ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

LIV, № 3

1972

Խմբագրական կոլեգիա

է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ԻՐԻՑՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱՊՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ:

Редакционная коллегия

В А АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г. АФРИКЯН, доктор биологических наук, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, В. О КАЗАРЯН, чл.-корр. АН АрмССР (зам. отв. редактора), С. Л. МИРЗОЯН, чл.-корр. АН АрмССР, С. С МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), О М. САПОНДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. А ТАЛАЛЯН, чл.-корр АН АрмССР, В М ТАРАЯН чл.-корр АН АрмССР М Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корр АН АрмССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ն. Բ. Ենգիբարյան— *Կիսաառանցքի վրա պարբերական կորիզներով ինտեգրալ հավասարումների մասին* 129

Կ. Մ. Մուսոյան — *Ուժեղ բազմապատկվող գրաֆների մասին* 134

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ս. Ա. Զաքարյան, Ռ. Լ. Էնֆիաջյան — *Շառավղային ճաքով կլոր սալի հարթ խնդիրը* 139

ՖԻԶԻԿԱ

Գ. Մ. Ավագյանց — *Փոխանջատիչ հատկություններ ունեցող հիպերհաղորդչային սարքերի մասին* 147

Է. Գ. Շառոյան, Ա. Ա. Մանուկյան— *Մագնիսական գրգռումները ցինկի ֆտալո-ցիանին-յոդ սիստեմում* 154

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Հ. Հ. Չալթիկյան, Ս. Ա. Հակոբյան, Ն. Մ. Բեյլերյան, Ռ. Հ. Չալթիկյան— *Բեն-զոլում ակրիլամինոպիրոններ բենզոիլպերօքսիդի ռեակցիաների կինետիկայի ու մեխա-նիզմի ուսումնասիրումը քեմիլյումինեսցենցիայի եղանակով* . . . 161

ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Հ. Ա. Սաղոյան, Է. Մ. Կարապետյան — *Հոկտեմբերյանի հատվածքի վերին և ստորին ավազա-կավային շերտախմբերի ապարների կոլեկտորական հատկանիշների բր-նույթի և նրանց առաջացման ժամանակի մասին* 168

ՀՆԷԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մ. Խ. Հարությունյան — Oxutea *սեռի նոր ներկայացուցիչը Հայաստանի օլիգոցենի նստվածքներում* 172

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Մ. Ա. Տեր-Կարապետյան, Ն. Խոանեց Կիմ, Ա. Խ. Աղաջանյան — Papilionaceae *ընտանիքի մի քանի ցեղերի ներկայացուցիչների ոչ-պրոտեինոգեն ամինաթթուները* . 175

ԳԵՆԵՏԻԿԱ

Ա. Ս. Պետրոսյան, Դ. Հ. Բաբաջանյան, Ն. Ս. Սարգսյան — *Աճման ինդոլային կա-նոնավորիչները ցորենի ներքատիկ հիբրիդների տերևներում և արմատներում* . . 182

ԱԿԱՐՈԼՈԳԻԱ

Ա. Տ. Բաղդասարյան — *Էրիոֆիիդ տզերի երկու նոր տեսակ նշենու Հայաստա-նում* (Acarina, Eriophyoidea) 188

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

МАТЕМАТИКА

И. Б. Енгибарян—Об интегральных уравнениях на полупрямой с разностными ядрами 129

К. М. Мосесян—О сильно связных графах 134

МЕХАНИКА

С. С. Заргарян, Р. Л. Энфиаджян—Плоская задача теории упругости для круга с радиальным разрезом 139

ФИЗИКА

Г. М. Аракелян—О полупроводниковых приборах с переключающими свойствами 147

Э. Г. Шароян, А. А. Самуэлян—Магнитные возбуждения в системе фталоцианин цинка—иод 154

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

О. А. Чалтыкян, С. А. Акопян, Н. М. Бейлерян, Р. О. Чалтыкян—Изучение кинетики и механизма окисления аминоспиртов перекисью бензоила в бензоле методом хемилюминесценции 161

ГЕОЛОГИЯ

А. А. Садоян, Э. М. Карапетян—О характере коллекторских свойств пород верхней и нижней песчано-глинистых свит Октемберянской толщи и о времени их образования 168

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

М. Е. Арутюнян—Новый представитель рода Ocotea в олигоцене Армении 172

БИОХИМИЯ

М. А. Тер-Карапетян, Н. Хоанг Ким, А. Х. Агаджанян—Непротеиногенные аминокислоты у представителей некоторых родов семейства Papilionaceae 175

ГЕНЕТИКА

А. С. Петросян, Г. А. Бабаджанян, Н. С. Саркисян—О содержании эндогенных регуляторов роста в листьях и корнях некротических гибридов пшеницы 182

АКАРОЛОГИЯ

А. Т. Багдасарян—Два новых вида эриофиоидных клещей на миндале из Армении (Acarina, Eriophyoidea) 188

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LIV 1972 3

УДК 519-55

МАТЕМАТИКА

Н. Б. Енгибарян

Об интегральных уравнениях на полупрямой с разностными ядрами

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 13/XI 1971)

Интегральные уравнения Фредгольма второго рода на полуосси ядрами, зависящими от разности аргументов, были предметом многочисленных исследований. Среди методов их решения особое место занимает метод Винера—Хопфа, наиболее полное и строгое изложение которого содержится в работе М. Г. Крейна ([1]).

В связи с астрофизическими применениями, В. А. Амбарцумяном, В. В. Соболевым и др. ([2, 3]) был разработан метод решения класса уравнений, ядра которых зависят от модуля разности аргументов и представлены, как и свободные члены, в виде суперпозиции экспонент. Физической основой метода является принцип инвариантности В. А. Амбарцумяна. В применении к указанному классу уравнений этот метод имеет ряд преимуществ по сравнению с методом Винера—Хопфа.

В настоящей заметке метод Амбарцумяна обобщается на случай несимметричных разностных ядер. Некоторые выкладки сходны с соответствующими выкладками из ([3]).

Рассмотрим следующее уравнение

$$y(x,\ s) = e^{-xs} + \int_0^\infty K(x-t)\, y(t,\ s)\, dt, \tag{1}$$

ядро которого представлено в виде

$$K(x) = \int_a^b G^{\pm}(s)\, e^{-|x|s}\, ds \quad \text{при} \quad x \gtrless 0 \tag{2}$$

$$0 \leqslant a < b \leqslant \infty$$

Относительно функций $G^{\pm}(s)$ предполагается, что $\forall \varepsilon > 0\ e^{-\varepsilon s} G^{\pm}(s) \in L_1(a,\ b)$. На линии $x=t$ ядро $K(x-t)$ может иметь слабую особенность.

Сделанные предположения обеспечивают дифференцируемость функции $y(x, s)$ по x.

Дифференцируя (1) по x, после небольших выкладок получаем

$$\frac{\partial y(x, s)}{\partial x} = -se^{-xs} + \varphi^+(s) K(x) + \int_0^\infty K(x-t) \frac{\partial y(t, s)}{\partial t} dt, \quad (3)$$

где

$$\varphi^+(s) = y(0, s); \quad (4)$$

Сравнивая уравнения (3) и (1) и учитывая (2) при $x>0$, имеем

$$\frac{\partial y(x, s)}{\partial x} = -sy + \varphi^+(s) \Phi(x), \quad (5)$$

где

$$\Phi(x) = \int_a^b G^+(s') y(x, s') ds'. \quad (6)$$

Подставляя в (1) $x=0$ и учитывая (2), для $\varphi^+(s)$ имеем следующее выражение

$$\varphi^+(s) = 1 + \int_a^b G^-(s') \rho(s', s) ds', \quad (7)$$

где обозначено

$$\rho(s', s) = \int_0^\infty y(x, s) e^{-xs'} dx; \quad (8)$$

Применение к обеим частям уравнения (5) преобразования Лапласа дает:

$$p\rho(p, s) = -s\rho(p, s) + \varphi^+(s) \left| 1 + \int_a^b G^+(s') \rho(p, s') ds' \right| \quad (9)$$

откуда

$$\rho(p, s) = \frac{\varphi^+(s) \varphi^-(p)}{s+p}, \quad (10)$$

где обозначено

$$\varphi^-(s) = 1 + \int_a^b G^+(s') \rho(s, s') ds'. \quad (11)$$

Подставляя в (7) и (11) вместо ρ его выражение из (7), для определения функций $\varphi^\pm(t)$ получаем следующую систему нелинейных функциональных уравнений, легко решаемую численно

$$\varphi^\pm(s) = 1 + \varphi^\pm(s) \int_a^b \frac{G^\mp(s') \varphi^\mp(s')}{s+s'} ds'. \quad (12)$$

В частном случае, когда $G^+(s) = G^-(s)$, функции φ^+ и φ^- совпадают и для их определения получается известное уравнение Амбарцумяна

$$\varphi(s) = 1 + \varphi(s) \int_a^b \frac{\varphi(s')\, G(s')}{s + s'}\, ds'. \qquad (13)$$

К системе (12) могут быть применены численные методы решения уравнения (13). Отметим, что функции

$$\bar{\varphi}^{\pm}(s) = G^{\pm}(s)\, \varphi^{\pm}(s) \qquad (14)$$

удовлетворяют следующей системе

$$\bar{\varphi}^{\pm}(s) = G^{\pm}(s) + \bar{\varphi}^{\pm}(s) \int_a^b \frac{\bar{\varphi}^{\pm}(s')}{s + s'}\, ds'. \qquad (15)$$

Следуя методу, предложенному В. В. Соболевым ([3]), систему (15) можно свести к отдельным линейным сингулярным уравнениям относительно $\bar{\varphi}^+$ и $\bar{\varphi}^-$. Умножая (15) на $\frac{1}{s - z}$ и интегрируя по s от a до b, получаем

$$\int_a^b \frac{\bar{\varphi}^{\pm}(s)}{s - z}\, ds = B^{\pm}(z) + \int_a^b \bar{\varphi}^{\pm}(s')\, ds' \int_a^b \frac{\bar{\varphi}^{\pm}(s)\, ds}{(s - z)(s + s')}, \qquad (16)$$

где

$$B^{\pm}(z) = \int_a^b \frac{G^{\pm}(s)}{s - z}\, ds. \qquad (17)$$

Интегралы понимаются в смысле главного значения Коши.

Принимая во внимание равенство

$$\int_a^b \frac{\bar{\varphi}^{\pm}(s')}{s + s'}\, dt' = 1 - \frac{G^{\pm}(s)}{\bar{\varphi}^{\pm}(s)},$$

вытекающее из (15), уравнение (16) преобразуем к виду

$$\int_a^b \frac{\bar{\varphi}^{\pm}(s)}{s - z}\, ds = B^{\pm}(z) + \left| 1 - \frac{G^{\pm}(z)}{\bar{\varphi}^{\pm}(z)} \right| \left[\int_a^b \frac{\bar{\varphi}^{\pm}(s)}{s - z}\, ds - 1 \right] + \int_a^b \frac{G^{\mp}(s)}{s' + z}\, ds', \qquad (18)$$

откуда получаем уравнение, решаемое в замкнутом виде (4)

$$A^{\pm}(z)\overline{\varphi}^{\pm}(z) = 1 - \int_a^b \frac{\overline{\varphi}^{\pm}(s)}{s - z}\, ds. \tag{19}$$

где

$$A^{\pm}(z) = \frac{1}{G^{\pm}(z)}\left[\, 1 - \int_a^b \frac{G^{\pm}(s)}{s - z}\, ds - \int_a^b \frac{G^{\cdot}(s)}{s + z}\, ds \,\right] \tag{20}$$

После определения функций $\varphi^{\pm}(s)$, функция $y(x, s)$, может быть определена следующими способами:

а) Обращением преобразования Лапласа. Функция $\rho(p, s)$, представляющая собой преобразование Лапласа по x от $y(x,s)$ (см. формулу (8)) по формуле (10) выражается через $\varphi^{+}(s)$ и $\varphi^{-}(s)$. Функции $\varphi^{\pm}(s)$, определенные в промежутке (a, b), могут быть аналитически продолжены на правую полуплоскость комплексной плоскости s с помощью формулы

$$\varphi^{\pm}(s) = \left[\, 1 - \int_a^b \frac{\overline{\varphi}^{\pm}(s')}{s + s'}\, ds' \right]^{-1}; \tag{21}$$

б) Решением уравнения Вольтерра. Из (5) получаем

$$y(x, s) = \varphi^{+}(s)\left[\, e^{-xs} + \int_0^x e^{-s(x-t)}\, \Phi(t)\, dt \,\right]. \tag{22}$$

Подставляя (22) в (6), получаем уравнение в свертках относительно функции $\Phi(x)$:

$$\Phi(x) = L(x) + \int_0^x L(x - t)\, \Phi(t)\, dt, \tag{23}$$

где

$$L(x) = \int_a^b \overline{\varphi}^{+}(s)\, e^{-xs}\, ds. \tag{24}$$

Применение к уравнениям (22) и (23) преобразование Лапласа приводит к первому способу определения функции $y(x, s)$. Непосредственное же решение уравнения (23), позволяет ограничиться вещественными значениями аргументов, без выхода на комплексную плоскость.

Институт математики
Академии наук Армянской ССР

Ն. Բ. ԵՆԳԻԲԱՐՅԱՆ

Կիսաառանցքի վրա տարբերական կորիզներով ինտեգրալ հավասարումների մասին

Արգումենտների տարբերությունից կախված կորիզներով ինտեգրալ հավասարումների լուծման՝ Վ. Հ. Համբարձումյանի կողմից մշակված մեթոդը (2,3) տարածվում է ոչ սիմետրիկ կորիզներով հավասարումների վրա։ Հավասարման լուծումը բերվում է ֆունկցիոնալ հավասարումների, որոնք իրենց հերթին հանգում են սինգուլյար հավասարումների լուծմանը։ Վերջինները լուծվում են փակ տեսքով (4)։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *М. Г. Крейн.* УМН, XIII вып 5 (83) (1958) [2] *В. А. Амбарцумян.* Научные труды т. I, Ереван, 1960 [3] *В. В. Соболев.* Курс теор. астрофизики М., 1967 [4] *Н. И. Мусхелишвили,* Сингулярные интегральные уравнения, М., 1968.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LIV 1972 3

УДК 5191

МАТЕМАТИКА

К. М. Мосесян

О сильно базируемых графах

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 20/XI 1971)

В настоящей статье мы придерживаемся терминологии, принятой в ([1]). Под словом „граф" всюду будем понимать обыкновенный граф.

В монографии ([2]) (гл. 9, п. 1) поставлена следующая задача: в каких случаях можно приписать рёбрам неорентированного графа такую ориентацию, чтобы он стал базисным графом частичного упорядочения ? Графы, которые можно так ориентировать, назовем сильно базируемыми, а соответствующие ориентации—сильно базирующими.

В настоящей статье получены некоторые необходимые и достаточные условия для сильной базируемости графа.

Дадим некоторые определения.

Будем говорить, что в орграфе $L=(X, U)$ вершина b достижима из вершины a, если в нем существует путь из вершины a в вершину b. Множество вершин орграфа $\vec{L}=(X, \vec{U})$, достижимых из вершины a обозначим через $D(a)$.

Будем говорить, что в орграфе $\vec{L}=(X, \vec{U})$ вершина b слабо достижима из вершины a, если существует дуга $\vec{u}=(\vec{cd})(\vec{u}\in\vec{U})$, после переориентации которой найдется простой путь, идущий из a в b и проходящей через $(\vec{dc})$. Множество вершин орграфа $\vec{L}=(X, \vec{U})$, слабо достижимых из вершины a, обозначим через $\overline{D}(a)$.

Через $\varphi_a^+(L)(\varphi_a^-(L))$ обозначим одну из таких сильно базирующих ориентаций графа $L=(X, U)$, при которой все дуги, инцидентные вершине a, исходят из нее (заходят в нее), а через $\varphi_{a(bc)}^+(L)(\varphi_{a(bc)}^-(L))$—одну из таких ориентаций $\varphi_a^+(L)(\varphi_a^-(L))$, при которой ребро (bc) ориентировано от b к c.

Через $o(L)$ обозначим длину наименьшего цикла графа $L(X, U)$, а через $p(L)$—наименьшее количество ребер, после удаления которых граф становится плоским.

Через $L|a|$ обозначим множество вершин графа $L=(X, U)$, смежных с $a \in X$ ($a \notin L|a|$).

Будем говорить, что вершина a графа $L=(X, U)$ поглощает вершину $b \in X$ (или вершина b поглощается вершиной a), если $L|b| \subseteq L|a|$.

Множеством правильного сочленения графа $L=(X, U)$ назовем такое множество вершин $Y \subseteq X$, удаление которого приводит к увеличению числа непустых компонент связности.

k-частью графа $L=(X, U)$ назовем всякую его максимальную 3-связную часть $H=(Y, V)$ такую, что она не имеет поглощаемых вершин, и для любой $a \in Y$ множество $H|a|$ не является множеством правильного сочленения части $H=(Y, V)$.

Связный граф $L=(X, U)$ назовем критическим не сильно базируемым, если он не является сильно базируемым, но становится таковым после удаления любого ребра. Через K_n обозначим класс n-вершинных критических не сильно базируемых графов, а через Λ — класс обыкновенных графов, не содержащих треугольников. Можно показать, что имеют место следующие утверждения:

Теорема 1. *Для сильной базируемости графа $L=(X, U)$ необходимо и достаточно, чтобы*

$$\forall a, b, c \in X\,|a \neq c \longrightarrow \exists \varphi^{+}_{a(bc)}(L)|.$$

Следствие. Если граф $L'=(X', U')$, полученный из $L=(X, U)$ удалением какой-нибудь поглощаемой вершины,—сильно базируемый, то сильно базируемым будет и граф $L=(X, U)$.

Лемма 1. $\forall L \in \Lambda\,|\rho(L) < 0(L) - 3 \longrightarrow L$—*сильно базируемый*$|$.

Следствие. Для сильной базируемости плоского графа $L=(X, U)$ необходимо и достаточно, чтобы $L \notin \Lambda$.

Лемма 2. *Если граф $L'=(X', U')$, полученный из $L=(X, U) \in \Lambda$ удалением какой-нибудь вершины a степени $\rho(a) \leqslant 2$, является сильно базируемым, то сильно базируемым будет и граф $L=(X, U)$.*

Для доказательства леммы 2 достаточно рассмотреть случай, когда граф $L=(X, U)$ имеет вид $L=(X' \cup a;\ U' \cup (ab) \cup (ac))$. Придадим графу $L'=(X', U')$ какую-нибудь сильно базирующую ориентацию. Если при этой ориентации ни одна из вершин b и c не достижима из другой, то ориентируем ребра (ab) и (ac) в сторону вершины a, а если, допустим, вершина b достижима из вершины c, то ребрам (ab) и (ac) придадим ориентации: $\overrightarrow{(ca)}$, $\overrightarrow{(ab)}$. В результате получим сильно базирующую ориентацию для графа $L=(X' \cup a;\ U' \cup (ab) \cup (ac))$.

Из этой леммы и теоремы 1 непосредственно следует.

Лемма 3. *Для любой пары несмежных вершин a и b сильно базируемого графа $L=(X, U)$ существуют ориентация $\varphi^{+}_{a}(L)(\varphi^{-}_{a}(L))$, при которой ни одна из этих вершин не достижима из другой, и ориентация $\varphi^{-}_{a}(L)$, при которой вершина b не достижима, а также слабо не достижима из вершины a.*

Лемма 4. *Пусть все графы* $L=L_0$, $L_1, \cdots, L_q$ $(q \geqslant 1)$, *где* L_k $(1 \leqslant k \leqslant q)$, *получается из* L_{k-1} *путем склеивания какой-нибудь пары вершин (если при этом появляются параллельные ребра, то они заменяются одним), принадлежат* Λ. *Если граф* L_q *сильно базируемый, то и* L *является таковым.*

Для доказательства леммы 4 достаточно рассмотреть случай, когда $q=1$. Ориентация $\varphi^{+}_{[ab]}(L_1)$ ($[ab]$ — вершина графа L_1, полученная склеиванием вершин a и b графа L), существование которой следует из теоремы 1, будет сильно базирующей и для графа $L=(X, U)$ (если в $L=(X, U)$ есть ребро (ab), то его можно ориентировать произвольным образом).

Обратное же утверждение леммы 4 неверно. Можно привести пример сильно базируемого графа, после склеивания любой пары вершин которого получается не сильно базируемый граф.

Теорема 2. *Для того, чтобы граф* $L=(X, U)$ *был сильно базируемым, необходимо и достаточно, чтобы он принадлежал* Λ *и каждая его* k*-часть была сильно базируемой.*

Доказательство. Необходимость теоремы очевидна.

Достаточность. Проведем индукцию по числу ребер. Для одноребериых графов достаточность очевидна. Допустим, что она верна для всех графов, имеющих не более $m-1$ ребер, и рассмотрим m-реберный граф $L=(X, U) \in \Lambda$, каждая k-часть которого сильно базируема.

Допустим, что граф $L=(X, U)$ имеет только одну непустую компоненту связности и не является k-частью (в противном случае достаточность теоремы была бы очевидной).

а) Граф $L=(X, U)$ не является 3-связным.

Следовательно, существуют подграфы $L_1=(X_1, U_1)$ и $L_2=(X_2, U_2)$ такие, что граф $L=(X, U)$ получается из них с помощью одной из следуюших трех операций (рис. 1):

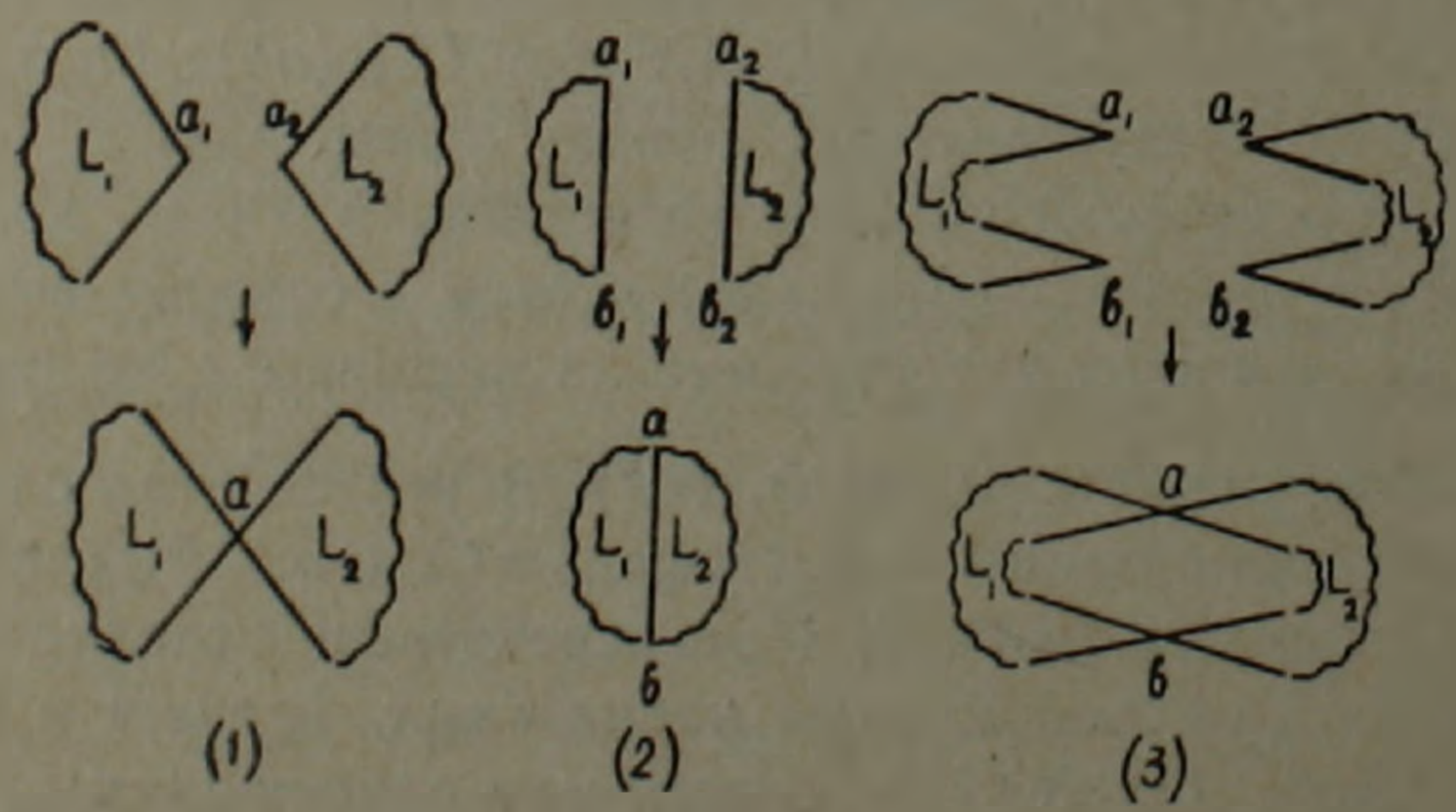


Рис. 1

По предположению индукции графы $L_1=(X_1, U_1)$ и $L_2=(X_2, U_2)$ сильно базируемы. Если граф $L=(X, U)$ получается при помощи опе-

раций (1) или (2), то, придавая графам $L_i=(X_i, U_i)(i=1, 2)$ ориентацию $\varphi^+_{a_i}(L_i)$ получим сильно базирующую ориентацию для графа $L=(X, U)$. Если же граф $L=(X, U)$ получается из графов $L_1=(X_1, U_1)$ и $L_2=(X_2, U_2)$ при помощи операции (3), то, придавая графам $L_i=(X_i, U_i)$ $(i=1, 2)$ такие сильно базирующие ориентации, при которых ни одна из вершин a_i и b_i не достижима из другой, получим сильно базирующую ориентацию для графа $L=(X, U)$.

б) Граф $L=(X, U)$ содержит поглощаемую вершину. В этом случае достаточность следует из теоремы 1.

в) В графе $L=(X, U)$ существует такая вершина a, что $L|a|$ является его множеством правильного сочленения.

Обозначим через $L_i=(X_i, U_i)$, $2<i\leqslant p$, связные компоненты графа $L'=L(X\setminus L|a|)$. По предположению подграфы $L'_i=(X_i\cup a\cup \cup L|a|; U'_i)$ $(2\leqslant i\leqslant p)$ графа $L=(X, U)$ являются сильно базируемыми. Придавая этим графам ориентации $\varphi^+_a(L'_i)$ $(2\leqslant i\leqslant p)$ получим сильно базирующую ориентацию для графа $L=(X, U)$.

Следствие. Если граф $L=(X, U)\in\Lambda$ не имеет k-частей, то он является сильно базируемым.

Справедлива

Теорема 3. 1) $K_1=K_2=K_4=\cdots=K_{10}=\varnothing$;

2) $K_3=\{F_3\}$; 3) $\forall n\geqslant 11$ $K_n\neq\varnothing$.

1) и 2) доказываются с помощью теоремы 4 из ([3]), 3) доказывается с помощью конструкции, которая будет опубликована в более общем виде.

Вычислительный центр
Академии наук Армянской ССР
и Ереванского государственного
университета

Կ. Մ. ՄՈՍԵՍՅԱՆ

Ուժեղ բազիսացվող գրաֆների մասին

Օրեի մենագրությունում դրված է հետևյալ խնդիրը ([2], գլ. 9, § 1) ինչպիսի՞ն պետք է լինի ոչ կողմնորոշված գրաֆը, որպեսզի հնարավոր լինի կողմնորոշման միջոցով այն դարձնել ինչ-որ մասնակի կարգավորման բազիսային գրաֆ։ Այսպիսի գրաֆները կանվանենք ուժեղ բազիսացվող։

Աշխատանքում ստացված են անհրաժեշտ և բավարար պայմաններ գրաֆի բազիսացման համար։

Գրաֆը կոչվում է կրիտիկական ոչ ուժեղ բազիսացվող, եթե այն ուժեղ բազիսացվող չէ, բայց դառնում է այդպիսին, ցանկացած կող հեռացնելուց հետո։ K_n -ով նշանակվում է n գագաթ ունեցող կրիտիկական ոչ ուժեղ բազիսացվող գրաֆների դասը։

Օրեի խնդիրներից մեկի[2], գլ. 9, խնդ. 3°) ընդհանրացման լուծումը ստանալու համար անհրաժեշտ էր իմանալ, թե ինչպիսի n-երի համար $K_n\neq\varnothing$: Հետևյալ թեորեմը տալիս է այդ հարցի պատասխանը.

Թեորեմ՝ 1. $K_1=K_2=K_4=\cdots=K_{10}=\varnothing$.

2. $K_2=|F_3|$; 3. $\forall n>11\ K_n\neq\varnothing$.

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. А. Зыков*, Теория конечных графов, I, изд. «Наука», Новосибирск, 1969. [2] *О. Оре*, Теория графов, изд. «Наука», М., 1968. [3] *К. М. Мосесян*, ДАН Арм ССР, т. LIV, № 1 (1972).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
LIV 1972 3

УДК 539.3

МЕХАНИКА

С. С. Заргарян, Р. Л. Энфиаджян

Плоская задача теории упругости для круга с радиальным разрезом

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР О. М. Сапонджяном 9/XI 1971)

В настоящей работе исследуется плоская задача теории упругости для круга с внутренним радиальным разрезом. Предполагается, что по внешнему контуру действует произвольная непрерывная нагрузка, главный вектор и главный момент которой равны нулю, а кромки разреза свободны от напряжений. Вопросам исследований напряженного состояния в телах с разрезами посвящены работы [1–6] и др.

В данной работе доказана квази-вполне регулярность бесконечной системы, к которой сводится решение поставленной задачи. Получены коэффициенты концентраций напряжений у концов разреза.

1. Решение плоской задачи теории упругости для двусвязной области (рис. 1), ограниченной извне окружностью L_1, а изнутри радиальным разрезом L_2, когда по внешнему контуру действует непрерывная произвольная нагрузка, а внутренний контур свободен от напряжений, сводится к определению голоморфных в рассматриваемой области функций $\varphi_1(z)$ и $\psi_1(z)$ из граничных условий [7].

$$\varphi_1(t) + t\,\overline{\varphi_1'(t)} + \overline{\psi_1(t)} = f(t) + C, \qquad \text{на } L_1 \tag{1.1}$$

$$\varphi_1(t) + t\,\overline{\varphi_1'(t)} + \overline{\psi_2(t)} = 0, \qquad \text{на } L_2 \tag{1.2}$$

где

$$f(t) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k^* \left(\frac{t}{R}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} b_k^* \left(\frac{\bar{t}}{R}\right)^k,$$

а постоянная C подлежит определению.

Из непрерывности внешней нагрузки следует, что

$$|a_k^*| \leqslant \frac{C_1}{k_3}, \qquad |b_k^*| \leqslant \frac{C_2}{k^3},$$

где C_1 и C_2 некоторые постоянные, кроме того коэффициенты a_k^* и b_k^* удовлетворяют условиям уравновешенности внешней нагрузки [7]. За-

дача решается методом Д. И. Шермана ([5]). На круговом контуре L_1 введем вспомогательную неизвестную функцию $\omega(t)$ по условию

$$\varphi_1(t) - t\,\overline{\varphi_1'(t)} - \overline{\varphi_2(t)} = 2\omega(t). \tag{1.3}$$

Из (1.1) и (1.3) получаем

$$\varphi_1(t) = \omega(t) + \frac{f(t)+c}{2}, \tag{1.4}$$

$$\psi_1(t) = -\overline{\omega(t)} - \bar{t}\,\omega'(t) + \frac{\overline{f(t)}+\bar{c}}{2} - \bar{t}\,\frac{f'(t)}{2}. \tag{1.5}$$

Введем функцию $\varphi(z)$ голоморфную во внешности L_1 по условию

$$\varphi(z) = \begin{cases} \varphi_1(z) - \dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_1} \frac{\left[\omega(t) + \dfrac{f(t)}{2}\right]dt}{t-z} - \frac{C}{2} & \text{внутри } L_1 \\ -\dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_1} \frac{\left[\omega(t) + \dfrac{f(t)}{2}\right]dt}{t-z} & \text{вне } L_1 \end{cases} \tag{1.6}$$

Аналогично

$$\psi(z) = \begin{cases} \psi_1(z) + \dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_1} \frac{\left[\overline{\omega(t)} - \dfrac{\overline{f(t)}}{2}\right]dt}{t-z} + \\ + \dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_1} \frac{\left[\bar{t}\,\omega'(t) + \bar{t}\dfrac{f'(t)}{2}\right]dt}{t-z} - \frac{\bar{c}}{2} & \text{внутри } L_1 \\ \dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_1} \frac{\left[\overline{\omega(t)} - \dfrac{\overline{f(t)}}{2}\right]dt}{t-z} + \\ + \dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L_1} \frac{\left[\bar{t}\,\omega'(t) + \bar{t}\dfrac{f'(t)}{2}\right]dt}{t-z} & \text{вне } L_1 \end{cases} \tag{1.7}$$

С целью получения более рациональной для решения бесконечной системы, к которой будет сведено решение поставленной задачи функцию $\omega(t)$ на окружности L_1 представим в виде

$$\omega(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \left(\frac{t}{R}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \left(\frac{R}{t}\right)^k -$$

$$- \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{\infty} b_k^* \left(\frac{R}{t}\right)^k + \frac{1}{2} \sum_{k=2}^{\infty} a_k^* \left(\frac{t}{R}\right)^k, \qquad (1.8)$$

где a_k и b_k—искомые коэффициенты, a_k^* и b_k^*—коэффициенты разложения в ряд внешней нагрузки.

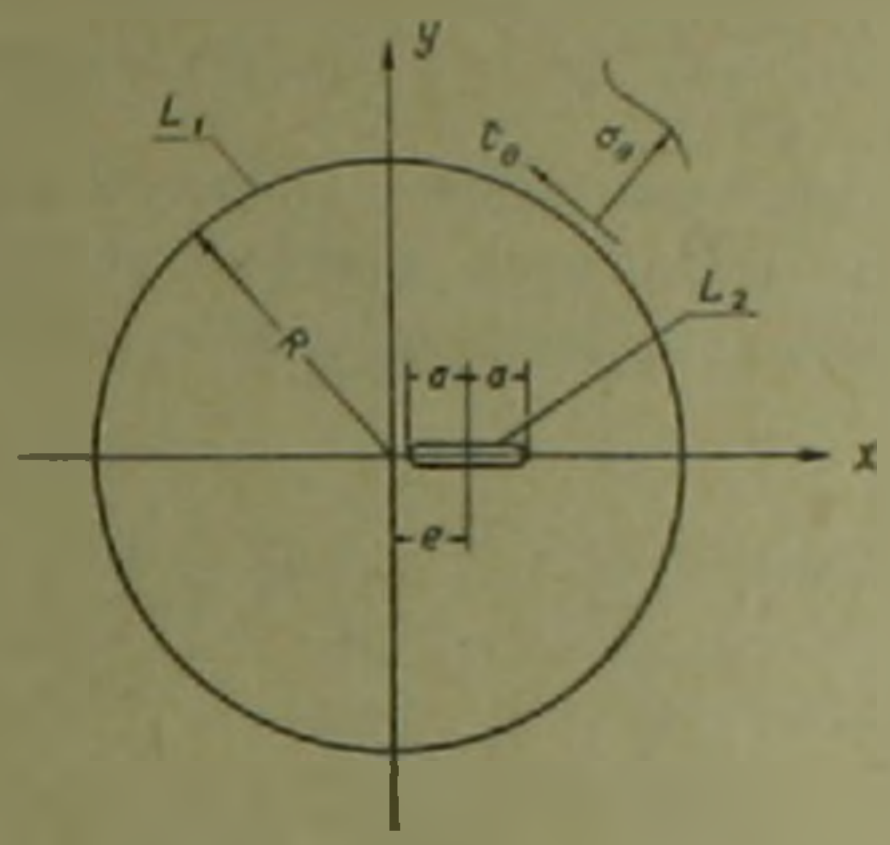


Рис. 1

Из (1.6) и (1.7), с учетом (1.8), имеем:

$$\varphi_1(z) = \varphi(z) + a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \left(\frac{z}{R}\right)^k + \frac{a_1^* z}{2R} + \sum_{k=2}^{\infty} a_k^* \left(\frac{z}{R}\right)^k + \frac{C}{2} \qquad (1.9)$$

$$\psi_1(z) = \psi(z) - \overline{a_0} - \sum_{k=1}^{\infty} \overline{b_k} \left(\frac{z}{R}\right)^k - \sum_{k=2}^{\infty} k a_k \left(\frac{z}{R}\right)^{k-2} +$$

$$+ \frac{\overline{C}}{2} - \sum_{k=2}^{\infty} k a_k^* \left(\frac{z}{R}\right)^{k-2} + \sum_{k=1}^{\infty} \overline{b_k^*} \left(\frac{z}{R}\right)^k, \qquad (1.10)$$

Примем коэффициент $a_0 = 0$, так как он не влияет на граничные условия (1.1) и (1.2). Подставляя значения функций $\varphi_1(z)$ и $\psi_1(z)$ из (1.9) и (1.10) в граничное условие (1.2), получаем:

$$\varphi(t) + \overline{t\varphi'(t)} + \overline{\varphi(t)} = -C - \sum_{k=1}^{\infty} (a_k^* + a_k) \left(\frac{t}{R}\right)^k +$$

$$+ \sum_{k=1}^{\infty} (b_k - b_k^*) \left(\frac{\overline{t}}{R}\right)^k - t \sum_{k=2}^{\infty} k(\overline{a}_k + \overline{a_k^*}) \frac{\overline{t}^{k-1}}{R^k} - \frac{\overline{a}_1 t}{R} +$$

$$+ \sum_{k=2}^{\infty} a(\overline{a}_k + \overline{a_k^*}) \left(\frac{\overline{t}}{R}\right)^{k-2}. \qquad (1.11)$$

Таким образом определение функций $\varphi(z)$ и $\psi(z)$ сводится к граничной задаче для односвязной области, представляющей внешность контура L_3. Для решения этой вспомогательной задачи будем рассматривать разрез как предельный случай эллипса. Отобразим внешность эллипса на внешность единичной окружности посредством известной функции

$$z = A\left(\zeta + \frac{m}{\zeta}\right) + e, \tag{1.12}$$

где $A = \frac{a+b}{2}$, $m = \frac{a-b}{a+b}$ (a и b полуоси эллипса) при $m = 1$ эллипс обращается в радиальный разрез. Пользуясь методом Н. И. Мусхелишвили, получаем выражения для функций $\varphi(\zeta)$, $\psi(\zeta)$ и постоянной C. Можно доказать, что эти выражения справедливы при $m = 1$ и равны

$$\varphi(\zeta) = \sum_{\nu=1}^{\infty} (A_\nu + B_\nu)\left(\frac{1}{\zeta}\right)^\nu; \tag{1.13}$$

$$\psi(\zeta) = -\frac{A\left(\zeta + \frac{1}{\zeta}\right) + e}{A\left(1 - \frac{1}{\zeta^2}\right)}\varphi'(\zeta) + \overline{\varphi}(\zeta), \tag{1.14}$$

где

$$A_\nu = \sum_{k=\nu}^{\infty} b_k \alpha^1_{\nu,k} + \sum_{k=\nu}^{\infty} a_k \alpha^2_{\nu,k} + \sum_{k=\nu+2}^{\infty} \overline{a}_k \alpha^3_{\nu,k} +$$

$$+ \sum_{k=\nu+1}^{\infty} \overline{a}_k \alpha^4_{\nu,k} + \sum_{k=\nu}^{\infty} \overline{a}_k \alpha^5_{\nu,k} + \sum_{k=\nu+2}^{\infty} \overline{a}_k \alpha^6_{\nu,k} \tag{1.15}$$

$$B_\nu = -\sum_{k=\nu}^{\infty} b^*_k \alpha^1_{\nu,k} + \sum_{k=\nu}^{\infty} a^*_k \alpha^2_{\nu,k} - \sum_{k=\nu+2}^{\infty} \overline{a}^*_k \alpha^3_{\nu,k} +$$

$$+ \sum_{k=\nu+1}^{\infty} \overline{a}^*_k \alpha^4_{\nu,k} + \sum_{k=\nu+1}^{\infty} a^*_k \alpha^7_{\nu,k} + \sum_{k=\nu+2}^{\infty} \overline{a}^*_k \alpha^6_{\nu,k}; \tag{1.16}$$

$$\alpha^1_{\nu,k} = \left(\frac{A}{e}\right)^\nu \frac{e^k\, k!}{R^k} \sum_{i=0}^{\frac{k-\nu}{2}-\frac{1}{2}} \frac{\left(\frac{A^2}{e^2}\right)^i}{(k-2i-\nu)!\, i!\, (i+\nu)!}; \tag{1.17}$$

$$\alpha^2_{\nu,k} = -\left(\frac{A}{e}\right)^\nu \frac{e^k\, k!}{R^k} \sum_{i=0}^{\frac{k-\nu}{2}-\frac{1}{2}} \frac{\left(\frac{A^2}{e^2}\right)^i}{(k-2i-\nu)!\, i!\, (i+\nu)!}; \tag{1.18}$$

$$\alpha^3_{\nu,k}=\left(\frac{A}{e}\right)^{\nu}\frac{k!}{k-1}\left(\frac{e}{R}\right)^{k-2}\sum_{i=0}^{\frac{k-\nu-2}{2}-\frac{1}{2}}\frac{\left(\frac{A^2}{e^2}\right)^i}{(k-2-2i-\nu)!\,i!\,(i+\nu)!}; \quad (1.19)$$

$$\alpha^4_{\nu,k}=-\left(\frac{A}{e}\right)^{\nu}\frac{k!\,e^k}{R^k}\sum_{i=0}^{\frac{k-\nu-1}{2}-\frac{1}{2}}\frac{\left(\frac{A^2}{e^2}\right)^i}{(k-1-2i-\nu)!\,i!\,(i+\nu)!}; \quad (1.20)$$

$$\alpha^5_{\nu,k}=-\left(\frac{A}{e}\right)^{\nu}\frac{k!e^k}{R^k}\sum_{i=0}^{\frac{k-\nu}{2}-\frac{1}{2}}\frac{\left(\frac{A^2}{e^2}\right)^i}{(k-2i-\nu)!\,i!\,(i+\nu-1)!}; \quad (1.21)$$

$$\alpha^6_{\nu,k}=-A\left(\frac{A}{e}\right)^{\nu+1}\frac{k!\,e^{k-1}}{R^k}\sum_{i=0}^{\frac{k-\nu-2}{2}-\frac{1}{2}}\frac{\left(\frac{A^2}{e^2}\right)^i}{(k-2i-\nu-2)!\,i!\,(i+\nu+1)!}; \quad (1.22)$$

$$\alpha^7_{\nu,k}=-\left(\frac{A}{e}\right)^{\nu}\frac{k!\,e^k}{R^k}\sum_{i=0}^{\frac{k-\nu}{2}-\frac{1}{2}}\frac{\left(\frac{A^2}{e^2}\right)^i}{(k-2i-\nu)!\,i!\,(i+\nu-1)!}. \quad (1.23)$$

В значениях верхних пределов сумм (1.17), (1.18), (1.19), (1.21), (1.22) и (1.23) при k и ν одинаковой четности $\frac{1}{2}$ не учитываются.

2. Для определения неизвестных коэффициентов a_k и b_k обратимся к выражениям (1.4), (1.5), (1.9), (1.10), из которых, с учетом (1.8), получаем следующие соотношения на контуре:

$$\varphi(t)=\sum_{k=1}^{\infty}b_k\left(\frac{R}{t}\right)^k; \quad (2.1)$$

$$\varphi(t)=-\sum_{k=1}^{\infty}\bar{a}_k\left(\frac{R}{t}\right)^k-\frac{a_1R}{t}+\sum_{k=1}^{\infty}kb_k\left(\frac{R}{t}\right)^{k+2}. \quad (2.2)$$

В выражении (1.14) заменим ζ на z с учетом равенства

$$\varphi'(z)=\frac{\varphi'(\zeta)}{A\left(1-\frac{1}{\zeta^2}\right)}$$

получим

$$\psi(z)=\bar{\varphi}(z)-z\varphi'(z). \quad (2.3)$$

Заменяя в (1.13) ζ на z, согласно (1.12), по формуле

$$\zeta = \frac{z-e}{2A} + \sqrt{\left(\frac{z-e}{2A}\right)^2 - 1}$$

получаем

$$\varphi(z) = \sum_{k=1}^{\infty}\left(\frac{R}{z}\right)^k \sum_{\nu=1}^{k}(A_\nu + B_\nu)\, a^k_{\nu,k}, \tag{2.4}$$

для $|z| > e + a$

где

$$a^k_{\nu,k} = \left(\frac{a}{R}\right)^\nu \sum_{m=0} K^m_\nu \frac{e^{k-\nu-2m}\, a^{2m}}{R^{k-\nu}} C^{\nu+2m-1}_{k-1}; \tag{2.5}$$

$$K^m_\nu = \frac{1}{(\nu+m)!\, 2^{m+\nu}} \sum_{n=1}^{\nu}{}^{*} (-1)^{\frac{n-1}{2}} C^n_\nu\, n!! \left|\left(\nu + m - \frac{n+1}{2}\right)2 - 1\right|!!. \tag{2.6}$$

В значении верхнего предела суммы (2.5) при k и ν одинаковой четности $\frac{1}{2}$ не учитывается. Звездочка у символа суммы (2.6) указывает, что индекс n при переходе к смежному значению увеличивается на 2.

Приравнивая правые части (2.2) и (2.3), с учетом (2.1), на контуре L_1 получаем функциональное уравнение, из которого получаем:

$$\begin{aligned} &\bar{a} + a_1 = -\bar{b}_1 - b_1; \\ &a_2 = -\bar{b}_2 - 2b_2; \\ &\bar{a}_k = (k-2)\, b_{k-2} - kb_k - \bar{b}_k, \qquad \text{при } k > 3 \end{aligned} \tag{2.7}$$

Приравнивая правые части (2.1) и (2.4) на контуре L_1, получаем бесконечную систему линейных алгебраических уравнений

$$b_k = \sum_{\nu=1}^{k}(A_\nu + B_\nu)\, a^k_{\nu,k} \quad k = 1, 2, \cdots \tag{2.8}$$

Подставляя (2.7) в (1.15), с учетом (1.17—1.22), получаем

$$A_\nu = \sum_{k=\nu}^{\infty}(b_k C^1_{k,\nu} + \bar{b}_k C^2_{k,\nu}). \tag{2.9}$$

Можно доказать, что

$$\sum_{k=\nu}^{\infty}(|C^1_{k,\nu}| + |C^2_{k,\nu}|) < \left(\frac{a}{R-e}\right)^\nu D^\nu, \tag{2.10}$$

где $C^1_{k,\nu}$ и $C^2_{k,\nu}$ представляют линейные комбинации от $a^{(l)}_{k,\nu}(l = 1, 2, \cdots 6)$,

а величина D^* ограничена сверху при $\frac{a}{R-e}<1$. Из неравенства (2.10) следует, что ее правая часть стремится к нулю при возрастании k.

Принимая параметр $\varepsilon > \frac{a}{R}$ и $\varepsilon > \frac{e}{R}$, из (2.8), с учетом (2.5) и (2.6), после некоторых преобразований получаем

$$\sum_{\nu=1}^{k} |a^{s}_{\nu,k}| < \varepsilon^k \frac{(k+2)!}{\left(\frac{k-1}{2}\right)!\left(\frac{k+1}{2}\right)!} d^*, \qquad \text{при } k \text{ нечетных}$$

$$\sum_{\nu=1}^{k} |a^{s}_{\nu,k}| < \varepsilon^k \frac{(k+2)!}{\frac{k}{2}!\frac{k}{2}!} d^*, \qquad \text{при } k \text{ четных} \tag{2.11}$$

При $\varepsilon < \frac{1}{2}$ правая часть (2.11) стремится к нулю при возрастании k. Аналогично можно оценить свободный член системы (2.8). Из вышеизложенного следует, что системы (2.8) и (2.9) квази-вполне регулярны при $\frac{a}{R} < \frac{1}{2}$, $\frac{e}{R} < \frac{1}{2}$.

3. Напряжения σ_x, σ_y и τ_{xy} в окрестности концов разреза в зависимости от величины $s = |x-(e \pm a)|$ (s—расстояние рассматриваемой точки до концов разреза по оси x) могут быть представлены так:

$$\sigma_x = \frac{N}{\sqrt{s}} + G_1(0); \quad \sigma_y = \frac{N}{\sqrt{s}} + G_2(0); \quad \tau_{xy} = \frac{N_1}{\sqrt{s}} + G_3(0).$$

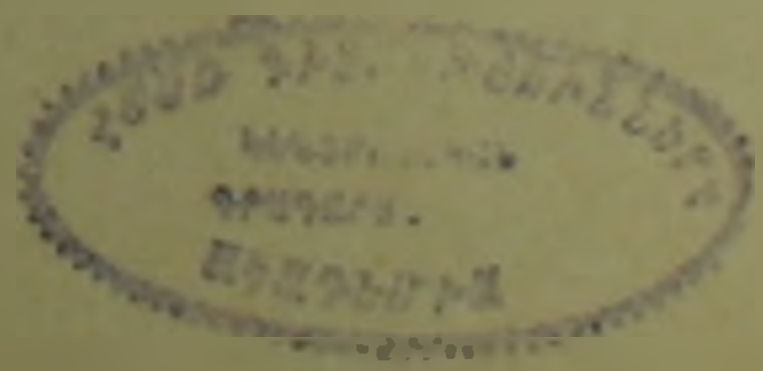
Выражение коэффициентов концентраций напряжений N и N_1 имеют вид:

$$N = \begin{cases} -\frac{1}{\sqrt{A}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \nu \, Re\,(A_\nu + B_\nu) & \text{при } x = e+a \\ -\frac{1}{\sqrt{A}} \sum_{\nu=1}^{\infty} (-1)^\nu \nu \, Re\,(A_\nu + B_\nu) & \text{при } x = e-a \end{cases}$$

$$N_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{A}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \nu \, \mathrm{Im}\,(A_\nu + B_\nu) & \text{при } x = e+a \\ \frac{1}{\sqrt{A}} \sum_{\nu=1}^{\infty} (-1)^\nu \nu \, \mathrm{Im}\,(A_\nu + B_\nu) & \text{при } x = e-a \end{cases}$$

$G_1(0)$, $G_2(0)$ и $G_3(0)$—ограниченные величины в окрестности концов разреза.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса



Ս. Ս. ՋԱՐԳԱՐՅԱՆ, Ռ. Լ. ԷՆՖԻԱՋՅԱՆ

Շատավոդային ճամով կլոր սալի ճարք խնդիրը

Դիտարկվում է առանձգականության տեսության հարթ խնդիր շատավոդային ճաքով կլոր սալի համար։
Ենթադրվում է, որ արտաքին եզրով ազդում է կամայական անընդհատ բեռ, իսկ ճաքի եզրերն ազատ են արտաքին լարումներից։ Խնդրի լուծումը բերվում է հանրահաշվական գծային հավասարումների անվերջ սիստեմներին։
Ապացուցվում է այդ անվերջ սիստեմների կվազի լիովին ռեգուլյարություն։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Г. И. Баренблат*, «Прикладная математика и механика», т. XXIII, № 4 (1959) [2] G. *R. Irwin*, J. Appl. Mech., v. 24 (1957) [3] *Г. И. Баренблат, Г. П. Черепанов*, «Известия АН СССР», ОТН Механика и машиностроение, № 3, 1960 [4] *В. В. Панасюк*, Предельное равновесие хрупких тел с трещинами, «Наукова думка», Киев, 1968 [5] *А. А. Баблоян, Н. О. Гулканян*, «Известия АН Арм. ССР», Механика, т. XXII, № 3 (1969) [6] *Р. В. Гольдштейн, И. Н. Рысков, Р. Л. Салганик*, «Механика твердого тела», № 4, 1969. [7] *Н. И. Мусхелишвили*, Некоторые основные задачи математической теории упругости, М., 1966. [8] *Д. И. Шерман*, «Прикладная математика и механика», т. XV, вып. 3, стр. 297—316 (1951)

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
LIV 1972 3

УДК 621.382.2

Член-корреспондент АН Армянской ССР Г. М. Авакьянц

О полупроводниковых приборах с переключающими свойствами

(Представлено 20/VIII 1971)

В настоящей заметке предлагается новый принцип создания полупроводниковых переключающих приборов, позволяющий преодолеть некоторые недостатки известных приборов этого класса.

Основная цель состоит в том, чтобы получить прибор, способный переходить из состояния с высоким напряжением и малым током в состояние с малым напряжением и большим током и управляемый последним, на основе N-образной характеристики одного из элементов этого прибора.

Эту идею рассмотрим на примере трехслойной транзисторной структуры типа $p-n-p$, эмиттерный переход которой имеет туннельную утечку.

Мы можем написать следующую систему уравнений:

$$j = C(A - V_1)\,V_1 + A_1 e^{\alpha V_1} + Be^{\frac{V_1}{T}}, \tag{1}$$

$$J = \alpha Be^{\frac{V_1}{T}} + D_n V_2^2. \tag{2}$$

(T здесь отличается от температуры на множитель $\frac{k}{e}$)

Выписанная система уравнений получена на основе баланса токов, проходящих через эмиттерный переход (уравнение (1)) и через коллекторный переход (уравнение (2)). Первый член справа в (1) является апроксимативной записью туннельной части тока через эмиттерный переход. Точная запись этой части тока от приложенного к эмиттеру напряжения очень сложна (1) и для иллюстрации идеи не требуется.

Выбранная форма этого члена передает все качественные особенности туннельного тока и при соответствующем подборе параметров C и A может по порядку величины отразить ход зависимости j от V_1 на участке от максимального тока до минимального.

Второй член в (1) описывает избыточный ток.

Согласно опытным данным ([1]) избыточный ток часто имеет экспоненциальную зависимость от напряжения V_1, что и отражено в записи этого члена.

Наконец, третий член, есть надбарьерный или, как говорят еще диффузионный ток носителей, электронов и дырок, через первый переход.

Во втором уравнении первый член справа описывает долю дырочного тока дошедшего до коллекторного перехода. $\alpha = \beta\gamma$ — коэффициент увеличения по току нашего транзистора в отсутствии туннельного и избыточного токов.

Второй член описывает генерационный ток коллекторного перехода.

При малых напряжениях ($V_1 < A$) на структуре надбарьерным током через первый переход можно пренебречь.

Уравнение (1) принимает тогда вид:

$$j = C(A - V_1)V_1 + A_1 e^{xV_1}. \tag{3}$$

Для того, чтобы не писать громоздких формул мы до точки $j = I_{max}$ — максимальный ток туннельного диода, можем отбросить избыточный ток. Тогда максимальный ток будет иметь место при напряжении:

$$V_1 = \frac{A}{2}. \tag{4}$$

Вблизи минимума тока туннельного диода (I_{min}) необходимо, однако, учесть и избыточный ток. Тогда напряжение V_1, соответствующее этому току должно быть найдено из трансцендентного уравнения:

$$V_{1\,min} = \frac{1}{x} \ln \frac{(2V_{1\,min} - A)C}{A_1 x}. \tag{5}$$

Причем, это напряжение должно быть больше $\frac{A}{2}$ и меньше A, иначе потеряет физический смысл первый член уравнения (2):

При напряжении, определяемом уравнением (5) соответствующий ток будет:

$$I_{min} = C(A - V_{1\,min})V_{1\,min} + (2V_{1\,min} - A)\frac{C}{x}.$$

Тогда, как, согласно (4):

$$I_{max} = \frac{A^2 C}{4}. \tag{4'}$$

Максимальное напряжение на всей структуре (до пробоя) достигается как раз при токе равном I_{max}.

Мы уже приняли, что в этом случае мал через первый переход не только избыточный ток, но и надбарьерный. Пренебрегая послед-

ним и в уравнении (2), мы находим напряжение при пробое на втором переходе:

$$V_{2max} = \left(\frac{I_{max}}{D_n}\right)^{\frac{1}{n}}. \tag{6}$$

Недопустимо, для реализации нашей идеи, однако пренебрегать надбарьерным током в уравнении (2) в случае минимального значения тока. И это связано с тем, что необходимо избежать самопересечения ВАХ так, как это показано на рис. 1. ВАХ с самопересечением на рис. 1 на самом деле выраждается в ВАХ только с положительным дифференциальным сопротивлением так, что всюду $\frac{dV}{dj} > 0$ и она не может быть использована для переключений. ВАХ на рис. 1 не будет иметь место лишь при величине надбарьерного тока, превышающего определенное значение, которое мы сейчас найдем.

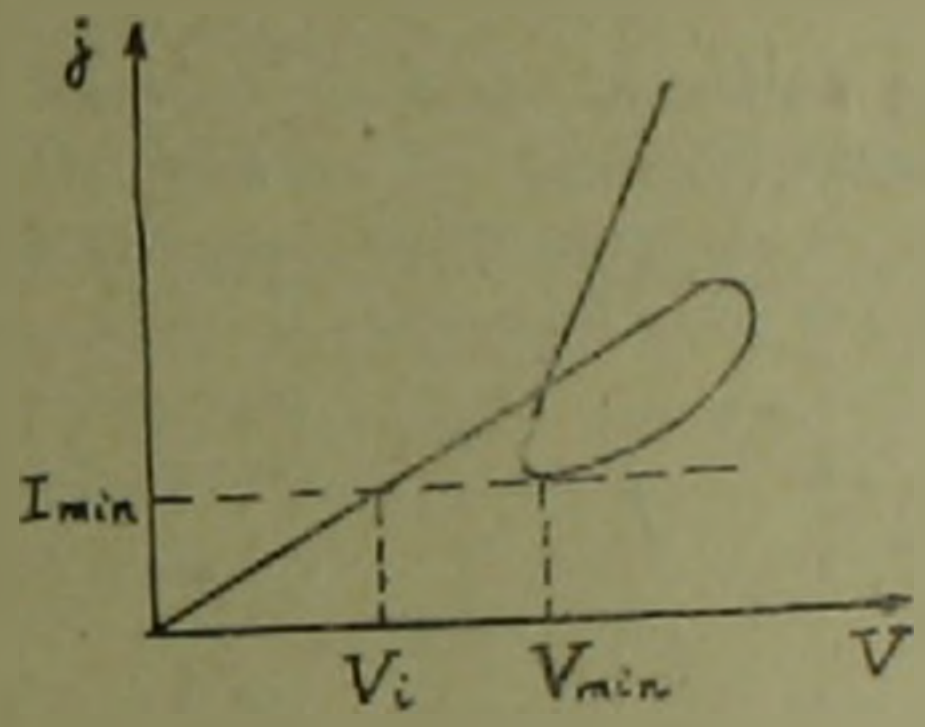


Рис. 1

Мы примем следующие условия, практически часто реализующиеся. При токе $j = I_{min}$ будем считать избыточный ток больше надбарьерного, тогда как уже при напряжениях на первом переходе превосходящем $\frac{A}{2}$ и токе $j = I_{max}$, напротив, надбарьерный ток мы примем больше избыточного. Если через γ обозначить отношение дырочного надбарьерного тока на втором переходе $\alpha B e^{\frac{V_{1\,min}}{T}}$ к избыточному $A_1 e^{\alpha V_{1\,min}}$, то полное напряжение на структуре при $j = I_{min}$ будет:

$$V_{min} = V_{1\,min} + \left(\frac{I_{min}(1-\gamma)}{D_n}\right)^{\frac{1}{n}}. \tag{7}$$

Это напряжение следует сравнить с тем, при котором тот же ток имеет место, пока еще напряжение на первом переходе $V_1 < \frac{A}{2}$:

$$V_i = \left(\frac{I_{min}}{D_n}\right)^{\frac{1}{n}}. \tag{8}$$

Самопересечения типа на рис. 1 не будет, если V_i будет больше V_{min} (рис. 2). При выводе (7) мы предположили, что $V_{1\,min}$ близко к A т. е., что чисто туннельный ток намного меньше избыточного при $j = I_{min}$ ($V_{1\,min} \sim A$). Обобщение на более сложную ситуацию не представляет трудностей.

Считая, что $\gamma \ll 1$, мы можем (7) приближенно переписать так:

$$V_{min} \simeq V_{1\,min} + \left(\frac{I_{min}}{D_n}\right)^{\frac{1}{n}} \left(1 - \frac{\gamma}{n}\right). \tag{9}$$

Таким образом, требование $V_i > V_{min}$ сводится к условию:

$$\frac{\gamma}{n} V_i > V_{1\,min}. \tag{10}$$

Так как $\frac{\gamma}{n} < 1$, то стало быть возникает неравенство:

$$V_i > V_{1\,min}$$

значение $V_{1\,min}$ может составить согласно опытным данным от десятков до сотен милливольт. Так как V_i должно быть в несколько раз больше $V_{1\,min}$, то это неравенство будет выполняться уже при V_i порядка одного вольта или чуть больше.

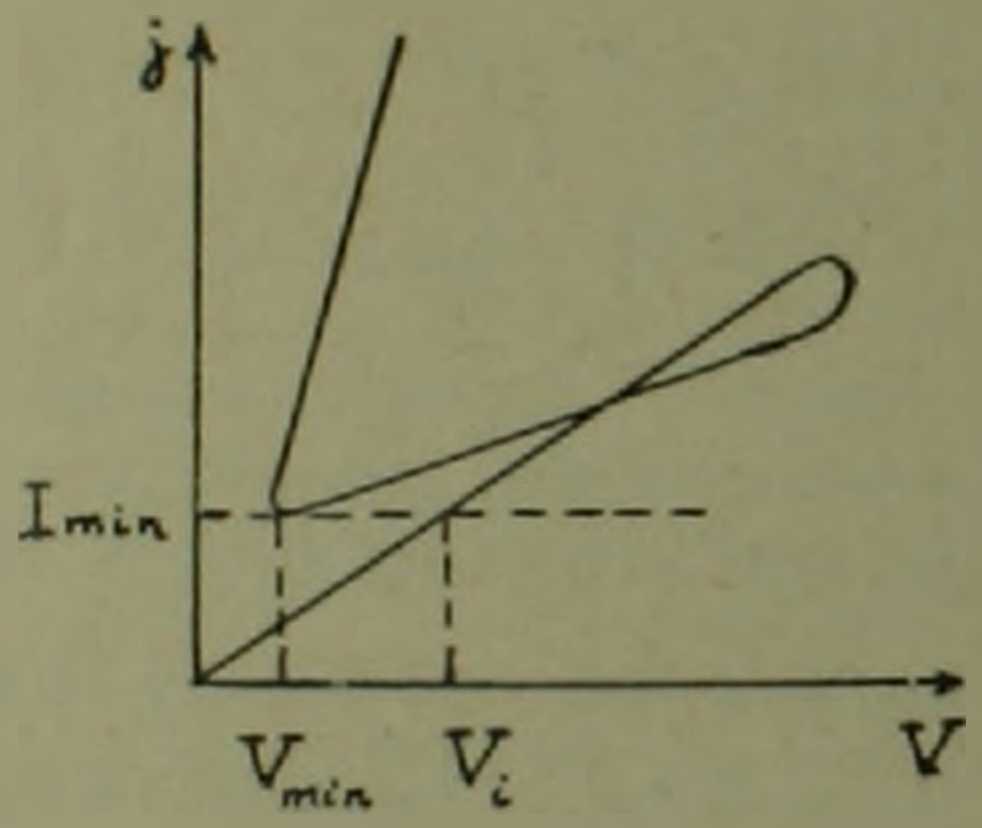


Рис. 2

В силу быстрого роста с V_1 надбарьерного тока при токе $j = I_{max}$ $\left(\text{но } V_1 > \frac{A}{2}\right)$, напряжение на втором переходе V_{2r} будет очень мало, ибо основная часть тока при этом будет иметь надбарьерную (диффузионную) природу, а именно:

$$V_{2r} = \frac{\left[I_{max}(1-\alpha) + \alpha A_1 \left(\frac{I_{max}}{B}\right)^{\gamma}\right]^{\frac{1}{n}}}{D_n^{\frac{1}{n}}}. \tag{11}$$

Так как, при пробое напряжение на коллекторном переходе практически равно полному напряжению на структуре, то отношение напряжения срыва, V_{max}, к остаточному, $V_{ост}$, будет:

$$\frac{V_{max}}{V_{ост}} = \left| 1 - \alpha + \frac{\alpha A_1}{I_{max}} \left(\frac{I_{max}}{B} \right)^{\varkappa T} \right|^{-\frac{1}{n}}, \qquad (12)$$

если $V_{2x} < sV_{1\,min}$ и:

$$\frac{V_{max}}{V_{ост}} = \left(\frac{I_{max}}{D_n} \right)^{\frac{1}{n}} / sV_{1\,min}, \qquad (13)$$

если $V_{2x} < sV_{1\,min}$. Причем, $sV_{1\,min}$ есть напряжение на эмиттере, когда ток достигает величины I_{max}; в этом случае он имеет уже чисто диффузионную природу. Таким образом:

$$sV_{1\,min} = T \ln \frac{I_{max}}{B}. \qquad (14)$$

Как видно из (12) и (13) отношения напряжения пробоя к остаточному могут достигнуть значительных величин ($(1-\alpha) \ll 1$), причем остаточные напряжения невелики.

Величина γ, при которой выполняется неравенство $\frac{1}{n} V_1 > V_{min}$, определяет наименьшее значение надбарьерного тока, ведущее к отсутствию самопересечения ВАХ на рис. 1.

Мы показали, что несмотря на наличие избыточного тока, растущего с напряжением и превосходящего при $j = I_{min}$ надбарьерный ток, все же возможно получение переключающего свойства у рассмотренной структуры. Причем, отношение $V_{max}/V_{ост}$ как было сказано, может достичь очень больших значений. Действительно, пренебрегая в (12) членом с $(1-\alpha)$, мы находим:

$$\frac{V_{max}}{V_{2x}} = \left(\frac{I_{max}}{\alpha A_1} \right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{B}{I_{max}} \right)^{\frac{\varkappa T}{n}} \qquad (15)$$

($\varkappa T \ll 1$ — согласно опытным данным [1, 2]); далее из (3) и (11) в том же приближении:

$$\frac{V_{21}}{V_1} = \left(\frac{\alpha A_1}{I_{min}} \right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{I_{max}}{B} \right)^{\frac{\varkappa T}{n}}. \qquad (16)$$

Таким образом:

$$\frac{V_{max}}{V_1} = \left(\frac{I_{max}}{I_{min}} \right)^{\frac{1}{n}}. \qquad (17)$$

Следовательно, если $V_{2x} > sV_{1\,min}$, но меньше V_1, то $V_{max}/V_{ост}$ не меньше, чем правая часть (17). Так, при $\frac{I_{max}}{I_{min}} \sim 10$ и $n \sim \frac{1}{3}$ получается, что $\frac{V_{max}}{V_{2x}} \gtrsim 10^3$.

Так же можно получить большие отношения $V_{max}/V_{ост}$ при $V_{2x} < sV_{1\,min}$. Нельзя считать исключенным, что, например, при высоких температурах избыточный ток станет меньше надбарьерного при

$j = I_{min}$, а также при еще больших напряжениях V_1. Тогда в (1) второй член можно опустить. В этом случае $j = I_{min}$ точно при $V_1 = \frac{A}{2}$, а на втором переходе напряжение станет равным:

$$V_2 = \left[\frac{1 - \alpha + \frac{\alpha^2}{\gamma}}{D_n} I_{min} \right]^{\frac{1}{n}}.$$

Поскольку $(1-\alpha) \ll 1$ и теперь $\gamma \gg 1$, то V_2 очень мало и $V_{min} \sim A$. Самопересечения на рис. 1 не будет, если:

$$V_1 = (I_{min}/D_n)^{1/n} > V_{min} \sim A.$$

Так как сопротивление коллектора предполагается значительно больше сопротивления эмиттера, то это неравенство всегда будет выполнено.

Когда $V_1 > \frac{A}{2}$ и ток достигает значения I_{max}, для $V_2 \simeq V_{max}$ имеем вновь соотношение (6). V_{2x} при этом равно:

$$V_{2x} = \left[\frac{1 - \alpha + \frac{\alpha^2}{\gamma_1}}{D_n} I_{max} \right]^{\frac{1}{n}}$$

(где γ_1 есть значение γ при напряжении $sV_{1\,min}/\gamma_1 \gg 1$). Эта величина легко может оказаться меньше:

$$sV_{1\,min} = T \ln \left(\frac{I_{max}}{B} \right)$$

и тогда:

$$\frac{V_{max}}{V_{ост}} \simeq \left(\frac{I_{max}}{D_n} \right)^{\frac{1}{n}} \Big/ T \ln \left(\frac{I_{max}}{B} \right). \qquad (18)$$

Причем $sV_{1\,min}$, как следует из опыта не больше или порядка одного вольта.

Если говорить о реализации предлагаемого принципа создания прибора с переключающими свойствами другими средствами, а не с помощью указанной структуры, то нажно, чтобы такой прибор имел по крайней мере два элемента, причем во втором из них ток управлялся бы напряжением на первом элементе, так, что при достаточно больших значениях этого напряжения ток через второй элемент определялся бы полностью именно им и соответствующая часть тока на втором элементе являлась бы в этом случае преобладающей. При этом необходимо, кроме того чтобы ВАХ первого элемента была N-образной.

Что касается указанной структуры, то ее можно модифицировать самым различным образом, сохраняя при этом основные свойства.

Например, можно коллекторный переход закоротить омическим сопротивлением (но так, чтобы переключающие свойства сохранились).

Поскольку омическое сопротивление практически безынерционно, то при достаточно узкой базе транзистора (этого как раз можно достигнуть, так как база должна быть достаточно высоко легирована) можно получить переключатель, обладающий высоким быстродействием, слабой зависимостью напряжения срыва от температуры, при значительном отношении $V_{max}/V_{ост}$. Так, при толщине базы ~ 1 *мк* и коэффициенте диффузии дырок $D \sim 10$, предельная частота работы переключателя должна быть порядка 1000 *мгц*.

С целью получения большой величины $V_{max}/V_{ост}$ можно закоратить коллектор МОП или МДП—транзистором, диодом Ганна, полупроводником с горячими носителями или любым другим элементом, имеющим характеристику с насыщением тока в зависимости от приложенного напряжения. Та же цель достигается путем использования коллекторного перехода с относительно плавным распределением примесей.

Вместо туннельной утечки в эмиттерном переходе можно использовать различные элементы с N-образной ВАХ, параллельно подключаемые к эмиттеру.

Рассмотренная нами структура не имеет по существу S-образной ВАХ, скорее вид ВАХ похож на греческую букву ζ и можно было бы такой прибор назвать, по аналогии с S-прибором, ζ-прибором.

По существу ζ-прибор есть переключатель, который позволяет получать переключение, не прибегая к лавинному умножению и в котором, в связи с этим, достигаются малые остаточные напряжения и большие отношения $V_{max}/V_{ост}$.

Поскольку структура ζ-прибора трехслойная, она оказывается проще четырехслойной структуры современных динисторов и тиристоров.

Наличие третьего электрода позволит управлять ζ-прибором точно также, как это имеет место в тиристоре.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Գ. Մ. ԱՎԱԳՅԱՆՑ

Փոխանջատիչ ճատկություններ ունեցող կիսահաղորդչային սարքերի մասին

Առաջարկվում է կիսահաղորդչային փոխանջատող սարքերի ստեղծման նոր սկզբունք, որը հնարավորություն է ընձեռնում հաղթահարելու այդ տիպի սարքերի որոշ թերությունները։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Г. Е. Пикус*, Основы теории полупроводниковых приборов. Изд. «Наука», М., 1965.
[2] *С. Н. Иванов, Н. А. Пекин, Н. Е. Скворцова, Ю. Ф. Соколов*. Физические основы работы полупроводниковых СВЧ-диодов. Изд. «Сов. радио», М., 1965.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LIV 1972 3

УДК 537.311.33+538.222

ФИЗИКА

Э. Г. Шароян, А. А. Самуелян

Магнитные возбуждения в системе фталоцианин цинка—иод

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 20/IX 1971)

Донорно-акцепторные соединения органических полупроводников, содержащие линейные цепи чередующихся молекул донора D и акцептора A, могут образовывать кристаллы, основное состояние которых при низких температурах либо полностью ионное, либо полностью нейтральное. В случае сильных доноров и акцепторов, а также соответствующих стерических факторов, образуются ионные кристаллы, проявляющие ряд характерных свойств: инфракрасные и оптические спектры являются суммой спектров от ионов D^+ и A^- ([1-3]), электропроводность этих комплексов может быть на несколько порядков больше электропроводности исходных компонент ([4]); наконец, они могут проявлять сильный парамагнетизм при комнатных температурах, обусловленный термическим возбуждением вещества.

Термовозбужденный парамагнетизм органических донорно-акцепторных соединений исследовался в ряде работ (библиография в ([5,6])). В нескольких свободнорадикальных солях на основе сильного акцептора тетрацианхиноидиметана (TCNQ) и в перхлорате вюрстеровского голубого была наблюдена тонкая структура в спектрах ЭПР при низких температурах и было показано, что резонансное поглощение обусловлено триплетными магнитными возбуждениями—экситонами типа Френкеля. Теория триплетных экситонов, объясняющая форму спектров ЭПР и отсутствие сверхтонкой структуры, дана в ([7]).

Термовозбужденный парамагнетизм, обнаруженный в монокристаллах *p*-хлоранила с *n*-фенилендиамином ([8,9]) и с диаминдуреном ([10]), иода с пиреном и периленом ([11]), а также в ряде солей на основе TCNQ ([5,6]), спектры ЭПР которых не дают тонкой структуры при низких температурах, обусловлен спиновыми возбуждениями, отождествляемыми в ([9]) с экситонами типа Ванье.

В настоящей работе методом ЭПР ($\lambda = 3{,}2$ *см*) исследованы характеристики резонансного поглощения донорно-акцепторного соединения фталоцианина цинка с иодом, которое образуется при диффузии моле-

кулярного иода в монокристаллы фталоцианина цинка (PcZn) ([13]). Рассматривается область с соотношением компонент PcZn и J_2 ближним к 1:1 ($1 \lesssim a \lesssim 3$) ([13]).

На рис 1 изображены типичные кривые температурной зависимости интегральной интенсивности сигнала ЭПР в относительных единицах $y = \frac{I_T}{I_{300}}$. Кривая *1* получена для образца, абсолютная интегральная интенсивность которого при $T_{комн} \sim 8 \cdot 10^{18} \frac{спин}{г}$ (образец 1). Экспериментальные точки вокруг кривой *2* измерены для образца с абсолютной интегральной интенсивностью $I_{комн} \sim 5 \cdot 10^{18} \frac{спин}{г}$, полученного откачкой иода при высокой температуре из предыдущего образца (образец 2).

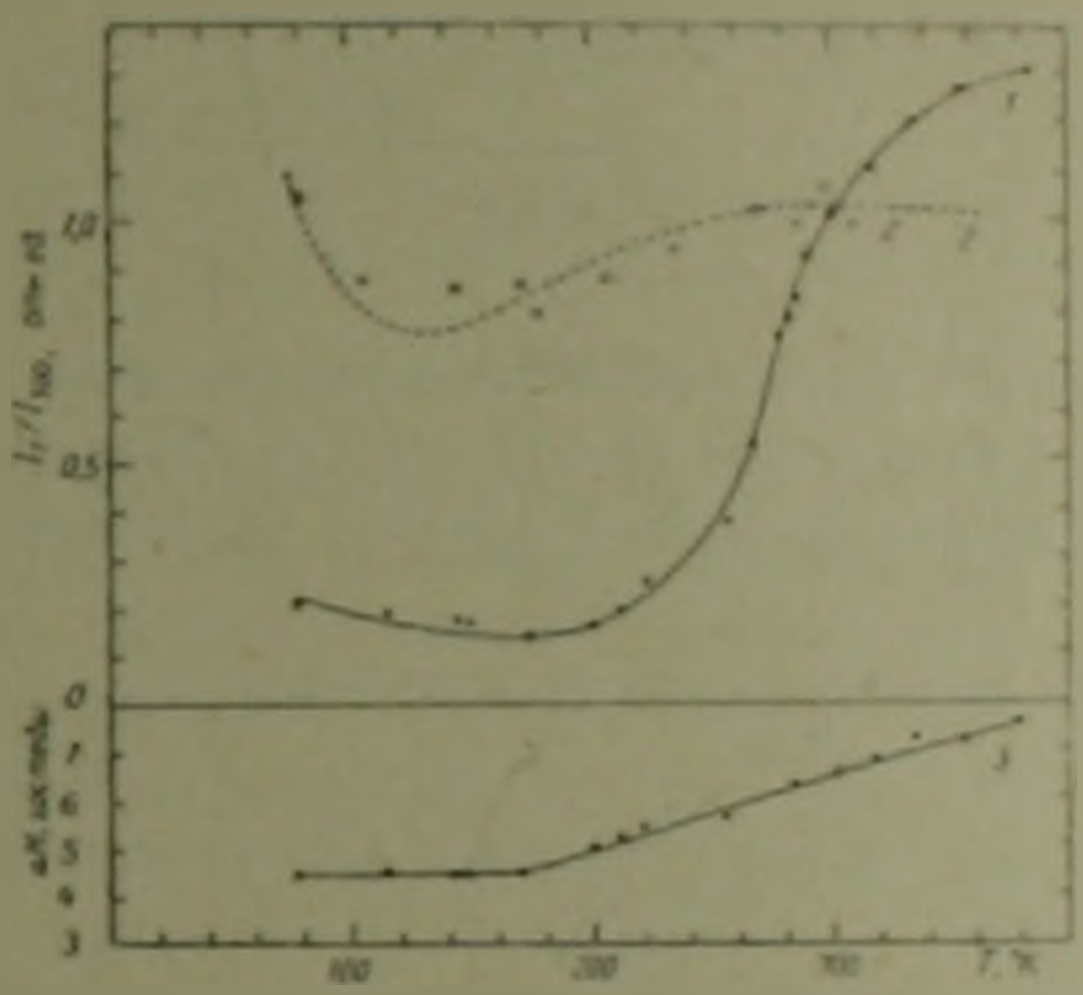


Рис. 1. Зависимость интегральной интенсивности и ширины линии сигналов ЭПР от температуры. *1*—интегральная интенсивность для образца 1, *2*—тоже для образца 2, *3*—ΔH для образца 1

Характер кривых *1* и 2 указывает на то, что при низких температурах интегральная интенсивность сигнала ЭПР следует закону Кюри, а при высоких температурах (>180°K) имеет место термическое возбуждение в парамагнитное состояние. Предварительный анализ кривой *1* показал, что ее можно выразить как

$$y = \frac{18{,}0}{T} + \frac{1{,}58 \cdot 10^3}{T} e^{-\frac{E}{T}} \quad \text{при } T < 300°K \text{ и}$$

$$y = \frac{18{,}0}{T} + \frac{2{,}75 \cdot 10^3}{T} e^{-\frac{E}{T}} \quad \text{при } T > 300°K.$$

Однако, очевидно, что значение E при $T < 300$ K является эффективным, ибо при $E = 1900$ K и при концентрации спинов $8 \cdot 10^{18}$ в

грамме при $T_{комн}$ общее число комплексов должно быть равным $N_0 \sim 8 \cdot 10^{19} \cdot \exp\left(\frac{1900}{300}\right) \approx 5 \cdot 10^{22}$, что примерно в 50 раз больше числа молекул фталоцианина в грамме. Учитывая такое несоответствие с больцмановским распределением, а также большой предэкспонент, следует предположить, что при $T < 300°K$ E зависит от T соотношением типа $E(T) = E_0 - \gamma T$, где $E_0 = 1900°K$ и γ-константа.

Для анализа экспериментальных данных была использована следующая формула для относительной интенсивности:

$$y = \frac{a}{T} + \frac{b}{T}\rho, \qquad (1)$$

где a и b константы, ρ—плотность термовозбужденных парамагнитных состояний:

$$\rho = \frac{m \cdot \exp\left(-\frac{E}{kT}\right)}{1 + m \cdot \exp\left(-\frac{E}{kT}\right)}, \qquad (2)$$

E—энергия активации термовозбуждения; значения m равны 3 для случая возбуждения в триплетное ($S=1$) и 4 для случая возбуждения двух независимых дуплетных состояний ($S={}^1/_2$). Константа a определялась

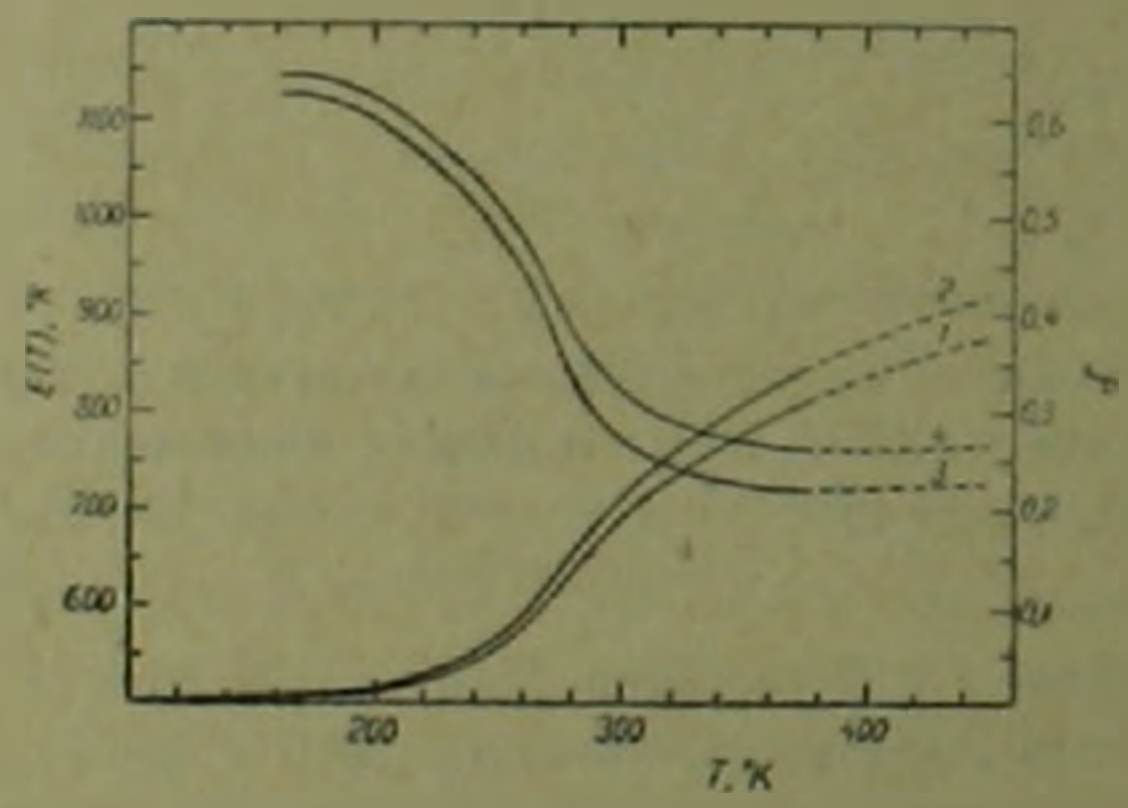


Рис. 2. Зависимость плотности парамагнитных возбуждений (кривые *1* и *2*) и энергии активации термовозбуждения (кривые *3* и *4*) от температуры для образца 1

из низкотемпературных измерений, где можно пренебречь термовозбужденным вкладом: $a = 18$ и 83 для образцов 1 и 2 соответственно. Константа b для образца 1 определялась при экстраполяции кривой *1* к точке перегиба—$T_{пер}$. Если энергия активации термовозбуждения не зависит от температуры, то она связывается с $T_{пер}$ соотношениями $E = 1{,}61\, T_{пер}$ и $E = 1{,}72\, T_{пер}$ для возбуждений в триплетное и дважды дуплетное состояния соответственно. Для образца 1 $T_{пер} \approx 450°K$ и соответствую-

шие значения ρ равны 0,375 и 0,417. Из уравнения (1) определены $b=1540$ и $b=1380$ для двух вышеуказанных случаев. На рис. 2 приведены полученные из уравнения (1) значения ρ как функции от T. Кривая *1* относится к случаю возбуждения в триплетное состояние, а кривая *2*- к возбуждению двух независимых дуплетных состояний. Допуская, что в уравнении (2) в общем случае $E=E(T)$, из полученных кривых $\rho=\rho(T)$ построена зависимость энергии активации термовозбуждения от T- для образца 1 для двух вышеупомянутых случаев (рис. 2, кривые *3* и *4*). Следует отметить, что в области $T_{\text{исп}}$ действительно $\frac{dE}{dT}=0$.

Для образца 2 точка перегиба достигается на эксперименте, а энергия активации не зависит от T во всей области исследованных температур. Пунктирная кривая 2 на рис. 1 рассчитана по уравнению (1) для случая триплетных возбуждений при $a=82$, $b=800$ и $E=600°K$. Совершенно подобная кривая описывает возбуждение двух независимых дуплетов при $a=82$, $b=700$ и $E=640°K$.

Абсолютная концентрация парамагнитных возбуждений для образца 1 определена при $T_{\text{комн}}$ сравнением спектров ЭПР с эталоном ДФПГ. Концентрации получились равными $4{,}5\cdot10^{19}$ и $12\cdot10^{19}\frac{\text{спин}}{г}$ для возбуждения в триплетное и дважды дуплетное состояния соответственно.

На рис. 1 показана также зависимость ширины линии ЭПР между точками максимального наклона ΔH от T для образца 1. Наблюдается прямая пропорциональность ΔH от T в области 180—380°К. Для образца 2 ΔH чуть больше, но в пределах ошибок эксперимента совпадает с кривой *3* рис. 1. Измеренная ширина линии ЭПР в 8 *мм* диапазоне при $T_{\text{комн}}$ равна 11 эрстедам.

В области $T=250$—$400°K$ линия имеет квазилоренцевую форму: точка перехода от лоренцевой к гауссовой форме лежит далеко на крыльях, где интенсивность сигнала мала. При $T_{\text{комн}}$ g-фактор $=2{,}0034\pm\pm0{,}0003$. При $T=77°K$ линия становится слегка асимметричной, а g-фактор центра линии становится равным 2,0028.

Часть сигнала, подчиняющаяся закону Кюри, составляющая 0,4% моля, очевидно, обусловлена «примесными центрами» образованными при переносе заряда от молекул PcZn к молекулам J_2 в местах структурных нарушений. Образование таких «локальных комплексов» с переносом заряда наблюдалось во фталоцианине магния в атмосфере O_2 ([13]). Примерное совпадение g-факторов для обоих этих случаев указывает на то, что сигнал, подчиняющийся закону Кюри, обязан своим происхождением положительным ионам $PcZn^+$ ($S=1/2$). Сигнал от J_2^-, вероятно, очень широк и не регистрируется ([5]). Такие центры наблюдались во всех исследованных сильных комплексах с переносом заряда. Концентрация этих «примесных» центров обратно пропорциональна расщеплению E, не зависит от метода приготовления образцов и является характерным свойством этих систем ([5, 6]).

Основная часть сигнала ЭПР выше 200°К связана с термовозбуждением донорно-акцепторных областей. Учитывая малые энергии активации термовозбуждения (0,09—0,05ev) по сравнению с энергией переноса заряда (~1ev) ([14]), следует предположить, что основное состояние системы PcZn—J_2 ионное и диамагнитное. На основании совокупности всех экспериментальных данных трудно сделать выбор между возбуждениями типа Френкеля и Ванье. Отсутствие тонкой структуры при низких температурах, которая характерна для экситонов типа Френкеля, может быть обусловлено как малой величиной расщепления в нулевом поле, так и аморфностью исследуемого вещества, приводящей к наличию ионных пар неодинаковых размеров.

Концентрации ионных пар, вычисленные из спектров ЭПР $\left(N_{\text{ип}} = \frac{n}{\rho}\right)$, равны $2{,}7 \cdot 10^{20}$ и $6{,}3 \cdot 10^{20}\ г^{-1}$ соответственно для двух вышеуказанных типов возбуждений и находятся в качественном согласии со значением, полученным из измерений плотности флотационным методом ($3{,}9 \cdot 10^{20}\ г^{-1}$).

Зависимость $\Delta H \sim \rho^{1/2}$, которую легко получить из кривых *3* рис. 1 и *1*, 2 рис. 2, указывает на то, что уширение сигнала ЭПР происходит за счет диполь-дипольных взаимодействий магнитных моментов экситонов друг с другом и с ядерными магнитными моментами иода. g-фактор образца 1, равный 2,0034, а также g-фактор J_2, измеренный нами в твердом растворе иода с калием и равный 2,0072, указывают на то, что не исключена возможность уширения линии с температурой из-за спин-орбитального взаимодействия в молекулах J_2. Температурное уширение линии сигнала ЭПР указывает на отсутствие сильного обмена между парамагнитными возбуждениями, что представляется необычным при столь высоких концентрациях.

В настоящей работе получено, что энергия возбуждения в парамагнитное состояние зависит от степени легирования PcZn иодом. Энергия активации для образца 2 ($E \approx 600°К$) намного меньше энергии активации для образца 1 при низких температурах ($E \approx 1100°К$), когда плотности возбуждений малы и, следовательно, можно пренебречь взаимодействием между ними. Подобная зависимость энергии активации от содержания J_2 наблюдалась в системе тетрацен-иод ([15]). Качественно, зависимость энергии активации от степени легирования вытекает из того факта, что равновесное расстояние между двумя молекулами комплекса, на которых локализован экситон, меньше, а соответствующий обменный интеграл больше для образца с большим содержанием иода вследствие большей плотности вещества в последнем. В модели локализованного экситона, в которой деформация решетки, вызванная рождением экситона, рассматривается двигающейся вместе с ним по кристаллу, энергию активации термовозбуждения, наблюдаемую экспериментально, можно представить в виде $E = J + V(0)$, где J — обменный интеграл для жесткой решетки, а $V(0)$ — энергия экситон-фононной связи для самозахваченно-

го экситона. Слагаемое $V(0)$ (формула 18 в ([14])) учитывает как изменение обменного интеграла с расстоянием, так и изменение силовых констант решетки от степени легирования.

Понижение энергии активации термовозбуждения с повышением температуры (рис. 2, кривые *3* и *4*) наблюдалось также в солях TCNQ (цезия и трифенилметиларсония) и в перхлорате вюрстеровского голубого и неоднократно обсуждалось ([16]). Уменьшение ΔE с температурой связывалось с термическим расширением этих монокристаллов и, соответственно, с уменьшением обменного интеграла *I*. Однако эффект термического уширения представляется незначительным, против его воздействия говорят неизменность энергии активации для образца 2 и нелинейное изменение $E(T)$ в области температур выше комнатной для образца 1. Другое объяснение этого эффекта связано с учетом притяжения экситонов благодаря косвенному взаимодействию через фононы ([17]). Зависимость $E=E(T)$, подобная кривым *3* и *4* на рис. 2, получена в работе ([18]) для экситонов типа Френкеля в модели твердой решетки, где уменьшение энергии возбуждений также связывается с экситон-экситонными взаимодействиями, но без привлечения фононного спектра, а как следствие когерентности в многочастичной спиновой системе. Наш эксперимент не дает информации о механизме взаимодействия между экситонами, однако очевидно, что при больших значениях n и ρ, которые получаются в образце 1, взаимодействия между экситонами должны быть существенными. В области температур примерно до комнатной понижение энергии активации обусловлено, по-видимому, парными притяжениями экситонов, осуществляемыми через акустические фононы ([17]). Выход на плато кривых $E(T)$ при $T>T_{комн}$ можно объяснить либо компенсацией притяжения экситонов парными отталкиваниями между ними, осуществляемыми через оптическую ветвь фононного спектра ([17]), либо учетом возрастающей роли отталкивания при увеличении порядка взаимодействия между экситонами до тройного.

Авторы благодарны Л. А. Блюменфельду и В. А. Лифшицу за обсуждение работы.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ի. Գ. ՇԱՌՈՅԱՆ, Ա. Ա. ՍԱՄՈՒԵԼՅԱՆ

Մագնիսական գրգռումները ցինկի ֆտալոցիանին-յոդ սիստեմում

ԷՊՌ մեթոդով ուսումնասիրվել են ցինկի ֆտալոցիանին (PcZn)-յոդ դոնորա-ակցեպտորային միացության ռեզոնանսային կլանման բնութագրերը։ Այն նմուշները, որոնցում J_2 և PcZn մոլեկուլների հարաբերակցությունը մոտ է 1:1, ունեն մաքսիմալ ինտեգրալ ինտենսիվություններ, որոնք սենյակային ջերմաստիճանում հասնում են 8.10^{19} սպին/գ, ընդ որում, ռենտգենաստրուկտուր անալիզը և ԷՊՌ ջերմատսիճանային չափումները ցույց են տալիս, որ

առաջանում է ամորֆ մոդիֆիկացիա ունեցող նյութ և նրա հիմնական վիճակը իոնային և դիամագնիսական է։ Դիտվել են պարամագնիսական խառնուրդներ, որոնց ինտեգրալ ինտենսիվությունը հնթարկվում է կյուրիի օրենքին և 0,09—0,05 eV ակտիվացման էներգիա ունեցող ջերմագրդռված պարամագնետիզմ, որով և դ խավորապես պայմանավորված է էՊՌ կլանումը 250°C ջերմաստիճանից վեր։

Ակտիվացման էներգիայի կախումը յոդի քանակից, ինչպես նաև նրա նվազումը ջերմաստիճանի բարձրացման հետ ինտենսիվ ապդանշան ունեցող նմուշների համար մեկնաբանված են, հաշվի առնելով էքսիտոն-էքսիտոնային և էքսիտոն-ֆոնոնային փոխազդեցությունները։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *R. Foster, T. J. Thomson*, Trans. Faraday Soc., 59, 296 (1963). [2] *Y. Matsunaga*, J. Chem. Phys., 41, 1609 (1964). [3] *M. Ohmasa, M. Kinoshita, M. Sano, H. Akamatu*, Bull. Chem. Soc. Japan 41, 1998 (1968). [4] *Ф. Гутман, Л. Лайонс*, Органические полупроводники, Изд. „Мир", 1970. [5] *Л. А. Блюменфельд, В. А. Бендерский, Л. С. Любченко, П. А. Стунжас*, Ж. струк. химии, т. 8, 829 (1967). [6] *J. C. Bailay, D. B. Chesnut*, J. Chem. Phys., 51, 5118 (1969). [7] *H. M, McConnel, R. M. Linden-Bell*, J. Chem. Phys., 36, 2393 (1962). [8] *В. А. Бендерский, И. Б. Шевченко, Л. А. Блюменфельд*, Оптика и спектроскопия, 467 (1964). [9] *Z. Soos, R. G. Hughes*, J. Chem. Phys., 48, 1066 (1968). [10] *D. B. Chesnut, W. D. Phillips*, J. Chem. Phys., 35, 1002 (1961). [11] *L. S. Singer*, J. Appl. Phys., 30, 1463 (1959). [12] *Э. А. Маркосян, А. А. Самуэлян, Э. Г. Шароян*. ДАН Арм. ССР, 54, 84 (1972). [13] *Э. Г. Шароян, Н. Н. Тихомирова, Л. А. Блюменфельд*, Ж. Струк. химии, т. 5, 697 (1964), [14] *P. L. Nordio, Z. G. Soos, H. M. McConnel*, Ann. Rev. Phys. Chem., 17, 237 (1966). [15] *П. А. Стунжас, В. А. Бендерский, Л. А. Блюменфельд*, Ж. струк. химии, т. 8, 445 (1967). [16] *Z. Soos, R. G. Hughes*, J. Chem. Phys., 46, 253 (1967). [17] *D. B. Chesnut*, J. Chem. Phys, 40, 405 (1964). [18] *Z. Soos*, J. Chem. Phys., 43, 1121 (1965).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LIV 1972 3

УДК 541.127+542.943+547.233

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР О. А. Чалтыкян, С. А. Акопян, Н. М. Бейлерян, Р. О Чалтыкян

Изучение кинетики и механизма окисления аминоспиртов перекисью бензоила в бензоле методом хемилюминесценции

(Представлено 25/VI 1971)

Работами О. А. Чалтыкяна и сотрудников (1) было показано, что реакция перекиси бензоила с триэтиламином, инициирующая полимеризацию стирола и винилацетата, является радикально-цепной.

Изучение же кинетики реакций диметиламиноэтанола и диэтиламиноэтанола с перекисью бензоила в бензоле по иодометрически определяемому расходу перекиси (2) привело к следующим результатам. Кислород и мономеры не влияют на кинетику расхода перекиси. Однако, названные два аминоспирта, реагируя с перекисью бензоила, инициируют полимеризацию стирола и винилацетата только в массе, но не в растворе.

Приведенные факты не позволяли с достоверностью судить о радикальном характере реакций перекиси бензоила с диметил- и диэтиламиноэтанолами в бензоле. При наличии сильного клеточного эффекта иодометрический метод исследования не позволяет выявить радикальный характер реакций, так как не проявляется действие ингибиторов. Поскольку хемилюминесцентный метод в состоянии регистрировать рекомбинацию свободных радикалов (если они образуются) и в клетке и вне клетки растворителя (3), то мы решили изучить кинетику реакций алкиламиноспиртов с перекисью бензоила хемилюминесцентным методом.

В настоящей статье изложены результаты нашего исследования кинетики реакций диэтиламиноэтанола (ДЭАЭол), этилдиэтаноламина (ЭДЭолА), этиламиноэтанола (ЭАЭол) и диметиламиноэтанола (ДМАЭол) с перекисью бензоила (ПБ) в бензоле при комнатных температурах, т. е. когда скоростью спонтанного разложения ПБ можно пренебречь. Выбор именно этих аминоспиртов обусловлен еще тем, что они содержат различные количества алкильных и спиртовых групп, и можно было выявить влияние этих групп на кинетику ХЛ при реакциях аминоспиртов с ПБ в бензольном растворе и судить о механизме этих реакций.

Измерения проводились на ХЛ-установке, работающей в электрометрическом режиме.

Опыты показали, что при реакции триэтаноламина с ПБ свечение не регистрируется, хотя твердо установлен радикально-цепной механизм этой реакции. Отсутствие свечения можно было бы объяснить тем, что

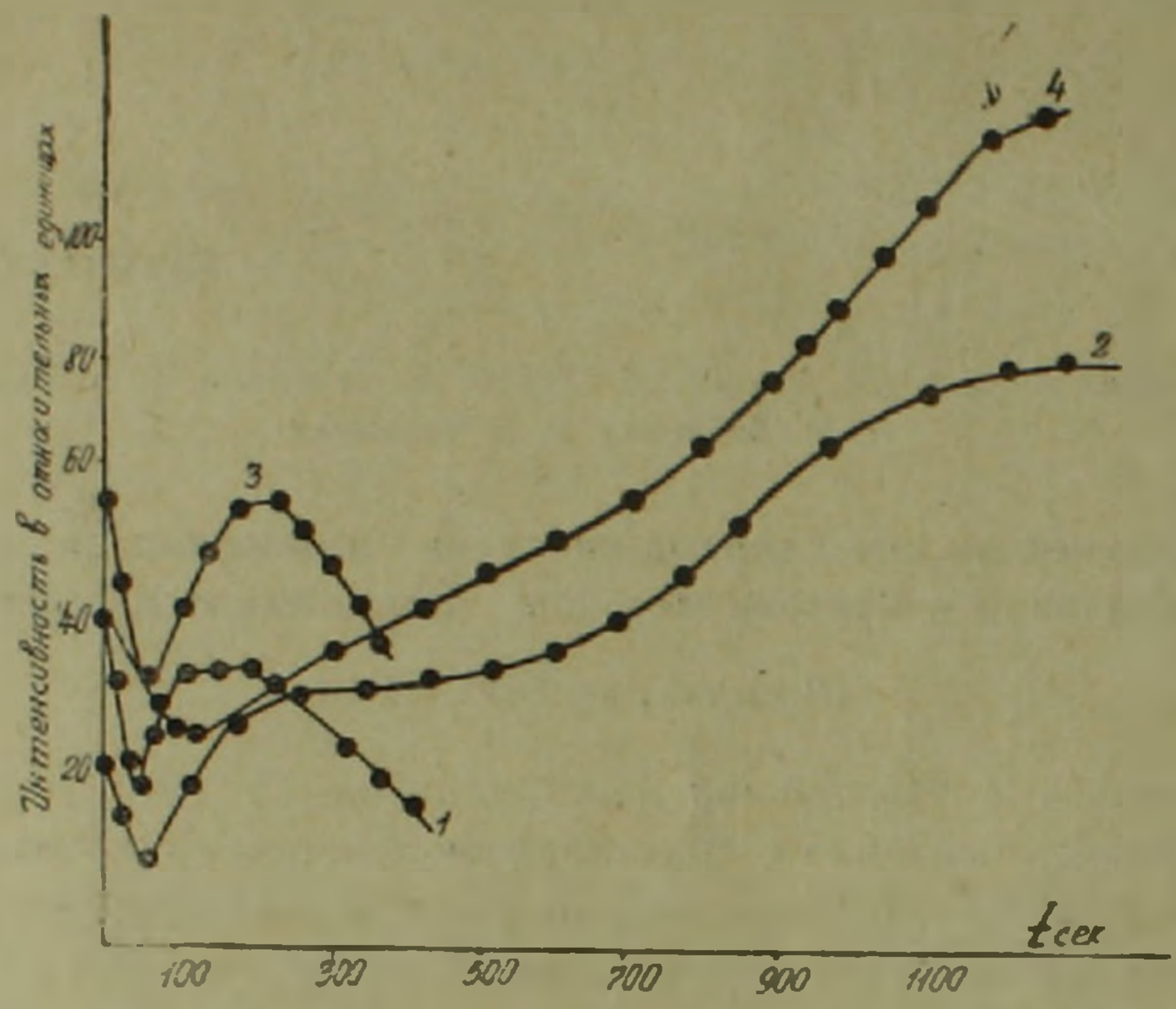


Рис. 1. ХЛ кривые реакции перекиси бензоила ПБ. *1*—этилдиэтаноламином (0,05 М/*л*, ПБ=0,23 М/*л*); *2*—диэтиламиноэтанолом (0.028 М/*л* ПБ=0,28 М/*л*); *3*—диметиламиноэтанолом (0.05 М/*л*, ПБ=0.2 М/*л*); *4*—этиламиноэтанолом (0.008 М/*л*, ПБ=0,14 М/*л*); *t*=30°С

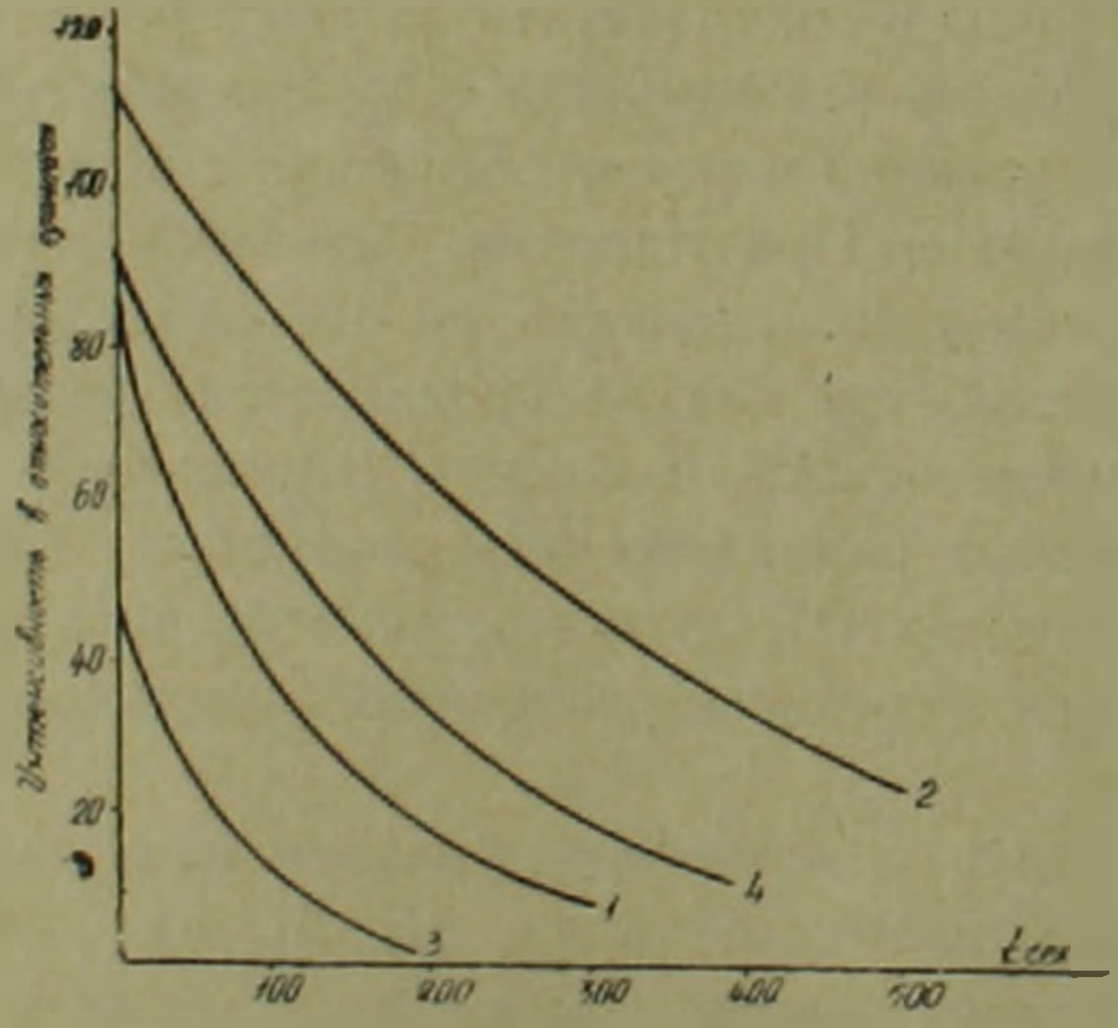


Рис. 2. ХЛ кривые при избытке аминоспиртов. *1*—ПБ=0,008 М/*л*, ЭДЭол=0,4 М/*л*, *t*=25°С; *2*—ПБ=0,054 М/*л*, ДЭАЭол=1,744 М/*л*, *t*=30°С; *3*—ПБ=0,0154 М/*л*, ДМАЭол=1,2 М/*л*, *t*=25°С; 4—ПБ=0,054 М/*л*, ЭАЭол=2,76 М/*л*, *t*=30°С

ввиду малой растворимости ТЭолА в бензоле, невозможно получать, измеримую ХЛ методом, концентрацию свободных радикалов в растворе. Здесь большие эффекты могут иметь тушение свечения, отсутствие эмиттера и малый выход ХЛ. При реакциях же алкиламиноспиртов с ПБ све-

чение регистрируется. Эти факты указывают на то, что свечение обусловлено окислением алкильных групп в молекулах аминоспиртов.

В зависимости от соотношения концентраций аминоспирта (А) и перекиси бензоила (ПБ) ХЛ кривые имеют различный вид. При (ПБ)> (А)

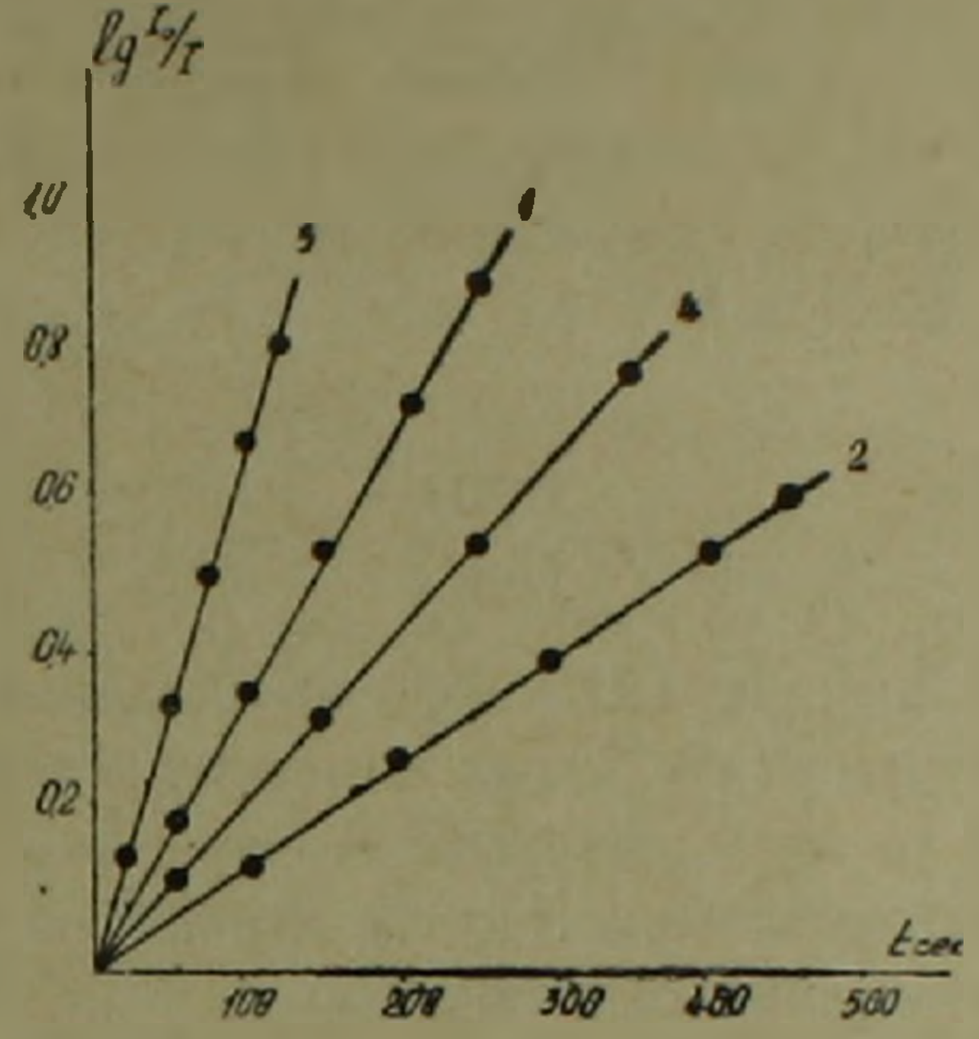


Рис. 3. Полулогарифмические аноморфозы ХЛ кривых реакций перекись бензоила +1) этилдиэтаноламин, 2) диэтилэтаноламин, 3) диметиламиноэтанол, 4) этилэтаноламин

ХЛ кривые имеют две, четко отделенные во времени области свечения (рис. 1) для всех четырех упомянутых выше аминоспиртов. При увели-

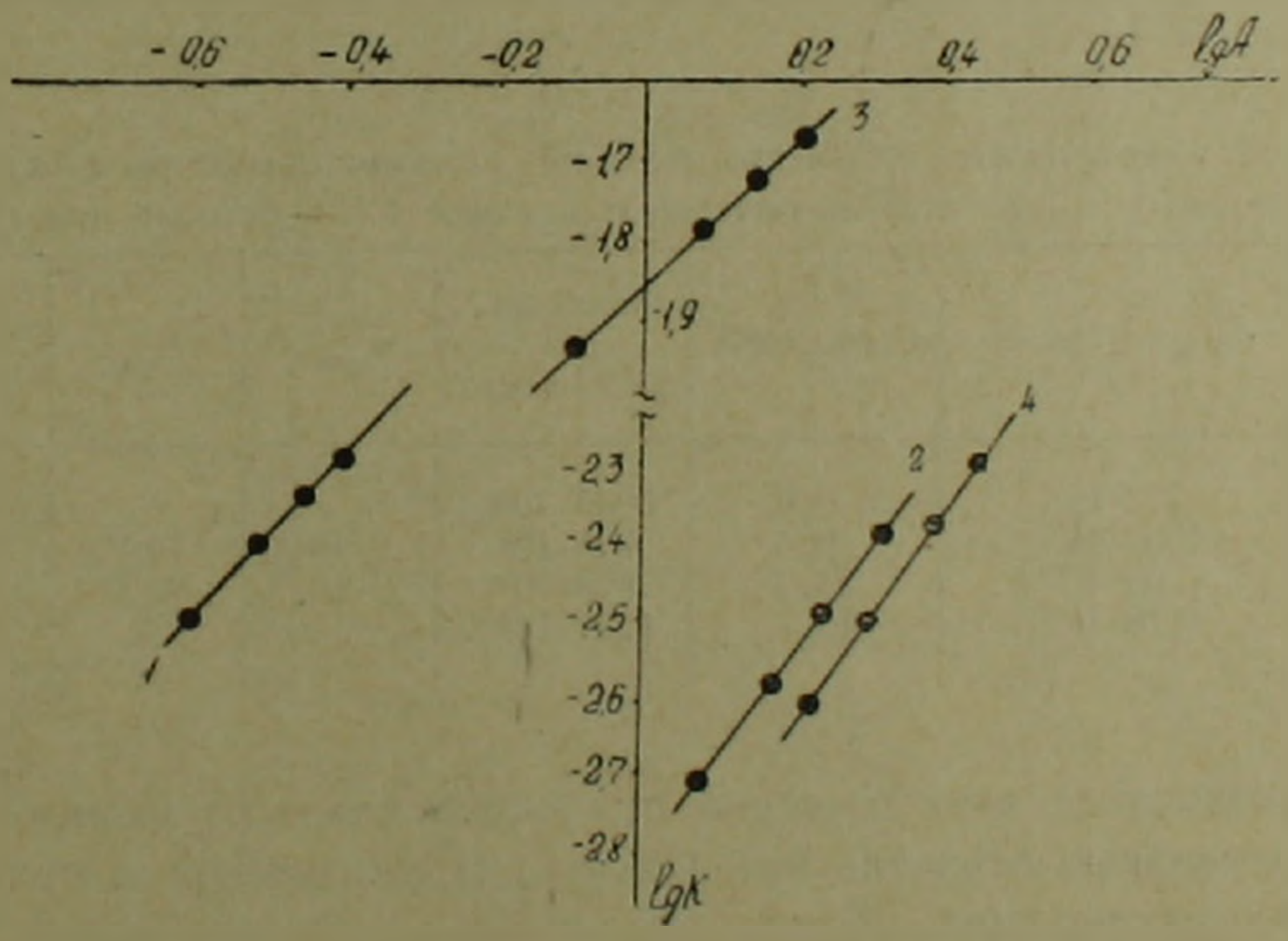


Рис. 4 Зависимость lg I' от lg[A]. ПБ=0,05Н М/л: *1*—ЭДЭолА; *2*—ДЭЭолА; ПБ=0,15Н М/л: *3*—ДМЭолА; *4*—ЭЭолА

чении концентрации аминоспирта до (А) ≫ (ПБ), второе свечение подавляется и ХЛ кривые принимают вид, показанный на рис. 2.

Наличие второго свечения при (ЛБ) ≫ (А) свидетельствует о том, что реакции окисления вышеуказанных аминоспиртов протекают после-

довательно, причем продукт первичного окисления аминоспиртов реагирует с ПБ тоже со свечением. Определение спектрального состава свечений показало, что первое свечение лежит в красной, а второе — в синей области спектра.

Для изучения кинетики первичного окисления аминоспиртов опыты проводились при (А) > (ПБ) с полным подавлением второго свечения. При этом полулогарифмические анаморфозы интенсивности свечения во времени представляются прямыми (рис. 3), что указывает на первый порядок реакций по перекиси, т. е. для константы скорости реакций применимо уравнение

$$K = \frac{2{,}303}{[\mathrm{A}]_0^n\, t} \lg \frac{I_0}{I} \qquad (1)$$

В координатах $\lg k' - \lg$ (А) экспериментальные данные хорошо укладываются на прямую (рис. 4), из тангенсов углов которых получается порядок реакций по амину, равный единице ($n = 1$). Следовательно, первичное окисление алкиламиноспиртов перекисью бензоила протекает по бимолекулярному закону со скоростью

$$k = \frac{2{,}303}{[\mathrm{A}]_0\, t} \lg \frac{I_0}{I} \qquad (2)$$

Для реакций всех четырех аминоспиртов хорошо выполняется уравнение Аррениуса (рис. 5).

Кинетические параметры, рассчитанные для изученных реакций, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые кинетические параметры реакций алкиламиноспиртов с перекисью бензоила, полученные иодометрически и методом ХЛ в бензоле при $t = 30$ С

Амин	$k_{\text{ХЛ}}$ (л/М сек)	E (ккал/М)	Предэкс. ХЛ (л/М сек)	$k_{\text{иод}}$	$E_{\text{иод}}$	Предэкс. иод. (л/М сек)
ЭДЭлА	$2{,}2 \cdot 10^{-2}$	6,0	$0{,}45 \cdot 10^3$	—	—	—
ЛМАЭл	$1{,}67 \cdot 10^{-2}$	9,4	$9{,}6 \cdot 10^4$	$2{,}2 \cdot 10^{-3}$	10,7	$1{,}1 \cdot 10^4$
ДЭАЭл	$1{,}65 \cdot 10^{-3}$	13,2	$4{,}9 \cdot 10^6$	$2{,}9 \cdot 10^{-3}$	14,2	$4{,}7 \cdot 10^7$
ЭАЭол	$1{,}75 \cdot 10^{-3}$	15,1	$1{,}17 \cdot 10^8$			

Существование двух свечений при окислении всех четырех аминоспиртов перекисью бензоила при (ПБ) ≥ (А) указывает на наличие последовательных реакций.

Мы предполагаем, что в случае этиламиноспиртов продуктом первой реакции является виниловое соединение, которое и реагирует с перекисью. Действительно, Уолингом и Индиктором [4] установлено, что при окислении триэтиламина перекисью бензоила образуется винилдиэтиламин, который постепенно превращается в смолообразную массу. Нами установлено, что при реакции ПБ с триэтиламином также регистрируется

два свечения, т. е. винилэтиламин окисляется перекисью бензоила со свечением.

Образование винилового соединения подтверждает еще тот наблюденный нами экспериментальный факт, что при (А) и (ПБ) вязкость реакционной смеси после окончания реакции этиламиноспиртов с ПБ увеличивается (табл. 2).

Таблица 2

Изменение вязкости реакционных смесей при реакциях избытка алкиламиноспиртов с ПБ

Наименование аминоспирта, реагирующего с ПБ	Время истечения в *сек* 13 *мл* раствора	
	до начала реакции	после реакции (через 20 *мин*)
Этилдиэтаноламин	708	738
Диэтиламиноэтанол	726	770
Диметиламиноэтанол	Изменения вязкости нет	
Этиламиноэтанол	666	700

Такое явление мы приписываем тому, что образующееся при недостатке перекиси виниловое соединение скорее полимеризуется, чем окис-

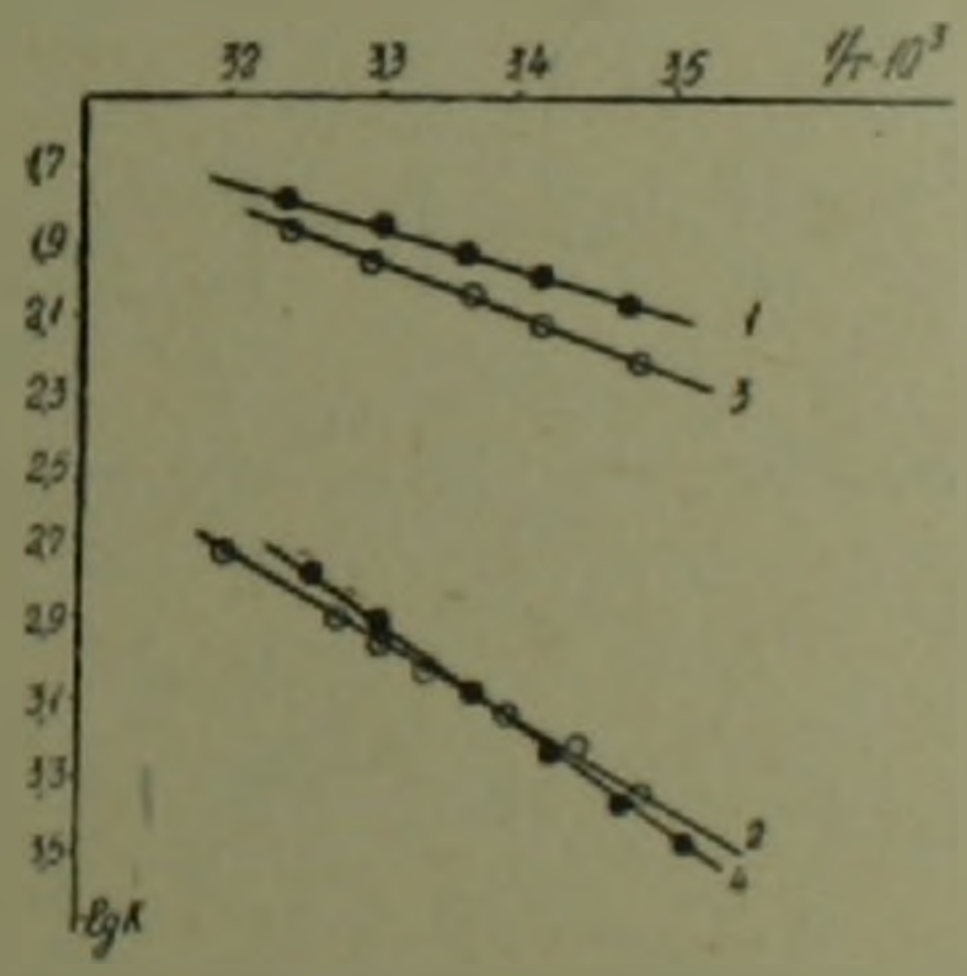


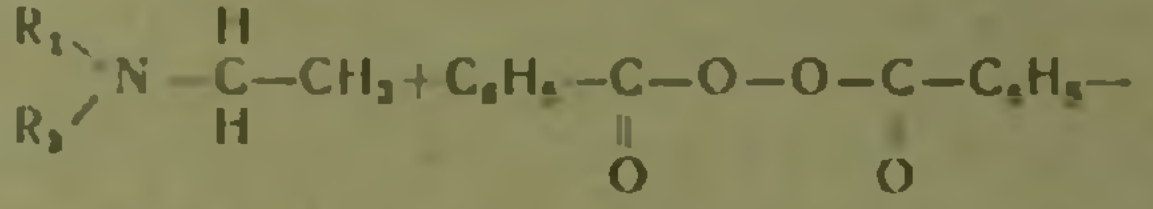
Рис 5 Температурная зависимость константы скорости реакций в аррениусовских координатах *1*—этилдиэтаноламин; *2*—диэтилэтаноламин. *3*—диметилэтаноламин; *4*—этиламиноэтанол

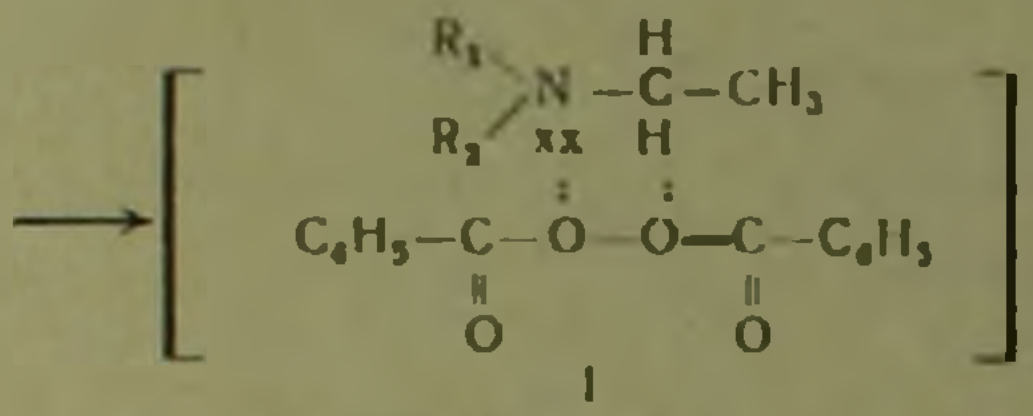
ляется. ХЛ кривая реакции ПБ + диэтилэтаноламин отличается от кривых других аминоспиртов тем, что наблюдается еще и третье свечение (рис. 1), т. е. возможно, что окисляется еще и вторая этильная группа в молекуле аминоспирта.

Наличие двух свечений при реакции диметиламиноэтанол + ПБ объясняется последовательным окислением двух метильных групп.

Наши исследования показали, что кислород, мономер (стирол = 0,72 *моль/л*), иминоксильные свободные стабильные радикалы, а также изменение вязкости среды не влияют на интенсивность и кинетику затухания свечения. Эти факты свидетельствуют о наличии сильного клеточного эффекта, т. е. образующиеся при этих реакциях радикальные пары погибают исключительно в клетке растворителя.

Изложенные экспериментальные данные и их обсуждение приводят к следующей вероятной схеме элементарных актов реакций алкиламиноспиртов с перекисью бензоила в бензоле.

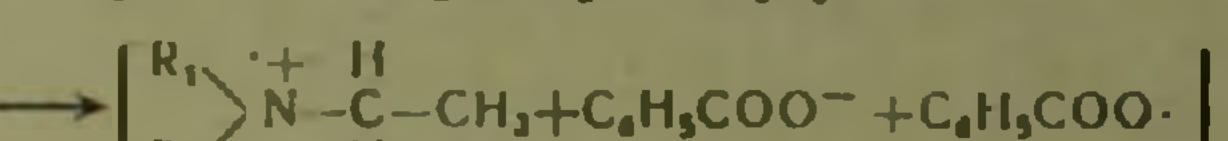


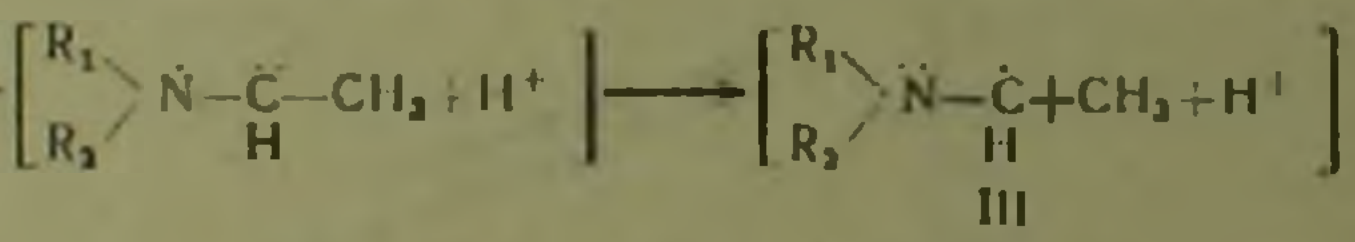


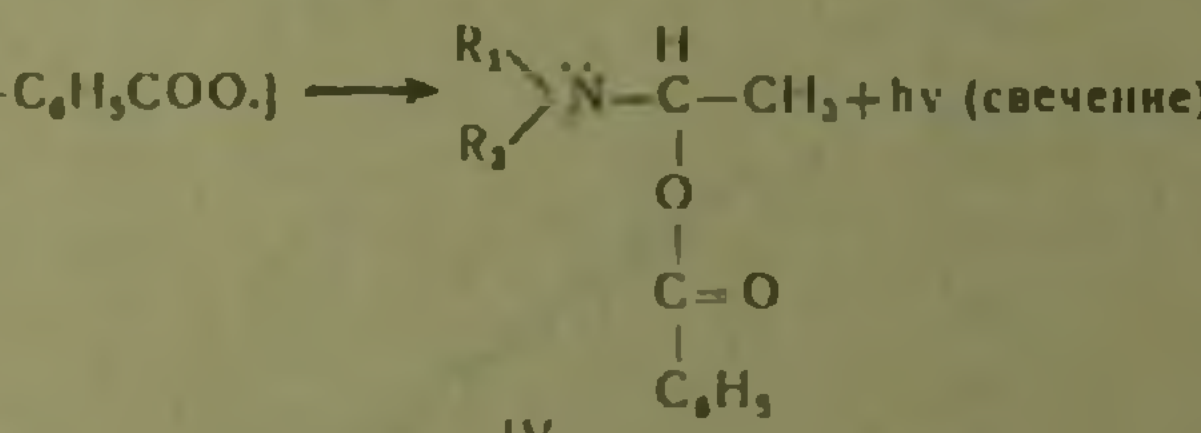
I

где $R_1 = -CH_2CH_2OH$

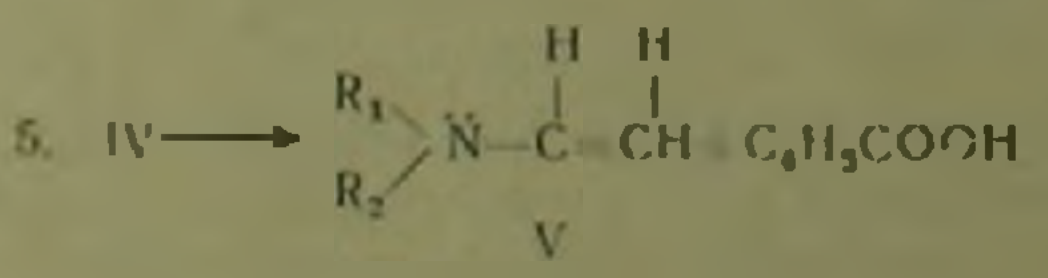
$R_2 = -H;\ -CH_3;\ -CH_2OH;\ C_6H_5;$





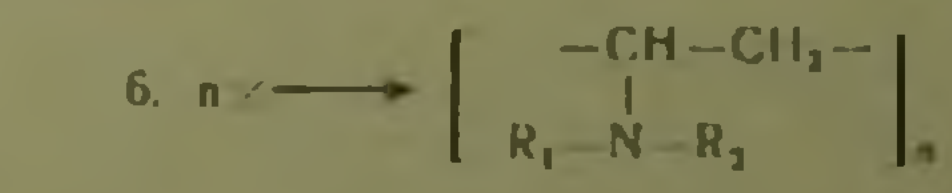


IV



V

при недостатке перекиси



Ереванский государственный университет

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Հ. Հ. ՉԱԼԹԻԿՅԱՆ, Ս. Ռ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ,
Ն. Մ. ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ, Ռ. Հ. ՉԱԼԹԻԿՅԱՆ

Բենզոլում ալկիլամինոսպիրտներ բենզոիլպերօքսիդ ռեակցիաների կինետիկայի ու մեխանիզմի ուսումնասիրումը քեմիլյումինեսցենցիայի եղանակով

Ցույց է տրված, որ ալկիլամինասպիրտներ + բենզոիլպերօքսիդ ռեակցիաները բենզոլում ուղեկցվում են գերթույլ ճառագայթմամբ։ Ռեակցիայի հետևանքով առաջացած ռադիկալային զույգերը բացառապես ոչնչանում են լուծիչի բջիջում։ Կախված ամինապերօքսիդ հարաբերությունից գրանցվում է մեկ կամ երկու ճառագայթում, որոնք համապատասխանաբար ընկած են սպեկտրի կարմիր և կապույտ մարզերում։ Ռեակցիայի ընթացքում տեղի է ունենում ամինի մոլեկուլում ալկիլ խմբերի հաջորդական՝ լուսարձակմամբ ուղեկցվող օքսիդացում։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Б. М. Согомонян, Н. М. Бейлерян, О. А. Чалтыкян*, ДАН Арм.ССР. т. 34, № 4 (1962). [2] *Э. Р. Саруханян, Н. М. Бейлерян, О. А. Чалтыкян*, ДАН Арм. ССР. 44, № 1 (1967). [3] Сб. статей «Биолюминесценция», изд. «Наука», М., стр. 198—202, 1965 *Ch. Walling, N. Endictor*, J. Am. Chem. Soc., 80, 5814 (1958).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
LIV 1972 3

УДК 553.98

ГЕОЛОГИЯ

А. А. Садоян Э. М. Карапетян

О характере коллекторских свойств пород верхней и нижней песчано-глинистых свит Октемберянской толщи и о времени их образования

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. Т. Асланяном 10/VIII 1971)

В разрезе осадочных толщ третичных отложений Араратской котловины Октемберянская толща является наиболее перспективной в отношении нефтегазоносности. К сожалению до сих пор возраст этой толщи четко не определен. К. Н. Паффенгольц относит ее к верхнему эоцену, А. Т. Асланян ([1]) к меотису. Часть геологов (А. А. Габриелян и др.) относит ее к среднему-верхнему миоцену ([2]), другая (Р. А. Аракелян и др.)—к нижнему—среднему олигоцену ([3]).

По данным разрезов многочисленных скважин Октемберянского района Октемберянская толща, состоящая из верхней—песчано-глинистой, средней—глинистой и нижней—песчано-глинистой свит, залегает между верхней пестроцветной и нижней пестроцветной терригенными свитами. Обе пестроцветные свиты фаунистически почти немые. Верхняя пестроцветная свита перекрывается гипсоносно-соленосными, конкскими и сарматскими слоями, а нижняя пестроцветная—подстилается эоценовыми карбонатно-терригенными отложениями.

Нужно отметить, что перекрывающие Октемберянскую толщу слои по характеру не выдержаны. Мощности их по разрезу и по простиранию резко меняются и часто выклиниваются. Например, с юго-востока на северо-запад быстро выклинивается гипсоносно-соленосная свита.

Относительно подстилающих Октемберянскую толщу отложений пока трудно высказаться определенно, так как они вскрыты единичными скважинами (№№ 8, 11, 15, 18).

Приараксинская зона имеет блоковое строение. В некоторых выступах фундамента (Маркаринский, Зейвинский) отложения Октемберянской толщи и эоцена отсутствуют, а комплекс (снизу вверх) пестроцветных, соленосных и сарматских слоев перекрывает либо вулканогенные породы, вероятно, верхнего мела (скв. 5—Маркара), либо метаморфизованные породы эопалеозоя (скв. 8—Зейва).

Хотя наша попытка кажется довольно необычной, но мы стараемся на основании изучения литологии и коллекторских свойств пород верхней и нижней песчано-глинистых свит Октемберянокой толщи и Шорахбюрской свиты помочь выяснению возраста Октемберянской толщи.

Анализ результатов определения коллекторских свойств пород верхней и нижней песчано-глинистых свит показывает, что емкостные и особенно фильтрационные свойства песчано-алевритовых пород верхней свиты резко отличаются (характеризуются значительно повышенными величинами) от этих же свойств песчано-алевритовых пород нижней песчано-глинистой свиты (табл. 1).

Основной причиной этого отличия является меньшая степень уплотненности отложений верхней песчано-глинистой свиты. Они залегают выше нижней свиты и были вскрыты на глубинах 100—1740 *м*, часто 300—900 *м*, тогда как отложения песчано-глинистой свиты встречаются на глубинах 341—2224 *м*, часто 900—1400 *м*.

Таблица 1

Характеристика коллекторских свойств песчано-алевритовых пород нижней и верхней песчано-глинистых свит

Характерные параметры	Верхняя песчано-глинистая свита	Нижняя песчано-глинистая свита
Открытая пористость * от—до / среднее, %	7,6—30,2 / 15,68	3,5—24,5 / 11,61
Газопроницаемость в миллидарси	0—7746 / 130,0	0—42,4 / 1,7
Содержание карбонатного материала, %	0—41,5 / 4,55	0—49,3 / 7,3
Содержание глинистого материала, %	3,3—48,8 / 17,66	1,9—48,4 / 24,6
Коэффициент сортировки зерен	1,48—8,34 / 2,77	1,3—8,8 / 3,51
Объемный вес абсолютно сухой породы, $г/см^3$	1,98—2,45 / 2,21	2,06—2,51 / 2,35

Помимо степени уплотненности, на коллекторские свойства пород влияют такие параметры, как состав основных породообразующих терригенных компонентов, количество и минеральный состав цемента, сортировка и медианный размер обломочных зерен, а также геологический возраст отложений.

* Указанные результаты получены на основании анализа 336 образцов из верхней песчано-глинистой свиты и 652 образцов из нижней песчано-глинистой свиты.

Состав и количественные соотношения основных породообразующих терригенных компонентов (обломки пород с преобладанием эффузивов, полевые шпаты с преобладанием плагиоклазов и кварц) в песчано-алевритовых породах обеих свит Октемберянской толщи мало отличаются друг от друга. Цемент песчано-алевритовых пород обеих свит глинисто-карбонатный. Тип цементации поровый, порово-контактовый и порово-базальный, с преобладанием первого типа. Как видно из табл. 1, содержания карбонатного и глинистого материалов в обеих свитах характеризуются более или менее одинаковыми значениями.

Коэффициент сортировки зерен песчаников и алевролитов обеих свит, в основном, тоже имеет близкие значения.

Следовательно незначительное увеличение содержания глинисто-карбонатного цемента и величины коэффициента сортировки в нижней песчано-глинистой свите не может так сильно влиять на емкостные и, особенно, на фильтрационные свойства пород этой свиты.

Нужно отметить, что песчано-алевролитовые породы верхней свиты по сравнению с породами нижней песчано-глинистой свиты менее трещиноваты, так как они сравнительно слабо сцементированы и менее плотные.

Таким образом, высокие фильтрационные показатели верхней песчано-глинистой свиты не связаны с трещинной проницаемостью.

Из разновозрастных песчано-алевритовых пород, имеющих приблизительно одинаковый литологический состав и равное количество цемента, залегающих приблизительно на одних и тех же глубинах, лучшими коллекторскими свойствами будут характеризоваться более молодые отложения, которые меньшее время испытывали давление вышележащих пород.

Исходя из этого положения мы сравнивали коллекторские свойства песчано-алевритовых пород шорахбюрской свиты (нижний—средний олигоцен) с породами нижней и верхней песчано-глинистых свит Октемберянской толщи (табл. 2).

Например, вскрытые в скв. 31 Шорахбюр, на глубине 0—491 *м* песчано-алевритовые породы нижнего—среднего олигоцена, с небольшим (в среднем 6,78%) содержанием карбонатного цемента, характеризуются открытой пористостью в среднем 12,83% и газопроницаемостью в среднем 0,224 *мд*, а песчано-алевритовые породы верхней песчано-глинистой свиты, вскрытые (скв. 8к, 9к, 11к) на глубинах 229—848 *м* с карбонатностью в среднем 1.7%, имеют открытую пористость в среднем 21,9% и газопроницаемость в среднем 668,45 *мд*.

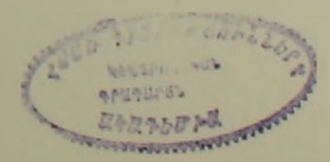
Хотя в обоих случаях содержание карбонатного цемента низкое и породы шорахбюрской свиты в скв. 31 залегают на сравнительно меньших глубинах, но так как они в отношении геологического возраста дольше испытывали давление вышележащих пород, то они более плотные и характеризуются низкими коллекторскими показателями.

Анализируя результаты определения пористости, проницаемости, карбонатности и гранулометрического состава пород сравниваемых свит,

Сравнение коллекторских параметров Шорахбюрской свиты с нижней и верхней песчано-глинистыми свитами Октемберянской толщи

Таблица 2

Шорахбюрская свита					Нижняя песчано-глинистая свита					Верхняя песчано-глинистая свита				
№ скважины	глубина, м	открытая пористость, %	газопроницаемость, МД	карбонатность, %	№ скважины	глубина, м	открытая пористость, %	газопроницаемость, %	карбонатность, %	№ скважины	глубина, м	открытая пористость, %	газопроницаемость, МД	карбонатность, %
3 Раздан	1600—A45	4,7—16,7 / 12,0	0—5,07 / 1,505	3,7—16,4 / 8,6	1 опор Октемберян	1627—1977	7,3—16,9 / 11,81	0,3—2,3 / 1,03	0,8—21,2 / 8,96					
4 Раздан	1567—2036	4,3—19,7 / 12,8	0—1,5 / 0,266	1,2—24,5 / 9,3	7 Каракала	885—1664	7,53—15,91 / 10,76	0—17,8 / 1,713	0,58—24,68 / 9,54	8к Октемберян	229—848	19,3—28,9 / 25,75	13,76—7746,4 / 1557,90	0—3,3 / 1,31
5 Раздан	1737—2083	9,5—16,8 / 13,5	0—1,7 / 0,619	1,7—15,3 / 6,6	11 Октемберян	1353—1643	5,38—13,12 / 9,5	0—0,74 / 0,08	0,79—13,7 / 5,87	9к Октемберян	274—625	11,5—24,4 / 18,98	0,244—1025,2 / 167,971	0,8—8,4 / 2,12
6 Раздан	1425—1892	14—18,6 / 15,30	0—1,3 / 0,502	1,4—15,6 / 8,05	12 Октемберян	807—1317	7,01—19,6 / 14,53	0,114—7,14 / 1,652	0,15—27,7 / 5,16	11к Октемберян	365—861	10,4—30,2 / 21,14	0,446—2461,8 / 693,18	0—11,8 / 1,62
11 Раздан	1290—1409	15,6—26,40 / 21,73	0—15,77 / 3,993	2,01—10,35 / 4,6	13 Октемберян	717—769	9,12—27,62 / 20,21	0,09—24,27 / 0,905	0,49—19,36 / 9,2	14к Октемберян	147—444	13,1—25,0 / 20,01	0—156,0 / 29,925	0,4—9,7 / 2,96
14 Раздан	950—1050	12,43—18 / 14,65	0,01—32,8 / 9,21	2,24—16,3 / 7,07	14 Октемберян	1614—1856	8,0—23,7 / 11,19	0—12,4 / 1,873	0,45—17,38 / 6,88	24к Октемберян	204—970	3,9—26,5 / 16,54	0—311,8 / 36,607	0,3—26,8 / 3,7
15 Раздан	1230—1335	8,95—23,33 / 16,40	0—0,71? / 0,38	6,78—12,26 / 9,7	15 Октемберян	1188—1667	9,19—19 / 12,05	0—1,85 / 0,337	1,36—22,5 / 12,25	25к Октемберян	860—1446	17,0—29,0 / 27,5	0—788,0 / 231,0	0,5—6,9 / 1,9
20 Раздан	1891—2141	6,94—17,99 / 14,2	0—0,31 / 0,01	0,97—9,22 / 4,5	18 Октемберян	1387—1899	3,36—15,04 / 8,92	0—4,70 / 0,950	1,59—18,05 / 7,31	48к Октемберян	130—850	4,5—26,9 / 19,2	0,2—815,0 / 206,8	0,4—0,9 / 0,6
30 Фонтан	1446—1645	7,84—10,90 / 9,53	0—11,43 / 2,87	4,84—12,64 / 8,62	27 Октемберян	970—1765	5,47—22,9 / 10,95	0—36,7 / 4,000	0,65—22,3 / 5,69	47к Октемберян	234—780	8,95—21,5 / 15,76	1,335—251,0 / 31,81	0,43—3,53 / 1,26
31 Шорахбюр	0—491	2,6—22,38 / 12,83	0,027—1,057 / 0,244	2,34—10,6 / 6,78	15 Кармрашен	1942—2226	5,32—23,00 / 10,54	1,10—15,52 / 6,264	1,73—16,75 / 6,22					



наблюдаем, что породы шорахбюрской и нижней песчано-глинистой свиты характеризуются близкими (одного порядка) значениями коллекторских свойств, а песчано-алевритовые породы верхней песчано-глинистой свиты обладают значительно высокими емкостными и фильтрационными свойствами.

Сравнивая минералогический состав тяжелых фракций отложений верхней и нижней песчано-глинистых свит, наблюдаем резко повышенное содержание эпидота и заметное увеличение содержания амфиболов и гиперстена в верхней свите и их незначительное содержание или отсутствие в нижней песчано-глинистой свите.

Вероятно, во время образования осадков верхней песчано-глинистой свиты обнажались и стали источником питания те горизонты Апаран-Аразаканского массива, которые в основном сложены эпидотовыми и эпидот-амфиболовыми сланцами.

Таким образом можно заключить, что отложения нижней песчано-глинистой свиты октемберянской толщи, вероятно, по возрасту синхронны с шорахбюрской свитой (нижний—средний олигоцен), а верхней песчано-глинистой свиты—более молодые (верхний олигоцен—нижний миоцен).

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Հ. Ա. ՍԱՖՈՅԱՆ, Է. Մ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Հոկտեմբերյանի հաստվածքի վերին և ստորին ավազա-կավային շերտախմբերի ապատների կոլեկտորական հատկանիշների բնույթի և նրանց առաջացման ժամանակի մասին

Ներկայացված աշխատանքում հեղինակները փորձ են արել Հոկտեմբերյանի հաստվածքի ստորին և վերին ավազա-կավային և Մերձնրանյան շրջանի շոռաղբյուրի շերտախմբերի ապատների կոլեկտորական հատկանիշների և լիթոլոգիայի մանրակրկիտ ուսումնասիրության հիման վրա պարզել Հոկտեմբերյանի հաստվածքի առաջացման ժամանակաշրջանը։ Նրանք եկել են այն եզրակացության, որ Հոկտեմբերյանի հաստվածքի ստորին ավազա-կավային շերտախումբը հավանաբար առաջացել է շոռաղբյուրյան շերտախմբի կազմավորման ժամանակաշրջանում (ստորին-միջին օլիգոցեն), իսկ վերին ավազա-կավային շերտախումբն ավելի երիտասարդ է (վերին օլիգոցեն-ստորին միոցեն)։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 *А. Т. Асланян*, Региональная геология Армении, «Айпетрат», Ереван, 1958. 2 *А. А. Габриелян*, Палеоген и неоген Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1964. 3 *Р. А. Аракелян, К. Б. Мелик-Бархударов, А. А. Толмачевский, А. А. Тащян*, «Известия АН Арм. ССР», сер. Науки о Земле, т. XX, № 3, (1967).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LIV 1972 3.

УДК 56.581 (479.2551)

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

М. Е. Арутюнян

Новый представитель рода Ocotea в олигоцене Армении

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 2/X 1971)

Олигоценовые отложения окрестностей города Дилижана, известные в литературе под названием дилижанской свиты, представлены пресно-
??? [illegible] по недометрически опре-
мощностью до 500—550 *м*, залегающими ингрессивно на различных горизонтах вулканогенного верхнего эоцена. Изучению отложений дилижанской свиты посвящены работы ряда авторов ([1–3]).

В настоящей статье приводится описание нового вида из рода Ocotea, нахождение которого в дилижанской свите имеет важное значение для уточнения ее возраста.

Ocotea kolakovskyi Arut. Т и п: Отпечаток листа на образце Д-1037 из среднего олигоцена Дилижана, изображенный на рис. 1.

И с с л е д о в а н н ы е о б р а з ц ы: Д-1037, 1037а.

О п и с а н и е: Лист удлиненно продолговато-ланцетный, 14—15 *см* вероятной длины, а сохранившейся части 11,5 *см* дл. и 2,1 *см* шир. Основание, вероятно, или слегка округло-клиновидное, или клиновидное, верхушка постепенно суженная, слегка притупленно-округленная. Главная жилка к основанию постепенно утолщающаяся до 1 *мм* шир. в нижней части, вторичные жилки расставленные, большей частью супротивные или супротивно сближенные, в числе до 10 пар; первая пара базальных жилок на отпечатке сохранилась только в виде их последних петлевидных окончаний, остальные вторичные жилки очень тонкие, вначале дуговидные, а выше более или менее прямые, отходят под углом 45—50°, далеко заходят друг за друга и соединяются рядом постепенно уменьшающихся очень тонких петель. Третичные очень тонкие, хорошо заметные только в нижней части листа, перпендикулярны главной, расставленные на (1). 2—3 *мм* друг от друга, ветвящиеся, жилки четвертого порядка образуют сеть мелких округло-квадратных ячеек.

С р а в н е н и е. Из числа немногих известных в литературе и из коллекций видов рода, проявляющих наибольшее сходство с описываемым видом, можно только отметить Ocotea (Oreodaphne) kristofovicii

Givulescu из Паннонской флоры Румынии, однако он резко отличается по форме листовой пластинки, расширенной в верхней части листа, и имеющей ясно выраженные железки в пазухах нижней пары вторичных жилок (4).

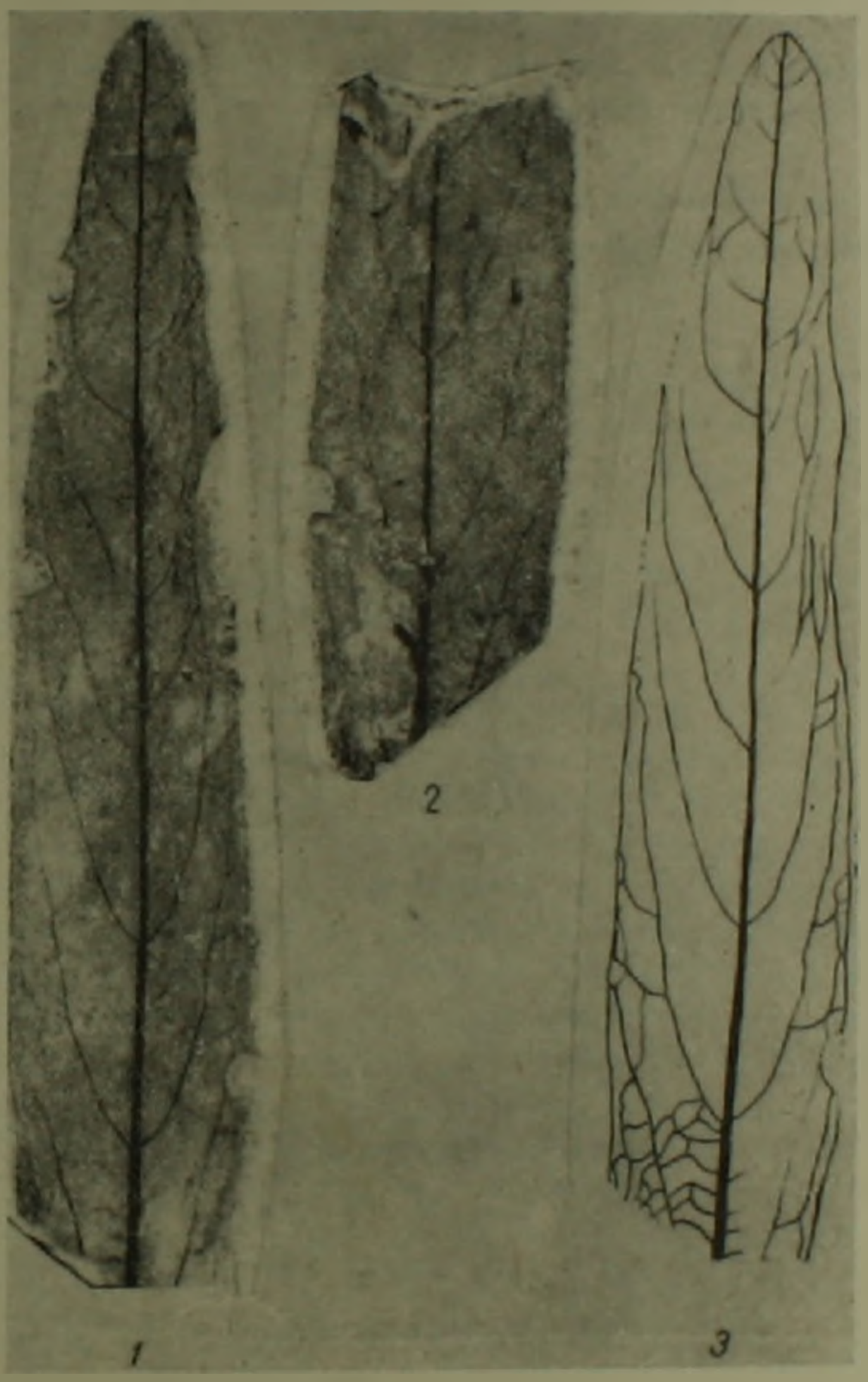


Рис. 1. *1, 2*—Ocotea kolakovskyi Arut; *3*—схематическое изображение

Листья подобные описываемому виду встречаются у некоторых современных видов этого рода, из них с листьями нашего ископаемого вида более или менее сходны листья некоторых видов: Ocotea adenotrachelium Mez., O. eichleri Mez. и O. litsaefolia Mez. Однако ввиду существующей конвергенции по форме листьев в роде Ocotea очень трудно установить современный эквивалент ископаемому.

Достоверность определения: Хорошая сохранность отпечатка, характерный тип жилкования дает основание для достаточно высокой степени достоверности определения в смысле установления несомненной принадлежности ископаемого к роду Ocotea.

Геологическое распространение. Вид известен только из олигоцена Дилижана. Современное распространение рода ограничивается тропическими и субтропическими областями Америки, Южной Африки, о. Мадагаскар, Маскаренских островов и одним видом в Макаронезии ([5]).

Био-экологический тип: Вечнозеленое дерево свойственное, вероятно, субтропическому климату.

Управление геологии
Совета Министров Армянской ССР

Մ. Ե. ՀԱԲՐԻԵԼՅԱՆ

Ocotea սեռի նոր ներկայացուցիչը Հայաստանի օլիգոցենի նստվածքներում

Դիլիջան քաղաքի շրջակայքի օլիգոցենի նստվածքները պարունակում են բրածո ֆլորայի հարուստ և բազմազան կոմպլեքս, որը վերջին տարիներում մեր կողմից մանրամասն ուսումնասիրված և նկարագրված է։ Օլիգոցենի նստվածքները, որոնք գրականության մեջ հայտնի են դիլիջանի շերտախումբ անվան տակ, ներկայացված են քաղցրահամ լճային բիտումաբեր ու ածխաբեր ապառներով 500—550 մետր հզորությամբ։ Բրածո ֆլորայի կոմպլեքսում հայտնաբերված է Ocotea սեռին պատկանող նոր տեսակը։ Սույն հոդվածում տրված է այդ տեսակի մանրամասն նկարագրությունը և համեմատություններ Միջերկրածովային գեոսինկլինալային մարզի այլ շրջանների նեոգենի հասակի նստվածքներում հանդիպած նույնատիպ մնացորդների հետ։ Նշված նոր տեսակի հայտնաբերումը լրացուցիչ տվյալներ է տալիս դիլիջանի շերտախմբի հասակի մասին։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. А. Габриелян, А. Л. Тахтаджян и О. А. Саркисян*, ДАН Арм. ССР, т. XXVI, № 3 (1958). [2] *М. Е. Арутюнян*, «Известия АН Арм. ССР», Науки о Земле, № 2, 1968. [3] *А. А. Колаковский и М. Е. Арутюнян*, «Известия АН Арм. ССР», Науки о Земле, № 6, 1968. [4] *R. Givulescu*, Beiträge zur Kenntnis der pannonischen Flora Rumäniens, 1961. [5] Основы палеонтологии. Государ. научно-техническое изд. литературы по геологии и охране недр, М., 1963.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LIV 1972 3

УДК 577.1

БИОХИМИЯ

Академик АН Армянской ССР М. А. Тер-Карапетян,
Н. Хоанг Ким, А. Х. Агаджанян

Непротеиногенные аминокислоты у представителей некоторых родов семейства Papilionaceae

(Представлено 13/IV 1971)

У растительных организмов выявлены многочисленные аминокислоты, присутствующие в их различных органах в виде легкорастворимых мономеров и не обнаруженные до настоящего времени в структуре белков.

Природные непротеиногенные аминокислоты, число которых намного превышает протеиногенные, являются промежуточными метаболитами в путях азотного обмена растений и биологически активными веществами, регулирующими разные функции отдельных организмов и др.

В последние годы уделялось особое внимание изучению непротеиногенных аминокислот как показателей, присущих таксонам разного уровня филогенеза и позволяющих разработать хемотаксономическую систему.

В исследованиях, посвященных обнаружению и характеризации непротеиногенных аминокислот у представителей различных таксономических групп растений, значительные результаты достигнуты по отношению к семейству Papilionaceae. У представителей разных родов данного семейства изучалось наличие и распределение большого числа непротеиногенных аминокислот, обладающих разной структурой в разных органах растений (семена, листья, стебли, плоды, цветки и т. д.). Из них наиболее распространенным является канаванин, обнаруженный у 68 видов из 32 родов и от 510 изученных видов, относящихся к 150 родам данного семейства [1–5]. Пипеколиновая кислота обнаружена в индийских бобах [6, 7].

У разных видов рода Lathyrus обнаружены латирин, γ-оксигомоаргинин, гомоаргинин, гомосерин, О-оксалилгомосерин, α, γ-диаминомасляная кислота, α-амино-γ-оксалиламиномасляная кислота, α-амино-β-оксалиламинопропионовая кислота, γ-глутамил-β-аминопропиононитрил [8–12].

У представителей родов Vicia обнаружены канаванин, γ-оксиорнитин, γ-оксицитрулин, β-цианоаланин ([10, 13, 14]), Astragalus ([15])-канаванин, δ-N-ацетилорнитин, гомосерин, γ-оксинорвалин, γ-глутамилфенилаланин, γ-глутамилтирозин, s-метилцистеин, γ-глутамил-s-метилцистеин, Onobrychis-N-ацетилорнитин ([16]), а у Trifolium—содержатся также некоторые биогенные амины ([17, 18]).

Кроме того, у 26 видов рода Vicia, 12 видов Lathyrus и 14 видов Onobrychis изучено содержание азота и сырого протеина, количество которых считается характерным для каждого рода ([19]).

Настоящая работа посвящена выявлению непротеиногенных аминокислот у представителей некоторых родов сем. Papilonaceae из флоры Армянской ССР.

Объектами исследования служили растения разных видов семейств Papilionaceae, собранные в июне 1969 и 1970 гг. на территории Лорийской экспериментальной базы Арм. НИИЖ. Изучались 9 видов, принадлежащих к 4 родам, а именно: Trifolium-T. trichocephalum M. B., T. ambiguum M. B. (дикий и культурный), T. repens L., T. pratense L. (дикий и культурный) и T. hybridum L.; Lathyrus-L. pratensis L.; Orobus-O. cyaneus stev.; Vicia-V. grossheimii Ekvtim; Onobrychis-O. transcaucasica Gross.

Материалы непосредственно фиксировались в кипящем 82%-ном этаноле в течение одного часа. Спиртовые экстракты отделялись от остатка декантацией, пробы подвергались анализу по следующим показателям: общий азот—микрометодом Кьельдаля, аминный азот ([20]), аминокислоты растворимой фракции—методом бумажной хроматографии, с использованием в качестве растворителя Н-бутанол-уксусная кислота-вода. Предварительно через бумагу, на которой были нанесены экстракты, с целью удаления пигментов пропускался ацетон, который не передвигает аминокислоты.

1. *Общий и аминный азот спирторастворимой фракции вегетативной части растений (табл. 1).* Данные показывают широкие колебания в содержании растворимого общего и аминного азота у растений как разных родов, так и разных видов, принадлежащих к одному и тому же роду. У T. pratense и T. ambiguum отмечается значительное повышение обеих форм азота при выращивании диких растений на опытных участках.

Исследуемые объекты значительно отличаются отношением суммы растворимого аминного азота (после гидролиза экстрактов) к растворимому общему азоту, что является признаком больших расхождений между видами в содержании неаминных форм азота. Отношение $\frac{N-NH_2}{N\text{-общий}}$ особенно низко у O. cyaneus, L. pratensis и T. repens, что указывает на необходимость характеризации неаминных азотистых соединений у этих растений.

Исследуемые объекты сильно отличаются также отношением аминного азота до и после гидролиза экстрактов; низкие величины этого от-

Таблица 1

Общий и аминный азот спирторастворимой фракции у представителей сем. Papilionaceae в *мг* % от абсолютно сухого вещества

Название растений	1969					1970				
	N—общий	$N-NH_2$ до гидролиза	$N-NH_2$ после гидролиза	$\frac{N-NH_2 \text{ до}}{N-NH_2 \text{ после}}$	$\frac{N-NH_2 \text{ после}}{N-\text{общий}} \cdot 100$	N—общий	$N-NH_2$ до гидролиза	$N-NH_2$ после гидролиза	$\frac{N-NH_2 \text{ до}}{N-NH_2 \text{ после}}$	$\frac{N-NH_2 \text{ после}}{N-\text{общий}} \cdot 100$
O. Cyaneus	287,8	59,6	87,8	67,8	30,5	483,5	141,0	184,1	76,6	38,0
L. pratensis	281,3	45,8	63,6	72,0	22,5	261,5	61,0	93,4	65,4	35,7
V. grossheimii	304,6	57,9	123,4	46,9	40,4	370,1	77,0	183,7	42,0	49,6
O. transcaucasica	143,0	82,3	85,2	96,6	59,5	246,7	123,0	168,9	93,0	68,4
T. trichocephalum	155,2	35,0	61,3	57,2	39,5	148,8	49,6	70,8	70,0	47,5
T. repens	223,4	71,8	106,2	67,6	47,4	153,2	58,0	111,8	51,9	73,0
T. pratense (дикий)	153,2	49,8	94,6	52,6	61,7	194,3	46,0	99,1	46,5	51,0
T. pratense (культ.)	348,2	157,6	211,5	74,5	60,7	312,2	112,0	150,3	74,5	48,1
T. ambiguum (дикий)	150,6	51,3	96,8	53,0	64,2	161,3	60,0	96,1	63,0	59,5
T. ambiguum (культ.)	193,7	69,2	111,3	62,1	58,7	221,2	111,0	125,6	88,4	56,7
T. hybridum	—	—	—	—	—	260,8	116,0	178,4	65,0	68,4

ношения являются признаком высокого содержания продуктов конденсации (пептиды и т. д.) в растворимой фракции вегетативных частей или наличия связанных соединений через аминные группы к структуре. Наибольшее количество продуктов конденсации в растворимой фракции найдено у V. grossheimii. Указанное отношение несколько колеблется у одних и тех же представителей отдельных видов в разные годы, что считаем, в основном, результатом влияния климатических условий, в частности, влажности почвы. Примечателен факт повышения отношения $\frac{N-NH_2 \text{ до гидролиза}}{N-NH_2 \text{ после гидролиза}}$ при выращивании T. pratense и T. ambiguum, что свидетельствует об обогащении в этих условиях биомассы растений мономерными („свободными") формами аминокислот.

2. *Содержание непротеиногенных аминокислот и некоторых производных протеиногенных аминокислот в растениях.* В табл. 2 приведены результаты качественных (по визуальной оценке) и количественных исследований, проведенных на пробах 1969 и 1970 гг.

Данные по распространению непротеиногенных аминокислот у исследуемых представителей разных родов сем. Papilionaceae в общем подтверждают встречающиеся в литературе немногочисленные данные, касающиеся вегетативных частей и семян бобовых; из них наиболее характерными можно считать—ацетилорнитин, найденный нами у O. transcaucasica, а Броуном и Фоуденом у O. viciifolia.

Полученные результаты позволяют заключить, что некоторые из обнаруженных аминокислот, присутствующие исключительно у представителей одного и того же вида, могут быть приняты как компоненты, характерные для данного вида. К таковым относятся латирин, адипиновая кислота, δ-N-ацетилорнитин, 5-оксипипеколиновая кислота, гомоаргинин у L. pratensis и O. cyaneus, у последнего, кроме перечисленных аминокислот, присутствует также γ-оксигомоаргинин. Таким образом, по содержанию указанных непротеиногенных аминокислот виды L. pratensis и O. cyaneus сходны, а по наличию у L. pratensis пипеколиновой кислоты и у O. cyaneus γ-оксигомоаргинина они отличаются. Для всех видов Trifolum характерно наличие 4-оксипипеколиновой кислоты, канаванина, α—NH_2-пименилової кислоты, для O. transcaucasica —δ—N-ацетилорнитина, γ-оксиорнитина и орнитина. Диоксифенилаланин присутствует лишь у V. grossheimii.

Картина редких непротеиногенных аминокислот в экстрактах вегетативных органов после гидролиза значительно меняется. Проявляются новые соединения как орнитин, диоксифенилаланин, 4-оксипипеколиновая кислота, пипеколиновая кислота, γ-оксиорнитин и гистамин.

При гидролизе экстрактов некоторые вещества как аспарагин, δ-N-ацетилорнитин и глутамин, исчезают, а соединения, входящие в их состав характеризуются в гидролизатах.

Непротеиногенные аминокислоты и некоторые производные протеиногенных аминокислот у представителей сем. Papilionaceae
в *мг* % от абсолютно сухого вещества

Наименование растений		КаН	ОрН	Лат. 1	Лат. 2	N. AguK 1	N. AguK 2	ГАМК 1	ГАМК 2	N. Пим. К 1	N. Пим. К 2	Г—ОН ГОАРГ	ГОАРГ	ДОФА	4—ОН. пип.	5—ОН пип.	пип.	Г—ОН ОрН	Acn NH_2*	Глу—SH	6—N—ац. ОрН*
O. cyaneus	1969	—	—	13,0	29	44	27	23	4	—	—	+	+	—	—	сл	—	—	сл	7,4	23,0
	1970			54,0	49	153	67	25	31										27,2	сл	27,0
L. pratensis	1969	—	—	сл	сл	сл	сл	2	сл	—	—	—	+	—	—	сл	+	—	сл	сл	сл
	1970							5													
V. grossheimii	1	—	—	—	—	—	—	47	14	—	—	—	—	+	—	—	—	—	21,2	13	—
								12	сл										9,0	сл	
O. transcaucasica	1	—	102	—	—	—	—	34	сл	—	—	—	—	—	—	—	+	+	сл	—	+
			254					12	сл	—								21,1	10		
T. trichocephalum	1	+	—	—	—	—	—	сл	сл	7	13	—	—	—	+	+	+	—	5	—	—
								14		сл	сл										
T. repens	1	+	—	—	—	—	—	сл	сл	41	19	—	—	—	+	—	+	—	11	—	—
								6		сл	сл								9		
T. ambiguum	(дикий)	+	—	—	—	—	—	сл	сл	3	22	—	—	—	+	—	+	—	11	—	—
								7		сл	сл								8		
T. ambiguum	(культ.)	+	—	—	—	—	—	сл	сл	13	15	—	—	—	+	—	+	—	10	—	—
								7		сл	сл								4		
T. pratense	(дикий)	+	—	—	—	—	—	сл	сл	7	21	—	—	—	+	—	+	—	сл	—	—
								8		сл	сл								5		
T. pratense	(культ.)	+	—	—	—	—	—	сл	сл	7	20	—	—	—	+	—	+	—	11	—	—
								7		сл	сл								2		
T. hybridum		+	—	—	—	—	—	7	сл	сл	сл	—	—	—	+	—	+	—	5	—	—

* определения проведены на экстрактах до гидролиза или путем сравнения результатов до и после гидролиза.

1—до гидролиза;
2—после гидролиза.

Знаками + и — отмечены соответственно наличие и отсутствие указанных соединений по визуальной оценкэ,

Гаммааминомасляная кислота (ГАМК) и $_2$-NH_2-адипиновая кислота в процессе гидролиза частично разлагаются, а количество других аминокислот увеличивается, что дает основание полагать о наличии последних в связанном виде (пептиды и др.).

Количественная оценка непротеиногенных аминокислот у представителей отдельных родов выявила следующие особенности: наибольшее накопление ГАМК найдено у O. cyaneus, V. grosshelmii, O. transcaucasica, низкие количества у всех видов Trifolium, и еще меньше у L. pratensis. По α-NH_2-пимелиновой кислоте замечаются значительные расхождения между видами рода Trifolium. При этом наивысшие количества найдены у T. repens и T. ambiguum, низкие количества—у всех других видов.

Как показали двухгодичные опыты аспарагин обнаружен у всех исследуемых видов, кроме L. pratensis; однако, его количество варьирует довольно широко, δ-N-ацетилорнитин найден в высоких количествах у O. cyaneus, O. transcaucasica, в виде следов у L. pratensis, а у всех других видов отсутствует. Глутатион найден в значительных количествах у V. grossheimii, в меньших количествах—у O. cyaneus и не обнаружен у остальных изученных видов.

В некоторых случаях найдено значительное повышение аминокислот при возделывании диких форм в культурных условиях: у T. pratense аспарагин присутствует в виде следов у дикорастущей, и в значительных количествах у культурной формы. ГАМК значительно увеличивается при культивировании дикой формы T. ambiguum, но мало меняется у T. pratense.

Вышеприведенные данные являются новыми примерами значимости непротеиногенных аминокислот и их производных для характеристики химического состава и азотного метаболизма растений; они служат материалом для более широкого использования азотистых соединений в хемотаксономических целях.

Ереванский государственный университет

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Մ. Ա. ՑԻՐ-ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ,
Ն. ԽՈՒՆԳ ԿԻՄ, Ա. Խ. ԱՂԱՋԱՆՅԱՆ

Papilionaceae բնտանիի մի քանի ցեղերի ներկայացուցիչների ազոտեինոգեն ամինաթթուները

Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրվել է Հայկական ՍՍՀ Կալինինոյի շրջանի Լոռու փորձակայանի տերիտորիայից վերցրած թիթեռնածաղկավորների բնտանիքի մի քանի ցեղերին պատկանող տնսակների վեգետատիվ օրգանների բնդհանուր, ամինային ազոտի ձևերը և հաղվագյուտ ոչ-պրոտեինոգեն ամինաթթուները։

Ուսումնասիրված տնսակները նշանակալիորեն տարբերվում են լուծելի ամինային ազոտի և բնդհանուր ազոտի հարաբերությամբ, Հիդրոլիզից առաջ և հիդրոլիզից հետո ամինային ազոտների հարաբերության ցածր արժեքը վր-

կայում է պեպտիդների և սպիտակուցային բնույթի այլ նյութերի առկայության մասին, ցանովի T. pratense և T. ambiguum տեսակների մոտ այդ հարաբերություններ աճում է ի հաշիվ ապատ ամինաթթուների։

Ստացված տվյալները թույլ են տալիս ենթադրելու, որ ուսումնասիրված ամինաթթուներից մի քանիսը կարող են համարվել տվյալ տեսակին բնորոշ։ Դրանցից են լատիրինը, α-NH_2-ադիպինաթթուն, δ—N-ացետիլօրնիտինը, 5-օքսիպիպեկոլինաթթուն, հոմոարգինինը, L. pratense և O. cyaneus տեսակների մոտ։ Վերջինի մոտ նշված ամինաթթուներից բացի հայտնաբերվել է նաև γ-օքսիհոմոարգինին, իսկ L. pratense մոտ նաև՝ պիպեկոլինաթթու, որով և տարբերվում են այս տեսակները։

Trifolium ցեղի բոլոր տեսակները բնորոշվում են Ֆ-օքսի պիպեկոլինաթթվի, կանավանինի և α-NH_2-պիմելինաթթվի առկայությամբ, իսկ T. pratense տեսակը՝ N-ացետիլօրնիտինի, γ-օքսիօրնիտինի և սրնիտինի առկայությամբ։

Հավելագրում ոչ պրոտեինոգեն ամինաթթուների որակական պատկերը նշանակալի փոխվում է մղվածքի հիդրոլիզից հետո։ Շնորհիվ դրան, հայտնաբերվում են օրնիտին, դիօքսիֆենիլալանին, Ֆ-օքսի պիպեկոլինաթթու, պիպեկոլինաթթու, γ-օքսիօրնիտին և հիստամին։

Ստացված տվյալները մատնանշում են ոչ-պրոտեինոգեն ամինաթթուների և նրանց ածանցյալների նշանակությունը բույսերի պոտային նյութափոխանակության պրոցեսներում և կարող են օգտագործվել քեմոտաքսոնոմիական նպատակներով։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *B. A. Birdsong*, Canad. J. Bot., 38, No. 4 (1960). [2] *B. L. Turner* and *J. B. Harborne*, Phytochemistry, vol 6 (1967) [3] *B. Tschiersch* and *B. A. Birdsong*, Flora, 150, No. 1 (1961). [4] *E. A. Bell*, Biochem. J. 70, No. 4 (1958). [5] *E. A. Bell*, Biochem. J. 75, No. 3 (1960). [6] *A. N. Inamdar*, J. Scient and Industr. Res., Bc19 (1960). [7] *A. D. Deshmukh*, J. Scient and Industr. Res., c 20, No. 11 (1961). [8] *E. A. Bell*, Biochem. et biophys. acta, 47, No. 3 (1961). [9] *E A Bell*, Biochem. J., 83, No. 12 (1962). [10] *E. A. Bell*, Biochem. J. 91 (1964). [11] *S. L. N. Rao*, Biochemistry, No. 2 (1963) [12] *J Przybylska* and *7. Rymowicz*, Genetika polonica, 6, No. 1—2 (1965). [13] *C. Ressler*, J. Biol. chem., 237 (1962). [14] *E. A. Bell, A. S. L. Tirimanna*, Biochem. J. 97, No. 1 (1965). [15] *P. M Dunill* and *L. Fowden*, Phytochemistry, vol. 6 (1967). [16] *D. H. Brown* and *L. Fowden*, Phytochemistry, 5, No. 5 (1966). [17] *H. D Fowler*, Nature (Engl.), 193, No 4, 815 (1962). [18] *H. Neumark*, Nature (Engl), 1955, No. 4,841 (1962). [19] *А. В. Благовещенский, Е. В. Колобкова*, Эволюционная биохимия растений АН СССР, Изд. „Наука". М,. 1964. [20] *W. S. Harding, R. M. Mac Lean*, J. Biol. chem., vol. 24 (1916).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
LIV 1972 3

УДК 575

ГЕНЕТИКА

А. С. Петросян, академик АН Армянской ССР Г. А. Бабаджанян, Н. С. Саркисян

О содержании эндогенных регуляторов роста в листьях и корнях некротических гибридов пшеницы

(Представлено 7/X 1971)

Генетические основы гибридного некроза у пшениц изучены достаточно обстоятельно ([1–6]). Относительно физиологических причин гибридного некроза в литературе данных не имеется. Предполагается, что причиной преждевременной гибели гибридных растений может быть недостаток или избыток определенных веществ ([6–9]). Нами было сделано предположение, что одной из причин этого явления может быть нарушение в эндогенной регуляции роста физиологически активными веществами, вырабатываемыми самими растениями. Для проверки этого предположения нами были проведены исследования по определению эндогенных регуляторов роста (стимуляторов и ингибиторов) в различных фазах развития некротических гибридов и их родительских форм.

Для исследования были взяты некротические гибриды Лютесценс 1163 × Гостианум 0237 и Бенгалензе × Лютесценс 1163, погибающие на ранних стадиях развития (с генотипами $Ne_1^s ne_1 Ne_2^m ne_2$ и $Ne_1^s ne_1 Ne_2^m ne_2$ соответственно).

Разделение и определение содержания регуляторов роста в листьях и корнях некротических гибридов и их родительских форм проводили методом нисходящей хроматографии на бумаге. За основу была принята методика, разработанная Кефели и Турецкой ([10, 11]). Посев проводился в парниках 8/IX 1970 г. Для анализа были взяты растения в следующих фазах:

Через 5 дней после появления всходов (фаза одного листа).

Через 9 дней — (фаза 2-х листьев).

Через 28 дней (фаза кущения), когда один лист летального гибрида полностью был желтым.

Через 35 дней — когда у гибрида было 2 желтых листа.

Материал фиксировали кипящим этанолом, высушивали, размельчали и подвергали анализу. Во всех фазах развития фиксацию листьев и корней проводили отдельно, а в последних двух фазах отдельно фиксировали также зеленые и желтые листья. Из проб проводили 5–6-крат-

ную экстракцию ростовых веществ, которые очищали от перекисей подкисленным серным эфиром. Последний выпаривали в токе холодного воздуха, а остаток заливали 96%-ным этанолом. Отфильтрованную вытяжку наносили на хроматографическую бумагу (Ленинградская № 2. медленная). Очистку нанесенных пятен проводили толуолом. Для разделения использовали и щелочную (Н—бутанол—NH_4OH—вода в отношении 10:1:1) и кислую (15-% уксусная кислота)-растворители. Хроматограммы просматривали при дневном, УФ свете и в УФ в парах аммиака. После просмотра составлялась копия хроматограмм с указанием расположения пятен и ставили на биотест. Оценку пятен на гормональную активность по приросту отрезков колеоптилей пшеницы Эритролеуког 12 проводили по методу Бояркина [12, 13]. Гистограммы строили на основании трех биологических испытаний. Горизонтальная линия в

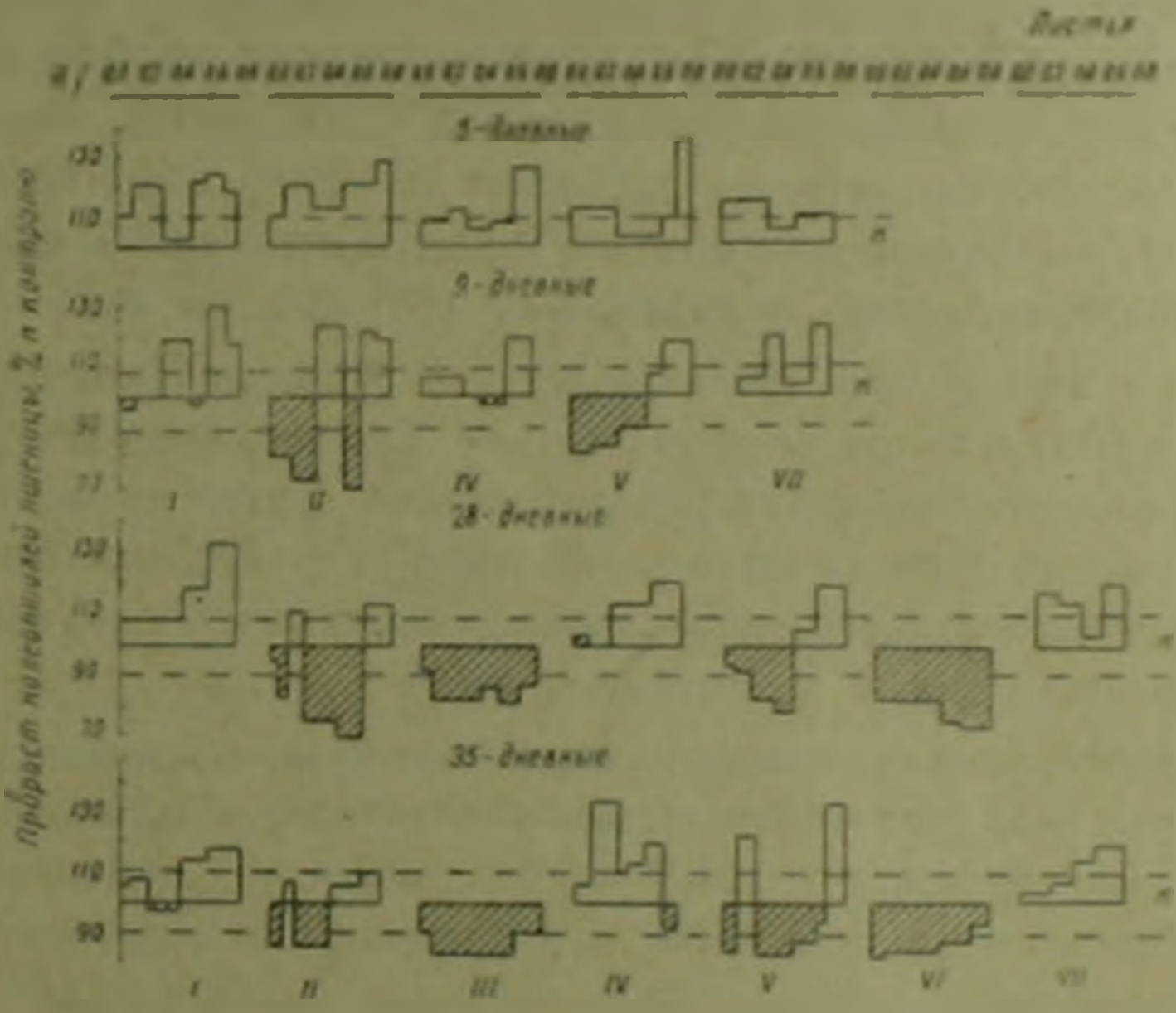


Рис. 1. Гистограммы эндогенных регуляторов роста (ауксинов и ингибиторов) в экстрактах из листьев некротических гибридов и их родителей I—Бенгаленсе, II—Бенгаленсе × Лютесценс 1163 (зеленые), III—Бенгаленсе × Лютесценс 1163 (желтые); IV—Лютесценс 1163; V—Лютесценс 1163 × × Гостинаум 0237 (зеленые), VI—Лютесценс 1163 × Гостинаум 0237 (желтые); VII—Гостинаум 0237

каждой диаграмме (100%-ный уровень активности) относится к контрольным объектам, обработанным только 2%-ным раствором сахарозы. После получения результатов анализа с биотестом из того же образца брали навеску и повторно подвергали хроматографированию с целью предварительной идентификации полученных пятен химическими реактивами. Пятна обрабатывали $AgNO_3$ без NaOH и с NaOH, хлорным железом, диазотированной сульфаниловой кислотой, ванилиновым реактивом, реактивом Сальковского и Эрлиха. На основании полученных данных окраски при дневном свете, окраски в УФ свете, в атмосфере NH_3 и по Rf пятна судили о возможной природе данного регулятора роста

В фазе одного листа в листьях некротических гибридов Бенгалензе × Лютесценс 1163, Лютесценс 1163 × Гостианум 0237 и у родительских компонентов обнаруживаются стимуляторы роста. Биологическая активность этих веществ в зависимости от родительских пар и комбинации лежит в пределах 20—26%. Как показывает гистограмма (рис. 1) стимуляторы роста у гибрида Лютесценс 1163 × Гостианум 0237 имеют большую активность, чем у родителей, а у Бенгалензе × Лютесценс 1163 находятся на уровне родителя, имеющего высокую активность.

В фазе одного листа, как у летальных гибридов, так и у родительских форм обнаруживаются только стимуляторы роста, которые на основании цветных реакций, свечения в УФ свете, Rf пятна и роста биотеста нами отнесены к индольным веществам.

В фазе двух листьев у летальных гибридов в листьях, наряду со стимуляторами роста, обнаруживаются и ингибиторы, имеющие высокую ингибирующую способность. Анализы девятидневных листьев гибрида Бенгалензе × Лютесценс 1163 (рис. 1) показывают, что ингибирующая способность этих веществ достигает 20—28%. Идентификация пятен показала, что эти ингибиторы могут быть отнесены к флавоноидам, стимулирующие вещества—к индольным (Rf=0,4, 0,7, 0,8).

Аналогичная картина наблюдается и у гибрида Лютесценс 1163 × × Гостианум 0237 в возрасте двух листьев. Таким образом, в ранних фазах роста и развития растений у родительских сортов происходит накопление стимуляторов роста индольного типа, а у некротических летальных гибридов наблюдается синтез флавоноидных веществ, которые тормозят дальнейший рост и развитие растений.

Наши исследования показали, что в фазе кущения в зеленых листьях некротических гибридов наблюдается образование большого количества ингибирующих веществ с 24,5—30% степенью подавления роста (рис. 1). Помимо ингибиторов роста, экстракты из листьев гибридов содержат и стимуляторы роста с 14% ростовой активностью.

В этой же фазе стимуляторы роста в экстрактах родительских сортов Бенгалензе × Лютесценс 1163 имеют 24,8 и 34,4% активность.

В дальнейших фазах роста, к 35-дневному возрасту, в зеленых листьях некротических гибридов количество ингибиторов постепенно увеличивается.

Гистограммы (рис. 1) показывают, что у гибридов Бенгалензе × × Лютесценс 1163 и Лютесценс 1163 × Гостианум 0237 наблюдается увеличение количества фенольных и флавоноидных веществ, а количество индольных веществ постепенно уменьшается, составляя 10—17% по сравнению с контролем, в то время как у родителей они не меняются и остаются в пределах 17—34%.

В фазе 35-дневного возраста у гибридных растений количество индольных веществ уменьшается, а количество ингибиторов увеличивается. Увеличение ингибиторов уже отрицательно действует на дальнейшие процессы роста и развития.

У родительских сортов этого не наблюдается, напротив, здесь происходит накопление стимуляторов роста индольного характера с высокой стимуляционной активностью

Анализы погибших листьев 28- и 35-дневных (рис 1) некротических гибридов показали наличие фенольных и флавоноидных веществ, напоминающих эскулин и галловую кислоту (Rf=0,22, 0,4 и 0,6), которые ингибируют рост биотеста

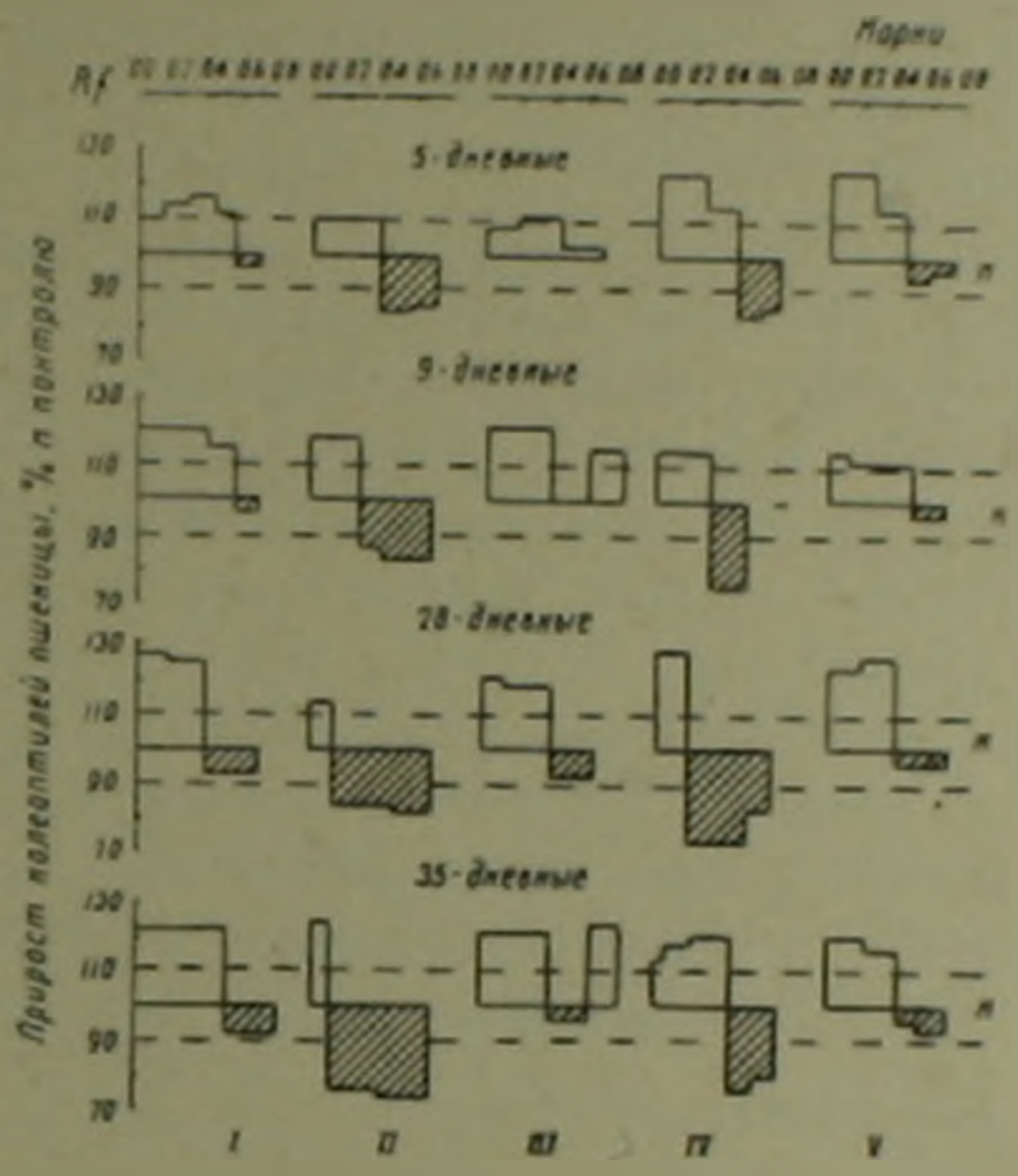


Рис. 2. Гистограммы эндогенных регуляторов роста (ауксинов и ингибиторов) в экстрактах из корней летальных некротических гибридов и их родителей.

I—Бенгалензе; II—Бенгалензе × Лютесценс 1163, III—Лютесценс 1163, IV—Лютесценс 1163 × Гостианум 0237; V—Гостианум 0237. Пунктирными линиями ограничен интервал достоверности (1±10%)

В противоположность листьям, в корнях гибридов в фазе одного листа уже обнаруживаются ингибирующие рост вещества (рис 2), которые по своим свойствам также напоминают фенольные ингибиторы, встречающиеся в листьях.

В корнях родительских сортов эти вещества проявляются в виде следов (4%).

Накопление фенольных ингибиторов в корнях происходит в фазе 5-дневных растений, до появления фенокритической фазы в листьях. Количество фенольных веществ в корнях гибридных растений увеличивается к 9-дневному возрасту.

Так, у гибрида Бенгалензе × Лютесценс 1163 процент ингибирования составляет 15%, а у гибрида Лютесценс 1163 × Гостианум 0237—24%, в то время как у родителей составляет 2—3%.

В фазе кущения у 28- и 35-дневных корней у гибридных растений в отличие от родителей ингибирующая способность доходит до 26—30%.

Вероятно гены-регуляторы, управляющие синтез индольных веществ у некротических гибридов, на ранних фазах развития действуют нормально, а в последующих фазах они репрессируются и синтез этих веществ ингибируется.

Исходя из изложенного, можно заключить, что постепенное увеличение ингибиторов в корнях гибридов и соответствующее снижение стимулирующих веществ является одной из причин, приводящих к гибели этих растений.

Результаты наших исследований позволяют сделать следующие выводы: в ранних стадиях развития (5-дневные) в листьях некротических гибридов Бенгалензе×Лютесценс 1163, Лютесценс 1163×Гостианум 0237 и у родительских форм образуются эндогенные ростовые вещества индольного характера. Накопление ингибирующих веществ типа фенолов в листьях некротичеоких гибридов наблюдается только с 9-дневного возраста и их активность возрастает по мере роста и развития растений. При этом происходит соответствующее снижение активности стимуляторов роста. В погибших листьях некротических растений обнаруживаются только ингибиторы типа фенолов и флавоноиды. Комплементарное взаимодействие генов Ne_1 и Ne_2 в гибридных растениях выявляется очень рано и уже в 5-дневном возрасте до появления фенокритической фазы в корнях наблюдается накопление фенольных веществ, ингибирующее действие которых постепенно усиливается по мере роста и развития растений, что в конце концов приводит к гибели растений.

Лаборатория генетики растений Арм. НИИЗ

Ա. Ա. ՊՕՏՐԻՈՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Գ. Հ. ԲԱԲԱՋԱՆՅԱՆ, Ն. Ս. ՍԱՐԴՅԱՆ

Աճման էնդոգեն կանոնավորիչները ցօրենի նեկրոտիկ հիբրիդների տերևներում և արմատներում

Փափուկ ցորենների նեկրոտիկ հիբրիդների մոտ աճման էնդոգեն կանոնավորիչների (ռուքսինների և ինհիբիտորների) որոշման նպատակով ուսումնասիրվել են Բենգալենզե×լյուտեսցենս 1163, լյուտեսցենս 1163×Հոստիանում 0237 ուժեղ նեկրոտիկ հիբրիդները և նրանց ծնողական ձևերը։

Ուսումնասիրությունները կատարվել են զարգացման տարբեր ֆազերում սկսած մեկ տերև հասակից մինչև թփակալման ֆազը։

Հետազոտությունները թույլ տվեցին եղրակացնելու, որ զարգացման վաղ փուլերում նեկրոտիկ հիբրիդների և նրանց ծնողական ձևերի տերևներում գոյանում են ինդոլային տիպի աճման էնդոգեն նյութեր։

Կոմպլեմենտար Ne_1 և Ne_2 գեների փոխազդեցությունն սկսվում է զարգացման վաղ ստադիաներում և 5 օրական հասակի արմատներում (ծլումից հաշված), իսկ տերևներում 9 օրեկան հասակում, մինչև ֆենոկրիտիկ ֆազի արտահայտումը դիտվում է աճը ճնշող ֆենոլային ու ֆլավոնոիդային նյութերի գոյացում, որոնց քանակը զարգացման հետագա ֆազերում ավելանում է, իսկ աճը խթանող նյութերի քանակը համապատասխանաբար՝ պակասում։

Աճեցած տերևներում նկատվում է միայն աճը ճնշող ֆենոլային ու ֆլավոնոիդային նյութերի առկայություն։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Г. А. Бабаджанян.* Биол. журн. АН Арм. ССР. т. XXIII, № 11 (1970). [2] *А. Ф. Мережко.* „Генетика", VI, № 1 (1970). [3] *R. M. Caldwell, L. E. Compton.* Heredity, № 34, 3 (1943). [4] *J. G. Hermsen,* Genetica, № 33, 245 (1963). [5] *E. Y. Heyne, G. A. Wiebe, R. H. Painter,* J. Heredity, 34, № 8 (1943). [6] *H. Schmalz,* Die Zuchter 29, № 5, 207 (1959). [7] *D. U. Gerstel.* Genetics, v. 39 (1954). [8] *D. R. Mc. Calla,* Canadian J. of Botany, v. 39, № 26 (1961). [9] *H. Taxopeus* and *J. G. Hermsen,* Euphytica, v. 13, № 1 (1964). [10] *В. И. Кефели, Р. Х. Турецкая.* Сб. Методы определения регуляторов роста и гербицидов. 20, изд. «Наука», 1966. [11] *В. И. Кефели, Р. Х. Турецкая* Физиол. раст., 15, 569 (1968). [12] *Л. Н. Бояркин.* ДАН СССР, 59, 19, 48 (1951). [13] *Р. Х. Турецкая, В. И. Кефели, Л. М. Коф.* Физиол. раст., 13, 29, (1966).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LIV 1972 3

УДК 595.4292

АКАРОЛОГИЯ

А. Т. Багдасарян

Два новых вида эриофиоидных клещей на миндале из Армении (Acarina, Eriophyoidea)

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Давтяном 13/X 1971)

В литературе до настоящего времени на обыкновенном миндале (Amygdalus communis L.) отмечалось два вида эриофиоидных клещей: Aceria phloeocoptes (Nal.) и Aculus cornutus (Banks) ([1, 2]). При фаунистических исследованиях на этой же культуре в Армении, кроме этих двух видов было обнаружено еще два новых для науки вида эриофиоидных клещей, описание которых приводится в настоящей статье. При описании клещей размеры даются не только для голотипа и аллотипа, но и для паратипов (последние приводятся в скобках).

Размеры даются в микронах.

Типы новых видов хранятся в коллекциях Зоологического института АН Армянской ССР.

Eriophyes amygdali Bagdasarian, sp. n. (рис. 1).

Самка. Тело удлиненное, червеобразное, окраска беловатая; длина тела 200 (160—210), ширина 60 (50—60). На дорзальном щитке проподосомы линии хорошо выражены; медианная линия доходит до середины щитка, а адмедианные и субмедианные линии—до переднего края щитка; длина дорзального щитка 30 (28—30), ширина 36 (34—36).

На переднем крае щитка лобный выступ хорошо выражен, длина его 2—2,5, ширина (у основания) 2—2,5. На лапках ног подкоготковая щетинка имеется. Эмподий ног с 4 парами лучей. Генитальный клапан без линий, длина клапана 12 (10—13), ширина 21 (21—23). Гистеросома равнокольчатая, число спинных полуколец 44 (44—49), брюшных 45 (45—48). Спинные полукольца гладкие, брюшные покрыты округлыми микробугорками. Число брюшных полуколец от тазиков ног до латеральных щетинок 6 (6—7), от латеральных до вентральных щетинок 1 7 (7—10), от вентральных 1 до вентральных 11 12 (11—12), от вент-

ральных II до вентральных III 16 (15—16), от вентральных III до каудальных щетинок 4 (4—5).

Латеральные щетинки находятся на 42 (42—43) вентральные I на 33 (32—33), вентральные II на 21 (20—21), вентральные III—на 5 (4—5) брюшных гистеросомальных полукольцах, считая сзади.

Размеры: длина хелицера 16 (15—16), рострума 17 (16—17) Длина ног I 30 (28—30), голени I 6,5 (6—6,5), лапки I 7 (7—7,5), коготка I 8 (8—8,5) Длина ног II 27 (26—28), голени II 5 (5—5,5) лапки II 7 (7—7,5), коготка II 9 (9—9,5). Длина тазиковых щетинок: I 8 (8—9) II 26 (26—27), III 30 (30—32) Длина щетинок идиосомы: s. dors. 20 (расстояние между ними 16), s. gen. 14 (13—15), s. lat. 25 (23—25), s. vent. I 40 (36—40), s. vent. II 11 (10—12), s. vent. III 26 (25—26), s. caud. 75 (70—80).

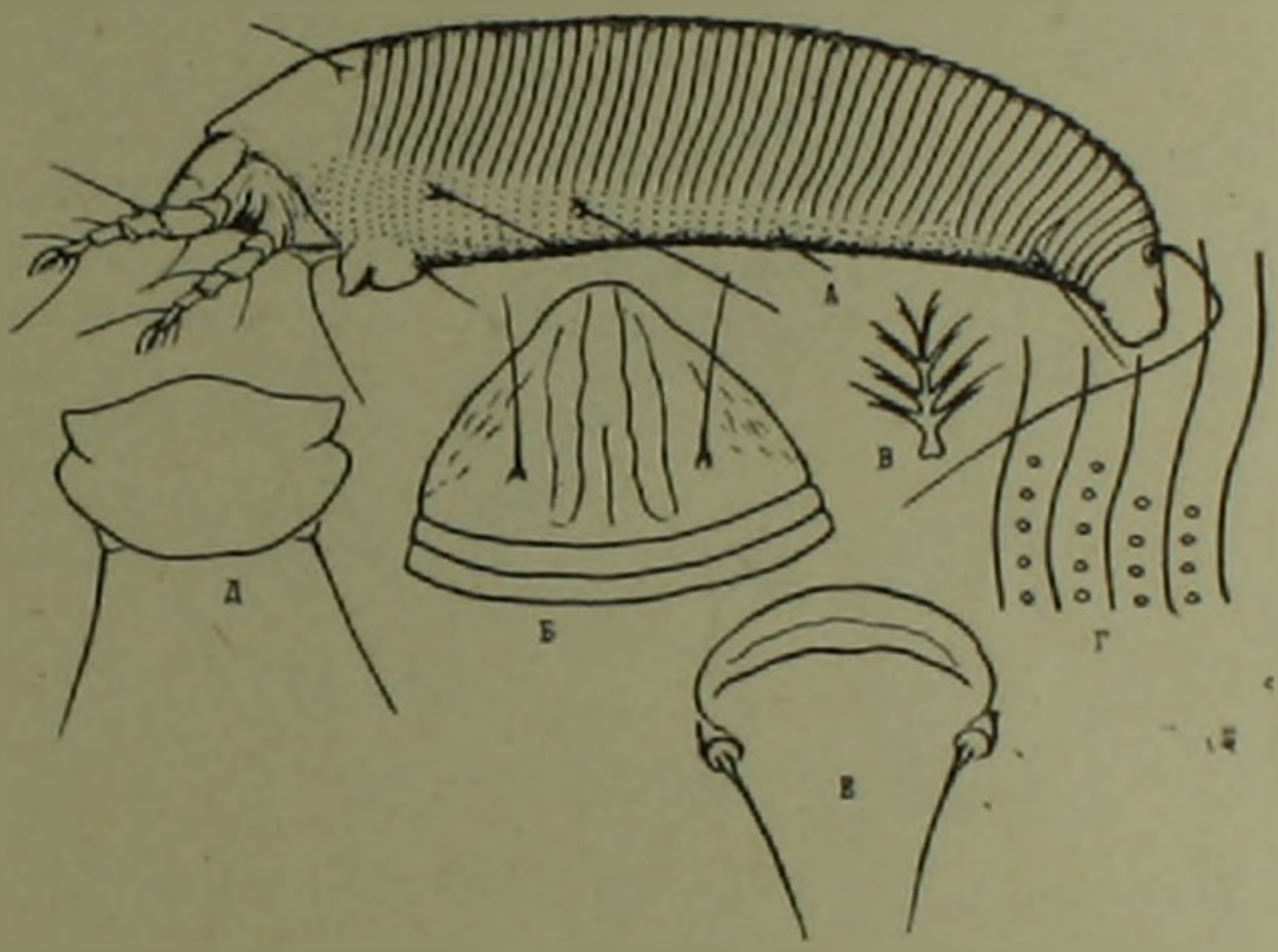


Рис. 1. Eriophyes amygdali Bagdasarian, sp. n. *А*— сбоку; *Б*— дорзальный щит с щетинками; *В*—эмподий ног; *Г*—полукольца гистеросомы; *Д*—генитальный клапан ♀; *Е*—генитальный клапан ♂

Самец. Длина тела 180 (180—190), ширина 45 (45—60) Гистеросомальные полукольца с обеих сторон тела покрыты мелкими округлыми микробугорками. Число полуколец гистеросомы со спинной стороны 52 (48—52), а с брюшной—51 (49—51).

Размеры: длина хелицера 14 (12—14), длина дорзального щитка 27 (27—30), ширина 38 (37—39), длина ног I 24 (23—24), ног II 22 (21—22).

Клещ обитает на нижней стороне листьев миндаля (Amygdalus communis L.), вызывает плоский эриеум. Волоски эриеума в своих дистальных концах расширяются и прилипают друг к другу так, что сверху эриеум кажется как бы щитом, под которым живут клещи.

Собран в Еренане (3/IX 1964, 18/VI 1966, 1/VII 1966, 18/VI 1970) и в совхозе „Кармир дрош", Эчмиадзинского р-на (29/VI 1970, 22/X 1970), в 8 км западнее Еревана.

Голотип в препарате № 1184 б (18/VI 1970), аллотип в препарате № 1186 а (29/VI 1970), паратипы в препаратах 628 (17/VIII 1965), 696 (1/VII 1966), 1186 (29/VI 1970).

Новый вид хорошо отличается от других видов рода Eriophyes тем, что у него лобный выступ ясно выражен. Возможно в дальнейшем будет выделен в новый род.

Aculops parakarensis Bagdasarian, sp. n. (рис. 2).

Самка. Тело удлиненноверетеновидное, длина тела 150 (140—160), ширина 50 (40—50). Дорзальный щит проподосомы без линий, длина щитка 25 (24—28), ширина 30 (30—35). Лобный выступ дорзального

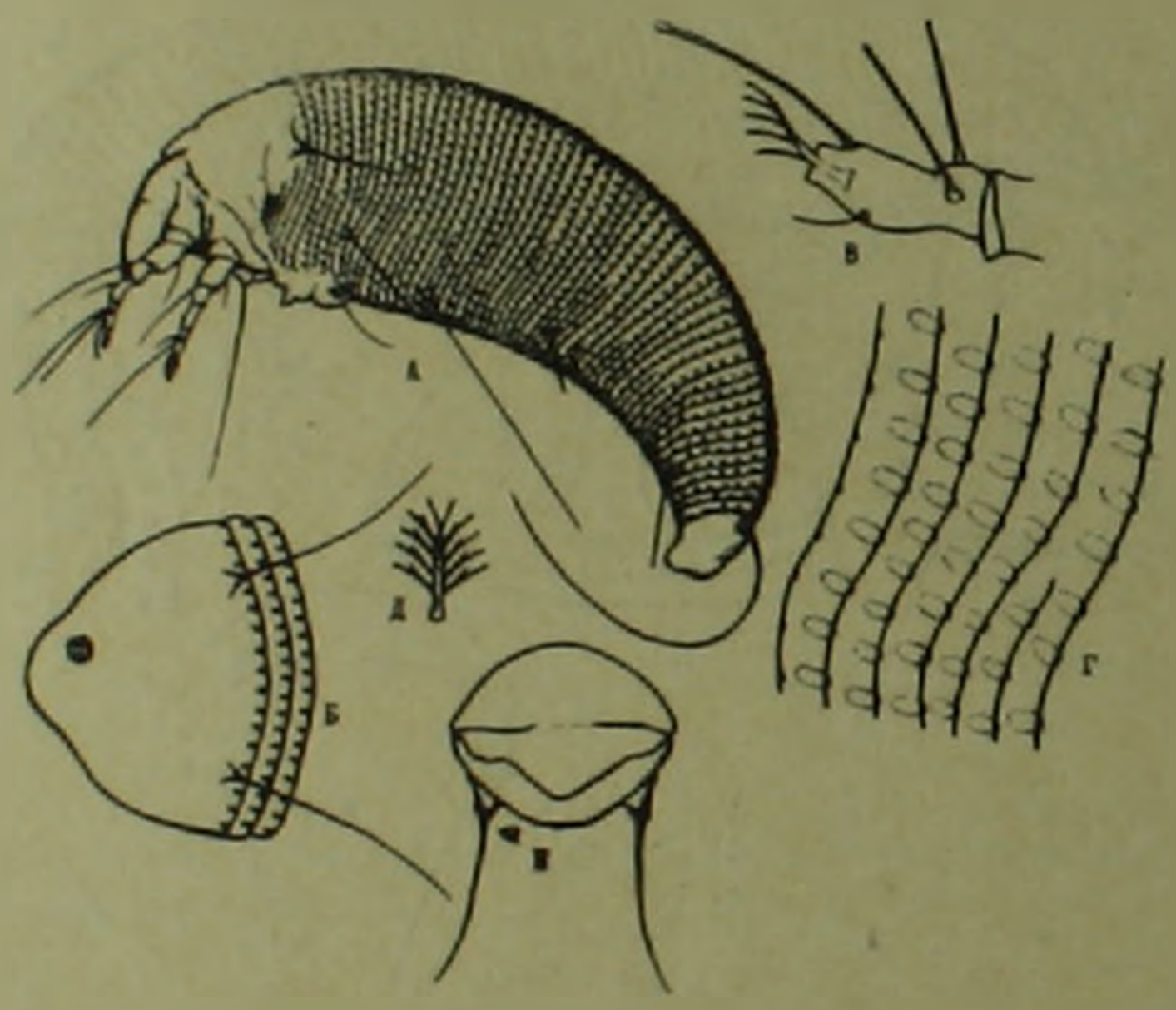


Рис. 2. Aculops parakarensis Bagdasarian, sp. n. *А*—♀ сбоку; *Б*—дорзальный щит с щетинками; *В*—лапка ног с эмподием; *Г*—полукольца гистеросомы; *Д*—эмподий ног; *Е*—генитальный клапан ♀

щитка узкий, длина его 7 (6—8), ширина в середине (сбоку) 1 (1—1.5). На лапках ног подкоготковая щетинка имеется. Эмподий ног с 5 парами лучей. Генитальный клапан без линий, длина клапана 15, ширина 20. Гистеросомальные полукольца со спинной и с брюшной сторон покрыты удлиненноокруглыми микробугорками, которые не всегда четко видны. Число спинных полуколец 47 (40—50), ширина их 2,5 (2—2.5). Число брюшных полуколец 59 (58—60), ширина их 1,5 (1,5—2). От тазиков ног до латеральных щетинок число брюшных полуколец 10 (9—10), от латеральных до вентральных щетинок I II (11—12), от вентральных I до вентральных II 15 (15—16), от вентральных II до вентральных III 19 (19—20). Между тазиками ног и генитальным отверстием число

брюшных полуколец—3. Латеральные щетинки находятся на 49 (49—50), вентральные I на 38 (38—39), вентральные II на 22 (22—23) и вентральные III на 4 (4—5) брюшных гистеросомальных полукольцах, считая сзади.

Акцессорных щетинок не имеется.

Размеры: Длина хелицера 20 (20—21), рострума 21 (21—22). Длина ног I 28 (26—28), голени I 5 (5—6), лапки I 7 (7—8), коготка I 9(9—10). Длина ног II 25(23—25), голени II 4(4—5), лапки II 6(6—7), коготка II 10(9—10). Длина щетинок идиосомы: s. dors. 22(20—22), s. gen. 20(18—20), s. lat. 23(20—23), s. vent. I 55(50—60), II 14(12—15), III 25(25—30), s. caud. 75(70—75).

Самец не обнаружен.

Клещ обитает на нижней стороне листьев миндаля (Amygdalus communis L.), свободно бродя среди волосков листа. Материал собран на территории совхоза „Кармир дрош", Эчмиадзинского района (12/IX 1966).

Голотип и паратипы в препарате № 706 (12/IX 1966).

Aculops parakarensis Bagdasarian, sp. n. по строению тела и эмподия ног похож на Aculops carsonellus K. (3). Однако от последнего новый вид хорошо отличается по строению дорзального щитка проподосомы, генитального клапана и по ряду других морфологических признаков.

Зоологический институт
Академии наук Армянской ССР

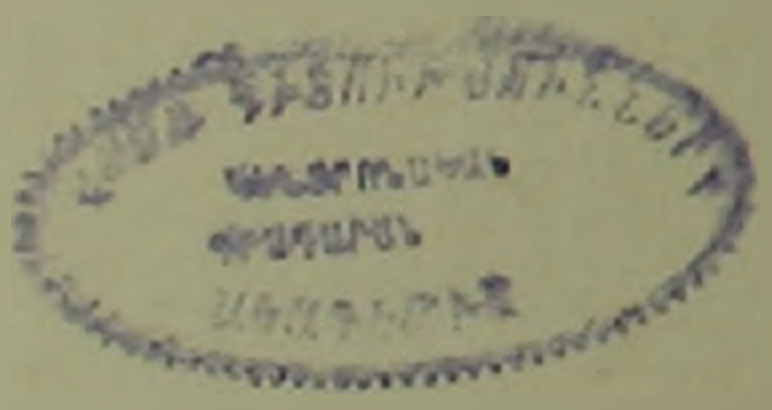
Ա. Տ. ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ

Էրիոֆիոիդ տզերի երկու նոր տեսակ նշենուց Հայաստանում (Acarina, Eriophyoidea)

*Էրիոֆիոիդ տզերից, որպես նշենու (*Amygdalus communis L.*) վնասատուներ, մինչև հիմա նշվել է 2 տեսակ՝* Aceria phloeocoptes (Nal.) *և* Aculus cornutus (Banks)*։ Բացի այդ տեսակներից Հայաստանում նշենու վրա հայտնաբերվել է գիտության համար 2 նոր տեսակ, որոնց նկարագրությունը տրվում է ներկա հոդվածում՝*

1. Eriophyes amygdali Bagdasarian, sp. n., *որը նշենու տերևի ստորին և-բնսի վրա առաջացնում է հարթ թաղիք (էրինեում)։ Հայաստանում նշենուն վնասում է առայժմ միայն Օրևանում և նրա շրջակայքում։*

2. Aculops parakarensis Bagdasarian, sp. n., *որը ապրում է նշենու տերևի ստորին երեսի վրա, ազատ թափառում է մազմզուկների արանքում։ Շատ քիչ բանակությամբ նշենու վրա հանդիպում է միայն էջմիածնի շրջանի «Կարմիր դրոշ» սովխոզի այգիներում։*

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *H. Buhr*, Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. II 895. 1965. [2] *H. H. Kelfer*, Bull. of the California insect Survey 2, 1: 43, 1952. [3] *H. H. Kelfer*, Eriophyid studies B-21. Bur. ent. Calif. Dept. Agric. spec. publ. (Nov. 17): 17—28, 1966.