

ԶԵՆՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ

LXIII, № 2

1976

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ա. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ, տեխ. գիտ. թեկնածու (պատ. Գաղտնիքաբ.), Է. Գ. ԱՆՐԻՑԻԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Ա. Բ. ՐԱՐԱՅԻԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Հ. Խ. ՐՈՒՆՑԻԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԻՍԼԱՄԻԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Մ. ԽԱՄԻՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Կ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. Խմբագրի տեղակալ), Հ. Գ. ՄԱՂԱՔՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. Խմբագիր), Գ. Ս. ՍԱԼԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Օ. Մ. ՍԱՊՈՆՉԻԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼԻԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Բ. ՖԱՆԱՐՁՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Г. А. АРЗУМАНЯН, канд техн. наук (отп. секретарь), Э. Г. АФРИКЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, Г. Х. БУНЯТЯН, академик АН АрмССР, Е. О. КАЗАРЯН, академик АН АрмССР (зам. отп. редактора), И. Г. МАГАКЬЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отп. редактор), Г. С. СААКЯН, чл.-корр. АН АрмССР, 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, В. В. ФАНАРДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР.

Ր Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

- Ի. Ա. Կարապետյան—Կրիտիկական և էական կողեր կատարյալ գրաֆներում 65
- Լ. Խ. Մենաւրյան—Բլյաշկեի տիպի արտադրյալների մասին կիսահարթություններում 71

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

- Լ. Ա. Մովսիսյան—Հցոնած օղակի կայունությունն ուժային և ջերմային ազդեցությունների դեպքում 77

ԼՆԿՏՐԱՄԵԽԱՆԻԿԱ

- Ա.Ղ. Իսսիֆյան, Գ. Լ. Արեշյան—Երկկողմանի (դուալ) զրգոման ախտեմով սինխրոն—ասինխրոն մեքենայի տեսությունը 84

ՖԻԶԻԿԱ

- Մ. Ե. Մովսեսյան, Ռ. Խ. Դրամֆյան—Ժառագայթման ինտենսիվության ազդեցությունը մագնիսական դաշտում բնեռացման հարթության պտույտի վրա 91

ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ա. Տ. Ասլանյան, Ա. Ի. Լևիկին, Ա. Վ. Հաբուրյունյան—Երկրաշարժների առաջացման մի հնարավոր մեխանիզմի մասին 96

ՄԻԿՐՈԲԻՈԼՈԴԻԱ

- Ա. Մ. Դրյանյան—Ակտիվ թթվայնությունը կուլիլնտերիտների հարուցիչների և ոչ սյաթոգեն *Escherichia coli* կուլտուրաներում տարբեր ածխաջրատների ֆերմենտացիայի ժամանակ 102
- Բ. Բ. Կասարյան, Գ. Գ. Տորգաշովա—2,4-դիացետիլֆլորոզլուցինի հերթիցիդային ազդեցության սպեկտրը և ակտիվությունը 109

ՐԻՈՖԻԶԻԿԱ

- Ա. Ա. Շաճինյան, Լ. Ա. Խանամիրյան, Հ. Մ. Այվազյան—Մուկկուլի կոնֆորմացիայի և դիֆիլ նյութի տեսակի ազդեցությունը լիպիդ-սպիտակուց հիդրոֆոբ կոմպլեքսները մոդելավորող խառը ագրեգատների կառուցվածքի վրա 113

ԽՈՐՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

- Ս. Ա. Մառուրյան—Խաղողի շիվերի ֆերմենտատիվ ակտիվությունը ցածր ջերմաստիճաններում 119

ՄԻՋԱՏԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ս. Մ. Յաբլոկով-Խենձորյան—Փայտափորիկ թզեղների նոր տեսակ Դարվազից (*Coleoptera, Anobiidae*) 124

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

МАТЕМАТИКА

- И. А. Карапетян—Критические и существенные ребра в совершенных графах 65
- Л. Х. Меграбян—О произведениях типа Бляшке в полуплоскости 71

МЕХАНИКА

- Л. А. Мовсисян—Устойчивость кольца с заполнителем при силовых и температурных воздействиях 17

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

- А. Г. Иосифьян, Г. Л. Арешян—Теория синхронно-асинхронной машины с дуальной системой возбуждения 84

ФИЗИКА

- М. Е. Мовсисян, Р. Х. Драмлян—Влияние интенсивности излучения на вращение плоскости поляризации в магнитном поле 91

ГЕОЛОГИЯ

- А. Г. Асланян, А. И. Левыкин, А. В. Арутюнян—Об одном возможном механизме возникновения землетрясений 96

МИКРОБИОЛОГИЯ

- А. М. Диланян—Активная кислотность в культурах возбудителей колиэнтеритов и банальной *Escherichia coli* при ферментации различных углеводов 102
- Б. Т. Катарьян, Г. Г. Торгашева—Спектр и активность гербицидного действия 2,4-диацетилфлороглюцина 109

БИОФИЗИКА

- А. А. Шагинян, Л. А. Ханамирян, О. М. Айвазян—О влиянии конформации макромолекулы и типа дифильного вещества на структуру смешанных агрегатов, моделирующих гидрофобные комплексы липид—белок 113

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- С. А. Марутян—Ферментативная активность побегов винограда в условиях низких температур 119

ЭНТОМОЛОГИЯ

- С. М. Яблоков-Хизорян—Новый вид жука-точильщика из Дарваза Coleoptera, Anobiidae 124

CONTENTS

MATHEMATICS

- I. A. Karapetian*— Critical and essential edges in the perfect graphs . . . 65
L. KH. Megrabian— On the products of Blascke tyres in a half plane. . . 71

MECHANICS

- L. A. Movsisian*— The stability of circular ring with core under action both of forces and temperature 77

ELECTROMECHANICS

- A. G. Iosifian, G. L. Arshian*— The theory of synchronous — asynchronous machines with dual system of excitation. 84

PHYSICS

- M. E. Movsessian, R. Ch. Drampian*— The effect of radiation intensity on polarization rotation in the magnetic field. 91
 Geology

- A. T. Aslanian, A. I. Levtkin, A. V. Harutunian* About a possible mechanism of arising earthquakes 96

MICROBIOLOGY

- A. M. Dilantun*— The active acidity in cultures of the causative agents of colenterites and of the banal *Escherichia coli* during the fermentation of different carbohydrates. 102

- B. T. Kotaryan, G. G. Torgashova*— Spectrum and herbicide activity of 2,4-diacetylphloro- glucin 109

BIOPHYSICS

- A. A. Shahinian, L. A. Khanamirian, H. M. Ayvazian*— On the influence of macromolecule conformation and the type of diisole substance on the structure of mixtured aggregates, the models of lipid-protein complexes. 113

PLANT PHYSIOLOGY

- S. A. Marutian*— Fermentative activity of the vine shoots under conditions of low temperatures. 119

ENTOMOLOGY

- S. M. Yablokoff-Khuzorian*— New species of anobiidae beetles from Darvaz 124

Технический редактор Л. А. АЗИЗБЕКЯН

ВФ 07020. Подписано к печати 9 XII. 1976 г. Тираж 550. Изд. 4508. Заказ 625

Формат бумаги 70×108¹/₁₆ Печ. л. 4,0. Бум. л. 2.

Усл. печ. л. 5,6. Уч. изд. листов 4,37.

Типография Издательства АН Армянской ССР, Ереван, Барекамутян, 24.

Экспедиторская типография Издательства АН Армянской ССР

УДК 519.1

МАТЕМАТИКА

И. А. Карапетян

Критические и существенные ребра в совершенных графах

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. Н. Мергеляном 7/IV 1976)

В настоящей работе рассматриваются конечные неориентированные графы $G=(X, U)$, не содержащие петель и кратных ребер. Граф $G'=(X', U')$ называется подграфом G , если G' получается из G удалением вершин вместе с инцидентными им ребрами: подграф $G'=(X', U')$ запишем также в виде $|X'|_G$.

Все необходимые понятия и обозначения, не определяемые ниже можно найти в работе Е. Олару (¹).

Обозначим через $\alpha(G)$ максимальное число попарно не смежных вершин в графе G (число независимости). Пусть $\sigma(G)$ — минимальное число полных подграфов, покрывающие все вершины графа G (кликоматическое число). Очевидно, что для любого графа G , $\alpha(G) \leq \sigma(G)$. Скажем, что граф G имеет α — покрытие, если $\alpha(G) = \sigma(G)$. Граф G , каждый подграф которого имеет α — покрытие назовем совершенным.

Ребро $u=(x, y)$ графа $G=(X, U)$ назовем критическим, если $\alpha(G \setminus u) > \alpha(G)$, и существенным (²), если при любом минимальном покрытии оно принадлежит какому-нибудь полному подграфу G .

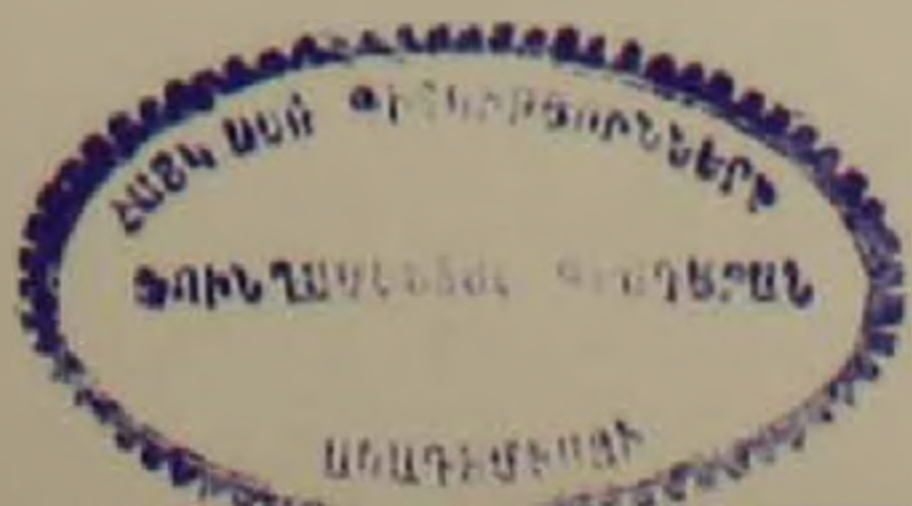
Если граф G имеет α — покрытие, то легко заметить, что критическое ребро в то же время является и существенным. Обратное неверно, что легко проверяется на пятиугольнике с одной диагональю (диагональ будет существенным, но не критическим).

Обозначим через $X_{x_0}^0 = \{x' \setminus x' \in X, (x_0, x') \in U\}$,

$$X_{x_0}^1 = \{x' \setminus x' \in X, (x_0, x') \in U\}.$$

Лемма. Если граф $G=(X, U)$ совершенный, а вершина $x_0 \in X$ такая, что мощность каждого независимого множества, содержащего x_0 меньше $\alpha(G)$, то каждое ребро инцидентное x_0 несущественное.

Доказательство. Предположим обратное, т. е. что ребро $u_0=(x_0, y_0)$ является существенным для графа G . Рассмотрим подграф $G \setminus x_0$. Из условий леммы следует, что $\alpha(G \setminus x_0) = \alpha(G)$ и $\alpha(G \setminus x_0) =$



$= \alpha(G \setminus x_0)$. Пусть $\{X_1, X_2, \dots, X_{\alpha(G)-1}, X_{\alpha(G)}\}$ представляет α -покрытие подграфа $G \setminus x_0$. Рассмотрим вершину y_0 . Не нарушая общности, предположим, что $y_0 \in X_{\alpha(G)}$. Тогда не трудно проверить, что $\alpha(\bigcup_{i=1}^{\alpha(G)-1} X_i \cup \{x_0\}) = \alpha(\bigcup_{i=1}^{\alpha(G)-1} X_i \cup \{y_0\}) = \alpha(G) - 1$.

Если $\{X_1, X_2, \dots, X_{\alpha(G)-1}\}$ представляет α -покрытие подграфа $G \setminus x_0$, то очевидно, что $\{X_1, X_2, \dots, X_{\alpha(G)-1}, X_{\alpha(G)}\}$ представляет α -покрытие графа G , не содержащее ребро $u_0 = (x_0, y_0)$, что привело бы к противоречию. Лемма доказана.

Следствие 1. Если $G = (X, U)$ совершенный граф, а вершина $x_0 \in X$ такая, что каждое независимое множество мощности $\alpha(G)$ содержит x_0 , то каждое ребро инцидентное вершине x_0 несущественное.

Доказательство непосредственно следует из доказанной леммы.

Теорема 1. Если $G = (X, U)$ триангулированный граф, то ребро $u = (x, y)$ является существенным для G , тогда и только тогда, когда оно критическое.

Доказательство. Из совершенности графа $G^{(1)}$ следует, что каждое критическое ребро в то же время является существенным.

Докажем обратное, т. е., что каждое существенное ребро является одновременно и критическим для графа G . Предположим, что существует ребро $u_0 = (x_0, y_0)$ графа G , которое является существенным, но не критическим. Согласно лемме существует независимое множество S_{y_0} мощности $\alpha(G)$, которое содержит вершину y_0 . Через S'_{y_0} обозначим такое независимое множество с указанным свойством, которое имеет минимальное количество вершин из $X^1_{x_0}$.

Очевидно, что $|X^1_{x_0} \cap S'_{y_0}| \geq 2$. (1)

Допустим, $G_1, G_2, \dots, G_k$ — является компоненты связности подграфа $|X^0_{x_0}|_G$, $\alpha_i = \alpha(G_i)$, $i = \overline{1, k}$. Тогда легко проверить, что

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_k = \alpha(G) - 1. \quad (2)$$

Обозначим через $S = S'_{y_0} \cap X^1_{x_0}$, $J = \{i / i \in \overline{1, k}, |S'_{y_0} \cap G_i| \leq \alpha_i - 1\}$.

Докажем, что $J \neq \emptyset$. Действительно, из $J = \emptyset$ следовало бы, что $|S'_{y_0} \cap G_i| = \alpha_i$ для $i = \overline{1, k}$, откуда, в свою очередь, с учетом (2) следует, что $|S'_{y_0} \cap X^1_{x_0}| = 1$, что противоречит (1). Рассмотрим $i_0 \in J$, и произвольное наибольшее независимое множество S_{i_0} графа G_{i_0} . Поскольку граф G триангулирован, то только вершина y_0 из множества S смежна с некоторыми вершинами S_{i_0} . Действительно, если существуют две вершины из S , которые смежны с некоторыми вершинами, то G содержит цикл, который не имеет диагонали, что против-

речит условию теоремы. Поэтому существует только одна вершина $x \in S$, которая смежна с некоторыми вершинами S_{i_0} . Если при этом $x \neq y_0$, то $(S'_{y_0} \setminus (G_{i_0} \cup x)) \cup S_{i_0}$ представит независимое множество, содержащее вершину y_0 мощности $\alpha(G)$, пересечение которого с $X^1_{x_0}$ меньше $|S|$, что противоречит выбору S'_{y_0} . Основываясь на этом, покажем, что $|J| = 1$. Предположим обратное, т. е. $|J| \geq 2$. Пусть $J = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$, а $S_{i_1}, S_{i_2}, \dots, S_{i_n}$ — наибольшие независимые множества в $G_{i_1}, G_{i_2}, \dots, G_{i_n}$ соответственно. Из вышесказанного следует, что $(S'_{y_0} \setminus (\bigcup_{k=1}^n G_{i_k} \cup y_0)) \cup \{\bigcup_{k=1}^n S_{i_k}\}$ представит независимое множество мощности, более, чем $\alpha(G)$, что противоречит определению $\alpha(G)$.

Не нарушая общности, предположим $J = \{i_1\}$. Рассмотрим множество $S' = (S'_{y_0} \setminus (G_{i_1} \cup y_0)) \cup S_{i_1}$. Так как только вершина y_0 смежна с некоторыми вершинами S_{i_1} , то S' является независимым множеством и $\alpha(G) \leq |S'|$. С другой стороны, $|S'| \leq \alpha(G)$, следовательно, $\alpha(G) = |S'|$. Из определения S' следует, что $|S' \cap G_i| = \alpha_i$, $i = \overline{1, k}$, откуда $|S' \cap X^1_{x_0}| = 1$. Допустим $S' \cap X^1_{x_0} = \{z\}$. Тогда ребро (x_0, z) является критическим, следовательно, оно также и существенное, что противоречит условию $(z, y_0) \notin U$.

Теорема доказана.

Теорема 2. Если каждый нечетный цикл графа G , отличный от треугольника, содержит хотя бы одну пару пересекающихся диагоналей, то ребро $u = (x, y)$ является существенным тогда и только тогда, когда оно критическое.

Доказательство. Из совершенности графа $G^{(1)}$ следует, что каждое критическое ребро является существенным. Докажем, что каждое существенное ребро графа G является одновременно и критическим. Предположим обратное. Допустим, что ребро $u_0 = (x_0, y_0)$ существенное, но не критическое. Из условий теоремы и не критичности $u_0 = (x_0, y_0)$ следует, что $\alpha(|y_0 \cup X^0_{x_0}|_G) = \alpha(G) - 1$. Обозначим через Y максимальное подмножество $X^1_{x_0}$, удовлетворяющее следующим условиям: $y_0 \in Y$, $\alpha(|Y \cup X^0_{x_0}|_G) = \alpha(G) - 1$. Так как ребро u_0 существенное, то $\alpha(|X^1_{x_0}/Y|_G) \geq 2$. Следовательно, существуют несмежные вершины $z_1, z_2 \in X^1_{x_0}/Y$ такие, что $\alpha(|z_i \cup Y \cup X^0_{x_0}|_G) = \alpha(G)$, $i = 1, 2$. Рассмотрим граф G' , который получается из графа G путем удаления всех ребер вида (x_0, x) , $x \in Y$. Из теоремы 7 ⁽¹⁾ следует, что граф G' содержит нечетный цикл, не имеющий диагоналей, длина которого не менее пяти, и который проходит через вершины z_1, x_0, z_2 .

В силу этого, граф G содержит нечетный цикл всех диагоналей, которые выходят из вершины x_0 , что противоречит условию теоремы. Теорема доказана.

Теорема 3. Если $G=(X, U)$ совершенный граф и $u_0=(x_0, y_0)$ ребро не принадлежащее никакому треугольнику, то u_0 существенное тогда и только тогда, когда оно критическое.

Доказательство. Докажем, что если ребро $u_0=(x_0, y_0)$ существенное, не принадлежащее треугольнику, то оно критическое.

Допустим G' вершинно минимальный совершенный граф, где ребро $u_0=(x_0, y_0)$ не принадлежит никакому треугольнику, является существенным, но не критическим. Отметим некоторые свойства графа G' .

а. Каждое независимое множество графа G' мощности $\alpha(G')$ содержит вершину x_0 или вершину y_0 .

б. Для каждой вершины z подграфа $G' \setminus x_0$ существует независимое множество S_z , содержащее вершину z , такое, что $|S_z| = \alpha(G')$. Свойство а. очевидно. Докажем свойство б. Предположим, что существует вершина z_0 подграфа $G' \setminus x_0$, такая, что каждое независимое множество, содержащее z_0 имеет мощность меньше $\alpha(G')$. Рассмотрим подграф $G' \setminus z_0$. Он удовлетворяет условиям теоремы, так как имеет меньше вершин, чем граф G' и $\alpha(G') = \alpha(G' \setminus z_0)$, то ребро $u=(x_0, y_0)$ не существенное. Рассмотрим $\{X_1, X_2, \dots, X_{\alpha(G')}\}$ α -покрытие подграфа $G' \setminus z_0$, которое не содержит ребро (x_0, y_0) . Предположим, что $x_0 \in X_{\alpha(G')}$. Рассмотрим подграф $H = \left[\bigcup_{i=1}^{\alpha(G')-1} X_i \cup z_0 \right]_{G'}$. Согласно

принятым предположениям относительно вершины z_0 , $\alpha(H) = \alpha(G') - 1$. Рассмотрим $\{X'_1, X'_2, \dots, X'_{\alpha(G')-1}\}$ покрытие подграфа H . Тогда $\{X'_1, X'_2, \dots, X'_{\alpha(G')-1}, X_{\alpha(G')}\}$ представит α -покрытие, графа G' , не содержащее ребро (x_0, y_0) , что противоречит существенности ребра u_0 . Тем самым свойство б. доказано.

Из а. следует, что каждое максимальное независимое множество S' подграфа $G' \setminus x_0$ содержит вершину y_0 . А из б. следует, что вершина y_0 , изолированная в подграфе $G' \setminus x_0$, т. е. ребро u_0 является висячим для графа G' . Поэтому из а. следует также, что ребро u_0 является критическим в графе G' . Пришли к противоречию, доказывающую теорему.

Следствие 2. В двудольном графе ребро существенное, тогда и только тогда, когда оно критическое.

Теорема 4. Пусть $G=(X, U)$ совершенный граф и для каждой вершины $x \in X$, $\rho(x) \geq |X| - \alpha(G) - 1$. Если каждое ребро инцидентное вершине x_0 не критическое, то каждое ребро инцидентное вершине x_0 не существенное.

Доказательство. Рассмотрим вершинно минимальный граф $G'=(X', U')$ удовлетворяющий условиям теоремы, где существует вершина x_0 такая, что инцидентные ей ребра не критические, но существует инцидентное существенное ребро, скажем (x_0, y_0) . Как и в предыдущей теореме можно доказать, что для каждой вершины $z \in X'$ существует независимое множество S_z такое, что $z \in S_z$, $|S_z| = \alpha(G')$. Рассмотрим S_{x_0} . Можно показать, что существует единствен-

ная вершина $z_0 \in X_{x_0}^1$, не смежная ни с одной вершиной из множества $S_{x_0} \setminus x_0$. Поэтому ребро (x_0, z_0) критическое, что противоречит условию теоремы. Теорема доказана.

Следствие 3. Пусть $G = (X, U)$ совершенный граф и для каждой вершины $x \in X$, $\rho(x) \geq |X| - \alpha(G) - 1$. Если граф G не имеет критических ребер, то он не имеет также и существенных ребер.

Покажем на следующем примере, что условие следствия существенно.

Рассмотрим граф $G = (X, U)$, где $X = \{x_1, x_2, \dots, x_9\}$, $U = \{(x_i, x_{i+1}) / i = 1, 9, x_{10} \equiv x_1\} \cup \{(x_2, x_8), (x_3, x_9), (x_3, x_8), (x_4, x_7)\}$. Легко проверить, что граф $G = (X, U)$ совершенный, не имеет критических ребер, но имеет существенное ребро (x_3, x_7) .

Теорема 5. Пусть дан граф $G = (X, U)$. Если $\alpha(G) \geq 2$ и для любой вершины $x \in X$, $\rho(x) \geq |X| - \alpha(G)$, то

1. $\alpha(G) = \alpha(G)$.

2. Граф G не содержит существенных ребер.

Доказательство. Утверждение 1 очевидно, докажем утверждение 2. Предположим обратное, и рассмотрим существенное ребро (x_0, y_0) графа G . Допустим $\{X_1, X_2, \dots, X_{\alpha(G)}\}$ является α — покрытием графа G . Из существенности ребра (x_0, y_0) следует существование $i_0 \in \overline{1, \alpha(G)}$, такого, что $\{x_0, y_0\} \subseteq X_{i_0}$, а из условия теоремы следует, что для каждого $x \in X_i$, $i = \overline{1, \alpha(G)}$ и каждого $j \neq i$ существует единственная вершина $x_j \in X_j$, не смежная с x_0 .

Не нарушая общности можно предположить, что $i_0 > 1$. Обозначим через x_1 вершину множества X_1 , не смежную с x_0 . Из вышесказанного непосредственно следует, что $\{(X_1 \setminus x_1) \cup x_0, X_2, \dots, (X_{i_0} \setminus x_0) \cup x_1, \dots, X_{\alpha(G)}\}$ представляет α — покрытие графа G и что вершины x_0, y_0 принадлежат различным полным подграфам G , что невозможно. Теорема доказана.

В заключении приношу благодарность С. Е. Маркосяну за постановку задачи и советы при выполнении.

Вычислительный центр Академии наук Армянской ССР и
Ереванского государственного университета

Ի. Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Կրիտիկական և էական կողեր կատարյալ գրաֆներում

Աշխատանքում ցույց է տված, որ կատարյալ գրաֆների մի քանի դասերում (ևռանկյունացված, երկկողմանի և գրաֆների այն դասում, որոնց ամեն մի կենտ ցիկլ, ևռանկյունույ տարբեր, ունի խաչվող անկյունագծերի գոնե մեկ զույգ) կողը էական է այն և միայն այն դեպքում, երբ այն կրիտիկական է (թեորեմ 1, 2, հեջևանք 2)։

Թեորեմ 3. Եթե $G = (X, U)$ կատարյալ գրաֆի $u = (x, y)$ կողը չի պատկանում ոչ մի եռանկյան, ապա $u = (x, y)$ եռանկյան x և y միայնակներն զուգահեռ են, եթե u -ն կրիտիկական է:

Հետևանք 3. Դիցուք $G = (X, U)$ կատարյալ գրաֆի յուրաքանչյուր գագաթի համար՝ $\rho(x) \geq |X| - \alpha(G) - 1$: Եթե G գրաֆը չունի կրիտիկական կողեր, ապա այն չունի նաև էական կողեր:

Թեորեմ 5. Եթե $G = (U, X)$ գրաֆի համար՝ $\alpha(G) \geq 2$ և յուրաքանչյուր գագաթի աստիճանը՝ $\rho(x) \geq |X| - \alpha(G)$, ապա

1. $\alpha(G) = \sigma(G)$

2. $G = (X, U)$ գրաֆը էական կողեր չունի:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ E. Olaru, Elektronische Informationsverarbeitung und Kybernetik, EIK, 2/3, 147—172, 8, (1972). ² С. Е. Маркосян, ДАН Арм. ССР, т. 60, № 4, 218—223 (1975).

УДК 517.52

МАТЕМАТИКА

Л. Х. Меграбян

О произведениях типа Бляшке в полуплоскости

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 3/VI 1976)

Как известно произведение Бляшке

$$B(z; z_k) = \prod_{k=1}^{\infty} \frac{z_k - z}{1 - \bar{z}_k z} \frac{|z_k|}{z_k}$$

сходится тогда и только тогда, когда $\sum_{k=1}^{\infty} (1 - |z_k|) < \infty$.

В теории классов $N_{\alpha} (-1 < \alpha < \infty)$ М. М. Джрбашяна ⁽¹⁾ рассматривались элементарные множители вида

$$A_{\alpha}(z; \tau) = \left(1 - \frac{z}{\tau}\right) \exp[-W_{\alpha}(z; \tau)], \quad (1)$$

удовлетворяющие условию

$$\lim_{r \rightarrow 1} \int_0^r (r-x)^{\alpha-1} \log |A_{\alpha}(xe^{i\theta}, \tau)| dx = 0 \quad (2)$$

на радиусах $re^{i\theta} (0 \leq r < 1)$ единичного круга. В работе ⁽¹⁾, в частности, получена следующая теорема:

Бесконечное произведение типа Бляшке

$$B_{\alpha}(z; z_k) = \prod_{k=1}^{\infty} A_{\alpha}(z; z_k) \quad (0 < |z_k| < 1, k = 1, 2, \dots)$$

сходится в круге $|z| < 1$ и представляет там аналитическую функцию тогда и только тогда, когда

$$\sum_{k=1}^{\infty} (1 - |z_k|)^{\alpha+1} < \infty. \quad (3)$$

Представляет интерес распространить этот результат на случай полуплоскости $\Pi^{+} (\text{Im } z > 0)$, заменяя условие (2) некоторыми естест-

венными условиями, относящимися к пучку прямых $\operatorname{Re} \lambda = c$, перпендикулярных к вещественной оси*.

В настоящей статье вводятся соответствующие средние условия и с их помощью удается перенести указанный выше результат М. М. Джрбашяна на случай полуплоскости.

Применяя результат М. С. Лившица (2), мы даем также реализацию полученных классов функций в рамках теории линейных систем с непрерывным временем.

1. Пусть $\mathfrak{M}_\alpha$ ($0 < \alpha < \infty$) пространство функций $f(t)$ ($0 < t < \infty$), удовлетворяющих условию $t^{\alpha-1}f(t) \in L(0, \infty)$. Оператор Вейля $D^{-\alpha}$ определяется на множестве $\mathfrak{M}_\alpha$ формулой

$$D^{-\alpha}f(y) = \frac{(-1)^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \int_0^\infty t^{\alpha-1}f(t+y)dt. \quad (4)$$

Нетрудно доказать следующие свойства оператора $D^{-\alpha}$, аналогичные свойствам оператора Римана—Лиувилля (1,3).

(а) Пусть $f \in \mathfrak{M}_{\alpha_1}$ и $D^{-\alpha_1}f \in \mathfrak{M}_{\alpha_2}$ ($\alpha_1, \alpha_2 > 0$), тогда $D^{-\alpha_1}(D^{-\alpha_2}f) \in \mathfrak{M}_{\alpha_1+\alpha_2}$ и

$$D^{-\alpha_1}(D^{-\alpha_2}f) = D^{-\alpha_2}(D^{-\alpha_1}f) = D^{-(\alpha_1+\alpha_2)}f;$$

(б) Пусть $f \in \mathfrak{M}_{\alpha_0}$ ($\alpha_0 > 0$). Тогда, почти для всех y ($y > 0$) выполняется соотношение

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0+} D^{-\alpha}f(y) = f(y);$$

(в) Пусть $u(z) \equiv u(x, y)$ — гармоническая в $\Pi^+ = \{z \mid \operatorname{Im} z > 0\}$ функция, принадлежащая, как функция от y , пространству $\mathfrak{M}_\alpha$ ($\alpha > 0$). Тогда функция

$$u_\alpha(x, y) = D^{-\alpha}u(x, y)^{**}$$

также является гармонической в Π^+ ;

(г) Если p — натуральное число, а D^p — оператор дифференцирования порядка p и $f \in \mathfrak{M}_p$, то

$$D^p D^{-p}f(y) = f(y).$$

Как показывает свойство (б) естественно определение оператора $D^{-\alpha}$ распространить и на значение $\alpha = 0$, положив

$$D^0 f(y) = f(y). \quad (5)$$

2. Рассмотрим следующую задачу. Пусть p — неотрицательное целое число. Требуется найти аналитическую в Π^+ функцию $w_p(z; \zeta)$ ($\operatorname{Im} \zeta > 0$), такую, что для функции

$$u_p(z, \zeta) = \frac{z - \bar{\zeta}}{z - \zeta} \exp \{-w_p(z, \zeta)\}$$

* Эти результаты не могут быть получены путем дробно-линейного отображения круга на полуплоскости, так как при этом радиусы круга не переходят в прямые $\operatorname{Re} \lambda = c$.

** Подразумевается, что оператор $D^{-\alpha}$ действует по аргументу y ($z = x + iy$).

выполняются условия

1°. $\log a_p(\lambda, \zeta)$ входит в область определения оператора D^p ;

2°. $\lim_{\text{Im } \lambda \rightarrow 0} D^{-p} \log |a_p(\lambda; \zeta)| = 0$.

Заметим, что элементарный множитель Бляшке $\frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}}$ не удовлетво-

ряет условию 1° ($p \geq 1$). Однако всегда можно найти "регуляризующий" множитель $\exp \{-w_p(\lambda; \zeta)\}$, так чтобы выполнялись условия 1°, 2°, причем этими условиями $w_p(\lambda; \zeta)$ определяются однозначно. А именно, для натурального p имеет место

Теорема 1. В предположении $\text{Im } \zeta > 0$, функция $a_p(\lambda; \zeta)$ удовлетворяющая условиям 1° и 2° в полуплоскости Π^+ допускает следующее представление

$$a_p(\lambda; \zeta) = \frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}} \left(\frac{\lambda - \text{Re } \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}} \right)^{2(1-\delta_p)} \exp \left\{ 2 \sum_{k=1}^p \frac{1}{k} \left(\frac{\zeta - \bar{\zeta}}{\lambda - \bar{\zeta}} \right)^k - 2 \sum_{k=1}^{\lfloor \frac{p}{2} \rfloor} \frac{1}{2k - \delta_p} \left(\frac{i \text{Im } \zeta}{\lambda - \text{Re } \zeta} \right)^{2k - \delta_p} \right\} \quad (6)$$

где $\delta_p = \frac{1 + (-1)^p}{2}$. Наоборот, если $a(\lambda; \zeta)$ имеет вид (6), то удовлетворяет условиям 1° и 2°.

В частном случае $p = 0$ доказываемся, что $w_0(\lambda; \zeta) = 0$ поэтому

$$a_0(\lambda; \zeta) = \frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}}.$$

Таким образом, функция $a_p(\lambda; \zeta)$ является обобщением элементарного множителя Бляшке в верхней полуплоскости.

3. Пусть последовательность $\{\lambda_k\}_{k=1}^{\infty} \subset \Pi^+$ и образует ограниченное множество. Рассмотрим произведение

$$b_p(\lambda; \lambda_k) = \prod_{k=1}^{\infty} a_p(\lambda; \lambda_k) \quad (7)$$

функций $a_p(\lambda; \lambda_k)$ $k = 1, 2, \dots$. Произведение $b_p(\lambda; \lambda_k)$ является естественным обобщением произведения Бляшке

$$b(\lambda; \lambda_k) = \prod_{k=1}^{\infty} \frac{\lambda - \lambda_k}{\lambda - \bar{\lambda}_k}$$

сходимость которого эквивалентна сходимости ряда

$$\sum_{k=1}^{\infty} \text{Im } \lambda_k < \infty.$$

Как уже говорилось во введении, элементарный множитель $A_p(z; \eta)$ ($|z| < 1$, $0 < |\eta| < 1$) обладает тем свойством, что сходимость бесконечного произведения $B_p(z; z_k) = \prod_{k=1}^{\infty} A_p(z; z_k)$ типа Бляшке в

единичном круге эквивалентна сходимости ряда (3). Оказывается, что найденный нами множитель $a_p(\lambda; \bar{\cdot})$ играет в случае полуплоскости роль, аналогичную множителю $A_p(z; \eta)$. Имеет место

Теорема 2. Пусть последовательность комплексных чисел $\{\lambda_k\}_1^\infty \subset \Pi^+$ удовлетворяет условию

$$\sum_{k=1}^{\infty} (\operatorname{Im} \lambda_k)^{p+1} < \infty. \quad (8)$$

Тогда бесконечное произведение

$$b_p(\lambda; \lambda_k) = \prod_{k=1}^{\infty} a_p(\lambda; \lambda_k),$$

где $a_p(\lambda; \bar{\cdot})$ определяется выражением (6), равномерно и абсолютно сходится в каждом множестве $\Pi_y^+ = \{\lambda; \operatorname{Im} \lambda > y > 0\}$ и определяет функцию $b_p(\lambda; \lambda_k)$ — аналитическую в верхней полуплоскости, обращающуюся в нуль лишь на последовательности $\{\lambda_k\}_1^\infty$. Если произведение (7) сходится в Π^+ , то последовательность $\{\lambda_k\}_1^\infty$ удовлетворяет условию (8).

4. Как известно (²), движение линейной системы в зависимости от времени t описываются уравнениями вида

$$i \frac{dh}{dt} + Ah = \psi u(t),$$

$$h|_{t_0} = h_0 \quad (t_0 < t \leq t_1),$$

$$v(t) = Ku(t) - i\varphi h.$$

где $h \in H$; $u(t)$, $v(t) \in E$; H и E — гильбертовы пространства, а $A: H \rightarrow H$, $\varphi: H \rightarrow E$, $\psi: E \rightarrow H$, $K: E \rightarrow E$ — линейные операторы.

В случае $u(t) = ue^{i\lambda t}$ ($\operatorname{Im} \lambda > 0$) получим

$$h(t) = R(\lambda)u(t),$$

$$v(t) = S(\lambda)u(t),$$

где отображения

$$R(\lambda) = (A - i\lambda I)^{-1}\psi,$$

$$S(\lambda) = K - i\varphi(A - i\lambda I)^{-1}\psi$$

в совокупности называются открытой системой F , ассоциированной с линейным узлом $X = (A; H; \varphi; E; \psi; K)$ (2), а отображение $S(\lambda)$ — передаточным оператором F (или X).

Решим задачу реализации функций типа (7), т. е. построим узлы, передаточные функции которых есть функции вида (7). Пусть $\dim E = 1$ и a — орт пространства E . Тогда узел X можно записать в виде

$$X = (A; H; p; q; k),$$

где $q = \bar{\psi}a$, $\varphi h = (h, p)a$ ($q, p \in H$).

Рассмотрим следующие узлы:

$$1. \quad X_0 = (A; H; p; q; k = 1) \quad (\operatorname{Im} \bar{\zeta} > 0) \quad (9)$$

$$2. \quad X_1 = (A; H = C_1 \oplus C_1; p = -i\sqrt{\operatorname{Im} \bar{\zeta}}(1, 1); q = \bar{p}; k = 1) \quad (10)$$

где A в пространстве H задается соотношением $A(x_1, x_2) = \bar{A}(x_1, x_2)$

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} \bar{\zeta} & 0 \\ i\operatorname{Im} \bar{\zeta} & \bar{\zeta} \end{pmatrix}.$$

$$3. \quad X_k(\bar{\zeta}) = (A; H; p; q; k) \quad (k = 1, 2, \dots, p) \quad (11)$$

где $H = L_2(F; 0, 2\operatorname{Im} \bar{\zeta})$ — пространство вектор-функций $f(t)$ ($0 \leq t \leq 2\operatorname{Im} \bar{\zeta}$) со значениями в k -мерном комплексном пространстве F , а

$$(Af)(x) = \bar{\zeta}f(x) + i \int_0^x (f(t), p)_F q dt \quad (f \in H, 0 < x < 2\operatorname{Im} \bar{\zeta})$$

$$p = \frac{2}{k} (2i\operatorname{Im} \bar{\zeta})^{\frac{k-1}{2}} (1, 0, \dots, 0); \quad q = \frac{k}{2} \bar{p}; \quad k = 1 \quad p, q \in H$$

$$4. \quad L_k(\bar{\zeta}) = (A; H; p; q; k) \quad (k = 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{p}{2} \right\rfloor) \quad (12)$$

где $H = L_2(F; 0, \operatorname{Im} \bar{\zeta})$, $F = (2k - \delta_p)$ -мерное комплексное пространство

$$(Af)(x) = \operatorname{Re} \bar{\zeta} f(x) + i \int_0^x (f(t), p)_F dt$$

а p, q элементы пространства F (фиксированные элементы H) такие, что

$$(q, p)_F = -\frac{2}{2k - \delta_p} (-i\operatorname{Im} \bar{\zeta})^{2k-1-\delta_p} \quad \left(\delta_p = \frac{1+(-1)^p}{2} \right)$$

Справедлива

Теорема 3. Функция $a_p(\lambda, \bar{\zeta})$ (6) имеет реализацию вида

$$X(\bar{\zeta}) = X_0(\bar{\zeta}) V X_1(\bar{\zeta}) V \dots V X_p(\bar{\zeta}) V L_1(\bar{\zeta}) V \dots V L_{\left\lfloor \frac{p}{2} \right\rfloor}(\bar{\zeta}) \quad (15)$$

где $X_k(\bar{\zeta})$ ($k = 0, 1, \dots, p$) узлы вида (9)–(11), а $L_k(\bar{\zeta})$ ($k = 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{p}{2} \right\rfloor$) — узлы вида (12)*.

Используя теорему о сцеплении линейных узлов ⁽²⁾, можно получить реализацию бесконечного произведения $b_p(\lambda; \bar{\zeta}_k)$ (7).

* $X_1 V X_2$ означает сцепление узлов X_1, X_2 . По этому поводу см. ⁽²⁾

В заключение выражаю глубокую благодарность М. С. Лившицу за постоянное внимание при выполнении настоящей работы.

Институт математики Академии наук Армянской ССР

Լ. Խ. ՄԵԶՐԱՐՅԱՆ

Բլլաշկեի տիպի արտադրյալների մասին կիսահարթություններում

Ներկա աշխատանքում Մ. Մ. Զրբաշյանի N_α ($-1 < \alpha < \infty$) դասերի մի քանի հիմնական արդյունքները տարածվում են կիսահարթության դեպքի համար: Ստացված են արտադրյալներ, որոնք հանդիսանում են բնական ընդհանրացումը Բլլաշկեի արտադրյալների:

Կիրառելով Մ. Մ. Լիվշիցի արդյունքները, աշխատանքում արվում է նաև ստացված դասերի ունալիդացիան անընդհատ ժամանակով սիստեմների տեսության շրջանակներում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ М. М. Зрбашян, Интегральные преобразования и представления функций в комплексной области, Изд. «Наука», М., 1966. ² М. С. Лившиц, А. А. Янцевич, Теория операторных узлов в гильбертовых пространствах, Харьков, ХГУ, 1971. ³ J. D. Tamarkin, Ann. of Math. (2) 31, 1930.

УДК 539.3

МЕХАНИКА

Л. А. Мовсисян

Устойчивость кольца с заполнителем при силовых и температурных воздействиях

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 11/VI 1976)

Рассматривается устойчивость кругового кольца с полым упругим заполнителем при совместном воздействии произвольных нагрузки и температуры на внешней поверхности кольца и температуры на внутренней поверхности заполнителя. Решаются задачи теплопроводности и определения температурных напряжений. При решении задачи устойчивости влияние заполнителя не моделируется упругим основанием, а решается точная двумерная задача. В случае сплошного заполнителя дается приближенная формула для коэффициента «постели», учитывающая форму волнообразования при потере устойчивости, которая достаточно хорошо характеризует роль заполнителя при определении критических параметров.

1. Пусть имеется кольцо радиуса R и толщины h . Кольцо полностью контактирует с полым диском с внутренним радиусом R_0 , материал последнего считается во много раз податливее материала кольца. Пусть на внешней поверхности кольца и на внутренней поверхности заполнителя заданы температуры соответственно t_1 и θ_1 и между ними имеется идеальный тепловой контакт.

Принимая, как обычно ⁽¹⁾, линейное изменение температуры по толщине кольца, будем иметь

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} + z \frac{t_1 - t_2}{h} = t^{(1)} + z t^{(2)}, \quad (1.1)$$

где t_2 — неизвестная на внутренней поверхности температура.

Решение уравнения теплопроводности для заполнителя при отсутствии тепловых источников имеет вид:

$$\theta = A_0 + B_0 \ln r + \sum_{k=1}^{\infty} [(A_k^{(1)} r^k + B_k^{(1)} r^{-k}) \cos k\varphi + (A_k^{(2)} r^k + B_k^{(2)} r^{-k}) \sin k\varphi]. \quad (1.2)$$

Представляя в виде таких же рядов t_1 , t_2 , θ_1 и удовлетворяя условиям $\theta = \theta_1$ при $r = R_0$ и теплового контакта

$$t_2 = \theta \quad \text{и} \quad K_1 \frac{t_1 - t_2}{h} = K_0 \frac{\partial \theta}{\partial r} \quad \text{при} \quad r = R, \quad (1.3)$$

где K_1 и K_0 коэффициенты теплопроводности кольца и заполнителя соответственно, определяем неизвестные t_2 и θ .

2. Для определения температурных напряжений должны быть совместно решены уравнения равновесия диска и кольца. Напряжения и перемещения в заполнителе определяются известными формулами ⁽²⁾. Уравнения равновесия кольца в перемещениях будут такими ⁽¹⁾

$$\begin{aligned} \frac{d^2 v}{d\varphi^2} + \frac{dw}{d\varphi} - \frac{h^2}{12R^2} \frac{d^3 w}{d\varphi^3} &= -\frac{R^2}{Eh} (Y_1 - Y_2) + R\alpha \frac{dt^{(1)}}{d\varphi} + \frac{h^2}{12} \alpha \frac{dt^{(2)}}{d\varphi}, \\ \frac{dv}{d\varphi} + w + \frac{h^2}{12R^2} \frac{d^4 w}{d\varphi^4} &= \frac{R^2}{Eh} (Z_1 - Z_2) + \alpha R t^{(1)} - \frac{h^2}{12} \alpha \frac{d^2 t^{(2)}}{d\varphi^2}. \end{aligned} \quad (2.1)$$

В этих уравнениях, помимо неизвестных перемещений, неизвестными являются также поверхностные нагрузки Z_2 и Y_2 (Y_1 и Z_1 —заданные) на внутренней поверхности кольца.

Предполагается для определенности, что внутренняя поверхность диска свободна от напряжений

$$\sigma_r = \tau = 0 \quad \text{при} \quad r = R_0, \quad (2.2)$$

а на поверхности $r = R$ имеется полный контакт, т. е.

$$w = W, \quad v = V, \quad \sigma_r = Z_2 \quad \text{и} \quad \tau = Y_2 \quad \text{при} \quad r = R. \quad (2.3)$$

Решение уравнений (2.1) представляя также в виде рядов, после удовлетворения (2.2)—(2.3) будем иметь две системы по восьми уравнений для определения восьми неизвестных (четыре из Φ , по одному из v , w , Y_2 , Z_2).

3. Уравнения устойчивости кольца с учетом начальных перерезывающих сил будут следующими ⁽³⁾:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 v_1}{d\varphi^2} + \frac{dw_1}{d\varphi} - \frac{h^2}{12R^2} \frac{d^3 w_1}{d\varphi^3} - \frac{N_2^0}{Eh} \frac{d^2 w_1}{d\varphi^2} &= \frac{R^2}{Eh} Y_2^{(1)}, \\ \frac{dv_1}{d\varphi} + w_1 + \frac{h^2}{12R^2} \frac{d^4 w_1}{d\varphi^4} + \frac{T_2^0}{Eh} \frac{d^2 w_1}{d\varphi^2} &= -\frac{R^2}{Eh} Z_2^{(1)}. \end{aligned} \quad (3.1)$$

Здесь неизвестные нагрузки $Y_2^{(1)}$ и $Z_2^{(1)}$ —влияния заполнителя возмущенного состояния. Как показано (например в ⁽⁴⁾), с достаточной для практики точностью их можно определить из уравнений равновесия заполнителя, а не из уравнений устойчивости.

Кольцевое и перерезывающие усилия начального состояния в конечном итоге имеют вид:

$$\begin{aligned} T_2^0 &= \sum_{n=0}^{\infty} (a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi), \\ N_2^0 &= \sum_{n=0}^{\infty} (c_n \cos n\varphi + d_n \sin n\varphi). \end{aligned} \quad (3.2)$$

Подставляем (3.2) в (3.1) и ищем ее решение также в виде таких рядов. Тогда для неизвестных коэффициентов в разложениях v_1 и w_1 получаются две бесконечные системы алгебраических уравнений ⁽³⁾ (ищется в виде ряда также функция напряжения возмущенного состояния и удовлетворяются однородные условия типа (2.2) и (2.3)). Критические параметры определяются из условия разрешимости этих систем.

4. Приведенный выше ход решения задачи продемонстрируем на одном простом примере.

Кольцо находится под равномерным внешним давлением q и постоянной температуры на его внешней поверхности и на внутренней поверхности заполнителя $t_1 = \theta_1 = t_0 = \text{const}$. Легко видеть, что при (1.3) имеем $t_2 = t_0$ и

$$t = t_0, \quad \theta = t_0. \quad (4.1)$$

Перемещение W и напряжение σ_r в заполнителе определяются формулами:

$$W = C_1 r + \frac{C_2}{r}, \quad \sigma_r = \frac{E_0}{1 - \nu_0^2} \left[C_1(1 + \nu_0) - C_2 \frac{1 - \nu_0}{r^2} \right] - \frac{E_0 x_0}{1 - \nu_0} t_0. \quad (4.2)$$

Уравнение равновесия кольца теперь будет иметь вид:

$$\frac{Eh}{R^2} w = -(q + Z_2) + \frac{Eh}{R} \alpha t_0. \quad (4.3)$$

Удовлетворяя условиям $\sigma_r = 0$ при $r = R_0$, $w = W$; $\sigma_r = Z_2$ при $r = R$, для T_2^0 получим:

$$T_2^0(1 + A) = -Rq - RAE \frac{t_0}{\gamma} (2 - x_0), \quad (4.4)$$

$$A = \frac{\gamma}{e} \frac{1 - \lambda^2}{1 - \nu_0 + (1 + \nu_0)\lambda^2}, \quad \lambda = \frac{R_0}{R}, \quad \gamma = \frac{R}{h}, \quad e = \frac{E}{E_0}.$$

Решение уравнений устойчивости (3.1) с учетом (4.4) будем искать в виде:

$$\begin{aligned} w_1 &= \bar{w} \cos m\varphi, & v_1 &= \bar{v} \sin m\varphi \\ Z_2^{(1)} &= \bar{Z} \cos m\varphi, & Y_2^{(1)} &= \bar{Y} \sin m\varphi, \end{aligned} \quad (4.5)$$

а функцию напряжения возмущенного состояния —

$$\Phi_1 = [A_m r^m + B_m r^{-m} + C_m r^{m+2} + D_m r^{-m+2}] \cos m\varphi. \quad (4.6)$$

Определяя $\sigma_r^{(1)}$, $\sigma_\varphi^{(1)}$, V_1 , W_1 и удовлетворяя всем граничным и контактным условиям, вместе с уравнениями устойчивости получаем однородную систему восьмого порядка, условием разрешимости которой будет

$$\det \| c_{lj} \| = 0, \quad (4.7)$$

где элементы выражаются через λ , γ , e , ν_0 и m .

Критическое давление с учетом температурных напряжений определится из (4.7).

В случае, когда заполнитель сплошной, то в решении (4.6) должны принять $B_m = D_m = 0$ и соответствующий определитель теперь будет шестого порядка.

Для последнего случая получим приближенную формулу определения критического давления в предположении, что m большое число. Тогда вместо (4.6) можно брать

$$\Phi_1 = Cr^m \cos m\varphi \quad (4.8)$$

и приближенно для $\sigma_r^{(1)}$ и W_1 будем иметь

$$\sigma_r^{(1)} = -Cm^2 r^{m-2} \cos m\varphi, \quad W_1 = -C \frac{m(1+\nu_0)}{E_0} r^{m-1} \cos m\varphi. \quad (4.9)$$

Теперь на контакте $r=R$ должны быть удовлетворены только два условия —

$$\sigma_r^{(1)} = Z_2^{(1)} \quad \text{и} \quad w_1 = W_1. \quad (4.10)$$

Из уравнений устойчивости после удовлетворения условиям (4.10) получаем следующее уравнение для определения критического параметра:

$$\begin{aligned} \frac{1}{12\gamma^2} m^2(m^2 - 1) + \frac{\gamma}{e} \frac{m}{1+\nu_0} - m^2 Q = 0, \\ Q = \frac{q\gamma}{12E(1+A)} - \frac{A}{1+A} t_0(\alpha_0 - \alpha). \end{aligned} \quad (4.11)$$

Последнюю формулу можно интерпретировать как формулу для определения критических параметров для кольца, где влияние заполнителя моделируется упругим основанием с коэффициентом „постели“

$$K = \frac{E_0}{1+\nu_0} \frac{m}{R} \quad (4.12)$$

зависящим от формы волнообразования потери устойчивости. Заметим, что в (5) предложен коэффициент „постели“, который для данного случая имеет вид $K = \frac{G_0}{1-\nu_0} \frac{m}{R}$ и обе эти формулы совпадают, когда $\nu_0 = 0,5$.

Из (4.11) для критического давления $Q_{кр}$ получим

$$Q_{кр} = \frac{1}{12\gamma^2} (3m_{кр}^2 - 1) \quad (4.13)$$

при этом количество воли потери устойчивости будет

$$m_{кр} = \gamma \sqrt[3]{\frac{6}{e(1+\nu_0)}}. \quad (4.14)$$

Критические давления и формы потери устойчивости при различных γ , e , λ и t_0 были вычислены из (4.7), а для $\lambda=0$ еще и из (4.13)–(4.14), для случаев $\nu=0,3$, $\nu_0=0,5$, $\alpha=2 \cdot 10^{-5}$ 1/град, $\alpha_0=8 \cdot 10^{-5}$ 1/град, что соответствуют стали и резине.

В табл. 1 приведены значения $m_{кр}$, в каждой клетке числитель соответствует числу $e=10^4$, а знаменатель— $e=10^5$. Для $\lambda=0$ приведены точные и приближенные по (4.14) формулы.

Таблица 1

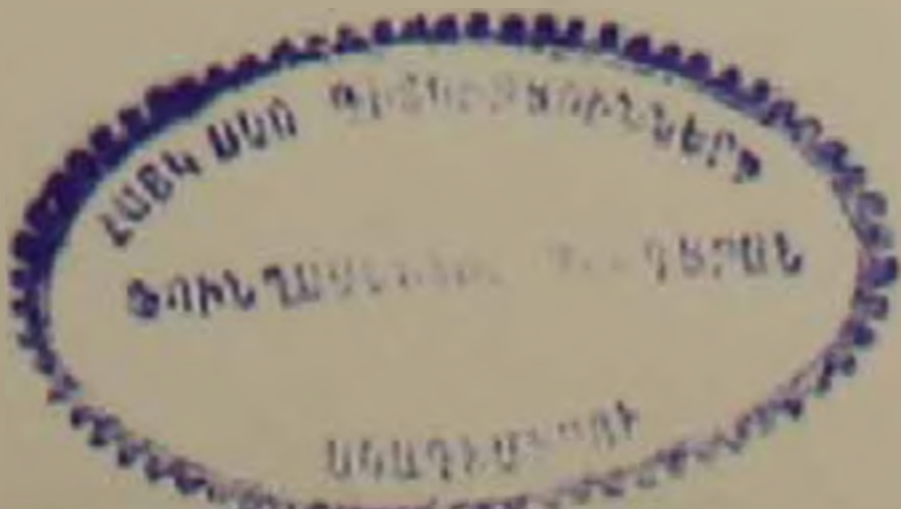
Значения $m_{кр}$						
γ	$\lambda=0$		$\lambda=0,2$	$\lambda=0,4$	$\lambda=0,6$	$\lambda=8$
	точные	приближенные				
100	$\frac{7}{3}$	$\frac{7}{3}$	$\frac{7}{2}$	2	2	2
250	$\frac{17}{8}$	$\frac{18}{8}$	$\frac{17}{8}$	$\frac{17}{8}$	2	2
500	$\frac{34}{16}$	$\frac{37}{17}$	$\frac{34}{16}$	$\frac{34}{16}$	$\frac{34}{2}$	2
750	$\frac{51}{24}$	$\frac{55}{25}$	$\frac{51}{24}$	$\frac{51}{24}$	$\frac{51}{24}$	2
1000	$\frac{69}{32}$	$\frac{73}{34}$	$\frac{69}{32}$	$\frac{69}{32}$	$\frac{69}{32}$	2

В табл. 2 размещены значения $12 q_{кр}/E \cdot 10^{-6}$ ($t_0=0$) при $\lambda=0$ по точной (первые столбцы) и по приближенной (вторые столбцы) формулам.

Таблица 2

Значения $12 q_{кр}/E \cdot 10^{-6}$										
e	$\gamma=100$		$\gamma=250$		$\gamma=500$		$\gamma=750$		$\gamma=1000$	
10^4	143,6	165,1	59,32	68,34	31,00	35,82	21,58	24,97	16,88	19,54
10^5	28,60	34,14	12,21	14,04	6,147	7,079	4,113	4,745	3,097	3,578

Как видно из таблиц, по приближенной постановке завышенными получаются как формы потери устойчивости, так и значения критических давлений. В то же время приближенная постановка дает вполне удовлетворительные результаты. Отклонение точных значений критических давлений, за исключением случая $e=10^5$ и $\gamma=100$ ($m=3$), от приближенных имеет порядок около 15 %, причем даже в случаях, когда количество волн потери устойчивости небольшое ($m=7$). Интересно отметить еще, что наименьшее отклонение для случая $e=10^4$ получается при $\gamma=10^2$, а для $e=10^5$ — $\gamma=250$, т. е. для каждого e существует γ , когда отклонение наименьшее и, уменьшая или увеличивая γ , погрешность увеличивается. Следует еще учесть, что



точные формулы получены для случая полного контакта кольца с заполнителем, и если рассмотреть случай, когда на контакте отсутствуют касательные напряжения (что имеет место в приближенной постановке), то приближенная постановка будет вполне приемлемой. Этот факт примечателен тем, что модель упругого основания с коэффициентом „постели“ (4.12) можно использовать при решении более сложных задач, и в частности, динамических задач термоупругой устойчивости.

На рис. 1 изображены кривые $12q_{кр}/E$ для различных γ . По оси абсцисс отложено λ . Значение $12q_{кр}/E$ при $\lambda=1$, что соответствует кольцу без заполнителя, равно $3/\gamma^3$. Сплошные кривые соответствуют слу-

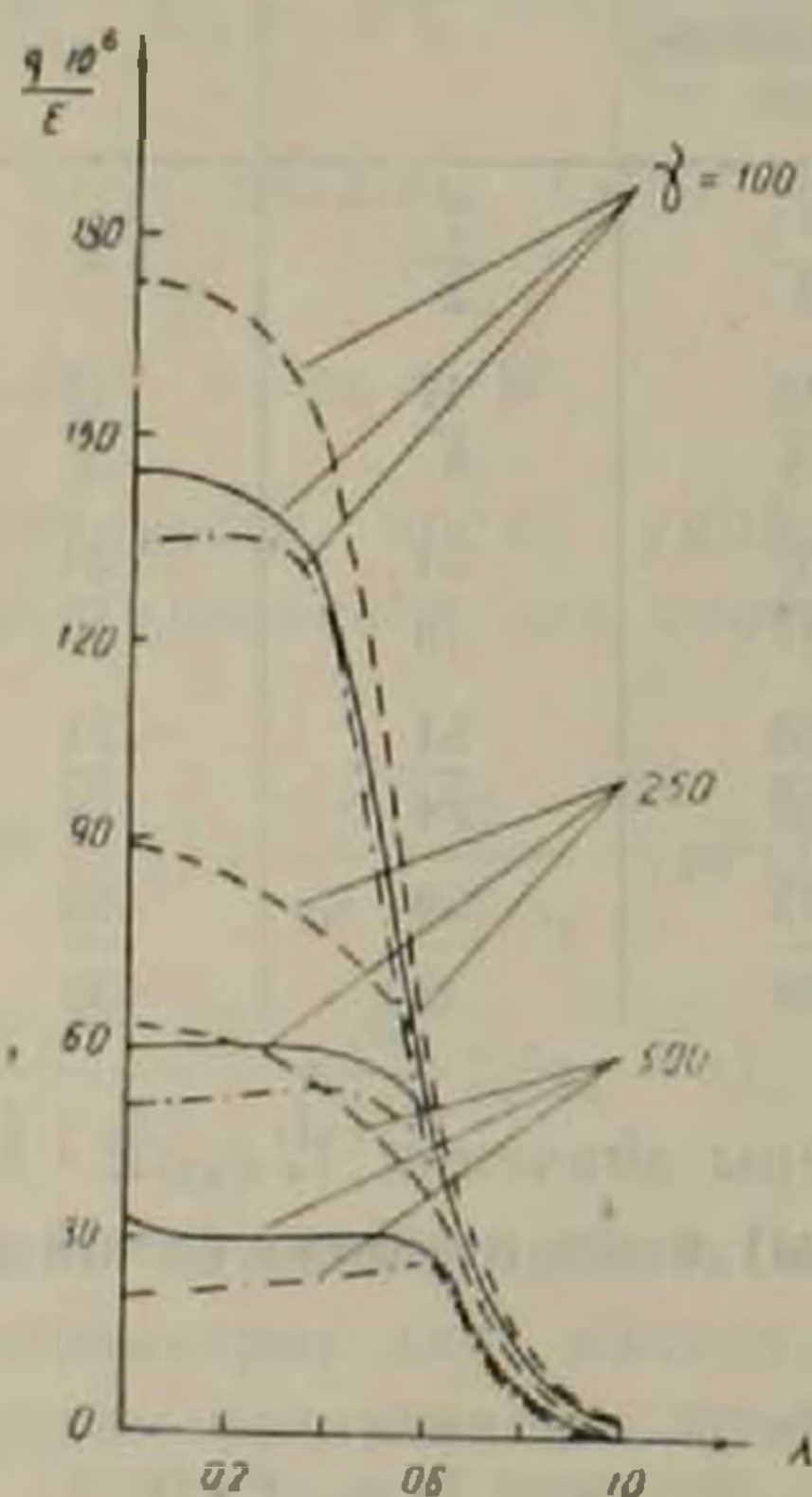


Рис. 1

чаю отсутствия температуры. Пунктирные и штрих-пунктирные линии получены при $t_0=200^\circ\text{C}$. Причем пунктирные линии соответствуют случаю идеального теплоконтакта между кольцом и заполнителем, а штрих-пунктирные — когда на кольце температура t_0 и оно теплоизолировано от заполнителя $\theta=0$. Последний случай получается из рассмотренного — необходимо в окончательных формулах положить $\alpha_0=0$.

Как видно из фигуры, естественно было ожидать, что температура наибольшее влияние оказывает в случае сплошного заполнителя и со стремлением $\lambda \rightarrow 1$ оно сводится на нет (для кольца никакого влияния не оказывает). Естественно также, что при идеальном теплоконтакте значения критических давлений при наличии температуры получаются больше, чем при отсутствии температуры, в то время как для случая теп-

лонзоляции—наоборот. Но здесь интересно вот что. Если для случаев теплового контакта и отсутствия температуры с увеличением λ критическое $Q_{кр}$ монотонно убывает, то при теплоизоляции с увеличением λ , $Q_{кр}$ сначала увеличивается, а потом убывает, т. е. в последнем случае получается, что с увеличением радиуса полости заполнителя до определенного предела для того, чтобы вызвать потерю устойчивости, необходима большая нагрузка, чем при меньшем радиусе полости, а потом как обычно.

Институт механики

Академии наук Армянской ССР

Լ. Ա. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ

Լցոնած օղակի կայունությունն ուժային և ջերմային ազդեցությունների դեպքում

Դիտարկվում է առաձգական լիցք ունեցող շրջանային օղակի կայունությունն, երբ արտաքին մակերևույթի վրա ազդում են կամայական ուժեր և ջերմություն և կամայական ջերմություն լիցքի ներքին մակերևույթի վրա:

Լուծվում են ջերմհաղորդականության և ջերմային լարումների որոշման խնդիրները: Կայունության հավասարումը լուծելիս լիցքի համար լուծվում է ճշգրիտ երկչափ հավասարումներ: Այն դեպքի համար, երբ լիցքը հոծ է տրրվում է բանաձև առաձգական հիմքի պորժակյի համար, որը ճշգրիտ լուծման բավականին մոտ արդյունքներ է տալիս:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ С. А. Амбарцумян, «Известия АН АрмССР» (серия ф.м. и техн. наук), т. 5, № 6 (1952). ² Б. Боли, Дж. Уэйнер, Теория температурных напряжений, «Мир», М., 1964. ³ Л. А. Мовсисян, ДАН АрмССР, т. 52, № 2 (1971). ⁴ В. В. Власов, А. Н. Гузь, «Известия АН СССР», МТТ, № 5, 1970. ⁵ В. А. Иванов, Прикладная механика, т. X, вып. 5 (1974).

УДК 621.313.30

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

Академик АН Армянской ССР А. Г. Иосифьян, Г. Л. Арешян

Теория синхронно-асинхронной машины с дуальной системой возбуждения

(Представлено 6/IV 1976)

Рассматриваемая машина состоит из трех электромагнитных систем (рис. 1). Две системы S и R имеют симметричные трехфазные обмотки, фазы которых обозначены через a, b, c и n, m, h . Третья система F , пространственно расположенная между системами S и R , является источником постоянного магнитного поля возбуждения, дуально связанного с обмотками систем S и R . Возбуждение может быть осуществлено либо с помощью постоянных магнитов с высокими удельными энергетическими характеристиками, либо

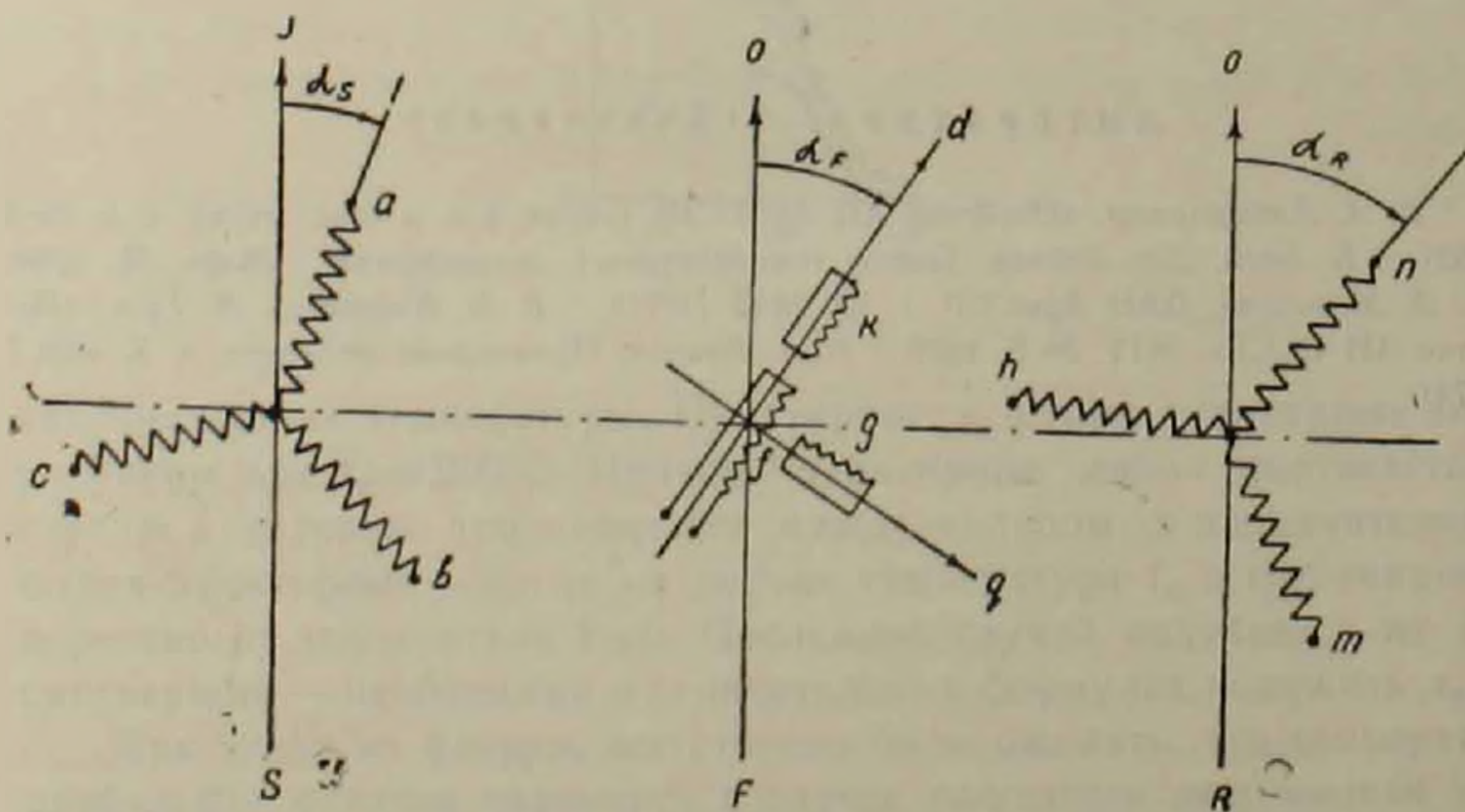


Рис. 1. Схема обмоток и их обозначения синхронно-асинхронной машины с дуальной системой возбуждения

с помощью обмотки возбуждения f , питаемой постоянным током. Система F имеет также две демпфирующие обмотки k и g . Магнитные оси обмоток f и k совпадают с продольной

осью d , а магнитная ось обмотки g —с поперечной осью q . Конструктивно эти три системы S , F и R могут быть выполнены в виде дисковых или цилиндрических синхронно-асинхронных машин. В общем случае, каждая система S , F и R может иметь одну степень свободы пространственного поворота относительно некоторой неподвижной системы отсчета и определяемая углами α_S , α_F и α_R между системой отсчета и осями обмоток a (система S), f (система F) и n (система R). Углы α_S , α_F и α_R — выражаются в электрических градусах. Положение систем F и R относительно системы S будем определять углами: $\theta = \alpha_F - \alpha_S$ и $\alpha = \alpha_R - \alpha_S$. Угол между системами F и R обозначим через $\beta = \alpha - \theta = \alpha_R - \alpha_F$. Динамические процессы, происходящие в рассматриваемой машине, описываются нижеследующими дифференциальными уравнениями мгновенных значений напряжений, токов и магнитных потокоцеплений:

$$\text{система } S \quad (1.1)$$

$$u_a = \frac{d\psi_a}{dt} + r_s i_a; \quad u_b = \frac{d\psi_b}{dt} + r_s i_b; \quad u_c = \frac{d\psi_c}{dt} + r_s i_c;$$

$$\text{система } F \quad (1.2)$$

$$u_f = \frac{d\psi_f}{dt} + r_f i_f; \quad 0 = \frac{d\psi_k}{dt} + r_k i_k; \quad 0 = \frac{d\psi_g}{dt} + r_g i_g;$$

$$\text{система } R \quad (1.3)$$

$$u_n = \frac{d\psi_n}{dt} + r_R i_n; \quad u_m = \frac{d\psi_m}{dt} + r_R i_m; \quad u_h = \frac{d\psi_h}{dt} + r_R i_h$$

и дифференциальными уравнениями движения инерциальных масс

$$J_S \frac{d^2 \alpha_S}{p dt^2} + k_S \frac{d \alpha_S}{p dt} + M_{S, \text{эм}} = M_{S, \text{вн}}, \quad (2.1)$$

$$J_F \frac{d^2 \alpha_F}{p dt^2} + k_F \frac{d \alpha_F}{p dt} + M_{F, \text{эм}} = M_{F, \text{вн}}, \quad (2.2)$$

$$J_R \frac{d^2 \alpha_R}{p dt^2} + k_R \frac{d \alpha_R}{p dt} + M_{R, \text{эм}} = M_{R, \text{вн}}. \quad (2.3)$$

В уравнениях (2) J_i —момент инерции, $M_{i, \text{эм}}$ —электромагнитные моменты систем ($i = S, F, R$);

$M_{i, \text{вн}}$ —внешние моменты соответствующих систем;

p —число пар полюсов машины.

Система уравнений баланса напряжений (1) и баланса вращающих моментов с учетом движения инерциальных масс (2) описывают, в общем случае стационарные и не стационарные режимы взаимосвязанных электромагнитных систем S , F и R . С точки зрения преобразования энергии, в принципе, например, могут быть реализованы следующие случаи:

1. Электромагнитная энергия подводится в систему S , система F возбуждена постоянным током; система обмоток R замкнута. Тогда: система SF работает в режиме синхронного двигателя (с отбором либо без отбора механической энергии из системы F); система FR работает в режиме асинхронного двигателя. Обобщенные координаты при этом равны $x_S = \text{const}$; $x_F(t)$; $x_R(t)$.
2. Электромагнитная энергия подводится в систему R , $x_R = \text{const}$; обмотки системы S замкнуты; система F возбуждена. Тогда: SF — работает в режиме асинхронного, а FR — в режиме синхронного, двигателя.
3. Механическая энергия подводится к системе F и она возбуждена постоянным током ($x_F(t)$); Системы S и R работают в режимах синхронных генераторов ($x_S = \text{const}$, $x_R = \text{const}$) либо в режимах асинхронных двигателей ($x_S(t)$ и $x_R(t)$) либо одна система в режиме синхронного генератора, а другая в режиме асинхронного двигателя.
4. Система F возбуждена и закреплена ($x_F = \text{const}$); к системам S и R подводится механическая энергия. Системы S и R работают в режиме синхронных генераторов.
5. То же, что и случай 4, но механическая энергия подводится к системе S и она работает в режиме синхронного генератора а из системы R отводится механическая энергия и она работает в режиме асинхронного двигателя.

Возможны также и другие случаи.

Специфические особенности этих всех возможных энергетических преобразований отражены в дифференциальных уравнениях (1) и (2) и анализируются путем задания соответствующих напряжений, величин внешних моментов и их знаков, а также наложением необходимых ограничений на пространственные обобщенные координаты.

Потокоцепления, выраженные в матричной форме, определяются через индуктивности и токи выражениями:

$$\left. \begin{aligned} \psi_S &= L_{SS}i_S + L_{SF}i_F + L_{SR}i_R, \\ \psi_F &= L_{FS}i_S + L_{FF}i_F + L_{FR}i_R, \\ \psi_R &= L_{RS}i_S + L_{RF}i_F + L_{RR}i_R, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $\psi_S = (\psi_a \psi_b \psi_c)$, $\psi_F = (\psi_f \psi_k \psi_g)$, $\psi_R = (\psi_n \psi_m \psi_h)$ — столбцовые матрицы потокоцеплений; $i_S = (i_a i_b i_c)$; $i_F = (i_f i_k i_g)$, $i_R = (i_n i_m i_h)$, — столбцовые матрицы токов. Матрицы индуктивностей имеют вид (через ρ обозначен угол 120°):

$$\begin{aligned} L_{SS} &= \begin{vmatrix} L_S & -M_S & -M_S \\ -M_S & L_S & -M_S \\ -M_S & -M_S & L_S \end{vmatrix}; \quad L_{SF} = \\ &= \begin{vmatrix} M_{Sf} \cos \Theta & M_{Sk} \cos \Theta & -M_{Sg} \sin \Theta \\ M_{Sf} \cos(\Theta - \rho) & M_{Sk} \cos(\Theta - \rho) & -M_{Sg} \sin(\Theta - \rho) \\ M_{Sf} \cos(\Theta + \rho) & M_{Sk} \cos(\Theta + \rho) & -M_{Sg} \sin(\Theta + \rho) \end{vmatrix}; \end{aligned} \quad (4)$$

$$L_{SR} = M_{SR} \begin{vmatrix} \cos \alpha & \cos(\alpha + \rho) & \cos(\alpha - \rho) \\ \cos(\alpha - \rho) & \cos \alpha & \cos(\alpha + \rho) \\ \cos(\alpha + \rho) & \cos(\alpha - \rho) & \cos \alpha \end{vmatrix}; \quad L_{FS} = L_{SF}^T; \quad (4)$$

$$L_{FF} = \begin{vmatrix} L_f & M_{fk} & 0 \\ M_{fk} & L_k & 0 \\ 0 & 0 & L_g \end{vmatrix}; \quad L_{FR} = \begin{vmatrix} M_{Rf} \cos \beta & M_{Rf} \cos(\beta + \rho) & M_{Rf} \cos(\beta - \rho) \\ M_{Rk} \cos \beta & M_{Rk} \cos(\beta + \rho) & M_{Rk} \cos(\beta - \rho) \\ M_{Rg} \sin \beta & M_{Rg} \sin(\beta + \rho) & M_{Rg} \sin(\beta - \rho) \end{vmatrix}$$

$$L_{RS} = L_{SR}^T; \quad L_{RF} = L_{FR}^T; \quad L_{RR} = \begin{vmatrix} L_R & -M_R & -M_R \\ -M_R & L_R & -M_R \\ -M_R & -M_R & L_R \end{vmatrix}$$

Верхним индексом „ τ “ обозначена транспортированная матрица. Индуктивности выписаны для случая симметричного магнитопровода, относительно осей „ d “ и „ q “. В дальнейшем через R_S , R_F и R_R обозначены матрицы активных сопротивлений соответствующих систем:

$$R_S = \begin{vmatrix} r_s & 0 & 0 \\ 0 & r_s & 0 \\ 0 & 0 & r_s \end{vmatrix}; \quad R_F = \begin{vmatrix} r_f & 0 & 0 \\ 0 & r_k & 0 \\ 0 & 0 & r_g \end{vmatrix}; \quad R_R = \begin{vmatrix} r_R & 0 & 0 \\ 0 & r_R & 0 \\ 0 & 0 & r_R \end{vmatrix} \quad (5)$$

Выражения для электромагнитных моментов, приложенных к системам: $M_{S\text{эм}}$, $M_{F\text{эм}}$, $M_{R\text{эм}}$ (см. уравнения (2)), определяются из выражений:

$$M_{S\text{эм}} = -p \frac{\partial T_s}{\partial \alpha_S}; \quad M_{F\text{эм}} = -p \frac{\partial T_s}{\partial \alpha_F}; \quad M_{R\text{эм}} = -p \frac{\partial T_s}{\partial \alpha_R}, \quad (6)$$

где T_s — электромагнитная энергия машины, равная;

$$T_s = \frac{1}{2} [\dot{i}_S^T \dot{i}_F^T \dot{i}_R^T] \begin{bmatrix} L_{SS} L_{SF} L_{SR} \\ L_{FS} L_{FF} L_{FR} \\ L_{RS} L_{RF} L_{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{i}_S \\ \dot{i}_F \\ \dot{i}_R \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \dot{i}^T L \dot{i}, \quad (7)$$

где L и $\dot{i}$ — блочные матрицы. С учетом (7), выражения (6) примут вид:

$$M_{S\text{эм}} = -\frac{p}{2} \dot{i}^T \frac{\partial L}{\partial \alpha_S} \dot{i}; \quad M_{F\text{эм}} = -\frac{p}{2} \dot{i}^T \frac{\partial L}{\partial \alpha_F} \dot{i}; \quad M_{R\text{эм}} = -\frac{p}{2} \dot{i}^T \frac{\partial L}{\partial \alpha_R} \dot{i}. \quad (8)$$

Уравнения (8) справедливы для случая движения всех трех систем S , F и R относительно неподвижной системы отсчета: При этом $\alpha_S p^{-1}$, $\alpha_F p^{-1}$, $\alpha_R p^{-1}$ являются независимыми обобщенными координатами и все элементы матриц L_{ij} уравнений (4) должны быть выражены через эти углы, после чего вычислены частные производные уравнения (8). В случае закрепления системы S , в качестве независимых обобщенных координат, целесообразно принять углы

$\theta p^{-1} = p^{-1} \int_0^t \omega_f dt + p^{-1} \theta_0$ и $\alpha p^{-1} = p^{-1} \int_0^t \omega_R dt + p^{-1} \alpha_0$, тогда элементы матриц L_{ij} выражаются через эти углы и вместо (2) и (8) имеем:

$$\left. \begin{aligned} J_F \frac{d^2\Theta}{pdt^2} + k_F \frac{d\Theta}{pdt} + M_{Fэм} &= M_{Fмн} \\ J_R \frac{d^2\alpha}{pdt^2} + k_R \frac{d\alpha}{pdt} + M_{Rэм} &= M_{Rмн} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

и соответственно:

$$M_{Fэм} = -\frac{p}{2} i^2 \frac{\partial L}{\partial \Theta}, \quad M_{Rэм} = -\frac{p}{2} i^2 \frac{\partial L}{\partial \alpha}. \quad (10)$$

Величина электромагнитного момента, действующая на опору (систему S), в этом случае будет равна:

$$M_{Sэм} = M_{Fэм} + M_{Rэм}. \quad (11)$$

Все полученные выше дифференциальные уравнения содержат коэффициенты, которые являются периодическими функциями времени. Известны методы преобразования систем дифференциальных уравнений синхронной машины ⁽¹⁾ и асинхронной машины ⁽²⁾ в пространство с новыми переменными, где коэффициенты систем дифференциальных уравнений оказываются постоянными величинами.

Можно показать, что матрицы индуктивностей и активных сопротивлений рассматриваемой синхронно-асинхронной машины с дуальной системой возбуждения

$$L = \begin{bmatrix} L_{SS} & L_{SF} & L_{SR} \\ L_{FS} & L_{FF} & L_{FR} \\ L_{RS} & L_{RF} & L_{RR} \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} R_S & 0 & 0 \\ 0 & R_F & 0 \\ 0 & 0 & R_R \end{bmatrix} \quad (12)$$

удовлетворяют требованиям для преобразования системы дифференциальных уравнений в обобщенное пространство Горева-Парка ⁽³⁾.

Авторы определили полную матрицу Ляпунова L с помощью которой, система дифференциальных уравнений рассматриваемой машины преобразовывается в обобщенное пространство Горева-Парка.

$$L = \begin{bmatrix} L_S & 0 & 0 \\ 0 & E & 0 \\ 0 & 0 & L_R \end{bmatrix}; \quad L_S = \begin{bmatrix} 1 & \cos \Theta & -\sin \Theta \\ 1 & \cos(\Theta - \rho) & -\sin(\Theta - \rho) \\ 1 & \cos(\Theta + \rho) & -\sin(\Theta + \rho) \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$L_R = \begin{bmatrix} 1 & \cos \beta & \sin \beta \\ 1 & \cos(\beta + \rho) & \sin(\beta + \rho) \\ 1 & \cos(\beta - \rho) & \sin(\beta - \rho) \end{bmatrix} \quad E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Новыми переменными напряжений, потокосцеплений и токов для систем S и R будут:

$$\begin{aligned} u_S^* &= L_S^{-1} u_S; & u_R^* &= L_R^{-1} u_R; & \psi_S^* &= L_S^{-1} \psi_S; & \psi_R^* &= L_R^{-1} \psi_R; \\ i_S^* &= L_S^{-1} i_S; & i_R^* &= L_R^{-1} i_R; \end{aligned} \quad (14)$$

Для системы F новые переменные совпадают с исходными ($\Pi_F = E$ — единичная матрица). В уравнениях (14) через строчные матрицы обозначены

$$\begin{aligned} u_S^* &= (u_{s0} \ u_{sd} \ u_{sq}) \quad \psi_S^* = (\psi_{s0} \ \psi_{sd} \ \psi_{sq}) \quad i_S^* = (i_{s0} \ i_{sd} \ i_{sq}) \\ u_R^* &= (u_{r0} \ u_{rd} \ u_{rq}) \quad \psi_R^* = (\psi_{r0} \ \psi_{rd} \ \psi_{rq}) \quad i_R^* = (i_{r0} \ i_{rd} \ i_{rq}) \end{aligned} \quad (15)$$

После проведения необходимых вычислений получена нижеследующая преобразованная система дифференциальных уравнений синхронно-асинхронной машины с дуальной системой возбуждения (для электрических контуров):

$$\begin{aligned} u_S^* &= L_{SS}^* \frac{di_S^*}{dt} + L_{SF}^* \frac{di_F}{dt} + L_{SR}^* \frac{di_R^*}{dt} + R_S i_S^* + C_S (L_{SS}^* i_S^* + L_{SF}^* i_F + L_{SR}^* i_R^*) \frac{d\Theta}{dt}, \\ u_F &= L_{FS}^* \frac{di_S^*}{dt} + L_{FF}^* \frac{di_F}{dt} + L_{FR}^* \frac{di_R^*}{dt} + R_F i_F, \\ u_R^* &= L_{RS}^* \frac{di_S^*}{dt} + L_{RF}^* \frac{di_F}{dt} + L_{RR}^* \frac{di_R^*}{dt} + R_R i_R^* + C_R (L_{RS}^* i_S^* + L_{RF}^* i_F + L_{RR}^* i_R^*) \frac{d\beta}{dt}, \end{aligned} \quad (16)$$

где матрицы равны:

$$\begin{aligned} L_{SS}^* &= \begin{vmatrix} L_{s0} & 0 & 0 \\ 0 & L_{sd} & 0 \\ 0 & 0 & L_{sq} \end{vmatrix}, \quad L_{s0} = L_S - 2M_S, \quad L_{sd} = L_S + M_S, \\ L_{SF}^* &= \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ M_{sf} & M_{sd} & 0 \\ 0 & 0 & M_{sq} \end{vmatrix}, \quad L_{SR}^* = \frac{2}{3} M_{SR} \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad L_{FS}^* = L_{SF}^*, \\ L_{FF}^* &= \begin{vmatrix} L_f & M_{fk} & 0 \\ M_{fk} & L_k & 0 \\ 0 & 0 & L_g \end{vmatrix}, \quad L_{FR}^* = \frac{3}{2} \begin{vmatrix} 0 & M_{kf} & 0 \\ 0 & M_{kk} & 0 \\ 0 & 0 & M_{kg} \end{vmatrix}, \quad L_{RS}^* = L_{SR}^*, \\ L_{RF}^* &= L_{FR}^*, \quad L_{RR}^* = \begin{vmatrix} L_{r0} & 0 & 0 \\ 0 & L_{rd} & 0 \\ 0 & 0 & L_{rq} \end{vmatrix}, \quad L_{r0} = L_R - 2M_R, \quad L_{rd} = L_R + M_R, \\ C_S &= \Pi_S^{-1} \frac{d\Pi_S}{d\Theta} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}, \quad C_R = \Pi_R^{-1} \frac{d\Pi_R}{d\beta} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (17)$$

Выражения для потокосцеплений имеют вид:

$$\begin{aligned} \psi_S^* &= L_{SS}^* i_S^* + L_{SF}^* i_F + L_{SR}^* i_R^* \\ \psi_F^* &= L_{FS}^* i_S^* + L_{FF}^* i_F + L_{FR}^* i_R^* \\ \psi_R^* &= L_{RS}^* i_S^* + L_{RF}^* i_F + L_{RR}^* i_R^* \end{aligned} \quad (18)$$

В стационарном режиме работы

$$\frac{d\Theta}{dt} = \omega_F = \text{const} \quad \frac{d\beta}{dt} = \frac{d(\alpha - \Theta)}{dt} = \omega_r - \omega_F = \text{const} \quad (19)$$

и система (16) имеет постоянные коэффициенты. Дифференциальные уравнения движения инерциальных масс (9) остаются без изменений, а выражения для электромагнитных моментов (10), после преобразования получают следующий окончательный вид:

$$\begin{aligned} M_{F\text{эм}} &= -3/2 p (M_{sj} i_{sq} i_f + M_{sk} i_{sq} i_k - M_{sg} i_{sd} i_g - \\ &\quad - M_{rg} i_g i_{rd} + M_{rl} i_f i_q + M_{rk} i_k i_{rq}) \\ M_{K\text{эм}} &= 3/2 p (3/2 M_{sr} (i_{sq} i_{rd} - i_{sd} i_{rq}) + M_{kg} i_g i_{rd} - \\ &\quad - M_{rl} i_f i_{rq} - M_{rk} i_k i_{rq}) \end{aligned} \quad (20)$$

Откуда на основании (11) определяется

$$\begin{aligned} M_{S\text{эм}} &= -3/2 p (3/2 M_{sr} (i_{sq} i_{rd} - i_{sd} i_{rq}) + M_{sj} i_{sq} i_f + \\ &\quad + M_{sk} i_{sq} i_k - M_{sg} i_{sd} i_g). \end{aligned} \quad (21)$$

Системы уравнений (9), (16) и (20) являются полными и позволяют исследовать переходные и установившиеся процессы синхронно-асинхронной машины с дуальной системой возбуждения, если заданы внешние напряжения $u_s(t)$, $u_F(t)$, $u_R(t)$ и внешние моменты $M_{F\text{эм}}(t)$ и $M_{R\text{эм}}(t)$.

Ереванский политехнический институт им. К. Маркса

Հայկական ՍՍՀ ԴԱ ակադեմիկոս Ա. Ղ. ԻՍԽԱՅԱՆ, Գ. Լ. ԱՐՆՇՅԱՆ

Ելակողմանի (դուալ) զբոսման սխեմանով սինխրոն-ասինխրոն
մեքենայի տեսությունը

Զարգացված է էլեկտրական մեքենայի տեսությունը, որը բաղկացած է երեք էլեկտրամագնիսական կապված S , F և R սխեմաներից: Այդ էլեկտրական մեքենան տալիս է հնարավորություն իրադրծել տարբեր գեներատորաշարժիչային ուժիմներ և մասնավոր դեպքերում այն վերափոխում է սինխրոն (երբ անջատվում է R սխեման), կամ ասինխրոն (երբ անջատվում է F սխեման) մեքենայի:

Ստացված են դիֆերենցիալ հավասարումների սխեմաներ ինչպես բնական փոփոխականների, այնպես էլ ընդհանրացված տարածության մեջ ձևափոխված փոփոխականների համար:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Г. Носифьян, ДАН Арм. ССР, т. VII, № 3 (1947). ² С. В. Страхов, ДАН СССР, т. 117, № 3 (1957). ³ Г. Л. Арешян, ДАН Арм. ССР, т. VI, № 4 (1973).

УДК 621.375.82

ФИЗИКА

М. Е. Мовсисян, Р. Х. Драмлян

Влияние интенсивности излучения на вращение плоскости поляризации в магнитном поле

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаелином 22/IV 1976)

Эффект Фарадея в различных аспектах исследовался рядом авторов. Обзор этих работ приведен в (1). Ряд работ посвящен исследованию эффекта Фарадея в нелинейных средах (2-5). В частности, в (2) и (5) исследовалось влияние интенсивности излучения гелий-неонового лазера на величину поворота плоскости поляризации в магнитном поле. Гигантское фарадеевское вращение в условиях самоиндуцированной прозрачности было теоретически предсказано в (6). В (7) авторами исследовалась величина фарадеевского вращения в парах натрия в условиях насыщения и самоиндуцированной прозрачности. Во всех указанных работах фарадеевское вращение исследовалось непосредственно вблизи резонанса в пределах доплеровских ширины перехода.

В настоящей работе приведены результаты исследования зависимости фарадеевского вращения плоскости поляризации резонансного излучения от его интенсивности в парах калия для величин расстройек резонанса намного больших ширины атомной линии.

Исследования проводились на установке, схематически показанной на рис. 1. Излучение рубинового лазера 1 с модуляцией добротности с помощью пассивного затвора возбуждало ВКР в нитробензоле 2, частота максимума интенсивности 1 стоксовой компоненты которой

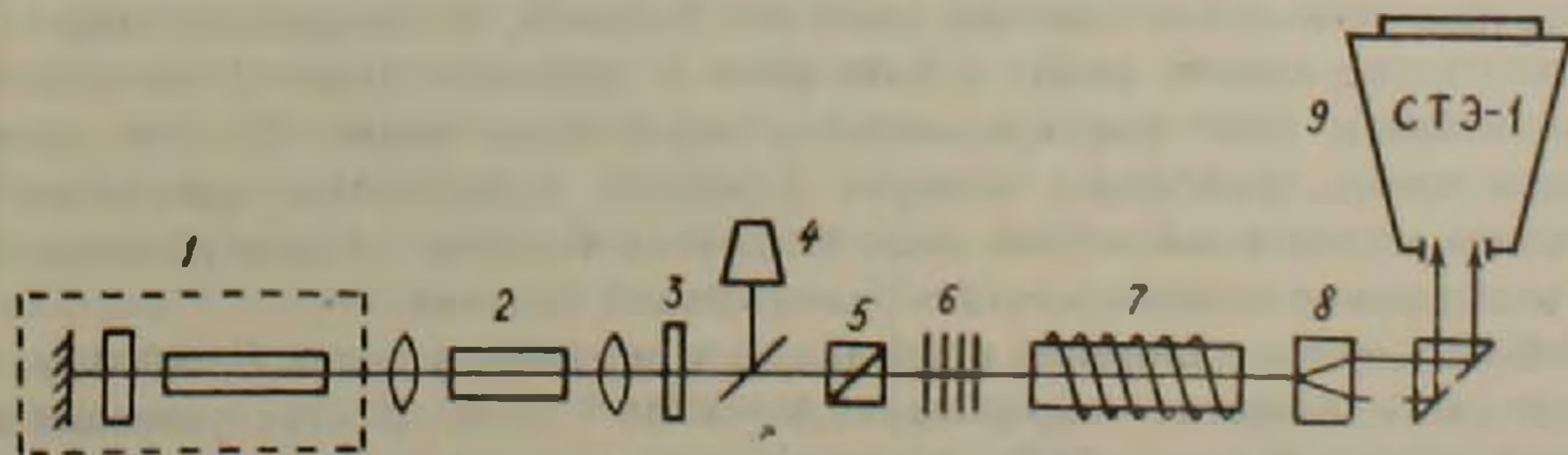


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1—рубиновый лазер; 2—кювета с нитробензолом; 3—фильтр ФС-7; 4—калориметр; 5—поляризатор; 6—стопка стеклянных пластинок; 7—кювета с парами калия, помещенная в магнитное поле; 8—кристалл исландского шпата; 9—спектрограф СТЭ-1

$\omega' = 13055 \text{ см}^{-1}$ близка к частоте $\omega_0 = 13043 \text{ см}^{-1}$ атомного перехода $4S_{1/2} - 4P_{1/2}$ паров калия с расстройкой резонанса $\delta = 12 \text{ см}^{-1}$. Энергия излучения стоксовых компонент измерялась с помощью калориметра 4. Фильтр ФС—7 3 устранял излучение рубинового лазера. Плотность мощности ВКР в несфокусированном пучке достигала $\sim 10 \text{ Мвт/см}^2$. После прохождения через поляризатор 5 и ослабляющие стеклянные пластинки 6 параллельный пучок линейно-поляризованного резонансного излучения направлялся в кювету с парами калия 7 длиной 20 см, помещенную в продольное магнитное поле. Магнит, работающий в импульсном режиме, обеспечивал величину магнитного поля до 50 кэрстед. В качестве анализатора выходного излучения служил кристалл исландского шпата 8, который выделял две взаимно-перпендикулярные компоненты поляризации света. Направление одной из поляризаций кристалла совпадало с направлением поляризации, выделяемым поляризатором 5. Спектр излучения этих двух компонент поляризации одновременно регистрировался с помощью спектрографа СТЭ—1 9 с дисперсией $20,5 \text{ см}^{-1} / \text{мм}$ в исследуемой области. Температура паров калия варьировалась от 100° до 200°C , что соответствует плотности атомов $N = 0,5 \times 10^{12} - 1,6 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$.

Степень линейной поляризации входного излучения $\eta = \frac{I_z - I_y}{I_z + I_y}$, обеспечиваемая поляризатором, составляет $\eta = 0,96$.

Синхронизация импульсов проходящего излучения и магнитного поля, а также генерация гигантского импульса рубинового лазера контролировались с помощью осциллографа.

Первая стоксовая компонента ВКР нитробензола, используемая в качестве резонансного излучения, имеет несколько асимметричную форму линии, вытянутую в сторону низких частот, с шириной $\sim 3 \text{ см}^{-1}$ и с расстройкой частоты максимума интенсивности от частоты атомного перехода $4S_{1/2} - 4P_{3/2}$ паров калия $\delta = 12 \text{ см}^{-1}$. При таких больших значениях расстройки резонанса величина фарадеевского вращения на частоте максимума интенсивности падающего излучения, для условий настоящего эксперимента оцененная по классической линейной формуле (⁸), составляет всего 6—7°. Однако крыло линии падающего излучения, перекрывающее резонанс, имеет достаточно большую интенсивность порядка нескольких десятков киловатт. Заметим, что для условий настоящего эксперимента может играть роль и уширение линии 1 стоксовой компоненты ВКР при прохождении через пары калия (⁹). Это дает возможность наблюдать поворот плоскости поляризации электромагнитной волны в магнитном поле на других частотах вблизи резонанса, где вращение может достигать значительных величин.

Большинство измерений проводилось в магнитных полях $H = 8000 \text{ эрс-гед}$ при плотностях паров калия $N = 3 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$. В этих условиях в плоскости поляризации Y , перпендикулярной плоскости поляризации падающего излучения Z , в спектре прошедшего излучения наблюда-

лись две узкие спектральные области излучения, расположенные симметрично относительно D_2 — линии поглощения паров калия на расстоянии $2,5 \text{ см}^{-1}$ от нее. Этим спектральным областям соответствуют провалы интенсивности на Z — компоненте поляризации (рис. 2). Такая кар-

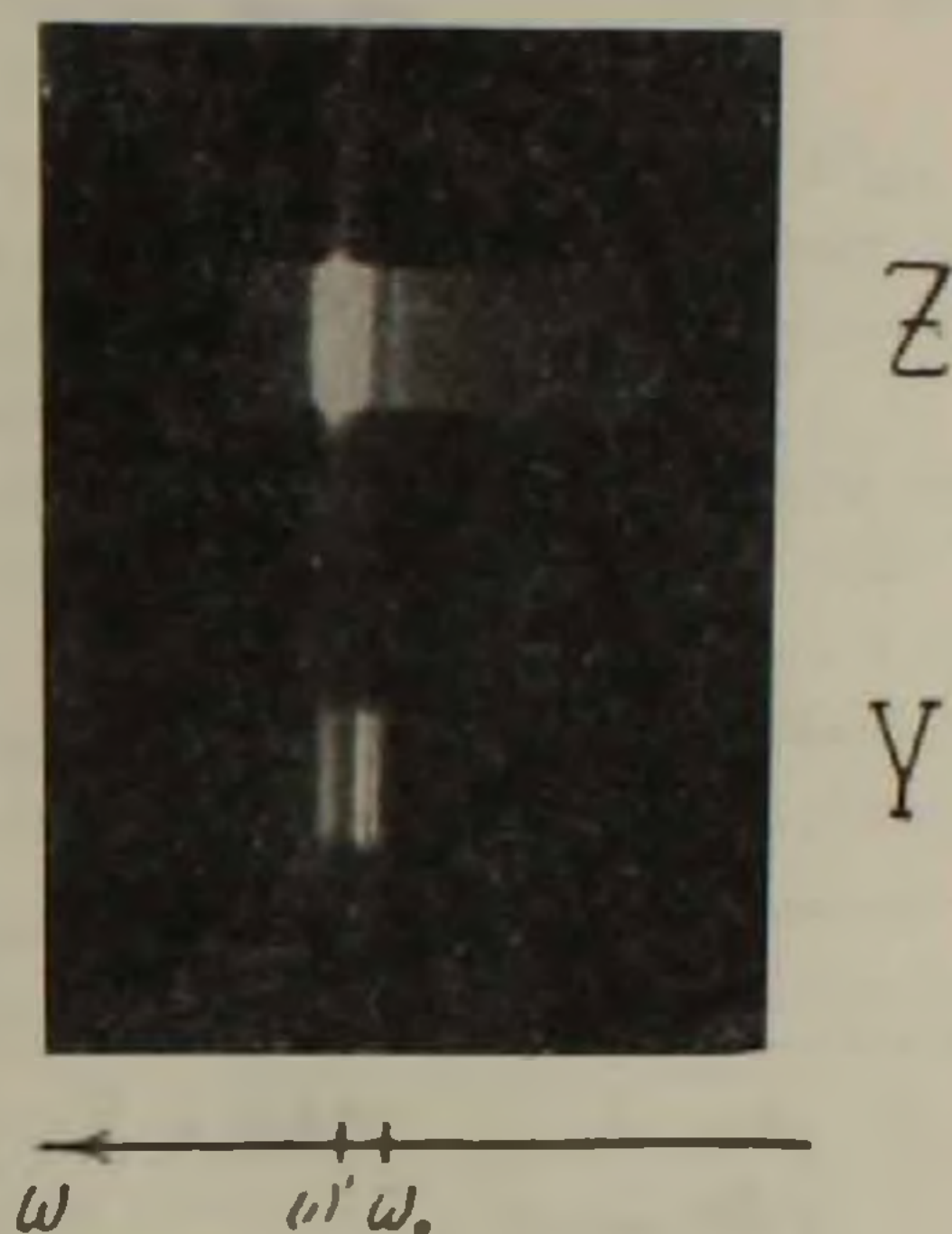


Рис. 2. Спектр излучения I стоксовой компоненты ВКР, прошедшей через пары калия при $H=8000$ эрстед и $N=3 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$. Z — параллельная компонента; Y — перпендикулярная компонента поляризации. ω_0 — атомная частота, ω' — частота максимума интенсивности стоксовой компоненты

тина является результатом вращения плоскости поляризации излучения проходящего через пары калия, помещенные в магнитное поле. С увеличением напряженности магнитного поля или плотности атомов расстояние между максимумами интенсивности областей частот, испытывающих вращение, и их ширина увеличиваются.

Для исследования зависимости угла фарадеевского вращения от интенсивности излучения при постоянных H и N на входе в кювету импульс света ослаблялся с помощью стопки из стеклянных пластинок. Максимальное ослабление мощности входного излучения достигало 50 раз. Величина ослабления определялась по Y — компоненте линии падающего излучения в его максимуме. На Y — компоненте зарегистрированного спектра отношение интенсивности области, испытывающей вращение, к интенсивности падающего излучения в их максимумах пропорционально квадрату синуса угла поворота φ . Интенсивности определяли методом фотографической фотометрии. На рис. 3,а показан график зависимости $\sin^2 \varphi$ от относительных величин интенсивности

входного излучения. Соответствующий ему график зависимости угла φ поворота плоскости поляризации излучения от интенсивности изображен на рис. 3,б. Угол поворота нелинейно убывает с увеличением интен-

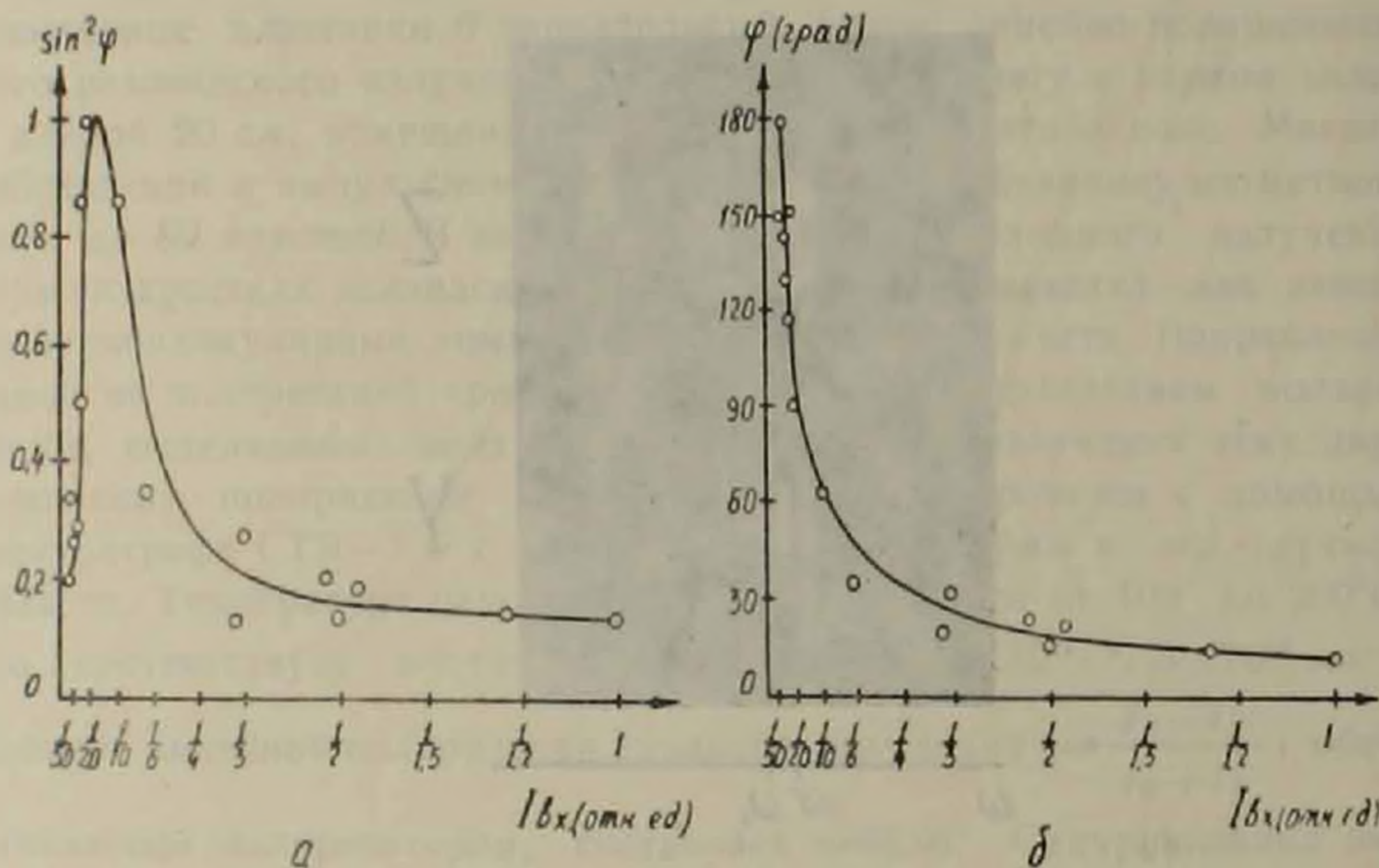


Рис. 3. Графики зависимости а) $\sin^2\varphi$ и б) соответствующих величин угла поворота φ от относительных величин интенсивности входного излучения при $H=8000$ эрстед и $N=3 \times 10^{13}$ см $^{-3}$

сивности входного излучения. Соответствующие значения постоянной Верде для минимальной и максимальной интенсивности излучения изменяются от $\rho(I_{\min})=1,1 \times 10^{-3}$ до $\rho(I_{\max})=1,3 \times 10^{-4}$ град./см эрстед. Значение ρ_0 , вычисленное по классической линейной формуле (8) для той же частоты, составляет $\rho_0=1,5 \times 10^{-3}$ град./см эрстед. Такая зависимость связана с насыщением населенности резонансного уровня, обусловленным как непосредственным поглощением, так и многофотонными процессами (10). Отсутствие в литературе соответствующих расчетов в настоящее время не дает возможность оценить вклад различных процессов в наблюдаемом эффекте.

Авторы благодарят В. О. Чалтыкяна и А. О. Меликяна за неоднократное обсуждение полученных результатов.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ճառագայթման ինտենսիվության ազդեցությունը մագնիսական դաշտում բևեռացման կարբության պտույտի վրա

Կախումի գոլորշիներում մագնիսական դաշտի առկայության դեպքում ուսումնասիրված է ռեզոնանսային ճառագայթման բևեռացման հարթության պտույտի կախումը ինտենսիվությունից:

Չափումները կատարված են ատոմական $4S_{1/2} - 4P_{3/2}$ ռեզոնանսային գծից 2.5 սմ^{-1} հեռավորության, մագնիսական դաշտի $H = 8000$ էրստեդ մեծությամբ, կախումի գոլորշիների $N = 3 \times 10^{13} \text{ սմ}^{-3}$ խտության և ճառագայթման $\sim 10 \text{ Մվտ/սմ}^2$ մաքսիմալ հզորության համար:

Բևեռացման հարթության պտույտի φ անկյունը նվազում է ոչ գծայնորեն ճառագայթման ինտենսիվության մեծացման հետ: Տվյալ էքսպերիմենտի պայմանների համար այդպիսի կախումը կապված է $4P_{3/2}$ մակարդակի բնակեցվածության հազեցման հետ: Վերջինս պայմանավորված է ինչպես մեկ ֆոտոնային կլանումով, այնպես և քաղմաֆոտոնային պրոցեսներով:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՄՓՅԱՆԻ ԶՈՒՆ

- ¹ Т. Я. Карагодова, Некоторые вопросы нелинейной оптики, теоретической спектроскопии и квантовой химии, Сб. статей под ред. проф. М. А. Ковнера, Саратовский университет, 1972.
- ² R. L. Fork, C. K. N. Patel, Phys. Rev., 129, 2577 (1963).
- ³ R. T. Menzies, A. Dienes, N. Gorge, IEEE Journal of Quantum Electronics, QE—6, 117 (1970).
- ⁴ D. C. Sinclair JOSA, 56, 1727 (1966).
- ⁵ А. П. Шкадаревич, ЖПС 21, 1005, (1974).
- ⁶ E. Courtens, Phys. Rev. Lett., 21, 3, (1968).
- ⁷ H. M. Gibbs, G. G. Churchill, G. J. Salamo, Optics Communications, 12, 396, 1974.
- ⁸ B. M. Schmidt, J. M. Williams, D. Williams, JOSA, 54, 454 (1954).
- ⁹ В. М. Арутюнян, Н. Н. Бадалян, В. А. Ирадян, М. Е. Мовсесян, ЖЭТФ, 58, 37 (1970).
- ¹⁰ В. М. Арутюнян, Н. Н. Бадалян, В. А. Ирадян, М. Е. Мовсесян, ЖЭТФ, 60, 62 (1971).

УДК 551.1.14

ГЕОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР А. Т. Асланян,
А. И. Левыкин, А. В. Арутюнян

Об одном возможном механизме возникновения землетрясений

(Представлено 11/V 1976)

Вопрос о подготовке землетрясения и изменении состояния вещества в очаговой области ставится у разных исследователей по-разному⁽¹⁾. По представлению большинства исследователей землетрясения отражают разрыв сплошности среды, либо в виде скола в условиях сдвиговой деформации (без существенного изменения объема материала) либо непосредственно за счет эффекта изменения объема (его уменьшения или увеличения)⁽²⁾.

Экспериментальные работы по исследованию физико-механических свойств горных пород и минералов при высоких термодинамических параметрах показали, что некоторые минералы претерпевают полиморфные и фазовые переходы^(3-6 и др.), которые иногда сопровождаются скачкообразным изменением объема^(4,5).

Увеличение объема при возрастании нагрузки для некоторых неоднородных материалов и горных пород впервые было обнаружено Бриджменом⁽⁹⁾. В дальнейшем подобные исследования горных пород проводились Брейсом и Ставрогиным^(10,11).

При объяснении предвестников и физики очага землетрясений, в некоторых последних работах^(12,13) придается решающая роль явлению дилатансии, представляющему процесс увеличения объема сжимаемой породы как следствие появления очень густой сети новых микротрещин, и сопровождающемуся диффузивным проникновением воды в эти трещины.

При всей привлекательности механизма дилатансии остается неясным вопрос проникновения в систему указанных трещин воды в достаточных количествах⁽¹⁴⁾ и с достаточной скоростью, особенно в условиях относительно больших глубин, где несвязанная вода может находиться лишь в газообразной фазе.

В настоящей работе сделана попытка объяснить процесс разуплотнения карбонатных пород в условиях давлений до 20 кб.

Основные факторы, влияющие на скорости V_p и V_s распространения продольных и поперечных волн в карбонатных породах, были освещены в статье⁽⁴⁾. По характеру изменения зависимости V_p , V_p/V_s и ρ от давления, кривые этих изменений можно разбить на несколько

участков (рис. 1). На участке *ab*, который характеризуется увеличением скорости и плотности, а также отношения V_p/V_s , происходит закрытие в породе микротрещин и частично микропор. С увеличением давления в интервале 2—4 кб (участок *bc*), как отмечалось в работах (3—5), происходит полиморфное превращение кальцита в арагонит, вследствие чего на графиках наблюдается незначительное снижение скорости продольных волн— V_p . При дальнейшем увеличении давления ($P=5-10$ кб), на участке *cd* значение V_p и отношение V_p/V_s снижаются, а плотность увеличивается, что, по-видимому, связано с начавшейся перестройкой структуры CaCO_3I в CaCO_3II . Изменение объема во время возрастания нагрузки, как указывается в работе (9), представляет собой сумму двух эффектов. Первый—это уменьшение объема в зависимости от нагрузки (эффект объемной сжимаемости), второй—увеличение объема за счет появления микротрещин.

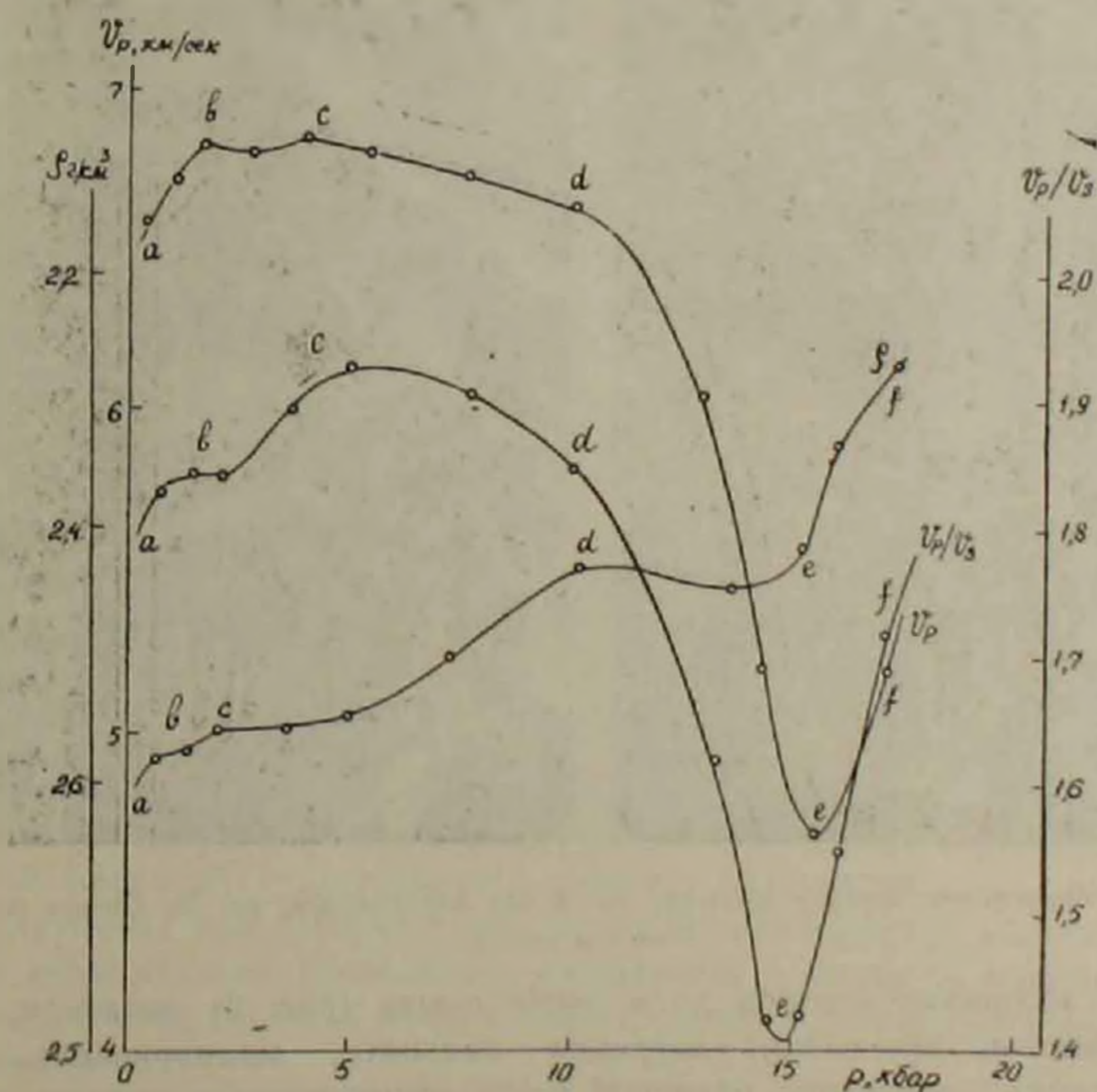


Рис. 1. Зависимость скорости продольных волн, плотности и отношения скоростей от давления в мраморе 26—4

В нашем случае при перестройке кристаллической структуры CaCO_3I — CaCO_3II в интервале давлений от 5 до 10 кб наблюдается уплотнение вещества и в то же время падение значения V_p и отношения V_p/V_s . Такое поведение скорости продольных волн и плотность при воздействии давления можно объяснить разупорядоченностью элементов (анионов) кристаллической решетки кальцита. Процессы пере-

стройки структуры кальцита оказывают качественно такой же эффект на V_p и V_p/V_s , как и в случае трещинообразования. Наряду с процессами перестройки структур кальцита нами были обнаружены некоторые необратимые петроструктурные изменения как в карбонатных породах так и в других кальцитсодержащих породах, испытанных в условиях высоких давлений. В частности, было замечено перетекание рассеянных по всей породе мелких зерен кальцита и концентрация их в виде немногочисленных более крупных включений. Эти процессы интенсивно протекают на участке *de* в диапазоне давления 10—15 кб, где наблюдается одновременно резкое падение плотности ввиду перестройки кристаллической структуры кальцита и образования микротрещин. С последним процессом в основном связано некоторое разуплотнение породы и миграция кальцитовых зерен.

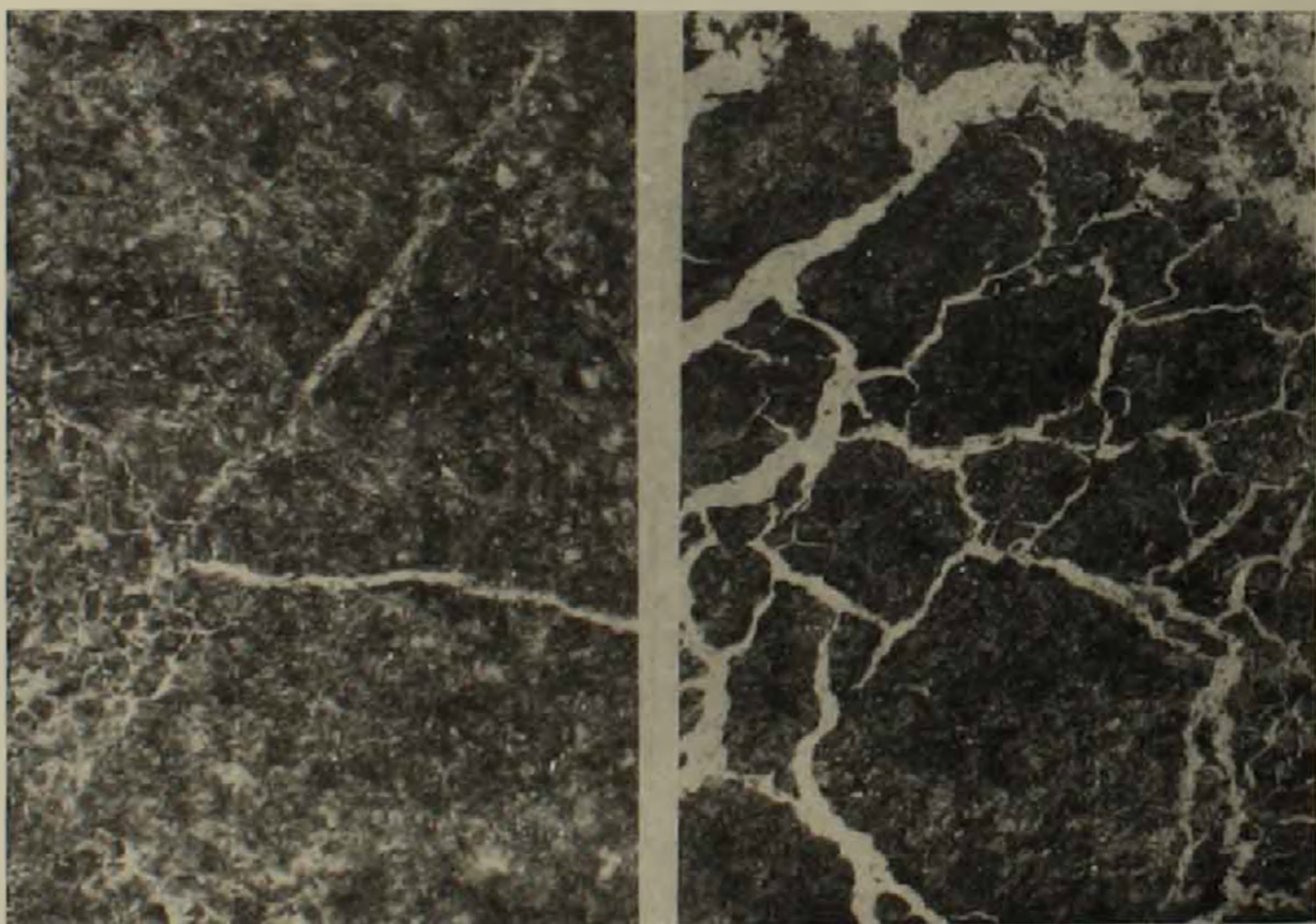


Рис 2. Микрошлиф образца мрамора 26—4 без анализатора, уп. 20, (а—до опыта; б—после опыта)

Исследования шлифов до и после опыта (рис. 2) показали, что действительно происходит миграция кальцита, мраморизация его в трещинах, увеличение размеров ранее существующих прожилков и включений кальцита.

Как отмечалось ранее (³⁻⁸), в интервале давлений 14—16 кб происходит перестройка структуры CaCO_3I в CaCO_3II , причем после такой перестройки уменьшается пластичность кальцита и увеличивается отношение V_p/V_s . Перестройка структуры кальцита сопровождается скачкообразным изменением плотности (участок *ef*) и одновременным увеличением скорости продольных волн.

Анализируя особенности прохождения сейсмических волн через очаговую область землетрясений ряд исследователей отмечают, что отношение скоростей продольных и поперечных волн (V_p/V_s) заметно изменяется перед возникновением землетрясений (¹⁵⁻¹⁸), причем это изменение имеет характер «бухты», (рис. 3) свойственный и некоторым другим (например электрическим) предвестникам землетрясений (^{15, 18} и др.).

Изменения V_p/V_s были зарегистрированы впервые в Центральной Азии (¹⁷). Было показано, что незадолго до начала сильного землетрясения отношение V_p/V_s уменьшается, а непосредственно перед моментом землетрясения оно снова резко возрастает. Последующие исследования советских (¹⁸) и американских сейсмологов (¹⁶) подтвердили эту закономерность.

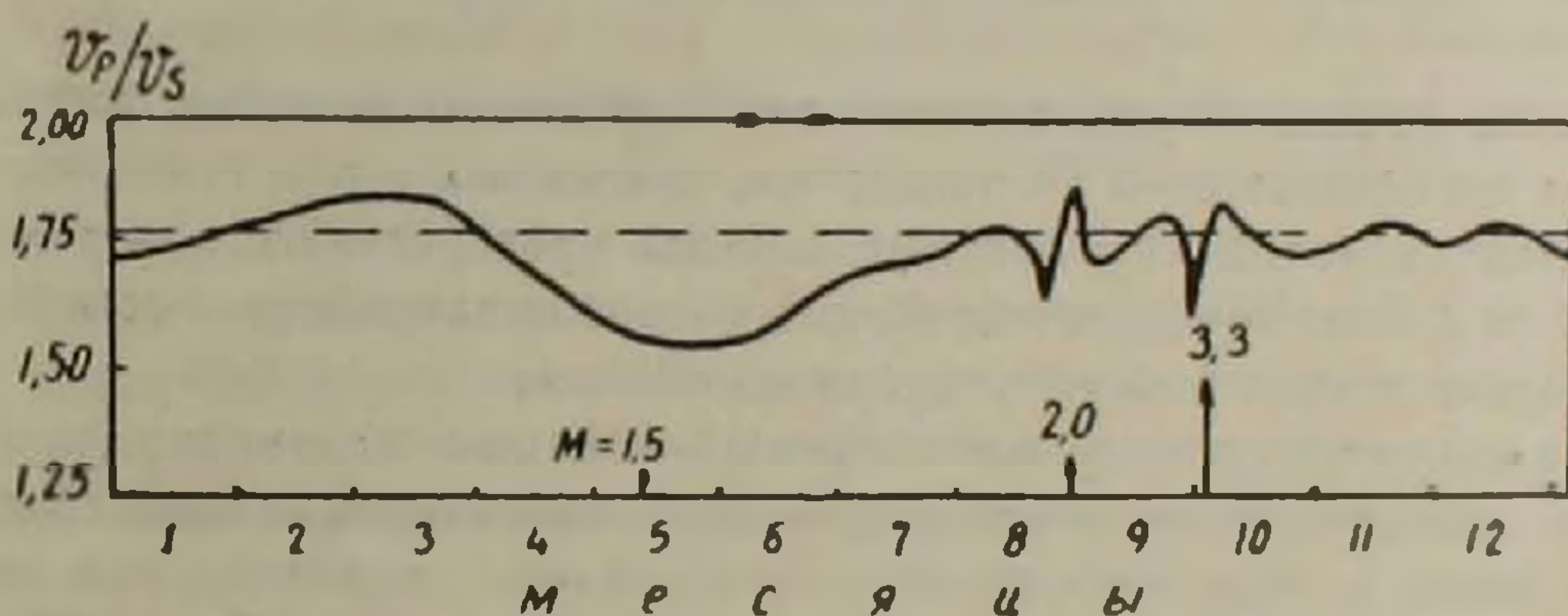


Рис. 3. Отношение скоростей сейсмических волн в зависимости от времени (¹⁶)

Как указывается в работе (¹), физическая интерпретация изменений V_p/V_s неоднозначна, в связи с невозможностью ведения прямых наблюдений в очаговой области. Одной из наиболее вероятных причин этого изменения является, как уже указывалось, возникновение сети трещин (заполненных кальцитом), которые продолжают раскрываться под воздействием расклинивающего давления.

Описанный нами процесс вызывает некоторые общие эффекты аналогичные эффектам, сопутствующим процессу дилатансии.

Полученные при лабораторных исследованиях эффекты в условиях земной коры должны проявляться несравненно в больших масштабах и в определенных условиях могут служить причиной, инициирующей сейсмические толчки.

Учитывая широкую распространенность карбонатных и вообще известковых образований в литосфере (¹⁹) (в виде зерен чешуй, миндалин, прожилок, а также отдельных обособленных линз, пластов, свит, а также в виде значительных примесей в терригенных формациях, глинистых, радиоляритах и др.) мы предполагаем, что в согласии с описанными выше опытными данными часть землетрясений возбуждаются в результате полиморфных превращений и пластических деформаций карбонатсодержащих пород.

В этой связи следует указать, что при продольном изгибе земной коры горизонтальная сжимающая сила при достижении предела

$P_{кр} = H\sigma_{кр} = \sqrt{\frac{1}{3}EH^3(\rho_2 - \rho_1)}$ (H — мощность коры, равная 37 км, E — модуль упругости коры, равный 840000 кг/см^2 , ρ_1 — плотность коры, равная $2,76 \text{ г/см}^3$, ρ_2 — плотность подкоровых текучих масс, равная $3,31 \text{ г/см}^3$) вызывает неустойчивость коры (²⁰).

Поскольку, согласно указанной формуле, горизонтальное сжимающее напряжение теоретически достигает значения 24000 кг/см^2 , то возможность предполагаемых полиморфных переходов, пластичных изменений и сдвиговых деформаций еще до наступления разрывов коры представляется достаточно большой.

По сейсмологическим данным глубина залегания очагов землетрясений на территории Армении в большинстве случаев составляет 12—25 км.

Можно предполагать, что на этих глубинах, где литостатическое давление составляет 5—6 кб вследствие указанных выше тектонических стрессовых давлений карбонатные породы претерпевают пластические изменения и полиморфные переходы, сопровождающиеся высвобождением энергии в виде работы упругих колебаний.

Касаясь затронутого выше вопроса о действии механизма дилатансии при возникновении относительно глубокофокусных землетрясений следует иметь в виду возможность дегидратации гидроксильных соединений типа $\text{FeMgSiH}_4\text{O}_6$ (гидрооливин— $\text{FeO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в условиях высоких гидростатических давлений и наложенного на него стресса). Возможность дегидратации экспериментально доказана для некоторых слюд, амфиболов, цеолитов, гидроксильных соединений магния и др. в условиях гидростатических давлений и температур, соответствующих астеносфере и внешним слоям мантии, а возможность образования гидрооливина обоснована для глубин 200—250 км, где реализуются схемы захвата воды оливином, приводящие к образованию гидроксильных соединений (²¹). Общепринятой является схема гидратации оливина посредством серпентинизации в условиях верхних горизонтов коры.

Общей причиной землетрясений в глобальном масштабе мы считаем срывы в коре и мантии, происходящие вследствие изменения объема, формы и положения Земли. Рассмотренный выше процесс возбуждения землетрясений, связанный с фазовыми переходами карбонатных образований, развивается в целом в процессе подготовки указанных срывов.

Ереванский политехнический институт

Երկրաշարժների առաջացման մի հնարավոր մեխանիզմի մասին

Հետազոտողների մեծ մասի կարծիքով երկրաշարժը հետևանք է միջավայրի սահքի դեֆորմացիայի կամ ծավալի փոփոխության: Բարձր ճնշման պայմաններում կալցիտ պարունակող ապարների առաձգականության և խտության ուսումնասիրությունը պարզել է, որ կալցիտի պոլիմորֆ ձևափոխությունը որոշակի պայմաններում ուղեկցվում է խտության թռիչքաձև փոփոխությամբ: Հատկապես 14—16 կբ ճնշման պայմաններում տեղի է ունենում կալցիտի բյուրեղների համաձուլում և կուտակում ճեղքավորումների մեջ, որի հետևանքով լայնանում և մեծանում է ճեղքերի չափերը և թիվը: Իր հերթին սա հանդեցնում է առաձգական ալիքների արագության, ինչպես նաև նրանց հարս-րերության փոքրացմանը: Ինչպես ցույց են տալիս սեյսմոլոգիական ուսումնասիրությունները, այս պրոցեսը նախորդում է երկրաշարժերի առաջացմանը:

Նկարագրված պրոցեսն ունի որոշ ընդհանրություն դիատանսիայի պրո-ցեսի հետ, որն ըստ ժամանակակից պատկերացումների համարվում է երկ-րաշարժն ուղեկցող պրոցես: Լայդ պրոցեսում միաժամանակ մնում է անբա-ցատելի մեծ քանակությամբ մոլեկուլյար ջրի առկայությունը և նրա ակնթար-թային ներհոսքը ճեղքավորումների մեջ մեծ խորություններում: Հստ մեր ստա-ցած տվյալների նշված պրոցեսում ջրի դերը հավանաբար կատարում է կալցիտ մինհրալը, որը պոլիմորֆ ձևափոխություններ կրելուց փոխում է իր խտու-թյունը, առաձգականությունը և պլաստիկությունը:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Физика очага землетрясения, Под редакцией М. А. Садовского, Изд. «Наука», 1975. ² Ю. В. Ризниченко, «Известия АН СССР», физика Земли, № 2, 1966. ³ Е. И. Баюк, М. П. Волярович, Г. А. Ефимова, «Известия АН СССР», Физика Земли, № 3, 1974. ⁴ А. И. Левыкин, А. В. Арутюнян, ДАН Арм. ССР, т. 59, № 2 (1974). ⁵ А. В. Арутюнян, Автореферат кандидатской диссертации, М., 1975. ⁶ Т. С. Лебедев, Геофиз. сб. АН УССР, № 62, 1974. ⁷ Т. J. Arens, S. Katz Geoph. Res., 68, 1963. ⁸ C. I. Wang, Geoph. Res. v. 71, 14, 1966. ⁹ П. Бруджмен, Исследования больших пластических деформаций и разрыва ИЛ. М., 1955. ¹⁰ W. F. Brace, Breille fracture of rocks—State of stress in the Earth crust, № 4, 1964. ¹¹ А. Н. Ставрогин, Сб. «Горное давление, сдвигение горных пород и методика маркшейдерских работ», ВНИИМ, Л., 1968. ¹² H. Scholz, R. Sykes, J. P. Aggarwal, Science, 20, № 6, 1973. ¹³ D. L. Anderson, J. H. Whitcomb, Time Depended Seismology Contrib. Div. Geol. and Planet Scien., Calif. Inst. Technol. Pac., № 2363, 1973. ¹⁴ В. И. Мячкин, Б. В. Костров, Г. А. Соболев, О. Г. Шамина, Сб. «Физика очага землетрясений». Изд., «Наука», М., 1975. ¹⁵ Сб. «Предвестники землетрясений», ВИНТИ, М., 1973. ¹⁶ J. P. Aggarwal, L. R. Sykes et al., Nature, 241, № 5383, 1973. ¹⁷ А. М. Кондратенко, И. Л. Персесов, Тр. ИФЗ АН СССР, № 25 (192), 1968. ¹⁸ А. И. Семенов, «Известия АН СССР», Физика Земли, № 4, 1969. ¹⁹ А. Т. Асланян, М. П. Волярович, А. И. Левыкин, А. В. Арутю-нян, ДАН Арм. ССР, т. 61, № 3 (1975). ²⁰ А. Т. Асланян, Доклады советских геоло-гов на XXI МГК, Изд. АН СССР, М., 1960. ²¹ В. А. Магницкий, Вестник АН СССР, № 12, 1969.

УДК 576.8.095

МИКРОБИОЛОГИЯ

А. М. Диланян

**Активная кислотность в культурах возбудителей колиэнтеритов
и банальной *Escherichia coli* при ферментации различных
углеводов**

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. Г. Африкяном 10/11 1976)

Нормальная микрофлора желудочно-кишечного тракта человека привлекает внимание исследователей в различных аспектах патологии.

Желудок и 12-перстная кишка практически стерильны благодаря бактерицидному действию соляной кислоты желудка. Верхний отдел тонких кишок обсеменен энтерококками, которые резистентны к соляной кислоте. В среднем и нижнем отделах тонких кишок встречаются молочнокислые и ацидофильные бактерии, которые создавая кислую реакцию в тонких кишках предохраняют их от проникновения бактерий группы *coli-aerogenes* из толстых кишок, где имеется нейтральная реакция. При повышенной кислотности желудка энтерококки доходят до толстых кишок и вытесняют другие виды микроорганизмов. При ахилии количество энтерококков резко уменьшается, устанавливается нейтральная или щелочная реакция в тонких кишках и бактерии группы *coli-aerogenes* проникают восходящим путем до желудка (¹). Так, были выделены у ахиликов из желудка в 75% случаев кишечные палочки (²). В культурах кишечной палочки изучали зависимость дезаминирования и рН среды (³), влияние изменения рН среды на фаготитлаж прибавлением глюкозы к питательному агару (⁴).

Нами были изучены количественные сдвиги активной кислотности (рН) в эталонных культурах энтеропатогенных и апатогенных штаммов *Escherichia coli* Castellani et Chalmers, 1919, 941. В настоящем сообщении номенклатура исследуемых штаммов приведена по руководству Берге (Bergey) и по „Проекту Международного кодекса номенклатуры бактерий“ (^{5,6}). В соответствии современным правилам номенклатуры бактерий нам представляется необходимым назвать *Escherichia coli* сахарозонерасщепляющий биовар и *Escherichia coli* сахарозорасщепляющий биовар вместо старых названий *Escherichia coli*, var. *communis* Breed (синоним: *Bacterium coli commune* Escherich, 1885) и *Escherichia coli*, var. *communior* Yale, 1939 (синонимы: *Bacil-*

Escherichia coli communior Durham, 1900, *Bacterium coli*, var. *communior* Topley a. Wilson, 1931) (⁷). Часть культур выделена в СССР, а другая часть — за рубежом, о чем подробно сказано в одной из наших работ (⁸).

Итак, нами было изучено изменение концентрации водородных ионов в динамике в эталонных культурах энтеропатогенных *E. coli* серовары OIII : B4 (№ 24), O55 : B5 (№ 155), O26 : B6 (№ 157), O86 : B7 (№ E-990), O20 : K84 (№ 145) и *E. coli* № 408. Для сравнения были использованы по три штамма апатогенные *E. coli* нерасщепляющей сахарозу и *E. coli* расщепляющей сахарозу.

Исследования изменений активной кислотности—рН при ферментации различных углеводов патогенными и апатогенными *E. coli* производили электрометрическим способом, рН-метром «ЛП-5» с применением каломельного и стеклянного малых электродов. рН-метрию проводили ежечасно в течение 24 часов. В качестве питательной среды употребляли среду Кларка и модифицируя ее добавлением отдельных углеводов в равном количестве вместо глюкозы. Для всех опытов применяли определенное одинаковое количество бактериальных клеток—с расчета $2 \cdot 10^5$ клеток на 10 мл среды, смывых физиологическим раствором с агаровой культуры. Опыты ставили в тоекратной повторности. Средние данные рН в динамике изменения по шести культур патогенной и апатогенной *E. coli* приведены на графиках (рис. 1—3).

Данные по изучению ферментации моносахаридов *E. coli* показывают, что энтеропатогенные штаммы обладают более сильно выраженной кислотообразующей способностью, чем апатогенные *E. coli* (рис. 1).

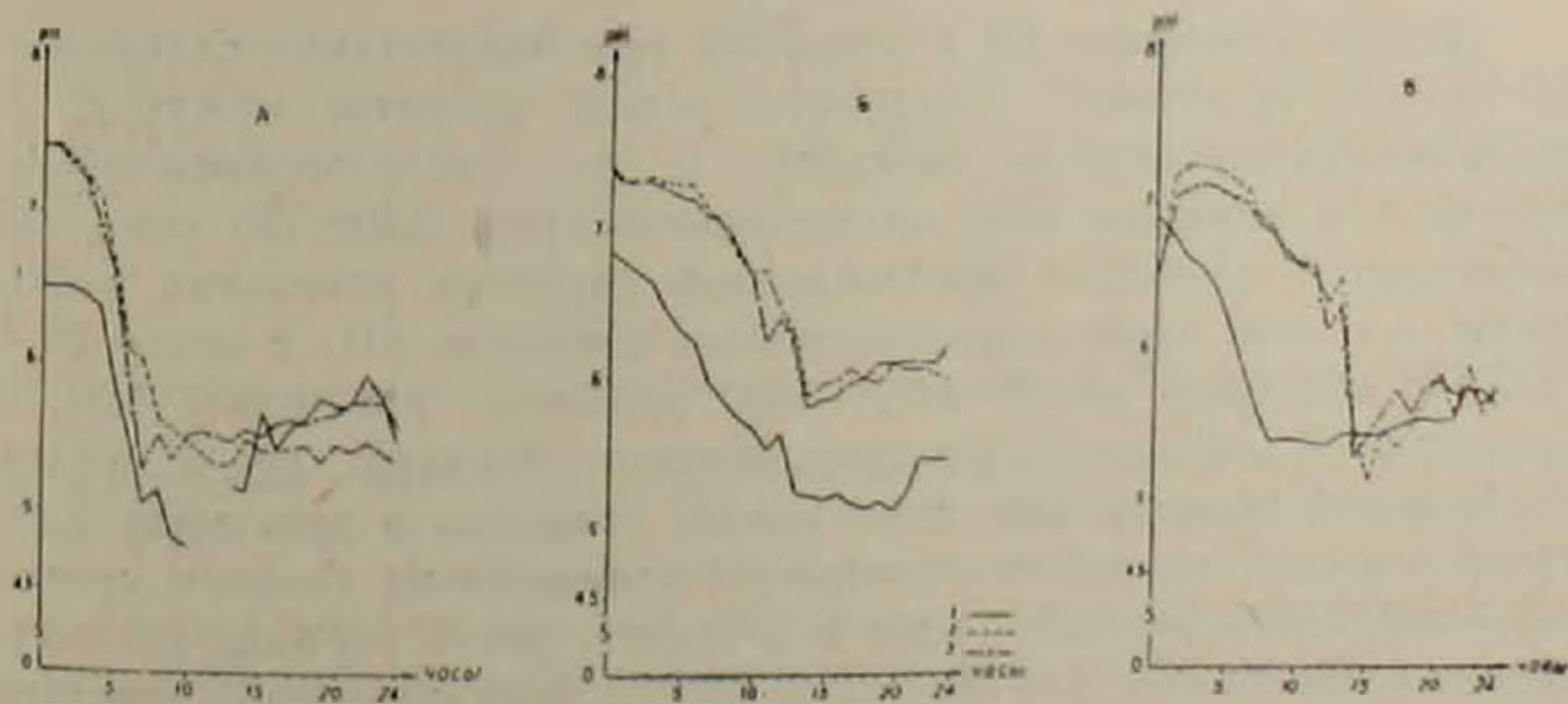


Рис. 1. Динамика изменения рН в культурах энтеропатогенных и апатогенных *E. coli* при ферментации моносахаридов (А—глюкоза; Б—галактоза; В—арабиноза).

Обозначения: 1—энтеропатогенные *E. coli*;
 апатогенные *E. coli*; 2—*E. coli* сахарозонерасщепляющий биовар;
 3—*E. coli* сахарозорасщепляющий биовар

Динамика изменения рН при ферментации глюкозы, галактозы и арабинозы до 24 часов инкубации различна. После максимального спада рН, т. е. полного расщепления моносахаридов, намечаемый подъем рН, по-видимому, можно объяснить образованием аммиака в культурах.

При ферментации лактозы *E. coli* имеется совпадение динамики изменения рН в культурах, с небольшим преимуществом кислотообразующей функции у энтеропатогенных штаммов (рис. 2,А).

При ферментации мальтозы *E. coli* резко расходятся данные рН-метрии: возбудители колиэнтеритов обладают очень сильно-выраженной кислотообразующей функцией (рис. 2,Б).

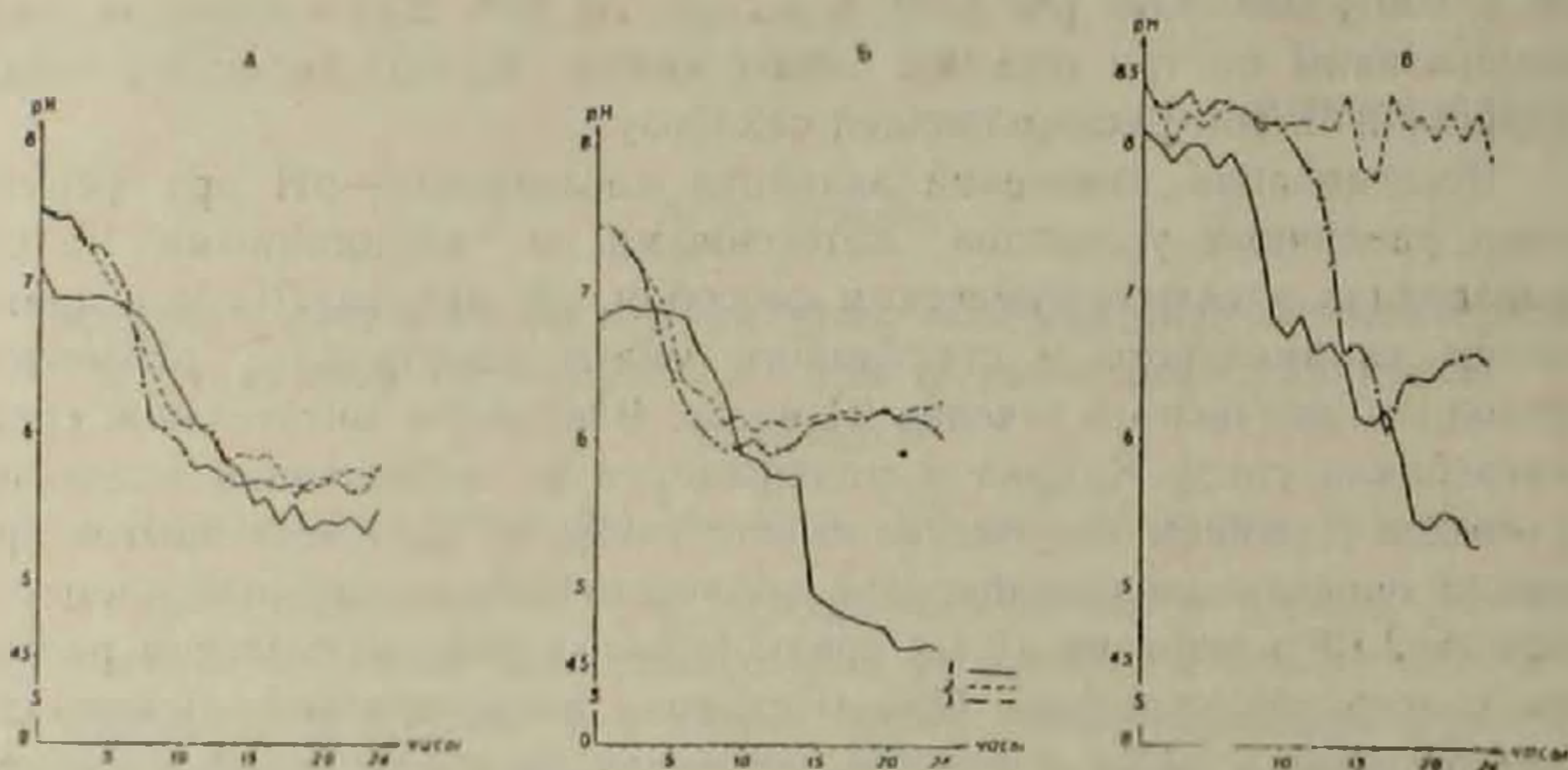


Рис. 2. Динамика изменения рН в культурах энтеропатогенных и апатогенных *E. coli* при ферментации дисахаридов (А—лактоза, Б—мальтоза, В—сахароза).

Обозначения: 1—энтеропатогенные *E. coli*; апатогенные *E. coli*; 2—*E. coli* сахарозонерасщепляющий биовар, 3—*E. coli* сахарозорасщепляющий биовар

Данные изменения рН в динамике при ферментации сахарозы испытуемыми культурами показывают резкое различие между *E. coli* сахарозонерасщепляющим биоваром, *E. coli* сахарозорасщепляющим биоваром и возбудителями колиэнтеритов (рис. 2,В). До семи часов наблюдается некоторый волнообразный характер изменения реакции среды, а с семи часов зарегистрировано снижение рН; к концу 23—24 часам в культурах энтеропатогенных штаммов рН равен 5,31, а в культурах *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара рН в пределах слабокислой реакции. При ферментации сахарозы в культурах *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара рН находится на высоком уровне—сильнощелочной реакции среды и в течение всего периода рН-метрии кривая волнообразна, что свидетельствует о ферментативной реактивности *E. coli*. В культурах *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара кривая рН неуклонно падает с семи часов инкубации, выравниваясь с кривой рН энтеропатогенных штаммов *E. coli*, затем слегка снижается и вновь повышается до слабокислой реакции, занимая промежуточное положение между *E. coli* сахарозонерасщепляющим биоваром и патогенными штаммами *E. coli*. Эти данные еще раз подтверждают результаты наших предыдущих исследований о том, что при изменчивости *E. coli* и приобретения патогенных свойств, наряду с другими факторами патогенности, они приобретают способность разлагать сахарозу.

Таким образом, рН-метрией выявлено резкое различие между энтеропатогенными *E. coli*, *E. coli* сахарозорасщепляющим биоваром и *E. coli* сахарозонерасщепляющим биоваром. Кислотообразующая функция выражена очень сильно у возбудителей колиэнтеритов, а *E. coli* сахарозорасщепляющий биовар занимает промежуточное положение между патогенными *E. coli* и *E. coli* сахарозонерасщепляющим биоваром. Приведенные экспериментальные данные по ферментации дисахаридов патогенными и апатогенными *E. coli* показывают, что первые обладают более сильной кислотообразующей способностью, особенно при расщеплении мальтозы и сахарозы, чем апатогенные *E. coli*.

Кривые рН при ферментации маннита патогенной *E. coli* и *E. coli* сахарозорасщепляющим биоваром снижаются параллельно до двенадцати часов инкубации, затем они резко расходятся: в культурах *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара рН сильно повышается, но реакция среды остается в слабокислой зоне; в культурах *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара сравнительно в меньшей мере рН повышается небольшими амплитудами, приближаясь по величине рН *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара (рис. 3, А). Энтеропатогенные штаммы снижают рН до значительно кислой реакции среды.

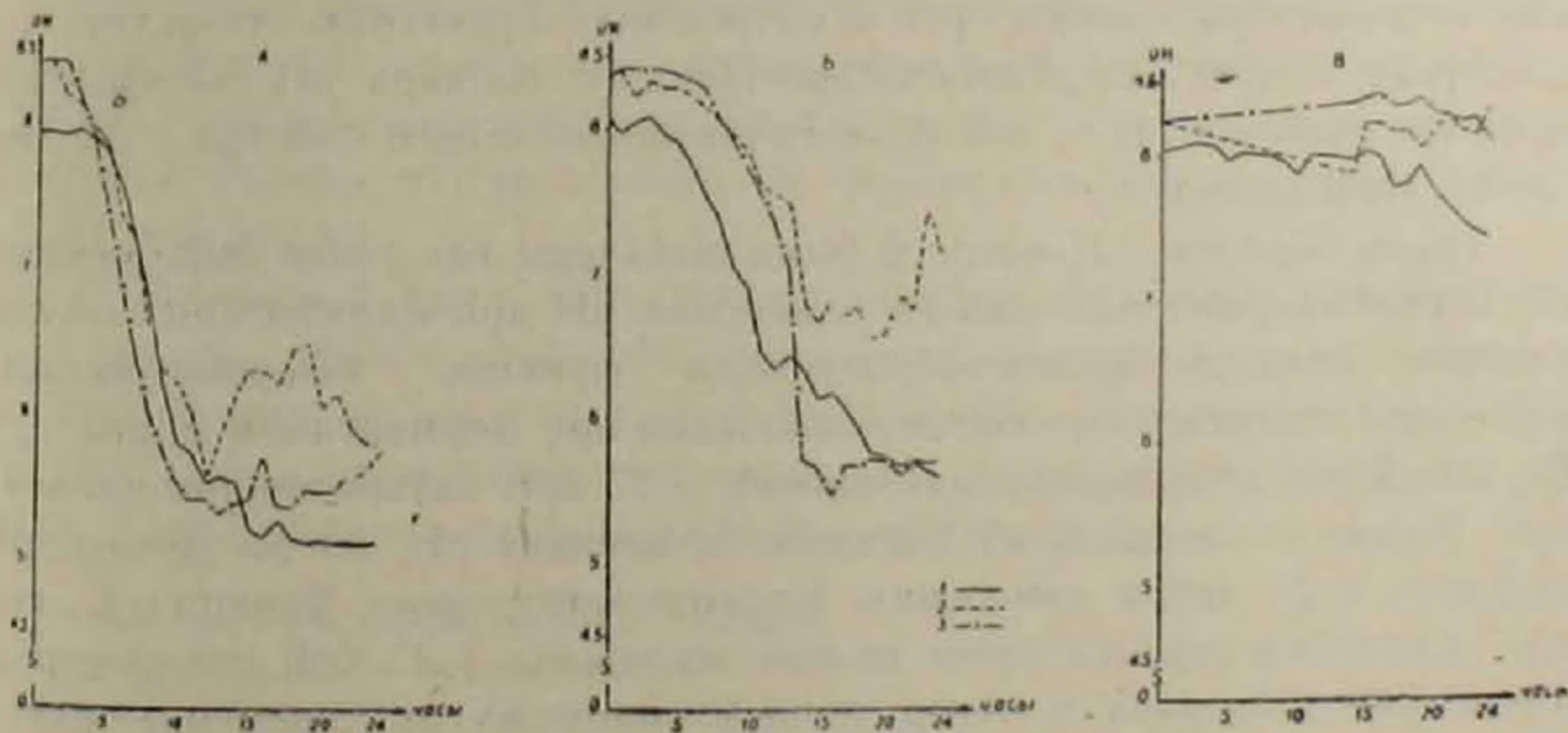


Рис. 3. Динамика изменения рН в культурах энтеропатогенных и апатогенных *E. coli* при ферментации шестнатомных спиртов (А—маннит; Б—сорбит; В—дульцит).

Обозначения: 1—энтеропатогенные *E. coli*;
 апатогенные *E. coli*; 2—*E. coli* сахарозонерасщепляющий биовар,
 3—*E. coli* сахарозорасщепляющий биовар

При ферментации сорбита, *E. coli* сахарозорасщепляющий биовар сбраживает сорбит более интенсивно, чем возбудители колиэнтеритов, но с восемнадцати до 24-х часов величины рН в культурах этих двух биоваров *E. coli* находились на одном уровне (рис. 3, Б). Сопоставление кривых по динамике изменения рН в культурах *E. coli* при сбраживании сорбита и глюкозы показывает определенное сходство кривых патогенных *E. coli* и *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара, а также и различие с *E. coli* сахарозонерасщепляющим биоваром. При сбражи-

вании сорбита *E. coli* сахарозонерасщепляющим биоваром реакция среды находится в пределах слабокислой и щелочной зоны, а при сбраживании глюкозы спустя 18 часов реакция среды в культуре *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара более кислая, чем в культурах патогенных *E. coli*.

Таким образом, при сбраживании сорбита в определенный промежуток времени кислотообразующая способность *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара сильнее, чем у патогенных *E. coli*, а у *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара реакция среды находилась в пределах слабокислой и щелочной зоны.

В динамике изменения pH при расщеплении дульцита возбудителями колиэнтеритов, *E. coli* сахарозорасщепляющим биоваром и *E. coli* сахарозонерасщепляющим биоваром имеется определенное различие, что не может привлечь внимание исследователя при обычных визуальных тестах изучения биохимических свойств бактерий (рис. 3, В). Общеизвестно, что при окислении дульцита образуется галактоза. Сравнивая наши кривые ферментации дульцита и галактозы, можно отметить, что ферментативная активность выше у патогенных кишечных палочек, чем у банальной *E. coli*. При расщеплении дульцита уровень pH в культурах *E. coli* и патогенных *E. coli* сближается, но со второй половины опыта кривые расходятся: pH в патогенных культурах снижается; в культурах *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара pH повышается, сходится с кривой pH *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара с тенденцией к повышению.

Таким образом, pH-метрией были выявлены как резко выраженные, так и слабовыраженные сдвиги изменения pH при ферментации шестиатомных спиртов. Кислотообразующая функция энтеропатогенных кишечных палочек более сильно выражена при ферментации маннита, а *E. coli* сахарозорасщепляющий биовар и *E. coli* сахарозонерасщепляющий биовар отличаются по динамике изменения pH, но по уровню pH сходятся к 24 часам измерения. Кислотообразующая функция *E. coli* при окислении сорбита более сильно выражена у *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара в определенный промежуток времени, затем сближается с величиной pH энтеропатогенных штаммов. Отмечается высокий уровень pH в культурах *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара. В дульцитосодержащей питательной среде во всех культурах уровень pH очень высок, особенно у банальной *E. coli*.

Полученный экспериментальный материал был обработан непараметрическим критерием статистики (⁹). Для выявления различий между патогенными и апатогенными кишечными палочками, при ферментации различных углеводов по разностям pH с начальной реакцией среды, мы применили критерий U (Вилкоксона—Манна—Уитни).

Результаты статистической обработки показали, что данные pH-метрии позволяют утверждать, что при ферментации галактозы, арабинозы, мальтозы, сахарозы, дульцита различия между двумя взятыми рядами чисел по разности pH в своих средних тенденциях являются существенными, следовательно, нулевую гипотезу можно отвергнуть, а при фер-

ментации лактозы, маннита и сорбита различия незначительны, т. е. нулевая гипотеза может быть принята.

Нами выявлено четкое различие в динамике и интенсивности кислотообразования в жидких культурах энтеропатогенных *E. coli*, *E. coli* сахарозорасщепляющего биовара и *E. coli* сахарозонерасщепляющего биовара путем электрометрического определения концентрации водородных ионов при ферментации моносахаридов, дисахаридов и шестиатомных спиртов.

Применение рН-метрии при изучении биохимических свойств энтеробактерий позволяет получить ценные информации до 24 часов инкубации, но желательно проводить наблюдения и в более продолжительные сроки, как это обычно принято делать визуальными качественными тестами—пестрые ряды.

Повышенная кислотообразующая способность энтеропатогенных *E. coli* является, по-видимому, одним из главных факторов ее патогенности при колиэнтеритах, способствующей усиленному размножению в кислой среде тонких кишок, т. е. вирулентности *E. coli*. Воздействием продуктов жизнедеятельности на макроорганизм она вызывает острые кишечные инфекции, а при ахилии, достигая до желудка, могут иметь определенное значение в этиопатогенезе и других заболеваний.

Для биохимической характеристики изученных банальных штаммов *Escherichia coli* предлагаем применение инфраподвигового названия *E. coli* сахарозонерасщепляющий биовар и *E. coli* сахарозорасщепляющий биовар соответственно их ферментативной активности к данному субстрату.

Полученный нами фактический материал позволяет рекомендовать рН-метрию для изучения биохимических свойств микроорганизмов с целью получения количественной информации об активной кислотности в культурах, ферментативной активности-кислотообразующей функции для характеристики их биологических особенностей.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Մ. ԴԻՂԱՆՅԱՆ

Ակտիվ քրվայնությունը կոլիէնտերիաների հաբուցիչների և ոչ պաթոգեն *Escherichia coli* կոկտուրաներում տարբեր ածխաջրատների ֆերմենտացիայի ժամանակ

Այս աշխատանքում շարադրվում է ախտածին և ոչ ախտածին *E. coli* հիշուկ կոկտուրաներում рН դինամիկ փոփոխությունները մեկ օրվա ընթացքում՝ յուրաքանչյուր ժամ կատարվել է էլեկտրոմետրիկ չափումներ մոնոսախարիդների, դիսախարիդների և վեցատոմանի ալկոհոլների խմորման ընթացքում:

Էքսպերիմենտալ տվյալները բերված են իննը դժադրով, այդ տվյալները մշակված են վիճակագրության ոչ պարամետրիկ «U» չափանիշով (Վիլկոկսոնի-Մաննա-Ուիտնի չափանիշ):

Հաջողվել է ի հայտ բերել էնտերոպաթոգեն և ոչ պաթոգեն *E. coli* հեղուկ կուլտուրաներում ցայտուն տարբերություն նրանց թթվաառաջացման հատկության միջև վերև նշված ածխաջրատների ֆերմենտացիայի ընթացքում: Ախտածին *E. coli* օժտված է ավելի ուժեղ թթվաառաջացման ֆունկցիայով, որով և, հավանաբար, պայմանավորվում է նրանց պաթոգեն ազդեցությունը բարակ աղիների ախտահարմամբ:

Էլեկտրոմետրիկ եղանակով pH չափումները միկրոօրգանիզմների կուլտուրաներում թույլ է տալիս ստանալու օբյեկտիվ քանակական ինֆորմացիա նրանց ֆերմենտատիվ ակտիվության մասին, ուստի և մեր կողմից առաջարկվում է միկրոօրգանիզմների բիոբիմիական հատկությունների ուսումնասիրությունը կատարել pH-մետրով, ընդունված որակական տեստերի՝ խայտաբղետ շարքերի փոխարեն:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Tr. Baumgärtel, D. Zahn, Therapie der Gegenw., 96, H. 4, 132—134, (1957). ² B. H. Сазонтов, Л. М. Добродит, „Советская медицина“, № 12, 78, 1957. ³ L. Bouisset, J. Breuilland, Raullin de la Roy, Compt. rend. Soc. biol. 152, n5, 867—870 (1958). РЖБ № 16, 71, 1959. ⁴ V. Lenk, Zbl. Bakteriол. Parasitek. Inf. u. Hyg. Abt. 1, orig. 168, n7—8, 507—508, (1957). ⁵ S. T. Cowan, F. Qrskov, Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. The Williams & Wilkins Co., Baltimore. 8th ed., 1974.
- ⁶ Проект Международного кодекса номенклатуры бактерий. Пер. с англ. С. Ш. Тер-Казарьяна и С. Л. Пашаряна под ред. и пред. акад. ВАСХНИЛ Я. Р. Коваленко (отв. ред.), проф. В. И. Плотищева, З. Х. Диланяна и Г. А. Шакаряна, Изд. «Айастан», Ереван, 1974. ⁷ Г. П. Калина, в Мисоготом. Руковод. по микробиол. клинике и эпидем. инф. болезней т. I, Медгиз, М., 1962. ⁸ А. М. Диланян, «Биол. Журн. Армении», т. 29, № 10, 1976. ⁹ Е. В. Гублер, А. А. Генкин, Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях, Изд. «Медицина», Лен. отд., 1975.

УДК 576.8.576.81.581.142

МИКРОБИОЛОГИЯ

Б. Т. Катарьян, Г. Г. Торгашова

Спектр и активность гербицидного действия
2,4-диацетилфлороглюцина

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Д. Н. Бабаян 20/II 1976)

Известные метаболиты микробного происхождения с гербицидным действием—это соединения, в большинстве своем, группы фитотоксинов и антибиотиков. К таким метаболитам относятся трихотецин-грибного происхождения (^{1,2}), актидион и бластицидин S-актиномицетного происхождения (¹), а также 2,4-диацетилфлороглюцин-бактериального происхождения (³⁻⁵).

В работах Редди и Боровкова (^{4,5}) приводятся данные о гербицидном действии 2,4-диацетилфлороглюцина (2,4-ДАФ) на три вида сорных растений.

В задачу наших исследований входила проверка более широкого спектра гербицидного действия 2,4-ДАФ по отношению к ряду сорных растений. При этом, необходимо было обнаружить специфичность и активность гербицидного действия метаболита, а также определить величину пороговой и летальной концентрации угнетения всхожести семян испытанных сорняков.

Определение гербицидного действия 2,4-ДАФ проводили с препаратом 95%-ной чистоты, заимствованным из Лаборатории физиологически активных соединений ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Препарат в количестве 800 мг растворяли в 10 мл 96° этанола, затем раствор доводили до 100 мл 0,5%-ным раствором K_2HPO_4 . Полученный раствор разбавляли сериями разведений. Использовались концентрации препарата в интервале 0,5—8000 мкг/мл. Определяли концентрацию препарата со 100%-ным угнетением всхожести семян испытуемых сорных растений (летальная концентрация) и с 30%-ным угнетением (пороговая концентрация). Активность гербицидного действия препарата выражали в гербицидных дозах-ГД.

В качестве растительных тестов использовались сорные растения, у которых всхожесть семян при смачивании в дистиллированной воде была не ниже 60% (⁶). Испытанные сорные растения были представлены 2 классами, 11 семействами, 16 родами и 19 видами. Контрольными

служили семена сорных растений, замоченные в 0,5%-ном растворе K_2HPO_4 .

Пороговая концентрация гербицидного действия 2,4-ДАФ. Результаты, приведенные в табл. 1 свидетельствуют о том, что бактериальный метаболит 2,4-ДАФ способен угнетать всхожесть семян большинства испытанных сорных растений на 30% в концентрации 0,5—1000 мкг/мл. Наиболее чувствительными оказались семена видов: *Urtica dioica*—0,5 мкг/мл, *Zerna tectorum*, *Bromus japonicus* и *B. Squarrosus*—62,5 мкг/мл. Менее чувствительными оказались семена видов *Centaurea iberica*, *Barbarea minor*, *Potentilla recta*, *Peganum harmala*—свыше 1000 мкг/мл.

Пороговая активность гербицидного действия
2,4-диацетилфлороглюцина, ГД₃₀

Таблица 1

Семейство, род и вид сорных растений		Минимальная концентрация препарата, мкг/мл
Amaranthaceae	<i>Amaranthus paniculatus</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i>	500
Compositae	<i>Artemisia absinthium</i>	
Cruciferae	<i>Artemisia vulgaris</i> <i>Centaurea iberica</i> <i>Barbarea minor</i> <i>Sisymbrium Loeselli</i>	1000 12,5
Gramineae	<i>Lepidium draba</i> <i>Bromus japonicus</i> <i>Bromus squarrosus</i> <i>Zerna tectorum</i>	62,5
Linaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> <i>Linum austriacum</i>	250
Plantaginaceae Polygonaceae	<i>Plantago major</i> <i>Rumex crispus</i>	500
Portulacaceae Rosaceae Zygophyllaceae	<i>Portulaca oleracea</i> <i>Potentilla recta</i> <i>Peganum harmala</i>	125
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	0,5

Летальная концентрация гербицидного действия 2,4-ДАФ. В табл. 2 приведены данные концентрации препарата, вызывающие угнетение всхожести семян сорных растений на 100%. Наиболее выраженное ингибирующее действие препарат 2,4-ДАФ оказал на виды из семейств: Linaceae—*Linum austriacum*; Crucifera—*Lepidium draba*; Graminea—*Bromus japonicus*, *Digitaria sanguinalis*, *Zerna Tectorum*; Urticaceae—*Urtica dioica*.

Менее выраженное гербицидное действие 2,4—ДАФ оказал на виды из семейств Amaranthaceae, Polygonaceae, Portulacaceae.

Спектр и активность гербицидного действия 2,4-ДАФ. Согласно данным табл. 1 и 2 препарат 2,4-ДАФ оказывает специфическое гербицид-

Летальная активность гербицидного действия 2,4-диацетилфлороглюцина, ГД₁₀₀

Семейство, род и вид сорных растений		Минимальная концентрация препарата, мкг/мл
Amaranthaceae	Amaranthus retroflexus	8000
Compositae	Amaranthus paniculatus	2000
	Artemisia absinthium, A. vulgaris, Centaurea iberica,	
Cruciferae	Barbarea minor, Sisymbrium Loeselli	
	Lepidium draba	1000
Gramineae	Bromus squarrosus	2000
	Bromus japonicus, Digitaria sanguinalis, Zerna leclorum	1000
Linaceae	Linum austriacum	1000
Plantaginaceae	Plantago major	2000
Polygonaceae	Rumex crispus	8000
Portulacaceae	Portulaca oleracea	
Rosaceae	Potentilla recta	4000
Urticaceae	Urtica dioica	1000
Zygophyllaceae	Peganum harmala	2000

ное действие на виды сорных растений семейства Cruciferae и Linaceae (по пороговым и летальным концентрациям). Кроме того, данные табл. 2. свидетельствуют о том, что чувствительными оказались также виды сорных растений из семейства Gramineae, Urticaceae, Cruciferae, Linaceae. На основании полученных данных по гербицидному действию пороговой и летальной концентраций препарата 2,4--ДАФ можно сделать заключение, что бактериальный метаболит 2,4--диацетилфлороглюцин обладает выраженным узкоспецифическим гербицидным действием по отношению к видам сорных растений семейств Graminea, Linaceae, а также Cruciferae, Urticaceae.

Институт микробиологии Академии наук Армянской ССР

Р. Р. НАСАНБАН, Ч. Ч. СОРУАՇՈՎԱ

2,4-դիացետիլֆլորոգլյուցինի հերբիցիդային ազդեցության սպեկտրը և ակտիվությունը

2,4 դիացետիլֆլորոգլյուցինի յուրահատկությունը և ազդեցության սպեկտրը որոշելու համար օգտագործված են 19 տեսակի մոլախոտեր, որոնք ենթակյացված են 16 ցեղերով, 11 ընտանիքներով և 2 դասերով:

2,4-ԴԱՖ-ի սահմանային խտությունը ուսումնասիրված մոլախոտերի մեծամասնության դեմ հաճախար է $\text{ԴՄ}_{30}—62,5—1000$ մկգ/մլ:

Պրեպարատի սահմանային խտությունն նկատմամբ ամենազգայունը հանդիսացել են մոլախոտերի ընտանիքների և տեսակների հետևյալ ներկայացուցիչները՝ *Urtica dioica* (0,5 մկգ/մլ) և *Zerna tectorum*, *Bromus japonicus*, *B. squarrosus* (62,5 մկգ/մլ):

2,4—ԴԱՖ-ի հերթիցիդային խտությունը հաճախար է $\text{ԴՄ}_{100}—1000—8000$ մկգ/մլ:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Г. С. Муромцев, В. Н. Агнестикова, А. Р. Держинская, Т. И. Курахтанова, Биологические науки, т. XIV, № 6 (1970). ² Э. А. Оганян, «Биологический журнал Армении», т. XXII, № 12 (1969). ³ Я. П. Худяков, М. Ц. Ракшаина, А. В. Хотянович, Сб. Тезисы докладов на IX Международном конгрессе микробиологов, М., 1966. ⁴ Т. К. К. Редди, А. В. Боровков, Антибиотики, т. XV, № 1 (1970). ⁵ Т. К. К. Редди, А. В. Боровков, Я. П. Худяков, Микробиология, т. XXXVIII, № 5 (1969).

УДК 577.3

БИОФИЗИКА

А. А. Шагинян, Л. А. Ханамирян, О. М. Айвазин

**О влиянии конформации макромолекулы и типа дифильного
вещества на структуру смешанных агрегатов, моделирующих
гидрофобные комплексы липид—белок**

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Казаряном 2/IV 1976)

В направлении решения вопроса о роли конформации молекулы белка в структурах мембраны несомненно ценную информацию могут дать исследования, проводимые на модельных смешанных агрегатах, состоящих из гидрофобных комплексов молекул мицеллообразующего дифильного вещества и водорастворимого полимера (неполиэлектролит) разной конформации. Для решения задачи о влиянии конформации молекулы белка на структуру мембраны, а также с целью выявления возможностей регулирования структуры смешанных агрегатов через изменение конформации макромолекулы и типа дифиля, в настоящей работе нами исследовано влияние рода полимера и дифиля на структуру смешанных агрегатов в водной фазе.

Это было достигнуто путем использования как N-поливинилпирролидона (ПВП), молекула которого имеет в воде конформацию регулярной спирали (¹), так и поливинилового спирта (ПВС), молекулы которого имеют хаотичную, глобулярную структуру (²). В качестве дифильного вещества использованы алкилсульфонат натрия среднего состава $C_{15}H_{31}SO_3Na$, марки Е-30 и додецилсульфат натрия $C_{12}H_{25}SO_4Na$ —ДДС. В качестве N-поливинилпирролидона был использован полимер, выпускаемый промышленностью (молекулярный вес 40000). В качестве поливинилового спирта (ПВС)—заводской продукт, в качестве алкилсульфоната натрия (Е-30) и додецилсульфата натрия (ДДС)—заводской продукт, допускающий ~3% NaCl в качестве примеси. Исследования проводили пикнометрическим и вискозиметрическим методами. Плотность растворов определяли пикнометром, объема 25 мл при 22°C. Характеристические вязкости растворов определяли вискозиметром Убеллоде ($\varnothing$ капилляра 0,5 мм) при 22°C. На рис. 1 изображены кривые изменения η_{sp}/c водных растворов от суммарной концентрации полимер+дифиль (с), полученные для пар ПВП+Е-30, ПВП+ДДС, ПВС+

Е-30, ПВС+ДДС, при разных соотношениях полимер: дифиль. Как видно из рисунка, изменения $\eta_{уд}/c$ с C описывается прямыми линиями, что свидетельствует об отсутствии полиэлектролитного эффекта, характерного для молекулярного комплекса дифиль-полимер в воде и вероятно подавленного в данном случае электролитом (NaCl), присутствующим в качестве примеси в дифиле. Экстраполяцией прямых

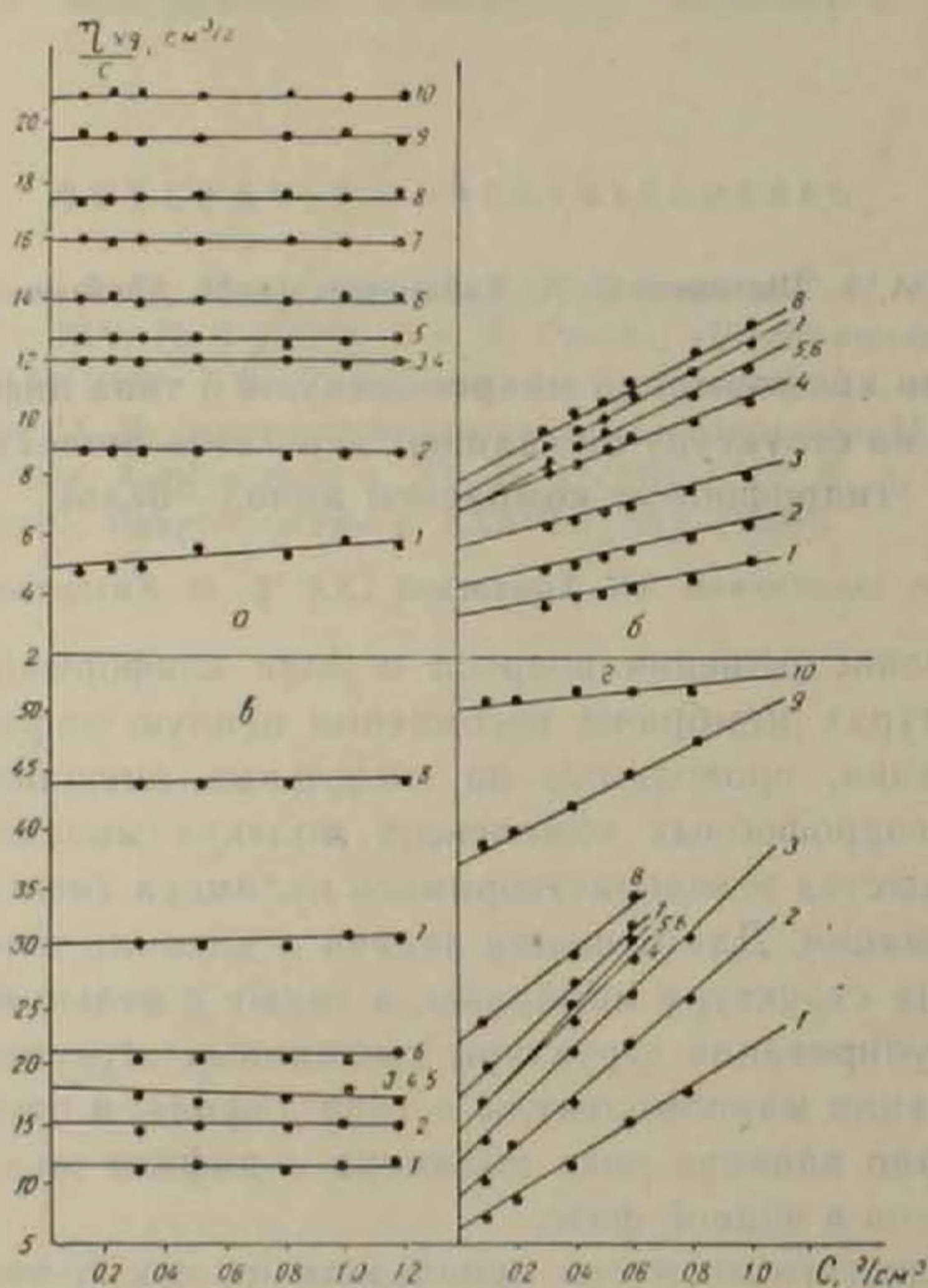


Рис. 1. Кривые изменения $\eta_{уд}/c$ раствора с суммарной концентрацией полимер+дифиль(c), при разных соотношениях [полимер] : [дифиль] в % %:

а) [ПВП] : [Е-30]—1—0 : 100; 2—18 : 82; 3—15 : 85; 4—20 : 80; 5—23 : 77; 6—29 : 71; 7—37 : 63; 8—45 : 55; 9—68 : 32; 10—100 : 0;

б) [ПВП] : [ДДС]—1—0 : 100; 2—5 : 95; 3—10 : 90; 4—20 : 80; 5—30 : 70; 6—40 : 60; 7—27 : 73; 8—25 : 75; 9—50 : 50;

в) [ПВС] : [Е-30]—1—8 : 92; 2—13 : 87; 3—15 : 85; 5—20 : 80; 6—23 : 77; 7—33 : 67; 8—50 : 50;

г) [ПВС] : [ДДС]—1—10 : 90; 2—17 : 83; 3—20 : 80; 4—23 : 77; 7—28 : 72; 8—38 : 62; 9—40 : 60

$\eta_{уд}/c$ —с к нулевой концентрации, получены величины характеристической вязкости системы $[\eta]$. На рис. 2 показаны закономерности изменения $[\eta]$ раствора от соотношения полимер: дифиль. Как видно из рисунка, кривая зависимости $[\eta]$ от состава смеси состоит из трех, четко отличающихся друг от друга участков.

а) В интервале концентраций полимера в смеси дифиль+полимер, 0—15% (вес.) в случае Е-30+полимер и 0,23—25 % (вес.) в случае ДДС+полимер $[\eta]$ растет линейно с концентрацией полимера (в случае ДДС+ПВС наблюдается некоторое отклонение от прямолинейности).

б) в интервале концентраций полимера 15—20% (вес.) в случае Е-30+полимер и 22—27% в случае ДДС+полимер $[\eta]$ остается почти постоянной. В случае ДДС+ПВП наблюдается некоторое падение $[\eta]$.

в) При более высоких концентрациях полимера наблюдается нелинейный рост $[\eta]$.

Величину характеристической вязкости системы, очевидно, можно представить следующим образом:

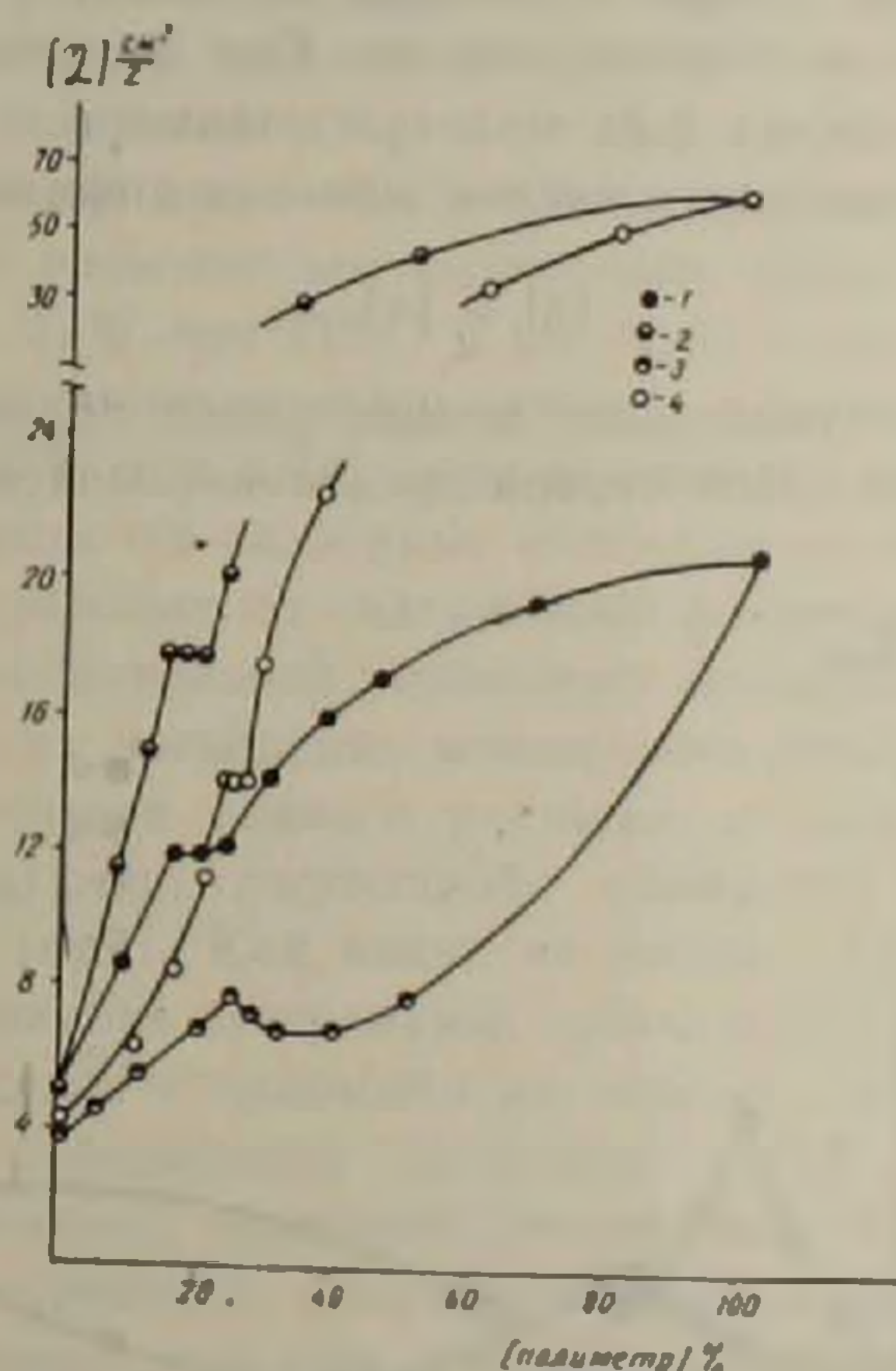


Рис. 2. Кривые изменения характеристической вязкости $[\eta]$ раствора с концентрацией полимера в смеси полимер+дифиль, для систем:
1—ПВП+Е-30; 2—ПВС+Е-30; 3—ПВП+ДДС;
4—ПВС+ДДС; $t = 22^\circ\text{C}$

$$[\eta] = \alpha_1[\eta]_1 + \alpha_2[\eta]_2 + \sum_i \alpha_{ai}[\eta]_{ai} \quad (1)$$

где $[\eta]_1$; $[\eta]_2$ и $[\eta]_{ai}$ — соответственно характеристические вязкости мицелл, полимера и смешанных агрегатов в разной степени насыщенных молекулами дифиля. α_1 ; α_2 и α_{ai} — концентрации свободных мицелл, полимера и смешанных агрегатов, содержащих i молекул дифиля. Очевидно, что $\alpha_1 + \alpha_2 + \sum_i \alpha_{ai} = 1$.

Можно полагать, что при концентрациях дифиля, превышающих концентрации, необходимые для перехода всех молекул полимера в смешанные агрегаты с максимальным числом молекул дифиля ($\alpha_{a1} = \alpha_{a2} = \dots = \alpha_{ai} = 0$; $\alpha_{amax} = 1 - \alpha_1$), $[\eta]$ имеет вид:

$$[\eta] = \alpha_1 [\eta]_1 + (1 - \alpha_1) [\eta]_{amax}, \quad (2)$$

где $[\eta]_{amax}$ — характеристическая вязкость смешанных агрегатов, содержащих максимальное число молекул дифиля. После некоторых преобразований уравнение (2) примет вид:

$$[\eta] = (1 - \alpha_1) [\eta]_{amax} - [\eta]_1 + [\eta]_1. \quad (3)$$

Как видно из рис. 3, уменьшение концентрации дифильного вещества (увеличение концентрации полимера) приводит к линейному росту $[\eta]$ до исчезновения свободного дифиля. При концентрации дифиля, необходимой для перехода всех молекул полимера и дифиля в смешанные агрегаты с максимальным числом молекул дифиля, получим:

$$[\eta] = [\eta]_{amax}. \quad (4)$$

Если дальнейшее увеличение концентрации полимера (в узком интервале) повлечет за собой перераспределение молекул дифиля по агрега-

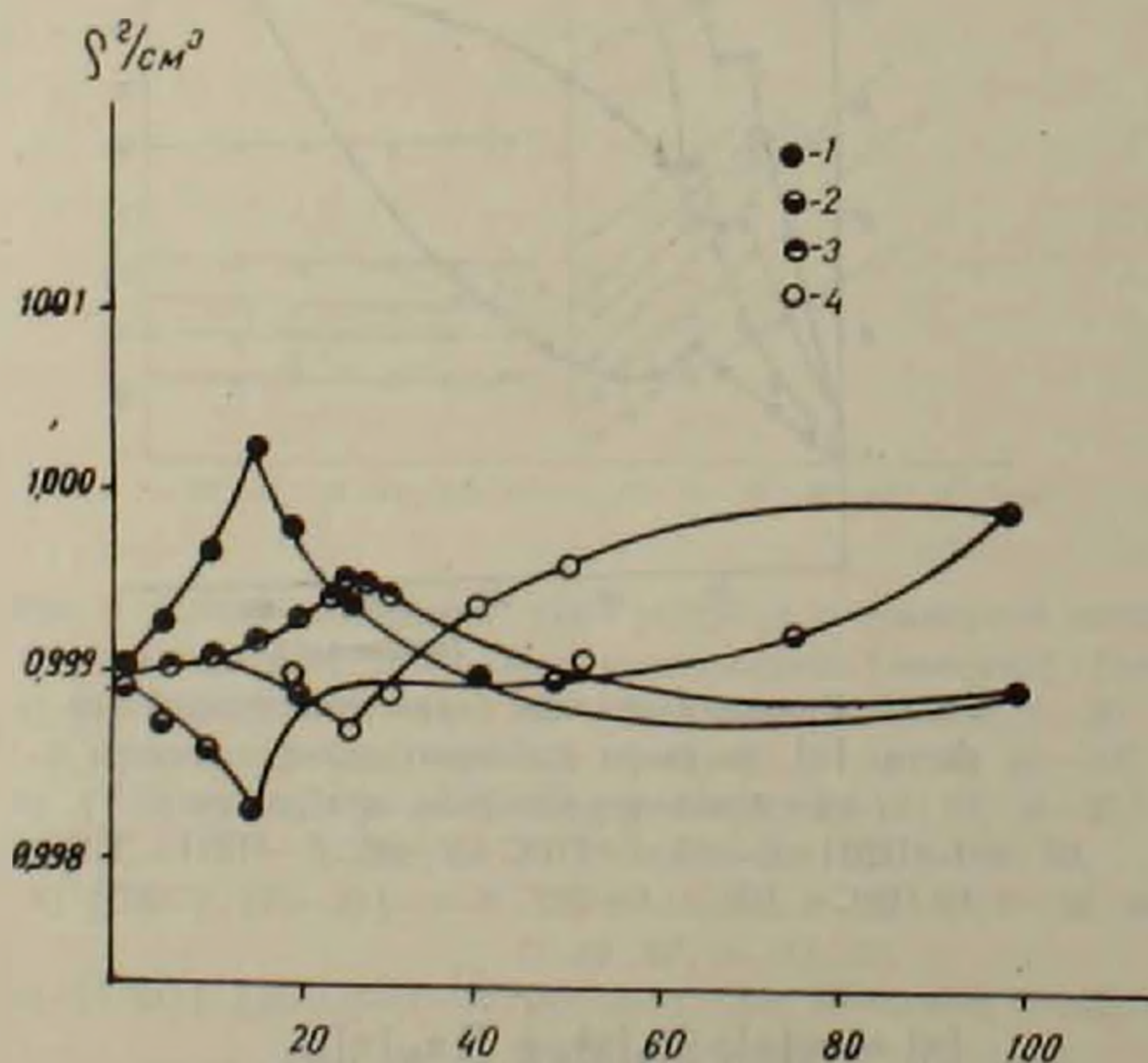


Рис. 3. Кривые изменения плотности растворов с концентрацией полимера в смеси полимер + дифиль, для систем: 1—ПВП + Е—30; 2—ПВС + Е—30; 3—ПВП + ДДС; 4—ПВС + ДДС, [полимер] + [дифиль] = 1%, $t = 22^\circ\text{C}$

там, приводящее к образованию смешанных агрегатов, в разной степени насыщенных молекулами дифиля, то:

$$[\eta] = \sum_i a_{ai} [\eta]_{ai}. \quad (5)$$

где $\sum_i a_{ai} = 1$. При этом, характеристическая вязкость системы в узком интервале концентраций изменится незначительно, вследствие малого изменения конформации агрегатов.

При концентрациях полимера, приводящих к появлению в растворе свободных молекул полимера, уравнение (1) примет вид:

$$[\eta] = a_2 [\eta]_2 + \sum_i a_{ai} [\eta]_{ai}. \quad (6)$$

В этом случае за счет появления в растворе свободных молекул полимера и перераспределения дифиля по агрегатам, будет наблюдаться изменение характеристической вязкости с концентрацией полимера.

Таким образом, на основании вышесказанного и при учете данных рис. 1, 2 и 3 можно полагать, что при изменении соотношений полимер: (дифиль+полимер) в интервале: а) от 0 до 15% при Е-30, от 0 до 23—25% при ДДС в растворе имеются свободные мицеллы и смешанные агрегаты максимально насыщенные молекулами дифиля; б) от 15 до 20% при Е-30, от 22—27% при ДДС в растворе имеются только смешанные агрегаты, максимально насыщенные молекулами дифиля; в) от 20% при Е-30 и 27% при ДДС и при более высоких концентрациях полимера, в растворе имеются свободные молекулы полимера и смешанные агрегаты, полидисперсные по содержанию дифиля. Для выяснения характера структурных изменений, возможно имеющих место в смешанных агрегатах при их насыщении молекулами дифиля, нами исследовано изменение плотности водного раствора от соотношения полимер: (дифиль+полимер) при постоянной суммарной концентрации полимер+дифиль=1% (вес.). Как видно из рисунка (рис. 3), на всех кривых ρ -[полимер] имеются экстремумы, совпадающие по месту расположения на оси абсцисс с изломами на кривых $[\eta]$ -полимер. Для смешанных агрегатов, содержащих молекулы ПВП экстремальные точки на кривых ρ -[полимер] являются точками максимума, а в случае ПВС—минимума. На основании полученных данных можно полагать, что насыщение смешанных агрегатов молекулами дифиля сопровождается структурными изменениями агрегатов. При этом, насыщение смешанных агрегатов, полученных на основе полимера, имеющего регулярную конформацию (ПВП), сопровождается компактизацией, а на основе полимера, имеющего хаотическую конформацию—декомпактизацией агрегата.

Сопоставление кривых, приведенных на рис. 3 даст возможность оценить также вклад рода самого дифиля в структуре смешанного агрегата. Как видно из рисунка, при переходе из пентадецилсульфоната натрия к додецилсульфату натрия имеет место уменьшение экстремумов на кривых ρ -[полимер] и их сдвиг в сторону больших концентраций полимера.

Учитывая тот факт, что исследованные нами смешанные агрегаты, образуются, в основном, за счет гидрофобных взаимодействий между

углеводородными хвостами молекул дифиля и молекулами полимера³), то уменьшение резкости и величины структурной перестройки в насыщенных, смешанных агрегатах при переходе из Е-30 к ДДС с уверенностью можно приписать уменьшению углеводородного хвоста молекулы дифиля.

Таким образом, структура смешанных агрегатов, состоящих из гидрофобных комплексов молекул полимера и дифильного вещества обусловлена, в основном, конформацией макромолекулы в воде. При этом, полимер, имеющий регулярную конформацию макромолекулы приводит к образованию более компактных, а полимер, имеющий хаотичную конформацию—менее компактных по сравнению с мицеллами дифильного вещества структур (смешанных агрегатов). Уменьшение длины углеводородного радикала молекулы дифиля приводит к сглаживанию отличия в компактности структур мицелл и смешанных агрегатов.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ա. ՇԱՀԻՅԱՆ, Է. Ա. ԽԱՆԱՄԻՐՅԱՆ Զ. Մ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ

Մոլեկուլի կոնֆորմացիայի և դիֆիլ նյութի տեսակի ազդեցությունը լիպիդ-սպիրտակուց հիդրոֆոր կոմպլեքսների մոդելավարող խառը ագրեգատների կառուցվածքի վրա

Ցույց է տրված, որ ջրում, դիֆիլ նյութի ($C_{15}H_{31}SO_3Na$, $C_{12}H_{25}SO_3Na$) և սպիրտակուցի մոդել հանդիսացող պոլիմերի մոլեկուլների հիդրոֆոր կոմպլեքսներից բաղկացած խառը ագրեգատների կառուցվածքը դիսպորայնորոշվում է ջրում մակրոմոլեկուլի կոնֆորմացիայով: Պոլիվինիլպիրրոլիդների մոլեկուլը ջրում ունի կարգավորված պարույրի ձև, բերում է խառը ագրեգատի կոմպակտացման, իսկ պոլիվինիլային սպիրտը, որի մոլեկուլը ջրում ունի բառսային կառուցվածքով կծիկի ձև, բերում է ագրեգատի դեկոմպակտացման:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ L. M. Klotz, V. H. Stryker, J. Amer. Chem. Soc. 82, 19 (1960). ² M. M. Zwick, J. App. Polymer Sci., 9, 2393 (1965). ³ S. Salto, T. Taniguchi, K. Kitamu, Colloid Interface Sci., 37, 154 (1971).

УДК 581-1-036

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. А. Марутян

Ферментативная активность побегов винограда в условиях низких температур

(Представлено академиком М. Х. Чайлахяном 2/IV 1976)

Данная работа посвящена изучению активности некоторых ферментов в побегах в природных условиях зимовки растений и в опытах лабораторного закаливания и промораживания черенков винограда.

Объектом исследования явились побеги и черенки плодоносящих растений множества сортов и гибридов винограда с различной морозоустойчивостью.

Морозоустойчивость виноградской лозы с точки зрения участия в этом процессе ферментативного аппарата остается в целом мало исследованной (^{1,2}).

Настоящая работа является непосредственным подытоживанием результатов наших одновременных и комплексных исследований в области ферментативной активности побегов в условиях низких температур.

1. Амилазный комплекс (3.2.1) и β -фруктофуранозидаза (инвертаза 3.2.1.26). У всех изученных сортов минимальная активность амилаз приурочена к осеннему максимуму накопления крахмала. Как правило, у морозоустойчивых сортов осенью наблюдается ранняя активация амилаз, что и вызывает более ранний осенний распад крахмала по сравнению с неморозоустойчивыми сортами.

По мере зимнего похолодания активность фермента возрастает, однако под действием сильных морозов активность снижается.

У морозоустойчивых сортов наблюдается более широкий температурный диапазон действия амилаз. Диск-электрофоретическое исследование показало, что постоянным компонентом за весь осенне-зимний период является форма амилаз с электрофоретической подвижностью 0,06. Самая подвижная форма (ОЭП=0,83) обнаруживается только в декабре. В конце января, в срок приобретения максимальной морозоустойчивости растений в условиях континентального климата юга (³) у морозоустойчивых сортов исчезают две и появляются три новые формы амилаз с подвижностью 0,20; 0,60; 0,66. У неморозоустойчивых сортов в это время обнаруживаются другие — с ОЭП 0,45 и 0,71. К весне в

составе амилаз происходят новые перестройки—зоны 0,09 и 0,35 появляются впервые.

Какой-либо корреляции между активностью инвертазы и содержанием сахарозы установить не удалось. Это видимо объясняется тем обстоятельством, что за осенне-зимний период распад крахмала сопряжен с усилением биосинтеза сахарозы в побегах (⁴).

2. Протеолитическая активность (3.4.4). Изучение показало, что активность этих ферментов без добавки цистина не проявляется и повышается по мере похолодания. Однако максимум их активности (субстрат альбумин) наступает одновременно в зависимости от природы сорта: у неустойчивых—в наиболее холодное время, а у морозоустойчивых—весной.

3. Каталаза (1.11.1.6.) В конце вегетации в побегах винограда морозоустойчивых сортов каталаза проявляет низкую, а, зимой, напротив, повышенную активность (табл. 1).

Большие различия между сортами по активности каталазы наблюдаются в тканях луба. Каталаза достаточно четко характеризует признак морозоустойчивости винограда в естественных условиях холодных зим и в опытах по лабораторному промораживанию черенков.

Таблица 1

Активность каталазы в побегах винограда
(мл 0,1 н H₂O₂ за 5 минут на 1 г сухого материала)

Сорта и гибриды	Конец вегетации	В самое холодное время зимы	Перед новой вегетацией
Морозоустойчивые			
Русский Конкорд	19,4±1,2	28,8±1,7	22,3±0,9
Бурмунк (С—1224)	16,0±1,0	27,4±1,5	23,3±1,0
Гибрид 1507/15	18,4±1,3	29,1±1,0	20,2±1,0
Гибрид 842/9	16,5±1,4	30,0±2,1	24,7±1,1
Лернату	15,1±0,9	27,3±1,9	13,8±0,9
Неморозоустойчивые			
Воскеат	24,4±1,4	16,9±1,0	10,7±0,7
Спитак Араксени	26,5±1,6	17,8±0,9	11,2±0,6

Электрофоретический анализ форм каталазы в побегах винограда проводился в разные сроки осенне-зимнего периода 1974 г. Замечено изменение в числе и подвижности ее форм при электрофорезе. Обнаружены различия между сортами. В наиболее холодное время года в наборе форм каталазы у морозоустойчивых сортов обнаружены 8 компонентов, а у неустойчивых сортов—только три-четыре. Полученные результаты позволяют различную холодостойкость винограда связать с различиями в составе форм каталазы.

Физиологическая роль каталазы в растениях хотя и трактуется по-разному, но причастность ее к синтетическим и энергетическим процессам очевидна (⁵). В свете этих представлений результаты одновременного изучения динамики АТФ, белков и каталазы на одном и том же материале позволяют говорить о высоком уровне действия кат

галазы и синхронности такового с явлениями биосинтеза в побегах морозоустойчивых сортов в условиях низких температур.

4. Пероксидаза (1.11.1.7.) и О-дифенолоксидаза (полифенолоксидаза 1.10.3.1). Пероксидазу можно причислить к числу широко изученных среди оксидоредуктаз ферментов виноградной лозы, однако сведения относительно ее связи с морозоустойчивостью растений разноречивы.

Наши исследования показали, что активность пероксидазы в лубе высокая и в 5—6 раз превосходит активность полифенолоксидазы, а в ксилеме их активность примерно одинаковая. Осенью уровень активности пероксидазы и ее отношение к активности полифенолоксидазы (табл. 2) в лубе морозоустойчивых сортов и гибридов винограда, как правило, выше, чем у слабоустойчивых (более чем в 2 раза). Превосходство в активности пероксидазы в сортовом разрезе сохраняется в условиях умеренно-холодных и суровых зим. Однако минимум активности пероксидазы не всегда совпадает с годовой минимальной температурой.

При лабораторном промораживании побегов степень активации пероксидазы зависит от силы и продолжительности воздействия минусовой температуры, от степени закаливания и, самое главное, от генотипа растений. Так, например, у неморозоустойчивого сорта Воскеат, воздействие температуры —20° активирует фермент, —30° подавляет активность, а —40° приводит к резкому скачку, но уже патологического характера, так как почки и ткани при этом полностью повреждаются. В этой же серии опытов у морозоустойчивого сорта Амурский, температура —20° не вызывает изменения пероксидазы, —30° активирует ее и далее сохраняет на данном уровне при двухчасовом воздействии температуры —40°. Сорт Бурмунк (гибрид С-1224) занимает промежуточное положение между крайними сортами. Различная реакция указанных

Таблица 2
Активность некоторых оксидоредуктаз в лубе побегов винограда (4—7 прусы снизу)
(мг пурпурогаллина на 1 г ацетонового препарата за 10 минут)

Сорта	Полифенолоксидаза (ПФО)	Пероксидаза (ПО)	Отношение ПО/ПФО
Морозоустойчивые			
Северный белый	1.98±0.08	8.08±0.36	4.0
Русский Конкорд	2.30±0.11	8.74±0.29	3.8
Черный сладкий	2.80±0.10	8.02±0.33	3.8
Лернату	1.0±0.04	6.41±0.24	4.9
Алси	1.50±0.03	8.23±0.30	5.5
Саперави северный	1.48±0.03	5.94±0.21	4.0
Фиолетовый ранний	1.32±0.04	7.09±0.28	5.4
Неморозоустойчивые			
Спитак Араксени	1.38±0.05	2.25±0.10	1.6
Спитак Сатени	1.56±0.04	3.04±0.11	1.9
Мускат белый	1.48±0.03	3.00±0.14	2.0
Воскеат	1.48±0.05	2.96±0.12	2.0
Апратни	1.98±0.03	3.05±0.10	1.5

трех сортов, безусловно, связана с их филогенезом, прошедшим в различных климатических зонах (Армения, Дальний Восток, Москва). В другой серии опытов при сопоставлении кривых активности пероксидазы и содержания свободных аминокислот замечено, что при воздействии мороза, превышающего предел выносливости данного сорта, происходит патологический подъем активности пероксидазы. В опытах, приведших к полной гибели клеток винограда, наблюдался резкий скачок в активности пероксидазы, что однако уже не диктуется защитноприспособительной реакцией организма, так как реакции окисления выходят из-под контроля.

Поскольку пероксидаза и каталаза по химической природе относятся к гемопротендам, возможно допустить, что повышенное и более подвижное состояние железа у морозоустойчивых сортов связано с высоким уровнем и пластичностью именно этих оксидоредуктаз.

По нашему мнению, в явлении сравнительно легкой уязвимости клеток от морозов важную роль играют как общее снижение уровня обменных и энергетических процессов, так и нарушение адаптивных механизмов и пропорциональности в содержании ферментов и метаболитов.

Ритмы каталитической активности ферментов, несомненно связаны с интенсивными межфракционными изменениями растворимых и структурных белков, обнаруженные нами в побегах винограда (⁴). По примеру изменчивости электрофоретической подвижности изоэнзимов амилазы и каталазы зимой можно предполагать, что различная холодочувствительность ферментов виноградной лозы связана с различиями в их наборе.

НИИ виноградарства виноделия и плодоводства
МСХ Армянской ССР

Ս. Ս. ԻՍԱԿՈՒԹՅԱՆ,

Խաղողի շիվերի ֆերմենտատիվ ակտիվությունը ցածր ջերմաստիճաններում

Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրվել է տարբեր խմբերին պատկանող ֆերմենտների ակտիվության փոփոխությունը խաղողի շիվերում աշնանածմոան հանգստի շրջանում բնական պայմաններում, ինչպես նաև արհեստական ցրտահարման լարարատոր փորձերում:

Փորձերից ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, հիդրոլիտիկ և օքսիդացիոն ֆերմենտների ակտիվության զգալի աճ բացարձակ նվազագույն ջերմաստիճանի անկմանը համապատասխան:

Կատարյալի ակտիվությունը, պերօքսիդազի և պոլիֆենոլօքսիդազի ակտիվության հարաբերությունը, ինչպես նաև կատարյալի և ամիլազի էլեկտրոֆորետիկ սպեկտրները որոշակիորեն արտահայտում են ցրտադիմացկանության դինամիզմը և սորտերի գենոտիպիկ առանձնահատկությունները:

¹ К. Д. Стоев, Физиологические основы виноградарства, ч. I, изд. Болг. АН, София, 1971. ² И. Н. Кондо, Устойчивость виноградного растения к морозам, засухе и почвенному засолению, «Карта Молдовеняска», Кишинев, 1970. ³ К. С. Погосян, Физиологические особенности морозоустойчивости виноградного растения, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1975. ⁴ С. А. Марутян, Особенности метаболизма морозоустойчивых сортов винограда. Автореферат Докт. дисс., Ереван, 1974. ⁵ С. Е. Манойлов, Тезисы докл. на симпозиумах. Второй всесоюзн. биохим. съезд, стр. 107, 1969.

УДК 595.765.43

ЭНТОМОЛОГИЯ

С. М. Яблоков-Хизорян

Новый вид жука-точильщика из Дарваза
(Coleoptera, Anobiidae)

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Давтяном 9/VI 1976)

1. *Lasioderma aethlops* Iablokoff-Khnzorian sp. nov.

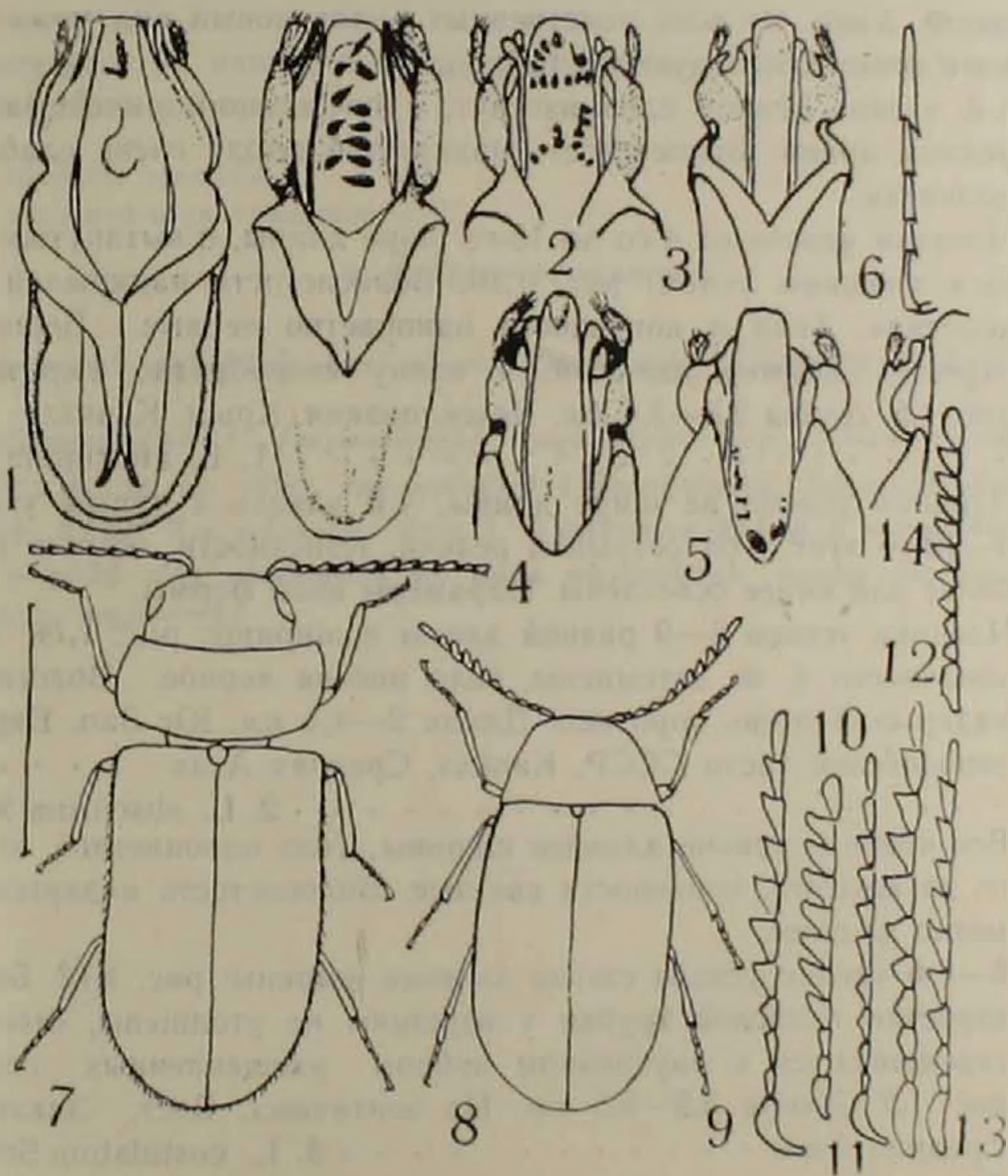
Таджикистан: Дарваз, выше Калай-Хумба по дороге на перевал Хабу-Работ, 30/VI 1975, голотип, ♂ на лету на горном склоне. Голотип в коллекциях Института зоологии АН Армянской ССР.

Тело и усики одноцветно черные, лишь боковой край переднеспинки осветлен, ноги черно-бурые со светлыми лапками, волосистость всюду серебристая. Длина 4,2 мм. Рис. 1, 7.

Голова слегка уже переднеспинки, с плоскими глазами, не выступающими за ее контур. Лоб блестящий, густо и мелко точечный на шагренированном фоне. От глаз до переднего угла лба проходит глубокая бороздка. Передний край наличника и лба за наличником слабо дугообразно вырезаны. Усики узкие, слабо пальчатые, их 1-й членик резко дугообразно изогнутый, 2-й узкий и длинный, 3-й едва расширен к вершине, 4-й тупотреугольный. Последующие 6 члеников треугольные, 5—7-й с прямым внутренним передним углом, 8—10-й с тупым, 11-й узкий: рис. 1, 9. Переднеспинка широкая, с вогнутым передним краем, ее передние углы острые, с широко закругленной вершиной, боковые и основной края закруглены дугообразно. Диск в такой же скульптуре как лоб, с волосками направленными косо назад, со срединным пробором. Надкрылья такой же ширины как переднеспинка, в 1,5 раза длиннее общей ширины (длина измерена без щитка), с крупной негустой поверхностной точечностью на шагренированном фоне, с таким же блеском, как лоб и переднеспинка. Волосистость густая и прилегающая, кроме того вдоль контура имеются густые торчащие волоски. Ноги узкие, лапки длинные, их 1-й членик слегка короче двух последующих, вместе взятых: рис. 1, 6. Коготки с широким основным зубцом. Низ в такой же скульптуре и волосистости как верх.

Как и у родственных видов, пенис состоит из почти параллельнобоковой плоской пенисной трубки с многочисленными зубцами во внутреннем мешке, количество и расположение которых видоспецифично: рис. 1, 1. У данного вида их 11. Вдоль трубки расположены два узких

отростка постоянного сечения и едва отогнутые к вершине (см. с дорсальной стороны). Проксимальная часть трубки прикрыта дорсально крупным тегменом, несущим пару парамер. С вентральной стороны имеется крупный двойной склерит, рассматриваемый нами как основной отрезок парамер, к которому прикреплен вершинный отрезок, резко



1—пенис *Lasioderma aethiops* nov. вентрально (слева) и дорсально (справа), голотип; 2—5. вершина пениса дорсально: 2—*L. costulatum* Schilsky из Туркмении (Бадхыз); 3—*L. tenuicorne* Khnz., голотип; 4—*L. redtenbacheri* Bach из Армении (Джрвеж); 5—*L. aterrimum* Roub. из Чехословакии (справа парамера вентрально); 6—левая задняя лапка у *L. aethiops*; 7—8—габитус: 7—*L. aethiops*; 8—*L. aterrimum* (голотип); 9—14—левый усик: 9—*L. aethiops*, 10—*L. aterrimum*; 11—*L. tenuicorne*; 12—*L. costulatum*; 13—*L. redtenbacheri*; 14—*L. obscurum*

Масштаб: $a=2$ мм для габитуса, $a=1$ мм для усиков и лапки; $a=1/2$ мм для пенисов

обособленный от него боковой выемкой. Вершинный отрезок расщеплен дистально на два узких и длинных зубца, из них внутренний прикрывает вентральный край трубки. Сбоку вершинный отрезок несет волосистый отросток, более или менее сходный у всех видов рода.

Этот вид—типичный представитель подрода *Lasioderma* s. str., образующий с рядом близких видов естественную группу, развивается,

по-видимому, как и некоторые близкие виды, в стеблях зонтичных из рода *Ferula*, которые были многочисленны в его станции. К этому виду, в частности, близок *L. aterrimum* Roubal, описанный из Кисловодска и тип которого мы могли рассмотреть благодаря любезности И. Окалиц, приславшего нам его из Братиславы. Мы также рассмотрели тип *L. costulatum* Schils. из Туркмении, любезно присланный нам из Берлина д-ром Ф. Хике. От всех родственных видов новый вид может быть различен с помощью следующей таблицы:

- 1(8) 1-й членик усиков едва изогнут, с почти прямолинейным внутренним краем. Волосистость надкрылий всюду очень слабо приподнятая.
- 2(3) Членики усиков от 4-го до 10-го шире длины, с вытянутым длинным внешним углом: рис. 1,10. Волосистость надкрылий очень короткая. Тело и конечности одноцветно черные. Вершинный отрезок парамер цельный, к концу своеобразно вырезанный: рис. 1,5. Длина 2,5—3,4 мм. Чехословакия, Крым, Кавказ. 1. *L. aterrimum* Roub.
- 3(2) Членики усиков не шире длины, 4-й членик с тупым углом, у 5—10-го этот угол острый и резкий. Конечности, обычно и тело, более или менее осветлены. Парамеры иной формы.
- 4(5) Членики усиков 6—9 равной длины и ширины: рис. 1,14. Тело и конечности б. м. затемнены, тело иногда черное. Волосистость надкрылий очень короткая. Длина 2—4,4 мм. Юг Зап. Европы и европейской части СССР, Кавказ, Средняя Азия 2. *L. obscurum* Solsky.
- 5(4) Все членики усиков длиннее ширины. Тело одноцветное, от бурого до желтого, конечности светлые. Волосистость надкрылий заметно длиннее.
- 6(7) 6—8-й членик усиков слегка длиннее ширины: рис. 1,12. Боковые отростки пенисной трубки у вершины не утолщены, отогнутые, скрещиваются с внутренним зубцом расщепленных парамер: рис. 1,2. Длина 3,5—5,5 мм. На зонтичных. Вост. Закавказье, Средняя Азия 3. *L. costulatum* Schilsky.
- 7(6) Все членики усиков много уже длины: рис. 1,13. Боковые отростки пенисной трубки у вершины утолщены и слабо отогнуты наружу, не скрещиваются с зубцами нерасщепленных парамер: рис. 1,4. Тело обычно бурое. Длина 3—5 мм. На сложноцветных, часто на *Serratula*. Европа, Кавказ 4. *L. redtenbacheri* Bach.
- 8(1) 1-й членик узких усиков резко дугообразно изогнутый, 3-й едва расширен дистально, 4-й с тупым зубцом. Волосистость надкрылий такой же длины как у двух предыдущих видов.
- 9(10) Тело и конечности одноцветно желтые. Волосистость надкрылий однородная, едва приподнятая. Все членики усиков много длиннее ширины: рис. 1,11. Боковые отростки пенисной трубки у вершины утолщены, не отогнутые. Парамеры расщеплены на два зубца, из них наружный короткий и вогнутый. Основной отрезок парамер кончается извилистым отростком, несущим вершинный отрезок (такого отростка у прочих видов таблицы нет): рис. 1,3. Длина 3,4—4,2 мм. Юг Таджикистана . . . 5. *L. tenuicorne* Khl.

10(9) Тело и конечности черные. Волосистость надкрылий двойная: прилегающая, а вдоль наружного контура также торчащая. Членики усиков 6—9 слегка уже длины: рис. 1,9. Боковые отростки пенистой трубки тонкие до вершины, едва отогнутые, парамеры расщеплены на два узких зубца, внешний зубец длинный, слегка отогнут кнаружи: рис. 1,1. Длина 4,2 мм. Дарваз.
. 6. *L. aethiops* nov.

Примечание: на наших рисунках вооружение внутреннего мешка изображено лишь у 3 видов.

Институт зоологии
Академии наук Армянской ССР

Ս. Մ. ՅԱՐՎԱԳՈՎ-ԽԵՂՈՐՅԱՆ

Փայտափորիկ բզեզների նոր տեսակ Դարվագից (Coleoptera, Anobiidae)

Նկարագրված է փայտափորիկ բզեզների նոր տեսակ—*Lasioderma aethiops* Khnz. sp. nov., որը գտնված է Դարվագում, Կալայ-Խումբայի մոտ (Տաջիկ. ՍՍՀ): Այս տեսակը մոտ է հովանոցազգիների և բարդածաղկավորների ցողունի մեջ զարգացող մի շարք տեսակների, որոնց համար բերվում է որոշիչ աղյուսակ:

