

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր  
Д О К Л А Д Ы

AЖ 194

XXIII, № 1

1956

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս,  
Ա. Լ. ԹԱՄՏԱԶՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ,  
Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս  
(պատ. խմբագիր), Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Լ. ՄՆՋՈՒ-  
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ,  
ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Մ. ՋՐԱՍՏՅԱՆ, ՀՍՍՐ  
ԳԱ թղթակից անդամ (պատ. խմբագրի տնօրեն)

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик АН АрмССР  
(отв. редактор), Г. С. ДАВТЯН, академик АН  
АрмССР, М. М. ДЖРБАШЯН, чл.-корресп. АН  
АрмССР (зам. отв. редактора), В. О. КАЗАРЯН,  
А. Л. МНДЖОЯН, академик АН АрмССР,  
А. Г. НАЗАРОВ, чл.-корресп. АН АрмССР,  
А. Л. ТАХТАДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

Ի Ո Վ Ա Ն Ի Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Մարեմատիկա

Ի. Ս. Սարգսյան — Թեորեմներ ըստ Ֆուրյեի սովորական և ընդհանրացրած  
ինտեգրալների վերլուծութիւնների ընդհանրացրած գումարների մասին . . . . . 3

Հիւրավիկա

Վ. Գ. Սանոյան — Կախված ջրաբերուկների տեսութայն շուրջը . . . . . 11

Ֆիզիկական քիմիա

Ա. Մ. Գասպարյան և Ի. Ս. Հակոբյան — Հեղուկների մածուցիկութայն շա-  
փումը եռման կետից բարձր ջերմաստիճաններում . . . . . 17

Օրգանական քիմիա

Ս. Ա. Վարդանյան և Ս. Կ. Փիրենյան — Ացետիլենի պոլիմերացման մասին . . . . . 23

Բիոքիմիա

Մ. Ա. Տեր-Կաբապետյան, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, և Մ. Ն. Մալարյան —  
Բազմացող շաքարասնկերի կողմից գլյուկոզայի և քսիլոզայի ասիմիլյացիայի ըն-  
թացքում թթվածնի կլանման առանձնահատկութիւնների մասին . . . . . 29

Ստրատիգրաֆիա

Ս. Բ. Աբովյան — Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան մերձափնյա շրջանի էոցենի  
նստվածքների ստրատիգրաֆիայի մասին . . . . . 35

Միջատաբանութիւն

Ս. Մ. Խնձորյան — Սևամարմնիկների նոր տեսակ Հայկական ՍՍՌ-ից (Coleop-  
tera, Tonebrionidae) . . . . . 41

Ջկնաբանութիւն

Ի. Ա. Մայիլյան — Սևանի սիգերի պարագիտաֆաունան . . . . . 45

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>Математика</b>	
<i>И. С. Саргсян</i> — Теоремы о суммировании производных разложений в обычный и обобщенный интеграл Фурье . . . . .	3
<b>Гидравлика</b>	
<i>В. Г. Саноян</i> — К теории движения взвешенных наносов . . . . .	11
<b>Физическая химия</b>	
<i>А. М. Гаспарян</i> и <i>Р. Е. Акопян</i> — Измерение вязкости жидкостей при температурах выше кипения . . . . .	17
<b>Органическая химия</b>	
<i>С. А. Вартанян</i> и <i>С. К. Пиренян</i> — К вопросу механизма полимеризации ацетилена . . . . .	23
<b>Биохимия</b>	
<i>М. А. Тер-Карапетян</i> , чл.-корр. АН АрмССР, и <i>М. Н. Малатян</i> — Об особенностях поглощения кислорода при аэробной ассимиляции глюкозы и ксилозы, размножающимися дрожжевыми организмами . . . . .	29
<b>Стратиграфия</b>	
<i>С. Б. Абовян</i> — К стратиграфии эоценовых отложений северо-восточ- ного побережья озера Севан . . . . .	35
<b>Энтомология</b>	
<i>С. М. Хнзорян</i> — Новый вид чернотелок из Армянской ССР (Coleoptera, Tenebrionidae) . . . . .	41
<b>Ихтиология</b>	
<i>Р. А. Мацлян</i> — Паразитофауна севанских сигов . . . . .	45



И. С. Саргсян

Теоремы о суммировании производных разложений в обычный  
и обобщенный интеграл Фурье

(Представлено А. Л. Шагиняном 3.IV.1956)

1. В опубликованной ранее работе <sup>(1)</sup> нами были доказаны теоремы о равной суммируемости производных разложения функции с интегрируемым квадратом по собственным функциям оператора Штурма-Лиувилля и разложения в обычный интеграл Фурье по косинусам. Из этих теорем можно получить теоремы суммирования производных разложения по собственным функциям оператора Штурма-Лиувилля к значению соответствующих производных функций. Для этого необходимо иметь соответствующие теоремы суммирования производных разложения в обычный интеграл Фурье. В связи с этим, в работе <sup>(1)</sup> мы сформулировали теорему (см. теорему 5) о суммировании по методу Чезаро первой производной обычного ряда Фурье. Однако, по нашей вине, в формулировке этой теоремы содержится ошибка.

В настоящей заметке мы докажем теоремы о суммировании производных разложения в обычный интеграл Фурье и в силу теорем 4 и 7 работы <sup>(1)</sup> сформулируем соответствующие теоремы о суммировании по методу М. Рисса производных разложения по собственным функциям оператора Штурма-Лиувилля.

2. Относительно суммирования первой производной обычного ряда Фурье известна теорема Л. Фейера-А. Лебега (см., например, <sup>[2]</sup>). При помощи метода Б. М. Левитана дадим новое доказательство этой теоремы.

*Теорема 1\**. Пусть  $F\{f(x)\}$  означает обычный ряд Фурье функции  $f(x)$ . Ряд  $F'\{f(x)\}$  суммируем по методу М. Рисса первого порядка к значению  $f'(x_0)$ , если в точке  $x_0$  удовлетворяются следующие условия: 1) в некоторой окрестности точки  $x_0$   $f'(x)$  существует и суммируема; 2) в точке  $x_0$   $f'(x)$  — непрерывна\*\*.

Доказательство. Пусть  $f'(x)$  существует и суммируема в интервале  $(x_0 - \delta, x_0 + \delta)$ , ( $\delta > 0$ ). Далее, пусть  $\{f_n(x)\}$  — последовательность гладких функций, определенных на интервале  $(0, 2\pi)$  и схо-

\* Эта теорема более общая, чем теорема Л. Фейера-А. Лебега.

\*\* Из доказательства будет видно, что теорема верна и при предположении, что  $x_0$  — точка Лебега функции  $f(x)$ .

дящихся в среднем к функции  $f(x)$ . В силу гладкости функций  $f_n(x)$  имеем

$$f_n(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \{a_k^{(n)} \cos kx + b_k^{(n)} \sin kx\}, \quad (n = 1, 2, \dots), \quad (1)$$

где  $a_k^{(n)}$  и  $b_k^{(n)}$  коэффициенты Фурье функции  $f_n(x)$ , причем ряды (1) сходятся равномерно.

Пусть  $t$  произвольное действительное число  $|t| < \delta/2$ . Тогда из (1) следует

$$\frac{1}{2} \{f_n(x+t) + f_n(x-t)\} = \sum_{k=0}^{\infty} \{a_k^{(n)} \cos kx + b_k^{(n)} \sin kx\} \cos kt, \quad (n = 1, 2, \dots) \quad (2)$$

Обозначим через  $g_\epsilon(t)$  функцию, удовлетворяющую следующим условиям:

- 1)  $g_\epsilon(t)$  четна, т. е.  $g_\epsilon(-t) = g_\epsilon(t)$ ,
- 2)  $g_\epsilon(t)$  обращается в нуль вне интервала  $(-\epsilon, \epsilon)$ ,
- 3)  $g_\epsilon(t)$  имеет непрерывную вторую производную.

Пусть  $\psi_\epsilon(\mu) \cos$  — преобразование Фурье функции  $g_\epsilon(t)$ , т. е.

$$\psi_\epsilon(\mu) = \int_0^\epsilon g_\epsilon(t) \cos \mu t dt. \quad (3)$$

В силу условия 3 при  $\mu \rightarrow \infty$  имеет место оценка

$$\psi_\epsilon(\mu) = O\left(\frac{1}{\mu^2}\right). \quad (4)$$

Помножим обе части равенства (2) на  $g_\epsilon(t)$  и проинтегрируем по  $t$  от 0 до  $\epsilon$ . Тогда в силу (3), получим

$$\frac{1}{2} \int_0^\epsilon \{f_n(x+t) + f_n(x-t)\} g_\epsilon(t) dt = \sum_{k=0}^{\infty} \{a_k^{(n)} \cos kx + b_k^{(n)} \sin kx\} \psi_\epsilon(k), \quad (n = 1, 2, \dots). \quad (5)$$

Введем обозначения:

$$S_n(x, \mu) = \sum_{k < \mu} \{a_k^{(n)} \cos kx + b_k^{(n)} \sin kx\}, \quad (n = 1, 2, \dots).$$

Тогда равенства (5) примут вид.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi_\epsilon(\mu) d_\mu S_n(x, \mu) = \int_0^\epsilon \{f_n(x+t) + f_n(x-t)\} g_\epsilon(t) dt, \quad (n = 1, 2, \dots). \quad (6)$$

Сходимость последовательности  $\{f_n(x)\}$  к  $f(x)$  позволяет перейти к пределу под знаком интеграла в правой части (6), а оценка (4) обеспечивает сходимость последовательности  $\{S_n(x, \mu)\}$  к функции

$$S(x, \mu) = \sum_{k < \mu} \{a_k \cos kx + b_k \sin kx\},$$

где  $a_k$  и  $b_k$  коэффициенты Фурье функции  $f(x)$ . Итак, переходя к пределу в равенстве (6), получим

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi_\varepsilon(\mu) d_\mu S(x, \mu) = \int_0^\varepsilon \{f(x+t) + f(x-t)\} g_\varepsilon(t) dt. \quad (7)$$

Дифференцируя равенство (7) по  $x$  для  $x \in (x_0 - \delta/2, x_0 + \delta/2)$ , находим

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi_\varepsilon(\mu) d_\mu \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x} = \int_0^\varepsilon \{f'_x(x+t) + f'_x(x-t)\} g_\varepsilon(t) dt. \quad (8)$$

Положим

$$\alpha(x, \mu) = \int_0^\varepsilon \{f'_x(x+t) + f'_x(x-t)\} \cos \mu t dt. \quad (9)$$

В силу равенства Парсеваля для обычных интегралов Фурье из (3) и (9) следует

$$\int_0^\varepsilon \{f'_x(x+t) + f'_x(x-t)\} g_\varepsilon(t) dt = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \alpha(x, \mu) \psi_\varepsilon(\mu) d\mu. \quad (10)$$

Из (8) и (10) и четности функций  $\alpha(x, \mu)$  и  $\psi_\varepsilon(\mu)$  следует

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi_\varepsilon(\mu) d_\mu \left\{ \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x} - \frac{1}{\pi} \int_0^\mu \alpha(x, \nu) d\nu \right\} = 0. \quad (11)$$

В силу определений функций  $S(x, \mu)$  и  $\alpha(x, \mu)$ , при  $a \rightarrow \infty$  справедливы оценки:

$$\mathbb{V}_a^{a+1} \left\{ \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x} \right\} = o(a), \quad \mathbb{V}_a^{a+1} \left\{ \int_0^\mu \alpha(x, \nu) d\nu \right\} = o(1). \quad (12)$$

В силу оценок (12) применима одна тауберова теорема В. М. Левитана (см. теорему 3.2.2 работы [9]), согласно которой из формулы (11) следует, что средние по М. Риссу первого порядка функции

$$\frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x} - \frac{1}{\pi} \int_0^\mu \alpha(x, \nu) d\nu$$

стремятся к нулю равномерно в интервале  $(x_0 - \delta/2, x_0 + \delta/2)$ , т. е.

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) d\nu \left\{ \frac{\partial S(x, \nu)}{\partial x} - \frac{1}{\pi} \int_0^{\nu} \alpha(x, \sigma) d\sigma \right\} = 0$$

или

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) d\nu \frac{\partial S(x, \nu)}{\partial x} = \frac{1}{\pi} \lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \alpha(x, \nu) d\nu.$$

Для доказательства теоремы необходимо доказать справедливость равенства:

$$\frac{1}{\pi} \lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \alpha(x_0, \nu) d\nu = f'(x_0).$$

В силу определения функции  $\alpha(x, \nu)$ , мы имеем

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\pi} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \alpha(x_0, \nu) d\nu = \\ & = \frac{1}{\pi} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \left\{ \int_0^{\nu} [f'_x(x_0 + t) + f'_x(x_0 - t)] \cos \nu t dt \right\} d\nu. \end{aligned}$$

Меняя порядок интегрирования, получим

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \alpha(x_0, \nu) d\nu &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\mu} \left\{ f'_x(x_0 + t) + f'_x(x_0 - t) \right\} \left[ \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \cos \nu t d\nu \right] dt. \end{aligned} \quad (13)$$

Как известно (см. [4], стр. 234),

$$\int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \cos \nu t d\nu = \sqrt{2\pi} \mu \frac{I_{3/2}(\mu t)}{(\mu t)^{3/2}}. \quad (14)$$

Тогда из (13) и (14) мы получим

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \alpha(x_0, \nu) d\nu = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \mu \int_0^{\mu} \left\{ f'_x(x_0 + t) + f'_x(x_0 - t) \right\} \frac{I_{3/2}(\mu t)}{(\mu t)^{3/2}} dt. \quad (15)$$

Преобразуем интеграл в правой части (15) следующим образом:

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) \alpha(x_0, \nu) d\nu = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \mu \int_0^{\mu} \left\{ f'_x(x_0 + t) + f'_x(x_0 - t) - \right.$$

$$-2f'(x_0) \left\} \frac{I_{3/2}(\mu t)}{(\mu t)^{3/2}} dt + 2\sqrt{\frac{2}{\pi}} \mu f'(x_0) \int_0^{\mu} \frac{I_{3/2}(\mu t)}{(\mu t)^{3/2}} dt. \quad (16)$$

Заменой переменной в интегралах правой части равенства (16) приведем его к виду:

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{v^2}{\mu^2}\right) \alpha(x_0, v) dv = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{\mu} \left\{ f'_x \left( x_0 + \frac{z}{\mu} \right) + f'_x \left( x_0 - \frac{z}{\mu} \right) - \right. \\ \left. - 2f'(x_0) \right\} \frac{I_{3/2}(z)}{z^{3/2}} dz + 2\sqrt{\frac{2}{\pi}} f'(x_0) \int_0^{\mu} \frac{I_{3/2}(z)}{z^{3/2}} dz. \quad (17)$$

Оценим при больших  $\mu$  первый интеграл в правой части (17).

Обозначим через  $z$  произвольное положительное число и положим

$$\int_0^{\mu} \left\{ f'_x \left( x_0 + \frac{z}{\mu} \right) + f'_x \left( x_0 - \frac{z}{\mu} \right) - 2f'(x_0) \right\} \frac{I_{3/2}(z)}{z^{3/2}} dz = \\ = \left\{ \int_0^a + \int_a^{\mu} \right\} \left[ f'_x \left( x_0 + \frac{z}{\mu} \right) + f'_x \left( x_0 - \frac{z}{\mu} \right) - 2f'(x_0) \right] \frac{I_{3/2}(z)}{z^{3/2}} dz = I_1 + I_2. \quad (18)$$

В силу непрерывности функции  $f(x)$  в точке  $x_0$ , каково бы ни было число  $\delta > 0$ , можно подобрать число  $\mu_0$  настолько большим, что для всех  $\mu > \mu_0$  будет выполняться неравенство

$$|I_1| < \delta/2. \quad (19)$$

С другой стороны, выбрав  $a$  достаточно большим, мы добьемся неравенства

$$|I_2| < \delta/2. \quad (20)$$

Из оценок (19) и (20) и произвольности числа  $\delta$  следует равенство

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left\{ f'_x \left( x_0 + \frac{z}{\mu} \right) + f'_x \left( x_0 - \frac{z}{\mu} \right) - 2f'(x_0) \right\} \frac{I_{3/2}(z)}{z^{3/2}} dz = 0. \quad (21)$$

Переходя в равенстве (16) к пределу, в силу (21), получим

$$\frac{1}{\pi} \lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{v^2}{\mu^2}\right) \alpha(x_0, v) dv = 2\sqrt{\frac{2}{\pi}} f'(x_0) \int_0^{\infty} \frac{I_{3/2}(z)}{z^{3/2}} dz. \quad (22)$$

Согласно известной формуле (см. (6), стр. 428)

$$\int_0^{\infty} \frac{I_{\nu/2}(z)}{z^{\nu/2}} dz = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2}},$$

что с (22) дает равенство

$$\frac{1}{\pi} \lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right) (\alpha x_0, \nu) d\nu = f'(x_0),$$

чем и доказывается теорема.

В силу эквивалентности методов суммирования первого порядка по Чезаро и М. Риссу, из доказанной теоремы следует теорема Л. Фейера - А. Лебега.

В точности таким же образом доказывается.

*Теорема 2. Ряд  $F^{(k)}\{f(x)\}$  суммируем по М. Риссу  $k$ -го порядка к значению  $f^{(k)}(x)$  в точке  $x_0$ , если удовлетворяются следующие условия:*

1) в некоторой окрестности точки  $x_0 f^{(k)}(x)$  существует и суммируема.

2) в точке  $x_0 f^{(k)}(x)$  непрерывна.

Нетрудно видеть из доказательства, что теоремы 1 и 2 при тех же предположениях верны и для обычных интегралов Фурье.

Приведем формулировку этих теорем для любой производной.

*Теорема 3. Пусть выполнены следующие условия:*

1)  $f(x) \in L_2(0, \infty)$ ,

2) в некоторой окрестности точки  $x_0 f^{(k)}(x)$  существует и суммируема;

3) в точке  $x_0 f^{(k)}(x)$  непрерывна.

Тогда производная  $k$ -го порядка разложения функции  $f(x)$  в обычный интеграл Фурье в точке  $x_0$  суммируема по М. Риссу  $k$ -го порядка к значению  $f^{(k)}(x_0)$ .

3. Рассмотрим задачу:

$$y'' + \{\lambda - q(x)\}y = 0, \quad (I)$$

$$y(0) = 1, \quad y'(0) = 0. \quad (II)$$

Предположим, что функция  $q(x)$  действительна, определена на полупрямой  $(0, \infty)$  и суммируема в каждом конечном интервале. Далее, предположим, что спектр задачи (I) — (II) неотрицателен. Пусть  $\lambda = \mu^2$ , ( $\lambda > 0$ ). Обозначим через  $\varphi(x, \mu)$  решение уравнения (I), удовлетворяющее начальным условиям (II).

В работе (1) нами была доказана следующая теорема о равной суммируемости производных разложения функции с интегрируемым квадратом по собственным функциям задачи (I) — (II) и разложения в обычный интеграл Фурье:

Теорема 4. Если функция  $q(x)$  в каждом конечном интервале имеет суммируемую  $k$ -ю производную и  $f(x) \in L_2(0, \infty)$ , то равномерно в каждом конечном интервале имеет место равенство

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \int_0^{\mu} \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right)^k d\nu \left\{ \frac{\partial^k S(x, \nu)}{\partial x^k} - \frac{\partial^k S^*(x, \nu)}{\partial x^k} \right\} = 0,$$

где функции  $S(x, \mu)$  и  $S^*(x, \mu)$ , соответственно, разложения функции  $f(x)$  в обобщенный интеграл Фурье и в обычный интеграл Фурье.

Из теорем 3 и 4 следует следующая

Теорема 5. Пусть функция  $q(x)$  в каждом конечном интервале имеет суммируемую  $k$ -ю производную и выполнены следующие условия:

- 1)  $f(x) \in L_2(0, \infty)$ ,
- 2) в некоторой окрестности точки  $x_0$   $f^{(k)}(x)$  существует и суммируема,
- 3) в точке  $x_0$   $f^{(k)}(x)$  непрерывна.

Тогда производная  $k$ -го порядка разложения функции  $f(x)$  по собственным функциям оператора Штурма-Лиувилля в точке  $x_0$  суммируема по методу М. Рисса  $k$ -го порядка к значению  $f^{(k)}(x_0)$ .

В заключение искренне благодарю моего учителя проф. Б. М. Левитана, под руководством которого выполнена настоящая работа.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

Ի. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Թեորեմներ ըստ Ֆուրյեի սովորական և ընդհանրացրած ինտեգրալների վերլուծութիւնների ածանցյալների ընդհանրացրած գումարների մասին

Հոգովածում ապացուցվում են թեորեմներ ըստ Ֆուրյեի սովորական ինտեգրալների վերլուծութիւն ածանցյալների ընդհանրացրած գումարների մասին Այնուհետև.

(1) աշխատանքի ? թեորեմայի հիման վրա ապացուցվում է հետևյալ թեորեման՝

Թեորեմա. 'Իհարկե՛ն հետևյալ խնդիրը՝

$$y'' + \{\lambda - q(x)\}y = 0, \quad (0 < x < \infty), \quad (1)$$

$$y(0) = 1, \quad y'(0) = 0, \quad (2)$$

որ հանախ անվանում են Շուրմ-Լիուվիլի խնդիր:

Երբ  $q(x)$  ֆունկցիան ամեն մի վերջավոր ինտերվալում ունի հանրագումարելի  $k$ -րդ կարգի ածանցյալ և տեղի ունեն հետևյալ պայմանները՝

1)  $f(x) \in L_2(0, \infty)$ ,

2)  $x_0$  կետի որե՛կ երջակայում  $f^{(k)}(x)$  գոյություն ունի և հանրագումարելի է.

3)  $x_0$  կետում  $f^{(k)}(x)$  անընդհատ է.

այսպէս  $f(x)$  ֆունկցիայի ըստ Շուրմ-Լիուվիլի օպերատորի սեփական ֆունկցիաների վերլուծութիւն  $k$ -րդ ածանցյալի Լ. Ռիսսի  $k$ -րդ կարգի ընդհանրացրած գումարը  $x_0$  կետում հավասար է  $f^{(k)}(x_0)$ .

ЛИТЕРАТУРА — ФРЦЦУ. Ы П Р Ф З П Р Ы

<sup>1</sup> И. С. Саргсян, ДАН СССР, т. 104, 6, 1955, 821—824. <sup>2</sup> И. П. Натансон, Теория функций вещественной переменной, М.-Л., 1950. <sup>3</sup> Б. М. Левитан, Мат. сборник, т. 35(77); 2, 1954, 267—316. <sup>4</sup> Е. Титчмарш, Введение в теорию интегралов Фурье, Гостехиздат, М.-Л., 1948. <sup>5</sup> Г. Ватсон, Теория Бесселевых функций, Гостехиздат, М.-Л., 1949.

В. Г. Саноян

## К теории движения взвешенных наносов

(Представлено И. В. Егиазаровым 12.VI.1956)

Теория движения взвешенных частиц в турбулентном потоке представляет большой, как теоретический, так и прикладной интерес.

Ввиду сложности этого вопроса, исследования по движению взвешенных наносов велись до сих пор, главным образом, экспериментально. За последнее время некоторые исследователи приступили к теоретическому рассмотрению этого вопроса (<sup>1-5</sup>).

Диффузионная теория В. М. Маккавеева (<sup>4</sup>) рассматривает движение взвешенных частиц подобно тому, как обычно рассматривают диффузионные процессы в турбулентном потоке, т. е. принимает, что взвешенные частицы представляют собой субстанцию, переносимую потоком, но не оказывающую обратного влияния на динамику несущего потока.

М. А. Великанов (<sup>5</sup>) в своей гравитационной теории впервые указал на необходимость учета воздействия взвешенных частиц на динамику потока. Основная идея этой теории состоит в том, что энергия, освобожденная при переходе массы неоднородной жидкости с высоких отметок на более низкие отметки, расходуется на преодоление всех сопротивлений, приращение кинетической энергии и на взвешивание наносов. Однако М. А. Великанов энергию, затраченную потоком на взвешивание частиц, включил в уравнение баланса не пульсационной, а осредненной энергии, в то время как взвешивание частиц совершается за счет пульсации скоростей. Поэтому основное уравнение М. А. Великанова не признается правильным.

В работе Г. И. Баренблатта (<sup>6</sup>) вышеуказанная энергия вводится в уравнение баланса пульсационной энергии.

В настоящей статье дается вывод уравнений балансов пульсационной и осредненной энергий несколько иным путем и доказывается, что при известных допущениях в случае плоского движения слабое, учитывающее работу взвешивания, аналогично трансформации кинетической энергии среднего движения в кинетическую энергию пульсации, входит в вышеупомянутые уравнения с противоположными

знаками. Это обстоятельство соответствует схеме, приведенной в работе А. Н. Колмогорова (7).

Напишем уравнение количества движения, уравнение баланса массы и уравнение неразрывности двухфазной жидкости в предположения о малости относительного объема взвешенных частиц и малости ускорений потока сравнительно с ускорением силы тяжести (6)

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho_{\partial} V_i) + \frac{\partial}{\partial x_a} (\rho_{\partial} V_i V_a) = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ai}}{\partial x_a} - \rho_{\partial} g_i, \quad (i = 1, 2, 3) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho_{\partial}}{\partial t} + \frac{\partial \rho_{\partial} V_a}{\partial x_a} = 0. \quad (2)$$

$$\frac{\partial V_a}{\partial x_a} = 0. \quad (3)$$

При выводе этих уравнений принята прямоугольная система координат  $x_1, x_2, x_3$ , ось  $x_3$  направлена вертикально вверх. Обозначения следующие:

$\rho_{\partial} = \rho(1-s) + \rho_s s$  — плотность неоднородной жидкости, где,  $\rho$  и  $\rho_s$  плотности соответственно жидкой и твердой фаз,  $s$  — относительное содержание взвешенных частиц (мутность),  $V$  — скорость,  $p$  — давление,  $\tau$  — тензор вязких напряжений неоднородной жидкости,  $g$  — ускорение силы тяжести.

В вышеприведенных формулах и далее предполагается суммирование по повторяющимся греческим индексам от единицы до трех.

В силу малости объема взвешенных частиц везде кроме члена с множителем  $g$  можно производить замену  $\rho_{\partial} \approx \rho$ . Тогда уравнение (1) запишется в следующем виде:

$$\rho \frac{\partial V_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_a} (\rho V_i V_a) = - \rho g_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ai}}{\partial x_a}, \quad (4)$$

осреднение которого даст:

$$\rho \frac{\partial \bar{V}_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_a} (\rho \bar{V}_i \bar{V}_a) = - \frac{\partial \rho (\bar{V}_i \bar{V}_a)}{\partial x_a} - \bar{\rho} g_i - \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial \bar{\tau}_{ai}}{\partial x_a} \quad (4')$$

или

$$\rho \frac{\partial \bar{V}_i}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x_a} (\rho \bar{V}_i \bar{V}_a + \rho \bar{V}_a \bar{V}_i - \bar{\tau}_{ai}) - \bar{\rho} g_i - \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i}. \quad (5)$$

Помножим уравнения (5) осредненного движения соответственно на  $\bar{V}_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ).

Тогда, пользуясь уравнениями (2), (3), для отдельных членов будем иметь выражения:

$$\rho \bar{V}_i \frac{\partial \bar{V}_i}{\partial t} = \frac{1}{2} \frac{\partial \rho \bar{V}_i^2}{\partial t}; \quad \bar{V}_i \frac{\partial}{\partial x_a} (\rho \bar{V}_i \bar{V}_a) = \bar{V}_i \left( \bar{V}_a \frac{\partial \rho \bar{V}_i}{\partial x_a} + \bar{V}_i \frac{\partial \rho \bar{V}_a}{\partial x_a} \right) = \frac{1}{2} \bar{V}_a \frac{\partial \rho \bar{V}_i^2}{\partial x_a};$$

$$\begin{aligned} \bar{V}_i \frac{\partial}{\partial x_\alpha} (\rho \bar{V}'_\alpha \bar{V}'_i) &= \frac{\partial}{\partial x_\alpha} (\bar{V}_i \bar{V}'_\alpha \bar{V}'_i) - \bar{V}'_\alpha \bar{V}'_i \frac{\partial \bar{V}_i}{\partial x_\alpha}; \quad \bar{V}_i \frac{\partial \bar{\tau}'_{\alpha i}}{\partial x_\alpha} = \\ &= \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \bar{V}_i \bar{\tau}'_{\alpha i} - \bar{\tau}'_{\alpha i} \frac{\partial \bar{V}_i}{\partial x_\alpha} \text{ и т. д.} \end{aligned}$$

Складывая полученные результаты ( $i = 1, 2, 3$ ) и полагая

$$E_0 = \rho \sum_{i=1}^3 \frac{\bar{V}_i^2}{2}, \text{ получим:}$$

$$\begin{aligned} \frac{dE_0}{dt} &= \left( \frac{\partial E_0}{\partial t} + \bar{V}_\alpha \frac{\partial E_0}{\partial x_\alpha} \right) = - \left\{ \frac{\partial}{\partial x_\alpha} [\bar{V}_\beta (\rho \bar{V}'_\alpha \bar{V}'_\beta - \bar{\tau}'_{\alpha\beta})] + \right. \\ &\quad \left. + \bar{\tau}'_{\alpha\beta} \frac{\partial \bar{V}_\beta}{\partial x_\alpha} + \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \bar{V}_\beta \bar{\rho} - \left( \rho \bar{V}'_\alpha \bar{V}'_\beta \frac{\partial \bar{V}_\beta}{\partial x_\alpha} - \bar{V}_3 \rho_\partial g \right) \right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

Мы получили уравнения энергии для осредненного движения.

Для получения уравнения энергии пульсационного движения вычитаем почленно уравнение (4') из (4), в результате получаем:

$$\rho \frac{\partial V'_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_\alpha} (\rho V'_i V'_\alpha - \rho \bar{V}'_i \bar{V}'_\alpha) = -\rho_\partial g_i - \frac{\partial p'}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_\alpha} (\rho V'_i V'_\alpha) + \frac{\partial \tau'_{\alpha i}}{\partial x_\alpha}$$

или, замечая что

$$V'_i V'_\alpha - (\bar{V}'_\alpha \bar{V}'_i + \bar{V}'_i \bar{V}'_\alpha) = (\bar{V}'_i V'_\alpha + \bar{V}'_\alpha V'_i) + (V'_i V'_\alpha - \bar{V}'_i \bar{V}'_\alpha),$$

будем иметь:

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial V'_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \rho [(\bar{V}'_i V'_\alpha + \bar{V}'_\alpha V'_i) + (V'_i V'_\alpha - \bar{V}'_i \bar{V}'_\alpha)] &= \\ &= -\rho_\partial g_i - \frac{\partial p'}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau'_{\alpha i}}{\partial x_\alpha}. \end{aligned} \quad (7)$$

Умножая уравнение (7) для пульсационного движения соответственно на  $V'_i (i = 1, 2, 3)$  и складывая результаты умножения, получаем уравнение энергии для пульсационного движения.

Для того, чтобы сравнить это уравнение с уравнением энергии осредненного движения (6), отнесем их к одному и тому же объему, перемещающемуся со средней скоростью потока. Тогда, обозначая

$$E' = \frac{\rho}{2} \sum_{i=1}^3 V_i'^2,$$

получим:

$$\begin{aligned} \frac{dE'}{dt} &= \frac{\partial E'}{\partial t} + \bar{V}_\alpha \frac{\partial E'}{\partial x_\alpha} = - \left\{ \frac{\partial}{\partial x_\alpha} V'_\beta (\rho V'_\alpha V'_\beta - \tau'_{\alpha\beta}) + \tau'_{\alpha\beta} \frac{\partial V'_\beta}{\partial x_\alpha} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial}{\partial x_\beta} V'_\beta \rho' - \rho V'_\beta \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \bar{V}'_\alpha \bar{V}'_\beta + \left( \rho V'_\alpha V'_\beta \frac{\partial \bar{V}_\beta}{\partial x_\alpha} + V'_3 \rho_\partial g \right) \right\}. \end{aligned} \quad (8)$$

Осреднение этого уравнения дает:

$$\frac{d\bar{E}'}{dt} = - \left\{ \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \overline{V'_\beta (\rho V'_\alpha V'_\beta - \tau'_{\alpha\beta})} + \overline{\tau'_{\alpha\beta} \frac{\partial V'_\beta}{\partial x_\alpha}} + \frac{\partial}{\partial x_\beta} \overline{V'_\beta \rho'} + \right. \\ \left. + \left( \overline{\rho V'_\alpha V'_\beta \frac{\partial V'_\beta}{\partial x_\alpha}} + \overline{V'_\beta \rho' g} \right) \right\}. \quad (9)$$

Скорость изменения полной кинетической энергии потока получится, если сложить скорости изменения энергий осредненного (6) и пульсационного движений (9).

Рассмотрим частный случай движения неоднородной жидкости, когда имеется плоский поток, в среднем стационарный и однородный по горизонтали.

В этом случае уравнение сохранения массы (2) примет вид

$$\frac{d}{dx_3} (\rho_\partial V_3) = 0. \quad (10)$$

Отсюда после интегрирования получим

$$\rho_\partial V_3 = \text{const}. \quad (11)$$

Положив константу интегрирования равной нулю (так как средний поток вещества по вертикали равен нулю), получим из (11) после осреднения

$$\overline{\rho_\partial V_3} = - \overline{\rho'_\partial V'_3}. \quad (12)$$

Равенство (12) показывает, что в случае плоского потока неоднородной жидкости, в среднем стационарного и однородного по горизонтали, члены, стоящие в круглых скобках уравнений (6) и (9), равны между собой по абсолютной величине и противоположны по знаку. При сложении уравнений энергии (6) и (9) они выпадут из уравнения полной энергии. Эти члены выражают превращение кинетической энергии осредненного движения в энергию частично пульсации, частично в энергию для поддержания взвешенных частиц. Этот вывод находится в согласии со схемой, приведенной в работе (7).

Водно-энергетический институт  
Академии наук Армянской ССР

Վ. Գ. ՍԱՆՈՅԱՆ

#### Կախված ջրաբերուկների տեսութայան շուրջը

Հոդվածում արտածվում է անհամասեռ հեղուկի էներգետիկական հավասարումները միջին և պուլսացիոն շարժումների համար, որոնք արտահայտվում են համապատասխանաբար (6) և (9) հավասարումներով:

Ջրաբերուկների տեղափոխման համար անհրաժեշտ էներգիան վերոհիշյալ բանաձևերում ներկայացվում է հավասարությունների աջ մասերում գտնվող վերջին անդամներով: Մասնավոր դեպքում երբ ունենք հարթ և հաստատված շարժում, (6), (9) հավասարումների աջ մասի կլոր փակագծերում գտնվող արտահայտությունները դառնում

են իրար համասար հակառակ նշաններով: Այդ նշանակում է, որ լրիվ էներգիայի հավասարման (որը կստացվի միջին և սուլսացիոն շարժումների էներգիաների գումարումից) մեջ վերոհիշյալ անդամները չեն մտնի: Ուրիշ խոսքով՝ ջրաբերուկների առկայության դեպքում միջին էներգիայի մի մասը ծախսվում է ջրաբերուկների տեղափոխման համար և այս մնացած մասը՝ սուլսացիայի: (Համասեռ հեղուկի դեպքում վերոհիշյալ անդամները ներկայացնում են էներգիայի տրանսֆորմացիան միջին շարժումից սուլսացիոն շարժման):

Այս եզրակացությունը համընկնում է (7) աշխատանքում բերված սխեմայի հետ:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

<sup>1</sup> Изв. АН СССР, ОТН, № 11, 1951; № 2, 6, 8, 9, 11, 12, 1952. <sup>2</sup> Ф. И. Фронкль, ДАН СССР, 92, № 8, 1953. <sup>3</sup> Ф. И. Фронкль, ДАН СССР, 102, № 5, 1955. <sup>4</sup> В. М. Маккавеев, Изв. ГГИ, № 32, 1931. <sup>5</sup> М. А. Великанов, Движение наносов, 1948. <sup>6</sup> Г. И. Баренблатт, ПММ, т. XVII, в. 3, 1953. <sup>7</sup> А. Н. Колмогоров, Вестн. московск. университета, № 3, 1954.



## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. М. Гаспарян и Р. Е. Акопян

## Измерение вязкости жидкостей при температурах выше кипения

(Представлено А. Л. Миджояном 17.V.1956)

Методы и приборы для измерения вязкости жидкостей при температурах ниже температур кипения последних достаточно разработаны и широко известны. Иначе обстоит дело с измерением вязкости при температурах, когда упругость паров жидкости становится равной или выше атмосферного давления и когда применение открытых, сообщающихся с атмосферой вискозиметров становится невозможным. Для этого случая предложен ряд вискозиметров замкнутого типа, но все они имеют тот или иной недостаток. Нам кажется, что мы нашли более удобную и обеспечивающую большую точность конструкцию замкнутого вискозиметра, описание и обоснование которой приводится в этом сообщении.

Предложенные Х. Халиловым <sup>(1)</sup> две конструкции вискозиметров имеют некоторые недостатки: манипуляции сложны; из-за небольшого объема измеряемой жидкости ( $0,28 \text{ см}^3$ ) неточности в определении менисков могут привести к заметным погрешностям и, кроме того, для осуществления измерений требуется специально приспособленный микроскоп с метками на окуляре.

Недостатком предложенного Н. И. Копыловым <sup>(2)</sup> вискозиметра является трудность введения в прибор точно взвешенного столбика ртути, а также то, что такой вискозиметр не может быть применен для жидкостей, так или иначе взаимодействующих с ртутью.

Г. Барр <sup>(3)</sup> описывает удобную конструкцию вискозиметра, однако она имеет тот важный недостаток, что средней напор  $h$ , под которым происходит истечение жидкости, не постоянен и зависит от многих, трудно учитываемых факторов. Это обстоятельство снижает ценность этой конструкции и делает ее неприемлемой, в особенности для сравнительно высоких температур.

А. Н. Campbell <sup>(4)</sup> описывает другую, простую конструкцию вискозиметра, в которой, однако, жидкость из капилляра вытекает непосредственно в газовую среду, а не в жидкость, что не рекомендуется и является недостатком.



После ряда исканий мы остановились на конструкции, схема которой изображена на рис. 1.

Как известно, абсолютная вязкость  $\mu$  может быть определена из уравнения:

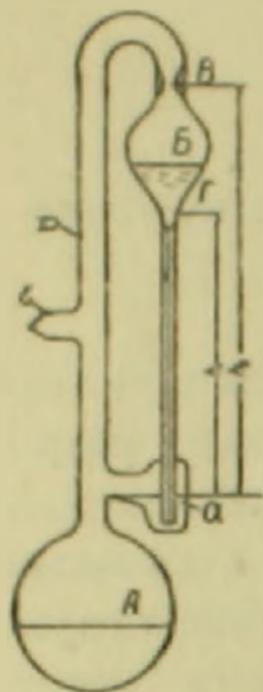
$$\mu = \frac{\pi g R^4}{8 Q l} h (\rho_1 - \rho_2) = - \frac{Q}{8 \pi l} \cdot \frac{\rho_1}{\tau}. \quad (1)$$

Здесь  $R$  — радиус капилляра вискозиметра;  $l$  — длина этого капилляра;  $Q$  — объемный расход жидкости через капилляр за время  $\tau$ ;  $h$  — напор жидкости, под действием которого происходит истечение через капилляр;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  — плотности жидкости и газа, среди которого находится жидкость.

В сообщающихся с атмосферой приборах  $\rho_2$  (плотность воздуха), как очень малая по сравнению с  $\rho_1$ , пренебрегается. В случаях же, когда вязкость измеряется при высоких давлениях, а окружающей средой являются пары самой жидкости со значительной плотностью, пренебречь  $\rho_2$  нельзя.

Величины:  $Q$  — объем емкости  $B$ ;  $l$  — длина капилляра и  $R$  — радиус капилляра, хотя медленно, но все же меняются с температурой. Эти изменения могут стать значительными при работе прибора в большом диапазоне изменений температуры. Так как искомый нами вискозиметр должен действовать именно в пределах больших изменений температур, то возникает необходимость определения или оценки влияния изменений  $Q$ ,  $l$  и  $R$  на точность измерений.

Рис. 1. Предлагаемая конструкция вискозиметра.



Рассмотрение этого вопроса показало, что комплекс  $R^4/Ql$  совершенно не зависит от температуры. Допустим, что при температуре  $t_0$  имеем  $k_0 = R_0^4/Q_0 l_0$ , а при  $t_1$  имеем  $k_1 = R_1^4/Q_1 l_1$ . Пусть коэффициент линейного расширения данного стекла, из которого сделан вискозиметр, составляет  $\alpha$ . Тогда очевидно:

$$R_1 = R_0 (1 + \alpha t).$$

$$l_1 = l_0 (1 + \alpha t),$$

$$Q_1 = Q_0 (1 + \alpha t)^3.$$

Из этих выражений следует, что:

$$k_1 = \frac{R_1^4}{Q_1 l_1} = \frac{R_0^4 (1 + \alpha t)^4}{Q_0 l_0 (1 + \alpha t)^4} = k_0. \quad (2)$$

Таким образом, выражение  $\pi g R^4/8 Q l = k'$  не зависит от температуры и для данного вискозиметра является постоянной величиной.

Выражение  $Q/l$  не является постоянным и растет с температурой. Если при  $t_0$  имеем  $Q_0/l_0 = k_0$ , а при температуре  $t_1$  выражение  $Q_1/l_1 = k_1$ , то нетрудно убедиться, что:

$$\frac{k_1}{k_0} = (1 + \alpha t)^3. \quad (3)$$

При обычном значении  $\alpha = 7 \cdot 10^{-6}$  и при разности температур  $t_1 - t_0 = -t = 200^\circ\text{C}$  выражение (3) дает:

$$\frac{k_1}{k_0} = (1 + 7 \cdot 10^{-6} \cdot 200)^2 = 1,0028.$$

Значит, при измерении вязкости до температур  $200-220^\circ\text{C}$ , максимальное изменение выражения  $Ql$  составит  $0,28\%$ . Ввиду незначительности этого изменения, принимаем, что  $Q/8\pi l = c_2$  является практически постоянной величиной. Такое допущение может вызвать неточность в определении  $\mu$  порядка менее  $\pm 0,1\%$ , так как, во-первых, при графическом нахождении значения  $c_2$  определяется ее среднее значение и, во-вторых, третий член уравнений (1) всегда значительно меньше половины первого его члена, и потому влияние неточности  $c_2$  на значение  $\mu$  соответственно уменьшается.

Напор  $h$  обычно является переменной величиной. В приборе (рис. 1) он меняется от  $h_1$  до  $h_2$  независимо от температуры и потому среднее значение напора остается постоянным. Для такого прибора под  $h$  можно подразумевать его среднее значение и как постоянное включить в выражение для  $C_1$ :

$$\frac{\pi g R^4 h}{8 Q l} = c_1.$$

Тогда уравнение (1) может быть написано в обычном виде:

$$\mu = C_1 (\rho_1 - \rho_2) \tau - c_2 \frac{P_1}{\tau}. \quad (4)$$

Прибор, описанный Г. Барром (2), изображен на рис. 2. Нетрудно убедиться, что среднее значение напора  $h$  в этом случае является функцией от температуры. Допустим, что при температуре  $t$ , когда мениск жидкости находится у метки  $B$ , ее уровень в резервуаре  $A$  находится на плоскости 1, а когда этот мениск доходит до  $\Gamma$ , то уровень в  $A$  перемещается до уровня плоскости 2. При этом напор изменится от  $h_1$  до  $h_2$ .

При температуре  $t'$ , значительно далекой от  $t$ , при нахождении мениска в  $B$  уровень в  $A$  будет иной — допустим  $1'$ , а при прохождении мениска через  $\Gamma$  этот уровень окажется в плоскости 2'. В этом случае напор изменится от  $h_1'$  до  $h_2'$  и среднее из них очевидно составит иную величину, чем среднее из  $h_1$  и  $h_2$ .

Если не учесть сказанное и воспользоваться для приборов типа рис. 2 уравнением (4), то погрешность в значении  $\mu$  может достигнуть, в особенности при высоких температурах, до  $10\%$  и более.

Не трудно видеть, что степень погрешности зависит также от конструкции прибора, от объема и степени заполнения его отдельных

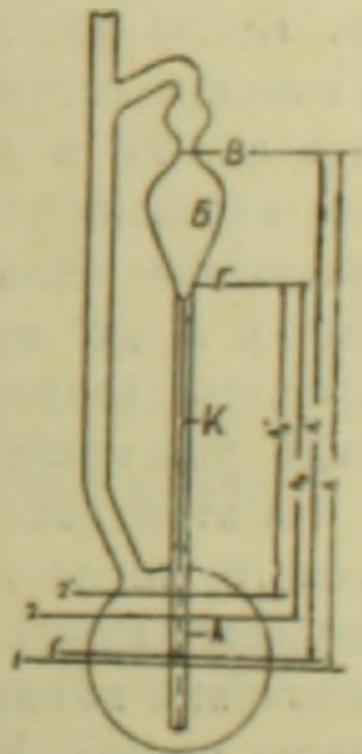


Рис. 2. Вискозиметр, описанный Г. Барром.

частей, от соотношения объемов газовой и жидкой фаз, от коэффициента объемного расширения жидкостей и др. Учесть все эти факторы и ввести соответствующие поправки крайне трудно и даже невозможно.

Измерения при помощи предлагаемого вискозиметра рис. 1 производятся, как обычно, следующим образом: в прибор через отросток *E*

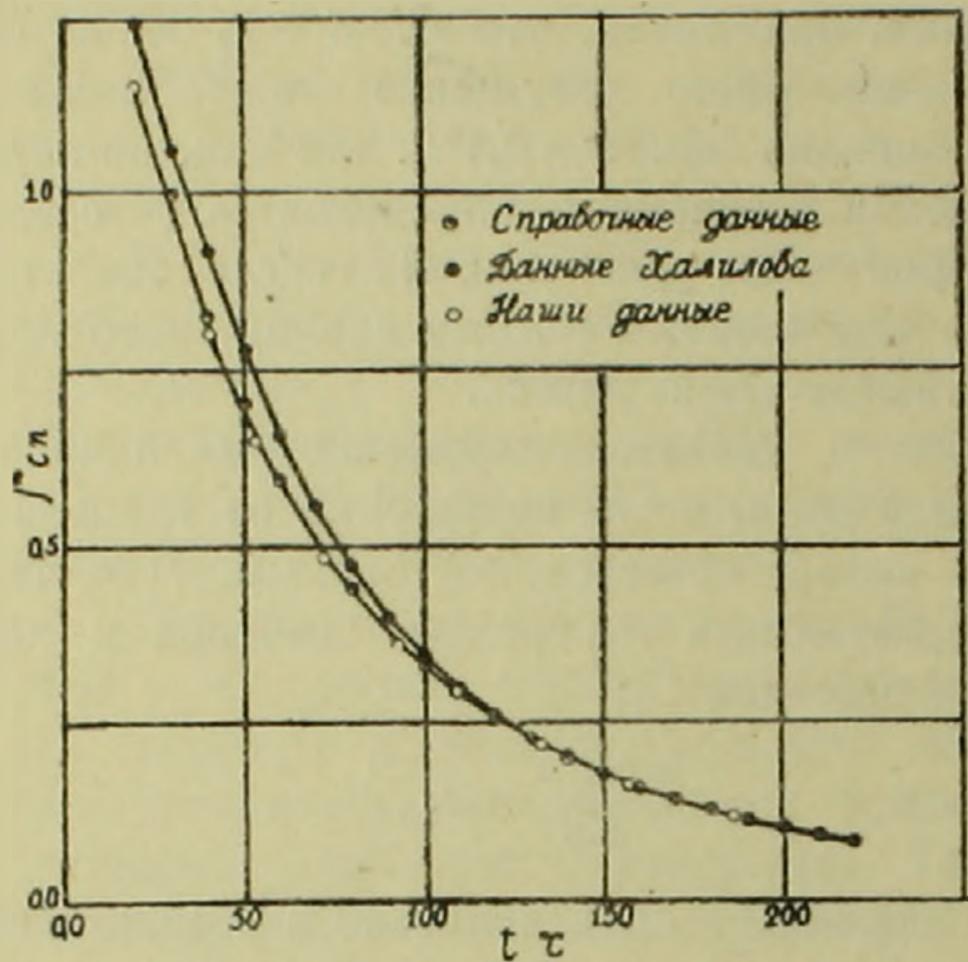


Рис. 3.

вводится нужное количество исследуемой жидкости и отросток запаивается. Затем вискозиметр устанавливается в термостат, резервуаром *A* вниз. После достижения установления нужной температуры прибор, при помощи соответствующего приспособления, медленно поворачивается на  $180^\circ$  и емкость *B* и часть трубки *D* заполняются жидкостью. Затем вискозиметр быстро приводится в исходное, зафиксированное вертикальное положение и засекается время прохождения мениска от метки *B* до метки *Г*. Количество жидкости в приборах должно обеспечить заполнение емкости „а“ и перетек из нее в резервуар *A* прежде чем мениск спустится до метки *B*.

На этом вискозиметре для целей проверки, измерялась вязкость этилового спирта в пределах температур от 20 до  $190^\circ\text{C}$ . В табл. 1 приведены данные, полученные Халиловым, данные, приведенные в Справочнике химика, том 1, стр. 870 и полученные нами данные по вязкости спирта. Завышенные значения вязкости для низких температур, полученные Халиловым, сам автор объясняет недостаточной чистотой взятого им спирта.

На рис. 3 приведено графическое изображение табл. 1.

Таблица 1

Вязкость этилового спирта, сантипуазы

№№ п/п	°С	По Хали- лову	По справоч- нику	По нашим измерениям
1	20	1,243	1,19	1,155
2	30	1,061	1,00	0,955
3	40	0,917	0,825	0,80
4	50	0,7766	0,701	0,675
5	60	0,6542	0,591	0,580
6	70	0,553	—	0,495
7	80	0,466	0,435	0,425
8	90	0,393	—	0,37
9	100	0,338	0,326	0,325
10	110	0,292	—	0,285
11	120	0,253	0,248	0,250
12	130	0,220	—	0,220
13	140	0,194	0,19	0,190
14	150	0,169	—	0,1685
15	160	0,148	—	0,1475
16	170	0,131	—	0,130
17	180	0,116	—	0,116
18	190	0,102	—	0,102
19	200	0,0904	—	—
20	210	0,0791	—	—
21	220	0,0709	—	—

Химический институт  
Академии наук Армянской ССР

Ա. Մ. ԳՍՄՊԱՐՅԱՆ ԵՎ Ռ. Ե. ՉԱԿՈՐՅԱՆ

**Հեղուկների մածուցիկության չափումը եռման կետից բարձր  
ջերմաստիճաններում**

Այս հաղորդման մեջ ցույց է տրված դոկուբյուեն ունեցող մի շարք վիսկոզիմետրերի թերությունները և առաջարկված է ավելի հարմար և ավելի ճշգրիտ տվյալներ ապահովող մի վիսկոզիմետր (նկ. 1):

Ցույց է տրված, որ առաջարկվող վիսկոզիմետրում, ի տարբերություն ուրիշ միջանի կոնստրուկցիաների, ճնշման միջին մեծությունը (արտահայտված հեղուկի սյունով — напор), որի տակ տեղի է ունենում հեղուկի հոսումը կապիլյարով, հաստատուն է և անկախ է ջերմաստիճանից:

Ցույց է տրված նաև, որ ջերմաստիճանի մեծ փոփոխության պատճառով վիսկոզիմետրի տարրեր մասերի ընդարձակումը կամ սեղմումը չի ազդում (\*) հափասարման  $C_1$

գործակցի վրա, իսկ ազդեցութիւնը  $C_2$  գործակցի վրա չի բերում մածուցիկութեան արժեքի զգալի փոփոխման:

Առաջարկվող վիսկոզիմետրը ստուգելու նպատակով նրա միջոցով չափված է էթիլալկոհոլի մածուցիկութիւնը մինչև  $100^{\circ}$ :

Ստացված արդյունքների համեմատութիւնն այլ աղբյուրներից հայտնի տվյալների հետ, բերված է № 1 աղյուսակում և № 3 նկարի վրա:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> X. Халилов, ЖТФ., выпуск 13—14, том VIII, 1938. <sup>2</sup> Н. И. Копылов, ЖФХ., 24, стр. 1128. <sup>3</sup> Г. Барр, Вискозиметрия, стр. 110, 1938. <sup>4</sup> А. N. Campbell, et al., Canad. J. Chem. 33, № 10, 1503 (1955). <sup>5</sup> X. Халилов, ЖЭТ Ф., вып. 3, том 9, 1939.

С. А. Вартанян и С. К. Пиренян

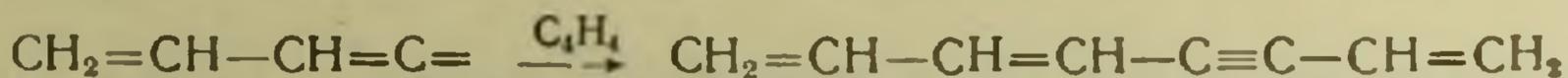
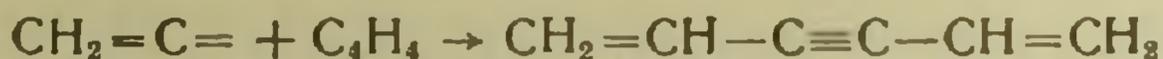
К вопросу механизма полимеризации ацетилена

(Представлено А. Л. Мнджояном 1.VI.1956)

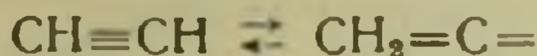
В 1929 г. Ньюлэнд (<sup>1</sup>), исходя из того, что насыщенные растворы хлористого аммония и однохлористой меди поглощают ацетилен, причем ацетилен вытесняет хлористый аммоний из купрокомплексов, пришел к выводу, что при этом ацетилен активируется под действием катализатора и часть его переходит в более активную таутомерную форму ацетилиден. Последний реагирует с другой молекулой ацетилена с образованием винилацетилена.



Винилацетилен активируется сам и при встрече с ацетиленом образуется дивинилацетилен, а с винилацетиленом — 1,3,7-октатриен-5-ин.



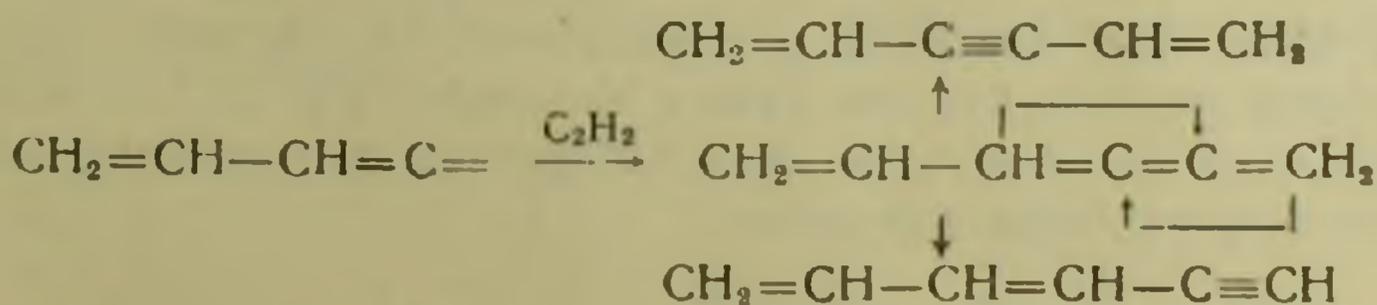
А. Е. Фаворский (<sup>2</sup>) принимает, что ацетилен существует в виде равновесной смеси с ацетилиденом:



Механизм образования винилацетилена он объясняет перемещением водорода из группы  $\text{CH}_2=$  в  $\beta$ -положение, т. е. простым перескоком водорода в  $\beta$ -положение.

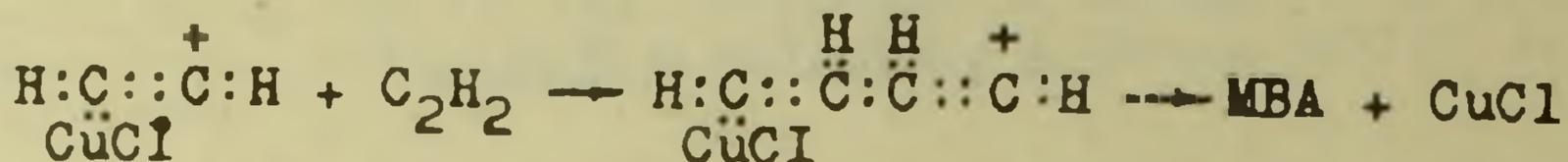


Активная молекула винилацетилена при присоединении к нему ацетилена образует тример. При перегруппировке последнего образуется либо дивинилацетилен, либо ацетиленилдивинил по схеме:

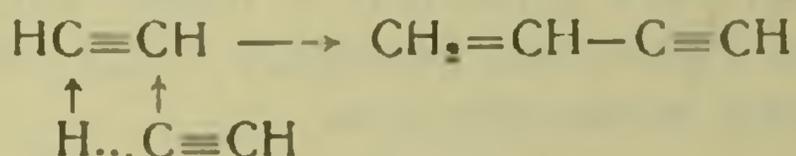


Вышеупомянутые схемы достаточно хорошо объясняют состав полученных продуктов полимеризации и причину образования линейного полимера, но не затрагивают истинной роли катализатора и потому нуждаются в более глубоком и детальном объяснении.

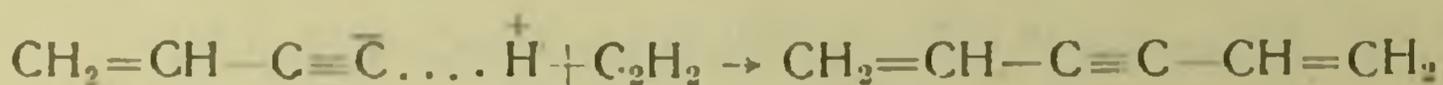
По Гарду (3), винилацетилен образуется путем присоединения однохлористой меди к ацетилену с образованием карбоний иона, который присоединяется к другой молекуле ацетилена и образуется ион винилацетилена, последний изомеризуется и путем выделения хлористой меди дает винилацетилен:



По мнению А. Л. Клебанского (4), первым актом каталитической полимеризации ацетилена является ионизация водорода ацетилена, вследствие образования комплекса однохлористой меди, хлористого аммония с ацетиленом  $\text{H}\cdots\text{C}_2\text{H}(\text{Cu}_2\text{Cl}_2 \cdot \text{NH}_4\text{Cl})_n$ . Этот ацетилен вступает в реакцию присоединения с другой молекулой ацетилена с образованием винилацетилена.



Винилацетилен с помощью образовавшегося купрокомплекса также ионизируется и, присоединяясь к ацетилену, дает дивинилацетилен



Согласно этой схеме, скорость димеризации ацетилена должна быть прямо пропорциональна концентрации хлористого аммония. Однако экспериментальные данные говорят, что она обратно пропорциональна степени концентрации хлористого аммония.

По О. А. Чалтыкяну (5), основную роль в этой реакции играют несимметричные ацетилениды. Однако наши экспериментальные данные подтверждают, что ацетиленидная форма для этой реакции не является активной формой.

Как указывает Ньюлэнд (1), каталитический раствор ( $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) поглощает ацетилен больше ожидаемой физической растворимости, причем если его нагревать, то ацетилен регенируется полностью, а если оставить на 5—6 дней и затем нагревать — получается в основном дивинилацетилен и высшие полимеры.

Если связанный ацетилен в каталитическом растворе был бы ацетиленидной формой, как это пишет Чалтыкян (5), то от 0,3—0,5 соляной кислоты он не мог бы гидролизироваться и освободиться из каталитического раствора ацетилена.

Долгопольский (6) показал, что ацетилены ацетилена и винил-ацетилена разлагаются с помощью 10%-ной соляной кислоты при 80°.

Вестин и сотрудники (7) совсем недавно экспериментально установили, что в каталитическом растворе имеются три растворимых комплексных соединения ацетилена с одним атомом меди следующего строения:  $\text{Cu}^+\cdot\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{CuCl}\cdot\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{CuCl}_2\cdot\text{C}_2\text{H}_2$ . Причем количество комплекса  $\text{CuCl}_2\cdot\text{C}_2\text{H}_2$  растет с увеличением кислотности среды.

До последнего времени спорной являлась природа связи между металлом и олефинами в их комплексах. Тот факт, что образование комплексов никак не влияет на конфигурацию продуктов присоединения цис и транс олефинов говорит о том, что в этих комплексах остается двойная связь.

Дюар (8) и другие авторы считают, что у этилена орбита  $\pi$ -электронов похожа на  $p$ -орбиту одного атома какого-либо соединения, следовательно орбита  $\pi$  у этилена может связаться с орбитой какого-либо третьего атома с образованием особого типа молекулярной орбиты, которая содержит ядра трех атомов, иначе говоря, образует координационную связь. Как известно, электроны  $\pi$ -связи расположены эксцентрично по отношению к  $\sigma$ -связи, поэтому они подвижны и пространственно доступны. В особых условиях электроны  $\pi$ -связи являются донором для образования связи координационного типа. Соединение такого типа было предложено называть  $\pi$ -комплексами (9) и изображать таким образом  $\text{>C=C<}$ , т. е. симметричное присоеди-

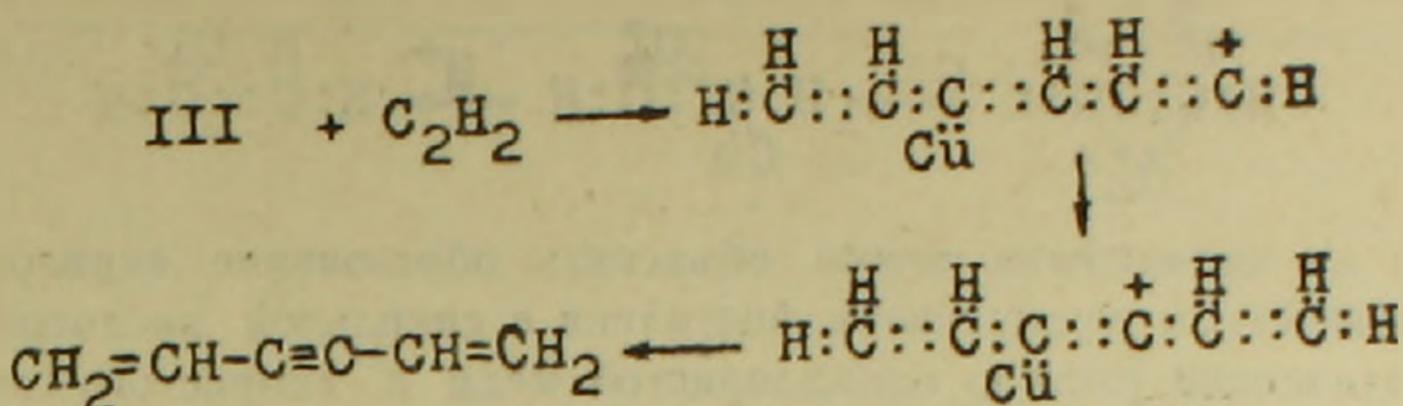
↓  
Me

нение металла к молекуле непредельного соединения по месту кратной связи.

По Уольшу (10) доноризационная сила для молекулы ацетилена не меньше этилена. Две  $\pi$ -связи в ацетилене находятся перпендикулярно друг к другу. Следовательно они независимы друг от друга. Для полимеризации ацетилена самым необходимым компонентом в каталитическом растворе является соль однохлористой меди и, особенно по нашему мнению, ион одновалентной меди. Как мы уже упомянули (7) выше, ион одновалентной меди и молекула однохлористой меди в растворе катализатора образуют  $\pi$ -комплексы с ацетиленом. По нашему мнению, этот комплекс и является активным началом реакции полимеризации ацетилена в линейный полимер.

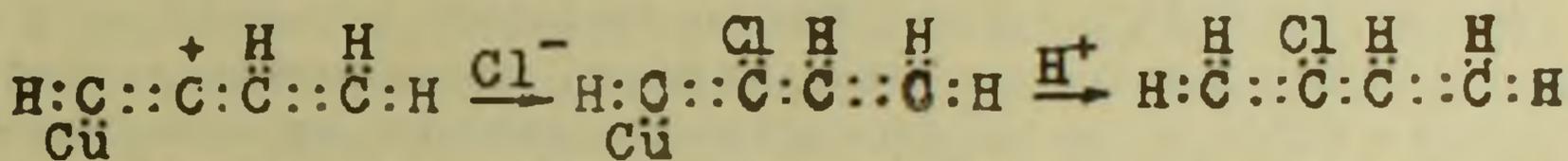
Механизм реакции полимеризации ацетилена мы считаем ионным и реакция полимеризации, вероятно, проходит следующим образом: сначала ацетилен с ионом одновалентной меди или с однохлористой медью образует  $\pi$ -комплекс, последний, присоединяя ацетилен, образует карбоний ион (1).



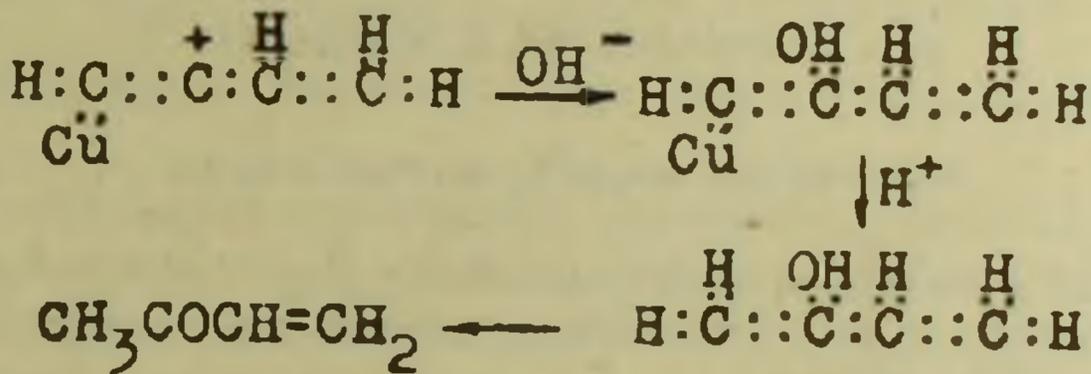


При этой реакции, как указывают многие авторы, в результате побочной реакции, в малом количестве образуется уксусный альдегид-винилхлорид, 2-хлор-1,3-бутадиен и метилвинилкетон.

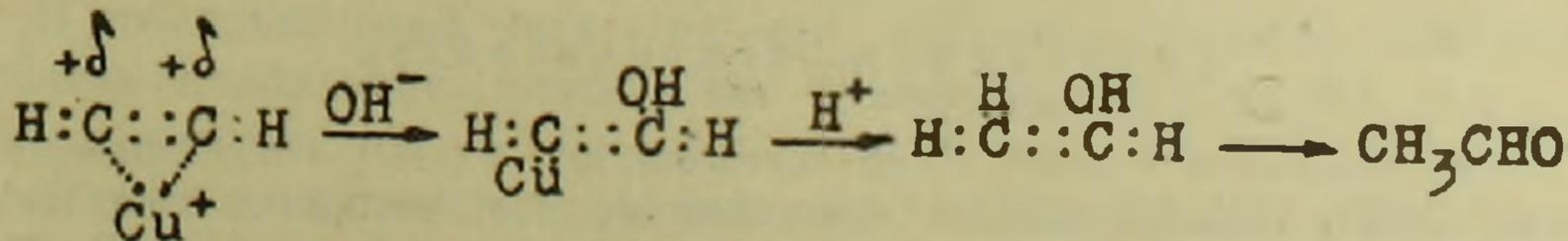
По вышеуказанному механизму гладко объясняется и образование этих продуктов, а также причина получения их в таком малом количестве. Вследствие малой концентрации хлор иона последний очень редко встречается с комплексом (II). В случае присоединения хлор иона образуется 2-хлор-1,3-бутадиен следующим образом:



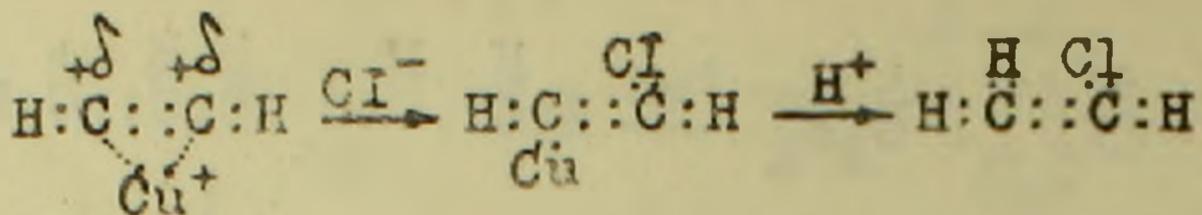
При встрече гидроксил иона с комплексом (II) образуется 1,3-бутадиен-2-ол, который затем стабилизируется с образованием метилвинилкетона:



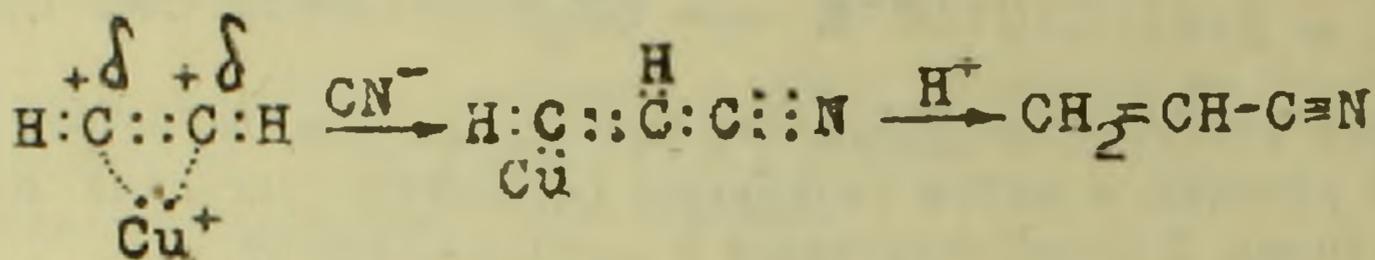
Таким же образом гидроксил ион с  $\pi$ -комплексом ацетиленов дает уксусный альдегид по схеме:



Когда хлор ион встречается с  $\pi$ -комплексом ацетиленов, образуется винилхлорид. Именно этим и объясняется тот факт, что в случае пропуска ацетиленов через этот катализатор при большой концентрации хлор ионов образуется в основном винилхлорид с хорошим выходом:



Таким же механизмом можно объяснить образование акрилонитрила при совместном пропускании ацетилен с синильной кислотой через каталитический раствор однохлористой меди и хлористого аммония. Вследствие большой концентрации циан ионов по сравнению с ацетиленом (10:1) в основном образуются акрилонитрил.



Механизм димеризации через  $\pi$ -комплекс с однохлористой медью представляется аналогичным вышеописанному.

**Выводы.** 1. Предложен механизм полимеризации ацетилен через  $\pi$ -комплексы ацетилен, который хорошо объясняет:

а) причину образования продуктов полимеризации ацетилен в разных количествах, а также побочных продуктов.

б) общим для синтеза винилацетилен, акрилонитрила и винилхлорида в одном и том же каталитическом растворе является  $\pi$ -комплекс ацетилен.

Химический институт  
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ն. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ ԵՎ Ս. Կ. ՓԻՐԵՆՅԱՆ

### Ացետիլենի պոլիմերացման մասին

Առաջարկված է ացետիլենի պոլիմերացման նոր մեխանիզմ  $\pi$ -կոմպլեքսների միջոցով, որը պարզաբանում է պոլիմերացումից առաջացող բոլոր պրոդուկտների, ինչպես նաև կողմնակի նյութերի գոյացումը:

Վինիլացետիլենի, ալիլոնիտրիլի և վինիլբրոմիդի սինթեզի համար կատալիտիկ նույն լուծույթում ընդհանուրը հանդիսանում է  $\pi$ -կոմպլեքսը:

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> Ю. Ньюленд и Р. Фогт, Химия ацетилен, 251—4 (1947). <sup>2</sup> А. Е. Фаворский, Изв. АН СССР, ОХН, 579 (1937). <sup>3</sup> Густав Эглофф, „The Reactions of Pure Hydrocarbons“, 401 (1937). <sup>4</sup> А. Клебинский, Л. Цурих, Н. Долгопольский, Изв. АН СССР ОМОН, № 2, 189—226 (1935). <sup>5</sup> О. А. Чалтыкян, ЖОХ, 18, 1626 (1948). <sup>6</sup> Н. М. Долгопольский, И. М. Добромильская, К. С. Моисеева, Ф. Б. Нанкина, ЖПХ, 19, 1280 (1946). <sup>7</sup> Рагнар, Вестин, Acta Chem. Scandinavica, 3, 650 (1949); 7, 398, (1953). <sup>8</sup> М. Дьюар, J. Chem. Soc., 406, 777 (1947); А. Уернер, Nature, 160, 644 (1947); А. Уольш, J. Chem. Soc., 89 (1947). <sup>9</sup> М. Дьюар, „The Electronic Theory of Organic Chemistry“, Oxford, 1949. <sup>10</sup> А. Уольш, J. Chem. Soc., 89 (1947).

М. А. Тер-Карпетян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и М. Н. Малатян

Об особенностях поглощения кислорода при аэробной ассимиляции глюкозы и ксилоты размножающимися дрожжевыми организмами

(Представлено 24. IV. 1956)

Поглощение кислорода неклеточными системами, клетками в буферной или в неполноценной для оптимального роста среде является многократно изученным вопросом.

В противоположность этому значительно менее изучены динамика и количественные аспекты потребления кислорода микроорганизмами, размножающимися в полноценной среде, в частности на протяжении цикла роста культуры, т. е. от начала инкубации до истощения источников углерода. При этом, за исключением коэффициента дыхания, подробно не установлены соотношения —  $\frac{\text{потребленный } O_2}{\text{усвоенный источник углерода}}$

,  $\frac{\text{потребленный } O_2}{\text{синтезированная биомасса}}$ , которые имеют важное значение для определения совокупности процессов ассимиляции и диссимиляции.

У размножающихся дрожжевых организмов соотношение между потребленным кислородом и усвоенным углеродистым субстратом было установлено главным образом при аэробной ассимиляции глюкозы, этилового спирта, уксусной и пировиноградной кислот (1, 2, 3). Случай же ассимиляции пентоз в качестве единственного источника углерода изучен в этом отношении весьма недостаточно.

В последние годы уделяется все больше и больше внимания изучению метаболизма пентоз как у животных и растений, так и у микроорганизмов.

Установлено, что пентозы являются обязательным этапом при аэробном распаде гексоз по „апотомическому“ пути, при котором происходит ступенчатое укорочение молекулы посредством окисления и декарбоксиляции (4, 5).

Менее изучен метаболизм пентоз как единственных источников углерода в аэробных условиях, в частности, когда основной путь пре-

вращения субстрата протекает в направлении синтеза биомассы или других ценных соединений (спирты, органические кислоты и т. п.).

Настоящая работа посвящена сравнительному изучению потребления кислорода размножающимися дрожжевыми организмами из рода *Candida* в средах, содержащих глюкозу или ксилозу в качестве единственного источника углерода. Работа преследует цель—установление скорости поглощения кислорода, а также количественные соотношения между усвоенным субстратом и потребленным кислородом. Последние данные необходимы для формулировки суммарных уравнений, выражающих превращение субстратов и синтез основных продуктов при аэробной ассимиляции глюкозы и ксилозы.

*Методика исследования.* Были поставлены две серии опытов в аппарате Варбурга. В первой проводилось измерение потребленного кислорода при поглощении из атмосферы сосудиков выделенного  $\text{CO}_2$  (КОН во внутреннем цилиндрике). Условия этой серии были подобны условиям наших предыдущих опытов, где размножение микроорганизмов проводилось при медленном пропускании воздуха (10—20 мл в 1 минуту) непрерывно очищающего атмосферу сосуда от  $\text{CO}_2$  (6).

Во второй серии проводилось измерение как потребленного  $\text{O}_2$ , так и выделенного  $\text{CO}_2$  „прямым“ методом, т. е. при применении двух параллельных сосудиков, один с КОН, другой—без КОН.

Условия обеих серий опытов обеспечивали в полноценной питательной среде максимальный синтез биомассы, т. е. в процентах от усвоенного сахара около 48% для глюкозы и 57% для ксилозы (7). Это достигалось (в частности в случае глюкозы) путем смешения посевной культуры с субстратом после уравнения температуры, а также установлением скорости качания не менее 100—120 в минуту.

Объектом исследования служил штамм дрожжей из рода *Candida*, пассированный до опыта из музейной культуры на агаре с 1% ксилозой, в жидкой среде из нехмеленного сусла в течение 18—24 часов.

Размножение дрожжей проводилось в синтетической среде, содержащей источники азота, фосфора и других элементов в количествах, необходимых для максимального синтеза биомассы. Среда, компоненты которой были смешаны только перед опытом, имела следующий состав: глюкоза или ксилоза от 0,8 до 1 г,  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ —0,314 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —0,083 г,  $\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,1 г, экстракт солодовых ростков (3 г в 100 мл кипящей воды)—3,3 мл, вода водопроводная—до 100 мл. рН этой среды равна  $5 \pm 0,5$ .

Исходя из вышеизложенных методических указаний, для каждого опыта бралось: раствора сахара—1,0 мл, раствора  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$ —0,1 мл, раствора  $\text{Mg SO}_4$ —0,05 мл, экстракта ростков—0,05 мл, суспензии дрожжей в воде—1,0 мл. Общий объем жидкости в сосудиках—2,2 мл. В контрольном сосудике раствор сахара был заменен равным объемом воды.

Количество посевных дрожжей бралось около 20—50 млн. клеток в 1 мл среды. Такое количество усваивает при образовании трех

генераций около 50—80% сахара. При этом опыт продолжительностью 4—6 часов протекает целиком в логарифмической фазе роста культуры.

В начале и в конце опытов в среде были определены концентрация редуцирующих веществ (р. в.), методом феррицианида и количество дрожжей как нефелометрически, так и весовым методом после центрифугирования, промывания и сушки при 95°C дрожжевой массы.

1. *Динамика поглощения кислорода.* На рис. 1 изображена динамика поглощения кислорода (нижние кривые) размножающейся дрожжевой культурой в среде с глюкозой (кружки), с ксилозой (треугольники) и без сахара (квадраты), сопоставленная с динамикой усвоения обоих моносахаридов (верхние кривые).

Полученные результаты показывают, что динамика поглощения кислорода с начала же цикла роста культуры не имеет в абсолютных величинах особенного расхождения между средами с глюкозой и ксилозой.

Контрастирует с этим динамика усвоения исследуемых двух сахаров: ксилоза усваивается значительно медленнее, чем глюкоза. В данном случае, хотя по существу опыта нами определены только концентрации сахаров в начале и в конце опыта, но известные в литературе данные по постоянству на протяжении всей логарифмической фазы роста культуры соотношений  $\frac{\text{синтезированная биомасса}}{\text{усвоенная пища}}$ ;  $\frac{\text{выделенный CO}_2}{\text{усвоенная пища}}$ ;  $\frac{\text{поглощенный O}_2}{\text{усвоенная пища}}$  и т. п. дают нам достаточное

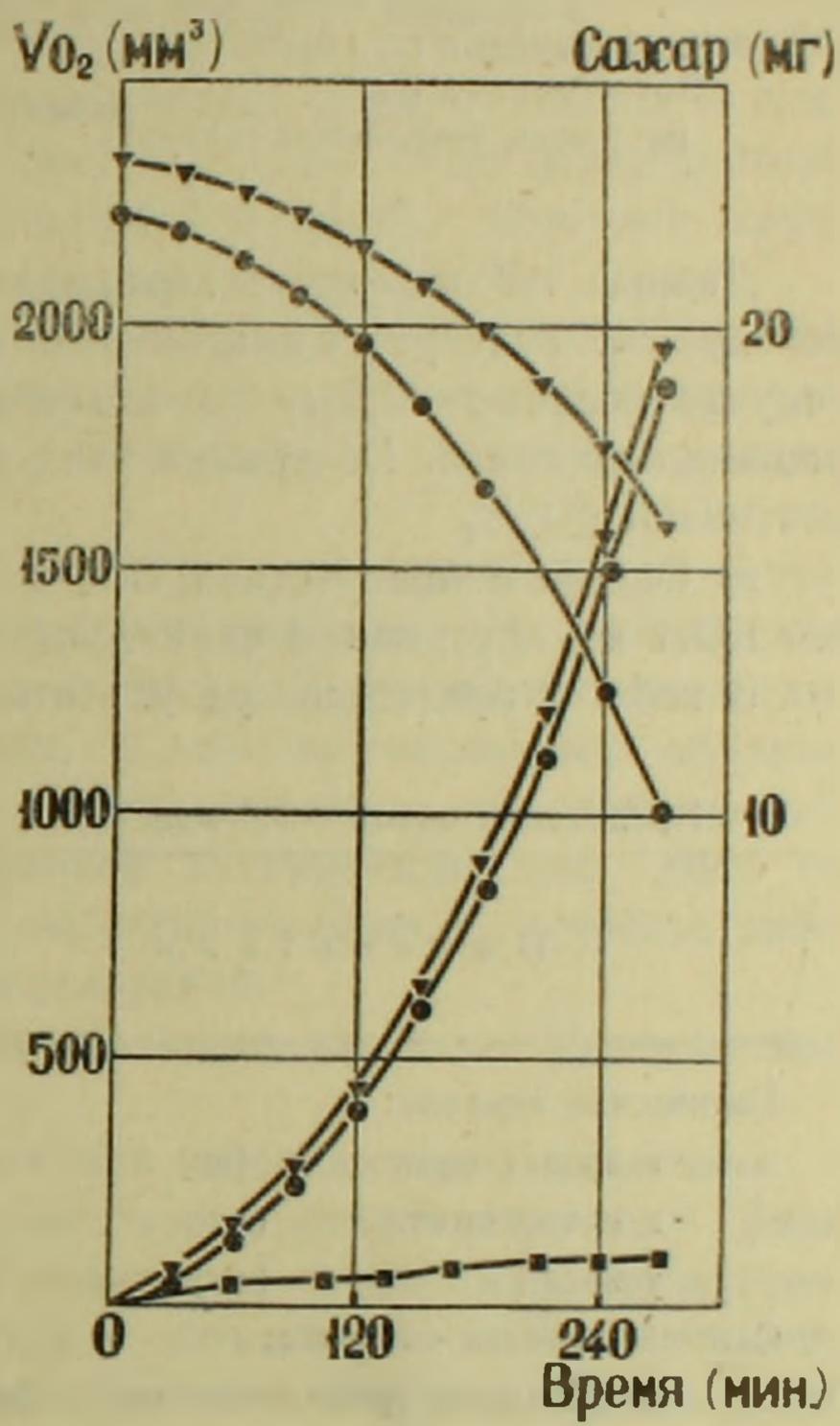


Рис. 1.

основание для установления кривой усвоения сахаров с ошибкой, не превышающей ±10% (8, 9, 10, 11).

Кроме того, в конце опыта была проверена в среде природа остаточных сахаров методом хроматографии на бумаге.

2. *Количественные соотношения между усвоенным источником углерода, синтезированной биомассой и поглощенным кислородом в средах с глюкозой и ксилозой.* а) Опыты в отсутствии CO<sub>2</sub> в газовом пространстве сосуда (КОН во внутреннем цилиндре).

\* Источники углерода или азота.

В табл. 1 приведены результаты одного из опытов по установлению упомянутых количественных соотношений.

Таблица 1

Продолжит. опыта — 270 мин.		Температура $34 \pm 0,02^\circ\text{C}$	
Показатели	Источники углерода		
	глюкоза	ксилоза	
Количество сахара:			
в начале опыта (мг)	22,2	23,3	
в конце опыта (мг)	9,9	15,8	
усвоенный сахар (мг)	12,3	7,5	
Синтезированная биомасса:			
в абсолютно сухом веществе (мг)	5,3	4,95	
в процентах от усвоенного сахара %	43,0	66,0	
Потребленный $\text{O}_2$ (мг)	2,68	2,78	
Потребленный $\text{O}_2$ (грамм-атом на 1 моль усвоенного сахара)	2,5	3,5	

Данные таблицы четко показывают, что при аэробной ассимиляции исследуемых субстратов поглощается в случае глюкозы 2,5 грамм-атома, в случае ксилозы — 3,5 грамм-атома кислорода на один моль усвоенного моносахарида. Колебания этих величин в отдельных опытах не превышают  $\pm 10\%$ .

в) Опыты в присутствии  $\text{CO}_2$  в газовом пространстве сосуда (без КОН во внутреннем цилиндрике).

В табл. 2 приведены результаты одного из опытов с ксилозой.

Таблица 2

Продолжит. опыта — 360 мин.		Температура — $34 \pm 0,02^\circ\text{C}$	
Показатели	Содержание внутри цилиндрика		
	без КОН	с КОН	
Количество ксилозы:			
в начале опыта (мг)	21,3	21,3	
в конце опыта (мг)	14,04	13,8	
усвоено (мг)	7,26	7,5	
Синтезированная биомасса:			
в абсолютно сухом веществе (мг)	4,65	4,1	
в процентах от усвоенной ксилозы (%)	64,0	54,5	
Потребленный $\text{O}_2$ (мг)	—	2,8	
Потребленный $\text{O}_2$ (грамм-атом на 1 моль усвоенного сахара)	—	3,5	
Выделенный $\text{CO}_2$ (мг)	3,41	—	
$\frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{O}_2}}$	1,03	—	
Выделенный $\text{CO}_2$ (Усвояемая ксилоза (%))	47,0	—	

Полученные данные показывают определенное сходство между результатами, полученными в отсутствии  $\text{CO}_2$  и при наличии  $\text{CO}_2$ , в

атмосфере сосуда что вполне оправдывает применение прямого метода измерения как потребленного  $O_2$ , так и выделенного  $CO_2$  в подобных исследованиях.

Однако в результате ассимиляции углекислоты дрожжами (<sup>12</sup>), при наличии  $CO_2$  в газовом пространстве сосуда отношение  $\frac{\text{синтезированная биомасса}}{\text{усвоенный сахар}}$  всегда выше, а отношение  $\frac{\text{выделенный } CO_2}{\text{усвоенный сахар}}$  всегда ниже, чем в случае поглощения  $CO_2$ .

При обсуждении приведенных результатов возникает вопрос — можно ли предположить существование единого пути окислительного распада глюкозы и ксилозы после апотомического отщепления карбоксильной группы глюкозы, согласно известной схеме: глюкоза  $\rightarrow$  глюкозо-6-фосфат  $\rightarrow$  6-фосфоглюконовая кислота  $\rightarrow$   $CO_2$  + фосфопентоза.

Полученные данные по потреблению кислорода отвечают отрицательно на этот вопрос.

В случае единства между путями аэробного распада обоих моносахаридов расход кислорода должен был быть меньше при ксилозе на столько, сколько кислорода расходуется на окисление альдегидной группы глюкозы.

Факт этот, прибавляясь к ранее нами установленному, — о превосходстве выхода биомассы при усвоении ксилозы, по сравнению с глюкозой (<sup>7</sup>), указывает на то, что пути аэробного метаболизма глюкозы и ксилозы глубоко расходятся. Одним из вероятных объяснений такой особенности может быть разнозначность дихотомического и апотомического путей при аэробной ассимиляции этих двух сахаров. Последнее предположение выдвигается нами в качестве рабочей гипотезы для дальнейших исследований.

Вышеизложенные исследования приводят нас к следующим заключениям:

1. Доказано, что при размножении исследуемого организма в средах с глюкозой или ксилозой как продолжительность лаг фазы роста культуры, так и абсолютные количества потребленного кислорода в единицу времени не расходятся в обоих случаях. Тем не менее, ксилоза усваивается медленнее глюкозы и в результате этого отношение  $\frac{\text{потребленный } O_2}{\text{усвоенный сахар}}$  оказывается всегда выше при аэробном усвоении ксилозы по сравнению с глюкозой.

2. Установленное соотношение между потребленным кислородом и усвоенной глюкозой (2,5 грамм-атома кислорода на 1 моль глюкозы) ставит вопрос о пересмотре известных суммарных уравнений по аэробной ассимиляции глюкозы дрожжевыми организмами, где предлагается расход кислорода от 4 до 6 грамм-атомов кислорода на 1 моль усвоенной глюкозы.

3. Установленное соотношение между потребленным кислородом и усвоенной ксилозой — 3,5 грамм-атома кислорода на 1 моль пентозы, насколько нам известно, является новым и дает возможность устано-

вить новое суммарное уравнение аэробной ассимиляции ксилозы дрожжевыми организмами.

4. На основе представленных результатов, указывающих на глубокие расхождения между путями аэробной ассимиляции глюкозы и ксилозы, выдвигается рабочая гипотеза о значении путей дихотомического и апотомического распада в метаболизме исследуемого организма.

Институт животноводства Министерства  
сельского хозяйства Армянской ССР

Ս. Ա. ՏԵՐ-ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ. Ս. Ն. ՄԱԼՍԹՅԱՆ

**Բազմազոդ շաքարառնկերի կողմից գլյուկոզայի և քսիլոզայի  
ասիմիլյացիայի ընթացքում թթվածնի կլանման  
սուանձնահատկությունների մասին**

Ի՞նչ կողմից հետազոտվել են լիարժեք միջավայրում բազմազոդ *Candida* ցեղի շաքարառնկերի մոտ գլյուկոզայի և կամ քսիլոզայի աերոբ ասիմիլյացիայի ընթացքում շաքարների կլանման զինամիկան, ինչպես նաև  $\frac{\text{կլանված թթվածին}}{\text{յուրացված շաքար}}$  հարաբերությունը:

Հետազոտությունները, որոնք կատարվել են վարրուրդի մանուկետրիկ մեթոդով, հանդիս են հետևյալ եզրակացություններին:

1. Ապացուցված է, որ հետազոտված սրղանիզմը քսիլոզան յուրացնում է ավելի դանդաղորեն քան գլյուկոզան, բայց և այնպես երկու շաքարների ասիմիլյացիայի ժամանակ կլանված թթվածնի բացարձակ քանակների մեջ դժգոխ տարբերություններ չեն ցուցաբերվում:

2. Հաստատված է, որ գլյուկոզայի աերոբ ասիմիլյացիայի դեպքում 1 մոլ հեքսոզի դիմաց սպառվում է 2,5 դրամ-ատոմ թթվածին, իսկ քսիլոզայի դեպքում 1 մոլ պենտոզի դիմաց 3,5 դրամ-ատոմ թթվածին:

3. Ստացված արդյունքները հայտնաբերել են խորը տարբերություններ գլյուկոզայի և քսիլոզայի աերոբ ասիմիլյացիայի ճանապարհների միջև և հնարավորություն են ստեղծել հաստատելու հեքսոզների և պենտոզների աերոբ ասիմիլյացիայի երևույթները արտահայտող նոր գումարային հավասարումներ:

**ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

<sup>1</sup> М. Эффон, С. R. Acad. Sci. 184, 1302, 1927. <sup>2</sup> Г. Клаассен, Ztschr. d. Ver. Deutsch. Zückerind, 84, 713, 1934; Biochem. Z. 275, 350, 1934. <sup>3</sup> С. ван Ниль и А. Козм, J. Cell and Comp. Physiol., 20, 95, 1942; по Ann. Rev. Biochem. 15, 452, 1946. <sup>4</sup> В. А. Энгельгардт, Сессия АН СССР по мирному использованию атомной энергии (плем. засед.) стр. 80, Москва, 1955. <sup>5</sup> В. А. Энгельгардт и А. И. Баркаш, Биохимия, 3, 1500, 1938. <sup>6</sup> М. А. Тер-Карапетян, Изв. АН АрмССР (серия биол.) 8, 11, 33, 1955. <sup>7</sup> М. А. Тер-Карапетян, ДАН АрмССР, 22, 2, 59, 1956. <sup>8</sup> J. Monod, La Croissance de Cultures Bacteriennes, Paris, 1942. <sup>9</sup> М. А. Тер-Карапетян, Ш. А. Авакян, ДАН СССР 84, 4, 809, 1952. <sup>10</sup> А. Генричи, Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 21, 343, 1923. <sup>11</sup> А. Херши, Дж. Бронфенбреннер Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 36, 556, 1937. <sup>12</sup> С. Рубен, М. Камен, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. 26, 418, 1940.

С. Б. Абовян

К стратиграфии эоценовых отложений северо-восточного  
 побережья озера Севан

(Представлено И. Г. Магакьяном 18.VI.1956)

На северо-восточном побережье озера Севан, вдоль юго-западного склона Севанского (Шахдагского) хребта, К. Н. Паффенгольцем<sup>(1)</sup> в 1934 г. была выделена свита известняков, представляющая собой непрерывный разрез от нижнего сенона до эоцена включительно. Из этой свиты им была найдена маастрихтская фауна иноцерамов и ежей, а из верхних частей — фауна нуммулитов среднего эоцена (лютетского яруса). Однако расчленение свиты было затруднено вследствие одинакового литологического состава известняков, в которых была найдена указанная фауна.

Собранный нами в течение последних лет геологический материал позволил точно расчленить эту известняковую толщу на верхнесенонскую и палеоцен—нижне- и среднеэоценовую, причем расчленение было проведено на основании фаунистических данных и литологического состава пород. При более детальном изучении выяснилось, что верхнесенонские известняки по своему составу мергелистые и обычно светлосерого цвета, а палеоценовые и нижне- и среднеэоценовые известняки, как правило, сильно песчанистые, образуют грубо-слоистые пласты и имеют темносерый цвет. Кроме того, местами между этими известняками наблюдается толща базального конгломерата, свидетельствующая о трансгрессивном залегании палеоценовых и нижнеэоценовых отложений.

Толща палеогена начинается свитой базальных конгломератов, которые выше по разрезу переходят в темносерые песчанистые известняки, содержащие обильную фауну нуммулитов. Мощность базального конгломерата от 5 до 120 м, а нуммулитовых известняков — от 10 до 100 м. Часто базальный конгломерат отсутствует и тогда на известняки и мергели верхнего сенона непосредственно налегают песчанистые известняки.

Палеоценовые и нижне- и среднеэоценовые известняки имеют значительно меньшее распространение, по сравнению с верхнесенон-

скими. Выходы их приурочены, главным образом, к северо-западной части исследованного района между сс. Шоржи и Бабиджан. Небольшая полоса нуммулитовых известняков отмечена также на юго-востоке — между сс. Инакдаг и Зод. Нуммулитовые известняки обычно в виде отдельных останцев, сохранились от размыва в ядрах синклинальных структур, образуемых подстилающими известняками и мергелями верхнего сенона.

Макроскопически они представляют собой сильно песчанистые, грубослонистые породы, чаще темносерого, реже желтовато-серого цветов, содержащие фауну нуммулитов и пектенид.

Под микроскопом они состоят из остроугольных обломков кварца и карбоната, сцементированных глинисто-известковым тонкозернистым материалом. Размеры отдельных обломков не превышают 0,5 мм. Наблюдаются также мелкие включения остатков нуммулитов и большого количества ближе неопределимой микрофауны, внутренние полости которой заполнены карбонатом и халцедоном.

Повсеместно в северо-западной части района переход между верхнесенонскими и палеоценовыми и эоценовыми известняками происходит трансгрессивно, без видимого углового несогласия. В юго-восточной же части, между сс. Инакдаг и Зод — нуммулитовые известняки залегают с угловым несогласием на верхнесенонских известняках. В разрезе, от верхнего сенона до палеоцена, полностью отсутствуют отложения датского яруса.

Фауна нуммулитов из района к северу от с. Артаниш была описана С. С. Кузнецовым<sup>(2)</sup> еще в 1929 г. как среднеэоценовая (лютетская). Среднеэоценовый возраст известняков между сс. Инакдаг и Зод был установлен В. Е. Хайным<sup>(3)</sup> в 1950 г. Из образцов Е. Е. Милановского<sup>(4)</sup>, собранных отсюда же, А. А. Габриеляном определены: *Nummulites subatacicus* Douv., *Nummulites oosteri* de la Harpe, *Nummulites lucasi* d'Arch.

Из наших сборов, произведенных в районе к северу и северо-западу от сс. Артаниш и Джил также А. А. Габриеляном определены следующие формы: *Nummulites planulatus* Lam., *Nummulites subatacicus* Douv., *Nummulites atacicus* Leym., *Nummulites irregularis* Desh.

Из перечисленных форм, по мнению А. А. Габриеляна, наибольший интерес представляет *Nummulites planulatus* Lam., которая является характерной для палеоцена и нижнего эоцена. Остальные формы обычно встречаются как в нижнем, так и в среднем эоцене, но, главным образом, в нижней части лютетского яруса. Хотя и не исключена их принадлежность к низам среднего эоцена, однако указанный исследователь все же склонен считать вмещающие их известняки палеоценовыми и нижнеэоценовыми, так как среди этих форм совершенно отсутствуют характерные для среднего эоцена Армении крупные формы нуммулитов, ассиллины и дискоциклины.

Из всего вышесказанного можно считать, что известняки к северу и северо-востоку от сс. Артаниш и Джил имеют палеоцено-

вый и нижнеэоценовый возраст. а известняки между сс. Инакдаг и Зод — среднеэоценовый.

Базальный конгломерат сложен из крупных галек (до 10 см) и валунов (до 0,6 м) верхнеэоценовских известняков и мергелей, заключенных в песчанистом известняковом цементе. Последний по своему литологическому составу весьма сходен с нуммулитовыми известняками.

Относительно возраста базального конгломерата Е. Е. Милановский высказывает противоречивые предположения. В своей работе (4) в одном месте он указывает, что базальный конгломерат, возможно, отвечает основанию эоцена, в другом месте — датскому ярусу — палеоцену.

Наши наблюдения над этой толщей приводят к выводу об ее палеоценовом возрасте, так как она выше постепенно переходит в песчанистые известняки, содержащие фауну палеоцена — нижнего эоцена (*Nimulites planulatus* Lam.).

Из других отложений эоцена на северо-восточном побережье озера Севан имеют довольно большое развитие вулканогенные породы. По данным К. Н. Паффенгольца (1), эоценовая вулканогенная толща, широко развитая на Арегунийском (Гюнелском) хребте (продолжение Севанского хребта на северо-западе), на востоке заканчивалась около с. Шоржа. В последних работах (2) границу их распространения он отодвинул к востоку до меридиана с. Артанш.

Наши наблюдения позволили установить присутствие эоценовых отложений еще восточнее — на подоразделе и юго-западном склоне Севанского хребта к северу от сс. Джил, Бабаджан и Памбак, где К. Н. Паффенгольцем показывались вулканогенные породы нижней юры (1), а в последних работах — турона (2), которые полого надвинуты на сеиоценовские известняки. К такому же выводу приходит и Е. Е. Милановский (4).

По данным К. Н. Паффенгольца... „Переход от описанных выше известняков к вышележащим туфогенным породам и порфиритам на всем протяжении Шахдигского хребта несогласный. Это несогласие тектонического происхождения, так как туфогенная толща срывает различные горизонты сильно дислоцированных верхнемеловых и эоценовых известняков, не имея в основании конгломерата с галькой известняков“...

По данным Е. Е. Милановского (4) наблюдается обратная картина:... „На нуммулитовые известняки совершенно согласно без следов размыва и каких-либо тектонических нарушений, по отчетливой, хорошо сложенной границе налегает вулканогенно-осадочная толща эоцена, представленная в нижней части в основном туфопесчаниками, аргиллитами, туфами, туффитами, туфобрекчиями серого, зеленого, лилового цвета, а выше — преимущественно порфиритами и туфобрек-

\* Вырвет ит — (эоцено-эоценовый (по К. Н. Паффенгольцу))

чими, реже туфоконгломератами, слагающими гребневую зону хреста Шахдаг ...

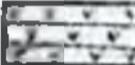
Разрез эоценовых отложений хорошо обнажается в верховьях р. Джил, на правом борту ее ущелья.

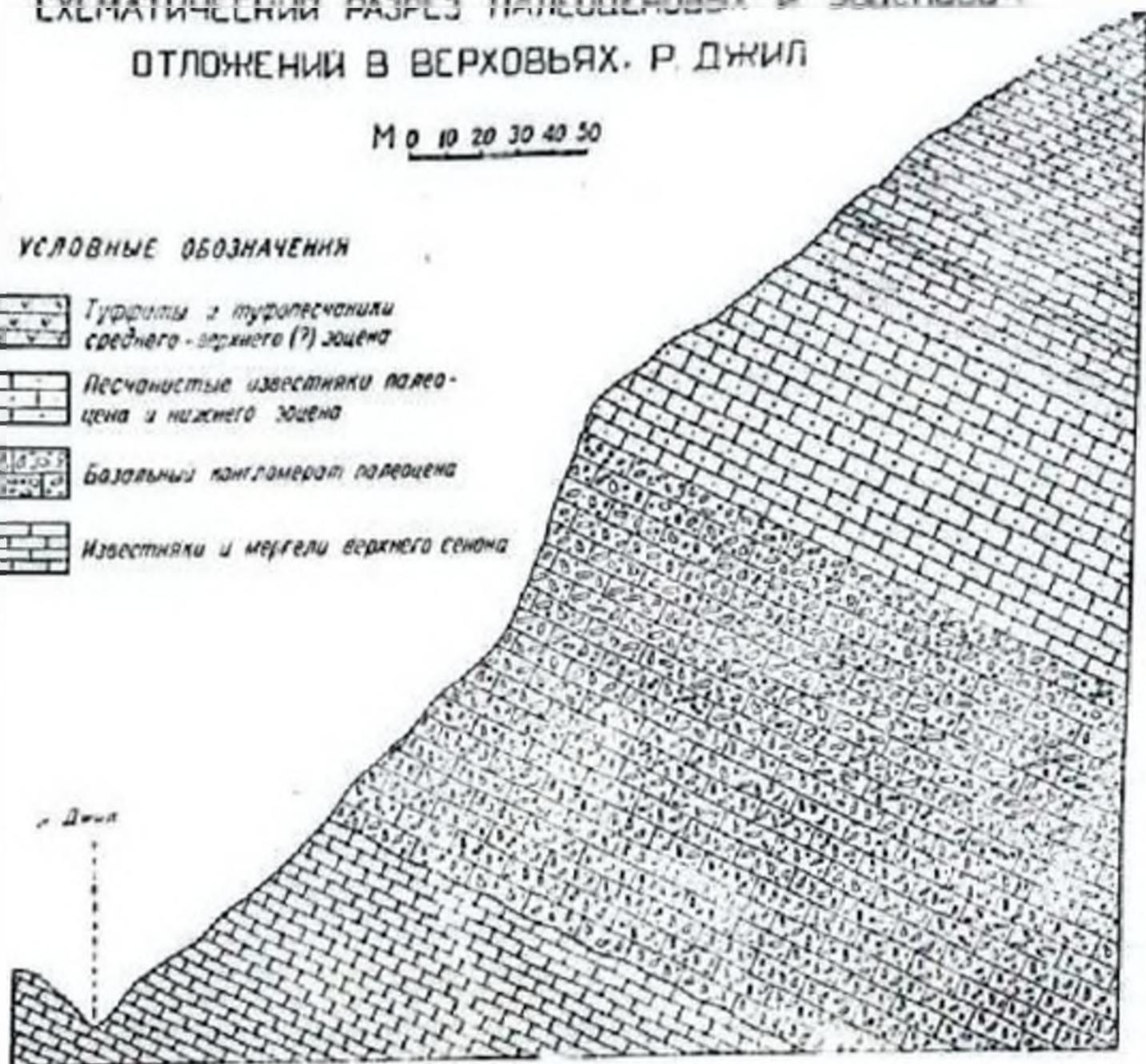
1. Внизу обнажаются светлосерые, янослоистые известняки и мергели верхнего сенона, содержащие фауну мелких ежей и инцерамов.

СХЕМАТИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПАЛЕОЦЕНОВЫХ И ЭОЦЕНОВЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ В ВЕРХОВЬЯХ. Р. ДЖИЛ

М 0 10 20 30 40 50

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  Турфиты и туфопесчаники среднего-верхнего (?) эоцена
-  Песчанистые известняки палеоцена и нижнего эоцена
-  Базальный конгломерат палеоцена
-  Известняки и мергели верхнего сенона



Фиг. 1.

2. Над ними, трансгрессивно, но без видимого углового несогласия, залегает толща галечных и валунистых конгломератов из обломков верхнесенонских известняков и мергелей в песчанисто-известняковом цементе, являющаяся базальным конгломератом палеоцена, нижнего и среднего эоцена; мощность ее 100—120 м.

3. Последние согласно переходят в темносерые песчанистые известняки с пуммулитовой фауной палеоценового и нижне- и среднеэоценового возраста, мощностью 50—60 м.

4. В верхних частях пуммулитовые известняки переслаиваются с туффитами и туфопесчаниками черного и зеленоватого цветов, которые выше по разрезу сменяются порфиритами, туфобрекчиями и туфоконгломератами. Среди обломков в туфоконгломератах сравнительно часто встречаются гальки известняков и мергелей верхнего

сенона, реже — песчанистых известняков палеоцена и нижнего и среднего эоцена.

Согласное залегание вулканогенной толщи над нуммулитовыми известняками, их переслаивание и наличие галек верхнесенонских и палеоцен-эоценовых известняков среди облояков туфоконгломератов, позволяют определить возраст вулканогенной толщи как средний и, возможно, верхний (?) эоцен.

Наибольшая мощность вулканогенных пород — 1500 м наблюдается на Севанском хребте, к северо-востоку от Шоржинского массива ультраосновных пород.

Таким образом, исходя из вышензложенного, необходимо:

1) признать наличие прерывистой и маломощной (до 200 м) толщи палеоцена и нижнего и среднего эоцена, выраженной в карбонатной фации;

2) признать наличие мощной вулканогенной толщи среднего и верхнего (?) эоцена, принимаемой раньше К. Н. Паффенгольцем за нижнюю юру, а в последствии за турон;

3) в связи с согласным залеганием среднего и верхнего (?) эоцена на нижележащие породы необходимо также признать отсутствие пологого надвига (или поддвига), проводимого К. Н. Паффенгольцем (1) между указанными отложениями; повидимому, надвиг проходит намного восточнее, по северо-восточному склону Севанского хребта, причем под юрские вулканогенные породы должны быть подвинуты вулканогенные породы среднего и верхнего (?) эоцена.

Институт геологических наук  
Академии наук Армянской ССР

U. P. ԱՐՈՎՅԱՆ

**Սեպանա լճի հյուսիս-արևելյան մերձափնյա շրջանի էոցենի նստվածքների ստրատիգրաֆիայի մասին**

Հողվածում շարագրված են հեղինակի կողմից Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան մերձափնյա շրջանում վերջին տարիների ընթացքում կատարված հետազոտությունների արդյունքները: Մանրակրկիտ հետազոտությունների հիման վրա հետազոտված շրջանի ստրատիգրաֆիայի և աեկտոնիկայի մասին եզրած պատկերացման մեջ մտցվում է զգալի փոփոխություններ:

Հեղինակի հիմնական եզրակացությունները հանդում են հետևյալին.

1. Ապացուցվում է պալեոցենի և՛ ստորին և՛ միջին էոցենի փոքր հզորություն (մինչև 200 մ) և ընդմիջվող շերտախմբի առկայությունը, որն արտահայտված է կարբոնատային ֆոսֆատով:

2. Ապացուցվում է միջին և վերին (՝) էոցենի հզոր հրաբխածին շերտախմբի առկայությունը, որը նախկինում Գ. Ն. Պաֆֆենհոլցի կողմից ընդունվում էր որպես միջին յուրա, իսկ հետագայում՝ որպես տուրոն:

3. Միջին և վերին էոցենի ներդաշնակ տեղադրումը իր սակ զանգույն ապարների վրա ցույց է տալիս, որ գոյություն չունի մեզմ աեկում ունեցող վրաշարժ, որն անցկացվում էր Գ. Ն. Պաֆֆենհոլցի կողմից նշված նստվածքների միջև:

Վրաշարժը հավանաբար անցնում է նշված վայրից բազալտին գեղի արևելք: Սևանի լեռնաշղթայի հյուսիս-արևելյան լանջով, ընդ որում միջին և վերին էոցենի հրաբխածին ապարները պետք է մասն լինեն յուրայի հրաբխածին ապարների սակ:

## ЛИТЕРАТУРА — ТРЦЦЦЦПРФЗПРЪ

<sup>1</sup> К. Н. Паффенгольц, О результатах геологического исследования в бассейне озера Гокча. Проблемы сов. геологии, 1934, № 5. <sup>2</sup> С. С. Кузнецов, Нуммулиты темных известняков северо-восточного побережья озера Севан. Изд. АН СССР СОПС, Бассейн оз. Севан (Гокча), т. II, Ленинград, 1930. <sup>3</sup> М. А. Кашкай, В. Е. Хаши и Э. Ш. Шихалибейли, Изв. АН Азербайджанской ССР, № 3, 1951, серия геологическая. <sup>4</sup> Е. Е. Милановский, Бюлл. МОИП, отд. геол., 1952. <sup>5</sup> К. Н. Паффенгольц, Изв. АН СССР, № 1, серия геолог., 1952.

## ЭНТОМОЛОГИЯ

С. М. Хизорян

Новый вид чернотелок из Армянской ССР  
(Coleoptera, Tenebrionidae)

(Представлено Г. Х. Бунятяном 28. X. 1955)

*Cataphronetis plagiocnema* sp. nov.

АрмССР.: Вединский р-н, солончаки на восток от станции Арарат; 18 экземпляров, в песчаной кочке, 7.IV. 1954. Тип в коллекциях ЗИН АН АрмССР.

Темнобурый, усики, лапки и щупики желтые. Длина 3,5—5 мм.

Голова широкая, немного уже переднеспинки (рис. 1,1), покрыта густыми мелкими сливающимися точками. Передний край наличника обрезан прямолинейно, верхняя губа сильно поперечная, желтая, без мягкой кожистой каймы у основания. Глаза крупнофасеточные, почти цельные, спереди слегка вырезаны килем щек, эти последние выступают перед глазами резким углом. Горло покрыто густыми глазчатыми точками, по середине с двумя швами, расходящимися кзади и вырисовывающими треугольную площадку, покрытую густыми поперечными штрихами (стридуляционный орган, рис. 2,1), за исключением гладкой и блестящей вершины.

Усики короткие, их последние членики поперечные, 3 последних расширены в булаву (рис. 1,2).

Переднеспинка такой же ширины, как и надкрылья; ее передний край глубоко вырезанный, передние углы выступают лопастевидно, боковые края постепенно сужены к основанию, несут тонкую цельную бороздку и ряд коротких ресничек. Диск грубо и довольно густо точечный, по бокам точки сливаются в морщинки, основание у щитка слегка вдавленное, по бокам выше основания несут две продольные ямки. Фон покровов гладкий, блестящий. Задние углы тупые, но явственные.

Надкрылья блестящие, с рядами мелких точек, их промежутки голые, покрыты довольно рассеянными точками, более мелкими, чем на переднеспинке, и явственно более поперечными.



Рис. 1.

ными; по крайней мере два первых (пришовных) ряда точек углублены в бороздки. Фон покровов гладкий, местами морщинистый. Вершина надкрылий с прямым пришовным углом. 1-я бороздка почти достигает вершины и здесь соединяется с 9-й; 2-я бороздка связана с 7-й, которая здесь хорошо явственная.

Крылья (рис. 2,2) развиты.

Грудь покрыта негустыми крупными плоскими точками, по бокам более густыми и здесь сливающимися в морщинки. Отросток переднегруди к вершине расширен и пригнут к телу, несет на конце пучок желтых волосков. Заднегрудь с срединной бороздкой в своей

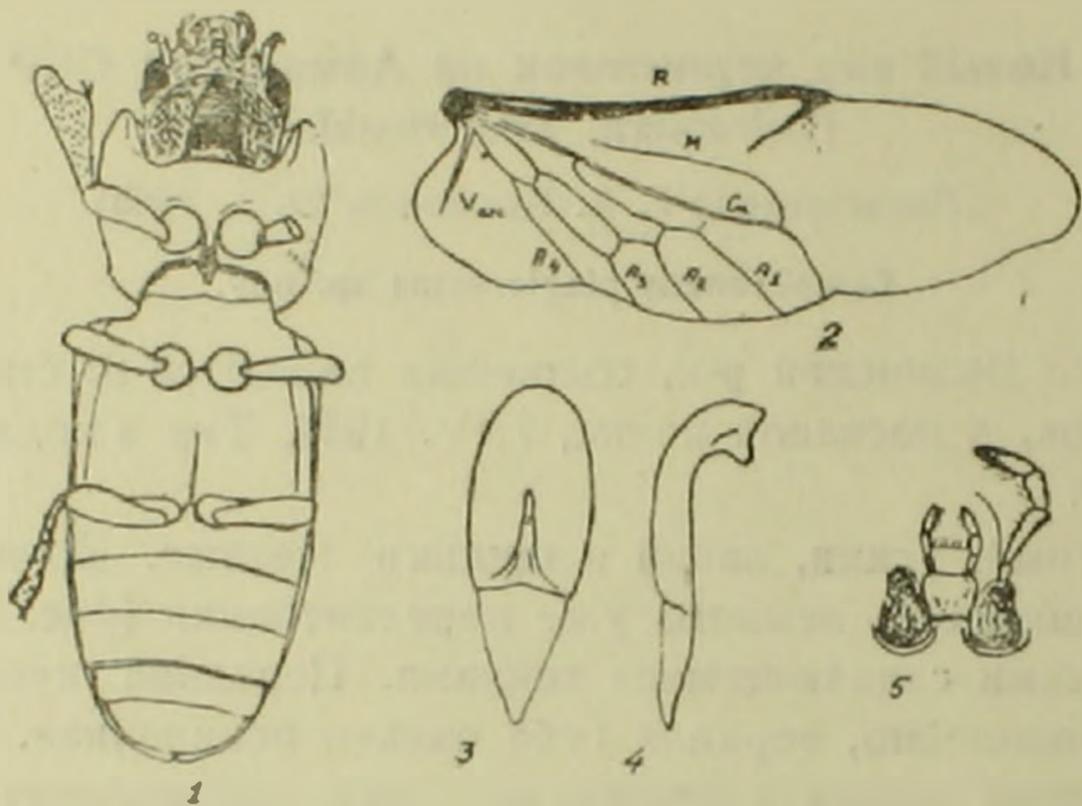


Рис. 2.

вершинной половине. Бока брюшка опушенные. Отросток 1-го видимого полукольца брюшка между задними тазиками узкотреугольный, его вершина закругленная (рис. 2,1).

Передние голени треугольные, к вершине сильно расширенные (рис. 1,3), вооружены двумя толстыми шпорами, их внешний край несет густую штриховку и ряд волосков. Передние лапки с почти равными первыми члениками, последний членик длинный, его коготки маленькие и простые; от основания лапки по внутренней плоскости голени проходит плоская кривая бороздка. Средние и задние голени с короткими шпорами, лапки почти голые, 1-й членик задних лапок длиннее двух последующих вместе взятых (рис. 1,4). Пенис, рис. 2, 3 и 4.

Габитуально напоминает *S. crenata* Germ., но легко от него отличается по следующим признакам:

1 (2) Щеки едва выступают перед глазами, голова на уровне глаз едва уже, чем на уровне выступа щек. Передние голени спереди расширены слабо, их внешний край достигает основания последнего членика передних лапок. Ноги чернобурые . . . . . *crenata*.

2 (1) Щеки резко выступают перед глазами, голова на уровне глаз явственно уже, чем на уровне выступа щек. Передние голени к вершине расширены сильно, их внешний край почти достигает

основания коготка отогнутых передних лапок. Выступы переднегруди и 1-го видимого полукольца брюшка более узкие, чем у предыдущего. Ноги красножелтые . . . . . *plagiocnema*.

Достопримечательно строение горла (наличие стридуляционного аппарата) не только у описываемого вида, но, очевидно, у всего рода *Cataphronetis* Luc. в целом (по крайней мере, такое же строение имеет горло *C. crenata*).

Совсем недавно совершенно аналогичный стридуляционный аппарат найден К. Кохом у ряда южноафриканских чернотелок, которых этот автор выделил в новую трибу *Oncotini*; габитуально виды этой трибы резко различаются от *Cataphronetis*, но имеют с ним много общих черт строения, однако усики у них нитевидные, последний членик щупиков топорovidный, а не удлинённый (тогда как их 2-й членик аномально удлинённый, так же, как у *Cataphronetis*—см. рис. 2,5). щеки не выступают перед глазами, переднегрудь короче, выступ 1-го видимого полукольца брюшка широкий, заднегрудь короткая и т. д. Что же касается пениса, то у некоторых форм он значительно напоминает пенис *C. plagiocnema*. Кроме этой трибы, стридуляционный аппарат на горле известен у трибы *Platynotini* подсемейства *Opatrinae* с вырезанным спереди наличником. Так как трудно допустить конвергентное происхождение этого аппарата у разных чернотелок, логично видеть в них расщепившиеся ветви одного ствола и выделить трибы *Oncotini*, *Platynotini* и *Cataphronetini* в одну обособленную группу подсемейства *Opatrinae*, объем и характеристика которого должны быть изменены, как это впрочем уже предложено Кохом. Прибавим, что Рейттер, выделивший трибу *Cataphronetini* (1917), причислял к ней лишь два рода, в том числе род *Pygidiphorus* Muls., строение горла которого нам неизвестно. Что же касается родственного рода *Phaleria* Latr., то у него стридуляционного аппарата на горле не имеется.

Зоологический институт  
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ս. ԽՆՉՈՐՅԱՆ

**Սեվամարմենիկեերի նոր տեսակ Հայկական ՍՍՌ-ից**

*Cataphronetis plagiocnema* sp. nov. (Coleoptera, Tenebrionidae)

Չեղիի շրջանում, Արարատ կայարանից դեպի արևելք հայտնաբերված է նշանակալից քանակությամբ նոր անապատային սևամարմենիկ: Սա *Cataphronetis* Luc. սեռի առաջին ներկայացուցիչն է, գտնված Հայկական ՍՍՌ-ում:

Р. А. Манлян

### Паразитофауна севанских сигаов

(Представлено Г. Х. Бунятыном 31.V.1956)

В 1924—1927 гг. по инициативе А. Н. Державина оз. Севан было заселено двумя ценными подвидами сигаов: ладожским сигаом лудогой (*Coregonus lavaretus ludoga Poljakov*) и чудским сигаом (*Coregonus lavaretus maguonoides Poljakov*).

Подробные сведения об этих рыбах нами (<sup>1, 2</sup>) даны в других работах. В настоящей статье приводятся некоторые данные по паразитофауне акклиматизированных в оз. Севан сигаов.

Общие положения о влиянии акклиматизации рыб на состав паразитофауны водоемов были разработаны Догелем (<sup>3</sup>) и его школой. Ими установлено, что при акклиматизации рыб, путем пересадки инкубированных икринок, местные паразиты через своего хозяина—акклиматизируемого объекта, не передаются в другой водоем и степень заражения рыб в новых для них условиях зависит от близости в систематическом отношении состава ихтиофауны нового водоема.

Пересадка сигаов в оз. Севан была произведена с соблюдением общей профилактики, путем выпуска инкубированных икринок. Следовательно, вышедшие из икры личинки в отношении паразитов были стерильными и естественно, что обнаруживаемые в настоящее время представители паразитофауны сигаов являются приобретенными в новых условиях обитания.

Исходя из вышензложенного, исследование паразитофауны севанских сигаов представляет значительный научный и практический интерес.

Все исследования паразитофауны рыб оз. Севан относятся к периоду отсутствия сигаов в данном водоеме. Только спустя семь лет после первой партии выпуска инкубированных икринок сигаов, в 1931 г., Динник (<sup>4</sup>) изучал гельминтофауну севанских рыб. Он произвел всего 15 вскрытий севанского сига лудоги (на фиксированном материале) и обнаружил, что в кишечнике у них довольно часто, но в небольшом количестве встречаются *Echinorhynchus sevani* n. sp. и недоразвитые редкие экземпляры *Pomphorhynchus laevis* (Zoega).

Таблица 1

Зараженность севанских сигов паразитами кишечной полости по возрастным группам

П а р а з и т ы	1+, n=27		2+, n=79		3+, n=53		4+, n=46		5+, n=7		6+, n=6		7+ и выше n=5		Всего, n=223	
	ча- сто- та встрече- мости	процент встрече- мости	ч. в.	% %	ч. в.	% %	ч. в.	% %	ч. в.	% %	ч. в.	% %	ч. в.	% %	ч. в.	% %
<i>Echinorhynchus</i> sp. . . . .	2	7,4	11	13,9	15	28,3	18	39,1	6	85,7	5	83,4	5	100	62	27,8
<i>Pomphorhynchus laevis</i> . . .	—	—	4	5,1	2	3,8	6	13,0	—	—	—	—	—	—	12	5,4
По обоим видам . . . . .	2	7,4	15	19,0	17	32,1	24	52,1	6	85,7	5	83,4	5	100	74	33,2

Для исследования паразитофауны севанских сигаев мы использовали материалы (223 желудка), взятые для изучения питания, и, кроме того, произвели 30 вскрытий для выявления других экто- и эндопаразитов.

В результате этих вскрытий, из десяти обнаруженных Динником в оз. Севан видов кишечно-полостных паразитов рыб у севанских сигаев обнаружены только два вида, которые впервые, задолго до нас, были обнаружены вышеназванным автором. Это скребни — *Echinorhynchus sevanii* v. sp. и *Pomphorhynchus laevis* (Zoega).

Данные по зараженности паразитами кишечной полости приводятся в табл. 1.

Как видно из этой таблицы, зараженность *Echinorhynchus* больше, чем *Pomphorhynchus*.

По мере роста рыбы процент зараженности, как правило, увеличивается, и в возрасте больше семи лет все сигаев поголовно заражены этими червями. Хотя процент общей зараженности составляет 33,2%, однако их количество у каждого хозяина не превышает: *Pomphorhynchus laevis* (Zoega) — 4, а *Echinorhynchus sevanii* n. sp. — 14 штук.

Между степенью зараженности сигаев лудоги и чудского сигаев, с одной стороны, самцов и самок — с другой, существенных различий не обнаружено.

Промежуточными хозяевами этих червей, повидимому, являются тamarусы. Этим мы и склонны объяснить причину возрастной динамики зараженности сигаев. Причиной же бедности гельминтофауны севанских сигаев, очевидно, является относительно меньшая приспособленность севанских паразитов к новым хозяевам.

При вскрытии желудочно-кишечного тракта сигаев обнаружено, что во всех случаях паразиты расположены в различных отделах кишечника, лишь в двух случаях обнаружены как в кишечнике, так и в желудке.

Кроме паразитов кишечной полости, нами обнаружен до сих пор для Севана неизвестный паразит, вызывающий заболевание, известное в литературе под названием тетракотилоз (6).

Возбудителями тетракотилоза являются сосальщики, представители рода *Tetracotyle*.

Мы затруднялись точно установить видовую принадлежность этого паразита. Однако, если принять во внимание исследование Маркевича, согласно которому в наших водоемах встречаются два вида *Tetracotyle*: *T. variegata* (Creplin) и второй *T. percae fluviatilis* v. Lenstow, и что последний встречается только у окуней, то, повидимому, обнаруженный нами паразит относится к первому виду, т. е. к *Tetracotyle variegata* (Creplin).

Представители *Tetracotyle* поражают сердце севанских сигаев. Их цисты имеют величину от 0,5 до 1,0 мм, форма цисты кругловатая, цвет белый или грязно-белый. Количество цист на инвазированном органе варьирует от единичных до 27 шт.

Зараженность севанских сигаев сердечными сосальщиками носит массовый характер и, как правило, она не зависит от возраста рыбы (табл. 2).

Таблица 2

Зараженность севанских сигаев сердечным сосальщиком—*Tetracotyle* sp. по возрастным группам (в процентах)

В о з р а с т	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	Всего
Количество вскрытий . .	5	10	11	—	1	1	2	30
Частота встречаемости . .	4	7	9	—	1	1	2	24
Процент зараженности . .	80	70	81,9	—	100	100	100	80

Тетракотилоз в условиях Севана не является свойственным только сигаев. У тринадцати особей форели нами обнаружен вышеуказанный паразит. Однако количество цист у форелей гораздо меньше, чем у сигаев.

Рыбы являются промежуточными хозяевами для этого паразита. его окончательными хозяевами являются чайки, гагары, поганки и др., которые и распространяют паразита.

Кроме вышеуказанных паразитов, других, как эндо-, так и эктопаразитов у севанских сигаев не обнаружено. Однако не исключена возможность существования у них других, особенно микропаразитов, исследованием которых мы не занимались.

По данным Грезе (6), в списке паразитофауны для сига лудогии в Ладожском озере насчитывается 17 видов паразитов. Исходя из этого, можно отметить крайнюю бедность паразитофауны севанских сигаев и меньшую степень их инвазии.

Севанская гидробиологическая станция  
Академии наук Армянской ССР

Ռ. Ա. ՄԱՅԻԼՅԱՆ

**Սևանի սիգերի պարազիտաֆաունան**

Հետազոտվել են Սևանա լճում ակլիմատիզացիաի ենթարկված սիգերի պարազիտաֆաունան, որի հետևանքով սահմանված է, որ լճում գոյություն ունեցող 10 տեսակ աղիքային խոռոչի պարազիտներից սիգերի մոտ հանդիպում է ընդամենը երկու տեսակի *Echinorhynchus sevani* n. sp. և *Pomphorhynchus laevis* (Zoega), այն էլ թիչ քանակությամբ: Բացի դրանից, առաջին անգամ Սևանում հայտնաբերված է ձկների մոտ տեսարակոտիլոզ կոչվող հիվանդության հարուցիչը՝ *Tetracotyle* sp., որը մակարոնում է սիգերի և ֆորելների սրտի վրա:

Սևանի սիգերի պարազիտաֆաունայի աղբատությունը հեղինակը բացատրում է Սևանի պարազիտների նոր տիրոջ նկատմամբ վատ հարմարողականությամբ:

**ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

1 Р. А. Маилян, Изв. АН Армянской ССР, т. VII, № 9, 1954. 2 Р. А. Маилян, Сиги озера Севан. Тр. Севанской гидробиологической станции, т. XV (в печати). 3 В. А. Догель, Паразитарные заболевания рыб. Сель-хозгиз, 1932. 4 Ю. А. Динник, Тр. Севанской озерной станции, т. IV, вып. 1—2, 1932. 5 А. П. Маркевич, Паразитарные заболевания рыб и борьба с ними, 1934. 6 В. Н. Грèзе, Тр. Всесоюзного гидробиологического об-ва, т. V, 1953.