩქარესა და სუნთქვას შორის კორელაციის დარღვევა. როგორც ჩანს, სისხლის მოძრაობის სიჩქარე დასაწყისში მაღალია, რაზეც არაპირდაპირ მიგვიჩივებს არტერიული წნევა (120—150 მმ Hg), იგი ვერ ასწრებს საკმარის გაჯერებას და ისე გადადის ღიდ წრეში, ხოლო შემდეგ, სისხლის მოძრაობის შენელებასთან ერთად, სუნთქვასა და სისხლის მოძრაობას შორის ადგილი აქვს კორელაციის აღდგენას და არტერიული სისხლი ნორმალურად ჯერდება ქანგბადით. ეს ფაქტი ერთხელ კიდევ მიუთითებს იმაზე, რომ მარტო ოქსიჰემომეტრიული გამოკვლევები რასაც ასე ფართოდ იყენებენ უკანასკნელ დროს, მიუხედავად მათი დიდი მნიშვნელობისა, ვერ იძლევიან ობიექტურ სურათს ორგანიზმში მიმდინარე ქანგვით-პროცესების შესახებ.

რაც შეეხება ნახშირორჟანგს, მისი რაოდენობა ამოსუნთქულ ჰაერში უმეტეს შემთხვევაში საწყისთან შედარებით დაქვეითებას განიცდის. ეს სავევებით გასაგებია, რამდენადაც CO_2 -ის გამოყოფამ უნდა გაიმეოროს ის ცვლილებები, რომელსაც განიცდის ქანგბადის მოხმარება, მაგრამ, თუ დავაკვირდებით დიაგრამას, რომელზედაც გამოხატულია CO_2 -ისა და O_2 -ის ცვლილება. შევამჩნევთ, რომ CO_2 -ის რაოდენობა ამოსუნთქულ ჰაერში ნაკლებად ეცემა, რაც თავისთავად სუნთქვითი კოეფიციენტის გაზრდაში პოულობს გამოხატულებას. ეს შემთხვევა პირველად აღწერეს დ. გედევანიშვილმა და მისმა თანამშრომლებმა [14], როგორც „შედარებითი ჰიპერკაპნიის“ მოვლენა.

რამდენადაც ეს ფაქტი მაშინ არ იყო ახსნილი, ჩვენ გადავწყვიტეთ გავვემახვილებინა ყურადღება ამ მიმართულებით. ჩვენ ვაწარმოებდით არტერიული სისხლის pH-ს გაზომვას. აღმოჩნდა, რომ, როდესაც შედარებითი ჰიპერკაპნია განსაკუთრებითაა გამოხატული (RQ იყო 0.70 ვახდა 1.0), სისხლის pH იცვლება მყავიანობისაკენ (pH თუ იყო 7.4 ხდება 7, 3—7.25). სისხლის pH-ს ეს ცვლილება არ შეიძლება აიხსნას მასში CO_2 -ის რაოდენობის გაზრდით, რამდენადაც, როგორც აღვნიშნეთ, ამოსუნთქულ ჰაერში მისი რაოდენობა მცირდება ანდა უცვლელია, რაც თავისთავად დოზირებული სუნთქვის პირობებში ალვეოლებსა და სისხლში მისი რაოდენობის არაპირდაპირი მაჩვენებელია. ისმება კითხვა — რით არის გამოწვეული სისხლის pH-ის გადახრა მყავიანობისაკენ?

როგორც აღვნიშნეთ, ხელოვნური სუნთქვის პირობებში ადგილი აქვს ცირკულატორულ დარღვევებს, რის შედეგადაც O_2 -ის მოხმარება ქსოვილების მიერ დაქვეითებულია, არტერიო-ვენური სხვაობა $\text{HbO}_2\%$ -ის მიმართ იზრდება. არტერიული წნევა ქვეითდება; ამ პირობებში არ შეიძლება ადგილი არ ჰქონდეს ქსოვილოვანი ცვლის დარღვევას, რაც ჰიპოქსიური ტიპის სახეს მიიღებს. ამის გამო სისხლში იზრდება დაუქანგავი პროდუქტების რაოდენობა, რასაც სისხლის pH მყავიანობისაკენ გადახრა მოჰყვება; ხოლო ამ დროს, როგორც ცნობილია, სისხლი კარგავს ნახშირორჟანგის შეკავშირების უნარს. ამიტომ ამოსუნთქულ ჰაერში მისი რაოდენობა O_2 -ის რაოდენობასთან შედარებით ნაკლებად ეცემა.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ცდების დროს ვაწარმოებდით რექტალური ტემპერატურის გაზომვას. ეს უკანასკნელი 3—4 საათის განმავლობაში ქვემოთ იწევს საშუალოდ 4—5 გრადუსით (37°-დან—32°-მდე), რისი მიზეზიც სისხლის მოცულობითი მოძრაობის შენელება და ორგანიზმის ქანგვითი პროცესების დაქვეითება უნდა იყოს; ამასთან კურარიზაცია და ცხოველის უმოძრაოდ ყოფნა გავლენას ახდენს სხეულის ტემპერატურაზე.

დასკვნები

1. კურარიზაციისა და დოზირებული ხელოვნური სუნთქვის პირობებში, უნარკოზო კატეგორიაში საერთო გაზთა ცვლა 3—4 საათის განმავლობაში თანდათან ქვეითდება—10—40 პროცენტით.

2. საერთო გაზთა ცვლის დაქვეითებასთან ერთად ამოსუნთქულ ჰაერში მცირდება მოხმარებული ჟანგბადისა და გამოყოფილი ნახშირორჟანგის პროცენტი. მაგრამ გამოყოფილი ნახშირორჟანგის პროცენტი მცირდება ნაკლებად, ვიდრე მოხმარებული ჟანგბადის პროცენტი, რის შედეგადაც სუნთქვითი კოეფიციენტი იზრდება („შედარებითი ჰიპერკაპნია“ გედევანიშვილისა და თანამშ. მიხედვით).

3. აქასთან ერთად მკვეთრად ეცემა ვენური სისხლის ჟანგბადით გაჯერება, (საშუალოდ 60%-დან 30%-მდე), ხოლო არტერიული სისხლის ჟანგბადით გაჯერება თითქმის არ იცვლება. ამავე დროს ადგილი აქვს არტერიული სისხლის pH-ის შემცირებასა და არტერიული სისხლის წნევის დაქვეითებას.

4. საერთო გაზთა ცვლის თანდათან დაქვეითება ალბათ აიხსნება, იმ მდგომარეობით, რომ სხვადასხვა მიზეზების გამო უარესდება ქსოვილების სისხლის მომარაგება, რის შედეგადაც წარმოშობილი არასრული წვის პროდუქტები იწვევენ აციდოზს. ამის გამო სისხლის მიერ ნახშირორჟანგის შეკავშირების უნარი მცირდება და ამოსუნთქულ ჰაერში ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია ნაკლებად ეცემა, ვიდრე ჟანგბადის კონცენტრაცია. სწორედ ეს არის „შედარებითი ჰიპერკაპნიის“ მიზეზი.

5. მოჩვენებითი გადიდება ქსოვილების მიერ მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობისა, რაზეც ვითომდა უნდა მიგვითითოს ოქსიჰემოგლობინის მკვეთრმა დაცემამ ვენურ სისხლში, არ შეიძლება აიხსნას ჟანგვითი პროცესების გაძლიერებით, რამდენადაც ამ დროს ადგილი აქვს საერთო გაზთა ცვლის დაქვეითებას. ამ მოვლენის მექანიზმი უნდა ვეძიოთ ჰემოდინამიკურ ცვლილებებში, რაზეც არტერიული წნევის თანდათან დაქვეითება მიგვითითებს.

ექსპერიმენტული და კლინიკური
ჭირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10-9-1964)

 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Б. Г. КОБУЛИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕГО ГАЗООБМЕНА И АРТЕРИАЛЬНОГО
ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КУРАРИЗАЦИИ И ДОЗИРОВАННОГО
ИСКУССТВЕННОГО ДЫХАНИЯ

У ненаркотизированных кошек в условиях кураризации и дозированного искусственного дыхания общий газообмен в продолжение 3—4 часов падает на 10—40%. Одновременно с падением общего газообмена уменьшается процент потребления кислорода и выделения углекислоты. Однако процент выделения углекислоты уменьшается в меньшей степени,

чем процент потребления кислорода, вследствие чего дыхательный коэффициент нарастает („относительная гиперкапния“, по Гедевани и др.).

Наряду с этим насыщение кислородом венозной крови резко падает (в среднем с 60 до 30%), а в артериальной крови насыщение почти не меняется. В это же время отмечаются понижение рН артериальной крови и падение артериального давления.

Постепенное снижение общего газообмена с течением времени объясняется, очевидно, тем обстоятельством, что в силу ряда причин ухудшается кровоснабжение тканей, в связи с чем образующиеся продукты неполного спорагия обуславливают развитие ацидоза. Вследствие этого способность крови связывать углекислоту уменьшается, и поэтому в выдохнутом воздухе концентрация CO_2 падает в меньшей степени, чем концентрация кислорода. Это и является причиной „относительной гиперкапнии“.

Кажущееся увеличение потребления кислорода тканями, на что якобы должно указывать сильное падение концентрации оксигемоглобина венозной крови, не может быть объяснено усилением окислительных процессов в тканях, так как в это время общий газообмен понижается. Механизм этого явления следует искать в гемодинамических изменениях, на что указывает постепенное падение артериального давления.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Бакман. Об автоматически управляемом дыхании в наркозе. Вестник хирургии им. И. И. Грекова, 1, 1962, 112—117.
2. 1. G. R o b s o n. Artificial respiration and respirators. Canad. anaesth. soc. journ., 6, 3, 1953, 215—218.
3. Z. Filipescu, M. Ciolanu, C. Jonescu, A. Tumaian. Ventilatia mecanica in anestezie. Chirurgia (Bucurest). 2, 1962, 271—280.
4. Churchill-Davidson. The causes and treatment of prolonged apnoea. Anesthesiology, 4, 1959, 535—541.
5. H. K. Beecher, A. J. Murphy. Acidosis during thoracic surgery. Journ thorac. surg., 19, 1950, 50—58.
6. H. Yamamura, K. Okada, M. Kamiyana. Die lungenfunktion während künstlicher beatmung. Anaesthesist, II, 1962, 353 — 356.
7. М. С. Григорьев и М. Н. Аничков. Кураре и курареподобные препараты в хирургии. Медгиз, Л., 1957, 23—24.
8. W. D. P o t o n. The effects of muscle relaxants other than muscular relaxation. Anesthesiology, 4, 1959, 453—463.
9. G. Harris, U. H. Evesole. Ceneral Anaesthesia. New Eng. Journ. Med., 36, 1947, 729—835.
10. И. С. Жоров. Общее обезболивание в хирургии. Медгиз, 1959, 325—330.
11. Д. М. Гедеванишвили (Гедевани). О принципах измерения основного обмена и его сдвигов при различных физиологических и патологических состояниях. Сб. докл. VI Всесоюзн. съезда физиол., биохим. и фармак., 1937, стр. 682.

12. Д. М. Гедеванишвили (Гедевани). Газообмен при дозированном дыхании. Грузмедгиз, Тбилиси, 1955.
13. Л. И. Фогельсон. Болезни сердца и сосудов. М., 1951, 95—97.
14. Д. М. Гедевани, Г. Р. Хундадзе, Т. Д. Микеладзе. Метод „дозированного дыхания“ для определения общего газообмена в анестезиологии. § В кн.: „Актуальные вопросы обезболивания“. вып. III, М., 1963, 62—82.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

А. А. ЦЕРЕТЕЛИ

ВЛИЯНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КАСТРАЦИИ И ГОРМОНОТЕРАПИИ НА 17-КЕТОСТЕРОИДЫ МОЧИ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

(Представлено академиком А. П. Цулукидзе 24.9.1964)

В этиологии злокачественных опухолей предстательной железы большое значение придается нарушению корреляции эндокринных желез. Проблема гормонотерапии рака предстательной железы давно привлекает внимание исследователей. Предложены различные методы гормонотерапии: хирургическая кастрация, облучение, введение синтетических аналогов женских половых гормонов и др.

Большой интерес представляет исследование стероидных гормонов в моче больных раком предстательной железы после хирургической кастрации и введения синтетических аналогов женских половых гормонов.

Литературные данные о количественном содержании стероидных гормонов в моче больных раком предстательной железы чрезвычайно разноречивы.

В Институте урологии АМН СССР, по предложению академика А. П. Цулукидзе, с 1949 г. вместо орхэктомии делается фуникулотомия (пересечение всех элементов семенного канатика). Сотрудником института Ш. В. Самушия [1] экспериментально и клинически доказана равноценность фуникулотомии с орхэктомией.

Для выяснения характерных изменений 17-кетостероидов в моче больных раком предстательной железы мы решили исследовать их в динамике до и после операции и после лечения эстрогенами. Полученные исследования, возможно, помогут в контроле за эффективностью гормонального лечения данного заболевания и обосновать клиническую ценность фуникулотомии.

Для определения нейтральных 17-кетостероидов мы пользовались методом О. М. Уваровской [2] с применением реакции Циммермана.

Данные проведенных исследований обработаны методом вариационной статистики, выведены средние величины выделения 17-кетостероидов при раке и гипертрофии предстательной железы, которые сравнивались с такими же данными контрольной группы. Разницу между двумя величинами считали достоверной, если вероятность ее превышала 95%, т. е. p было меньше 0,05.

В основу работы положены наблюдения над 45 больными раком предстательной железы. Все больные находились приблизительно в одних и тех же условиях питания и режима.



Нужно отметить, что выделение 17-кетостероидов с мочой у одного и того же человека подвержено колебаниям и в различные дни неодинаково. Такие колебания создают необходимость проведения повторных анализов для выведения средней величины суточного выделения 17-кетостероидов у каждого отдельного субъекта.

Прежде чем исследовать 17-кетостероиды у больных раком предстательной железы, мы решили иметь собственное представление о нормах выделения 17-кетостероидов у клинически здоровых людей. Так как известно, что выделение стероидных гормонов имеет тенденцию снижаться к старости, то поэтому сравнения между группами могут оказаться неполноценными, если не принять во внимание возраст [3, 4]. Поэтому мы исследовали 17-кетостероиды в суточной моче у клинически здоровых людей в возрасте старше 50 лет.

Средняя величина выделения 17-кетостероидов с мочой у клинически здоровых людей составила: $x=6,21 \pm 0,64$; $\sigma=3,2 \pm 0,45$. Наряду с этим было обследовано 28 больных гипертрофией предстательной железы.

Средняя величина выделения 17-кетостероидов у больных гипертрофией предстательной железы: $x=5,2 \pm 0,5$; $\sigma=2,9 \pm 0,3$.

При сравнении ее со средней величиной выделения 17-кетостероидов у клинически здоровых людей оказалось, что $p > 0,1$, т. е. разница между ними недостоверна (табл. 1).

Таблица 1

Выделение 17-кетостероидов с мочой в мг за сутки у клинически здоровых людей и у больных гипертрофией предстательной железы

Контрольная группа		Больные гипертрофией предстательной железы		Общее n	Нужное n	t	p
$x \pm m$	$\sigma \pm m$	$x \pm m$	$\sigma \pm m$				
$6,21 \pm 0,64$	$3,2 \pm 0,45$	$5,2 \pm 0,5$	$2,9 \pm 0,3$	53	56	1,23	$> 0,1$

После установления норм выделения гормонов коры надпочечников с мочой у клинически здоровых людей и больных гипертрофией предстательной железы мы перешли к исследованию функции коры надпочечников у больных раком предстательной железы.

Исследуемые нами 45 больных были подразделены на следующие группы: 1) больные, поступившие в клинику без всякого предварительного лечения (40 человек); 2) больные, которые до поступления в клинику получали синтетические эстрогены (5 человек).

Средняя величина выделения 17-кетостероидов с мочой за сутки у больных раком предстательной железы $x=6,02 \pm 0,41$; $\sigma=2,26 \pm 0,29$.

При сравнении этих данных со средними показателями содержания 17-кетостероидов в суточной моче у клинически здоровых людей мы не получили между ними достоверной разницы— $p < 0,9$ (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что у больных раком предстательной железы количество 17-кетостероидов находится в пределах нормы.

Таблица 2
Выделение 17-кетостероидов с мочой в мг за сутки у клинически здоровых лиц и у больных раком предстательной железы

Контрольная группа		Рак предстательной железы		Общее n	Нужное n	t	p
$x \pm m$	$\sigma \pm m$	$x \pm m$	$\sigma \pm m$				
$6,21 \pm 0,64$	$3,2 \pm 0,45$	$6,02 \pm 0,41$	$2,26 \pm 0,29$	65	63	0,26	$< 0,9$

Исследована также группа больных раком предстательной железы, которым до поступления в клинику проводилось лечение синтетическими эстрогенами. Средняя величина выделения 17-кетостероидов в суточной моче у этой группы больных $x = 3,09 \pm 0,37$, $\sigma = 0,83 \pm 0,27$. При сравнении этих данных со средними показателями содержания 17-кетостероидов в суточной моче у клинически здоровых людей оказалось, что разница между ними достоверна — $p < 0,05$ (табл. 3), т. е. количество 17-кетостероидов у этой группы больных снижено.

Таблица 3
Выделение 17-кетостероидов с мочой в мг за сутки у клинически здоровых лиц и у больных раком предстательной железы, леченных эстрогенами

Контрольная группа		Рак предстательной железы		Общее n	Нужное n	t	p
$x \pm m$	$\sigma \pm m$	$x \pm m$	$\sigma \pm m$				
$6,21 \pm 0,64$	$3,2 \pm 0,45$	$3,09 \pm 0,37$	$0,83 \pm 0,27$	30	16,8	2,15	$< 0,05$

На 10—14-й день после фуникулотомии и лечения эстрогенами, спустя 2 месяца после фуникулотомии, были исследованы нейтральные 17-кетостероиды.

Средняя величина выделения 17-кетостероидов в суточной моче на 10—14-й день после фуникулотомии $x = 3,39 \pm 0,23$, $\sigma = 1,24 \pm 0,16$. При сравнении этих данных со средними показателями содержания 17-кетостероидов в суточной моче у больных раком предстательной железы до фуникулотомии оказывается, что количество их после операции резко понижается (табл. 4).

Для примера приведем следующую историю болезни.

Больной С. Х. 65 лет (история болезни № 9844) поступил на стационарное лечение в клиническое отделение Института урологии в мае 1963 г. с надлобковой фистулой мочевого пузыря. Предстательная железа при пальцевом исследовании через прямую кишку увеличена, плотной консистенции, узловатая, болезненная. Диагноз: рак предстательной железы. При исследовании суточной мочи на 17-кетостероиды количество их при двукратном исследовании оказалось равным 6,65 мг; 31. „803333“, XXXVIII:2, 1965



6,37 мг. На 13-й день после операции количество 17-кетостероидов снизилось—3,28 мг, на 15-й день—2,75 мг.

Таблица 4

Выделение 17-кетостероидов с мочой за сутки у больных раком предстательной железы до и после фуникулотомии на 10—14-й день

До операции		После операции		Общее n	Нужное n	t	p
$x \pm m$	$\sigma \pm m$	$x \pm m$	$\sigma \pm m$				
$6,02 \pm 0,41$	$2,26 \pm 0,29$	$3,39 \pm 0,23$	$1,24 \pm 0,16$	70	69	5,05	<0,001

Такие же результаты получены на больных раком предстательной железы, леченных до операции синтетическими эстрогенами. Спустя 10—14 дней после фуникулотомии количество 17-кетостероидов в суточной моче уменьшается: $x = 1,81 \pm 0,29$; $\sigma = 0,65 \pm 0,2$.

Разница между до- и послеоперационными величинами достоверна— $p < 0,001$ (табл. 5).

Таблица 5

Выделение 17-кетостероидов с мочой за сутки у больных раком предстательной железы, леченных эстрогенами, до и после фуникулотомии (на 10—14-й день)

До операции		После операции на 10—14-й день		Общее n	Нужное n	t	p
$x \pm m$	$\sigma \pm m$	$x \pm m$	$\sigma \pm m$				
$3,09 \pm 0,37$	$0,83 \pm 0,27$	$1,81 \pm 0,29$	$0,65 \pm 0,2$	10	11	8,53	<0,001

К примеру приведем краткую выписку из истории болезни.

Больной Ш. 59 лет (история болезни № 9769) поступил в клинику в марте 1963 г. Клинический диагноз: рак предстательной железы. До поступления в клинику лечился синэстролом и микрофоллином. При двухкратном исследовании суточной мочи на 17-кетостероиды количество их оказалось равным 2,62 мг; 3,42 мг. На 10-й день после фуникулотомии количество 17-кетостероидов равнялось 1,71 мг, на 13-й день—1,93 мг.

После фуникулотомии в течение 1,5—2 месяцев больным давали эстрогены. Спустя 2 месяца после фуникулотомии и проведения одного курса лечения эстрогенами мы также исследовали 17-кетостероиды. Полученные результаты представлены в табл. 6.

Спустя 2 месяца после операции и проведения курса лечения эстрогенами количество 17-кетостероидов незначительно повышается: $x = 4,7 \pm 0,23$; $\sigma = 1,18 \pm 0,16$, но по сравнению с дооперационным периодом понижено, разница статистически достоверна— $p > 0,02$.

Для примера приведем краткую выписку из истории болезни.

Больной Б. 65 лет (история болезни № 6141) поступил в клиническое отделение Института урологии АМН СССР в марте 1963 г. с острой

задержкой мочи. Болен уже несколько лет. При пальцевом исследовании через прямую кишку обнаруживается увеличение предстательной железы. Клинический диагноз: рак предстательной железы. Количество 17-кетостероидов в суточной моче до операции равнялось 5,58 мг; 5,78 мг. На 14-й день после операции количество 17-кетостероидов равнялось 2,2 мг, на 16-й день—1,38 мг. Спустя 2,5 месяца после операции количество 17кетостероидов равнялось 3,15 мг.

Таблица 6

Выделение 17-кетостероидов с мочой за сутки у больных раком предстательной железы спустя 2 месяца после операции и проведения курса лечения эстрогенами

Сроки наблюдений	$x \pm m$	$\sigma \pm m$	t	p
До операции	$6,02 \pm 0,41$	$2,26 \pm 0,29$		
На 10—14-й день после операции	$3,39 \pm 0,23$	$1,24 \pm 0,16$	5,05	$p < 0,001$
Спустя 2 месяца после операции	$4,7 \pm 0,23$	$1,18 \pm 0,16$	2,44	$p > 0,02$

Наряду с изменениями 17-кетостероидов клинически наблюдается восстановление акта мочеиспускания, улучшение общего состояния, уменьшение в объеме предстательной железы.

Подводя итог анализу результатов определения 17-кетостероидов в суточной моче у больных раком предстательной железы, мы обнаружили, что средний уровень их не выходит за пределы нормы.

Полученные нами данные о выделении 17-кетостероидов с мочой при раке предстательной железы совпадают с результатами исследований большинства авторов, работающих по этому вопросу [5, 6, 7].

Такие же результаты получены при исследовании 17-кетостероидов у больных гипертрофией предстательной железы. Следовательно, определение 17-кетостероидов не может иметь значения в диагностике рака данной железы.

На 10—14-й день после двусторонней фуникулотомии у больных раком предстательной железы отмечалось уменьшение количества 17-кетостероидов в моче.

Отмечен параллелизм между уменьшением выделения 17-кетостероидов и течением заболевания после операции.

После фуникулотомии и проведения гормонального лечения синтетическими аналогами женских половых гормонов клинически наблюдаются улучшение общего состояния, восстановление акта мочеиспускания, улучшение аппетита, прибавка в весе, уменьшение в объеме предстательной железы.

Полученные данные можно объяснить следующим образом.

Механизм влияния фуникулотомии на выделение 17-кетостероидов заключается в том, что после фуникулотомии поступление 17-кетостероидов тестикулярного происхождения прекращается, что сказывается на уменьшении общего количества 17-кетостероидов, выводимых мочой.

Механизм благоприятного воздействия эстрогенов при лечении рака предстательной железы, видимо, заключается в том, что «избыток эстрогенов тормозит выделение передней долей гипофиза пролактина,

который усиливает реакцию предстательной железы на действие тестостерона. Подавлением пролактиновой функции гипофиза частично объясняется благоприятное терапевтическое влияние эстрогенов на больных раком предстательной железы» [8].

Но, несмотря на выключение андрогенов тестикулярного происхождения, спустя 2 месяца после операции происходит увеличение количества 17-кетостероидов за счет восстановления андрогенов, выделяемых гиперплазированной после кастрации и введения эстрогенов корой надпочечника. Аналогичные результаты получены рядом авторов, которые производили орхиэктомию вместе с введением синтетических эстрогенов [5, 7, 9, 10].

Выводы

1. Установлен средний уровень выделения 17-кетостероидов у клинически здоровых людей в возрасте старше 50 лет ($x=6.2\pm 0.64$).

2. Количество 17-кетостероидов при раке и гипертрофии предстательной железы не выходит за пределы нормы. Следовательно, определение экскреции 17-кетостероидов не может иметь значения в диагностике рака данной железы.

3. На 10—14-й день после фуникулотомии уровень 17-кетостероидов у больных раком предстательной железы резко снижается.

4. Периодическое определение уровня 17-кетостероидов в моче у больных раком предстательной железы дает возможность регулировать введение в организм больного эстрогенных препаратов.

5. Фуникулотомия в сочетании с эстрогенотерапией в ряде случаев дает хороший клинический эффект.

Институт урологии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 24.9.1964)

კლინიკური მდივინი

ლ. წამთელი

ქირურგიული კასტრაციისა და ჰორმონოთერაპიის გავლენა
17-კეტოსტეროიდების გამოყოფაზე წინამდებარე ჯირკვლის
კიბოთი დაავადებულ ავადმყოფებში

რეზიუმე

ჩვენ შევისწავლეთ 17-კეტოსტეროიდების რაოდენობა (უფაროვსკიას მეთოდით) წინამდებარე ჯირკვლის კიბოთი (45) და ჰიპერტროფიით (28) დაავადებულ ავადმყოფთა შარდში. საკონტროლო გამოკვლევები ჩატარებულია 50—80 წლის ასაკის ჯანმრთელ მამაკაცებზე.

მიღებული მონაცემები დამუშავებულია ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით. გამოკვლევის შედეგად აღინიშნა, რომ წინამდებარე ჯირკვლის კი-

ბოთი და ჰიპერტროფიით დაავადებულ ავადმყოფთა შარდით 17-კეტოსტეროიდების გამოყოფა ნარმალურია. აქედან გამომდინარე, 17-კეტოსტეროიდების ექსკრეციას არ შეიძლება ჰქონდეს დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა წინამდებარე ჯირკვლის კიბოს დროს.

ავადმყოფთა იმ ჯგუფს, რომელთაც უტარდებოდათ ჰორმონოთერაპია, 17-კეტოსტეროიდების რაოდენობა შარდში ჰქონდათ დაქვეითებული. ორმხრივი ფუნქულოტომიის შემდეგ მე-10 — მე-14 დღეზე შარდში აღინიშნებოდა 17-კეტოსტეროიდების რაოდენობის მკვეთრად დაქვეითება როგორც ესტროგენებით ნამკურნალეე, ისე არანამკურნალეე ავადმყოფებში.

აღინიშნება გარკვეული პარალელიზმი 17-კეტოსტეროიდების გამოყოფასა და ოპერაციის შემდეგ დაავადების მიმდინარეობას შორის. ფუნქულოტომია ესტროგენოთერაპიასთან კომბინაციაში მეტწილ შემთხვევაში იძლევა კარგ კლინიკურ შედეგს.

17-კეტოსტეროიდების განსაზღვრა შარდში წინამდებარე ჯირკვლის კიბოთი დაავადებულ ავადმყოფებში გვაძლევს საშუალებას რეგულირებულ ექსკრეციას ესტროგენებით მკურნალობა.

შეჯამებითი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. В. Самушия. Фуникулотомия как операция, заменяющая орхиэктомию. Автореферат, Тбилиси, 1964.
2. О. М. Уваровская. О выделении нейтральных 17-кетостероидов из мочи методом осаждения. Проблемы эндокринологии и гормонотерапии, 3, 1956, 110.
3. Я. М. Милославский, А. Б. Виноградский, И. А. Ардаматский. Клиническое значение определения 17-кетостероидов в моче. Труды по новой аппаратуре и методикам, 1963, 85 — 95.
4. И. В. Свечникова. Функциональное определение 17-кетостероидов в моче у лиц пожилого и старческого возраста, В кн.: „Вопросы геронтологии и гериатрии“, Киев, 1962, 160 — 166.
5. R. D. Bulbrook, L. M. Franks, F. C. Greenwood. Hormone excretion in prostatic cancer: The early and late effects of endocrine treatment on urinary oestrogens 17-ketosteroids and 17-ketogenic steroids. Acta endocrin., 31, 4, 1959, 481 — 499.
6. L. Farina. Sul comportamento dei 17-chetosteroidi nel carcinoma della prostata prima e dopo la terapia ormonale Endocrinol sei costituz, 27, 1, 1961, 25 — 32.
7. L. Valk, M. B. Otar. Seventeen-ketosteroid excretion in carcinoma of the prostate Journ. Urology, 73, 3, 1955, 591 — 598.
8. С. Г. Генес. О роли эндокринных желез в компенсаторных реакциях организма. Современные вопросы эндокринологии, 1963, 163 — 187.
9. И. Викторов, Т. Патрашков. Биохимические изменения в крови и моче у больных раком предстательной железы. Урология, 1963, № 5, 27 — 29.
10. W. W. Scott, C. Wermeulen. Studies on prostatic cancer: Excretion of 17-ketosteroids estrogens and gonadotrophine before and after castration. Journ. Clin. Endocrin., 11, 1942, 450 — 456.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Н. Н. ЦОМАЯ

К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ В
ПРОИЗВОДСТВЕ МЫШЬЯКОВИСТОГО АНГИДРИДА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 27.9.1964)

С 1962 г. мы ведем наблюдения над группой рабочих цеха, в котором получают мышьяковистый ангидрид As_2O_3 . Названный продукт представляет собой белый высокодисперсный порошок с запахом чеснока. Особо много пыли образуется в отделении расфасовки готового продукта, в котором из 30 бункеров высыпается мышьяковистый ангидрид вниз на приемную площадку. Часть продукта при этом распыляется в атмосфере цеха.

Мы исследовали состояние здоровья рабочих мышьякового производства и разработали совместно с местным инженерно-техническим персоналом методы борьбы с их профессиональными заболеваниями путем проведения оздоровительных мероприятий. Наша работа велась в основном по трем направлениям: изучались технологические процессы мышьякового производства с целью установления связи между условиями труда и возникновением заболевания; наблюдалось соблюдение санитарно-гигиенических условий труда на производстве; принимались меры по улучшению методов профилактики и оказания своевременной медицинской помощи рабочим.

В результате наших наблюдений установлено, что As_2O_3 , попадая на кожу и слизистую оболочку расфасовщиц, вызывает раздражение, жжение и зуд открытых частей тела, сухость кожи и шелушение. После теплого душа в конце рабочей смены указанные явления проходили.

Однако в последующие дни были отмечены более серьезные изменения: гиперемия кожи лица, шелушение в области носогубных складок, местами пустулезная сыпь. У некоторых эта сыпь распространялась и на кожу мошонки, начинались резь в глазах и слезотечение. Кроме того, имели место жжение и боль в полости носа, обильные выделения из носа, изредка носовые кровотечения; затруднение носового дыхания, першение в горле.

При осмотре обнаруживались умеренное инъецирование склер, отечность век с гнойным отделением кожи век, гиперемия слизистой носа, наиболее выраженная в области носовой перегородки, с расширением капиллярной сети в ее переднем отделе. В ряде случаев отмечались гиперемия и незначительный отек слизистой задней стенки глотки. У некоторых рабочих отмечались явления катара верхних дыхательных путей.



Некоторые авторы высказали предположение об аллергической природе пыли, образующейся при ряде технологических процессов получения мышьяковистого ангидрида. Описаны случаи профессионального характера заболеваний слизистых оболочек глаз, носа, ожогов и дерматитов в результате контакта с мышьяковой пылью.

Встречались случаи отравления рабочих, имевших дело с производством мышьяковистого ангидрида, а также рака кожи, экземы и фолликулитов кисти рук с изъязвлением. Причем образовавшиеся язвы с трудом поддавались лечению. Канцерогенное действие (способность вызывать рак) доказывается опытами ряда зарубежных исследователей над животными, а также появлением кожного рака при многолетнем приеме мышьяка внутрь или при работе с его соединениями.

Нужно отметить, что хронические мышьяковые дерматиты, кератиты и бородавки рассматриваются как предраковое состояние. Раку часто предшествует образование язв. Приводим случай заболевания раком кожи рабочего мышьякового производства.

История болезни № 47, 26 лет, мастер завода. Поступил в больницу с жалобами, на изъязвление кожи левой кисти. Диагноз: рак кожи левой кисти. Больной направлен в Республиканскую больницу г. Тбилиси для лечения и уточнения диагноза, который подтвердился.

Были приняты меры для ликвидации пылевыделения и защиты работающих от воздействия продукта. В качестве личных мер защиты применялись очки, респираторы, перчатки, комбинезоны и резиновые сапоги. Бункер и система вентиляции отделения расфасовки были реконструированы. Пыль отсасывалась при помощи вентиляционной установки непосредственно из цехов. После реконструкции бункера и системы вентиляции пыление продукта прекратилось и описанные выше явления стали наблюдаться все реже и в менее интенсивной форме, а через 6 месяцев при очередных медицинских осмотрах мы не обнаружили проявлений описанного профессионального заболевания.

Из приведенных данных можно заключить, что у лиц, имеющих контакт с мышьяковистым ангидридом, развиваются профессиональные конъюнктивиты, риниты, дерматиты, в ряде случаев могут иметь место гингивиты и трахеиты. Нами описан один случай рака кожи у рабочего с более длительным стажем работы на заводе.

Внедрение мер профилактики, например механизации процессов технологии получения трехоксида мышьяка, рациональной системы вентиляции в цехах и средств индивидуальной защиты (спецодежда, промышленные респираторы, защитные очки, резиновые сапоги и резиновые перчатки), значительно снизило профессиональные заболевания рабочих.

Цанская больница

Лентехи

(Поступило в редакцию 23.9.1964)

5. ცომაია

პროფესიონალური დაავადების საკითხისათვის დარიზხანული
ანჰიდრიდის წარმოებაში

რეზიუმე

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა დარიზხანის წარმოებაში დასა-
ქმებულ მუშათა ჯანმრთელობაზე ანჰიდრიდის წარმოების დროს გამოყოფი-
ლი მტვერის გავლენა.

დადგენილ იქნა, რომ აღნიშნული მტვერი იწვევს სახის კანის ჰიპერ-
ემიას, ქერწვლას ცხვირისა და ტუჩების ნაკვებში, ცრემლდენას, ზოგჯერ სი-
სხლისდენასა და სუნთქვის შეფერხებას ცხვირიდან, აგრეთვე სასუნთქი ორ-
განოს გზების კატარს. ამასთან, აღნიშნულია კანის კიბოს შემთხვევები და
ეგზემა.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Л. В. АВАЛИАНИ, Г. А. ЖВАНИЯ, У. С. РУСАДЗЕ, Д. С. ХЕЦУРИАНИ

ЛЕЧЕНИЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГНОИНЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЙ У НОВОРОЖДЕННЫХ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 24.12.1964)

Гнойные заболевания у новорожденных встречаются довольно часто и привлекают особое внимание своей тяжестью и исходом.

Анатомо-физиологические и иммунобиологические особенности новорожденных, лабильность центральной нервной системы, неполное развитие коры головного мозга создают благоприятные условия для развития патологических процессов вообще и в том числе гнойных заболеваний.

Известно, что для организма новорожденных характерны слабость барьерной функции ретикуло-эндотелиальной системы, печени и выделяющих органов, незрелость регуляции иннервационных механизмов и другие наклонности к генерализации патологических процессов [1, 2, 3].

С целью изучения распространения и течения, а также влияния гнойных заболеваний на дальнейшее развитие организма нами были изучены истории болезни: 1) 57997 новорожденных детей в родильных домах города Тбилиси за 1959—1963 гг., 2) тех новорожденных, которые лечились в этот же период в детской хирургической клинике Тбилгосмединститута. Кроме того, повторному обследованию подверглись 66 детей, которые перенесли гнойные заболевания со сроком давности от 1 года до 5 лет.

В родильных домах гнойными заболеваниями страдали 257 (0,4%) новорожденных. Среди них: пиодермией—77 (30%); абсцессом — 50, (19,5%); некротической флегмоной — 48 (18,6%); гнойным маститом—34 (13,2%), септикопиемией — 24 (9,3%); омфалитом—11 (4,2%); нагноением после наложения щипцов — 10 (3,9%); рожистым воспалением—2 (0,7%); остеомиелитом — 1 (0,3%).

Несмотря на то что за последнее время в родильных домах значительно улучшился уход за новорожденными и снизилась опрелость, число случаев гнойничковых заболеваний почти не уменьшилось, что, видимо, связано с распространением устойчивых микробов.

Особенно важным является уход за кожей, так как кожа новорожденного своими биологическими свойствами и особенностью гистологического строения бессильна защитить организм от инфицирования. Тонкий эпидермис легко повреждается, а слабый местный иммунитет кожи и обилие в ней капиллярной кровеносной и лимфатической системы обуславливают дальнейшее бурное развитие внедренной инфекции.



Следует отметить, что иногда раздражающим фактором является и *vernix caseosa*, который особенно часто скапливается в подмышечных и паховых областях и шеи. Они распадаются на жировые кислоты и вызывают опрелости. С целью предупреждения этого мы считаем целесообразным в этих местах нежно, не повреждая эпидермис, снять *vernix caseosa*.

Мацерацию кожи вызывает частое раздражение ее потом, мочей и фекальной массой особенно при нарушениях правильного ухода за новорожденными.

По литературным данным [4, 5], у новорожденных отмечается повышенная чувствительность к стафилококковым инфекциям.

На нашем материале при бактериологических анализах выяснилось, что в большинстве случаев возбудителями гнойных заболеваний являются стафилококк и стрептококк, а в единичных случаях инфекция была вызвана кишечной палочкой, которая характеризовалась более тяжелым клиническим течением.

В организм ребенка инфекция может проникнуть разными путями. В наших случаях чаще всего входными воротами являлись кожные покровы и пуповина. При проникновении инфекции через кожу большей частью развивались местные гнойные очаги: фурункулы, пиодермия, флегмоны и рожистые воспаления.

Из вышеперечисленных местных гнойных заболеваний особое внимание своим тяжелым клиническим течением привлекает некротическая флегмона новорожденных. Она начинается на 5—8-й день жизни ребенка. Новорожденный становится беспокойным, плохо спит и сосет грудь, отмечаются повышение температуры до 38—39°, ограниченное покраснение кожи, часто в пояснично-крестцовой области и на груди, которое быстро увеличивается. Развивается общий токсикоз. Кожа в начале заболевания уплотнена, отмечается отечность, а в дальнейшем в центре покраснения появляется флюктуация. Приводим пример.

Девочка Л. 21 дня поступила в клинику 24.V.1963 г. Ребенок от первой беременности, роды тяжелые, с тазовым предлежанием, родилась весом 4 000 г, кожа в области ягодиц мацерирована, на восьмой день жизни поднялась температура до 39°, ребенок беспокоен, плохо сосет грудь и спит. На ягодицах кожа покраснела, напряжена. Спустя 2 дня в области покраснения кожа начала некротизировать, к этому времени общее состояние девочки резко ухудшилось и она была переведена к нам. При поступлении температура 39°, пульс 160, дыхание 60 в минуту. Кожа сухая, вялая в области ягодиц, отмечена изъязвленная рана с некротическими участками размером 6×5 см. Общее состояние больной отягощалось явлениями септической пневмонии. Было применено комплексное лечение с капельными переливаниями крови и ее заменителей. Ребенка поместили в кювез с непрерывной дачей увлажненного кислорода. На второй день вечером появились явления гипертермии, температура 41,8°, пульс нитевидный, было применено физическое охлаждение с дачей нейролепгических средств. После активной терапии намечилось некоторое улучшение, температура спала, но общее состояние ребенка в течение 7 дней оставалось довольно тяжелым из-за наличия разлитого септического процесса, на что указывали высокий лейкоцитоз с резким сдвигом формулы влево, отсутствие эозинофилов,

анемия; при посеве крови был обнаружен золотистый стафилококк. Ребенок был выписан 3. VII. 1963 г. в хорошем состоянии.

Приведенная история болезни показывает, насколько тяжело протекает флегмона новорожденных при наличии септической пневмонии. Одновременно указанный случай подтверждает значение своевременной госпитализации.

Не менее важным по своим осложнениям является омфалит, который иногда после распространения инфекции по пупочным сосудам и лимфатическим путям приводит к общему септическому процессу, флегмоне брюшной стенки, которая чревата последствиями. В случае понижения реактивности организма и большой вирулентности микробов местные гнойные очаги превращались в общую септикемию, которая протекала бурно и иногда давала метастазы гематогенным путем в костях—остеомиелиты.

Особенностями течения острого гематогенного остеомиелита у новорожденных являлись типичная локализация в эпифизах, своеобразие клинической картины и возможное тяжелое последствие с патологическим вывихом. Приводим историю болезни.

Мальчик Н. 15-дневного возраста переведен из родильного дома 22. VIII. 1963 г. с явлениями септикемии. Ребенок родился здоровым, от первой беременности, при нормальных родах. Из-за влажного пупка находился в родильном доме, проводилось соответствующее лечение. На 14-й день повысилась температура, ребенок беспокойный, грудь не берет, плохо спит. При осмотре было обнаружено покраснение в области левого голеностопного и правого плечевого суставов. Из-за гнойного очага проводилось энергичное антибактериальное лечение с общеукрепляющими средствами, но, несмотря на это, уже через 30 дней началось разрушение пяточной и плечевой костей. После продолжительного комплексного лечения ребенок выписан 5. X. 1963 г. с улучшением. Анализ данного случая показывает, насколько важной является своевременная тщательная обработка пуповины и к каким тяжелым последствиям приводят нарушения асептики (иногда незаметные).

Лечение новорожденных больных детей проводилось в родильных домах, лишь в тяжелых случаях дети направлялись в детские хирургические отделения. В таких запоздалых случаях лечение не всегда давало благоприятный результат.

В некоторых случаях из родильных домов выписывались новорожденные с влажным пупком, что иногда приводило к осложнениям. Так, например, в клинике детской хирургии было госпитализировано 11 детей с явлениями сепсиса.

После перенесенного омфалита поступило пять детей, один — с флегмоной плеча, второй — с остеомиелитом плечевой кости, третий — с остеомиелитом бедра, двое — с септикемией. Вследствие нагноения после наложения щипцов образовались: в одном случае — остеомиелит затылочной кости, в другом — флегмона пояснично-крестцовой области с сепсисом. После перенесенной пиодермии развились в одном случае — флегмона пояснично-крестцовой области, а в другом — септикемия. Часть детей, выписанных из родильных домов после гнойничковой болезни выздоровевшими, в дальнейшем попала к нам с разными осложнениями.



Всего в детской хирургической клинике Тбилисского мединститута за 1959—1963 гг. от гнойных заболеваний лечилось 90 детей в возрасте до 2 месяцев. Среди них: от септикопиемии — 37, абсцесса — 22, флегмоны новорожденных — 18, гнойного мастита — 8, остеомиелита — 4, рожистого воспаления — 1.

Причем из 90 больных непосредственно из родильных домов было переведено 20 новорожденных, которые нуждались в специализированной хирургической помощи, а остальные дети поступили в разные сроки после выписки из родильных домов.

Лечение новорожденных детей с гнойными заболеваниями остается сложным вопросом современной детской хирургии, что обусловлено своеобразным течением данного заболевания. По С. Я. Долецкому [4], оно включает в себя три важных момента: 1) воздействие на микроорганизм, 2) воздействие на макроорганизм, 3) воздействие на очаг.

Исходя из этого, мы проводили следующие лечебные мероприятия. С целью воздействия на микроорганизм мы назначали антибиотики внутривенно, внутрикостно, внутримышечно и в очаг инфекции с одновременной дачей сульфаниламидов через рот, капельно, внутривенно и в прямую кишку. До определения чувствительности микробов применяли комбинацию нескольких антибиотиков. Во всех случаях определяли флору микробов и их резистентность к антибиотикам.

С целью воздействия на макроорганизм нами применялась пассивная иммунизация: капельное переливание крови как внутривенно, так и внутрикостно, плазмы, введение γ -глобулина, дезинтоксикационная терапия, восстановление нормального обмена веществ, применение снотворных и десенсибилизирующих средств.

Потребность в жидкости у маленьких детей при острой гнойной инфекции очень большая, но жидкость у них часто задерживается в организме и нередко дети погибают не от дегидратации, а от гипергидратации, поэтому количество вводимой жидкости надо увеличивать в зависимости от веса ребенка.

При лечении необходимо насыщение организма ребенка витаминами, особенно витаминами С, А, В₁, РР. Именно эти витамины и вышеперечисленные мероприятия выполняли роль регуляторов окислительно-восстановительного процесса, влияли на гемопоез и активизировали защитные силы организма.

И третье мероприятие — воздействие на очаг гнойной инфекции, заключающееся в раннем опорожнении гнойничков, множественных небольших разрезов при флегмонах без тампонов и наложении сухих стерильных повязок. Кроме того, применяли активные физиотерапевтические методы лечения на местный очаг и т. д.

Применение комплексного метода лечения оказывало благоприятное влияние на клиническое течение заболевания и способствовало быстрому выздоровлению. Так, из 90 новорожденных, лечившихся по поводу гнойных заболеваний, выписались выздоровевшими 82 (91,9%), а с остаточными явлениями в виде патологических вывихов тазобедренного сустава после остеомиелита — два (2,2%).

В шести случаях (6,6%) наступила смерть, которая объясняется поздней госпитализацией и наличием разлитого процесса.

С целью решения вопроса, какое влияние оказывают гнойные заболевания на дальнейшее развитие и формирование подрастающего организма, нами было обследовано 66 детей, перенесших разные гнойные заболевания с давностью от 1 года до 5 лет.

При повторном осмотре выяснилось, что из 66 больных септикопиемной болели 25, абсцессом и флегмоной—29, амфалитом—9, маститом—3.

У детей, перенесших септикопиемию, в первые месяцы и годы после выздоровления отмечались общая слабость, склонность к частым пневмониям и диспепсиям. Из этой группы у двух детей оказались патологические вывихи в тазобедренном суставе.

Данные комплексного изучения (история болезни новорожденного, поликлиническая карта развития ребенка, повторные вызовы на осмотр, изучение обмена веществ, крови, мочи и рентгенологические данные) показали, что вышеуказанные осложнения являлись следствиями септикопиемии, а вывих последовал после осложнения процесса остеомиелита шейки и головки бедра.

После перенесения абсцесса и флегмоны остались незначительные тонкие рубцы, лишь в трех случаях имелись сравнительно грубые рубцы после вскрытия флегмоны, которые не влияют на физическое развитие ребенка.

Из девяти детей, болевших омфалитом, один ребенок в двухлетнем возрасте болел остеомиелитом правой большеберцовой кости, а у троих отмечено фунгоидное перерождение пупка с периодическим выделением гноя. Остальные дети оказались здоровыми.

Таким образом, после гнойной инфекции в ближайшее время меняется реактивность организма, повышается чувствительность к внешним раздражителям и нередко встречаются резкие нарушения со стороны общего развития ребенка, связанные с перенесенными заболеваниями.

Выводы

1. Анатомо-физиологические особенности кожи новорожденного способствуют легкому инфицированию организма, что приводит к развитию гнойных процессов. Такое осложнение среди новорожденных мы наблюдали в 0,4% случаев.

2. Гнойные заболевания среди новорожденных протекают тяжело, часто осложняются сепсисом, который отягощается появлением септической пневмонии, бурно протекающим остеомиелитом и дают смертности до 6,6%.

3. Своевременный комплексный метод лечения позволяет успешно бороться с гнойными заболеваниями; с целью ранней диагностики и лечения необходима совместная работа акушеров, педиатров и детских хирургов.

4. При благоприятном исходе перенесенные гнойные заболевания в дальнейшем в большинстве случаев не оказывают влияния на физическое развитие ребенка. Но иногда в первое время после перенесения заболевания меняется реактивность организма, отмечается склонность к разным патологическим процессам, а в единичных случаях остаются тяжелые осложнения.



5. В деле снижения заболеваемости главную роль играют профилактическая работа, строгое соблюдение асептики во время ухода за новорожденными, а также проведение санитарно-просветительной работы среди населения. После перенесенной болезни дети должны находиться на диспансерном учете.

I городская детская
объединенная больница
Тбилиси

(Поступило в редакцию 23.12.1964)

კლინიკური მემორიალი

ლ. ავალიანი, გ. ჯვანია, უ. რუსაძე, დ. ხედურაიანი

ახალშობილთა ჩირქოვანი დაავადების მკურნალობისა და
შორეული შედეგების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია 257 ბავშვი ჩირქოვანი დაავადებით; აქედან 24 ბავშვს ჰქონდა გართულება სეპტიკოპიემიით.

ქირურგიულ კლინიკაში მკურნალობა ჩატარდა 90 ბავშვს, რომელთაგან 20 ახალშობილი უშუალოდ სამშობიარო სახლებიდან იყო ჰოსპიტალიზირებული. განკურნებული გაეწერა 82 ბავშვი, გართულებული მდგომარეობით — 2, ხოლო გარდაიცვალა 6 ახალშობილი. შორეული შედეგები შესწავლილია 66 ბავშვზე, დაავადებიდან 1—5 წლის შემდეგ.

მასალის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ჩირქოვანი დაავადებები ახალშობილებში მიმდინარეობს საკმაოდ მძიმე ფორმებში და გადატანილი დაავადების შემდეგ პირველსავე წლებში იცვლება მზარდი ორგანიზმის რეაქციულობა. შეძენილი სხვადასხვა დაავადებები მძიმე კლინიკური მიმდინარეობით ხასიათდებიან.

დაავადებათა შემცირების მიზნით საჭიროა პროფილაქტიკურ ღონისძიებათა სწორი და მეთოდური წარმართვა; დაავადების შემთხვევებში კი აქტიური კომპლექსური მკურნალობა. ახალშობილები, რომლებსაც გადატანილი აქვთ ჩირქოვანი დაავადებანი, შემდგომ დისპანსერულ დაკვირვებას საჭიროებენ.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Авалиани. Флегмона новорожденных и ее лечение. Труды Тбилгосмединститута, т. XVI, 1957.
2. С. Я. Голосовкер. Гнойничковые заболевания кожи новорожденных. Медицинская сестра, № 4, 1956.
3. Ф. И. Каипов. Отдаленные результаты лечения некротической флегмоны новорожденных. Педиатрия, № 10, 1960.
4. С. Я. Долецкий. Хирургия детского возраста. Руководство по педиатрии, т. IX, 1964.
5. А. Д. Христинич. Устойчивость стафилококка к антибиотикам и особенности течения гнойной инфекции у детей. Хирургия, 2, 1964.



КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

И. М. РЦХИЛАДZE

**НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ИЛИ ИММУНОАЛЛЕРГИЧЕСКИЕ
РЕАКЦИИ ПРИ ПНЕВМОНИЯХ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА**

(Представлено академиком К. Д. Эристави 29.1.1965)

Широкое применение антибиотиков и плановое проведение профилактических прививок среди детей раннего возраста заметно снизили летальность от пневмонии и изменили ее клиническое течение. Одновременно участились атипичные—интерстициальные вирусные пневмонии. Микробы, ранее считавшиеся ведущими в этиологии детских пневмоний, превратились во второстепенных соучастников и в патогенезе респираторных заболеваний нередко проявляют лишь роль частичного парааллергена [1, 2].

Неспецифические аллергические изменения, присущие вирусной инфекции, стали характерными и для сопутствующих микробов, стимулирующих как местные аллергические, так и общие анафилактические реакции.

У детей первых месяцев жизни в большинстве случаев еще не установлены механизмы для воспроизведения специфических иммунных реакций против отдельных возбудителей, и в связи с этим при контакте с любой из них они проявляют неспецифические свойства самозащиты.

Благоприятные условия для развития определенной клинической формы заболевания, вызванного соответствующими возбудителями, опять-таки возникают под влиянием тех адаптационных реакций на всевозможные раздражители за период жизни ребенка, которые чаще создаются на фоне взаимосвязи неспецифических механизмов. Эквиваленты таких неспецифических иммунных проявлений или предрасположений берут свое начало внутриутробно, в связи с поступлением в организм плода биологических субстанций, которые выявляют определенную установку чувствительности к обычным продуктам обмена. Примером может служить эксудативный диатез, при котором имеется готовность детского организма к местным аллергическим или к общим анафилактическим реакциям. Проникновение любой инфекции при этом страдании может направить парааллергические механизмы в зависимости от уровня биологического созревания детского организма на выработку специфического иммунитета и, наоборот, развернуть бурную картину анафилактической реакции или же, что бывает чаще, выявить только местные аллергические изменения [3, 4, 5].

Педиатрам и раньше были известны такие заболевания с преобладающими симптомами неспецифического характера, так, например, у детей раннего возраста скрофулез (золотуха), с пышной кожной реакцией. „მოამბე“, XXXVIII:2, 1965



цией на туберкулин, часто дающий хороший прогноз и определенную резистентность против туберкулеза [6, 7]. К такой же форме туберкулеза можно отнести и ревматизм Понсе, узелковую эритему, поражение серозных оболочек и т. д., где неспецифическая аллергическая реакция часто поддается десенсибилизирующей, неспецифической терапии. Недаром все вторичные плевриты и менингиты проф. А. Кисель принимал за туберкулезно-аллергические, считая, по-видимому ведущей в этих случаях неспецифическую природу аллергического воспаления. К этой же категории заболеваний нужно отнести описываемые в последние годы острые геморрагические колиты и диспепсии [1, 8]. В последнее время внимание педиатров привлекают неспецифические изменения крови, часто связанные с проведением профилактических прививок.

В связи с частым применением антибиотиков удлинились периоды реконвалесценции, увеличились неспецифические реакции, участились субфебрилитеты неясной этиологии. Отсюда понятно отмечаемое педиатрами среди детей раннего возраста ежегодное увеличение числа заболеваний дыхательных органов с атипичным течением. Такое течение заболевания наблюдается как при острых пневмониях, так и при длительно текущих интерстициальных пневмониях и синуспневмопатиях, а также у больных, страдающих хроническим бронхитом или пневмонией, осложненных астматическим синдромом.

Острые интерстициальные пневмонии часто развиваются сразу вместе с предвестниками гриппа — учащением дыхания и заметным цианозом вокруг рта. В анамнезе часто отмечается недавно перенесенная острая респираторная инфекция, длившаяся всего лишь несколько дней. Развитие дыхательной недостаточности одновременно с продромами какой-то новой инфекции верхних дыхательных путей уже указывает на сенсibilизацию организма и изменения аллергического характера в респираторной системе. Это же подтверждает картина периферической крови, чаще слабо выраженная гипохромная анемия, лейкопения, нейтропения с относительным лимфоцитозом и замедлением РОЭ. Предшествующая нередко данному заболеванию «безобидная» интеркуррентная инфекция, по наблюдениям клиники, играет роль благоприятствующего фактора в развитии тяжелой токсической картины с преобладающими симптомами нарушения функции одной из ведущих систем. В данных случаях, как и при феномене Санарелли—Здровского, разыгрывается параанафилактикоидный синдром, при котором в организме только что внедрившаяся вирусная инфекция приобретает токсические свойства в связи с выработанной чувствительностью организма к прежним локальным патогенным факторам, ранее перенесенной инфекции, как и к «микробам выхода», проявляющим резкую патогенность в сенсibilизированном организме.

В указанных случаях развертывается бурная анафилактикоидная картина в виде гипертоксической пневмонии, которая в зависимости от соотношения напряженности ранее выработанных неспецифических механизмов может вылиться в клинику энцефалопатии, эклампсии, острой сердечной и сосудистой недостаточности или шокового состояния и т. д. Указанные клинические синдромы являются проявлением индивидуальной особенности (ранее созданных адаптационных механизмов) динамического стереотипа регуляторного аппарата и функционального

состояния соответствующих систем при одной общей патологической основе—напряженной иммунной реакции.

Кроме общеклинических симптомов и картины периферической крови, для острых интерстициальных пневмоний характерны и иммуно-биохимические пробы как показатели увеличения глюкоропротеидов (пробы на дифениламин и сиаловую кислоту), С-реактивного белка, α_2 и γ -глобулиновых фракций, пировиноградной кислоты, калия и остаточного азота (Н. Едигарова, Л. В. Керкадзе, В. В. Окрошидзе). В периферической крови отмечается выход плазматических клеток. Рентгенологически часто констатируют эмфизему и усиление бронхо-сосудистого рисунка, указывающего на вовлечение в патологический процесс межтканочной ткани. Эти тяжелые анафилактичные синдромы острой интерстициальной пневмонии требуют немедленного принятия мер для повышения защитных механизмов нервно-эндокринного аппарата, блокирования цитотоксических веществ, ослабления напряженности иммунных реакций и поддержания функций жизненно важных органов.

Следующая форма заболевания дыхательных органов у детей раннего возраста — это хроническая интерстициальная пневмония. Она также заметно участилась и отмечена многими клиниками Советского Союза. Хроническая интерстициальная пневмония весьма глубоко и всесторонне изучена в клинике проф. Ю. Ф. Домбровской. Ею выделены, по аналогии с болгарскими педиатрами, определенная форма хронической пневмонии, подтвержденная морфологически и цито-серологически, синус- и бронхопневмопатии, которые при соответствующем патогенетическом лечении (местном—удаление аденом, физиотерапия и общем—десенсибилизирующее лечение с подобранными аллергенами) дают удовлетворительные результаты (А. К. Светлова, И. П. Константинова). Следует отметить, что заболевание начинается с первого месяца жизни, что часто связано с острой респираторной инфекцией, и ей нередко сопутствуют длительно незаживающая пупочная рана и изменения со стороны кожи, поэтому длительно наблюдаемая субфебрильная или ундулирующая температура обычно принимается за сепсис или хронический сепсис. Иногда даже высеиваются из крови определенные микробы—стафилококк, кишечная палочка и др. Но дети с указанным субфебрилитетом, если нет частых обострений острой респираторной инфекцией, чувствуют себя удовлетворительно, и указанное состояние мало влияет на трофику, прибавку веса, настроение, аппетит, и дети часто развиваются неплохо. Периодическая аллергическая сыпь, картина периферической крови, цито-серологические пробы, белковый спектр сыворотки и данные рентгена почти всегда характерны для вышеуказанного неспецифического процесса.

Выделение микроба, особенно в период широкого применения антибиотиков, не всегда указывает на сепсис. Данные микробы часто не вирулентны и играют роль парааллергена, о чем свидетельствуют как клиника и соответствующие лабораторные исследования, так и неэффективность весьма активно и длительно применяемого этиотропного лечения. Ведь при обширной экземе у экссудативных детей с субфебрильной температурой или при болезни Понсе выделение микроба не отрицает неспецифическую аллергическую природу этих заболеваний.



Хронические интерстициальные пневмонии также поддаются своевременному лечению после стихания наложенной инфекции, хорошо подобранной десенсибилизирующей и стероидной терапии, в чем мы не раз убеждались. При хорошем же уходе и изоляции последующие возрастные биологические сдвиги в организме дают длительную ремиссию или даже полное выздоровление.

Наконец, мы хотели бы коснуться хронической интерстициальной пневмонии с астматическим синдромом, в патогенезе которого и в ведущей роли неспецифического аллергического процесса никто не сомневается.

У детей раннего возраста чистой бронхиальной астмы не бывает. Астматическому синдрому, разыгрывающемуся периодически, всегда сопутствует длительно текущий инфекционно-аллергический процесс в бронхо-легочной системе. Всякое обострение данного неспецифического процесса острой респираторной инфекцией или другими раздражителями влечет за собой развертывание клиники астматического синдрома. Позже, с возрастом и биологическим созреванием определенных систем детского организма, число неспецифических раздражителей или параллергенов постепенно суживается и полный астматический приступ развивается лишь от некоторых раздражителей. В клинике не раз было отмечено, что ребенок раннего возраста, поступивший в больницу с пневмонией с астматическим синдромом, по стихании процесса на любую занесенную в палату инфекцию отвечал новым обострением и развитием приступа. Впоследствии у этих детей в дошкольном и школьном возрастах обострение и астматический приступ вызывали не все раздражители, существовавшие в окружающей среде, а только некоторые из них.

Нужно думать, что с возрастом неспецифическая воспалительная реакция межтканевой ткани в легких, пройдя все этапы патологического процесса, приходит к полному затиханию, создавая лишь определенные очаги высокой чувствительности к определенным раздражителям, которые и развертывают картину бронхиальной астмы.

Правильность подобного толкования патогенеза этого страдания подтверждается и тем, что именно начальные формы данного заболевания у детей раннего возраста поддаются полному излечению при своевременном и продолжительном применении противовоспалительных и десенсибилизирующих средств.

Как видно из вышесказанного, неспецифические иммунные реакции играют ведущую роль в патологии детей раннего возраста. Они вызывают развитие тяжелых клинических форм заболеваний при острых и особенно хронических течениях. И наконец, именно они приводят к необратимым изменениям и инвалидности определенного контингента детского, а затем, с возрастом, и взрослого населения.

В связи с актуальностью и важностью вопроса о неспецифических иммунных реакциях детского организма встает необходимость всестороннего изучения данной проблемы, в частности патогенеза, гистомор-

ფოლოგისი და კლინიკის. ეს იქნება შესაძლებელი გზის აღმოჩენა, რომელიც დაიცავს პნევმონიის განვითარების რისკს და ამით დაეხმარება დაავადებულ პაციენტებს.

თბილისის სახელმწიფო
 სამედიცინო ინსტიტუტი

(დამტკიცებულია რედაქციის მიერ 29.1.1965)

კლინიკური მკვლელობა

ნ. კვიციანი

არასპეციფიკური ანუ იმუნო-ალერგიული რეაქციები ჩვილ
 ბავშვთა პნევმონიების დროს

რეზიუმე

ანტიბიოტიკების ფართო გამოყენებამ და პროფილაქტიკურმა ღონისძიებებმა განსაკუთრებით შეამცირეს ჩვილ ბავშვთა პნევმონიების ლეტალობა და შეცვალეს მისი კლინიკური სურათი. აღნიშნულის პარალელურად გახშირდა ატიპიური-ვირუსული პნევმონიები. მიკრობები, რომლებიც წარსულში წამყვანი ეტიოლოგიური როლს ასრულებდნენ, ახლა მეორეხარისხოვან თანამგზავრებად გადაიქცნენ და რესპირატორულ ორგანოთა დაავადებაში პარალერგენის თვისებებით ისაზღვრებიან.

არასპეციფიკური ალერგიული რეაქციები, რაც ვირუსის თვისებას წარმოადგენდა, დამახასიათებელი გახდა ყველა თანამგზავრი მიკრობისათვის, რომლებიც მონაწილეობას იღებენ როგორც ადგილობრივ — ალერგიულ, ისე ზოგად — ანაფილაქსიურ რეაქციათა გამომწვევებაში.

ჩვილ ბავშვთა ასაკში, ხშირად არაა განმტკიცებული ცალკეულ დაავადებათა გამომწვევი მიკრობების მიმართ სპეციფიკური იმუნური რეაქციათა მექანიზმების ამოქმედების უნარი, რის გამოც მათთან კონტაქტის შემთხვევაში ისინი ხშირად თავდაცვის მხოლოდ არასპეციფიკურ თვისებებს ამჟღავნებენ. ამის გამო, სასუნთქვე ორგანოთა პათოლოგიაში წამყვანი ადგილი უჭირავს არასპეციფიკურ იმუნურ რეაქციებს, რომლებიც ხელს უწყობენ მცირე კლინიკურ ფორმათა განვითარებას როგორც მწვავე, ისე (მით უმეტეს) ქრონიკული მიმდინარეობის შემთხვევებში. ინტერსტიციული პნევმონიებისათვის, გარდა ზოგადი კლინიკური ნიშნებისა და პერიფერიული სისხლის სურათისა, დამახასიათებელია ასევე იმუნობიოქიმიური მაჩვენებლები, როგორცაა გლუკოპროტეინები, „C“ რეაქტული ცილა, α- და γ- გლობულინური ფრაქციების მომატება და სხვა. სწორედ ამ ხასიათის პათოლოგიური რეაქციები განაპირობებენ იმ ღრმა და შეუქცევად ცვლილებებს, რასაც საბოლოოდ როგორც ბავშვები, ისე, მით უმეტეს, მოზრდილები ინვალიდობამდე მიჰყავს.

ამისთვისაც, ხსენებულ ცვლილებათა კლინიკური და ჰისტომორფოლოგიური შესწავლა და მათი პათოგენეზის დადგენა მოგვცემს როგორც ეფექტური მკურნალობის გზების გამონახვის, ისე ამ პათოლოგიურ რეაქციათა თავიდან აცდენის საშუალებას.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Ф. Домбровская. Инфекционно-аллергический фактор в патогенезе респираторных заболеваний у детей. Вопросы охраны материнства и детства, № 11, 1963, 9 — 14.
2. Е. М. Петряева. Основные принципы патогенетической терапии в детском возрасте. Вопросы охраны материнства и детства, № 6, 1964, 7 — 10.
3. Е. М. Тареева. Неспецифические синдромы при профессиональных заболеваниях. Советская медицина, 6, 1962, 13 — 24.
4. П. Ф. Здродовский. О патогенетическом значении аллергии и парааллергии. Клиническая медицина, № 7, 1964, 9 — 13.
5. П. Гегеши-Кишш. Заболевания сердца и органов кровообращения в младенческом и детском возрасте. Будапешт, 1962.
6. И. Клейншмидт. Туберкулез в детском возрасте. Берлин, 1927.
7. И. В. Цимблер. Туберкулез в детском возрасте. М, 1955.
8. А. Вальгрэн. Шведский вклад в исследование язвенного колита у детей. В кн.: „Проблемы педиатрии“, 1962, 116 — 120.

3. თოფურია

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

წრფელობითი ბრუნვისათვის ძველ
ქართულში⁽¹⁾

1. წრფელობითს, როგორც ბრუნვას, ახლავს თეორიული და პრაქტიკული ინტერესი. თეორიულად იგი სვამს საკითხს საერთოდ ბრუნვის ცნების შესახებ, პრაქტიკულად კი მოითხოვს გადაწყვეტას, არის თუ არა ის ბრუნვა ძველსა თუ ახალ ქართულში.

ამ მხრივ ორი თვალსაზრისი უპირისპირდება ერთმანეთს: 1. წრფელობითი ბრუნვაა ძველ ქართულში. (ნ. მარი, ა. მანიძე, ივ. იმნაიშვილი) და 2. წრფელობითი „...გაუფორმებელი (უდერმინაცია) ფუძეა. ამგვარ ოდენობას კი მხოლოდ ფუძე დაერქმის“ ([1], გვ. 13, შნშ. 2).

საკითხის მოკლე ისტორია ასეთია:

წრფელობითი თარგმანია ბერძნული *ἄρθρον* სიტყვისა, რაც ნიშნავს „წრფელს, სწორს, პირდაპირს“ (გზას, ალავს, მიმართულებას...).

პირველად იგი, როგორც ბრუნვის სახელი, იხმარა ზურაბ შანშოვანმა 1737 წელს თავის „მოკლე გრამმატიკაში“ **საწრფელო**-ს სახელწოდებით. როგორც გამოიჩვენა, იგი თარგმანია სომხური *սղբական* („ულაკან“) ტერმინისა (ილ. აბულაძე), ხოლო **წრფელობითი** შემოიღო ანტონმა და გავრცელდა მომდევნო გრამატიკებში. მაგრამ ყველგან, **წრფელობითი** უდრის **სახელობითს**. ანტონი საგანგებოდ აღნიშნავს თავის გრამატიკაში: „დასაბამ ბრუნუათა არს **წრფელობითი**, რომელიცა, უფროვე სამართალ-არს, რამეთუ ეწოდებოდესცა **სახელობითი**“ ([2], გვ. 134). ამას ადასტურებენ საილუსტრაციოდ მოყვანილი მაგალითებიც (მარიაშ, არსება, მზე, ტაძარი) და ანტონის განმარტებაც: „ხოლო სახელსა **წრფელობითსა**, რომელსამე მრავალჯერ ი აქჳს ბოლოდ, ვითა იცის ჩჳსულებამან ენისა ჩჳსნისამან“... ([2], გვ. 11).

წრფელობითი შემდეგ **სახელობითთ** შეცვალა პლატონ იოსელიანმა (1840 წელს).

წრფელობითს ნიკო მარმა ადგილი მიუჩინა თავის „ძირითად ტაბულებში“ 1908 წელს ბრუნვათა ბოლოს და დაარქვა неопределенным падеж, ხოლო 1925 წელს გამოქვეყნებულ „ძველიტერატურული ქართული ენის გრამატიკაში“ ბრუნვათა თავში მოაქცია და დაახასიათა იგი როგორც ფორმის, ისე

(¹ წაკითხულია მოხსენებად თბილისის უნივერსიტეტის ფილოლოგიის ფაკულტეტის VIII სამეცნიერო სესიაზე 1964 წლის 28 მაისს. იბეჭდება შემოკლებით.)

ფუნქციის მიხედვით. მისი სიტყვით, წრფელობითი „представляет чистую основу: для него особого падежного окончания нет“ ([3], გვ. 29; გვ. 19).

ა. შანიძე ძველი ქართულისათვის ასახელებს რვა ბრუნვას და წრფელობითს თავში ათავსებს: წრფელობითი, სახელობითი, წოდებითი და სხვ. „ამათგან — მისი სიტყვით — წრფელობითი უნიშნო იყო და სუფთა ფუძეს წარმოადგენდა. ყველა დანარჩენს თავ-თავისი ნიშანი ჰქონდა მხოლ. რიცხვში“ ([4], გვ. 012).

ივ. იმნაიშვილმა თავის შრომაში ვრცლად დაახასიათა წრფელობითი ბრუნვა ფორმის, ადგილის, ფუნქციის მიხედვით და უჩვენა მისი ბრუნვის უფლება წიგნში, სადაც მოცემულია საკითხის შესწავლის ისტორიაც და დებულებათა დასაბუთებაც ([5], გვ. 21—27).

ჰანს ფოგტი წრფელობითის კაც ფორმას მიიჩნევს გვარეობრივ სახელობითად და მის ოპოზიციად თვლის სპეციფიკურ (სახეობრივ) ფორმას კაც-ი. ასევე იგი სრულ ოპოზიციათა სისტემას ხედავს მიცემითში კაც-ს—კაც-სა და ნათესაობითში კაც-ის—კაც-ისა ([6], §§ 3—12, 69), ხოლო გ. დეეტერსი მას საერთოდ ბრუნვად არ რაცხს. გ. კლიმოვი შედარებით ვრცლად ეხება ამ ფორმას და მის შესახებ გამოთქმულ სხვადასხვა ავტორის მოსაზრებებს და დასაშვებად თვლის, რომ გაუფორმებელი ფუძე თავდაპირველად ასრულებდო სახელობითის (სუბიექტურ-ობიექტური ბრუნვის ფუნქციას) ([7], გვ. 45—48).

ჩვენ შევეცადეთ ზოგი ახალი დამატებითი ცნობა და საბუთი მოგვეყვანა.

2. წრფელობითის ფორმა მართლაც წმინდა ფუძეა. ფუძე შედის კომპოზიტში და იქ ის ბრუნვას არ წარმოადგენს (ერთ-გული, ნელ-საცხებელი...). მაგრამ წინადადებაში წრფელობითი ბრუნვაა. ბრუნვა კი, როგორც ცნობილია, არის სიტყვის ფორმა, რომელიც მიიღება სახელის ურთიერთობისას სახელთან, ან ზმნასთან, ან კიდევ უფორმო სიტყვასთან და ასრულებს გარკვეულ სინტაქსურ ფუნქციას.

3. ძველ ქართულში ხშირად გვაქვს სახელის ფუძე, რომელიც ისეთსავე ურთიერთობაშია სხვა სიტყვასთან, როგორშიც იმავე ძველ ქართულში ზოგჯერ პარალელურად ნახმარი სახელობითი, შემდგომ ქართულში კი მხოლოდ სახელობითი, მას ფუნქციაც ყველგან სახელობითისა აქვს. მაგ.; გამოყენებულია

წრფელობითი ბრუნვა ქვემდებარედ

- ა) სახლსა მამისა ჩემისა მრავალ სადგურ არს ი 14,2 C
 არა მივის მე ქმარ ი 4,17
 რომელ ითარგმანების ი 1,38...

მრავლობითი რიცხვის მნიშვნელობით:

თუ ალ გასხენ და არა ჰხედავთ, ყურ გასხენ და არა გესმის =
 C... ყურ გადგან... მრკ 8,18...

- ბ) განუსაზღვრელობით ნაცვალსახელთან ერთად, როგორცაა: ერთ ან ვინმე:

იყო კაც ერთ იერუსალმს ლ 2,25 C

კაც ერთ ვინმე იყო მდიდარ ლ 16,19 C

გ) რიცხვით სახელთან:

არიან აქა ორ დანაკ ლ 22,38

რომელსა აქუს ხუთ ჭუეზა ქრთილის და ორ თევზ ი 6,9 C

მეშველი ზმნისა და უვის, აქუს, ადგს, უდგს გარდაუვალ ზმნათა გარდა წრფელობითი იხმარება ერქუმის (ერქუა), ეწოდების და სხვა ვნებიტებთან:

რომელსა ერქუმის თხემ ლ 23,33 C

იგინი ნაშობ ღმრთის იწოდნენ მ 5,9

რომელი-იგი იქმნა კაც წინაწარმეტყუელ ლ 24,19 C და სხვა⁽¹⁾.

2. წრფელობითი ბრუნვა პირდაპირ დამატებად ჩვეულებრივ გვხვდება ზმნებთან: სცა, ილო, დასდვა, იპყრა, იხილა, კლა, იგდო, უწოდა, ყო, ქმნა, ჰრქუა, იხსნა და სხვა:

სცენ სასწაულებ დიდ და ნიშებ მ 24,24 C

უკუეთუ ნიშ და სასწაულ არა იხილოთ ი 4,48 C

ჰრქუას იმასა თუსსა ცოფ მ 5,22

რა ჰყოთ ვინმე ერთი მწირ მ 23,15

არა კაც-ჰკლა მ 5,21

მოართუეს მას ეშმაკეულებ მრავალ მ 8,16 C...

ყო-ს შემცველ რთულ ზმნებში პირველი კომპონენტი წრფელობითშია ლაღად-ყო, უარ-ყო, გულისგმა-ყო, გმა-ყო, ზრახვა-ყო, ველ-ყვეს და სხვ.

როგორც პირდაპირი დამატება, იგი იცვლება ბრუნვებში. დრო-კილოთა I სერიაში დგას მიცემითში:

პატივისა-უყოფენ მამასა ი 5,23 C

ნათელს-ვიღებდე მ 20,22 C...

მაგრამ II სერიაში დგას წრფელობითში:

პატრფ-უყო მას ი 12,26 C

ნათელ-ილოთ მ 20,23...

არის შემთხვევები, როცა მიცემითი და წრფელობითი არეულია: ერთი მხრივ, გვაქვს მიცემითი ნაცვლად წრფელობითისა და, მეორე მხრივ, წრფელობითი — ნაცვლად მიცემითისა; მაგ.:

აჰა იგი ნათელ-ჰსცემს (=ნათელს-სცემს) ი 3,26

თუალ-უყოფდეს მამასა მისსა (=თუალს-უყოფდეს) ლ 1,62

ნათელ-იღებდეს მისგან (=ნათელს-იღებდეს) მრკ 1,5

ამბორს-უყოფდა, მაგრამ: ამბორს-უყო ლ 15,20

(¹ მსგავსი მაგალითები წინადადების სხვადასხვა წევრის საილუსტრაციოდ უხვად არის მოყვანილი ივ. იმნაიშვილის მონოგრაფიულ შრომაში [5].

და ასე: პატივ-ჰსცემენ მამასა ი 5,23; ნათელ-სცემდით (=ნათელ-ს-ს(ცემდით) მათ მ 28,19 და სხვ.

ეს აღრევა შედეგია პირდაპირი დამატებისა და ზმნის შერწყმა-გაკომპოზიტებისა.

უკვე ძველსავე ქართულში გვხვდება წრფელობითის მონაცვლედ სახელობითი ბრუნვა და ისიც არა მარტო სხვადასხვა ტექსტის ერთნაირ კონსტრუქციებში, არამედ პარალელურად, ერთისა და იმავე ძეგლის სხვადასხვა რედაქციაში; მაგ.:

ყინელ იყო ო ყინელი იყო ი 18,18

რომელ არს ნიჭი ო რომელ არს ნიჭი მრკ 7,11

სხუა ნავ არა იყო მუნ ო სხუა ნავი არა იყო მუნ ი 6,22

ასუას ...სასუმელ ერთ წყალი გრილ ო ...სასუმელი ერთ ი 10,42

აჰა ესერა ძრვა იყო დიდ ო და აჰა ძრვა იყო დიდ მ 28,2...

3. წრფელობითი ბრუნვა შედეგენილი შემასმენლის სახელადი ნაწილია

ასეთ შემთხვევაში სახელთან ერთად გამოყენებულია მეშველი ზმნა და იქმნა, ექმნა, ეყო და ასეთებიც: ედგა, დაშთა, გამოჩნდა და სხვა [5]:

იგი ჩემდა მტერ არს მ 12,30 C

იყო იგი დაღონებულ ლ 13,11

იგი იქმნა თავ კიდეთა მ 21,42 C და სხვ.

4. წრფელობით ბრუნვაში დროის გარემოება

მრავალ ჟამ წარიტაცის იგი. ლ 8,29

მწუხრ შაბათსა... მოვიდა მ 28,1

და იმარხვიდა ორმეოც დღე და ორმეოც ღამე მ 4,2 DE...

თუმცა ზოგჯერ დღე, ღამე და თთუე არეულა ფორმებთან: დღმ, ღამმ, თთუმ, მაგრამ ეს შედეგია ე და მ-ს ხმარების აღრევისა.

როგორც ვხედავთ, წრფელობითი ძველ ქართულში სინტაქსური ფუნქციით უდრის სახელობითს და დროთა ვითარებაში კიდევ შეცვალა იგი უკანასკნელმა.

4. კითხვა ისმის: ხომ არა გვაქვს ძველი ქართულის ვითარება გადმონაშთის სახით შემონახული თანამედროვე ქართულში ან დიალექტებში? ერთი შეხედვით, ანალოგიური მდგომარეობა კარგად ჩანს მთის კილოებში — ხევსურულსა, თუშურსა და აგრეთვე ინგილოურში; მაგ.:

ხევსურულში წრფელობითის ფორმა გამოყენებულია ქვემდებარედ:

გამაზდგომრ ის ქალ 13

ნარიანი და ებ'იანი მრავლობითიც ასეა გაფორმებული:

ხუთ ძმან მარტო თათარი შვილნ ყოფილან, ახლა სხვებ კიდეც 13...

პირდაპირ დამატებად:

თოფ დაუქრავ 13; ფირჩხილებ ჳელად ჩაიყარ 21... [8]

თუშურში ქვემდებარედ:

ნაცნობ ქისტ გამომჩენიყო-დ' თუშნ წასრულიყვნეს 115—116...

პირდაპირ დამატებად:

ჩვენ ქალ მოგვეცითავ 116; ქარებ შეყმტვრია-დ' სამოს ჩწყვი 175... [9]

ინგილოურში ქვემდებარედ:

ყოფილ ერ ბებერ და ერ ქალ 235

პატარზალ დადგევოდა: იქვე...

პირდაპირ დამატებად:

თოფ აილა 237; პურ გაგმიცხო 236... [8]

მსგავსი მოვლენები შენიშნულია მოხეტურში, მთიულურსა და ფერეიდ-ნულში.

მიუხედავად იმისა, რომ დიალექტები ზუსტად ემთხვევიან ძველ ქართულს, ეს მოვლენა მაინც არ არის გადმონაშთი. იგი ახალი წარმოშობისაა და მომდინარეობს სახელობითისაგან ([6], § 6, შნშ. 1). ეს გარდამავალი საფეხური სახელობითიდან წრფელობითისაკენ მტკიცდება იმით, რომ ერთსა და იმავე წინადადებაში ა) სახელობითის გვერდით წრფელობითის ფორმაა წარმოდგენილი, ან ბ) სახელობითის -ი ნიშანი ქცეულია უმარცვლო ი-დ (-ი), რაც დაქარვეის გზის მაუწყებელია, ან გ) დ' კავშირის წინ -ი დაცუ-ლია; მაგ.:

ხევსურულში:

ერთ ძმა, უმცროსზ, შინ დამრჩალ 15

გავიდეს ჯალაბაურნი-დ' ქისტრ 13...

თუშურში:

ერთ ქისტის ქალი-დ' და ერთ ქისტის ბიჭ შეშჩენიყვნეს 116

ყოფილიყვნეს ორ და-ძმანზ 115...

ინგილოურში:

ყოფილ ერ მამაჲ და სამ შულ 236

შიქმელ გაგიქეთო, გემოჲ ნახ 236...

სახელობითის -ი ნიშნის უმარცვლოდ ქცევა და შემდეგ დაქარგვა, საფიქრებელია, გამოწვეულია, მახვილითა და, ერთი მხრივ, მეზობელი ენის ქისტურისა და ბაცურის გავლენით მთის კილოებზე და, მეორე მხრივ, აზერბაიჯანული ენის ზეგავლენით ინგილოურზე. მაშასადამე, კილოთა მსგავსება ძველ ქართულთან **მეორეულია**, ახალია.

5. რით აიხსნება ძველ ქართულში წრფელობითის გაუფორმებლობა? ქართული ენის განვითარების ისტორია გვიჩვენებს, რომ ბრუნვათა ჩამოყალიბებაში ქარბულს ისეთივე გზა აქვს გავლილი, როგორც ბევრს სხვა

ენას. პირველი საფეხური ბრუნვათა გაუფორმებლობაა. ამის ხელშესახები მაგალითებია პირის ნაცვალსახელები მე, შენ, ჩვენ, თქვენ, რომელნიც არ იბრუნვიან, და აფხაზური ენა, სადაც ბრუნების სისტემა არ ჩამოყალიბებულა (ს. ჯანაშია, ქ. ლომთათიძე). ასე უბრუნველი უნდა ყოფილიყო უძველეს ქართულში ყველა სახელი, რის გადმონაშთიც არის წრფელობითი ბრუნვა. ამ საფეხურის წრფელობითი (ე. ი. უნიშნო სახელობითი) ამჟამადაც ახასიათებს შთის კავკასიურ და ბევრ სხვა სისტემის ენებს, რაც სამეცნიერო ლიტერატურაში გარკვევით არის აღნიშნული.

მეორე საფეხურზე გვაქვს განუსაზღვრელი ფორმა ბრუნვებისა: მიცემითში -ს, ნათესაობითში -ის და მოქმედებითში -ით სუფიქსები, რომლებიც მკაფიოდ არის შემონახული ჩვენებით ნაცვალსახელებსა და, მოქმედებითის გამოკლებით, პირის საკუთარ (პერსონალურ) სახელებში. ხშირადაა ეს ბრუნვები გამოყენებული რთულ სიტყვებსა (კომპოზიტებსა) და ზმნისართებში.

მესამე საფეხურზე უნდა გვექონოდა ბრუნვის განსაზღვრული ფორმა, რომელიც ჩვენებითი ნაცვალსახელის დართვით იქნებოდა გამოხატული, სახელდობრ, უნდა აღებოდა სახელობითში იგი, მიცემითში ამას, ნათესაობითში ამის და მოქმედებითში ამით. მაგრამ ეს საფეხური ძველ ტექსტებში სრულიად არ არის ასახული, სამაგიეროდ შემდგომ, მეოთხე საფეხურზე ბრუნვებში ნათლად ჩანს დეიქტიკური ელემენტები, რომელთაც სამეცნიერო ლიტერატურაში ემფატიკურის სახელით ვიცნობთ (ნ. მარი). არის ვარაუდი, რომ დეიქტიკური ელემენტები — სახელობითში -ი და მიცემით-ნათესაობით-მოქმედებითში ბრუნვის ექსპონენტებს დართული -ა მომდინარეობენ ჩვენებითი ნაცვალსახელებისაგან (-ი ← იგი და -ა ← ამას, ამის, ამით: ა. შანიძე, ან ჰი და ჰა-საგან: ნ. მარი).

მეხუთე საფეხურზე გაბატონებულია ნარევი ტიპი ბრუნებისა, სადაც შეერთებულია III და IV საფეხურის ფორმები: კაც-ი იგი, კაც-ხ-ა ამა-ს, კაც-ის-ა ამ-ის (შდრ. [14], გვ. 637—642; [10], გვ. 62—63; [6], გვ. 134—136).

უკანასკნელი განსაზღვრული ფორმაა⁽¹⁾. მსგავსი მოვლენა გვაქვს სვანურში, ოღონდ თანხმონებით აღნიშნული: სახელ. ხოჩა, მაგრამ სხვა ბრუნვებში: ხოჩამ. მოდელითა და ნაწილობრივ მატერიალურადაც სვანური ენა ემთხვევა ჩერქეზულ-ყაბარდოულს, კერძოდ ქვემოადიღეურს, სადაც სახელობითში დაერთვის -რ და მიცემითში -მ ([11], გვ. 261—264; [12], გვ. 101—108, 114; [13], გვ. 79).

ამგვარად, წრფელობითი პირველი და მეორე საფეხურის ბრუნვაა. მესამე-მეოთხე საფეხურზე მას შეენაცვლა სახელობითი.

თბილისის სახელმწიფო
 უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.12.1964)

⁽¹⁾ ჰანს ფოტტი თავის ფრიად მნიშვნელოვან გამოკვლევაში „ბრუნების სისტემა ძველ ქართულში“ ასკვნის, რომ აქ მოცემული II საფეხური წარმოადგენს გვარობრივ სისტემას და მისი სრული ოპოზიციანა სპეციფიკური, სახეობრივი სისტემა—IV საფეხურის ფორმები. სახეობრივ სისტემაში კიდევ განარჩევს განუსაზღვრელ (IV საფეხურისა) და განსაზღვრულ (V საფეხურის) ფორმებს ([6], § 69).

В. Т. ТОПУРИА

(академик Академии наук Грузинской ССР)

О. НЕОФОРМЛЕННОМ ПАДЕЖЕ В ДРЕВНЕГРУЗИНСКОМ
ЯЗЫКЕ

Резюме

В древнегрузинском языке чистая основа имени (имя без падежных окончаний) часто выступает в роли подлежащего, прямого дополнения, именной части составного сказуемого и обстоятельства времени. Поэтому большинство исследователей грузинского языка считает данную форму неоформленным (прямым) падежом, однако другие исследователи не включают его в систему склонения.

Автор статьи придерживается первого мнения и пытается обосновать наличие неоформленного падежа, причем допускает в развитии системы склонения пять ступеней.

На первой, древнейшей, ступени имена не склонялись, они были представлены в форме чистой основы. Примерами такого состояния склонения могут служить личные местоимения მე მე „я“, შენ შენ „ты“, ჩვენ ჩვენ „мы“, თქვენ თქვენ „вы“ и данные абхазского языка, в котором склонение до сих пор не оформилось.

На второй ступени развилось склонение, и из семи органических падежей с окончаниями употреблялись дательный, родительный, творительный и направительный. Показатели дательного и родительного падежей сохранены в собственных (персональных) именах и творительного — в указательных местоимениях. Часто встречаются эти падежи в сложных словах и наречиях.

На третьей ступени, надо полагать, были использованы указательные местоимения (ოგო იგი „тот“, ამას ამას „этому“, ამის ამის „этого“, ამით ამით „этим“), перешедшие впоследствии, на четвертой ступени, в деиктические частицы, названные в научной литературе эмфатическими, а на пятой ступени имеем смешанный тип склонения, полученный в результате объединения предполагаемой третьей и наличествующей четвертой ступеней. Историю развития склонения в древнегрузинском языке можно представить в таком виде:

I ступень

Неоформленный пад.	კაც kac	‘человек’	მე მე	‘я’	შენ შენ	‘ты’	ჩვენ	ჩვენ	‘мы’	თქვენ	თქვენ	‘вы’
Дательный	კაც kac		„	„	„							
Родительный	კაც kac		—		შენ შენ	„						
Творительный	კაც kac		—		—	—						

II სტუენი

III სტუენი

Нф.	კაც	კაც	—	Им.	კაც იგი ან კაც ჰი
					კაც igi или კაც hi
Дат.	კაც-ს	კაც-ს	ამა-ს	კაც-ს	ამას ან კაც-ს ჰა
					კაც-ს ама-ს или კაც-ს ha
Род.	კაც-ის	კაც-ის	ამ-ის	კაც-ის	ამ-ის ან კაც-ის ჰა
					კაც-ის аm-ის или კაც-ის ha
Твор.	კაც-ით	კაც-ით	ამ-ით	კაც-ით	ამ-ით ან კაც-ით ჰა
					კაც-ით аm-ით или კაც-ით ha

IV სტუენი

V სტუენი

Нф. = Им.	კაც-ი	კაც-ი	კაც-ი	იგი	კაც-ი	igi
Дат.	კაც-ს-ა	კაც-ს-ა	კაც-ს-ა	ამა-ს	კაც-ს-ა	ама-ს
Род.	კაც-ის-ა	კაც-ის-ა	კაც-ის-ა	ამ-ის	კაც-ის-ა	аm-ის
Твор.	კაც-ით-ა	კაც-ით-ა	კაც-ით-ა	ამ-ით	კაც-ით-ა	аm-ით

Таким образом, неформальный падеж, сохранившийся и поныне в горских иберийско-кавказских языках, впоследствии был заменен именительным падежом в том же древнегрузинском языке, причем, потеряв функции синтаксических категорий, встречается в виде чистой основы в качестве наречия и компонента сложных слов (композиит).

Что касается горских диалектов грузинского языка (подразумеваются хевсурский, тушский, а также ингилойский и др.), то в них форма именительного падежа без окончания в именах с согласным исходом—вторичного происхождения. Утеря показателя именительного падежа вызвана, по-видимому, влиянием ударения и соседних языков.

დასოფნებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. არნ. ჩიქო ბავა. მესამე პირის სუბიექტის უძველესი ნიშანი ქართველურ ენებში. ენიმკის მოამბე, მიძღვნილი აკად. ივანე ჯავახიშვილისადმი სამეცნიერო მოღვაწეობის 40 წლისთაგზე, თბილისი, 1940.
2. ქართული ლრამბატია, შედგენილი ანტონ I-ის მიერ, თბილისი, 1885.
3. Н. Марр. Грамматика древнелитературного грузинского языка. Л., 1925.
4. ა. შანიძე. ძველი ქართული ენა. ძველი ქართული ენა და ლიტერატურა, ტფილისი, 1935.
5. ი. იმნაიშვილი. სახელთა ბრუნება და ბრუნვათა ფუნქციები ძველ ქართულში, თბილისი, 1957.
6. Hans Vogt. Le système des cas en géorgien ancien: Norsk Tidsskrift for Sprogvidenskap, Bd. XIV, Oslo, 1947.
7. Г. А. Климов. Склонение в картвельских языках в сравнительно-историческом аспекте, Москва, 1962.
8. ივ. გიგინეიშვილი, ვ. თოფურია, ივ. ქავთარაძე. ქართული დიალექტოლოგია, I, თბილისი, 1961.
9. თ. უთურგაიძე. თუშური კილო, თბილისი, 1960.
10. არნ. ჩიქო ბავა. გრამატიკული კლას-კატეგორია და ბრუნვის ნიშანთა გენეზისის საკითხი ქართულში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. VII, № 1—2, თბილისი, 1945.
11. ს. ჯანაშია. სვანურ-ადიღეური (ჩერქეზული) ენობრივი შეხვედრები. ენიმკის მოამბე, XII, თბილისი, 1942.
12. გ. როგავა. ქვემოადიღეურის ბრუნვათა საკითხისათვის. ენიმკის მოამბე, IV, თბილისი, 1938.
13. Aert H. Kuipers. Phoneme and Morpheme in Kabardian, 1960.
14. აკაკი შანიძე. ქართული გრამატიკის საფუძვლები. I. მორფოლოგია, თბილისი, 1953.

მთ. რედაქტორი—საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი რ. დვალაი

Гл. редактор—академик Академии наук Грузинской ССР
Р. Р. Двали

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.4.1965; შუკვ. № 448; ანაწყოების ზომა 7×11;
ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 18,0;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 16,0; უფ. 02085; ტირაჟი 1400

Подписано к печати 16.4.1965; зак. № 448; размер набора 7×11; размер
бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 18,0; количество печатных
листов 16,0; УЭ 02085; тираж 1400

გამომცემლობა „მეცნიერების“ სტამბა, თბილისი, ვ. ტაბიძის ქ. № 3/5
Типография Издательства «Мецниереба», Тбилиси, ул. Г. Табидзе № 3/5

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, ძერჯინსკის ქ. № 8
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, ул. Дзержинского № 8



შიხასარსი — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

М. А. Алексидзе. Эксперименты численного решения разностного аналога первой граничной задачи	257
*მ. ალექსიძე. ექსპერიმენტები დიფერენციალური განტოლების ამოცანის რიცხვით ამოხსნებზე	262
О. Д. Церетели. О длине непрерывного пути	263
*ო. წერეთელი. უწყვეტი გზის სიგრძის შესახებ	266
А. Г. Джваршейшвили. О теореме Рисса для кратных сингулярных интегралов	263
*ა. ჯვარციანიშვილი. რისის თეორემები ჯერადი სინგულარული ინტეგრალებისათვის	271

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

Г. В. Панцхавა. Асимптотика амплитуды „истинно-неупругого“ столкновения с образованием четырех частиц	273
*გ. ფანცხავა. „ბეშარიტად-არადრეკადი“ დაჯახების ამპლიტუდის ასიმპტოტიკა ოთხი ნაწილაკის გაჩენის შემთხვევაში	280
Т. Д. Эбралидзе. Влияние квантовой природы материи на передачу информации	281
*ტ. ებრალიძე. მატერიის კვანტური ბუნების გავლენა ინფორმაციის გადაცემაზე	286

გეოფიზიკა — ГЕОФИЗИКА — GEOPHYSICS

Д. И. Сихарулидзе, А. М. Ахалбедашвили. Длиннопериодные Релевские волны в оболочке земли	289
*დ. სიხარულიძე, ა. ახალბედაშვილი. გრძელპერიოდიანი რელესის ტალღების დედამიწის გარსში	293

ქიმია — ХИМИЯ — CHEMISTRY

Н. В. Гаприндашвили, Л. К. Гогичадзе. Азотнокислотная переработка грузинских серпентинитов	295
*ვ. გაბრიელაშვილი, ლ. გოგიჩაძე. ადგილობრივი სერპენტინიტების აზოტმკვეფური მეთოდით გადამუშავება	301
В. П. Гогуадзе, Т. Н. Иванов, Н. В. Витульская, Д. Р. Натрошвили, В. М. Квеселава. Перманганатное число, плавкость и показатель преломления системы ϵ -капролакта-м-циклогексанон-оксим	303
*ვ. გოგუაძე, თ. ივანოვი, ნ. ვიტულსკაია, დ. ნატროშვილი, ვ. კვესელავა. სისტემა ϵ -კაპროლაქტამი-ციკლოპექსანონოქსიმის პერმანგანატის რიცხვი, დნობადობა და შუქგადატანის მაჩვენებელი	307
Е. М. Бенашвили. Термокаталитические превращения низкооктановых бензинов после их обработки тиомочевинной	309
*ე. ბენაშვილი. დაბალოქტანური ბენზინების თერმოკატალიზური გარდაქმნა თიოშარდოვანათი დამუშავების შემდეგ	313

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

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

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



ა. მეხსი. ზოგიერთი ჯიშის ყურძნის ცილების ელექტროფორეზული ანალიზი 319

*А. В. Месхи. Электрофоретический анализ белков винограда некоторых грузинских сортов 319

ვ. ჩუბინიძე. ალდეჰიდები გასრესილი ფოთლების აქროლად გამოთავსებში 321

*В. В. Чубинидзе. Альдегиды в летучих выделениях растертых листьев 328

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—
CHEMICAL TECHNOLOGY

В. Ш. Какабадзе, С. Н. Шорин. Высокотемпературная конверсия природного газа в реакторе с закрученными струями 329

*ვ. კაკაბაძე, ს. შორინი. ბუნებრივი გაზის მაღალტემპერატურული კონვერსია რეაქტორში გრეზილი ნაკადების საშუალებით 336

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

ჯ. თქოშტედლიძე, მ. სვანი. გურიის მაიკობის წყების სტრატეგრაფიისათვის 337

*Д. П. Окрочедлидзе, М. Н. Свани. К стратиграфии майкопской свиты Гурии 342

საშენობლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—
STRUCTURAL MECHANICS

Р. И. Будештский. Рассеяние прочностных показателей при испытаниях бетонных образцов 343

*რ. ბუდეშტსკი. სინტეზის მაჩვენებლების გაფანტვა ბეტონის ნიმუშების გამოცდისას 349

О. П. Квирикадзе. Об определении деформаций и модуля полных деформаций или модуля упругости бетона при сжатии и растяжении 351

*ო. კვირიკაძე. კუმშვაზე და გაჭიმვაზე ბეტონის მთლიანი დეფორმაციის მოდულის ან დრეკადობის მოდულის განსაზღვრის შესახებ 358

ა. კაკუშაძე, გ. ცანავა. ტრეფცის მეთოდის გამოყენება სამშენობლო ინჟინერის ზოგიერთი ამოცანის ამოაზნსენლად 359

*А. М. Какушадзе, Г. Г. Цанав. Использование метода Треффца для решений некоторых задач строительной механики 366

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

В. Г. Бежанов. Простая модель коммутации тока в электрической цепи применительно к коллекторной машине постоянного тока 367

*ვ. ბეჯანოვი. ელექტრულ წოდში დენის კომუტაციის მარტივი ელექტრული მოდელი მუდმივი დენის კოლექტორულ მანქანაში გამოყენებით 373

ჰიდრაულიკა—ГИДРАВЛИКА—HYDRAULICS

Ш. Н. Квинtradze. Одномерное движение несжимаемой жидкости в перфорированной цилиндрической трубе 375

*შ. კვინტრაძე. უკუმშავი სითხას ერთგანზომილებიანი მოძრაობა პერფორირებულ ცილინდრულ მილში 382

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

В. Н. Чахунашвили. К вопросу исследования температурного поля расплава германия и получения кристаллов заданных размеров с равномерным распределением примесей по сечению 383



*ე. ჩახუნაშვილი. გერმანიუმის გამონადნის ტემპერატურული ველის გამოკვლევისა და მოცემული დიამეტრის კრისტალების მიღების საკითხისათვის კვლევითი მონაბრად განაწილებული მინარევებით 390

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

- ელ. ჯიღაურო. გ. წილასანი. თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას... სპეციალიზაცია 391
- *მ. ლ. ჯიგაური, Г. А. Цилосани. Специализация возбудителя бактериальной ряхухи табака 394

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

- ლ. კალანდაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), შ. სუბატაშვილი, ბ. მურუსიძე, ა. ნუხაშვილი. მასალები ნაძვის დიდი ლაიფნიჭამიას ბიოლოგიური თავისებურებათა შესწავლისათვის საქართველოში 397
- *Л. П. Каландадзе (член-корреспондент Академии наук Грузинской ССР), Ш. М. Супаташвили, Б. В. Мурусилзе, А. Л. Мухашаврия. Материалы к изучению биологических особенностей большого елового лубоеда в Грузии 403

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

- თ. თცხელი. ნუკლეინის ძეგებისა და გლიკოგენის დინამიკა ქსოვილთა დაშლისა და აღდგენის პროცესში 405
- *Т. А. Оцхели. Динамика нуклеиновых кислот и гликогена в процессе разрушения и восстановления тканей 410
- Л. Г. Микеладзе. К фауне перьевых клещей... Грузинской ССР 413
- *ლ. მიქელაძე. საქართველოს სსრ ბუმბულის ტყიანობის ფაუნისათვის 415
- Д. Н. Кобахидзе. Новый вид ложноскорпиона... из Сочи 417
- *დ. კობახიძე. ცოლუმორიელის ახალი სახეობა... სოჭიდან 419

ანატომია—АНАТОМИЯ—ANATOMY

- ა. ბოკორიშვილი. ჰაიმორის ღრუსა და ცხვირის ძვლის ლაბირინთის პაპილომატოზის საკითხისათვის 421
- *А. Ш. Бочоришвили. К вопросу о папилломатозе гайморовой пазухи и решетчатого лабиринта 425
- ს. დალაქიშვილი. თავის ტვინის დიდი ჰემისფერობის ქერქის ზოგიერთი ველის (1-ლი, მე-4, მე-9, მე-19) სტრუქტურის მდგომარეობის საკითხისათვის ხანშიშესულ. მოხუცებულ და დღევანდელ ასაკში 427
- *С. М. Далакишвили. К вопросу о состоянии структуры некоторых полей (1, 4, 9, 19-го) коры больших полушарий головного мозга в возрастах пожилым, старческом и долголетия 432
- ი. ცხოიძე. ფარისებრი ჯირკვლის ასაკობრივ-მორფოლოგიური თავისებურებები აჭარის ენდემური ჩივის კერებში 435
- *Ю. Т. Цхоидзе. Возрастно-морфологические особенности щитовидной железы в зобно-эндемических очагах Аджарской ССР 438

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

- А. Л. Микеладзе, Г. И. Кикнадзе. К изучению эфферентных связей теменной области головного мозга 441
- *ა. მიქელაძე, გ. კიკნაძე. თავის ტვინის თემის წილის ეფერენტული კავშირების შესწავლისათვის 446



ნ. გზირიშვილი. სისხლსა და შარდში ქლორიდების ცვლილება კუჭის სეკრეციულ მოქმედებასთან დაკავშირებით	456
*Н. А. Гзиришвили. Изменение количества хлоридов в крови и моче при желудочной секреции	456

**მასპერიმენტული მედიცინა —ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—
EXPERIMENTAL MEDICINE**

რ. ჩხეიძე, ლ. ბეზარაშვილი. სისხლის შედედების ზოგიერთი მაჩვენებელი დინამიკაში საკონტრასტო ხსნარის შეყვანაზე ფლუბორაფის მიზნით	457
*Р. Д. Чхеидзе, Л. Безарашвили. Некоторые показатели свертывающей системы крови в динамике после введения контрастного вещества по поводу флебографии	462
ო. გოგუაძე. ტვინის ექსპერიმენტული შერყევის დროს ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილების სტრუქტურის შესახებ	465
*О. В. Гогоадзе. О структуре различных отделов центральной нервной системы при экспериментальном сотрясении мозга	469
ბ. ქობულაძე. სეროზო გახუბვა ცვლისა და არტერიული წნევის ცვლილება კურარინ-ზაციისა და დოზირებული ხელოვნური სუნთქვის პირობებში	471
*Б. Г. Кобулия. Изменение общего газообмена и артериального давления в условиях кураризации и дозированного искусственного дыхания	476

**კლინიკური მედიცინა —КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—
CLINICAL MEDICINE**

Л. А. Церетели. Влияние хирургической кастрации и гормонотерапии на 17-кетостероиды мочи у больных раком предстательной железы	479
*ლ. წერეთელი. ქირურგიული კასტრაციისა და ჰორმონოთერაპიის გავლენა 17-კეტოსტეროიდების გამოყოფაზე წინამდებარე ჯირკვლის კიბოთი დაავადებულ ავადმყოფებში	484
Н. Н. Цомая. К вопросу о профессиональных заболеваниях в производстве мышьяковистого ангидрида	487
*ნ. ცომია. პროფესიონალური დაავადების საკითხისათვის დარიშხანული ანჰიდრიდის წარმოებაში	489
Л. В. Авалиани, Г. А. Жвания, У. С. Русадзе, Д. С. Хецуриани. Лечение и отдаленные результаты гнойных заболеваний у новорожденных	491
*ლ. ავალიანი, გ. ჟვანია, უ. რუსაძე, დ. ხეცურიანი. ახალშობილთა ჩირქოვანი დაავადების მკურნალობისა და შორეული შედეგების შესახებ	496
И. М. Рцхиладзе. Неспецифические или иммуноаллергические реакции при пневмониях у детей раннего возраста	497
*ი. რცხილაძე. არასპეციფიკური ანუ იმუნო-ალერგიული რეაქციები ჩვილ ბავშვთა პნევმონიების დროს	501

ენათმეცნიერება —ЯЗЫКОЗНАНИЕ—LINGUISTICS

ვ. თოფურია (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). წრფელობითი ბრუნვისათვის ძველ ქართულში	503
*В. Т. Топуриа (академик Академии наук Грузинской ССР). О неформленном падеже в древнегрузинском языке	509

ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

1. В „Сообщениях Академии наук Грузинской ССР“ публикуются статьи научных работников Академии наук Грузинской ССР и других ученых, содержащие сжатое изложение основных результатов их исследований.

2. „Сообщениями“ руководит редакционная коллегия, избираемая общим собранием Академии наук Грузинской ССР.

3. „Сообщения“ выходят ежемесячно отдельными выпусками приблизительно в объеме 16 печатных листов каждый. Выпуски каждого квартала (три выпуска) составляют один том.

4. Статьи должны быть представлены на двух языках: на грузинском и русском. На одном из них, по желанию автора,—полный текст, а на другом языке—краткое изложение основного текста.

5. Объем статьи, включая иллюстрации, не должен превышать 20 000 типографских знаков (8 страниц журнала). Разделение статьи на отдельные части для опубликования в разных выпусках „Сообщений“ не допускается.

6. Статьи действительных членов и членов-корреспондентов Академии наук Грузинской ССР сдаются непосредственно в редакцию „Сообщений“ для опубликования, а статьи других авторов публикуются только по представлению действительных членов или членов-корреспондентов Академии. Статьи, поступившие без представления, направляются редакцией одному из действительных членов или членов-корреспондентов Академии на рассмотрение, с тем чтобы в случае положительной оценки статья была представлена для опубликования.

7. Статьи (а также соответствующие иллюстрации и чертежи) должны быть представлены автором в одном экземпляре, в совершенно готовом для печатания виде. Формулы должны быть четко вписаны в текст от руки. Текстовые части и иллюстрации должны быть выполнены на обоих языках. Никакие исправления и добавления после принятия к печати не допускаются.

8. Данные о цитированной литературе должны быть по возможности полными: необходимо указать полное заглавие статьи, название журнала, в котором опубликована статья, номер серии, тома, выпуска, год издания; если имеется ссылка на книгу, то необходимо указать полное наименование книги, место и год издания.

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

10. В конце текста статьи автор на соответствующем языке должен указать название и местонахождение того научного учреждения, где выполнена работа.

Статья датируется днем поступления ее в редакцию.

11. Автору представляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автор получает бесплатно 10 оттисков своей статьи.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: ТБИЛИСИ, ул. ДЗЕРЖИНСКОГО, 8
Телефон 9-03-52

Условия подписки: на 1 год—12 руб., на 6 месяцев—6 руб.



„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“

დ ე ბ უ ლ ე ბ ა

1. „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ იბეჭდება აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბახი. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. „მოამბეში“ დასაბეჭდავ წერილები წარმოადგენს უნდა იქნეს ორ ენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მათგანზე, ავტორის სურვილისამებრ, —სრულთა დირითადი ტექსტი, ხოლო მეორეზე —ძირითადი ტექსტის შემოკლებული გადმოცემა.

5. წერილის მოცულობა (ორივე ტექსტისა), ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 20.000 სასტამბო ნიშანს (ჟურნალის 8 გვერდს); არ შეიძლება წერილის დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.

6. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორების წერილები იბეჭდება აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარდგინებით. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად, რათა მან, დადებითად შეუსაბამოს შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბეჭდად.

7. წერილები (ავტოტევე სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდად საცემბით მომზადებული. ფორმულით ხელით უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტში მკაფიოდ. ილუსტრაციებზე ტექსტობრივი წარწერები ორივე ენაზე უნდა იყოს შესრულებული. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში შესწორებებისა და დამატებების შეტანა აღარ შეიძლება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები შეძლებისდა გვარად სრული უნდა იყოს: საჭიროა აღინიშნოს წერილის სრული სათაური, სახელწოდება ჟურნალისა, რომელშიც დაბეჭდილია წერილი, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის ადგილისა და წლის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის სია წერილის ერთგის ბოლოში. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტში თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იქნეს შესაბამისი ნომერი სიის მიხედვით.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა შესაბამის ენაზე უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი.

წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად არა უმეტეს ორი დღისა). თუ კორექტურა დადგენილი ვადისათვის არ იქნა წარმოდგენილი, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 10 ამონაბეჭდი.

რედ აქციის მისამართი: თბილისი, ძეგუნიძის ქ. 8

ტელეფონი 9-03-52

ბეღ მ ო წ ე რ ი ს კ ი რ ო ბ ე ბ ი: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.