

ISSN 0132-0173

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

2
1998



ԵՐԵՎԱՆ
ЕРЕВАН

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՒԵԳԻԱ

ՏԵՐ-ԱՆՏՈՆՅԱՆ Վ.Մ. (գլխ. խմբագիր), ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Ռ.Մ. (գլխ. խմբագրի տեղակալ), ՇԱՐԱՄԲԵՅԱՆ Լ.Թ. (պատ. քարտուղար)
ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ Ն.Հ., ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ Ա.Ա., ԲԱԼՅԱՆ Ս.Պ., ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ Ն.Մ.,
ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ Է.Ա., ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ Ի.Գ., ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Վ.Մ., ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ
Լ.Լ., ՇԱՀԱԲԱԳՅԱՆ Ռ.Լ., ՉՈՒԲԱՐՅԱՆ Է.Վ., ՍԱՀԱԿՅԱՆ Գ.Ա., ՍԱՐԳՍՅԱՆ Հ.Հ.,
ՍԱՐԳՍՅԱՆ Վ.Ս., ՏՈՆՈՅԱՆ Ռ.Ն., ՓԱՓԱԶՅԱՆ Թ.Ա.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ТЕР-АНТОНЯН В.М. (гл. редактор), АРУТЮНЯН Р.М. (зам. гл. редактора),
ШАРАМБЕЯН Л.Т. (отв. секретарь)

АВETICЯН А.А., АРАКЕЛЯН Н.У., АРУТЮНЯН В.М., БАЛЬЯН С.Ք., БЕՂԼԵՐԻԱՆ Ն.Մ.,
ԴԱՆԻԵԼԻԱՆ Է.Ա., ՕՍԻՓԻԱՆ Լ.Լ., ՓԱՔԱԶԻԱՆ Կ.Ա., ՏԱՐԿԻՍԻԱՆ Վ.Ս.,
ՏԱՐԿԻՍԻԱՆ Օ.Ա., ՏՈՆՈՅԱՆ Ր.Ն., ԽԱՉԱՏՐԻԱՆ Ի.Գ., ՉՈՒԲԱՐԻԱՆ Է.Վ., ՏԱԽԲԱԳԻԱՆ Ր.Լ.

Издательство Ереванского университета

© "Ученые записки" ЕГУ, естественные науки, 1998

Сдано в производство 17.07.1998 г. Подписано к печати 17.11. 1998 г. Формат 70x108
1/16. Офсетная печать. 8 печ. л = 9,2 усл. п. л. 13,6 уч. изд. л. Заказ 148. Тираж 280.
Регистрационный номер 258.

Издательство Ереванского госуниверситета. Ереван, Ал. Манукяна 1.
Цех "Ротапринт" Ереванского госуниверситета, Ереван, Ал. Манукяна 1.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Մ.Ս. Մարտիրոսյան - Երկօրթոգոնալ վերլուծության գումարում կիսահարթությունում ըստ ռացիոնալ ֆունկցիաների ոչ լրիվ համակարգի	3
Ջ.Ս. Միքայելյան - Մեկ տարեբյուրան թեորեմ բաշխման ֆունկցիաների պոչերի համար	12
Ա.Ջ. Առաքելյան - Պատահական գումարների բաշխման պոչերի մասին	22
Վ.Ծ. Պետրոսյան - Ռիմանի խնդիրը կիսահարթությունում L^p - զուգամիտության իմաստով	29

ՄԵՆԱՆԻԿԱ

Մ.Ս. Գարրիելյան, Ս.Գ. Ծահինյան, Ս.Ռ. Համբարձումյան - Հրթիռի շարժման ըստ ազդող ուժի կայունության մասին	36
Սարգիս.Վ. Սարգսյան, Յու.Ջ. Յուսիֆ - Անիզոտրոպ սալ-շերտի օպտիմալ կայունության խնդիրը ..	44

ՖԻԶԻԿԱ

Կ.Վ. Պապոյան, Ա.Հ. Գևորգյան, Ջ.Վ. Քորոսյան - Արտաքին հոսանքով գերհաղորդիչ գլանում առաձգական տատանումների կայունության մասին	48
Ա.Մ. Մաշուրյան, Գ.Ք. Օվանեսով, Ջ.Ա. Գրիգորյան, Պ.Գ. Պետրոսյան - Կարճատև ջերմամշակման ժամանակ պոլիէթիլենի վերմոլեկուլային կառուցվածքի փոփոխության առանձնահատկությունները	52

ՔԻՄԻԱ

Ս.Հ. Սարգսյան, Ս.Ա. Ավետիսյան, Կ.Ս. Մարգարյան, Ս.Կ. Գրիգորյան - Մի քանի երկվալենտ մետաղների իմիդազոլային պոլիխելատների էլեկտրաքիմիական սինթեզը	57
Գ.Ս. Գրիգորյան, Ն.Յա. Սարգսյան, Ա.Ն. Աբրամյան, Է.Գ. Սարգսյան, Գ.Լ. Գրիգորյան - Հնարավոր քիմիական պրոցեսները ջրածնի պերօքսիդի մասնակցությամբ աղային քարանձավներում	61
Ռ.Վ. Կալազովա, Ա.Ի. Մարտիրոսյան - $Ce - Fe$ համակարգի ուսումնասիրությունը	65
Լ.Գ. Առուստամովա, Բ.Վ. Երիցյան, Գ.Ս. Գայրապյան, Մ.Մ. Ստեփանյան - Կլինոպտիլոլիտները որպես կառուցվածքառաջացնողներ և հողի սնուցման մարտկոցներ	69

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մ.Վ. Նադիրյան, Ս.Վ. Ամիրյան - Տեսաթմբի մեդիոդորսալ կորիզի ցածր հաճախությամբ էլեկտրախթանման ազդեցությունը արյան մակարդման պրոցեսի վրա	72
Ա.Ա. Էլոյան, Ն.Մ. Մարգարյան - Ուղեղի արյան շրջանառության խանգարումների ուսումնասիրությունը	77

Լ.Լ. Օսիպյան, Լ.Գ. Բատիկյան, Կ.Մ. Գրիգորյան - Աղտոտող սնկերի մորֆոկենսաբանական փոփոխությունը ստրեն-գործոնի՝ սննդամթերքի արտադրության տեխնոլոգիական պրոցեսի ազդեցության տակ	81
, Մ.Գ. Թասլախյան, Ս.Գ. Նանգյուլյան, Ն.Ջ Կիրակոսյան, Ռ.Կ. Թորոսյան - Հայաստանի միկոբիոտայի համար դիսկոմիցետների նոր տեսակներ	84
Ն.Ն. Հայրապետյան - Ամիմաթթուների դեզամինացման և միզանյութի կենսասինթեզի կապը առնետի օրգաններում	88
Ա.Լ. Գևորգյան - Կլաստոգեն ակտիվության կապը ազատ ռադիկալային պրոցեսների հետ	92

ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Հ.Հ. Սարգսյան - Հայաստանի շերտագրության և երկրաբանաբանության աշխատանքների մի քանի պրոբլեմների մասին	96
Հ.Ա. Աղիճյան - Հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների ազդեցությունը Օիրակի գոգավորության հիդրոերկրաբանական պայմանների վրա	101

ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ.Յ. Գագիճյան - Սյունիքի հրաբխային բարձրավանդակի էֆուզիվ կոմպլեքսների տեղադրման մորֆոլոգիական և ստրատիգրաֆիական պայմանները և էֆուզիվների հիդրոերկրաբանական հատկանիշները	105
--	-----

ՀԱՂՈՐԳՈՒՄՆԵՐ

Ն.Օ. Գյուկյան, Ա.Ա. Եղիազարյան, Ջ.Ա. Միքայելյան, Լ.Գ. Խաչատրյան - Բրոմատրատի փոխազդեցության ուսումնասիրությունը պիրոնին R-ի հետ ծծմբաթթվային միջավայրում	110
Մ.Ա.Դավթյան, Ա.Ա. Նիկոյան, Լ.Ռ. Թումանյան, Ս.Վ.Չուրարյան - ԷՌՏԱ-ի ազդեցությունը առնետի ենթաստամոքսային գեղձի արգինազի կառուցվածքի և ակտիվության վրա	112
Ա.Ա. Զաքարյան, Լ.Լ. Օսիպյան - Դեղապատրաստուկների սնկային աղտոտիչներն անջատելու համար սննդային միջավայրերի համեմատական գնահատականը	115
Ջ.Հ. Աբրահամյան, Ա.Օ. Սահակյան, Գ.Ա. Էլիազյան, Ի.Մ. Էլոյան, Է.Ա. Մնացականյան, Ա.Ս. Մնացականյան - Միկոդեստրոկտորներով ախտահարված թղթերի և թղթի արտադրանքի ֆիտոթերապիա	118
Վ.Գ. Վարդանյան, Ռ.Ս. Մինասյան, Մ.Ա. Գրիգորյան - Ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրման գեոէլեկտրական չափանիշները (Սևանի ջրավազանում կատարված աշխատանքների օրինակով)	121

УДК 517.53

М.С. МАРТИРОСЯН

СУММИРОВАНИЕ БИОРТОГОНАЛЬНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПО НЕПОЛНОЙ СИСТЕМЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ В ПОЛУПЛОСКОСТИ

Рассматривая неполную систему рациональных функций в пространстве H_+^2 в верхней полуплоскости, В.Х. Мусоян [1] построил метод суммирования биортогонального разложения М.М. Джрбашяна [6-8].

В настоящей работе этот результат устанавливается во всех пространствах $H_+^p (1 < p < \infty)$.

Пусть $f(z)$ – предел последовательности $\sum_{k=1}^{P_n} a_k^{(n)} e_k(z)$ при $n \rightarrow \infty$, где $\{e_k\}_1^\infty$ – система рациональных функций, неполная относительно любого из пространств Харди $H_+^p (1 < p < \infty)$ в верхней полуплоскости. Рассматривается ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k e_k(z),$$

где $a_k = \lim_{n \rightarrow \infty} a_k^{(n)}$ и ставится задача суммирования этого ряда к функции $f(z)$. Она сводится к построению метода суммирования биортогонального разложения функции $f(z)$ по неполной системе $\{e_k\}_1^\infty$, что и предлагается в настоящей работе.

Следует отметить, что в случае $p = 2$ эта задача решена в работе [1], где существенно была использована гильбертова структура пространства H_+^2 . В случае $(1 < p < \infty)$ решение аналогичной задачи представлено в работе [2], где рассматривается система рациональных функций в пространствах $H^p (1 < p < \infty)$ в круге.

Сначала приведены результаты общего характера.

§1. Порожденные биортогональные системы в пространствах $H_+^p (1 < p < \infty)$. Пусть R^* – пространство, сопряженное к линейному нормированному пространству R . Линейно-независимую систему $\{e_k\}_1^\infty \subset R$ и систему функционалов $\{U_k\}_1^\infty \subset R^*$ называют биортогональными, если $U_k(e_m) = \delta_{km}$, где

$$\delta_{km} = \begin{cases} 1 & \text{при } k = m, \\ 0 & \text{при } k \neq m. \end{cases}$$

Известно, что для существования биортогональной системы $\{U_k\}_1^\infty$ необходимо и достаточно, чтобы система $\{e_k\}_1^\infty$ была минимальной, т.е. отбрасывание хотя бы

одного элемента e_k вызывает уменьшение замкнутой линейной оболочки системы $\{e_k\}$.

Пусть $1 < p < \infty$. Рассмотрим пространство $R = H_+^p$, т.е. пространство всех функций $f(z)$, аналитических в верхней полуплоскости $G^{(+)} = \{z : \text{Im } z > 0\}$, для которых

$$\|f\|_{H_+^p} = \sup_{0 < y < \infty} \left\{ \int_{-\infty}^{+\infty} |f(x+iy)|^p dx \right\}^{\frac{1}{p}} < \infty.$$

Известно, что функции пространства H_+^p почти везде на вещественной оси имеют угловые граничные значения, и класс граничных функций составляет подпространство в пространстве $L^p(-\infty; +\infty)$, причем это подпространство изоморфно и изометрично с пространством H_+^p . Поэтому впредь мы не будем различать пространство предельных функций от самого пространства H_+^p и для обозначений норм функций из $L^p(-\infty; +\infty)$ и H_+^p будем использовать единый символ $\|\cdot\|_p$.

Нам понадобится следующая (см. [3], с. 157-160)

Теорема (М. Рисс). Если $g(x) \in L^p(-\infty; +\infty)$, где $p \in (1; \infty)$, то функция

$$h(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g(x)}{x-z} dx$$

входит в класс H_+^p . Более того, существует постоянная A_p , зависящая только от p , такая, что

$$\|h\|_p \leq A_p \|g\|_p.$$

Как известно (см. [3], с. 177), при $1 < p < \infty$ сопряженным пространством пространства H_+^p является фактор-пространство $L^q / H_+^q \left(q = \frac{p}{p-1} \right)$, т.е. каждый функционал $U \in H_+^p$ имеет следующее представление:

$$U(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) g_\alpha(x) dx,$$

где $\{g_\alpha\}$ – некоторый смежный класс в пространстве L^q / H_+^q .

Применением теоремы М. Рисса нетрудно убедиться, что функционал $U \in H_+^p$ можно представить в более удобной для нашей цели форме

$$U(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \overline{\varphi(x)} dx, \quad (1)$$

где φ – единственная функция из $H_+^q \left(q = \frac{p}{p-1} \right)$.

Пусть $\{e_k\}_1^n$ – минимальная система из $H_+^p (1 < p < \infty)$. Пользуясь (1), мы можем и будем называть для краткости биортогональными системы $\{e_k\}_1^n$ и

$\{\varphi_k\}_1^\infty$, где функции $\{\varphi_k\}_1^\infty$ определяются из равенств

$$U_k(e_m) = \delta_{km}, \quad U_k(e) = \int_{-\infty}^{+\infty} e(x) \overline{\varphi_k(x)} dx,$$

$$e \in H_+^p, \quad \varphi_k \in H_+^q, \quad q = \frac{p}{p-1}; \quad k, m = 1, 2, \dots$$

С помощью (1) также нетрудно убедиться, что система, биортогональная к системе $\{e_k\}_1^\infty$, единственна тогда и только тогда, когда $E_p = H_+^p$, где E_p – замкнутая линейная оболочка системы $\{e_k\}_1^\infty$ в пространстве H_+^p .

Следует отметить, что условие $E_p = H_+^p$ эквивалентно условию полноты системы $\{e_k\}_1^\infty$ относительно пространства $H_+^q \left(q = \frac{p}{p-1} \right)$, поэтому:

(i) если система $\{e_k\}_1^\infty$ неполна относительно любого из пространств $H_+^p (1 < p < \infty)$, то $E_p \neq H_+^p$ для всех $p \in (1; \infty)$. Верно и обратное.

Пусть система $\{e_k\}_1^\infty$ минимальна во всех пространствах $H_+^p (1 < p < \infty)$ и неполна относительно любого из них. Рассмотрим дополнительное условие $\{\varphi_k\}_1^\infty \subset E_p$ для всех $p \in (1; \infty)$, где $\{\varphi_k\}_1^\infty$ – система, биортогональная к системе $\{e_k\}_1^\infty$. В этом случае систему $\{\varphi_k\}_1^\infty$ назовем биортогональной системой, порожденной системой $\{e_k\}_1^\infty$. Легко проверить, что порожденная биортогональная система единственна.

Если $\{\varphi_k\}_1^\infty$ – биортогональная система, порожденная системой $\{e_k\}_1^\infty$, то порожденным биортогональным разложением функции $f \in H_+^p$ назовем ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} U_k(f) e_k(z), \quad (2)$$

где

$$U_k(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \overline{\varphi_k(x)} dx.$$

Определение. Будем говорить, что пространство H_+^p ортогонально проектируется на подпространство E_p , если для любой функции $f \in H_+^p$ существует единственная функция $P_{E_p} f \in E_p$, такая, что

$$\int_{-\infty}^{+\infty} [f(x) - P_{E_p} f(x)] \overline{e_k(x)} dx = 0, \quad k = 1, 2, \dots$$

функцию $P_{E_p} f$ назовем ортогональной проекцией функции $f \in H_+^p$ на подпространство E_p .

Ниже предлагается метод суммирования ряда (2) к $P_{E_p} f$ в случае системы рациональных функций.

§2. Неполная система рациональных функций. В $G^{(+)}$ рассмотрим систему рациональных функций

$$e_{ks}(z) = \frac{s!}{2\pi i} \frac{1}{(z - \bar{\lambda}_k)^{s+1}}, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1, \quad (3)$$

где $\{\lambda_k\}_1^\infty$ – произвольная последовательность различных комплексных чисел из $G^{(+)}$

Функции системы (3) входят во все пространства $H_+^p (1 < p < \infty)$. Известно (см. [4]), что для неполноты системы (3) относительно любого из пространства $H_+^p (1 < p < \infty)$ необходимо и достаточно, чтобы

$$\sum_{k=1}^{\infty} m_k \frac{\operatorname{Im} \lambda_k}{1 + |\lambda_k|^2} < \infty. \quad (4)$$

В $G^{(+)}$ рассмотрим систему функций

$$\varphi_{ks}(z) = \frac{B(z)}{s! 2\pi i} \int_{c_k} \frac{(\zeta - \lambda_k)^s}{B(\zeta)(\zeta - z)} d\zeta, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1, \quad (5)$$

где c_k – окружность с центром в точке λ_k , лежащая в $G^{(+)}$ и не охватывающая других точек λ_l , отличных от λ_k ; точка z лежит вне окружности c_k , а $B(z)$ – произведение Бляшке в $G^{(+)}$ (условие (4) также необходимо и достаточно для существования произведения Бляшке).

Лемма. Система (5) является биортогональной, порожденной системой (3), т.е.

$$\int_{-\infty}^{\infty} e_{lq}(x) \overline{\varphi_{ks}(x)} dx = \int_{-\infty}^{\infty} \overline{e_{lq}(x)} \varphi_{ks}(x) dx = \begin{cases} 1, & l = k, q = s, \\ 0, & l \neq k, \\ 0, & l = k, q \neq s, \end{cases} \quad (6)$$

и функции системы (5) принадлежат замкнутым линейным оболочкам E_p системы (3) в пространствах $H_+^p (1 < p < \infty)$.

Доказательство. Введем обозначения

$$B_n(z) = \prod_{j=1}^n \left(\frac{z - \lambda_j v_j}{z - \bar{\lambda}_j} \right)^{m_j},$$

где $v_k = \frac{1 + \lambda_k^2}{1 + \bar{\lambda}_k^2}$. Условимся считать $v_k = 1$ при $\lambda_k = i$ и

$$\varphi_{ksn}(z) = \frac{B_n(z)}{s! 2\pi i} \int_{c_k} \frac{(\zeta - \lambda_k)^s}{B_n(\zeta)(\zeta - z)} d\zeta, \quad n \geq l.$$

Тогда имеем (см. [1])

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e_{lq}(x) \overline{\varphi_{ksn}(x)} dx = \begin{cases} 1, & l = k, q = s, \\ 0, & l \neq k, \\ 0, & l = k, q \neq s. \end{cases} \quad (7)$$

Для установления (6) докажем, что в (7) можно перейти к пределу при $n \rightarrow \infty$. Для этого достаточно доказать, что при фиксированных k и s последовательность $\{\varphi_{k_n}\}_{n=1}^{\infty}$ стремится к φ_{k_s} по нормам H_+^p ($1 < p < \infty$).

Действительно,

$$\begin{aligned} |\varphi_{k_n}(x) - \varphi_{k_s}(x)| &\leq |B_n(x)| \int_{c_k} \frac{|\zeta - \lambda_k|^s}{|\zeta - x|} \cdot \left| \frac{1}{B_n(\zeta)} - \frac{1}{B(\zeta)} \right| \cdot |d\zeta| + \\ &+ |B_n(x) - B(x)| \int_{c_k} \frac{|\zeta - \lambda_k|^s}{|\zeta - x|} \cdot \frac{|d\zeta|}{|B(\zeta)|}. \end{aligned} \quad (8)$$

Поскольку функция $(1 + |x|)|\zeta - x|^{-1}$, где $x \in (-\infty; +\infty)$, $\zeta \in c_k$, как функция двух переменных непрерывна и равномерно относительно $\zeta \in c_k$ стремится к 1 при $|x| \rightarrow \infty$, то она ограничена, следовательно, для некоторого $M > 0$ выполняется неравенство

$$|\zeta - x|^{-1} \leq M(1 + |x|)^{-1}, \quad \zeta \in c_k, \quad -\infty < x < \infty. \quad (9)$$

Кроме того, функции $B_n(\zeta)$ равномерно стремятся к $B(\zeta)$ на c_k и $|B_n(x)| = 1$, $n = 1, 2, \dots$ почти для всех $x \in (-\infty; +\infty)$. Поэтому первый интеграл в (8) сходится к нулю по нормам H_+^p ($1 < p < \infty$). Согласно [3, с.147] и [5, с. 187] имеем

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |B_n(x) - B(x)|^p \frac{dx}{1 + x^2} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0,$$

следовательно,

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |B_n(x) - B(x)|^p |f(x)| dx \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0 \quad (10)$$

для любого $f \in L^1(-\infty; +\infty)$.

Теперь из (9) и (10) следует, что и второе слагаемое в (8) стремится к нулю при $n \rightarrow \infty$ по нормам пространств H_+^p ($1 < p < \infty$). Остается доказать, что система (5) порождается системой (3).

Допустим обратное: существует некоторая функция φ_{l_q} системы (5), не принадлежащая к некоторому E_p ($1 < p < \infty$). Тогда существует функционал $\Phi \in H_+^{p*}$, такой, что

$$\Phi(\varphi_{l_q}) \neq 0 \text{ и } \Phi|_{E_p} = 0.$$

Пусть

$$\Phi(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \overline{\psi(x)} dx, \quad \psi \in H_+^q, \quad q = \frac{p}{p-1}.$$

Из условия $\Phi|_{E_p} = 0$, вытекает, что

$$\Phi(e_{k_s}) = 0, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1,$$

откуда и

$$\psi^{(s)}(\lambda_k) = 0, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1. \quad (11)$$

Тогда функция

$$F(z) = \frac{\Psi(z)}{B(z)(z-\zeta)}, \quad \zeta \in c_1,$$

входит в класс H_+^1 , поэтому (см.[3], с. 151)

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F(x)dx = 0. \quad (12)$$

С другой стороны, применяя теорему Фубини, получим

$$0 \neq \overline{\Phi(\varphi_{l_q})} = \frac{1}{q!2\pi i} \int_{c_1} \frac{(\zeta - \lambda_1)^q}{B(\zeta)} d\zeta \int_{-\infty}^{+\infty} F(x)dx,$$

что в противоречии с (12). Лемма доказана.

Отметим, что порожденная неполной системой (3) биортогональная система была построена и систематически использована М.М. Джрбашяном (см.[6 – 8]). Интегральное представление (5) получено В.Х. Мусояном [1].

Теорема. Пусть $1 < p < \infty$ и $f \in E_p$. Тогда

$$f(z) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{ks}(f) \left\{ \overline{\frac{d^s r_n(\lambda)}{d\lambda^s \bar{z} - \lambda}} \right\}_{\lambda=\lambda_k}, \quad (13)$$

где

$$a_{ks}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \overline{\varphi_{ks}(x)} dx, \quad r_n(\lambda) = \prod_{k=n+1}^{+\infty} \left(\frac{\lambda - \lambda_k}{\lambda - \lambda_k} v_k \right)^{m_k},$$

а \lim означает предел по норме пространства H_+^p .

Доказательство. В работе [1] установлено следующее равенство:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2\pi i} \sum_{k=1}^n \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{ks}(f) \left\{ \overline{\frac{d^s r_n(\lambda)}{d\lambda^s \bar{z} - \lambda}} \right\}_{\lambda=\lambda_k} = \\ & = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(x) B_n(x)}{B(x)} \cdot \frac{dx}{x-z} - \frac{B_n(z)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(x) d(x)}{B(x)(x-z)}, \end{aligned} \quad (14)$$

где $f \in H_+^2$, $z \in G^+$. Оно верно и для любой функции $f \in H_+^p$ ($1 < p < \infty$) (доказательство то же самое, что и в случае $p = 2$) и, в частности, для $f \in E_p$.

Перейдем к пределу в (14) при $n \rightarrow \infty$. В силу теоремы М. Рисса и (10) получим

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi i} \sum_{k=1}^n \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{ks}(f) \left\{ \overline{\frac{d^s r_n(\lambda)}{d\lambda^s \bar{z} - \lambda}} \right\}_{\lambda=\lambda_k} = f(z) - \frac{B(z)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(x) d(x)}{B(x)(x-z)}. \quad (15)$$

Пусть

$$f(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} P_n(x),$$

где

$$P_n(x) = \sum_{k=1}^{p_n} \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{ks}^{(n)} e_{ks}(x).$$

Тогда

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{P_n(x) dx}{B_n(x)(x-z)} = \sum_{k=1}^{p_n} \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{kz}^{(n)} \frac{s!}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{B_n(x)(x-\bar{\lambda}_k)^{s+1}(x-z)}. \quad (16)$$

Положим,

$$F_{kzn}(\omega) = \frac{1}{B_n(\omega)(\omega-\bar{\lambda}_k)^{s+1}(\omega-z)}, \quad z \in G^{(*)}.$$

Рациональные функции F_{kzn} не имеют полюсов на действительной оси, аналитичны в нижней полуплоскости $G^{(-)} = \{z : \text{Im } z < 0\}$ и $F_{kzn}(\omega) = O(\omega^{-s-2})$ при $|\omega| \rightarrow \infty$, $s = 0, 1, \dots, m_k - 1$; $k = 1, 2, \dots$. Применяя теорему о вычетах, получим

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F_{kzn}(x) dx = -2\pi i \text{Res}(F_{kzn}, \infty) = 0, \quad k = 1, 2, \dots; s = 0, 1, \dots, m_k - 1,$$

следовательно, сумма в (16) равна нулю. Еще раз учитывая (10) и применив теорему М. Рисса, получим

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(x) dx}{B(x)(x-z)} = 0,$$

т.е. правая часть равенства (15) равна $f(z)$. Теорема доказана.

Следствие 1. Если последовательность конечных линейных комбинаций функций из неполной системы (3)

$$P_n(z) = \sum_{k=1}^{p_n} \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{kz}^{(n)} e_{kz}(z)$$

сходится к функции f по норме пространства H_+^p ($1 < p < \infty$), то

$$f(z) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi i} \sum_{k=1}^n \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{kz} \left\{ \frac{d^s r_n(\lambda)}{d\lambda^s \bar{z} - \lambda} \right\}_{\lambda=\lambda_k},$$

где $a_{kz} = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{kz}^{(n)}$.

Учитывая (i), видим, что для произвольной функции $f \in H_+^p$ ($1 < p < \infty$) равенство (13), вообще говоря, не имеет места. Однако можно утверждать следующее:

Следствие 2. При $1 < p < \infty$ пространство H_+^p ортогонально проектируется на подпространство E_p , причем

$$P_{E_p} f(z) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{kz}(f) \left\{ \frac{d^s r_n(\lambda)}{d\lambda^s \bar{z} - \lambda} \right\}_{\lambda=\lambda_k}, \quad f \in H_+^p. \quad (17)$$

Доказательство. Пусть $f \in H_+^p$ ($1 < p < \infty$). Так как функция

$$H(z) = \frac{B(z)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(x) dx}{B(x)(x-z)}$$

входит в класс H_+^p , то

$$\int_{-\infty}^{+\infty} H(x) \overline{e_{k_s}(x)} dx = -H^{(s)}(\lambda_k) = 0, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1. \quad (18)$$

С учетом (15) и (18) для доказательства следствия достаточно убедиться, что функция $H_1(z) = f(z) - H(z)$ – единственная функция из E_p , удовлетворяющая условиям

$$\int_{-\infty}^{+\infty} [f(x) - H_1(x)] \overline{e_{k_s}(x)} dx = 0, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1. \quad (18')$$

Действительно, пусть $H_2 \in E_p$ и

$$\int_{-\infty}^{+\infty} [f(x) - H_2(x)] \overline{e_{k_s}(x)} dx = 0, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1. \quad (19)$$

Тогда из (18') и (19) следует, что

$$\int_{-\infty}^{+\infty} [H_1(x) - H_2(x)] \overline{e_{k_s}(x)} dx = 0, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1,$$

следовательно,

$$a_{k_s}(H_1 - H_2) = 0, \quad k = 1, 2, \dots; \quad s = 0, 1, \dots, m_k - 1. \quad (20)$$

Но так как $H_1 - H_2 \in E_p$, то в силу доказанной теоремы

$$H_1(z) - H_2(z) = \frac{1}{2\pi i} \text{l.i.m.}_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sum_{s=0}^{m_k-1} a_{k_s}(H_1 - H_2) \left\{ \frac{d^s r_n(\lambda)}{d\lambda^s \bar{z} - \lambda} \right\}_{\lambda=\lambda_k} \quad (21)$$

Теперь из (20) и (21) вытекает равенство

$$H_1(z) = H_2(z), \quad z \in G^{(+)}$$

Следствие доказано.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мусоян В.Х. Суммирование биортогональных разложений по неполным системам экспонент и рациональных функций. – Изв. АН Арм. ССР, Математика, 1986, т.21, № 2, с. 163-186.
2. Martirosian M.S., Muzoyan V.Kh. The summation of biorthogonal expansion in non-complete system of rational functions in the spaces $H^p (1 < p < \infty)$. Izvestiya Natsionalnoi Akademii nauk Armenii. Matematika, 1997, v. 32, № 5, pp. 27-38.
3. Кусис П. Введение в теорию пространств H^p . М., 1984.
4. Мартиросян В.М. Замыкание и базисность некоторых биортогональных систем и решение кратной интерполяционной задачи в угловых областях. – Изв. АН Арм. ССР: Математика, 1978, т.13, № 5-6, с. 490-531.
5. Гофман К. Банаховы пространства аналитических функций. М., 1963.
6. Джрбашян М.М. Характеристика замкнутых линейных оболочек двух семейств неполных систем аналитических функций. – Мат. сборник, 1981, 114(156), № 1, с. 3-84.
7. Джрбашян М.М. Биортогональные системы рациональных функций и наилучшие приближения ядра Коши на вещественной оси. – Мат. сборник, 1974, 95(137), с. 418-444.
8. Джрбашян М.М. Базисность некоторых биортогональных систем и решение кратной интерполяционной задачи в классах H^p в полуплоскости. – Изв. АН СССР: серия Математика, 1978, 42, с. 1323-1384.

Մ.Ս. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ

ԵՐԿՕՐԹՈՒԳՈՆԱԼ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ԳՈՒՄԱՐՈՒՄ
ԿԻՍԱՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ԸՍՏ ՌԱՑԻՈՆԱԼ ՖՈՒՆԿՑԻԱՆԵՐԻ
ՈՉ ԼՐԻՎ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիտարկելով ռացիոնալ ֆունկցիաների ոչ լրիվ համակարգ վերին կիսահարթությունում, Վ.Խ. Մուսոյանը H_+^2 տարածությունում (տես[1]) կառուցել է Մ.Ս. Ջրբաշյանի երկօրթոգոնալ վերլուծության [6-8] գումարման մի մեթոդ:

Սույն աշխատանքում հաջողվում է այդ արդյունքը ստանալ քոլոր $H_+^p (1 < p < \infty)$ տարածություններում:

УДК 517.53

Յ.Տ. ՄԻԿԱԵԼՅԱՆ

ОДНА ТАУБЕРОВА ТЕОРЕМА ДЛЯ ХВОСТОВ ФУНКЦИЙ
 РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В работе доказана тауберова теорема для хвостов функций распределения в терминах характеристических функций. Условия выражены через действительную и мнимую части характеристической функции. Результат работы обобщает известную теорему Караматы для функций распределения.

§1. Основной результат

1°. Пусть F – функция распределения на R^+ ;

$$f(t) = \int_0^{\infty} e^{itx} dF(x), \quad t \in R^1;$$

функция $L(t) > 0$ определена на R^+ и медленно меняется при $t \rightarrow +\infty$, т.е. измерима и

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{L(xt)}{L(t)} = 1 \quad \text{при всех } x > 0. \quad (1)$$

Сходимость в (1) равномерна на $[a, b]$, $0 < a < b < +\infty$ (см.[1]). Согласно [2], гл. 17, зад. 13-15, с. 668, условия

$$1 - F(x) \sim x^{-\alpha} \cdot L(x), \quad x \rightarrow +\infty, \quad (2)$$

и

$$1 - f(t) \sim \Gamma(1-\alpha) \cdot e^{-i\pi\alpha/2} \cdot t^\alpha \cdot L(1/t), \quad t \downarrow 0, \quad (3)$$

при $0 < \alpha < 1$ равносильны.

Здесь $f \sim g$, если $(f/g) \rightarrow 1$, а $\Gamma(\bullet)$ – гамма-функция Эйлера. Обозначим

$$a = a_\alpha = \frac{\pi}{2\Gamma(\alpha) \cdot \sin(\pi\alpha/2)}, \quad \alpha > 0, \quad b = b_\alpha = \frac{\pi}{2\Gamma(\alpha) \cdot \cos(\pi\alpha/2)} = a_\alpha \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi\alpha}{2}.$$

Взяв в (3) действительную и мнимую части, приходим к соотношениям

$$1 - \operatorname{Re} f(t) \sim at^\alpha \cdot L(1/t), \quad t \downarrow 0, \quad (4)$$

и

$$\operatorname{Im} f(t) \sim bt^\alpha \cdot L(1/t), \quad t \downarrow 0. \quad (5)$$

Замечание 1. В литературе доказательство равносильности условий (2) и (3) основано на фактах теории устойчивых законов [2, 3]. Само утверждение – прямой аналог известной тауберовой теоремы Караматы для мер в частном случае функций распределения. Теорема Караматы связывает поведение неотрицательной меры на R^+ в бесконечности или нуле с поведением ее преобразования Лапласа в нуле или бесконечности [1, 2].

Нами прямыми методами теории функций получена

Теорема. а) Условия (2) и (4) при $0 < \alpha \leq 1$ равносильны.

б) Условия (2) и (5) при $0 < \alpha < 1$ равносильны*.

Замечание 2. При доказательстве теоремы без ограничения общности считаем

$F(+0) = 0$. Действительно, $F(x) \sim F_1(x)$ при $x \rightarrow +\infty$, где $F_1(x) = \begin{cases} F(x), & \text{если } x \geq 1, \\ 0, & \text{если } 0 \leq x < 1. \end{cases}$

Тогда $1 - \operatorname{Re} f(t) = 1 - \operatorname{Re} f_1(t) + \int_0^1 (1 - \cos(xt)) dF(x)$, где f_1 – характеристическая функция F_1 . Так как

$$\int_0^1 (1 - \cos(xt)) dF(x) = \int_0^1 2 \sin^2 \frac{xt}{2} dF(x) \leq \frac{1}{2} \cdot t^2 \cdot \int_0^1 x^2 dF(x),$$

то

$$\int_0^1 (1 - \cos(xt)) dF(x) = O(t^\alpha \cdot L(1/t)), \quad t \downarrow 0, \quad 0 < \alpha \leq 1.$$

Замечание 3. Условия (4) и (5) равносильны условиям $1 - \operatorname{Re} f(t) \sim a \cdot |t|^\alpha \cdot L(1/|t|)$, $t \rightarrow 0$ и $\operatorname{Im} f(t) \sim b \cdot |t|^\alpha \cdot \operatorname{sgn} t \cdot L(1/|t|)$, $t \rightarrow 0$ соответственно, что следует из четности $1 - \operatorname{Re} f(t)$ и нечетности $\operatorname{Im} f(t)$. \square

Замечание 4. В работе [6] прямыми методами теории функций теорема Караматы усилена и обобщена в одну сторону. Теорема 2 из [6] в частном случае функций распределения и преобразования Фурье содержит утверждение: при $0 < \alpha < 1$ из (2) следует (3). Поскольку из (3) следуют (4) и (5), то для доказательства теоремы 1 в одну сторону нужно методами теории функций показать, что при $\alpha = 1$ из (2) следует (4).

2^o. Покажем, что из условия

$$1 - F(x) \sim x^{-1} \cdot L(x), \quad x \rightarrow +\infty, \quad (2')$$

следует

$$1 - \operatorname{Re} f(t) \sim (\pi/2) \cdot t \cdot L(1/t), \quad t \rightarrow 0. \quad (4')$$

Действительно, справедливо равенство

$$\frac{f(t) - 1}{it} = \int_0^\infty e^{itx} \cdot \{1 - F(x)\} dx = \int_0^\infty e^{itx} \cdot x^{-1} \cdot L_1(x) dx,$$

где $L_1(x) = x \cdot \{1 - F(x)\}$, откуда вытекает

$$\frac{1 - \operatorname{Re} f(t)}{t} = \int_0^\infty \frac{\sin(tx)}{x} \cdot L_1(x) dx, \quad t \in R^+.$$

Следовательно,

$$\frac{1 - \operatorname{Re} f(t)}{t} = \int_0^\infty \frac{\sin x}{x} \cdot L_1(x/t) dx = \chi_1(t) + \chi_2(t), \quad t \in R^+, \quad (6)$$

где

$$\chi_1(t) = \int_0^1 \frac{\sin x}{x} \cdot L_1(x/t) dx \quad \text{и} \quad \chi_2(t) = \int_1^\infty \frac{\sin x}{x} \cdot L_1(x/t) dx.$$

Изучим асимптотическое поведение функций $\chi_1(t)$ и $\chi_2(t)$ при $t \downarrow 0$. Согласно теоремам 2.7 и 2.6 из [1], с.63-67,

* Утверждение а) известно [3] и доказано нами новым методом, а утверждение б) – основной результат статьи.

$$\chi_1(t) \sim L_1(1/t) \cdot \int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx \text{ и } \chi_2(t) \sim L_1(1/t) \cdot \int_1^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx \text{ при } t \downarrow 0,$$

если найдется число $\varepsilon > 0$ такое, что сходятся интегралы

$$\int_0^1 x^{-\varepsilon} \cdot \frac{\sin x}{x} dx \text{ и } \int_1^{\infty} x^{\varepsilon} \cdot \frac{\sin x}{x} dx.$$

Данному условию удовлетворяет любое $\varepsilon \in (0, 1)$. Следовательно,

$$\chi_1(t) + \chi_2(t) = L_1(1/t) \cdot \int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx = \frac{\pi}{2} \cdot L_1(1/t), t \downarrow 0.$$

Тогда из (6), по условию (2'), $L_1(x) \sim L(x)$ при $x \rightarrow +\infty$, откуда следует (4'). \square

§2. О действительной части характеристической функции

1⁰. Целью настоящего параграфа является установление утверждения: *при $0 < \alpha \leq 1$ из условия (4) следует (2)*.

При $\lambda > 0$ справедливо представление

$$\frac{\operatorname{Re} f(\lambda \cdot t) - 1}{t^{\alpha} \cdot L(1/t)} = \int_0^{\infty} \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x, t), \quad (7)$$

где

$$g(x, t) = \frac{1 - F(x/t)}{t^{\alpha} \cdot L(1/t)}, \quad x > 0, t > 0.$$

Согласно (4) существует предел

$$\lim_{t \downarrow 0} \int_0^{\infty} \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x, t) = -a\lambda^{\alpha}, \quad \lambda > 0. \quad (8)$$

Покажем: 1. Любая убывающая и сходящаяся к нулю последовательность содержит подпоследовательность, скажем, $\{t_n\}$ – такую, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} g(x, t_n) = g(x), \quad x > 0, \quad (9)$$

где $g(x)$ (из-за невозрастания $g(x, t)$ по x) – некоторая невозрастающая функция.

2. По последовательности $\{t_n\}$ в правой части (7) возможен предельный переход под знаком интеграла. Тогда (8) и (9) влекут

$$\int_0^{\infty} \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x) = -\frac{\pi \cdot \lambda^{\alpha}}{2\Gamma(\alpha) \cdot \sin(\pi\alpha/2)}, \quad \lambda > 0. \quad (10)$$

3. Функциональное уравнение (10) имеет единственное решение

$$g(x) = x^{-\alpha}, \quad x > 0. \quad (11)$$

Тогда из вышесказанного следует существование предела

$$\lim_{t \downarrow 0} g(1, t) = \lim_{t \downarrow 0} \frac{1 - F(1/t)}{t^{\alpha} \cdot L(1/t)} = 1,$$

что равносильно (2). \square

2⁰. Для доказательства пункта 1 естественно обращение к принципу выбора Хелли (см., напр., [8], с. 207-209). Сформулируем следствие принципа выбора.

Заданное на $[a, +\infty)$ где $0 < a < +\infty$, и равномерно ограниченное на любом конечном сегменте бесконечное семейство \mathcal{Q} монотонных функций содержит сходящуюся на $[a, +\infty)$ последовательность.

Действительно, выберем последовательность $\{b_k\}$ такую, что $b_k > a, k \geq 1$, и $b_k \uparrow +\infty$ при $k \rightarrow +\infty$. По принципу выбора из семейства \mathcal{Q} выделим сходящуюся

на $[a, b_1]$ последовательность $\{f_{n,1}(x)\}$. Применение принципа выбора к бесконечному семейству $\{f_{n,1}(x)\}$ выделяет сходящуюся на $[a, b_2]$ последовательность $\{f_{n,2}(x)\} \subseteq \{f_{n,1}(x)\}$.

Бесконечная стандартная процедура приводит к "диагональной" последовательности $\{f_{n,n}(x)\} \subseteq Q$, сходящейся на $[a, +\infty)$. \square

Для применения *следствия* к функции $g(x, t)$ ее можно рассматривать как семейство (по t) невозрастающих (по x) функций.

Обращение к принципу выбора выдвигает вопрос получения верхней оценки для $g(x, t)$ (равномерная ограниченность).

Используемый нами *метод* решения функционального уравнения (10) опирается на соответствующую верхнюю оценку для $g(x, t)$.

Вышесказанным обосновано значительное внимание, уделяемое нами к получению *основной* верхней оценки и ее следствий для $g(x, t)$.

Основная оценка. Из "неравенства для усечений" [9], с. 209, и условия (4) имеем $1 - F(x) \leq 7x \cdot \int_0^{1/x} \{1 - \operatorname{Re} f(t)\} dt < 8x \cdot \int_0^{1/x} t^\alpha \cdot L(1/t) dt = 8 \cdot \int_x^{+\infty} t^{-\alpha-1} \cdot L(t) dt < +\infty, x > 0$.

Отсюда в силу теоремы 2.6 из [1] $1 - F(x) \leq cx^{-\alpha} L(x)$ при $x \rightarrow +\infty$, где $c > (8/\alpha)$ – некоторая константа. Таким образом, для заданной константы $c_0 > c$ найдется $x_0 > 0$ такое, что $1 - F(x) \leq c_0 \cdot x^{-\alpha} \cdot L(x)$ при всех $x \geq x_0$. Зафиксируем x_0 и на основе последнего неравенства запишем основную оценку

$$g(x, t) \leq c_0 \cdot \frac{x^{-\alpha} \cdot L(x/t)}{L(1/t)} \text{ при } x \geq x_0 t \text{ и } t > 0. \quad (12)$$

Введем функцию

$$g_1(x, t) = \begin{cases} g(x, t), & \text{если } x \geq x_0 t, \\ 0, & \text{если } 0 < x < x_0 t, \end{cases} \quad t > 0.$$

Легко видеть, что: а) если $t_n \downarrow 0$ при $n \rightarrow +\infty$, то соотношение (9) и $\lim_{n \rightarrow +\infty} g_1(x, t) = g(x), x > 0$ равносильны; б) в формулировке *следствия* $[a, +\infty)$ можно заменить на $(0, +\infty)$.

Действительно, в доказательстве следует взять последовательность сегментов $\{[a_k, b_k]\}$, где $a_k \downarrow 0$ и $b_k \uparrow +\infty$ при $k \rightarrow +\infty$. \square

Видоизмененное следствие принципа выбора достаточно применить к функции $g_1(x, t)$. Найдем соответствующие верхние оценки для $g_1(x, t)$.

Без ограничения общности считаем функцию $x^{-\alpha} \cdot L(x)$ невозрастающей. Тогда из (12) имеем

$$g_1(x, t) = q(x, t) \leq c_0 \text{ при } x \geq 1 \text{ и } 0 < t \leq x_0^{-1}. \quad (13)$$

Для любого $\varepsilon \in (0, 2 - \alpha)$ рассмотрим функцию

$$x^\varepsilon \bar{L}(x) = \sup_{x_0 < u \leq x} u^\varepsilon \cdot L(u) (\geq x^\varepsilon \cdot L(x)).$$

По свойству 4.⁰ из [1], с 25-27, $\bar{L}(x) \sim L(x)$ при $x \rightarrow +\infty$ и функция $x^\varepsilon \cdot \bar{L}(x)$ не убывает. Для любого $\delta > 0$ найдется $t_0 \in (0, x_0^{-1}]$ такое, что

$(\bar{L}(1/t)/L(1/t)) < 1 + \delta$ при $0 < t \leq t_0$. Отсюда из неубывания $x^\varepsilon \cdot \bar{L}(x)$ и (12) находим

$$g(x, t) \leq c_0 \cdot \frac{x^{-\alpha-\varepsilon} \cdot (x^\varepsilon \cdot \bar{L}(x)t)}{L(1/t)} \leq c_0 \cdot \frac{\bar{L}(1/t)}{L(1/t)} \cdot x^{-\alpha-\varepsilon} \leq c_0 \cdot (1 + \delta) \cdot x^{-\alpha-\varepsilon}$$

при $1 \geq x \geq x_0 t$ и $0 < t \leq t_0$.

Следовательно,

$$g_1(x, t) \leq c_0 \cdot (1 + \delta) \cdot x^{-\alpha-\varepsilon} \text{ при } 0 < x \leq 1 \text{ и } 0 < t \leq t_0. \quad (14)$$

Из (13) и (14) для любого $\tau > 0$ следует равномерная ограниченность семейства функций $\{g_1(x, t) : x > \tau, 0 < t \leq t_0\}$. \square

3^o. Пусть для последовательности $\{t_n\}$, где $t_n \downarrow 0$ при $n \rightarrow +\infty$, выполнено (9), а c_0 и x_0 – положительные константы, фигурирующие в (12).

Так как функция $x^{-\alpha} L(x)$ не возрастает, то $\lim_{R \rightarrow +\infty} \bar{V}_R g(x, t_n) = \lim_{R \rightarrow +\infty} g(R, t_n) = 0$ для фиксированного $n \geq 1$ и $x \geq 1$. Тогда в силу (9) и замечания (3) из [7], с 317,

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \int_1^{\infty} \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x, t_n) = \int_1^{\infty} \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x), \quad \lambda > 0. \quad (15)$$

При фиксированном $n \geq 1$ имеют место оценки

$$\left| \int_0^{x_0 t_n} g(x, t_n) \cdot \sin(\lambda x) dx \right| \leq \frac{1}{(t_n)^\alpha \cdot L(1/t_n)} \int_0^{x_0 t_n} |\sin(\lambda x)| dx \leq \frac{\lambda}{(t_n)^\alpha \cdot L(1/t_n)} \cdot \frac{(x_0 t_n)^2}{2},$$

$$g(x_0 t_n, t_n) \cdot \{1 - \cos(\lambda x_0 t_n)\} \leq \frac{c_0 \cdot L(x_0)}{(x_0 t_n)^\alpha \cdot L(1/t_n)} \cdot \frac{(\lambda x_0 t_n)^2}{2}.$$

Последнее неравенство получено с учетом (12).

Так как при фиксированном $n \geq 1$

$$\int_0^{x_0 t_n} \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x, t_n) = g(x_0 t_n, t_n) \cdot \{1 - \cos(\lambda x_0 t_n)\} - \int_0^{x_0 t_n} g(x, t_n) \cdot \sin(\lambda x) dx,$$

то из равенства $\lim_{n \rightarrow +\infty} (t_n^{2-\alpha} / L(1/t_n)) = 0$ и полученных оценок заключаем

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \int_0^{x_0 t_n} \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x, t_n) = 0 \text{ при любом } \lambda > 0. \quad (16)$$

Выберем $n_0 \geq 1$ так, чтобы $x_0 t_n < 1$ при $n \geq n_0$. Тогда

$$\int_{x_0 t_n}^1 \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x, t_n) = \int_0^1 \{1 - \cos(\lambda x)\} dg_1(x, t_n), \quad n \geq n_0, \quad \lambda > 0.$$

Покажем, что в правой части последнего равенства возможен переход к пределу при $n \rightarrow +\infty$ под знаком интеграла. Отсюда в силу (16) будет следовать

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \int_0^1 \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x, t_n) = \int_0^1 \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x), \quad \lambda > 0,$$

что с учетом (15) доказывает утверждение пункта 2.

Принимая во внимание оценку (14) и сходимость интеграла

$$\int_0^1 \frac{|\sin \lambda x|}{x^{\alpha+\varepsilon}} dx \text{ при } 0 < \varepsilon < 2 - \alpha,$$

по теореме о мажорируемой сходимости получаем

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \int_0^1 g_1(x, t_n) \cdot \sin(\lambda x) dx = \int_0^1 g(x) \cdot \sin(\lambda x) dx, \lambda > 0.$$

Поэтому

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow +\infty} \int_0^1 \{1 - \cos(\lambda x)\} dg_1(x, t_n) &= g(1) \cdot \{1 - \cos \lambda\} - \lambda \cdot \lim_{n \rightarrow +\infty} \int_0^1 g_1(x, t_n) \cdot \sin(\lambda x) dx = \\ &= g(1) \cdot \{1 - \cos \lambda\} - \lambda \cdot \int_0^1 g(x) \cdot \sin(\lambda x) dx = \int_0^1 \{1 - \cos(\lambda x)\} dg(x), \lambda > 0. \square \end{aligned}$$

4⁰. Перейдем к решению функционального уравнения (10).

Согласно [10], с. 387, функция (11) удовлетворяет уравнению (10). Обозначим $\varphi(x) = g(x) - x^{-\alpha}$, $x > 0$, где $g(x)$ – произвольное решение уравнения (10).

В силу (10) приходим к функциональному уравнению

$$\int_0^{\infty} \{1 - \cos(\lambda x)\} d\varphi(x) = 0, \lambda \in R^1. \quad (17)$$

Возможность замены $\lambda > 0$ на условие $\lambda \in R^1$ вызвано четностью функции $\cos x$.

Пусть для последовательности $\{t_n\}$, где $t_n \downarrow 0$ при $n \rightarrow +\infty$, справедливо (9). Подставим в (12) вместо t число t_n , $n \geq 1$, и перейдем к пределу при $n \rightarrow +\infty$. Тогда для любого фиксированного $x > 0$ справедливо неравенство $g(x) \leq c_0 \cdot x^{-\alpha}$. Здесь использовано (9) и медленное изменение L .

Следовательно, $|\varphi(x)| \leq (c_0 + 1) \cdot x^{-\alpha}$, $x > 0$ и, значит, левую часть равенства (17) можно интегрировать по частям. Получаем $\int_0^{\infty} \varphi(x) \cdot \sin(\lambda x) dx = 0$, $x \in R^1$. Продол-

жим функцию $\varphi(x)$ на R^- нечетным образом: $\varphi_1(x) = \begin{cases} \varphi(x), & \text{если } x \geq 0, \\ -\varphi(-x), & \text{если } x < 0. \end{cases}$ Тогда

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{i\lambda x} \cdot \varphi_1(x) dx = 2i \cdot \int_0^{\infty} \varphi(x) \cdot \sin(\lambda x) dx = 0, \lambda \in R^1.$$

Проведем обратное интегрирование по частям: $\int_{-\infty}^{\infty} e^{i\lambda x} d\varphi_1(x) = 0$, $\lambda \in R^1$.

Из теоремы единственности для преобразования Фурье–Стилтьеса [11], с. 152, следует (11). Из-за произвольности последовательности $\{t_n\}$, для которой $t_n \downarrow 0$ и $\{g(x, t_n)\}$ сходится при $n \rightarrow +\infty$, заключаем, что (11) – *единственное* решение уравнения (10). \square

§ 3. О мнимой части характеристической функции

Целью настоящего параграфа является установление утверждения: *при $0 < \alpha < 1$ из условия (5) следует (2)*.

Мы покажем, что *при $0 < \alpha < 1$ из условия (5) следует условие (4)*.

Согласно результатам §§1,2 это означает равносильность при $0 < \alpha < 1$ условий (4) и (5), (2) и (5) соответственно.

1⁰. Метод доказательства основан на связи между действительной и мнимой частями характеристической функции.

Лемма 1. Пусть $F(+0) = 0$. Тогда

$$\operatorname{Re} f(t) = \frac{1}{\pi} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u-t} du, \quad t \in R^1.$$

Доказательство. Произведем выкладки

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u-t} du &= \left(\int_{-\infty}^0 + \int_0^{\infty} \right) \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u-t} du = - \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{Im} f(t-v)}{v} dv + \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{Im} f(t+v)}{v} dv = \\ &= \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{Im} f(t+v) - \operatorname{Im} f(t-v)}{v} dv = \pi \cdot \operatorname{Re} f(t), \end{aligned}$$

где использован результат задачи 22, §6, гл. 1, с. 37 из [4].

Замечание. Аналогично: если F – произвольная функция распределения и $f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{itx} \cdot dF(x)$, $t \in R^1$, то устанавливается формула

$$\operatorname{Im} f(t) = -\frac{1}{\pi} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\operatorname{Re} f(u)}{u-t} du, \quad t \in R^1. \quad (18)$$

2°. Полагая $t=0$ в лемме 1 и учитывая равенство $\operatorname{Re} f(0)=1$, получаем

$$1 = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u} du,$$

откуда и из леммы 1 следует формула

$$1 - \operatorname{Re} f(t) = \frac{1}{\pi} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \frac{1}{u} - \frac{1}{u-t} \right\} \cdot \operatorname{Im} f(u) du, \quad t \in R^1.$$

Последнее равенство запишем в виде

$$1 - \operatorname{Re} f(t) = \chi_1(t) - \chi_2(t) + \chi_3(t) + \chi_4(t), \quad (19)$$

где $t > 0$ – произвольное число и обозначено

$$\begin{aligned} \chi_1(t) &= \int_0^{\infty} \left\{ \frac{1}{u} - \frac{1}{u+t} \right\} \cdot \operatorname{Im} f(u) du, \quad \chi_2(t) = - \int_{2t}^{\infty} \left\{ \frac{1}{u} - \frac{1}{u-t} \right\} \cdot \operatorname{Im} f(u) du, \\ \chi_3(t) &= \int_0^{2t} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u} du, \quad \chi_4(t) = - \int_0^{2t} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u-t} du. \end{aligned}$$

Вопрос сводится к нахождению асимптотики $\chi_k(t)$ при $t \downarrow 0$ и $k=1,2,3,4$.

Сложность анализа связана с функцией $\chi_4(t)$.

Лемма 2. Если при $0 < \alpha < 1$ выполнено условие (5), то

$$\chi_4(t) \sim -b \cdot t^\alpha \cdot L(1/t) \cdot \int_0^2 \frac{u^\alpha}{u-1} du \quad \text{при } t \downarrow 0,$$

где интеграл справа понимается в смысле главного значения.

Замечание 7. При больших x определим функцию $L_0(x)$ равенством $\operatorname{Im} f(t) = b \cdot t^\alpha \cdot L_0(1/t)$. Из (5) следует $\lim_{t \downarrow 0} \frac{\operatorname{Im} f(t)}{t^\alpha \cdot L(1/t)} = b > 0$ при $0 < \alpha < 1$.

Поэтому при $0 < \alpha < 1$ и малых t верно неравенство $\operatorname{Im} f(t) > 0$, что при малых t влечет положительность функции $L_0(1/t) \sim L(1/t)$. Доопределяем L_0 на R^+ до медленно меняющейся функции, скажем, L_0 .

Замечание 8. Из теоремы о представлении [1] с. 10, 15 и 21, вытекает существование медленно меняющихся функций $L_1(x) \sim L_0(x)$ и $L_2(x) \sim L_0(x)$ при

$x \rightarrow +\infty$, связанных при некотором $A > 0$ равенством $\frac{xL_1'(x)}{L_1(x)} = \ln \frac{L_2(ex)}{L_2(x)}$ при

$x \geq A$, где L_1 дифференцируема, L_2 непрерывна на $[A, +\infty)$.

Доказательство леммы 2. По замечанию 7

$$\chi_4(t) = -b \cdot \int_0^{2t} \frac{u^\alpha \cdot L_1(1/u)}{u-t} du = -b \cdot t^\alpha \cdot \int_0^2 \frac{v^\alpha \cdot L_1(1/tv)}{v-1} dv, \quad t \downarrow 0.$$

Отметим, что по теореме 2.7 из [1], с. 65-67,

$$\left(\int_0^{1/2} + \int_{3/2}^2 \right) \frac{v^\alpha \cdot L_1(1/tv)}{v-1} dv \sim L_1(1/t) \cdot \left(\int_0^{1/2} + \int_{3/2}^2 \right) \frac{v^\alpha}{v-1} dv, \quad t \downarrow 0,$$

и покажем, что

$$\int_0^2 \frac{v^\alpha \cdot L_1(1/tv)}{v-1} dv \sim L_1(1/t) \cdot \int_0^2 \frac{v^\alpha}{v-1} dv, \quad t \downarrow 0,$$

где интегралы справа понимаются в смысле главного значения.

По определению главного значения

$$I(t) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{L_1(1/t)} \cdot \int_{1/2}^{3/2} \frac{v^\alpha \cdot L_1(1/tv)}{v-1} dv - \int_{1/2}^{3/2} \frac{v^\alpha}{v-1} dv = \lim_{\varepsilon \downarrow 0} \left(\int_{1/2}^{1-\varepsilon} + \int_{1+\varepsilon}^{3/2} \right) \frac{v^\alpha}{v-1} \cdot A(t, v) dv, \quad t \downarrow 0,$$

где

$$A(t, v) = \frac{L_1(1/tv)}{L_1(1/t)} - 1, \quad v \in \left[\frac{1}{2}, \frac{3}{2} \right].$$

Замена переменной $1-v = y$ и $v-1 = y$ в первом и втором интегралах правой части равенства соответственно дает

$$\begin{aligned} I(t) &= \lim_{\varepsilon \downarrow 0} \left\{ - \int_{\varepsilon}^{1/2} \frac{(1-y)^\alpha}{y} \cdot A(t, 1-y) dy + \int_{\varepsilon}^{1/2} \frac{(1+y)^\alpha}{y} \cdot A(t, 1+y) dy \right\} = \\ &= \int_0^{1/2} y^{-1} \cdot \left\{ (1+y)^\alpha \cdot A(t, 1+y) - (1-y)^\alpha \cdot A(t, 1-y) \right\} dy, \quad t \downarrow 0, \end{aligned}$$

если последний интеграл сходится. Сходимость интеграла устанавливается следующим образом. Если $y \in [0, 1/2]$, то $1+y \in [1, 3/2]$, и из равномерной сходимости L_0 в $[a, b]$, $0 < a < b < +\infty$ следует равномерная сходимость $\lim_{t \downarrow 0} A(t, 1+y) = 0$, $y \in [0, 1/2]$.

С другой стороны, по правилу Лопиталья вычисляется предел

$$\lim_{y \downarrow 0} y^{-1} \cdot \left\{ (1+y)^\alpha - (1-y)^\alpha \right\} = 2\alpha.$$

Поэтому возможен предельный переход под знаком интеграла

$$\lim_{t \downarrow 0} \int_0^{1/2} y^{-1} \cdot \left\{ (1+y)^\alpha - (1-y)^\alpha \right\} A(t, 1+y) dy = 0.$$

По теореме Лагранжа о конечных приращениях

$$\frac{A(t, 1+y) - A(t, 1-y)}{y} = 2 \cdot A_y'(t, \xi_t(y)) = \frac{2}{t} \cdot \frac{L_1'(1/t\xi_t(y))}{L_1(1/t)},$$

где $\xi_t(y) \in (1-y, 1+y) \subset (1/2, 3/2)$. Поэтому по замечанию 8

$$\int_0^{1/2} y^{-1} \cdot (1-y)^\alpha \left\{ A(t, 1+y) - A(t, 1-y) \right\} dy =$$

$$= 2 \cdot \int_0^{1/2} (1-y)^\alpha \cdot \frac{\xi_t(y) \cdot L_1(1/t\xi_t(y))}{L_1(1/t)} \cdot \ln \frac{L_2(e/t\xi_t(y))}{L_2(1/t\xi_t(y))} dy.$$

Из-за равномерной сходимости медленно меняющейся функции на конечных сегментах $[a, b]$, $0 < a < b < +\infty$, получаем, что последний интеграл стремится к нулю при $t \downarrow 0$. Переходя от L_1 к L_0 , устанавливаем утверждение.

3⁰. Имеет место

Лемма 3. Если при $0 < \alpha < 1$ выполнено условие 5, то

$$\chi_2(t) \sim b \cdot t^\alpha \cdot L(1/t) \cdot \int_2^{t^{-1}} \frac{u^{\alpha-1}}{u-1} du \text{ при } t \downarrow 0.$$

Доказательство. Для любого $\varepsilon > 0$ при $t \downarrow 0$ оценим интеграл

$$\begin{aligned} t^\alpha \cdot \int_{\varepsilon/t}^{\frac{1}{t}} \frac{u^{\alpha-1}}{u-1} \cdot L_0(1/ut) du &= t^{\alpha+\eta} \cdot \int_{\varepsilon/t}^{\frac{1}{t}} \frac{(ut)^{-\eta} L_0(1/ut)}{u-1} du \leq \\ &\leq t^{\alpha+\eta} \cdot \int_{\varepsilon/t}^{\frac{1}{t}} u^{\alpha-1+\eta} \cdot \frac{\bar{L}_\eta(1/ut)}{u-1} du \leq t^{\alpha+\eta} \cdot \bar{L}_\eta(\varepsilon^{-1}) \cdot \int_{\varepsilon/t}^{\frac{1}{t}} \frac{u^{\alpha-1+\eta}}{u-1} du \leq \\ &\leq 2 \cdot t^{\alpha+\eta} \cdot \bar{L}_\eta(\varepsilon^{-1}) \cdot \int_{\varepsilon/t}^{\frac{1}{t}} u^{\alpha-2+\eta} du = O(t^\alpha \cdot L_0(1/t)), \end{aligned}$$

где $0 < \eta < 1 - \alpha$ и $\bar{L}_\eta(1/t) = \sup_{0 < x \leq t} \{x^{-\eta} \cdot L_0(1/x)\}$, $t > 0$. Поэтому при $t \downarrow 0$

$$\begin{aligned} b^{-1} \cdot t \cdot \int_{2t}^{\frac{1}{t}} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u(u-t)} du &= t \cdot \int_{2t}^{\frac{1}{t}} \frac{u^{\alpha-1} \cdot L_0(1/u)}{u-t} du = \\ &= t^\alpha \cdot \int_{2t}^{\frac{1}{t}} \frac{u^{\alpha-1}}{u-t} \cdot L_0(1/ut) du \sim t^\alpha \cdot L_0(1/t) \cdot \int_2^{t^{-1}} \frac{u^{\alpha-1}}{u-1} du. \end{aligned}$$

С другой стороны,

$$t \cdot \int_{\varepsilon}^{\frac{1}{t}} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u(u-t)} du \sim t \cdot \int_{\varepsilon}^{\frac{1}{t}} \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u^2} du = O(t^\alpha \cdot L_0(1/t)) \text{ при } t \downarrow 0.$$

Следовательно,

$$\chi_2(t) = t \cdot \left(\int_{2t}^{\frac{1}{t}} + \int_{\varepsilon}^{\frac{1}{t}} \right) \frac{\operatorname{Im} f(u)}{u \cdot (u-t)} du \sim b \cdot t^\alpha \cdot L_0(1/t) \cdot \int_2^{t^{-1}} \frac{u^{\alpha-1}}{u-1} du \text{ при } t \downarrow 0.$$

Переходя в последнем соотношении от L_0 к L , устанавливаем утверждение. \square

Замечание 9. Аналогично лемме 3 выводим утверждение: если при $0 < \alpha < 1$

выполнено условие (5), то $\chi_1(t) \sim b \cdot t^\alpha \cdot L(1/t) \cdot \int_0^{\frac{1}{t}} \frac{u^{\alpha-1}}{u+1} du$ при $t \downarrow 0$.

Наконец, по правилу Лопиталья,

$$\begin{aligned} \lim_{t \downarrow 0} \int_0^{\frac{1}{t}} \frac{(\operatorname{Im} f(u)/u) du}{t^\alpha L_1(1/t)} &= \lim_{t \downarrow 0} \frac{\operatorname{Im} f(2t)/t}{\alpha \cdot t^{\alpha-1} \cdot L_1(1/t) - t^{\alpha-2} \cdot L_1'(1/t)} = \\ &= b \cdot 2^\alpha \cdot \lim_{t \downarrow 0} \frac{L_1(1/2t)/L_1(1/t)}{\alpha - \{L_1'(1/t)/tL_1(1/t)\}} = \frac{b}{\alpha} \cdot 2^\alpha \end{aligned}$$

или в силу замечания 7

$$\chi_3(t) \sim \frac{b}{\alpha} \cdot 2^\alpha \cdot t^\alpha \cdot L(1/t) \text{ при } t \downarrow 0. \quad (20)$$

Подставляя асимптотики функций $\chi_k(t)$, $k = 1, 2, 3, 4$, при $t \downarrow 0$ из лемм 2 и 3, замечания 9 и соотношения (20) в (19), находим, что при $0 < \alpha < 1$ и $t \downarrow 0$

$$1 - \operatorname{Re} f(t) \sim -\frac{b}{\pi} \cdot t^\alpha \cdot L(1/t) \cdot \left\{ \int_2^\infty \frac{u^{\alpha-1}}{u-1} du + \int_0^2 \frac{u^\alpha}{u-1} du - \int_0^\infty \frac{u^{\alpha-1}}{u+1} du - \frac{2^\alpha}{\alpha} \right\}. \quad (21)$$

Так как $\int_0^2 \frac{u^\alpha}{u-1} du = \int_0^2 \frac{u^{\alpha-1}}{u-1} du + \frac{2^\alpha}{\alpha}$ и в силу [10], с. 298,

$$2 \cdot \int_0^\infty \frac{u^{\alpha-1}}{u^2-1} du = -\pi \cdot \operatorname{ctg}(\alpha\pi) - \frac{\pi}{\sin(\pi\alpha)} =$$

$$- \pi \cdot \frac{\cos(\pi\alpha)+1}{\sin(\pi\alpha)} - \pi \cdot \operatorname{ctg}(\pi\alpha/2),$$

то из (21) несложными преобразованиями при $0 < \alpha < 1$ и $t \downarrow 0$ выводим (4). \square

В заключение приношу благодарность моему научному руководителю Э.А. Даниеляну за постановку задачи и внимание при выполнении работы.

Кафедра теории функций

Поступила 27.04.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Сегета Е. Правильно меняющиеся функции. М.: Наука, 1985, с. 142.
2. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М.: Мир, т. 2, 1984, 751 с.
3. Nevels K. Stable attraction and tauberian theorems. – Inst. voor. Algement Psychologie Oude Boteringstroat, 34, Groningen, 1974, 144 p.
4. Петров В.В. Предельные теоремы для сумм независимых случайных величин. М.: Наука, 1987, 317 с.
5. Золотарев В.М. Одномерные устойчивые распределения. М.: Наука, 1987, 304 с.
6. Даниелян Э.А., Микаелян Э.С. О тауберовой теореме для мер. – Изв. НАН РА, 1998 (в печати).
7. Шилов Г.Е. Математический анализ. Специальный курс. М.: ГИФМЛ, 1961, 436 с.
8. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной. М.: Гостехиздат, 1957, 552 с.
9. Лозв М. Теория вероятностей. М.: Изд. – во иностранной литературы, 1962, 719 с.
10. Прудников А.П., Брыков Ю.А., Маричей О.Н. Интегралы и ряды. Элементарные функции. М.: Наука, 1981, 797 с.
11. Гохман Э.Х. Интеграл Стилтеса и его приложения. М.: ГИФМЛ, 1958, 191 с.

Ջ.Ս. ՄԻՋԱՅԵԼՅԱՆ

ՄԵԿ ՏԱՌԻԲԵՐՅԱՆ ԹԵՈՐԵՄ ԲԱՇԽՄԱՆ
ՖՈՒՆԿՑԻԱՆԵՐԻ ՊՈՉԵՐԻ ՀՍԱՄԲ

Ա մ փ ո փ ո մ

Դիցուք F -ը բաշխման ֆունկցիա է R^+ -ում,

$$f(t) = \int_0^\infty e^{itx} dF(x),$$

$L(t)$ -ն դանդաղ փոփոխվող ֆունկցիա է:

Աշխատանքում ապացուցված է.

ա) $1 - F(x) \sim x^\alpha L(x)$, $x \rightarrow +\infty$, և $1 - \operatorname{Re} f(t) \sim at^\alpha L\left(\frac{1}{t}\right)$, $t \downarrow 0$ պայմանները

համազոր են, երբ $0 < \alpha \leq 1$:

բ) $1 - F(x) \sim x^\alpha \dot{L}(x)$, $x \rightarrow +\infty$ և $\operatorname{Im} f(t) \sim bt^\alpha L\left(\frac{1}{t}\right)$, $t \downarrow 0$ պայմանները

համազոր են, երբ $0 < \alpha < 1$: a -ն և b -ն որոշակի հաստատուններ են:

$$\sup_{n \geq 1} n^{-1} \cdot A_n < \delta < +\infty.$$

Действительно, любая сходящаяся последовательность $\{\delta_{n_k}\}$ и последовательность $\{n_k^{-1} \cdot A_{n_k}\}$ при $k \rightarrow +\infty$ имеют одинаковый предел.

Тогда по условию 2

$$0 < A = \sum_{n \geq 1} c_n A_n < +\infty. \quad (2)$$

Пусть $G(t) = P(\zeta_v < t)$, где P – знак вероятности.

Нами установлена

Теорема 1. При выполнении условий 1 и 2 существует предел

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - G(t)}{1 - F_1(t)} = A.$$

Пусть

$$S_v = \xi_1 + \dots + \xi_v \text{ и } F(t) = P(S_v < t).$$

В основе теоремы 1 лежит

Теорема 2. При выполнении условий 1 и 2 существует предел

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t)}{1 - F_1(t)} = A.$$

Если ξ_1, ξ_2, \dots одинаково распределены, то соотношение приобретает вид

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t)}{1 - F_1(t)} = M_v.$$

Последнее соотношение сохраняется при некоторых видах зависимости ξ_1 и v (см., напр., [2], гл. 8, зад. 31, с. 330 [3,4]).

Говорят, что функция распределения R имеет асимметрию $\beta \in [-1; 1]$, если

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - R(t) - R(-t)}{1 - R(t) + R(-t)} = \beta.$$

Функция G имеет асимметрию 1, а для F справедливо следующее утверждение:

Теорема 3. Пусть выполнены условия 1' и 2, а F_n , $n \geq 1$, имеют асимметрии β_n . Тогда у F существует асимметрия

$$\beta = A^{-1} \cdot \sum_{k \geq 1} c_k \cdot B_k,$$

где

$$B_k = \beta_1 \cdot \delta_1 + \dots + \beta_k \cdot \delta_k, \quad k \geq 1.$$

Обозначим $F_n(t) = P(S_n < t)$. При доказательстве теоремы 2 используется соотношение

$$1 - F_n(t) \sim \sum_{k=1}^n (1 - F_k(t)), \quad n \geq 1, \quad t \rightarrow +\infty, \quad (3)$$

справедливое при выполнении условия 1, что установлено В. Феллером [2, с. 319-320] при менее ограниченном условии.

При этом

$$1 - F_n(t) \geq \sum_{k=1}^n (1 - F_k(t)), \quad n \geq 1, \quad t \rightarrow +\infty, \quad (3')$$

без каких-либо ограничений на F_k , $k = \overline{1, n}$.

2°. Выведем теорему 1 из теоремы 2.

Поскольку

$$1 - G(t) = P(\sup_{0 \leq n \leq v} S_n \geq t) \geq P(S_v \geq t) = 1 - F(t), \quad t > 0,$$

то из теоремы 2 следует

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - G(t)}{1 - F_1(t)} \geq A. \quad (4)$$

Обозначим $\eta_n = \max(0, \xi_n)$, $n \geq 1$. При каждом $n \geq 1$ правые хвосты функции распределения случайной величины η_n и F_n совпадают. Поэтому для последовательности $\{\eta_n\}$ удовлетворено условие 1.

Обозначим

$$T_v = \eta_1 + \dots + \eta_v.$$

Независимость v от $\{\xi_n\}$ влечет независимость v от $\{\eta_n\}$. Из-за неравенств $\eta_n \geq 0$ и $\eta_n \geq \xi_n$ при всех $n \geq 1$ имеем

$$P(\zeta_v \geq t) \leq P\left(\sup_{0 \leq n \leq v} T_n \geq t\right) = P(T_v \geq t), \quad t > 0, \quad (5)$$

где $T_n = \eta_1 + \dots + \eta_n$, $n \geq 1$, $T_0 = 0$.

По теореме 2

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{P(T_v \geq t)}{1 - F_1(t)} = A,$$

откуда и из (5) следует

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - G(t)}{1 - F_1(t)} \leq A.$$

Последнее неравенство и (4) доказывают теорему 1. \triangleright

Докажем теорему 2. По формуле полной вероятности

$$1 - F(t) = \sum_{k \geq 1} c_k (1 - F_k(t)), \quad t > 0. \quad (6)$$

Согласно условию 1, неравенствам (1) и (2) для любого $\varepsilon \in (0, 1)$ существует целое $m_0 \geq 1$ такое, что одновременно выполнены неравенства

$$\sum_{k \geq m_0} k \cdot c_k < \frac{\varepsilon}{2\delta(1+\varepsilon)^2}, \quad \frac{A_{m_0}}{\delta \cdot m_0} < 1 + \varepsilon, \quad (7)$$

$$A - \frac{\varepsilon}{4} < \sum_{k=1}^{m_0-1} c_k \cdot A_k < A. \quad (8)$$

Зафиксируем ε и m_0 . Из условия 1 и соотношения (3) получаем

$$\begin{aligned} I_{1, m_0}(t) &= \sum_{k=1}^{m_0-1} c_k \cdot (1 - F_{(k)}(t)) \sim \sum_{k=1}^{m_0-1} c_k \cdot \sum_{i=1}^k (1 - F_i(t)) \sim \\ &\sim (1 - F_1(t)) \cdot \sum_{k=1}^{m_0-1} c_k \cdot A_k, \quad t \rightarrow +\infty. \end{aligned}$$

Поэтому найдется $t_0 > 0$ такое, что при $t \geq t_0$

$$\left| \frac{I_{1, m_0}(t)}{1 - F_1(t)} - \sum_{k=1}^{m_0-1} c_k \cdot A_k \right| < \frac{\varepsilon}{4}$$

и одновременно

$$\frac{1 - F_{m_0}(t)}{1 - F_1(t)} < A_{m_0}(1 + \varepsilon). \quad (9)$$

Тогда первое неравенство и (8) дают

$$\left| \frac{I_{1,m_0}(t)}{1 - F_1(t)} - A \right| < \frac{\varepsilon}{2}, \quad t \geq t_0. \quad (10)$$

Так как $0 \leq \sup_{t \geq 0} \frac{1 - F_k(t)}{k} = \frac{1}{k} \rightarrow 0$ при $k \rightarrow +\infty$,

то

$$\begin{aligned} I_{2,m_0}(t) &= \sum_{k \geq m_0} c_k (1 - F_k(t)) = \sum_{k \geq m_0} k \cdot c_k \sum_{n \geq k} \left\{ \frac{1 - F_n(t)}{n} - \frac{1 - F_{(n+1)}(t)}{n+1} \right\} = \\ &= \sum_{n \geq m_0} \left\{ \frac{1 - F_n(t)}{n} - \frac{1 - F_{(n+1)}(t)}{n+1} \right\} \cdot \sum_{k=m_0}^n k \cdot c_k, \quad t > 0. \end{aligned}$$

Тогда из (7) и (9) следует

$$\begin{aligned} 0 \leq \frac{I_{2,m_0}(t)}{1 - F_1(t)} &< \frac{\varepsilon}{2\delta \cdot (1 + \varepsilon)^2} \cdot \frac{1}{m_0} \cdot \frac{1 - F_{m_0}(t)}{1 - F_1(t)} < \\ &< \frac{\varepsilon}{2\delta \cdot (1 + \varepsilon)} \cdot \frac{A_{m_0}}{m_0} < \frac{\varepsilon}{2}, \quad t \geq t_0. \end{aligned} \quad (11)$$

Принимая во внимание равенство

$$1 - F(t) = I_{1,m_0}(t) + I_{2,m_0}(t), \quad t > 0,$$

вытекающее из (6) и определений функций I_{1,m_0} и I_{2,m_0} , из неравенств (10) и (11) выводим

$$A - \varepsilon < \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t)}{1 - F_1(t)} \leq \overline{\lim}_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t)}{1 - F_1(t)} < A + \varepsilon.$$

Устремляя $\varepsilon \rightarrow 0$, приходим к теореме 2. \triangleright

3⁰. Приступим к доказательству теоремы 3.

Условие существования асимметрии $\beta_n, n \geq 1$, у F_n равносильно существованию пределов

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F_n(t)}{1 - F_n(t) + F_n(-t)} = \frac{1 + \beta_n}{2} \quad \text{и} \quad \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{F_n(-t)}{1 - F_n(t) + F_n(-t)} = \frac{1 - \beta_n}{2}. \quad (12)$$

Пусть $\beta_1 \neq -1$. Тогда функция

$$L^+(t) = \frac{1 + \beta_1}{2} L(t) > 0$$

измерима на R^+ и для неё $\lim(L^+(xt)/L^+(t)) = 1$ при всех $x > 0$.

Введем неотрицательные константы

$$\delta_n^+ = \frac{1 + \beta_n}{1 + \beta_1} \cdot \delta_n, \quad n \geq 1,$$

где константы δ_n присутствуют в условии 1'. Тогда $\delta_1^+ = 1$ и из (1) следует

$$\sup_{n \geq 1} \delta_n^+ = \frac{1}{1 + \beta_1} \cdot \sup_{n \geq 1} (1 + \beta_n) \delta_n < \frac{2}{1 + \beta_1} \cdot \delta < +\infty.$$

Из условия 1' и существования асимметрий $\beta_n, n \geq 1$ вытекает (см. (12))

$$1 - F_n(t) \sim \frac{1 + \beta_n}{2} (1 - F_n(t) + F_n(-t)) \sim \delta_n \cdot \frac{1 + \beta_n}{2} \cdot t^{-\alpha} L(t) = \\ = \delta_n^+ \cdot t^{-\alpha} \cdot L^+(t), t \rightarrow +\infty.$$

Таким образом, выполнен аналог условия 1.

$$1 - F_n(t) \sim \delta_n^+ \cdot t^{-\alpha} L^+(t), n \geq 1, t \rightarrow +\infty. \quad (13)$$

Как и выше, обозначим

$$A_k^+ = \delta_1^+ + \dots + \delta_k^+ = \frac{1}{1 + \beta_1} \cdot \sum_{i=1}^k (1 + \beta_i) \cdot \delta_i = \frac{A_k + B_k}{1 + \beta_1}, k \geq 1,$$

и
$$A^+ = \sum_{k \geq 1} c_k \cdot A_k^+ = (1 + \beta_1)^{-1} \cdot \left\{ A + \sum_{k \geq 1} c_k B_k \right\} \quad (\text{см. (2)}). \quad (14)$$

На основании (13) и условия 2 применима теорема 2:

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t)}{1 - F_1(t)} = A^+. \quad (15)$$

С другой стороны, если выполнены условия 1' и 2, то имеет место следующий аналог теоремы 2:

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t) + F(-t)}{1 - F_1(t) + F_1(-t)} = A. \quad (16)$$

Набросок доказательства (16) дан в приложении.

Теперь из определения асимметрии (14)-(16) и соотношений (12) при $n = 1$ получаем

$$\beta = \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t) - F(-t)}{1 - F(t) + F(-t)} = -1 + 2 \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F(t)}{1 - F(t) + F(-t)} = \\ = -1 + 2 \frac{A^+}{A} \cdot \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F_1(t)}{1 - F_1(t) + F_1(-t)} = -1 + \frac{A^+}{A} (1 + \beta_1) = \\ = A^{-1} \sum_{k \geq 1} c_k B_k.$$

Пусть $\beta_1 = -1$. Тогда вместо функции L^+ и константы δ_n^+ вводим функцию $L^-(t) = L(t) > 0$ и константы $\delta_n^- = \frac{1 - \beta_n}{2} \cdot \delta_n \geq 0, n \geq 1$, где $\beta_1^- = 1$.

Имеет место аналог условия 1:

$$F_n(-t) \sim \delta_n^- t^{-\alpha} \cdot L^-(t), n \geq 1, t \rightarrow +\infty.$$

Обозначим

$$A_k^- = \delta_1^- + \dots + \delta_k^- = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (1 - \beta_i) \delta_i = \frac{1}{2} (A_k - B_k), k \geq 1,$$

и

$$A^- = \sum_{k \geq 1} c_k \cdot A_k^- = \frac{1}{2} \left\{ A - \sum_{k \geq 1} c_k \cdot B_k \right\}.$$

Для функций распределения случайных величин $(-\xi_n), n \geq 1, F_n(-t)$ являются правыми хвостами, а $F(-t)$ - правым хвостом функции распределения случайной величины $(-S_\nu)$. Поэтому и в данном случае теорема 2 применима:

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{F(-t)}{F_1(-t)} = A^-.$$

В данном случае

$$\beta = 1 - 2 \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{F(-t)}{1 - F(t) + F(-t)} = 1 - 2 \frac{A^{-1}}{A} = A^{-1} \sum_{k \geq 1} c_k B_k. \triangleright$$

ПРИЛОЖЕНИЕ

Поскольку $F_n(-t)$ есть правый хвост для функции распределения случайной величины $(-\xi_n)$, а $F_n(-t)$ — для $(-S_n)$, то без ограничения на $F_k, k = \overline{1, n}$ справедлива оценка

$$F_n(-t) \geq \sum_{k=1}^n F_k(-t), t \rightarrow +\infty, n \geq 1,$$

что следует из (3'). Это неравенство складываем с (3'), что дает

$$1 - F_n(t) + F_n(-t) \geq \sum_{k=1}^n (1 - F_k(t) + F_k(-t)), t \rightarrow +\infty. \quad (17)$$

Далее, $F_{(n)}$ и функция распределения случайной величины $|S_n|$ имеют одинаковую сумму хвостов, причем левый хвост у $P(|S_n| < t)$ равен нулю. С другой стороны, F_i и функции распределения случайных величин $|\xi_i|$ при каждом $i = \overline{1, n}$ также имеют одинаковую сумму хвостов. Поэтому по формуле Феллера

$$\begin{aligned} 0 \leq 1 - F_n(t) + F_n(-t) &= P(|S_n| \geq t) \leq P(|\xi_1| + \dots + |\xi_n| \geq t) \sim \\ &\sim \sum_{k=1}^n P(|\xi_k| \geq t) = \sum_{k=1}^n (1 - F_k(t) + F_k(-t)), t \rightarrow +\infty, n \geq 1. \end{aligned}$$

Последнее неравенство и (17) доказывают формулу

$$1 - F_{(n)}(t) + F_{(n)}(-t) \sim \sum_{k=1}^n (1 - F_k(t) + F_k(-t)), t \rightarrow +\infty. \triangleright \quad (18)$$

По формуле полной вероятности

$$1 - F(t) + F(-t) = I_{1,m}(t) + I_{2,m}(t), m \geq 1, t > 0, \quad (19)$$

где $I_{1,m}(t) = \sum_{k=1}^{m-1} c_k \cdot (1 - F_k(t) + F_k(-t))$,

$$I_{2,m}(t) = \sum_{k \geq m} c_k \cdot (1 - F_k(t) + F_k(-t)).$$

Пусть выполнены условия 1' и 2.

Как и в теореме 2, для $\varepsilon \in (0; 1)$ существует целое $m_0 \geq 1$ такое, что одновременно выполнены неравенства (7), (8). Найдется $t_0 > 0$ такое, что для функций I_{1,m_0} и I_{2,m_0} при $t \geq t_0$ справедливы оценки (10) и (11). Оценки (10), (11) и равенство (19) приводят к существованию предела (16). \triangleright

*Кафедра теории вероятностей и
математической статистики*

Поступила 14.04. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Севета Е. Правильно меняющиеся функции. М.: Наука, 1985, 141 с.
2. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М.: Мир, 1984, т.2, 751 с.

3. Greenwood P. Asimptotics of randomly stopped sequences with independent increments. – Ann. Probability, 1973, v. 1, p. 317-321.
4. Greenwood P., Monroe I. Random stopping preserves regular variation of process distributions. – Ann. Probability, 1977, v.5, p. 42-51.

Ա.Չ. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

ՊԱՏԱՀԱԿԱՆ ԳՈՒՄԱՐԻ ԲԱՇԽՄԱՆ ՊՈՉԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիցուք $\{\xi_n\}$ -ը անկախ, $\{F_n\}$ բաշխման ֆունկցիաներով պատահական մեծությունների հաջորդականություն է, $\nu \geq 0$ -ն ամբողջ արժեքներ ընդունող, $\{c_k\}$ բաշխումով, $c_0 < 1$, պատահական մեծություն է, որը կախված չէ $\{\xi_n\}$ հաջորդականությունից:

F_n -երի, $n \geq 1$, պոչերի կանոնավոր փոփոխման և ν -ի մաթեմատիկական սպասման գոյության պայմաններում ուսումնասիրվում է

$$S_n = \xi_1 + \dots + \xi_n, \quad \zeta_n = \max_{0 \leq k \leq n} S_k \text{ (որտեղ } S_0 = 0),$$

$$S_\nu = \xi_1 + \dots + \xi_\nu, \quad \zeta_\nu = \sup_{0 \leq n \leq \nu} S_n$$

պատահական մեծությունների բաշխման ֆունկցիաների պոչերի ասիմպտոտիկ վարքը:

УДК 517.53

В.Ш. ПЕТРОСЯН

ЗАДАЧА РИМАНА В ПОЛУПЛОСКОСТИ В СМЫСЛЕ L^p - СХОДИМОСТИ

В работе исследуется граничная задача Римана в полуплоскости, когда граничные условия понимаются в смысле средней сходимости.

§1. Предварительные леммы и оценки

1. Пусть A – класс функций, аналитических вне действительной оси и удовлетворяющих оценке

$$|\Phi(z)| < c_y |z|^{m_y}, \quad |Im z| > y > 0,$$

где c_y и m_y – постоянные, зависящие от y .

В данной работе рассматривается задача Римана в следующей постановке: определить функцию $\Phi(z) \in A$ так, чтобы имело место соотношение

$$\lim_{y \rightarrow 0} \|\Phi^+(x+iy) - a(x)\Phi^-(x-iy) - f(x)\|_p = 0, \quad (1)$$

где $a(x)$ – отличная от нуля, кусочно-непрерывная в смысле Гельдера функция, $f(x) \in L^p(-\infty; +\infty)$, $\|\cdot\|_p$ – норма пространства $L^p(-\infty; +\infty)$, $\Phi^+(z)$ – сужения функции $\Phi(z)$ на верхнюю и нижнюю полуплоскости соответственно.

2. Пусть x_1, x_2, \dots, x_n – конечные точки разрыва функции $a(x)$. Положим

$$\alpha_k + i\beta_k = \frac{1}{2\pi i} [\ln a(x_k - 0) - \ln a(x_k + 0)],$$

$$\alpha_0 + i\beta_0 = \frac{1}{2\pi i} [\ln a(+\infty) - \ln a(-\infty)],$$

причем непрерывные ветви функции $\ln a(x)$ выберем так, чтобы

$$0 \leq \alpha_0 < 1.$$

Через $T(p)$ обозначим подмножество множества (x_1, x_2, \dots, x_n) , состоящее из точек x_k , для которых имеет место равенство $(1 - \{\alpha_k\})p = 1$, а через $T'(p)$ и $T''(p)$ – подмножества, где выполняются неравенства $(1 - \{\alpha_k\})p < 1$ и $(1 - \{\alpha_k\})p > 1$ соответственно. Далее, выберем целые числа $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ таким образом, чтобы $-1 < \alpha_k + \lambda_k \leq 0$, если $x_k \in T(p) \cup T'(p)$ и $0 < \alpha_k + \lambda_k < 1$, если $x_k \in T''(p)$.

Положим

$$S_p(z) = (z+i)^{\alpha_0} \prod_{k=1}^n (z-x_k)^{\lambda_k} \exp \left[\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{z+i}{t+i} \frac{\ln a(t) dt}{t-z} \right], \quad (2)$$

где $z \in G^+ \cup G^-$, $\varkappa = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)$, G^+ и G^- - верхняя и нижняя полуплоскости комплексной плоскости.

3. Для дальнейшего нам необходимы следующие утверждения:

Лемма 1. Пусть $\alpha < \frac{1}{q}$, $q = \frac{p}{p-1}$ ($p > 1$), x_0 - произвольная точка действительной оси и

$$(B_y f)(x) = (x_0 - x - iy)^\alpha \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{(x_0 - t)^\alpha} \frac{y dt}{(x - t)^2 + y^2}, \quad f(x) \in L^p.$$

Тогда

$$\|(B_y f)(x)\|_p \leq c \|f\|_p, \quad (3)$$

где c - постоянная, не зависящая от $f(x)$ и y .

Доказательство. Так как

$$\begin{aligned} & \left| \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{(x_0 - t)^\alpha} \frac{y dt}{(x - t)^2 + y^2} \right| < \\ & < c_1 \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |f(t)|^p P_y(t, x) dt \right)^{\frac{1}{p}} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{|x_0 - t|^{\alpha q}} P_y(t, x) dt \right)^{\frac{1}{q}} \end{aligned}$$

и

$$\left\| \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |f(t)|^p P_y(t, x) dt \right)^{\frac{1}{p}} \right\| \leq c_2 \|f\|_p,$$

где c_1, c_2 - не зависящие от $f(x)$ и y постоянные, то доказательство леммы следует из того, что

$$\sup_{x \in (-\infty, +\infty)} |x_0 - x - iy|^\alpha \left(\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{|x_0 - t|^{\alpha q}} P_y(t, x) dt \right)^{\frac{1}{q}} < \infty.$$

Лемма 2. Пусть $0 < \alpha < 1$ и $f(x) \in L^p(-\infty; +\infty)$, $1 \leq p \leq \infty$. Положим

$$(A_y f)(x) = \frac{1}{|x_0 - x - iy|^\alpha} \int_{-\infty}^{+\infty} |f(t)| |x_0 - t|^\alpha P_y(t, x) dt.$$

Тогда

$$\|(A_y f)(x)\|_p \leq c \|f\|_p, \quad (4)$$

где c - постоянная, не зависящая от $f(x)$ и y .

Доказательство. Оценка (4) при $p = 1$ установлена в [1]. С учетом интерполяционной теоремы Рисса-Торина достаточно доказать ее в случае $p = \infty$:

$$\begin{aligned} |(A_y f)(x)| & \leq \int_{-\infty}^{+\infty} |f(t)| \frac{y dt}{(x - t)^2 + y^2} + c \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{y |f(t)| dt}{[(x - t)^2 + y^2]^{1 - \frac{\alpha}{2}} [(x - x_0)^2 + y^2]^{\frac{\alpha}{2}}} = \\ & = \frac{c}{[(x_0 - x)^2 + y^2]^{\frac{\alpha}{2}}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{y dt}{[(x - t)^2 + y^2]^{1 - \frac{\alpha}{2}}} + c_1 \leq \frac{cy}{y^\alpha} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dt}{[t^2 + 1]^{1 - \frac{\alpha}{2}}} + c_1 = const. \end{aligned}$$

4. Для произвольной функции $f(x) \in L^p(-\infty; +\infty)$, $1 \leq p \leq \infty$, положим

$$I(f; z) = \frac{S_p(z)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(x)}{S_p^+(x)} \cdot \frac{dx}{d-z}, \quad z \in G^+ \cup G^- \quad (5)$$

Лемма 3. Для любой функции $f(x) \in L^p$ имеет место следующая оценка:

$$\|I(f; x+iy) - a(x)I(f; x-iy)\|_p \leq c\|f\|_p, \quad (6)$$

где c – постоянная, не зависящая от $f(x)$ и y .

Доказательство. Выберем такое число $R > 0$, чтобы $x_k \in (-R; R)$, ($k = 1, 2, \dots, n$). Оценка

$$\|I(f; x+iy) - a(x)I(f; x-iy)\|_{L^p(-R; R)} \leq c\|f\|_{L^p(-R; R)}$$

непосредственно следует из лемм 2 и 3.

Пусть теперь $|x| > R$. Из определения $I(f; z)$ имеем

$$\begin{aligned} I(f; x+iy) - a(x)I(f; x-iy) = \\ \frac{S_p^+(x+iy)}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{S_p^+(t)} \cdot \frac{ydt}{(t-x)^2 + y^2} + \\ \frac{S_p^+(x+iy) - a(x)S_p^-(x-iy)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{S_p^+(t)} \cdot \frac{dt}{t-x-iy}. \end{aligned}$$

Так как при $|z| > R$ $S_p^+(z) = \Omega_0(z)(z+i)^{\alpha_0}$, $\text{Im } z > 0$, где $\Omega_0(z)$ – голоморфная, ограниченная сверху и снизу функция, то

$$\begin{aligned} \sup_{x \in (-\infty; +\infty)} |I(f; x+iy) - a(x)I(f; x-iy)| < \\ < \text{const} \left(\frac{|x+iy+i|^{\alpha_0}}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|f(t)| \cdot ydt}{|t+i|^{\alpha_0} [(t-x)^2 + y^2]} + \frac{|x+iy+i|^{\alpha_0}}{|x+i|} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|f(t)| ydt}{|t+i|^{\alpha_0} |t-x-iy|} \right) < \infty. \end{aligned}$$

Тем самым оценка (6) справедлива в $L^p(|x| > R)$ при $p = \infty$.

При $p = 1$ оценка (6) доказана в [1].

Доказательство леммы завершается применением интерполяционной теоремы Рисса-Торина.

§2. Исследование задачи.

1. В работе [2] доказано, что если множество $T(p)$ непусто, то задача 1 для ограниченных областей не является нетривиальной. Поэтому в дальнейшем будем предполагать, что $T(p) = \emptyset$.

Теорема 1. Пусть $\Phi(\zeta) \in A$ и

$$\lim_{y \rightarrow +0} \|\Phi^+(x+iy) - a(x)\Phi^-(x-iy)\|_p = 0. \quad (7)$$

Тогда $\Phi(z)$ можно представить в виде

$$\Phi(z) = S_p(z)Q\left(\frac{1}{z+i}\right),$$

где $Q(w)$ – некоторый полином.

Доказательство. Обозначим

$$f_y(x) = \Phi^+(x+iy) - a(x)\Phi^-(x-iy).$$

Используя факторизацию функции $a(x)$, получим

$$\frac{\Phi^+(x+iy)}{S_p^+(x)} - \frac{\Phi^-(x-iy)}{S_p^-(x)} = \frac{f_y(x)}{S_p^+(x)}.$$

Рассмотрим случай, когда $\varkappa > 0$. Обозначим через $Q_y((z+i)^{-1})$ главную часть разложения Лорана функции $\Phi^-(x-iy)[S_p^-(z)]^{-1}$ в точке $z = -i$, будем иметь

$$\psi_y^+(x) - \psi_y^-(x) = \frac{f_y(x)}{S_p^+(x)}, \quad (8)$$

где

$$\psi_y^+(z) = \frac{\Phi^+(z+iy)}{S_p^+(z)} - Q_y\left(\frac{1}{z+i}\right), \quad z \in G^+, \quad (9)$$

$$\psi_y^-(z) = \frac{\Phi^-(z-iy)}{S_p^-(z)} - Q_y\left(\frac{1}{z+i}\right), \quad z \in G^-.$$

Учитывая, что $\psi_y(z) \in A$, из (8) получаем

$$\psi_y(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f_y(x)}{S_p^+(x)} \cdot \frac{dx}{x-z} + c_y + P_y(z), \quad (10)$$

где $P_y(z)$ — произвольный полином, такой, что $P_y(0) = 0$. Докажем, что $P_y(z) \equiv 0$. Действительно, из (9) для произвольного $s > 0$ и из того, что $\Phi^+(x+i(s+y)) - a(x)\Phi^-(x-i(s+y)) \in L^p$, будет следовать

$$S_p^+(x+is)P_y(x+is) - a(x)S_p^-(x-is)P_y(x-is) \in L^p(-\infty; +\infty),$$

откуда заключаем, что $P_y(z) \equiv 0$.

Так как при $y \rightarrow +0$ $f_y(x) \rightarrow 0$ в $L^p(-\infty; +\infty)$, то, переходя к пределу в 10, получим $\psi(z) = c_0$, где c_0 — некоторое комплексное число. Далее, из 9 при $y \rightarrow +0$ имеем

$$\Phi(z) = S_p(z) \left(c_0 + Q\left(\frac{1}{z+i}\right) \right),$$

где $Q((z+i)^{-1}) = \lim_{y \rightarrow +0} Q_y((z+i)^{-1})$.

Аналогично рассматривается случай $\varkappa < 0$.

Теорема 2. Справедливы следующие утверждения:

а) Пусть $p(1 - \alpha_0) > 1$. Тогда общее решение однородной задачи (1) можно представить в виде

$$\Phi(z) = S_p(z) Q\left(\frac{1}{z+i}\right), \quad (11)$$

где $Q(w)$ - произвольный полином порядка \varkappa , причем $Q(w) = const$, если $\varkappa \leq 0$.

б) Если $p(1-\alpha_0) \leq 1$, то в представлении (11) следует полагать $Q(0) = 0$.

Доказательство. Из (11) следует, что

$$\Phi^+(x+iy) - a(x)\Phi^-(x-iy) = I_1(x, y) + I_2(x, y),$$

где

$$I_1(x, y) = c_0 [S_p^+(x+iy) - a(x)S_p^-(x-iy)],$$

$$I_2(x, y) = S_p^+(x+iy)Q\left(\frac{1}{x+iy+i}\right) - S_p^-(x-iy)Q\left(\frac{1}{x-iy+i}\right).$$

Воспользовавшись леммой 3 (см. [1]), в окрестности $z = \infty$ получим

$$c_1 \frac{y}{|x+i|^{p(1-\alpha_0)}} \leq |I_1(x, y)|^p \leq c_2 \frac{y}{|x+i|^{p(1-\alpha_0)}}.$$

Поэтому, если $p(1-\alpha_0) > 1$, то при $y \rightarrow +0$ $\|I_1(x, y)\|_{L^p(|x|>R)} \rightarrow 0$, где R - достаточно большое число. Для отрезка $|x| < R$ данное утверждение доказано в [2]. Соответственно, если $p(1-\alpha_0) \leq 1$, то $\|I_1(x, y)\|_{L^p(|x|>R)} \rightarrow \infty$ при $y \rightarrow +0$. Для второго же слагаемого легко заметить, что $\|I_2(x, y)\|_{L^p} \rightarrow 0$ при $y \rightarrow +0$.

Теорема доказана.

Теорема 3. Общее решение задачи (1) определяется формулой

$$\Phi(z) = \tilde{\Phi}(z) + \Phi_1(z),$$

где

$$\Phi_1(z) = \frac{S_p(z)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{S_p^+(t)} \cdot \frac{dt}{t-z},$$

а $\tilde{\Phi}(z)$ - общее решение однородной задачи.

Доказательство. Учитывая теорему 2, достаточно установить, что $\Phi_1(z)$ удовлетворяет условию (1). Пусть $\{f_n(t)\}_{n=1}^{\infty}$ - последовательность финитных функций из класса Гельдера, удовлетворяющих условию $\lim_{n \rightarrow \infty} \|f_n - f\|_p = 0$. Для любого $n \in \mathbb{N}$ положим

$$\Phi_n(z) = \frac{S_p(z)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f_n(t)}{S_p^+(t)} \cdot \frac{dt}{t-z}.$$

Докажем, что

$$\lim_{y \rightarrow +0} \|\Phi_n^+(x+iy) - a(x)\Phi_n^-(x-iy) - f_n(x)\|_p = 0.$$

Так как $T(p) = \emptyset$, нам достаточно доказать, что для некоторого $A > 0$

$$\lim_{y \rightarrow +0} \int_{|x|>A} |\Phi_n^+(x+iy) - a(x)\Phi_n^-(x-iy) - f_n(x)|^p dx = 0.$$

Предположим, что носитель функции $f_n(x)$ находится в $[-A; A]$ и $x_k \in (-A; A)$.

Имеем

$$\Phi_n^+(x+iy) - a(x)\Phi_n^-(x-iy) = I_1(x, y) + I_2(x, y),$$

где

$$I_1(x, y) = \frac{S_p^+(x+iy) - a(x)S_p^-(x-iy)}{2\pi i} \int_{-A}^A \frac{f_n(t)}{S_p^+(t)} \cdot \frac{dt}{t-x-iy},$$

$$I_2(x, y) = \frac{S_p^+(x+iy)}{\pi} \int_{-A}^A \frac{f_n(t)}{S_p^+(t)} \cdot \frac{ydt}{(t-x)^2 + y^2}.$$

Вновь воспользовавшись леммой 3 (см.[1]), а также представлением функции $S_p^+(z)$ в окрестности $z = \infty$, получим

$$|I_1(x, y)| < \frac{y}{|x+i|^{1-\alpha_0}} \left| \int_{-A}^A \frac{f_n(t)}{S_p^+(t)} \cdot \frac{dt}{t-x-iy} \right|.$$

Так как при $t \in (-A; A)$ $|t-x-iy| = O(|x+i|)$, то

$$|I_1(x, y)| < \text{const} \frac{y}{|x+i|^{2-\alpha_0}} \text{ и } \|I_1(x, y)\|_{L^p(|x|>A)} \rightarrow 0 \text{ при } y \rightarrow +0.$$

Аналогично

$$|I_2(x, y)| \leq \int_{-A}^A |f_n(t)| \cdot \frac{ydt}{(t-x)^2 + y^2} + \text{const} \int_{-A}^A \frac{ydt}{|t+i|^{\alpha_0} |t-x-iy|^{2-\alpha_0}}.$$

Так как в случае $|t| > A$ $f_n(t) = 0$, то первое слагаемое стремится к нулю в $L^p(|x| > A)$ при $y \rightarrow +0$. Учитывая, что $|t-x-iy| = O(|x+i|)$, если $x \rightarrow \infty$, легко установить, что второе слагаемое также стремится к нулю в $L^p(|x| > A)$. Далее, используя оценку (6), имеем

$$\begin{aligned} & \left\| \Phi^+(x+iy) - a(x)\Phi^-(x-iy) - f(x) \right\|_p \leq \|f_n(x) - f(x)\|_p + \\ & + \left\| \Phi_n^+(x+iy) - a(x)\Phi_n^-(x-iy) - f_n(x) \right\|_p + \\ & + \left\| \left(\Phi^+(x+iy) - \Phi_n^+(x+iy) \right) - a(x) \left(\Phi^-(x-iy) - \Phi_n^-(x-iy) \right) \right\|_p. \end{aligned}$$

Воспользовавшись леммой 3 и переходя к пределу при $y \rightarrow +0$, завершим доказательство теоремы.

Катедра дифференциальных уравнений

Поступила 19.05. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Айрапетян Г.М., Петросян В.Ш. Граничная задача Гильберта в полуплоскости в смысле L^1 -сходимости. – Изв. НАН Армении, Математика, 1997, N5.
2. Айрапетян Г.М. О задаче Гильберта в смысле L^p ($p > 1$)-сходимости. – ДАН России, 1993, т. 328, N 5.

ՌԻՄԱՆԻ ԽՆԴԻՐԸ ԿԻՍԱՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ L^p – ՋՈՒԳԱՄԻՏՈՒԹՅԱՆ
ԻՄԱՍՏՈՎ

Ա մ փ ո փ ո մ

Աշխատանքում հետազոտվում է Ռիմանի եզրային խնդիրը կիսահարթությու-
նում, երբ եզրային պայմանները հասկացվում են միջին զուգամիտության իմաստով:

Գտնված են այդ խնդրի ընդհանուր լուծումը և համասեռ խնդրի զծային անկախ
լուծումների քանակը:

УДК 531.36

М.С. ГАБРИЕЛЯН, С.Г. ШАГИНЯН, С.Р. АМБАРЦУМЯН

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПО ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИЛЕ
 ДВИЖЕНИЯ РАКЕТЫ

Требование устойчивости движения по Ляпунову является одним из наиболее важных условий в динамике ракет.

Получается интересный и более надежный результат, если требовать устойчивость по действующей силе.

§1. Динамические уравнения движения ракеты в векторном виде имеют следующий вид [1] (стр.36):

$$\begin{cases} m \left(\frac{d\vec{V}_c}{dt} + \vec{\omega} \times \vec{V}_c \right) = \vec{G} + \vec{P} + \vec{R}_A + \vec{F}_k + \vec{F}_r + \vec{F}_{\text{упр}} , \\ \vec{I} \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt} + \vec{\omega} \times \vec{L}^s = \vec{M}_p + \vec{M}_A + \vec{M}_k + \vec{M}_{\text{упр}} , \end{cases} \quad (1.1)$$

где m - масса ракеты, \vec{V}_c - вектор скорости центра масс ракеты, $\vec{\omega}$ - вектор угловой скорости корпуса ракеты, \vec{I} - момент инерции, $\vec{G} = m\vec{g}$ - сила тяжести ракеты, \vec{P} - полная тяга двигателя ракеты, \vec{M}_p - момент тяги двигателя, \vec{R}_A - аэродинамическая сила, \vec{M}_A - момент аэродинамических сил, составленных относительно центра масс ракеты, \vec{F}_k - главный вектор кориолисовой силы, когда течение газов и жидкостей внутри корпуса ракеты обладает осевой симметрией, \vec{M}_k - главный момент кориолисовой силы, \vec{F}_r - сила, обусловленная перемещением центра масс ракеты относительно ее корпуса, когда течение газов и жидкостей в корпусе ракеты осесимметрично, $\vec{F}_{\text{упр}}$ - сила, возникающая при отклонении органов управления от нейтрального положения, приложенная в центре масс ракеты, $\vec{M}_{\text{упр}}$ - момент, возникающий при отклонении органов управления от нейтрального положения, \vec{L}^s - кинетический момент.

Пренебрегая всеми факторами, которые либо мало влияют на траекторию движения центра масс, либо по своей природе носят случайный характер и не могут быть учтены, для системы линеаризованных уравнений возмущенного движения уравнений (1.1) получим [1] (стр.53)

$$\left\{ \begin{array}{l} m \frac{d\Delta V_x}{dt} + C_{xx} \Delta V_x - mg_y \Delta \theta = C_{x\delta} \Delta \delta_x + \Delta F_x, \\ m \frac{d\Delta V_y}{dt} + v_y \frac{d\Delta \theta}{dt} + C_{yy} \Delta V_y + C_{y\theta} \Delta \theta = C_{y\delta} \Delta \delta_y + \Delta F_y, \\ m \frac{d\Delta V_z}{dt} + v_z \frac{d\Delta \psi}{dt} + C_{zz} \Delta V_z + C_{z\psi} \Delta \psi + mg_y \Delta \gamma = C_{z\delta} \Delta \delta_z + \Delta F_z, \\ I_x \cdot \frac{d^2 \Delta \gamma}{dt^2} + \mu_x \frac{d\Delta \gamma}{dt} = C_{\gamma\delta} \Delta \delta_\gamma + \Delta M_x, \\ I_y \cdot \frac{d^2 \Delta \psi}{dt^2} + \mu_y \frac{d\Delta \psi}{dt} + C_{\psi\delta} \Delta V_z + C_{\psi\psi} \Delta \psi = C_{\psi\delta} \Delta \delta_\psi + \Delta M_y, \\ I_z \cdot \frac{d^2 \Delta \theta}{dt^2} + \mu_z \frac{d\Delta \theta}{dt} + C_{\theta y} \Delta V_y + C_{\theta\theta} \Delta \theta = C_{\theta\delta} \Delta \delta_\theta + \Delta M_z, \end{array} \right. \quad (1.2)$$

где $C_{xx} = C_{x_{x_0}} \rho S V_{Cx}$, $C_{yy} = \frac{1}{2} (C_{x_{y_0}} + C_{y_a}^a) \rho S V_{Cx}$, $C_{y\theta} = - \left(P + \frac{1}{2} C_{y_a}^a \rho S V_{Cx}^2 \right)$
 $C_{\theta y} = \frac{1}{2} x_f (C_{x_{y_0}} + C_{y_a}^a) \rho S V_{Cx}$, $C_{\theta\theta} = - \frac{1}{2} x_f (C_{x_{y_0}} + C_{y_a}^a) \rho S V_{Cx}^2$, $C_{zz} = \frac{1}{2} (C_{x_{z_0}} + C_{z_a}^a) \rho S V_{Cx}$,
 $C_{z\psi} = P + \frac{1}{2} C_{z_a}^a \rho S V_{Cx}^2$; $C_{\psi\delta} = - \frac{1}{2} x_f (C_{x_{z_0}} + C_{z_a}^a) \rho S V_{Cx}$, $C_{\psi\psi} = - \frac{1}{2} x_f (C_{x_{z_0}} + C_{z_a}^a) \rho S V_{Cx}^2$,
 $\Delta F_x = - \frac{\Delta m}{m} \left(P - \frac{1}{2} C_{x_{x_0}} \rho S V_{Cx}^2 \right) + \Delta P + C_{x_{x_0}} \rho S V_{Cx} W_{Bx} - \frac{1}{2} C_{x_{x_0}} \Delta \rho S V_{Cx}^2 - \frac{1}{2} \rho S V_{Cx}^2 \Delta C_{x_{x_0}}$

- осевая возмущающая сила, $\Delta F_y = \Delta mg_y + \sum_j \eta_j P_j + \frac{1}{2} (C_{x_{y_0}} + C_{y_a}^a) \rho S V_{Cx} W_{By}$

- возмущающая сила в направлении оси OY, $\Delta F_z = \frac{1}{2} (C_{x_{z_0}} + C_{z_a}^a) \rho S V_{Cx} W_{Bz} + \sum_j \xi_j P_j$

- возмущающая сила в направлении оси OZ, $\Delta M_x = \sum_j (y_j \xi_j - z_j \eta_j) P_j$ - проекция

момента возмущающих сил на ось OX, $\Delta M_y = - \frac{1}{2} x_f (C_{x_{y_0}} + C_{y_a}^a) \rho S V_{Cx} W_{Bz} + \sum_j (z_j - x_j \xi_j) P_j$ - проекция возмущающего момента на ось OY,

$\Delta M_z = \frac{1}{2} x_f (C_{x_{z_0}} + C_{z_a}^a) \rho S V_{Cx} W_{By} + \sum_j (x_j \eta_j - y_j) P_j - I_z \frac{d^2 \theta}{dt^2} - \mu_z \frac{d\theta}{dt}$ - проекция возмущающего момента на ось OZ, остальные величины имеют обозначения, приведенные в [1].

§2. Свободное возмущенное движение ракеты по тангажу, рысканию и крену описывается системой уравнений (1.2) при нулевых правых частях. Тогда, если обозначить: $x_1 = \Delta V_x$, $x_2 = \Delta V_y$, $x_3 = \Delta \theta$, $x_4 = \Delta \dot{\theta}$, $x_5 = \Delta V_z$, $x_6 = \Delta \gamma$,

$x_7 = \Delta \dot{\gamma}$, $x_8 = \Delta \psi$, $x_9 = \Delta \dot{\psi}$, система (1.2) примет вид:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = P_{11}x_1 + P_{13}x_3, \\ \dot{x}_2 = P_{22}x_2 + P_{23}x_3 + P_{24}x_4, \\ \dot{x}_3 = x_4, \\ \dot{x}_4 = P_{42}x_2 + P_{43}x_3 + P_{44}x_4, \end{cases} \quad (2.1)$$

$$\begin{cases} \dot{x}_5 = P_{55}x_5 + P_{56}x_6 + P_{58}x_8 + P_{59}x_9, \\ \dot{x}_6 = x_7, \\ \dot{x}_7 = P_{77}x_7, \\ \dot{x}_8 = x_9, \\ \dot{x}_9 = P_{95}x_5 + P_{98}x_8 + P_{99}x_9, \end{cases} \quad (2.2)$$

где $P_{11} = -\frac{C_{xx}}{m} = -\frac{1}{m}C_{x_a} \rho S V_{cr}^2$, $P_{13} = g_y$, $P_{22} = -\frac{C_{yy}}{m} = -\frac{1}{m} \cdot \frac{1}{2} (C_{x_a} + C_{y_a}^{\alpha}) \rho S V_{cr}^2$,

$$P_{23} = -\frac{C_{y\theta}}{m} = \frac{1}{m} \left(P + \frac{1}{2} C_{y_a}^{\alpha} \rho S V_{cr}^2 \right), \quad P_{24} = -\frac{v_x}{m},$$

$$P_{42} = -\frac{C_{\theta}}{I_z} = -\frac{1}{I_z} \cdot \frac{1}{2} x_r (C_{x_a} + C_{y_a}^{\alpha}) \rho S V_{cr}^2,$$

$$P_{43} = -\frac{C_{\theta\theta}}{I_z} = \frac{1}{I_z} \cdot \frac{1}{2} x_r (C_{x_a} + C_{y_a}^{\alpha}) \rho S V_{cr}^2, \quad P_{44} = -\frac{\mu_z}{I_z},$$

$$P_{55} = -\frac{C_{zz}}{m} = -\frac{1}{m} \cdot \frac{1}{2} (C_{x_a} + C_{y_a}^{\alpha}) \rho S V_{cr}^2,$$

$$P_{56} = -g_x, \quad P_{58} = -\frac{1}{m} \left(P + \frac{1}{2} C_{y_a}^{\alpha} \rho S V_{cr}^2 \right), \quad P_{59} = -\frac{v_z}{m}, \quad P_{77} = -\frac{\mu_x}{I_x},$$

$$P_{95} = -\frac{C_{\psi z}}{I_y} = \frac{1}{I_y} \cdot \frac{1}{2} x_r (C_{x_a} + C_{y_a}^{\alpha}) \rho S V_{cr}^2;$$

$$P_{98} = -\frac{C_{\psi\psi}}{I_y} = \frac{1}{I_y} \cdot \frac{1}{2} x_r (C_{x_a} + C_{y_a}^{\alpha}) \rho S V_{cr}^2, \quad P_{99} = -\frac{\mu_y}{I_y}.$$

Известно, что в зависимости от корней характеристического уравнения систем (2.1) и (2.2) тривиальное решение может быть устойчивым, неустойчивым или асимптотически устойчивым по Ляпунову [2] (стр.57).

Попытаемся получить условия, при которых тривиальное решение систем (2.1), (2.2) будет устойчивым (или неустойчивым) по действующей силе [3].

Целесообразно отдельно исследовать вопросы устойчивости по действующей силе системы (2.1), а затем для системы (2.2).

1. Характеристическое уравнение системы (2.1) будет

$$\begin{vmatrix} P_{11} - \lambda & 0 & P_{13} & 0 \\ 0 & P_{22} - \lambda & P_{23} & P_{24} \\ 0 & 0 & -\lambda & 1 \\ 0 & P_{42} & P_{43} & P_{44} - \lambda \end{vmatrix} = 0. \quad (2.3)$$

Корнями характеристического уравнения (2.3) будут $\lambda_1 = P_{11} < 0$ и решения уравнения

$$\lambda^3 + (-P_{22} - P_{44})\lambda^2 + (P_{22}P_{44} - P_{24}P_{42} - P_{43})\lambda + P_{22}P_{43} - P_{23}P_{42} = 0. \quad (2.4)$$

Теперь рассмотрим следующие случаи:

а) если выполняются условия

$$P_{11} < 0, P_{22} + P_{44} < 0, \\ -(P_{22} + P_{44})(P_{22}P_{44} - P_{24}P_{42} - P_{43}) - (P_{22}P_{43} - P_{23}P_{42}) > 0, P_{22}P_{43} - P_{23}P_{42} > 0, \quad (2.5)$$

то система (2.1) будет устойчивой по действующей силе [4];

б) если

$$P_{11} < 0, P_{22}P_{43} - P_{23}P_{42} = 0, P_{22} + P_{44} < 0, P_{22}P_{44} - P_{24}P_{42} - P_{43} > 0, \quad (2.6)$$

то система (2.1) будет устойчивой по действующей силе [4];

в) система (2.1) при двух нулевых корнях будет неустойчивой по действующей силе [4], так как $P_{22} \neq 0$;

г) система (2.1) при действительной задаче для трех нулевых корней будет неустойчивой по действующей силе [4], так как $P_{11} \neq 0$.

В остальных случаях, когда не выполняется хотя бы одно из условий (2.5) и (2.6), система (2.1) будет неустойчивой по действующей силе [4].

2. Рассмотрим систему (2.2). Составим соответствующее характеристическое уравнение:

$$\begin{vmatrix} P_{55} - \lambda & P_{56} & 0 & P_{58} & P_{59} \\ 0 & -\lambda & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{77} - \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\lambda & 1 \\ P_{95} & 0 & 0 & P_{98} & P_{99} - \lambda \end{vmatrix} = 0, \quad (2.7)$$

корнями которого будут $\lambda_5 = 0, \lambda_6 = P_{77} < 0$ и решения следующего уравнения третьего порядка:

$$\lambda^3 + (-P_{55} - P_{99})\lambda^2 + (P_{55}P_{99} - P_{59}P_{95} - P_{98})\lambda + P_{55}P_{98} - P_{58}P_{95} = 0. \quad (2.8)$$

Рассмотрим следующие случаи:

а) если выполняются условия

$$P_{77} < 0; P_{55} + P_{99} < 0, \\ -(P_{55} + P_{99})(P_{55}P_{99} - P_{59}P_{95} - P_{98}) - (P_{55}P_{98} - P_{58}P_{95}) > 0, P_{55}P_{98} - P_{58}P_{95} > 0, \quad (2.9)$$

то система (2.2) будет устойчивой по действующей силе [4];

б) если выполняются условия

$$P_{77} < 0; P_{55}P_{98} - P_{58}P_{95} = 0, P_{55} + P_{99} < 0, \\ P_{55}P_{99} - P_{59}P_{95} - P_{98} > 0, P_{56}P_{95} = 0, P_{56}P_{98} = 0, \quad (2.10)$$

то система (2.2) будет устойчивой по действующей силе [4];

в) система (2.2) при условиях

$$P_{77} < 0; P_{56} = 0; P_{58} = 0, P_{98} = 0; P_{55} + P_{99} < 0, P_{55}P_{99} - P_{59}P_{95} = 0$$

будет неустойчивой по действующей силе [4], так как $P_{58} \neq 0$;

г) при условиях

$$P_{77} < 0, P_{55}P_{98} - P_{58}P_{95} = 0, P_{55}P_{99} - P_{59}P_{95} - P_{98} = 0, P_{55} + P_{99} = 0$$

система (2.2) будет неустойчивой по действующей силе [4].

В остальных случаях тривиальное решение системы (2.2) неустойчиво по действующей силе.

Так как движение системы описывается системой дифференциальных уравнений (1.2), которая распадается на две независимые системы (2.1) и (2.2), то тривиальное решение систем (2.1), (2.2) устойчиво по действующей силе при следующих случаях:

- 1) (2.5) и (2.9),
- 2) (2.5) и (2.10),
- 3) (2.6) и (2.9),
- 4) (2.6) и (2.10).

А при всех остальных случаях тривиальное решение систем (2.1), (2.2) неустойчиво по действующей силе.

§3. Рассмотрим нелинейную систему (1.1) движения ракеты. Для простоты вычислений, разлагая в ряд по малым переменным правые части уравнений (1.1) и оставляя члены до третьего порядка малости, получим

$$\begin{aligned}
 \dot{x}_1 &= P_{11}x_1 + P_{13}x_3 + \frac{P_{11}}{2V_{cr}}x_1^2 + \left(\frac{P_{11}}{2} - P_{22}\right)x_2x_3 + \left(\frac{P_{11}}{2V_{cr}} - \frac{P_{22}}{V_{cr}}\right)x_1x_2x_3 - \\
 &- \left(\frac{P_{23}}{2} + \frac{P_{11}V_{cr}}{4} + \frac{P_{11}}{4} - \frac{P_{22}}{2}\right)x_3^2 + \left(2P_{22} - \frac{3}{2}P_{11}\right)x_1x_3^2 - \frac{1}{2}P_{13}x_3^3 + P_{56}x_3x_6^2 - \\
 &- \left(\frac{P_{11}}{2} - P_{55}\right)x_5x_8 - \left(\frac{P_{11}}{2V_{cr}} - \frac{P_{55}}{V_{cr}}\right)x_1x_5x_8 + P_{56}x_6x_8 + 2x_2x_7x_8 - 2V_{cr}x_3x_7x_8 - \\
 &- \left(\frac{P_{23}}{2} + \frac{P_{11}V_{cr}}{4} + \frac{P_{11}}{4} - \frac{P_{22}}{2}\right)x_8^2 + \left(2P_{22} - \frac{3}{2}P_{11}\right)x_1x_8^2 - \frac{1}{2}P_{13}x_3x_8^2 - P_{24}x_3x_4 + \\
 &+ P_{59}x_8x_9 + (P_{24} + P_{59})x_4x_6x_8 + (P_{24} + P_{59})x_3x_6x_9, \\
 \dot{x}_2 &= P_{22}x_2 + P_{23}x_3 + P_{24}x_4 + \frac{P_{22}}{V_{cr}}x_1x_2 + (P_{11} - 2P_{22})x_1x_3 + \left(\frac{P_{11}}{2V_{cr}} - \frac{P_{22}}{V_{cr}}\right)x_1^2x_3 + \\
 &+ \frac{P_{22}}{V_{cr}}x_2^2x_3 + P_{13}x_3^2 + \left(P_{11} - \frac{5}{2}P_{22}\right)x_2x_3^2 + \left(P_{22}V_{cr} - \frac{P_{11}}{2}V_{cr} - \frac{P_{23}}{6}\right)x_3^3 - P_{56}x_6^2 - \\
 &- 2x_2x_6x_7 + 2V_{cr}x_3x_6x_7 - \frac{P_{22}}{V_{cr}}x_2x_5x_8 - (P_{11} - 2P_{22})x_3x_5x_8 + P_{56}x_3x_6x_8 - \\
 &- \frac{P_{22}}{2V_{cr}}x_2x_8^2 + \left(P_{22} - \frac{P_{11}}{2} - \frac{P_{23}}{2}\right)x_3x_8^2 - \frac{P_{24}}{2}x_3^2x_4 - \frac{P_{24}}{2}x_4x_8^2 + P_{59}x_3x_8x_9 - \\
 &- (P_{24} + P_{59})x_4x_6^2 - (P_{24} + P_{59})x_6x_9, \\
 \dot{x}_3 &= x_4, \\
 \dot{x}_4 &= P_{42}x_2 + P_{43}x_3 + P_{44}x_4 + \frac{P_{42}}{V_{cr}}x_1x_2 - 2P_{42}x_1x_3 - \frac{P_{42}}{V_{cr}}x_1^2x_3 + \frac{P_{42}}{V_{cr}}x_2^2x_3 - \\
 &- 2P_{42}x_2x_3^2 - \frac{2}{3}P_{43}x_3^3 + (P_{95} + P_{42})x_5x_6 + \left(\frac{P_{95}}{V_{cr}} + \frac{P_{42}}{V_{cr}}\right)x_1x_5x_8 - \\
 &- (P_{95} + P_{42})x_2x_6^2 + (P_{98} - P_{43})x_3x_6^2 - \frac{P_{42}}{V_{cr}}x_2x_5x_8 + P_{42}x_3x_5x_8 + \\
 &+ (P_{98} - P_{43})x_6x_8 + 2(P_{95} + P_{42})x_1x_6x_8 + \left(\frac{I_x - I_1}{I_z} - \frac{I_x - I_z}{I_1}\right)x_4x_6x_7 + \\
 &+ \left(1 + \frac{I_x - I_1}{I_z}\right)x_7x_9 + \left(1 - \frac{I_x - I_1}{I_z}\right)x_4x_8x_9 + (P_{99} - P_{44})x_4x_6^2 + (P_{99} - P_{44})x_6x_9,
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned} \dot{x}_5 = & P_{55}x_5 + P_{56}x_6 + P_{58}x_8 + P_{59}x_9 + \frac{P_{55}}{V_{Cx}}x_1x_5 + \frac{P_{55}}{V_{Cx}}x_2x_3x_5 - \frac{P_{55}}{2}x_3^2x_5 - \frac{1}{2}P_{56}x_6^3 + \\ & + 2x_2x_7 - 2V_{Cx}x_3x_7 - 2x_1x_3x_7 + 2x_5x_6x_7 - (P_{11} - 2P_{22})x_1x_8 - \left(\frac{P_{11}}{2V_{Cx}} - \frac{P_{22}}{V_{Cx}} \right) x_1^2x_8 - \\ & - P_{13}x_3x_8 - (P_{11} - 2P_{22})x_2x_3x_8 + \left(\frac{P_{11}}{2} - P_{22} \right) V_{Cx}x_3^2x_8 - \frac{P_{55}}{V_{Cx}}x_5^2x_8 + 2V_{Cx}x_6x_7x_8 + \\ & + \left(P_{11} - \frac{5}{2}P_{55} \right) x_5x_8^2 - \frac{P_{56}}{2}x_6x_8^2 + \left(\frac{P_{23}}{2} + \frac{P_{11}}{2} - P_{55} \right) x_8^3 - \frac{P_{59}}{2}x_8^2x_9 + \\ & + (P_{24} + P_{59})x_4x_6 - (P_{24} + P_{59})x_6^2x_9, \\ \dot{x}_6 = & x_7, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{x}_7 = & P_{77}x_7 + P_{42}x_2x_8 + \frac{P_{42}}{V_{Cx}}x_1x_2x_8 + P_{43}x_3x_8 - 2P_{42}x_1x_3x_8 + (P_{95} + P_{42})x_5x_6x_8 + \\ & + (P_{98} + P_{43})x_6x_8^2 + (P_{44} - P_{77})x_4x_8 + (P_{99} - P_{44})x_6x_8x_9 + \\ & + \left(\frac{I_y - I_z}{I_x} \right) x_4^2x_6 + \left(1 + \frac{I_y - I_z}{I_x} \right) x_4x_9 + \left(1 + \frac{I_x - I_y}{I_z} \right) x_7x_8x_9 - \frac{I_y - I_z}{I_x}x_6x_9^2, \end{aligned}$$

$$\dot{x}_8 = x_9,$$

$$\begin{aligned} \dot{x}_9 = & P_{95}x_5 + P_{98}x_8 + P_{99}x_9 + \frac{P_{95}}{V_{Cx}}x_1x_5 + \frac{P_{95}}{V_{Cx}}x_2x_3x_5 - \frac{P_{95}}{2}x_3^2x_5 - (P_{95} + P_{42})x_2x_6 - \\ & - \left(\frac{P_{95}}{V_{Cx}} + \frac{P_{42}}{V_{Cx}} \right) x_1x_2x_6 + (P_{98} - P_{43})x_3x_6 + (P_{95} + P_{42})x_1x_3x_6 - (P_{95} + P_{42})x_5x_6^2 + \\ & + 2P_{95}x_1x_8 + \frac{P_{95}}{V_{Cx}}x_1^2x_8 + 2P_{95}x_2x_3x_8 - P_{98}x_3^2x_8 - \frac{P_{95}}{V_{Cx}}x_5^2x_8 - (P_{98} - P_{43})x_6^2x_8 - \\ & - 2P_{95}x_5x_8^2 - \frac{2}{3}P_{98}x_8^3 + (P_{44} - P_{99})x_6^2x_9 + (P_{99} - P_{44})x_4x_6 + \left(-1 - \frac{I_x - I_z}{I_y} \right) x_4x_7 + \\ & + \left(\frac{I_x - I_z}{I_y} \right) x_4^2x_8 + \left(\frac{I_x - I_z}{I_y} - \frac{I_x - I_y}{I_z} \right) x_6x_7x_9. \end{aligned}$$

Попытаемся получить достаточные условия, при которых тривиальное решение системы (3.1) будет устойчивым по действующей силе. Для простоты исследования сделаем следующие предположения, которые частично приведены в [1].

Предположим, что

- 1) $x_F = 0$ (аэродинамический фокус совпадает с центром масс ракеты),
- 2) $x_3 = x_4 = 0$ ($\Delta\theta = \Delta\dot{\theta} = 0$),
- 3) $x_8 = x_9 = 0$ ($\Delta\psi = \Delta\dot{\psi} = 0$).

При этих предположениях получается: $P_{42} = P_{43} = P_{95} = P_{98} = 0$.

Тогда система (3.1) приводится к виду

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = P_{11}x_1 + \frac{P_{11}}{2V_{Cx}}x_1^2, \\ \dot{x}_2 = P_{22}x_2 + \frac{P_{22}}{V_{Cx}}x_1x_2 - P_{56}x_6^2 - 2x_2x_6x_7, \\ \dot{x}_3 = P_{55}x_5 + P_{56}x_6 + \frac{P_{55}}{V_{Cx}}x_1x_5 - \frac{P_{56}}{2}x_6^3 + 2x_2x_7 + 2x_5x_6x_7, \\ \dot{x}_6 = x_7, \\ \dot{x}_7 = P_{77}x_7. \end{cases} \quad (3.3)$$

С помощью преобразования

$$\begin{cases} y_1 = -P_{77}x_6 + x_7, \\ y_2 = x_1, \\ y_3 = x_2, \\ y_4 = x_7, \\ y_5 = P_{55}x_5 + P_{56}x_6 + \frac{P_{56}}{P_{55} - P_{77}}x_7 \end{cases}$$

система (3.3) приводится к виду:

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = 0, \\ \dot{y}_2 = P_{11}y_2 + \frac{P_{11}}{2V_{Cx}}y_2^2, \\ \dot{y}_3 = P_{22}y_3 + \frac{P_{22}}{V_{Cx}}y_2y_3 - \frac{P_{56}}{P_{77}^2}y_1^2 + \frac{2P_{56}}{P_{77}^2}y_1y_4 - \frac{P_{56}}{P_{77}^2}y_4^2 + \frac{2}{P_{77}}y_1y_3y_4 - \frac{2}{P_{77}}y_3y_4^2, \\ \dot{y}_4 = P_{77}y_4, \\ \dot{y}_5 = P_{55}y_5 + \frac{P_{55}P_{56}}{P_{77}V_{Cx}}y_1y_2 - \frac{P_{55}^2P_{56}}{P_{77}V_{Cx}(P_{55} - P_{77})}y_2y_4 + \frac{P_{55}}{V_{Cx}}y_2y_5 + \frac{P_{55}P_{56}}{2P_{77}^3}y_1^3 - \\ - \left(\frac{2P_{56}}{P_{77}^2} + \frac{3P_{55}P_{56}}{2P_{77}^3} \right) y_1^2y_4 + \left(\frac{2P_{56}}{P_{77}^2} + \frac{3P_{55}P_{56}}{2P_{77}^3} + \frac{2P_{55}P_{56}}{P_{77}^2(P_{55} - P_{77})} \right) y_1y_4^2 - \\ - \left(\frac{P_{55}P_{56}}{2P_{77}^3} + \frac{2P_{55}P_{56}}{P_{77}^2(P_{55} - P_{77})} \right) y_4^3 + 2P_{55}y_3y_4 - \frac{2}{P_{77}}y_1y_4y_5 + \frac{2}{P_{77}}y_4^2y_5. \end{cases} \quad (3.4)$$

Если для линейного приближения системы (3.4) искать функцию Ляпунова в виде

$$V(y_2, y_3, y_4, y_5) = \frac{1}{2}(y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2),$$

то производная функции $V(y_2, y_3, y_4, y_5)$ в силу системы (3.4) будет

$$\begin{aligned} \dot{V}|_{(3.4)} &= P_{11}y_2^2 + P_{22}y_3^2 + P_{77}y_4^2 + P_{55}y_5^2 + \frac{P_{11}}{2V_{Cx}}y_2^3 + \frac{P_{22}}{V_{Cx}}y_2y_3^2 - \frac{P_{56}}{P_{77}^2}y_1^2y_3 + \\ &+ \frac{2P_{56}}{P_{77}^2}y_1y_3y_4 - \frac{P_{56}}{P_{77}^2}y_3y_4^2 + \frac{P_{55}P_{56}}{P_{77}V_{Cx}}y_1y_2y_5 - \frac{P_{55}^2P_{56}}{P_{77}V_{Cx}(P_{55} - P_{77})}y_2y_4y_5 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{P_{55}}{V_{Cx}} y_2 y_5^2 + \frac{P_{55} P_{56}}{2P_{77}^3} y_1^3 y_5 - \left(\frac{2P_{56}}{P_{77}^2} + \frac{3P_{55} P_{56}}{2P_{77}^3} \right) y_1^2 y_4 y_5 + \\
& + \left(\frac{2P_{56}}{P_{77}^2} + \frac{3P_{55} P_{56}}{2P_{77}^3} + \frac{2P_{55} P_{56}}{P_{77}^2 (P_{55} - P_{77})} \right) y_1 y_4^2 y_5 - \left(\frac{P_{55} P_{56}}{2P_{77}^3} + \frac{2P_{55} P_{56}}{P_{77}^2 (P_{55} - P_{77})} \right) y_4^3 y_5 + \\
& + 2P_{55} y_3 y_4 y_5 + \frac{2}{P_{77}} y_1 y_4 (y_3^2 - y_5^2) + \frac{2}{P_{77}} y_4^2 (y_5^2 - y_3^2).
\end{aligned}$$

Функция $P_{11}y_2^2 + P_{22}y_3^2 + P_{77}y_4^2 + P_{55}y_5^2$ является определенно-отрицательной, зависящей от переменных y_2, \dots, y_5 . Для применения теоремы 3.1 об устойчивости по действующей силе, доказанной в [5], достаточно требовать, чтобы члены выше второго порядка относительно y_2, \dots, y_5 равномерно по y_1 составляли знакопостоянную функцию отрицательного знака.

Нетрудно проверить, что в подклассе движений $y_3 = y_5 (\Delta V_y = P_{55} \Delta V_z)$, $P_{56} = -g_y = 0, \rho = 0$ функция $V|_{(3.4)}$ является определенно-отрицательной равномерно по y_1 .

Таким образом верно следующее утверждение:

Теорема. Если для системы (3.1) выполнены условия (3.2) и $y_3 = y_5$, $P_{56} = \rho = 0$, то тривиальное решение системы (3.1) устойчиво по действующей силе.

Работа выполнена в рамках научной темы под грифом 96 - 862, финансируется из государственных централизованных источников РА.

Кафедра теоретической механики

Поступила 11.02.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Абгарян К.А., Калязян Э.Л. и др. Динамика ракет. М.: Машиностроение, 1990, 464 с.
2. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. М.: Наука, 1966, 530 с.
3. Габриелян М.С., Шагинян С.Г. О построении функции Ляпунова. —Уч. записки ЕГУ, 1987, №01, с. 39-45.
4. Шагинян С.Г. Об одной задаче теории устойчивости. —Уч. записки ЕГУ, 1986, №02, с. 39-45.
5. Шагинян С.Г., Амбарцумян С.Р. Об устойчивости по действующей силе в критическом случае при k нулевых корнях.—В сборнике статей: Некоторые вопросы теоретической и прикладной механики, Ер., Изд. —во Лувис, 1997, с. 52-57.

Մ.Ս. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, Ս.Գ. ՇԱԿԻՆՅԱՆ, Ս.Ռ. ՀԱՄԲԱՐՇՈՒՄՅԱՆ

ՀՐԹԻՌԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ԸՍՏ ԱԶԴՈՂ ՈՒԺԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հրթիռի դինամիկայում կարևոր խնդիր է հանդիսանում ըստ Լյապունովի շարժման կայունության պահովումը:

Հետաքրքիր և ավելի հուսալի արդյունքներ կստացվեն, եթե պահանջենք, որ հրթիռի շարժումը լինի կայուն ըստ ազդող ուժի:

Դիտարկվում է հրթիռի շարժման ըստ ազդող ուժի կայունության խնդիրը: Որոշված են անհրաժեշտ և բավարար պայմաններ, որոնց դեպքում հրթիռի շարժումը գծային մոտավորությամբ կլինի կայուն կամ անկայուն ըստ ազդող ուժի:

Ստացված են բավարար պայմաններ, որոնց դեպքում հրթիռի շարժումը ոչ գծային դրվածքով կլինի կայուն ըստ ազդող ուժի:

УДК 539.3

ՏԱՐԿԻՍ Վ. ՏԱՐԿԻՍՅԱՆ, ՅՈՒ. ԺՅՈՒՍԻՓ

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ
 АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНКИ-ПОЛОСЫ

В работе рассмотрена задача оптимальной стабилизации анизотропной пластинки-полосы распределенной силой, приложенной к поперечному направлению верхней поверхности пластинки.

Представляя решение в виде ряда Фурье, задача сводится к бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка относительно времени.

С применением теоремы Ляпунова-Бельмана определяются оптимальная стабилизирующая сила и минимизирующий функционал, представляющий собой полную энергию.

Рассматривается бесконечная ортотропная однородная тонкая пластинка плотности ρ , конечной ширины L и постоянной толщины H . Пусть пластинка шарнирно закреплена на концах, а на противоположных концах распределена плоская однородная сила T_x . Главные направления упругости не совпадают с геометрическими, а θ составляет угол между ними. Пластинка стабилизируется при помощи распределенной по поверхности силы $F(x, t)$ (t - время), приложенной к верхней поверхности пластинки. Поперечное перемещение срединной поверхности пластинки обозначено через $W(x, t)$. Дифференциальное уравнение колебательного движения будет [1].

$$\rho H \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} + D_{11}^* \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} = F + T_x \frac{\partial^2 W}{\partial x^2}, \quad (1)$$

$$\text{где } D_{11}^* = D_{11} \cos^4 \theta + 2(D_{12} + 2D_{66}) \sin^2 \theta \cos^2 \theta + D_{22} \sin^4 \theta \quad (2)$$

- изгибная жесткость, а D_{ij} - жесткости пластинки.

Удобно ввести безразмерную координату $\xi = x/L$ и безразмерные переменные

$$w = W/L, \quad Q = L^3 F / E_2 H^3, \quad \tau = \frac{H}{L^2} \sqrt{\frac{E_2}{\rho}} t, \quad (3)$$

$$t_x = L^2 T_x / E_2 H^3, \quad d_{11}^* = D_{11}^* / E_2 H^3,$$

где E_2 - поперечный модуль упругости.

Подставляя (3) в (1), получим следующее безразмерное уравнение:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \tau^2} + d_{11}^* \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} = Q + t_x \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} \quad (4)$$

на $\Omega = \{\xi : 0 \leq \xi \leq 1\}$. В частности w удовлетворяет граничным и начальным условиям

$$w(\xi, \tau) = 0 \text{ при } \xi = 0, 1, \quad (5)$$

$$-d_{11}^* \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} = 0;$$

$$\begin{aligned} w(\xi, 0) &= f(\xi), & w_\tau(\xi, 0) &= \Phi(\xi), \\ w(\xi, \infty) &\rightarrow 0, & w_\tau(\xi, \infty) &\rightarrow 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь $f(\xi)$ и $\Phi(\xi)$ - соответственно начальный прогиб и начальная скорость.

Задача оптимальной стабилизации может быть рассмотрена следующим образом: определить оптимальное стабилизирующее воздействие $Q^0(\xi, \tau), 0 \leq \xi \leq 1$ так, чтобы минимизировался функционал

$$J = \frac{1}{2} \int_0^1 \int_0^\infty \left[\left(\frac{\partial w}{\partial \tau} \right)^2 + d_{11} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} \right)^2 + t_x \left(\frac{\partial w}{\partial \xi} \right)^2 + 2\mu Q^2 \right] d\xi d\tau \quad (7)$$

в области $Q \in L^2(0, \infty, L^2(\Omega))$ с $w(\xi, \tau)$, удовлетворяющим граничным и начальным условиям (5), (6). Функционал (7) имеет смысл энергии, и $\mu > 0$ - весовой коэффициент. Сила $Q(\xi, \tau)$ рассматривается как управляющая сила. Вдобавок нам нужно найти оптимальные амплитуды и частоты.

При решении задачи предположим, что пластинка находится под воздействием плоской постоянной силы $P_x = -p$. Исходя из граничных и начальных условий (5)-(6), решение уравнения (4) можно представить в виде рядов Фурье

$$w(\xi, \tau) = \sum_{m=1}^{\infty} T_m(\tau) \sin \lambda_m \xi, \quad (8)$$

$$Q(\xi, \tau) = \sum_{m=1}^{\infty} U_m(\tau) \sin \lambda_m \xi, \quad (9)$$

где $\lambda_m = m\pi$, $T_m(\tau)$ и $U_m(\tau)$ - неизвестные функции от времени. $U_m(\tau)$ рассматривается как управляющая функция.

При (8) и (9) уравнение (4) сводится к следующей бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка:

$$T_m''(\tau) + H_m T_m(\tau) = U_m(\tau), \quad (10)$$

где $H_m = (d_{11} \lambda_m^2 - p) \lambda_m^2$, $m = 1, 2, \dots$

Тогда из (7) функционал J примет вид

$$J = \sum_{m=1}^{\infty} J_m, \quad (11)$$

где $J_m = \frac{1}{8} \int_0^\infty [T_m'^2(\tau) + S_m T_m^2(\tau) + 2\mu U_m^2(\tau)] d\tau$,

$$S_m = (d_{11} \lambda_m^2 + p) \lambda_m^2, \quad (m = 1, 2, \dots). \quad (12)$$

В соответствии с условиями (6) вышеназванная система дифференциальных уравнений (10) удовлетворяет начальным условиям

$$a_m = T_m(0) = 2 \int_0^1 f(\xi) \sin \lambda_m \xi d\xi, \quad (13)$$

$$b_m = T_m'(0) = 2 \int_0^1 \Phi(\xi) \sin \lambda_m \xi d\xi, \quad m = 1, 2, \dots,$$

где a_m и b_m соответствуют начальному прогибу и начальной скорости.

Так как система (10) разделена, следовательно, задача оптимальной стабилизации сводится к задаче оптимальной стабилизации [2, 3] для каждого $m = 1, 2, \dots$

С применением теоремы Ляпунова-Бельмана [3] оптимальная функция Ляпунова будет

$$V_m = A_m T_m^2(\tau) + 2B_m T_m T_m'(\tau) + C_m T_m'^2(\tau), \quad (14)$$

которая является положительно определенной функцией. Минимизируя эту функ-

цию при известных ограничениях, получим оптимальное управляющее воздействие в виде

$$U_m^0 = -\frac{4}{\mu} [B_m T_m(\tau) + C_m \dot{T}_m(\tau)], \quad (15)$$

где коэффициенты V_m будут

$$A_m = \frac{\mu}{4} \sqrt{\left(H_m^2 + \frac{S_m}{2\mu} \right) \left(\frac{1}{2\mu} - 2H_m + 2\sqrt{H_m^2 + \frac{S_m}{2\mu}} \right)},$$

$$B_m = \frac{\mu}{4} \sqrt{H_m^2 + \frac{S_m}{2\mu} - 2H_m}, \quad (16)$$

$$C_m = \frac{\mu}{4} \sqrt{\frac{1}{2\mu} - 2H_m + 2\sqrt{H_m^2 + \frac{S_m}{2\mu}}}.$$

Из (15) и (16) общее решение (10) будет

$$T_m(\tau) = \exp(-\alpha_m^0 \tau) \left[a_m \cos(\beta_m^0 \tau) + \frac{b_m + \alpha_m^0 a_m}{\beta_m^0} \sin(\beta_m^0 \tau) \right], \quad (17)$$

где

$$\alpha_m^0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{2\mu} - 2H_m + 2\sqrt{H_m^2 + \frac{S_m}{2\mu}}}, \quad (18)$$

$$\beta_m^0 = \frac{1}{2} \sqrt{-\frac{1}{2\mu} + 2H_m + 2\sqrt{H_m^2 + \frac{S_m}{2\mu}}}. \quad (19)$$

Затем определяется оптимальный прогиб $w^0(\xi, \tau)$ (8). Выражение (19) представляет собой оптимальные частоты, а оптимальные амплитуды A_m^0 будут

$$A_m^0 = \exp(-\alpha_m^0 \tau) \sqrt{a_m^2 + \left(\frac{b_m + \alpha_m^0 a_m}{\beta_m^0} \right)^2}. \quad (20)$$

Из (17) оптимальная скорость v_m^0 будет

$$v_m^0(\xi, \tau) = \sum_{m=1}^{\infty} \exp(-\alpha_m^0 \tau) \left[b_m \cos(\beta_m^0 \tau) - \frac{\alpha_m^0 b_m + (\alpha_m^{02} + \beta_m^{02}) a_m}{\beta_m^0} \sin(\beta_m^0 \tau) \right] \sin(\lambda_m \xi). \quad (21)$$

Используя выражения (15) и (16), получим оптимальную стабилизирующую силу Q^0 в виде

$$Q^0(\xi, \tau) = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{4}{\mu} \exp(-\alpha_m^0 \tau) \frac{1}{\beta_m^0} \left[(\alpha_m^{02} + \beta_m^{02}) C_m - \alpha_m^0 B_m \right] a_m + (\alpha_m^0 C_m - B_m) b_m \left[\sin(\beta_m^0 \tau) - (B_m a_m + C_m b_m) \cos(\beta_m^0 \tau) \right] \sin(\lambda_m \xi). \quad (22)$$

Минимальное значение энергии J будет

$$\min J = \frac{1}{8} \sum_{m=1}^{\infty} (A_m a_m^2 + B_m a_m b_m + C_m b_m^2). \quad (23)$$

Используя тот же метод, как и в [4], легко докажем, что все ряды (17), (21) и (22) равномерно сходятся, а значение (23) конечно.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность профессору М.С. Габриеляну за ценные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саркисян В.С. Некоторые задачи математической теории упругости анизотропного тела. Ер.: Изд.-во ЕГУ, 1976.
2. Габриелян М.С. Устойчивость механических систем под воздействием продолжительных сил. – Уч. запис. ЕГУ 1975, N.2, с. 49-56.
3. Летов А.М. - Автоматика и телемеханика, 1960, т. 21 N 4-6; 1961, т. 22, т.4.
4. Саркисян В.С., Габриелян М.С., Юсиф Дж. Об оптимальной устойчивости ортотропной прямоугольной пластинки. – Уч. запис. ЕГУ, 1987, N 3, с. 37-42; К задаче оптимальной устойчивости колебательной ортотропной прямоугольной пластинки. –Уч. запис. ЕГУ, 1991, N2, с. 69-73.

ՍԱՐԳԻՍ Վ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Յու. Զ. ՅՈՒՍԻԲ

ԱՆԻՁՈՏՐՈՊ ՍԱԼ-ՇԵՐՏԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴԻՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում դիտարկվում է անիզոտրոպ սալ-շերտի օպտիմալ ստաբիլիզացիայի խնդիրը: Լուծումը փնտրելով Ֆուրյեի շարքերի միջոցով, խնդիրը բերում ենք սովորական ածանցյալներով երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարումների անվերջ համակարգի: Օգտվելով Լյապունով-Բեւեմանի թեորեմից, որոշում ենք օպտիմալ կայունացնող ուժը, որը մինիմալացնում է էներգիայի ֆունկցիոնալը:

УДК 539.3:537.312.62

К.В.ПАПОЯН, А.А.ГЕВОРГЯН, З.В.ТОРОСЯН

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО
 ЦИЛИНДРА С ВНЕШНИМ ТОКОМ

Рассматривается задача о распространении гармонических упругих радиальных колебаний в длинной сверхпроводящей проволоке круглого сечения, по которой течет транспортный ток. Получено дисперсионное уравнение. Из условия устойчивости найдены пороговые значения магнитного поля как в случае толстой, так и тонкой проволоки. Обсужден вопрос неустойчивости.

Введение. Вопрос устойчивости токопроводящих цилиндрических стержней в несверхпроводящем состоянии рассматривался давно (см., напр., [1-4]). Интерес к изучению явления неустойчивости вызван практикой. В частности, в указанных работах рассматривалась задача устойчивости радиальных колебаний [1,2] и изгибных волн [3-6] вдоль проводника круглого сечения в условиях сильного скин-эффекта, когда ток является практически поверхностным. Устойчивость колебаний и волн в проводящих газообразных средах рассматривалась в случаях как поверхностного, так и объемного токов [8].

В последние годы повысился интерес к изучению упругих свойств ВТСП [9-11] в связи с их широким применением.

В сверхпроводниках из-за эффекта Мейсснера аналогичная картина поверхностного распределения тока реализуется при постоянном внешнем токе (или внешнем поле). Поэтому представляет интерес изучение вопроса устойчивости упругих колебаний и волн в сверхпроводящих структурах.

В настоящей работе рассмотрена задача устойчивости радиальных колебаний для сверхпроводящей проволоки, по которой течет транспортный ток. Будем рассматривать низкочастотные упругие колебания, частота ω которых много меньше обратной величины времени релаксации заряда (тока) τ , т.е.

$$R\omega/c \ll 1, \omega\tau \ll 1, \tag{1}$$

где c - скорость света в среде, R - радиус проволоки. Данная задача относится к сверхпроводникам первого рода, и поэтому не будем учитывать явления, связанные с координатной зависимостью параметра порядка. При выполнении неравенств (1) зависимость возмущенного тока от времени такая же, как и у вектора упругого смещения. Поэтому возмущения тока и поля описываются статическими уравнениями.

Постановка задачи. Рассмотрим длинную сверхпроводящую проволоку круглого сечения с радиусом R из сверхпроводника первого рода, по которому течет транспортный ток силы i . Направим ось Z по оси проводника. Отличными от нуля будут только компоненты A_z вектора-потенциала и H_ϕ магнитного поля, причем A_z определяется из решения уравнения Лондонов [6]:

$$A_z(\xi) = -\delta_0 / \psi H_0 I_0(\xi) / I_1(\xi_1), \tag{2}$$

а H_φ согласно (2) будет иметь вид

$$H_\varphi \equiv H(\xi) = -\partial A_- / \partial Z = H_0 I_1(\xi) / I_1(\xi_1), \quad (3)$$

где $\xi = \psi / \delta_0 r$, $\xi_1 = \psi / \delta_0 R$, H_0 - значение поля на поверхности $H_n = 2i / cR$, δ_0 - глубина проникновения магнитного поля в массивный сверхпроводник, ψ - параметр порядка, считающийся постоянным. I_n - функции Бесселя второго рода от мнимого аргумента.

Предположим, что в проводнике происходят упругие радиальные колебания $\vec{u} = \vec{u}(u_r, 0, 0)$ (плоская деформация), причем u_r имеет гармоническую временную зависимость

$$u_r = u_r(r) \exp(-i\omega t). \quad (4)$$

Тензор напряжений имеет два отличных от нуля компонента σ_{rr} и $\sigma_{\varphi\varphi}$, которые связаны с величиной u_r следующими соотношениями [5]:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr} &= (\lambda + 2\mu) \partial u_r / \partial r + u_r \lambda / r, \\ \sigma_{\varphi\varphi} &= (\lambda + 2\mu) u_r / r + \lambda \partial u_r / \partial r, \end{aligned} \quad (5)$$

где λ , μ - коэффициенты Ляме.

Уравнение движения для упругой среды будет

$$\rho \partial^2 u_r / \partial t^2 = \partial \sigma_{rr} / \partial r + (\sigma_{rr} - \sigma_{\varphi\varphi}) / r. \quad (6)$$

Конечное решение этого уравнения на оси $r = 0$ имеет вид

$$u_r(r) = C_1 J_1(r\omega / c_1), \quad (7)$$

где c_1 - скорость продольного звука, $J_1(x)$ - функция Бесселя первого рода.

На граничной поверхности проводника ($r = R$) должно иметь место равенство давлений, т.е.

$$\sigma_{rr} + H_0^2 / 8\pi = 1 / 8\pi (H_0 + h)^2, \quad (8)$$

где h - возмущение магнитного поля, обусловленное деформацией проводника. Для его определения рассмотрим полный ток в сверхпроводнике, плотность которого зададим в виде

$$j(r) = j_0(r) + j'(r), \quad (9)$$

где $j_0(r)$ - ток, определяемый вектор-потенциалом (2) и представляющий мейсснеровский ток в отсутствие деформации, а $j'(r)$ - возмущение плотности тока, вызванное деформацией. В общем случае $j(r)$ определяется уравнением

$$j(r) = -c\psi^2 / (4\pi\delta^2) A_- (r) = C_0 I_0[\psi(r + u_r) / \delta], \quad (10)$$

где C_0 - произвольная постоянная. В линейном приближении из граничных условий для возмущения плотности тока $j'(r)$ получаем

$$j'(r) = C_1 c H_0 / (4\pi\delta^2) I_1(\xi) / I_1(\xi_1) J_1(\omega r / c_1). \quad (11)$$

Этот ток согласно уравнению Максвелла возбуждает дополнительное магнитное поле

$$h = C_1 H_0 / [r\delta^2 I_1(\xi_1)] \int_0^r I_1(r\psi / \delta) J_1(r\omega / c_1) r dr, \quad (12)$$

которое после вычисления интеграла принимает вид

$$h(r) = C_1 r H_0 \{ \xi I_2(\xi) J_1(x) + x I_1(\xi) J_2(x) \} / [(x^2 + \xi^2) \delta^2 I_1(\xi_1)], \quad (13)$$

где $x = r\omega/c_1$.

Дисперсионное уравнение. Выводы. Для вывода дисперсионного уравнения упругих колебаний необходимо подставить найденные выражения полей (3) и (13) в граничное условие (8). Для этого сначала в тензоре натяжений σ_{rr} нужно выделить его значение в отсутствие возмущения u_r . Записывая σ_{rr} в виде $\sigma_{rr} = \sigma_{rr}^0 + \sigma_{rr}$ и требуя, чтобы выполнялось равенство

$$\sigma_{rr}^0 - H^2/8\pi + H_0^2/8\pi |_{r=R} = 0,$$

являющееся условием статического равновесия, после несложных преобразований приходим к следующему дисперсионному уравнению:

$$\begin{aligned} & x_1 J_0(x_1) / J_1(x_1) \{ 1 + 2(1 + \sigma) h_1^2 \xi_1^2 / [(\xi_1^2 + x_1^2) \sigma_0] \} = \\ & = \{ 1 + 2(1 + \sigma) h_1^2 (2\xi_1^2 + x_1^2) \xi_1 I_0(\xi_1) / [(\xi_1^2 + x_1^2) I_1(\xi_1)] \} / \sigma_0, \end{aligned} \quad (14)$$

где $x_1 = R\omega/c_1$, $\sigma_0 = (1 - \sigma)/(1 - 2\sigma)$, $h_1^2 = H^2/4\pi\rho c_1^2$, σ - коэффициент Пуассона, ρ - плотность среды, c_1 - скорость продольного звука. Это уравнение - четное по отношению к переменным x_1 и ξ_1 . Интересующие нас корни по отношению к переменной ω (или x_1) расположены симметрично относительно $\omega = 0$. В сверхпроводниках первого рода величина ξ_1 в силу малости δ_0 будет намного больше величины x_1 при частотах, для которых принятое нами приближение справедливо. Поэтому пренебрежение зависимостью от x_1 величин, стоящих в фигурных скобках, мало влияет на характер спектра колебаний. Можно доказать, что в этом случае все корни уравнения (14) являются простыми.

Из дисперсионного уравнения можно определить условие устойчивости упругих колебаний. Порогу устойчивости соответствует $\omega^2 = 0$ (или $x_1 = 0$).

Полагая в (14) $\omega^2 = 0$, получаем условие, определяющее пороговое значение магнитного поля

$$h^2 = (2\sigma_0 - 1) / [4(1 + \sigma)] f(\xi_1), \quad (15)$$

где

$$f(\xi_1) = I_1(\xi_1) / [\xi_1 I_0(\xi_1) - I_1(\xi_1)]. \quad (16)$$

При $\xi_1 = 0$ ($\psi = 0$) равенство (15) совпадает с условием, которое определяет порог устойчивости в случае нормального металла [3, 4]. Функция $f(\xi_1)$ является монотонно убывающей функцией: $f(0) = 1$ и $f(\infty) = 0$, причем при $\xi_1 \ll 1$ $f(\xi_1) \approx 1 - \xi_1^2/8$ и при $\xi_1 \gg 1$ $f(\xi_1) \sim 1/\xi_1$. Следовательно, для пороговых значений магнитного поля в случае толстой и тонкой проволоки получаем

$$H_m \approx [\pi(1 - \sigma)]^{1/2} \sqrt{E/\xi_1} / [(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)] \quad (17)$$

при $\xi_1 \gg 1$ и

$$H_m \approx [\pi E(1 - \sigma)]^{1/2} (1 - \xi_1^2/8) / [(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)] \quad (18)$$

при $\xi_1 \ll 1$, где E - модуль Юнга.

Для большинства сверхпроводников первого рода значение магнитного поля при $\xi_1 \ll 1$ выше критического значения поля сверхпроводящего перехода. Однако

значение поля на поверхности образца, даваемое формулой (17) при достаточно больших значениях ξ_1 , становится меньше соответствующего значения критического поля, поэтому неустойчивость упругих колебаний будет наблюдаться и в сверхпроводящем состоянии. Пользуясь значением критического поля [7] и сравнивая его с (17), получаем следующее условие появления неустойчивости упругих колебаний сверхпроводящей проволоки:

$$(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)(R/\delta_0)H_c \psi^{1/2} / [\pi E(1 - \sigma)]^{1/2} > 1, \quad (19)$$

где H_c - критическое поле массивного сверхпроводника.

Физическое появление неустойчивости заключается в следующем. Вследствие эффекта Мейснера плотность энергии магнитного поля в слое размера δ_0 превысит плотность упругой энергии, поэтому (в силу отрицательного давления поля) колебания теряют устойчивость, и в области потери устойчивости вещество может постепенно разрушаться. Зависимость от радиуса R (от размеров) будет способствовать появлению неустойчивости. Действительно, возьмем отрезок проволоки единичной длины, тогда энергия в этом объеме будет

$$W \sim \int H^2 dV \sim R\delta [1 - \exp(-2R/\delta)].$$

Отсюда видно, что чем больше R , тем легче будет выполняться условие (19). Другой вопрос заключается в возникновении промежуточного состояния при больших радиусах [7]. Однако промежуточное состояние возникает при таких значениях токов (полей), когда значение поля при $r = R$ порядка H_m . Но если условие (19) выполняется с запасом, то промежуточное состояние не возникает.

Авторы выражают благодарность О.С. Ерицяну за ценные замечания.

Кафедра общей физики

Поступила 16.04.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильющин А.А., Огиболов П.М. Упруго-пластические деформации полых цилиндров, М.: Изд-во МГУ, 1960, 227с.
2. Жванцзя Н.А - Прикладная механика, 1977, т.13, в. 3, с.119-122.
3. Долбин П. И - ПМТФ, 1962, в.2, с. 104-109.
4. Долбин П.И - ПМТФ, 1966, в.3, с. 97-101.
5. Спедлов И.И., Берри Д.С. Классическая теория упругости. М.: Физматгиз, 1961, 219с.
6. Vancoff D. - Phys. Rev., 1941, v. 59, p. 588.
7. Абрикосов А.А. Основы теории металлов, М.: Наука, 1987, 520 с.
8. Кадомцев Б.Б. Гидромагнитная устойчивость плазмы. - В кн: Вопросы теории плазмы. М.: Атомиздат, 1963, т.2, с. 132-176.
9. Holtmeier S., Hinkel C. et al. - Physica, B., 1997, v. 230-232, p. 658-660.
10. Паль-Валь П. П., Паль-Валь Л. Н. и др. - ФНТ, 1996, т. 22, N 12. с. 1452-1458.
11. Domínguez D. Bulaevskii L. et al. - Phys. Rev., B, 1996, v. 53, N 10, p. 6682-6692.

Հ.Վ. ՊԱՊՈՅԱՆ, Ա.Հ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Զ.Վ. ԹՈՐՈՍՅԱՆ

ԱՐՏԱՔԻՆ ՀՈՍԱՆՔՈՎ ԳԵՐՀԱՂՈՐԴԻՉ ԳԼԱՆՈՒՄԱՌԱԶԳԱԿԱՆ
ՏՏՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիտարկված է արտաքին հոսանքով երկար զրանածև գերհաղորդիչ լարում ներդաշնակ առածգական տատանումների տարածման խնդիրը: Ստացված է դիսպերսիոն հավասարումը: Կայունության պայմանից ստացվել են մագնիսական դաշտի շեմային արժեքները ինչպես հաստ, այնպես էլ բարակ հաղորդալարերի դեպքում: Զննարկված է անկայունության հարցը:

УДК 541.64: 532. 78

А.М. МАШУРЯН, Г.Т. ОВАНЕСОВ, З.А. ГРИГОРЯН, П.Г. ПЕТРОСЯН

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ
 ЗАКРИСТАЛЛИЗОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ПРИ
 КРАТКОВРЕМЕННОМ ОТЖИГЕ

На основе результатов кинетических исследований кристаллизации при кратковременном отжиге полиэтилена (ПЭНП) предложена модель роста дополнительных кристаллитов в пределах межкристаллитных областей фибрилл над рельефной поверхностью регулярных складок основных кристаллитов. Установлены два температурных интервала отжига ПЭНП (348+363,5 и 371+379 К), в которых наблюдается линейная зависимость

$T_{пл}^д$ от $T_{отж}$. Аппроксимацией линейных зависимостей $T_{пл}^д$ от $T_{отж}$ для различных времен и для двух температурных интервалов отжига определены температуры плавления наиболее совершенных дополнительных кристаллитов: $T_{пл}^{о,д} = 414К$ и $T_{пл}^{о,д} = 452К$.

Отжиг закристаллизованных полимеров изменяет надмолекулярную структуру [1], что и определяет их свойства в интервале температур плавления [1-3]. Совершенствование кристаллитов в процессе отжига оказывает влияние на структуру межкристаллитных областей, в пределах которых предполагается образование мезофазы [4]. При эксплуатации закристаллизованного полимера в результате кратковременных перепадов температуры изменяются его свойства, которые зависят как от молекулярной, так и от надмолекулярной структур. В связи с этим в работе исследовали влияние кратковременного отжига на надмолекулярную структуру полиэтилена (ПЭНП) и особенности его поведения в интервале температур плавления кристаллической фазы.

Изучали ПЭНП марки 153-10к с индексом расплава $(0,3 \pm 0,05) \text{ г}/10\text{ мин.}$, в котором достигается степень кристалличности $\alpha \approx 40\%$ [4].

Тепловые эффекты в процессе отжига в интервале температур плавления и кристаллизации исследовали на изотермическом микрокалориметре типа Кальве-200. Навески образцов ПЭНП массой 3,065г аморфизировали при температуре 438 К в течение 45 мин. с последующим естественным охлаждением на воздухе. Кристаллизация полиэтилена происходила при его охлаждении. Затем ПЭНП в цилиндрических алюминиевых сосудах при температуре отжига помещали в микрокалориметр.

Кратковременный отжиг в интервале температур 348 + 379 К осуществляли в микрокалориметре. Особенности плавления кристаллической фазы изучали сразу после отжига на дериватографе типа Паулик-Паулик-Эрдей. Образцы массой 0,64 г нагревали со скоростью 2,5 град/м.

При микрокалориметрических исследованиях и для дериватографа в качестве эталонного вещества использовали Al_2O_3 .

Микрокалориметрические исследования показали, что в изотермических условиях в начальном периоде отжига наблюдается экзотермический процесс, который

может быть представлен как результат дополнительной кристаллизации ПЭНП. Зависимости теплоты кристаллизации ПЭНП при отжиге от времени приведены на рис. 1. Изменение теплоты кристаллизации при отжиге имеет типичную для полимеров форму.

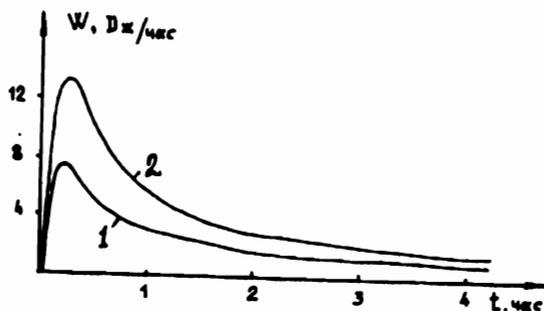


Рис. 1. Зависимость теплоты кристаллизации при температурах отжига $T_{отж} = 348 \text{ К}$ (1) и $376,5 \text{ К}$ (2).

На основе кинетических исследований кристаллизации при отжиге была определена теплота кристаллизации, которая проходит через максимум и имеет значения $3,6 + 5,3$ и $5,86 + 5,39 \text{ Дж/г}$ соответственно при отжиге в интервалах температур $348 + 363,5$ и $371 + 379 \text{ К}$.

Расчетные значения показателя степени Аврами [1] имеют промежуточное значение между $n = 1$ и $n = 2$ и составляют $n = 1,3 + 1,5$.

Полученные результаты могут быть представлены как результат развития дополнительных кристаллитов над поверхностью регулярных складок основных кристаллитов в пределах межкристаллитных областей. Развитие дополнительных кристаллитов наиболее полно описывается с учетом рельефа поверхности основных кристаллитов. На рис. 2 приведена модель развития дополнительных кристаллитов (тип II). Естественно предположить, что наиболее вероятным является образование дополнительных кристаллитов в углублениях поверхности основных кристаллитов. На рис.2 приведены также основные возможные способы упаковки различного типа частей макромолекул в дополнительных кристаллитах, где тип 1 – регулярные складки. Возможные упаковки нерегулярных складок показаны на рис. 2 - тип 2-6, проходных макромолекул - тип 7-9 и концов цепей - тип 10-13. Необходимо отметить, что согласно модели рис. 2 в межкристаллитных областях при отжиге увеличивается число проходных макромолекул, как, например, на рис. 2 (тип 6,14-16), и происходит выравнивание их по размерам (тип 8,9).

На основе предлагаемой модели значение показателя степени Аврами $n = 1,4$ может быть представлено как результат сосуществования двух типов роста: двухмерного и одномерного. Двухмерный рост дополнительных кристаллитов характеризуется складыванием частей макромолекул межкристаллитных областей на себя в дополнительных кристаллитах (рис. 2, тип 16,6) над поверхностью регулярных складок основного кристаллита. Складывание макромолекул в дополнительном кристаллите происходит в той же плоскости, что и в основном. Одномерный же рост дополнительного кристаллита происходит при установлении дальнего порядка для частей макромолекул межкристаллитных областей без их складывания на себя (рис. 2, тип 12). Сосуществование двух типов упаковки в дополнительном кристаллите возможно для отдельных типов частей макромолекул (например, рис. 2, тип 2, 6, 8, 10, 14 и 15).

Модель роста дополнительного кристаллита (рис. 2) с учетом рельефа поверхности основного кристаллита позволяет также описать дублетность термограмм плавления после отжига, приведенных на рис. 3. Для выбранных промежутков

времени кратковременного отжига температура плавления ($T_{пл}$) основных кристаллитов, составляющая 378 K (основной максимум), не изменяется. Большая дефектность дополнительных кристаллитов по сравнению с основными определяет появление дополнительного пика на термограммах ниже температуры плавления основной кристаллической фазы.

Естественно предположить, что свойства дополнительных кристаллитов зависят от способа упаковки в них частей макромолекул межкристаллитных областей и особенностей рельефа поверхности основного кристаллита (рис. 2). Следовательно,

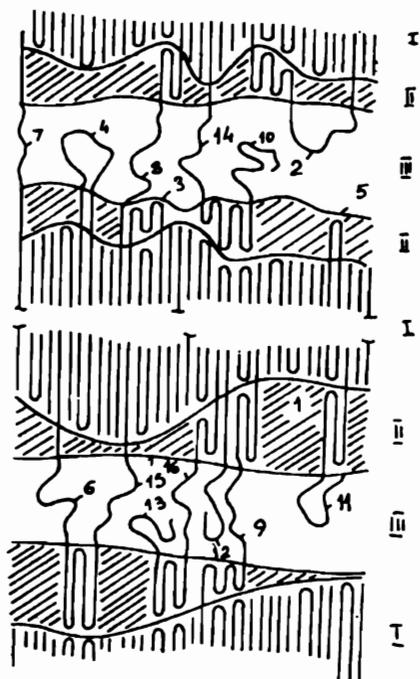


Рис. 2. Модель роста в фибрилле на поверхности основных кристаллитов (зона I), дополнительных кристаллитов (зона II), в пределах межкристаллитных областей (зона III).

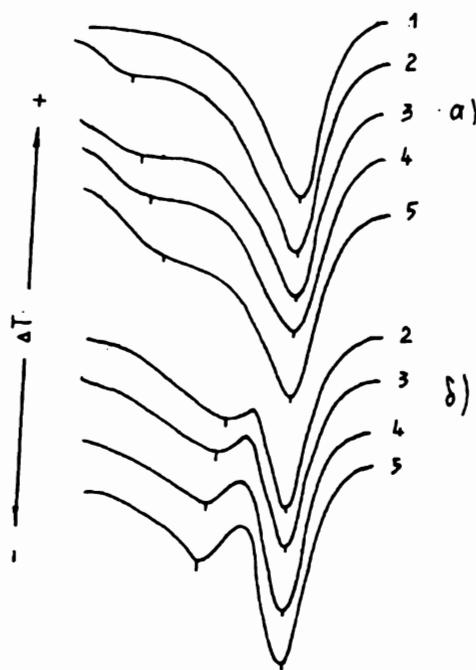


Рис. 3. Термограммы плавления ПЭНП: 1 - закристаллизованного, 2-5 - после отжига при температурах 348 K (а) и 376,9 K(б) в течение времени (в часах): 2 - 0,83; 3 - 3; 4 - 18,67; 5 - 96.

направленное изменение параметров отжига позволяет осуществить рост дополнительных кристаллитов в различного типа углублениях рельефа поверхности основных кристаллитов.

При дискретном изменении температуры отжига в системе образуются различного типа дополнительные кристаллиты, что может приводить не только к дублетности, но и мультиплетности термограмм плавления кристаллической фазы ПЭНП [4,5]. Для дублетных термограмм плавления ПЭНП (рис. 3) изменение дополнительной температуры и времени отжига представлено в таблице.

Дополнительная температура плавления в зависимости от параметров отжига ПЭНП.

$T_{отж}, K$	Дополнительная температура плавления в °K при продолжительности отжига в часах			
	0,83	3	18,67	96
348	353	354	357	359
357	362	363	364,5	366
363,5	367	368	369	372
371	362	361	360	359
376,5	368	367	366	365
379	370	369	368	367

Графическая зависимость дополнительной температуры плавления от температуры отжига при различной его продолжительности приведена на рис. 4. Из таблицы и рис.4 следует разделение температур отжига на два интервала: 348 + 363,5К

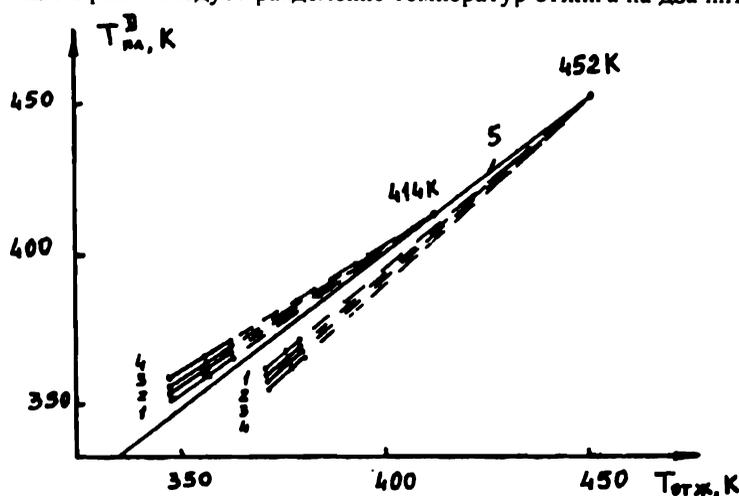


Рис. 4. Зависимость температуры плавления дополнительных кристаллитов ($T_{пл}^д$) от температуры ($T_{отж}$). Продолжительность отжига в часах: 1-0, 83; 2-3; 3-18, 67; 4-96

и 5 – когда $T_{пл}^д = T_{отж}$.

и 371+ 379 К, в которых наблюдается линейное возрастание дополнительной температуры плавления с ростом температуры отжига. Из рис. 4 (кр. 1-4) вытекает, что линейные зависимости при отжиге в интервале температур 348 + 363,5К аппроксимируются на $T_{пл}^д = T_{отж}$, что, как и для основных кристаллитов, составляет $T_{пл}^{о,д} = 414К$. Это позволяет предположить, что температура плавления наиболее совершенных кристаллитов, развивающихся при отжиге в интервале 348 + 363,5К, соответствует температуре $T_{пл}^{о,д} = T_{отж}$, при которой наблюдается пересечение линейных зависимостей кривых 1-4 с кривой 5 (рис. 4), полученной согласно эмпирическому соотношению [1],

$$T_{пл}^д = \frac{T_{пл}^{р,д} + T_{отж}}{2}, \quad (1)$$

где $T_{пл}^{р,д}$ - равновесная температура плавления, соответствующая температуре кристаллизации при отжиге. То же самое наблюдается также при отжиге в интервале температур 371 + 379К, и в этом случае температура плавления наиболее совершенных дополнительных кристаллитов составляет $T_{пл}^{о,д} = 452К$. То есть для двух областей отжига при температурах 348 + 363,5 и 371 + 379 К (рис.4) образуются дополнительные кристаллиты с температурами плавления соответственно $T_{пл}^{о,д} = 414 К$ и 452 К.

Таким образом, надмолекулярная структура ПЭНП после кратковременного отжига достаточно полно описывается на основе модели роста дополнительного кристаллита. Предлагаемая модель позволяет также охарактеризовать влияние параметров отжига на закономерности изменения температур дополнительных максимумов на термограммах плавления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мавделькери Л. Кристаллизация полимеров Л.: Химия, 1966.
2. Машурян А.М., Гаспарян К.А., Ованесов Г.Т. Высокомолек. соед. А., 1985, т. 27, №8, с. 1660.
3. Ованесов Г.Т. Высокомолек. соед. А., 1983, №8, с. 1708.
4. Надежин Ю. С., Глобус Ю.И. Высокомолек. соед. А. 1985, т.27, №12, с. 2507.
5. Ованесов Г.Т., Машурян А.М., Гаспарян К.А., Баранов В.Г., Френкель С.Я. Высокомолек. соед. А, 1986, т.28, №5, с. 1052.
6. Фихтнер Р.Р., Волков Т.И., Мовсисян К.А., Машурян А.М., Гаспарян К.А., Ованесов Г.Т. Уч. записки ЕГУ, 1984, №1, с. 91.

Ա.Մ. ՄԱՇՈՒՐՅԱՆ, Գ.Թ. ՕՎԱՆԵՍՈՎ, Զ.Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Պ.Գ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

ԿԱՐՃԱՏԵՎ ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՊՈԼԻԷԹԻԼԵՆԻ
ՎԵՐՄՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Պոլիէթիլենի կարճատև ջերմամշակման ժամանակ բյուրեղացման կինետիկ ուսումնասիրությունների արդյունքների հիման վրա առաջադրված է բյուրեղների լրացուցիչ աճման մոդել հիմնական բյուրեղների կարգավորված դարսվածքի մակերևույթի վրա ֆիբրիլների միջբյուրեղական տիրույթի սահմաններում: Բացահայտված է պոլիէթիլենի ջերմամշակման ջերմաստիճանային երկու տիրույթ, որտեղ նկատվում է $T_{hl}^{I^{ոագ}}$ -ի գծային կախվածություն $T_{թոճ_2}$ -ից: Տարբեր ժամանակների և ջերմամշակման ջերմաստիճանային երկու տիրույթի ($T_{hl}^{I^{ոագ}}$ և $T_{թոճ_2}$) գծային կախվածության մոտարկումը թույլ է տալիս առավել կատարյալ որոշել լրացուցիչ բյուրեղների հալման ջերմաստիճանները. $T_{hl}^{O^{I^{ոագ}}} = 414$ Կ և 452 Կ:

УДК 541.2.138.547

С.А. САРГИСЯН, С.А. АВЕТИСЯН, К.С. МАРГАРЯН, С.К. ГРИГОРЯН

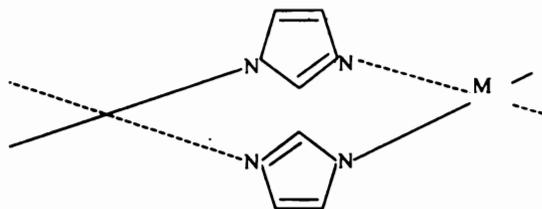
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ИМИДАЗОЛЬНЫХ ПОЛИХЕЛАТОВ НЕКОТОРЫХ ДВУХВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ

В работе электрохимическим методом синтезированы имидазольные полихелаты некоторых двухвалентных металлов. Установлено, что комплексообразование в водной среде происходит в анодном пространстве. Исследовано термическое поведение полихелатов.

В литературе имеются работы [1, 2] по электрохимическому синтезу имидазольных металлокомплексов в органических растворителях. Однако электролизы проведены с помощью переменного тока, и непонятно, какие процессы происходят при этом. Кроме того, выходы продуктов низкие.

С целью упрощения процесса, расширения ассортимента полихелатов на основе имидазола, поскольку они обладают каталитическими, магнитными и другими ценными свойствами, и выяснения некоторых вопросов комплексообразования здесь обсуждаются полученные нами данные по электрохимическому синтезу и строению имидазольных полихелатов ряда металлов и изучены их свойства.

Установлено, что электролиз водных растворов имидазола (ИА) в присутствии индифферентных электролитов (хлориды щелочных металлов или $Et_4NCl(Br)$) при плотностях анодного тока $1-20 \text{ mA/cm}^2$ приводит к образованию с препаративными выходами имидазольных полихелатов.



где $M = \text{Fe, Co, Ni, Mn, Cu, Zn, Cd}$.

Электросинтез полихелатов (ПХ) осуществляли как в бездиафрагменных электролизерах, так и в электролизерах с катионообменными диафрагмами. В водных растворах комплексообразование имидазола происходит в анодном пространстве в результате электрорастворения анода в присутствии ИА.

Первоначально происходит адсорбция имидазола на поверхности электрода, последующее депортирование которого приводит к образованию полихелатов, выпадающих из растворов аналогично триазолу [3].

В абсолютных органических растворителях (ацетонитрил, этанол, метанол, диметилформамид и др.) комплексообразование однозначно происходит в катодном пространстве, что требует дальнейшего исследования.

Результаты элементного анализа синтезированных соединений показывают, что на один атом металла приходится две молекулы депротонированного имидазола и разное количество связанной (причем, чрезвычайно трудно удаляемой) воды. Синтезированные соединения, выходы и некоторые свойства которых приведены в

таблице, представляют собой окрашенные, неплавкие порошки, нерастворимые в воде и других органических растворителях, что не позволило нам определить молекулярные массы полихелатов.

Выходы и некоторые свойства полихелатов на основе имидазола

№	Элементарное звено полихелата	Цвет полихелата	Нач. темп. разлож., °С	Количество связан. воды		Выход вещества, %		Элементный анализ			
				вычислено	найденно % по ТГА	по азолу	по току	найденно/вычислено, %			
								С	H	N	M
I	$(C_3H_3N_2)_2Fe.H_2O$	коричневый	360	8.67	9.0	80.2	92.5	34.23	3.52	26.41	26.73
								34.61	3.85	26.92	26.92
II	$(C_3H_3N_2)_2Co.H_2O$	фиолетовый	430	8.65	8.2	82.4	94.6	33.79	3.48	25.96	27.32
								34.13	3.79	26.55	27.93
III	$(C_3H_3N_2)_2Ni.2H_2O$	желтый	400	16.47	17.3	87.0	99.2	31.25	4.18	24.15	24.34
								31.48	4.37	24.48	25.66
IV	$(C_3H_3N_2)_2Mn$	светло-коричневый	380	-	-	90.0	95.7	37.89	3.00	29.12	28.59
								38.12	3.18	29.65	29.05
V	$(C_3H_3N_2)_2Cu$	серый	260	-	-	79.0	96.8	36.00	3.25	28.10	31.12
								36.36	3.03	28.28	32.32
VI	$(C_3H_3N_2)_2Zn$	белый	390	-	-	80.0	93.6	35.92	2.93	27.91	31.73
								36.18	3.01	28.14	32.18
VII	$(C_3H_3N_2)_2Cd$	белый	280	-	-	72.5	98.5	28.82	2.20	22.21	45.00
								29.27	2.44	22.76	45.53

Состав и строение полученных полихелатов подтверждены данными ИК-спектроскопии, результатами элементного и термогравиметрического (ТГ) анализов.

В ИК-спектре исходного лиганда ИА наблюдаются полосы поглощения, характерные для имидазольного кольца: 623, 665, 755, 900 $см^{-1}$ – плоскостные деформационные колебания гетероцикла, 1070, 1273, 1403, 1500, 1530 $см^{-1}$ – скелетное колебание гетероцикла, валентное (3230 $см^{-1}$) и деформационное (1560 $см^{-1}$) колебания *N-H* связи [4,5].

При комплексообразовании полосы поглощения имидазольного кольца претерпевают сдвиг на 10-30 $см^{-1}$ в высокочастотную область: 665→680, 1403→1420, 1500→1525, 1530→1550 $см^{-1}$. В ИК-спектрах полихелатов I-III появляется новая уширенная полоса в области 1650 $см^{-1}$, что характерно для деформационных колебаний связанной воды [6].

В отличие от спектра ИА в ИК-спектрах полихелатов полностью отсутствуют полосы поглощения валентных (3230 $см^{-1}$) и деформационных (1560 $см^{-1}$) колебаний *N-H* связи и появляются новые полосы поглощения в низкочастотной (200-350 $см^{-1}$) области, что по [7] характерно для связи *M-N*.

Таким образом, *M-N*-ковалентная σ -связь образуется за счет азота иминной группы имидазольного кольца, а координационная связь – в результате донорно-акцепторного взаимодействия «пиридиновых» атомов азота N_3 с атомом металла. Такая координационно-ненасыщенная молекула, имеющая открытый донорный «пиридиновый» атом азота и акцепторный атом металла, способна к автополимеризации и к образованию олиго- или полимерных координационно-насыщенных структур.

В отличие от пиразола [8], триазола [3] и тетразола [9], которые при комплексообразовании образуют шестичленный хелатный узел, имидазол не имеет соседних «пирольных» и «пиридиновых» атомов азота, и поэтому имеет место образование восьмичленного хелатного узла. Образование шестичленного узла более предпочтительно [3], чем восьмичленного, с чем, по-видимому, и связаны более низкие выходы полихелатов на основе имидазола.

ИК-спектроскопическое исследование полихелатов показывает, что они представляют собой тип хелатов, сочетающих ковалентное связывание с донорно-акцепторным.

Синтезированные полихелаты термостойки (см. табл.), плавятся с разложением. Их термораспад за исключением соединений IV-VII имеет четко выраженный стадийный характер.

На первой стадии полихелаты теряют в весе 8-17, а во второй 50-60%. Началу интенсивной потери массы полихелатов предшествует 8-17% потери, что по расчетным данным должно соответствовать количеству связанной воды. Действительно, при изотермическом нагревании образцов в температурной области 140-180°C и последующем анализе установлено, что единственным выделяющимся продуктом при этом является вода.

Исследованы электрофизические характеристики синтезированных полихелатов. Удельная объемная электропроводность (σ) полихелатов составляет $3,7 \cdot 10^{-13}$ – $6,3 \cdot 10^{-14} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, что характерно для диэлектриков.

Экспериментальная часть. Электрохимический синтез полихелатов осуществляли по методике, описанной в работах [3, 9] в электролизере с диафрагмой и без.

ИК-спектры образцов и продуктов деструкции снимали на приборе UR-20 и «Specord UV-VIS» в вазелиновом масле или в виде прессованных таблеток с бромистым калием. Термогравиметрический анализ соединений проводили на воздухе, на дериватографе фирмы «МОМ» (Венгрия) системы «Паулик-Паулик-Эрдей». Навеска образцов составляла 40-80 мг, скорость повышения температуры 5°/мин.

Изотермическое нагревание образцов проводили в отвакуумированных (10^{-2} Торр) и запаянных стеклянных ампулах в течение 1 ч. Ампулы с образцами помещали в печь, нагретую до необходимой температуры, которая поддерживалась с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$. После нагревания ампулы охлаждали до комнатной температуры, вскрывали и анализировали.

Удельную электропроводность запрессованных под давлением 14-15 МПа образцов полихелатов определяли при помощи омметра Ш-34, с использованием пасты из амальгамы серебра в качестве электропроводящей подложки.

Поли-(бис-(имидазолато)-железо (II)-гидрат). В электролитическую ячейку емкостью 70 мл, снабженную магнитной мешалкой, помещали 50 мл водного раствора, содержащего 1,36 г (0,2 моля) имидазола и 0,18 г (0,003 моля) хлористого натрия. Электролиз проводили при контролируемом потенциале $E = -1,80 \text{ В}$ (х.с.э), начальной плотности тока 15 мА/см^2 , температуре 20-25°C и перемешивании раствора электролита. После пропускания 5,32 Ач электричества опыт заканчивали, осадок отфильтровывали, промывали на фильтре горячим растворителем и сушили при температуре 90-100°C до постоянного веса.

Получено 1,67 г (80,2%) имидазольного полихелата железа (II). Полученный продукт нерастворим в воде и органических растворителях.

В аналогичных условиях получены остальные полихелаты металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдашов Н.Н., Гарповский А.Д., Осипов О.А., Григорьев В.П., Гонтмахер Н.М. – ЖОХ, 1976, N 3, с. 675.
2. Осипов О.А., Богдашов Н.Н., Григорьев В.П., Гарновский А.Д. Способ получения N-металлопроизводных азолов. - А.С. СССР, N 401674. Оpub.Б.И., 1974, N 41.
3. Маргарян К.С., Саргисян С.А., Гавалян В.Б., Асратян Г.В., Киноян Ф.С., Дарбинян Э.Г. – Арм.хим.ж., 1988, N 10, с. 635.
4. Gordes M.M., Walter J.L. – Spectr, acta, 1968, v. 28A, p. 238.
5. Домнива Е.С., Скворцова Г.Г., Глазкова Н.П. и др. – ЖОХ, 1976, N 1, с. 168.

6. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений., М., 1966, с. 214.
7. Оглезнева И.М., Лавренева Л.Г. – ЖНХ, 1985, N 6, с.1473.
8. Аракелян Н.М., Маргарян К.С., Папян С.А., Саргисян С.А. – Арм. хим. ж., 1984, N 8, с. 518.
9. Саргисян С.А., Маргарян К.С., Смбалян А.Г., Мацолян С.Г. – Арм. хим. ж., 1996, N 1-3, с. 165.

Ս.Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ս.Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Կ.Ս. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Ս.Կ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

**ՄԻ ԶԱՆԻ ԵՐԿՎԱԼ ԵՆՏ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԻՄԻԴԱԶՈԼԱՅԻՆ ՊՈԼԻԽԵԼԱՏՆԵՐԻ
ԷԼԵԿՏՐՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ՍԻՆԹԵԶԸ**

Ա մ փ ո փ ո մ

Էլեկտրաքիմիական մեթոդով սինթեզվել են մի քանի երկվալենտ մետաղների իմիդազոլային պոլիխելատներ: Պարզվել է, որ ջրային միջավայրում կոմպլեքսագոյացումը ընթանում է անոդային մարզում: Հետազոտվել են նրանց թերմիկ հատկությունները:

УДК 541.128.13 + 546.215

Գ.Տ. ԳՐԻԳՐՅԱՆ, Ն.Յ.՝ՏԱՐԿԻՅԱՆ, Ա.Ն. ԱԲՐԱՄՅԱՆ, Ջ.Գ. ՏԱՐԿԻՅԱՆ, Գ.Լ. ԳՐԻԳՐՅԱՆ

ВОЗМОЖНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СОЛЕВЫХ ПЕЩЕРАХ С УЧАСТИЕМ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА

Обсуждены некоторые химические процессы, которые могут протекать на стенах солевых пещер с участием пероксида водорода. Среди них особое место занимает реакция пероксида водорода с веществом поверхности, в ходе которой происходит переход соли в газовую фазу в "сверхравновесных" концентрациях. В тех пещерах, где существует возможность протекания таких процессов, лечебные свойства воздуха внутри них необходимо представить с учетом этих факторов.

Пещеры находятся в постоянном контакте с открытой атмосферой, однако такой контакт слаб и существенно не нарушает их материальный и энергетический баланс. С другой стороны, процессы в них протекают на протяжении длительных периодов времени и всегда находятся в состоянии равновесия, с какой бы малой скоростью они не протекали. Следовательно, пещеры можно считать большими, и почти изолированными реакторами с постоянными параметрами протекающих в них процессов.

Стены пещер обычно содержат различные соединения, даже если они состоят из одного основного вещества, например, каменной соли. Их поверхность в определенных условиях может служить активной средой для протекания химических процессов. В зависимости от состава воздуха в пещерах на поверхности могут протекать те или иные химические реакции. К сожалению, спелеохимия делает первые шаги в этом направлении. Многие из этих процессов неизвестны или изучены недостаточно хорошо. Правда, в последние годы наблюдается возросший интерес к этим проблемам [1].

В данной работе на примере простого соединения – пероксида водорода – попытаемся представить некоторые реакции, которые могут протекать в пещерах, стены которых состоят из солей. Образование H_2O_2 в пещерах можно представить различным образом. Одним из возможных путей является окисление органических соединений в гниющих растениях и живых организмах.

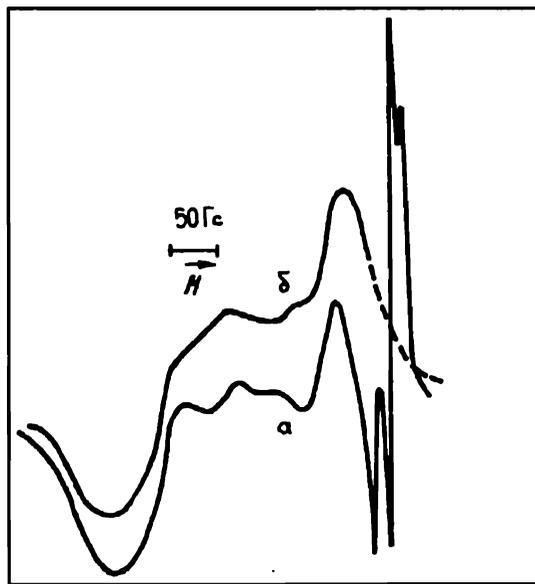
Как показали наши исследования [2-6], реакции с участием H_2O_2 протекают с заметной скоростью при очень низких количествах пероксида водорода (H_2O_2 : воздух = 10^{-6}). Следовательно, наличие в пещерах незначительных количеств H_2O_2 будет достаточным для протекания некоторых процессов.

ЭПР измерения [6] показали, что при распаде паров H_2O_2 на сравнительно пассивных поверхностях (стекло, SiO_2 , Al_2O_3 и др.) образуются радикалы $\dot{O}H$ и $H\dot{O}_2$. В случае активных оксидов (например, на ZnO) образуются также ионы O_2^- . В работе [7] распад паров H_2O_2 на оксидах переходных металлов представлен элементарными актами с участием только ионов O^- , O_2^- , HO^- и HO_2^- . Однако наши исследования показали [8], что гетерогенный распад H_2O_2 , независимо от природы поверхности, всегда сопровождается переходом радикалов $H\dot{O}_2$ в объем газа. Исключения составляют некоторые вещества, с которыми H_2O_2 вступает в непосредственную химическую реакцию. На основании этих данных мы полагаем, что на сравни-

тельно активных поверхностях разложение H_2O_2 протекает по ионнорадикальному механизму, и наряду с предлагаемыми авторами [7] реакциями ионных форм в механизм процесса необходимо включить также реакции с участием радикалов $\dot{\text{O}}\text{H}$ и $\text{H}\dot{\text{O}}_2$. В случае пассивных поверхностей (оксиды-изоляторы) механизм распада паров H_2O_2 представляется [8] чисто радикальным механизмом.

Адсорбированные на поверхности промежуточные частицы, образовавшиеся из распада H_2O_2 , обладают высокой химической активностью. С их участием протекают различные реакции, порой трудно протекающие в других условиях [6,9].

С точки зрения спелеохимии определенный интерес представляют процессы, в ходе которых пары H_2O_2 или фрагменты его распада непосредственно реагируют с твердыми соединениями. Здесь прежде всего заслуживают внимания реакции, при которых кристаллические вещества переходят в газовую фазу в "сверхравновесных" количествах (на 3+4 порядка выше, чем их равновесная концентрация) [10, 11]. Это явление впервые было обнаружено при изучении влияния матричной среды на характеристики спектров ЭПР вымороженных из газовой среды радикалов HO_2 , полученных при распаде H_2O_2 на галогенидах [4]. Показано, что некоторое количество кристаллической соли под влиянием паров H_2O_2 переходит в объем газа и затем при 77 К конденсируется вместе с другими компонентами в узле вымораживания радикалов. На рисунке представлен сигнал ЭПР, полученный при распаде H_2O_2 на CuCl_2 (давление H_2O_2 в потоке составляет примерно 13 Па, температура соли в реакторе – 420+450 К, время прохождения H_2O_2 через реактор – 10^{-3} с).



Спектры ЭПР: а – полученный при распаде паров H_2O_2 на поверхности CuCl_2 ; б – тот же спектр, полученный при повышении температуры матрицы на 80 градусов с последующим охлаждением до 77 К.

Спектр на рисунке (а) представляет собой наложенные сигналы ионов Cu^{2+} и радикалов HO_2 . Когда температура матрицы поднимается с 77 К на 80 градусов (в этих условиях радикалы HO_2 быстро рекомбинируют), регистрируется только сигнал иона Cu^{2+} (б). Эти данные свидетельствуют, что в матрице присутствует некоторое количество CuCl_2 , которое по расчетам в 10^4 раз больше, чем равновесная концентрация соли в газовой фазе в отсутствие H_2O_2 . Это позволяет заключить, что распад паров H_2O_2 на поверхности CuCl_2 сопровождается переходом соли из твер-

дого состояния в газовую фазу в "сверхравновесных" концентрациях. Этот вывод подтвердился в дальнейших исследованиях [10].

Кинетические и термодинамические измерения показали, что фазовый переход обусловлен образованием нового соединения [12]. В результате взаимодействия H_2O_2 и кристаллической соли на поверхности образуется комплексное соединение X, которое, переходя в газовую фазу, проявляет значительную стабильность. При дальнейшем распаде комплекса (на поверхности, в газовой и жидкой фазах) всегда выделяется исходное соединение (соль).

В результате взаимодействия H_2O_2 с галогенидами металлов (MeHal) могут образовываться различные соединения [10], каждое из которых (напр. MeOH, X, $HalO_2$ и др.), в свою очередь, способно взаимодействовать с другими молекулами, если, конечно, таковые присутствуют в системе.

В зависимости от того, какова температура и состав воздуха, из какого вещества состоят стены пещеры (оксид, соль, другие соединения), возможно протекание самых различных реакций. Не останавливаясь на процессах, протекающих в глубинных пещерах (при высоких температурах и давлениях), отметим лишь, что в них число реакций будет сравнительно больше, чем протекающих в пещерах, расположенных ближе к поверхности земли. В последних, где температура и давление воздуха близки к условиям открытой атмосферы, может иметь место лишь ограниченное число реакций. Например, в пещерах, стены которых состоят в основном из NaCl, могут протекать гетерогенные процессы, приводящие к образованию, кроме H_2O_2 и O_2 , также и соединения X, радикалов HO_2 и т.д. Часть радикалов HO_2 и молекул комплексного соединения X переходит в газовую фазу. Несмотря на то, что скорость подобной реакции невелика, протекая в течение многих лет и веков, она достигает равновесия, вследствие чего концентрация X, следовательно, и количество соли в газовой фазе могут достичь ощутимых величин.

Явление перехода кристаллических соединений в газовую фазу в "сверхравновесных" концентрациях очень важно для понимания лечебных свойств солевых пещер. Известно, что такие пещеры оказывают благотворное влияние при лечении определенных заболеваний. Широко распространено лечение респираторных заболеваний в солевых пещерах. Считается, что подобные свойства вызваны наличием высоких концентраций солей в атмосфере пещер. Например, равновесная концентрация NaCl в газовой фазе при комнатной температуре составляет примерно 10^6 молекул/см³ [11].

Необходимо отметить, что в случае комплексного соединения X, образующегося при взаимодействии H_2O_2 с кристаллическим NaCl, равновесная концентрация в газовой фазе достигает значения 10^{12} молекул/см³. Если учесть, что при разложении X всегда выделяется исходная кристаллическая соль, то концентрацию последней в газовой фазе можно считать равной концентрации соединения X. Это будет обеспечивать проникновение в организм большего количества соли, чем в отсутствие вышеуказанного процесса. Не исключена возможность более эффективного влияния самого комплекса X на лечебный процесс. Эти вопросы нуждаются в глубоком и многостороннем изучении.

Таким образом, в тех солевых пещерах, где возможно присутствие H_2O_2 , необходимо пересмотреть механизм действия соли в процессе его лечебного действия на организм человека.

Кафедра катализа

Поступила 17.09.1997

ЛИТЕРАТУРА

1. The tesises of the reports of the International symposium on physical, chemical and hydrological research of cave. Kosice, Czechoslovakia, 1998.
2. Григорян Г.Л., Налбандян А.Б. - ДАН СССР, 1977, т.235, №2, с. 381.
3. Минасян В.Т., Григорян Г.Л., Налбандян А.Б. - Арм. хим. ж., 1978, т.31, №1, с.45.
4. Саркисян Э.Г., Григорян Г.Л., Налбандян А.Б. - ДАН СССР, 1980, т.235, №3, с.648.

5. Арутюнян А.Ж., Григорян Г.Л., Налбандян А.Б. - Кин. и кат., 1986, т.27, №6, с.1352.
6. Арутюнян А.Ж., Газарян Г.К., Гарибян Т.А., Григорян Г.Л., Налбандян А.Б. - Кин. и кат., 1988, т.29, №4, с.880.
7. Hart A.B., Mcfadyen J., Ross R.A. - Trans. Far. Soc., 1963, v.59, №4866, p.1458.
8. Григорян Г.Л. - Хим. ж. Арменин, 1996, т.49, №4, с.118.
9. Элчян А.М., Григорян Г.Л. - Химическая физика, 1990, т.9, №5, с.639.
10. Абрамян А.Н., Григорян Г.Л., Налбандян А.Б. - ДАН СССР, 1986, т.289, №4, с.896.
11. Справочник химика, М.-Л.: Химия, 1962, т.1, с.682.
12. Саркисян Н.Я., Абрамян А.Н., Григорян Г.Л. - ЖФХ, 1990, т.64, с.2548.

Գ. Ս. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ն.Յա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ա.Ն. ԱՐԱՍՅԱՆ, Է.Գ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Գ.Լ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՀՆԱՐԱՎՈՐ ԶԻՄԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԸ ՋՐԱԾՆԻ ՊԵՐՕՔՍԻԴԻ
ՄԱՍՆԱԿՑՈՒԹՅԱՄԲ ԱՂԱՅԻՆ ԶԱՐԱՆՁԱՎՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Զննարկված են որոշ քիմիական պրոցեսներ, որոնք կարող են ընթանալ աղային քարանձավների պատերի վրա ջրածնի պերօքսիդի մասնակցությամբ: Նրանց մեջ առանձնահատուկ տեղ է զբաղում ջրածնի պերօքսիդի ռեակցիան մակերևույթի նյութի հետ, որի ընթացքում տեղի է ունենում աղի անցում զազային ֆազ «գերհավասարակշռական» քանակներով: Այն քարանձավներում, որտեղ հնարավոր է նման պրոցես, օդի բուժիչ հատկությունները պետք է ներկայացնել մաս առ ազդակներով:

УДК 546.+548.6+542.0

Р.В. КАЛАГОВА, А.И. МАРТИРЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ Ce-Fe

Исследованы состав и структура интерметаллических соединений церия с железом в области от 10 до 33 атм.% церия. Приведена диаграмма состояния системы *Ce-Fe* в области исследуемых концентраций церия. Предложено для повышения магнитострикции и механических свойств сплава *Ce-Fe* сплавление компонентов проводить с более высоким содержанием церия, чем при стехиометрическом составе. Проведена сравнительная оценка магнитострикции, σ раст. и σ сжат. известного сплава $CeFe_2$ и сплава состава $Ce_{1-x}Fe_{2-x}$ с дополнительно упрочняющей фазой типа $CeCu_2$.

Известен интерес к сплавам на основе интерметаллических соединений редкоземельных металлов (РЗМ) с компонентами триады железа, превосходящих по своим характеристикам используемые в промышленности железо-кобальтовые и платино-кобальтовые магниты.

Наиболее эффективными для этой цели являются интерметаллические соединения кобальта с легкими РЗМ - такие, как $SmCo_5$, $NdCo_5$, $PrCo_5$ [1] и Sm_2Co_{17} , содержащие незначительные добавки железа и марганца [2]. Высокие значения величины намагниченности, магнитной анизотропии и магнитострикции, свойственные чистым РЗМ в твердом состоянии, сохраняются "в определенной мере" в их интерметаллических соединениях с переходными металлами до более высоких температур. Именно это свойство делает материалы на основе РЗМ перспективными для использования в различных областях науки и техники.

В настоящей статье был проведен кристаллохимический анализ двойных интерметаллических соединений наиболее лёгкого (среди РЗМ) и дешевого церия с железом, осуществлена сопоставительная оценка полученных результатов с существующими в литературе и показана возможность получения на основе сплава *Ce-Fe* материала с высоким значением магнитострикции.

Экспериментальная часть. Для построения фазовых равновесий и изучения физико-химических свойств системы *Ce-Fe* были приготовлены сплавы с содержанием церия 10, 16, 30 и 33 атм. %. В качестве исходных компонентов использовались железо карбонильное (99,95 масс. % *Fe*) и церий электролитический (99,56 мас. % *Ce*). Смесь двух предварительно спрессованных компонентов заданного состава сплавляли в электродуговой печи с нерасходуемым вольфрамовым электродом на медном водоохлаждаемом поде в атмосфере аргона. Гомогенизационный отжиг проводился в двойных вакуумированных кварцевых ампулах (остаточное давление 10^{-4} мм. рт.ст.) в течение 800 ч при $1000^\circ C$ и в течение 800 ч при $500^\circ C$. Для проведения отжига использовались автоматические трубчатые печи сопротивления, температура отжига поддерживалась постоянно с точностью до $\pm 0,5^\circ C$ при помощи терморегулятора ВРТ-2. Закалка образцов проводилась с $773^\circ K$ в ледяной

воде. Достижение равновесного состояния контролировалось методами рентгенофазового и микроструктурного анализа [3]. О полной гомогенизации образцов свидетельствовали отсутствие уширения пиков на дифрактограммах и неизменность микроструктур при повторных отжигах.

Были также получены образцы сплавов, в которых перед началом термообработки на поверхности слитка создавался тонкий слой из третьего металла, образующего эвтектику с церием, у которого более низкая температура эвтектического перехода, чем у исходных компонентов. Для этого из исходной шихты состава $Ce_{1+x}Fe_{2-x}$ ($x \leq 0,2 + 0,25$) вышеуказанным способом получают отливки с более высоким содержанием церия, чем при стехиометрическом составе. Затем их расплавляют в изложнице, поверхность которой предварительно плотно выстилают медной фольгой толщиной 50 мкм. При взаимодействии расплава с медной фольгой на приповерхностном слое слитка образуется соединение типа $Ce-Fe-Cu$. Термообработка полученного сплава оказывается более мягкой и проводится при температуре, значительно ниже $1000^\circ C$, с тем, чтобы медь из поверхностного слоя могла проникнуть внутрь слитка преимущественно за счет диффузии по границам зерен и образования дополнительной упрочняющей фазы типа $CeCu_2$ [4].

Рентгенофазовый анализ был выполнен при помощи дифрактометра *HLG-4B* на кобальтовом K_α -фильтрованном излучении.

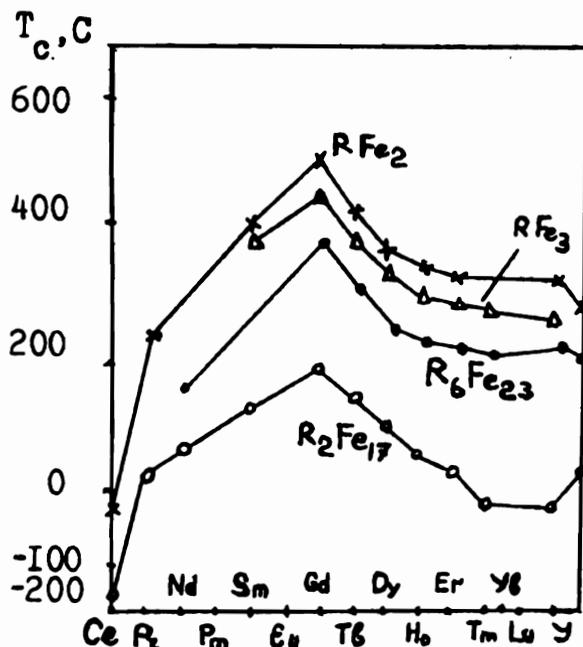
Обсуждение результатов. Первые исследования диаграмм состояния системы $Ce-Fe$, выполненные в [5], установили существование двух соединений $CeFe_3$ и $CeFe_2$ (фаза Лавеса). В [6] было проведено исследование сплавов в области до 5% (по массе) церия и получена часть диаграммы состояния, богатая железом. Установлены образование фаз $CeFe_3$ и $CeFe_2$ и незначительная растворимость Ce в α - и γ -железе (менее 0,04 атм.%). Дальнейшими исследованиями было показано, что истинный состав промежуточной фазы $CeFe_3$ находится в интервале 87,5–89,5 атм.% железа и соответствует фазе Ce_2Fe_{17} [7]. В [8,9] приведен сравнительный анализ данных по системе $Ce-Fe$, опубликованных в литературе и взятых нами за основу. Результаты наших исследований показали, что в области от 10 до 33 атм.% Ce фаза $CeFe_3$ не образуется, что согласуется с данными, приведенными в [10]. Из образующихся по перитектической реакции фаз наиболее характерной для РЗМ и компонентов триады железа является фаза Лавеса с отношением радиусов РЗМ и переходного металла 1,225 : 1, причем стабильность этих соединений определяется не только геометрическим фактором, но и их электронной структурой [11, 12]. Известно, что $CeFe_2$ соответствует типу $MgCu_2$, который реализуется при концентрации 1,33–1,83 эл./атом [13]. Образующееся в системе $Ce-Fe$ еще одно характерное соединение Ce_2Fe_{17} имеет две полиморфные модификации с родственными структурами типа Th_2Ni_{17} или Th_2Zn_{17} . Кристаллографические характеристики интерметаллических соединений приведены в табл. 1

Известно, что железо, как и кобальт, при сплавлении с легкими РЗМ упорядочивается ферромагнитно. Наиболее сложны соединения с церием из-за легкости перехода этого элемента в твердофазных превращениях в немагнитное четырехвалентное состояние. В то же время двойные интерметаллиды Co с первой половиной ряда лантаноидов, т.е. с менее магнитными РЗМ или даже, немагнитными, как лантан и иттрий, обладают высокими значениями $\mu''\mu'$ и температур Кюри, причем последние почти не зависят от того, какой РЗМ входит в соединение.

Таблица 1
Кристаллографические характеристики интерметаллических соединений церия с железом

Система	ИМС	Способ образования	Т, К	Структура		Периоды решетки	
				система	тип		
Ce-Fe	Fe ₂ Ce	перитектический	1205	кубич.	MgCu ₂	0,7302	-
	α-Fe ₁₇ Ce ₂	перитектический	1341	гексагон.	Th ₂ Ni ₁₇	0,8490	0,8281
	β-Fe ₁₇ Ce ₂	вследствие превращения в твердый состав	не установлена	ромбоэдр.	Th ₂ Zn ₁₇	0,8493	1,241

При этом в области низких концентраций РЗМ, т.е. в соединениях, богатых кобальтом, температуры Кюри быстро достигают значения, соответствующего металлическому кобальту [15]. По сравнению с этой моделью температуры Кюри в



Зависимость температур Кюри от содержания железа в системе РЗМ - Fe.

системе Ce-Fe уменьшаются при увеличении содержания железа (см. рис.). Предполагается, что аномальное поведение железа в сплавах с РЗМ обусловлено такими эффектами, как изменение координационного числа и межатомных расстояний [16].

Таблица 2
Значения магнитоstriction и механических свойств сплавы на основе церия и железа

Состав образца	$\lambda \cdot 10^{-4}, \text{с.м}$	$\sigma_{\text{рост.}}, \text{МПа}$	$\sigma_{\text{сжат.}}, \text{МПа}$
CeFe	1200	3-4	100-120
Ce _{1,1} Fe _{1,9} (медь)	1280	100-200	400

Примечание: λ - продольная магнитоstriction при $H = 1600 \text{ кА/М}$; $\sigma_{\text{рост.}}$ - прочность на разрыв; $\sigma_{\text{сжат.}}$ - прочность на сжатие при 60 МПа.

В табл. 2 приводятся магнитоупругие и механические свойства интерметаллического соединения церия с железом типа $CeFe_2$, где более высокие значения магнитострикции достигаются сплавлением компонентов с более высоким соотношением церия, чем при стехиометрическом составе, за счет упрочняющей фазы $CeCu_2$ по технологии, приведенной в экспериментальной части.

Кафедра катализа

Поступила 29.05.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. СССР № 384922, 1973.
2. А. с. СССР № 521334, 1976.
3. Калагова Р.В. - Цветная металлургия, 1986, с.122-124.
4. А. с. СССР № 1478260, Б. И. СССР, 1989, № 17.
5. Vogel R., Zeltsch F. Report on the crystal structure of iron alloys. - Anorg. Chemie, 1917, v. 29, № 1, p. 25-49.
6. Jepson J. O., Duwez P. Cerium -Iron phase diagram in iron - rich part II. - Trans ASM, 1955, v. 47, p. 543-553.
7. Заречнюк О.С., Крипьякевич П. И. - Кристаллография, 1962, т. 7, № 4, с. 543-544.
8. Gschneidner K.A., Verkade M.E. Celoced Cerium phase diagrams.- Rare Earth Inf. Center, Energy Minerals Resources Res. Inst., Iowa state Univ., 1974.
9. Баньных О.А. и др. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа М.: Металлургия, 1986, с. 325.
10. Darlet M.P., Molthuis T.T., Piskus M.R. The Terbium - iron phase diagram.- T. Less - Common. Met., 1976, v. 45, p. 91.
11. Лавес Ф. Кристаллическая структура и размеры атомов.- В сб.: Теория фаз в сплавах. М.: Металлургияиздат, 1961, с. 139-161.
12. Пирсон У. Кристаллохимия и физика металлов и сплавов. М.: Мир, 1977, т. 1-2, с.415-470.
13. Laves F., Witte H. Der einfluss von valen relectronen auf die Kristallstruktur ternarer Mg - legierungen.- Metallwirtschaft, 1936, v. 15, p. 840-858.
14. Lemaire R. Etude termomagnetique d'autres composés du systeme metal de terres rares - cobalt.- Cobalt, 1966, № 33, p. 201.
15. Дерягин А.Б., Кудреватых Н. Б., Башков Ю. Ф. Магнитные свойства и магнитокристаллическая анизотропия интерметаллических соединений R_2CO_{17} -В кн.: Труды межд. конф. по магнетизму. МКМ-73. М.: Наука, 1974, с. 223-225.
16. Buschow K.H.J., van der Goot A.S. Phase relatins, cristal structures and magnetic properties of erbium - iron compounds.- Phys. State Sol., 1969, v. 35, p. 515.

Ռ.Վ. ԿԱԼԱԳՈՎԱ, Ա.Ի. ՄԱՐՏԻՐՅԱՆ

Ce-Fe ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրված է ցերիումի և երկաթի ինտերմետաղական միացության բաղադրությունը և կառուցվածքը ցերիումի 10-ից մինչև 33 ատոմ. % ցերիումի պարունակության մարզում: Բերված է $Ce-Fe$ համակարգի վիճակի դիագրաման քննարկվող կոնցենտրացիաների մարզում: Ենթադրված է, որ բաղադրիչների հալումը ցերիումի չափելի մեծ պարունակությամբ, քան ստեխիոմետրական բաղադրությունում է, հանգեցնում է $Ce-Fe$ համաձուլվածքի մեխանիկական հատկությունների ավելացմանը և մագնիսատրիկցիայի բարձրացմանը: Բերված են $CeFe_2$ հայտնի համաձուլվածքի և $CeCu_2$ տիպի լրացուցիչ ամրապնդող ֆազով $Ce_{1+x}Fe_{2-x}$ համաձուլվածքի մագնիսատրիկցիայի, $\sigma_{\mu\text{զման}}$ և $\sigma_{սեղման}$ համեմատական զնահատումները:

УДК 541.183: 549.67

Л.Г. АРУСТАМОВА, Б.В. ЕРИЦЯН, Д.С. ГАЙБАКЯН, М.М. СТЕПАНЯН

КЛИНОПТИЛОЛИТЫ КАК СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛИ И АККУМУЛЯТОРЫ ПИТАНИЯ ПОЧВ

Проведены исследования по модифицированию клиноптилолитсодержащих туфов месторождения "Нор-Кохб" Тавушской области Армении. Получены аммонийные и K^+ - обогащенные формы клиноптилолита различной степени замещения. Предложено использовать их смесь в качестве удобрения длительного действия.

Клиноптилолит является наиболее распространенным высококремнистым цеолитом, образующим крупные месторождения.

Высокая термостойкость и кислотостойкость, селективность в отношении сорбции и обмена крупных катионов щелочных, щелочноземельных, редкоземельных и некоторых тяжелых металлов, а также молекулярно-ситовые свойства клиноптилолита обусловили возможность их экономически выгодного применения в различных областях промышленности [1]. За последние десятилетия в этой области накоплен большой экспериментальный материал [2].

Кристаллическая структура клиноптилолита не установлена. В большинстве случаев ее отождествляют со структурой гейландита, хотя различия этих природных цеолитов [3] связаны не только с их составом, но и свойствами. Наиболее вероятная кристаллохимическая формула клиноптилолита – $(Na,K)_4CaAl_6Si_{30}O_{72} \cdot 24H_2O$ [4].

Термогравиметрические исследования показывают, что максимум удаления воды из клиноптилолита достигается при $170^\circ C$. Нагрев клиноптилолита выше $450^\circ C$ приводит к последовательному уменьшению его регидратации, связанной с частичным разрушением решетки цеолита. После нагрева до $750^\circ C$ клиноптилолит теряет свои адсорбционные свойства относительно воды.

Известно, что клиноптилолитсодержащие туфы имеют обменную емкость около 2 мг.экв/г и содержат до 14-15 мас.% цеолитовой воды. Общая влагоемкость за счет вторичной пористой структуры достигает 35 мас.% [5,6]. Поэтому внесение клиноптилолита в почву позволяет увеличить обменную емкость и влагоемкость её неплодородных типов (дерново-подзолистых, супесчаных, песчаных), т.е. использовать его в качестве действенного резерва почвенной влаги.

Высокие кинетические свойства обменных реакций клиноптилолита значительно превышают скорость ионного обмена глинистых минералов, определяющих, как правило, обменную емкость почв.

Свойства клиноптилолита, приводящие к нейтрализации кислых растворов, при его употреблении снижают кислотность почв.

Данные вегетационных опытов [5-7] по выращиванию ячменя достаточно убедительно иллюстрируют влияние клиноптилолита на урожайность зерновых культур.

В настоящей статье приводятся результаты по исследованию клиноптилолитсодержащих пород месторождения "Нор-Кохб" Тавушской области Армении и по-

казана возможность использования природных и модифицированных форм клиноптилолита в качестве компонентов минеральных удобрений.

Экспериментальная часть. Высокое содержание клиноптилолита (65-90 мас.%) месторождения "Нор-Кохб" позволяет в некоторых случаях, напр., при применении его в качестве структурообразователя почв, использовать их без предварительного обогащения, в то время как сопутствующие примеси в основном являются инертными минералами. К ним относятся: кварц, полевые шпаты, биотит и вулканическое стекло. Исключение составляет монтмориллонит, обладающий обменными свойствами.

В табл. 1 приводятся результаты сопоставительного исследования содержания клиноптилолита для серии образцов месторождения "Нор-Кохб" методами ЯМР и рентгено-фазового анализа.

Таблица 1

Содержание клиноптилолита в образцах месторождения "Нор-Кохб"

Метод определения	Клиноптилолит, для серии образцов, мас.%			
	1	2	3	4
ЯМР	96	90	98	96
Рентгено-фазовый анализ	85	85	94	92

Наблюдаемое завышение содержания клиноптилолита по данным ЯМР связано с невозможностью определения содержания таких минералов, как кварц, полевые шпаты и др., присутствующие в исследуемых образцах.

В 1996-1997 гг. на основе клиноптилолита и аммиачной селитры было получено смешанное удобрение "ЦЕОСЕЛИТ" (смешанное азотное удобрение медленного действия "ЦЕОСЕЛИТ" ТУ РА 00809697 0754-97), прошедшее успешные испытания на полях республики, в частности в Массиской, Арагатской, Иджеванской и других областях.

Ввиду того что клиноптилолит обладает высокой селективностью к катионам K^+ и NH_4^+ , являющимся основными компонентами минеральных удобрений, представлялось целесообразным провести исследования по получению аммонийных форм и K^+ -обогащенных клиноптилолитов с различной степенью замещения. Это позволило бы значительно улучшить качество "ЦЕОСЕЛИТА", дополнительно обеспечить постепенный переход катионов аммония и калия в почву и длительность действия удобрения.

Модифицирование проводилось в мягких условиях при комнатной температуре. Для этого клиноптилолит с гранулами 0,5-1мм обрабатывали 0,5 н раствором NH_4Cl (NH_4NO_3) в течение 1ч при взбалтывании, причем обработка 1-, 3-, 5- и 10-кратная. Полученный продукт промывали до отрицательной реакции на NO_3^- . Результаты проведенных исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав аммонийных форм клиноптилолитсодержащей породы

Образец	Окисные компоненты, % вес.						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
исходный	67,59	12,05	2,50	5,0	2,5	3,4	2,8
аммонийсодержаш. -1	60,70	10,30	2,45	3,5	2,3	1,2	1,35
"- -3	62,15	11,20	2,45	3,2	2,3	1,05	0,85
"- -5	62,78	11,95	2,45	2,85	2,3	0,95	0,65
"- -10	63,40	11,45	2,45	2,15	2,3	0,72	0,54

* 1-, 3-, 5-, 10-кратность обработки.

Аналогично в табл. 3 приводятся данные по обогащению клиноптилолита калием.

Модификация проводилась катионным обменом гранул клиноптилолита зернением 0,5-1,0 мм водным раствором нитрата калия при комнатной температуре и взбалтывании. Продолжительность каждой обработки 1 час.

Таблица 3

Химический состав клиноптилолитсодержащей породы, обогащенной калием

Образец	Окисные компоненты, % вес.		
	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Природный	5,0	3,4	2,8
К-обогащенный* -1	3,53	1,12	7,74
"- -3	1,70	0,95	8,62

* 1-, 3-кратность обработки 0,5 Н раствором KNO₃. Данные по составу окисных компонентов приведены в табл.2.

Замещение аммонием происходит в основном за счет вытеснения калия, натрия и в меньшей степени кальция; при получении K⁺-обогащенного клиноптилолита замещение калием происходит легче и быстрее, при этом практически в одинаковой степени замещаются катионы кальция и натрия.

Сочетания аммонийного и калийобогащенного клиноптилолитов можно рассматривать как эффективное удобрение длительного действия. Оно может быть усилено добавками минеральных удобрений.

Рекомендуется аммонийную форму клиноптилолита получать на Ереванской станции азрации при адсорбционной (цеолитовой) очистке городских стоков от аммонийного азота.

НПП "Диатомит", ЕГУ

Поступила 20.02.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Клиноптилолит.- Тр. симпозиума по вопросам исследования и применения клиноптилолита. Тбилиси, 1974.
2. Челищев Н.Ф., Бернштейн В.Г. Клиноптилолит. Серия 4, ОЦНТИ, М.: ВИЭМС, 1974.
3. Breck D.W. Zeolite Molecular Sieves. A. Wiley Interscience Publication. New-York, 1974.
4. Кальцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984, с.88.
5. Челищев Н.Ф., Челищева Р.В. Использование природных цеолитов. - Вестник с/х наук, 1978, № 2.
6. Челищев Н.Ф., Бернштейн Б.Г., Смола В.И. Использование природных цеолитов. М.: ВИЭМС, 1977, с.53.
7. Челищев Н.Ф., Челищева Р.В. Способ получения удобрения длительного действия. А.С. СССР, № 763310. Опублик. в №3, БИ, 1978, с.231.

Լ.Գ. ԱՌՈՒՏԱՄՈՎԱ, Բ. Վ. ԵՐԻՅԱՆ, Դ.Ս. ԳԱՅՐԱՎՅԱՆ, Մ.Մ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

ԿԼԻՆՈՊՏԻԼՈԼԻՏՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾ ՔԱՈՒԱԶԱՏՆՈՂՆԵՐ
ԵՎ ՀՈԳԻ ՄՆՈՒՑՄԱՆ ՍԱՐՏԿՈՏՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ո ս

Հետազոտվել է ՀՀ Տավուշի մարզի «Նոր-Կողբ» տեղանքի կլինոպտիլոլիտ պարունակող տուֆերի մոդիֆիկացումը: Ստացվել են տարբեր աստիճանի տեղակալված կլինոպտիլոլիտների ամոնիումով և K⁺ - հարստացված ձևեր և առաջարկվել է դրանց խառնուրդի օգտագործումը որպես երկարատև գործունեությամբ պարարտանյութ:

Կ Ե Ն Ս Ի Մ Ք Մ Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

УДК 6/2 11/12-616.15.092

Մ.Վ. ՆԱԴԻՐՅԱՆ, Ս.Վ. ԱՄԻՐՅԱՆ

**ՏԵՄԱԹՄԻ ՄԵԴԻՈԴՈՐՄԱԼ ԿՈՐԻՉԻ ՑԱԾԸ
ՀԱՃԱՆՈՒԹՅԱՄԲ ԷԼԵԿՏՐԱՆԹԱՆՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՐՅԱՆ
ՄԱԿԱՐԴՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ՎՐԱ**

Կենդանի օրգանիզմների զարգացումը, սկսած նրա ի հայտ գալու առաջին օրերից, ընթանում է նյութափոխանակության պրոցեսների բարդացման ճանապարհով: Արտաքին միջավայրի պայմաններին հարմարվելու պրոցեսում կարևոր նշանակություն ունի պաշտպանողական մեխանիզմների ձևավորումը, որոնց թվին է պատկանում արյան մակարդումը: Արյան մակարդումը որպես պաշտպանողական երկրորդային հարմարանք անհրաժեշտ է ներքին միջավայրի կայունությունն ապահովելու համար:

Արյան մակարդելիության կենտրոնական կարգավորման հարցերի լուծման գործում մեծ ավանդ են ներդրել Հ.Ա. Մարկոսյանը և Բ.Ա. Կուրոյաշովը [1,2]:

Հայտնի է, որ արյան մակարդելիության համակարգը, ինչպես ցանկացած ֆիզիոլոգիական համակարգ, կարող է իրականացնել իր բնականոն ֆունկցիան միայն կենտրոնական նյարդային համակարգի կարգավորիչ ազդեցության, հակադարձ ինֆորմացիայի անընդհատության պայմաններում:

Արյան մակարդելիության կարգավորման գործում մեծ տեղ է հատկացվում հատկապես վեգետատիվ բարձրագույն կենտրոնների (ենթատեսաթմբի, տեսաթմբի, նշահամալիրի, կապույտ բծի) ազդեցությանը:

Մեյ աշխատանքի նպատակն էր ուսումնասիրել ընդերային ֆունկցիաների կարգավորման գործում կարևոր կառուցվածքներից մեկի՝ տեսաթմբի մասնակցությունը արյան մակարդման պրոցեսի կարգավորման մեխանիզմում:

Նյութը և մեթոդները: Փորձերը կատարվել են սեռահասուն, 2-3 կգ կշիռ ունեցող ճագարների վրա: Անզգայացման համար օգտագործվել է նեմբուտալ (40 մգ 1կգ կշռին), որը ներարկվել է ներորովայնային եղանակով: Ստերեօտաքսիկ սարքի միջոցով, օգտվելով Ե. Ֆիֆկովայի և Ջ. Մարշալի առաջից [3], կոնստանտանե էլեկտրոդը ներմղվել է տեսաթմբի մեղիտորսալ (MD) կորիզ հետևյալ կոորդինատներով. $F = +4$, $L = 1,4$, $V = 10,5$: Էլեկտրոդն ամրացվել է պրոտակրիլի օգնությամբ: Որպես չեզոք էլեկտրոդ օգտագործվել է զանգոսկրի մեջ տեղադրված ամրակլ: Փորձերը սկսվել են վիրահատությունից 10 օր հետո: Էլեկտրական խթանումը կատարվել է ուղղանկյուն հոսանքի իմպուլսներով. ամպլիտուդը՝ 10-15 Վ, հաճախությունը՝ 5 Հց, տևողությունը՝ 30 վ: Ուսումնասիրվել են արյան մակարդելիության համակարգի կենսաքիմիական ցուցանիշների հետխթանային փոփոխությունները 5, 45, 90 և 120-րդ րոպեներին՝ ելակետային ցուցանիշները ստանալուց հետո: Արյան մակարդելիության կենսաքիմիական ցուցանիշներից ուսումնասիրվել են. ռեկալցիֆիկացիայի ժամանակը [4], պրոթրոմբինային ժամանակը [5], ազատ հեպարինի կոնցենտրացիան [6], ֆիբրինոգենի կոնցենտրացիան [7] և ֆիբրինալուծակտիվությունը չոր օդային եղանակով: Ստացված տվյալները ենթարկվել են

վիճակագրական վերլուծության և հաշվարկվել են տվյալների հավաստիության սահմանները [8]:

Ստացված արդյունքները և դրանց քննարկումը: Մեր կողմից հետազոտվել է տեսաքննի MD կորիզի ցածր հաճախությամբ էլեկտրախթանման ազդեցությունը արյան մակարդեղիտության կենսաքիմիական որոշ ցուցանիշների փոփոխման վրա (տե՛ս աղյուսակ):

Արյան մակարդեղիտության կենսաքիմիական որոշ ցուցանիշների փոփոխությունը

Գործոններ	Ռեկալցիֆիկացիայի ժամանակը (վ)		Պրոթրոմբինային ժամանակը (վ) և պրոթրոմբինի կոնցենտրացիան (%)		Ազատ հեպարինի առաջացման ժամանակը (վ) և կոնցենտրացիան (%)		Ֆաբրինոգենի կոնցենտրացիան (մգ %)		Ֆիբրինալիտ ալտիվությունը (%)	
Ելակետային	141.0	2.81	30.97	0.98 100%	4.75	0.46 100%	296.43	9.20	30.50	0.87
5	157.0	6.42	39.50	1.07 78.4%	7.48	0.24 157.5%	245.62	10.72	26.98	1.20
p <	0.05		0.001		0.02		0.01		0.05	
45	171.0	2.83	51.49	0.01 60.15%	9.61	0.20 202.3%	201.48	5.41	22.13	0.88
p <	0.05		0.001		0.05		0.01		0.01	
90	150.22	1.70	42.42	0.72 73.0%	8.03	0.22 169.0%	227.33	17.86	24.11	0.65
p <	0.001		0.01		0.001		0.05		0.02	
120	139.34	2.83	32.43	0.79 95.5%	6.08	0.29 128.0%	282.0	9.35	29.94	0.73
p <	0.01		0.001		0.05		0.05		0.001	

Ռեկալցիֆիկացիայի ժամանակը, որն ընդհանուր պատկեր է տալիս արյան մակարդան պրոցեսի արագության մասին, էլեկտրախթանումից 5 րոպե հետո աճում է 16 վ-ով, որից հետո շարունակում է աճել՝ իր առավելագույն մեծությանը հասնելով հետխթանային շրջանի 45-րդ րոպեին: Այնուհետև այն աստիճանաբար վերականգնվում է՝ ելակետային մեծությանը հասնելով փորձի 120-րդ րոպեին:

Պրոթրոմբինի հարաբերական կոնցենտրացիան՝ սկսած փորձի 5-րդ րոպեից, կրճատվում է 21,6%-ով: Իր նվազագույն մեծությանը պրոթրոմբինի հարաբերական կոնցենտրացիան հասնում է հետխթանային շրջանի 45-րդ րոպեին, այնուհետև աճելով, մոտենում է ելակետային մեծությանը:

Դրան զուգահեռ նվազում է ֆիբրինոգենի կոնցենտրացիան, ելակետայինից փոքրանալով, 45-րդ րոպեին հասնում է իր նվազագույն մեծությանը, հետո աճում է, փորձի վերջում համարյա հավասարվելով ելակետային մեծությանը:

Ֆիբրինալիտ ալտիվությունը նույնպես նվազում է սկսած փորձի 5-րդ րոպեից: Ելակետայինից հետխթանային 5-րդ րոպեին այն նվազում է, 45-րդ րոպեին հասնելով իր նվազագույն մեծությանը (22.13±0.88%, p < 0.01): Փորձի 120-րդ րոպեին ֆիբրինալիտ ալտիվությունը համարյա վերականգնվում է՝ հասնելով ելակետային մեծությանը:

Ազատ հեպարինի կոնցենտրացիան արտացոլում է արյան մակարդան համակարգում առավել կարևոր հակամակարդիչներից մեկի պարունակությունը: Ինչպես երևում է աղյուսակից, փորձի 5-րդ րոպեին այն աճում է 57,5%-ով, 45-րդ րոպեին հասնում է իր առավելագույն մեծությանը (202,3%, p < 0,05): Հետխթանման 120-րդ րոպեին ազատ հեպարինի կոնցենտրացիան նվազում է՝ մնալով սակայն ելակետային մեծությունից բարձր:

Ինչպես երևում է ստացված տվյալներից, տեսաթմբի մեդիտորսալ կորիզի ցածր հաճախությամբ (5 Հց) էլեկտրական խթանումը հանգեցնում է ուսումնասիրված ալյան մակարդման կենսաքիմիական ցուցանիշների հավաստի հիպոկոագուլյացիոն փոփոխությունների:

Տեսաթմբը համարվում է կենտրոնական նյարդային համակարգի բազմաֆունկցիոնալ գոյացություններից մեկը և ակտիվ մասնակցություն ունի ուղեղի գործունեության ամբողջականացման գործում: Տեսաթմբը բացառիկ դեր է խաղում զգայական տարբեր համակարգերից աֆերենտ ազդակների ընդունման և փոխազդեցության գործում՝ միաժամանակ հանդես գալով որպես ֆիզիոլոգիական մի շարք ֆունկցիաների ռեֆլեկտոր կենտրոն:

Տեսաթմբի կապակցական, յուրահատուկ և ոչ յուրահատուկ կորիզների նեյրոններում մարմնական և ընդերային ազդակների լայն կոնվերգենցիայի շնորհիվ տեղի է ունենում դրանց փոխազդեցությունը և ինտեգրացիան:

Տեսաթմբի ոչ յուրահատուկ, յուրահատուկ և կապակցական համակարգերի սերտ կապը գլխուղեղի կեղևի, ենթատեսաթմբի, ռուդեարքնի ցանցաձև գոյացության, ուղեղիկի և ենթակեղևային այլ գոյացությունների հետ թույլ է տալիս դատել վեգետատիվ ֆունկցիաների կարգավորման գործում տեսաթմբի ակտիվ մասնակցության մասին:

Գրականության մեջ բերվում են փաստեր սրտի ֆունկցիոնալ վիճակի կարգավորման գործում տեսաթմբի նշված տարբեր գոյացությունների համեմատական տեսակարար նշանակության մասին [9]: Ակնհայտ է, որ տեսաթմբը մասնակցում է ոչ միայն ընդերային զգայական առբերիչների փոխանցող ուրվագծային մեխանիզմներում, այլև ընդերային ռեակցիաների նյարդավորման ռեֆլեկտոր մեխանիզմներում:

Մեր նախորդ հետազոտություններում [10-12] ենթադրություն է արվել արյան մակարդման պրոցեսի կարգավորման մեխանիզմում նշահամալիրի առաջնային դերի մասին, քանի որ նշահամալիրի կորիզախմբերի էլեկտրախթանումը, ինչպես ինտակտ կենդանիների, այնպես էլ հետին ենթատեսաթմբային կառուցվածքների երկկողմանի քայքայմամբ առաջ է բերում կենդանիների հեմոկոագուլյացիոն պրոցեսի արագացում:

FB և NY միկրոնեարկումով կրկնակի նշման մեթոդով պրեֆրոնտալ կեղևի միջային և կողմնային դաշտերում ցույց է տրվել տեսաթմբի MD կորիզի ուղիղ պրոյեկցիան:

Այսպիսի պրոյեկցիա դիտվել է նաև նշահամալիրի բազուլատերալ խմբի կորիզների համար: Այս տվյալների հիման վրա ենթադրվում է լիմբիական բազուլատերալ օղակի գոյությունը. նշահամալիր - տեսաթմբի MD կորիզ - պրեֆրոնտալ կեղև: Դա հաստատվում է նաև նշահամալիրի կառուցվածքների միա- և երկկողմանի քայքայման ժամանակ՝ տեսաթմբի MD կորիզի վարընթաց ազդեցության թուլացումով, ընդ որում երկլորդ դեպքում այդ թուլացումն ավելի ուժեղ է արտահայտված:

Տեսաթմբի մեդիտորսալ կորիզի կարևոր պրոյեկցիոն շրջաններից է համարվում լիմբիական կեղևը: Ուշադրություն դարձնելով երկարավուն ուղեղի պրոյեկցիաների առկայության մասին հիստոքիմիական տվյալներին, կարելի է ենթադրել, որ մեդիտորսալ տեսաթմբի ազդեցությունը ստորև գտնվող կառուցվածքների վրա կարող է իրազործվել լիմբիական կեղևի մասնակցությամբ:

Ըստ որոշ հեղինակների [13,14], տեսաթմբի մեդիտորսալ կորիզը, ինչպես և լիմբիական կեղևը արգելակող ազդեցություն են ունենում կոռդեկային շնչառական նեյրոնների ակտիվության վրա՝ դրանց ցածր հաճախությամբ (10-50 իմպ/վ) էլեկտրախթանման ժամանակ: Տեսաթմբի մեդիտորսալ կորիզի ցածր հաճախությամբ (5 Հց) էլեկտրախթանման ժամանակ արյան մակարդելիության կենսաքիմիական ցուցանիշների հիպոկոագուլյացիոն փոփոխությունների վերաբերյալ մեր կողմից ստացված տվյալները համապատասխանում են ուղեղաբնի կառուցվածքների վրա MD կորիզի արգելակող ազդեցության մասին վերը նշված գրական տվյալներին:

Վենտրալ ամիգդալոֆուզալ համակարգն ավարտվում է ինչպես կողմնային տեսաթմբային գոտում, այնպես էլ ուղեղաբնի կառուցվածքներում [15]: Երկկողմանի ուղիղ կապերի առկայությունը ապահովում է ուղեղաբնի կառուցվածքների, ենթատեսաթմբի և նշահամալիրի միջև դրոման փոխանցման կարճ ուղին: ST հաղորդիչ, ինչպես նաև վենտրալ ամիգդալոֆուզալ համակարգերը ապահովում են նշահամալիրի փոխկապակցվածությունը դիենցեֆալիկ և ուղեղաբնի կառուցվածքների հետ (ենթատեսաթմբի, միջին ուղեղի գոյացությունների, կամրջի, վագոսոլիտար համալիրի և երկարավուն ուղեղի վեգետատիվ այլ կենտրոնների):

Էլեկտրաֆիզիոլոգիական մի շարք հետազոտություններում ցույց է տրված նշահամալիրի հիմնակողմային և կեղևամիջային կորիզախմբերի էֆերենտ սերտ կապերի առկայությունը նեո- և պալեոկառուցվածքների հետ: Հյուսվածաբանական հետազոտություններով հաստատված է ABL-ի հիպոկամպի, կեղևի էմտորինալ, սուպրասիլվյան, էկտոսիլվյան ջրանցքների հետ ուղիղ մորֆոլոգիական կապերի առկայությունը, որը վկայում է արխեո-, պալեո և նեոկորտեքսի հետ նրա լավ զարգացած ուղիղ կապերի մասին:

Մեզ հայտնի գրականության մեջ սակավաթիվ են տվյալները վեգետատիվ ֆունկցիաների, այդ թվում արյան մակարդելիության պլոցեսի, կարգավորման մեխանիզմում տեսողական թմբի, մասնավորապես, դրա մեղիտորսալ կորիզի մասնակցության վերաբերյալ:

Հ. Վեստը և Ռ. Բենջամենը [16] ուսումնասիրել են առնետների տեսաթմբի մեղիտորսալ կորիզի էլեկտրախթանման ազդեցությունը սրտի զարկերի հաճախության վրա: Հայտնաբերված է, որ խթանումը հանդես է բերում սրտի զարկերի հաճախության զգալի փոքրացում գաղտնի կարճ շրջանով: Հեղինակները ենթադրում են, որ տվյալ ռեակցիային մասնակցում են MD կորիզից միջային ենթատեսաթմբը գնացող ուղիները: Կան նաև տվյալներ, որ ենթատեսաթմբի առջևի և կողմնային շրջանների խթանումը նպաստում է արյան մակարդման պրոցեսի դանդաղեցմանը [1]: Ինչ վերաբերում է տեսաթմբին, ապա նույն հեղինակը նշում է, որ տեսաթմբի ոչ յուրահատուկ կորիզների վենտրալ խմբի էլեկտրական խթանման ժամանակ արյան մակարդումը դանդաղում է, երկարում է Կվիլի ժամանակը, փոքրանում է V գործոնի կոնցենտրացիան, ավելանում է հեպարինի մակարդակը: Տեսաթմբի մեղիտորսալ կորիզը՝ լինելով ասոցիատիվ, չունի ուղիղ կապեր ծայրամասերի հետ, այդ կապն իրականացվում է փոխարկող ոչ յուրահատուկ կորիզների միջոցով: Հարկ է նշել, որ տեսաթմբի MD կորիզը երբեմն դասում են տեսաթմբի այսպես կոչված լիմբիական կորիզների խմբին՝ հաշվի առնելով, որ վերջիններս պրոյեկտվում են լիմբիական կեղևի վրա:

Հաշվի առնելով վերը նշվածը, կարելի է ենթադրել, որ տեսաթմբի մեղիտորսալ կորիզի արյան մակարդելիության համակարգի վրա ազդեցությունը կարող է իրականացվել ինչպես լիմբիական կեղևի, այնպես էլ ենթատեսաթմբի առջևի բաժնի հետ կապերի միջոցով:

Պետք է ավելացնել նաև, որ որոշ հեղինակներ նշում են, որ տեսաթմբասրտային ազդեցությունների իրականացման ընթացքում գերիշխում են պարասիմպատիկ ազդեցությունները [9]:

Մեր հետազոտություններում ստացված այդյունքները ևս վկայում են տեսաթմբի մեղիտորսալ կորիզի արգելակիչ ազդեցության մասին, որի ապացույցն է արյան մակարդման պրոցեսի դանդաղումը նշված կորիզի ցածր հաճախությամբ էլեկտրական խթանման ժամանակ:

Եզրակացություններ: 1. Տեսաթմբի մեղիտորսալ կորիզը արգելակիչ ազդեցություն է թողնում արյան մակարդման համակարգի վրա, որն արտահայտվում է նրանով, որ նշված կորիզի ցածր հաճախությամբ (5 Հց) էլեկտրական խթանումը հանգեցնում է արյան մակարդելիության ուսումնասիրված կենսաքիմիական ցուցանիշների հիպոկոագուլյացիոն հավաստի փոփոխությունների:

2. Ենթադրվում է, որ տեսաթմբի մեղիորդրսալ կորիզի ազդեցությունը արյան մա-
կարդման համակարգի վրա կարող է իրականացվել ինչպես լիմբիկական կեղևի, այն-
պես էլ ենթատեսաթմբի առջևի բաժնի հետ ունեցած նրա կապերի շնորհիվ:

*Մարդու և կենդանիների
ֆիզիոլոգիայի ամբիոն*

Ստացվել է 11.09.1997

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Маркосля А.А. Физиология свертывания крови. М.: Медицина, 1966, 461 с.
2. Кудряшов Б.А. Проблемы свертывания крови и тромбообразования . М.: Высшая школа, 1960, 176 с.
3. Фифкова Е., Маршал Дж. Стереотаксические атласы мозга кошки, кролика и крысы.–В кн.: Электр-
рофизиологические методы исследования. М., 1962, с. 384-426.
4. Bergerhof A., Roka L. - Vitamin- Hormon Fermetforch, 1954, v. 6, N1, p. 25
5. Quick A.J. On the costitution of prothrombin.- Amer.J.Physiol., 1943, v.140, p.212.
6. Сирмаи Э. Новые методы исследования системы свертывания крови. – Пробл. гематол. и перелив.
крови, 1957, т.2,№6, с.38-44.
7. Рутберг Р.А. Определение фибриногена.- В кн.: Методы лабораторных клинических исследований.
М.: Медицина, 1972, с.238-239.
8. Ойванн И.А. Математическая обработка экспериментальных исследований.–Ж. пат. физиол. и экспе-
рим. терапии, 1959, т.4, №4, с.76-85.
9. Кочлавашвили Н.Г. Механизмы влияния некоторых таламических ядер на функциональное состоя-
ние сердца.–Автореф. дисс. к.б.и. Тбилиси, 1990, 38с.
10. Надирян М.В., Амирян С.В. Роль кортикомедиальной группы ядер амигдалярного комплекса в ме-
ханизме регуляции процесса свертывания крови.– Матер. выезд. сессии АН УССР. Донецк, 1990, с.141.
11. Надирян М.В., Амирян С.В. Роль базолатеральной группы ядер амигдалы в регуляции процесса
свертывания крови.- Уч. зап. ЕГУ, 1992, N1, с.96-102.
12. Амирян С.В. Роль мидалевидного мозга в регуляции процесса гемокоагуляции. –Дисс. к.б.и. Ер.,
1994, 141 с.
13. Нерсисян Л.Б. Влияние некоторых структур гипоталамуса на активность дыхательных нейронов
продолговатого мозга. – В кн.: Центральные и периферические механизмы вегетативной нервной
системы. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1980, с.161-163.
14. Манукян Н.К. Таламические механизмы регуляции активности бульбарных дыхательных нейронов
продолговатого мозга. – Автореф. дисс. к.б.и. Ер., 1993, с.21.
15. Nauta W.J.H. Fibre degeneration following lesion of the amigdaloid complex in monkey. – J.Anat.
(London), 1961, v.95, N4, p.515-531.
16. Weak H.K., Benjamin R.M. Effect of stimulation of the mediodorsal nucleus and its projection corte on
heart rate in the rabbit. – Autonom. Nervous Sistem, 1983, v.9. N2-3, p.547-557.

М.В. НАДИРЯН, С.В. АМИРЯН

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ МЕДИОДОРСАЛЬНОГО ЯДРА ТАЛАМУСА НА ПРОЦЕСС СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ

Резюме

Изучено влияние низкочастотной (5Гц) электростимуляции таламуса на изменение некоторых биохимических параметров свертывания крови. Установлено, что медиодорсальное ядро таламуса оказывает преимущественно тормозное влияние на процесс свертывания крови, что выражается в гипокоагуляционных изменениях исследуемых параметров гемокоагуляции.

Կ ե ն ւ ա թ ա ն ո թ յ ո ն ւ

УДК 616.831:616.831-005.1

Ա. Ա. ԷԼՈՅԱՆ, Ն. Մ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ

ՈՒՂԵՂԻ ԱՐՅԱՆ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅԱՆ ԽԱՆԳԱՐՈՒՄՆԵՐԻ
ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Արյան հոսքի խանգարումները էական դեր են խաղում էնցեֆալոպաթիաների, ին- սուլտների առաջացման մեջ: Այդ խանգարումների հայտնաբերման նպատակով ներկայումս կլինիկայում լայնորեն կիրառվում է դոպլերոսոնոգրաֆիայի մեթոդը: Կա- րոտիդային համակարգի ճյուղերի դոպլերոսոնոգրաֆիական բնութագրերը պարզելու կարևոր ցուցանիշներից է արյան հոսքի գծային արագությունը: Այդ ցուցանիշի փո- փոխությունների ուսումնասիրումը կարող է օգտակար լինել ոչ միայն էնցեֆալոպա- թիաների ախտորոշման, այլև դրանց կանխարգելման միջոցների մշակման համար:

Գրականության մեջ կուտակվել են բավականաչափ մեծ թվով տվյալներ, որոնք վկայում են դոպլերոսոնոգրաֆիայի մեթոդի կլինիկական կիրառման արդյունավե- սության մասին: Ուլտրաձայնային դոպլերոգրաֆիայի մեթոդով ուսումնասիրվել է ա- թերոսկլերոզային էնցեֆալոպաթիայով հիվանդների ուղեղային հեմոդինամիկայի վրա պենտոքսիֆիլինի ազդեցությունը [1]:

Ուլտրաձայնային դոպլերոգրաֆիան օգտագործվել է նաև ուղեղային արյան շրջանառության անցողիկ խանգարումներով կամ իշեմիկ ինսուլտով տառապող հի- վանդների ուղեղային արյան շրջանառությունն ուսումնասիրելու համար [2]:

Ներգանգային դոպլերոսոնոգրաֆիայի մեթոդով հաջողվել է կանխագուշակել սուբարախնոիդալ արյունազեղումից հետո ուղեղի զարկերակային կծկանքի հետևանքով զարգացող իշեմիկ բարդությունների հետագա ընթացքը [3]:

Գրականության մեջ նկարագրված են դոպլերոգրաֆիայի մեթոդի առավելություն- ները և թերությունները սուբարախնոիդալ արյունազեղումով հիվանդների զարկերա- կային կծկանքի ախտորոշման հարցում [4]:

Մույն աշխատանքում նպատակ է դրված արտագանգային և ներգանգային դոպ- լերոսոնոգրաֆիայի և կլինիկական տվյալների համադրման միջոցով տալ աթերոսկ- լերոզային էնցեֆալոպաթիայի, իշեմիկ ինսուլտի և գլխուղեղի արյունազեղման համե- մատական բնութագիրը:

Աշխատանքի նյութը և մեթոդները: Հետազոտությունը կատարվել է 1996 և 1997 թթ. ընթացքում Երևանի թ. 2 կլինիկական հիվանդանոցի նյարդաբանության ամբիո- նի կլինիկական բազայում:

Աշխատանքի համար նյութ են ծառայել 44-74 և ավելի տարիքի 88 հիվանդների (49 կին և 39 տղամարդ) կլինիկա-նյարդաբանական և գերծայնային արտա- ու ներ- գանգային դոպլերոսոնոգրաֆիայի տվյալները: Ըստ անոթային հիվանդությունների ձևերի ուսումնասիրված հիվանդները բաժանվել են երկու հիմնական խմբերի. առա- ջին խմբում ընդգրկվել են գլխուղեղի արյան շրջանառության քրոնիկ խանգարումներ՝ այսինքն դիսցիրկուլյատոր էնցեֆալոպաթիա ունեցող 31 հիվանդ, իսկ երկրորդ խում- բը կազմել են գլխուղեղի արյան շրջանառության սուր խանգարումներ՝ ինսուլտներ, ունեցող 57 հիվանդ:

Առաջին խմբի հիվանդների թվում կային 56-74 և ավելի տարիքի 20 կին և 11 տղա- մարդ: Այդ դեպքերի մեծ մասում հիվանդության պատճառը աթերոսկլերոզն էր, իսկ ո- րոշ դեպքերում՝ գերճնշումային հիվանդությունը: Ըստ աթերոսկլերոզային էնցեֆալո-

պաթիայի աստիճանի այս հիվանդները բաժանվել են երկու ենթախմբի: Առաջին ենթախմբի մեջ (6 կլին և 4 տղամարդ) ընդգրկվել են այն հիվանդները, որոնք ունեցել են հիվանդության հետևյալ ախտանիշները՝ գլխացավ, երբեմն գլխապտույտ, աղմուկ ակնզններում, ասթենովեգետատիվ համախտանիշ, հուզական խանգարումներ (դյուրագրգիռ վիճակ, տրամադրության, քնի խանգարումներ): Նյարդաբանական վիճակի օբյեկտիվ հետազոտման ժամանակ հայտնաբերվել են ակնաշարժ ախտանիշներ և բրզային անբավարարության նշաններ: Երկրորդ ենթախմբի մեջ (14 կլին և 7 տղամարդ) ընդգրկվել են այն հիվանդները, որոնք ունեցել են առաջին հեթիմ գլխապտույտներ, ավելի հազվադեպ՝ գլխացավ, հավասարակշռության խանգարում, հիշողության թույլ խանգարումներ: Օբյեկտիվ քննության ժամանակ հայտնաբերվել են բրզային անբավարարության համախտանիշ, պարկինսոնիզմի նշաններ, ատաքսիայի համախտանիշ, առաջին ենթախմբի համեմատությամբ ավելի ուժեղ արտահայտված ակնաշարժ ախտանիշներ, հուզային ոլորտի էական խանգարումներ:

Երկրորդ խմբի 57 հիվանդների թվում կային իշեմիկ ինսուլտով 34 հիվանդ, որոնցից 21-ը՝ կլին և 13-ը՝ տղամարդ (մինչև 44 տարեկան մեկ հոգի, 45-59 տարեկան՝ 6, 60-74 տարեկան՝ 23, 74 տարեկան և բարձր՝ 4) և գլխուղեղի այրյունագեղումով 23 հիվանդ, որանցից 8-ը՝ կլին և 15-ը՝ տղամարդ (մինչև 44 տարեկան 3 հոգի, 45-59 տարեկան՝ 6, 60-74 տարեկան՝ 10, 74 տարեկան և բարձր՝ 4):

Իշեմիկ ինսուլտը սկսվել է աջ կամ ձախ ծայրամուտների թուլացումից, դիտվել են գիտակցության թույլ և տեսողության լուսնգարումներ: Ուղեղաբաղանթի գրգռման ախտանիշներ չեն եղել: Հիվանդներին մեծ մասի գիտակցությունը եղել է արգելակված: Դիտվել են հետևյալ օջախային ախտանիշները՝ զգայաշարժիչ աֆազիա, հորիզոնական ակնախաղ, աջ կամ ձախ քիթ-շրթունքային ծալքի հարբեցում, հաճախ 6-րդ գույգ նյարդի երկկողմանի պարեզ, լեզվի թեքում աջ կամ ձախ: Դիտվել է անիզոնեֆլեքսիա: Բարեի դիրքում համապատասխան վերջույթները կորցնում են իյունց դիրքը: Սուր շրջանում բնորոշ է մկանային հիպոտոնիան, մի քանի օր անց՝ խառը տիպը, որոշ դեպքերում գերակշռում է արտաբրզային հիպերտոնիան: Մկանային ուժն ընկած է: Դրական են օռալ-ավտոմատիզմի ռեֆլեքսները, Բարխնսկո, Օլենհեյմի, Պուսեպլի ախտանիշները: Բնորոշ են հեմիհիպեսթեզիան, հավասարակշռության խանգարումներ:

Գլխուղեղի այրյունագեղման դեպքում հիվանդությունն սկսվել է մեծ մասամբ պարապետիայի ձևով՝ գիտակցության հանկարծակի կորստով, աջ կամ ձախ ծայրամուտների թուլացմամբ, խոսքի խանգարումով, արյան ճնշման տատանումներով, գլխացավերով, սրտխառնոցով, փսխումով: Նշված հիվանդները եղել են առավելապես կոմային վիճակում, որոշ դեպքերում առաջին մի քանի ժամերի ընթացքում դիտվել է գիտակցության թեթև խանգարում, որը հետագայում խորացել է և դարձել կոմա: Հիվանդության կլինիկական պատկերում գերակշռել են ընդհանուր գանգոլեղային երևույթները: Դիտվել են ուղեղաբաղանթի գրգռման ախտանիշները և ուտնաբաթի ուտացիա դեպի դուրս, դրական ակնառիմային ֆենոմենը: Բնորոշ է պիրամիդալ տիպի մկանային հիպերտոնիա, մկանային ուժի թուլացում: Դիտվել են անիզոնեֆլեքսիա, հեմիհիպեսթեզիա, Բարխնսկո, Ռոսոլլանոյի ախտանիշները, շարժական աֆազիա, հեմիպարետիկ քայվածք:

Դոպլերոսոնոգրաֆիայի մեթոդով կատարվել է վեղը նշված բոլոր հիվանդներին գանգոլեղային զարկերակների արյան հոսքի գծային արագության ուղղումը ամերիկյան արտադրության "Medasonic" սարքի օգնությամբ: Այս մեթոդը թույլ է տալիս գնահատել արյան հոսքի վիճակը անոթներում և որպես իրազեկման արդյունք օգտագործել ուլտրաձայնը, որն անողալառնում է շարժվող էրիթրոցիտներից: Սարքի գնեթրատորը ուլտրաձայնային հաճախության էլեկտրական սինուսոիդալ տատանումները հաղորդում է հաղորդչի պիեզոէլեմենտին, որը ուլտրաձայնը ճառագայթում է դեպի հետազոտվող անոթի շրջանը: Շարժվող էրիթրոցիտներից անոթաղարձված ուլտրաձայնը վերադառնում է պիեզոհաղորդիչ լայն շերտավոր ազդանշանի ձևով, որտեղ վեր է ածվում էլեկտրական տատանողական ազդանշանի, որից էլ գտման արդյունքում արտադրվում է դոպլերային հաճախությանը համապատասխանող շերտ, որն ի-

րագեկում է ռվտրաձայն անդրադարձնող էրիթրոցիտների արագության բաշխման մասին: Եթե առկա են համապատասխան դրայերային ազդանշանները կորորդինատների տվյալ կետում, սարքի էկրանի վրա պատկերվում է բիծ: Հադորդիչը տեղաշարժելով անոթի տեղակայմանը համապատասխան մաշկի շրջանում՝ կարող ենք ստանալ անոթի քարտեզը:

Ստացված տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական մշակման, հավանակա-նության աստիճանը որոշվել է Ստյուդենտի ադյուսակի օգնությամբ:

Հետազոտության արդյունքները: Աթերոսկլերոզային էնցեֆալոպաթիայի առաջին աստիճանի դեպքում դիտվել է արյան բավարար հոսք հիվանդների կարոտիդային ավազանում՝ միջին ուղեղային և առաջային ուղեղային զարկերակներով: Ինչ վերաբերում է այդ անոթներով արյան հոսքի գծային արագությանը, ապա այն ուժեղացած է ստենոտիկ տիպով, ըստ որում կիսագնդերում անհավասարաչափություն չի գրանցվել: Բոլոր ներգանգային անոթներում մեծացած է անոթային դիմադրությունը: Ողնաշարահիմային զարկերակային ավազանի անոթներով արյան հոսքի գծային արագությունը չափավոր իջած է: Ներքին քնային զարկերակի սիֆոնով արյան հոսքն անհավասարաչափ է:

Աթերոսկլերոզային էնցեֆալոպաթիայի երկրորդ աստիճանի դեպքում ներգանգային անոթներում տարածված աթերոսկլերոզային փոփոխությունների ֆոնի վրա արյան հոսքի գծային արագությունը փոփոխված է: Որոշ հիվանդների կարոտիդային ավազանում արյան հոսքի գծային արագությունը տարիքային նորմայի սահմաններում է: Սակայն ավելի հաճախ նկատվում է արյան հոսքի արագության անհավասարաչափության մեծացում, որը միջին ուղեղային զարկերակում ծագում է աջի արագության մեծացման, իսկ առաջային ուղեղային զարկերակում՝ աջի փոքրացման և ձախի համակշռված մեծացման հաշվին: Միջին ուղեղային զարկերակով որոշ դեպքերում արձանագրվել է նաև արյան հոսքի գծային արագության անհավասարաչափություն ձախից արագության փոքրացման հաշվին: Հիմային զարկերակով արյան հոսքի գծային արագությունը համեմատաբար փոքր է:

Այս խմբում ընդգրկված հիվանդների արտագանգային բաժնում դիտվել է արյան հոսքի գծային արագության իջեցում ընդհանուր և ներքին քնային զարկերակներում, իսկ ներգանգային բաժնում՝ անոթային դիմադրության (Pi) մեծացում (1,4), որը խոսում է իշեմիայի առկայության մասին:

Իշեմիկ ինսուլտով հիվանդների զանգուղեղային զարկերակների դրայերատնողրաֆիական ուսումնասիրության տվյալները բերված են ադյուսակում:

Իշեմիկ ինսուլտով հիվանդների միջին ուղեղային զարկերակով արյան հոսքի գծային արագության անհամաչափությունը

Հետազոտվող խմբի անվանումը	Հիվանդների քանակը	Արյան հոսքի գծային արագության անհամաչափության աստիճանը, $M \pm m, \%$	Ըստ Ստյուդենտի հնարավոր սխալի տոկոսը, P
ստուգիչ խումբ	6	$5,3 \pm 1,9$	
սուր ինսուլտ	7	$24,4 \pm 5,6$	$0,001 < P < 0,01$
կրած ինսուլտի մնացորդային երևույթներ	6	$16,7 \pm 1,9$	$0,001 < P < 0,01$

Ստացված տվյալները վկայում են այն մասին, որ իշեմիկ ինսուլտին բնութագրական է արյան հոսքի գծային արագության միջկիսագնդային անհավասարաչափություն: Դա պայմանավորված է օջախի կողմում գծային արագության իջեցմամբ, իսկ հակառակ կողմում՝ համակշռված բարձրացմամբ: Ուշագրավ է, որ եթե իշեմիկ ինսուլտը ձախ միջին ուղեղային զարկերակում է, ապա արյան հոսքի գծային արագության անհավասարաչափությունն ի հաշիվ ձախի իջեցման և աջի համակշռված ուժեղացման է (մինչև 56%, նորման՝ մինչև 15%): Իսկ եթե իշեմիկ ինսուլտը աջ միջին ուղեղային զարկերակի ավազանում է, ապա արյան հոսքի գծային արագությունն իջնում է աջից: Նույն փոփոխությունները դիտվում են նաև առաջային ուղեղային զարկերակում: Ողնաշարահիմային զարկերակային ավազանում արյան հոսքի գծային արա-

գությունը կամ տարիքային նորմայի սահմանում է, կամ չափավոր իջած է: Արտագանգային քաժնում ալյան հոսքի գծային արագութունը երկու կողմից կաող է իջած լինել: Աջ միջին ուղեղային զարկերակի իշեմիկ ինսուտի դեպքում ներքին քնային զարկերակում անհավասարաչափությունն ի հաշիվ աջի իջեցման է, իսկ ձախ միջին ուղեղային զարկերակի իշեմիկ ինսուտի դեպքում՝ ի հաշիվ ձախի: Գրանցվում է P_i -ի մեծացում, որը վկայում է իշեմիայի նշանների մասին (անոթային դիմադրության բարձրացում):

Գլխուղեղի արյունազեղման դեպքում ներգանգային անոթներով միջին և առաջային ուղեղային զարկերակներում ալյան հոսքի գծային արագության անհավասարաչափություն չի դիտվել: Ողնաշարահիմային զարկերակային ավազանի անոթներում նշվում են հենոդինամիկ փոփոխություններ, որոնք դրսևորվում են հիմային զարկերակում արյան հոսքի գծային արագության իջեցումով: Ողնաշարային զարկերակներով արյան հոսքի գծային արագությունը չափավոր իջած է:

Այսպիսով, հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ աթերոսկլերոզային էնցեֆալոպաթիայի դեպքում ալյան հոսքի գծային արագության անհավասարաչափության մեծացումը դիտվել է միայն երկրորդ աստիճանի ժամանակ, ավելի հաճախ՝ միջին ուղեղային զարկերակում: Ի տարբերություն աթերոսկլերոզային էնցեֆալոպաթիայի, իշեմիկ ինսուտի դեպքում գրանցվել է արտահայտված արյան հոսքի գծային արագության միջկիսազեղային անհավասարաչափություն: Ալյան հոսքի արագության փոփոխությունները դիտվել են ինչպես միջին ուղեղային, այնպես էլ առաջային ուղեղային զարկերակներում, անհավասարաչափությունը դիտվել է նաև ներքին քնային զարկերակում: Գլխուղեղի արյունազեղման դեպքում ալյան հոսքի գծային արագության անհավասարաչափությունը արտահայտված չէ: Ալյան հոսքի փոփոխությունները ծագել են ողնաշարահիմային զարկերակային ավազանի անոթներում:

Այսպիսով, դոպլերոսոնոգրաֆիայի մեթոդի օգնությամբ ստացված տվյալները լրացուցիչ չափանիշներ են, որոնք կնպաստեն ուսումնասիրված հիվանդությունների ախտորոշմանը, բուժական միջոցների կիրառմանը և հետագա ընթացքի կանխորոշմանը:

*Երևանի Մ.Հերացու անվան պետական
բժշկական համալսարան*

Ստացվել է 12.02.1998

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Ishchenko M.M., Korol'kov A.S. The effect of pentoxifylline on the systemic and cerebral hemodynamics in patients with circulatory encephalopathy and an atherosclerotic lesion of precerebral arteries. Lik-Sprava. 1994. May-Jun: 144-6, Ukraine.
2. Mikhailenko A.A., Ivanov I.S., Semin G.F., Lobzhanidze P.V. A cliniko-instrumental evaluation of cerebral hemodynamics in patient with occlusive lesions of a carotid arteries. - Zh-Nevropatol-Psikiatr-Im-S-S-Korsakova. 1994; 94(2): 5-8, Russia.
3. Dausheva A.A., Belousova O.B., Miakota A.E., Tissen T.P., Sazanova O.B., Shishkina L.V. The prognosis of the ischemic complications due to a cerebral arterial spasm after subarachnoid hemorrhages.- Zh-Vopr-Neirokhir-Im-M-m-Burdenko, 1996; Apr-Jun (2): 6-11, Russia.
4. Dausheva A.A., Miakota A.E., Tissen T.P. The dopplerographic diagnosis of arterial spasm in patients with subarachnoid hemorrhages.- Zh-Vopr-Neirokhir-Im-M-M-Burdenko, 1995; Art-Jun (2): 10-4, Russia.

А.А. ЭЛОЯН, Н. М. МАРКАРЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ НАРУШЕНИЙ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Резюме

В статье описаны изменения линейной скорости кровотока в craneocereбральных артериях при атеросклеротической энцефалопатии, ишемических и геморрагических инсультах, выявленные с помощью доплеросонографического метода. Были обследованы 88 больных в возрасте от 44 до 92 лет (49 женщин и 39 мужчин) на аппарате "Medasonic" американского производства.

УДК 582.288.42:581.14

Л.Л. ОСИПЯН, А.Г. БАТИКЯН, К.М. ГРИГОРЯН

МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГРИБОВ-КОНТАМИНАНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ СТРЕСС-ФАКТОРА – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Исследовано влияние стрессового воздействия технологического процесса промышленного производства продуктов растительного и животного происхождения на морфо-биологические особенности грибов-контаминантов.

Установлено, что адаптация грибов к условиям стресса приводит к дифференциации первичного вида на группы популяций с атипичной морфологией и измененной физиологической активностью.

Экстремальное изменение факторов среды обитания организмов нарушает их нормальную жизнедеятельность. Адаптационная реакция на стресс-факторы характерна для организмов всех уровней развития. Недостаточно это явление изучено у грибов, особенно полифагных сапротрофов. Между тем гибкость их приспособляемости в процессе преодоления стрессовой ситуации сопряжена с изменениями структурными, морфологическими и риском возникновения или усиления у грибов физиологических проявлений вредоносного характера.

К наиболее изученным стресс-факторам грибов следует отнести тяжелые металлы [1]. Постоянно попадая в почву и воду с атмосферными выбросами и промышленными стоками, тяжелые металлы могут стать фактором хронического стресса. Их воздействие приводит к изменению структуры грибных сообществ [2], встречаемости нетипичных видов, увеличению фитотоксичных видов микромицетов [3,4] и макромицетов [5].

Исследованы влияние теплового шока на изменчивость электрофоретических спектров белков грибов и индуцирование некоторых ферментов [6]. Изучено также влияние экстремальных условий на меланинсодержащие грибы [7].

Одним из факторов стресса для грибов-контаминантов пищевых продуктов является технологический процесс промышленной переработки сырья. Актуальность такого, крайне слабо изученного процесса непосредственно связана с последствиями адаптационной реакции грибов, способной влиять на безопасность пищевых продуктов.

Сырье, предназначенное для производства пищевых продуктов, подвержено заспорению грибами из окружающей среды. В технологическом процессе переработки сырья предусматривается термическая стерилизация под давлением с целью убивки диаспор посторонних микроорганизмов без нанесения ущерба качеству продукта. При даже незначительных отклонениях от технологического режима невозможно достичь полноценного стерилизационного эффекта. В результате некоторые термофильные грибы, преодолевая процесс переработки сырья, проникают в готовый продукт и после некоторого времени, адаптируясь к условиям среды, могут вызвать заплесневение продукта даже консервированного.

Материал и методы. Влияние стрессового воздействия технологического процесса промышленного производства пищевых продуктов растительного и животного-

го происхождения на морфо-биологические особенности грибов-контаминантов изучалось на материале консервных, молочных и сыродельных заводов Армении. Выделение грибов в чистые культуры проводилось методами отпечатков, водных смывов, серийных разведений, мембранной фильтрации с применением общепринятых и селективных сред [8-11]. Термоустойчивость грибов изучалась рядом методов [12,13] и по разработанному нами армянскому стандарту [14].

Культивирование грибов-контаминантов с целью идентификации проводилось на агаризованной среде Чапека и на среде сусла-агара. Биоидентификация токсичных метаболитов грибов проводилась на разных биотестах [15-19].

Химический анализ образцов продуктов и экстрактов исследуемых грибов на содержании в них микотоксинов проведен методами ТСХ и ВЭЖХ [20-22].

Антагонистическая активность грибов изучалась в совместных культурах методом сближенного посева [23,24].

Обсуждение результатов. Процесс промышленной обработки пищевого сырья оказывает стрессовое воздействие на остаточную терморезистентную микобиоту, вызывая у ее представителей изменения морфологических и биологических особенностей, среди которых нами отмечены следующие:

- изменение структуры грибных сообществ, что выражается в сокращении видового разнообразия и доминировании видов с высокой термостойкостью;
- увеличение средних размеров элементов конидиального аппарата, появление у них грубой шероховатости;
- обильное выделение экссудата;
- развитие в большом количестве склероциев сравнительно крупных, темноокрашенных;
- выделение пигментов в среду;
- развитие альбиносных мутантных штаммов с наличием мицелиальных тяжей, нетипичных для вида.

В результате воздействия стрессового фактора у контаминирующей микобиоты наблюдаются сдвиги, выражающиеся не только в ингибировании или стимулировании роста и развития, но и физиологической активности. Так, в ужесточенном технологическом режиме наличие мицелиального роста и спороношения регистрируется в более поздние сроки инкубирования посевного материала. У таких культур наблюдается значительно заниженная антагонистическая активность. При недостаточном строгом соблюдении технологического режима отмечается раннее появление грибных контаминантов, имеющих более выраженную агрессивность по отношению к известным грибам-антагонистам.

В процессе производства пищевых продуктов или их вторичной термической переработки изменяется и токсигенная активность грибов-контаминантов. Изменения последней в сторону усиления или ослабления зависит от природы готового продукта. Так, токсигенность штаммов грибов, выделенных с консервированного виноградного сока, слабее, чем у выделенных с виноградного сырья до переработки. У грибов-контаминантов топленого масла и томатной пасты действие экстремальной температуры приводит к повышению токсигенности. После стерилизации увеличивается число высокотоксичных штаммов, способных продуцировать микотоксины. Уровень же некоторых микотоксинов, напр., патулина, содержащегося в плодово-овощных консервах, под воздействием термической обработки и сроков хранения снижается, но не существенно.

Таким образом, адаптация грибов к условиям стресса, приводит к дифференциации первичного вида на группы популяций с атипичной морфологией и измененной физиологической активностью.

Кафедра ботаники

ЛИТЕРАТУРА

Поступила 29.01.1998

1. Горбупова Е.А., Терехова В.А. Тяжелые металлы как фактор стресса для грибов: проявление их действия на клеточном и организационном уровнях - Микология и фитопатология, 1995, в.4, т.29, с. 63-69.

2. Марфенина О.Е. Микроскопические грибы как показатель техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами. Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. М.: Наука, 1987, с. 189-196.
3. Лебедева Е.В. Грибы-индикаторы загрязнения почв тяжелыми металлами. Микроорганизмы в сельском хозяйстве.-Тез. докл. 4-й Всес.научн. конф. Пушкино, 1992, с.110.
4. Терехова В.А., Семенова Т.А., Швед Л.Г. Микобиота Васильевских озер.- Деп. ВИНТИ, 25.05.1993. №1384-В93.
5. Селиванов И.А., Шкараба Е.М., Меховошин Л.Е., Переведенцева Л.Г. Реакция шляпочных грибов на загрязнение окружающей среды.-Тез. докл. конф.: Экология и плодоношение макромицетов. Петрозаводск, 1992, с.54-55.
6. Piper P.W., Curran B., Davies M.W. Transcription of the phosphoglycerate Kinase gene of *Saccharomyces cerevisiae* increases when fermentative cultures are stressed by heat shock.- Eur. J.Biochem., 1986, v.161, №3, p.525-531.
7. Жданова Н.Н., Васильевская А.И. Меланинсодержащие грибы в экстремальных условиях. Киев: Наук. думка, 1988, 196 с.
8. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л.: Наука, 1969, 121 с.
9. Mislvec P.R., Bruce V.R. Direct plating versus dilution plating qualitatively determining the mold flora of dried beans and soybeans.- I. of the A.O.A.C., 1977, v.60, p.741-743.
10. Методы экспериментальной микологии.- Справочник. Киев.: Наук. думка, 1982, 549 с.
11. Filtenborg O. Comparison of selective media and direct or dilution plating for the isolation of toxigenia fungi from foods, 1986.
12. Билай Т.И. Термофильные грибы и их ферментативные свойства. Киев: Наук. думка, 1985, 170 с.
13. Hocking D., Pitt D. Food spoilage fungi. Heat resistant fungi, 1984, p. 73-82.
14. АСТ 167-97. Консервы плодоовощные. Метод выявления и определения термоустойчивых плесневых мицелиальных грибов. Ер.: Армгосстандарт, 1997, 11 с.
15. Курасова В.В., Костин В.В., Малиновская Л.С. Методы исследования в ветеринарной микологии. М.: Колос, 1971, 312 с.
16. Лозбин Л.И. Применение клеточных культур и куриных эмбрионов для оценки токсичности аспергиллов из группы *A. flavus*, выделенных из пищевых продуктов.-Гигиена и санитария, 1978, №4, с.79-82.
17. Harwig I. Scott P.M. Brine shrimp (*Artemia salina*) larvae as a screening system from fungal toxins.- I. Appl. Microbiology, 1977, v.21.6, p.1100-1106.
18. Билай В.И., Курбацкая З.А. Изучение токсинообразующих грибов.-В кн. Методы экспериментальной микологии. Киев.: Наук. думка, 1982, с.287-314.
19. Курбацкая З.А. Биологические методы обнаружения микотоксинов в пищевых продуктах и кормах.- В кн. Оценка загрязнения пищевых продуктов микотоксинами, М., 1985, т.3, с.262-276.
20. Тутельян В.А., Костиюковский Я.Л., Эллер К.И. Методические рекомендации по обнаружению, идентификации и определению содержания афлатоксинов в пищевых продуктах, М.: Минздрав СССР, 1981, 17 с.
21. Эллер К.И., Максименко Л.В., Тутельян В.А. Усовершенствованный метод определения содержания афлатоксинов в различных пищевых продуктах растительного происхождения. М., 1983, 20 с.
22. Арнольд Г.Р. Поведение некоторых микофильных грибов в смешанной культуре.-Мат. I конф. по спорным раст. Украины. Киев.: Наук.думка, 1971, 126-128 с.
23. Батикян А.Г., Осипян Л.Л. Роль ряда физиологических и морфологических признаков при выявлении токсигенных штаммов грибов *Aspergillus* и *Penicillium*, контаминирующих некоторые растительные продукты.- Наука и производство, Ер., 1992, №10, с.23-32.

Լ.Լ. ՕՍԻՊՅԱՆ, Հ.Գ. ԲԱՏԻՎՅԱՆ, Կ.Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ԱՐՏՈՏՈՂ ՄՆԿԵՐԻ ՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՍԱՐԱՆԱԿԱՆ

ՓՈՓՈԽԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍՏՐԵՄ-ԳՈՐԾՈՆԻ՝ ՄՆԴ-ԴԱՄԹԵՐԸԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ

Ա մ փ ո փ ո մ

Հետազոտված է բուսական և կենդանական ծագման սննդամթերքի արդյունաբերական արտադրության տեխնոլոգիական պրոցեսի ստրեսային ազդեցությունը ադապտացիոնային մորֆոլոգիական առանձնահատկությունների վրա:

Հաստատված է, որ սնկերի հարմարվողականությունը ստրեսի պայմաններին հանգեցնում է առաջնային տեսակի տարբերակմանը պոպուլյացիաների խմբերի՝ ադապտացիոնային մորֆոլոգիայով և փոփոխված ֆիզիոլոգիական ակտիվությամբ:

УДК 528.28

М.Г. ТАСЛАХЧЬЯН, С.Г. НАНАГЮЛЯН, Н.ДЖ. КИРАКОСЯН, Р.К. ТОРОСЯН

НОВЫЕ ДЛЯ МИКОБИОТЫ АРМЕНИИ ВИДЫ ДИСКОМИЦЕТОВ

В статье приводится список 31 вида дискомицетов, впервые обнаруженных в Армении. Отмечаются также 4 новых рода.

В результате исследования биоты макромицетов Армении выявлен ряд ранее не опубликованных видов дискомицетов. В настоящем сообщении приводится список 31 вида грибов, зарегистрированных впервые на территории республики. Обнаруженные грибы относятся к отделу Eumycota, подотделу Ascomycotina, классу Discomycetes, порядкам Pezizales и Helotiales. Отмечены также новые для Армении роды *Barlaea*, *Anthracobia*, *Trichopezizella*, *Calycellina*.

В соответствии с питающим субстратом и по той функции, которую они выполняют в различных фитоценозах, исследуемые грибы можно подразделить на 7 трофических групп: ксилотрофы, филлотрофы, копротрофы, карботрофы, псаммотрофы, герботрофы и гумусовые сапротрофы.

Для каждого вида приведены латинское название, основная синонимика, литературная ссылка, тип фитоценоза, дата сборов, трофическая группа, флористический район, высота над уровнем моря, частота встречаемости. Таксоны расположены по классификационной системе Р.Корфа [1].

Отдел Eumycota
Подотдел Ascomycotina
Класс Discomycetes
Порядок Pezizales
Семейство Sarcoscyphaceae
Род *Pithya* Fuck.

1. *Pithya vulgaris*. Fuck [2]: 228

На ветвях и хвое сосны и пихты. Хвойный, смешанный леса. VI. Ксилотроф, филлотроф. Иджеванский, Лорийский флористические районы. 1900-1800 м. Редко.

Семейство Ascobolaceae
Род *Saccobolus* Boud.

2. *Saccobolus kervemii* (Crouan) Boud [3]: 116.

На помете овец. IV. Копротроф. Ереванский флористический район. 1500 м. Редко.

Семейство Pezizaceae
Род *Barlaea* Sacc.

3. *Barlaea fulgens* (Pers.) Rehm [4]: 930.

На местах костров. Хвойный лес. V. Карботроф. Иджеванский флористический район. 1700-1900 м. Единично.

4. *B. modesta* (Karst.) Sacc. [5]: 69.

На влажной песчаной почве. Лиственные насаждения на берегу оз. Севан. VI. Псаммотроф. Севанский флористический район. 1900 м. Редко.

5. *B. personii* (Crouan) Sacc. [5]: 69.

На почве среди мхов. Лиственный лес. VII. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1300 м.

Род *Peziza* St. Amans

6. *Peziza chrysopela* Cke [6]: 197.

На влажной почве в оранжерее. V. Гумусовый сапротроф. Ереванский флористический район. 800 м.

7. *P. saniosa* Schrad.: Fr. [7]: 23.

На почве во влажных открытых местах вдоль реки. Лиственный лес. VI. Гумусовый сапротроф. Апаранский флористический район. 1500 м.

8. *P. verrucosa* (Velen) Smiz. [5]: 104.

На почве. Лиственный лес, альпийские луга. V. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 2500 м.

9. *P. violacea* Pers.: Fr. [6]: 196.

На местах костров. Смешанный лес. VIII. Карботроф. Апаранский флористический район. 1500-2000 м.

10. *P. violaceo-nigra* (Rehm) Smiz. [5]: 105.

На гниющей древесине. Лиственный лес в окрестностях озера Севан. VIII. Ксилотроф. Севанский флористический район. 2000 м.

Семейство *Pyrenomataceae*

Род *Anthracobia* Boud.

11. *Anthracobia melaloma* (Alb. et Schw.: Fr.) Boud. [3]: 109.

На местах кострищ и на обугленной древесине. Лиственный лес. IX. Карботроф. Иджеванский флористический район. 1700 м. Единично.

Род *Georhxis* (Pers.: Fr.) Sacc.

12. *Georhxis catinus* (Holmsk.) Sacc. [5]: 117.

На почве. Лиственный лес. IV. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1600 м. Редко.

Род *Numaria* Fuck.

13. *Numaria flavorubens* Rehm [4]: 960.

На почве. Смешанный лес. IX. Гумусовый сапротроф. Ереванский флористический район. 1000-1800 м. Редко.

14. *N. fusispora* (Berk.) Sacc. [5]: 83.

На почве. Смешанный лес. IX. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1800 м. Единично.

Род *Octospora* Hedw.: S.F.Gray

15. *Octospora applanata* (Hedw.) Rehm [4]: 1019.

На почве. Лиственный лес. X. Гумусовый сапротроф. Апаранский флористический район. 1500 м. Единично.

16. *O. leucoloma* Hedw.: S. F. Gray [7]: 51.

На почве среди мхов. Смешанный лес. VIII. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1800 м. Редко.

Род *Otidea* Fuck.

17. *Otidea abietina* (Pers.) Fuck. [3]: 94.

На почве. Лиственный, хвойный леса. V, VI. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1600-1800 м. Единично.

18. *O. leporina* (Batsch) Fuck. [3]: 94.

На почве. Смешанный лес. VI. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1600-1800 м. Единично.

Род *Pulvinula* Boud.

19. *Pulvinula constellatio* (Berk. et Br.) Boud. [7]: 54.

На почве. Лиственный лес. X. Гумусовый сапротроф. Зангезурский флористический район. 1800 м. Редко.

Род *Scutellinia* (Cke) Lamb.

20. *Scutellinia setosa* (Fr.) Kuntze [8]: 68. Syn.: *Lachnea setosa* (Nees) Phill. [5]: 147.

На гниющей древесине. Лиственный лес. VIII. Ксилотроф. Апаранский флористический район. 1700 м. Единично.

Порядок Helotiales
Семейство Orbiliaceae
Род *Orbilina* Fr.

21. *Orbilina delicatula* (Karst.) Karst. [9]: 357.

На гниющей древесине сосны и бука. Смешанный лес. VIII. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1700 м. Единично.

22. *O. luteorubella* (Nyl.) Karst. [7]: 167.

На гниющей древесине можжевельника. Хвойный лес, можжевелевое редколесье.

VIII. Ксилотроф. Ереванский флористический район. 2200 м. Редко.

23. *O. oculifuga* Quél. [2]: 103.

На сухих стеблях *Juncus* sp. Лиственный лес. VIII. Герботроф. Ереванский флористический район. 1000-1200 м. Единично.

Семейство Dermateaceae
Род *Pezizella* Fuck.

24. *Pezizella tumidula* (Rob. et Desm.) Sacc. [10]: 440.

На опавших листьях дуба. Лиственный лес. V. Филлотроф. Апаранский флористический район. 1500 м. Редко.

Семейство Hyaloscyphaceae
Род *Dasyscyphella* Tranz.

25. *Dasyscyphella angustipila* Raitv. [9]: 288.

На гниющей древесине. Лиственный лес IX. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1700 м. Единично.

Род *Hyaloscypha* Boud.

26. *Hyaloscypha tigillaris* (Karst.) Raitv. [9]: 328.

На гниющей древесине лиственных пород. Лиственный лес. VIII. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1000 м. Редко.

Род *Lachnum* Retz.

27. *Lachnum rarygaceum* (Karst.) Karst. [9]: 292.

На гниющей древесине и сухих ветвях лиственных пород. Лиственный лес. VIII. Ксилотроф. Иджеванский, Апаранский флористические районы. 1500-2000 м. Группами.

28. *L. pudibundum* (Quél.) Schroet. [9]: 291.

На сухих стеблях злаков. Горные степи. VII. Герботроф. Апаранский флористический район. 1700 м. Группами.

Род *Trichopezizella* Raitv.

29. *Trichopezizella barbata* (Kunze: Fr.). Raitv. [9]: 350.

На погруженной в почву гниющей древесине лиственных пород. Лиственный лес. IV. Ксилотроф. Ереванский флористический район. 1500 м. Редко.

Род *Velutaria* Korf

30. *Velutaria rifo-olivacea* (Alb. et Schw.: Pers.) Korf [7]: 136.

На ветвях бука. Лиственный лес. V. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1200 м. Единично.

Семейство *Leotiaceae*

Род *Encoelia* (Fr.) Karst.

31. *Encoelia furfuraceae* (Roth: Fr.) Karst. [7]: 139.

На почве. Смешанный лес. IX. Гумусовый сапротроф. Апаранский флористический район. 1500-1800 м. Редко, единично.

Кафедра ботаники

Поступила 30.01.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Korf R.P. *Discomycetes and Tuberales*. - In: *The Fungi* - New York; San Francisco; London: Acad. Press., 1973, v. IV a., p. 249-319.
2. Флора споровых растений Казахстана (Шварцман С.Р., Кажиева Н.Т. Дисккомицеты). Алма-Ата: Наука, 1976, т. IX, 330 с.
3. Moser M. *Ascomyceten (Schlauchpilze). Kleine Kryptogamenflora*. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, 1963, Bd. 2a., 147s.
4. Rehm H. *Ascomyceten: Hysteriaceen and Discomyceten*. In.: *Kryptogamen-Flora von Deutschland Österreichs und der Schweiz*. /L. Rabenhorst. 2. Aufl. Leipzig, 1896, Bd. 1, 1275 s.
5. Смицкая М.Ф. Флора грибов Украины. Оперкулятные дисккомицеты. Киев: Наук. думка, 1980, 221 с.
6. Наумов Н.А. Флора грибов Ленинградской области. Дисккомицеты. - М.-Л.: Наука, 1964, в.2, 252 с.
7. Dennis R. W. G. *British Ascomycetes*. Stuttgart: Verlag von J. Cramer, 1968, 455 p.
8. Jarva L., Parmasto E. *Eesti seente Kondnimestik*. Tartu, 1980, 331 p.
9. Райтвэйр А. Г. Порядок Helotiales Nannf. // *Низш. раст., грибы и мохообразные Советского Дальнего Востока*. Аскомицеты. Л.: Наука, 1991, т. 2, 254-393 с.
10. Визначник грибів України. Киев: Наук. думка, 1969, т. 2, 516 с.

Մ.Գ. ԹԱՍԼԱՆՉՅԱՆ, Ս.Գ. ՆԱՆԱԳՅՈՒԼՅԱՆ, Ն.Ջ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ, Ռ.Կ. ԹՈՐՈՍՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՄԻԿՈԲԻՈՏԱՅԻ ՀԱՄԱՐ ԴԻՍԿՈՄԻՑԵՏՆԵՐԻ ՆՈՐ ՏԵՍԱԿՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ո մ

Հոդվածում քերվում է Հայաստանի համար նոր դիսկոմիցետների 31 տեսակների ցուցակ: Առաջին անգամ հայտնաբերված են նաև 4 ցեղեր: Ըստ սննդ սուբստրատի՝ տվյալ սնկերը պատկանում են 7 տրոֆիկական խմբերի. քսիլոտրոֆներ, ֆիլոտրոֆներ, կարբոտրոֆներ, կոպրոտրոֆներ, պսամոտրոֆներ, հեբբոտրոֆներ և հումուսային սապրոտրոֆներ: Բոլոր տեսակների համար նշվում են լատիներեն անվանումը, հեղինակը, հիմնական հոմանիշները, գրական վկայակոչումը, ֆիտոցենոզի տիպերը, հայտնաբերման ժամկետը, տրոֆիկական խումբը, ֆլորիստական շրջանը, բարձրությունը ըստ ծովի մակերևույթի:

УДК 577.352.5:577.112.3:599.323.4

Н.Н. АЙРАПЕТЯН

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДЕЗАМИНИРОВАНИЯ АМИНОКИСЛОТ И БИОСИНТЕЗ МОЧЕВИНЫ В ОРГАНАХ КРЫС

Допустив, что в гомогенатах печени крыс биосинтез мочевины протекает за счет аммиака аминокислот, дезаминирование которых происходит благодаря незамедлительному вовлечению освободившегося аммиака, мы исследовали влияние аминокислот на интенсивность биосинтеза мочевины в гомогенатах печени, почек, мозга крыс.

В результате удалось выявить дезаминирование в гомогенатах 4 различных аминокислот и процесс вовлечения образовавшегося при этом аммиака в процесс биосинтеза мочевины. Процесс синтеза мочевины в гомогенатах изучался в условиях опытов, описанных Ratner a. Pappas, но с некоторыми изменениями.

Орнитиновый цикл мочевинообразования в печени уреотелических организмов является основным механизмом нейтрализации аммиака. Не вызывает сомнения факт, что основным источником аммиака в тканях являются аминокислоты. Еще в ранних исследованиях Кноопа и далее Кребса [1] было доказано, что срезы органов, главным образом, печени и почек при инкубации с природными и неприродными аминокислотами продуцируют аммиак и употребляют O_2 , т.к. дезаминирование аминокислот происходит окислительным механизмом. Дальнейшие исследования установили, что в некоторых органах млекопитающих (печень, почки, мозг крыс), в печени лягушек и птиц, а также в высших грибах содержится оксидаза D-аминокислот, ФАД-зависимые ферменты, дезаминирующие около 12 D-аминокислот [2]. Обнаружена оксидаза L-аминокислот в печени, почках крыс, в дрожжах, у некоторых высших грибов, которая, однако, менее активна, чем предыдущие ферменты. Из почек крыс выделен высокоактивный препарат оксидазы L-аминокислот, ФАМ-зависимых, с оптимумом $pH=10$ и низкими ферментативными оборотами [3]. Показано присутствие почти во всех органах и организмах глутаматдегидрогеназы, катализирующей окислительное дезаминирование глутамата. Этот НАД (ИНАДФ) – зависимый фермент, наиболее изученный, обладающий аллостерическими свойствами, в частности, аллостерически ингибируется восстановленным НАД, NH_3 , АТФ, ГТФ, и, наоборот, аллостерически активируется АМФ. Константа равновесия глутаматдегидрогеназной реакции весьма низкая и в энергетическом отношении легче происходит аминирование α -кетоглутаровой кислоты аммиаком в присутствии НАДН и еще лучше НАДФН [4-6]. В печени животных выявлены серин- и трионин-дегидратазы, а также цистин-десульфгидраза, катализирующие неокислительное дезаминирование указанных аминокислот. В литературе дискутируются также вопросы о существовании и других ферментов, дезаминирующих отдельные аминокислоты (орнитин, аспартат, аланин, триптофан и другие), но проявляющих весьма слабую активность [7,8]. Срезы коркового слоя почек крыс интенсивно дегаминируют некоторые аминокислоты, в частности глутамат, аспартат и особенно интенсивно орнитин.

Следует подчеркнуть, что ни в одном организме и тем более ни в одной ткани не присутствует полный набор ферментов, который обеспечивает дезаминирование всех природных аминокислот, потому и вопрос механизма аммиакообразования из аминокислот является проблематичным до сих пор. Убедительным кажется пред-

ложенный Браунштейном механизм трансдезаминирования всех аминокислот в системе присутствующих во всех клетках и тканях трансаминаз и глутаматдегидрогеназ [2,8-12]. Тем не менее трансдезаминирование берется под сомнение рядом исследователей в силу того, что в гомогенатах глутаматдегидрогеназа не катализирует дезаминирование глутаминовой кислоты из-за высокого содержания аммиака, и в этих условиях аминокислота глутамата переаминируется со ЩУК с образованием аспартата [13-18]. На самом деле, наблюдаемое дезаминирование глутамата других аминокислот в срезах печени и почек крыс не обнаруживается в гомогенатах тех же органов. Очевидно, сохранность целостности клеточных мембран, обеспечивающих активную экскрецию аммиака из клеток, является необходимым условием функционирования дезаминирующих ферментов аминокислот. Хотя это заключение является весьма логичным, оно нуждается в дополнительных экспериментальных доказательствах. Совершенно труднообъяснимым является тот факт, что при инкубировании гомогенатов без каких-либо добавок *in vivo* продуцируется аммиак, несмотря на то, что в этих условиях, как уже отмечалось, механизм трансдезаминирования не может функционировать. В этих условиях проследить прирост аммиака за счет убыли свободных аминокислот невозможно из-за непрекращающегося протеолиза белков и пополнения фонда свободных аминокислот. Можно допустить, что дезаминирование аминокислот в клетках осуществляется из-за непрерывного вовлечения в биосинтез глутамина и удаления аммиака (путем диффузии или в форме глутамина), что обеспечивает весьма низкий внутриклеточный уровень аммиака, не препятствующий функционированию глутаматдегидрогеназы и других указанных ферментов дезаминирования аминокислот. Если это так, то связывание аммиака любым способом будет способствовать дезаминированию аминокислот и в гомогенатах. Учитывая, что орнитинный цикл нейтрализует аммиак путем его первоначального вовлечения в биосинтез карбамилфосфата под влиянием карбамилфосфатсинтетазы митохондрий печени уреотелических организмов (далее, карбамилфосфат с остальными 4 ферментами орнитинового цикла последовательно превращается в цитруллин, аргиносуццинат, аргинин и мочевины), можно допустить, что в гомогенатах печени крыс биосинтез мочевины протекает за счет аминокислот, дезаминирование которых происходит благодаря незамедлительному вовлечению освобожденного аммиака. С целью проверки гипотезы нами исследовалось влияние аминокислот на интенсивность биосинтеза мочевины в гомогенатах мозга, печени, почек. Соответствующие данные приведены в таблице.

Методика. Процесс синтеза мочевины в гомогенатах изучали в условиях опытов, описанных Ratner a Pappas [19], но с небольшими видоизменениями: гомогенат, приготовленный на 0,05M К-фосфатном буфере pH=7,4, инкубировали в присутствии 20MкM L-орнитина, 25MкM - NH₄Cl, 10MкM - АТФ, 5MкM - MgSO₄, 20MкM - янтарной кислоты, аргиназы (sigma) - в 1мг (20 ед.). После 40 мин. инкубации реакцию останавливали кипячением и определяли мочевины. Для этого к прокипяченному пробам добавляли 2мг высокоактивного препарата уреазы (sigma), инкубировали 30 мин., после чего реакцию останавливали добавлением 15% ТХУ, через 15 мин. центрифугировали и в супернатанте определяли количество аммиака микродиффузионным методом Зелингсона [20].

Собственные исследования. Данные таблицы показывают, что в контрольной пробе, инкубированной без аминокислот, содержится определенное количество мочевины в гомогенатах изученных органов крыс (6,3-7,4 MкM на 1г свежей ткани). При инкубировании пробы с L-орнитином в гомогенатах печени происходит значительный биосинтез мочевины: содержание мочевины почти удваивается (15,66 MкM), тогда как в гомогенатах почек и мозга стимуляция биосинтеза мочевины не происходит. Это объясняется отсутствием фермента биосинтеза цитруллина в почках и мозге.

В варианте полной пробы без NH₄Cl, но с глутаминовой кислотой происходит незначительный прирост мочевины в гомогенатах печени (7,69 MкM). Проверочные опыты показали, что при этом в гомогенате печени происходит прирост глутамина

примерно на 4 Мкм (на 1г свежей ткани). Можем заключить, что в указанном варианте произошел прирост аммиака на 4 с лишним Мкм, который был израсходован в основном для амидирования глутамата, и лишь небольшая его часть вовлеклась в процесс биосинтеза мочевины. В аналогичных условиях в гомогенатах почек и мозга по указанным причинам не происходит прироста мочевины.

Влияние аминокислот на интенсивность биосинтеза мочевины (мкмоль/г свежей ткани) в гомогенатах мозга, почек, печени (приведены средние данные из 7-8 опытов)

Состав пробы	Печень	Почки	Мозг
полная проба, фиксированная до инкубации	5,38±0,24	4,08±0,22	4,58±0,22
полная проба, инкубированная без аминокислот	7,41± 0,23	6,30 ± 0,19	6,74 ± 0,24
полная проба с L-орнитинном	15,66± 0,58	6,33 ± 0,17	6,89 ± 0,20
полная проба без NH ₄ Cl	6,08±0,20	6,36 ± 0,16	6,68 ± 0,18
полная проба без NH ₄ Cl с глутаминовой кислотой	7,69±0,21	6,28 ± 0,22	6,12 ± 0,24
полная проба без NH ₄ Cl с аспаратом	11,04±0,36	6,40 ± 0,31	6,78 ± 0,31
полная проба без NH ₄ Cl с L-орнитинном	10,12±0,24	6,30 ± 0,36	6,49 ± 0,28
полная проба без NH ₄ Cl с аланином	8,89±0,18	6,14 ± 0,21	6,48 ± 0,18
полная проба без NH ₄ Cl с α-глутамин. кис-ой, L-аспаратом, L-орнитинном, L-аланином	15,84±0,58	6,48 ± 0,38	6,90 ± 0,44
полная проба с L-цитруллином	17,42±0,64	11,36 ± 0,40	10,04 ± 0,46
полная проба с L-цитруллином и с L-аспаратом	21,40±0,58	12,21 ± 0,54	13,22 ± 0,58

В пробах без NH₄Cl, но с L-аспаратом происходит значительный биосинтез мочевины (11,04 Мкм), уступающий, однако, интенсивности биосинтеза с L-орнитинном. Это свидетельствует о том, что L-аспарат заметно дезаминировался и образовавшийся аммиак вовлекался в биосинтез мочевины не так интенсивно из-за недостатка L-орнитина в среде. В пробах без NH₄Cl, но с орнитинном происходит значительный биосинтез мочевины (10, 12 Мкм), но уступающий биосинтезу мочевины с аммиаком и орнитинном. В последнем случае, по-видимому, L-орнитин значительно дезаминировался, но имелся недостаток в аспарате.

В варианте без NH₄Cl в присутствии аланина происходит незначительный биосинтез мочевины (8,89Мкм) в гомогенатах печени, что указывает на слабое дезаминирование аланина и на ограниченные возможности образования аспарата из аланина в гомогенатах.

В пробах без NH₄Cl, но в присутствии глутамата, аспарата, орнитина и аланина происходит интенсивный биосинтез мочевины (15,14Мкм), доходящий до интенсивности процесса в варианте пробы в присутствии аммиака и L-орнитина. Очевидно, в указанных условиях происходит дезаминирование добавленных 4 аминокислот, что обеспечивает процесс биосинтеза мочевины аммиаком в достаточной степени.

В пробах с L-цитруллином и, особенно с цитруллином и L-аспаратом в гомогенатах печени биосинтез мочевины достиг своего максимума (17,42 и 21,40 Мкм соответственно). При этом в аналогичных условиях проявляется активность биосинтеза мочевины в гомогенатах почек и мозга.

Полученные данные позволяют заключить, что в гомогенате печени L-глутамат, L-аспарат, L-аланин, L-орнитин интенсивно дезаминируются благодаря тому, что образующийся при этом аммиак вовлекается в присутствующий в митохондриальной фракции карбомилфосфат. К сожалению, из-за отсутствия карбомилфосфат-синтетазы в почках и мозге, в гомогенатах в наших экспериментах указанными подходами не удастся раскрыть возможное дезаминирование.

По результатам наших экспериментов выявлены дезаминирование в гомогенатах печени 4 различных аминокислот и процесс вовлечения образовавшегося при этом аммиака в процесс биосинтеза мочевины.

Одновременно подтверждены данные о присутствии в почечной и мозговой тканях последних 3 ферментов орнитинового цикла, катализирующих биосинтез мочевины из цитруллина с вовлечением аминного азота аспартата.

Научно-исследовательская лаборатория
сравнительно-эволюционной биохимии

Поступила 10.02.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Krebs H.A. Metabolism of aminoacids III. Deamination of aminoacids.- Biochem J., 1935a, v.29, p.1620-1664.
2. Браунштейн А.Е. Биохимия аминокислотного обмена. М.: изд-во АМН СССР, 1949, с.426.
3. Krebs H.A. The metabolic fate aminoacids.- In Mammalian protein metabolism (Mumo H., Allison I eds) Acad. Press N. J., 1964, v.1, p. 125-176.
4. Olson J.A., Anfinsen C. B. Kinetic and equilibrium stuches on cristalline l-glutamic acid dehydrogenase.- J.Biol. Chem, 1953, v.202, p. 841-856.
5. Strecker H.J. Cristalisation of L-glutamic acid dehydrogenase from liver.- Arch. Biochem. Biophys., 1951, v. 32, p.448-450.
6. Stecker H.J. Clutamic dehydrogenase.- Arch.- Biochem., Biophys., 1953, v.46, p.128-140.
7. Браунштейн А.Е., Шемякин М.М. Теория процессов аминокислотного обмена, катализируемых пиридоксальовыми энзимами., Докл. АН СССР, 1952, т.85, с. 115-118.
8. Браунштейн А.Е., Шемякин М.М. Теория процессов аминокислотного обмена, катализируемых пиридоксальовыми энзимами.- Биохимия, 1953, т.18, с.393-411.
9. Браунштейн А.Е. Ферментативная система переаминирования, ее биология, значение и механизм действия. XI. Образование аминокислот путем интрамолекулярного переноса аминогрупп.- Биохимия, 1939, т. 4, с.667-690.
10. Браунштейн А.Е., Азарх Р.М. Влияние подавления реакций переаминирования на синтез аминокислот в средах и гомогенатах печени.- Биохимия, 1957, т.22, с.430-438.
11. Браунштейн А.Е., Азарх Р.М. О механизме дезаминирования L-аминокислот в тканях печени и почк. XX сообщение об образовании и распаде аминокислот путем интермолекулярного переноса аминогрупп.- Биохимия, 1944, т.9, с.337-357.
12. Крицман М.Г. Ферментативное переаминирование аспарагиновой кислоты. XII сообщение об образовании и распаде аминокислот путем интермолекулярного переноса аминогрупп.- Биохимия, 1939, т.4, с.691-701.
13. Априкян Г.В., Шагинян В.А. Роль глутаматдегидрогеназы в окислительном дезаминировании глутаминовой кислоты в мозгу и печени на разных этапах постнатального развития.- В кн.: Вопросы биохимии мозга. Ер.: АН Арм. ССР, 1973, т.8, с.91-105.
14. Balazs R. Control of glutamate oxidation in brain and liver mitochondrial systems.- Biochem J., 1965, v.95, p.497-508.
15. De Haan E.J., Tager J.M., Slater E.C. Factors affecting the pathway of glutamate oxidation in rat-liver mitochondria.- Biochem, Biophys., Acta, 1967, v.131, p.1-13.
16. Schoolwenth A.C., Hoover W.J., Daniel C.H., La Nove K.F. Effect of aminoxyacetate and L-ketoglutarate on glutamate deamination by rat kidney mitochondria.- Ent J. Biochem., 1980, v. 12, p.145-149.
17. Katunuma N., Okada M. The formation of glutamate from carbonidrates or fatty acids through TCA cycl.- Proc. Japan. Acad., 1962, v.38, p.8-14.
18. Pappas, Tager J.M., Francavilla A., Haan C.J., Quagliariello E. Control of glutamate dehydrogenase activity during glutamate oxidation in inolated rat liver mitochondria.- Biochem., Biophys. Acta, 1967, v.131, p.14-28.
19. Ratner S., Pappas A. Biosynthesis of urea. N.Arginine synthesis from citrylline in liver ogenates.- J. Biol. chem., 1949b.,v.179, p.1199.
20. Selingson D., Selingson H. A mikrodifffusion method for the determination of Nitrogen liberated as ammonia.- J. Lab. Clin. Med., 1951, v.38, p.324.

Ն.Ն. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԱՄԻՆԱԹԹՈՒՆԵՐԻ ԴԵՉԱՄԻՆԱՑՄԱՆ ԵՎ ՄԻՉԱՆՅՈՒԹԻ ԿԵՆՍԱՍԻՆԹԵԶԻ
ԿԱՊԸ ԱՌՆԵՏԻ ՕՐԳԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո մ

Հաշվի առնելով, որ առնետի յարդի հոմոգենատում միզանյութի կենսասինթեզը կատարվում է ամինաթթուների NH_3 -ի անմիջական ընդդրկմամբ՝ մենք ուսումնասիրել ենք ամինաթթուների ազդեցությունը միզանյութի կենսասինթեզի ինտենսիվության վրա առնետի յարդի, երկկամների և ուղեղի հոմոգենատներում:

Հոմոգենատներում հայտնաբերվել են 4 ամինաթթուների դեզամինացումը և այդ ընթացքում առաջացած NH_3 -ի ընդդրկումը միզանյութի կենսասինթեզի մեջ: Հոմոգենատներում միզանյութի կենսասինթեզի պրոցեսը ուսումնասիրվել է Ratner և Pappas-ի կողմից նկարագրված պայմաններում՝ որոշ փոփոխություններով:

УДК 575.174.599.9

А.Л. ГЕВОРКЯН

СВЯЗЬ КЛАСТОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ СО СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

В настоящей работе рассматриваются механизмы действия кластогенного фактора (КФ) в культурах лимфоцитов периферической крови человека. Анализируется связь КФ с образованием свободных радикалов кислорода в клетках больных периодической болезнью (ПБ). Приводятся результаты ингибирования индуцированных КФ хромосомных повреждений за счет действия супероксиддисмутазы, что также подтверждает свободно-радикальную природу индукции КФ.

КФ впервые был описан радиобиологами в плазме крови облученных людей. При этом хромосомные повреждения индуцировались при добавлении в культуры клеток человека ультрафильтратов плазмы крови лиц, переживших атомную бомбардировку в Японии. Обнаруженная кластогенная активность сохранялась на протяжении более 50 лет после атомного взрыва.

КФ был также выявлен в плазме крови у больных, страдающих разными хроническими воспалительными заболеваниями, у лиц, инфицированных вирусом СПИД, у людей, контактирующих с асбестом, у больных с врожденными синдромами хромосомной нестабильности (атаксия-телеангиэктазия, синдром Блума, анемия Фанкони). Способность КФ индуцировать свободные радикалы кислорода (СРК) была подтверждена в исследованиях *in vitro* при введении ультрафильтратов плазмы больных в культуры клеток здоровых лиц [1].

Было выявлено, что в культурах лимфоцитов больных периодической болезнью (ПБ) наблюдается повышение уровня хромосомных aberrаций по сравнению с контролем. У больных ПБ частота aberrаций клеток с aberrациями ($6,34 \pm 2,72$ %) значительно превышала контрольный уровень ($1,70 \pm 0,92$ %) в клетках здоровых лиц, $p < 0,001$ [2].

Повышение спонтанного уровня хромосомных aberrаций в культурах лимфоцитов здоровых лиц индуцируется КФ плазмы крови больных людей. Вероятно, при ПБ, как и при многих других заболеваниях, повышенная активность полиморфно-ядерных нейтрофилов (ПМН) приводит к образованию свободных радикалов кислорода (СРК) в крови и серозных жидкостях, индуцирующих кластогенную активность [3].

Окислительный стресс, согласно различным данным литературы, приводит к возникновению клеточного дисбаланса между интенсивностью формирования СРК и антиоксидантной защитной системой, что может отражаться и в виде повреждений генетического аппарата. Хронический окислительный стресс вовлечен в процесс возникновения большого числа различных патологий, в том числе процессов старения, злокачественных новообразований, атеросклероза, воспалительных заболеваний, что также может опосредованно отражаться в виде процессов повреждения хромосом. Известно, что эти процессы взаимосвязаны, но каждое новое подтверждение их взаимозависимости представляет интересную биологическую задачу.

Целью настоящей работы являлось изучение связи образования КФ в культурах лимфоцитов периферической крови человека со свободно-радикальными про-

цессами. При этом проводился анализ этой зависимости в клетках больных ПБ. Другим подходом к анализу этой связи явилось изучение протекторных свойств ингибитора свободно-радикальных процессов, супероксиддисмутазы (СОД), при индукции хромосомных повреждений КФ из клеток облученных лиц.

Материал и методы. Материалом исследования служила цельная периферическая кровь, забор которой производили из локтевой вены.

Были отобраны следующие группы:

1. 20 больных периодической болезнью, проходивших лечение в разных больницах Еревана. Возраст больных в среднем составил $34,2 \pm 10,8$ лет.

Контрольные образцы плазмы от 20 здоровых доноров соответствовали полу и возрасту больных ЦБ анализируемой группы.

Забор крови здоровых доноров проводили в Институте гематологии и переливания крови МЗ Республики Армения.

2. Ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). Для тестирования СОД была взята кровь у 9 ликвидаторов, которые работали в Чернобыле в период 1986-1988 гг. Продолжительность пребывания на ЧАЭС составила от 54 до 77 дней. Возраст обследованных ликвидаторов варьировал от 24 до 54 лет.

Лимфоциты периферической крови культивировали по общепринятой методике [4]. Продолжительность культивирования лимфоцитов составляла 72 часа.

Образцы крови для проведения анализа СРК анализировали сразу после ее взятия [5].

Материалом для изучения кластогенного эффекта служила плазма крови в количестве 1-2 мл, которую можно заморозить и хранить несколько месяцев. Образцы плазмы дважды осаждали на фильтрах Diaflo (УМ10) с порами размером, равным 30000 дальтон. Ультрафильтраты по 250 мкл добавляли в культуру лимфоцитов здоровых лиц для оценки кластогенной активности.

Все процедуры выделения КФ проводили в Университете Париж-6 в лаборатории цитогенетики под руководством проф. И. Эмери. Кровь для тестовых культур получали в Центре переливания крови Парижа.

Уровни хромосомных повреждений, индуцированных действием ультрафильтратов плазмы ликвидаторов в культуре крови здоровых доноров, сравнивали с количеством хромосомных аберраций в контрольных культурах лимфоцитов тех же доноров. Результаты представляли в виде превышения уровней хромосомных аберраций (ПХА) из расчета на 100 митозов в сравнении с уровнем аберраций в контрольных культурах. Основываясь на КФ-тестах, КФ-положительными (КФ⁺) считались варианты с ПХА +8 и выше.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью критерия *t* Стьюдента и χ^2 .

Результаты и обсуждение. Проведен сравнительный анализ кластогенной активности плазмы со спонтанной продукцией СРК нейтрофилами у 20 взрослых пациентов, страдающих ПБ, и 20 доноров контрольной группы. При этом показано, что спонтанная продукция СРК нейтрофилами у больных ПБ в среднем составила $9,94 \pm 0,77$ нМ, а у здоровых лиц $-7,27 \pm 0,75$ нМ ($p < 0,01$). Продукция СРК нейтрофилами больных во всех вариантах была выше контрольного уровня, за исключением одного из 20 проведенных парных сравнений (табл. 1).

Продукция СРК нейтрофилами больных с амилоидозом почек не превышала эти значения у больных ПБ, не страдающих амилоидозом почек ($10,36 \pm 1,48$ и $9,52 \pm 2,00$ нМ соответственно) ($p > 0,05$).

У больных ПБ общее число лимфоцитов со структурными аберрациями хромосом, индуцированными КФ, варьировало от 6 до 18, что в среднем составило $12,9M \pm 1,62$ на 100 клеток. ПХА до +6 наблюдалось у 17 больных (85%), а у 14 - до +8 и более (70%). Индивидуальная вариабельность уровней ХА составила от 0 до 6% в культурах, обработанных ультрафильтратами плазмы здоровых лиц. Не

выявлены различия в результатах цитогенетического анализа в культурах, инкубированных ультрафильтратами плазмы больных ПБ, страдающих амилоидозом почек и без него.

Наблюдались в основном aberrации хроматидного типа, что подтверждает результаты, полученные при изучении действия КФ у больных ПБ [3].

Таблица 1

Уровень свободных радикалов кислорода и хромосомных aberrаций в крови больных ПБ и здоровых доноров

Доноры		Больные ПБ	
Уровень СРК (пмоль)	Уровень ХА (на 100 клеток)	Уровень СРК (пмоль)	Уровень ХА (на 100 клеток)
7,14	4	8,81	18
6,19	4	8,57	12
5,40	6	11,19	6
7,85	2	12,38	18
9,30	6	10,23	12
4,76	2	9,04	12
8,56	-	10,71	10
7,60	0	9,76	8
8,56	4	11,40	12
7,14	6	12,85	12
6,66	4	12,14	10
6,19	4	10,71	18
6,90	4	10,71	12
8,09	6	9,76	16
5,24	2	9,76	16
12,60	2	6,43	10
6,19	2	11,19	16
6,43	2	7,62	14
7,14	0	6,90	18
7,38	4	8,57	8
7,27±0,75	3,37±0,85	9,94±0,77	12,90±1,62

Полученные результаты свидетельствуют о наличии КФ в плазме крови больных ПБ, который индуцировал повышение уровня хромосомных aberrаций у здоровых лиц. В большинстве случаев ультрафильтраты плазмы больных способствовали образованию хромосомных и хроматидных делеций, не вызывая, однако, образования колец, дицентриков и других типов структурных aberrаций.

Результаты проведенного анализа выявили достоверную корреляцию между уровнями продукции СРК нейтрофилами больных ПБ и кластогенной активности их плазмы ($r=0,52$). Однако не выявлена корреляция между продукцией СРК и кластогенной активностью с частотой и продолжительностью приступов, а также степенью тяжести заболевания.

Уровни ХА в необработанных культурах здоровых индивидов соответствовали норме. Учитывая роль СРК в индукции разрывов хромосом, была использована культуральная среда с минимальным содержанием веществ, снижающих уровни СРК, а также эмбриональная сыворотка с низкими уровнями антиоксидантов.

Во второй серии исследований изучался антикластогенный эффект антиоксиданта СОД (Cu, Zn-SOD, выделенный из эритроцитов телят), добавленного в клетки в конечной концентрации 30 МЕ/мл с начала культивирования лимфоцитов (табл. 2).

Препарат СОД оказал достоверный протекторный эффект, снизив частоту хромосомных aberrаций с $19,14 \pm 5,52\%$ (без СОД) до $6,28 \pm 3,72\%$ (с добавлением СОД), в вариантах, обработанных КФ из плазмы крови ликвидаторов.

Ультрафильтраты плазмы ликвидаторов в основном индуцировали aberrации хроматидного типа, такие, как разрывы одной хроматиды, фрагменты и концевые делеции: Гораздо реже встречались дицентрики и кольца или другие хромосомные

аномалии, являющиеся следствием транслокаций, инверсий и делеций. Такие аберрации хромосомного типа не наблюдались как в необработанных культурах, так и в культурах, в которые вводили ультрафильтраты плазмы здоровых индивидов.

Таблица 2

Снижение кlastогенной активности ультрафильтратов плазмы ликвидаторов различными концентрациями СОД

Контроль	6	6	4	4	4	2	6	6	2
КФ	8	10	12	10	6	12	4	6	12
КФ+1 у.е.			10	4	6	4	0	2	14
КФ+5 у.е.			8	4	2	6	0	2	16
КФ+10 у.е.	4	8	4	0	4	2	0	0	4
КФ+30 у.е.	4	2	4	2	2	6	2	0	6

Таким образом, можно заключить, что наличие КФ, индуцированного в клетках, вызывающего повышение уровней хромосомных аберраций, может служить биомаркером продукции СРК при разных патологических состояниях организма.

Кафедра генетики и цитологии

Поступила 16.07.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Emerit I. - Free Radical Biol. Med. 1994, v.16, p. 99-109.
2. Sarkisian T., Emerit I., Arutyunyan R. et al.,- Hum. Genet., 1997, v. 101, p. 238-242.
3. Emerit I., Arutyunyan R., Sarkisian T. et al.,- Free Radicals Biol. Med., 1993, v.15, p. 265.
4. Hungerford D.A.- TAI Technol., 1965, v. 40, p. 333-335
5. Johnston. R.-Methods in Enzymology, 1984, v. 105, p. 215-220.

Ա.Լ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ԿԼԱՍՏՈԳԵՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԿԱՊԸ ԱԶԱՏ
ՌԱԴԻԿԱԼԱՅԻՆ ՊՐՈՑԵՄՆԵՐԻ ՀԵՏ

Ա մ փ ն փ ու մ

Տվյալ աշխատանքում քննարկվում է կլաստոգեն գործոնի (ԿԳ) ազդեցության մեխանիզմը պերիֆերիկ արյան լիմֆոցիտների կուլտուրաներում: Վերլուծվում է այդ պլոցեսների կապը թթվածնի ազատ ռադիկալների առաջացման հետ պարբերական հիվանդությամբ տառապող անձանց բջիջներում:

Սուպերօքսիդիանուտալի ազդեցության պայմաններում ներկայացվում է ԿԳ-ի միջոցով հարուցված քրոմոսոմային խաթարումների մակարդակի իջեցումը: Դա հաստատում է ԿԳ-ի առաջացման ազատ-ռադիկալային բնույթը:

Երկրաբանություն

УДК 551.42

Հ.Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՇԵՐՏԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱՀԱՆՈՒԹԱՅԻՆ
ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՄԻ ԶԱՆԻ ՊՐՈՐԼԵՄՆԵՐԻ ՍԱՄԻՆ

Շերտագրությունը երկրաբանության հիմնարար գիտություններից է, զբաղվում է շերտախմբերի տարածական-ժամանակային փոխհարաբերության ուսումնասիրությամբ՝ ձգտելով պարզաբանել քարաշերտերի հասակը, առաջացման հաջորդականությունը, փոխհարաբերությունը և տարածական տեղաբաշխումը: Որևէ տարածաշրջանի բոլոր տեսակի երկրաբանական աշխատանքները սկսվում են շերտագրական ուսումնասիրություններով: Այդ կապակցությամբ շերտագրությունը հիմք է հանդիսանում երկրաբանական բոլոր կառուցումների համար: Շերտագրական տվյալները լայնորեն օգտագործվում են ինչպես երկրաբանական, տեկտոնական, հնաշխարհագրական, քարաբանաֆացիալ, ինտրուզիվ ֆորմացիաների, մետաղագոյացման քարտեզներ կազմելիս, այնպես էլ օգտակար հանածոների կանխագուշակման, որոնման ու հետախուզման ժամանակ:

Տվյալ տարածքում տարվող երկրաբանական բազմաբնույթ աշխատանքների արդյունավետությունը զգալի չափով պայմանավորված է այդ տարածքի շերտագրական ուսումնասիրության աստիճանով, այսինքն թե ինչպիսի մանրամասնությամբ է բազմախառնված առևտարակ շերտագանգվածների հասակաբանությունը, ինչքանով են մանրակրկիտ ու հիմնավորված տարբեր ստորաբաժանումների շերտագրական գծապատկերները: Հարկ է նշել, որ հիմնականում դրանով է որոշվում նաև տվյալ երկրի երկրաբանական ուսումնասիրվածության աստիճանը:

Հանրապետության տարածքի շերտագրությունն անհավասարաչափ է ուսումնասիրված: Սկզբնական շրջանում շերտագրական ուսումնասիրություններ և քարտեզահանման աշխատանքներ կատարվում էին հիմնականում հայտնի հանքավայրերի շրջակայքում: Այնուհետև ամբողջ տարածքի համար Կ.Ն. Պաֆֆենհուլցի կողմից կազմվեցին 1:200000 երկրաբանական քարտեզներ, սակայն այդ քարտեզները ոչ կոնդիցիոն էին և ունեին բազմաթիվ թերություններ և սխալներ, քանի որ դրանք չէին ուղեկցվել համապատասխան մասշտաբի երկրաբանահանութային աշխատանքներով: Հետագայում կատարվեցին 1:50000 մասշտաբի, իսկ որոշ տեղամասերում՝ ավելի մանրամասն երկրաբանահանութային աշխատանքներ, սակայն այդ քարտեզների մեծ մասը նույնպես կոնդիցիոն չէ: Ցավալի է նշել, բայց փաստ է, որ մինչև այժմ գոյություն չունի հանրապետության նույնիսկ 1:500000 մասշտաբի ընդհանուր ընդունելություն գտած պետական երկրաբանական քարտեզ: Այդ հարցում մենք հետ ենք մնացել ԱՊՀ շատ երկրներից, այդ թվում նաև մեր հարևաններից:

Այստեղ իր բացասական դերն է խաղացել գիտական հիմնարկների շերտագրական և արտադրական երկրաբանահանութային աշխատողների համագործակցության բացակայությունը, որի պատճառով համարյա բոլոր մասշտաբների երկրաբանական քարտեզները կազմվել են մեծ թերություններով ու սխալներով: Երկրաբանահանութային աշխատանքների մեջ չեն ընդգրկվել տվյալ տարածքի կամ շերտախմբե-

րի շերտագրության մասնագետները, չեն կատարվել այդ աշխատանքներին նախորդող շերտագրական մի շարք պարտադիր պահանջները: Այսպես օրինակ, մինչև երկրաբանահանութային աշխատանքների սկսելը, հատկապես 1:50000 մասշտաբի դեպքում, անհրաժեշտ է մշակել տվյալ տարածքի շերտագրական ստորաբաժանումների պայմանական նշանների նախնական տարբերակները, նախնական երկրաբանական քարտեզը, շերտագրական գծապատկերները: Կարևոր է նաև բոլոր շերտագրական ստորաբաժանումների տիպական (հենակետային) կտրվածքների բացահայտումը և տեղավայրի որոշումը: Այդ նախնական փուլի աշխատանքներին պետք է մասնակցեն գիտության և արտադրության շերտագրության գծով բարձրորակ մասնագետները: Այս բոլոր հարցերը պետք է քննարկվեն ու հաստատվեն մասնագիտացված բանվորական խորհրդակցություններում և ընդերքի վարչության գիտատեխնիկական խորհրդում: Բայց, որպես կանոն, այդպիսի համագործակցություն ու քննարկում տեղի չեն ունեցել. հետևաբար բացակայել է երկրաբանահանութային աշխատանքների կատարման համար անհրաժեշտ նախնական շերտագրական հիմքը: Այդ պրոբլեմի լուծման առաջնահերթ խնդիրներից է կարևորագույն հենակետային շերտագրական կտրվածքների մանրակրկիտ ուսումնասիրությունը՝ ներկայումս հայտնի ժամանակակից հետազոտությունների բոլոր մեթոդների օգտագործումով և ֆաունայի ու ֆլորայի մենագրական ուսումնասիրությամբ: Անհրաժեշտ է նաև ընդլայնել հնամագինիսական ուսումնասիրությունները, որոնց տվյալները կարևոր նշանակություն ունեն միմյանցից հեռու գտնվող շրջանների նեոգեն-չորրորդական լավային առաջացումների կտրվածքների համադրման համար: Շերտագրական հարցերի լուծման ժամանակ քիչ են օգտագործվում քարաբանական, միներալաբանական և հատկապես երկրաքիմիական ուսումնասիրությունների տվյալները, որովհետև կտրվածքների մասնատման ու համադրման գործում կարևոր դեր կարող են խաղալ առանձին միներալները և տարրերը, հատկապես հազվագյուտ և ռադիոակտիվ տարրերը:

Ընդերքի վարչության կողմից 70-80-ական թվականներին 1:500000 և 1:200000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզների պայմանական նշանները մշակելու նպատակով կազմվեց խմբագրական խորհուրդ, սակայն այդ աշխատանքները կատարվեցին ոչ հետևողականորեն և մնացին անավարտ: ՀԳԱԱ Երկրի մասին գիտությունների բաժանումը և մույնպես 1:500000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզ կազմելու փորձ արվեց, սակայն մույնպես անարդյունք՝ մասամբ պայմանավորված Ա. Գաբրիելյանի և Ա. Ասլանյանի միջև եղած տարաձայնություններով: Հանրապետության շերտագրագետների կողմից տարբեր ժամանակներում կատարվել են տարբեր տարածքների ու տեկտոնական կառույցների մանրամասն շերտագրական ուսումնասիրություններ, մշակվել են դրանց շերտագրական գծապատկերները, սակայն այդ տվյալները քարտեզագրական աշխատանքների ժամանակ բավարար չափով չեն օգտագործվել, իսկ երբեմն էլ ուղղակի հաշվի չեն առնվել: Խոշորամասշտաբ երկրաբանահանութային քարտեզահանման աշխատանքների որակի վրա ազդել է նաև կատարողների գիտելիքների պակասը տվյալ տարածքն ընդգրկող տեկտոնական զոնայի տարբեր հասակի ապարների շերտագրական առանձնահատկությունների ու օրինաչափությունների վերաբերյալ, հաճախ նաև սուբյեկտիվ մոտեցումները և արհեստավարժության պակասը: Դա զգալի չափով նվազեցնում է տվյալ տարածքի երկրաբանական կառուցվածքում կողմնորոշվելու հնարավորությունները և, հետևաբար, կտրվածքների մասնատումը, համադրումը և սահմանների որոշումը: Դրա փայլուն ապացույցը Մպիտակի երկրաշարժից հետո ՀԳԱԱ երկրաբանական ինստիտուտի կողմից այդ տարածաշրջանի 1:50000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզի կազմումն էր, որի հեղինակներից շատերի գիտելիքները տարածաշրջանի երկրաբանական կառուցվածքի՝ հատկապես շերտագրության և տեկտոնիկայի վերաբերյալ սահմանափակ էին կամ չունեին երկրաբանահանութային աշխատանքների փորձ, այդ պատճառով կազմվեցին ցածրորակ և ոչ կոնդիցիոն քարտեզներ:

Հանրապետությունում երկրաբանահանութային և շերտագրական աշխատանքները կոորդինացնելու, վերահսկելու և արդյունքները գնահատելու նպատակով անհրաժեշտ է ստեղծել հանրապետական միջգերատեսչային շերտագրական կոմիտե

(խորհուրդ), դրանում ընդգրկելով տարբեր երկրաբանական հիմնարկների երկրաբանահանութային ու շերտագրական աշխատանքների փորձ ունեցող, Հայաստանի ու հարակից շրջանների ռեզիւոնալ երկրաբանությանը քաջածանոթ բարձրորակ մասնագետներին: Այսպիսի խորհուրդներ գոյություն ունեն շատ երկրներում, կար նաև ԽՍՀՄ-ում:

Խորհրդի գործունեության համար կարելի է կազմել մանրամասն ծրագիր՝ ելնելով հետևյալ հիմնադրույթներից. 1) Հայաստանի մինչքեմբրիի և ֆաներոզոյի ստորաբաժանումների շերտագրական գծապատկերների վերանայում, ճշտում, ընդհանրացում և ամփոփ գծապատկերելի կազմում, 2) տեկտոնական կառույցների (կառուցվածքաֆորմացիոն զոնաներ, ենթազոնաներ, անտիկլինորիումներ, սինկլինորիումներ) շերտագրական գծապատկերների վերանայում և մշակում՝ հաշվի առնելով վերջին տարիների նոր նյութերը, 3) տարբեր տեկտոնական կառույցների, հանքավայրերի և առանձին տեղամասերի տեղական շերտագրական ստորաբաժանումների (համալիր, սերիա, շերտախումբ) քանակի, անվանարկման, շերտագրական դիրքի և հասակի վերանայում ու ճշտում, 4) շերտագրական ստորաբաժանումների սահմանների (եթե վիճելի են) ճշտում և վերջնական որոշման ընդունում, 5) շերտագրական ստորաբաժանումների տիպական, հենակետային, շերտատեսակ (ստրատոտիպ) կտրվածքների առանձնացում, տեղավայրի ճշտում, քարտեզահանում և փաստագրում, 6) ֆորմացիաների հասակային մասնատման ամփոփ գծապատկերի կազմում, 7) հանրապետության 1:200000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզի պայմանական նշանների մշակում և քարտեզի կազմում, 8) խառնամասշտաբ երկրաբանահանութային աշխատանքների նախնական պայմանական նշանների, տիպական կտրվածքների, շերտագրական գծապատկերների քննարկում և հաստատում, 9) բոլոր տեսակի երկրաբանահանութային, քարտեզագրական, շերտագրական աշխատանքների վերահսկում և արդյունքների գնահատում, 10) Հայաստանի շերտագրական բառարանի կազմում, 11) շերտագրական հուշարձանների քարտեզահանում և արժեքանոցների ստեղծում: Շերտագրական խորհրդի որոշումները ինչ-որ չափով պետք է օրինական ուժ ունենան և օգտագործվեն երկրաբանական և երկրաֆիզիկական գիտահետազոտական և արտադրական ձեռնարկությունների կողմից:

Նշված պրոբլեմների մեջ առանձնահատուկ տեղ է գրավում շերտագրական բառարանի կազմումը, ուստի այն ավելի մանրամասն քննարկման կարիք ունի: Հանրահայտ է, որ հանրապետության տարածքի տարբեր հասակի ապարների կտրվածքներում երկրաբանների երկարամյա աշխատանքի ընթացքում առանձնացված են բազմաթիվ տեղական շերտագրական ստորաբաժանումներ, հատկապես շերտախմբեր (свиты), որոնք հիմք են հանդիսացել տարբեր տեսակի երկրաբանական աշխատանքների կատարելու համար: Շերտագրական բառարանը պետք է ընդգրկի այդ ստորաբաժանումների քննադատական-վերլուծական նկարագրությունը: Այդպիսի բառարանի կարիքը վաղուց էր զգացվում, քանզի հրատարակված երկրաբանական գրականությունում, հաշվետվություններում տեղական շերտագրական ստորաբաժանումների հասակի, շերտագրական դիրքի, կազմի, փոխհարաբերության, համադրման, քանակի ու առանձնացման չափանիշների հարցում նկատվում է կատարյալ խառնաշփոթություն, այդ ստորաբաժանումների անջատման ոչ միասնական, հաճախ կանայական մոտեցում, հասակների սխալ որոշում ու համադրում, անվանումների ու հոսանիշների խառնում, անվանումների ոչ տեղին փոփոխություն, անտեղյակություն նախկինում առանձնացված ստորաբաժանումներից և դրա հետ կապված անհարկի, հաճախ չհիմնավորված նոր ստորաբաժանումների անջատում, դրանց առանձնացման հեղինակային առաջնության ոտնահարում, տվյալ տեկտոնական կառույցում կամ տեղամասում հասակակից ու համանման կտրվածքներում տարբեր անվանմամբ և տարբեր քանակի ստորաբաժանումների անջատում և այլն:

Առանձնացված ստորաբաժանումները հաճախ լրեւնց ծավալով, քարաբանահնէաբանական հատկանիշներով ու հիմնավորմամբ չեն համապատասխանում այն պահանջներին, որոնք նախատեսված են ԽՍՀՄ միջգերատեսչական շերտագրական կոմիտեի կողմից [1,2], օրինակ, բացառիկ դեպքերում է կատարվում այդ կողմից

հիմնական դրայթնեղից մեկը՝ շերտախմբի շերտատեսակ կտրվածքի առանձնացումը, նկարագրությունը և տեղավայրի նշումը: Հարկ է նշել, որ տեղական շերտագրական ստորաբաժանումների առանձնացման գործում գոյություն ունեցող թերություններն ու անճշտությունները զգալի չափով դժվարացնում են հանրապետության տարածքի շերտագրական ուսումնասիրությունը, հետևաբար՝ բացասաբար են ազդում երկրաբանական աշխատաքների և հատկապես երկրաբանահանութային, քարտեզագրական, հանքավայրերի որոնողահետախուզական աշխատանքների արդյունավետության վրա:

Շերտագրական բառարանը ինչ-որ չափով պետք է արտահայտի հետպատեղազմյան տարիներին կուտակված շերտագրական գիտելիքները: Մինչ այդ հանրապետության տարբեր շրջաններում տարվող երկրաբանահանութային աշխատանքների ժամանակ տեղական շերտագրական ստորաբաժանումներ չէին անջատվում, առանձնացվում էին միայն օժանդակ և ընդհանուր սանդղակի ստորաբաժանումները: Օրինակ, Կ.Ն. Պաֆենիուցի երկարատև քարտեզահանման աշխատանքների ընթացքում տեղական շերտագրական միավորներ համարյա չեն առանձնացվել [3]: Հետպատեղազմյան տարիներին երկրաբանահանութային աշխատանքները մեծ թափ ստացան և ուղեկցվեցին տեղական շերտագրական ստորաբաժանումների առանձնացմամբ: Մինչքեմբրիի և ֆաներոզոյի կտրվածքներում անջատվեցին բազմաթիվ և ոչ միշտ հիմնավորված ստորաբաժանումներ: Այդ կապակցությամբ անհրաժեշտ է բացահայտել, առանձնացնել այն ստորաբաժանումները, որոնք համապատասխանում են ԽՍՀՄ շերտագրական կոդեքսի կանոններին և որոնք կարելի է հանձնարարել օգտագործման գիտահետազոտական և արտադրական աշխատանքների ժամանակ: Սա է բառարանի հիմնախնդիրը: Դա պահանջում է լայնածավալ գրականության քննադատական մշակում, շատ շերտախմբերի հասակի, շերտագրական դիրքի ու քարաբանական կազմի ճշտում:

Բառարանում անհրաժեշտ է ընդգրկել շերտագրական կոդեքսում ընդունված հետևյալ ստորաբաժանումները. տեղական շերտագրական ստորաբաժանումներ՝ համալիր, սերիա, շերտախումբ (հիմնական ստորաբաժանումը շերտախումբն է); օժանդակ (ազատ օգտագործման) ստորաբաժանումներ՝ սովորաշերտ կամ հաստվածք (толща), դարսաշերտ կամ շերտատուփ (пачка), շերտ (пласт), բնոյաչիչ հորիզոն (маркирующий горизонт); կենսաշերտագրական ստորաբաժանումներ՝ շերտ ֆաունայով:

Շերտագրական ստորաբաժանումների նկարագրությունը ընդգրկելու է ստորաբաժանման անվանումը, հասակը, անվանման ծագումը, հեղինակը, աշխարհագրական տարածումը, շերտատեսակ կտրվածքի վայրը, համառոտ քարաբանական բնութագիրը, հզորությունը, հնէաբանական բնութագիրը, փոխհարաբերությունը ներքնային և վերադիր նստվածքների հետ, հիմնական կարծիքների ստորաբաժանման ծավալի, հասակի, մասնատման ու համադրման մասին և ստորաբաժանմանը վերաբերող ամենաէական աշխատանքները [4]:

Վերջում հարկ է նշել, որ շերտագրական բառարանի կազմման հարցում մենք զգալի չափով ուշացել ու հետ ենք մնացել շատ երկրներին: Օրինակ, այսպիսի բառարան ԱՄՆ-ում կազմվել է հինգ անգամ՝ 1902, 1925, 1938, 1966 և 1970-ական թվականներին, ԽՍՀՄ-ում երեք անգամ՝ 1937, 1956 և 1977-82-ական թվականներին:

*Պատմական և ռեգիոնալ
երկրաբանության ամբիոն*

Ստացվել է 16.02.1998

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Стратиграфический кодекс СССР. 1977.
2. Практическая стратиграфия. под. ред. И.Ф. Никитина, А.И. Жамойда, Л. Недра, 1984.
3. К.Н. Пячужевгольц. Геология Армении. 1984.
4. Стратиграфический словарь СССР. Недра. 1982.

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-
СЪЕМОЧНЫХ РАБОТ АРМЕНИИ

Резюме

Стратиграфия и геологические карты составляют базу всех геологических исследований. Однако, несмотря на многолетние и многообъемные работы, существующие разномасштабные геологические карты РА в основном являются некондиционными. Это обусловлено, в частности, отсутствием координации работ и сотрудничества работников научных и производственных учреждений, а также недостатками, имеющими место в организации геолого-съемочных работ. Для устранения этих упущений и недостатков необходимо организовать республиканский межведомственный стратиграфический комитет и разработать программу работ комитета, исходя из тех фундаментальных проблем стратиграфии и геокартирования республики, которые рассмотрены в данной статье.

УДК 5.9 (98.2 (199.25))

Ա.Օ. ԱԳԻՆՅԱՆ

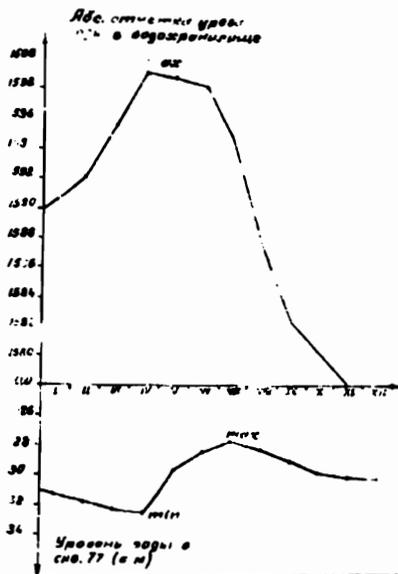
**ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА
 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ШИРАКСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

Рассматриваемые в настоящей работе вопросы позволяют оценить качественные и количественные изменения естественных ресурсов подземных вод межгорных котловин горно-складчатых областей под воздействием техногенных факторов, в частности гидротехнических сооружений.

Режим подземных вод межгорных котловин, наряду с природными факторами, находится в тесной зависимости от техногенных факторов, в частности от оросительных каналов [1, 2].

Ширакская котловина расположена в северо-западной части Армении, в бассейне среднего течения р. Ахурян. Котловина с севера и востока окаймлена соответственно Ширакским и Памбакским хребтами, юго-западными отрогами г. Арагац.

В геолого-литологическом отношении Ширакская котловина сложена современно-четвертичными валуно-галечными и песчано-глинистыми отложениями мощностью более 250 м. В северных предгорных частях распространены вулканогенно-осадочные породы палеозоя (P), в южных предгорных частях – четвертичные (Q) вулканические породы.



ՐԻՏ. 1

В перечисленных комплексах пород формируются грунтовые и напорные водоносные горизонты подземных вод мощностью 10-25 м и более. Источником формирования естественных ресурсов подземных вод являются атмосферные осадки. Общее направление движения подземных вод с севера, северо-востока на юг, юго-запад под гидравлическим уклоном 0.005-0.006.

Крупными гидротехническими сооружениями (см. карту) исследованного района являются Карнутское (10 млн. м³) и Ахурянское (450 млн. м³) водохранилища и Ширакский оросительный канал (2.5 м³/с). Карнутское водохранилище и Ширакский канал пополняют ресурсы подземных вод котловины искусственным путем, а Ахурянское водохранилище служит подпором, уменьшая разгрузку подземных вод котловины.

На рис. 1 приводится график изменения уровня грунтовых вод в скв. № 77, которая расположена на расстоянии 500 м к западу от нижнего бьефа плотины Карнутского водохранилища.

Из графика следует, что максимальной отметке воды в водохранилище

– 1598.9 м (IV месяц) – соответствует минимальное стояние воды в скважине – 32.6 м (IV месяц). Уровень стояния воды в скважине достигает максимума лишь в VII месяце (28.14 м), т.е. с опозданием на 3 месяца, и обусловлен только фильтрационными потерями из водохранилища.

Вместе с колебаниями уровня грунтовых вод в годовом цикле имеется общая тенденция к его повышению. Такие тенденции наблюдались также в скважинах № 17 и № 26 (рис. 2), которые расположены в зоне влияния Ширакского канала.

Характеристика изменений уровня подземных вод во времени приводится в таблице.

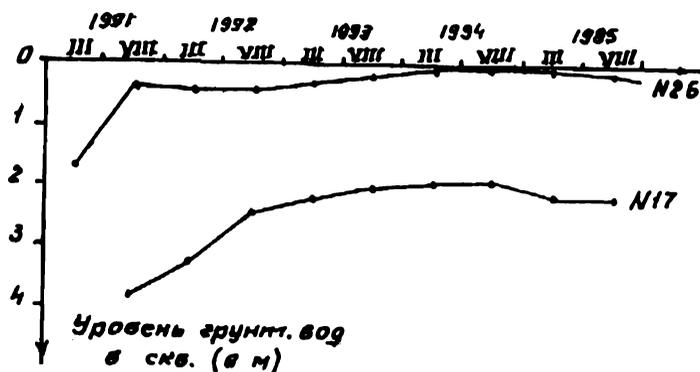


Рис. 2.

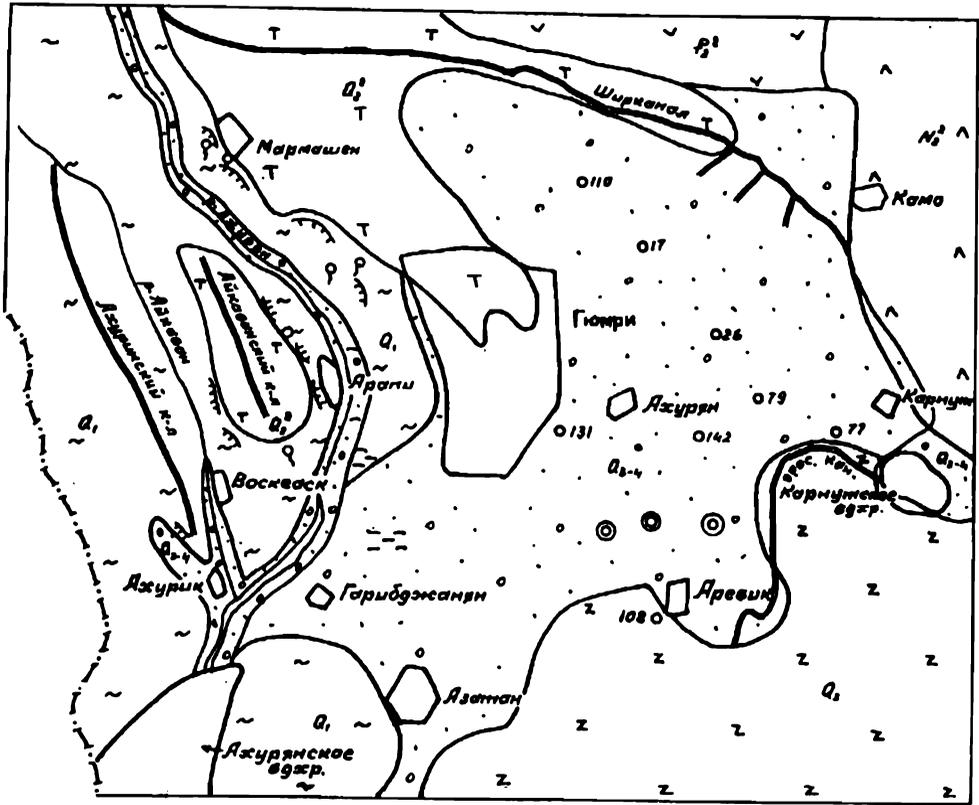
Данные, приведенные в этой таблице, показывают, что за 28 лет повышение уровня подземных вод в Ширакской котловине составляет 6-10 м. Вместе с изменением уровня происходит также изменение химического состава подземных вод. В годовом цикле минимальное значение общей минерализации наблюдается в начале вегетационного периода (III мес.), когда $M = 0.4$ г/л, а максимальное - в VI месяце ($M = 0.5$ г/л). После вегетационного периода общая минерализация постепенно уменьшается, достигая в XI месяце 0.46 г/л. Повышение уровня подземных вод приводит к повышению общей минерализации.

№№ скв.	Глубина уровня подземных вод от поверхности земли, в м		
	1967 г.	1995 г.	разница
79	12.3	6.3	6.0
142	9.7	3.7	6.0
77	38.0	29.0	9.0
110	11.0	3.9	7.1
131	20.0	9.6	10.4

Изменение режима подземных вод межгорных котловин [1, 3], в т.ч. Ширакской котловины, обусловлено не только гидротехническими сооружениями, а также изменениями естественных условий их дренажа.

Базисом эрозии котловины является р. Ахурян с притоками рек Гюмри, Кехтотджур, Черкезидзор, которые дренируют подземные воды. В старом городе Гюмри действовала сеть кяризов (комбинированные водозаборы), которые, дренируя подземные воды, обеспечивали водоснабжение города. С целью благоустройства г. Гюмри, для предотвращения боковой эрозии, на берегах рек Гюмри и Кехтотджур были построены подпорные стены. Разрушенные кяризы, береговые подпорные стенки и подпор грунтовых вод, создаваемый Ахурянским водохранилищем, затруднили условия дренажа подземных вод и способствовали повышению их уровня.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГО - ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
ШИРАКСКОЙ КОТЛОВИНЫ



Масштаб 1:100 000

- I. Геолого-литологические комплексы пород: 1. Верхнечетвертично-современные аллювиальные, аллювиально-пролювиальные отложения – супеси, пески, гравий, галька, валуны. 2. Верхнечетвертичные андезито-базальты, базальты г. Галгат. 3. Среднечетвертичные вулканические туфы. 4. Нижнечетвертичные озерные глины с прослоями супеси, песка и гальки. 5. Андезиты, андезитовые порфириты, туффиты плюиена. 6. Туфопесчаники, туфоконгломераты, туфобрекчии с прослоями порфиритов эоцена.
- II. Водопункты: 7. Водозаборные скважины. 8. Наблюдательные скважины и их номера. 9. Родники. 10. Заболоченные участки. 11. Оползни действующие.

В результате описанных процессов в 1980 г. в районе райцентра Ахурян, сел Гетк, Карибджанян создавалась аварийная ситуация: на многих жилых домах из-за просадочных явлений появились трещины, подвальные этажи подтапливались водой, на многих земельных участках образовалась заболоченность.

Во избежание дальнейших осложнений в срочном порядке были реконструированы оросительные и действующие дренажные каналы, вокруг жилых домов были проведены закрытые горизонтальные дрены глубиной до 3.0 м. В результате уровень подземных вод в пос. Ахурян снизился на 0.4 - 1.5 м, прекратились просадочные явления и создались нормальные условия для эксплуатации старых и строительства новых зданий.

Вышеприведенные факты убедительно доказывают, что при проектировании и

строительстве гидротехнических сооружений необходимо прогнозировать изменение гидрогеологической среды и применять необходимые природоохранные мероприятия.

Кафедра общей и прикладной геологии

Поступила 06.11.1997

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин Б.Д. и др. Изменение естественных гидрогеологических условий в результате крупного энергетического строительства. М.: Изд-во Недра, 1975, с. 98-124.
2. Плотников Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических условий. М.: Изд-во Недра, 1989, с. 85-101.
3. Геология и окружающая среда. Париж: ЮНЕСКО, 1990, т. 1, с. 24-42.

Ա.Հ. ԱՂԻՅԱՆ

**ՀԻԴՐՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԸԻՐԱԿԻ
ԳՈԳԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՀԻԴՐՈԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՎՐԱ**

Ա մ փ ն փ ու մ

Աշխատանքում նկարագրվում են ստորերկրյա ջրերի բնական ռեսուրսների քանակական և որակական փոփոխությունները տեխնաժին գործոնների ազդեցության տակ:

УДК 551.8:556.5

Р.Х. ГАГИНЯН

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ЭФФУЗИВНОГО КОМПЛЕКСА И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭФФУЗИВОВ СЮНИКСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО НАГОРЬЯ

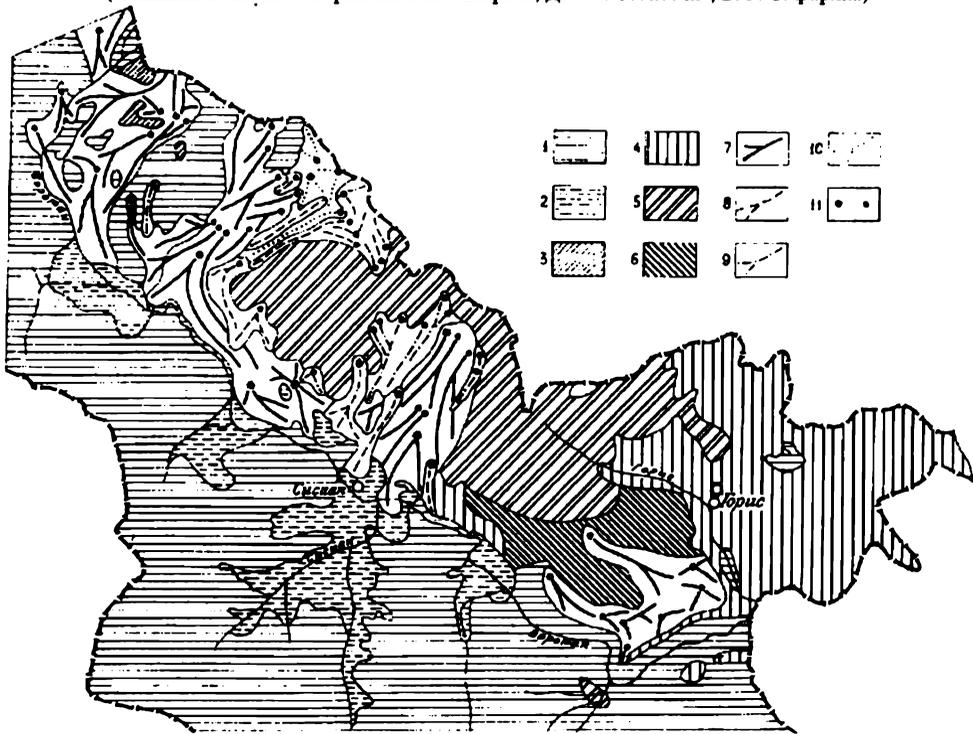
Рассмотрены морфологические и стратиграфические условия залегания эффузивных комплексов, определены гидро-геологические свойства эффузивов разной формации. Сделан вывод о том, что поверхности перекрывающих друг друга лавовых потоков лишь местами являются водопроницаемыми и отсутствие единого водоупорного слоя обуславливает переливания внутри- и межлавовых водотоков в более глубокие горизонты и их скопление в нижней части лавовой толщи – в подлавовых долинах, создавая тем самым несколько подземных потоков, идущих друг над другом в различных покровах.

Сюникское вулканическое нагорье расположено в междуречье рр. Арпа (верхнее течение), Воротан и Акера. Оно широкой полосой протягивается с северо-запада на юго-восток и почти целиком покрыто мощным чехлом неогеновых и четвертичных эффузивов. Первые в основном бронируют палеорельеф, а вторые образуют аккумулятивные вулканические формы новейших излияний лав.

Вулканогенно-осадочный чехол, перекрывающий субстрат Сюникского вулканического нагорья, слагается из двух разнотипных формаций: нижней – верхнеплищевой, дислоцированной и денудированной и верхней – антропогенной, сохранившей свою первичную морфологию вулканической аккумуляции (см. карту).

Нижняя формация выражена туфобрекчиями, туфоконгломератами горисской свиты, основными и кислыми лавами ишханасарской свиты. Горисская вулканогенная и заполнившая межгорные котловины сисианская озерная свиты сыграли важную нивелирующую роль в видоизменении погребенного под ними расчлененного рельефа. Горисская свита является относительно водоупорной. Ишханасарская свита в литологическом отношении представлена относительно слабо трещиноватыми и пористыми эффузивами. Имеются также сильно трещиноватые отдельности (особенно в венчающей части стратиграфического разреза этой эффузивной толщи). По указанным структурно-литологическим признакам породы этой свиты имеют различную степень водопроницаемости. Однако в зависимости от гипсометрического положения и климатических условий отдельные части этой свиты проявляют различную водообильность. Возвышенные части массивов Ишханасара и Цхука находятся в зоне нивального климата, и сохраняющейся отдельными пятнами снежный покров в течение всего года является важным источником питания подземных вод. Кроме того, процессы ледникового выпаживания и морозного выветривания создали здесь мощный покров чингилов и глыбово-щебенистых солифлюкционных накоплений, которые служат мощным поглотителем талых и атмосферных вод. Следует особо подчеркнуть также, что вершинная часть Ишханасарского массива представляет собой крупную кальдеру обрушения. Вследствие этого здесь создана как бы гигантская по размерам труба поглощения атмосферных осадков вглубь мощной эффузивной толщи.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА НОВЕЙШЕГО ВУЛКАНИЗМА СЮНИКСКОГО НАГОРЬЯ
(с использованием материалов В.М. Амаряна, Дж. А. Оганесяна, В. Г. Сафаряна)



1. Складчато- глыбовый субстрат вулканического нагорья.
2. Новейшие и современные озерные, озерно-речные отложения (нерасчлененные).
3. Среднеплиоценовые кислые породы (липариты, липарито-дациты, обсидианы, перлиты).
4. Верхнеплиоценовые вулканогенно-обломочные породы (гориская свита).
5. Верхнеплиоценовая вулканогенная свита Ишханасарского и Цхукского массивов (андезиты, андезит-дациты, трахиты, андезитолипариты).
6. Верхнеплиоценовые покровные лавы Ераблурского плато (андезито-базальты, базальты).
7. Нижнеплейстоценовые лавовые потоки (андезиты, андезит-базальты).
8. Среднеплейстоценовые лавовые потоки (андезиты, андезит-базальты).
9. Верхнеплейстоценовые лавовые потоки (андезито-базальты).
10. Голоценовые лавовые потоки (андезито-базальты).
11. Центры плейстоценовых извержений.

В основании ишханасарской свиты залегают плотные долеритовые базальты, мощность которых на Ишханасарском и Цхукском массивах достигает до 200 м. По окраинам Сюникского нагорья, в ущельях рек Ильдримсу, Воротан (у сел Спандарян, Ангехакот, на Ераблурском плато), долеритовые базальты выходят на дневную поверхность.

Надо подчеркнуть, что долеритовые покровные базальты на вулканическом нагорье Армении всюду тяготеют к крупным тектоно-вулканическим массивам (Арагац, Гегамское, Джавахетское нагорья и др.), слагая их основание совместно с пирокластолитами Вохчабердской свиты и их аналогов [1]. Очевидно, аналогичными стратиграфическими и морфологическими условиями залегания отличаются также покровные долеритовые базальты Сюникского нагорья. Подвергаясь длительной денудации, эти плотные, слабо трещиноватые лавы были глубоко кольматированы глинистой корой выветривания.

Известно также [2,3], что в мощных потоках лава (особенно основная высоко-температурная) остывает в течение значительного времени. Основная часть газовых пузырьков, содержащихся в потоке, отделяется от лавы и, поднимаясь, концентрируется в верхней части потока. Таким образом, только верхняя часть становится пористой, а основная масса имеет плотное строение. Вследствие этого долеритовые

базальты совместно с подстилающими их слоями горисской и сисианской свит и более древних образований служат в целом водоупорным основанием.

Верхняя антропогеновая формация представлена аккумулятивными формами лавовых покровов и потоков. Выделяются следующие комплексы антропогеновых лав, существенно отличающихся своим площадным развитием, морфологией и водными свойствами: нижнеплейстоценовые лавовые покровы-потоки, среднеплейстоценовые, верхнеплейстоценовые и голоценовые лавовые потоки.

Нижнеплейстоценовые лавовые покровы-потоки преимущественно андезитобазальтового состава в пространственном положении занимают высокогорные и периферические плато исследуемого района, образуя пологонаклонные, иногда ступенчатые волнистые склоны. Они заполняют пологосклонные структурные палеодолины и разветвленную сеть их притоков подлавого гетерогенного субстрата с большей водосборной площадью. В тектонических депрессиях речная меандрирующая сеть до излияния указанных лав образовала широкие поймы с накоплением в них аллювия. На склонах поперечных поднятий Ишханасара, Цхука и Верхнетертерского плато мощность нижнеплейстоценовых лав уменьшается.

По свидетельству Г.А. Макдональда [2], в лавовых потоках средне-кислого состава нижняя часть движется медленнее, чем верхняя. Вследствие этого фронт потока постепенно становится все круче и круче, пока в итоге он не потеряет устойчивость, и в какой-то момент из общей массы потока начинают отделяться ошлакованные глыбы и скатываются вниз к основанию потока. В то же время средняя и верхняя части потока ползут вперед по своим собственным обломкам.

В нижнеплейстоценовых лавовых покровах в результате вышеописанного процесса движения расплава образуется лавовый поток, который состоит из трех частей. Выше и ниже центрального слоя массивной породы, который образуется при затвердении пластообразной части движущегося потока, располагаются слои шлака. Нижний шлаковый слой обычно тоньше верхнего. На долю шлака в потоках обычно приходится от 15 до 65%. Такие потоки имеют высокую фильтрационную способность.

При изучении перерывов между излияниями отдельных лавовых потоков отмечается, что поверхность кольматируется материалами выветривания (обоженного делювия – "литомарге"), которые в толще лав создают водоупорные горизонты. Обычно в них имеются многочисленные гидрогеологические "окна", через которые воды, двигающиеся по вышележащему покрову, часто проникают в подстилающий покров.

Нижнеплейстоценовые лавовые покровы-потоки вулканов Ишханасар, Цхук и их сателлитов при наличии большого количества атмосферных осадков (от 600 до 800 мм) являются основной вмещающей толщей для формирования, транзита и разгрузки подземных вод исследуемого района.

Среднеплейстоценовые андезитобазальтовые лавовые потоки (Айлахский, Нораванский, Шакинский, Сисианский) мощностью до 10-15 м морфологически выделяются более отчетливо и имеют ограниченное распространение. Поверхность этих потоков относительно слабо денудирована. Они перекрывают более древние лавовые покровы, заполняя неглубокие погребенные долины.

Верхнеплейстоценовые и голоценовые лавовые потоки имеют весьма ограниченное распространение, морфологически оконтуриваются четко. Лавы сохранили характер первоначальной поверхности лавовых потоков. Они образуют узкие потоки, берущие начало от центров излияния лав и имеют форму довольно протяженных языков. Эти лавы вложены в современные речные долины, ущелья, ледниковые цирки, местами перекрывая морены вюрмского оледенения, и в основном представлены андезитобазальтами и андезито-дацитами. Западнее вершинной части массива Цхук, близ фронтальной части голоценовых лавовых потоков, на его поверхности образуются небольшие своеобразные языки лавы. Последняя настолько вязкая, что языки сохраняют заливообразное очертание (выемки и выступы), обусловленные неправильными краями отверстия, через которое они изливаются.

По мнению некоторых исследователей [1,2,4,5], вследствие вязкости расплава образуются узкие языковидные потоки с довольно крутой фронтальной частью, которые двигаются в виде единого целого. Трение о подстилающую поверхность задерживает движение нижней части потока, в то время как верхняя часть, сохраняющая текучесть, двигаясь сравнительно быстрее, вовлекает застывшие глыбы поверхностной и фронтальной частей, перекачивая влажные крупные комки грунта. Охлажденные на поверхности корки и глыбы лавы опрокидываются на землю, а поток продолжает двигаться над глыбами, образуя таким образом слой глыбовой лавы под лавовым потоком. Отмеченный процесс наиболее характерен для лав средне-верхнеплейстоцен-голоценового возраста. Как уже отмечалось, средне-верхнеплейстоценовые и голоценовые лавовые потоки маломощные. Известно [2,3], что такие тонкие потоки остывают быстро. Это исключает значительное движение пузырьков газа в лавах, которые вследствие этого распределяются в теле потока довольно равномерно. В этих молодых потоках лав атмосферные осадки непосредственно поглощаются. Несмотря на это обстоятельство, средне- и верхнеплейстоценовые и голоценовые лавовые потоки играют ограниченную роль в пополнении запасов подземных вод вследствие их небольшого площадного распространения.

В зависимости от описанных выше закономерностей пространственного развития разновозрастных и разных по структурно-текстурным особенностям лав, а также от степени кольматированности меняется удельная трещиноватость лав и их фильтрационная способность.

В целом, в более древних базальтах и андезито-базальтовых лавах, имеющих большую плотность, удельная трещиноватость варьирует в пределах от 1,5 до 3%. Ширина трещин иногда достигает 0,5-1 см. В более молодых андезито-базальтовых глыбовых лавах местами трещиноватость достигает 4-5% а ширина трещин - более 1 см. В глыбовых лавах очень часто встречаются более крупные пустоты и гроты, туннели и прочие виды каверн, образованные в результате охлаждения богатых газами лавовых потоков данного типа.

Основным источником питания подземных вод погребенных долин являются атмосферные осадки. Площадное распространение разновидностей лав и их чередование обуславливают специфику условий питания и гидродинамической взаимосвязи погребенных водотоков, залегающих в разных потоках и покровах. По условиям залегания выделяются внутрилавовые, межлавовые и подлавовые водотоки.

Питание, формирование и частичная разгрузка горизонтов внутрилавовых вод происходят в палеодолинах одной литолого-петрографической разновидности лав; межлавовых вод - в долинах потоков лав. Вододологом для них соответственно служат те же лавы со слабой степенью трещиноватости, подстилающие потоки лав, или же обожженные элювиально-делювиальные отложения, имеющие локальное распространение. По В.А. Аветисяну, В.Т. Вегуну [6], выходы большинства родников приурочены к контактам более ранних покровов молодых лав. Следовательно, поверхности перекрывающих друг друга покровов лишь местами являются водопроницаемыми. Отсутствие единого водоупорного слоя обуславливает переключение внутри- и межлавовых водотоков в более глубокие горизонты и их склощение в нижней части лавовой толщи - в подлавовых долинах, создавая тем самым несколько подземных потоков, идущих друг над другом в различных покровах. Вследствие этого дебит родников, приуроченных к внутри- и межлавовым водоточкам, обычно небольшой.

В исследованном районе наибольшая масса подземных вод концентрируется под комплексом верхнеплейстоцен-плейстоценовых лав и транспортируется по поверхности палеогенового рельефа, образуя подземные водотоки. В некоторых местах межгорных котловин лавы описанного комплекса переслаиваются с водоупорными диамитовыми глинами, и часть подземных вод по этим лавам проникает в водоносные горизонты диамитовой толщи, пополняя запасы артезианских вод. В Акнадаштской котловине, по данным бурения, вскрыты 4 напорных водоносных горизон-

та до глубины 155 м. В Средневоротанской котловине до глубины 200 м вскрыты 2 горизонта.

Кафедра геоморфологии и картографии

Поступила 11.03.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальян С.П. Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. 1969, 390 с.
2. Макдональд Г.А. Вулканы. М.; Мир, 1975, 432 с.
3. Малеев Е.Ф. Вулканы. М.; Недра, 1980, 240 с.
4. Милавовский Е.Е. Условия залегания вулканических пород. - В.кн.: Белоусов В.В. Структурная геология. М., 1971, 118-152 с.
5. Шуквин И.С. Общая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1964, т.2, 564с.
6. Аветисян В.А., Вегуни В.Т. Основные комплексы водовмещающих пород. - В кн: Геология Армянской ССР. Гидрогеология. Ер., 1974, т.8, с.46-49

Ռ.Խ. ԳԱԳԻՆՅԱՆ

ՄՅՈՒՆԻՔԻ ՀՐԱԲԻԱՅԻՆ ԲԱՐՉՐԱՎԱՆԴԱԿԻ ԷՖՈՒԶԻՎ ԿՈՄՊԼԵՔՍՆԵՐԻ ՏԵՂԱԴՐՄԱՆ ՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԵՎ ՍՏՐԱՏԻԳՐԱՖԻԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ԷՖՈՒԶԻՎՆԵՐԻ ՀԻՂՐՈՆԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվում են էֆուզիվ կոմպլեքսների տեղադրման ստրատիգրաֆիական և մորֆոլոգիական պայմանները: Որոշվել են տարբեր հասակի էֆուզիվների ջրաներկրաբանական պայմանները:

Եզրակացություն է արվում, որ միմյանց ծածկող լավային հոսքերի մակերևույթները միայն առանձին տեղամասերում են ջրաթափանց, և միասնական ջրակայուն շերտի բացակայությունը պայմանավորում է ջրահոսքերի մեծ մասի ներծծումը ավելի խորը հորիզոնները, որոնց գերակշիռ մասը կուտակվում է լավային շերտախմբի ստորին մասերում, ստեղծելով իրար վրա տեղադրված ստորջրյա հոսքեր: Ներծծվող ջրերի մեծ մասը համակենտրոնանում է էֆուզիվների տակ գտնվող պալեոգենի ռելիեֆի մակերևույթի վրա գտնվող հին գետահովիտներում:

УДК 543.4+543.54+546.59+668.813

Н.О. ГЕОКЧЯН, А.А. ЕГИАЗАРЯН, Дж.А. МИКАЕЛЯН, А.Г. ХАЧАТРЯН

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БРОМАУРАТА
С ПИРОНИНОМ В СЕРНОКИСЛОЙ СРЕДЕ

Изучено взаимодействие $Au(III)$ с основным красителем оксинового ряда – пиронином Б. Образующий ионный ассоциат извлекается бутилацетатом. Установлены оптимальные условия экстракции: кислотность водной фазы, концентрация красителя, диапазон определяемых концентраций золота, состав ионного ассоциата и др.

Метод применен для определения золота (III) в золотосодержащих катализаторах на носителе Al_2O_3 .

Благодаря ценным свойствам золота и применению его в технике, все более возрастает интерес к аналитической химии этого металла.

Повышенные требования к точности, чувствительности и избирательности методов определения микрограммовых количеств золота заостряют внимание аналитиков на экстракционно-абсорбциометрическом и экстракционно-флуориметрическом методах с применением основных красителей. Последние, содержащие гетероатомы S, O, N, особенно выделяются. Представитель оксинового ряда пиронин Б, содержащий гетероатом кислорода, был использован нами впервые для определения микроколичеств золота (III) в серноокислой среде [1].

Пиронин Б успешно применялся нами и для определения микрограммовых количеств палладия экстракционно-абсорбциометрическим и экстракционно-флуориметрическим методами [2, 3].

Настоящее сообщение посвящено изучению возможности применения основного красителя пиронина Б для определения микрограммовых количеств золота (III) в серноокислой среде.

Экспериментальная часть. Стандартный раствор золота (III) готовили растворением стандартной ампулы ($HAuCl_4 \cdot 4H_2O$ – 48,77%) в 0,5 М соляной кислоте. Затем разбавляли дистиллированной водой или pH – 2,0 H_2SO_4 для получения рабочих растворов.

Были использованы как концентрированные, так и разбавленные растворы H_2SO_4 . Раствор пиронина Б готовили путем растворения навески препарата квалификации "ч" красителя в дистиллированной воде. Равновесные значения pH водной фазы измеряли pH-метром - милливольтметром "pH - 121". Спектры светопоглощения органических экстрактов снимали на спектрофотометре "СФ-16". Применяемые в качестве экстрагентов органические растворители "х.ч." и "ч." дополнительно не очищали.

Результаты и их обсуждение. Важным условием для проведения экстракции является вопрос о растворителе. С этой целью были использованы различные органические растворители и их бинарные смеси. Наиболее пригодным экстрагентом оказался бутилацетат, который обеспечивает максимальный полезный аналитический сигнал экстрактов бромаурата пиронина Б при минимальном фоновом сигнале.

Сняты спектры поглощения экстрактов образованного ионного ассоциата, "холостого" и водной фазы красителя пиронина Б. Максимум светопоглощения наблюдается при длине волны $\lambda=555$ нм. (снято на спектрофотометре ЦФ-16).

Установлено, что оптическая плотность (ОП) растворов с концентрацией лиганда $KV\Gamma = (0,5-0,7) \times 10^{-2}$ моль/л и красителя $(0,7-1,2) \times 10^{-3}$ моль/л максимальна при кислотности водной фазы рН 1,0 по H_2SO_4 . Образующийся ионный ассоциат переходит из водной фазы в органическую при 1-кратной экстракции в течение одной минуты. Степень извлечения составляет 92,7%. ОП экстрактов остается неизменной в течение 22 часов.

Диапазон определяемого содержания золота составляет 2,2 - 30,0 мкг Au /5,0 мл водной фазы. Исходя из калибровочного графика был рассчитан молярный коэффициент светопоглощения $\epsilon = 1,1 \cdot 10^5$. Значение $С_{min}$, рассчитанное по 3S-критерию, равно 0,04 мкг Au/мл. Молярное соотношение между бромаурат-анионом и катионом пиронина Б в образующемся ионном ассоциате было определено методом прямой линии Асмуса и оказалось равным 1:1. Определению 13,0 мкг Au/5 мл водной фазы не мешают миллиграммовые количества алюминия, магния, кальция, цинка, никеля, меди (II), молярные количества нитрата и хлорид-ионов. Определению мешают таллий (III), платина (IV) и палладий (II).

На основании полученных результатов разработана методика экстракционно-абсорбциометрического определения золота в катализаторах, с использованием которой в стандартном образце катализатора с паспортным содержанием золота 0,26% было найдено $0,27 \pm 0,02\%$ при количестве параллельных определений $n=5$ и степени надежности $P=0,95$.

Методика определения золота в катализаторе приведена в литературе [1].

Таким образом, по чувствительности, диапазону определяемого содержания золота и избирательности серноокислая среда превосходит солянокислую.

Кафедра аналитической химии

Поступило 05.05.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Геокчян Н. О., Хачатрян А.Г. Хим. журнал Армении, 1996, т. 49, №1-3, с.111.
2. Геокчян Н. О., Хачатрян А.Г. Арм. хим. ж., 1990, т. 43, №9, с.572.
3. Геокчян Н. О., Хачатрян А.Г. Уч. записки ЕГУ, 1992, № 1, с.129.

Ն.Օ. ԳԵՈՎՉՅԱՆ, Ա.Ա. ԵՂՆԱԶԱՐՅԱՆ, Զ.Ա. ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, Հ.Գ.ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

ԲՐՈՍՄԱՈՒՐԱՏԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՊԻՐՈՆԻՆ Բ-Ի ՀԵՏ ԾԾՄՐԱԹՎԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ

Ա ն փ ն փ ն ու մ

Հետազոտվել է ոսկու (III) փոխազդեցությունը օքսինային շարքի հիմնային ներկանյութ պիրոնին Բ-ի հետ: Հաստատվել են էքստրակցիայի օպտիմալ պայմանները՝ ջրային ֆազի թթվությունը, ներկանյութի կոնցենտրացիան, ոսկու որոշվող կոնցենտրացիան սահմանները, իոնական ասոցիատի բաղադրությունը և այլն: Մեթոդը կիրառվել է ոսկի պայտուակող կատալիզատորներում ոսկու որոշման համար:

УДК 576.85. 5:577. 15

М.А. ДАВТЯН, А.А. НИКОЯН, Л.Р. ТУМАНЯН, С.В. ЧУБАРЯН

**ВЛИЯНИЕ ЭДТА НА СТРУКТУРУ И АКТИВНОСТЬ АРГИНАЗЫ
 ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ КРЫС**

Аргиназа поджелудочной железы крыс ингибируется ЭДТА, причём степень ингибирования зависит от количества не прореагировавшего с ЭДТА марганца в ферменте. Активность полностью восстанавливается после добавления марганца. Повидимому, ингибирование активности связано с частичной диссоциацией фермента на субъединицы.

Согласно литературным данным, аргиназа ряда организмов ингибируется под влиянием ЭДТА, причём степень ингибирования зависит от концентрации [1-3]. Имеются многочисленные данные о том, что ингибирование является следствием связывания ионов двухвалентных металлов, в том числе истинного активатора аргиназы марганца, необходимого для поддержания четвертичной структуры аргиназы [4,5].

Материал и методика. Исследования проводились с очищенной аргиназой (III изофермент) поджелудочной железы крыс [6]. Аргиназную активность определяли, как ранее [7]. ЭДТА использовался в концентрациях 1,5, 10 и 20 мкМ. Ферментный препарат выдерживался в течение 15 минут при 30°С в присутствии указанных количеств ЭДТА, затем инкубировался в присутствии аргинина при 37°С 1 час. Параллельно ставились пробы, предварительно инкубированные с 2 мкМ марганца в течение 15 минут при 30°С. Использовался 0,05 М трис-НСl буфер, рН 7,4, содержащий 0,005 М аргинина.

Результаты и их обсуждение. Исследовалось влияние ЭДТА на активность аргиназы поджелудочной железы крыс. Так как в экспериментах по исследованию возможности распада аргиназы на субъединицы под влиянием ЭДТА необходимо было достаточно высокое количество исследуемого фермента, нами из выделенных в процессе очистки аргиназы поджелудочной железы крыс трёх изоферментов использовался только III, который получался в достаточно большом количестве и с высокой активностью. Мы исследовали влияние 15-минутного инкубирования ферментного препарата в присутствии различных концентраций ЭДТА (1-20 мкМ) при 30°С. Одновременно проверялось влияние на инактивацию прединкубирования ферментного препарата с марганцем (2 мкМ) в течение 15 минут при 30°С (табл. 1).

Таблица 1
 Влияние различных концентраций ЭДТА на активность III изофермента аргиназы железы крыс.
 Активность в мкМ мочевины /мл.

Варианты	К	ЭДТА, мкМ			
		1,5	10	20	20
без предынкубирования	6,5±0,08	5,6±0,03 P<0,001	5,0±0,01 P<0,01	4,6±0,6 P<0,01	3,5±0,3 P<0,001
предынкубирование с марганцем	8,5±0,02	8,3±0,06 P<0,02	8,0±0,07 P<0,01	5,6±0,88 P<0,01	4,4±0,53 P<0,001

Из таблицы видно, что уже при концентрации 1 мкМ ЭДТА активность изофермента падает от 6,5 до 5,6, а при 20 мкМ - до 3,5. Предынкубирование с марганцем предотвращает ингибирование лишь при низких концентрациях ЭДТА (1-5 мкМ). При высоких концентрациях ЭДТА (10-20 мкМ) предохраняющий эффект марганца отсутствует. Таким образом, можем заключить, что степень ингибирования фермента ЭДТА зависит от степени связывания Mn^{++} , что, в свою очередь, зависит от концентрации марганца и ЭДТА в среде. Далее, мы исследовали возможность восстановления ферментативной активности инактивированного предынкубированием с ЭДТА препарата добавлением марганца в количестве, эквивалентном ЭДТА (20 мкМ) (табл. 2).

Из таблицы видно, что активность фермента, упавшая от предынкубирования с ЭДТА, полностью восстанавливается после добавления марганца.

Таблица 2

Реактивация ЭДТА - обработанного III изофермента аргиназы поджелудочной железы крыс ионами марганца. Активность в мкМ мочевины/мл

Фермент \ Добавки		ЭДТА (20 мкМ)	ЭДТА, Mn^{++} (20 мкМ)
III изофермент	6,8±0,87	3,7±0,16	6,5±0,02
		$P < 0,001$	$P < 0,01$

Исходя из многочисленных данных о необходимости ионов марганца для поддержания четвертичной структуры аргиназы, мы допустили возможность распада фермента поджелудочной железы крыс вследствие связывания марганца ЭДТА. С целью подтверждения этого предположения 30 мл ферментного препарата мы подвергали обработке 0,02 М ЭДТА в течение 30 минут при 30° С. По истечении этого времени к препарату добавляли сухого сефадекса G -75 с учётом степени его набухания, чтобы избежать разбавления фермента при гельфильтрации, и пропустили его через колонку с сефадексом G -75 (1,8 x75). Как видно из рисунка, гельфильтрация III изофермента обнаруживает один активный пик, а после обработки ЭДТА он выходит двумя пиками, причём I - высокомолекулярный - выражен сильнее.

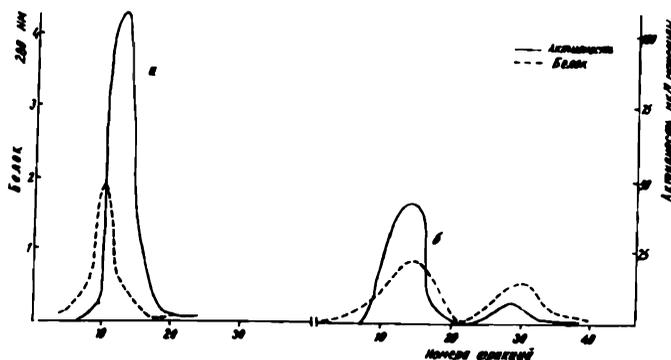


Рис. Гельфильтрация III изофермента аргиназы поджелудочной железы крыс. а) до обработки ЭДТА, б) после обработки ЭДТА.

Таким образом можем заключить, что ингибирование активности III изофермента связано с частичным его распадом на субъединицы с более низким молекулярным весом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсегян Э.Х. – Биолог. журн. Армении, 1998, № 1, в печати.
2. Waganjuk-Kuzma A. et al. Purification and some properties of human heart arginase.- Acta Biochem. Pol., 1980, 27, № 3, p. 181-189.
3. Potembska Z. et al. Nonidentity of subunits of human kidney arginase A 1 and human liver arginase A 5. - Acta Biochem. Pol., 1993, 40, № 4, P. 465-470.
4. Sarvagaj N. et al. Effect manganese on the quaternary structure of human liver arginase. - Biochem. Biophys. Acta, 1971, 250, p. 437-442.
5. Hirsch-Kolb H. et al. Nuclear magnetic resonance studies of manganese binding of rat liver arginase. – I. Biol. Chem., 1971, 246, p. 395-401.
6. Никоян А.А. и др. - Биолог. журн. Армении, 1998, № 1, в печати.
7. Никоян А.А. и др. Очистка и некоторые свойства аргиназы поджелудочной железы крыс. – Биолог. журн. Армении, 1990, № 2, (43).

Մ.Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ, Ա.Ա. ՆԻԿՈՅԱՆ, Լ.Ռ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ, Ս.Վ. ՉՈՒԲԱՐՅԱՆ

ԷՂՏԱ-Ի ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՌՆԵՏԻ ԵՆԹԱՍՏԱՄՔՍԱՅԻՆ ԳԵՂՁԻ
ԱՐԳԻՆԱԶԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՎ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո ւ ր ն ւ մ

Ենթաստամոքսային զեղծի արգինազը ընկճվում է ԷՂՏԱ-ով, ընդ որում արգե-լակման աստիճանը կախված է ֆերմենտում ԷՂՏԱ-ի հետ փոխազդեցության մեջ չմտած մանգանի քանակից: Ակտիվությունը լիովին վերականգնվում է մանգան ավե-լացնելուց հետո: Ըստ երևույթին, ակտիվության ընկճումը պայմանավորված է ֆեր-մենտի մասնակի տրոհումով ենթամիավորների:

УДК 579.63:61 5.2/3

А.А. ЗАКАРЯН, Л.Л. ОСИПЯН

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ МИКРОМИЦЕТОВ-КОНТАМИНАНТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Испытаны 7 питательных сред (MA, CDA, CYA, PDA, TC, YMA, SC) наиболее часто рекомендуемых фармакопеями для выделения микромицетов-контаминантов лекарственных препаратов. Для сравнительной оценки среды инокулировали 45 штаммами 15 видов микромицетов из родов *Mucor*, *Rhizopus*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Scopulariopsis*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Chaetomium*. Подытоживая данные проведенной сравнительной оценки питательных сред для выделения грибных загрязнителей ЛП, можно рекомендовать для всех испытанных видов грибов как наиболее благоприятную – среду YMA, а для видов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus* – среду CYA.

Вероятность контаминации лекарственных препаратов (ЛП) диаспорами микромицетов подтверждена нашими многочисленными исследованиями [1,2].

Известно, что состав питательных сред оказывает существенное влияние на результаты анализа ЛП на микробиологическую чистоту. Главная цель микологического контроля ЛП – создание оптимальных условий для выявления тех, возможно, немногочисленных патогенных микроорганизмов, присутствие которых в препарате не проявляется визуально (неизменность внешнего вида и органолептических показателей ЛП), но может быть причиной лекарственной инфекции.

Целью настоящего исследования был подбор оптимальной среды, позволяющей выявить наиболее широкий спектр микромицетов-контаминантов ЛП.

Для выявления и количественного подсчета мицелиальных микромицетов-контаминантов, содержащихся в ЛП, нами были апробированы 7 питательных сред, которые наиболее часто рекомендуются фармакопеями USP, EP, BP, DAB, GФ X1 [3-7], а также исследователями, занимающимися вопросами микробиологического контроля ЛП: солодовый агар (MA) [8], соево-казеиновый агар (SC) [9], Сабуродекстрозный агар (CDA) [9], тиогликолевая среда (TC) [7], Чапек-дрожжевой агар (CYA) [10], картофельно-декстрозный агар (PDA) [11] и солодово-дрожжевой агар (YMA) [12]. В качестве контрольной среды применяли агар Сабуро (CA) [7].

Среды стерилизовали в автоклаве в режиме 1 атм (121°C) в течение 15 минут. В качестве ингибитора бактериального роста в среду вводили антибиотик широкого спектра действия – хлорамфеникол в концентрации 100 мг/л.

Для сравнительной оценки изучаемых питательных сред их инокулировали 45 тест-штаммами 15 видов микромицетов-контаминантов, изолированных из ЛП с наибольшей частотой: *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *Penicillium cyclopium*, *P. crustosum*, *P. puberulum*, *Mucor corticola*, *M. racemosus*, *Rhizopus stolonifer*, *Mortierella polycephala*, *Alternaria tenuissima*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Cladosporium brevi-compactum*, *Chaetomium globosum*, *Rhizoctonia solani*.

Микологическая нагрузка инокулюма составляла 10^2-10^3 КОЕ/мл физиологического раствора. Экспозиция посевов – 5-7 дней при температуре 25-27°C. На экспериментируемых средах оценивали интенсивность линейного роста тест-культур [12]. Результаты учитывались, начиная с 2, 3, 4 и 5 дня инкубации. В исследованиях учитывались только те чашки, в которых выросло более 30 колоний грибов.

Полученные данные (см. табл.), отражающие линейный рост тест-организмов на питательных средах, позволяют отметить следующее. На среде YMA – наиболее благоприятной для всех испытанных видов грибов, наблюдался почти одинаковый по интенсивности рост аспергиллов, пенициллов и мукоральных грибов. На средах MA, PDA, SC рост грибов *Cladosporium brevi-compactum*, *Chaetomium globosum*, *Scopulariopsis brevicaulis* ограничивался лаг-фазой – фазой начального роста мицелия (ветвления) и не переходил в фазу экспоненциального (непрерывного и равномерного) роста. *Alternaria tenuissima* и *Rhizoctonia solani* проявили одинаково умеренный рост на всех средах с предпочтением среды YMA.

Экспериментально установлено, что наиболее оптимальной питательной средой, позволяющей выявить широкий спектр грибов-контаминантов, является среда YMA следующего состава: дрожжевой экстракт – 4г., солодовый экстракт – 1г, глюкоза – 4г, агар – 15г, дистиллированная вода – 1л, pH – 6,6. В качестве углеводного питания вместо глюкозы может быть использована сахароза. Эксперимент показал, что на этой среде в среднем выросло 62 колонии, в то время как на контрольной среде Сабуро – 46, на MA – 41, PDA – 33, SC – 31.

Сравнительная оценка питательных сред, рекомендуемых фармакопеей для выделения микромицетов-контаминантов ЛП

Микромицеты		Питательные среды						
род	вид	MA	CDA	CYA	PDA	TC	YMA	SC
Mucor	corticola	++	++	+++	++	++	+++	++
	racemosus	++	++	++	++	++	+++	++
Rhizopus	stolonifer	++	++	+++	++	++	+++	++
Aspergillus	flavus	++	++	+++	++	++	+++	++
	niger	++	++	+++	++	++	+++	++
	fumigatus	++	++	+++	++	+++	+++	+++
Penicillium	cyclopium	++	++	+++	++	+++	+++	+++
	crustosum	++	++	+++	+++	++	+++	++
	puberulum	++	++	+++	++	++	+++	++
Scopulariopsis	brevicaulis	+	++	++	+	++	+++	+
Cladosporium	brevi-compactum	+	++	++	+	++	+++	+
	globosum	+	++	+	++	++	+++	+
Alternaria	tenuissima	++	++	++	++	++	+++	++
Rhizoctonia	solani	++	++	++	++	++	+++	++
Chaetomium	globosum	+	++	+	++	++	+++	+

Начальный рост +, умеренный рост ++, интенсивный рост +++.

Поскольку на среде YMA наблюдался быстрый рост грибов из родов *Mucor*, *Rhizopus*, образующих на поверхности агаровой среды сливающиеся колонии, затрудняющие их количественное определение, подсчет видов этих родов следует проводить, начиная со второго дня инкубации.

Подытоживая данные проведенной сравнительной оценки питательных сред выделения грибных загрязнителей ЛП, можно рекомендовать для всех испытанных видов грибов как наиболее благоприятную – среду YMA, а для видов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus* – SYA.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипян Л.Л., Закарян А.А. К микрофлоре нестерильных растительных лекарственных средств. – Биол. ж. Арм., 1989, т.42, N11, с. 483-485.
2. Осипян Л.Л., Закарян А.А. Микромицеты-контаминанты нестерильных растительных лекарственных средств. – Микол. и фитопат., 1994, N 5, с. 70-77.
3. United States Pharmacopoeia Di 17 th. Editon. By authority of the USP Convention. Inc. Rockville, Maryland. 1997, v. 3, 3362 p.
4. European Pharmacopoeia, 1983, VIII, 10, p. 1-5.
5. British Pharmacopoeia, London, 1973, Appendix XVI, A 121.
6. DAB, 1996, VIII, 10, p. 1-4.
7. Государственная Фармакопея СССР, изд. XI, в. 2: Общие методы анализа. М.: Медицина, 1990, 400 с.
8. FIP Industrial Pharmaces and the Section of Industrial Pharmacists.– Pharm. Acta Helv, 1976, v. 51, p. 33-40.
9. Pitt J.I. The genus *Penicillium* and its teleomorphic states. *Eupenicillium* and *Talaromyces* L. – Acad. Press., 1979, 486 p.
10. Kedzia B. Ocena przydatnosci podlozy do okreslania liczby grzybow w surowcach I preparatach roslinnych. - Herba Pol., 1980, v. 26, N 1, p. 67-72.
11. Guarro A.S., Calvo M.A., Suarez G. Los hongos como contaminentes en la industria farmaceutica. – Circ. Farm., 1978, v. 36, N 261, p. 263-269.
12. Методы экспериментальной микологии. – Справочник. Киев: Наук. думка, 1982, с.550.

Ա.Ա. ԶԱԶԱՐՅԱՆ, Լ.Լ. ՕՍԻՊՅԱՆ

ԴԵՂԱՊԱՏՐԱՍՏՈՒԿՆԵՐԻ ՄՆԿԱՅԻՆ ԱՂՏՈՏԻՉՆԵՐՆ ԱՆՋԱՏԵԼՈՒ ՀԱՍՏԻՄՆԵՐԻ ՄԻՋԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ

Ա մ փ ո փ ո մ

Դեղապատրաստուկների ԴՊ միկրոմիցետներ-ախտահարիչներն անջատելու նպատակով դեղագրքերում հաճախ առաջարկվող 7 սննդամիջավայր է փորձարկվել (MA, CDA, CYA, PDA, TC, YMA, SC): Համեմատական գնահատականի համար միջավայրերը վայրակվել են հետևյալ ցեղերին (*Mucor*, *Rhizopus*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Scopulariopsis*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Chaetomium*) պատկանող 15 տեսակի միկրոմիցետների 45 շտամներով:

ԴՊ-ի սնկային աղտոտիչներն անջատելու համար սննդային միջավայրի անցկացված համեմատական գնահատականների տվյալների ամփոփումով սնկերի բոլոր փորձարկված տեսակների համար որպես առավել բարերար միջավայր կարելի է առաջարկել YMA միջավայրը, իսկ *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus* տեսակներին համար՝ CYA միջավայրը:

УДК 620.193.82:582.28

Дж.Г.АБРАМЯН, А.О.СААКЯН, Г.А.ЭЛИАЗЯН,
И.М.ЭЛОЯН, Э.А.МНАЦАКАНЯН, А.С.МНАЦАКАНЯН

ФИТОТЕРАПИЯ БУМАГ И БУМАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПОРАЖЕННЫХ МИКРОМИЦЕТАМИ-ДЕСТРУКТОРАМИ

В качестве средства для дезинфекционной обработки пораженных микодеструкторами бумаг и бумажных изделий рекомендуется смесь экстрактов определенных органов некоторых видов высших растений.

Неоценим ущерб, наносимый микроскопическими грибами-деструкторами сокровищам мировой культуры. Особо следует указать на грибную коррозию рукописей, книг, документов, хранящихся в музеях, библиотеках, архивах. Деструктивная деятельность микромицетов приводит в ряде случаев к необратимым негативным последствиям - полному разрушению текстуры.

С пораженных микромицетами документов хранилищ, расположенных в географических регионах с различными экологическими условиями, выделены в чистую культуру изоляты грибов, относящиеся к 118 видам из 29 родов. Эколого-систематический анализ видового состава микромицетов и сообществ, формируемых ими, показал, что специфика субстрата и окружающих условий среды определяют своеобразие и автономность данных микромицетов, составляющих особую экологическую группу [1,2].

Данные микологических обследований, планомерно проводимых в Институте древних рукописей им. М. Маштоца (Матенадаран) с 1947 по 1956 гг.[3-5], затем с 1986 г. по настоящее время [6,7], свидетельствуют о том, что даже при соблюдении режима хранения не исключена возможность заsporения рукописей, которые в процессе естественного старения легко и быстро подвергаются обрастанию грибами.

К этому следует добавить весьма тяжелые условия, сложившиеся в настоящее время в ряде библиотек, где, к сожалению, не обеспечиваются минимальные санитарно-гигиенические условия, необходимые для защиты от агентов биоповреждений. В итоге страдают как пораженные микодеструкторами книги, так и сотрудники библиотек, непосредственно контактирующие с больными экземплярами. Между тем широко известно, что ряд видов агентов микодеструкторов обладает патогенными для человека свойствами [8-10].

В связи с этим все большее внимание исследователей привлекает вопрос разработки средств для профилактики и борьбы с биоповреждениями бумаги, агентами которых в преобладающем большинстве являются именно микроскопические грибы.

Рекомендуемые и применяемые в практике антигрибные препараты весьма токсичны [11-13]. И, как справедливо отмечает Ю.П.Нюкша [8], нельзя отдать безоговорочное предпочтение какому-либо препарату и тем более считать, что в деле предохранения бумаги существует полное благополучие.

К примеру, широко применяемый в библиотеках Армении формалин, обладающий высокими биоцидными свойствами, токсичен. Он имеет резкий запах, раздражает слизистые оболочки глаз и носоглотки, действует на нервную систему, вызывает воспаление кожи. Тимол, применяемый при дезинфекции пергаментных рукописей, также раздражающе действует на слизистые оболочки, является типичным

фунгистатом, сильно летуч, вследствие чего не обеспечивает длительную защиту обработанного им материала. При использовании вышеуказанных антисептиков, к сожалению, эффект достигается лишь при повторной обработке материала [7].

В настоящей работе представлены результаты исследований по выработке безвредного фунгицидного препарата из экстрактов высших растений для обработки, обеззараживания материалов, пораженных микромицетами, проведенных на кафедре ботаники Ергосуниверситета совместно с сотрудниками отдела гигиены и реставрации Матенадарана.

Список испытуемых растений, подобранный на основании рецептов средневековых армянских рукописей, включал виды, издавна известные своими антибиотическими и консервирующими свойствами, и, что особенно важно, не оказывающие негативного воздействия на окружающую среду и не токсичные для человека.

С целью изучения фунгицидной активности экстрактов высших растений образцы писчей бумаги размером 2x2 см пропитывались испытуемым раствором, затем высушивались и помещались на пластинки сусло-агара в чашках Петри, предварительно засеянные водной взвесью спор смеси испытуемых культур грибов, или на среды с нанесенным инокулюмом отдельных тест-культур микромицетов.

Испытанию подверглись экстракты определенных органов следующих видов растений: 1. *Achillea tenuifolia* Lam.(цветки); 2. *Eremostachys laciniata* L.(Bunge)(корни); 3. *Heracleum sosnowskyi*, Manden. (корни); 4. *Hypericum perforatum* L. (цветки); 5. *Inula helenium* L. (корни); 6. *Matricaria recutita* L. (цветки); 7. *Satureja hortensis* L. (семена); 8. *Tanacetum argyrophyllum* (C.Koch) Tzvel. (цветки); 9. *Teucrium polium* L. (надземная часть); 10. *Thymus kotschyanus* Boiss. et Hohen. (надземная часть).

Фунгицидная активность экстрактов вышеуказанных растений оценивалась в эксперименте по росту микромицетов-деструкторов, изолированных с заплесневелых книг архивов различных библиотек. Из числа последних испытанию подверглись как широко распространенные, так и обнаруженные в единичных случаях виды родов *Aspergillus* – *A.niger*. v.Tiegh., *A.flavus* Lk., *A.nidulans* (Eidam) Wint., *A.ochraceus* Wilhelm, *Acremonium* – *A.strictum* W. Gams, *Alternaria* – *A.alternata*(Fr.) Keissl., *Glaucosporium* – *C.brevi-compactum* – Pidopl.: Deniak, *Mortierella* – *M.polycephala* Coem., *Penicillium* – *P.canescens* Sopp, *P. terrestre* Jens., *P.chrysogenum* Thom, *P.claviforme* Bainier, *P.brevi-compactum* Dierckx, *P.granulatum* Bainier, *P.jensenii* Zaleski, *P.lanosum* Westling, *P.psittacinum* Thom, *P.verrucosum* var. *cyclopium* (Westling) Samson, Stolk: Hadlok, *Scopulariopsis* – *S.brevicaulis* (Sacc.) Bainier, *Stemphylium* – *S.botryosum* Wallr., *Trichoderma* – *T. viride* Pers.: Gray, *Ulocladium-U.chartarum* (Preuss) Simmons, *Verticillium* – *V.lateritium* (Ehr) Rab.

Образцы бумаг предварительно были обработаны смесью экстрактов всех вышеуказанных растений. Результаты экспериментов, проведенных как с отдельными видами микодеструкторов, так и водно-споровой смесью различных культур, дали положительный эффект, а именно: наблюдалось полное подавление роста грибов не только на обработанных образцах бумаг, но и на агаре.

В дальнейшем методом исключения сокращалось число видов растений, составляющих отдельные наборы.

При испытании смесью экстрактов набора некоторых растений, образцы бумаг заселялись микодеструкторами значительно раньше, чем в контроле, к примеру, вариант, который включает экстракты видов *Heracleum sosnowskyi*; *Inula helenium*, *Thymus kotschyanus*, *Tanacetum argyrophyllum*, *Satureja hortensis*. Особую агрессивность проявляли микодеструкторы при использовании не водных, а спиртовых экстрактов вышеуказанных растений.

Смесь экстрактов видов *Tanacetum argyrophyllum*, *Achillea tenuifolia*, *Thymus kotschyanus* проявила антигрибную активность в отношении некоторых видов микромицетов.

Исключительно эффективный результат был получен при испытании смеси водных экстрактов следующих растений: *Tanacetum argyrophyllum*. *Heracleum*

sosnowskyi, Inula helenium, Thymus kotschyanus, Achillea tenuifolia, Hypericum perforatum, Teucrium polium.

Данный набор культур оказал ингибирующее воздействие даже на рост таких известных разрушителей бумаги, каковыми являются *Aspergillus niger*, *A.flavus*, *Penicillium chrysogenum*, *P.verrucosum* var. *cyclopium*, *Trichoderma viride* и др.

Результаты экспериментов показали, что рекомендуемый набор экстрактов культур, в основном удовлетворяет требованиям, предъявляемым к биоцидам. Полностью ингибируя рост грибов, положительно действует на долговечность и механическую прочность бумаги, бесцветен, хорошо растворим в воде и, что особенно важно, не токсичен для человека.

ЕГУ, Матенадаран

Поступило 19.05.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Покровская Ю.В., Ньюкша Ю.П. Сообщества микромицетов на документах в хранилищах разных регионов России и сопредельных стран.– Микол. и фитопат., 1995, т.29, № 3, с.20-26.
2. Покровская Ю.В. Эколого-систематический анализ микромицетов, обитающих в хранилищах документов различных регионов.– Микол. и фитопат., 1996, т.30, №1, с.26-32.
3. Бадалян З.Н. Плесневые грибы, выделенные с книжного фонда Матенадарана Армении.– Архив Матенадарана, 1947.
4. Хзмалян З.В. О микроорганизмах, выделенных из книжного фонда Матенадарана.– Изв. АН Арм. ССР, 1955, т 8, №8, с. 65-77.
5. Хзмалян З.В. Микроорганизмы книжного фонда Матенадарана Арм. ССР и разработка мероприятий по борьбе с ними. – Автореф. дисс. канд. биол. наук, Ер., 1956, 21с.
6. Абрамян Дж. Г., Сардарян А.Е., Мвацакян Э.А., Шахазизян И.В.-Микромицеты- деструкторы на бумаге и пергаменте. I. Микродеструкторы, выделенные с рукописей Матенадарана. Биологич.ж. Армении, 1995, 2 (48), с. 44-47.
7. Абрамян Дж.Г., Сардарян А.Е., Мвацакян Э.А. Микромицеты-деструкторы на бумаге и пергаменте. II. Микродеструкторы, адаптирующие на пергаменте.– Биол. ж.Армении, 1995, №2 (48),с. 47-49.
8. Ньюкша Ю.П. Биологическое повреждение бумаги и книг. Санкт-Петербург, 1994, с.233.
9. Skott P.M. Penicillium mycotoxins. – Mycotoxic Fungi. Mycotoxins, Mycotoxicoses, 1977, №1, p.283-356.
10. White J. P., Johnson G.T. Aflatoxin production correlated with nitrification in *Aspergillus flavus* group species. – Mycologia, 1982, vol. 74, N5, p. 718-723.
11. Бочаров Б.В., Крюков А.А. Химические средства защиты от биоповреждений. – Биоповреждения, методы защиты. Полтава, 1983, с.56-59.
12. Ньюкша Ю.П., Степанова О.А. Производные фенола для защиты документов от повреждения микроорганизмами. – Теория и практика сохранения книг в библиотеке. Л., 1986, в.13, с. 13-47.
13. Архангельский В.И. Сравнительная оценка токсических, мутагенных свойств органических соединений олова – Гигиена и санитария, 1976. №5, с.10-14.

Ջ.Հ.ԱԲՐԱՀԱՄՅԱՆ, Ա.Օ.ՍԱՀԱԿՅԱՆ, Գ.Ա.ԷԼԻԱԶՅԱՆ, Ի.Մ.ԷԼՈՅԱՆ, Է.Ա.ՄՆԱՅԱԿՅԱՆ,
Ա.Ս.ՄՆԱՅԱԿՅԱՆ

ՄԻԿՈԴԵՍՏՐՈՒԿՏՈՐՆԵՐՈՎ ԱՆՏԱՀԱՐՎԱԾ ԹՂԹԵՐԻ ԵՎ ԹՂԹԻ
ԱՐՏԱԴՐԱՆՔԻ ՖԻՏՈԹԵՐԱՊԻԱ

Ա ս փ ո փ ո ս

Միկոդեստրուկտորներով վարակված թղթերի և թղթի արտադրանքի վարակագրածման համար որպես ախտահանիչ միջոց առաջարկվում է որոշակի բարձրակարգ քույսերի էքստրակտների խառնուրդ:

УДК 550.83: 556.3:556.38

Վ.Ս. ՎԱՐԴԱՅԱՆ, Ր.Տ. ՄԻՆԱՅԱՆ, Մ.Ա. ԳՐԻԳՐՅԱՆ

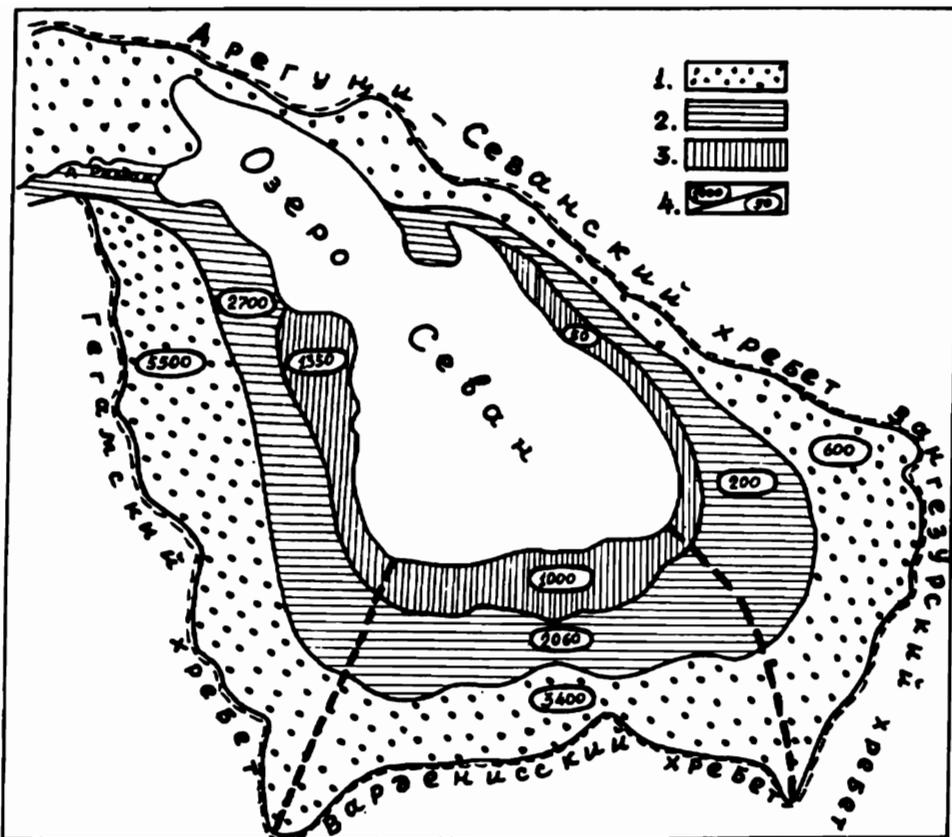
ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
 (НА ПРИМЕРЕ РАБОТ В БАСЕЙНЕ ОЗ. СЕВАН)

На основании анализа полевых электроразведочных данных для бассейна оз. Севан подтверждено, что пространственное распределение электросопротивления лав (ρ) подчиняется нормальному закону. Установлены геоэлектрические критерии для исследования подземных вод.

Стратификация литологических разрезов вулканических хребтов, окаймляющих бассейн оз. Севан, по электрическим характеристикам, в частности в отношении лавовых образований Гегамского и Варденисского нагорий (ρ обычно превышает 700-800 Ом.м), подлавовых водоупорных пород-глин (10-20 Ом.м), туфопесчаников и порфиритов (от 40-60 до 100-300 Ом.м), позволила при исследовании подземного стока региона широко использовать метод вертикального электротондирования (ВЭЗ). Как показывает опыт проведенных исследований, при решении этой задачи одними из сложных вопросов считаются определение величины ρ лавовых пород и установление закономерностей ее изменения в пространстве. Именно трудности и нерешенность этих задач в ранее проведенных работах привели к ряду неточностей при составлении карт и разрезов региональных водоупорных пород, что явилось одной из причин переинтерпретации кривых ВЭЗ бассейна оз. Севан.

Для определения величины ρ и закономерностей ее изменения в пределах Гегамского и Варденисского хребтов нами использована методика обработки полевых данных, предложенная в [1]. При этом, предполагая, что изменение электросопротивления однотипных пород подчиняется нормальному закону распределения, построены графики накопленных частот. Основные параметры распределения – $\bar{\rho}$ (среднее арифметическое значение) и σ_{ρ} (стандарт, или квадратичное отклонение величины ρ от $\bar{\rho}$) - можно легко вычислить, если построить кривые накопленных частот $P = f(\rho_i)$ на вероятностной бумаге [2]. На построенных графиках накопленных частот по ординатам $P=50$ и $15,19\%$ определены средние арифметические величины $\bar{\rho}$ и $(\rho + \sigma_{\rho})$. Отсюда легко вычислить среднеквадратичное отклонение $\sigma_{\rho} = (\bar{\rho} + \sigma_{\rho}) - \bar{\rho}$. Установленные указанным способом обработки значения $\bar{\rho}$ и σ_{ρ} для Гегамского и Варденисского нагорий послужили основой для окончательной интерпретации графиков ВЭЗ (см. таблицу).

Регион	I		II		III	
	$\bar{\rho}$	σ_{ρ}	$\bar{\rho}$	σ_{ρ}	$\bar{\rho}$	σ_{ρ}
Гегамское нагорье	1350	210	2700	320	5500	670
Вардениское нагорье	1000	180	2060	270	3400	650



Районирование водосборного бассейна оз. Севан по величине электросопротивления лав, 1996г.:
 1 – область формирования подземных вод, 2 – область транзита (стока), 3 – область разгрузки,
 4 – удельное электросопротивление пород (комплексов) в Ом.м.

Вычисленные таким способом наиболее вероятные значения лавовых пород закрепляются за отдельными однородными участками и с учетом возможных пределов изменения $\bar{\rho} \pm 2,5 \sigma_{\bar{\rho}}$ выполняется заключительный этап количественной интерпретации.

Сравнением между собой удельных сопротивлений различных типов лавовых пород подтверждено, что в естественном состоянии состав лав мало сказывается на значениях ρ ; здесь, в первую очередь, определяющим является степень обводненности, а в пределах разных гидрогеологических зон – минерализация вод, находящаяся в порах и пустотах лавовых пород.

Наиболее вероятной причиной изменения ρ лавовых пород для Гегамского (1350-2700-5500 Ом.м) и Вардениского нагорий (1000-2060-3400 Ом.м) является закономерность пространственного изменения величины минерализации подземных вод, равной соответственно 50-70, 100-150 и 200-300 мг/л, и охватывающих области питания, транзита и разгрузки подземного стока (см. рисунок). Эта связь, в частности, использована при интерпретации данных полевых исследований для целей поисково-разведочных работ на воду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами (Составитель Р.С. Минасян). М.: Недра, 1989.
2. Шарпов И.П. Применение математической статистики в геологии. М.: Недра, 1971.

Վ.Պ. ՎԱՐԳԱՆՅԱՆ, Ռ.Ս. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Մ.Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՄՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄԱՍԻՐՄԱՆ ԳԵՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐԸ (ՍԵՎԱՆԻ ՋՐԱՎԱՋԱՆՈՒՄ ԿԱՏԱՐՎԱԾ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

Ա մ փ ո փ ո մ

Հոդվածում բերված արդյունքները հաստատում են հրաբխածին ապարների էլեկտրական հատկությունների մեծությունների պայմանավորվածությունը ստորերկրյա ջրերի տարածական բաշխվածությունից: Այդ կապի ամկայությունը, լավաների էլեկտրական դիմադրության տարածական բաշխման օրինաչափությունների հիմնավորումը հնարավորություն են ստեղծում բարձրացնելու ստորերկրյա ջրերի որոնման և հետախուզման նպատակով կիրառվող գեոէլեկտրական մեթոդների արդյունավետությունը:

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

М.С. Мартirosян – Суммирование биортогонального разложения по неполной системе рациональных функций в полуплоскости	3
З.С. Микхелян – Одна тауберова теорема для хвостов функций распределения	12
А.З. Аркелян – О хвостах распределений случайных сумм	22
В.Ш. Петросян – Задача Римана в полуплоскости в смысле L^p -сходимости	29

МЕХАНИКА

М.С. Габриелян, С.Г. Шагилян, С.Р. Амбарцумян – Об устойчивости по действующей силе движения ракеты	36
Саркис В. Саркисян, Ю.Дж. Юсиф – Задача оптимальной стабилизации анизотропной пластинки-полосы	44

ФИЗИКА

К.В. Папоян, А.А. Геворгиян, З.В. Торосян – Об устойчивости упругих колебаний сверхпроводящего цилиндра с внешним током	48
А.М. Машурян, Г.Т. Ованесов, З.А. Григорян, П.Г. Петросян – Особенности изменения надмолекулярной структуры закристаллизованного полиэтилена при кратковременном отжиге	52

ХИМИЯ

С.А. Саргисян, С.А. Аветисян, К.С. Маргарян, С.К. Григорян – Электрохимический синтез имидазольных полихелатов некоторых двухвалентных металлов	57
Г.С. Григорян, Н.Я. Саркисян, А.Н. Абрамян, Э.Г. Саркисян, Г.Л. Григорян – Возможные химические процессы в солевых пещерах с участием пероксида водорода	61
Р.В. Калагова, А.И. Мартirosян – Исследование свойств системы Ce-Fe	65
Л.Г. Арустамова, Б.В. Ерицян, Д.С. Гайбакян, М.М. Степанян – Клиноптилолиты как структурообразователи и аккумуляторы питания почв	69

БИОЛОГИЯ

М.В. Надириян, С.В. Амirsян – Влияние низкочастотной электростимуляции медиодорсального ядра таламуса на процесс свертывания крови	72
А.А. Элюян, Н.М. Маркарян – Исследование нарушений мозгового кровообращения	77
Л.Л. Осипян, А.Г. Баткян, К.М. Григорян – Морфо-биологическая изменчивость грибов-контаминантов под влиянием стресс-фактора – технологического процесса производства продуктов питания	81
М.Г. Таслахчян, С.Г. Навагюлян, Н.Дж. Киракосян, Р.К. Торосян – Новые для микобиоты Армении виды дискомицетов	84

Н.Н. Айрапетян – Взаимосвязь дезаминирования аминокислот и биосинтез мочевины в органах крыс	88
А.Л. Геворкян – Связь кластогенной активности со свободно-радикальными процессами.....	92

ГЕОЛОГИЯ

О.А. Саркисян – О некоторых проблемах стратиграфических и геолого–съёмочных работ Армении.....	96
А.О. Аггиян – Воздействие гидротехнических сооружений на гидрогеологические условия Ширакской котловины.....	101

ГЕОГРАФИЯ

Р.Х. Гагиян – Морфологические и стратиграфические условия залегания эффузивного комплекса и гидрогеологические свойства эффузивов Сюникского вулканического нагорья	105
---	-----

СООБЩЕНИЯ

Н.О. Геокчян, А.А. Егназарян, Дж.А. Микаелян, А.Г. Хачатрян – Изучение взаимодействия бромаурата с пиронином В в сернистой среде.....	110
М.А. Дантян, А.А. Никоян, Л.Р. Туманян, С.В. Чубарян – Влияние ЭДТА на структуру и активность аргиназы поджелудочной железы крыс	112
А.А. Закарян, Л.Л. Осипян – Сравнительная оценка питательных сред для выделения микромицетов –контаминантов лекарственных препаратов	115
Дж.Г. Абрамян, А.О. Саякян, Г.А. Элизаян, И.М. Элоян, Э.А. Мвацаканян, А.С. Мвацаканян – Фитотерапия бумаг и бумажных изделий, пораженных микромицетами – деструкторами.....	118
В.П. Варданян, Р.С. Минасян, М.А. Григорян – Геологические критерии исследования подземных вод (на примере работ в бассейне оз. Севан).....	121

CONTENTS

MATHEMATICS

M.S. Martirosian - Summation of biorthogonal decomposition in non-complete system of rational functions in half-plane	3
Z.S. Mikaelian - One tauberian theorem for the tails of distribution functions	12
A.Z. Arakelian - On tails of the distributions for random sums	22
V.Sh. Petrosian - The Riemann problem in the half-plane in the sense of L^p - convergence.....	29

MECHANICS

M.S. Gabrielian, S.G. Shahinian, S.R. Hambardzumian - On the stability by acting force of rocket motion	36
Sarkis V. Sarkissian, You. G. Youssif - The problem of optimal stabilization of anisotropic plate-strip	44

PHYSICS

K.V. Papoyan, A.A. Guevorkian, Z.V. Torossian - On the stability of elastic vibrations of superconductive cylinder with external current	48
A.M. Mashurian, G.T. Ovanesov, Z.A. Grigorian, P.G. Petrosian - Peculiarities of the change in polythelene submolecular structure during short time thermal treating.....	52

CHEMISTRY

S.A. Sarkissian, S.A. Avetyan, K.S. Markarian, S.K. Grigorian - Electrochemical synthesis of imidazole polychelates of some bivalent metals	57
G.S. Grigorian, N.Ya. Sarkissian, A.N. Abrahamian, E.G. Sarkissian, G.H. Grigorian - Possible chemical processes in the salt caves with participation of hydrogen peroxide	61
R.V. Calagova, A.L. Martirian - Study of Ce-Fe system properties.....	65
L.G. Aroustamova, B.V. Eritzian, D.S. Gaibakian, M.M. Stepanian - Clinopyroxenes as structure forming elements and accumulators for soil nourishment	69

BIOLOGY

M.V. Nadirian, S.V. Amirian - Influence of the thalamic mediodorsal nucleus low-frequency electrostimulation on hemocoagulation	72
A.A. Eloyan, N.M. Margarian - Investigation of the cerebral blood circulation disturbances	77
L.L. Osipian, A.G. Batician, K.M. Grigorian - Morpho-Biological alteration of fungi-contaminants due to stress-factor of technological process in food-stuffs production	81
M.G. Taslakhchian, S.G. Nanagulian, N. I. Kirakossian, R.K. Torossian - New species of discomycetes for Armenian mycobiota	84
N.N. Hairapetian - Interconnection between aminoacids desamination and urea biosynthesis in rat's organs	88
A.L. Guevorkian - The tie of clastogenic activity with free radical processes.....	92

GEOLOGY

H.H. Sargsian - About some problems of stratigraphic and geological survey works in Armenia	96
A.H. Aghinian - Effect of the hydrotechnical structures on Shirak basin hydrogeologic conditions.....	101

GEOGRAPHY

R. Kh. Gagunian – Morphological and stratigraphic conditions of the effusive complex bedding and hydrogeologic properties of Siunik volcanic highland effusives	105
--	-----

COMMUNICATIONS

N.O. Geokchyan, A.A. Eghiazarian, D.A. Mikaelian, A.G. Khachatryan – The study of interaction between bromoaurate (III) with pyronine B in sulfuric acid medium	110
M.A. Davtian, A.A. Nikoyan, L.R. Toumanian, S.V. Chubarian – EDTA action on rat pancrease arginase structure and activity	112
A.A. Zakarian, L.L. Osiplan – Relative evaluation of some nourishing media which are being used to separate micromycetes-contaminantes of herbal medicaments.....	115
J. H. Abrahamian, A.O. Sahakian, G.A. Ellazian, J.M. Eloyan, E.A. Mnatsakanian, A.S. Mnatsakanian – Phytotherapeutics of paper and paper wares affected by mycromycetes-destructors.....	118
V.P. Vardanian, R.S. Minasian, M.A. Grigorian – Geoelectric criteria for underground waters investigation (on the pattern of studies carried out in Sevan lake basin).....	121

1. «Գիտական տեղեկագիր» ամսագրում հրատարակվում են Երևանի պետական համալսարանում կատարված օրիգինալ հոդվածներ, հաղորդումներ ու նամակներ տեսական ու էքսպերիմենտալ բնույթի՝ մաթեմատիկայի, մեխանիկայի, ֆիզիկայի, ռադիոֆիզիկայի, քիմիայի, երկրաբանության, կենսաբանության և ֆիզ. աշխարհագրության բնագավառներին:

2. Ընդունվում են նաև ԵՊՀ-ի մասնակցությանը Հայաստանի Հանրապետությունում կայացած կոնֆերանսների, գիտաժողովների և գիտական դպրոցների մասին նյութեր:

3. Բնագրերը ներկայացվում են երկու օրինակով, մեքենագրված երկու ինտերվալը մեկ, հայերեն կամ ռուսերեն լեզվով, ռուսերեն կամ հայերեն ամփոփումներով: ՄԱԿ-ից (վերևի ձախ ամկյունում), հեղինակի անվանատերից ու ազգանունից և հոդվածի վերնագրից հետո բերվում է կարճ անոտագիտ: Հոդվածի ծավալը աղյուսակներով չպետք է գերազանցի 10 էջը, հաղորդմանը՝ 4, նամակինը՝ 2:

4. Հոդվածի հետ առանձին էջով ներկայացվում է հեղինակի ազգանունը, հոդվածի վերնագիրը և ամփոփումը անգլերեն լեզվով, արձանագրության քաղվածքը այն ամբիոնից, որտեղ կատարվել է քննարկվել է աշխատանքը, և հանձնաժողովի ակտը:

5. Քուպատրվում է 5-ից աչ ավելի նկար երկու օրինակից (նստակ լուսանկար կամ գծագրեր՝ արված սև տուշով առանձին սպիտակ թղթի վրա): Յուրաքանչյուր նկարի հակառակ կողմի վրա գրվում է կարգային համարը, հոդվածի վերնագիրը և հեղինակների ազգանունները: Տեքստի լուսանցքներում նշվում են նկարների և աղյուսակների տեղերը: Նկարների քացատրությունները անհրաժեշտ է ներկայացնել առանձին էջի վրա ըստ հերթականության:

6. Միևնույն նյութը աղյուսակի և նկարի ձևով ներկայացնել չի թույլատրվում:

7. Բանաձևերը գրվում են պարզ և ազատ սև տուշով կամ թանաքով: Անհրաժեշտ է մեկ մատիտով նշել իրար նմանվող մեծատառերը և փոքրատառերը (S , \bar{s} , V , \bar{v}) ինդեքսները և ցուցիչները (A^2 , B_{-}): Կարմիր մատիտով ընդգծել հունական տառերը:

8. Բերվող գրականության մասին հոդվածում նշվում է միայն կարգային համարը քառանկյան փակագծերում ([1], [2—5])՝ ըստ հանդիպման հերթականության: Հոդվածի վերջում նույն հանջորդականությամբ բերվում է գրականության ցուցակը. կարգային համարը, հեղինակների ազգանուններն ու անվանատառերը, գրքի կամ հոդվածի վերնագիրը: Պարբերական հրատարակությունների համար այնուհետև հաջորդում է ամսագրի ընդունված կրճատ անվանումը առանց չափերտների, թվականը, հաստի ու թողարկման համարները, հերթական համարը և էջը: Գրքերի դեպքում՝ հրատարակման վայրը, հրատարակչությունը, թվականը և էջը: Չհրատարակված աշխատանքի վերաբերյալ (բացի դիսերտացիայից) գրականության մեջ նշել չի թույլատրվում: Արտասահմանյան գրականությունը տեքստում նշվում է հոդվածի լեզվով, իսկ գրականության մեջ՝ օրիգինալով (մեքենագրված կամ գրված սև թանաքով պարզ և ազատ):

9. Հոդվածի տեքստի վերջում ձախ կոդմում նշվում է այն ամբիոնը կամ լաբորատորիան, որտեղ կատարվել է աշխատանքը:

10. Հոդվածը ստորագրվում է բոլոր հեղինակների կողմից:

11. Խմբագրությունը հեղինակին տալիս է առաջին սրբագրությունը, որտեղ ուղղման ենթակա են միայն տպագրության սխալները:

