

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XXI, № 2

1955

Խմբագրական Էկոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ,
Ա. Լ. ԹԱԽՏԱԶՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ,
Վ. Զ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ
(պատ. խմբագիր), Վ. Զ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Լ. ՄՆԶՈՒ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ,
ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Մ. ԶՐԱՇԵԱՆ, ՀՍՍՐ
ԳԱ թղթակից անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ):

Редакционная коллегия

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

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

Ե Ր Ե Վ Ա Ն

Е Р Е В А Н

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Մաքեմատիկա

Վ. Ա. Հովհաննիսյան—Մասնակի տեղադրությունների սիմետրիկ սխեմների խնդիրները և նորմալ ենթասխեմները 49

Շինարարական մեխանիկա

Վ. Վ. Փինաջյան—Իտիպի ընդլայնական կտրվածքով, արտակենտրոն սեղմված կարճ ձողերի սահմանային վիճակի հարցի մասին 57

Աստրոֆիզիկա

Է. Ս. Խաչիկյան—Խեցգետնանման միգրացիոն լույսի բեռնացման մասին 63

Էներգետիկա

Ա. Մ. Հովսեփյան—Հիդրոեներգետիկ սխեմների մեջ մտնող հիդրոկայանների առանցքային հաշվարկային նորմայի ընտրության մեթոդիկայի հարցի շուրջը 69

Էլեկտրոտեխնիկա

Լ. Պ. Սուրգսյան—Ընդհատվող եղանակով դեկավարվող մագնիսական կցորդիչի միջոցով փոփոխական հոսանքի էլեկտրա բանեցման սարքավորման արագության կանոնավորման մասին 73

Օրգանական քիմիա

Վ. Հ. Բաբայան—1,4-դի-[դիմեթիլամինո]-2-քլորբուտեն-2-ի և ծծմբական թթվի փոխադրության սլրոդուկտի ուսումնասիրությունը 77

Էլեկտրոքիմիա

Ա. Ս. Հովհաննիսյան և Լ. Ի. Ահսրոպով—Ացետոնի էլեկտրավերականգնման կինետիկան սնդիկյա կատոդի վրա 81

Գրունտների մեխանիկա

Ս. Ռ. Մեսչյան—Խախտված ստրուկտուրա ունեցող կապակցված գրունտների սողքի նկարագրման հարցի շուրջը 87

Բույսերի մորֆոլոգիա

Ա. Գ. Արարատյան—Բարձրակարգ բույսերի սպորոֆիտի զերակշռության նշանակության մասին 91

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика

- В. А. Оганесян*—Инвариантные и нормальные подсистемы симметрической системы частичных подстановок 49

Строительная механика

- В. В. Пинаджян*—К вопросу о предельном состоянии коротких внецентренно сжатых стержней Н-образного сечения при двухосном эксцентриситете приложения силы 57

Астрофизика

- Э. Е. Хачикян*—О поляризации света Крабовидной туманности 63

Энергетика

- А. М. Овсепян*—К вопросу о методике выбора расчетной нормы обеспеченности гидростанций, входящих в гидроэнергосистему 69

Электротехника

- Э. П. Саркисян*—О регулировании скорости электропривода переменного тока с магнитной муфтой, управляемой прерывистым способом 73

Органическая химия

- В. О. Бабаян*—Исследование продукта взаимодействия 1,4-ди-(диметиламино)-2-хлорбутена-2 с серной кислотой 77

Электрохимия

- А. С. Оганесян и Л. И. Антропов*—Кинетика электровосстановления ацетона на ртутном катоде 81

Механика грунтов

- С. Р. Месчян*—К вопросу об описании ползучести связных грунтов нарушенной структуры 87

Морфология растений

- А. Г. Араратян*—О значении преобладания спорофита у высших растений 91



МАТЕМАТИКА

В. А. Оганесян

Инвариантные и нормальные подсистемы симметрической системы частичных подстановок*

(Представлено А. Л. Шагиняном 12. II. 1955)

1. Инвариантные подсистемы. Статья относится к теории ассоциативных систем, которая в настоящее время активно разрабатывается В. В. Вагнером, Е. С. Ляпиным и другими.

Здесь изучается симметрическая система частичных подстановок, а именно: даются определения инвариантных и нормальных подсистем и доказываются некоторые теоремы, которые позволяют перечислить как все инвариантные, так и нормальные подсистемы симметрической системы частичных подстановок.

До перехода к основной задаче предварительно познакомимся с некоторыми понятиями и терминами, которыми будем пользоваться в данной статье.

Дано конечное множество $M = \{1, 2, \dots, n\}$.

Взаимно однозначное отображение подмножества u множества M на подмножество v , того же множества, называется *частичной подстановкой* в множестве M , что можно написать в виде $t = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$.

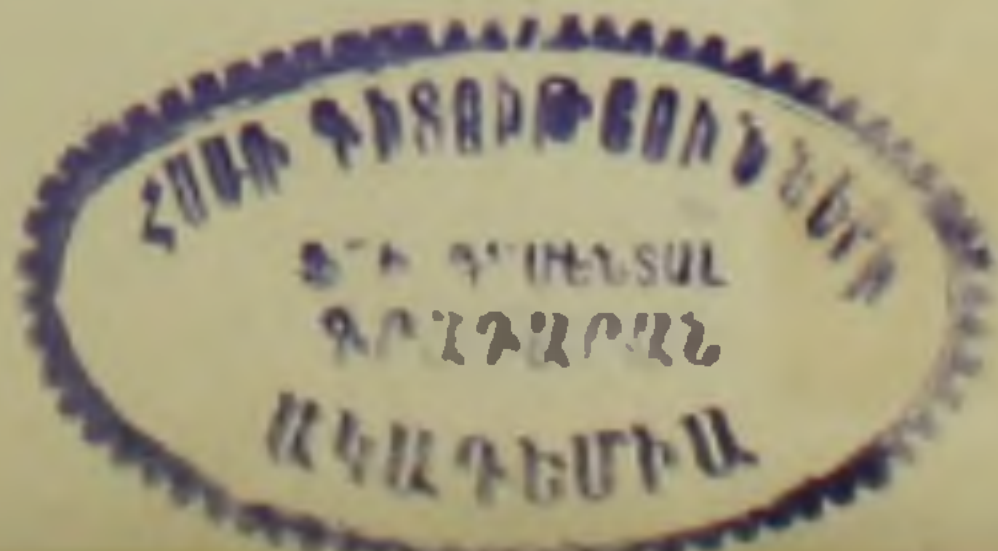
Число элементов в подмножестве u называется *длиной*, как для подмножества u , так и для частичной подстановки $t = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$. Частичная подстановка t называется *произведением* x на y и обозначается через xu , если частичная подстановка t отображает все те и только те элементы α , для которых

$$t(\alpha) = y[x(\alpha)].$$

Для частичной подстановки x , частичная подстановка x' называется *обратной*, если xx' есть тождественная подстановка и x, x', xx' имеют одинаковую длину.

Частичная подстановка, отображающая пустое подмножество, называется *пустой подстановкой* и обозначается через O .

* Статья представляет собой часть кандидатской диссертации, защищенной автором в МГУ 25. XII. 1953 г.



Частичная подстановка x длины k содержится, как часть, в частичной подстановке y длины m , если произведение xy^{-1} является единичной подстановкой длины k .

Множество частичных подстановок называется *системой частичных подстановок*, если оно замкнуто относительно умножения частичных подстановок и с каждой частичной подстановкой x содержит ей обратную.

Множество R_k частичных подстановок длины k называется *слоем*, если,

1) с каждой частичной подстановкой x в R_k содержится частичная подстановка x^{-1} ;

2) если произведение двух подстановок из R_k имеет длину k , то оно содержится в R_k .

Число k называется *номером* слоя R_k .

Слой R_k называется *цепью*, если для любых двух частичных подстановок $x, y \in R_k$ в R_k существует такая частичная подстановка z , что $xzy \in R_k$.

Впрочем легко видеть, что всякий слой состоит из одной или нескольких непересекающихся цепей, кроме этого, цепь является группой Брандта.

Легко доказать, что в цепи некоторого слоя с номером k существует одна или несколько групп подстановок степени k . Любая из максимальных групп этой цепи называется группой цепи, все группы цепи данной цепи изоморфны друг другу.

Совокупность всех частичных подстановок в множестве $M = \{1, 2, \dots, n\}$, является, очевидно *системой частичных подстановок*, ⁽¹⁾, она называется *симметрической системой* и обозначается через Σ_n .

Из определения системы частичных подстановок следует, что система состоит из одного или нескольких слоев.

В дальнейшем слово *частичная* будем опускать и под словом *подстановка* будем понимать, как обычные, так и необычные подстановки; кроме этого, в дальнейшем под словом *связь* мы будем понимать необычные подстановки.

В теории групп нормальные делители или инвариантные подгруппы играют весьма важную роль, поэтому естественно и в теорию систем частичных подстановок ввести аналогичное понятие. Мы в этой статье дадим определение инвариантной подсистемы и докажем несколько теорем, которые позволяют нам перечислить все инвариантные подсистемы симметрической системы, а также определим нормальные подсистемы и перечислим все нормальные подсистемы симметрической системы.

Если B есть система подстановок в множестве M , то n -ый слой этой системы, если он не пустой, представляет собой обычную группу подстановок степени n .

Если S подстановка из n -ого слоя системы B , то, как это следует из определения системы, $S^{-1}BS \subset B$ и, так как для двух различных подстановок $x \in B, y \in B$ из

$$S^{-1}xS = S^{-1}yS$$

следовало бы: $x = y$, то $S^{-1}BS = B$.

Если S подстановка из k -ого слоя, где $k < n$, то, хотя $S^{-1}BS \subset B$, но в этом случае $S^{-1}BS \neq B$.

Исходя из этих соображений введем понятие внутреннего автоморфизма системы подстановок.

Из $S^{-1}BS = B$ следует, что соответствие $S^{-1}xS \leftrightarrow x$ является автоморфизмом. Этот автоморфизм порожден подстановкой S , где S принадлежит n -му слою системы B и называется внутренним автоморфизмом системы B .

Подмножество подстановок из системы B называется *подсистемой* системы B , если это подмножество само является системой.

Определение: подсистема $I \in B$ называется *инвариантной подсистемой*, если она при всяком внутреннем автоморфизме отображается на себя.

Теорема 1. Если k -ый слой инвариантной подсистемы системы Σ_n содержит группу цепи $G(u)$ на подмножестве $u \in M$, то в этом же слое инвариантной подсистемы на всяком подмножестве $v \in M$ длины k существует группа $G(v)$, причем $G(u)$ сопряжена с $G(v)$.

Доказательство. Так как n -ый слой симметрической системы Σ_n содержит все возможные подстановки длины n , а эти подстановки обычные, то n -ый слой представляет из себя симметрическую группу степени n . Эта группа n -раз транзитивна, стало быть транзитивна и k раз, где $k < n$. Из этого следует, что в n -ом слое системы существуют подстановки, переводящие подмножество $u \in M$ длины k во всякое подмножество $v \in M$ длины k . Поэтому, трансформируя группу $G(u)$ с помощью любой из упомянутых подстановок n -го слоя системы Σ_n , мы получим группу $G(v)$.

Теорема 2. Группа цепи k -го слоя инвариантной подсистемы системы Σ_n является нормальным делителем симметрической группы степени k .

Доказательство. В самом деле, если $G(u)$ является группой цепи k -го слоя инвариантной подсистемы системы Σ_n , то, исходя из u , можно из симметрической группы степени n так выбрать $k!$ различных подстановок, чтобы они на k элементах подмножества $u \in M$ действовали как симметрическая группа степени k . Например, таким выбором множества подстановок является множество различных подстановок n -го слоя, которые оставляют неподвижными элементы множества M , не входящие в подмножество u .

Если группу $G(u)$ трансформировать с помощью так выбранных подстановок, то, так как эти подстановки переводят u на u , а $G(u)$ является группой цепи, мы получим опять $G(u)$. Последнее возможно однако лишь тогда, когда $G(v)$ является нормальным делителем симметрической группы степени k .

Теорема 3. Если группа цепи k -го слоя инвариантной подсистемы системы Σ_n состоит лишь из четных подстановок, то при $1 < k < n - 1$ этот слой не может содержать связей.

Доказательство: допустим, что в k -ом слое инвариантной подсистемы системы Σ_n существует связь

$$t = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \alpha_k \\ \beta_1 & \beta_2 & \dots & \beta_k \end{pmatrix};$$

обозначим пересечение u и v через w и пусть длина w равна l ; так как t является связью, то $k - l \geq 1$. Рассмотрим отдельно случаи: 1) $k - l = 1$. 2) $k - l \geq 2$.

1. Из $k - l = 1$ следует, что существуют такие элементы: $\alpha = \alpha_i \in u$, $\beta = \beta_j \in v$, что $\alpha \notin v$, $\beta \notin u$. Далее из $k < n - 1$ и $k - l = 1$ следует, что в M существует такой элемент δ , который не входит ни в u , ни в v .

Кроме того, из $k > 1$ и $k - l = 1$ следует, что $l \geq 1$, т. е. пересечение w не пустое. В таком случае, взяв подстановку $S = (\alpha \alpha' \beta \delta)$ из n -го слоя системы Σ_n , где $\alpha' \in w$, и трансформируя связь t с помощью S , получим в инвариантной подсистеме подстановку $t_1 = S^{-1}tS = \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \end{pmatrix}$, но так как $u = w + \alpha$, $v = w + \beta$, то

$$\begin{aligned} u_2 &= u - \alpha + \beta = w + \alpha - \alpha + \beta = w + \beta = v \\ v_2 &= v - \alpha' + \delta. \end{aligned}$$

Тогда

$$t_2 = t \cdot t_1 = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u \\ v_2 \end{pmatrix}$$

является связью в этом же слое инвариантной подсистемы.

Так как v_2 получается от v заменой элемента $\alpha' \in w$ через δ , а последний не входит в подмножество u , то пересечение u и v_2 содержит $l - 1$ элементов.

Таким образом, в k -ом слое инвариантной подсистемы Σ_n из существования связи $t = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$, где пересечение содержит $l = k - 1$ элементов, следует существование связи $t_2 = \begin{pmatrix} u \\ v_2 \end{pmatrix}$, где пересечение u и v содержит уже $l = k - 2$ элементов. Этим доказательство сведено ко второму случаю.

2. Пусть $t = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$ есть такая связь, что пересечение u и v содержит $l \geq k - 2$ элементов. Тогда существуют такие элементы $\alpha_1 \in u$, $\alpha_2 \in u$, что $\alpha_1 \notin v$, $\alpha_2 \notin v$. В этом случае, взяв подстановку $S = (\alpha_1 \alpha_2)$ из n -го слоя системы Σ_n и трансформируя t с помощью S , мы получим:

$$t_1 = S^{-1}tS = \begin{pmatrix} \alpha_2 & \alpha_1 & \alpha_3 & \alpha_4 & \cdots & \alpha_k \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 & \cdots & \beta_k \end{pmatrix}$$

однако

$$t_2 = t(t_1)^{-1} = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \cdots & \alpha_k \\ \alpha_2 & \alpha_1 & \alpha_3 & \cdots & \alpha_k \end{pmatrix},$$

а эта подстановка нечетная и принадлежит k -му слою инвариантной подсистемы Σ_n , что согласно условию теоремы невозможно, тем самым теорема доказана.

При $k = n - 1$ существует инвариантная подсистема, которая в своем $k = n - 1$ слое содержит связи, тогда как группа цепи k -го слоя содержит только четные подстановки

Теорема 4. Если группа цепи k -го слоя инвариантной подсистемы системы Σ_n есть единичная группа, то k -ый слой инвариантной подсистемы системы Σ_n не может содержать связей при $n > 4$, $k > 1$.

Доказательство: докажем теорему для случая $k = n - 1$, ибо для $k < n - 1$ теорема следует из теоремы 3.

В рассматриваемом случае связи могут быть только двух следующих типов:

$$a) \quad t = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \cdots & \alpha_{n-2} & \xi \\ \alpha'_1 & \alpha'_2 & \alpha'_3 & \cdots & \eta & \alpha'_{n-2} \end{pmatrix}$$

и

$$б) \quad t = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \cdots & \alpha_{n-2} & \xi \\ \alpha'_1 & \alpha'_2 & \alpha'_3 & \cdots & \alpha'_{n-2} & \eta \end{pmatrix},$$

где $\eta \neq \xi$ а $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-2}$ и $\alpha'_1, \alpha'_2, \dots, \alpha'_{n-2}$ совпадают с точностью до расположения элементов.

Длина подстановки t больше трех, так как $n > 4$.

Если связь t типа (а), то мы можем взять из n -го слоя системы Σ_n подстановку $S = (\alpha \alpha_{n-2})$, где элемент α является одним из элементов $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-3}$.

Трансформируя связь t с помощью подстановки S , мы получим подстановку $t_1 = S^{-1}tS$, нижняя и верхняя строки которой соответственно составлены из тех же элементов, из которых составлены нижняя и верхняя строки подстановки t . По этой причине подстановка $t_2 = tt_1^{-1}$ является обычной подстановкой, принадлежащей $n - 1$ -му слою. Но подстановка t_2 не единичная подстановка, так как она переводит элемент α_{n-2} в α , а это противоречит условию теоремы.

Если подстановка t типа (б) и она не тождественна на элементах $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-2}$, то, как следует из условия $n - 1 \geq 4$, подстановка t должна иметь такой вид

$$t = \begin{pmatrix} \cdots & \alpha_r & \cdots & \alpha_i & \cdots & \alpha_j & \cdots & \xi \\ \cdots & \alpha'_r & \cdots & \alpha_j & \cdots & \alpha'_i & \cdots & \eta \end{pmatrix}.$$

Выбирая из n -го слоя системы Σ_n подстановку $S = (\alpha_r \alpha_j)$ и трансформируя подстановку t с помощью S , получим

$$t_1 = S^{-1}tS = \begin{pmatrix} \dots \alpha_j \dots \alpha_i \dots \alpha_r \dots \xi \\ \dots \alpha_j^* \dots \alpha_r \dots \alpha_r^* \dots \eta \end{pmatrix}.$$

Подстановка $t_2 = t_1^{-1}t$ является обычной подстановкой, принадлежащей $n-1$ -му слою инвариантной подсистемы системы Σ_n . Подстановка t_2 переводит элемент α_r в элемент α_j , т. е. не является единичной подстановкой, а это опять противоречит условию теоремы.

Остается предположить, что подстановка t на элементах $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-2}$ тождественна. В таком случае подстановка t имеет такой вид:

$$t = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \alpha_{n-2} & \xi \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \alpha_{n-2} & \eta \end{pmatrix},$$

тогда, взяв из n -го слоя системы Σ_n подстановку $S = (\alpha_{n-2} \eta \xi)$ и трансформируя подстановку t с помощью S , мы получим подстановку

$$t_1 = S^{-1}tS = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \eta & \alpha_{n-2} \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \eta & \xi \end{pmatrix}.$$

Произведение $tt_1 = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \alpha_{n-2} & \xi \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \xi & \eta \end{pmatrix}$ есть подстановка типа (а), которая, согласно доказанному выше, не может принадлежать инвариантной подсистеме, что и требовалось доказать.

При $n = 4$ существует инвариантная подсистема симметрической системы степени 4, группой цепи которой служит единичная группа $e_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ и третий слой которой содержит связи; это же верно для $n = 2, 3$.

В дальнейшем будет полезно следующее определение:

Определение. Слой называется *полным*, если он содержит всевозможные подстановки длины k .

Теорема 5. Если группа цепи k -го слоя инвариантной подсистемы системы Σ_n при $1 < k < n$ содержит знакопеременную группу, то $k-1$ -й слой полный.

Действительно, если в k -ом слое содержится знакопеременная группа, то, согласно теореме 1, этот слой содержит всякие знакопеременные группы, подстановки которых имеют длину k , и поэтому этот слой содержит все единицы длины k . Отсюда следует, что $k-1$ -ый слой содержит все единицы длины $k-1$, следовательно $k-1$ -ый слой содержит части длины $k-1$ всех подстановок k -го слоя. Поэтому при $k > 2$, $k-1$ -ый слой содержит связи. Согласно теореме 3 это возможно лишь тогда, когда $k-1$ -ый слой содержал и нечетные подстановки, а по теореме 2 группа цепи $k-1$ слоя должна быть симметрической.

Так как k -ый слой инвариантной подсистемы содержит всякие знакопеременные группы и каждая знакопеременная группа транзитивна, то в k -ом слое инвариантной подсистемы существует обычная подстановка длины k , переводящая подмножество $u \in M$ длины $k-1$ в подмножество $v \in M$ длины $k-1$, если только пересечение u и v имеет длину $k-2$.

Часть длины $k-1$ этой подстановки, которая переводит u на v , является связью в $k-1$ -ом слое. Иными словами, между любыми двумя симметрическими группами $k-1$ -го слоя, единицы которых имеют $k-2$ общих элементов, в $k-1$ -ом слое существует связь.

Пусть $S^{(1)}, S^{(2)}, \dots, S^{(m)}$ некоторые симметрические группы из $k-1$ -го слоя расположены так, что единицы любых двух соседних симметрических групп имеют $k-2$ общих элементов и пусть подстановка t_i является связью между $S^{(i)}$ и $S^{(i+1)}$, где $i=1, 2, \dots, m-1$. Тогда $t=t_1 t_2 \dots t_{m-1}$ есть связь между симметрическими группами $S^{(1)} S^{(m)}$. Так как все симметрические группы $k-1$ -го слоя можно расположить так, чтобы единицы любых двух соседних симметрических групп имели $k-2$ общих элементов, то между любыми двумя симметрическими группами S' и S'' $k-1$ -го слоя существует связь t' , поэтому существуют и все связи между этими двумя группами. Эти связи суть $S' t'$ и $S'' (t')^{-1}$.

Легко доказать следующие три теоремы.

Теорема 6. Если подстановка t длины $n-1$ является частью четной подстановки T знакопеременной группы A_n степени n , то A_n и t порождают систему $\{A_n, t\}$, для которой $n-1$ -ый слой неполный.

Теорема 7. Если система содержит A_n и подстановку t длины $(n-1)$, не являющуюся частью ни одной из подстановок A_n , то при $n > 2$ ее $(n-1)$ -ый слой полный.

Теорема 8. Если система содержит A_n и подстановку t длины $k < n-1$, то ее k -ый слой полный.

Теоремы 1—8 позволяют полностью перечислить все инвариантные подсистемы симметрической системы.

II. Нормальные подсистемы. Определение. Подсистема N системы R называется *нормальной подсистемой*, если для всяких $x \in R$, $y \in R$, $S \in N$ подстановки xSy и xy одновременно принадлежат или не принадлежат подсистеме N .

Доказано, что нормальная подсистема является нормальным делителем, если система является группой; кроме этого, для группы понятие нормального делителя и инвариантной подсистемы совпадают. Для системы частичных подстановок это далеко не так, а именно: для симметрических систем верна следующая теорема.

Теорема 9. Симметрическая система Σ_n обладает четырьмя и только четырьмя нормальными подсистемами.

Доказательство: легко проверяется, что единичная подгруппа $E=e_n$, знакопеременная группа A_n степени n , симметрическая группа

S_n աստիճանի n և նաև սիմետրիկական համակարգը Σ_n աստիճանի n լինելով նորմալ ենթահամակարգեր սիմետրիկական համակարգի:

Եթե որպես n -րդ լայն սիմետրիկական համակարգի լինելով նորմալ ենթահամակարգը S_n , ապա n -րդ լայն նորմալ ենթահամակարգը պետք է լինի S_n սիմետրիկական համակարգի լայն բաժանարարը: Եթե նորմալ ենթահամակարգը N տարբեր է S_n սիմետրիկական համակարգի լայն բաժանարարից, ապա, համաձայն վերը ասվածի, նորմալ ենթահամակարգը N պարունակում է փոխանցում t երկարության $k < n$, ապա $e_k = tt^{-1} \in N$:

Եթե փոխանցում $S \in S_n$ ապա $S^{-1}e_kS = e'_k \in N$, եթե որպես $S^{-1}S = e \in N$: Եթե S փոխանցումը անցնում է S_n սիմետրիկական համակարգի լայն բաժանարարի, ապա e'_k փոխանցումը անցնում է երկարության k , ուստի N պարունակում է բոլոր այդ փոխանցումները, այսինքն զրո փոխանցումը:

Եթե որպես $x \in \Sigma_n$ փոխանցում

$$O = xOe \text{ և } x = xe$$

այդպես ժամանակում N , այսինքն N լինում է Σ_n սիմետրիկական համակարգի լայն բաժանարարը:

Այս թեորեմը ապացուցված է:

Արմյանական պետական հեռակա
 փոխանցական ինստիտուտ

Վ. Ա. ՀԱՎԱՆՆԻՍՅԱՆ

Մասնակի տեղադրությունների սիմետրիկ սխեմայի ինվարիանտ և 4 նորմալ ենթասխեմայեր

Հոդվածում առաջադրվում են մասնակի տեղադրությունների (վերջավոր) սիմետրիկ սխեմայի ինվարիանտ և նորմալ ենթասխեմայերը: Այդ առաջադրումը հանդիսանում է ինվարիանտ ենթասխեմայի և նորմալ ենթասխեմայի զգալիորեն ընդհանրացումը մասնակի տեղադրությունների կիսասխեմայի համար:

Այդ երկու հասկացությունները խմբերի համար համընկնում են, իսկ այստեղ այդպես չէ: Մասնակի տեղադրությունների սիմետրիկ սխեմայի ունի բազմաթիվ ինվարիանտ ենթասխեմայեր և ընդամենը 4 նորմալ ենթասխեմայ:

Հոդվածում ապացուցված են մի շարք թեորեմներ, որոնք հնարավորություն են տալիս մեկ առ մեկ նշելու սիմետրիկ սխեմայի բոլոր ինվարիանտ ենթասխեմայերը, բացի այդ, ապացուցվում է թեորեմ, որ սիմետրիկ սխեմայի ունի միայն և միայն 4 նորմալ ենթասխեմայ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Դ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ В. В. Вагнер, ДАН СССР, 84, 6 (1953). ² Е. С. Ляпин, Мат. сборн., т. 20 (1947). ³ Վ. Ա. Հավաննիսյան, Հ. Հ. Մ. Ի.-ի գիտական աշխատությունների ժողովածու, № 1, 1955:

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

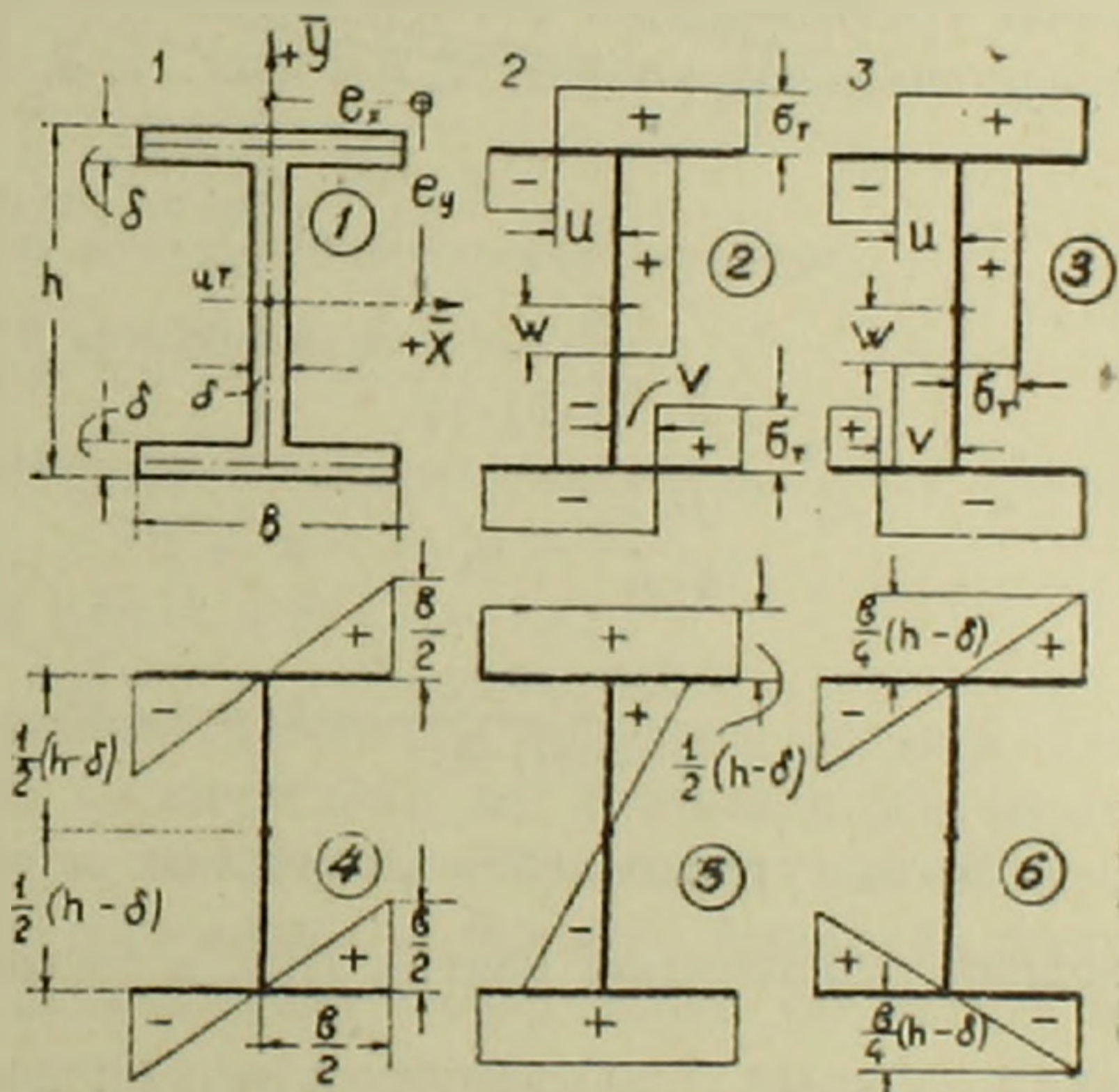
В. В. Пинаджян

К вопросу о предельном состоянии коротких внецентренно сжатых стержней Н-образного сечения при двухосном эксцентриситете приложения силы*

(Представлено А. Г. Назаровым 14. III. 1955)

В статье рассматривается несущая способность стержней Н-образного сечения под действием продольных сжимающих сил P , приложенных по концам стержня с эксцентриситетом e_x и e_y (фиг. 1, 1).

В исследовании предполагается, что материал стержня до предела текучести σ_T совершенно упруг, а при напряжении, равном пределу текучести—совершенно пластичен; по толщине стенок сечения напряжения распределяются равномерно; предельное состояние стержня наступает в момент распространения текучести по всему опасному сечению стержня, причем распределение напряжений прямоугольное (фиг. 1); напряжения, возникающие в результате деформации стержня, а также касательные напряжения пренебрежимо малы; в стадии пластических деформаций депланация сечений происходит по закону секторных площадей**.



Фиг. 1. Эпюры координат и напряженных состояний.

1—сечение стержня; 2—эпюра напряженного состояния I; 3—эпюра напряженного состояния II; 4—эпюра x ; 5—эпюра y ; 6—эпюра ω ;

* Под короткими стержнями нами подразумеваются стержни, для которых напряжения, возникающие в результате деформации оси стержня, пренебрежимо малы по сравнению с напряжениями, возникающими от действия осевой силы P и изгибающих моментов $P e_x$ и $P e_y$.

** Эта гипотеза находится в согласии с произведенными нами опытами над тонкостенными стержнями, находящимися под действием чистого бимоента, вызывающего пластические деформации.

В предельном состоянии, в силу принятых расчетных предпосылок, в опасном сечении внецентренно-сжатого стержня, при наличии изгибно-крутильных деформаций, могут возникнуть напряженные состояния, показанные на фиг. 1, 2 (напряженное состояние I) и на фиг. 1, 3 (напряженное состояние II).

На основании теории тонкостенных стержней В. З. Власова ⁽¹⁾, можем написать следующие уравнения равновесия, связывающие внутренние усилия с внешними силами при наличии изгибно-крутильных деформаций в стержне

$$\begin{aligned} \int_F \sigma \cdot dF &= P, & \int_F \sigma \cdot x \cdot dF &= P e_x, \\ \int_F \sigma \cdot y \cdot dF &= P \cdot e_y, & \int_F \sigma \cdot \omega \cdot dF &= P \cdot e_x \cdot e_y. \end{aligned} \quad (1)$$

Следуя А. Р. Ржаницыну ⁽²⁾ и А. И. Стрельбицкой ⁽³⁾ на основании (1), эпюры x (фиг. 1, 4) и эпюры y (фиг. 1, 5) — расстояний до точек средней линии сечения, а также эпюры ω секториальных координат средней линии сечения (фиг. 1, 6) для напряженных состояний, представленных на фиг. 1, 2 и фиг. 1, 3, получим:

$$\left. \begin{aligned} \frac{P}{2 \cdot \delta \cdot \sigma_T} &= u - v + w \\ \frac{P \cdot e_y}{\delta \cdot (h - \delta) \cdot \sigma_T} - \frac{h - \delta}{4} &= u + v - \frac{w^2}{h - \delta} \\ \frac{P \cdot e_x}{\delta \cdot \sigma_T} - k_1 &= -u^2 \mp v^2 \\ \frac{2P \cdot e_x \cdot e_y}{\delta (h - \delta) \cdot \sigma_T} - k_2 &= -u^2 \pm v^2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

В этих уравнениях верхний знак перед v^2 соответствует напряженному состоянию I (фиг. 1, 2); для состояния I $k_1 = \frac{b^2}{2}$, $k_2 = 0$. Нижний знак перед v^2 соответствует напряженному состоянию II (фиг. 1, 3) для этого состояния $k_1 = 0$, $k_2 = \frac{b^2}{2}$.

Исключив из системы уравнений (2) u , v и w и обозначив

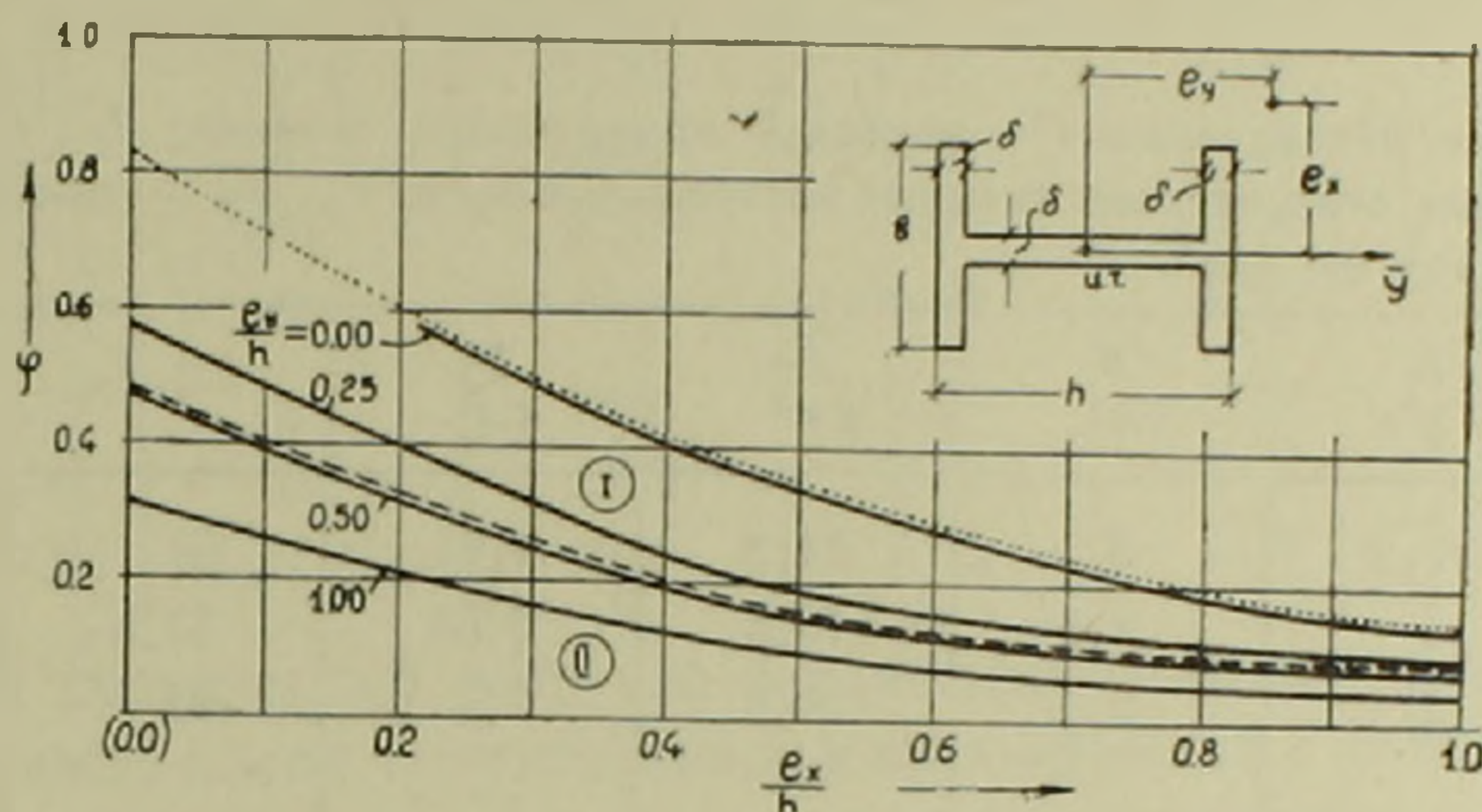
$$\begin{aligned} \alpha &= \left(\frac{b}{h} \right)^2, & \beta &= 2 \cdot \eta \cdot \frac{e_x}{h} \left(1 - \frac{2e_y}{h - \delta} \right), \\ \gamma &= 2 \cdot \eta \cdot \frac{e_x}{h} \cdot \left(1 + \frac{2e_y}{h} \right), & \xi &= 2 \cdot \eta \cdot \left[\frac{e_x}{h} \left(1 + \frac{2e_y}{h - \delta} \right) - \frac{2e_y}{h} \right], \\ \eta &= \frac{F}{\delta \cdot h}, & \varphi &= \frac{P}{\sigma_T \cdot F}, \end{aligned}$$

получим:

$$U = \left[\left(1 - \frac{\delta}{h} \right)^2 - \alpha + \xi \varphi + 2 \cdot \left(1 - \frac{\delta}{h} \right) \cdot \sqrt{\alpha + \beta \varphi} - (\eta \varphi + \sqrt{\alpha + \beta \varphi})^2 \right]^2 - 4 \cdot (\alpha - \gamma \cdot \varphi) \cdot \left(1 - \frac{\delta}{h} + \eta \varphi + \sqrt{\alpha + \beta \varphi} \right)^2 = 0. \quad (3)$$

В этом выражении верхний знак под радикалом (минус) соответствует напряженному состоянию I (фиг. 1, 2), нижний знак, напряженному состоянию II (фиг. 1, 3).

На фиг. 2* сплошными кривыми показана зависимость между



Фиг. 2. Зависимость между относительными эксцентриситетами и коэффициентом $\varphi = \frac{P}{F \cdot \sigma_T}$.

коэффициентом φ и относительными эксцентриситетами $\frac{e_x}{h}$ и $\frac{e_y}{h}$, вычисленная на основании (3) при $h = b$; $\frac{h}{\delta} = 19,2$.

Пунктирная линия, являющаяся верхней границей области напряженного состояния I (фиг. 1), вычислена на основании (2), исходя из условия $v = 0$. Штрих-линия на фиг. 2, являющаяся нижней границей области напряженного состояния I и верхней границей напряженного состояния II (фиг. 1), вычислена на основании (2), исходя из условия $v = \frac{b}{2}$.

Критическая нагрузка, при заданных эксцентриситетах e_x и e_y , площади поперечного сечения F и пределе текучести σ_T определится по следующей формуле

$$P = \varphi \cdot F \cdot \sigma_T, \quad (4)$$

где значение φ берется из графика (фиг. 2).

С целью проверки полученных формул нами были испытаны на двухосное внецентричное сжатие семь стальных стержней Н-образного сечения со следующими габаритными размерами: высота сечения $h = 48$ мм; ширина полки сечения $b = 48$ мм, длина $L = 625$ мм.

* Таблицы и графики статьи вычислены С. С. Дарбининном, которому автор выражает благодарность.

Толщина стенки и полок сечения была одинаковой и изменялась в пределах $\delta = 2,5 \div 10$ мм. Образцы были изготовлены фрезерованием из стальных брусьев квадратного сечения, с точностью в поперечных размерах $\pm 0,01$ мм.

Основные геометрические характеристики образцов приведены в табл. 1.

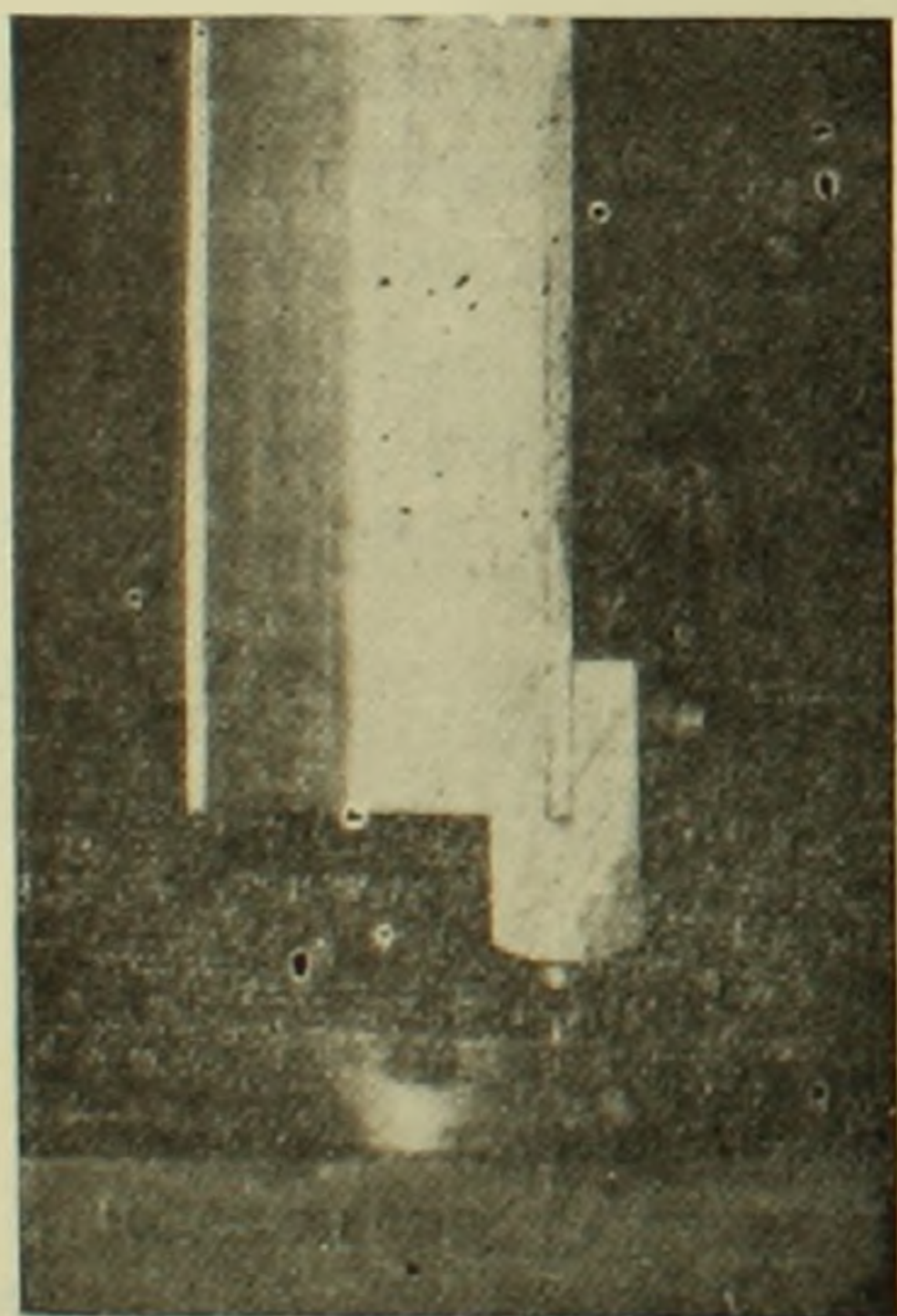
Испытанием партии стандартных образцов круглого сечения было установлено, что сталь имела следующие прочностные характеристики: предел текучести и прочности при растяжении $\sigma_T = 2,43$ т/см², $\sigma_{вр} = 4,31$ т/см², модуль упругости при растяжении $E = 2150$ т/см².

Таблица 1

Условные обозначения: F — площадь поперечного сечения; I_x, I_y — моменты инерции сечения относительно главных центральных осей; λ_x, λ_y — гибкость стержня, относительно тех же осей.

№№ образцов	$\frac{h}{\delta}$	F см ²	I_x см ⁴	I_y см ⁴	λ_x	λ_y
1—3	19,2	3,5	14,2	4,61	31	55
1—6	16	4,1	16,5	5,54	31,5	54
1—8	12	5,4	20,8	7,4	32	53,5
1—11 и 1—12	8	7,9	27,9	11,1	33,3	52,5
1—14	6	10,2	33,3	14,9	34,6	52
1—17	4,8	12,4	37,3	18,7	36,2	51

Испытание на внецентренное сжатие производилось на универсальном десятитонном прессе Шоппера. Образцы опирались на шарнирные подушки пресса. Помимо этого, с целью обеспечения свободной деформации опорных сечений, к полкам двутавра прикреплялись стальные обоймы с небольшими шариками, которые передавали нагрузку от подушек пресса к образцу (фиг. 3) и одновременно фиксировали эксцентриситет приложения продольной силы, равный вдоль оси абсцисс $e_x = 0,25 (h + \delta)$ и вдоль оси ординат $e_y = 0,5 (h - \delta)$.



Фиг. 3. Опорный узел внецентренно сжатого стержня.

В процессе испытания измерялись прогибы стержня в двух плоскостях симметрии сечения и в трех сечениях по высоте стержня — у опор и по середине.

Прямыми измерениями и последующими подсчетами было установлено, что нормальные напряжения, возникающие в результате деформации оси стержня, составляли менее

50% по сравнению с нормальными напряжениями от действия продольной силы P , и изгибающих моментов $P \cdot e_x$ и $P \cdot e_y$.

Опытные величины критических нагрузок для испытанных стержней приведены в четвертом столбце табл. 2.

Таблица 2

№№ образ- цов	$\frac{h}{\delta}$	Опытные величины		φ_T	$\frac{\varphi_0}{\varphi_T}$
		Критиче- ская на- грузка P_0 кг	$\varphi_0 = \frac{P_0}{F \cdot \sigma_T}$		
1—3	19,2	2130	0,25	0,28	0,89
1—6	16	2540	0,255	0,28	0,91
1—8	12	3280	0,25	0,28	0,89
1—11	8	4610	0,24	0,28	ср. 0,9
1—12	8	4930	0,26	0,28	
1—14	6	6320	0,255	0,27	0,94
1—17	4,8	7530	0,25	0,27	0,92

При критической нагрузке наблюдался одновременный изгиб и закручивание полков в месте приложения нагрузки. В табл. 2 приведены опытные значения φ_0 — коэффициента уменьшения предела текучести при внецентренном сжатии стержня. Там же приведены соответствующие теоретические значения $\varphi = \varphi_T$, вычисленные по формуле (3).

По данным этой таблицы нетрудно видеть, что формула (3) дает несколько преувеличенный результат, при этом отношение $\varphi_0 : \varphi_T$ колеблется в пределах 0,89—0,94.

С целью упрощения решения задачи нами не учитывалось, что несущая способность стержней исчерпывается при наличии в опасном сечении элемента упругого ядра. При учете этого обстоятельства, а также влияния касательных напряжений, расхождение между теоретическими и опытными данными, естественно, уменьшится.

Институт строительных материалов и сооружений
Академии наук Армянской ССР

Վ. Վ. ՓԻՆԱՋՅԱՆ

**Н-տիպի ընդլայնական կտրվածքով, սրտակենտրոն սեղմված կարճ ձողերի
ռախմանային վիճակի հարցի մասին**

Հոդվածում դիտված է Н-տիպի ընդլայնական կտրվածքով ձողերի տանող ունակու-
թյան խնդիրը, e_x և e_y էքսցենտրիսիտետներով կիրառված, երկայնական ուժի ազդեցու-
թյան տակ:

Հավասարակշռության (1) հավասարումների հիման վրա ստացված է (3) բանա-
ձևեր, որի միջոցով որոշվում է P կրիտիկական ուժը:

(3) բանաձևի ստուգման նպատակով արտակենտրոն սեղմման են փորձարկվել 7
սրդպատյա ձողեր: Փորձերը ցույց են տվել, որ (3) բանաձևը տալիս է որոշ չափով
մեծացրած, բայց ընդհանուր առմամբ զործնական կիրառելի արդյունքներ:

ЛИТЕРАТУРА — ЧИТАТЕЛЬСТВО

¹ В. З. Власов, Тонкостенные упругие стержни, М., 1940. ² А. Р. Ржаницын, Сложное сопротивление тонкостенных профилей с недеформируемым контуром в пределах и за пределами упругости, Тр. лаборатории строительной механики ЦНИИС, М., 1941. ³ А. И. Стрельбицкая, Предельное состояние тонкостенного двутаврового сечения при сложном сопротивлении, Сб. тр. Института строительной механики Академии наук Украинской ССР, № 15, Киев, 1951.

АСТРОФИЗИКА

Э. Е. Хачикян

О поляризации света Крабовидной туманности

(Представлено В. А. Амбарцумяном 15. VII. 1955)

Наблюдения спектра Крабовидной туманности показывают⁽¹⁻⁶⁾, что он состоит из яркого непрерывного спектра и наложенных на него эмиссионных линий. В спектре наблюдаются линии H, He I, He II, [N II], [O I], [O II], [O III], [S II]. Бааде⁽⁷⁾, сделав ряд снимков Крабовидной туманности через светофильтры, пришел к выводу, что туманность состоит из двух взаимно-пронизывающих частей: внешней — волокнистой, где образуются яркие линии туманности и внутренней — аморфной, имеющей тенденцию концентрироваться к центру туманности, в которой образуется непрерывный спектр. К этому же выводу пришел Минковский⁽¹⁾. По их оценкам 80% света туманности излучается в непрерывном спектре. Природа такого аномально яркого непрерывного спектра остается невыясненной.

Совершенно ясно, что причиной этого не может быть отражение света центральной звезды на пылинках или свободных электронах туманности. Попытка объяснить свечение туманности свободно-свободными и свободно-связанными переходами электрона в высокоионизованном газе⁽⁴⁾ приводит к весьма необычным данным для центральной звезды. В этом случае для ядра температура получается порядка 500 000°, радиус 0.02 R_☉ и полная яркость — 30 000 солнечных; электронная плотность в туманности порядка 10³ см⁻³, электронная температура T_e = 50 000°, масса 15 M_☉.

В последнее время было выяснено, что Крабовидная туманность является мощным источником радиоизлучения с постоянной интенсивностью в интервале от λ = 25 до λ = 750 см.

Попытка объяснить радиоизлучение туманности тем же механизмом свободно-свободных переходов привела к противоречию с наблюдательными данными⁽⁸⁾. В этом случае интенсивность в оптических частотах должна быть в 3—5 раз меньше, чем интенсивность излучения в области радиочастот, в то время как наблюдения показывают, что оптическая интенсивность меньше радиointенсивности в 800—1000 раз. Это сильное различие указанным механизмом трудно объяснить.

И. С. Шкловский (⁹, ¹⁰) выдвинул новый механизм для объяснения как радио, так и оптического излучения Крабовидной туманности, а именно: излучение релятивистских электронов в магнитном поле. Это излучение должно быть в основном сосредоточено в плоскости движения электрона и поляризовано перпендикулярно этой плоскости.

В свете этого объяснения представляет интерес поляризметрическое исследование Крабовидной туманности.

В 1953 г. В. А. Домбровский (¹¹) с помощью фотоэлектрического поляриметра исследовал на поляризацию излучение Крабовидной туманности и нашел, что оно поляризовано в среднем на 15%, а плоскость преимущественных колебаний в пяти областях туманности оказалась примерно одной и той же и имела в среднем позиционный угол в 172°. Однако фотоэлектрический поляриметр не давал возможности детального изучения этого эффекта, ибо использованная диафрагма поля имела площадь 3 кв. мин. Фотографический метод позволяет более детально изучить этот вопрос. С этой целью нами были получены 2 серии снимков туманности на 8" камере Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории, с поляроидом. Сведения о них даны в табл. 1 (φ —угол поворота поляроида).

Таблица 1

Д а т а	Длительность экспозиции	φ	Сорт пластинки
3 и 6. XI. 54 г.	5 ч. 00 м.	0°	Ильфорд Зенит
17. I. 55 г.	5 ч. 00 м.	60	" "
18. I. 55 г.	5 ч. 00 м.	120	" "
19. I. 55 г.	1 ч. 45 м.	0	Истман 103а—О
19. I. 55 г.	1 ч. 45 м.	60	" "
19. I. 55 г.	1 ч. 45 м.	120	" "

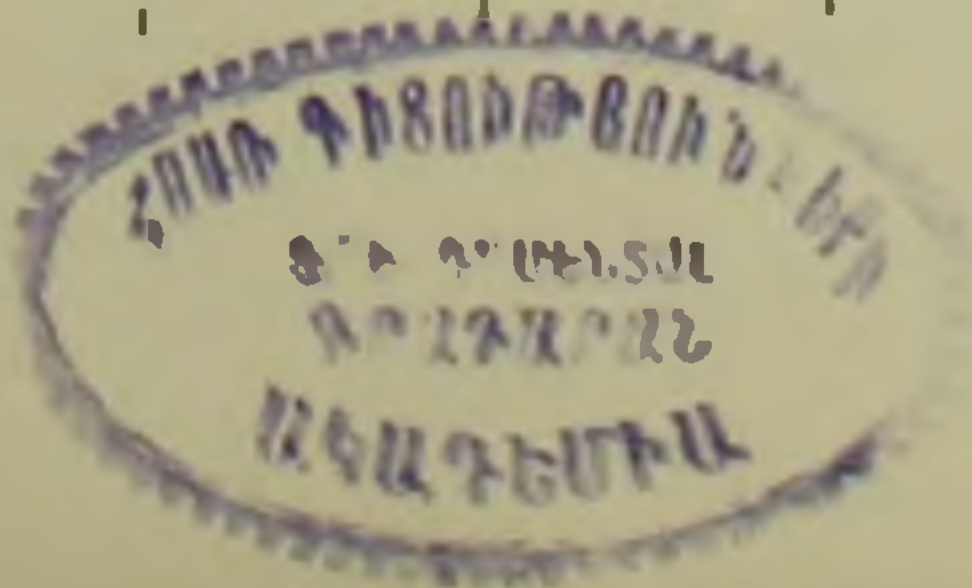
Снимки были сделаны при трех различных положениях поляроида, отличающихся на 60°, что давало возможность определить поляризацию и плоскость преимущественных колебаний.

Чтобы избежать систематических ошибок, возникающих при фотометрических работах, основанных на неодновременных снимках, был использован метод привязки к внефокальным звездам. Для этого в кассете было сделано приспособление, дающее возможность одновременно с туманностью получать вне фокуса снимки окружающих ее звезд (двухэтажная кассета). Эти изображения использовались для построения характеристических кривых и уточнения их нуля.

Измерения производились на микрофотометре системы Прокофьева спектроскопической лаборатории математико-механического факультета Ленинградского государственного университета, по сечениям, параллельным главной оси туманности. Размер каждой измеряемой площадки был равен $0,10 \times 0,10$ мм², или в угловых единицах—20" $\times$ 20". По двум сериям мы получили хорошее согласие в величинах p (процент поляризации) и φ_0 (угол преимущественных колебаний в относительной шкале). От угла φ_0 легко можно перейти к

Таблица 2

Сечение	Точка	$p\%$	Пози- ционный угол θ_0	Сечение	Точка	$p\%$	Пози- ционный угол θ_0
I	1	7	135°	II	14	31	151
	2	10	87		15	43	152
	3	9	66		16	45	155
	4	7	50		17	35	157
	5	9	10		18	44	154
	6	10	157		19	36	157
	7	28	151		20	19	179
	8	35	151		21	23	178
	9	23	162		22	20	174
	10	39	163		23	22	163
	11	47	162		24	6	0
	12	58	154	III	1	<5	
	13	56	153		2	7	68
	14	25	157		3	9	27
	15	19	166		4	10	5
	16	16	0		5	10	168
	17	13	10		6	16	142
	18	11	15		7	11	145
	19	12	8		8	19	8
	20	15	167		9	27	2
	21	26	168		10	33	167
	22	16	150		11	31	158
	23	13	150		12	28	150
	24	13	153		13	28	146
	25	11	160		14	42	156
	26	<5			15	40	162
II	1	9	153		16	33	162
	2	11	176		17	29	158
	3	9	45		18	32	161
	4	8	41		19	28	167
	5	9	0		20	27	169
	6	<5			21	20	163
	7	7	155		22	17	158
	8	<5	10		23	15	158
	9	15	25		24	8	174
	10	20	22		25	<5	
	11	11	17				
	12	7	174				
	13	13	152				



Сечение	Точка	$p^0/0$	Пози- ционный угол θ_0	Сечение	Точка	$p^0/0$	Пози- ционный угол θ_0
IV	1	8	14	VI	1	7	112
	2	7	19		2	13	159
	3	6	13		3	15	140
	4	8	149		4	15	0
	5	15	160		5	15	161
	6	34	155		6	9	157
	7	47	153		7	9	157
	8	42	157		8	25	143
	9	42	160		9	22	150
	10	43	161		10	<5	
	11	58	157	VII	1	7	179
	12	51	159		2	8	146
	13	24	172		3	9	138
	14	8	21		4	8	136
	15	12	93		5	12	141
	16	17	83		6	10	13
	17	11	58		7	11	17
	18	23	18		8	20	26
	19	26	3		9	16	50
	20	26	174		10	15	85
	21	22	163		11	13	120
	22	15	162		12	32	154
	23	13	151		13	43	158
	24	7	163		14	41	162
V	1	7	158		15	30	160
	2	9	174		16	29	161
	3	9	159		17	28	154
	4	6	178		18	10	160
	5	16	2	VIII	1	7	146
	6	23	176		2	11	148
	7	24	2		3	9	150
	8	23	177		4	15	167
	9	19	3		5	8	131
	10	11	159		6	13	142
	11	14	149		7	26	158
	12	33	135		8	36	171
	13	28	149		9	30	176
	14	6	150		10	27	173
	15	21	138		11	27	164
	16	18	149		12	24	160
	17	<5			13	9	150
					14	<5	

позиционному углу преимущественных колебаний — θ_0 по заранее сделанным отметкам на пластинке и кассете. Средние величины p и θ_0 в табл. 2 и нанесены на схематический рисунок туманности (рис. 1), составленный по фотографии Бааде в непрерывном спектре ($\lambda\lambda 7200—8400$).

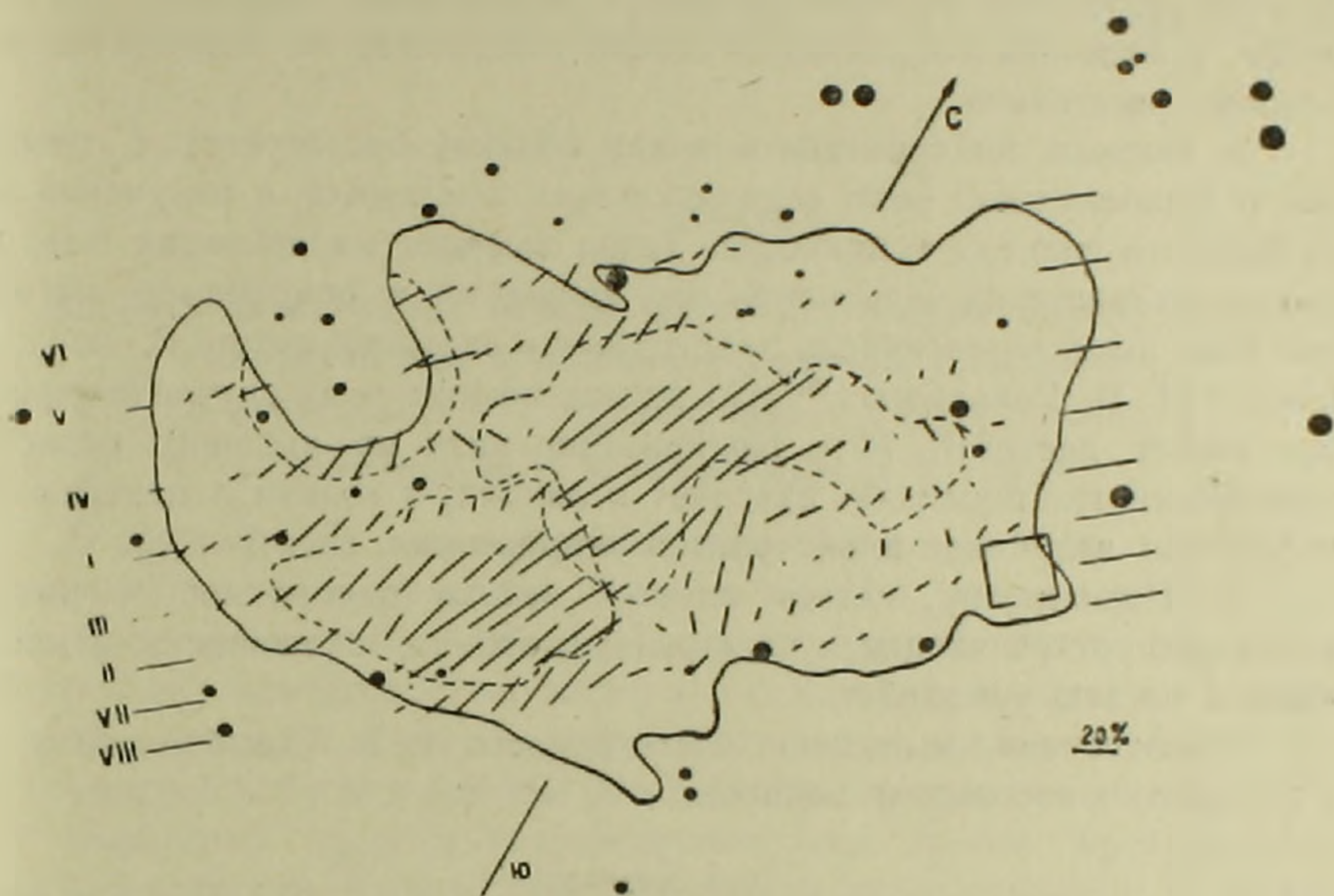


Рис. 1.

В табл. 2 в первом столбце приведены сечения, по которым производились измерения по туманности, во втором — центры измеряемых площадок, в третьем — процент поляризации, в четвертом — позиционный угол преимущественных колебаний.

Последовательность измеряемых площадок по сечениям соответствует движению справа налево на рис. 1, где яркие облака обведены пунктиром. Величина квадрата, начерченного на туманности, показывает размер каждой измеряемой площадки. Масштаб поляризации также показан на рис. 1.

Результаты получаются весьма любопытными.

Как видно из приведенного выше рисунка, поляризация света неодинакова по туманности и в некоторых местах достигает 50—60%.

Самым интересным является тот факт, что наибольшая поляризация наблюдается в областях наиболее ярких в непрерывном спектре. Вне их величина поляризации резко уменьшается. Плоскость преимущественных колебаний поляризованного света почти постоянна и в среднем составляет 168° . Интересно отметить, что средняя поляризация по всей туманности получается порядка 20%, что хорошо согласуется с электрофотометрическими наблюдениями В. А. Домбровского, измерения которого фактически усредняют как поляризацию.

так и позиционный угол преимущественных колебаний. На основе этих фактов можно сделать следующие выводы:

1. Отчетливо выявляется отсутствие радиальной поляризации.

2. Наблюдаемая поляризация Крабовидной туманности не может быть вызвана межзвездной средой, ибо области, показывающие поляризацию, отчетливо отождествляются с отдельными деталями в туманности, а величина поляризации сильно изменяется на незначительном угловом расстоянии.

3. Высокая поляризация в ярких облаках согласуется с гипотезой о существенной роли релятивистских электронов в излучении непрерывного спектра туманности. Такая высокая поляризация излучения релятивистских электронов при движении в однородном магнитном поле была теоретически предсказана в недавней работе Г. М. Гарибьяна и И. И. Гольдмана (¹²). По их подсчетам в этом случае поляризация может достигать 70%. Поляризация мала во внешних областях туманности, где последняя излучает в линиях, и велика в центральной части, где излучение происходит в непрерывном спектре.

4. Повидимому, здесь имеется весьма однородное магнитное поле, распространяющееся на большую область туманности, а может быть и на всю туманность.

В заключение выражаю благодарность В. А. Домбровскому за руководство настоящей работой.

Է. Ե. ԽԱՉԻՎՅԱՆ

ԽԵՏՂԵՍՈՒՄՆԻՄԱՆ ՄԻՔԱՄԱԾՈՒԹՅԱՆ ԵՐԱՅԻ ՔԼԵՈՒԱԳՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Հուսանկարչական մեթոդով հետազոտված է Խեցղետնանման միզամածության լույսի քլեոուացումը նրա տարբեր մասերում: Ստացված են երկու սերիա լուսանկարներ, յուրաքանչյուր սերիան քլեոուացուցիչի երեք տարբեր դիրքերի համար, որոնք իրարից տարբերվում են 60°:

Օգտագործված է աստղերի արտաֆոկուսային պատկերների հետ կապելու մեթոդը: Չափումները կատարված են էլեկտրոֆոտոմետրիկ միկրոֆոտոմետրի օգնությամբ:

Միզամածության լույսի քլեոուացման վերաբերյալ ստացված արդյունքները բերված են № 2 աղյուսակում և ներկայացված են գծ. 1-ի վրա:

Նրանց քննարկումը ցույց է տալիս, որ միզամածության որոշ տիրույթներում լույսի քլեոուացման աստիճանը հասնում է 50—60%, և այն հիմնականում կենտրոնացված է պայծառ միջերում, որոնք զծագրում սահմանադրված են պուլսկոմիտով:

Ստացված արդյունքները վկայում են հիշյալ միզամածության անընդհատ ճառագայթման մեջ ունեցած փոփոխական էլեկտրոնների էական դերի մասին: Բեկոացված լույսի զերադասելի տատանումների հարթության հաստատությունը ցույց է տալիս, որ միզամածության մեջ գոյություն ունի հիմնականում համասեռ մագնիսական դաշտ, որոնք վազն նրա մեծ մասում:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Դ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ В. М. Слайфер, *Nature*, 95, 185, 1915. ² Р. Ф. Санфорд, *Publ. ASP*, 31, 108, 1919. ³ Н. У. Мейел, *Publ. ASP*, 49, 101, 1937. ⁴ Р. Минковский, *Ap. J.*, 96, 199, 1942. ⁵ Д. Барбье, *Ann. d'Ap.* 8, 35, 1945. ⁶ Р. Минковский, *Ann. d'Ap.* 9, 7, 1946. ⁷ В. Бааде, *Ap. J.*, 96, 188, 1942. ⁸ Р. Минковский и Ж. Л. Гринштейн, *Ap. J.*, 118, 1, 1953. ⁹ И. С. Шкловский, *ДАН СССР*, 90, 983 (1953). ¹⁰ И. С. Шкловский, *ДАН СССР*, 91, 475, 1953. ¹¹ В. А. Домбровский, *ДАН СССР*, 94, 1022 (1954). ¹² Г. М. Гарибян и И. И. Гольдман, *Изв. АН АрмССР, серия ФМЕТ наук*, 7, № 2 (1954).

ЭНЕРГЕТИКА

А. М. Осепян

К вопросу о методике выбора расчетной нормы обеспеченности
 гидростанций, входящих в гидроэнергосистему
 (В энергосистеме с преобладанием гидростанций)

(Представлено И. В. Егiazаровым 30. X. 1954)

В связи с тем, что современная наука не располагает возможностью длительного прогноза стока и поэтому не позволяет предвидеть, с приемлемой точностью, водность предстоящего периода, а также ввиду непостоянства речного стока, в гидроэнергетике введено понятие расчетной обеспеченности, посредством которого определяется вероятность бесперебойной работы гидроэлектростанций (1).

Выработку энергии гидроэнергосистемы можно регулировать водохранилищами. Стоимостные показатели водохранилищ, в зависимости от местных топографических и геологических условий изменяются в весьма широких пределах при одном и том же объеме, почему возникает необходимость применять и другие способы регулирования. Если ограничиться одним способом регулирования при помощи водохранилищ, то нельзя во всех случаях добиться оптимального решения задачи энерго-экономического проектирования гидроэнергосистем, так как в этом случае мы пришли бы к одностороннему решению без проведения сравнений экономичности отдельных вариантов.

Электроемкая промышленность, потребляя большое количество электроэнергии на единицу продукции, тяготеет к источникам дешевой электроэнергии, т. е. к гидроэнергии. Как показывает опыт, в расходной части баланса электроэнергии ряда гидроэнергосистем удельный вес электроемкой промышленности превышает 50%. Это важнейшее обстоятельство должно быть учтено при решении задачи выбора расчетной нормы обеспеченности.

Наряду с водохранилищами гидроэнергосистему можно регулировать при помощи электроемкой промышленности, технологический режим которой допускает работу на непостоянном режиме энерго-снабжения.

В соответствии с этим для решения задачи определения годичной и многолетней норм обеспеченности надо установить два способа

регулирования: комбинированное, применяемое в смешанных энергосистемах с преобладанием тепловых станций, и комплексное, применяемое в гидроэнергосистемах с преобладанием гидроэлектростанций.

Под термином комбинированное регулирование понимается приспособление режима работы энергосистемы к режиму работы потребителей.

Под термином комплексное регулирование понимается полное или частичное приспособление режима работы потребителей к режиму работы незарегулированных гидроэнергосистем.

Метод определения расчетной нормы обеспеченности должен отвечать следующим требованиям:

а) рационального использования водотока, т. е. повышения коэффициента использования стока в пределах технической возможности и экономической целесообразности;

б) обеспечения планомерного развития народного хозяйства, т. е. гарантированного выполнения народнохозяйственного плана при изменчивости речного стока как в годичном, так и многолетнем разрезе;

в) экономичного использования водотока, т. е. получения минимума народнохозяйственных издержек по комплексу энергосистема-потребитель.

Потребители-регуляторы создают условия рационального использования гидроэнергоресурсов путем значительного повышения коэффициента использования стока (²).

Исходя из принципиальных положений, отмеченных выше, задача выбора расчетной нормы обеспеченности для гидроэлектростанций должна быть решена путем установления двойной нормы (²).

Первая норма показывает степень обеспечения производства электроэнергией, исходя из оптимального режима работы комплекса производитель-потребитель электроэнергии.

Вторая норма характеризуется числом лет бесперебойного электроснабжения потребителей по принятому оптимальному режиму.

Характеристики первой и второй норм обеспеченности выражаются обычно или в процентах или в долях единицы, однако по своему существу они выражают различные понятия и по своей величине должны сильно различаться. Это различие в основном объясняется тем, что энергетические и экономические принципы, на основе которых устанавливаются эти нормы, совершенно различны.

Первая норма характеризуется отношением количества доставляемой потребителю электроэнергии к количеству, необходимому для полного обеспечения его по мощности. Она должна быть рассчитана на основе принципа минимума народнохозяйственных издержек.

Если имеется заданное количество производства продукции, то таковую можно выработать на постоянной электроэнергии, т. е. близкой к круглогодовой обеспеченности электроэнергией. Но это же количество продукции может быть выработано на непостоянной, т. е.

сезонной электроэнергии, что вызывает необходимость перевода электростанции на режим работы потребителя-регулятора с установлением на последнем дополнительных мощностей.

Выработка электроэнергии не является законченным циклом в производственном процессе и поэтому первый норматив выбирается из расчета получения минимума комплексной себестоимости $d_{\text{ком}}$ (¹).

В комплексной себестоимости отражаются дополнительные народнохозяйственные издержки, возникающие при работе электростанции в режиме потребителя-регулятора с одной и с другой стороны энергосистемы, благодаря использованию сезонной электроэнергии, с другой стороны (¹).

Посредством $d_{\text{ком}}$ устанавливается экономическая эффективность объединения незарегулированных гидроэнергосистем.

Вторая норма, характеризуемая количеством лет бесперебойного электроснабжения потребителей по принятому оптимальному режиму, является заданной и по своей величине должна приближаться к 100%. Этот норматив рассчитывается с учетом экономического закона планомерного и пропорционального развития народного хозяйства, не допускающего нарушения материального баланса между отдельными отраслями народного хозяйства. Это значит, что, установив при помощи первого норматива наиболее экономичный в годовом разрезе режим работы комплекса потребитель-гидроэнергосистема, мы должны гарантировать этому режиму высокую обеспеченность в многолетнем разрезе.

То обстоятельство, что величина второго норматива должна быть заданной, надо понимать как необходимость проведения энергоэкономических расчетов для достижения наиболее экономичным способом этого норматива. Эти способы во многих случаях должны быть комбинированными.

Способы следующие:

а) резервирование продукции в многоводные годы для покрытия нехватки продукции, возникающего в маловодные годы.

б) размещение электростанции промышленности в различных районах Советского Союза со снабжением их электроэнергией от гидроэлектростанций, расположенных на реках с различным гидрологическим режимом и;

в) возложение годичного регулирования на потребителей регуляторов, а многолетнее регулирование — на водохранилища.

Выводы. 1. Гидроэнергосистему можно экономично регулировать потребителями-регуляторами совместно с водохранилищами.

2. Задача выбора расчетной нормы обеспеченности гидроэлектростанций, входящих в гидроэнергосистему, решается путем установления двойной нормы.

Первая норма показывает степень обеспечения производства электроэнергией, исходя из оптимального режима работы комплекса производитель-потребитель электроэнергии в годичном разрезе.

Вторая норма характеризуется числом лет бесперебойного электроснабжения потребителей по принятому оптимальному режиму.

3. Первая норма определяется энергоэкономическими расчетами на основе принципа минимума народнохозяйственных издержек.

Вторая норма определяется на основе закона планомерного (пропорционального) развития народного хозяйства.

Водно-энергетический институт
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ս. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ

Հիդրոէներգետիկ սխառեմի մեջ մտնող հիդրոկայանների ապահովության հաշվարկային նորմայի բնութւորյան մերողիկայի հարցի շուրջը

Հոգւածում հիդրոկայանի ապահովության հաշվարկային նորմայի բնութւորութիւնը կատարվում է կրկնակի նորմաներ սահմանելու ճանապարհով:

Առաջին նորման ցույց է տալիս արտադրութեանը էներգիայով ապահովելու աստիճանը, ելնելով տարվա բնթացքում էներգիա արտադրողի և սպառողի օպտիմալ սեփականներից: Այս նորման որոշվում է էներգո-տնտեսական հաշվումների միջոցով, որոնք հիմնված են ժողովրդա-տնտեսական ծախսերի մինիմումը ստանալու սկզբունքի վրա:

Երկրորդ նորման որոշվում է ժողովրդական տնտեսութեան պլանաչափ զարգացման որոնքի հիման վրա, այդ պատճառով այն պետք է մոտ լինի 100%-ին: Այդ տված նորման կատարելի նվազագոյն ծախսերով առաջարկված հետևյալ հղանակներով.

ա) արտադրանքի պահեստումով.

բ) էներգոունակ արդյունաբերութեան տեղաբաշխումը տարրերի վերաբերյալ աշխատող հիդրոկայանների միջև.

գ) բաղմամբա մասնակի կանոնավորումը կատարել ջրամբարների միջոցով, իսկ տարեկան կանոնավորումը սպառիչ կանոնավորիչների միջոցով:

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

¹ С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель, Водохозяйственные расчеты, Гидрометеорологическое изд-во. 1952. ² А. М. Осеян, Выбор многолетней нормы обеспеченности при комплексном регулировании режима работы гидроэнергосистем, Известия АН АрмССР, т. IV, № 2, 1951. ³ А. М. Осеян, К вопросу энерго-экономических расчетов при сезонном и многолетнем регулировании гидроэнергосистемы, Известия АН АрмССР, т. V, № 3, 1952.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Э. П. Саркисян

О регулировании скорости электропривода переменного тока с магнитной муфтой, управляемой прерывистым способом

(Представлено А. Г. Иосифьяном 26. III. 1955)

Одним из важнейших направлений в деле автоматизации промышленных и сельскохозяйственных производственных процессов является развитие автоматизированного электропривода.

Стремление уменьшить число преобразований энергии и повысить надежность установок заставляет уделять все большее внимание проблеме создания регулируемых приводов на переменном токе. Известные способы регулирования скоростей 3-фазного асинхронного двигателя имеют ограниченные области применения, исключающие диапазон мощностей и нагрузочных характеристик основного числа приводов производственных механизмов.

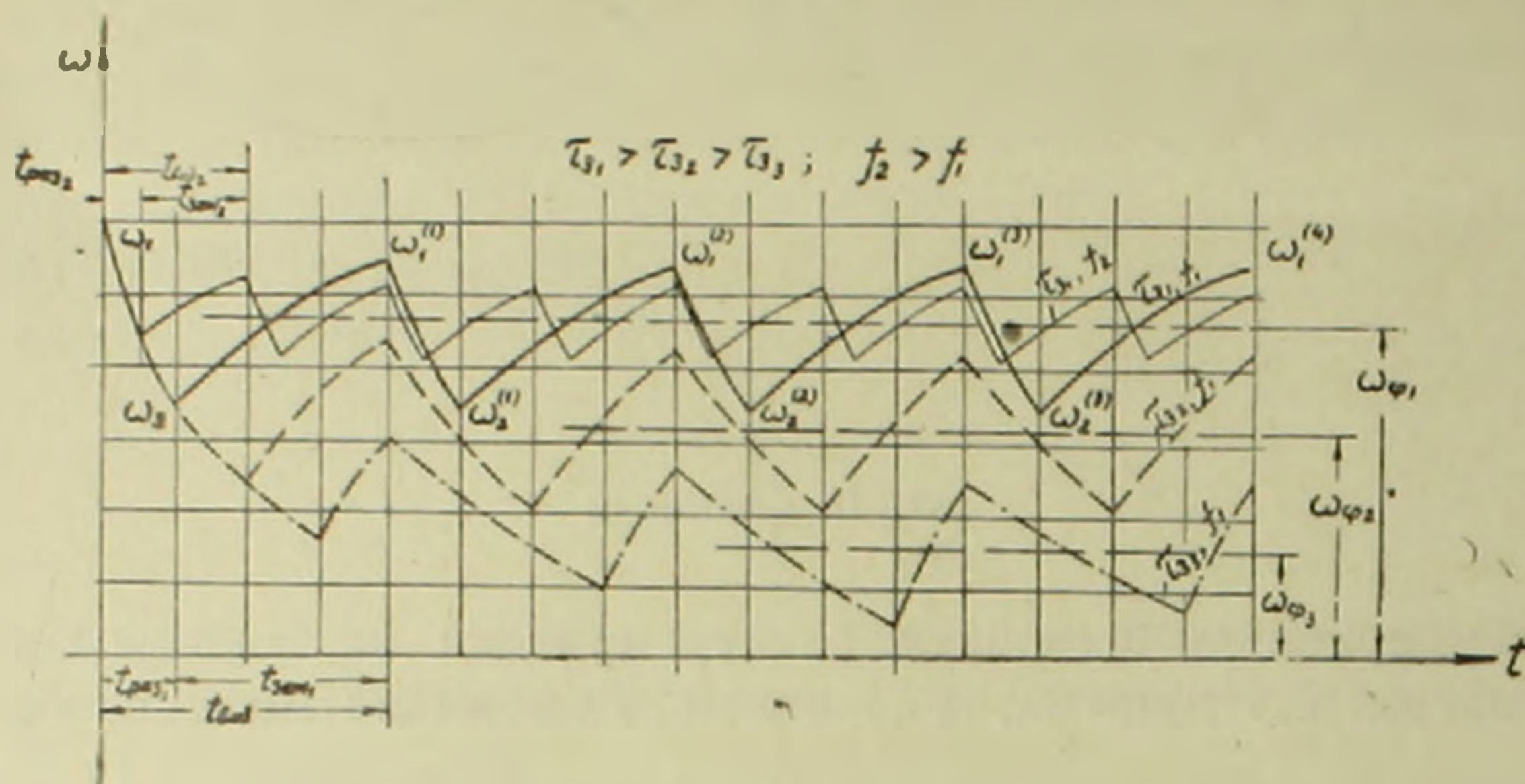
В связи с этим была поставлена цель — разработать простую систему электропривода на переменном токе, позволяющую:

- а) регулировать скорость вращения приводного механизма в широких пределах;
- б) автоматически поддерживать постоянство заданной скорости как при колебаниях нагрузочного, так и вращающего моментов;
- в) использовать в качестве приводного двигателя как асинхронный, так и синхронный двигатель.

Сущность разработанного способа регулирования заключается в том, что посредством прерывателя производятся непрерывно чередующиеся включения и выключения возбуждения магнитной муфты, в связи с которыми ведомая часть муфты вместе с нагрузкой оказывается в период замкнутого состояния контактов в режиме разгона, а в период разомкнутого состояния — в режиме свободного выбега, т. е. торможения.

Благодаря инерционности системы, в результате непрерывных включений и отключений муфты возникает установившееся колебание скорости вращения ведомой части относительно среднего значения, величина которого при заданной нагрузке регулируется изменением относительной замкнутости контактов прерывателя (τ_z).

Характер изменения скорости вращения при установившемся процессе представляется в виде периодической функции с периодом, равным периоду вибрации прерывателя (фиг. 1).



Фиг. 1.

Допуская отсутствие влияния гистерезиса при непрерывных включениях и отключениях муфты, величину средней скорости можно определить как

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega_1^{(k)} + \omega_2^{(k)}}{2}, \quad (1)$$

где $\omega_1^{(k)}$ — максимальное, а $\omega_2^{(k)}$ — минимальное значение скорости вращения при установившемся процессе. $\omega_1^{(k)}$ и $\omega_2^{(k)}$ определяются из кривой переходного процесса, которая, согласно фиг. 1, может быть разбита на участки:

$\omega_1 - \omega_2$	при	$0 < t \leq t_{\text{раз}}$
$\omega_2 - \omega_1^{(1)}$	"	$t_{\text{раз}} < t \leq t_{\text{виб}}$
$\omega_1^{(1)} - \omega_2^{(1)}$	"	$t_{\text{виб}} < t \leq t_{\text{виб}} + t_{\text{раз}}$
...		
...		
$\omega_1^{(k)} - \omega_2^{(k)}$	"	$k \cdot t_{\text{виб}} < t \leq k \cdot t_{\text{виб}} + t_{\text{раз}}$
$\omega_2^{(k)} - \omega_1^{(k+1)}$	"	$k \cdot t_{\text{виб}} + t_{\text{раз}} < t \leq (k+1) \cdot t_{\text{виб}}$

Здесь

$t_{\text{зам}} = \tau_3 \cdot t_{\text{виб}}$	— время замкнутого состояния контактов,
$t_{\text{раз}} = (1 - \tau_3) \cdot t_{\text{виб}}$	— время разомкнутого " " ,
$t_{\text{виб}} = \frac{1}{f}$	— период вибраций контактов прерывателя,
f — частота вибраций в секунду.	

Так как практически нарастание и спадание скорости ведомой части муфты можно принять изменяющимися по кривым

$$\left. \begin{aligned} f_1(t) &= \omega_n \cdot \left(1 - e^{-\frac{\tau_3 \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_1}} \right) \\ f_2(t) &= \omega_n \cdot e^{-\frac{(1-\tau_3) \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_2}} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где: ω_n — номинальная скорость вращения,

θ_1 — постоянная времени кривой разгона,

θ_2 — " " " " выбега, то значения максимальных и минимальных значений скоростей в переходном процессе определятся как:

$$\left. \begin{aligned} \omega_1 &= \omega_n, & \omega_2 &= \omega_n \cdot e^{-\frac{(1-\tau_3) \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_2}} \\ \omega_1^{(1)} &= \omega_n \left(1 - e^{-\frac{x(1) + \tau_3 \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_1}} \right), & \omega_2^{(1)} &= \omega_n \cdot e^{-\frac{y(1) + (1-\tau_3) \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_2}} \\ &\dots & & \\ &\dots & & \\ \omega_1^{(k)} &= \omega_n \left(1 - e^{-\frac{x(k) + \tau_3 \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_1}} \right), & \omega_2^{(k)} &= \omega_n \cdot e^{-\frac{y(k) + (1-\tau_3) \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_2}} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где:

$$\left. \begin{aligned} x_{(1)} &= \theta_1 \cdot \ln \frac{1}{1 - e^{-\frac{(1-\tau_3) \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_2}}}, & y_{(1)} &= \theta_2 \cdot \ln \frac{1}{1 - e^{-\frac{x_{(1)} + \tau_3 \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_1}}} \\ x_{(2)} &= \theta_1 \cdot \ln \frac{1}{1 - e^{-\frac{y_{(1)} + (1-\tau_3) \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_2}}}, & y_{(2)} &= \theta_2 \cdot \ln \frac{1}{1 - e^{-\frac{x_{(2)} + \tau_3 \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_1}}} \\ &\dots & & \\ &\dots & & \\ x_{(k)} &= \theta_1 \cdot \ln \frac{1}{1 - e^{-\frac{y_{(k-1)} + (1-\tau_3) \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_2}}}, & y_{(k)} &= \theta_2 \cdot \ln \frac{1}{1 - e^{-\frac{x_{(k)} + \tau_3 \cdot t_{\text{внб}}}{\theta_1}}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Как видно из выражений (1), (3) и (4), величина средней скорости при $f = \text{const}$ и постоянстве момента нагрузки, определяющем постоянство θ_1 и θ_2 , будет изменяться с изменением τ_3 , а при $f = \text{const}$ и $\tau_3 = \text{const}$ колебания момента нагрузки вызовут изменение значения средней скорости.

Однако постоянство средней скорости при колебаниях нагрузочного момента осуществляется схемой автоматического регулирования с введением обратной связи по скорости, которая обеспечивает автоматическое изменение τ , при изменении нагрузочного момента.

Лаборатория электротехники
Академии наук Армянской ССР

Է. Պ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Անցիտավող եղանակով ղեկավարվող մագնիսական կցորդի միջոցով փոփոխական հոսանքի էլեկտրարանեցման սարքավորման արագության կանոնավորման մասին

Կանոնավորման մշակված եղանակի էությունը կայանում է նրանում, որ ընդհատիչի միջոցով կատարվում է մաղնիսական կցորդի զրգոման տնդնդատ հաջորդող միացումը և անջատումը, որոնց կապակցությամբ կցորդի կրող մասը, բեռի հետ միասին կոնտակտների փակ դրության ժամանակաշրջանում գտնվում է արագընթաց ուժի մում, իսկ անջատված դրության ժամանակաշրջանում՝ արդեյակային ուժի մում:

Այդ դեպքում իներցիականության շնորհիվ տեղակայման կրող մասը կսկսվի մի որոշ միջին արագությամբ, որի փոփոխությունը տրված բեռի դեպքում կատարվում է հարարերական փակվածության (τ_3) փոփոխման միջոցով (նկ. 1):

Միջին արագության մեծությունը կախված τ_3 -ից որոշվում է՝ (1), (3) և (4) հավասարումներով:

Կանոնավորման մշակված եղանակի առավելությունները հանդիսանում են՝

1. Ոժանդակ սարքավորման պարզությունը և թեթևությունը.
2. Բանեցման սարքավորման պոտման արագության լայն սահմաններում կանոնավորման հնարավորությունը, բեռի տարբեր բնույթի դեպքում.
3. Պատման դրված արագության մշտականության ապահովումը բեռի մոմենտի փոփոխման դեպքում, ըստ արագության վերադարձ կապի օգնությամբ:

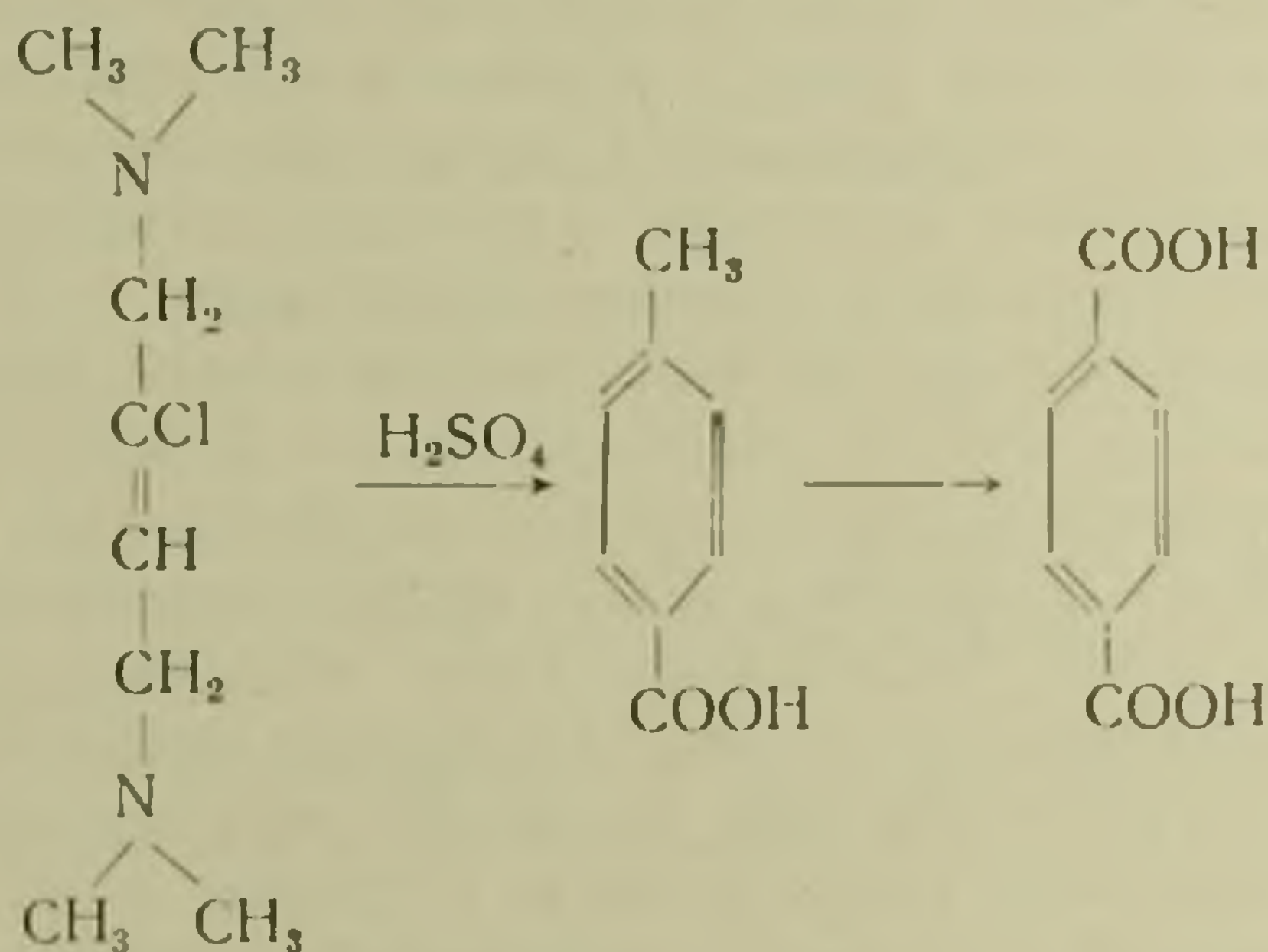
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. О. Бабаян

Исследование продукта взаимодействия
 1,4-ди-[диметиламино]-2-хлорбутена-2 с серной кислотой

(Представлено А. Л. Мнджояном 31. XII. 1954)

В предыдущей статье ⁽¹⁾ было сообщено о предварительных опытах сернокислотного гидролиза 1,4-ди-(диметиламино)-2-хлорбутена-2 с целью получения соответствующего кетона-1,4-ди-(диметиламино)-бутанона-2.



В результате этой реакции был получен белый кристаллический продукт с т. пл. — 178—179°.

По аналитическим данным и по характеру вещество не соответствовало ожидаемому кетону. Оказалось, что оно не образует семикарбазона и не содержит азота, хлора и серы; последняя могла бы оказаться в молекуле в случае образования сульфокислоты.

В настоящей работе мы поставили перед собой задачу исследовать это вещество и выяснить его природу.

Продукт представляет собой кислоту, так как хорошо растворяется в щелочах и образует серебряную соль. Наличие этиленовых и ацетиленовых связей в молекуле исключено, так как вещество не обесцвечивает брома.

Согласно аналитическим данным и результатам определения молекулярного веса, вещество имеет эмпирическую формулу $C_8H_8O_2$. Элементарный состав вещества наряду с его насыщенным характером, а также выделение копоти при горении продукта указывали на его ароматический характер.

Температура плавления вещества, $178-179^\circ$, совпадает с т. пл. п-метил-бензойной кислоты. Для идентификации вещество было окислено марганцовокислым калием; при этом была получена терефталевая кислота, идентифицированная в виде диметилового эфира.

Все приведенные данные доказывают, что исследуемое вещество является п-метил-бензойной кислотой. Образование этого вещества при взаимодействии 1,4-ди-(диметиламино)-2-хлорбутена-2 с серной кислотой несомненно является результатом ряда сложных превращений, о характере которых в настоящее время трудно делать какие-либо заключения. Можно лишь предполагать, что при действии серной кислоты исходный ненасыщенный хлордиамин в первую очередь подвергается сернокислотному гидролизу с образованием 1,4-ди-(диметиламино)-бутанона-2. Весьма вероятно, что последний, подобно прочим β -аминокетонам, отщепляет одну молекулу диметиламина, образуя диметиламинометил-винилкетон. Дальнейшие превращения последнего, приводящие в конечном счете к образованию п-метил-бензойной кислоты, повидимому, сопровождаются реакциями окисления, о чем свидетельствует обильное выделение сернистого ангидрида при взаимодействии серной кислоты с исходным веществом.

Экспериментальная часть. Взаимодействие серной кислоты с 1,4-ди-(диметиламино)-2-хлорбутеном-2. — К 15 г 1,4-ди-(диметиламино)-2-хлорбутена-2, при постоянном перемешивании и охлаждении водой, постепенно прибавлено 50 мл концентрированной серной кислоты (уд. вес 1.83). Наблюдалось слабое выделение хлористого водорода. Смесь нагревалась на кипящей водяной бане в течение 2 дней; при этом имело место обильное выделение двуокиси серы. После охлаждения содержимое колбы слито в холодную воду; вещество выделилось в виде белых кристаллов. Кристаллический продукт отфильтрован, высушен и после перекристаллизации из спирта и воды имел т. пл. $178-179^\circ$ (температура плавления п-метил-бензойной кислоты $178-179^\circ$) ⁽²⁾.

Получено примерно 7,8 г продукта.

Вещество горит коптящим пламенем и не содержит ни хлора, ни азота, ни серы.

0.1016 г вещ.: 0,2632 г CO_2 ; 0,0576 г H_2O . 0,1013 г вещ.: 0,2621 г CO_2 ; 0,0562 г H_2O . 0,1000 г вещ.: 2,000 г камфоры, $\Delta t 15^\circ$. 0,0411 г вещ.: 9,3 мл CH_4 (23° , 677 мм). Найден %: С 70.65, 70.56; Н 6,29, 6.16; М 132,3; активных Н-атомов 1.088. $C_8H_8O_2$. Вычислен %: С 70.58; Н 5,88; М 136; число активных Н-атомов 1.000.

Окисление вещества $C_8H_8O_2$. — К 1 г продукта взаимодействия 1,4-ди-(диметиламино)-2-хлорбутена-2 с серной кислотой прибавлен раствор

4.95 г едкого натра и 3.3 г марганцовокислого калия в 82.5 мл воды. Смесь кипятилась с перемешиванием до обесцвечивания раствора, примерно 4 ч., после чего прибавлено еще 0.5 г перманганата и кипячение продолжено еще 5 ч.; за это время раствор не обесцветился. Смесь обесцвечена прибавлением нескольких капель этилового спирта, отфильтрована в горячем состоянии и фильтр промыт несколько раз горячей водой. Фильтрат выпарен на водяной бане приблизительно до 1/3 части общего объема и в теплом состоянии подкислен соляной кислотой. При этом выделился обильный осадок белых кристаллов. Вещество было отфильтровано, промыто и высушено. Получено 1.2 г белого кристаллического продукта, неплавящегося и сублимирующего выше 300°.

Получение диметилового эфира—продукта окисления. — К раствору 0.9 г продукта окисления в 30 г метилового спирта прибавлено 3 г концентрированной серной кислоты. Смесь кипятилась на водяной бане с обратным холодильником в течение 5 ч. После удаления избытка метилового спирта остаток закристаллизовался. Кристаллы растворены в эфире, эфирный раствор промыт щелочью, водой и высушен безводным сернокислым натрием. После удаления эфира получено 0.8 г белых игольчатых кристаллов с т. пл. 140—141° (т. пл. диметилового эфира терефталевой кислоты 140—141°³). Смешанная проба с заведомым препаратом диметилового эфира терефталевой кислоты не дала депрессии.

0.1000 г вещ: 0.2266 г CO₂; 0.0481 г H₂O. 0.1011 г вещ: 0.2283 г CO₂; 0.0485 г H₂O. Найден %: С 61.80, 61.58; Н 5.34; 5.33; C₁₀H₁₀O₄. Вычислен %: С 61.85; Н 5.15.

Выводы. Установлено, что при сернокислотном гидролизе 1,4-ди-(диметиламино)-2-хлорбутена-2 с хорошим выходом образуется п-метил-бензойная кислота.

Последняя идентифицирована в виде продукта ее окисления—терефталевой кислоты и ее диметилового эфира.

Химический институт Академии наук
Армянской ССР
Армянский педагогический институт
им. Х. Абовяна

Վ. Ն. ԲՈՒԲՈՒՅԱՆ

1,4-դի-[(դիմեթիլամինո)]-2-քլորբուտեն-2-ի և ծծմբական քլորի փոխադրեցուքլան պրոդուկտի ուսումնասիրությունը

Ցույց է տրված, որ 1,4-[(դիմեթիլամինո)]-2-քլորբուտեն-2-ի ծծմբաթթվական հիդրոլիզի ժամանակ ստացվում է լավ ելքով պարամեթիլ-բենզոյական թթու։
Վերջինս ինդենտիֆիկացված է — տերեփալաթթվի և նրա դիմեթիլ-էսթերի ձևով։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. О. Бабаян, ДАН АрмССР, т. XIX, № 2 (1954). ² Келлас, Ph. ch., 24, 222.
³ Уильман, Шлайпфер, 13, 37, 2003.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

А. С. Оганесян и Л. И. Антропов

Кинетика электровосстановления ацетона
на ртутном катоде

(Представлено А. А. Акопяном 4. V. 1954)

Реакции электровосстановления кетонов и, в частности, ацетона посвящено большое число статей (¹), однако кинетика процесса восстановления изучена еще весьма слабо.

Настоящая работа была поставлена с целью исследования влияния рН раствора и концентрации ацетона на скорость восстановления последнего на ртутном катоде и выяснения связи, существующей между потенциалом электрода, плотностью тока, концентрацией восстанавливаемого вещества и концентрацией водородных ионов раствора.

Для решения указанной задачи были сняты поляризационные и электрокапиллярные кривые (²). Измерения катодного потенциала и поверхностного натяжения проводились в атмосфере очищенного электролитического водорода при $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Средой служил 2 н раствор серной кислоты (кроме опытов, проводившихся при различных значениях рН), приготовленный на электролитически обработанной кислоте и дважды перегнанной воде. Ацетон очищался перегонкой. Для опытов использовалась фракция с удельным весом 0,791, кипящая при температуре, совпадающей с температурой кипения чистого ацетона при давлении 680 мм рт. ст. Ртуть подвергалась предварительной химической очистке и затем перегонялась в вакууме. При работе использовались обычные поляризационная и компенсационная схемы; электролизер и капиллярный электрометр, применявшиеся в данной работе, изображены на рис. 1 и 2.

На рис. 3 в полулогарифмических координатах даны поляризационные кривые, полученные в исходном растворе 2 н серной кислоты и в растворах, содержащих $1,4 \cdot 10^{-3}$, $1,4 \cdot 10^{-2}$, $1,4 \cdot 10^{-1}$ и 1,4 моль/л ацетона.

Все опытные данные, за исключением точек, относящихся к самым малым плотностям тока, укладываются в зону отсутствия ацетона на одну прямую, выражающуюся уравнением:

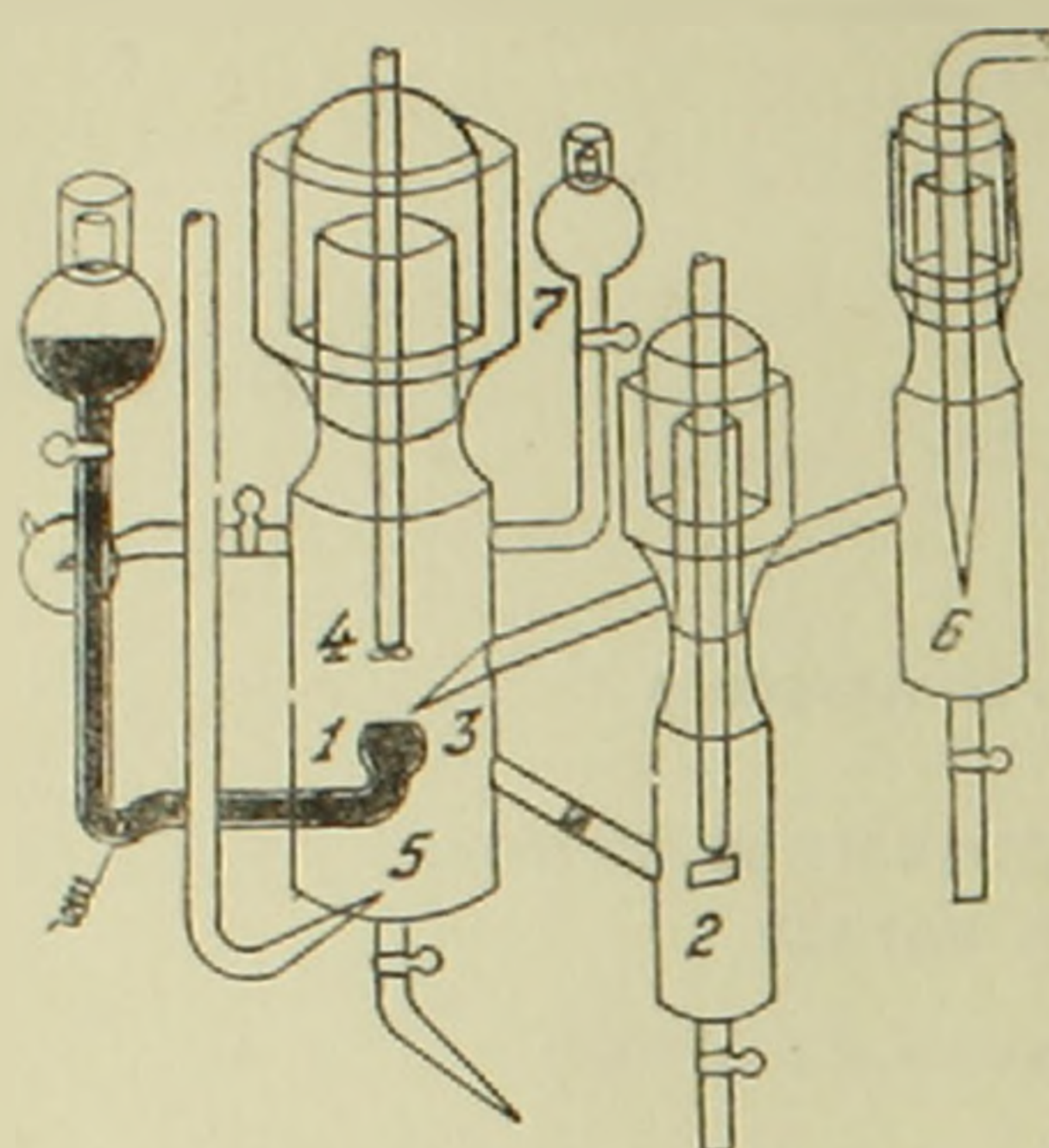


Рис. 1. Электролизер.

1 — ртутный катод; 2 — платиновый анод; 3 — конец электролитического сифона, ведущего через промежуточное соединение 6 к электроду сравнения; 4 — стеклянная мешалка; 5 — подводная водородная трубка; 7 — приспособление для введения раствора и ацетона.

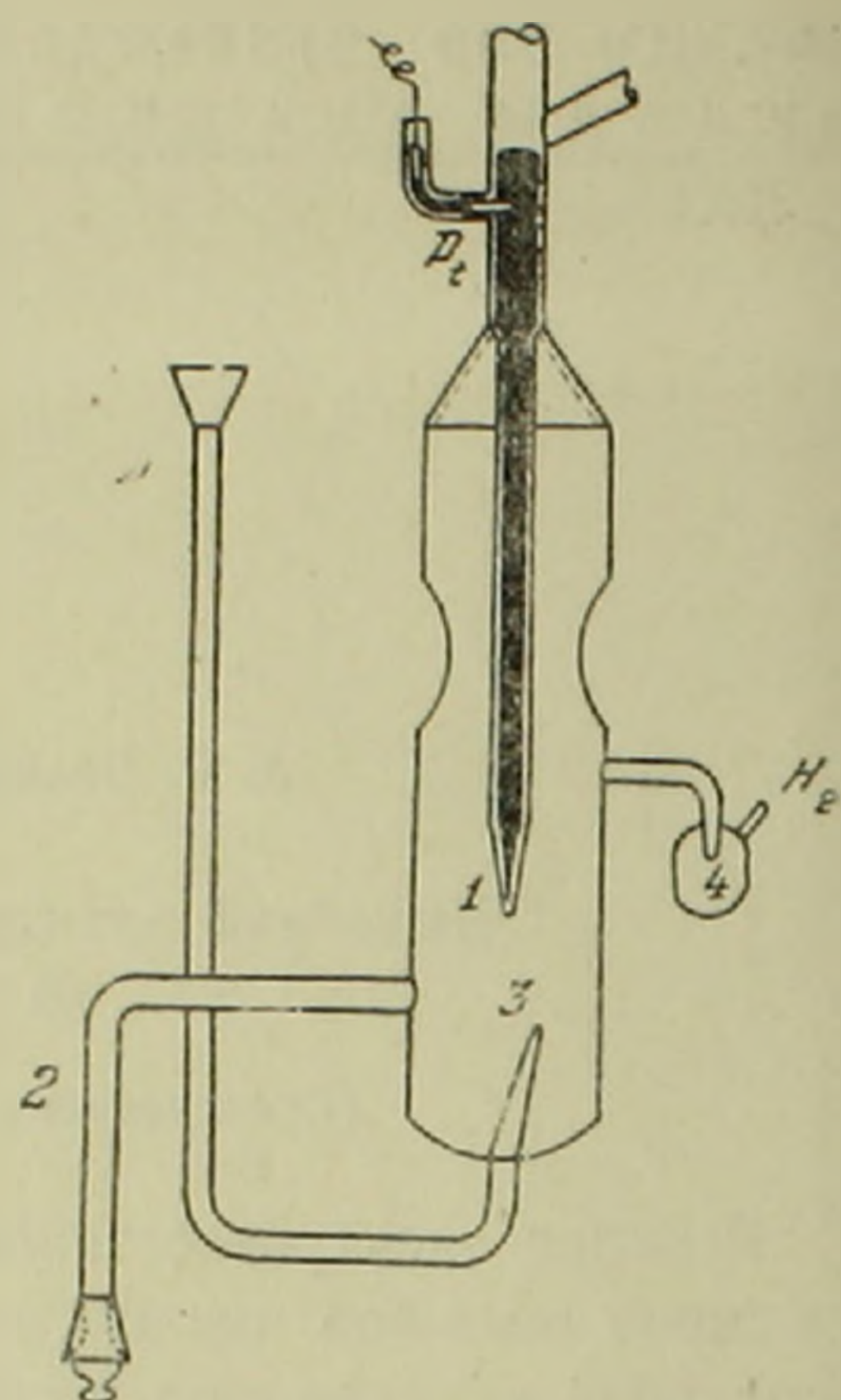


Рис. 2. Капиллярный электрометр
1 — капиллярный конец трубки со ртутью; 2 — электрический сифон, ведущий к электроду сравнения; 3 — трубка для подвода водорода; 4 — вывод водорода.

$$\epsilon_j = a + b \lg j, \quad (1)$$

причем $a = 1,45$ в. а $b = 0,14$. Значения констант уравнения (1) близки к величинам, полученным

другими исследователями. Так, например, по данным З. А. Иофа и А. Н. Фрумкина (³), $a = 1,45$ в и $b = 0,12$.

При введении ацетона зависимость между потенциалом и логарифмом плотности тока оказывается более сложной и отвечает прямой лишь в некоторой области плотностей тока, тем более широкой, чем выше концентрация добавки.

При малых плотностях тока присутствие ацетона, как правило, почти не сказывается на значениях электродных потенциалов, оно несколько смещает их в сторону более

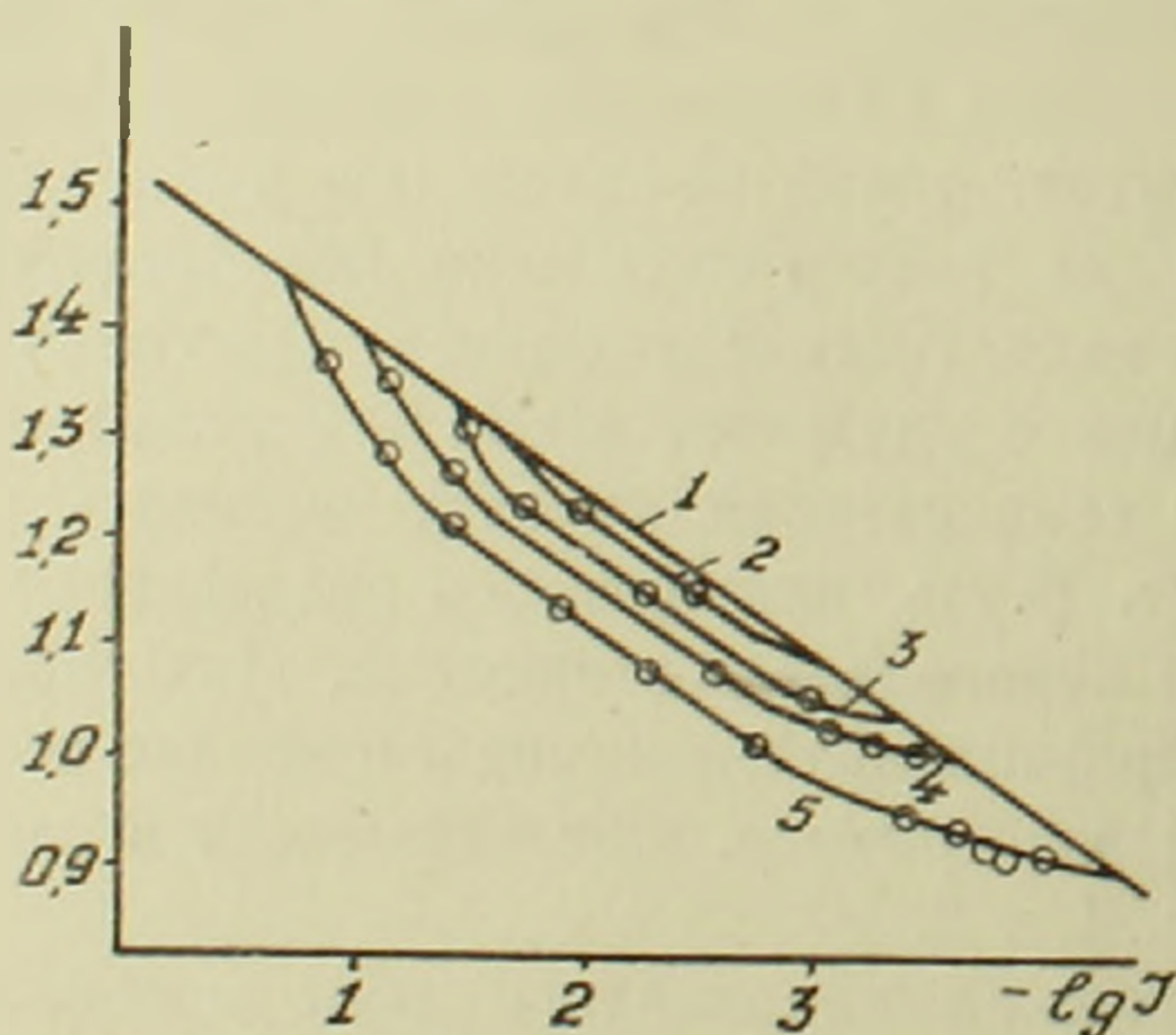


Рис. 3. Катодные поляризационные кривые, полученные в растворах.

1 — 2N. H_2SO_4 ; 2 — тот же раствор с добавками ацетона $1,4 \cdot 10^{-3}$; 3 — $1,4 \cdot 10^{-2}$; 4 — $1,4 \cdot 10^{-1}$; 5 — 1,40 моль/л.

положительных значений. Начиная с определенного потенциала, различного для каждой концентрации ацетона, наблюдается деполяри-

зация — потенциал становится более положительным, что указывает на протекание процесса электровосстановления. При самой малой из применявшихся концентраций ацетона ($1,4 \cdot 10^{-3}$ моль/л потенциал начала восстановления (начала деполяризации) лежит при $-1,07$ в ($j = 7,1 \cdot 10^{-4}$ а/см²) при максимальной концентрации ацетона — около $-0,92$ в ($j = 3 \cdot 10^{-5}$ а/см²). Таким образом, при увеличении концентрации ацетона в 10 раз потенциал начала его восстановления становится положительнее в среднем на 50 мв. Связь между потенциалом устойчивого восстановления ацетона (в той области, где еще не сказываются диффузионные явления) и концентрацией оказывается более сложной. Обработка опытных данных приводит к заключению, что процесс электровосстановления ацетона в растворах постоянной кислотности может быть описан уравнением:

$$\varepsilon = a + b \lg \frac{j}{1 + \frac{k_2}{k_1} c} \quad (2)$$

Значения констант этого уравнения таковы: $a = 1.46$ в, $b = 0.14$, $\frac{k_2}{k_1} = 5.6$ и $\beta = 0.37$.

Уравнение (2), описывающее опытные данные, выведено теоретически (1) в предположении, что в реакции электровосстановления участвуют молекулы ацетона, адсорбированные поверхностью ртутного электрода и что связь между поверхностной концентрацией ацетона (c') и его концентрацией в объеме (c) передается изотермой Фрейндлиха. Для проверки этого предположения были сняты электрокапиллярные кривые в растворах серной кислоты с различным содержанием ацетона (рис. 4). Затем из полученных кривых находилась связь между c' и c при помощи уравнения Гиббса:

$$c' = - \frac{c}{RT} \frac{\partial \sigma}{\partial c} \quad (3)$$

Поскольку точность электрокапиллярных измерений при применявшейся методике была не очень велика, при расчетах вместо дифференциалов использовались конечные разности величин σ (поверхностного натяжения) и c . Вычисления показали, что связь между концентрацией ацетона в объеме и на поверхности может быть передана при помощи изотермы Фрейндлиха. Значение $\beta = \frac{1}{\eta}$ колеблется в зависимости от величины потенциала в пределах от 0,2 до 0,4, что близко к значению β (0,37), определенному на основе поляризационных измерений. Последнее может рассматриваться как дополнительное подтверждение справедливости предположений, сделанных при выводе уравнения (2).

Дальнейшие исследования были посвящены выяснению влияния концентрации водородных ионов на кинетику электровосстановления

ацетона. С этой целью были сняты поляризационные кривые в тех областях плотностей тока, где следует ожидать, на основании предыдущих измерений, протекания процесса восстановления. Концентрация ацетона здесь была постоянной, 0,2 моль/л, и содержала 0,25 моль/л

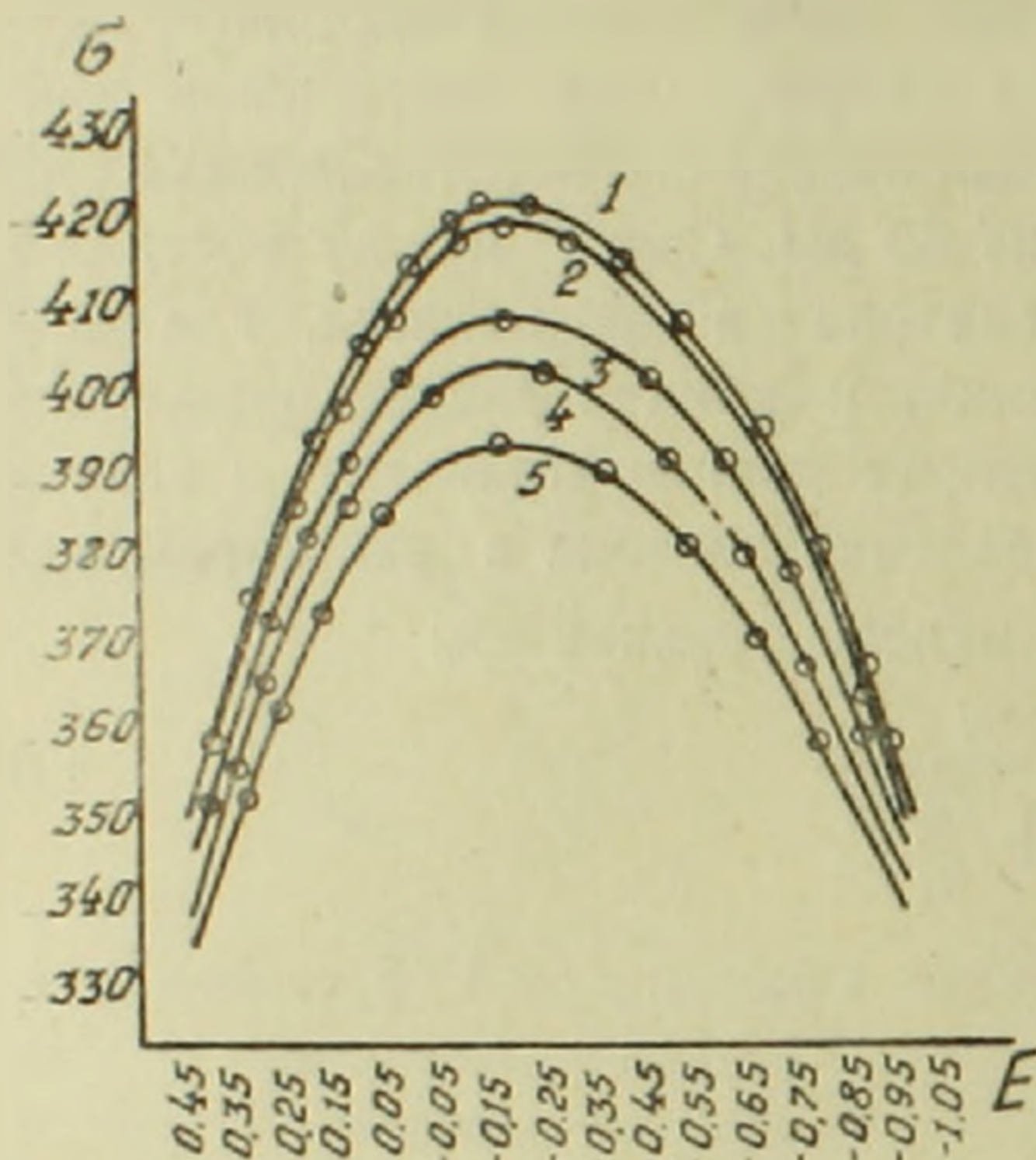


Рис. 4. Электрокапиллярные кривые, полученные в растворах. 1 — 2N. H_2SO_4 ; 2 — с добавками ацетона $2,0 \cdot 10^{-3}$; 3 — $2,0 \cdot 10^{-2}$; 4 — $2,0 \cdot 10^{-1}$; 5 — 2,0 моль/л.

сульфата аммония. Величины pH применявшихся растворов изменялись в пределах от 0,75 до 2,2. Специальными проверочными испытаниями было показано, что в условиях опыта не наблюдается заметного изменения pH. Полученные поляризационные кривые представлены на рис. 5 в полулогарифмических координатах. Обработка (1) опытных данных показывает, что между потенциалом электрода при данной плотности тока и величиной pH существует линейная связь (рис. 6). Наклон прямой $\epsilon - pH$ составляет 0,14. Таким образом все опытные данные по электровосстановлению ацетона могут быть описаны при помощи следующего уравнения:

$$\epsilon = a + b \lg \frac{j}{1 + \frac{k_2}{k_1} c^{\beta}} + b pH. \quad (4)$$

Последнее выводится в предположении, что в катодной реакции участвуют ионы водорода и адсорбированные молекулы ацетона (1); скорость процесса определяется при этом присоединением одного иона водорода к молекуле ацетона, остальные превращения совершаются достаточно быстро и не влияют на кинетику реакции.

Решив уравнение (4) относительно плотности тока и заменив a через $a' - b \lg k_1$, где k_1 константа скорости разряда ионов водорода, получим следующее выражение:

$$j = k_1 c H \cdot e^{\frac{\epsilon - a'}{b}} + k_2 c H \cdot c^{\beta} e^{\frac{\epsilon - a'}{b}}$$

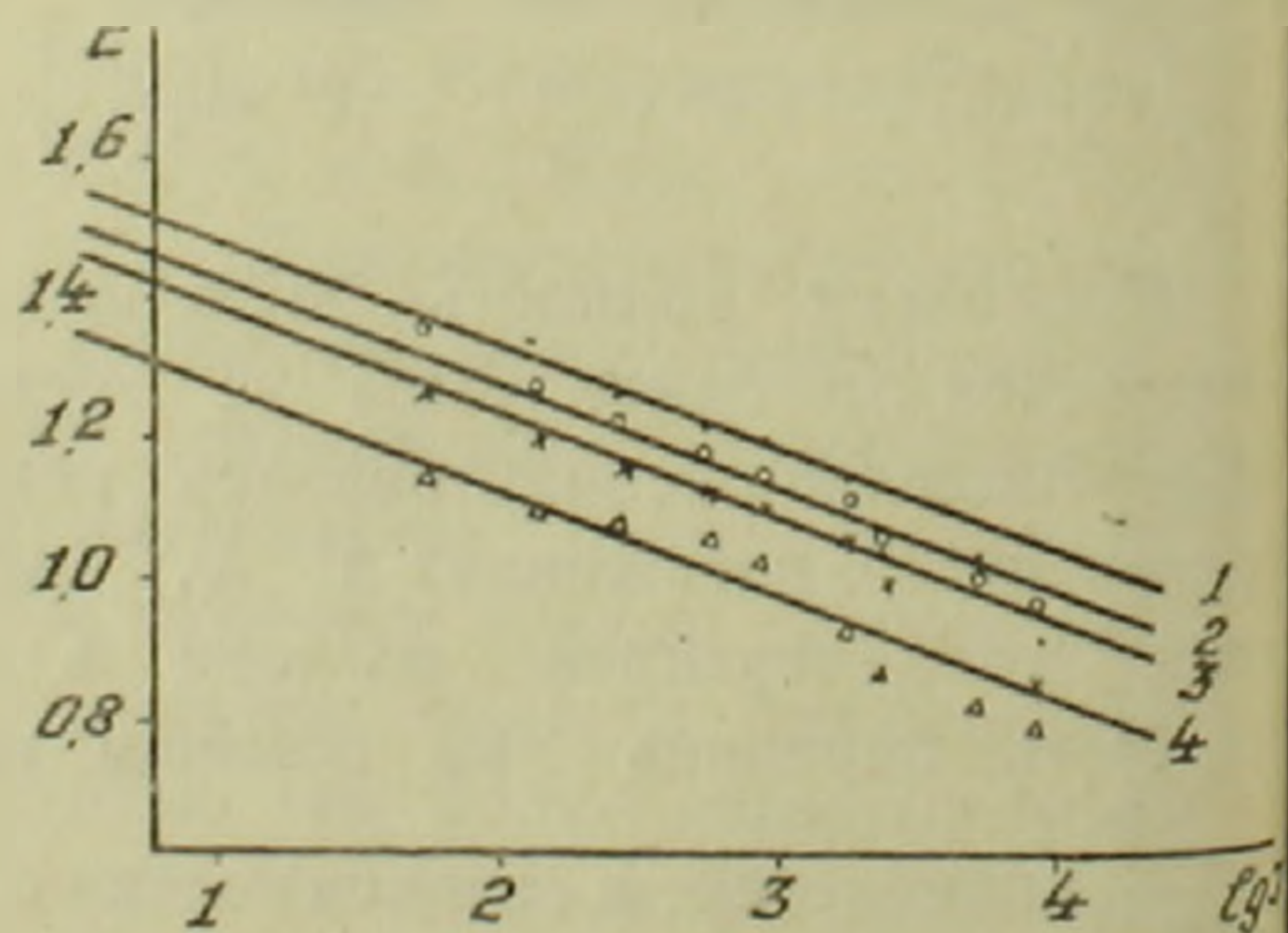


Рис. 5. Поляризационные кривые, полученные в растворах с постоянной концентрацией 0,2 моль/л ацетона, 0,25 моль/л сульфата аммония, игравшего роль индифферентной добавки. 1 — pH = 2,2; 2 — pH = 1,73; 3 — pH = 1,2; 4 — pH = 0,75.

Так как первое слагаемое отвечает здесь току, идущему на выделение водорода, а второе — току, идущему на реакцию электровосстановления (⁴), то можно сказать, что реакция электровосстановления ацетона есть реакция первого порядка относительно ионов водорода и дробного — относительно молекул ацетона. Общий кажущийся порядок реакции равен 1,37. Данные электрокапиллярных измерений в сочетании с поляризационными кривыми позволяют утверждать, что истинный порядок реакции электровосстановления ацетона на ртутном катоде равен двум, т. е. в элементарном акте принимают участие одна молекула ацетона и один ион водорода.

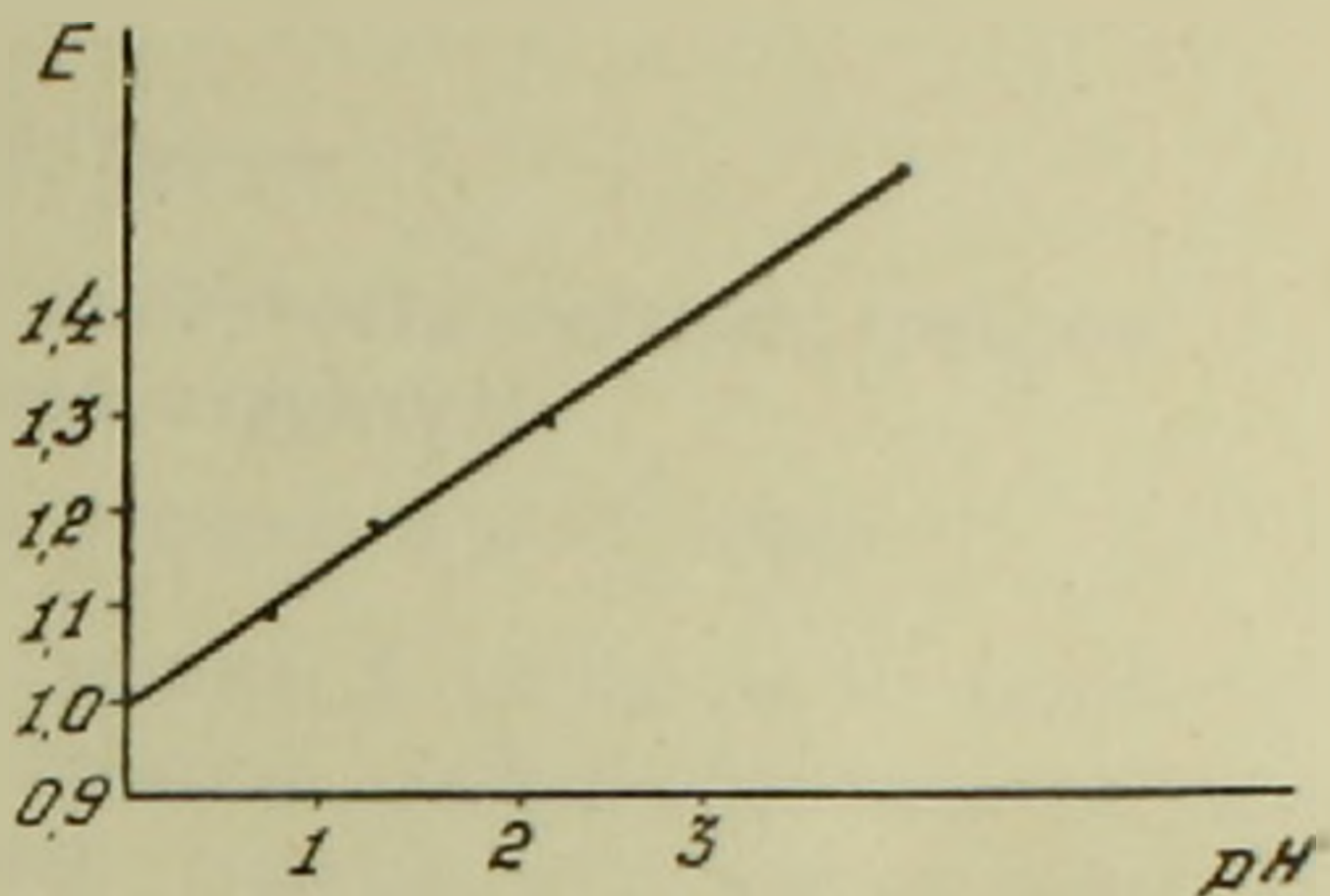


Рис. 6. Зависимость потенциала электрода от pH раствора при $J=5,52 \cdot 10^{-3}$ а и содержащий ацетон 0,2 моль/л с индифферентной добавкой сульфата аммония 0,25 моль/л.

Заключение. С помощью поляризационных и электрокапиллярных измерений исследована кинетика электровосстановления ацетона на ртутном катоде. Определен порядок этой реакции и показано, что в элементарном процессе принимают участие ион водорода и молекула ацетона.

Ереванский политехнический институт

Ա. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ ԵՎ Լ. Ի. ԱՆՏՐՈՊՈՎ

Աղետոսի էլեկտրավերականգնման կինետիկան
սնդիկյա կատոդի վրա

Հաղորդման մեջ քննարկվում է աղետոսի էլեկտրավերականգնման ռեակցիայի արագության վրա ազդող գործոնների նշանակությունը, այն է՝ էլեկտրոդի պոտենցիալը, ջրածին իոնների կոնցենտրացիան, վերականգնվող նյութի ադսորբցիան սնդիկյա կատոդի վրա և էլեկտրակապիլյար կորերի, ինչպես նաև բեռնաքանակի չափումների օգնությամբ ցույց է տրված, որ աղետոսի էլեկտրավերականգնման ռեակցիան սնդիկյա կատոդի վրա ընթանում է որպես երկրորդ կարգի ռեակցիա:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ И. Тафель, В. Шмитс, Z. Elektrochem., 8, 288 (1908); Е. Мюллер, Z. Elektrochem., 33, 253 (1927); С. Вильсон, К. Вильсон, Trans Elektrochem. Sos., 80, 151 (1941); О. Слоттербах, Trans Elektrochem. Sos., 92, 377 (1947); Н. А. Изгарышев, И. И. Арямова, ДАН СССР, 84, 313 (1952). ² А. С. Оганесян, Электровосстановление ацетона на ртутном катоде, диссертация, Ереван (1950); ³ З. А. Иофа, А. Н. Фрумкин, Журн. физ. химии, 18, 268 (1944); ⁴ Л. И. Антропов, Докторская диссертация, Ереван (1946); Труды II Всесоюзной конференции по теоретической и прикладной электрохимии, Киев (1949), стр. 138; Журн. физ. химии, 24, 1428 (1950). ⁵ Н. Г. Ваграмян, Л. И. Антропов, Журн. физ. химии, 25, 419 (1951).

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

С. Р. Месчян

К вопросу об описании ползучести связных грунтов
нарушенной структуры

(Представлено Н. Х. Арутюняном 25. IV. 1955)

В ряде работ по механике грунтов, в частности в работе Н. Я. Денисова (¹), установлено, что процесс деформирования глинистых грунтов во времени в значительной степени обусловлен сопротивлением вязкому перемещению друг относительно друга частиц и агрегатов грунта.

В связи с этим, для учета вязкого характера деформации грунтов В. А. Флорин (²) впервые в теорию уплотнения земляных масс ввел понятие о ползучести грунта, причем для учета ползучести была использована теория ползучести Н. Х. Арутюняна (³).

В настоящей работе для описания семейства кривых ползучести грунта, применяются для меры ползучести его, выражения вида (^{3, 4}):

$$c(t, \tau) = \varphi(\tau) [1 - e^{-\lambda(t-\tau)}] \quad (1)$$

или несколько видоизмененная его форма, а именно

$$c(t, \tau) = \psi(\tau) + |\varphi(\tau) - \psi(\tau)| [1 - e^{-\lambda(t-\tau)}], \quad (2)$$

в зависимости от продолжительности действия внешних нагрузок.

В выражениях (1) и (2) $\varphi(\tau)$ — предельная мера ползучести, t — время, τ — момент приложения нагрузки, $\psi(\tau)$ — величина деформации ползучести за интервал времени один час. Причем, при рассмотрении только одной кривой ползучести $\varphi(\tau) = \text{const}$ и $\psi(\tau) = \text{const}$.

После приложения внешней нагрузки грунт в каждый момент времени приобретает определенные физические и механические свойства, отличные от предыдущих свойств, т. е. имеет место старение грунта.

Для выяснения влияния старения на ползучесть грунта, когда внешняя нагрузка не постоянна, нарастание нагрузки представлено в виде последовательно приложенных равных нагрузок через определенные интервалы времени.

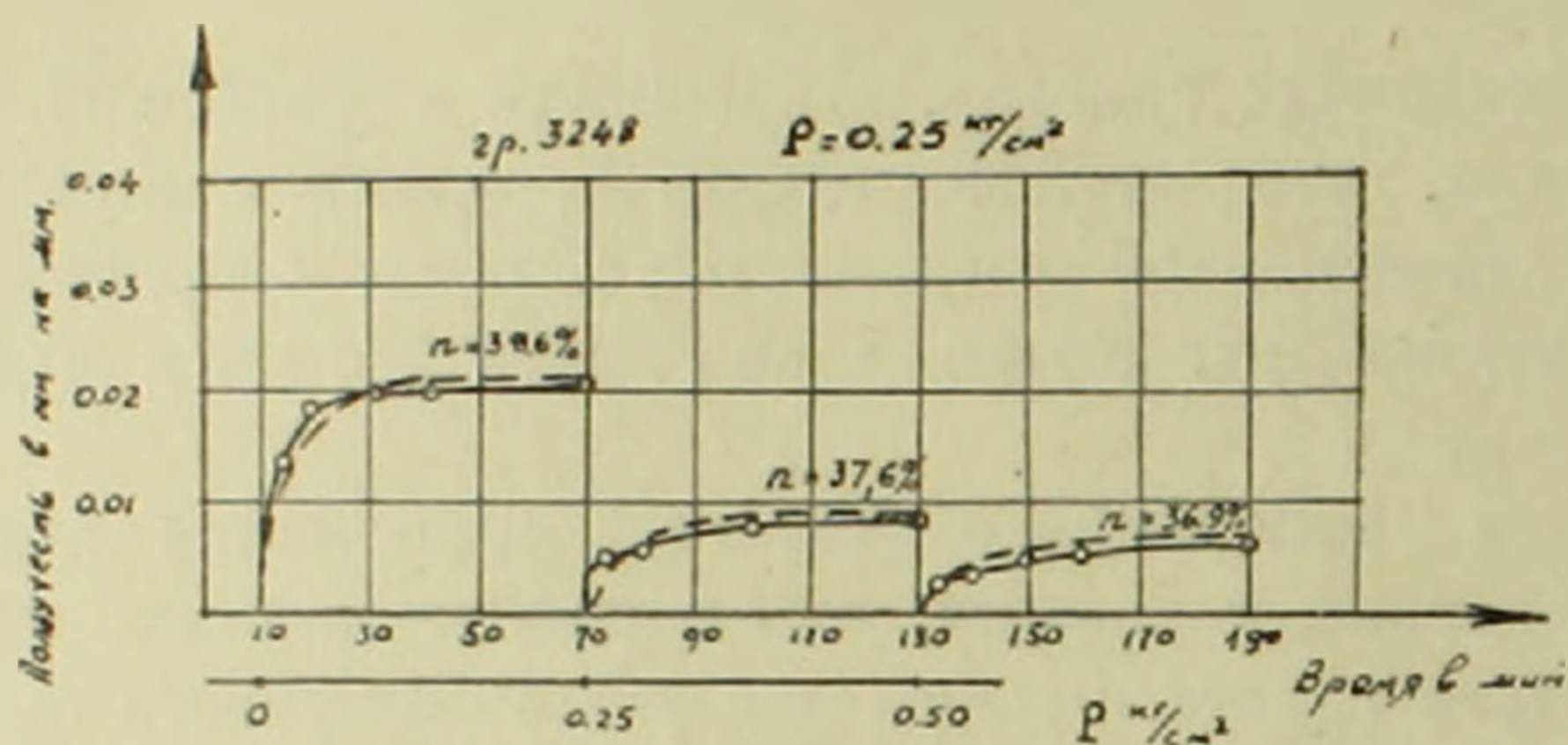
Для описания кривых ползучести при сжатии без возможности бокового расширения для примера использованы эксперименты, проведенные над двумя образцами грунта нарушенной структуры.

Физические характеристики грунтов до опыта сведены в табл. 1.

Опыты проводились на компрессионно-фильтрационном приборе — комфильметре Г. Н. Тер-Степаняна. Размеры образцов: высота 10 мм, диаметр — 70 мм.

Лаб. №№ грунтов	Структура	Наименова- ние грунта	Удель- ный вес в г/см ³	Объем- ный вес в г/см ³	Коэффиц. пористости	По- рист. в проц.
3248	Нарушен- ная	Тяжелый суглин.	2,75	2,06	0,658	39,6
3439	.	Пылеватый суглинок	2,75	1,61	1,260	55,8

На графике фиг. 1 сплошными линиями показаны кривые ползучести грунта 3248 при ступенчатом приложении сжимающей нагрузки по 0,25 кг/см² через каждые 60 минут. Из графика следует, что при переходе от одной ступени нагрузки к другой, ввиду старения грунта,



Фиг. 1.

значительно уменьшается деформация ползучести, несмотря на то, что величина нагрузки равна нагрузке предыдущей ступени.

Такое поведение грунта, объясняется увеличением плотности сложения

частич, увеличением вязкости связанной воды и проявлением сцепления.

Для описания ползучести, при ступенчатом приложении нагрузок с более длительным выдерживанием образца грунта под каждой ступенью нагрузки, приведем пример исследования грунта нарушенной структуры (лаб. № 3439).

Как видно из графика фиг. 2, форма кривых ползучести несколько отличается от поведения кривых ползучести, представленных на фиг. 1, не всегда предельное значение деформации ползучести от данной ступени нагрузки меньше предыдущей ступени. Это явление можно объяснить влиянием незаконченного процесса ползучести от предыдущей ступени нагрузки.

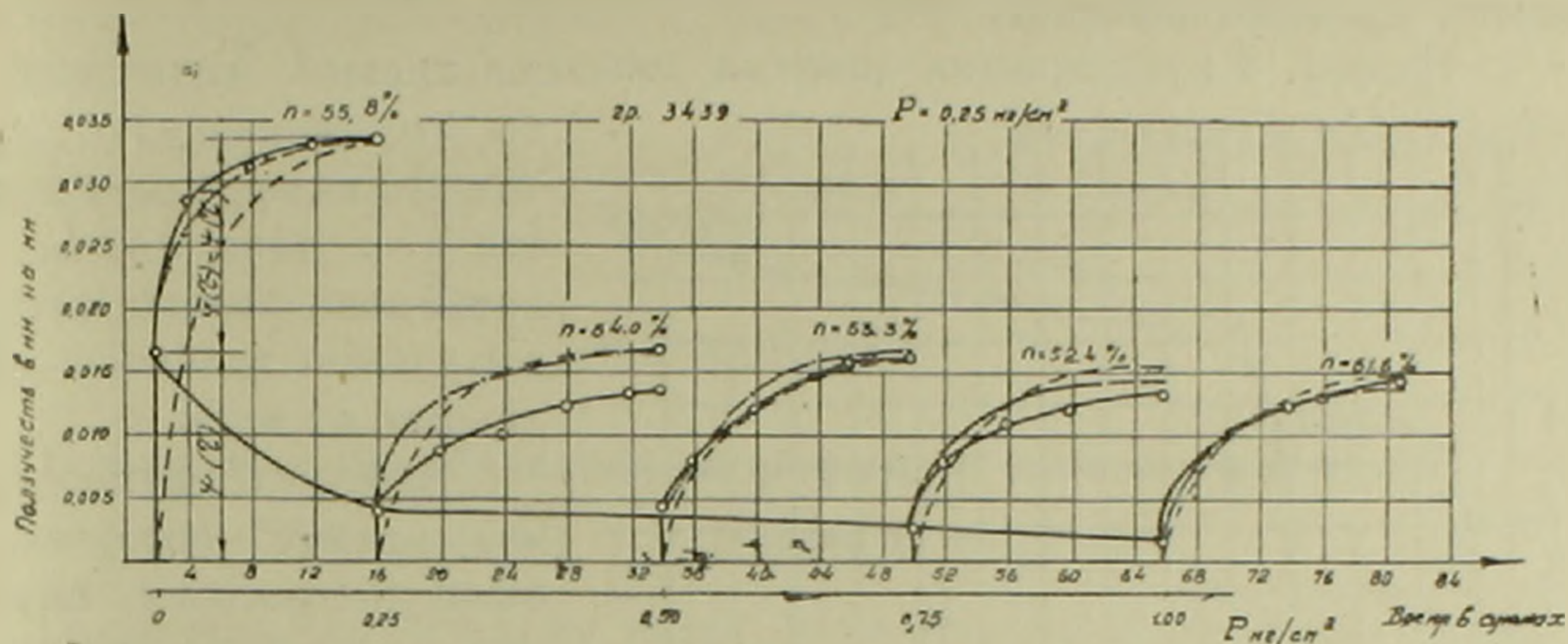
Для описания семейства кривых ползучести, представленных на фиг. 1, использовано выражение (1), а на фиг. 2 — выражения (1) и (2).

В этих графиках помимо оси абсцисс, которая представляет собой время t , введена дополнительная линия, параллельная оси абсцисс, на которой обозначены напряжения сжатия, соответствующие состоянию грунта перед приложением нагрузки в момент времени τ . Следовательно, под τ будем подразумевать время приложения нагрузки, при котором грунт находится в определенном напряженном состоянии и обладает определенными физико-механическими свойствами.

Функция $\varphi(\tau)$ определялась выражением вида (3):

$$\varphi(\tau) = c_0 + \frac{A_0}{\tau}, \quad (3)$$

где c_0 — величина деформации ползучести, соответствующая последней ступени нагрузки, т. е. в данном случае она соответствует случаю, когда значения пористости грунта, при приложении последней ступени нагрузок, равны 36,9 и 51,6% (фиг. 1 и 2).



Фиг. 2.

Коэффициенты A_0 и γ подобраны так, чтобы кривые, вычисленные по выражениям (1) и (2) дали бы хорошее совпадение с данными опыта. Например, для семейства кривых фиг. 1 $c_0 = 0,0063$ мм на 1 мм, $A_0 = 0,147$, $\gamma = 0,15$, а для фиг. 2 $c_0 = 0,0115$ мм на 1 мм, $A_0 = 0,010$ и $\gamma = 0,35$.

На фиг. 1 и 2 пунктирными линиями показаны кривые, вычисленные по формуле (1), а на фиг. 2 линиями точка — тире кривые, вычисленные по выражению (2). Как не трудно заметить, последние кривые дают лучшее совпадение с опытными кривыми.

Наконец рассмотрим пример описания ползучести грунта (лаб. № 3248) при сдвиге, при постоянной сжимающей нагрузке 1 кг/см^2 и сдвигающей нагрузке (фиг. 3), приложенной равными ступенями (по $0,25 \text{ кг/см}^2$).

При этом следует отметить, что величина сдвигающих нагрузок значительно ниже того значения, которое соответствует предельному состоянию грунта при сдвиге.

Опыт проводился в односрезном приборе А. А. Ничипоровича. Первая ступень сдвигающей нагрузки была приложена после полной стабилизации грунта от сжимающей нагрузки $P = 1 \text{ кг/см}^2$, а вторая ступень — после затухания деформации сдвига от первой ступени нагрузки.

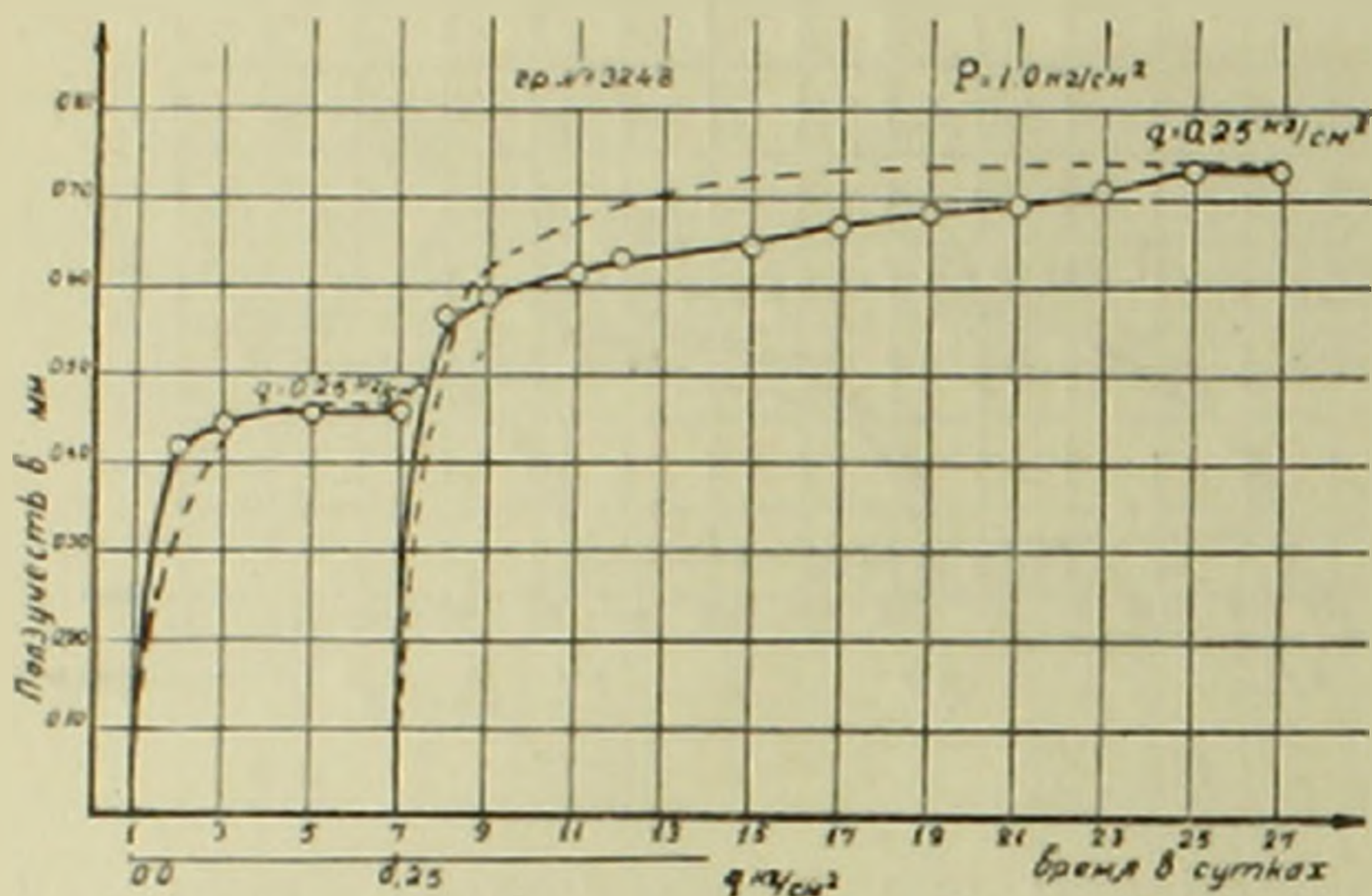
В этом случае при переходе от одной ступени сдвигающей нагрузки к другой имеет место не уменьшение, а увеличение деформации ползучести. Это объясняется тем, что образец грунта, при сохранении почти постоянной пористости, перед приложением следующей ступени нагрузки, находится в некотором предварительно-напряженном состоянии, которое способствует увеличению деформации ползучести от этой ступени нагрузки.

Для описания семейства кривых ползучести при сдвиге использована основная зависимость меры ползучести (1), а что касается функции $\varphi(\tau)$, то ей придан следующий вид:

$$\varphi(\tau) = c_0 - \frac{A_0}{\tau}, \quad (4)$$

что удовлетворяет условию $\lim_{\tau \rightarrow \infty} \varphi(\tau) = c_0$. Параметры c_0 , A_0 и γ имеют прежние значения.

На фиг. 3 пунктирными линиями показаны кривые, вычисленные



Фиг. 3.

по выражению (1) с учетом (4). Как в предыдущем, так и в этом случае τ принимает только положительные значения, отличные от нуля.

Следует отметить, что кривые ползучести были построены с вычетом „условно-мгновенной“ деформации от полной деформации. Под „условно-мгновенной“ деформацией понимается

деформация, соответствующая пятой секунде после приложения нагрузки.

Автор выражает глубокую признательность члену-корреспонденту АН СССР В. А. Флорину, действительному члену АН АрмССР Н. Х. Арутюняну и канд. техн. наук Г. И. Тер-Степаняну, ценные указания которых были учтены при подготовке статьи к опубликованию.

Институт строительных материалов и сооружений Академии наук Армянской ССР

Ս. Ռ. ՄԵՍԻԱՆ

Խախտված ստրուկտուրա ունեցող կապակցված գրունտների սողի նկարագրման հարցի շուրջը

Հոգիածուժ բերվում է խախտված ստրուկտուրա ունեցող կապակցված գրունտների սողի էքսպերիմենտալ ուսումնասիրության այն դեպքը, երբ արտաքին բեռը հաստատուն չէ, այլ աճում է ժամանակի ընթացքում հաստատուն աստիճաններով:

Էքսպերիմենտալ հետազոտությունների շնորհիվ պարզված է, որ վերոհիշյալ գրունտների սողի կորերի ընտանիքները, նրա սեղմման և սահի դեպքում, նկարագրվում են Ն. Ք. Հարությունյանի սողի տեսության, սողի չափի արտահայտությամբ և այդ արտահայտության մի փոքր ձևափոխված ձևով:

ЛИТЕРАТУРА — ՎՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Н. Я. Денисов, О природе деформации глинистых пород, изд. Минречфлота, М., 1951.
- ² В. А. Флорин, Изв. АН СССР, ОТН, № 6, 1953.
- ³ Н. Х. Арутюнян, Некоторые вопросы теории ползучести, Изд. технико-теоретической лит., М., 1952.
- ⁴ С. Р. Месчян, Изв. АН АрмССР, серия ФМЕТ наук, т. VII, № 6, 1954.

МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. Г. Араратян

О значении преобладания спорофита у высших растений

(Представлено В. О. Гулканяном 19. IV. 1955)

Более чем сто лет тому назад было открыто явление так называемого чередования поколений у высших растений (¹). Суть этого явления заключается в том, что в жизненном цикле растения, размножающегося половым путем, имеется два различных малых цикла, два „поколения“ — спорофит и гаметофит, — правильно чередующиеся друг за другом.

Явление чередования поколений широко заинтересовало ботаников. Оно стало в центре внимания морфологов и систематиков, долгое время изучалось ими и ныне продолжает изучаться в связи с эволюцией больших систематических групп, для выявления гомологий и в других целях (^{2, 3, 4}).

Еще в начале второй половины прошлого столетия было установлено, что спорофит и гаметофит неодинаково развиты в различных систематических группах растений. У одних из них, например у мхов, сильнее развит гаметофит, у других, например у папоротников и семенных растений, наоборот, гаметофит значительно редуцирован и несравненно сильнее выражен спорофит. Этот факт стал предметом обсуждения. Некоторые авторы защищали мысль, что якобы возникновение спорофита, а затем и его преобладание над гаметофитом находится в зависимости от выхода растений на сушу (⁵). Было высказано и противоположное мнение, что преобладание той или другой фазы не имеет существенного значения (⁶). Мы полагаем, что последнее мнение лишено достаточного основания (⁷) и что, несмотря на неприемлемость первого положения, все же приходится признать решающее значение преобладания спорофита в завоевании суши растениями.

В полном жизненном цикле высшего растения самой молодой, наиболее наследственно богатой, лабильной и восприимчивой стадией является стадия зиготы, образующаяся из слияния двух гамет. Развивающийся из последней спорофит обладает повышенной жизненностью и гораздо лучше приспосабливается к резким колебаниям

внешних, зачастую очень суровых условий наземного существования, чем бедный наследственностью гаметофит. В водной среде условия жизни для растений мягче, и здесь может существовать не только спорофит, но с большим успехом также гаметофит. Следовательно, на сушу могли выйти и эволюционировать здесь лишь растения с развивающимся спорофитом. Последние нашли здесь условия для быстрого и успешного развития в смысле возникновения архиморфозов. Вся эволюция наземных растений является сплошным доказательством этого положения.

Но зигота и молодой спорофит на первых порах жизни, до того как стать самостоятельно питающимся организмом, получают пищевые вещества в готовом виде от материнского организма. И здесь мы сталкиваемся со второй стороной вопроса о биологическом значении преобладания спорофита над гаметофитом в жизненном цикле высшего растения. Дело в том, что зигота и молодой спорофит могут получать качественно разную пищу: от той или другой фазы развития материнского спорофита, от гаметофита и др.

Во-первых, доказано, что все организмы, в том числе и растения, за время своего развития физиологически, стадийно, изменяются, т.е. меняется характер их обмена веществ (⁸⁻¹⁴).

Во-вторых, на большом материале доказано наличие тесных взаимоотношений между различными компонентами прививки в смысле изменения природы одних под влиянием других (¹⁴). Показано, что чем старше тот или другой компонент по сортовому и индивидуальному возрасту, тем большую силу воздействия имеет он и наоборот — более молодой компонент обладает небольшой силой воздействия, но очень высокой восприимчивостью к таковому со стороны другого компонента. Те же самые явления можно наблюдать на непривитых растениях: у последних возрастно разные части находятся в общем в подобных же взаимоотношениях воздействия и восприимчивости. Воздействие одних частей растения на другие осуществляется через вырабатываемые первыми и характерные для их возраста вещества, переходящие во вторые и воздействующие на характер их обмена.

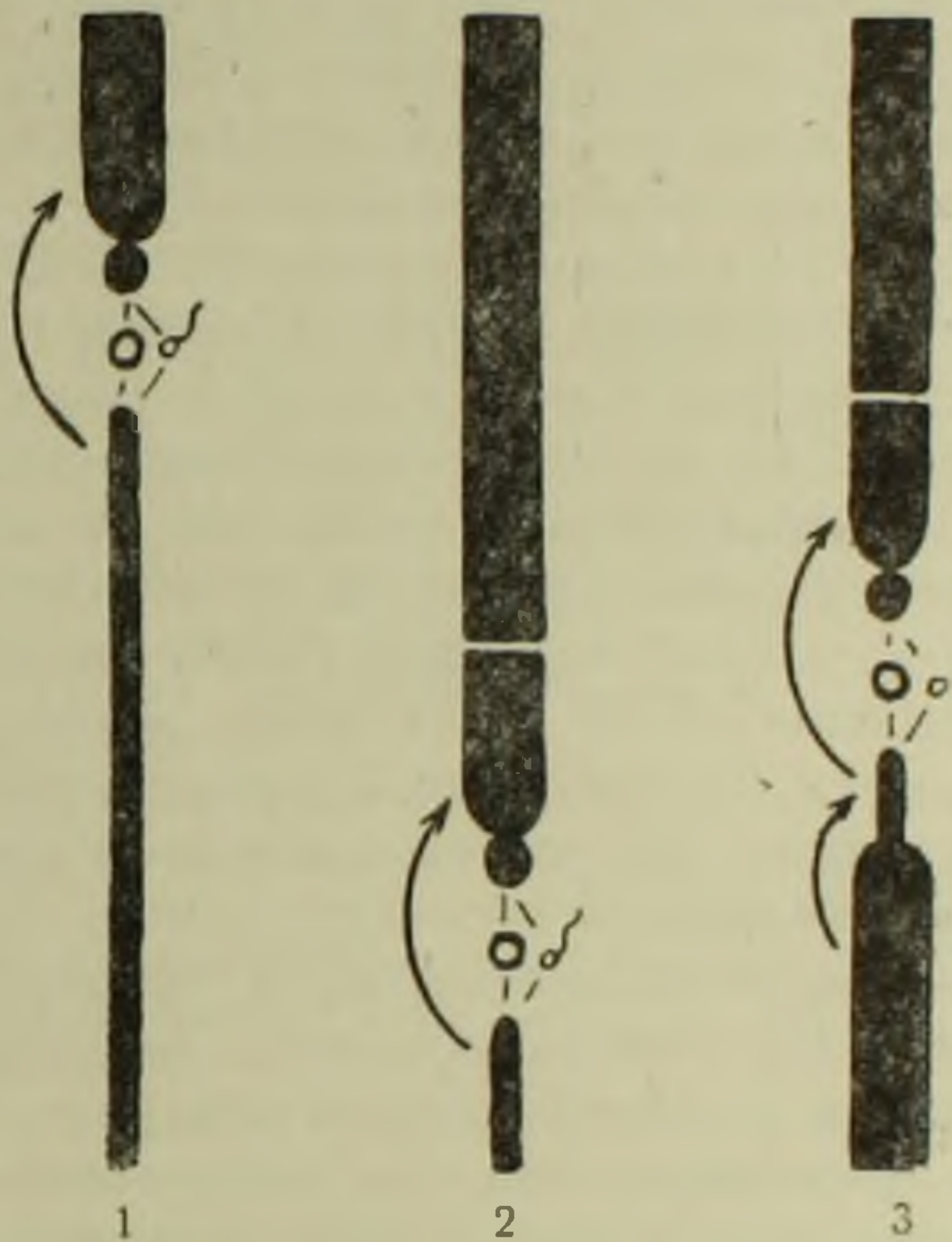
На основании вышесказанного нужно полагать, что пища, выработанная спорофитом сообразно его природе, будет способствовать развитию молодого спорофита гораздо лучше, чем пища от гаметофита. Благодаря такой пище молодой спорофит будет в состоянии полностью выявить в высокой степени приспособляемость к окружающим условиям жизни и развить способность перехода к высшим ступеням развития. Гаметофитная же пища будет задерживать развитие спорофита и снижать степень его приспособляемости. Нижеприводимый фактический материал полностью согласуется со сказанным и является доказательством верности сделанного допущения.

Опишем отношения спорофита и гаметофита в цикле развития по главным группам высших растений: мохообразных, папоротникообразных, голосеменных и покрытосеменных (фиг. 1).

Растения первых двух групп размножаются и распространяются спорами, если не считать случаев вегетативного воспроизведения. Как у мхов, так и у папоротников из споры вырастает самостоятельно питающийся гаметофит, половое поколение у большинства зеленое, фототрофное, но в некоторых группах сапрофитное (например у плаунов). В обоих же группах на гаметофите образуются половые органы, и в архегониях происходит оплодотворение. Возникшая зигота начинает развиваться на материнском гаметофите, за счет его питательных веществ. Но это сходство в ходе их развития сохраняется недолго, и в дальнейшем развитие спорофита у мхов и папоротников происходит по-разному.

Спорофит мха, именуемый также спорогоном, состоит из спорангия с ножкой. Спорогон за всю свою обычно недолгую жизнь продолжает оставаться связанным с гаметофитом и, будучи лишенным способности самостоятельно синтезировать себе пищу, вынужден питаться за его счет. Следовательно, богатый наследственностью и способный к высокой приспособляемости спорофит у мхов находится под задерживающим воздействием гаметофита. (фиг. 1).

Спорофит папоротникообразных не навсегда остается связанным с гаметофитом. Скоро он становится вполне самостоятельным, начинает вырабатывать свои пищевые вещества, а гаметофит обычно отмирает. Спорофит папоротникообразных более мощное растение с гораздо сложным устройством тела — с разнообразными тканями, в том числе и проводящей тканью, и всеми характерными для высших растений вегетативными органами. Таким образом, у папоротникообразных пищевые вещества гаметофита используются молодым спорофитом более целесообразно, лишь на первых порах жизни, когда молодой спорофит особенно нуждается в готовых веществах. Впоследствии



Фиг. 1.

Схема соотношений спорофита и гаметофита в жизненном цикле высших растений. 1 — мох; 2 — папоротник; 3 — семяное растение. Узкая полоса — гаметофит; широкая полоса — спорофит; большой светлый кружочек — яйцеклетка; маленький светлый кружочек со жгутиком или без него — мужская гамета; темный кружочек — зигота; перерывы в широких полосах — моменты, когда спорофит начинает питаться самостоятельно; стрелки показывают переход пищи из одних частей в другие.

он переходит на самостоятельное питание и выходит из-под задерживающей опеки гаметофита. Поэтому не удивительно, что папоротникообразные дали лучшие приспособленные к наземным условиям существования и более сложные жизненные формы. Понятно также, почему исходной группой для дальнейшей эволюции наземной флоры явились папоротникообразные, а не мохообразные. Отсюда можно сделать также следующий вывод: гаметофит в наземных условиях редуцируется не только потому, что он всей своей историей и биологией приспособлен к водным условиям существования, но из-за низкой жизнеспособности, невысокой приспособляемости в наземных условиях, он способен лишь к идиоадаптациям.

В следующих двух группах высших растений — голосеменных и покрытосеменных — зигота и спорофит на первых порах жизни, т. е. в стадии оформления зародыша, также непосредственно связаны с гаметофитом, так как образуются из его ткани, однако со следующей большой разницей по сравнению со мхами и папоротниками. Гаметофит у растений этих групп сильно редуцирован, находится в окружении тканей спорофита, лишен возможности самостоятельного существования, сам также живет за счет веществ спорофита и как бы является его придатком. Гаметофит семенных растений не аналогичен гаметофиту мха или папоротника и физиологически является неполным „поколением“.

Как голосеменные, так и покрытосеменные растения свою самостоятельную жизнь начинают с прорастания семени. Даже ставши способными к самостоятельной жизни, их проростки еще некоторое время продолжают быть „на иждивении“ материнского организма, питаются полученными от него органическими веществами и, следовательно, находятся под его направляющим влиянием. Получаемая зиготой и зародышем, а затем и проростком спорофитная пища лучше обеспечивает развитие спорофита в смысле развертывания имеющихся в них качеств в соответствии с конкретными условиями внешней среды на суше.

В отношении питания зиготы и зародыша покрытосеменные выгодно отличаются от голосеменных. У покрытосеменных растений рядом с зародышем, и несколько опережая его в развитии, образуется своеобразная часть — эндосперм, — еще более повышающая приспособляемость растений к крайним условиям наземного существования (6. 16).

Армянский сельскохозяйственный
институт

Ա. Գ. ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ

**Բարձրակարգ բույսերի սպորոֆիտի զերակչությունը
նշանակություն մասին**

Ավելի բան հարյուր տարի առաջ հայտնաբերվեց սերունդների հաջորդականությունը բարձրակարգ բույսերի զարգացման ցիկլում: Հենց այդ ժամանակ էլ պարզվեց, որ երկու հաջորդող սերունդները՝ զամետոֆիտը և սպորոֆիտը բոլոր բուսական խմբերում էլ նույն չափով չեն զարգացած՝ զերակչում է կամ մեկը կամ մյուսը: Այդ երևույթի մասին

հակասական կարծիքներ կան: Ըստ մի կարծիքի սպորոֆիտը ծագել և զարգացել է բույսերի ցամաք դուրս գալու հետ և հենց սկզբից էլ հարմարվել է ցամաքային պայմաններին (2): Ըստ մի այլ կարծիքի սպորոֆիտի կամ դամետոֆիտի զերակշուռությունը բույսերի հակառակ ուղիով զարգացել է (3): Մենք կարծում ենք, որ այս երկրորդ կարծիքը ճիշտ չէ (1), և որ սպորոֆիտի զերակշուռությունը դամետոֆիտի համեմատությամբ ունի մեծ նշանակություն, թեպետ և ոչ առաջին կարծիքի իմաստով:

Սեռական վերարտադրություն ունեցող բույսի կյանքում զարգացման ամենաերիտասարդ, ժառանգորեն ավելի հարուստ և միջավայրի փոփոխվող պայմաններին ամենից հեշտ հարմարվողը այն փուլն է, երբ բեղմնավորման հետևանքով երկու սեռական բջիջներից առաջանում է մի բարդ բջիջ՝ գիգոտ: Վերջինս սկիզբ է տալիս սպորոֆիտին, որը համեմատաբար դամետոֆիտի հետ ավելի կենսունակ է: Սպորոֆիտը բույսի զարգացման այն փուլն է, որը հեշտ է հարմարվել ցամաքային կյանքի ավելի խիստ պայմաններին: Պարզ է, որ ցամաք կարող էին դուրս գալ և այստեղ զարգանալ միայն այն բույսերը, որոնք արդեն ունեցել են սպորոֆիտ: Սակայն սա հարցի մի կողմն է: Եւրաբանչուր գիգոտ և երիտասարդ սպորոֆիտը իր կյանքի վաղ շրջանում սնվում է մայր օրգանիզմի հաշվին: Մի շարք տվյալների հիման վրա (3, 8, 10, 11, 12, 14, 15) պետք է կարծել, որ բույսի հաջող զարգացման համար միևնույն չէ թե ինչ սնունդ է ստանում նա երիտասարդ ժամանակ՝ սպորոֆիտային թե դամետոֆիտային: Առաջինը կնստաստի բույսի զարգացման, բարձրացնելով նրա հարմարվողականությունը, երկրորդը կճնշի սպորոֆիտի զարգացումը: Փաստերը հաստատում են մեր ենթադրությունը (տես սխեմա):

Լամուռների զարգացման ցիկլում սպորոֆիտն ինքնուրույն չէ, միշտ զոնվում է դամետոֆիտի խնամքի տակ, սնվում է նրա նյութերով: Հետաքրքրական է, որ մամուռների սպորոֆիտը մեծ զարգացում չունի:

Պսերանմանների սպորոֆիտը նույնպես սկզբում կապված է դամետոֆիտի հետ և սնվում է նրա նյութերով, բայց այդ վիճակը երկար չի տևում: Շուտով սպորոֆիտը անցնում է ինքնուրույն կյանքի, սնվում է իր՝ սպորոֆիտային նյութերով, և ազատագրվում է դամետոֆիտի ճնշող խնամքից: Պատճառներից մեկը սա է, որ պսերանմանների սպորոֆիտը անհամեմատ ավելի զարգացած է և ունի բավական բարդ կառուցվածք:

Սերմնավոր բույսերի սպորոֆիտը սկզբնավորվում է նույնպես դամետոֆիտի վրա: Բայց դրանց դամետոֆիտը արդեն ինքնուրույն կյանք չունի և սնվում է նախորդ սպորոֆիտի նյութերով: Ուրեմն այստեղ երիտասարդ սպորոֆիտը հենց սկզբից սնվում է սպորոֆիտային նյութերով: Այս բույսերը ամենազարգացածն են և ամենից լավ հարմարվածը ցամաքի պայմաններին:

Ի տարբերություն մերկասերմերի՝ ծածկասերմերն ունեն մի հատուկ մաս՝ էնդոսպերմ, որը հիբրիդային ծագում ունի և դրա շնորհիվ էլ ավելի է բարձրացնում բույսի կենսունակությունը և հարմարվողականությունը (16): Զարմանալի չէ, որ ժամանակակից բուսական ծածկոցում զերակշուռում են ծածկասերմ՝ ծաղկավոր բույսերը (6):

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. Гофмейстер, Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung Höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Coniferen, Leipzig, 1851.
- ² К. И. Мейер, Происхождение наземной растительности, Москва, 1946.
- ³ Б. М. Козо-Полянский, Основной биогенетический закон с ботанической точки зрения, Воронеж, 1937.
- ⁴ Б. М. Козо-Полянский, Тезисы докладов делегатского совещания Всесоюзного бот. об-ва, 4, стр. 3—17, 1951.
- ⁵ Ф. О. Бейер, The origin of land flora, London, 1908.
- ⁶ Р. Е. Левина, Журн. общ. биол., том X, № 4, стр. 321—324 (1949).
- ⁷ А. Г. Арап-тян, Бот. журн., том XXXV, № 6, стр. 667—668.
- ⁸ И. В. Мичурин, Сочинения, том I, 1948.
- ⁹ Т. Д. Лысенко, Агробиология, М., 1948.
- ¹⁰ Н. П. Кренке, Теория циклического старения и омоложения растений, Москва, 1940.
- ¹¹ А. В. Благовещенский, Биохимические основы эволюционного процесса у растений, М. — Л., 1950.
- ¹² Ж. А. Медведев, Успехи совр. биол., том XXXIII, вып. 2, стр. 202—217, 1952.
- ¹³ Ж. А. Медведев, Успехи совр. биол., том XXXVI, вып. (25), стр. 161—178, 1953.
- ¹⁴ А. В. Нагорный, Проблема старения и долголетия, Харьков, 1940.
- ¹⁵ И. И. Презент, Агробиология, № 5, стр. 45—57, 1948.
- ¹⁶ Б. М. Козо-Полянский, Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, Биология, том LV, № 4, стр. 41—50 1950.