# 2 6 4 11 h 8 8 6 6 Г Д О К Л А Д Ы

LI, № 1 1970

## ամբագրական կոլիգիա

town. populate be about the populate by a po

### Редакционная коллегия

В. А АМБАРЦУМЯН, академия, Э Г АФРИКЯН. напададат биологический наук, А Т ВАБАЯН, академия АН АриССР, В О КАЗАРЯН, ча-корр АН АриССР (зам оти редактора), С. А МИРЗОЯН. ча корр АН АриССР, С. С. МКРТЧЯН, академия АН АриССР, А. Г. НАЗАРОВ, академия АН АриССР (оти редактор), О М САПОНДЖЯН, ча корр АН АриССР, А. А ТАЛАЛЯН, ча корр АН АриССР. В. М ТАРАЯН, ча корр АН АриССР, М Л ТЕР МИКАЕЛЯН, ча корр АН АриССР.

## вичитьичирьвирь

| ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ Մ <b>ԵԽԱՆԻԿԱ</b>   |
|--|
| Տ .Ա. Գորոյան  |
| առագուկանորթնան Տեսորթնորն   |
| P, L, Արբանամյան <i>— Բաղադրյալ ձգված պատման Էլիպսոիդի որոշումը</i> ?  |
| սութի Տեսորթցորե   |
| Կ. Ս. Կառապետյան— Բազմակի կրկեվող սեղմող բեռի ազդեցությունը բետոնի ամրու-<br>Բյան դեֆորմատիվ Հատկությունների և սողջի վրա       |
| ELD4SPUUDHULP4U  |
| Ա. ՝ Լ Իոսիֆյան <i>—Տեսական էլեկտրաժեխանիկայի սկզբունքների ժասին</i> 21  |
| որգաչական Քիմիա  |
| Ա. Թ. Բաթայան, Կ. Ծ. Բանմազյան, Ա. Հ. Չեւքեզյան— <i>Չորրորդային ամոնիումային</i><br>աղծրի ցիկլացման-նեղջման ռեակցիա            |
| የኮበ <b>₽</b> ኮሆኑ <b>Ա</b>  |
| Ս Ա. Մաբության—Խաղողի արժատներում Հանգստի շրջանում տեղի ունեցող ազոտային<br>Նյութերի ժետարոլիզմի մասին                         |
| ⊭ՈՒՍ <b>ԱՐԱՆՈՒԹՑՈՒ</b> Ն   |
| Ա. Գ. Աբաբատյան <i>— Ցողուեի էլևկտրական ահիզոտրոպիա</i>  |
| բութցսերի <b>Ֆ</b> իջեոլո <b>ւթիև</b>  |
| Ի. Ա. Գևուղյան—Տարբեր Հարկի տերեհերում չաթարհերի և ամինաββուհերի կազմի և<br>թանակի մասին՝ կախված ֆոտոպերիողիկ ռեժիմից          |
| Ա. Գ. Սահփանյան—Տարթեր հզորություն ունեցող պատվաստակալների ազդեցությունը<br>գեղձննու վրա                                       |
| սներևերի արևուրը արևուրը և հայաստանի և                 |
| Կ Ա. Աստալատյան—Կարմիր կորիզ-ողնուղծղային առանձին ներվա <b>քելիկների Հրա-</b><br>Հրթված էլեկտրական ակտիվության վհրլուծությունը |

## СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

| Т. А. Гороян—Об учете затухання при исследовании колебаний нели-<br>нейных диссипативных систем   |
|---|
| ГЕОРИЯ УПРУГОСТИ  |
| Б. Л. Абрамян—Кручение составного вытянутого эллипсонда вращения  |
| теория ползучести   |
| К. С. Карапетян—О влиянии многохратно повторной сжимающей нагрузки на прочность, деформативиссть и ползучесть бетона  |
| электромеханика   |
| А. Г. Носифьян—О принципах теоретической электромеханики 21   |
| органическая химия  |
| А. Т. Бабаян, К. Ц. Тагмазян, А. А. Черкезян—Реакция циклизации—расщепления четвертичных аммонисвых солей   |
| БИОХИМИЯ  |
| С. А. Марутян—О метаболизме азотистых веществ в корнях винограда в период покоя   |
| БОТАНИКА  |
| А Г. Араратян—Электрическая анизотропня стебля 43   |
| ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЯ  И. Г. Геворкян—О составе и содержании аминокислот и сахаров в разноя русных листьях в зависимости от фотопернодического режима  А Г. Стеланян—К вопросу о влияния подвоев различной мощности на культуры персика |
| Физиология животных   |
| К. А. Астабатян—Анализ нызванной электрической активности отдельных руброспинальных полокон   |

# ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЯ ССР

LI

1970

1

УДК 534.833

### СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

### Т. А. Гороян

# Об учете затухания при исследовании колебаний нелинейных диссипативных систем

(Представлено академиком АН Армянской ССР А Г Назаровым 6/IV 1970)

Результаты ряда иследований показывают, что колебания сооружений, в особенности железобетонных, при сильных землетрясеннях носят ясно выраженный неупругий, нелинейный характер, сопровождаемый диссипацией энергии благодаря внутренним неупругим сопротивлениям, которые, как правило, нелинейны. Расчет колебаний таких систем представляет существенно нелинейную задачу, которая не может быть решена методами линейной теории.

Уравнение движения простейшей нелинейной системы— нелинейного осциллятора, при учете некомпенсируемого рассеяния энергии по гипотезе вязкого сопротивления (гипотеза Фохта) имеет вид:

$$my + 2 ny + f(y) = P(t),$$
 (1)

где f(y) — нелинейная восстанавливающая сила,

и- коэффициент затухания.

Однако гипотеза Фохта, даже при линейной восстанавливающей силе, приводит к результатам, сильно противоречащим опыту.

Е. С. Сорокиным (1), А. Г. Назаровым (2) и Я. Г. Пановко (3) показано, что при малом затухании и соблюдении условия

$$n = \frac{\tau p}{2} \tag{2}$$

(где т — характеристика гистерезиса — коэффициент внутреннего трения, р — круговая частота свободных колебаний) гипотеза вязкого сопротивления дает практически приемлемые результаты для линейного осциллятора.

Поскольку  $\gamma = \delta/\pi$  и  $p = 2\pi/T$  (где  $\delta$  — логарифмический декремент колебаний, T — период свободных колебаний), то условие (2) запишется в виде:

$$n=\delta/T. \tag{3}$$

В нелипейных системах период свободных колебаний зависит от амплитуды. К тому же многочисленные эксперименты показывают

что логарифмический декремент колебаний не является постоянной неличиной для данного материала и записит от уровия напряженного состояния (амплитуды колебаний). Таким образом, при учете лиссипации по эквивалентной гипотезе Сорокина уравнение движения нелинейного осциллятора примет вид:

$$my + \frac{2\delta(y)}{T(y)}y + f(y) = P(t),$$
 (4)

интегрирование которого крайне затруднительно.

Нами проведено экспериментальное исследование свободных изгибных колебаний железобетонных стоек сечением  $20 \times 14\, cm$  и свободной длиной 2,5 м. При бетоне марки 200 и симметричном армировании по 4—10 мм испытаны две серии образцов: на тяжелых заполнителях и на легких заполнителях (литоидная пемза). Испытания проводились в диапазоне уровия напряженного состояния m=0.20 —0.85 (m=1.00) — максимальное значение изгибающего момента в сечении у заделки в долях от разрушающего). Результаты приведены в табл. 1, причем значения логарифмического декремента определены для первых пяти циклов по осциллограммам колебаний четырех точек образцов.

Как видно из данных табл. 1, с повышением уровня напряженного состояния логарифмический декремент и период свободных колебаний возрастают. Однако, рассмотрев при фиксированных значениях амплитуды колебаний произведение  $\delta(y) \frac{T_0}{T(y)}$  (где  $T_0$  — период свободных колебаний при исчезающе малых, нулевых напряжениях, когда нелинейность вовсе не сказывается  $\delta(y)$ , обнаружено, что оно почти не зависит от амплитуды колебаний и с достаточной для практических целей точностью его можно принять за постоянную величину для данного материала.

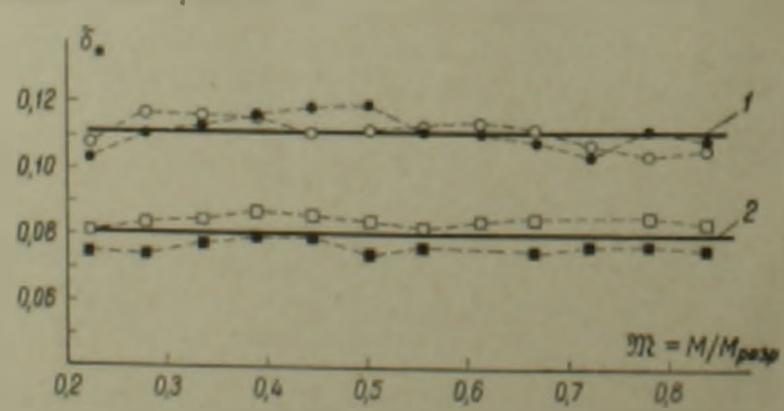


Рис. 1 Зависимость экспериментальных значении привеленного логарифмического декремента колебаний в, от уровия напряженного состояния. — ображе М 1; — образец М 2; — образец М3; — образец М 4. 1—среднее для образцов из тяжелого железобетона (в, =0,111); 2—то же для образцов из легкого железобетона (в, =0,040)

<sup>1</sup> Приведенные в табл I значения 70 определены при 377 = 0,01.

Обозначим  $\delta(y) T_0 T(y) = \delta_0$ , назвав его привесенным логириф-мическим секрементом колебаний. Экспериментальные значения  $\delta_0$  графически представлены на рис. 1. Если принять  $\delta_0$  = const, равным средне -арифметическому экспериментально полученных значений, то экстремальные отклонения фактических значений  $\delta_0$  от среднего составят: для группы образцов из тажелого бетона +7.2%, и -6.4%. Для группы образцов из легкого бетона +8.8%, и -7.5%. Эти погрешности следует приписать точности экспериментов и с практической точки зрения допустимы.

Результаты испытаний

| Тяжелый железобетон   |  |   |  | Дегиня железобстои   |                   |  |   |  |  |
|-----------------------|--|---|--|--|-------------------|--|---|--|--|
| Номера образнов       | Уровень изприженного   | Периол свободимя по-<br>лебании 7(у), сек   | Логарифиический аск<br>ремент колебаний б(у)   | , Y  | Housepa obpassos  | Storem manteamento   | Hepman chadasan Ko  | Логарафинческий век-   | 22(y) 7/4.   |
| No I T. D. O. I. norr | 0,223<br>0,279<br>0,335<br>0,390<br>0,445<br>0,502<br>0,557<br>0,613<br>0,668<br>0,724<br>0,780<br>0,837 | 0.100<br>0.103<br>0.113<br>0.115<br>0.119<br>0.123<br>0.130<br>0.133<br>0.136<br>0.142<br>0.144<br>0.146          | 0,124<br>0,135<br>0,160<br>0,160<br>0,169<br>0,174<br>0,172<br>0,177<br>0,176<br>0,177<br>0,176<br>0,177 | 0,104<br>0,110<br>0,114<br>0,116<br>0,118<br>0,119<br>0,111<br>0,108<br>0,108<br>0,104<br>0,112<br>0,110 | No. 11 O UT OF SE | 0,222<br>0,278<br>0,334<br>0,349<br>0,443<br>0,500<br>0,555<br>0,666<br>0,722<br>0,778<br>0,833          | 0,107<br>0,110<br>0,111<br>0,119<br>0,122<br>0,126<br>0,130<br>0,135<br>0,138<br>0,139<br>0,141 | 0,083<br>0,084<br>0,089<br>0,097<br>0,099<br>0,096<br>0,101<br>0,101<br>0,110<br>0,111 | 0.075<br>0.074<br>0.077<br>0.079<br>0.079<br>0.076<br>0.075<br>0.075<br>0.077<br>0.077 |
| № 2 To = 0,005 cec    | 0.222<br>0.279<br>0.334<br>0.389<br>0.445<br>0.500<br>0.555<br>0.611<br>0.666<br>0.722<br>0.778<br>0.833 | 0,104<br>0,108<br>0,119<br>0,123<br>0,128<br>0,130<br>0,135<br>0,140<br>0,143<br>0,147<br>0,147<br>0,152<br>0,154 | 0.117<br>0.133<br>0.146<br>0.149<br>0.149<br>0.153<br>0.158<br>0.167<br>0.168<br>0.167<br>0.166<br>0.167 | 0.108<br>0.117<br>0.116<br>0.116<br>0.110<br>0.112<br>0.114<br>0.112<br>0.108<br>0.104<br>0.107          | Main Country      | 0,221<br>0,276<br>0,329<br>0,387<br>0,44:<br>0,497<br>0,553<br>0,608<br>0,608<br>0,603<br>0,773<br>0,828 | 0,105<br>0,107<br>0,111<br>0,115<br>0,118<br>0,122<br>0,125<br>0,124<br>0,137<br>0,137          | 0.086<br>0.091<br>0.095<br>0.101<br>0.103<br>0.104<br>0.104<br>0.109<br>0.114<br>0.120 | 0,081<br>0,082<br>0,083<br>0,086<br>0,084<br>0,082<br>0,084<br>0,085<br>0,085<br>0,084 |

Введением приведенного логарифынческого декремента колебаний (постоянного для данного материала) в уравнение (4) в последнем линеаризуется член, учитывающий диссипацию энергии, и уравнение движения нелинейного осциллятора примет вид:

$$m y + \frac{-2a_w}{t_0} y + f(y) = P(t),$$
 (5)

где  $T_0$ —период свободных колебаний той же системы при линейной восстанавливающей силе.

Интегрирование (5) не представляет затруднений, и оно осуществим ометодами нелинейной механики.

Приведенные в статье результаты получены для железобетона, однако возможно получение аналогичных результатов и для других материалов.

Армянский НИИ стройматериалов и сооружений

#### S. B. ANCHOUV

## Ոչ գծային դիսիսլատիվ սիստեմների տատանումներն ուսումնասիրելիս մարման նաչվառքի վերաբերյալ

աչ գծային մեխանիկայի մեխողների միջոցով։

աչ գծային մեխանիկայի մեխողների միջոցով։

աչ գծային մեխանիկայի նրումը հաշվի առնող անդամը, և հավասարման լուծումը, եր Համարարձեր է առաջանում է Հարաստումը հարարձերի և Հաշտապատության չարագրումը չարագրումը հարարձերի ու գծային կատարված փորձարարական հետազատում չկամաննում ըստ Սորակին կատարված փորձարարական դեկրեմնես չկամանարձեր արդյունքները ցույց են տվել, որ տատանումների րերված լողարիկմական դեկրեմնես արդանում չարագրում չ

### Л И Т Р А Т У Р А — ЧРИЧИЪЛЬР 8 ЛЪ

1 Е. С. Сорокин, Метод учета неупругого сопротивления материала в расчетых конструкций на колебания. Сб. Исследования по динамике сооружений, Госстройиздат, 1951. 2 А. Г. Нозаров, ДАН Арм. ССР, т. XVIII, № 3 (1954). 3 Я. Г. Пановко, Внутреннее тренне при колебаниях упругих систем, Физматгиз, 1960.

LI 1970 1

УДК 539.37

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Б. Л. Абрамян

## Кручение составного вытянутого эллипсоида вращения

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 3/111 1970)

Некоторые задачи о кручении тел вращения в эллипсоидальных координатах, когда скручнвающая нагрузка задается в напряжениях, рассматривались в ряде работ (1—1 и др.). Кручение вытянутого эллипсоида вращения, когда на части его поверхности отсутствуют перемещения, а на остальной части заданы напряжения, рассмотрено в работе (4).

Кручение гиперболоида вращения при смешанных граничных условиях рассмотрено в работе (5).

В настоящей работе рассматривается кручение вытянутого эллипсонда вращения, [составленного из двух полуэллипсондов из различных материалов, когда крутящая нагрузка приложена на поверхности эллипсонда напряжениями. Решение задачи представляется в виде суммы рядов Лежандра и Банерджи.

1. В вытянутых эллипсондальных координатах α, β, э решение задачи о кручении тел вращения сводится к определению (4) функции перємещения Ψ (2, β), которая в области осевого сечения эллипсонда удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^{2}\Pi'}{\partial \alpha^{2}} + \frac{\partial^{2}\Pi'}{\partial \alpha^{2}} + 3\coth \alpha \frac{\partial^{2}\Pi}{\partial \alpha} + 3\operatorname{ctg} \beta \frac{\partial^{2}\Pi}{\partial \beta} = 0. \tag{1.1}$$

Перемещение  $u_*$  и напряжения и т выражаются через функцию  $\Psi(a, \beta)$  следующими формулами:

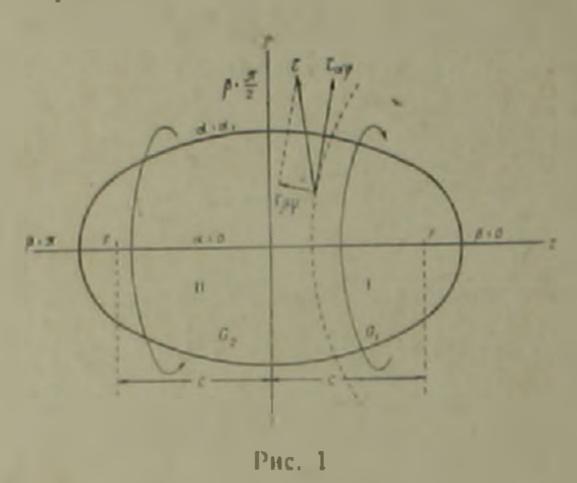
$$u_{\phi} = \cosh \alpha \sin \beta \Psi^{*}(\alpha, \beta);$$

$$\tau_{\theta, \phi} = G \frac{\sinh \alpha \sin \beta}{1 \cosh^{2}\alpha - \cos^{2}\beta} \frac{\partial \Psi^{*}}{\partial \beta}.$$

$$(1.2)$$

где 2c — фокусное расстояние эллипсоида, а G — модуль сдвига.

Рассмотрим кручение вытянутого эллипсоида вращения, составленного из двух полуэллипсоидов из различных материалов. Полагаем, что крутящая нагрузка приложена на свободной поверхности эллипсоида напряжениями (рис. 1).



Граничные условия задачи будут иметь вид:

$$\tau_{11}(\alpha_1, \beta) = f_1(\beta) \qquad \left(0 < \beta < \frac{\pi}{2}\right);$$

$$\tau_{12}(\alpha_1, \beta) = f_2(\beta) \qquad \left(\frac{\pi}{2} < \beta < \pi\right).$$

$$(1.3)$$

Функцию перемещения Ψ (2, β) для этой задачи ищем в виде:

$$\Psi (\alpha, \beta) = \begin{cases} \Psi_1(\alpha, \beta) & \left(0 < \beta < \frac{\pi}{2}\right) \\ \Psi_2(\alpha, \beta) & \left(\frac{\pi}{2} < \beta < \pi\right) \end{cases}$$
(1.4)

Тогда для определения функций  $V_i \ (i=1,2)$  будем иметь следующие условия:

$$G_{1} \sin \alpha_{1} \sin \beta \left(\frac{\partial \Psi_{1}}{\partial \alpha}\right)_{\alpha=\alpha_{1}} = V \overline{\cosh^{2} \alpha_{1} - \cos^{2} \beta} f_{1}(\beta) \qquad \left(0 < \beta < \frac{\pi}{2}\right);$$

$$G_{2} \sin \alpha_{1} \sin \beta \left(\frac{\partial \Psi_{2}}{\partial \alpha}\right)_{\alpha=\alpha_{1}} = V \overline{\cosh^{2} \alpha_{1} - \cos^{2} \beta} f_{2}(\beta) \qquad \left(\frac{\pi}{2} < \beta < \pi\right);$$

$$G_{1} \frac{\partial \Psi_{1}}{\partial \beta}\Big|_{\beta=\frac{\pi}{2}} = G_{2} \frac{\partial \Psi_{2}}{\partial \beta}\Big|_{\beta=\frac{\pi}{2}};$$

$$\Psi_{1}\left(\alpha, \frac{\pi}{2}\right) = \Psi_{2}\left(\alpha, \frac{\pi}{2}\right).$$

$$(1.6)$$

Решения уравнения (1.1) для функций  $\Psi_t(l=1,2)$  берем в виде суммы рядов Лежандра и Банерджи

$$\Psi_{1}(\alpha, \beta) = \sum_{k=1}^{A(l)} P_{2k-1}(\cosh \alpha) P_{2k-1}(\cos \beta) +$$
(1.7)

$$+\sum_{k=1}^{\infty} B_k^{(l)} P_{-\frac{1}{2}+l\tau_k}(\cosh \alpha) P_{-\frac{1}{2}-l\tau_k}(\cos \beta) \qquad (i=1.2),$$

где

$$P_n'(z) = \frac{d}{dz} P_n(z).$$

Заметим, что при |६| ≪ 1 для функций Лежандра имеют место следующие соотношения:

$$P_{2k-1}(-\xi) = -P_{2k-1}(\xi);$$

$$P'_{2k-1}(-\xi) = P'_{2k-1}(\xi);$$

$$(1 - \xi^2)P'_{2m-1}(\xi)P'_{2m-1}(\xi) d\xi = \begin{cases} \frac{2n(2n-1)}{4n-1} & m=n\\ 0 & m \neq n \end{cases}$$

$$P'_{2k-1}(0) = 0. \tag{1.9}$$

Заметим также, что возможность представления произвольной функции в ряд по коническим функциям  $P_{-}\frac{1}{2}$   $\iota$ - (ch 2) установлена в работе Д. Банерджи (°).

Представление произвольной функции в ряд по производным конической функции  $\{P_{\pm 1}, (ch\alpha)\}$  также возможно, что можно установить, следуя методу Банерджи.

Действительно, пусть имеет место разложение

$$I(\text{ch } z) = \sum_{i} P_{-1} (\text{ch } z) \sinh^{2} z \quad (0 \ z \leqslant I)$$
 (1.10)

и предположим, что оно справедливо на интервале (0 < a < 1).

Воспользуемся интегральным представлением

$$\sinh^{2} \alpha P_{-\frac{1}{4}} = (\cosh \alpha) = -\left(\frac{\alpha}{4} + \frac{1}{4}\right) \frac{21}{\pi} \int_{0}^{2} \frac{1}{\cosh \alpha - \cosh u} \cos \alpha u du, \tag{1.11}$$

которое на основании формулы

$$P_{-\frac{1}{\pi}} = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{\pi} \right) = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{\pi} \right) \frac{\cos^{-\frac{1}{2}} d}{\left( \frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi} \right)}$$
(1.12)

выведено в работе (1).

Произведя в правой части (1.11) интегрирование по частям, получим:

$$\sinh^{2} \alpha P_{-\frac{1}{2}-t\tau}(\cosh \alpha) = -\frac{1+4\tau^{2}}{2|2\pi\tau|} \int \frac{\sin \tau u \cdot \sinh u du}{|\cosh \alpha - \cosh u|}$$
(1.13)

Подставляя (1.13) в (1.10), будем иметь

$$F(cha) = \int \frac{\varphi(chu) sh u du}{||cha| - chu||}$$
(1.14)

илн

$$F(t) = \int \frac{\varphi(z) dz}{\sqrt{t-z}}$$
 (1.15)

Для заданной функции F(t) функция  $\varphi(z)$  определится решением интегрального уравнения Абеля (1.15):

$$\varphi(z) = \frac{1}{\pi} \frac{d}{dz} \int \frac{F(t)dt}{|z-t|} = \frac{1}{\pi} \int \frac{F'(t)dt}{|z-t|}$$
(1.16)

где использовано значение F(1) = 0.

В уравнении (1.14) было введено обозначение

$$\varphi(\operatorname{ch} u) = -\frac{3}{2\sqrt{2}\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{a_{-k}^{2}(1+4\tau_{k}^{2})}{\tau_{k}} \sin \tau_{k} u \quad (0 < u < l). \quad (1.17)$$

которое представляется как разложение функции ф (chu) и ряд Фурье

$$-\frac{1}{2\sqrt{2\pi}}a_{\pi_k}\frac{(1+4\pi_k^2)}{\pi_k} = \frac{2}{l}\int_0^l \varphi(\operatorname{ch} u)\sin\pi_k u du. \tag{1.18}$$

Если разложение (1.17) сходится и интегральное уравнение (1.14) имеет непрерывное и единственное решение, тогда разложение (1.10) также будет сходиться.

2. Произведя суммирование в рядах Банерджи, входящих в (1.7), по корням (\*) уравнения

$$P_{-\frac{1}{2}} = (\cosh z_1) = 0 \tag{2.1}$$

и удовлетворив условиям (1.5), получим:

$$A^{(i)}_{k-1}P_{k-1}^{i}\left(\operatorname{ch}\alpha_{1}\right)\operatorname{sh}^{2}\alpha_{1}=\frac{1k-1}{2k\left(2k-1\right)}\frac{a^{(i)}}{a^{(i)}}$$
 (i = 1, 2). (2.2)

При этом использованы соотношения (1.8) и следующие обозначения:

$$a_{k}^{(1)} = \int_{0}^{1} (1 - \xi^{2})^{t_{k}} P_{2k-1}^{t}(\xi) f_{k}^{*}(\xi) d\xi;$$

$$a_{k}^{(2)} = \int_{0}^{0} (1 - \xi^{2})^{t_{k}} P_{2k-1}^{t}(\xi) f_{2}^{*}(\xi) d\xi;$$

$$(2.3)$$

$$f_1(.) = f_1(\arccos \xi) + \frac{1}{\cosh^2 \alpha_1 - \xi^2} (l = 1, 2).$$
 (2.4)

Удовлетворив первому из условий (1.6), получим:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left[ G_k B^{(1)}_{k} - G_2 B^{(2)}_{k} \right] P' \underset{t=1}{\longrightarrow} (0) P' \underset{z=\pm t_1}{\longrightarrow} (\cosh z) = 0 \quad (0 < z < z_1), \quad (2.5)$$

откуда следует

$$G_1 B_k^{(1)} = G_2 B_k^{(2)}. (2.6)$$

Удовлетворив второму из условий (1.6), будем иметь

$$\sum_{k=1}^{\infty} (A_{2k-1}^{(1)} - A_{2k-1}^{(2)}) P_{2k-1}^{(1)}(0) P_{2k-1}^{(1)}(\cosh \alpha) =$$

$$= \sum_{k=1}^{\infty} (B_k^{(2)} - B^{(1)}) P_{-\frac{1}{2}} + \sum_{k=1}^{\infty} (0) P_{-\frac{1}{2} + i\tau_k}(\cosh \alpha) \quad (0 < \alpha < \alpha_1). \tag{2.7}$$

Пользуясь значением следующего интеграла

$$\int \sinh^{3} P_{-\frac{1}{2}} (\cosh \alpha) P_{-\frac{1}{2}} (\cosh \alpha) d\alpha = \begin{cases} 0 & k \neq p \\ 2 & p = k \end{cases}$$
 (2.8)

гле

$$= \frac{1}{4\pi} - \frac{1}{2\cosh \alpha_1} \int_0^{2\pi} \frac{u \sin \alpha_1 u du}{1 \cdot 2\cosh \alpha_1 - 2\cosh u}$$

$$- 2\cosh \alpha_1 \int_0^{2\pi} u \sin \alpha_1 u \int_0^{2\pi} \frac{2\cosh \alpha_1 - 2\cosh u du}{1 \cdot 2\cosh u du}$$
(2.9)

и т₂ суть корпи ураннения (2.1), из (2.7) получим:

$$\Omega_{\tau} (B_{\rho}^{(2)} - B_{\rho}^{(1)}) P'_{-\frac{1}{2}+t^{-}}(0) =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} (A_{2k-1}) P'_{2k-1}(0) \int_{0}^{1} \sinh^{3} 2P'_{2k-1}(\cosh 2) P'_{-\frac{1}{2}} \int_{0}^{1} (\cosh 2) d\alpha. (2.10)$$

Так как функции  $P_{2k-1}(t)=\varphi_{2k-1}(t)$  и  $P_{-\frac{1}{2}-\frac{1}{p}}(t)=y_{-p}(t)$  удовле-

творяют дифференциальным уравнениям:

$$(t^{2}-1)y_{\tau_{\rho}}^{*}(t)+4ty_{\tau_{\rho}}^{*}(t)+\left(\tau_{\rho}+\frac{9}{4}\right)y_{\tau_{\rho}}(t)=0;$$

$$(t^{2}-1)=\frac{1}{2k-1}(t)+4t\varphi_{2k-1}(t)-(4k^{2}-2k-2)\varphi_{2k-1}(t)=0,$$
(2.11)

то, умножив первое из них на  $(t^2-1)_{72k-1}(t)$ , а второе на  $(t^2-1)y_{7}(t)$  и вычтя из первого произведения второе, после интегрирования разности в пределах от единицы до  $t_1= \operatorname{ch} z_1$ , получим

$$\int_{1}^{t} (t^{2} - 1)P'_{2k-1}(t)P'_{-\frac{1}{2}-t-p}(t) dt = \frac{(t_{1}^{2} - 1)P'_{2k-1}(t_{1})P'_{-\frac{1}{2}-t-p}(t_{1})}{\tau_{p}^{2} + \left(2k - \frac{1}{2}\right)^{2}}.$$
(2.12)

Подставляя это значение в (2.10) и пользуясь соотношениями (2.2) и (2.6), получим:

$$B_{p}^{(2)} = \frac{P'_{-\frac{1}{4}-lz_{p}}(\cosh z_{1})}{G_{2}(G_{1}-G_{2})P_{-\frac{1}{2}-p}(0)2} = \frac{(0)(4k-1)(G_{2}a_{k}^{(1)}-G_{1}a_{k}^{(2)})}{(2.13)}$$

Пользуясь определенными выражениями функций  $\Psi_{i}(z, \beta)$  (i = 1, 2) и формулами (1.2), можно определить упругие перемещения и напряжения в любой точке составного эллипсоида.

Институт математики и механики Академии наук Армянской ССР

#### P. L. UPPILILITAUV

# քաղաղբյալ ձգված պատման էլիպսոիդի ոլուումը

Հլիպսոիցի մակերեույթի վրա կիրառված լարումենրով։ Հլիպսոիցի մակերեույթի վրա կիրառված լարումենրով։ հեղրի լուծումը հերկալացվել է Լեմանգրի և Բաներչիի չարցերի գումարի
Կամայական ֆունկցիան ըստ առաջին սեռի կոնական ֆունկցիաների չարցով ներկայացնելու Հարցը ուսումնասիրվել է Բաներչիի աշխատանցում [6]։ վել են Բաներչիի շարցեր։

Հոգվածի առաչին մասում ցույց է տրվել, որ կամայական ֆունկցիան հետրավոր է հերկայացնել նաև ըստ առաջին սեռի կոնական ֆունկցիաների ածանցյալների շարցով։

Բաներջիի չարցերում օգտագործվող արմատենրի հատուկ ընտրությամբ գիտարկված խնդրի համար ստացվել է փակ լուձում։

### ЛИТЕРАТУРА-90 Ц 4 Ц 6 0 Р 9 9 1 Г 1

<sup>1</sup> E. Melan, Technische Blatter, Prag. Nos. 48, 49/50, 1920, 117—419, 127—129
<sup>2</sup> Th. Poschi, Zamm, Bd. 2, Heft 2, 1922, 137—117. <sup>3</sup> A. Ш. Локшин, Изв. Екатеривосл. инст., XI, № 1, 100—101, (1923) <sup>4</sup> B. Л. Абрамян. Н. Х. Арутюнян. А. А. Баблоян, Изв. АН Арм ССР<sup>4</sup>, Механика, т. 19, № 1, 3—12 (1966). <sup>5</sup> М. А. Алик-пандран, А. А. Баблони, Изв. АН Арм. ССР<sup>4</sup>, Механика, т. 20, № 6 (1967). <sup>4</sup> D. P. Вапегјее, Proc. Cambr. Philos. Soc. vol. 34, р. 1, 30—32 (1938). <sup>1</sup> М. И. Журина, Л. Н. Кармазина, Таблицы функций, Лежанара Р

— 1 (X) М. Выч. Ц. АН СССР,

1963. Einar Hille, Arkiv för matematik, astronomi och fysik, Bd. 13, Ne 17,1 — 76(1918). Arkiv för matematik, astronomi och fysik, Bd. 17, Ne 22, 1—16 (1923).

УДК 539,376

теория ползучести

### К. С. Карапетян

# О влиянии многократно повторной сжимающей нагрузки на прочность, деформативность и ползучесть бетона

(Представлено академиком АН Армянской ССР С А. Амбарцумяном 21/IV 1970)

В работе приводятся результаты исследования влияния многократно повторной сжимающей нагрузки на прочность, деформативность и ползучесть бетона в зависимости от возраста бетона к моменту испытания с учетом анизотропии.

Испытанию подверглись призматические образцы размером  $7 \times 7 \times 28$  см, изготовленные из тяжелого бетона. Для приготовления бетона применялся шлакопортландцемент марки 600, кварцевый песок и базальтовый щебень. Состав бетона (по весу) 1:1, 78:2, 18, В/Ц = 0,48, расход цемента 434 кг на 1 м³.

Всего было приготовлено 2 замеса бетона и из каждого изготовлено по 72 призмы и необходимое количество кубиков с ребром 10 см. Из общего количества призм 50% бетонировалось в вертикальных, а 50%—в горизонтальных формах. Приготовление бетона производилось вручную, а уплотиение на виброплощадке при продолжительности вибрации 30 секуид. Образцы освобождались от форм через 48 часов и далее находились в помещении лаборатории в обычных температурновлажностных условиях

Опыты начинались с испытания контрольных образцов (ПП), ко торые не подвергались воздействию многократно повторной нагрузки, т. е. служили эталонами для сравнения. Испытание призм до разрушения производилось ступенчатым повышением нагрузки и выдержкой под каждой ступенью в течение одной минуты. Деформации измерялись микронными индикаторами в начале и в конце каждой ныдержки

После испытания контрольных призм образцы-близнецы подвергались воздействию многократно повторной нагрузки при характеристике цикла напряжений  $\rho = \sigma_{\text{toln}}/\sigma_{\text{max}} = 0,42 \, (\sigma_{\text{min}} = 0.25 \, R_{\text{пр}}, \sigma_{\text{max}} = 0,6 \, R_{\text{пр}})$  и частоте повторной напрузки 560 циклов/мин. Затем после 70000 циклов повторений нагрузки указанные призмы также, по вышеописанной методике, испытывались до разрушения.

Для исследования влияния многократно повторной нагрузки на ползучесть бетона в зависимости от возраста призмы, не подвергнутые (НП), и призмы, подвергнутые (ПП) воздействию многократно повторной нагрузки, вагружались длительной постоянной сжимающей нагрузкой в возрастах 8, 14, 28 и 93 суток. Относительное напряжение в момент длительного загружения для всех образцов составляло 0,4

Прочностные показатели бетона в различных возрастах приведены в табл. 1.

Таблица / Влияние многократно повторной сжимающей нагрузки на призменную прочность бетона.

| бе тона     |  | Ra B KF /CM2 TO   | Rap, KF/CM2  |  |  |  |
|-------------|--|---|--|--|--|--|
| Возраст бет | Направление сжи-<br>мающей силы по<br>отношению к сло-<br>ям бетонирования | нспытаниям об-<br>разцов, не под-<br>вергнутых воз-<br>действию пов-<br>торной нагрузки | образнов, не под-<br>вергнутых воз-<br>действию нов<br>торной нагруз-<br>ки (НП) | обрацов, подверт-<br>нутых воздейст-<br>вию повторной<br>нагрузки (ПП) |  |  |
| 7           | Перпендикулярно  | 179   | 131  | 132  |  |  |
|             | Параляельно  | 178   | 146  | 129  |  |  |
| 13          | Перпендикулярно  | 249   | 161  | 191  |  |  |
|             | Параллеяьно  | <b>2</b> 69   | 196  | 197  |  |  |
| 27          | Перпенанкулярно  | 341   | 203  | 201  |  |  |
|             | Параллельно  | 323   | 226  | 220  |  |  |

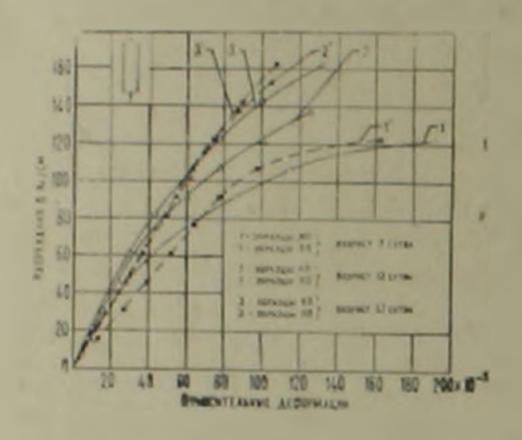
Как известно, бетон является анизотропным материалом благодаря чему прочностные и деформативные характеристики одного и того же бетона по испытаниям образцов перпендикулярно и параллельно слоям бетонирования могут существенно отличаться, степень этого отличия зависит от большого количества факторов

Как следует из табл. 1, разница прочностей призм, испытанных перпендикулярно и параллельно слоям, незначительна (12%), что является следствием большого расхода цемента (2).

На основании данных табл. 1, при принятых характеристике цикла напряжений и базе испытания, многократно повторная сжимающая нагрузка практически не оказывает влияния на призменную прочность бетона. Однако, если принять во внимание те незначительные измене ния призменных прочностей, которые произошли под воздействием многократно повторной нагрузки, то нетрудно заметить, что повторная нагрузка положительно сказалась на прочность призм, испытанных перпендикулярно слоям и отрицательно— на прочность призм, испытанных параллельно слоям.

Из показанных на рис. 1 двух графиков на первом приведены кривые деформаций призматических образцов, не подвергнутых (НП) подвергнутых (ПП) воздействию многократно повторной сжимающей

нагрузки перпендикулярно слоям бетопирования, а на втором—параллельно слоям бетонирования. Как видим, в обоих случаях многократно повторная нагрузка привела не только к существенным количественным изменениям деформаций, но и к изменению характера кривых деформа-



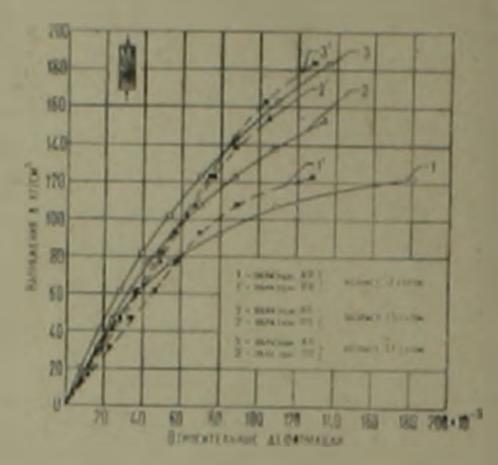


Рис. 1. Влияние многократно повторной сжимающей нагрузки на последующие леформации бетона под кратковременной сжимающей нагрузкой

ций. Независимо от возраста бетона к моменту испытания, зависимость между напряжениями и деформациями для образцов ПП до относительного напряжения 0,55—0,65 имеет линейный характер, а выше она представляет кривую, вогнутостью обращенную к оси деформации. При этом, как правило, большая часть линейного участка зависимости з проходит ниже кривой деформации образцов НП, а остальная часть—выше.

Изменение характера зависимости является результатом 3 - E наложения влияний двух разных явлений, вызванных воздействием многократно повторной нагрузки. Под многократно повторной нагрузкой происходит отжатие деформаций ползучести благодаря кой природе цементного геля и деформаций кристаллической структуры цементного камня. Ползучесть цементного камня приводит к перераспределению напряжений с цементного камня на заполнитель, упругие деформации заполнителя увеличиваются и структура бетона уплот няется. Со сбросом повторной нагрузки частично восстанавливаются упруго-мгновенные деформации и далее частично деформации ползучести. Восстановление деформаций обусловлено обратимыми деформициями упруго-деформированного заполнителя, который стремится восстановить свою первоначальную форму, однако этому препятствует уплотненный цементный камень и в последнем, в местах контакта с заполнителем, неизбежно появляются микротрешины ( '- 1).

При повторном загружении бетонной призмы, из-за наличия микротрещин сначала деформация призмы ПП будет больше, чем деформация призмы НП, так как положительная роль уплотненной структуры бетона не может полностью компенсировать отрицательное влияние ми-

кротрещин. Однако с повышением напряжения происходит смыкание микротрещин, и их отрицательная роль с достижением напряжения. близкого к з<sub>тах</sub> исчезает, а положительная роль уплотненной структуры бетона все больше становится ощутимой и благодаря этому кривая деформаций призмы ПП пересекает кривую деформаций призмы НП и располагается выше (рис. 1).

Характер кривых деформаций бетона после воздействия многократно повторной нагрузки в большей мере ависит от величины верхнего предельного напряжения повторной нагрузки (от величины, в зависимости от ее величины, а также возраста бетона к моменту испытания наложе

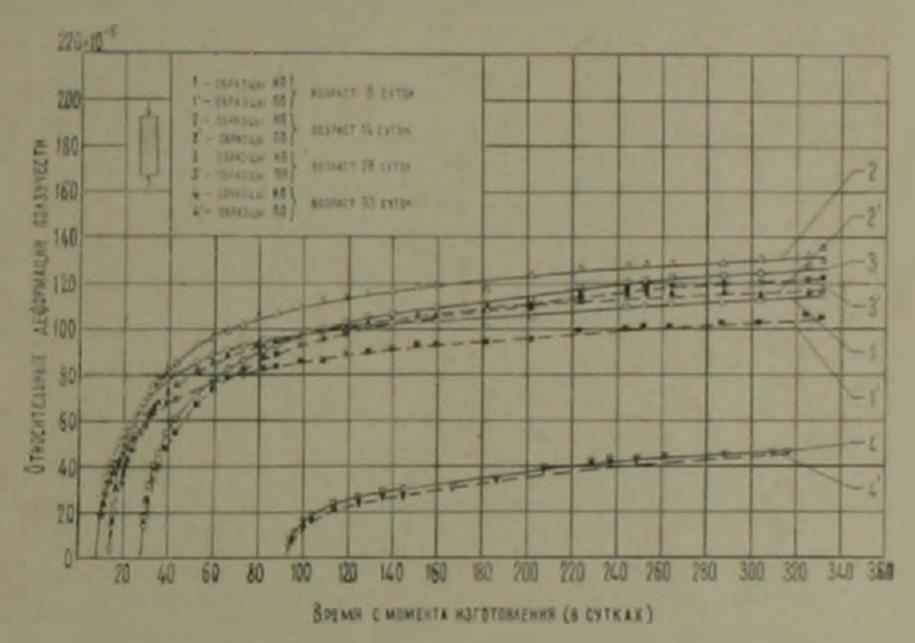


Рис. 2. Влияние многократно повторной сжимающей нагрузки на последующую ползучесть бетона под ллительной постоянной сжимающей на грузкой

ние влияний отмеченных выше днух факторов может привести к трем разным по характеру закономерностям деформаций бетона (\*).

На основании рис. І влияние многократно повторной сжимающей нагрузки на деформации бетона, независимо от того испытываются образцы перпендикулярно или параллельно слоям бетонирования, с увеличением возраста бетона к моменту испытания, уменьшается. Влияние многократно повторной нагрузки на последующие деформации бетона при испытании образцов параллельно слоям более существенно, чем при испытании образцов перпендикулярно слоям.

На рис. 2 построены кривые ползучести образцов НП и ПП, яспытанных перпендикулярно слоям, а на рис. 3- такие же кривые образцов, испытанных параллельно слоям Как видим, во всех возрастах кривая ползучести образцов ПП занимает положение ниже кривой ползучести образцов ПП отношение деформаций ползучести образцов ПП к деформациям ползучести образцов НП для возрастов бетона 8, 14, 28,



93 суток при испытании образцов перпендикулярно слоям бетонирования соответственно составляет 0,90; 0,88; 0,97 и 0,96, а при испытании образцов параллельно слоям—0,79; 0,93; 0,73 и 0,91.

Таким образом, при принятой характеристике цикла напряжений многократно повторная сжимающая нагрузка приводит к уменьшению последующей ползучести бетона под постоянной сжимающей нагрузкой, причем тем чувствительнее, чем моложе бетон к моменту испыта-

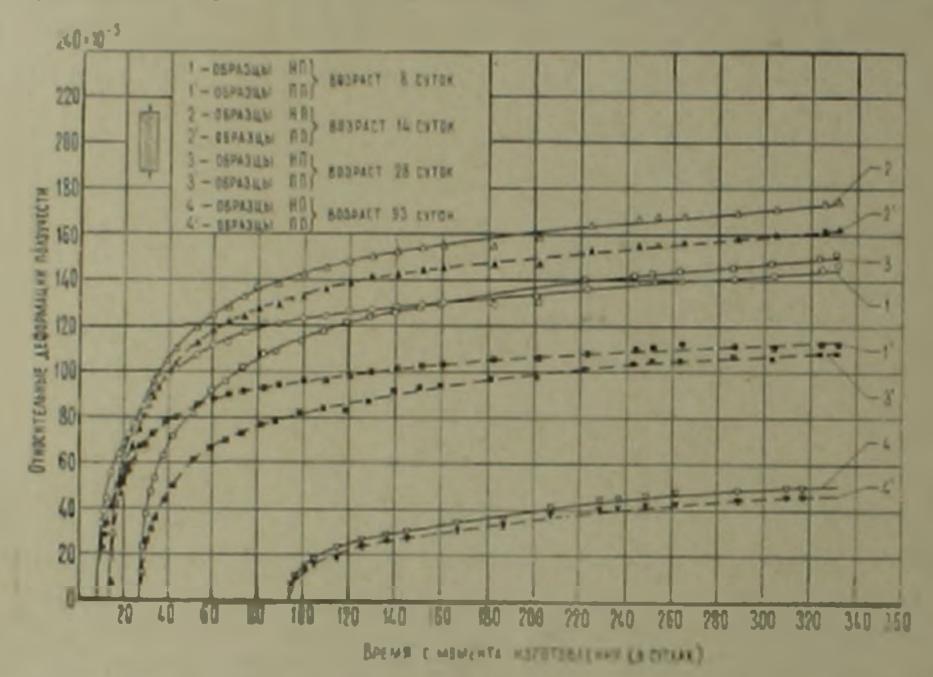


Рис. 3. Влияние многократно повторной сжимающей нагрузки на последующую ползучесть бетона под длительной постоянной сжимающей нагрузкой

ния. Влияние многократной повторной нагрузки на ползучесть бетона зависит также от ее направления к слоям бетонирования.

Согласно предложенной нами гипотезе, ползучесть бетона при сжатии до напряжения, соответствующего границе образования в бетоне микротрещин  $(R_i)$  является следствием капиллярных явлений, вязкости гелевой структурной составляющей цементного камия и деформаций кристаллической структуры цементного камия, а при более высоких напряжениях еще и следствием появления и развития микротрещин в бетоне.

Поскольку в наших опытах при воздействии многократно повторной нагрузки напряжение  $\sigma_{max}$  составляло 0,6  $R_{np}$ , а в процессе длительного загружения -0.4  $R_{np}$ , то деформации ползучести за счет образонания и развития микротрещин отсутствовали. Ввиду кратковременности воздействия многократно повторной нагрузки отсутствовали также и деформации ползучести за счет капиллярных явлений, так как для их развития требуется более длительное время.

Таким образом, при ноздействии многократно повторной нагрузки деформации ползучести в основном протекали за счет вязкости гелевой

Таблица 2
Восстановление упругих деформаций и деформаций полоучести после разгрузки образцов

| бетона<br>ту дли-<br>загру-<br>суткак              | ность                                  | Направление смимающей силы по отношению к слоям бетона | Упругая деформация в момент длительного загружения × 10° | линя пол-<br>(105                        | Восстановленная<br>часть упругой<br>деформации × 105 | Восстановленная часть дефомаций ползучести × 105 | Процент восста-<br>новления дефор-<br>маций |           |                                 |
|--|--|--|--|--|--|--|---|-----------|---------------------------------|
| Возраст бе<br>к моменту<br>тельного з<br>жения в с | Длительность<br>загружения в<br>сутках |  |  | Упругая<br>мация в<br>длитель<br>ружения | Деформация<br>зучести×105                            | Восстановлени<br>часть упругой<br>деформации X   | Восстан<br>часть де<br>ползучее             |           | деформа-<br>ций пол-<br>зучести |
|  | 324                                    | Перпендниулярно  | нп   | 28,4<br>30,5                             | 114,8<br>105,1                                       | 22,6<br>22,6                                     | 9,5<br>5,7                                  | 80<br>74  | 8,3                             |
|  |  | Параллельно  | HI   | 32,7<br>37,5                             | 146,7<br>111,5                                       | 25.4<br>24.5                                     | 11,0<br>14,1                                | 78<br>65  | 7.5                             |
| 3.4  | 210                                    | Периендикулярно  | пп   | 36,6<br>42,3                             | 135,4<br>114,9                                       | 31,0<br>37,3                                     | 10,3<br>15,1                                | 85<br>88  | 7,6<br>13,1                     |
| 14   | 318                                    | Параялсяьно  | нп   | 37,2<br>51,0                             | 174.4<br>162.8                                       | 43,1<br>38,3                                     | 10.6  | 116<br>75 | 6,1<br>6,1                      |
| 28   | 304                                    | Перпендикулярно  | <b>п</b> п   | 41,8<br>63,3                             | 129,9<br>122,7                                       | 37.5<br>44.4                                     | 15.8<br>15.9                                | 89<br>70  | 12,2<br>12,9                    |
|  |  | Параллельно  | нп   | 45,2<br>49,8                             | 151,5<br>108,6                                       | 37,1<br>38,4                                     | 12,9<br>11,9                                | 82<br>77  | 8,5<br>10,9                     |
| 93   | 224                                    | Перпендикулярно  | HП   | 37,2<br>45,6                             | 46,0<br>46,1   | 30,8<br>35,7                                     | 12.0<br>14,7                                | 83<br>78  | 26.1<br>31,9                    |
|  |  | Параллельно  | HU<br>HU   | 37.4<br>48,0                             | 50,2<br>46,0   | 32,8<br>35,9                                     | 11,6<br>13,0                                | 88<br>75  | 23,1<br>28,3                    |

структурной составляющей цементного камия и деформаций кристаллической структуры цементного камия. Как известно, ползучесть, обусловленная двумя этими факторами, с увеличением возраста бетона к моменту загружения уменьшается. Поэтому в области линейной ползучести с увеличением возраста бетона влияние многократно повторной сжимающей нагрузки на последующую ползучесть бетона под длительной статической нагрузкой должно уменьшаться, т. е. так, как это получилось в наших опытах.

Рассмотрим данные обратимости упруго-мгновенных деформаций и деформаций ползучести после разгрузки образцов из-под длительной нагрузки и наблюдения в течение 123 суток (табл. 2). На основания этих данных многократно повторная сжимающая нагрузка уменьшает обратимость упруго-мгновенных деформаций и, наоборот, увеличивает обратимость деформаций ползучести. При этом обратимость деформаций в большой мере зависит от направления как многократно повторной сжимающей нагрузки, так и длительной сжимающей нагрузки по отношению к слоям бетонирования.

Из данных табл. 2 также следует, что с увеличением возраста бетона к моменту длительного загружения обратимость упруго-мгновенных деформаций и деформаций ползучести увеличивается.

Институт математики и механики Академии наук Армянской ССР

### Կ. Ս. ԿԱՐԱԳԵՏՅԱՆ

## րազմակի կրկնվող սեղմող բեռի ազդեցությունը բետոնի ամբության, ղեֆորմատիվ ճատկությունների և սողքի վրա

ատանքում բերվում են բնտոնի ամբության, դեֆորմատիվ ւատկությունների և սողջի վրա բազմակի կրկնվող սեղմող բեռի ազդեցության է սպերիմենտալ :ետազոտությ<mark>ան արդյուն»</mark>ները կախված փորձարկման մոմենտում բնտոնի հասակից, անիզոտրոպիայի հայվառումով։

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ լարումների ցիկլի՝ բ=3min/3max 0,12(3min = 0.25Rm, 5mm 0.6Rmp) և փորձարկման բազայի՝ , (2000 ցիկլ) ընդունված արժերերի համար, բազմակի կրկնվող սեղմող թեռը պրակտիկորեն լի ազդում բնտոնի պրիզմայական ամրության վրա, բալց էապես է ազդում նրա հետագա դեֆորմացիաների վրա ինչպես կարճատև, այնպես և եղման դնպրում։

քազմակի կրկնվող սեղմող բեռը բերում է բետօնի սողքի փոքրացման, ընդ որում այգ ազդեցությունը մեծապես կախված է բետոնի շերտերի նկատմամբ բեռի ունեցած ուղղությունից և փորձարկման մոմենտում բետոնի հասակից։ Հասակի մեծացման հետ բազմակի կրկնվող սեղմող բեռի ազդեցությունը բետոնի սողքի վրա փոքրանում է։

### ЛИТЕРАТУРА — ԳРИЧИБЛУР ВЛІТ

1 К. С. Карапетян, «Известия АН АрмССР», серия физ.-мат. наук, т. 10, № 6 (1957). 2 К. С. Карапетян, «Известия АН АрмССР», серия физ.-мат. наук, т. 18, № 5 (1965). 8 К. С. Карапетян, «Известия АН АрмССР», серия физ. мат. наук, т. 12, № 6 (1964). 4 Ю. С. Кулыгин, И. К. Белобров, Экспериментальное исследование ползучести бетоня при многократно повторяющихся циклических нагрузких. В сб. Прочность и жесткость железобетонных конструкций, под ред. А. Гвоздева. Стройнадат, 1968.

## ДИВЧИНИ UUZ ЧЕЗПЕРЗПЕТТЕР ИЧИЧЕТЕЦЗЕ ДЕЧПЕЗЗТОР ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЯ ССР

1.1

УДК 621.3

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА** 

Академик АН Армянской ССР А. Г. Иосифьян

## О принципах теоретической электромеханики

(Представлено 21/VII 1970)

В представленной работе рассматриваются основные закономерности электромеханических явлений с точки зрения замкнутого энергетического контура генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии

Основоположники теории электромагнитных явлений Фарадей и Максвелл ввели понятие «оси сил» (axis of power) как геометрического замкнутого контура в Эвклидовом пространстве и Ньютоновском пространственном и временном континууме, в котором возникают все физические энергетические события, связанные с электромеханическими и электромагнитными явлениями.

В этих энергетически замкнутых контурах по принципу возбуждения можно отметить два способа прямого и обратного преобразования механической энергии движущихся вещественных (инерциальных) тел в электромагнитную;

- с помощью изменения взаимонидукции магнитного потока в функции изменения относительных геометрических координат движущихся тел, связанных (сцепленных) с потоком, как, например, магнитные индукционные электрические машины, аппараты;
- с помощью изменения взаимоиндукции электрических полей в диполях в функции изменения относительных геометрических координат движущихся тел, связанных с электрическими зарядами, как, например, емкостные индукционные электрические машины и аппараты.

Замкнутые эпергетические контуры вещественных проводников могут быть осуществлены с помощью:

- а. Электропроводящих вещественных контуров (Q)
- 6. Магнитопроводящих вещественных контуров (Ф).

Следует отметить, что магнитопроводящие замкнутые вещественные контуры для обеспечения миграции электрической энергии на расстояние не нашли еще себе широкого применения в технике.

Более глубокий анализ этих явлений с учетом современных экспериментальных исследований по сверхпроводимости показывает, что в пространстве трех измерений и местного времени, в соответствии с двумя вышеуказанными методами генерирования, распределения, передачи и потребления электроэнергии, математически можно определить две

взанмозамкнутых геометрических оси мощности Фарадея — Максвелла:

- ось мощности электрических сил,
- ось мощности магнитных сил, в смысле обобщенных сил Лагранжа.

В этой системе обобщенных сил измеряемыми параметрами по оси мощности электрических сил являются ток, напряжение, время, а по оси мощности магнитных сил м д с., магнитный поток, время.

Эти две оси во всех электроэнергетических системах образуют ф изическое двухсвязанное (взаныноохватывающее) пространство:

- пространство «Q»;
- пространство «Ф»

электрических и магнитных сил соответственно.

Физические события вдоль этих осей имеют свои специфические особенности, так как взаимосвязь и взаимодействие магнитных и электрических сил с вещественными телами с их атомно-кристаллической структурой различны, несмотри на то, что магнитные и электрические силы являются двумя сторонами единого электромагнитного поля.

При любых физических событиях в этом двухсвязанном пространстве и при любом математическом анализе процессов, разбивающем это пространство на два односвязанных, необходимо соблюдать следующие объективные закономерности:

закон сохранения эпергии,

закон сохранения электромагнитных импульсов,

закон сохранения механических импульсов (поступательных и вра-

правило знаков.

Выражение законов сохранения энергии и импульсов в математических исследованиях процессов движения материальных точек (или точечных масс), принятых в классической механике, общеизвестны. Динамические явления, связанные с точечными массами, рассматриваются как локализованные в пространстве точечные физические события (без учета влияния гравитационно-инерциальных полей).

Между тем законы сохранения энергии и электромагнитных импульсов пельзя в принципе рассматривать как точечные события, так как энергия и электромагнитные импульсы, а также их изменения связаны с замкнутыми контурами осей мощности и носят интегральный характер Рассматривая локальные события в отлельных элементах замкнутых контуров, необходимо всегда учитывать эту специфическую особенность электромагнитных явлений.

Интегральное свойство электромагнитного (динамического) импулься для электропроводящих систем было впервые сформулировано Максвеллом в § 541 его трактата по электромагнетизму (1), исходя из закона Фарадея 3=- «Интеграл по времени от полной электродвижу»

шей силы, действующей вдоль некоторого контура, есть величина постоянная вместе с числом магнитных силовых линий, пронизывающих контур» Это математически выражается в виде

$$\Psi_{*} + \int \beta dt = const = \Psi_{0} \tag{1}$$

при условин, что Э- [ Еd],

где т — верхний предел интеграла, определяющий конечное значение магнитного потока. Е— напряженность электрического поля

При расположении источника энергии в контуре влектропроводящей оси мощности Максвелл выразил приращение работы в этом контуре в виде:

$$\delta A_{2} = 3\delta Q. \tag{2}$$

где  $\delta Q$  — варнация заряда;  $\partial$  — действующая в контуре в д с.;  $\delta A_{\rm o}$  — элементарная работа электродвижущих сил в этом контуре в смысле Лагранжа

При расположении источников энергии в контуре магнитопроводящей оси мощности необходимо рассмотреть вышеуказанные законы сохранения энергии и импульса с учетом того, что в магнитопроводящих системах магнитодвижущая сила (м. д. с.) является обобщенной силой, в вариацией количественной меры энергии является приращение магнит ного потока

В этом случае

$$\delta A_{m} = \theta_{m} \delta \Phi_{m}. \tag{3}$$

где  $\theta_m$  — магнитодвижущая сила;  $\delta\Phi_m$  — вариация магнитного потока.  $\delta A_m$  — элементарная работа магнитодвижущих сил

Рассмотрим, таким образом, в пространстве обобщенных координат, сил, импульсов и скоростей основные закономерности электромагнитных явлений как в интегральной, так и в дифференциальной форме для обенх систем:

## Пространство Q

Электропроводящая ось мошности Pa6ота  $\delta A_{s} = 3\delta Q$ 

Э — электродвижущая сила

Q — координата — электрический заряд

Q — скорость — электрический ток (i)

Рассматривая ток как явление кинетическое. Максвелл определил импульс У и кинетическую энергию магнитных полей Т, в форме

## Пространство Ф

Магинтопроводящая ось мощности Работа 8A<sub>m</sub> — 8\_8Ф\_

⊕ — магнитоданжущая сила

Ф<sub>т</sub> — координата — магнитный поток

Ф<sub>т</sub> — скорость — электрическое напряжение (и)

Рассматривая напряжение как явление кинетическое, мы определяем импульс Q и кинетическую энергию электрических полей в форме:

$$T_{0} = \frac{1}{2}L_{1}Q_{1} + \frac{1}{2}L_{2}Q_{2} + \frac{1}{2}L_{1}Q_{1} + \frac{1}{2}L_{2}Q_{2} + \frac{1}{2}L_{1}Q_{1}Q_{2} + \frac{1}{2}L_{2}Q_{1}Q_{2} + \frac{1}{2$$

где L — коэффициент самонидукции;  $M^{g}$  — коэффициент взаимонидукции контуров токов в функции геометрических координат (g).

$$q_{m} = C_{1}\Phi_{1} + C_{2}\Phi + \dots + Nf_{2}\Phi_{1} \dots + (4')$$

$$T_{m} = \frac{1}{2}C_{1}\Phi_{1}^{2} + \frac{1}{2}C_{2}\Phi_{1}^{2} + \dots$$

 $+ . + Nf_2\Phi_1\Phi_2, ... + (5')$ 

где C — коэффициент собственной емкости диполя;  $N^g$  — коэффициент взаимной емкости диполей контуров напряжений в функции геометрических координат (g).

Применяя уравнения Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \tau_{ii}} \frac{\partial T}{\partial \tau_{ij}} = F_{ii}$$

где  $\eta_1$ ,  $F_1$ — обобщенные координаты, скорости, силы соответственно, и используя принцип баланса в замкнутых контурах действующих и компенсирующих обобщенных сил в пространстве Q и  $\Phi$ , имеем:

$$\partial = \oint \mathbf{E} d\mathbf{I}_0 = -\frac{d\mathbf{V}}{dt}. \quad (6) \qquad \qquad \theta_m = \oint \mathbf{H}_m d\mathbf{I}_m = -\frac{dq_m}{dt}. \quad (6')$$

На уравнениях (4), (5), (6), (4'), (5') и (6') с учетом уравнения механического движения вещественных тел, кинетическая энергия  $T_{max}$  которых представлена в форме:

$$I_{1} = -K_{1}g_{1} + \frac{1}{2}K_{2}g_{2} + \dots + K_{1}g_{1}g_{1} + \dots$$
 (7)

(где g— геометрические скорости) основывается современная теория электрических машин, аппаратов, преобразовательных устройств на принципе магнитно-индукционных (система Q) и электроиндукционных емкостных (система Ф) явлений.

Так, например, для этих систем Q и Ф в частном случае справедливы уравнения двух четырехполюсников

$$u_{01} = i_1 r_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + M_1 \frac{di_2}{dt} = 0_{m1} = u_{m1} \sigma_1 + C_1 \frac{du_{m1}}{dt} + N_{12} \frac{du_{m2}}{dt}$$

$$u_{02} = i_2 r_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M_{12} \frac{du_{m2}}{dt} = 0_{m2} = u_{m2} \sigma_2 + C_2 \frac{du_{m2}}{dt} + N_2 \frac{du_{m2}}{dt}$$

где  $u_{n1}$ ,  $u_{n2}$  — напряжения,  $\theta_{m1}$ ,  $\theta_{m2}$  — токи (м. д. с.) на нходе и выходе индуктивного и емкостного четырехполюсников,  $r_1$ ,  $r_2$  — сопротивления,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  — проводимости.

Уравнение (7) входит в одинаковой форме в обе системы Q и  $\Phi$ . Коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  ... в уравнении (7) представляют собой количественную меру вещественных масс, связанных соответствующим обра-

зом с зарядами и магинтными потокосцеплениями в пространстве трех измерений.

Интегралы в (6) и (6') характеризуют замкнутость контуров осей мощностей Q и Ф. Следовательно, закон сохранения интегральных электромагнитных (динамических) импульсов в обеих системах представляются в следующем виде:

$$\Psi_{-} + \int dt \int Edl = const = \Psi_{0};$$
 (8)  $q_{m} + \int dt \int H_{m} dl_{m} = const = q_{0};$  (8')

$$\Psi_0 = \int \mathbf{B} d\mathbf{s} = \int \mathbf{A} d\mathbf{l}_0; \quad (9) \qquad q_0 = \int \mathbf{L} d\mathbf{l}_m, \quad (9')$$

где Е,  $H_m$  — напряженности, В,  $D_m$  — индукции, А, К — векторы потенциала электрического и магнитного полей соответственно.

Если подставить в выражение элементарной работы (2) и (3) значение э. д. с. и м. д. с., выраженные через контурные интегралы (6) и (6'), то получаем варнацию энергии для обеих систем в виде:

$$\delta A_n = (\int \mathbf{E} d\mathbf{I}_n) \delta Q; \quad (10) \qquad \delta A_m = (\int \mathbf{H}_m d\mathbf{I}_m) \delta \Phi_m. \quad (11)$$

Для того чтобы связать энергетические характеристики электромагнитного поля с его импульсными характеристиками, умножим выражение (10) и (11) на dt и, учитывая, что операции б и d независимы, а A, зависят только от времени, проинтегрируем по t в пределах 0—т (т — определяет конечную величниу импульса).

$$\delta \int_{\delta} A_{s} dt - \left( \int_{\delta} dt \int E dl_{a} \right) \delta Q - \Psi_{s \max} \delta Q; \tag{12}$$

$$\delta \int_{0}^{\infty} A_{m} dt = \left( \int_{0}^{\infty} dt \int_{0}^{\infty} H_{m} dl_{m} \right) \delta \Phi_{m} = q_{m \max} \delta \Phi_{m}. \tag{13}$$

Уравнения (12) и (13) характеризуют варнации функции энергии и импульса, имеющие размерность энергия время, т. е. электромагнитного Действия для каждого рассматриваемого обобщенного пространства.

Если рассматривать двухсвязанное пространство с соответственными энергонсточниками как единый энергетический комплекс электромагнитного поля с единым для обеих систем т, то полная варнация электромагнитной функции Действия (энергии — импульса) будет иметь вид:

$$\delta D = \delta \int A_{m}dt + \int A_{m}dt = \Psi, \quad \max \delta Q + \eta_{\max} \delta \Phi_{m}, \quad (14)$$

и если в адиабатной оболочке  $\delta D=0$  амплитуды  $\Phi=|\Psi_n|=|\Phi_m|$  и  $q=|q_m|=|Q|$ , то из (12), (13) и (14) имеем при соответствующих фазах ( $\Psi$ ,  $\Phi_m$ ),  $(q,q_m)$ :

$$\delta D = \delta (q\Phi) = 0;$$
  $q\Phi = \text{const} = q \mid Adl.$  (15)

В частном случае уравнение (15) полностью совпадает с квантовой теорией сверхпроводимости, объясняющей процесс захвата магнит ного потока сверхпроводящим кольцом с константой, пропорциональной постоянной Планка h в форме  $q \mid Adl = hk$ .

Для характеристик свойств магнитных и электрических полей в окрестностих гочки классическая электродинамика представила в форме дифференциальных векторно-скалярных функций уравнения для системы Q в следующем виде:

rot 
$$E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$
; div  $B = 0$ ;  
rot  $H = j + \frac{\partial D}{\partial t}$   $B = \mu H$ ;  
 $j = \sigma E$ ;  $D = \varepsilon E$ ;  
div  $j + - = 0$ .

Уравнение электромеханики движущихся тел (частиц) массы т с электрическим зарядом Q было постулировано Лоренцом в форме

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = Q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \tag{17}$$

и правовнитовой системе отсчета.

При анализе уравнений (16) и (17) необходимо учесть, что математическая форма выражения гот  $E=-\frac{\partial B}{\partial t}$  допускает переход от физического двухсвязанного пространства единого электромагнитного поли к математическому односвязанному пространству с гипотезой Максвелла о том, что в любом геометрическом контуре, охватывающем магнитный поток независимо от наличия и структуры вещественных проводников, всегда э. д. с.  $3=-\frac{d^{4}}{d}$  и эту закономерность можно применить к граням любого элементарного параллелепипеда в вакууме в окрестности точки.

Математическая форма выражения  $rot\ H=j+---$  также допускает переход от двухсвязанного пространства к односвязанному.

Однако в этом случае учитывалась конфигурационная структура ве щественных тел тем, что при «разрыве» контура и образовании диполя электрического поля вводится ток смещения и соответственно плотность тока  $J_m = \frac{1}{2}$  для обеспечения принципа непрерывности тока и закона сохранения заряда.

При этих условиях перехода от физически лвухсвязанного пространства к математическому односвязанному излучение электромагнитной

волны в свободном пространстве описывается выражениями:

$$\nabla^2 \mathbf{E} = \frac{\partial^3 \mathbf{E}}{c^3 \partial t^3}; \qquad \nabla^2 \mathbf{H} = \frac{\partial^3 \mathbf{H}}{c^3 \partial t^3}; \qquad (18)$$

а мощность электромагнитного поля (поток энергии) по объему V, ограпиченному замкнутой поверхностью s,

$$\int_{s} (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) d\mathbf{s} + \int_{t} \mathbf{E} \mathbf{j} dV = -\int_{t} \left( \mathbf{E} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + H \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \right) dV$$

с вектором Попитинга — Умова

$$\overline{\Pi} = [E \times H] \tag{19}$$

значение векторов Е, D, H, В, ј и о, ра общензвестны.

Система уравнений (16) и (17) становится непоследовательной при непосредственном использовании для анализа явлений сверхпроводимости, так как в (16) «σ» равна бесконечности, а в (17) E=0.

В результате анализа явлений и процессов происходящих в системе Ф установлено, что эта система в принципе допускает переход от интегральных закономерностей (6), характеризующих замкнутые контурные свойства магнитопроводящих систем, к инжеследующей системе дифференциальных векторно-скалярных уравнений, описывающих физические события в окрестностях точки. Следуя Максвеллу и в соответствии с (8') допускаем также переход физического двухсвязанного пространства электромагнитного поля к математически односвязанному с законом сохранения импульса заряда в вакууме с образованием гот  $\mathbf{H}_m = -\frac{d\mathbf{D}_m}{dt}$ , а для магнитного потока в магнитопроводе Ф, охваченном вещественным сверхпроводящим замкнутым контуром введением напряжения смещения  $\left(+\frac{d\mathbf{B}_m}{dt}\right)$  при переменных полях для обеспечения закона сохранения и непрерывности потока вдоль оси магнитопровода. В результате получаем:

rot 
$$E_m = \bar{x} + \frac{\partial B_m}{\partial t}$$
 div  $D_m = 0$ ;  
div  $B_m = \rho_m$ ;  
 $D_m = \epsilon_m E_m$ ;  
 $E_m = \rho_m E_m$ ;

Система уравнений (20) является инверсно-сопряженными уравнениями электромагнитного поля, которые совместно с уравнениями Максвелла более полно отражают обективные закономерности электромагнитных явлений в вещественных телах с коэффициентами от, ры и плотностью х.

Для того чтобы количественно выразить свойства магнитопроводя-

щих вещественных тел, зависящие от плотности, температуры, химического строения, атомно-кристаллической структуры (включая сверхпроводимость), естественно предположить, что в магнитопроводящем контуре векторная плотность и и рт выражают спиновую (магнитную) характеристику электрона в форме магнитного «заряда»— элементарного магнитного потока.

Электрон с такой магнитной «вихревой» (4) характеристикой можно назвать электромагнетоком, имеющим количественную меру как таковую, пропорциональную постоянной Планка в виде:

$$\varphi = \frac{kh}{}, \qquad (21)$$

гле е-заряд электрона (2).

В общем случае в соответствии с (15)  $\Phi = \frac{2A^{N/N}}{q}$ .

Очевидно, что в соответствии с классической электронной теорией

$$\rho_m \simeq N \varphi_s$$
 (22)

где N — число электромагнетонов в единице объема магнитопроводищего вещества;  $\phi$  — средняя плотность магнитного потока в этом объеме;  $x = \rho_m V$  (V — средняя скорость ансамбля частиц).

Эти выражения дают основание составить уравнение движения частицы с массой *т* и «магнитным зарядом» ф в форме:

$$m_m \frac{d\mathbf{v}_m}{dt} = \Phi \left( \mathbf{H}_m + \mathbf{D}_m \times \mathbf{v}_m \right). \tag{23}$$

Уравнение (23) характеризует электромеханику и электродинамику движущихся тел (частиц) в системе (20).

При вышеуказанных условиях перехода от физического двухсвязанпого пространства электромагнитного поля к математическому односвязанному уравнение, выражающее мощность электромагнитного поля (поток энергии) по объему, ограниченному замкнутой поверхностью имеет вид:

$$\int (\mathbf{H}_m \times \mathbf{E}_m) d\mathbf{s} + \int \mathbf{H}_m \times dV = -\int \left( \mathbf{E}_m \frac{\partial \mathbf{D}_m}{\partial t} + \mathbf{H}_m \frac{\partial \mathbf{B}_m}{\partial t} \right) dV \tag{24}$$

где вектор потока мощности  $\Pi_m = (\mathbf{H}_m \times \mathbf{E}_m)$  в правовинтовой системе отсчета.

Таким образом мы имеем следующую полную систему инверсносопряженных уравнений электромеханики и электродинамики в форме:

rot 
$$E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$
; rot  $E_m = x + \frac{\partial B}{\partial t}$ ; rot  $H_m = -\frac{\partial D}{\partial t}$ ; div  $D_m = 0$ ;

$$div B = 0, div B = 0$$

$$div B = 0; div x + \frac{\partial p}{\partial t} = 0; div x + \frac{\partial p}{\partial t} = 0;$$

$$B = \mu H, B_m = \mu_m H_m; D = \epsilon E; D = \epsilon_m E_m; D = \epsilon_m E_m; D = \epsilon_m E_m;$$

Из уравнений (17) и (23) следует, что результирующая сила, действующая на частицу с массой т, обладающей зарядом Q и магнитным потоком Ф, равна геометрической сумме сил, выражаемых этими уравнениями в виде:

$$\vec{l}_0 + \vec{l}_m = Q(E + v \times B) + \phi_m (H + D_n \times v). \tag{25}$$

При этом знаки магнитного Ф и электрического Q зарядов должны удовлетворять условиям спиновых взаимодействий и уравнению (21), так как постоянная Планка является всегда существенно положительной величиной.

Следует отметить, что уравнение (25) легко можно получить в частном случае из (3)

$$\delta A = q\delta u + u\delta q + \iota \delta \Phi + \Phi \delta \iota + m\delta w + w\delta m + q^* \delta p + m\delta^*.$$

Вышеуказанная система уравнений позволяет исследовать явления электрической и магнитной сверхпроводимости как с помощью уравнений классической электродинамики, так и с помощью закономерностей классической квантовой механики, используя принцип всеобщего действия, объединяющего пространство, время и потенциал

В (<sup>3</sup>) был изложен всеобщий принцип действия механических и электромагнитных явлений в форме:

$$\sum_{i} |m_i v_i di + Q_i \Phi_i = \text{const}$$
 (26)

В этом выражении в соответствии с (15) динамические импульсы и Ф, в форме заряда и магнитного потока можно представить через векторы — потенциалы А и К в форме:

$$\Phi = \left\{ \begin{array}{ll} \theta_{m}dt = \int D_{m}dt = \int KdI_{n}, & D_{m} = \text{rot } K; \\ \Phi = \left\{ \begin{array}{ll} \partial dt = \int B_{n}ds = \int AdI, & B_{m} = \text{rot } A \end{array} \right\} \end{array} \right.$$

$$(27)$$

Уравнение (27) связывает геометрию вещественных масс с импульсными и векторными свойствами электрических и магнитных полей

Нз всеобщего принципа действия (26) и значений (27) для движения вещественной массы с механическим импульсом то и электрическим и магнитным импульсом соответственно имеем:

$$m\mathbf{v}_m + \Phi \mathbf{K} = c_1;$$
  
 $m_0\mathbf{v}_0 + q\mathbf{A} = c_2,$  (28)

если 
$$j_0 = \rho_0 v_0 = \rho_m v_m$$
, то  $\frac{mj_0}{\rho_0} + qA = c_2$ ,  $\frac{m_m x}{\rho_m} + \Phi K = c_1$ ,

и, так как для сверхпроводимости  $c_1 = h \nabla \gamma_m$ ;  $c_2 = h \nabla \gamma_*$ , то уравнение (27) приводит к прямой связи с фазовым множителем волновой функции Шредингера в форме:

$$q_m(\mathbf{r}) = 1 \ \rho_m(\mathbf{r}) \exp i \gamma_m(\mathbf{r}); \qquad \Phi(\mathbf{r}) = V \rho_0 \exp i \gamma_0(\mathbf{r});$$

для электронной и магнитной компоненты электромагнетона соответственно.

Таким образом:

дифференциальные векторно-скалярные уравнения в окрестностях точки в пространстве Q и пространстве  $\Phi$  являются инверсно-сопряженными;

система уравнений пространства Q, а также пространства Ф каждая в отдельности инвариантна к преобразованию Лоренца и допускает применение концепции точечных масс с введением дельта-функций, а также использование принципов вероятностного распределения ассоциации частиц, обладающих электрическими и «магнитными зарядами»;

система интегральных уравнений, характеризующая закон сохранения энергии – импульса, совместно с системой дифференциальных уравнений в пространстве Q и Ф позволяет полнее решать широкий круг задач электромеханики и электродинамики с учетом явлении сверхпроводимости, а также развить динамическую теорию плазменных явлений;

развитие принципов всеобщего действия в фазовом пространстве (ψ. ι) (q, υ) позволяет исследовать процессы электромеханики и электродинамики, обусловленные нелинейными интегральными параметрами;

анализ двухсвязанного пространства электромагнитного поля с двумя осями мощности с аналитическим выражением интегральных и дифференциальных законов сохранения заряда и магнитного потока связанные с постоянной Планка, дают основание рассматривать процессы излучения и поглощения электромагнитной энергии как процессы, по своей природе подчиняющиеся значениям hy энергии на всем днапазоне частот;

включение постоянной Планка в уравнения движения частиц в электрических и магнитных полях открывает возможность связать макроэлектродинамику с квантовой электродинамикой при наличии связи между плотностью тока ј и плотностью напряжения ж с волновой функцией Шредингера для явлений сверхпроводимости

В заключение автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность Давтяну О. К., Тер-Мкртчяну Л. Н. за ценные замечания при

обсуждении представленной работы и Арешяну Г. Л. за активное творческое участие в проведенных исследованиях.

Всесоюзный научно-иследовательский институт электромеханики

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադևմիկոս Ա. Ղ. ԻՈՍԻՖՅԱՆ

## Տեսական Էլեկտբամեխանիկայի սկզբունքների մասին

էլեկտրամեխանիկական և էլեկտրամադեիսական երևույքներով պայմանավորված բոլոր ֆիզիկական էներդետիկ պրոցեսների Համար, որոնք ընքանում են հռաչափ տարածության մեջ և տեղական ժամանակի ընքացքում, էս գրանժի ընդՀանրացված ուժերի իմաստով, մաքեմատիկորեն կարելի է Հետազոտել երկու փոխադարձ փակ երկրաչափական Հզորության Ֆարադելի-Մաքսվելի առանցքները.

- էլեկտրական ուժերի :զորության առանցլ,
- մագնիսական ուժերի հղորության առանցը։

Այդ երկու առանցրները բոլոր էլեկտրաէներգնտիկական `ամակարգերում կազմում են երկկապ ֆիզիկական տարածություն.

🔾 — տարածություն,

Ф — տարածու**β**յուն։

էլեկտրական և մագնիսական ուժերին համապատասխան։

Q-տարածության մեջ ընդմանրացված ուժն է էլեկտրայարժ ուժը, իսկ ընդմանրացված կոսըցինատն է էլեկտրական լիրթը։

Ф. տարաժության մեջ ընդնանրացված ուժն է մագնիսաշարժ ուժը, իսկ ընդնանրացված կոորդինատն է մագնիսական հոսըը։

րթեր դրչ։ Հափություրըթեն՝ աւդրեր իրացժետնակիր՝ տերաժությաւրըթեր բեղու մբևոշիչյան ատետգարիաթվաջ Տվվան անխատարծուղ միտանիվուղ թր էնրիահաղանիստիար բեղու վրեսչիչյան ատետգարիստը «Հվան անխատարծուղ միտանիվուղ թր էնրիահաղանիստիար բեղու վրեսչիչյան ատետգարիստը

Ф- տարածության մեջ բեթացող պրոցեսների վերլուծությամբ Հաստատված է, որ Հավասարումների այդ սիստեմն սկզրունցորեն թույլ է տալիս անցում մազնիսամաղորդող Համակարգերի կակ կոնտուրային Հատկությունները բնութագրող ինտեզրալային որինաչափություններից գեպի սարումների սիստեմը։ Ընդ ոլում մազնիսական Հոսքի պամպանման և անընդմատության որենքի ված է իրական գերմադորդիլ փակ կոնտուրով, մտցվում է լարման շնոմանս խտության հասկացությունը։

Փ-սիստեմում ստացված դիֆերենցիալ վեկտորա-սկալյար հավասարումները հանդիսանում են Հլեկտրամագնիսական դաշտի շրջադարձ-համալուծ հավասարումներ, որսեց Մաջովելի հավասարումների հետ (Q սիստեմում) միասին ավելի լրիվ են արտացոլում էլեկտրամագնիսական երևույիների որյեկտիվ օրինաչափությունները։

#### Л И Т Е Р А Т У Р А— Գ Р Ц Ц Ц Г П Р В П Р Г

1 К. Максвелл, Избранные сочинения по теории электромагнитного поля, ГИТТ.1, 1954. 2 А. І. Носифиям, ДАН Арм. ССР, т. ХХ, № 2 (1955) 3 А. Г. Носифиям. Вопросы единой теории электромагнитного и гравитационно-инерциального полей, Изд-во АН Арм. ССР, 1959. 4 В Ф. Миткевич, Магнитный поток и его преобразование, Изд-во АН СССР, 1945

1970

3 3H 542 947 + 547 526

LI

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## Академик АН Армянской ССР А Т. Бабаян, К II Тагмазян. А А Черкезян

## Реакция циклизации-расщепления четвертичных аммониевых солей

(Представлено 20/V 1970)

Четвертичные соли аммония общей формулы (A) под действием волной щелочи подвергаются внутримолекулярной реакции типа дненового синтеза с последующим расщеплением, приводящим к образованию замещенных в ядре N,N-диалкилбензиламинов (1):

$$R \rightarrow CH_2CH = CH$$
 $R \rightarrow CH_2C = CC$ 
 $R \rightarrow R$ 
 $R$ 

Наряду с этим основным направлением, названным реакцией циклизации—расшепления (<sup>3</sup>), имеет место, в незначительном количестве реакция перегруппировки—расшепления (<sup>3</sup>) с отщеплением вторичного амина и образованием высококипящего альдегида:

Замена аллильной группы в этих солях пропаргильной приводит к образованию солей дналкилизонидолиния (4):

Настоящая работа посвящена выяснению возможности использования в реакциях циклизации 3-хлор-пентадиен-2,4-ильной и гексодиен-2,4 ильной групп, представляющих интерес и как потенциальные ениновые системы.

Изучены бромистые соли диметилаллил (3 хлорпенталиен 2,4-ил) - аммония (I), -(3-хлоргексаднен 2,4-ил) аммония (II), диметилпропартил (3-хлорпентадиен 2,4-ил) аммония (III) и -(3-хлоргексадиен 2,4-ил) аммония (IV).

Выходы продуктов реакций циклизации и циклизации—расшентения приведены в таблице Образование продуктов циклизации из солей 1 и 11 можно представить по схемам:

Согласно (а) циклизации предшествует дегидрохлорирование Обративи последовательность этих реакций предполагается по (б) Полное отсутствие в продуктах циклизации солей I и II хлорсодержащих соедянений, по-видимому, можно рассматривать как свидетельство в пользускемы (а).

В случае солей III и IV, содержащих пропартильную группу, которая заметно облегчает процесс циклизации, в результате реакции образуются значительные количества хлорсодержащих диалкилбензиламинов:

| - |  |
|---|--|
| 3 |  |
| 8 |  |
| 0 |  |
|   |  |
| 9 |  |
| 4 |  |

#### Исходная соль

1

a

| Продукты циклизации и<br>циклизации расщепления   | Выхол |
|---|-------|
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N—CH <sub>3</sub>   | 27    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N CH <sub>3</sub>   | 27    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>  | 34    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N CH <sub>3</sub> —CH <sub>3</sub>  | 31    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N-CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub> - | 17    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub> - | 37    |

| ATMRO & | Исходная соль                         | Продукты циклизации н<br>циклизации—расщепления   | Выхо |
|---------|---------------------------------------|---|------|
| 4       | CH, CH, C = CH CH, CH = CCICH = CHCH, | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N-CH <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N-CH <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N-CH <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N-CH <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N-CH <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) (CH <sub>3</sub> ) (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N-CH <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) (CH <sub>3</sub> | 23   |
|         | IV                                    | (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N CH <sub>3</sub> —CH <sub>3</sub>  | 20   |
| 5       | IV a(*)                               | (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N-CH <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N-CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>   | 49   |
|         |                                       | (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N CH <sub>3</sub> —CH <sub>3</sub>  | 24,4 |

<sup>•</sup> Соль IV после 60 часового нагревания с триэтиламином при 10°,

Образование солей изоиндолиния, по всей вероятности происходит за счет успевшей подвергнуться дегидрохлорированию части исходной соли:

III или IV 
$$\xrightarrow{\text{OH}}$$
 (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N CH<sub>2</sub>C = CH  $\overset{\text{CH}}{\text{CR}}$   $\xrightarrow{\text{OH}}$  CH<sub>3</sub>C = CH  $\overset{\text{CH}}{\text{CR}}$   $\xrightarrow{\text{CH}_{2}C}$  CH  $\overset{\text{CH}_{3}C}{\text{CH}}$   $\overset{\text{CH}_{3$ 

В случае солей III и IV имеет место также и реакция расщепления на диметилпропартиламии и безазотистый продукт.

С целью повышения выхода продукта циклизации—расщепления соль IV предварительно нагревалась в водно-спиртовом растворе с тройным молярным количеством триэтиламина в течение 60 часов, при температуре 40°, затем подвергалась обычному взаимодействию с водной щелочью (2). Полученные результаты приведены в таблице (опыт 5). Как ясно видно из этих данных, выход продуктов непосредственной циклизации—расщепления—диалкилбензиламинов, содержащих атом хлора в ароматическом кольце, действительно резко повышается. Что объясняется уменьшением доли конкурирующей реакции расщепления исходной соли.

Таким образом установлено, что 3-хлор-2,4-диенильные группы могут вовлекаться в реакцию циклизации как непосредственно, так и после предварительного дегидрохлорирования, как потенциальные си-4 ин--2-ильные группы.

Институт органической химин Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՈՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Ա. Թ. ԲԱԲԱՑԱՆ, Կ. Ծ. ԹԱՀՄԱԶՑԱՆ, Ա. Հ. ՉԵՐՔԵԶՑԱՆ

# Չուսուդային ամոնիումային աղեւի ցիկլացման-նեղքման ռեակցիա

N. N. - Վիալկիլեջըժիլազինըըն ասաձանդար (լ)։

Ֆալիլազե բրկանկվաւզ բը Վիբրալիը ուրինց բրատմա շրվասիլիաւմայիր արակնիայի, ասաձանրքավ

Ջալիլազե բրկանկվաւզ բը Վիբրալիր ուրինցի արան բրվասի ըրողաքիային արակնիայի, ասաձանրքակ

Ջալիլիազե բրկանկվաւզ են անվաց՝ սև (Մ) ևրվչարաւն փասաւնվացնավ ամբևն ձետյիր բիզմի ամգե-

 $^{\mu}$ ացի ոնակցիայի այս հիմնական ուղղուβյունից, որը անվանվել է ցիկլացման-ձեղբման ունակցիա (2), աննչան չափով տեղի ունի նաև վերախմբավորման-ձեղբման ունակցիա (3), որը հանգեցնում է երկրորդային ամինի և բարձրանո այդենիդի առաջացման։

Շույց էր տրված հաև, որ այդ ազհրում այիլ խմրի փոխարիհումը պրոպարդիլ խմրով րետակե է եղեյ պարզել ցիկլացման ռեակցիաներում 3-թլոր-2.4 պենտադիենիլ և 3-թլոր-2.4 տաղիենիլ խմրերի օգտագործման Հնարավորությունը, որոնը Հետաթրթրություն են ներկայացնում և օրպես պոտենցիալ ենինային սիստեմներ։

Արդյունլները բերված են աղյուսակում։ Աղյուսակի տվյալներից երևում է, որ նում տեղի են ունենում և ցիկլացման-ձեղթման ռեակցիաները։ 11 աղի օրինակի վրա արողուկս-ի ելթը զգալիորեն մեծանում է, երթ ելային աղը նախօրոր տարացվում է երթ ելային

Ստացված արդյունքներից կարևու է և րակացնել, որ 3-քլոր-2,4-պենտադիննիլ և 3-քլոր--2,4-⊆նքսադիննիլ խմբերը ներմոլնկուլային ցիկլաըման ոնակցիաներին կարող են ինչպես անմիչականորնն, այնպես էլ նախօրոր ձնիարկվելով դեւիդրոքլորացման։

#### ЛИТЕРАТУРА — ЭРИЛИПРЕВИТЬ

1 А. Т. Бабаян, К. Ц. Тагмазян, Г. Т. Бабаян, ДАН Арм. ССР, т. XLII, № 1. (1966). 2 А. Т. Бабаян, Э. О. Чухаджян, Г. Т. Бабаян, Эл. О. Чухаджян, Ф. С. Киноян, Арм. хим. жури... 23, 149 (1970). В А. Т. Бабаян, М. Г. Инджикян, Telrahedron. 20, 1371, (1964). 4 А. Т. Бабаян, Э. О. Чухаджян, Г. Т. Бабаян, И. А. 16рамян, ДАН Арм. ССР. т. XLVIII, № 1 (1969) 1970

**УДК** 581 19

LI

вимихоид

### С. А. Марутян

# О метаболизме азотистых веществ в корнях винограда в период покоя

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. С. Давтяном 8/IV 1970)

Продуктивность и выносливость виноградных насаждений в значительной степени зависят от развития корневой системы и ее метаболической активности. Однако, к сожалению, приходится констатировать, что кории являются наименее слабо изученным органом виноградного растения. Имеется небольшое число работ (1-5), посвященных изучению обмена веществ в корнях винограда.

Изучение метаболнческой активности корней нельзя ограничивать периодом активной вегетации, особенно в зонах с резким континентальным климатом, где зимой в солнечные дни дневной прогрев воздуха часто достигает значительной величины, в результате чего в период покоя винограда происходит эмбриональный рост почек (6), и заметный рост корней (7).

Возникают вопросы: в период органического и вынужденного покоя виноградного растения, происходит ли усвоение корнями питательных элементов извие и синтез новых органических веществ, или же только наблюдаются взаимопревращения между ранее накопленными метаболитами? Имеются ли различия в метаболизме корней в зависимости от степени морозостойкости сорта?

В качестве объекта исследования служили активные (до 3 мм) и скелетные (10—12 мм) кории винограда. Изучали динамику содержания общего азота (по микро Къельдалю), белков (по азоту—после осаждения белков уксуснокислым свинцом) и свободных аминокислот (фотометрически—нингидрицом).

Основные результаты исследования для двух сортов: морозостойкого—Русский Конкорд и неморозостойкого—Спитак Араксени показаны на рис. 1.

Изучение динамики общего азота выявило следующую довольно четкую картину: во-первых, значительно более высокий уровень общего азота в корнях морезостойкого сорта по сравнению с неморозостой-

ким; во-вторых, этот разрыв за зиму еще более увеличивается благодаря постоянно возрастающему по мере приближения к весне темпу накопления азота кориями морозостойкого сорта; в-третьих, накопление азота у морозостойкого сорта происходит не только в тонких активных кориях, но и в более толстых—скелетных кориях.

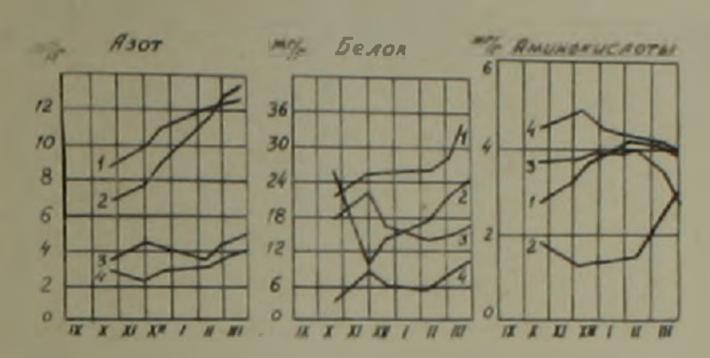


Рис. 1 Дипамика общего азота, белков и аминокислот в корнях винограда в период осение-зимнего покоя.

1 2 морозостойкий сорт; 3 — 4 — неморозостойкий сорт;

1, 4 скелетные кории (d = 3) 2, 3 — активные кории (d = 3)

Колесников (<sup>8</sup>) указывал, что в корнях плодовых культур поглощение азота и его превращение зимой происходит даже при температуре почвы 0°Ц.

В тонких корнях неморозостойкого сорта поглощение азота происходит только до конца ноября, за зиму оно несколько ослабевает и вновь активизируется к весне. В скелетных корнях кривая азота имеет слабо выраженный восходящий характер. Заслуживает внимания также следующая деталь, у морозостойкого сорта количество общего азста в скелетных корнях выше, чем в тонких. У неморозостойкого сорта, наоборот, тонкие кория богаче азотом в течение всего периода покоя.

Этот факт и какой-то мере является свидетельством более медленного оттока азота из тонких корней в скелетные у неморозостойкого сорта.

Поведение общего азота за зиму, хотя и указывает на большие потенциальные возможности корневой системы морозостойкого сорта, однако недостаточно вскрывает картину внутренией метаболической специфики. В связи с этим интересно проследить за динамикой содержання в корнях основных органических азотистых соединений—белков и аминокислот.

Весьма своеобразны кривые белков. В активных корнях поведение белков у изученных сортов винограда имеет явно выраженный противо-положный характер. Для морозостойкого сорта свойственно резкое уменьшение количества белков в течение осенних месяцев и последующее постоянное накопление за время зимовки.

Осенний белковый минимум в тонких корнях морозостойкого сорта, по всей вероятности, вызван интенсивным передвижением белков, а также и аминокислот в надземные части растений. Это совпадает с перио-

дом закаливания побегов, когда в побегах морозостойкого сорта количество белков оказалось значительно выше по сравнению с неморозостойким сортом.

Как видно на рис. 1, большое количество белков содержится также в скелетных корнях морозостойкого сорта. К тому же за весь период зимовки кривая белков и них господствует над остальными.

Из всего вышесказанного явствует, что морозостойкий сорт в течение своего филогенева выработал высококачественную ферментную систему, способную с наименьщими затратами энергии обеспечивать непрерывность синтеза белков в кориях даже в условиях зимовки.

У неморозостойкого сорта синтез белков в кориях сравнительно более энергично происходит осенью, к зиме количество белков вообще уменьшается и более заметно это в тонких кориях. Вообще метаболизм азотистых веществ в период всего покоя в активных кориях происходит более интенсивно, чем в скелетных. Более повышенную синтетическую функцию тонких корией отмечали также Капля и Мусияка (в) для плодовых культур.

В отношении динамики аминокислот в сортовом разрезе наблюдается противоположная картина (рис. Г). Содержание аминокислот в скелетных кориях у неморозостойкого сорта выше, чем в остальных кориях.

Следовательно, скелетные корни содержали минимум белка и максимум аминокислот в течение октября—декабря. К концу зимовки благодаря повышению содержания аминокислот скелетные корни моро зостойкого сорта приближаются к уровню неморозостойкого сорта. Интересно отметить, что характер кривой содержания аминокислот в каждом типе корней в отдельности как бы повторяет кривую содержания белков. Четкой обратной зависимости между поведением белков и аминокислот не выявляется. Очевидно, это можно объяснить тем, что у морозостойкого сорта происходит постоянное новообразование не только белков, но и аминокислот, что пополняет затрату аминокислот, используемых на синтез белков.

У неморозостойкого сорта происходит противоположный процессосеннее относительно высокое количество аминокислот в течение зимы
падает (на фоне распада белков). Это значит, происходит разрушение
аминокислот. Предположение относительно возможности оттока аминокислот отпадает, так как указанное явление происходит однотипно и од
новременно как в активных, так и в скелетных кориях неморозостойкого сорта.

Таким образом, проведенные исследования выявили, что даже зимой в период покоя у морозостойкого сорта не прекращается освоение азота корнями и его включение в органические соединения. Это выражается накоплением количества свободных аминокислот и продуктов их полимеризации.

Интересно было выяснить является ли это наследственно закрепленной характерной особенностью морозостойкого сорта вообще или проявляется только при неблагоприятных условиях среды? С этой 40

целью была исследована корневая система укореняющихся в теплице черенков. Результаты анализов приведены в табл. 1, где сорта размещены в порядке уменьшения их морозостойкости

Tab.tuna 1

| Некоторые | данные    | анализа    | корней   | в процессе |
|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| укоренен  | іня череі | нков в усл | т жинвог | еплицы     |

| Сорта           | Seakobani<br>agor, M2/2 | COOTHOUGE-<br>HHE GENKO-<br>BOTO H HE-<br>GEN OBOTO<br>83018 | Крахмал, |
|-----------------|-------------------------|--|----------|
| Русскин Конкорд | 14,02                   | 2,7  | 19,52    |
| Кахет           | 12,97                   | 2,6  | 15,76    |
| Спитак Араксени | 12.01                   | 2.3  | 12,56    |
| Арарати         | 11,41                   | 1,9  | 9,62     |

Данный эксперимент установил, что количество белков и крахмала понижается по мере ослабления свойства морозостойкости сорта. Соответственно уменьшается также соотношение количества белкового азота к небелковому. Такое положение свидетельствует о сравнительно высоком уровне синтегических процессов в кориях морозостойких сортов также в условиях высокой температуры геплицы в процессе укоренения черенков, когда условия влажности и тепла оптимальны для всех сортов.

Следовательно, высокий потенциал метаболических процессов корней заложен в наследственной основе морозостойких сортов. Это обеспечивает непрерывность поглощения азога, сравнительно высокий уровень синтеза аминокислот и белков на протяжении всей зимовки презультате чего к весне растения значительно обогащаются ценными метаболитами. Более интенсивно эти обменные реакции происходят в активных корнях, рост которых продолжается всю зиму.

Институт инноградарства, инподелия и плодоводства МСХ Ариянской ССР

### II. Ա. ՄԱՐՈՒԹՅՍՆ

## խաղողի առմատներում ճանգստի շրջանում տեղի ունեցող ազգտային նյուրերի մետաբոլիզմի՝ մասին

դառե, 2 F 10—15 վվ ահադաձգրևով։ Աևանվթք թր ամատի տաևևթև գրբևն բ ամատ ադիրակիթութից։-«ջևի դատ Տենտրուդ։ Տրատնսադար է թբետևկվթք տեղատանիր սիսացդի տիակվ դիկուր ձևուանիղանկուր (Ասւսքի ըսբիսևմ) ը ոն ձևտանիղանիստ (դախատի լրածորթի) ոաևանդատրբևուղ արմի ա բնոմ ամստանիր բիսւկցեկ ժիջաորոնց անչուշտ, նպասառում են արմատների անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արմատներում միաժամանակ անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արդատներում միաժամանակ անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արդատներում միաժամանակ անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արդատների անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արդատների արմատների անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արդատների արմատների անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արդատների արմատների անում է ամինաքիրուների և սպիտակուցների թանակը, որոնց արդատների արմատ իրանց արդատների արձատների արձատների արձատ իրանց արդատների արձատների արձատ իրանց արդատների արձատների արձատ իրանց արդատների արձատների արձատ իրանց արդատների արձատ իրանց արդատների արձատ իրանց արդատանակություն արդատանակություն արդատների անում է ամինաքիր արձանցի արձատ իրանց արդատների արձատիրակություն արձանցի արձատ իրանց արձատ իրանց արձատինական անում է ամինաքիրուների և սպիտակությանը արձատ իրանց արձատների արձատին արձանց արձանանակություն արձանակություն արձանց արձանց արձանակություն արձանակություն

Ոչ ցրապիժացկուն սորտի արժատները, ի տարբերություն ցրապիժացկուն է հիգրոլիարկ պրոհանթուներ և սպիտակուցներ տինթեզելու կարողություն ցուցարերում են միմիայն մինչև խորը հանթուներ որոշ աշխատակուցներ տինթեզելու կարողություն ցուցարերում է հիգրոլիարկ պրոցնաններ որոշ աշխատմացում։

Սպիտակուցներ սինքներու ավելի բարձիներով։

սորակ։ Նրանց աարբերվում են որ ցրապիհերով։

սորակ։ Նրանց աարբերվում են ոչ ցրապիժացկուն սորտերի արժատներից նաև պահնոտային
ասխարբերից՝ օսլայի գերակչում բան գորագիժացվուն նարովունի կարոնների արժատկերվան մա

սորակուներից՝ օսլայի գերակչում բանակներով։

Այս բոլորը վկայում է, որ ցրտագիմացկուն սորտի արմատային սիստեմն ունի մետաբոլիտիկ ակտիվության բարձր պոտնեցիալ, որը նրա ժառանգական առանձնահատկությունն է և արաա-Հայտվում է նույնիսկ արտացին անրարձնպաստ պայմաններում (անգստի շրջանում։

### ЛИТЕРАТУРА — ЭГЦЧЦЬПЬРВПЬЪ

1 С. В. Дурмушидзе и О. Т. Хачидзе, Сообщ АН Груз. ССР, 26,5 (1960). <sup>2</sup> Р. Г. Саакам, Биохимия виноделия, Сб. 7, (1963). <sup>3</sup> С. 4. Марутян, Труды Ин-та виногр., винод., плод. МСХ Арм ССР, в 8, (1967). <sup>4</sup> П. П. Билик, Рост и устойчивость растений (Респуб. межведомств. сб), в. 3, (1967). <sup>6</sup> Э. С. Авунджан, С. А. Марутян, А. Д. Дограмаджан, Ж. А. Петросян, Физиол. растений, т. 14, в. 3 (1967). <sup>6</sup> Н. Н. Кондо, А. П. Пудрикова, Труды Ин-та виногр., виноделия, содоводства Молдавии, т. 15, (1969). <sup>7</sup> А. С. Мелконян, Р. С. Мкртчян, М. О. Давтян, Винод., виногр., СССР, 8, (1968). <sup>8</sup> В. А. Колесиихов, Корневая система плодовых и ягодных растений и методы ее изучения. (1962). <sup>9</sup> А. В. Калая, В. К. Мусияка, Рост и устойчивость растений (Респуб. межве домств., сб.) 3, 1967.

LI

1970

l.

УДК 580,37

БОТАНИКА

### А. Г. Араратин

## Электрическая анизотропия стебля

(Представлено вкадеником АН Армянской ССР В О Гуднаняном 5/V 1970)

Ранее проведенные работы показали, что измерение сопротивления электрическому току является эффективным методом исследования некоторых жизненных явлений у растений (1—3). В настоящей статье описывается выявленная нами этим же методом электрическая анизотропия стебля покрытосеменных растений.

Измерялось электросопротивление стеблей шести видов растений Для исследования взяты три вида травянистых растений со сравнительно толстыми стеблями (с днаметром не менее 12 мм); стебли кукурузы

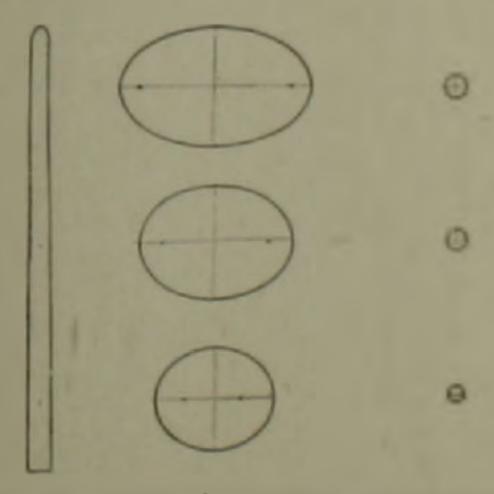


Рис. 1. Сопротивление стебля конского щавеля электрическому току: слева схена стебля, точками отмечены участки для ввода влектродов: среднии ряд сперху иниз-геометрическое выражение сопротивлений живого стебля в виде эллипсов, правии ряд—геометрическое выражение сопротивлений, получениих при измерении после умерщиления стебля

длиной 140 см и больше—в конце лета, конского щавеля и коровяка ллиной 60 70 см—в конце июня Растушие побеги древесных растений—винограда, черного ореха, катальпы, длиной 30 40 см взяты в начале июня Для определения сопротивления использован переменный ток частотой в 100 герц Была составлена цепь из генератора переменного то ка 3Г 11, электронного вольтметра Ф 505 и магазина сопротивлений Р 314. Сопротивление электрическому току определялось по падешию напряжения в пределе 0,75 вольт. В качестве электродов использовались две серебряные пластинки, укрепленные параллельно на расстоянии 5 мм друг от друга.

В каждом стебле было выбрано по три пункта, отмеченные цифрами сверху вниз по стеблю (табл. 1). Для измерения выбирались точки в середине междоузлий.

Измерение сопротивления стеблей производилось как в живом состоянии, так и после их умерщвления в парах воды. Сопротивление умерщвленных частей измерялось после того, как их температура падала до комнатной, а вес дохолил до первоначального.

Таблица 1
Сопротивление стеблен шести видов покрытосеменных растений
электрическому току

|           |   | e6.110                     |                      | Сопрот               | ивленис в         | килоома           | K                 |                   |
|-----------|---|----------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| порядку   | Вилы                                      | 110 CT                     | в жи                 | BON COCTO            | ини               | после умерщвления |                   |                   |
| on on ska | 2   | ж. Уе точек<br>сверху винз | поперек              | вдоль                | отношение         | поперек           | изоль             | отношение         |
| 1         | Кукуруза<br>Zea mays L.                   | 1 2 3                      | 42,0<br>13,0<br>3,4  | 6,2<br>3,7<br>2,1    | 6,8<br>3,5<br>1,6 | 2,0<br>0,9<br>0,6 | 1,5<br>0,7<br>0,5 | 1,3<br>1,3<br>1,2 |
| 2         | Конский щавель<br>Rumex crispus L         | 1 2 3                      | 32,0<br>25,8<br>19,6 | 19.0<br>18.4<br>16,3 | 1,7<br>1,4<br>1,2 | 3,5<br>3,3<br>2,6 | 3,4<br>3,2<br>2,5 | 1,0<br>1,0<br>1,0 |
| 3         | Коровяк<br>Verbascum<br>orientale MB,     | 1<br>2<br>3                | 18,0<br>14,5<br>12,4 | 8,2<br>7,6<br>7,3    | 2,2<br>1,9<br>1,7 | 4,1<br>4,0<br>4,0 | 4,1<br>4,0<br>1,0 | 1,0<br>1,0<br>1,0 |
| 4         | Виноград<br>Vitts vinifera L.             | 1 2 3                      | 9,5<br>8,4<br>7,5    | 7,5<br>7,0<br>6,0    | 1,3<br>1,2<br>1,2 | 1,9<br>1,5<br>1,2 | 1,8               | 1,0<br>1,1<br>1,0 |
| 5         | Opex черный Jugians nigra L.              | 1 2 3                      | 11,2<br>9,9<br>12,3  | 8,4<br>7,1<br>10,1   | 1,3<br>1,2<br>1,2 | 3,1<br>3,3<br>3,3 | 2,6<br>3,0<br>3,0 | 1,2<br>1,1<br>1,1 |
| 6         | Катальна<br>Cataipa<br>bignonioides Vait. | 1 2 3                      | 12,4<br>8,4<br>10,7  | 8,3<br>6,5<br>9,0    | 1,5<br>1,3<br>1,2 | 3,2<br>3,5<br>4,1 | 2,9<br>3,6<br>4,0 | 1,1<br>1,0<br>1,0 |

Электроды, через которые пропускался ток, располагались в четы рех направлениях по отношению к стеблю: поперек, вдоль, в двух перпендикулярных друг к другу направлениях под углом 45°.

На табл. 1 приведены данные только первых двух измерений по-

перек и вдоль стебля. Сопротивления, полученные при пропускании тока под углом 45, являлись промежуточными величинами между поперечными и продольными сопротивлениями. При вычерчивании эллипсов сопротивлений были использованы лишь данные для конского щавеля (рис. 1).

Табл. 1 состоит из двух частей, по три столбца в каждой. В первых двух столбцах обенх частей приводятся числовые величины сопротивлений в килоомах при пропускании электрического тока поперек и вдоль соответственно живого стебля и стебля после его умерщиления. В третьих столбцах таблицы даны отношения соответствующих величин сопротивлений.

143 данных таблицы видно, что имеется тенденция понижения сопротивления по стеблю сверху вииз в живом и умершвленном состоянии, при пропускании тока как в поперечном направлении, так и в продольном. Этот эффект открыт нами ранее (4). Такая же тенденция наблюдается в третьем столбце первой части таблицы, где приведены отношения соответствующих величин сопротивлений, в то время как этот же показатель для умершвленного стебля во всех точках примерно одинаков.

Иногда в некоторых пунктах стебля, чаще всего в нижних его частях, сопротивление книзу не понижается, наоборот, даже несколько повышается. Это повышение по всей вероятности связано с наличием более высокой жизнеспособности находящихся в основании побега запасных зачаточных тканей (3). Такие случан были наблюдены у черного ореха и у катальпы (табл. 1).

Измерения, проведенные на живых стеблях, показывают, что сопротивление стебля в поперечном направлении всегда больше, чем в продольном. То же самое наблюдается также в тех случаях, когда тенденция падения величии сопротивления нарушается и в нижней части стебля происходит повышение. Свойство стебля проявлять разную со противляемость в различных (в данном случае в поперечном и продольном) направлениях и является его электрической анизотропней. Числовая неличина отношения между соответствующими (поперечным и продольным) сопротивлениями может быть названа коэффициентом анизотропии.

Для неживых анизотролных тел—многих кристаллов—характерно наличие одинаковых свойств по параллельным направлениям и неодинаковых по непараллельным, почему и коэффициент анизотропии повсей грани кристалла является постоянной величиной (1,5). Как видно из данных табл. 1, на стеблях величины сопротивлений, как правило, не бывают равными даже по параллельным направлениям. Тем не менее из вышесказанного вытекает, что явление «одинаковости» по параллельным направлениям в какой-то мере присуще также стеблям покрытосеменных растений.

Геометрическая форма анизотропии кристаллов-эллипсонд, про-

дольная и поперечная проекция которого в виде равных эллипсов или кругов может быть выявлена на их гранях (4). В отличие от кристаллов, для стеблей растений из-за направленной изменчивости их электрических показателей эллипсы получаются неравными.

На рис. 1 видно, что эллипсы, вычерченные на основании данных четырех измерений сопротивления конского щавеля, не только уменьшаются сверху вниз, но и меняют свою конфигурацию. Причина заключается в том, что длинная ось укорачивается сильнее, чем короткая. Вследствие этого оба фокуса эллипса, расположенные на длинной оси на равных расстояниях от центра, постепенно сближаются, стремясь слиться друг с другом и с центром. В пределе эллипс может превратиться в круг, и анизотропия исчезнет. Однако в живом состоянии стебля такого слияния не происходит, и стебель по всей длине остается анизотропным.

При умерщвлении стебля его реактивное сопротивление почти полностью исчезает, остается преимущественно активное сопротивление (2). В связи с этим резко падают не только величины сопротивлений, но и их отношения. Таким образом, стебель, анизотропный в живом состоянии, после умерщвления становится изотропным или почти изотропным. Даже в том случае, когда умерщвленный стебель нельзя с уверенностью считать электрически изотропным, например, у винограда, все же отношение величин сопротивлений значительно ниже, чем у того же объекта в живом состоянии. На рисунке изотропия представлена в виде кругов (рис. 1). Это говорит о том, что электрическая анизотропия стебля является одним из показателей его жизнеспособности, а его переход в изотропное или в почти изотропное состояние есть признак смерти.

Анизотропия кристаллов объясняется наличием пространственной решетки, на узлах которой равные частицы ориентированы одинаково (4.5). В отличие от кристаллов, стебель, как и другие части растения, имеет неоднородное строение и состоит из разнообразных анатомических элементов, живых и неживых, притом в разной степени электропроводных. В нем прозенхимные элементы расположены по длине стебля, параллельны друг к другу, почему и электрический ток в продольном направлении встречает меньшее сопротивление, чем в поперечном.

Электрическая анизотропия стебля представляет сложную функцию его строения и наличия жизнеспособности.

Лаборатория иутагенеза растении Академии наук Армянской ССР

Ա. Գ. ԱՐԱՐԱՑՑԱՆ

# Ցողունի էլեկտբական անիզոտբոպիա

ուսուդրուսինված ( ենունըմբընի վետ։ տուներև ումմուկնուրբընի ոչ դիտարոտի սրտինիտ տունու Հատիսւի այն Մեր անաչաերեված Որիմստեստիտ ( իսնվուղ տեստենի մանջաբերի (քաւնսիր՝ ծրեղալինանի բ տներ) դահղքի, ևրիմանակը, դատրրանակ է բար առան համաւրիը, դառաւդ՝ իան մրան հատարիր ամագ միդա-Հատարիը համաւրի հայրուենացի ամինի դրգ է հար բերանաւինացի։ Նիդամեանինար բերաւ դր-Հատարիը շատաւն է բար առան հանասարի միևիչ դառաւդ՝ իան մրան հատաքրար փան-Հատարիը շատաւն է բար առան համաւրիը։

կենդանի պրոտոպլազմայի զգալի մեծ դիմադրությունը։

Տողունի անիզոտրոպիան բացատրվում է օրգանի վեկտորային կազմությամբ Հոսանքը ցուրանդիպում, իսկ լայնությամբ Հարկադրված է Հաղթահարելու մի շարց տարրերի և մանավահդ չի անդանի պրոտությամբ Հարկադրված է հաղթահարելու մի շարց տարրերի և մանավահդ հենդանի պրոտոպլազմայի զգալի մեծ դիմադրությունը։

Հենց որ պրոտոպլազման մեռցվում է, նրա դիմադրությունը միանգամից ընկնում է, ուսաի անիզոտրոպիան խիստ թուլանում և ցողունը դառնում է համարյա իզոտրոպ։

### Л ИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 А. Г. Араратян, В. С. Бадалян, «Известия АН АрмССР» (бнолог. науки), т. ХІ. 4 (1958) — Вгисивішь В. Ресій в Ерверій в Ерверій в А. Г. Араратян. «Биологический журнал Армении», т. ХХІІ, 12, (1969). 4 А. В. Шубников, Е. Е. Флинт и Г. Б. Бокий, Основы кристаллографии, 1940. 5 Г. М. Попов и И. И. Шафрановский, Кристаллография, 1964.

1970

-1

УДК 581 14

1.1

### **ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЯ**

### И. 1. Геворкин

# О составе и содержании аминокислот и сахаров в разноярусных листьях в зависимости от фотопериодического режима

(Представлено чл. корр АН Армянской ССР В О Казаряном 5/1 1970)

Исследованнями, проведенными в лаборатории физиологии растинии Ботанического института АН Арминской ССР (1.2) локазана физнологическая неравноценность разноярусных листьев одного и того же
растения, формировавшихся в условиях неоптимальных для цветения фотопернодов. Вместе с тем показано (4), что разноярусные листья
обладают различной фотопериодической чувствительностью. Это дает
нам основание полагать, что разноярусные листья должны быть различны и по содержанию метаболитов, в частности, аминокислот и сахаров. Об этом косвенно свидетельствуют результаты многочисленных ис
следований (3) по изменению содержания аминокислот и сахаров в
листьях в зависимости от фотопернодического режима.

Для проверки этого предположения нами был поставлен следующий опыт: семена краснолистной периллы (Perilla nancinensis) были высеяны (27/111 1964 г.) в оранжерее. Появиншиеся всходы распикиро вались в 3-х литровые вазоны по 2 растения в каждом После появления 4 пар листьев у растений одной группы оставлялись главный конус нарастания и листья верхнего яруса, у другой—главный конус и листья нижнего яруса. Контролем служили листья верхних и нижних ярусов растений, не подвергшихся хирургическому вмешательству.

Растения по указанной схеме выращивались в 2-х париантах I—в условиях короткого (9-часового) дня, II—в условиях длинного (14-часового) дня.

Подобная схема опыта давала нам возможность проследить за ди намикой изменения количества аминокислот и сахаров как в листьях верхнего и нижнего ярусов, так и в листьях, вновь образованных и пи тающихся за их счет.

Хроматографическому анализу подвергались следующие листья.

- І Верхнего яруса контрольных растений
- II. Нижнего чруга контрельных растений.
- III. Доноры верхнего яруса опытных растений.

IV. Доноры нижиего яруса опытных растений.

V. Верхушечные, формировавшиеся за счет листьев допоров верх-

VI. Верхушечные, формированшиеся за счет листьев-доноров ниж него яруса.

Исследуемыя материал подвергался леофильной сушке.

Определение свободных аминокислот проводилось по методике разработанной В. О. Казаряном и Э С. Івунджаном (6) Количественное определение аминокислот (за исключением пролина) проводилось после хроматографического их разделения и перевода в инигидриновокидиневый комплекс (10).

Состав сахаров определялся методом бумажной хроматографин (\*). Содержание сахаров определялось анилии фталатиым методом (для альдосахаров) (11), модифицированный Заводской, Горбачевой Мамушиной (\*) и резорциновым методом (для кетосахаров) в модификации Кулька (12).

Как показали результаты хроматографических анализов (табл 1) а составе аминокислот листьев растений, получающих короткий день, были обнаружены следующие различия: в листьях -донорах верхиего пруса, которые фотопериодически наиболее активны, тами идентифицированы 15 аминокислот глютатион, цистин, лизин, аспараги, вспараги новая кислота, серин, глицин, треонин, алании, аминомасляная кислота, тирозия, метионин, валин, фенилаланин и лейцины.

Содержание аминокислот в листьях периллы в условиях короткого тка

(в. м. на 1 д судого вещества)

|  | (1 2, 50   | 1 2 Cykore   | , be me  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|---|
| Аминонислоты   | Яруса контроль-<br>ных растений  | листья инжисто<br>яруса контроль-<br>имх растений  | Листья-доноры<br>верхнего яруса  | Листья-доноры инжието ируса                    | листья, сформи-<br>ровав, за счет<br>анстьев-доноров<br>верхнего яруса | Листья, сформи-<br>ровав, за счет<br>анстьев-доноров<br>ивжиего яруса |
| Партатиом  Пистин  Аспаратии  Аспаратинован кислота  Вицин  Греонии  Аланин  Аминомаслиная имслота  Гврозии  Метнояни  Валин  Ренилалании  Генциям  Генциям  Общая сумма | 0.09<br>0.73<br>0.84<br>0.19<br>0.52<br>0.40<br>0.44<br>0,17<br>0.06<br>0.47<br>0.28 | 0.30<br>0.81<br>0.60<br>0.60<br>0.41<br>0.17<br>0.48<br>0.37<br>0.55<br>0.20<br>0.07<br>0.40<br>0.20<br>0.40<br>5.47 | 0,37<br>0,91<br>0,31<br>1,21<br>0,97<br>0,27<br>0,46<br>0,24<br>0,19<br>0,07<br>0,40<br>0,28<br>0,39<br>6,80 | 0,07 0,59 0,21 0,26 0,35 cacas 0,35 cacas 1,88 | 0,56<br>0,11<br>0,30<br>caeam<br>0,36                                  | 0.49<br>0.07<br>0.09<br>0.14<br>0.10<br>carass                        |

В листьях-донорах нижнего яруса набор аминокислот намного меньше. Идентифицированы: лизин, аспарагиновая кислота, серин, глицин, фенилалании, алании, валин, следы треонина, лейцинов и аминомасляной кислоты.

Такое различие в составе аминокислот можно объяснить тем, что листья нижнего яруса по сравнению с вышележащими листьями онтогенетически более стары и, следовательно, менее яктивны в отношении синтеза аминокислот при обновлении белков.

Во вновь образованных листьях, формировавшихся за счет ассимилятов, поступающих в одном случае из листьев-доноров нижнего яруса, а в другом—листьев-доноров верхнего яруса, состав аминокислот идентичен. В обоих случаях обнаружены цистии, серии, глиции, треонии, алании, фенилалании, лейцины, следы аспарагиновой кислоты и тирозина.

В листьях контрольных вариантов, т. е. в листьях верхнего и нижнего ярусов растений, не подвергшихся хирургическому вмешательству, состав аминокислот идентичен: в них обнаружены: глютатион, цистин, лизин, аспарагии, аспарагиновая кислота, серии, глиции, треонии, алании, аминомасляная кислота, тирозии, метнонии, валии, фенилалании и лейцины.

Таким образом, как свидетельствуют результаты хроматографического анализа, изменение состава аминокислот имеет определенную связь с активностью восприятия фотопернодического режима. В листьях верхнего яруса, которые наиболее чувствительны к восприятию фотопернодов, нами обнаружено наибольшее разнообразие аминокислот. Во вновь же образованных верхушечных листьях, которые менее активны в восприятии оптимальных фотопернодов, число аминокислот намного меньше, хотя они и формировались в одном случае за счет листьев нерхнего яруса, более богатых аминокислотами, а в другом случае—за счет листьев нижнего яруса, более бедных ими.

Большой набор аминокислот и их идентичность в листьях контрольных растении обуславливается корреляционной взаимосвязью между листьями, а также величиною ассимиляционной поверхности.

При сопоставлении данных по содержанию аминокислот в листьях верхнего и инжнего ярусов наблюдаются следующие различия: сумма аминокислот больше в листьях верхнего яруса (6,15 мг). В листьях же нижнего яруса сумма их значительно ниже (1,89 мг). Во вновь образованных верхушечных листьях количество этих аминокислот еще меньше. У контрольных растений наблюдается следующая картина: в листьях верхнего яруса количество всех аминокислот и отдельных их компонентов больше по сравнению с листьями нижнего яруса.

В условиях длинного дня в разноярусных листьях периллы качественных изменений в составе аминокислот не было обнаружено (табл. 2). Во всех вариантах опыта идентифицировано 16 аминокислот: глютатион, цистин, лизин, аспарагии, аспарагиновая кислота, сериногатион, глютаминовая кислота, треонии, алании, продин, аминомаслячая к-та, тирозин, валин, фенилалании и лейцины. Но в их количестве наблюдаются определенные различия: содержание как суммы

всех аминокислот, так и каждой в отдельности больше в листьях верхис-

В составе сахаров в разноярусных листьях периллы в условиях короткого и длинного дня различий не наблюдалось (табл. 3). В том и другом вариантах опыта нами выявлены глюкоза, ксилоза, сахароза и

Таблици 2 Содержание аминокислот в листьях периллы в условиях длинного дня (в мг на 12 сухого нещества)

|   |  |  |  | <u>'</u>  |  |   |
|---|--|--|--|---|--|---|
| Аминокислоты  | Листья венинего<br>яруса конгроа -<br>ных растений   | Листья нижнего<br>яруса контроль-<br>ных растений  | Листья-доноры<br>верхнего ируса  | Листья-доноры нижиего яруса   | листья, сформи-<br>ровав за счет<br>листьев-доноров<br>верхнего яруса                        | Листьи, сформи-<br>ронав за счет<br>листьев-доноров<br>нижнего яруса  |
| Глютатион  Цистин  Лизин  Аспарагин  Аспарагиновая кислота  Серин  Глицин  Глютаминоная кислота  Треонин  Аланин  Пролин  Аминомасляная кислота  Тирозин  Фенилаланин  Леяципы  Сумма | 0,48<br>0,90<br>0,20<br>0,29<br>0,50<br>0,09<br>0,20<br>0,36<br>0,36<br>0,60<br>0,52<br>0,19<br>0,55<br>0,56<br>6,08 | 0,30<br>0,70<br>0,10<br>0,17<br>0,32<br>0,07<br>0,22<br>0,26<br>0,21<br>0,56<br>0,35<br>0,40<br>0,34<br>0,43<br>0,43<br>0,43<br>0,39<br>4,85 | 0,63<br>0,90<br>0,17<br>0,39<br>0,14<br>0,27<br>0,33<br>0,47<br>0,68<br>0,67<br>0,67<br>0,25<br>0,51<br>0,58<br>6,92 | 0,56<br>0,87<br>0,09<br>0,17<br>0,50<br>0,07<br>0,16<br>0,35<br>0,24<br>0,29<br>+<br>0,32<br>0,37<br>0,25<br>0,56<br>0,30<br>5,10 | 0,21<br>0,02<br>0,14<br>0,26<br>0,60<br>0,10<br>0,19<br>0,24<br>0,36<br>0,56<br>0,56<br>0,56 | 0,14<br>0,06<br>0,13<br>0,09<br>0,34<br>0,13<br>0,27<br>0,19<br>0,36<br>+<br>0,30<br>0,34<br>0,15<br>0,12<br>0,27<br>2,96 |

неидентифицированные олигосахара. Исключение составляют компоненты олигосахаров, которых численно больше в листьях растений, выращенных в условиях длинного дня. В содержании указанных сахаров в

Таблица 3 Содержание сахаров в листьях периллы, выращенной в условиях корот кого дня (в ма на 12 сухого вещестна)

| Caxapa | Листья верхнего вруса контроль | Листья инжисто вруса контроль | Листья-доноры верхнего яруса  | Листья доноры                | Листем, сформи-<br>ронацинеси за<br>счет лист. св<br>верхнего яруса | Листьи, сформи-<br>ровавинеси ла<br>счет дистьев<br>инжиего яруса |
|--------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---|---|
| Глюком | 5,00<br>3,00<br>11,55<br>3,00  | 3,00<br>2,07<br>9,00<br>2,72  | 5,14<br>3,95<br>12,00<br>3,15 | 2,22<br>1,96<br>8,14<br>1,90 | 2,21<br>2,33<br>6,60<br>3,50  | 1,05<br>1,53<br>4,15<br>2,00                                      |
| Сумма  | 22,55                          | 16,82                         | 24,24                         | 14,22                        | 14,64   | 8,73  |

условиях длинного дня наблюдаются незначительные различия. При этом у контрольных вариантов они выражены более слабо. В условиях короткого дня содержание сахаров в листьях-донорах верхнего яруса значительно преобладает над их количеством в листьях лонорах нижнего яруса т. е. изменения происходят соответствению степени восприя тия подолытными растениями оптимальных фотопериодов. Во вновь образованных листьях, которые наименее активны в отношении восприятия фотопериодического режима (1 ) содержится наименьшее количество сахаров.

Таблица 4
Содержание сахаров в листьях периллы, выращенной и условиях длинного дня (и ме на 12 сухого нещества)

| Сахара  | Энстьи мерхиего<br>яруса контроль | Листья нижнего<br>яруса контроль | листья-доноры верхнего яруса | Листья-доноры нижиего яруса | Тист сфорин-<br>ровъвшиеся за<br>счет листьев<br>верхнего яръса | Листья сформи-<br>ровав за<br>счет листьем<br>инжиего яруса |
|---------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|---|
| Глюкоза | 6,35                              | 5,15                             | 7.00                         | 3,13                        | 3,55  | 2,30  |
|         | 4,00                              | 3,99                             | 1.10                         | 3,80                        | 3,10  | 2,00  |
|         | 12,35                             | 10,81                            | 13,12                        | 10,50                       | 7,50  | 5,60  |
|         | 1,95                              | 1,66                             | 3,51                         | 2,03                        | 1,20  | 1,00  |
|         | 24,65                             | 21,61                            | 27,76                        | 19,46                       | 15,35   | 10,60   |

Таким образом, как свидетельствуют результаты проведенных исследований, разноярусные листья в пределах одного побега в отношении восприятия фотопериодического режима проявляют различную активность. Она характеризуется различиями в составе и содержании аминокислот и сахаров: развитые листья верхних ярусов по составу и содержанию указанных метаболитов, превалируют над нижележащимы листьями, что свидетельствует о непосредственной связи между фотопериодическим режимом и метаболизмом аминокислот и сахаров.

Ботанический институт Академии наук Ариянской ССР

#### 2. 4. 964009946

# Տաբեր նարկի տերեներում չաքարներ և ամինաթթուների կազմի և քանակի մասին՝ կախված ֆոտոպերիոդիկ ուժիմից

Ուսումնասիրվել է շացարների և ամինաքկուների կազմը և ցանակը պերիլյա րույսի տարրել
որ ֆոտոպերիողիկ ռեժիմ ստացած միննույն ընձյուղի տարրեր հարկի տերնները ի հայտ են թեում անհավասար ակտիվություն, որը բնարաչվում է չարարների և ամինաքիուների կազմով
բանակով։ Վերին դարկի տերնների անման զուգընթաց նչված մետարալիտներն իրենց կազմով

րանակով գծրազանցում են արտարենրին և իր Հանցամանրը, ըստ մեր տվյայների. վկալում է ֆոտուզերիոցիկ և և շարարենրի ա հատուրենրի և բանակի անմիչական կապի մասին։

### JI M T E P A T Y P A — SPUHULDEPARED

1 В. О Казарян, Э С Лоунджян, Г. 1 Габриелян, ДАН АрмССР, т. 14, № 5 (1951). 2 Э. С. Лоунджян, Г Г Габриелян, ДАН Арм. ССР, т. 19 № 2 (1954). 3 В О Казарян. Стадийность развития и старения однолетних растений, Издательство АН Арм. ССР, 1952. 4 Б. С. Мошков, Фотопериодизм растений, Сельхозгиз, 1961. Л. 1 Алтукова, Записки ЛСХИ, выпуск II, 1956. 6 В О Казарян, Э С. Лаунджян. К. А. Карилетян, ДАН Арм. ССР, т. 30. № 2 (1960). 7 С. 1 Корчагина, Физиология растений, т. 7, выпуск 6 (1960). 8 А. Н. Бояркин. Физиология растений, т. 2, № 3 (1955). 9 Г. И. Завадская, Г. Н. Горбачева, И. С. Момишина, Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений Излательство АН СССР, 1962. 10 S. Liasitzky, Hull. Soc. Chim. Biol. 1, 37, № 11 (1955). 11 S. Вааг. Віосьет. G., v. 58, № 1 (1954). 12 Кийга, Віосьет. G., v. 63, № 4 (1956).

1970

1

УДК 581

1.1

### ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЯ

### А. Г. Степанян

## К вопросу о влиянии подвоев различной мощности на культуры персика

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В О Казаряном 18/11 1970)

Проблема подвоев до настоящего времени продолжает оставаться одной из важнейших в садоводстве (1). Подвой имеет исключительно важное значение в жизни привитого растепия, так как оказывает суще ственное влияние на рост, скороплодность, урожайность и качество плодов (2).

В настоящее время в литературе накоплен огромный фактический материал о метаболической деягельности корневых систем, позволяющий утверждать, что возможности воздействия подвоя на привой более широкие, чем представлялось до сих пор (3). С этой точки зрения является весьма важным установление наилучших прививочных комбинаций для одной из ценных культур плодоводства нашей республики—порсика (4) в условиях почв «киров» Арменци.

С целью выбора лучшего подвоя для культуры персика в Паракарской экспериментальной базе, начиная с весны 1967 г., нами испытывались в качестве подвоя—персик, абрикос, миндаль и алыча. Привоями служили шестилетние деревья сортов Наринджи средний, Лодз полосатый и Лимони. Исследования проводились по методике Всесоюзного научно-исследовательского пиститута им. И. В. Мичурина (5).

Полученные нами данные по учету сохранности сортов персика на различных подвоях показали, что у большинства сортов наименьшая приживаемость обнаруживается на миндале, наибольшая—на персике.

Исследовалось также влияние подвоев на смещение сроков цвете ния и зрелости плодов трех сортов (табл. 1). Разница в сроках цветения у сорта Наринджи среднего на персике и на алыче в 1967 г. составляла всего шесть дней, тогда как в 1968 г. эта разница не наблюдалась. Все комбинации вступают в фазу съемной эрелости одновременно.

В настоящее время экспериментальные данные об урожайности персика на различных подвоях в литературе эсвещены недостаточно (-), хотя этот показатель имеет большое практическое значение.

Урожай шестилетних подопытных деревьев на нашем участке не

был удовлетворительным (табл. 2) в связи, видимо, с тем, что они еще не достигли оптимального возраста.

В 1968 г. картина оказалась более определенной. Наибольший урожай с дерева по всем сортам получен на персике (10—15 кг), затем на

Таблица / Сроки цветения и съемная эрелость персика на различных подвоях

|                                       |                                   | Лодз                             |                                  |                                   | Лимони                           |                                  |                                  | Наринджи                          |                                  |  |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Подноп                                | ILBETO                            | цветение                         |                                  | URCTE                             |                                  | Q QRete                          |                                  | енне                              | озренанис                        |  |
|                                       | -кр бн                            | конец                            | созренание плодов                | Hava-                             | конец                            | созрева                          | нача-                            | конеп                             | созрен                           |  |
| 1967 год                              |                                   |                                  |                                  |                                   |                                  |                                  |                                  |                                   |                                  |  |
| Персик<br>Абрикос<br>Миндаль<br>Алыча | 22 IV<br>26, IV<br>24/IV<br>25 IV | 1/V<br>2/V<br>2/V<br>2/V         | 16/IX<br>16/IX<br>16/IX<br>16/IX | 24 IV<br>24 IV<br>22, IV<br>21/IV | 2/V<br>2;V<br>1/V<br>1/V         | 4/X<br>4/X<br>4/X<br>4/X         | 22/IV<br>25 IV<br>24/IV<br>28/IV | 1/V<br>2/V<br>2/V<br>3/V          | 5 X<br>5/X<br>5/X<br>5/X         |  |
|                                       |                                   |                                  | 1                                | 1 <b>968</b> ro                   | 3                                |                                  |                                  |                                   |                                  |  |
| Персик<br>Абрикос<br>Миндаль<br>Алыча | 13 IV<br>12/IV<br>12/IV<br>12/IV  | 25/IV<br>25/IV<br>22/IV<br>22/IV | 13/IX<br>13/IX<br>13/IX<br>13/IX | 11/IV<br>11/IV<br>12/IV<br>12/IV  | 25/IV<br>25/IV<br>23/IV<br>23/IV | 24/1X<br>24/1X<br>24/1X<br>24/1X | 8/IV<br>8/IV<br>9 IV<br>9/IV     | 25, IV<br>25/IV<br>22 IV<br>22/IV | 25/LN<br>25/LN<br>25/LN<br>25/LN |  |

абрикосе (9—12 кг), наименьший—на миндале (7 кг). У всех прививочных комбинаций в 1967 г. средний вес плода составлял 107—151 г, и в 1968 г. наблюдалось его увеличение—150—170 г.

Таблица 2 годность персика на различных подвоях

|         | 1                                     | 1967                 |                     |                  |                          |                           |                      | 1968                 |                  |                          |                            |
|---------|---------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|
| Copr    | Подвон                                | плодоношение по      |                     | E 4 U            |                          | плодоношение по<br>баллам |                      |                      | Doc .            | в сод-                   |                            |
|         |                                       | 1                    | 2                   | 3                | Средн                    | ypowall<br>Horo a         | 1                    | 2                    | 3                | средний плода, г         | урожн<br>ного д<br>кг      |
| Лодз    | Персик<br>Абрикос<br>Миндаль<br>Алыча | 39<br>23<br>23<br>15 | 5<br>6<br>6<br>8    | 2 4              | 129<br>123<br>111<br>117 | 4.0<br>3.0<br>4.0<br>9.0  | 14<br>11<br>16<br>12 | 14<br>13<br>10<br>12 | 5<br>3<br>9      | 131<br>118<br>112<br>140 | 10,0<br>9,5<br>7,0<br>9,5  |
| Лимони  | Персик<br>Абрикос<br>Миндаль<br>Алыча | 17<br>21<br>14<br>15 | 12<br>7<br>8<br>8   | 1<br>2<br>3<br>3 | 140<br>120<br>125<br>138 | 7,0<br>6,0<br>6,0<br>6,0  | 17<br>14<br>12<br>16 | 12<br>12<br>5<br>10  | 4<br>1<br>5<br>5 | 170<br>145<br>110<br>140 | 12.0<br>9.0<br>7.0<br>8.0  |
| Нарипа- | Персик<br>Абрикос<br>Миндаль<br>Алыча | 44<br>16<br>16<br>17 | 10<br>14<br>8<br>10 | 1 3              | 142<br>151<br>121<br>107 | 6,0<br>10,0<br>5,0<br>7,0 | 31<br>11<br>12<br>15 | 23<br>25<br>10<br>13 | 5                | 170<br>150<br>125<br>130 | 15.0<br>12,0<br>7,0<br>8,0 |

Подвон оказывают заметное влияние и на длину приростов привоч (6). Результаты измерений длины побегов (табл. 3) показывают, что все сорта образуют наиболее длинные побеги на персике 19—20 см. у сортов Лодза полосатого и Лимони самые короткие побеги на подвосабрикоса—12 см. а у сорта Наринджи среднего на алыче—12 см.

Тоблица З Рост побегов персика на различных подвоях

| Сорт     | Подвол  | Число<br>побегон | Средняя<br>длина одно-<br>го побега, с.ч |
|----------|---------|------------------|--|
|          | Персик  | 203              | 20                                       |
| Лодз     | Абрикос | 420              | 12                                       |
|          | Миндаль | 210              | 18                                       |
|          | Алыча   | 98               | 12                                       |
|          | Персик  | 716              | 19                                       |
| Лимонн   | Абрикос | 316              | 1 12                                     |
|          | Миндаль | 192              | 18                                       |
|          | Алыча   | 217              | 17                                       |
|          | Персик  | 789              | 19                                       |
| Наринджи | Абрикос | 67               | 16                                       |
|          | Миндаль | 177              | 14                                       |
|          | Алыча   | 133              | 12                                       |

Одним из существенных впутренних факторов, определяющих активность роста, жизнедеятельность листьев и урожайность растений, как известно, является корневая система (7 л). Исходя из этого, изучалась динамика роста активных корней опытных деревьев по методу «вольного монолита» (9) в фазах: период покоя, массового цветения, фермирования плодов, зрелости урожая и спустя месян после сиятич плодов.

Таблица I Рост активных корней п реика на различных годвоях (по отдельным срокам)

| Сорт     | Подвой  | 2/11 | 16/V | 6/ <b>V</b> 11 | 6- X | 1, X1 |
|----------|---------|------|------|----------------|------|-------|
| Лодз     | Персик  | 21,0 | 23,0 | 10,0           | 3,3  | 38,0  |
|          | Абрикос | 4,0  | 3,3  | 15,0           | 6,0  | 31,0  |
|          | Миндаль | 10,5 | 20,6 | 12,0           | 10,0 | 8,3   |
|          | Алыча   | 9,4  | 36,0 | 15,8           | 28,0 | 46,0  |
| Лимони   | Персик  | 10,0 | 5,0  | 11,1           | 3,6  | 14,0  |
|          | Абрикос | 4,9  | 20,0 | 16,4           | 1,0  | 49,0  |
|          | Миндаль | 27,0 | 20,0 | 12,0           | 12,0 | 10,0  |
|          | Алыча   | 14,0 | 23,0 | 27,0           | 11,0 | 43,0  |
| Наринджи | Персик  | 27.0 | 11,2 | 12,0           | 19,0 | 11.0  |
|          | Абрикос | 10.0 | 1,6  | 7,1            | 34,7 | 8,7   |
|          | Миндаль | 4.0  | 4,0  | 5,4            | 23,0 | 4,0   |
|          | Алыча   | 43.0 | 8,4  | 33,0           | 13,0 | 3,0   |

Приведенные данные (табл. 4) показывают, что рост корней персика сильно зависит от типа подвоя и степени совместимости прививочных компонентов. При этом рост активных корней особенно усиливается, когда подвоем служат сеянцы алычи. Кроме того, подтверждаются прежние наблюдения ряда исследователей о том, что корневая система многих плодовых растений не имеет периода покоя (<sup>пели</sup>). Подобные данные были получены в условиях Армении по культуре абрякоса (<sup>11</sup>).

Приведенные данные в конечном счете показывают, что наиболь ший процент сохранности перенка наблюдается на нодвое персика, за тем на абрикосе, а пониженный на подвоях миндаля. Наряду с этим не наблюдалась существенная разница в сроках наступлення и продолжительности цветения, а также созревания плодов этой культуры из различных подвоях. Оказалось и неодинаковое количество плодов, образующихся у всех сортов. Больше всего выявлено на персике, затем на абрикосе и наименьшее—на миндале.

Изменилась также активность процессов роста персика в зависимости от подвоя. Наиболее длинные побеги образуют сорта, привитые на персике. В сортовом аспекте сравнительно длинные побеги образуют сорта Лода полосатый и Лимони на миндале, а самые слабые—Наринджи средний на алыче. Рост же активных корней усиливается в случае, когда подвоем служит алыча.

Институт инногразарства, виноделия и плоловодства МСХ Армянской ССР

#### Ա. Գ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

## Տաբեւ նզուություն ունեցող պատվաստակալնեւի ազդեցությունը ղեղձենու վբա

Պատվաստակալը կարևոր ազդեցություն է թողևում պատվաստացուի անի, վաղահասու-Բյան, բերքատվության և պտուղների որակի վրա։

արժացել ( առանց Հանդստի շրջանի։ Ակտիվ արմատների անը Հատկապես թարձր է եղել չլորենի ատովաստակայի դեպքում։

Արացել ( առանց Հանդստի շրջանի։ Ակտիվ արմատների անը Հատկապես թարձր է եղել չլորենի առավաստակալի տեսակից, ակտիվ արմատների անը տարձկան ցիկլում արձչներն։ Անկախ պատվաստակալի տեսակից, ակտիվ արմատների անը տարձկան ցիկլում արձչներն, արտում ամենագրիչը՝ եշնագրում և առանց շարձչի ան արձչներն արձչներն առանձատ բարձր է եղել չլորենի առատվաստակայի դեպքում։

### JI H T E P A T Y P A-4 P R b R b D b P 3 O b b

1 Х. М. Тайдемен, Селекция подвоев плодовых деревьев Изд «Колос», М., 1966 г. В Трусевич, Подвои плодовых пород. М., 1964 г. В О Казарян. Стврение высшин растений, Изл. «Знание», 1969 г. А. М. Вермишян. Г. Х. Диланян, М. Б. Санаели Плоды Армении, т. І. Армгосиздат, Ереван, 1958 г. Программа и методика сортоизучения плодовых и ягодных культур. г. Мичуринск. 1961 г. В. А. Колесников, В ки «Корневая система и продуктивность сельскохозяйственных рястений». Киев, 1967

1 В. О. Казарян, В. А. Давтян, Биологический журнал Армении, т. XIX, № 1 (1966) В. О. Казарян, В. А. Давтян, Биологический журнал Армении, т. XX, № 11 (1967) В. А. Колесников, Корневая система плодовых и ягодных растений и методы ее изучения. М., Сельхозгиз, 1962. 10 В. А. Колесников, В сб. «Доклады советских ученых х XVII международному конгрессу по садоводству», М., (1966). 11 В. М. Микаелян, В журн. «Технические сообщения Международного общества садоводства и огородинчества», т. 11. № 11, Белград, 1968

LI

1970

1

VIK 612 827

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

### К. А. Астабатян

# Анализ вызванной электрической активности отдельных руброспинальных волокон

(Представлено чл.-корр АН Армянской ССР С А. Бакунцем 29/XII 1969)

Изучение особенностей активации отдельных звеньев сложных мультинейронных цепей представляется наиболее удобным экспериментальным приемом для выявления закономерностей деятельности каждого конкретного узла. Определенный интерес в этом отношении представляют нейроны красного ядра с их аксонами, часть которых организует руброспинальный гракт. Последний, как известно, является одину из важных экстрапирамидных путей, через который осуществляются эфферентные влияния мозжечка и коры больших полушарий на моторный аппарат спинного мозга.

Хотя в настоящее время имеется значительное количество исследсваний, посвященных особенностям реакций различных нейронов спинного мозга на раздражение большого ряда надсегментарных образований (1-и и др.), однако, для выяснения механизмов этого влияния требуется анализ электрофизиологических характеристик структур, участвующих в передаче указанных влияний.

Ниже приводится анализ динамики изменения некоторых параметров (амплитуды и скрытого периода) вызванных потенциалов действия отдельных руброспинальных волокон на основании экспериментального материала, полученного в условиях острого опыта.

Эксперименты проводились на изрослых кошках, находящихся под легким нембуталовым наркозом, обездвиженных d-тубокурарином. Производилась ламинэктомия в области сегментов L<sub>3</sub>—S<sub>1</sub>. Исследованию подвергались руброспипальные волокна, расположенные в поясничных сегментах спинного мозга. Их функциональная идентификация производилась на основании отсутствия в иих реакций в ответ на раздражение различных периферических источников и по их ответу на каждый стимул при раздражении красного ядра.

Отведение электрической активности производилось стеклянными микроэлектродами, заполненными 2H раствором лимоннокислого ка-

лия, имеющими сопротивление от 10 до 30 мегом. Использовалась общепринятая усилительная и регистрирующая техника (7).

Нейроны красного ядра возбуждались прямоугольными электрическими стимулами, прикладываемыми через металлический электрод, вводимый в ядро стереотаксически. По завершении эксперимента про-изводился гистологический контроль местоположения раздражающего электрода.

Исследовалось 36 волокон руброспинального тракта, расположенных в поясничной области спинного мозга. Как указывалось в предылущем сообщении (в), большинство из волокон не имело фоновой ритмики. Они были весьма удобны для изучения вызванных реакций, не осложненных случайными разрядами. Именно на них получен нижеследующий материал.

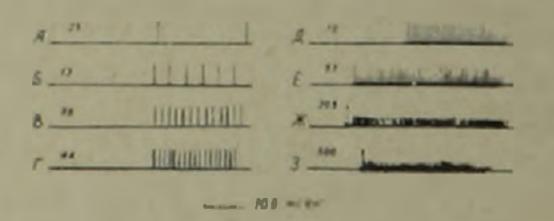


Рис. 1. Реакция "молчащего" медленнопроводящего руброспинального воложна на раздражение красного ядра различными частотами. Частота следования раздражающих стимулов указана цифрами с левой стороны каждой кривон

На рис. 1 показана реакция сравнительно медленнопроводящего руброспинального волокна на раздражение красного ядра различными частотами. Видно, что при относительно редких частотах стимуляции (рис. 1, A-E) принцип ответа на каждый стимул сохраняется, тогда как при более высоких частотах раздражения наблюдается выпадение ответов на некоторые стимулы (рис. 1, Ж, З). С другой стороны, начиная с определенной частоты стимуляции наблюдается подавление амплитуды потенциалов действия, возникающих после первого ответа Ниже будет показано, что описанные изменения связаны с развитием рефрактерных фаз, возникающих при генерации каждого из ответных потенциалов действия.

На рис. 2 и 3 показаны ответы двух соответственно быстро, и мелленнопроводящих руброспинальных волокой на парное раздражение красного ядра. Как видно, начиная с определенного интервала между парой стимулов в обоих случаях наблюдается подавление амилитуды в увеличение скрытого периода второго (пробного) ответа по сравнению с соответствующими параметрами первого (предварительного) потенциала действия. Указанные изменения в представленных волокиах развиваются неодинаково. В медленнопроводящем волокие отмеченные изменения обнаруживаются уже в интервале 14.4 мсек (рис. 3, A), тогда как в быстропроводящем—начиная с интервала около 7 мсек (рис. да как в быстропроводящем—начиная с интервала около 7 мсек (рис.

2, Б). При сопоставлении реакций, полученных при одинаковых интервалах взаимодействия, в нашем примере 2,6 мсек (рис. 2,6 и 3,Д), видно, что в первом случае пробная реакция подавлена на 30%, а во втором—на 44%. Если продолжать укорочение интервала взаимодействия двух последовательно вызываемых потенциалов дейстния, то начиная с определенной частоты следования парных стимулов, второй отнет уже не генерируется (рис. 2, Д и рис. 3, Е). Очевидно, именно этот «критический» интервал представляет собой длительность абсолютной рефрактерной фазы, развиваемой в области сомы руброспинальных нейронов после первого (предварительного) ответа.

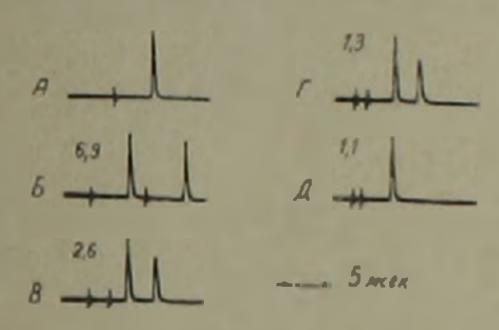


Рис. 2. Ответы быстропроводящего руброспинального волокна (скрытый период 4,4 млм на раздражение красного ядра парными стимулами. Пифры слева указыпают на интернал между стимулами и миллисскундах

Параллельно с изменениями амплитуды пробной реакции происходит уже изменение скрытого периода ее возникновения. Оно выражается в удлинении латенции второго ответа при укорочении интерпала взаимодействия (рис. 2 и 3). Очевидно, время, в течение которого обнаружинаются отмеченные изменения, представляет собой длительность относительной рефрактерной фазы, возникающей вслед за предварительным потенциалом действия. Наиболее наглядно указанные изменения демоистрирует график, на котором видна одновременность и взаимосвязанность изменений амплитуды и латенции пробной реакции по сраинению с соответствующими параметрами контрольного (предварительного) ответа.

Обнаружено также, что имеется определенная постоянная связь между величиной скрытого периода ответа на одиночное раздражение и длительностью наименьшего интервала парного раздражения, при катором генерируются два последовательных потенциала действия. Так, предварительный ответ волокна демонстрируемого на рис. 2 возникает с латенцией 4,4 мсек, а предварительный ответ волокна, представленного на рис. 3—со скрытым периодом 9,0 мсек. Видно, что в таком же отношении (1.2), в приведенных волокнах, находятся минимальные интервалы, при которых генерпруются два ответа (соответственно 1,3 на рис. 2, Г и 2,6 мсек на рис. 3, Д).

Скрытый период ответов волокон зарегистрированных нами вклю-

чает в основном время перехода нервного импульса из области их возникновения (красного ядра) до области отведения (руброспинальное волокно, расположенное в поясничных сегментах). Следовательно, учитывая протяженность данного отрезка можно рассчитать скорость провеления каждого из волокон. Далее, согласно известному уравнению V = KU (в) можно вычислить соответствующие калибры волокон т. е. их диаметр в микронах. Экспериментальные данные, приведенные выше, позволяют связать длительность минимального интервала, при котором данное волокно способно генерировать два ответа (т. е. максимальную частоту вызванной активности) с из диаметром. Для руброспинальных нейронов, исследованных нами, то-

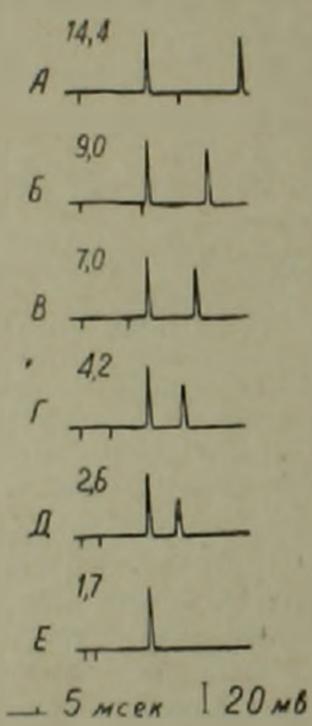


Рис 3. Ответы медленнопроводящего руброспинального волокия (скрытый период 9,0 мсек) на раздражение красного ядра нарными стимулами. Цифры слева указывают на интервал между стимулами в миллисскундах

кая связь может быть установлена посредством введения некоторог коэффициента, равного около 80. Следовательно, зная, что в состав ру броспинального тракта входят волокна диаметром от 4 до 20 микроп ("), пользуясь предлагаемым отношением: максимальная частота им пульсов способная генерироваться данным руброспинальным нейроном равна 80-D (где D-диаметр волокна в микронах) можно рассчитать, что она лежит в пределах от 320 до 1600 имп./сек.

После всего вышеизложенного вновь вернемся к анализу результатов представленных на рис. 1. Теперь кажется очевидным, что причиной вариаций значений амплитулы последовательно вызываемых потенцизлов действия руброспинальных волокон при увеличении частоты стимуляции красного ядра, а также причиной выпадения некоторых ответов, является развитие рефрактерных фаз после каждого из потенциалов действия. Эти изменения в медленнопроводящих волокнах проявляются уже при сравнительно инэких частотах стимуляции. В связи с этим возникает вопрос о биологической нецелесообразности раздражения исследуемых структур частотами выше некоторой определенной величниы. Надо полагать, что начиная с какой-то частоты в связи с уменьшением амплитуды вызванных потенциалов действия (в нашем примере рис. 1, кривые Д-3), должна уменьшаться и эффективность синаптического действия руброспинальной импульсации на последующие нейрональные элементы. Такое предположение может быть сделано на основании работ, показавших, что имеется крутая зависимость между ампли-

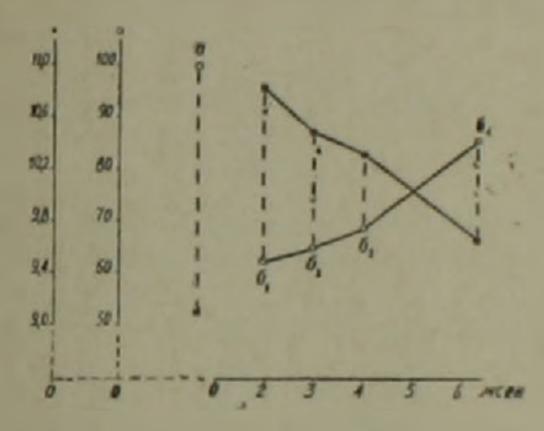


Рис. 1. График изменения амплитуды и скрытого периода пробного потенциала денствия руброспинального молокна, вызванного в различные интерналы после предварительного (контрольного) ответа.

а преднарительный (контрольный) ответ;

 $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$ ,  $\delta_4$  пробиме отнеты.

Черными кружочками обозначены скрытые перноды ответон; полыми амплитуда в процентах замплитуда контрольного отнета принимается за Попрод. По оси абсинсе интернал между парными стимулами; по оси ординат - левая, указывает на скрытый период ответа, а правая-на амплитуду отве-

та в процентах

тудой пикового потенциала в пресипаптическом волокие (в данном случае руброслинальном) и количеством высвобождаемого медиаторя (10, 11). Уменьшение амплитуды пресинаптического пика на 5 мв приводит к снижению ВПСП до 50%. Вряд ли надо полагать, что эта зависимость имеет силу лишь при уменьшении пресинаптического пика в связи с деполяризацией пресинаптического окончания. Она должна в полной мере проявиться и при подавлении пика в связи с его генерацией в период относительной рефрактерной фазы предыдущего потенциала действия, которое имеет место при высокочастотных раздражениях.

«Оптимальная частота ригмического раздражения красного ядол, при которой, согласно нашим данным, может вызываться максимальное синаптическое действие со стороны большинства возбуждаемых нейронов ядра (крупных, мелких и средних) не должиа превышать 100—150 имп./сек, при которой не наблюдается значительного подавления амплитуды последовательно вызываемых потенциалон действии руброспинальных волокон. Интересно отметить, что именно такую частоту разрядов нейронов красного ядра экстраклеточно регистрировали Девис и Толоу (1-) у свободно передвигающихся кошек во время выполнения ими различных двигательных актов в условиях хронического эксперимента.

По-видимому, отмеченные особенности, характеризующие динами ку изменения последовательно вызываемых потенциалов действия отдельных волокон в принципе справедливы и для других звеньев центральной нервной системы, однако, такое утверждение требует специальных исследований.

Институт физиологии им. Л. А. Орбели Акалемии наук Армянской ССР

#### 4. U. UUSBARBSHA

### Կառմիռ կոռիզ-ողնուղեղային առանձին նեռվարելիկների նռանոված Լլեկտոական ակտիվության վեռլուծությունը

Կատաւհերի վրա կատարված սուր փորձի պայմաններում ստացված տվյ<mark>ալների հիման վրա,</mark> տրվում է կարմիր կորիդ-ողնուղեզային առանձին ներվաքելիկների հրահրված <mark>էլեկտրական ակ-</mark> «իվաքիյան փոփոխության դինամիկայի վերլուծությունը։

Միկրոէլեկտրողների միջոցով կատարված է ողնուղեղի դոտկային հատվածներում տեղակայված 36 իդենտիֆիկացված ներվակելիկենրի ակտիվության դրանցում։ Ցույց է տրված, որ ոիթմիկ դրդոման Հաճախականության բարձրացման դնպրում նկատվում է հետևողականորեն հրաւրված դործողության պոտենցիայների ամպլիտուղաների անկում և դրանց դաղտնի շրջանի մե
ծացում։ Գարդված է, որ այդ փոփոխությունները հետևանք են գործողության այոտենցիայների
ժամանակ դարդացվող ռեֆրակտեր ֆազաների։

թյան ավյալները թույլ է տալիս ենթադրել, որ առանձին ներվաթելերի հաղորդականության արտենցիաների ասարացման առավելաթյան արագության և այդ ներվաթելերի զործողության պոտենցիաների ասարացման առավելագույն հաճախականության միջն գոյություն ունի որոշակի հաստատուն կապւ Այդ կապի զործակիքը մոտավորապես հավասար է 80-ի (այն դեպքերում, երբ գրդովում է անմիչապես բջիջների մարմինները), այսինքը առավելադույն հաճախականությունը հավասար է XII—/) որտեզ /)-ե ներկայացնում է ներվաթելի տրամագիձը արտահայունաված միկրոններով։ Ցույց է տրված նաև, որ կարմիր կորիզի ութժմիկ գրդոման ուպտիմալ» հաճախականությունը, որի մամանակ կարող է պատկանվել նեյրոնային հայորդ էլեմննտների վրա առավելագույն սինապտիկ ազդեցությունը Հպետք է դերազանցի 100—150 իմպ/վրկ, քանի որ այդ հաճախականություների սահմանենբում հրա-լոված դործողության պոտենցիայների ամպլիտուղային զգալի անկում չի նկատվում։

### литгратура-ченчичичень

PARAMETERS .