ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

# ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
# ДОКЛАДЫ

XXX, № 2
1960

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Մ. Մ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր):

Редакционная коллегия

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

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН

# ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ


Էջ

**Մաթեմատիկա**

Ա. Ե. Կարապետյան — *Կոնգրուենցիաների կվադրիկները* . . . . . 63

**Մեխանիկա**

Ա. Գ. Բազդոև — *Գայթյունը պլաստիկական դագում* . . . . . 73

**Սոցիալական տեսություն**

Ու Ժույ-Ֆին — *Կամարային պատվարների հաշվումը սողքի հաշվառումով* . 77

**Ֆիզիկա**

Ն. Մ. Քոչարյան, *ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ*, Ա. Ս. Ալեքսանյան, Է. Ծ. Լեվոնյան և Լ. Գ. Կիշինեվսկայա — *Իշտիկային կամերայի զգայունության կախման հետազոտությունը ստորին ճնշման մեծությունից* . . . . . 87

**Աստրոֆիզիկա**

Հ. Ա. Բաղայյան — *Դիտողություն դալակտիկական ցեֆեիդների գույնի ցուցիչների մասին* . . . . . 93

**Դեղագործական քիմիա**

Ա. Լ. Մնջոյան, *ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս*, Հ. Լ. Մնջոյան, Է. Ռ. Բաղդասարյան և Վ. Ա. Մնացականյան — *Հետազոտություն փոխարկված քացախաթթուների ածանցյալների ընդավառում։ Հաղորդում XIII* . . . . . 97

**Երկրաբանություն**

Վ. Ի. Լուցենկո և Ս. Ս. Ակմաեվա — *Գղնձա-մոլիբդենային հանքաքարերի հարստացման պրոդուկտներում պարունակվող առաջատար և ցրված մետաղների բաշխման բալանսի հարցի շուրջը* . . . . . 109

**Ստրատիգրաֆիա**

Գ. Մ. Ասլանյան — *Հարավ-արևմտյան Հայաստանի վերին էոցենի նստվածքների ֆաունիստիկական բնութագրման շուրջը* . . . . . 115

**Պալեոբիոլոգիա**

Լ. Ս. Գյոզալյան — *Ճառագայթված կրիաների վնասված ողնուղեղի մի քանի նկցիաների փոփոխությունը* . . . . . 121

**Ուլաների ֆիզիոլոգիա**

Վ. Հ. Ղազարյան, Է. Ս. Հովունջյան և Կ. Հ. Կարապետյան — *Ջարգացման տարբեր փուլերում գտնվող բույսերի օրգաններում ածխաջրատների կազմի փոփոխության մասին։ Հաղորդում III* . . . . . 123

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр

**Математика**

*С. Е. Карапетян* — Квадрики конгруэнций . . . . . 65

**Механика**

*А. Г. Багдоев* — Взрыв в пластическом газе . . . . . 73

**Теория ползучести**

*У Жуй-фын* — Расчет арочных плотин с учетом ползучести . . . . . 77

**Физика**

*Н. М. Кочарян*, чл.-корр. АН АрмССР, *А. С. Алексанян*, *Э. Ц. Левонян* и *Л. П. Кишиневская* — Исследование чувствительности пузырьковой камеры в зависимости от нижнего давления . . . . . 87

**Астрофизика**

*Г. С. Бадалян* — Замечание о показателях цвета классических цефеид . 93

**Фармацевтическая химия**

*А. Л. Мнджоян*, академик АН АрмССР, *О. Л. Мнджоян*, *Э. Р. Багдасарян* и *В. А. Мнацаканян* — Исследование в области производных замещенных уксусных кислот. Сообщение XIII . . . . . 97

**Биология**

*В. И. Луценко* и *С. С. Акмаева* — О балансе распределения рассеянных металлов в продуктах обогащения . . . . . 109

**Стратиграфия**

*П. М. Асланян* — К фаунистической характеристике верхнеэоценовых отложений юго-западной Армении . . . . . 115

**Радиобиология**

*Л. С. Гезалян* — Изменение некоторых функций поврежденного спинного мозга у облученных черепах . . . . . 121

**Физиология растений**

*В. О. Казарян*, *Э. С. Авунджян* и *К. А. Карапетян* — Об изменении углеводного состава в различных органах растений по фазам развития. Сообщение III . . . . . 125

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXX 1960 2

МАТЕМАТИКА

С. Е. Карапетян

# Квадрики конгруэнций

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 25. XII 1960)

1. Вопрос о квадриках, принадлежащих конгруэнции, являлся предметом исследований многих авторов. Наиболее существенные результаты были получены в работах Егорова ([1]), Финикова ([2,3]) и Гамбье ([4]). В заметке ([10]) была рассмотрена конгруэнция, гармонические линейчатые поверхности которой являлись квадриками.

В настоящей работе получается (инвариантное, относительно тетраэдра первого порядка конгруэнции) необходимое и достаточное условие конгруэнции, расслаивающейся на квадрики, и в связи с этим доказывается несколько теорем. В последнем пункте получена соприкасающаяся линейная конгруэнция произвольной линейчатой поверхности конгруэнции, которая очень тесно связана с остальными результатами. В работе применен метод внешних форм Картана ([9]).

2. Инфинитезимальные перемещения тетраэдра $A_1\ A_2\ A_3\ A_4$ в проективном пространстве определяются следующей системой дифференциальных уравнений

$$dA_i = \omega_i^k A_k,\ i, j, k = 1, 2, 3, 4,$$

где $\omega_i^k$ — линейные дифференциальные формы, связанные структурными уравнениями проективного пространства $D\omega_i^k = [\omega_i^j \omega_j^k]$.

Семейство тетраэдров 1-го порядка, присоединенное к конгруэнции $(A_1\ A_2)$, выделяется дифференциальными уравнениями ([5])

$$\omega_1^4 = 0,\quad \omega_2^3 = 0,\quad \omega_3^4 = \alpha\omega_1^3 - \beta\omega_2^4,\quad \omega_1^2 = \beta\omega_1^3 + \gamma\omega_2^4$$

$$\Delta\alpha = \alpha_1\omega_1^3 - \beta_1\omega_2^4,\quad \Delta\beta = \alpha\beta_1\omega_1^3 + \gamma\beta_2\omega_2^4,\quad \Delta\gamma = \beta_2\omega_1^3 + \gamma_2\omega_2^4$$

$$(A)$$

$$\Delta\alpha_1 = \alpha_{11}\omega_1^3 - \beta_{11}\omega_2^4,\quad \Delta\beta_1 = \beta_{11}\omega_1^3 + \gamma\beta_{12}\omega_2^4,\quad \Delta\beta_2 = \alpha\beta_{12}\omega_1^3 + \beta_{22}\omega_2^4,$$

$$\Delta\gamma_2 = \beta_{22}\omega_1^3 + \gamma_{22}\omega_2^4,\quad \Delta\beta_{11} = \beta_{111}\omega_1^3 + \gamma\beta_{121}\omega_2^4,\quad \Delta\beta_{22} = \alpha\beta_{122}\omega_1^3 + \beta_{222}\omega_2^4.$$



ՀՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ

и аналогичными уравнениями, полученными из $(A)$ заменой указателей 1 на 2, 3 на 4 и добавлением штрихов при коэффициентах $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ с любыми указателями.

3. В заметке ([6]) были получены квадрики Ли для всех линейчатых поверхностей $\omega_2^4 = \lambda\omega_1^3$ конгруэнции. Одна серия прямолинейных образующих этих квадрик определяется тремя линейными комплексами $[12]$, $d[12]$, $d^2[12]$ $\mathrm{mod}\,(\omega_2^4 - \lambda\omega_1^3)$ или тремя точками в пятимерном проективном пространстве $P_5$:

$$a_1 = [12],\ a_2 = [14] - [23],\ a_3 = 2\lambda[34] + \lambda(\lambda_1 + \lambda\lambda_2)[14] + \\ + (\lambda^2\alpha' - 2\lambda\beta' - \gamma')[13] + (-\lambda^2\gamma' - 2\gamma\beta + \alpha)[42], \tag{1}$$

где $[ik]$ — аналитическая прямая $(A_i A_k)$, а

$$d\ln\lambda + \omega_1^1 + \omega_4^4 - \omega_2^2 - \omega_3^3 = \lambda_1\omega_1^3 + \lambda_2\omega_2^4. \tag{1'}$$

Линейчатая поверхность $\omega_2^4 = \lambda\omega_1^3$ будет квадрикой тогда и только тогда, когда

$$([12], d[12], d^2[12], d^3[12]) \equiv 0 \pmod{\omega_2^4 - \lambda\omega_1^3},$$

которое в силу значений (1) приведет к трем равенствам:

$$\frac{3}{2}(\lambda_1 + \lambda\lambda_2)(\alpha'\lambda^2 + \gamma') - \gamma'\gamma_1' + \alpha'\alpha_2'\lambda^3 - 3\lambda(\gamma'\beta_1' + \lambda\alpha'\beta_2') = 0,$$

$$\frac{3}{2}(\lambda_1 + \lambda\lambda_2)(\gamma\lambda^2 + \alpha) - \alpha\alpha_1 + \gamma\gamma_2\lambda^3 + 3\lambda(\alpha\beta_1 + \lambda\gamma\beta_2) = 0,$$

$$\lambda(\lambda_{11} + \lambda\lambda_{12}) + \lambda^2(\lambda_{21} + \lambda\lambda_{22}) + \frac{1}{2}\lambda(\lambda^2\lambda_2^2 - \lambda_1^2) + \\ + (\gamma\lambda^2 + \alpha)(\lambda^2\alpha' - 2\lambda\beta' - \gamma') + (\alpha'\lambda^2 + \gamma')(\lambda^2\gamma + 2\lambda\beta - \alpha) = 0. \tag{2}$$

В последнем уравнении принято

$$d\lambda_1 + \lambda_1(\omega_1^1 - \omega_3^3) + 2\omega_3^1 = \lambda_{11}\omega_1^3 + \lambda_{12}\omega_2^4, \\ d\lambda_2 + \lambda_2(\omega_2^2 - \omega_4^4) - 2\omega_1^2 = \lambda_{21}\omega_1^3 + \lambda_{22}\omega_2^4. \tag{3}$$

Из первых двух уравнений системы (2), исключая $\lambda_1 + \lambda\lambda_2$ (при условиях $\lambda^2 \neq -\frac{\alpha}{\gamma}$ и $\alpha\alpha' - \gamma\gamma' \neq 0$), получим уравнение пятой степени относительно

$$\gamma\alpha'(\gamma_2 - \alpha_2')\lambda^5 + 3\gamma\alpha'(\beta_2 + \beta_2')\lambda^4 + [\alpha\alpha'(3\beta_1 - \alpha_2') + \\ + \gamma\gamma'(\gamma_2 + 3\beta_1')]\lambda^3 + [\alpha\alpha'(3\beta_2' - \alpha_1) + \gamma\gamma'(\gamma_1' + 3\beta_2)]\lambda^2 + \\ + 3\alpha\gamma'(\beta_1 + \beta_1')\lambda + \alpha\gamma'(\gamma_1' - \alpha_1) = 0. \tag{4}$$

Конечное уравнение (4) и два последних дифференциальных уравнения системы (2) являются необходимыми и достаточными условиями для того, чтобы линейчатая поверхность $\omega_2^4 = \lambda\omega_1^3$ конгруэнции была квадрикой.

4. В этом пункте рассматривается вопрос о том, когда линейчатые поверхности конгруэнции, соответствующие асимптотическим линиям (5) фокальных поверхностей, являются квадриками.

Известно, что конгруэнция $W$ с двумя линейчатыми фокальными поверхностями содержит квадрики, которые соответствуют прямолинейным образующим фокальных поверхностей ([3]). Линейчатые поверхности конгруэнции, соответствующие асимптотическим линиям первой фокальной поверхности, определяются уравнениями $\omega_2^4 = \varepsilon\sqrt{-\frac{\alpha}{\gamma}}\,\omega_1^3\,(\varepsilon = \pm 1)$ ([5]). Следовательно, для этих линейчатых поверхностей

$$\lambda = \varepsilon\sqrt{-\frac{\alpha}{\gamma}}. \tag{5}$$

Дифференцируя это уравнение, в силу (1′) и (A) получим

$$\lambda_1 = \frac{\alpha_1 - \beta_2}{2}, \quad \lambda_2 = -\frac{\beta_1 + \gamma_2}{2}. \tag{6}$$

Внося значения (5) и (6) во второе уравнение системы (4), получим

$$\sqrt{\gamma}\,(\alpha_1 + 3\beta_2) + \varepsilon\sqrt{-\alpha}\,(\gamma_2 - 3\beta_1) = 0. \tag{7}$$

Последнее уравнение показывает, что *фокальная поверхность* $(A_1)$ *— линейчатая* ([5]).

Равенство (7) не зависит от $\varepsilon$ тогда и только тогда, когда

$$\alpha_1 + 3\beta_2 = 0, \ \gamma_2 - 3\beta_1 = 0 \tag{8}$$

Это означает, что *если обе линейчатые поверхности, соответствующие асимптотическим линиям фокальной поверхности* $(A_1)$, *являются квадриками, то поверхность* $(A_1)$ *тоже является квадрикой.*

Первое уравнение системы (2), в силу значений (5), (6) и (8), напишется в виде

$$3\left(\beta_2 + \varepsilon\sqrt{-\frac{\alpha}{\gamma}}\,\beta_1\right)(\gamma\gamma' - \alpha\alpha') + \varepsilon\sqrt{-\frac{\alpha}{\gamma}}\,(3\gamma\gamma'\beta_1' + \alpha\alpha'\alpha_2') +$$
$$+ \gamma\gamma'\gamma_1' - 3\alpha\alpha'\beta_2' = 0.$$

Это уравнение не зависит от $\varepsilon$ тогда и только тогда, когда

$$\begin{aligned} &3\beta_1(\gamma\gamma' - \alpha\alpha') + 3\gamma\gamma'\beta_1' + \alpha\alpha'\alpha_2' = 0, \\ &3\beta_2(\gamma\gamma' - \alpha\alpha') + \gamma\gamma'\gamma_1' - 3\alpha\alpha'\beta_2' = 0. \end{aligned} \tag{9}$$

Дифференцируя уравнения (6), в силу уравнений (3), получим

$$\lambda_{11}=\frac{\alpha_{11}-\alpha\beta_{12}}{2},\quad \lambda_{12}=\frac{3\alpha\alpha'+\gamma\gamma'-\beta_{11}-\beta_{22}}{2}-2\beta\beta'$$

$$\lambda_{21}=-\frac{\alpha\alpha'+3\gamma\gamma'+\beta_{11}+\beta_{22}}{2}+2\beta\beta',\ \lambda_{22}=-\frac{\gamma_{22}+\gamma\beta_{12}}{2}.$$

Внося эти значения в последнее уравнение системы (2), в силу равенств (8) получим тождество.

Из уравнений (9) вытекает, что если конгруэнция $(A_1 A_2)$ есть $W$ — конгруэнция

$$\alpha\alpha'-\gamma\gamma'=0, \tag{9}$$

то вторая фокальная поверхность $(A_2)$ также является квадрикой, т. е.

$$\alpha_2'+3\beta_1'=0,\ \gamma_1'-3\beta_2'=0 \tag{10}$$

и, наоборот, если вторая фокальная поверхность $(A_2)$ является квадрикой, то конгруэнция $(A_1 A_2)$ есть конгруэнция $W$. Таким образом мы получили конгруэнцию $W$, две фокальные поверхности которой являются квадриками и, следовательно, две асимптотические поверхности (линейчатые поверхности конгруэнции, соответствующие асимптотическим линиям фокальных поверхностей) также являются квадриками.

5. Известно, что $W$-конгруэнция будет конгруэнцией $R$, если одна ее фокальная поверхность будет квадрикой ([3]).

Здесь мы будем доказывать одну теорему: *Если обе фокальные поверхности конгруэнции $W$ являются квадриками, то все фокальные поверхности последовательности Лапласа также являются квадриками.*

Согласно условиям теоремы мы имеем следующие уравнения:

$$\alpha\alpha'-\gamma\gamma'=0,\ \alpha_1+3\beta_2=0,\ \gamma_2-3\beta_1=0,\ \alpha_2'+3\beta_1'=0,\ \gamma_1'-3\beta_2'=0. \tag{11}$$

Дифференцируя первое уравнение этой системы и пользуясь остальными уравнениями, получим

$$\beta_1+\beta_1'=0,\ \beta_2+\beta_2'=0. \tag{12}$$

Из 2 и 3-го уравнений системы (11), как дифференциальное следствие, будем иметь ([7]):

$$\beta_{11}=\alpha\alpha',\ \beta_{22}=-\alpha\alpha'. \tag{13}$$

Новое дифференцирование уравнений (13) приводит к уравнениям

$$\begin{aligned}\Delta\beta_{11}&=(3\beta_1\,\alpha\beta'+3\beta_1'\,\beta\gamma'-2\alpha\alpha'\,\beta_2)\,\omega_1^3\\ \Delta\beta_{22}&=-(3\beta_2'\,\alpha'\beta+3\beta_2\beta'\gamma+2\alpha\alpha'\,\beta_1)\,\omega_2^4.\end{aligned} \tag{14}$$

Из этих уравнений в силу (A) получим

$$\beta_{111} = 3\beta_1 \alpha\beta' + 3\beta_1' \beta\gamma' - 2\alpha\alpha' \beta_2, \quad \beta_{121} = 0,$$
$$\beta_{222} = -(3\beta_2' \alpha'\beta + 3\beta_2\beta'\gamma + 2\alpha\alpha' \beta_1), \quad \beta_{122} = 0. \tag{15}$$

Отнесем конгруэнцию $(A_1 A_2)$ к осям фокальной сети $(A_1)$, т. е. допустим, что имеют место уравнения ([5]):

$$\beta = \beta' = 0, \quad \beta_1 = 0, \quad \beta_2 = 0. \tag{16}$$

Выбранный тетраэдр является тетраэдром 1-го порядка для второй конгруэнции последовательности Лапласа, которая теперь описывается лучом $(A_3 A_1)$.

Коэффициенты конгруэнции $(A_3 A_1)$ вычисляются из формул ([5])

$$\bar{\alpha} = \frac{\beta_{11}}{\alpha}, \quad \bar{\beta} = -\beta_{12}, \quad \bar{\gamma} = -\frac{\beta_{22}}{\gamma}, \quad \bar{\alpha}' = \frac{1}{\gamma}, \quad \bar{\beta}' = 0, \quad \bar{\gamma}' = \frac{1}{\alpha},$$

$$\bar{\alpha}_1 = \frac{\beta_{111}}{\alpha\beta_{11}} - \frac{\alpha_1}{\alpha}, \quad \bar{\beta}_1 = -\frac{\beta_{121}}{\beta_{11}}, \quad \bar{\beta}_2 = \frac{\beta_{122}}{\beta_{22}}, \quad \bar{\gamma}_2 = \frac{\beta_{222}}{\gamma\beta_{22}} - \frac{\gamma_2}{\gamma}, \tag{17}$$

$$\bar{\alpha}_2' = -\frac{\gamma_2}{\gamma}, \quad \bar{\beta}_2' = 0, \quad \bar{\beta}_1' = 0, \quad \bar{\gamma}_1' = -\frac{\alpha_1}{\alpha}.$$

Поверхность $(A_3)$ является квадрикой тогда и только тогда, когда

$$\bar{\alpha}_1 + 3\bar{\beta}_2 = 0, \quad \bar{\gamma}_2 - 3\bar{\beta}_1 = 0.$$

В силу уравнений (11) -- (17) последние уравнения превращаются в тождество, и теорема доказывается.

В работе ([7]) была доказана теорема существования конфигурации $L$. $L$ есть частный случай полученной последовательности (когда последовательность замыкается после четвертого шага, т. е. когда $\beta_{12} + \beta' = 0$ ([8]).

Результаты 4 и 5-го пунктов позволяют сформулировать следующую теорему:

*Если в конгруэнции $W$ две линейчатые поверхности, соответствующие асимптотическим линиям одной фокальной поверхности, являются квадриками, то все фокальные поверхности последовательности Лапласа, порожденной этой конгруэнцией, и все линейчатые поверхности этой последовательности, соответствующие асимптотическим линиям фокальных поверхностей, также являются квадриками.*

6. В этом пункте получается соприкасающаяся линейная конгруэнция линейчатой поверхности $\omega_2^4 = \lambda\omega_1^3$ конгруэнции. Если линейча-

тая поверхность $\omega_1^4 = \lambda\omega_1^3$ не квадрика, то такая линейная конгруэнция в пятимерном проективном пространстве определяется четырьмя точками $[12]$, $d[12]$, $\mathrm{mod}\,(\omega_2^4 - \lambda\omega_1^3)$, $d^2[12]$ $\mathrm{mod}\,(\omega_2^4 - \omega_1^3)$ и $d^3[12]$ $\mathrm{mod}\,(\omega_2^4 - \lambda\omega_1^3)$, или трехмерной плоскостью

$$([12]\ d[12]\ d^2[12]\ d^3[12])\ \mathrm{mod}\,(\omega_2^4 - \lambda\omega_1^3).$$

Эта плоскость совпадает с плоскостью, определяемой четырьмя точками

$$\begin{gathered} a_1 = [12],\ a_2 = \lambda\,[14] - [23], \\ a_3 = 2\lambda\,[34] + \lambda(\lambda_1 + \lambda\lambda_2)\,[14] + (\lambda^2\alpha' - 2\lambda\beta' - \gamma')\,[13] + \\ + (-\lambda^2\gamma - 2\lambda\beta + \alpha)\,[42], \\ a_4 = a\,[14] + b\,[13] + c\,[42], \end{gathered} \tag{18}$$

где

$$\begin{gathered} a = \lambda(\lambda_{11} + \lambda\lambda_{12}) + \lambda^2(\lambda_{21} + \lambda\lambda_{22}) + {}^1/_2\,\lambda(\lambda^2\lambda_2^2 - \lambda_1^2) + \\ + (\gamma\lambda^2 + \alpha)(\lambda^2\alpha' - 2\lambda\beta' - \gamma') + (\alpha'\lambda^2 + \gamma')(\lambda^2\gamma + 2\lambda\beta - \alpha), \\ b = \frac{3}{2}(\lambda_1 + \lambda\lambda_2)(\alpha'\lambda^2 + \gamma') - \gamma'\gamma_1' + \alpha'\alpha_2'\lambda^3 - 3\lambda(\gamma'\beta_1' + \lambda\alpha'\beta_2'), \\ c = -\frac{3}{2}(\lambda_1 + \lambda\lambda_2)(\gamma\lambda^2 + \alpha) + \alpha\alpha_1 - \gamma\gamma_2\lambda^3 - 3\lambda(\alpha\beta_1 + \lambda\gamma\beta_2). \end{gathered} \tag{19}$$

Пусть прямая

$$d = p^{ij}\,[ij] \quad i, j = 1, 2, 3, 4 \tag{20}$$

является директрисой линейной конгруэнции $(a_1 a_2 a_3 a_4)$, тогда координаты прямой $d$ должны удовлетворять пяти уравнениям

$$\begin{gathered} p^{34} = 0, \quad \lambda p^{23} - p^{14} = 0, \quad p^{23}p^{14} + p^{13}p^{42} = 0, \\ 2\lambda p^{12} + \lambda(\lambda_1 + \lambda\lambda_2)\,p^{23} + (\lambda^2\alpha' - 2\lambda\beta' - \gamma')\,p^{42} + \\ + (-\lambda^2\gamma - 2\lambda\beta + \alpha)\,p^{13} = 0 \\ ap^{23} + bp^{42} + cp^{13} = 0. \end{gathered} \tag{21}$$

Так как координаты $p^{ij}$ в третьем уравнении имеют вторую степень, то, решая эти пять уравнений относительно шести однородных координат $p^{ij}$ и внося эти значения в (20), мы получим две директрисы искомой линейной конгруэнции.

Для развертывающихся поверхностей $\omega_2^4 = 0$ и $\omega_1^3 = 0$, трехмерные плоскости, определяемые точками (18), имеют сопряженные прямые в $P_5$

$$\begin{gathered} ([12],\ 2\gamma'[13] + 2\alpha[42] + (\alpha_1 - \gamma_1')[23]), \\ ([12],\ 2\alpha'[13] + 2\gamma[42] - (\alpha_2' - \gamma_2)[14]). \end{gathered} \tag{22}$$

Каждая из этих прямых пересекается с гиперквадрикой $Q_4^2$ ([5]) только в одной точке (12), следовательно, *директрисы соприкасающейся линейной конгруэнции, для развертывающейся поверхности, сливаются в одну прямую, совпадающую с образующей этой поверхности.*

Две прямые (22) в $P_5$ совпадают тогда и только тогда, когда конгруэнция удовлетворяет требованиям

$$\alpha\alpha' - \gamma\gamma' = 0, \quad \alpha_1 - \gamma_1' = 0, \quad \alpha_2' - \gamma_2 = 0.$$

Такая конгруэнция подробно изучена в работе ([11]).

Если обе директрисы некоторой линейчатой поверхности проходят через фокусы луча конгруэнции (следовательно они лежат в фокальных плоскостях), то согласно (19), (20) и (21) это требование равносильно уравнениям

$$b = 0, \quad c = 0. \tag{23}$$

Для двух гармонических линейчатых поверхностей ($\lambda = \pm\sqrt{\alpha/\gamma}$, ([10])) первой фокальной поверхности $(A_1)$ конгруэнции уравнения (23) дадут

$$\begin{gathered} \alpha_1 + 3\beta_2 = 0, \quad 3\beta_2(\alpha\alpha' + \gamma\gamma') + \gamma\gamma'\gamma_1' + 3\alpha\alpha'\beta_2' = 0, \\ \gamma_2 - 3\beta_1 = 0, \quad 3\beta_1(\alpha\alpha' + \gamma\gamma') - \alpha\alpha'\alpha_2' + 3\gamma\gamma'\beta_1' = 0. \end{gathered} \tag{24}$$

Первый столбец этой системы показывает, что *$(A_1)$— есть поверхность второго порядка.*

Аналогичное требование для гармонических линейчатых поверхностей второй фокальной поверхности $(A_2)$ вместе с системой (24) приводит к равенствам

$$\begin{gathered} \alpha_1 + 3\beta_2 = 0, \quad \alpha_2' + 3\beta_1' = 0, \quad \beta_1 + \beta_1' = 0, \\ \gamma_2 - 3\beta_1 = 0, \quad \gamma_1' - 3\beta_2' = 0, \quad \beta_2 + \beta_2' = 0. \end{gathered} \tag{25}$$

Конгруэнция, удовлетворяющая системе (25), подробно изучена в заметке [8]. Таким образом, *директрисы соприкасающихся линейных конгруэнций всех гармонических линейчатых поверхностей проходят через фокусы луча $A_1$ $A_2$ тогда и только тогда, когда обе фокальные поверхности конгруэнции $(A_1$ $A_2)$ являются квадриками и эта конгруэнция вместе с конгруэнцией $(r')$ (где $r'$—прямая пересечения соприкающихся плоскостей вторых фокальных кривых) образует пару $T$.*

Ереванский армянский педагогический
институт им. Х. Абовяна

Ս. Ե. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

## Կոնգրուենցիաների կվադրիկները

*Աշխատանքում ստացվել են անհրաժեշտ և բավարար պայմանները, որոնց պետք է բավարարեն կոնգրուենցիան և նրա որևէ գծավոր մակերևույթը, որպեսզի վերջինը լինի երկրորդ կարգի մակերևույթ (կվադրիկա)։ Ապացուցվում են հետևյալ թեորեմները։*

1. Եթե կոնգրուենցիայի որևէ ֆոկալ մակերևույթի երկու ասիմպտոտական գծերին համապատասխանող գծավոր մակերևույթները կվադրիկներ են, ապա այդ ֆոկալ մակերևույթն ինքը ևս կվադրիկա է։

2. Եթե W կոնգրուենցիայի ֆոկալ մակերևույթները կվադրիկներ են, ապա Լապլասի հաջորդականության բոլոր ֆոկալ մակերևույթները նույնպես կվադրիկներ են։

3. Եթե W կոնգրուենցիայի որևէ ֆոկալ մակերևույթի երկու ասիմպտոտական գծերին համապատասխանող գծավոր մակերևույթները կվադրիկներ են, ապա Լապլասի հաջորդականության բոլոր ֆոկալ մակերևույթները և նրանց ասիմպտոտական գծերին համապատասխանող բոլոր գծավոր մակերևույթները նույնպես կվադրիկներ են։

Աշխատանքում նաև ստացվել են կոնգրուենցիաների գծավոր մակերևույթների հրպման գծային կոնգրուենցիաները։

4. Կոնգրուենցիայի փովոդ մակերևույթի հպման գծային կոնգրուենցիայի երկու դիրեկտրիսները ձուլվելով համընկնում են այդ փովոդ մակերևույթի ծնիչի հետ։

5. Կոնգրուենցիայի բոլոր հարմոնիկ գծավոր մակերևույթների հպման գծային կոնգրուենցիաների դիրեկտրիսները անցնում են ֆոկուսներով այն և միայն այն դեպքում, երբ այդ ֆոկալ մակերևույթները կվադրիկներ են և մեր կոնգրուենցիան իր երկրորդ ֆոկալ կորերի հպման հարթությունների հատման գծի կոնգրուենցիայի հետ կազմում է T զույգ։

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Егоров*. Rend. dei Lincei, сер. 6, 10, сем. 2, 1929, стр. 145. [2] *С. П. Фиников*, Rend dei Lincei, сер. 6, 12, сем. 2, 1930, стр. 302. [3] *С. П. Фиников*, Проективно-дифференциальная геометрия, 1937. [4] *Гамбье*, Annales de la Fac. des Sciences de Toulouse, сер. 3, 27, 1935, стр. 201. [5] *С. П. Фиников*, Теория конгруэнций, 1950. [6] *С. Е. Карапетян*, ДАН СССР, 177, 2 (1957). [7] *С. Е. Карапетян*, Известия АН АрмССР, в печати. [8] *С. Е. Карапетян*, Научные доклады ВШ, №1, 1958. [9] *С. П. Фиников*, Метод внешних форм Картана, 1948. [10] *С. Е. Карапетян*, ДАН СССР, 122, 3 (1958). [11] *С. Е. Карапетян*, ДАН АрмССР, т. XXV, №3 (1957).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXX 1960 2

МЕХАНИКА

А. Г. Багдоев

# Взрыв в пластическом газе

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 5. VI 1959)

Рассматривается взрыв в жидкости (или грунте), именуемой пластическим газом. Уравнение состояния пластического газа при динамических нагрузках предложено Х. А. Рахматулиным и имеет вид:

$$P - P_0 = A(S)(\rho^n - \rho_0^n) \qquad \text{для} \qquad \frac{dP}{dt} > 0, \tag{1}$$

$$\rho = \rho_1 \qquad \text{для} \qquad \frac{dP}{dt} < 0. \tag{2}$$

где $P_0$ и $\rho_0$—начальные давление и плотность грунта, $\rho_1$—постоянная для данной частицы, $S$—энтропия, $t$—время.

В дальнейшем рассмотрим автомодельные ([1]) движения. Легко видеть, что в тех случаях, когда (1) (нагрузка) дает автомодельное движение, тогда и все уравнение состояния (1) и (2) дает автомодельность. Это следует из того, что (2) не дает новых существенных констант ([1]). Очевидно, например, для точечного взрыва давление в частице после прохождения волны падает; состояние грунта за ударной волной опишется (2) (разгрузка).

Уравнения движения, неразрывности и несжимаемости в эйлеровых координатах для сферического взрыва имеют вид:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t} + u\dfrac{\partial u}{\partial r} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial r} \\ \dfrac{\partial u}{\partial r} + \dfrac{2u}{r} = 0 \\ \dfrac{\partial \rho}{\partial t} + u\dfrac{\partial \rho}{\partial r} = 0, \end{cases} \tag{3}$$

где $r$—координата от места взрыва, $u$—радиальная скорость. Если рассматривать автомодельные движения жидкости, имеем

$$\rho = \bar{\rho}_1 \bar{\rho}(\xi), \tag{4}$$

где $\xi = \dfrac{r}{t^\alpha}$, $\alpha$ и $\bar{\rho}$—некоторые постоянные ([1]); например, для точечного взрыва в газе имеем

$$\alpha = \frac{2}{5}, \quad \overline{\rho_1} = \rho_1;$$

энергию взрыва обозначим $E_0$.

Из последнего уравнения в (3) получим для автомодельного случая

$$\frac{d\overline{\rho}}{d\xi}\left(\alpha - \frac{ut}{r}\right) = 0. \tag{5}$$

Поскольку $u = \frac{\alpha r}{t}$ неудовлетворяет второму уравнению, из (3) имеем

$\frac{d\overline{\rho}}{d\xi} = 0$ или $\overline{\rho} = \text{const}$ для всей жидкости.

Таким образом для автомодельных движений из условия постоянства плотности в частице вытекает постоянство во всей возмущенной массе.

Итак, $\rho = \overline{\rho_1} = \rho_1$, где $\rho_1$ — плотность за ударной волной. Поскольку на самой ударной волне происходит нагрузка, нужно при написании условий на ней пользоваться (1). В этом случае, если пренебречь $\rho_0$, имеем для сильных волн

$$u = \rho_0 D\left(\frac{\rho_1}{\rho_0} - 1\right); \quad P = \rho_0 D^2 \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_1}\right); \quad \frac{\rho_1}{\rho_0} = k, \tag{7}$$

где третье уравнение в (7) представляет асимптоту Гюгонио для жидкости (3), $k$—константа, определяемая показателем $h$. Например, для $h = 3$ получим $k = 2{,}4$.

Из второго уравнения (3) имеем:

$$u = \frac{C(t)}{r^2},$$

учитывая размерность $u$, можно записать еще

$$u = \frac{r}{t}\overline{u} = \lambda_1 \left(\frac{E_0}{\rho_0}\right)^{3/5} \frac{r}{t} \frac{1}{\xi^3}, \tag{8}$$

постоянная $\lambda_1$ не имеет размерности.

Из первого уравнения (7) имеем

$$\lambda_1 = \rho_0 \alpha \left(\frac{\rho_1}{\rho_0} - 1\right)\left(\frac{\rho_0}{E_0}\right)^{3/5}. \tag{9}$$

Если подставить соотношение (8) в первое уравнение (3), получим, что при $r = 0$, $P = -\infty$.

Таким образом в центре возникает разрежение (1) и давление обращается в нуль на некоторой сфере радиуса $r^* = \gamma t^{\alpha}\left(\frac{E_0}{\rho_0}\right)^{\frac{1}{5}}$.

Полная энергия возмущенного движения (за ударной волной) постоянна во времени и заданная:

$$E_0 = 4\pi \int_{r^*}^{R(t)} \left(E + \frac{u^2}{2}\right) \rho_1 r^2 \, dr, \tag{10}$$

где $r = R(t)$ координата ударной волны $R(t) = C\left(\frac{E_0}{\rho_0}\right)^{\frac{1}{5}} t^{\frac{2}{5}}$, $E$ — внутренняя энергия частицы жидкости. Из размерности $E$ следует

$$E = \frac{r^2}{t^2} \overline{E}(\xi), \tag{11}$$

причем $\overline{E}(\xi)$ определяется из условия адиабатичности и первого начала термодинамики:

$$\frac{dE}{dt} = -T\frac{dS}{dt} = 0, \tag{12}$$

где $T$ — температура жидкости.

Подставляя (11) в (12), имеем:

$$\overline{E}'(\xi)\,\xi\,(\overline{u} - \alpha) = 2\,\overline{E}(\xi)\,(1 - \overline{u}).$$

Решение этого уравнения после вычисления интеграла и с учетом (8) запишется

$$\overline{E}(\xi) = K \frac{1}{\eta^2 (\lambda_1 - \alpha\eta^3)^{\frac{2}{3}(1-\alpha)}}, \tag{13}$$

здесь $K$ постоянная; $\eta = \xi \left(\frac{\rho_0}{E_0}\right)^{\frac{1}{5}}$.

Если подставить все эти величины в (10), получим $\alpha = \frac{2}{5}$.

Теперь уравнение (10) запишется

$$1 = 4\pi \int_{\gamma}^{c} \left[ K \frac{1}{\eta^2 (\lambda_1 - \alpha\eta^3)^{\frac{2}{3}(1-\alpha)}} + \frac{\lambda_1^2}{2} \frac{1}{\eta^6} \right] \eta^4 \, d\eta =$$

$$= 4\pi \frac{\alpha}{2\alpha+1} \left[ (\lambda_1 - \alpha\gamma^3)^{\frac{2\alpha+1}{3}} - (\lambda_1 - \alpha C^3)^{\frac{2\alpha+1}{3}} \right] + 2\pi\lambda_1^2 \left(\frac{1}{\gamma} - \frac{1}{C}\right). \tag{14}$$

Для определения постоянной $K$ в выражении энергии приравняем (11) к значению энергии за ударной волной для упругой жидкости, пользуясь уравнением (1) и (3).

Поскольку еще на ударной волне $r = C\left(\frac{E_0}{\rho_0}\right)^{\frac{1}{5}} t^{\frac{2}{5}}$, найдем:

$$\frac{K}{(\lambda_1 - \alpha C^3)^{\frac{2}{3}(1-a)}} = \rho_0 \alpha^2 C^2 \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_1}\right)\left[\frac{1}{n-1}\,\frac{\rho_1^{n-1} - \rho_0^{n-1}}{\rho_1^n - \rho_0^n} - \right.$$

$$\left. - \frac{\rho_0^n\left(\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_1}\right)}{\rho_1^n - \rho_0^n}\right]. \tag{15}$$

Из первого уравнение (3) после интегрирования получим

$$P = -\rho_1 \frac{r^2}{t^2}\lambda_1 \left(\frac{\lambda_1}{2}\frac{1}{\eta^6} - \frac{1}{5}\frac{1}{\eta^3}\right) + B\,\rho_1 \frac{r^2}{t^2}\frac{1}{\eta^2}, \tag{16}$$

здесь $B$ безразмерная постоянная.

Условия равенства нулю давления на сфере $r = r^*$ и второе уравнение (7) дают:

$$\frac{1}{5}\frac{1}{\gamma^3} - \lambda_1 \frac{1}{2}\frac{1}{\gamma^6} + B\frac{1}{\gamma^2} = 0 \tag{17}$$

$$\rho_1 \lambda_1 \left(\frac{1}{5}\frac{1}{C^3} - \frac{\lambda_1}{2}\frac{1}{C^6}\right) + \rho_1 B \frac{1}{C^2} = \rho_0 \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_1}\right)\alpha^2. \tag{18}$$

Таким образом, чтоб завершить решение задачи, нужно определить постоянные, не имеющие размерности $K$, $C$, $\lambda_1$, $\gamma$ и $B$ из системы конечных уравнений: (9), (14), (15), (17), (18).

Очевидно закон движения ударной волны для пластического газа постоянным множителем отличается от закона для идеального газа.

Задача о сферическом взрыве с постоянной плотностью решена А. Я. Сагомоняном ([2]). Из изложенного видно, что это решение является строгим для автомодельных случаев.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ա. Գ. ԲԱԳԴՈԵՎ

## Պայթյունը պլաստիկական գազում

*Պայթյունը պլաստիկական գազում դիտարկվում է ավտոմոդելային պայթյունը պլաստիկական գազ կոչվող հեղուկում։*

*Ցույց է տրված, որ նրա վիճակի հավասարումը, առաջադրված Ռախմատուլինի կողմից, պահպանում է շարժման ավտոմոդելայնությունը։*

*Քննարկվում է հարվածային ալիքի մարման օրենքը։*

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Л. И. Седов*, Методы подобия и размерности в механике, Гостехиздат, М., 1957. [2] *А. Я. Сагомонян*, Докторская диссертация, МГУ. [3] *К. П. Станюкович*, Неустановившиеся движения сплошной среды, Гостехиздат, 1954.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXX 1960 3

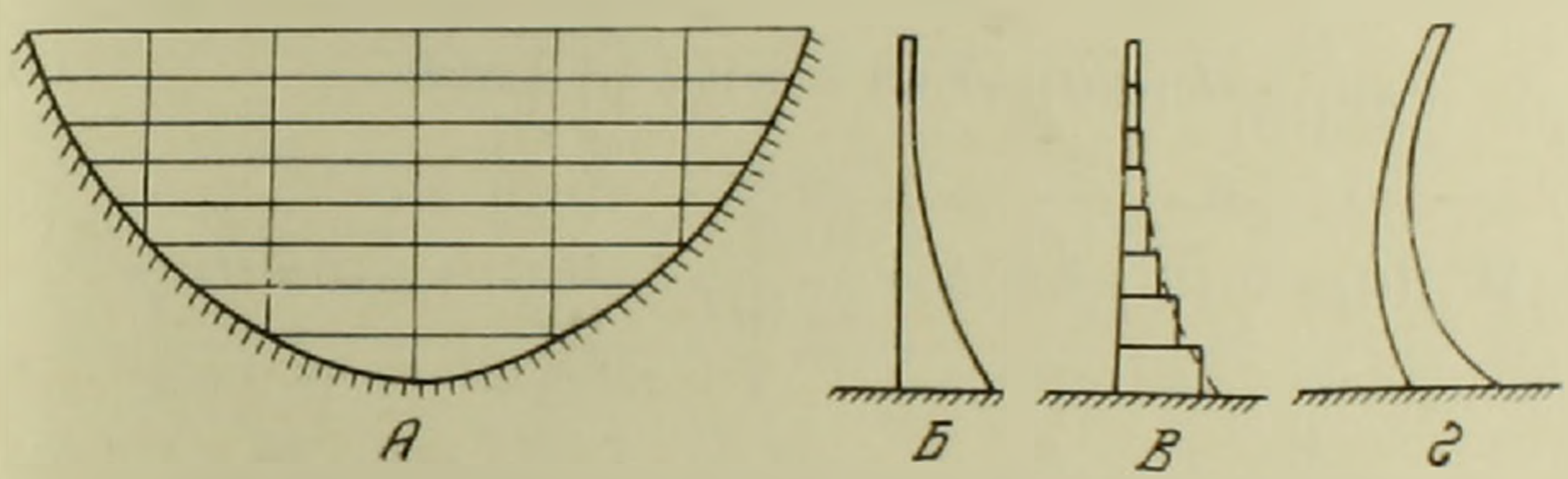
ТЕОРИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

У Жуй-фын

# Расчет арочных плотин с учетом ползучести

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 19. III 1960)

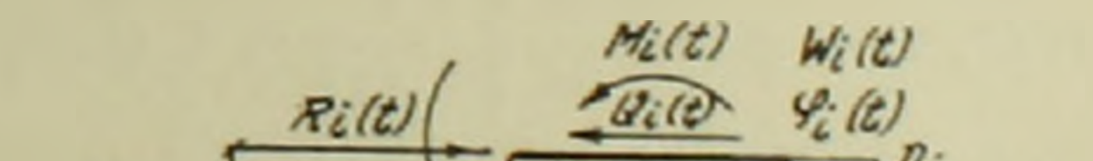
§ 1. Арочная плотина рассматривается как система взаимноподдерживающих горизонтальных арок у вертикальных консолей. В точках пересечения арок и консолей обеспечиваются условия совместности радиальных деформаций и углов поворота ([1-3]) (фиг. 1).




Фиг. 1.

Разобьем консоли на $n$ участков (число участков равно числу арок) и рассмотрим каждый участок как балку постоянного сечения с высотой $h_i$ (фиг. 1 Б). В каждом сечении имеем 4 неизвестных: изгибающий момент $M_i(t)$, перерезывающая сила $Q_i(t)$, радиальный прогиб $W_i(t)$ и угол поворота $\varphi_i(t)$.

Вдоль консоли действуют гидростатическое давление, распределенные радиальные силы и крутящие моменты, вызванные сопротивлением арок. Для простоты заменим распределенные силы сопротивления сосредоточенными силами $R_i(t)$ и $T_i(t)$ (фиг. 2).




Фиг. 2.

$$R_i(t) = r_i(t)\, W_i(t),$$

$$T_i(t) = s_i(t)\, \varphi_i(t), \tag{1}$$

где $r_i(t)$—интенсивность равномерно распределенной радиальной нагрузки, вызывающей единичное радиальное перемещение в рассматриваемой точке $i$-ой арки, $s_i(t)$—интенсивность равномерно распределенного крутящего момента, вызывающего вокруг оси арки единичный угол поворота рассматриваемого сечения $i$-ой арки. Пользуясь уравнениями теории ползучести ([4]) и гипотезой плоских сечений, получаем следующие соотношения:

$$Q_{i+1}(t) = Q_i(t) - r_i(t)\, W_i(t) + \int_0^{h_i} p dz, \tag{2}$$

$$M_{i+1}(t) = M_i(t) + s_i(t)\, \varphi_i(t) + [Q_i(t) - r_i(t)\, W_i(t)]\, h_i + \int\int_0^{h_i} p dz^2, \tag{3}$$

$$\varphi_{i+1}(t) = \varphi_i(t) + \frac{h_i}{E(t)\, I_i} L\, [M_i(t) + s_i(t)\, \varphi_i(t)] + \frac{h_i^2}{2E(t)\, I_i} L\, [Q_i(t) - r_i(t)\, W_i(t)] + \int\int\int_0^{h_i} p dz^3, \tag{4}$$

$$W_{i+1}(t) = W_i(t) + \varphi_i(t)\, h_i + \frac{h_i^2}{2E(t)\, I_i} L\, [M_i(t) + s_i(t)\, \varphi_i(t)] + \frac{h_i^3}{6E(t)\, I_i} L\, [Q_i(t) - r_i(t)\, W_i(t)] + \int\int\int\int_0^{h_i} p dz^4, \tag{5}$$

где $L$—интегральный оператор $Lx(t) = x(t) - \int_{\tau_1}^{t} x(\tau)\, K(t, \tau)\, d\tau$,

$K(t, \tau) = E(t) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[ \frac{1}{E(\tau)} + C(t, \tau) \right]$, $C(t, \tau)$ — мера ползучести, $E(t)$—модуль упругости и $I$—момент инерции.

Для определения $M_i$, $Q_i$, $\varphi_i$ и $W_i$ пользуемся методом преобразованных параметров* ([5]). Подставляя $W_i(t)$, $\varphi_i(t)$ из (2), (3) в (4), (5), получим:

$$\varphi_{i+1}(t) = \left[ -\frac{h_i}{s_i(t)} - \frac{h_i^2}{2E(t)\, I_i} L \right] Q_{i+1}(t) - \frac{M_i(t)}{s_i(t)} +$$

---

* Метод преобразованных параметров имеет преимущество перед методом начальных параметров Н. М. Крылова в том, что он устраняет недостаток накопления погрешности в процессе вычисления, как это обычно неизбежно существует в методе начальных параметров.

$$+\left[\frac{1}{s_i(t)}+\frac{h_i}{E(t)I_i}L\right]M_{i+1}(t)+\left[\frac{h_i^2}{6s_i(t)}+\frac{h_i^3}{2\psi E(t)I_i}L\right]p_i+$$

$$+\left[\frac{h_i^2}{3s_i(t)}+\frac{h_i^3}{8E(t)I_i}L\right]p_{i+1}, \qquad (6)$$

$$W_{i+1}(t)=\frac{Q_i(t)}{r_i(t)}-\left[\frac{1}{r_i(t)}+\frac{h_i^2}{s_i(t)}+\frac{h_i^3}{3E(t)I_i}L\right]Q_{i+1}(t)-$$

$$-\frac{h_i}{s_i(t)}M_i(t)+\left[\frac{h_i}{s_i(t)}+\frac{h_i^2}{2E(t)I_i}L\right]M_{i+1}(t)+$$

$$+\left[\frac{h_i}{2r_i(t)}+\frac{h_i^3}{6s_i(t)}+\frac{h_i^4}{30E(t)I_i}L\right]p_i+$$

$$+\left[\frac{h_i}{2r_i(t)}+\frac{h_i^3}{3s_i(t)}+\frac{11h_i^4}{120E(t)I_i}L\right]p_{i+1}. \qquad (7)$$

В (6) и (7), заменяя индексы $i+1$ на $i$, а $i$ на $i-1$ и приравнивая их $W_i(t)$ и $\varphi_i(t)$ в силу (2), (3), получим:

$$\frac{-Q_{i-1}(t)}{r_{i-1}(t)}+\left[\frac{1}{r_{i-1}(t)}+\frac{1}{r_i(t)}+\frac{h_{i-1}^2}{s_{i-1}(t)}+\right.$$

$$\left.+\frac{h_{i-1}^3}{3E(t)I_{i-1}}L\right]Q_i(t)-\frac{Q_{i+1}(t)}{r_i(t)}+\frac{h_{i-1}}{s_{i-1}(t)}M_{i-1}(t)-$$

$$-\left[\frac{h_{i-1}}{s_{i-1}(t)}+\frac{h_{i-1}^2}{2E(t)I_{i-1}}L\right]M_i(t)=\left[\frac{h_{i-1}}{2r_{i-1}(t)}+\frac{h_{i-1}^3}{6s_{i-1}(t)}+\right.$$

$$\left.+\frac{h_{i-1}^4}{30E(t)I_{i-1}}L\right]p_{i-1}+\left[\frac{h_{i-1}}{2r_{i-1}(t)}-\frac{h_i}{2r_i(t)}+\frac{h_{i-1}^3}{3s_{i-1}(t)}+\right.$$

$$\left.+\frac{11h_{i-1}^4}{120E(t)I_{i-1}}L\right]p_i-\frac{h_i}{2r_i(t)}p_{i+1}, \qquad (8)$$

$$\left[\frac{h_{i-1}}{s_{i-1}(t)}+\frac{h_{i-1}^2}{2E(t)I_{i-1}}L\right]Q_i(t)-\frac{h_i}{s_i(t)}Q_{i+1}(t)+\frac{1}{s_{i-1}(t)}M_{i-1}(t)-$$

$$-\left[\frac{1}{s_{i-1}(t)}+\frac{1}{s_i(t)}+\frac{h_{i-1}}{E(t)I_{i-1}}L\right]M_i(t)+\frac{1}{s_i(t)}M_{i+1}(t)=$$

$$=\left[\frac{h_{i-1}^2}{6s_{i-1}(t)}+\frac{h_{i-1}^3}{24E(t)I_{i-1}}L\right]p_{i-1}+\left[\frac{h_{i-1}^2}{3s_{i-1}(t)}-\frac{h_i^2}{6s_i(t)}+\right.$$

$$\left.+\frac{h_{i-1}^3}{8E(t)I_{i-1}}L\right]p_i-\frac{h_i^2}{3s_i(t)}p_{i+1}. \qquad (9)$$

Уравнения (8) и (9) без учета ползучести впервые были получены Чен Лен-си ([2]). Пользуясь уравнениями (8), (9) для каждого участка консоли (сверху вниз), напишем следующие соотношения:

при $i = 1$ $\quad Q_1(t),\ M_1(t) = f[Q_0(t),\ M_0(t),\ Q_2(t),\ M_2(t)]$ (10)

при $i = 2$ $\quad Q_2(t),\ M_2(t) = f[Q_3(t),\ M_3(t)]$, (11)

при $i = n - 1$ $\quad Q_{n-1}(t),\ M_{n-1}(t) = f[Q_n(t),\ M_n(t)]$. (12)

Таким образом, получаем систему $2n - 1$ рекуррентных интегральных уравнений. Параметры, входящие в эти уравнения, определяются из граничных условий консолей:

на гребне плотины

$$Q_0(t) = M_0(t) = 0, \tag{13}$$

у основания плотины для жестко-защемленного контура

$$\varphi_n(t) = W_n(t) = 0. \tag{14}$$

Подставляя (6), (7) в (14), получим

$$\varphi_n(t) = f[Q_{n-1}(t),\ Q_n(t),\ M_{n-1}(t),\ M_n(t)] = 0,$$

$$W_n(t) = f[Q_{n-1}(t),\ Q_n(t),\ M_{n-1}(t),\ M_n(t)] = 0. \tag{15}$$

Совместно решая (12), (15), определим $Q_{n-1}(t)$, $Q_n(t)$, $M_{n-1}(t)$ и $M_n(t)$. Определив $Q_{n-1}(t)$, $Q_n(t)$, $M_{n-1}(t)$ и $M_n(t)$, в обратной последовательности находим все $Q_i(t)$ и $M_i(t)$. Значения $\varphi_i(t)$, $W_i(t)$, $R_i(t)$ и $T_i(t)$ можно определить из уравнений (6), (7), подставив известные $Q_i(t)$ и $M_i(t)$.

Нагрузки определяются следующими формулами:

от арок
$$p_a(t) = \frac{2W_i(t)\,r_i(t)}{h_{i-1} + h_i}, \tag{16}$$

от действия кручения
$$m_{кр}(t) = \frac{2s_i(t)\,\varphi_i(t)}{h_{i-1} + h_i}, \tag{17}$$

$$p_{кр}(t) = \frac{dm_{кр}}{dz} = \frac{m_{кр(i-1)}(t) - m_{кр(i+1)}(t)}{2(h_{i-1} + h_i)}, \tag{18}$$

от консолей
$$p_k(t) = p_i - p_a(t) - p_{кр}(t). \tag{19}$$

Для учета влияния податливости основания плотины, следуя Фогту, вместо (14) примем

$$W_n(t) = W_{осн} = \frac{k_1 M_n(t)}{E_{осн} \cdot d} + \frac{k_3 Q_n(t)}{E_{осн}},$$

$$\varphi_n(t) = \varphi_{осн} = -\frac{k_1 M_n(t)}{E_{осн} \cdot d^2} - \frac{k_5 Q_n(t)}{E_{осн} \cdot d}, \tag{20}$$

где $k_1$, $k_3$, $k_5$ — коэффициенты перемещений, $E_{осн}$ — модуль упругости основания и $d$ — толщина основания. Из (20), (6), (7), (12) определим $Q_{n-1}(t)$, $Q_n(t)$, $M_{n-1}(t)$ и $M_n(t)$.

Следует отметить, что в инженерной практике верхний бьеф арочной плотины наклонен к нижнему бьефу (фиг. 1 *г*). В настоящей работе этим обстоятельством пренебрегаем, что идет в запас прочности.

§ 2. *Решение основной системы интегральных уравнений.* При помощи метода Н. М. Крылова—Н. Н. Боголюбова разобьем промежуток времени $t_k - \tau_1$ на множество малых промежутков $t_1 - \tau_1$, $t_2 - t_1, \cdots t_k - t_{k-1}$ и приведем (8), (9) к системе алгебраических уравнений (21). Последовательно решая эти системы, получим решение для соответствующего $t_k$.

$$
\begin{aligned}
&-\frac{1}{r_{i-1}(t_k)} Q_{i-1}(t_k) + \left[\frac{1}{r_{i-1}(t_k)} + \frac{1}{r_i(t_k)} + \frac{h_{i-1}^2}{s_{i-1}(t_k)}\right] Q_i(t_k) + \\
&\frac{h_{i-1}^3}{3 I_{i-1}} [Q_i(t_k)\psi_k + A_k] - \frac{1}{r_i(t_k)} Q_{i+1}(t_k) + \frac{h_{i-1}}{s_{i-1}(t_k)} M_{i-1}(t_k) - \\
&-\frac{h_{i-1}}{s_{i-1}(t_k)} M_i(t_k) - \frac{h_{i-1}^2}{2 I_{i-1}} [M_i(t_k)\psi_k + B_k] = \left[\frac{h_{i-1}}{2r_{i-1}(t_k)} + \right. \\
&\left. + \frac{h_{i-1}^3}{6s_{i-1}(t_k)}\right] p_{i-1} + \frac{h_{i-1}^4}{30 I_{i-1}} [1 + E(t_k) C(t_k, \tau_1)] p_{i-1} + \\
&+ \left[\frac{h_{i-1}}{2r_{i-1}(t_k)} - \frac{h_i}{2r_i(t_k)} + \frac{h_{i-1}^3}{3s_{i-1}(t_k)}\right] p_i + \\
&+ \frac{11 h_{i-1}^4}{120 I_{i-1}} [1 + E(t_k) C(t_k, \tau_1)] p_i - \frac{h_i}{2r_i(t_k)} p_{i+1},
\end{aligned}
\tag{21}
$$

$$
\begin{aligned}
&\frac{h_{i-1}}{s_{i-1}(t_k)} Q_i(t_k) + \frac{h_{i-1}^2}{2 I_{i-1}} [Q_i(t_k)\psi_k + A_k] - \frac{h_i}{s_i(t_k)} Q_{i+1}(t_k) + \\
&+ \frac{1}{s_{i-1}(t_k)} M_{i-1}(t_k) - \left[\frac{1}{s_{i-1}(t_k)} + \frac{1}{s_i(t_k)}\right] M_i(t_k) - \\
&- \frac{h_{i-1}}{I_{i-1}} [M_i(t_k)\psi_k + B_k] + \frac{1}{s_i(t_k)} M_{i+1}(t_k) = \frac{h_{i-1}^2}{6s_{i-1}(t_k)} p_{i-1} + \\
&+ \frac{h_{i-1}^2}{24 I_{i-1}} [1 + E(t_k) C(t_k, \tau_1)] p_{i-1} + \left[\frac{h_{i-1}^2}{3s_{i-1}(t_k)} - \frac{h_i^2}{6s_i(t_k)}\right] p_i + \\
&+ \frac{h_{i-1}^3}{8 I_{i-1}} [1 + E(t_k) C(t_k, \tau_1)] p_i - \frac{h_i^2}{3s_i(t_k)} p_{i+1},
\end{aligned}
$$

где

$$
\psi_k = \frac{1}{E\left(\frac{t_k + t_{k-1}}{2}\right)} + C\left(t_k, \frac{t_k + t_{k-1}}{2}\right),
$$

$$
\begin{matrix} A_k \\ B_k \end{matrix} = \sum_{j=0}^{k} \begin{matrix} Q(t_j) \\ M(t_j) \end{matrix} \left[\frac{1}{E\left(\frac{t_{j-1} + t_{j-2}}{2}\right)} - \frac{1}{E\left(\frac{t_j + t_{j-1}}{2}\right)} + \right.
$$



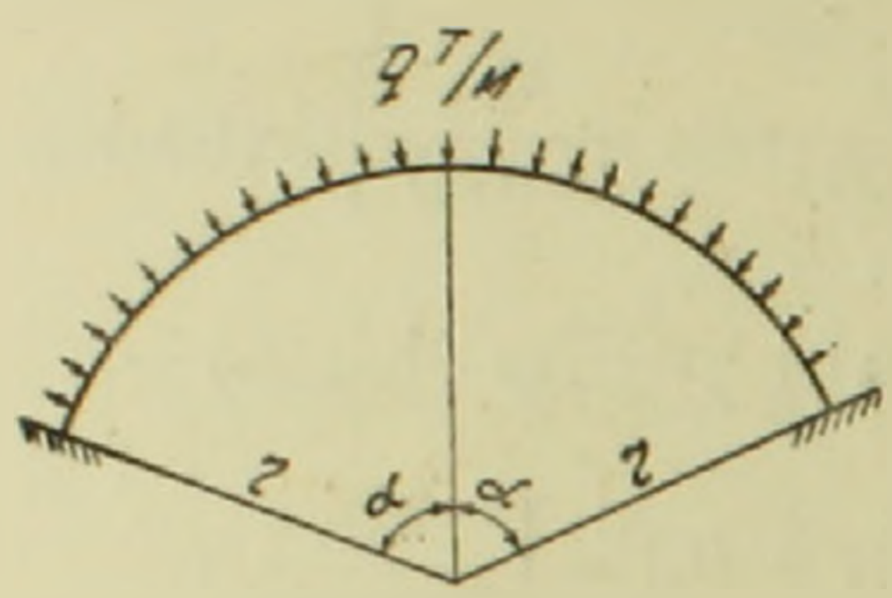
[illegible]

$$+C\left(t_j, \frac{t_{j-1}+t_{j-2}}{2}\right)-C\left(t_j, \frac{t_j+t_{j-1}}{2}\right)\Bigg],$$

$$(t_{-1}=t_{-2}=t_0=\tau_1,\ j=0,\ 1,\ 2\cdots k).$$

$$\psi_0=\frac{1}{E(\tau_1)},\ A_0=0.$$

§ 3. *Расчет* $r_i(t)$ и $s_i(t)$. 1°. Расчет радиального прогиба симметричной круглой арки с постоянной толщиной, с учетом податливости основания пят и ползучести бетона арки, под действием равномерно распределенной радиальной нагрузки (фиг. 3).

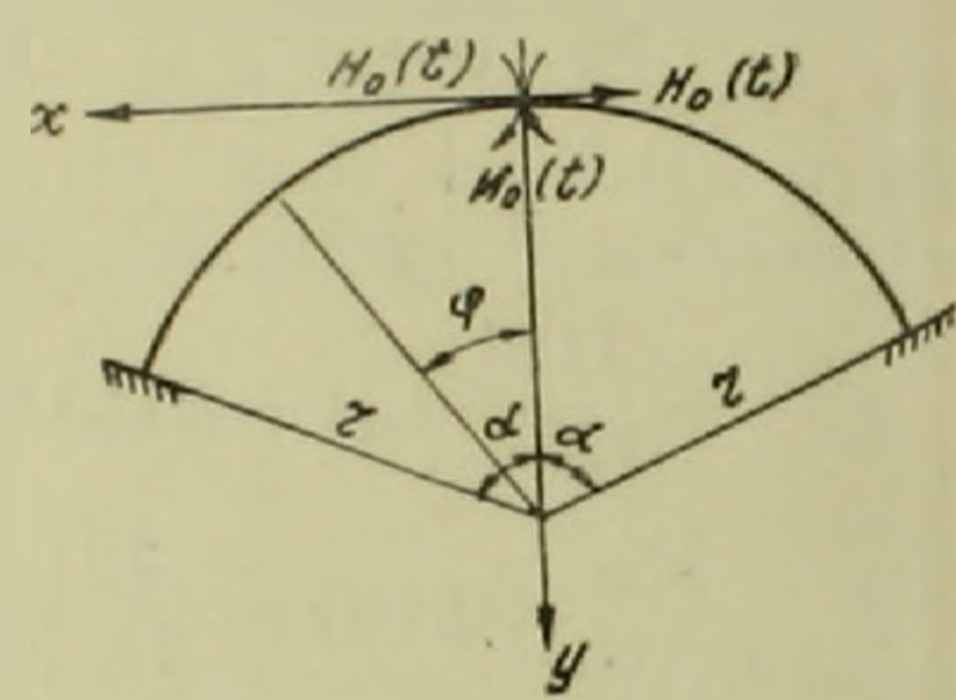



Фиг. 3.

Рассмотрим основную статически определимую систему (фиг. 4). Напишем канонические уравнения

$$\delta_{11}LH_0(t)+\delta_{12}LM_0(t)+L\Delta_p+$$
$$+aH_0(t)+BM_0(t)\,\Delta_{\Phi p}=0,$$

$$\delta_{12}LH_0(t)+\delta_{22}LM_0(t)+L\theta_p+$$
$$+BH_0(t)+cM_0(t)+\theta_{\Phi p}=0. \qquad (22)$$




Фиг. 4.

Здесь через $\delta_{11}$, $\delta_{12}$, $\delta_{22}$, $\Delta_p$, $\theta_p$, как обычно принято в строительной механике, обозначим деформации под действием единичной нагрузки, а через $a$, $B$, $c$, $\Delta_{\Phi p}$, $\theta_{\Phi p}$ — соответствующие деформации от податливости основания.

Система интегральных уравнений (22) в общем случае в замкнутой форме не интегрируется, поэтому ниже приводим решение этих уравнений, пользуясь методом Ю. А. Соколова([6]), который здесь обобщен нами для случая системы интегральных уравнений. При принятии $C(t,\tau)=\varphi(\tau)\left[1-e^{-\gamma(t-\tau)}\right]$ для первого приближения получаем

$$H_0(t)=\frac{1}{A_1}\left\{c_1f_1-B_1f_2+(A_2\beta_1+A_3\beta_2)\int_{\tau_1}^{t}K(t,\tau)\,d\tau\right\},$$

$$(23)$$

$$M_0(t)=\frac{-1}{A_1}\left\{B_1f_1-a_1f_2+(A_4\beta_1+A_5\beta_2)\int_{\tau_1}^{t}K(t,\tau)\,d\tau\right\},$$

где

$$\beta_1 = \frac{\left[t-\tau_1-\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_5}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{c_1 f_1 - B_1 f_2}{A_1}\,d\tau - \left[\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_3}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{B_1 f_1 - c_1 f_2}{A_1}\,d\tau}{\left[t-\tau_1-\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_2}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\left[t-\tau_1+\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_5}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{t}K(\tau,\xi)\,d\xi\right] + \left[\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_3}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\left[\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_4}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]},$$

$$\beta_2 = \frac{\left[t-\tau_1-\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_2}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{a_1 f_2 - B_1 f_1}{A_1}\,d\tau + \left[\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_4}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{B_1 f_2 - c_1 f_1}{A_1}\,d\tau}{\left[t-\tau_1+\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_5}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\left[t-\tau_1-\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_2}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right] + \left[\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_3}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{\tau}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]\left[\int\limits_{\tau_1}^{t}\frac{A_4}{A_1}\,d\tau\int\limits_{\tau_1}^{t}K(\tau,\xi)\,d\xi\right]},$$

$$A_1 = [\delta_{11}(t) + a]\,[\delta_{22}(t) + c] - [\delta_{12}(t) + B]^2,$$

$$A_2 = \delta_{11}(t)\,[\delta_{22}(t) + c] - \delta_{12}(t)[\delta_{12}(t) + B],$$

$$A_3 = \delta_{12}(t)\,[\delta_{22}(t) + c] - \delta_{22}(t)\,[\delta_{12}(t) + B],$$

$$A_4 = \delta_{11}(t)\,[\delta_{12}(t) + B] - \delta_{12}(t)\,[\delta_{11}(t) + a],$$

$$A_5 = \delta_{12}(t)\,[\delta_{12}(t) + B] - \delta_{22}(t)\,[\delta_{11}(t) + a],$$

$$f_1 = -\Delta_p^{(t)}[1 + E(t)\,c(t,\tau_1)] - \Delta_{\phi p},\quad f_2 = -\theta_p^{(t)}[1 + E(t)\,C(t,\tau_1)] - \theta_{\phi p},$$

$$a_1 = \delta_{11}(t) + a,\quad B_1 = \delta_{12}(t) + B,\quad c_1 = \delta_{22}(t) + c.$$

Обозначим через $f_\theta(t)$ радиальный прогиб в сечении $\theta$ от единичной равномерно распределенной нагрузки (фиг. 5), по формуле Максвелла-Мора имеем:

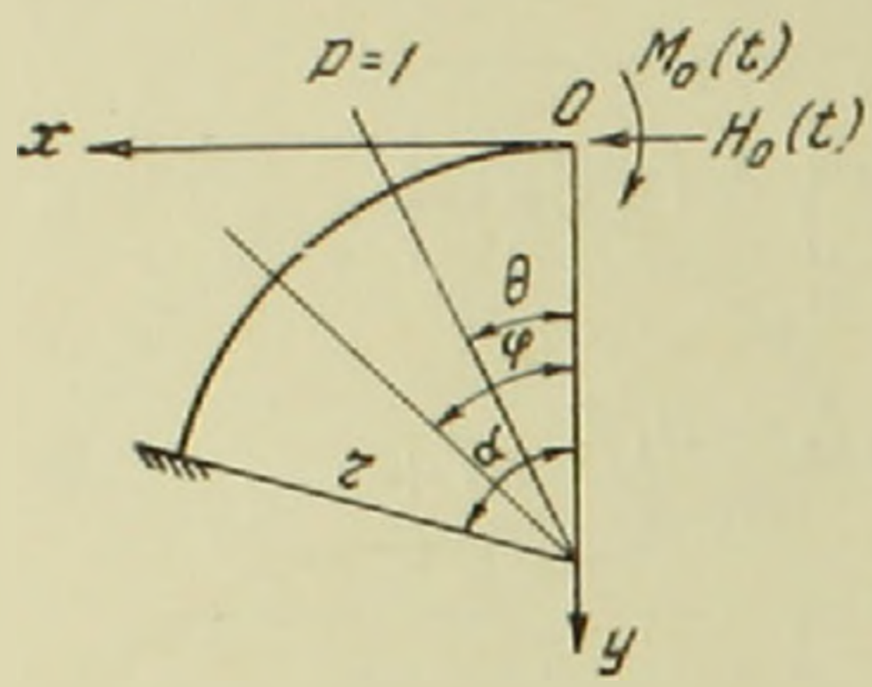
$$f_\theta = \int\limits_0^s \frac{M_\theta M_1}{EI}\,ds + \int\limits_0^s \frac{N_\theta N_1}{EF}\,ds + f_{\theta,\,\text{осн}}\,. \tag{24}$$

$$M_1 = -r\sin(\varphi - \theta),\quad N_1 = \sin(\varphi - \theta).$$

Отсюда определяем $f_0(t)$ и

$$r_i(t) = \frac{h_{i-1} - h_i}{2} \cdot \frac{1}{f_0^{(t)}}. \tag{25}$$

Следует отметить, что в случае старого бетона (при $\varphi(\tau) = c_0 = \text{const}$ и $E = \text{const.}$), путем превращения системы интегральных уравнений в систему дифференциальных уравнений, можно получить решение системы (22) в замкнутой форме, которое имеет следующий вид




Фиг. 5.

$$M_0(t) = \frac{s_1}{r_1 \cdot r_2} + \frac{e^{-r_1(t-\tau_1)}}{(r_2 - r_1) r_1} [- s_1 + r_1 r_2 M_0(\tau_1) + r_1 M_0'(\tau_1)] - \frac{e^{-r_2(t-\tau_1)}}{(r_2 - r_1) r_2} [- s_1 + r_1 r_2 M_0(\tau_1) + r_2 M_0'(\tau_1)], \tag{26}$$

$$H_0(t) = \frac{s_2}{r_1 r_2} + \frac{e^{-r_1(t-\tau_1)}}{(r_2 - r_1) r_1} [- s_2 + r_1 r_2 H_0(\tau_1) + r_1 H_0'(\tau)] - \frac{e^{-r_2(t-\tau_1)}}{(r_2 - r_1) r_2} [- s_2 + r_1 r_2 H_0(\tau_1) + r_2 H_0'(\tau_1)],$$

где

$$s_1 = \gamma^2 \Omega \{[\theta_p(1 + Ec_0) + \theta_{\phi p}][\delta_{11}(1 + Fc_0) + a] - [\Delta_p(1 + Ec_0) + \Delta_{\phi p}][\delta_{12}(1 + Ec_0) + B]\},$$

$$s_2 = \gamma^2 \Omega \{[\Delta_p(1 + Ec_0) + \Delta_{\phi p}][\delta_{22}(1 + Ec_0) + c] - [\theta_p(1 + Ec_0) + \theta_{\phi p}][\delta_{12}(1 + Ec_0) + B]\},$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{U \pm \sqrt{U^2 - 4V}}{2},$$

$$U = \gamma \Omega \{2(\delta_{12} + B)[\delta_{12}(1 + Ec_0) + B] - 2(\delta_{11} + a)(\delta_{22} + c) - Ec_0[(\delta_{11} + a)\delta_{22} + (\delta_{22} + c)\delta_{11}]\},$$

$$V = \gamma^2 \Omega \{[\delta_{12}(1 + Ec_0) + B]^2 - [\delta_{11}(1 + Ec_0) + a][\delta_{22}(1 + Ec_0) + c]\}.$$

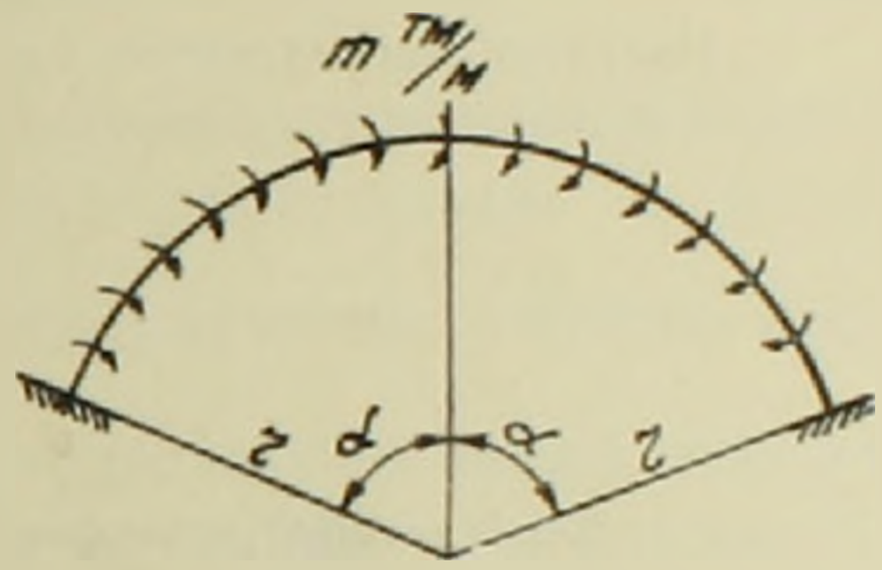
$$\left.\begin{aligned} M_0(\tau_1) &= [(\theta_p + \theta_{\phi p})(\delta_{11} + a) - (\Delta_p + \Delta_{\phi p})(\delta_{12} + B)] \cdot \Omega, \\ H_0(\tau_1) &= [(\Delta_p + \Delta_{\phi p})(\delta_{22} + c) - (\theta_p + \theta_{\phi p})(\delta_{12} + B)] \cdot \Omega, \end{aligned}\right\} \tag{27}$$

$$\Omega = [(\delta_{12} + b)^2 - (\delta_{11} + a)(\delta_{22} + c)]^{-1}$$

при $t = \infty$ имеем:

$$\left.\begin{aligned} M_0(\infty) &= \frac{[\theta_p(1 + Ec_0) + \theta_{\phi p}][\delta_{11}(1 + Ec_0) + a] - [\Delta_p(1 + Ec_0) + \Delta_{\phi p}][\delta_{12}(1 + Ec_0) + B]}{[\delta_{12}(1 + Ec_0) + B]^2 - [\delta_{11}(1 + Ec_0) + a][\delta_{22}(1 + EC_0) + C]}, \\ H_0(\infty) &= \frac{[\Delta_p(1 + Ec_0) + \Delta_{\phi p}][(\delta_{22}(1 + Ec_0) + c] - [\theta_p(1 + Ec_0) + \theta_{\phi p}][\delta_{12}(1 + Ec_0) + B]}{[\delta_{12}(1 + Ec_0) + B]^2 - [\delta_{11}(1 + Ec_0) + a][\delta_{22}(1 + Ec_0) + c]}. \end{aligned}\right\} \quad (28)$$

Из (27), (28) видно, что при $t = \infty$ решение с учетом ползучести отличается от упругого решения только тем, что в (27) вместо $E$ нужно поставить $\frac{E}{1 + Ec_0}$.



Фиг. 6.

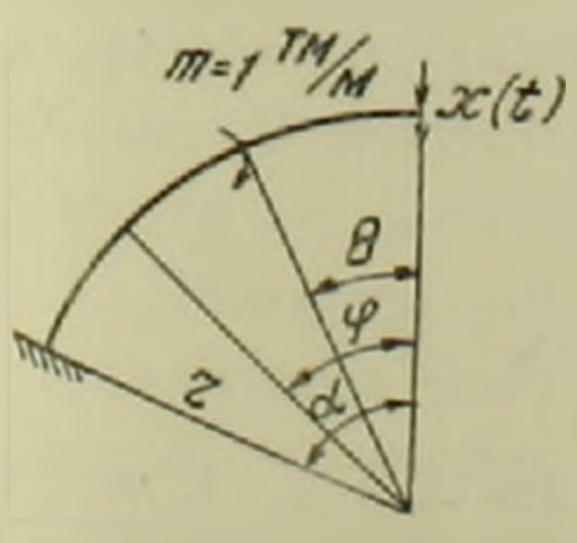
2°. *Расчет угла поворота $g_0(t)$ вокруг оси арки под действием единичного равномерно распределенного крутящего момента* (фиг. 6).

В силу симметрии отсутствует искомый статически неопределимый крутящий момент в ключе и только существует изгибающий момент $x(t)$. Поэтому в любом сечении имеем:

крутящий момент:

$$M_k(t) = \int_0^{\varphi} mr\cos(\varphi - \theta)\,d\theta - X(t)\sin\varphi =$$

$$= [mr - X(t)]\sin\varphi,$$



Фиг. 7

изгибающий момент:

$$M_u(t) = \int_0^{\varphi} mr\sin(\varphi - \theta)\,d\theta + X(t)\cos\varphi =$$

$$= mr(1 - \cos\varphi) + X(t)\cos\varphi.$$

Пренебрегая $X(t)$ и $M_u(t)$, как это обычно принято в теории оболочек и арочных плотин, получим только крутящий момент:

$$M_k(t) = r\sin\varphi.$$

По формуле Максвелла-Мора имеем:

$$g_0(t) = \int_0^{\alpha} \frac{r\cos(\varphi - \theta)}{GI_0} \cdot r\sin\varphi\,d\varphi[1 + E(t)C(t, \tau_1)] + \theta_\phi =$$

$$= \frac{r^2 [1 + E(t) C(t, \tau_1)]}{2G I_0} [(\alpha - \theta) \sin\theta + \sin\alpha \sin(\alpha - \theta)] + k_5 r \sin\alpha \qquad (29)$$

и

$$s_i(t) = \frac{h_{i-1} + h_i}{2} \cdot \frac{1}{g_0(t)}.$$

Из (21) видно, что в случае старого бетона и при $t = \infty$ расчет напряженного состояния арочных плотин с учетом ползучести старого бетона при $t = \infty$ отличается от упругого решения только тем, что вместо $E$ в последнем нужно поставить $\frac{E}{1 + EC_0}$, и если приблизительно считаем, что $E\,C_0 = 1$, то вместо $E$ — $\frac{E}{2}$, как это обычно принято в действующих нормах.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

ՈՒ ԺՈՒՅ-ՖԻՆ

## Կամարային պատվարների հաշվումը ստոլֆի հաշվառումով

*Կամարային պատվարը դիտվում է փոխադարձ կապված հորիզոնական կամարներից և ուղղաձիգ կոնսոլներից կազմված սիստեմ։ Կամարների և կոնսոլների հատման կետերում ապահովվում է շառավիղային դեֆորմացիաների և պտտման անկյունների համատեղությունը։*

*Կոնսոլը բաժանվում է n հատվածների (որտեղ n-ը կամարների թիվն է) և ամեն մի հատվածը դիտվում է որպես հաստատուն կտրվածքով հեծան։*

*Խնդրի լուծումը բաժանվում է երկու մասի։ Առաջին մասում տրվում է կոնսոլային հեծանի հաշվումը, որի համար շառավիղային ճկվածքի և պտտման անկյան նկատմամբ ստացվում է Վոլտերի տիպի ինտեգրալ հավասարումների սիստեմ, որի լուծումը տրվում է Ն. Մ. Կռիլովի Ն. Ն. Բոգոլյուբովի մեթոդի օգնությամբ։ Այս սիստեմի լուծումը արտահայտվում է միավոր ճկվածքի և պտտման անկյան միջոցով, որոնք դեռ անհայտներ են։ Այդ անհայտները որոշվում են երկրորդ մասում՝ կամարները հաշվելիս։ Այս դեպքում ավելորդ անհայտների նկատմամբ ստացվում է դարձյալ ինտեգրալ հավասարումների սիստեմ, որի լուծումը տրվում է օգտագործելով Ց. Ա. Սոկոլովի մոտավոր եղանակը։ Ծերացող բետոնի դեպքում այդ հավասարումները լուծվում են ճշգրիտ։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *J. Lombardi*, Les Barrages en Voute Mince, 1955. [2] *Чен Лин-си*, К расчету арочных плотин—метод арок-консолей с учетом влияния кручения, Труды Дальнинского политехнического института, № 5, 1959. [3] *Х. Г Ганев*, К расчету арочных плотин как пространственных систем, Сб. МИСИ, №29, Гидротехнические сооружения. [4] *Н. Х Арутюнян*, Некоторые вопросы теории ползучести, 1952. [5] *Чен Лин-си*, О методе решения линейного обыкновенного дифференциального уравнения—метод преобразованных параметров, Труды Дальнинского политехнического института, № 5, 1959. [6] *Ю. Д. Соколов*, О приближенном решении линейных интегральных уравнений типа Вольтерра, Украинский математический журнал, №2, 1958.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXX 1960 2

ФИЗИКА

Н. М. Кочарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, А. С. Алексанян,
Э. Ц. Левонян и Л. П. Кишиневская

# Исследование чувствительности пузырьковой камеры з зависимости от нижнего давления

(Представлено 3. VI 1959)

При конструировании пузырьковых камер необходимо знание некоторых характеристик, а именно, рабочей температуры $T$, коэффициента расширения $\left|\frac{\Delta v}{v}\right|$, времени сброса давления, свойств применяемых жидкостей в камере. При этом представляет также интерес нахождение зависимости чувствительности от нижнего давления $P_н$.

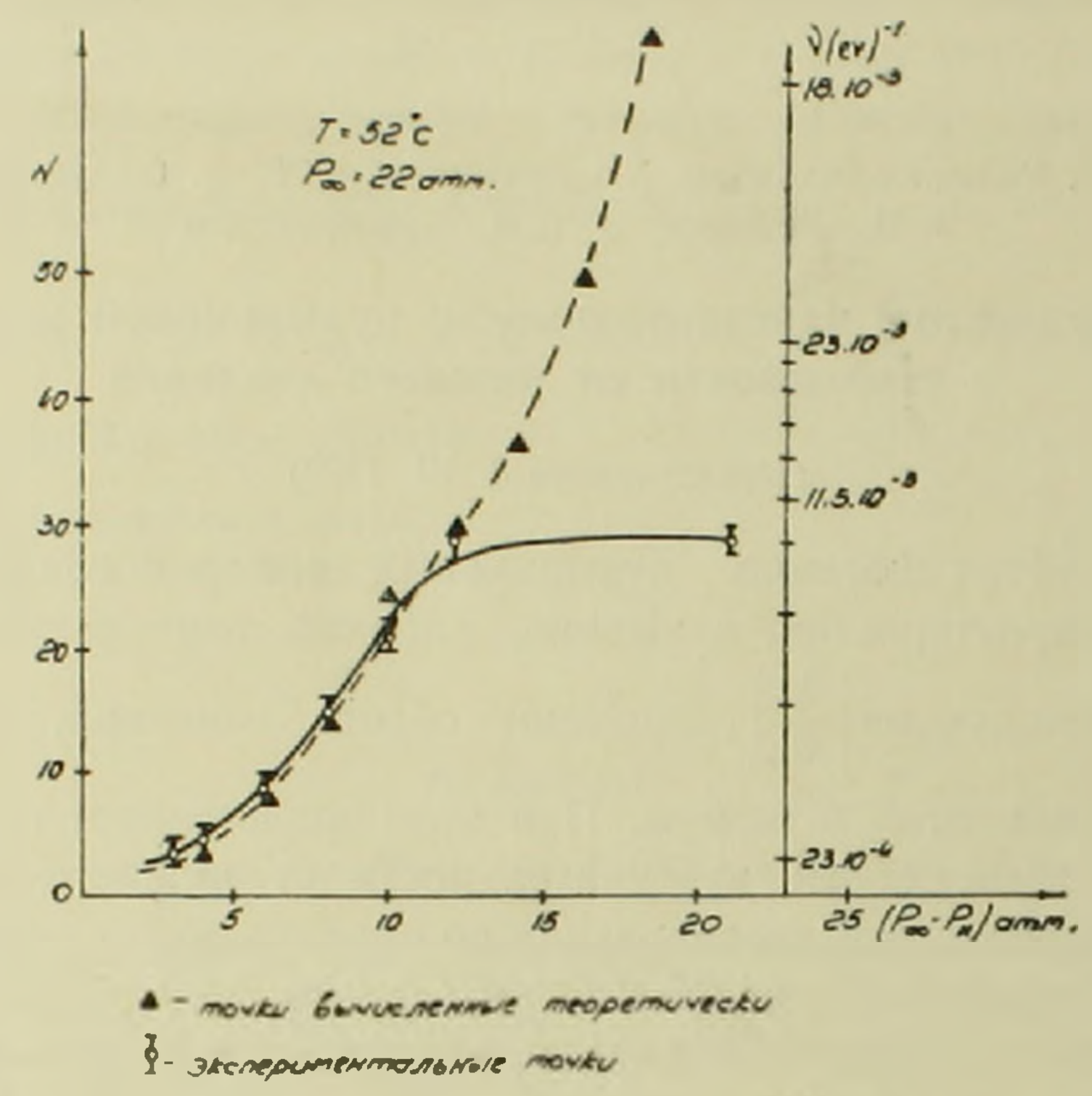
Нами проводились исследования по определению чувствительности пузырьковой камеры в зависимости от рабочей температуры $T$ и нижнего давления $P_н$. Для этой цели использовалась пузырьковая камера объемом 500 $см^3$, описание которой дано в работе [2]. Имелась возможность регулировать нижнее давление $P_н$ до желаемой величины. Баллон со сжатым воздухом, поддерживающий нижнее давление, так же как и вся камера термостатировались с точностью до 0,1°С. Сброс давления (поджимающее давление) происходил в течение ~5 msec. Время чувствительности установки было 70—80 msec. Для выравнивания температурного градиента, возникающего в каждом цикле благодаря трансформации тепла снизу вверх, подогревали дно камеры дополнительно на ~2°С. Цикл работы камеры равнялся 30 сек. Фотографирование происходило на „просвет" на фоне черного бархата на 35-миллиметровой аэропленке.

Помещая около камеры γ-источник $Co^{60}$, наблюдали и фотографировали следы электронов отдачи и устанавливали режим, при котором наиболее хорошо фиксируется прохождение ионизирущего излучения. Чувствительность камеры определялась числом пузырьков $N$, образованных в единице объема в центральной части камеры.

Камеру наполняли жидким пропаном $C_3H_8$ перегонным методом, предварительно выделяя тяжелую фракцию и мельчайшие пылинки, имеющиеся в техническом пропане; поэтому рабочая область температур $T$, где камера чувствительна к ионизирующему излучению, получилась низкая—от 52 до 66° С, при соответствующем давлении

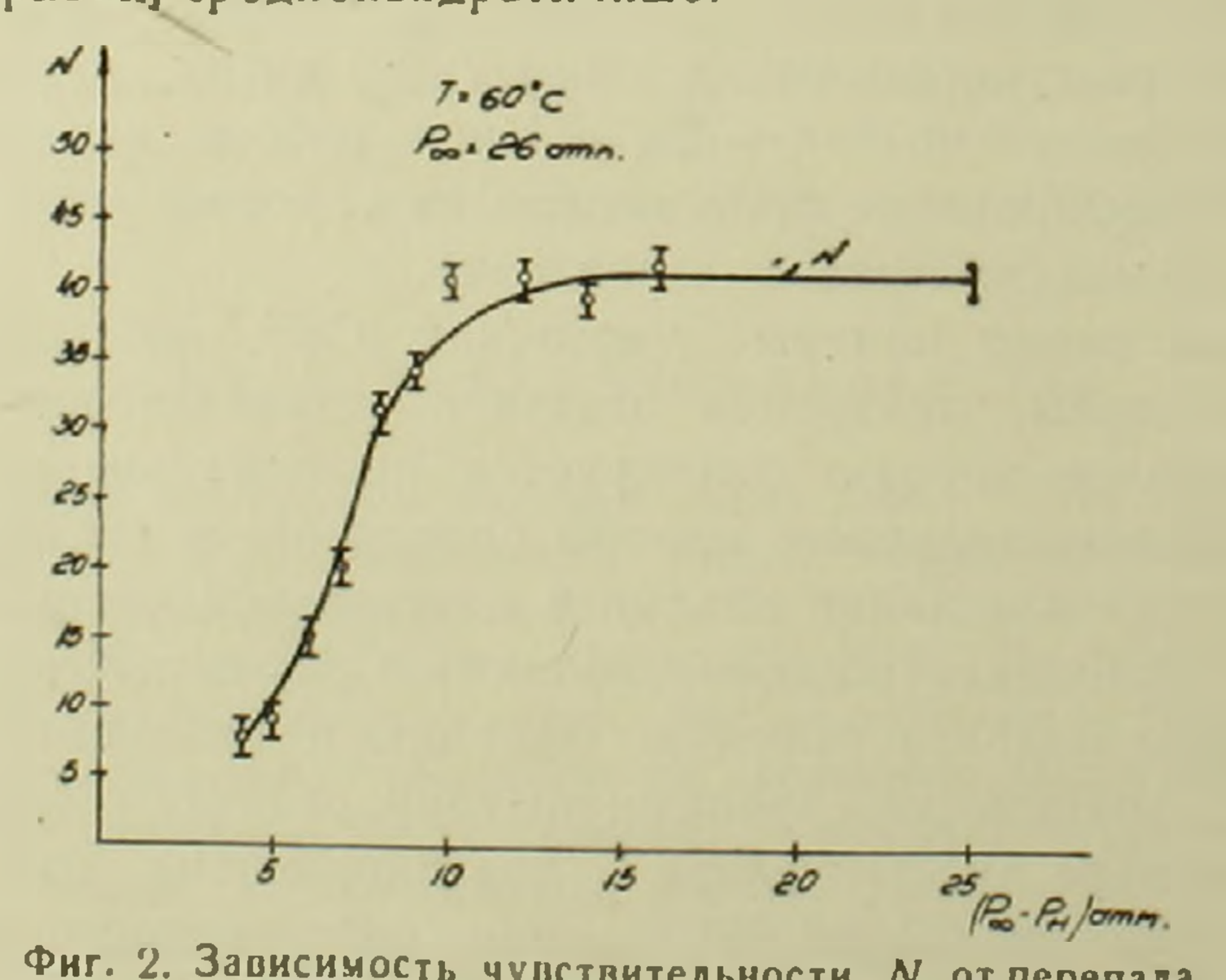
насыщенных паров от 22 до 28 атм. Построены экспериментальные кривые зависимости чуствительности от степени перегретости для всей области температур с интервалами в 2°С; получено 8 таких кривых. Ход всех кривых идентичен и поэтому приведены только графики для 52, 60 и 66°С.

На фиг. 1 приведена кривая зависимости чувствительности $N$ (сплошная кривая) от перепада давлений $|P_\infty - P_н|$ для рабочей тем-




Фиг. 1. Зависимость чувствительности ($N$) и $\nu$ ($E$) (масштаб логарифмический) от перепада давлений ($P_\infty - P_н$) для температуры 52° С и давления насыщенных паров 22 атм.

пературы 52°С при соответствующем давлении насыщенных паров 22 атм. Аналогичные кривые приведены на фиг. 2 и 3. Ошибки, указанные на кривой, среднеквадратичные.

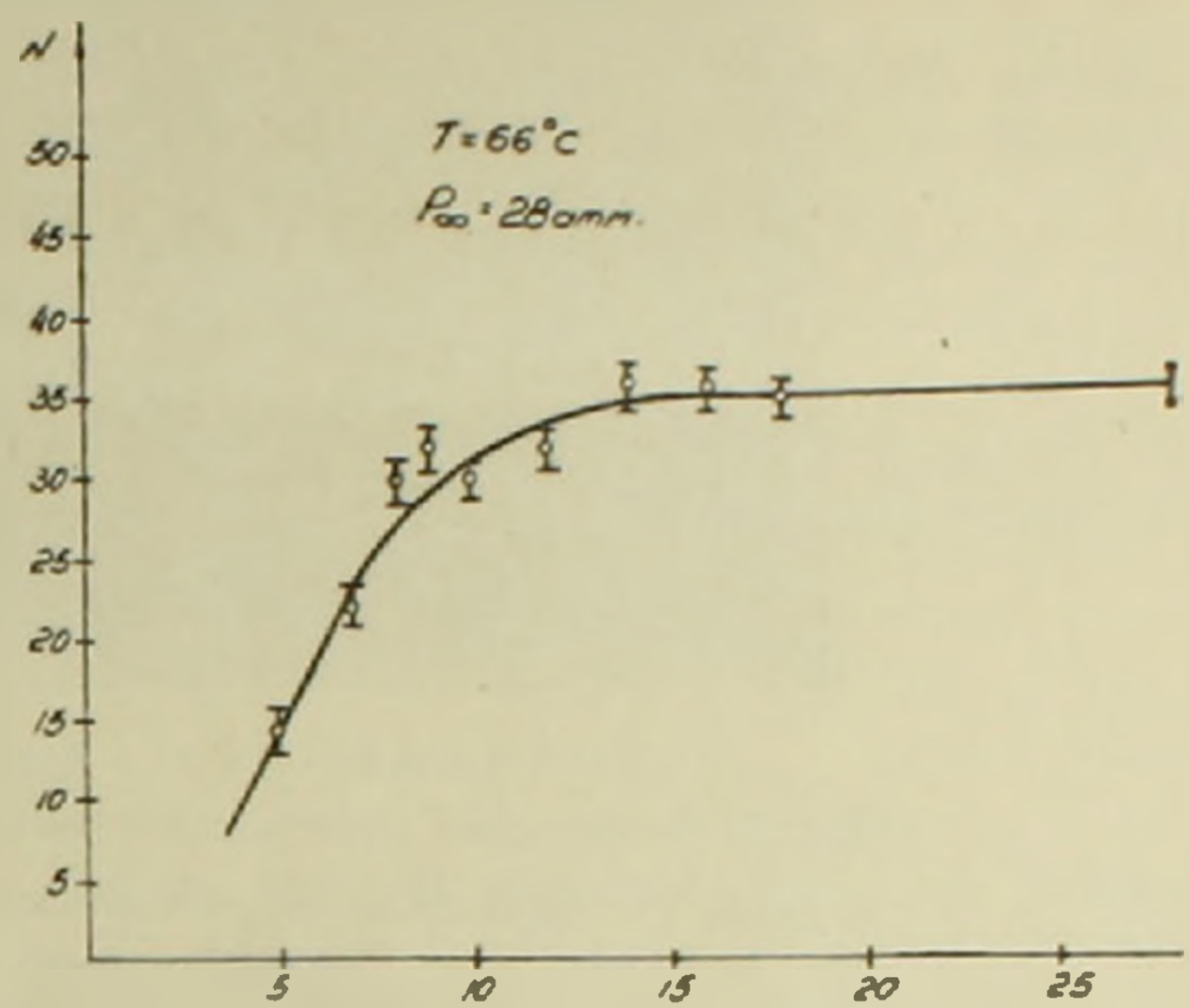



Фиг. 2. Зависимость чувствительности $N$ от перепада давлений $P_\infty - P_н$ для температуры 60° С и давления насыщенных паров 26 атм.

Очевидно удобнее и надежнее работать при больших перепадах давлений, не ограничивая $P_н$, так как, во-первых, при этом кривая выходит на плато, что обеспечивает стабильность работы пузырьковой камеры. во-вторых, конструкция камеры упрощается и не требует дополнительных устройств для регулировки $P_н$. На этом же графике (фиг. 1) нанесена кривая (пунктирная) зависимости чувствительности от степени перегретости пузырьковой камеры, вычисленная при помощи формулы

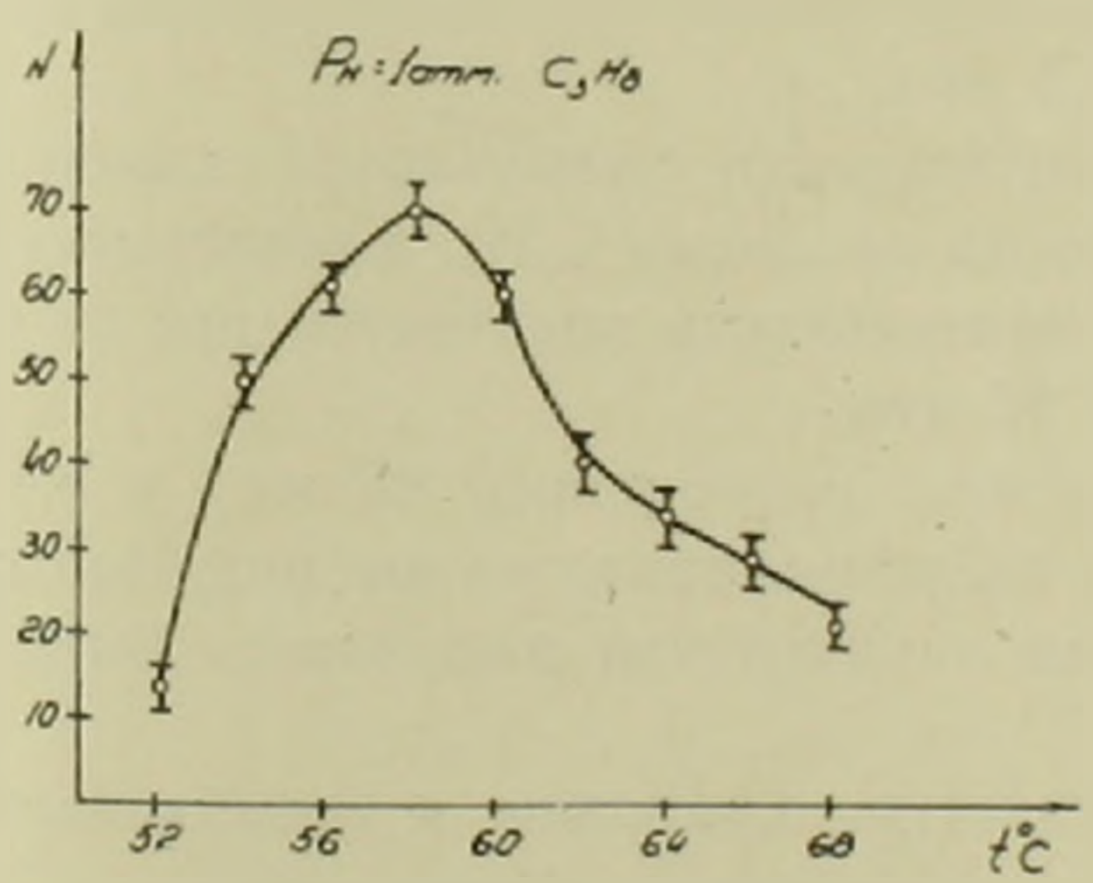
$$v = \frac{k}{E_{кр}},$$

где $K$ постоянная, а $E_{кр}$ ([1]) минимальная энергия, необходимая для образования зародышевого пузырька:




Фиг. 3. Зависимость чувствительности $N$ от перепада давлений $F_\infty - P_н$ для температуры 66°C и давления насыщенных паров 28 атм.

$$E_{кр} = \frac{32}{3}\frac{H\pi}{KT}\frac{P_\infty \alpha^3}{(P_\infty - P)^3} + \frac{16\pi\alpha^3}{(P_\infty - P)^2} + \frac{32}{3}\frac{\pi P\alpha^3}{(P_\infty - P)^3}.$$




Фиг. 4. Зависимость чувствительности от температуры пузырьковой камеры, наполненной дистиллированным пропаном.

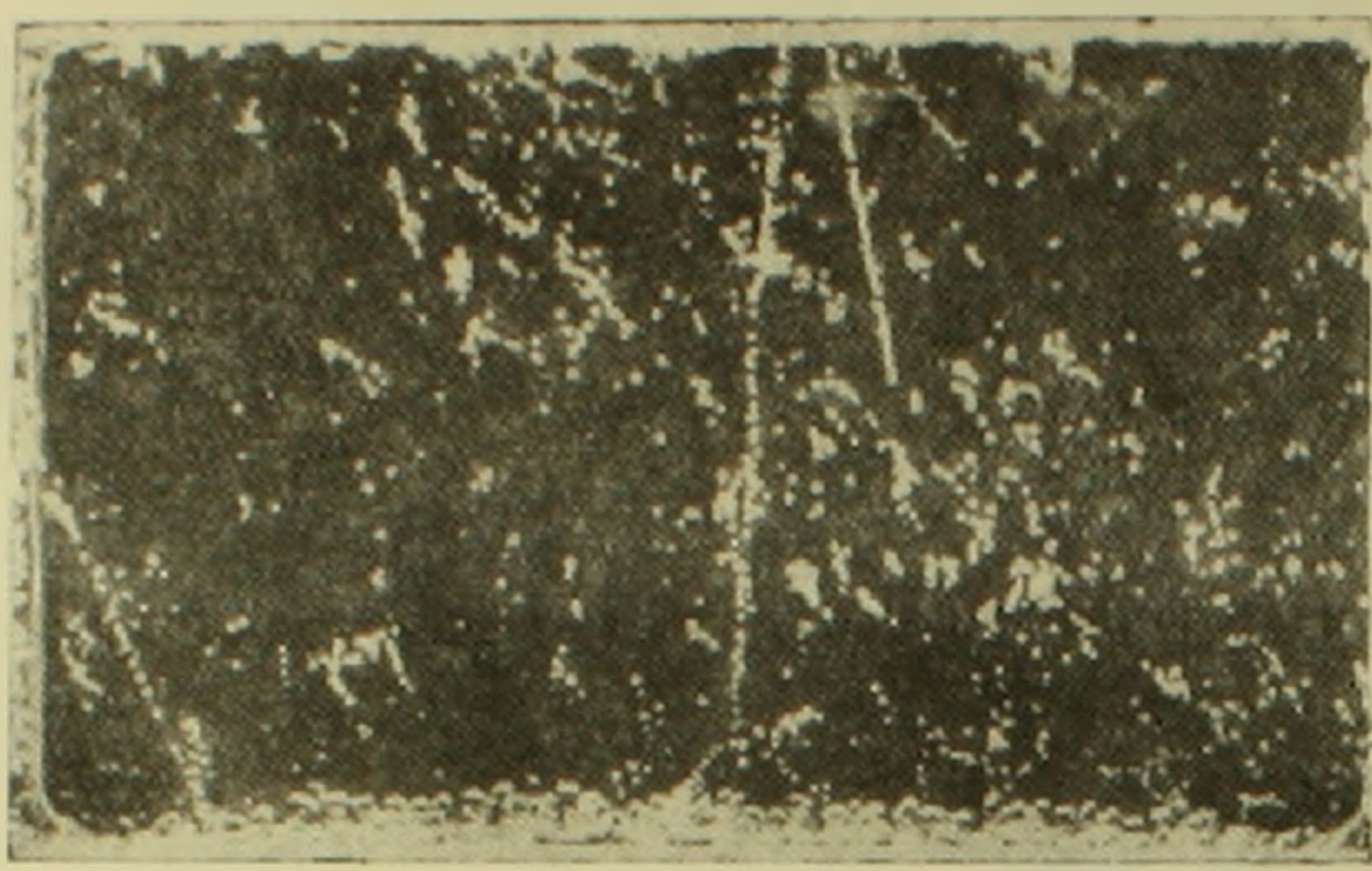
Здесь $H$—теплота парообразования, $T$—температура по шкале Кельвина, $P_\infty$ — давление насыщенных паров при температуре $T$, $P$—гидростатическое давление, $\alpha$—коэффициент поверхностного натяжения.

Очевидно, что $E_{кр}$ резко зависит от коэффициента поверхностного натяжения и степени перегретости жидкости $|P_\infty - P|$.

Эта качественная оценка подтверждает полученные экспериментальные результаты. Энергия, необходимая для образования пузырька критических размеров при $P_н = 1$ атм в 50 раз меньше, чем когда $P_н = 12$ атм. При больших значениях $P_н$, камера не будет фиксировать частицы, создающие малую ионизацию вдоль трека.

Полученные данные хорошо согласуются с экспериментальными результатами, полученными Басси, Лорна и др. ([3]).

Выяснению зависимости чувствительности от степени перегретости посвящена также работа Г. А. Блинова, Ю. С. Крестникова, М. Ф.



Фиг. 5. Фотография следов электронов отдачи γ-лучей $C_0^{60}$ и случайного прохождения космических частиц в пузырьковой камере.

Ломанова([4]). Не ясно, исходя из каких соображений вышеуказанные авторы выбирают режим работы пузырьковой камеры на кривой $N$ в той области, где чувствительность сильно зависит от нижнего давления. В работе Е. В. Кузнецова ([5]) вызывает сомнение утверждение о том, что туман можно получить при любой температуре, если разность $|P_\infty - P_н|$ достаточно велика.

Была выяснена зависимость чувствительности от температуры при постоянном нижнем давлении $P_н = 1$ атм.

На фиг. 4 дана область чувствительности пузырьковой камеры, наполненной однажды дистиллированным пропаном $C_3H_8$, в зависимости от температуры. Максимальная чувствительность получается при 58°С и при давлении насыщенных паров 25 атм.

Все вышеописанные эксперименты проводились также с неочищенным техническим пропаном и получены аналогичные результаты с той только разницей, что рабочая температура получалась выше, от 62 до 77°С.

Анализируя полученные результаты, приходим к следующему заключению.

1. При работе с пузырьковой камерой не целесообразно регулирование нижнего давления $P_н$. Особенно это невыгодно при конструировании больших пузырьковых камер, так как устройства, регулирующие уровень сброса давления, получаются очень громоздкими и их термостатирование становится сложным.

2. Из приведенных кривых (фиг. 1, 2, 3) следует, что целесообразно выбирать рабочую точку на плато кривой чувствительности, при нижнем давлении $P_н = 1$ атм.

Авторы выражают свою благодарность И. М. Шокареву за участие в просмотре пленок.

Ն. Մ. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Ա. Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Է. Ծ. ԼԵՎՈՆՅԱՆ և Լ. Պ. ԿԻՇԻՆԵՎՍԿԱՅԱ

## Բռթիկային կամերայի զգայունության կախման հետազոտությունը ստորին ճնշման մեծությունից

*Կան մի քանի աշխատանքներ, որոնցում հետազոտված են բշտիկային կամերայի զգայունության կախումը նրա ստորին ճնշման ($P_{սա}$) մեծությունից։ Այդ տվյալները իրար հակասում են։*

*Ներկա աշխատանքի նպատակն է եղել հնարավորին չափ ճշգրիտ կերպով գտնել այդ կախումը։ Մեր փորձերը ցույց են տալիս, որ ոչ մեծ չափսերի կամերաներում զգայունությունը խիստ կերպով կախված է նրա ստորին ճնշման մեծությունից։*

*Այդ կախումները 52, 60, 62°C համար բերված են 1, 2 և 3 կորերում։ Այս արդյունքները հաստատում են, որ բշտիկային կամերայի ամենամեծ զգայունությունը լինում է, երբ $P_{սա} = 1$ մթն.*

## ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *И. А. Плесс и Р. Д. Плано*, Rev. Sc. Instr. **27**, 935 (1956). [2] *Н. М. Кочарян А. С. Алексанян, Х. Б. Пачаджян, Э. Ц. Левонян*, ДАН АрмССР, т. XXVII, № 4, (1958). [3] *П. Басси, А. Лориа, И. А. Мейер, П. Миттнер и И. Скотони*, Nuovo Cim., **4**, 491 (1956). [4] *Г. А. Блинов, Ю. С. Крестников, М. Ф. Ломанов*, ЖЭТФ, 31, 762, (1956). [5] *Е. В. Кузнецов*, У. Ф. Н., т XIV, № 2 (1958), стр. 384.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXX 1960 2

АСТРОФИЗИКА

Г. С. Бадалян

# Замечание о показателях цвета классических цефеид

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 19 X 1959)

Недавно появилась работа Вальравена, Мюллера и Остерхоффа ([1]), посвященная фотоэлектрическим исследованиям 184 классических цефеид в основном в максимуме фазы: они довольно обстоятельно сравнили полученные ими звездные величины и показатели цвета с результатами наших и других авторов. Наши результаты были выведены из двухцветных фотографических наблюдений и давали звездные величины и показатели цвета 167 цефеид в средней фазе ([2]).

Количество общих звезд в нашем списке и списке голландских авторов 49. Из числа этих цефеид они наблюдали в максимуме и минимуме фаз только девять цефеид. Для нахождения соотношения наблюденных показателей цвета между двумя системами в средней фазе они использовали только данные, относящиеся к этим девяти цефеидам и получили при этом плохое согласие ([1]).

С другой стороны, голландские астрономы сравнили свои результаты также с результатами Эггена ([3]) для 33 общих цефеид в максимуме фазы и получили хорошее согласие ([1]).

Поэтому было интересно наши результаты относительно показателей цвета и звездных величин сравнить с данными Эггена для 33 цефеид, которые наблюдались им в максимуме и минимуме фаз и нами в средней фазе. Между системой Эггена и нашей для наблюденных показателей цвета 33 цефеид в средней фазе мы получили следующее соотношение:

$$(P-V)_E = -0.143 + 1.368\ CI_{Bad} \pm 0.058 \pm 0.081 \qquad (1)$$

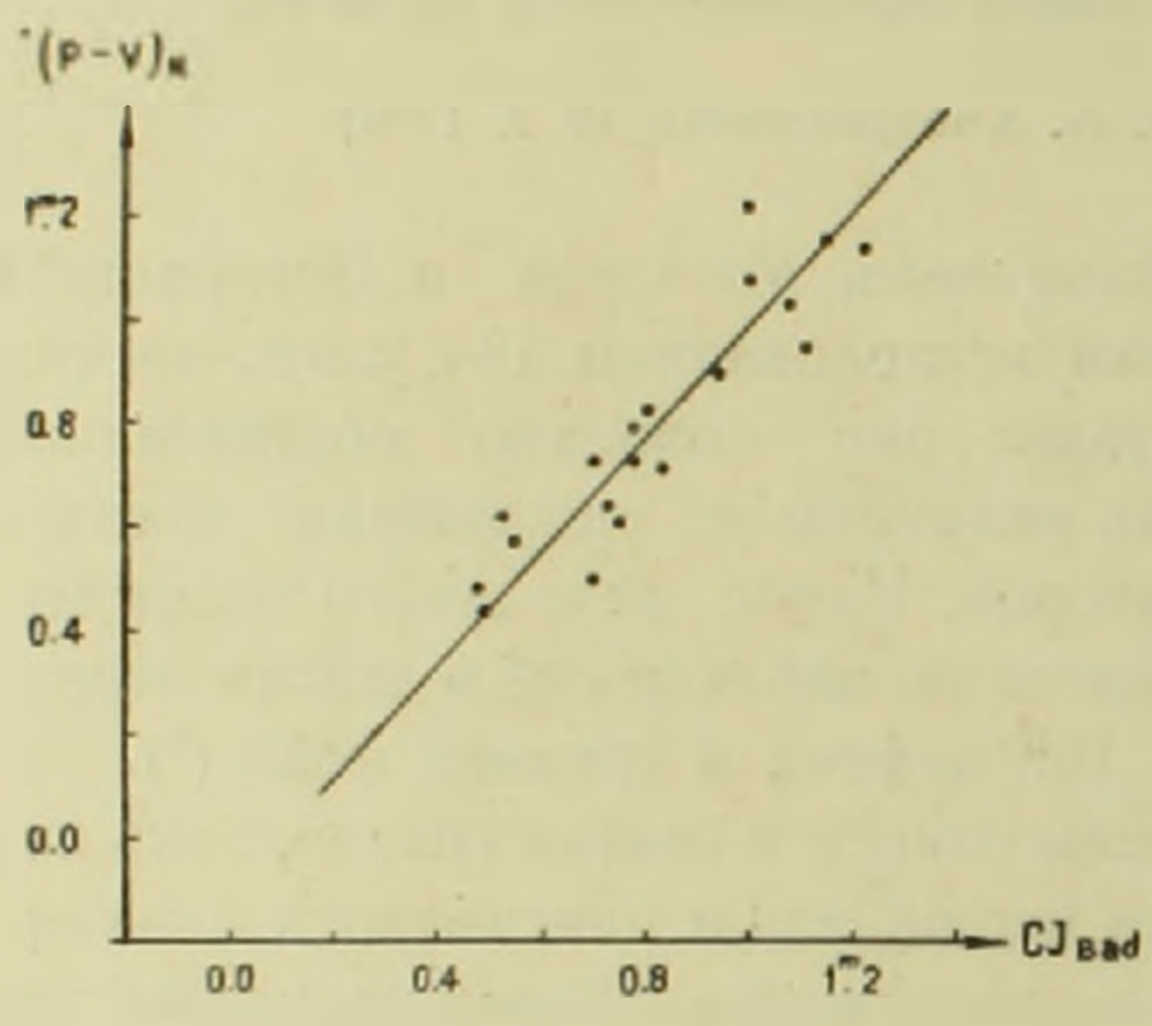
Для соотношения между средними визуальными величинами Эггена и нашими получается:

$$V_E = +0.114 + 0.976\ V_{Bad} \pm 0.074 \qquad (2)$$

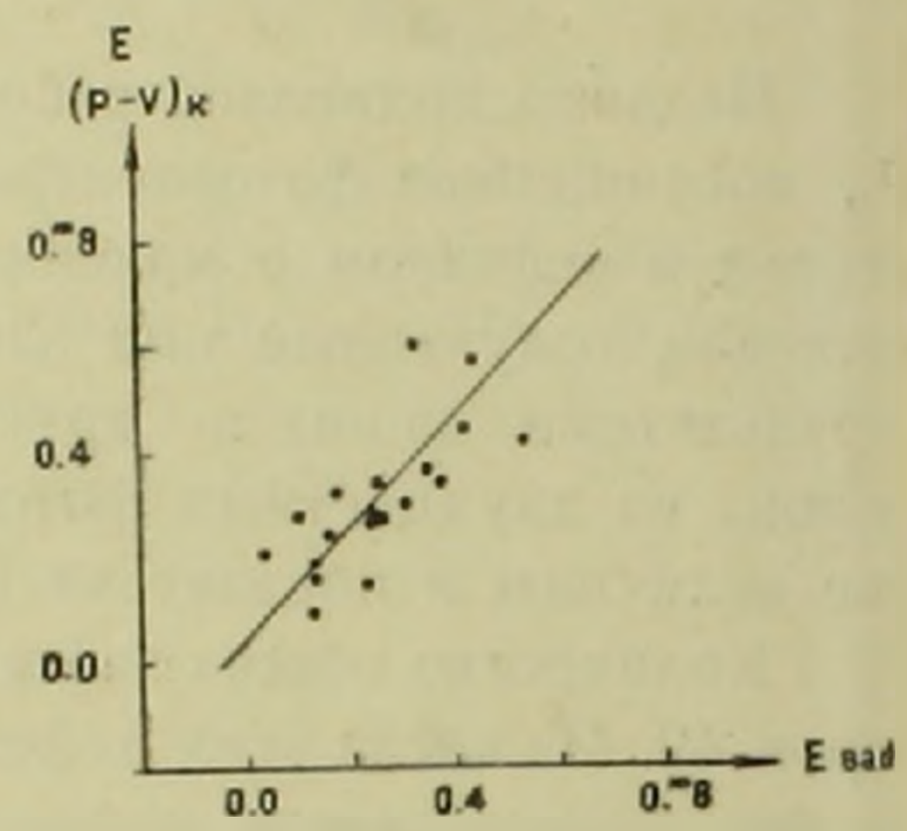
Совсем недавно появилась работа Крона и Сволопоулоса ([4]), посвященная избирательному поглощению 24 классических цефеид, полученному посредством шестицветной фотометрии. Из этих цефеид 19 наблюдены нами ([2]). Сравнение наблюденных показателей цвета показывает, что между нашими результатами и результатами Крона и Сволопоулоса имеется хорошее согласие (фиг. 1). Между наблюденными показателями цвета для 19 общих цефеид получается соотношение:

$$(P-V)_{K+S} = -0^{m}.08 + 1.041\ CI_{Bad} \pm 0.018 \qquad (3)$$

Избирательное поглощение для большинства этих цефеид почти совпадает с нашим (фиг. 2), а что касается избирательного поглоще-




Фиг. 1.




Фиг. 2.

ния, полученного Остерхоффом и его коллегами ([1]), то имеется большое расхождение с ([2,4]), несмотря на то, что между результатами этих работ, относящимися к наблюденным показателям цвета, есть согласие.

Большое расхождение между результатами по избирательному поглощению возникает благодаря тому, что голландские астрономы приняли очень малые нормальные показатели цвета.

Итак, Остерхофф и его коллеги ([1]) приняли такие значения нормальных показателей цвета, что искусственно увеличилось избирательное поглощение и, следовательно, соответственно уменьшились расстояния цефеид. Это подтверждают работы Стиббса ([5]), Вашакидзе ([6]), Крона и Сволопоулоса ([4]) и Бадаляна ([2]). Выведенные в работах нормальные показатели цвета, полученные Остерхоффом и его коллегами, значительно меньше действительных.

Из сказанного выше следует, что сравнения наблюденных показателей цвета, произведенное в работе голландских астрономов на основании только 9 цефеид, нельзя считать достаточным.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Հ. Ա. ԲԱԴԱԼՅԱՆ

## Դիտություն գալակտիկական ցեֆեիդների գույնի ցուցիչների մասին

*Ներկա աշխատությունում կատարված է գալակտիկական ցեֆեիդների գույնի ցուցիչների և ընտրական կլանումների վերաբերյալ մեր դիտումներից ստացված արդյունքների բաղդատում մի շարք հեղինակների արդյունքների հետ։ Համեմատումից պարզվել է, որ մեր արդյունքներն առանձնապես լավ համաձայնություն ունեն վերջերս հրապարակված Կրոնի և Սվոլոպոուլոսի վեցգույնանի էլեկտրաֆոտոաչափական դիտումների միջոցով 19 ցեֆեիդների համար ստացված գույնի ցուցիչների և ընտրական կլանման արդյունքների հետ։ Կատարված հաշվումները ցույց են տալիս, որ հոլանդական աստղագետներ Վալրավենի, Մյուլերի և Օստերհոֆի կողմից ցեֆեիդների համար որոշած նորմալ գույնի ցուցիչները մեր և մի շարք հեղինակների արդյունքների նկատմամբ դդալի չափով փոքր են, որի շնորհիվ արհեստականորեն ընտրական կլանումը նրանց մոտ մեծ է ստացվել։ Հետևաբար նրանց որոշած ցեֆեիդների իրական հեռավորությունը հումապատասխան չափով փոքր է ստացվել։*

*Ստացված արդյունքների բաղդատումը վկայում են այն մասին, որ Օստերհոֆի և նրա կոլեգաների կողմից գալակտիկական ցեֆեիդների համար որոշած նորմալ գույնի ցուցիչների արժեքները չափազանց փոքր են իրականից։*

*Կատարված բաղդատումներից բխում է, որ հոլանդական աստղագետների կողմից դիտած գույնի ցուցիչների համեմատումը միայն ինքը ցեֆեիդների համար չի կարելի համարել ճիշտ։*

### ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Т. Вальравен, А. Б. Мюллер, Т. Остерхофф*, B. A. N. 484, 1958. [2] *Г. С. Бадалян*, Сообщения бюраканской астрофиз. обс. 17, 1956. [3] *О. Ж. Эгген, С. К. Б. Гаскойн* и *Е. Ж. Бурр*, M. N. 117, 406, 1957. [4] *Г. Е. Крон* и *Н. Сволопоулос*, P. A. S. P. 71, 126, 1959. [5] *Д. В. Н. Стиббс*, M. N. 115, 323, 1955. [6] *М. А. Вашакидзе*, Бюл. Абастуманской астрофиз. обс. 13, 1953.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXX 1960 2

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Л. Мнджоян, академик АН Армянской ССР, О. Л. Мнджоян,
Э. Р. Багдасарян и В. А. Мнацаканян

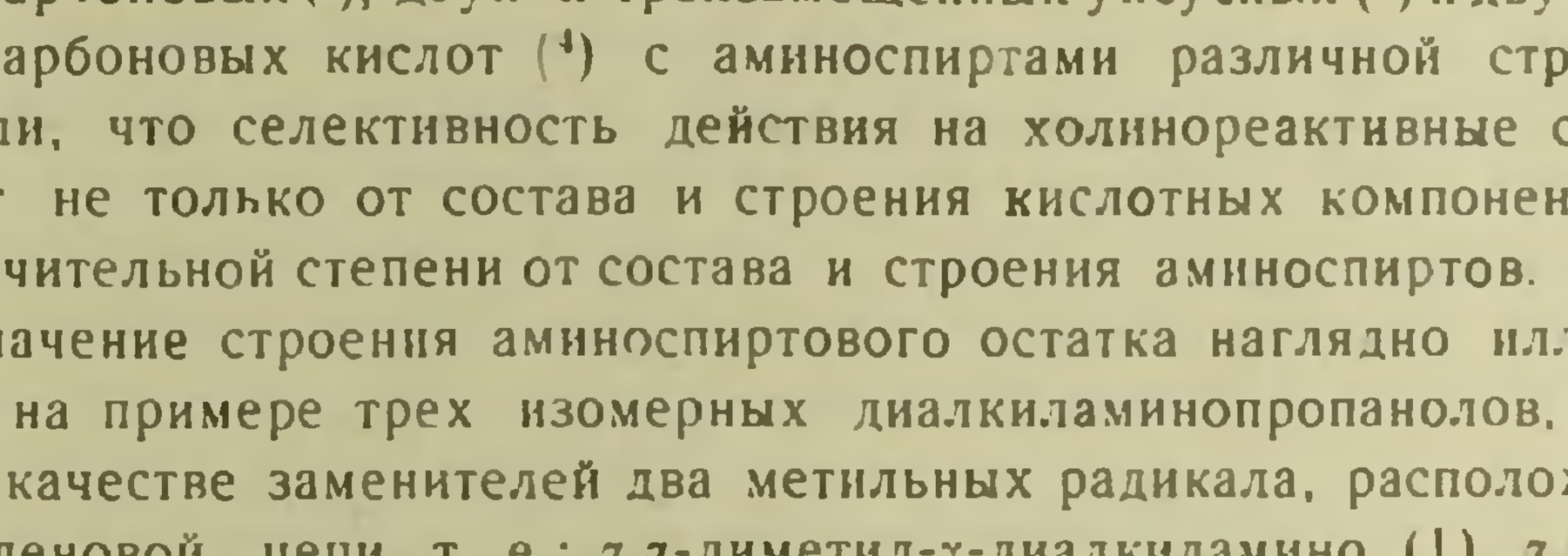
# Исследование в области производных замещенных уксусных кислот

## Сообщение XIII. Некоторые диалкиламиноалкиловые эфиры фенил-алкил, арил уксусных кислот

(Представлено 11. VIII 1959)

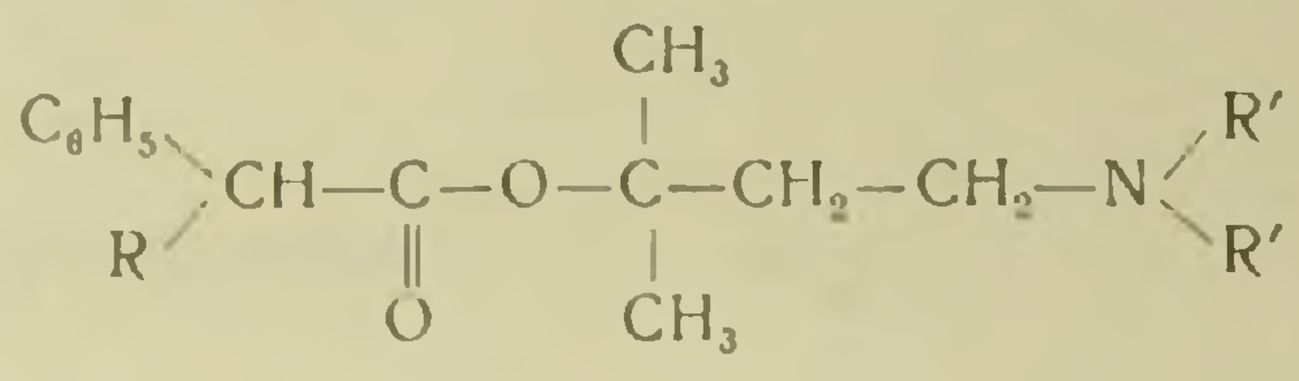
Систематические исследования фармакологических свойств аминоэфиров 4-алкоксибензойных([1]), 5-арил, арилалкил, алкоксиметил-фуран-2-карбоновых ([2]), двух- и трехзамещенных уксусных ([3]) и двухосновных карбоновых кислот ([4]) с аминоспиртами различной структуры показали, что селективность действия на холинореактивные системы зависит не только от состава и строения кислотных компонентов, но и в значительной степени от состава и строения аминоспиртов.

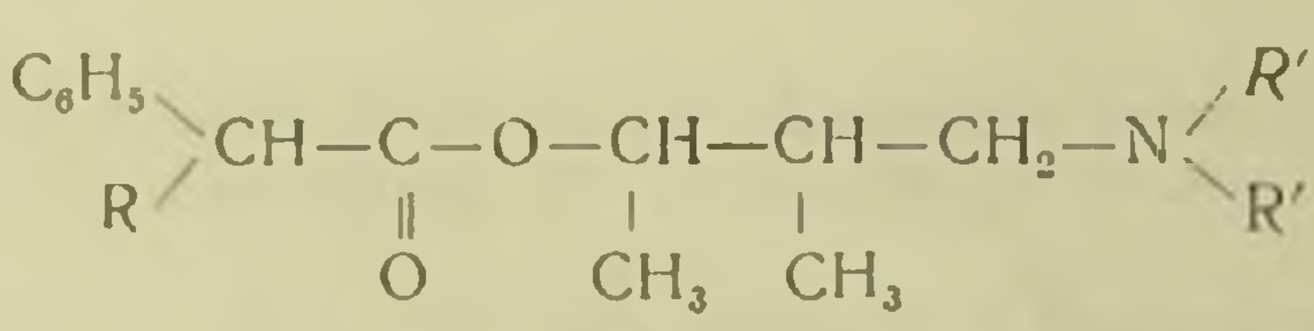
Значение строения аминоспиртового остатка наглядно иллюстрируется на примере трех изомерных диалкиламинопропанолов, имеющих в качестве заменителей два метильных радикала, расположенных в алкиленовой цепи, т. е.: α,α-диметил-γ-диалкиламино (1), α,β-диметил-γ-диалкиламино (2) и β,β-диметил-γ-диалкиламино (3) пропанолы.



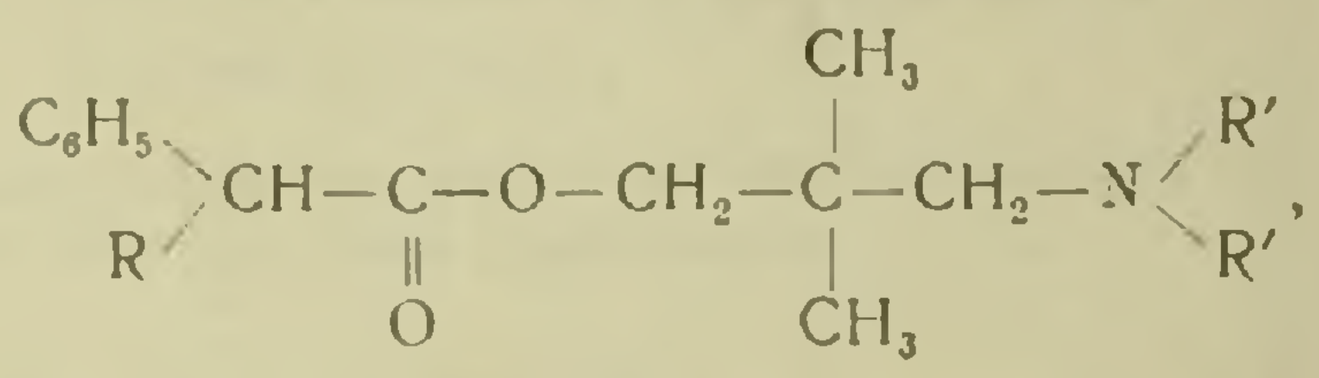
В ряду аминоэфиров 4-алкоксибензойных кислот, при наличии одного и того же кислотного остатка, сила никотинолитического действия препаратов существенно меняется в зависимости от расположения метильных групп. При этом наиболее активными соединениями оказались вещества, содержащие α,β-диметил-γ-диалкиламинопропильный остаток.

С целью проверки биологического значения этих аминоспиртов в строении аминоэфиров дизамещенных уксусных кислот, был предпринят синтез соединений с общими формулами:



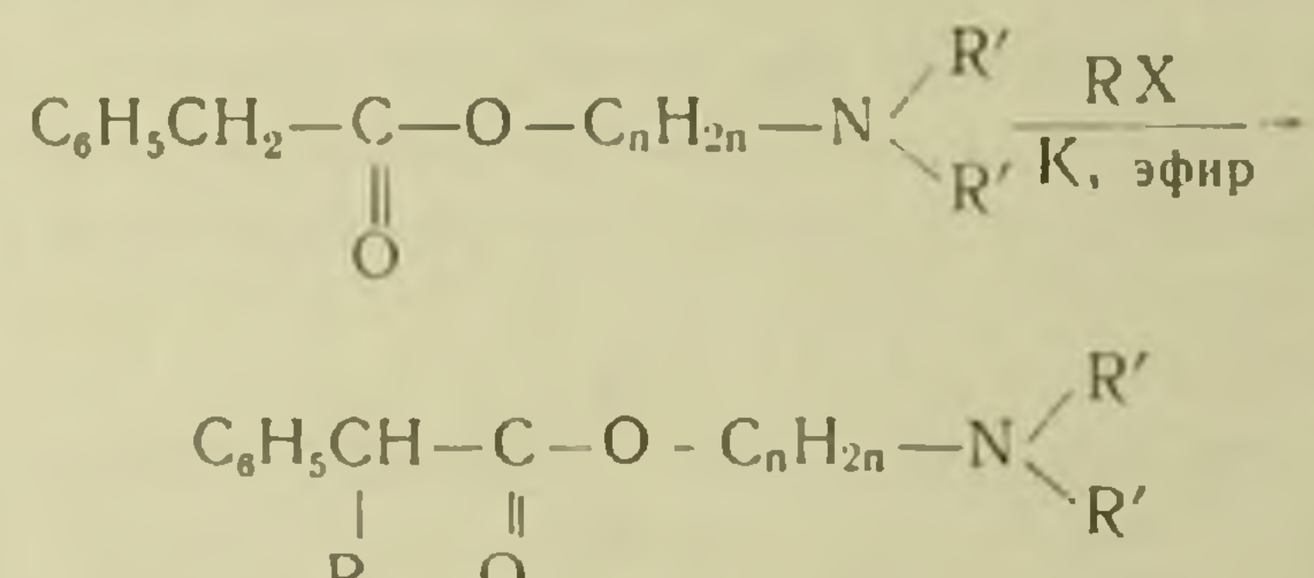


$R' = CH_3,\ C_2H_5$



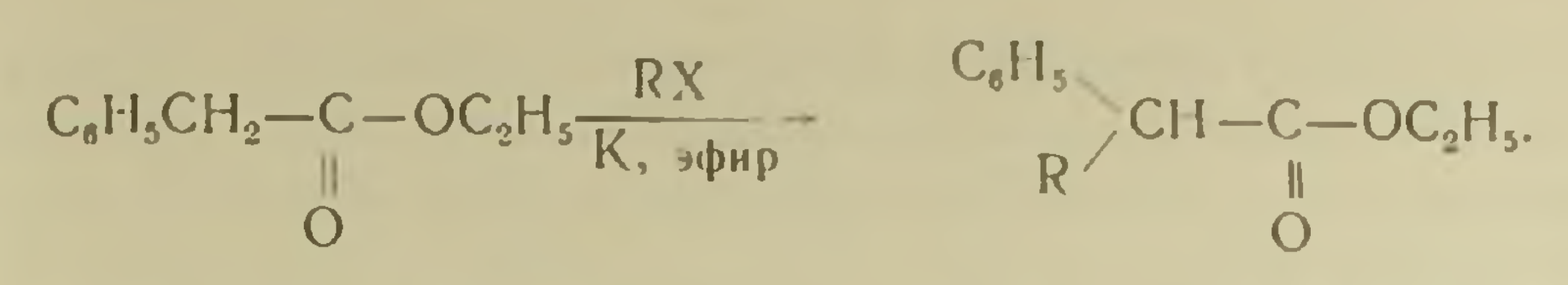
где $R = CH_3,\ C_2H_5,\ C_3H_7;\ C_3H_7,\ C_4H_9,\ iC_4H_9,\ C_5H_{11},\ iC_5H_{11},$ $C_6H_5,\ C_6H_5CH_2.$

Для синтеза вышеуказанных аминоэфиров мы пользовались методом Еттела и Хебки ([5]), которые проводили алкилирование диэтиламиноэтилового эфира фенилуксусной кислоты в присутствии металлического калия. Оказалось, что алкилированием различных аминоэфиров фенилуксусной кислоты в присутствии металлического калия и в среде абсолютного эфира можно получить соответствующие аминоэфиры от 45 до 55%-ным выходом.



В дальнейшем, с целью выяснения необходимости наличия аминогруппы для проведения этой реакции, нами проводилось алкилирование этилового эфира фенилуксусной кислоты, сохранив остальные условия опыта. При этом выяснилось, что алкилирование этилового эфира фенилуксусной кислоты можно провести в указанных условиях с выходом от 40 до 45%-ов. Применение каталитического количества пиридина не влияет на выход этилового эфира фенил-алкилуксусной кислоты.

При проведении реакции в среде абсолютного бензола алкилирование не происходит. Это обстоятельство указывает на важное значение присутствия эфира для проведения этой реакции.



В дальнейшем, омылением этиловых эфиров в среде водноспиртового едкого натра были получены соответствующие фенилалкил уксусные кислоты, через хлорангидриды которых были синтезированы некоторые аминоэфиры этого ряда.

Полученные аминоэфиры представляют собой маслообразные жидкости, хорошо растворимые в органических растворителях.

Анализы этих соединений проведены сотрудниками нашего института С. Н. Тонаканян и Р. А. Мегроян.

Данные фармакологических исследований будут опубликованы отдельно.

*Экспериментальная часть. Хлорангидрид фенилуксусной кислоты.* К раствору 272 *г* (2 моля) фенилуксусной кислоты в 250 *мл* сухого хлороформа добавлялся постепенно 261,8 *г* (2,2 моля) хлористого тионила. Смесь оставлялась на ночь, а затем кипятилась в течение 10-12 часов, отгонялся хлороформ и остаток перегонялся в вакууме, температура кипения 79 — 80°/5 *мм* ([6]). Выход 290 *г* или 93,5% от теории.

*β,β-диметил-γ-диметиламинопропиловый эфир фенилуксусной кислоты.* К раствору 67,8 *г*(0,5 моля) β,β-диметил-γ-диметиламинопропанола в 300 *мл* абсолютного бензола при охлаждении было прибавлено постепенно 40 *г* (0,25 моля) хлорангидрида фенилуксусной кислоты в 100 *мл* абсолютного бензола. Смесь нагревалась на масляной бане при 105 — 110° (температура бани) в течение 10 — 12 часов, обрабатывалась раствором карбоната калия. После отделения бензольного слоя и экстракции водного остатка бензолом соединенные бензольные растворы высушивались сульфатом натрия, бензол отгонялся, а остаток фракционировался в вакууме. Температура кипения β,β-диметил-γ-диметиламинопропилового эфира фенилуксусной кислоты 152— — 154°/10 *мм*, выход 46 *г* или 71,3% от теории.

*β,β-диметил-γ-диметиламинопропиловый эфир фенил-пропил уксусной кислоты.* К суспензии из 4,7 *г* металлического калия в 50 *мл* абсолютного толуола (в токе сухого азота) прибавлялось 180 *мл* абсолютного эфира, а затем в течение 30 — 40 минут по каплям 30 *г* (0,12 моля) β,β-диметил-γ-диметиламинопропилового эфира фенилуксусной кислоты в 50 *мл* абсолютного эфира. После 3-часового перемешивания было прибавлено 15 *г* (0,12 моля) бромистого пропила. Перемешивание продолжалось в течение 1,5—2 часов (при комнатной температуре), после чего оставалась стоять на ночь. Эфирный раствор отделялся декантацией от выпавшего бромистого калия и остаток промывался 50 *мл* абсолютного эфира. Соединенные эфирные растворы промывались 50 *мл* воды, высушивались сульфатом натрия. После отгонки

эфира и толуола остаток фракционировался в вакууме. Температура кипения β,β-диметил-γ-диметиламинопропилового эфира фенил-пропил уксусной кислоты 172 — 174°/10 *мм*. Выход 19,2 *г* или 54,8% от теоретического количества.

$d_4^{20}$ — 0,9569; $n_D^{20}$ — 1,4825; найдено $MR_D$ — 86,98; вычислено $MR_D$ — 87,31.

4,135 *мг* вещ., 11,250 *мг* $CO_2$, 3,684 *мг* $H_2O$

Найдено % C — 74,19 % H — 9,96

$C_{18}H_{29}O_2N$ — Вычислено % C — 74,22 % H — 9,96

4,002 *мг* вещ., 24°, 656,3 *мм*, 0,195 *мл* $N_2$

Найдено % N — 4,83

$C_{18}H_{29}O_2N$ — Вычислено % N — 4,81.

*Этиловый эфир фенил-бутил уксусной кислоты*. К суспензии из 7,82 *г* (0,20 *г* ат.) металлического калия в 120 *мл* абсолютного толуола (в токе сухого азота) было прибавлено 200 *мл* абсолютного эфира и в течение часа 32,8 *г* (0,2 моля) этилового эфира фенилуксусной кислоты в 100 *мл* абсолютного эфира. Смесь при перемешивании кипятилась в течение двух часов, затем при комнатной температуре прибавлялся 51,6 *г* (0,32 моля) бромистого бутила. Смесь кипятилась в течение двух часов и оставлялась стоять на ночь. После декантации от выпавшего бромистого калия эфирный раствор промывался 50 *мл* воды, высушивался сульфатом натрия. После отгонки эфира и толуола, остаток перегонялся в вакууме. Была собрана фракция кипящая 114 — 119°/4 *мм*. Выход 20 *г* или 45,5% от теории.

0,1060 *г* вещ., 2,990 *г* $CO_2$, 0,883 *г* $H_2O$.

Найдено % C — 76,48; H — 9,26

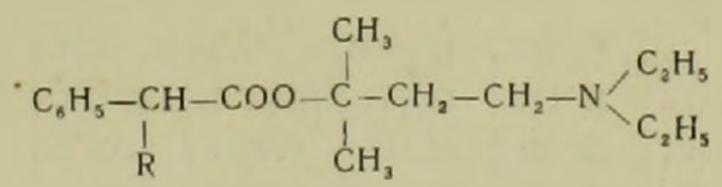
$C_{13}H_{20}O_2$ — Вычислено % C — 76,36; H — 9,09.

*Бутил-фенил уксусная кислота*. Была получена омылением этилового эфира бутил-фенил уксусной кислоты (фракция кипящая 114 — 119°/4*мм*) 10-процентным-водно-спиртовым раствором едкого кали. Температура кипения 180 — 183°/20 *мм*, выход 80,0% от теории.

*Хлорангидрид бутил-фенил уксусной кислоты*. Хлорангидрид бутил-фенил уксусной кислоты был получен действием на кислоту хлористым тионилом в среде хлороформа. Температура кипения 140 — 142°/18 *мм*, выход 91,4% от теории.

*α,α-диметил-γ-диметиламинопропиловый эфир бутил-фенил уксусной кислоты*. К раствору 10,7 *г* хлорангидрида бутил-фенил уксусной кислоты в 50 *мл* абсолютного бензола было прибавлено 7,1 *г* α,α-диметил-γ-диметиламинопропанола, полученного реакцией ([7]) α-метил-γ-диметиламинопропанона, и йодмагний метила, в 25 *мл* абсолютного бензола. Смесь кипятилась на масляной бане в течение 4—6 часов, обрабатывалась раствором карбоната калия. После отделения бензольного слоя и экстракции соединенные бензольные слои высушивались над сульфатом натрия. Бензол отгонялся и остаток фракционировался в вакууме. Температура кипения 138 — 140°/0,5 *мм*. Выход 12,6 *г* или 86,8% от теории.

Институт тонкой органической химии
Академии наук Армянской ССР



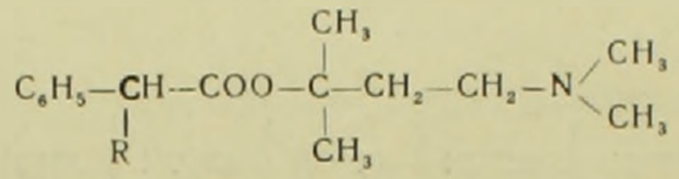

| R | Выход в % | Температура кипения в °C | Давление в мм | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ | | Анализ в % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | C | | H | | N | |
| | | | | | | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено |
| $CH_3$ | 58,0 | 139—141 | 1 | 0,9730 | 1,4880 | 87,32 | 86,29 | 74,22 | 74,23 | 9,96 | 9,90 | 4,81 | 4,98 |
| $C_2H_5$ | 60,0 | 145—147 | 3 | 0,9886 | 1,4970 | 91,93 | 91,03 | 74,75 | 74,91 | 10,16 | 10,31 | 4,59 | 4,39 |
| $C_3H_7$ | 73,2 | 139—141 | 2 | 0,9559 | 1,4910 | 96,55 | 96,78 | 75,23 | 75,40 | 10,34 | 10,10 | 4,38 | 4,48 |
| $iC_3H_7$ | 70,3 | 140—142 | 3 | 0,9843 | 1,4990 | 95,55 | 95,30 | 75,23 | 75,19 | 10,34 | 9,81 | 4,38 | 4,56 |
| $C_4H_9$ | 60,6 | 148—150 | 2 | 0,9534 | 1,4916 | 100,17 | 100,41 | 75,67 | 75,47 | 10,51 | 10,25 | 4,20 | 4,42 |
| $iC_4H_9$ | 79,2 | 159—161 | 3 | 0,9462 | 1,4902 | 100,17 | 101,17 | 75,67 | 74,92 | 10,51 | 10,74 | 4,20 | 4,10 |
| $C_5H_{11}$ | 44,9 | 169—171 | 2 | 0,9723 | 1,4990 | 105,79 | 104,95 | 76,08 | 75,91 | 10,66 | 10,50 | 4,03 | 4,14 |
| $iC_5H_{11}$ | 88,3 | 172—174 | 1 | 0,9536 | 1,4930 | 105,79 | 105,91 | 76,08 | 76,06 | 10,66 | 10,39 | 4,03 | 3,70 |
| $C_6H_5$ | 56,8 | 197—199 | 0,5 | — | — | — | — | 78,18 | 78,32 | 8,78 | 8,46 | 3,96 | 3,72 |
| $C_6H_5CH_2$ | 52,6 | 198—200 | 1 | 1,0491 | 1,5433 | 111,42 | 110,44 | 78,47 | 78,53 | 8,99 | 8,89 | 3,81 | 4,00 |

$$C_6H_5-\underset{\underset{R}{|}}{CH}-COO-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-N\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}$$

| R | Выход в % | Температура кипения в °C | Давление в мм | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ | | Анализ в % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | C | | H | | N | |
| | | | | | | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено |
| $CH_3$ | 70,9 | 147—148 | 1 | 0,9533 | 1,4680 | 87,31 | 84,97 | 74,22 | 74,23 | 9,96 | 10,04 | 4,81 | 4,67 |
| $C_2H_5$ | 60,0 | 149—151 | 1 | 0,9545 | 1,4690 | 91,94 | 89,12 | 74,75 | 75,01 | 10,16 | 10,34 | 4,59 | 4,37 |
| $C_3H_7$ | 50,2 | 156—158 | 1 | 0,9444 | 1,4680 | 96,55 | 94,04 | 75,23 | 75,57 | 10,34 | 10,21 | 4,38 | 4,61 |
| $iC_3H_7$ | 31,3 | 153—154 | 1 | 0,9489 | 1,4680 | 96,55 | 93,48 | 75,23 | 75,57 | 10,34 | 10,16 | 4,38 | 4,22 |
| $C_4H_9$ | 59,3 | 177—179 | 3 | 0,9460 | 1,4650 | 101,17 | 97,46 | 75,67 | 75,00 | 10,51 | 10,40 | 4,20 | 4,24 |
| $iC_4H_9$ | 45,6 | 153—155 | 1 | 0,9388 | 1,4660 | 101,17 | 98,39 | 75,67 | 75,99 | 10,51 | 10,81 | 4,20 | 4,18 |
| $C_5H_{11}$ | 64,0 | 138—140 | 0,5 | 0,9387 | 1,4663 | 105,78 | 101,97 | 76,08 | 76,17 | 10,66 | 10,85 | 4,03 | 3,79 |
| $iC_5H_{11}$ | 57,5 | 166—168 | 1 | 0,9375 | 1,4660 | 105,78 | 102,67 | 76,08 | 76,31 | 10,66 | 10,45 | 4,03 | 3,90 |
| $C_6H_5CH_2$ | 96,0 | 203—205 | 0,5 | 1,0037 | 1,5210 | 111,42 | 111,47 | 78,47 | 78,37 | 8,99 | 9,14 | 3,81 | 3,63 |

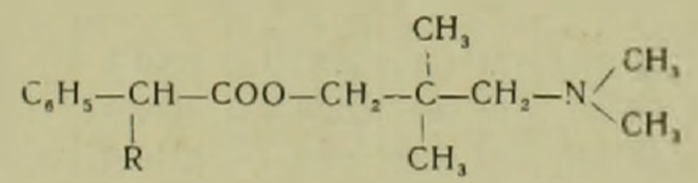
$$C_6H_5-\underset{\underset{R}{|}}{CH}-COO-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-N\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$$

| R | Выход в % | Температура кипения в °C | Давление в мм | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ | | Анализ в % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | C | | H | | N | |
| | | | | | | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено |
| $CH_3$ | 97,5 | 126—128 | 1 | 0,9685 | 1,4863 | 78,08 | 78,11 | 73,00 | 73,11 | 9,50 | 9,42 | 5,32 | 5,33 |
| $C_2H_5$ | 64,7 | 151—153 | 2 | 0,9768 | 1,4690 | 82,69 | 79,43 | 73,64 | 73,94 | 9,74 | 10,00 | 5,05 | 5,04 |
| $C_3H_7$ | 61,6 | 149—151 | 1 | 0,9565 | 1,4680 | 87,31 | 84,18 | 74,22 | 74,25 | 9,96 | 10,24 | 4,81 | 4,71 |
| $iC_3H_7$ | 42,4 | 134—136 | 1 | 0,9492 | 1,4842 | 87,31 | 87,87 | 74,22 | 74,50 | 9,96 | 9,53 | 4,81 | 4,57 |
| $C_4H_9$ | 56,5 | 152—154 | 0,5 | 0,9484 | 1,4680 | 91,94 | 89,53 | 74,75 | 74,49 | 10,16 | 10,40 | 4,95 | 4,73 |
| $iC_4H_9$ | 56,8 | 157—159 | 5 | 0,9493 | 1,4670 | 91,94 | 89,27 | 74,75 | 75,00 | 10,16 | 10,28 | 4,59 | 4,15 |
| $C_5H_{11}$ | 62,5 | 166—168 | 2 | 0,9434 | 1,4650 | 96,55 | 93,68 | 75,23 | 74,94 | 10,34 | 10,00 | 4,38 | 4,28 |
| $iC_5H_{11}$ | 51,8 | 148—150 | 1 | 0,9394 | 1,4800 | 96,55 | 96,61 | 75,23 | 75,29 | 10,34 | 10,28 | 4,38 | 4,15 |
| $C_6H_5CH_2$ | 85,5 | 213—215 | 5 | 1,0218 | 1,5245 | 102,10 | 101,70 | 77,87 | 78,12 | 8,55 | 8,82 | 4,12 | 4,34 |



| R | Выход в % | Температура кипения в °C | Давление в мм | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ | | Анализ в % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | C | | H | | N | |
| | | | | | | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено |
| $CH_3$ | 57,4 | 129—131 | 1 | 0,9631 | 1,4742 | 78,08 | 78,89 | 73,00 | 72,72 | 9,50 | 9,40 | 5,32 | 5,14 |
| $C_2H_5$ | 93,8 | 141—143 | 2 | 0,9612 | 1,4860 | 82,70 | 82,86 | 73,64 | 73,65 | 9,74 | 9,53 | 9,05 | 5,01 |
| $C_3H_7$ | 73,6 | 149—151 | 2 | 0,9617 | 1,4840 | 87,32 | 86,70 | 74,22 | 74,47 | 9,96 | 9,77 | 4,81 | 4,62 |
| $iC_3H_7$ | 76,2 | 156—158 | 8 | 0,9698 | 1,4878 | 87,32 | 86,55 | 74,22 | 73,95 | 9,96 | 10,11 | 4,81 | 5,05 |
| $C_4H_9$ | 86,8 | 138—140 | 0,5 | 0,9608 | 1,4835 | 91,93 | 90,87 | 74,75 | 74,53 | 10,16 | 9,80 | 4,59 | 4,48 |
| $iC_4H_9$ | 69,3 | 149—151 | 4 | 0,9706 | 1,4871 | 91,93 | 90,52 | 74,75 | 74,52 | 10,16 | 10,17 | 4,59 | 4,27 |
| $C_5H_{11}$ | 28,1 | 159—161 | 0,5 | 0,9595 | 1,4942 | 96,55 | 96,98 | 75,23 | 75,47 | 10,34 | 10,10 | 4,38 | 4,64 |
| $iC_5H_{11}$ | 90,3 | 152—154 | 2 | 0,9424 | 1,4836 | 96,55 | 96,92 | 75,23 | 75,35 | 10,34 | 10,11 | 4,38 | 4,19 |
| $C_6H_5$ | 61,2 | 178—180 | 1 | — | — | — | — | 69,68* | 69,30 | 7,74 | 7,50 | 3,87* | 4,30 |
| $C_6H_5CH_2$ | 65,7 | 207—209 | 1 | — | — | — | — | 77,87 | 77,76 | 8,55 | 8,83 | 4,12 | 4,03 |

* Определена в хлоргидрате



| R | Выход в % | Температура кипения в °C | Давление в мм | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ | | Анализ в % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | C | | H | | N | |
| | | | | | | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено |
| $CH_3$ | 39,5 | 159—160 | 10 | 0,9693 | 1,4872 | 78,08 | 78,17 | 73,00 | 73,35 | 9,50 | 9,69 | 5,32 | 5,48 |
| $C_2H_5$ | 50,1 | 160—162 | 10 | 0,9630 | 1,4665 | 82,69 | 82,54 | 73,64 | 73,59 | 9,74 | 9,61 | 5,05 | 5,19 |
| $C_3H_7$ | 54,8 | 172—174 | 10 | 0,9560 | 1,4825 | 87,32 | 86,98 | 74,22 | 74,19 | 9,96 | 9,96 | 4,81 | 4,82 |
| $iC_3H_7$ | 55,6 | 162—164 | 10 | 0,9476 | 1,4865 | 87,32 | 88,37 | 74,22 | 74,28 | 9,91 | 9,62 | 4,81 | 5,00 |
| $C_4H_9$ | 66,2 | 179—181 | 10 | 0,9523 | 1,4830 | 91,94 | 91,60 | 74,75 | 74,65 | 10,16 | 10,32 | 4,59 | 4,72 |
| $iC_4H_9$ | 40,0 | 172—174 | 10 | 0,9593 | 1,4860 | 91,94 | 91,42 | 74,75 | 74,63 | 10,16 | 10,35 | 4,59 | 4,78 |
| $C_5H_{11}$ | 57,2 | 190—192 | 10 | 0,9595 | 1,4912 | 96,55 | 96,98 | 75,23 | 75,32 | 10,34 | 10,16 | 4,38 | 4,69 |
| $iC_5H_{11}$ | 54,1 | 188—190 | 12 | 0,9428 | 1,4835 | 96,55 | 96,91 | 75,23 | 75,54 | 10,34 | 10,24 | 4,38 | 4,49 |
| $C_6H_5CH_2$ | 91,3 | 231—233 | 8 | 1,0212 | 1,5241 | 102,19 | 101,70 | 77,87 | 77,69 | 8,55 | 8,52 | 4,12 | 4,36 |

$$C_6H_5-\underset{R}{\underset{|}{C}}H-COO-CH_2-\overset{CH_3}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_2-N\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}$$

| R | Выход в % | Температура кипения в °C | Давление в мм | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ | | Анализ в % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | C | | H | | N | |
| | | | | | | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено | вычислено | найдено |
| $CH_3$ | 46,0 | 162—164 | 6 | 0,9612 | 1,4710 | 87,31 | 84,74 | 74,22 | 74,36 | 9,96 | 9,78 | 4,81 | 4,47 |
| $C_2H_5$ | 42,4 | 158—160 | 3 | 0,9550 | 1,4660 | 91,93 | 88,58 | 74,75 | 74,49 | 10,16 | 9,94 | 4,59 | 4,59 |
| $C_3H_7$ | 38,3 | 178—180 | 5 | 0,9518 | 1,4660 | 96,55 | 92,96 | 75,25 | 75,65 | 10,34 | 10,33 | 4,38 | 4,12 |
| $iC_3H_7$ | 40,8 | 172—174 | 5 | 0,9623 | 1,4775 | 96,55 | 93,22 | 75,25 | 75,56 | 10,34 | 10,60 | 4,38 | 4,40 |
| $C_4H_9$ | 40,0 | 181—182 | 5 | 0,9537 | 1,4860 | 101,17 | 100,40 | 75,67 | 75,98 | 10,51 | 10,37 | 4,20 | 4,27 |
| $iC_4H_9$ | 36,1 | 177—179 | 5 | 0,9449 | 1,4690 | 101,17 | 98,29 | 75,67 | 75,84 | 10,51 | 10,51 | 4,20 | 4,20 |
| $C_5H_{11}$ | 44,3 | 170—181 | 2 | 0,9470 | 1,4640 | 105,79 | 101,26 | 76,08 | 75,90 | 10,66 | 10,76 | 4,03 | 4,07 |
| $iC_5H_{11}$ | 44,0 | 175—177 | 2 | 0,9414 | 1,4670 | 105,79 | 102,43 | 76,08 | 76,22 | 10,66 | 11,21 | 4,03 | 4,35 |
| $C_6H_5CH_2$ | 91,3 | 214—216 | 2 | 1,0063 | 1,5198 | 111,42 | 109,89 | 78,47 | 78,50 | 8,99 | 9,15 | 3,81 | 3,99 |

Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, Հ. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, Է. Ռ. ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ և Վ. Ա. ՄՆԱՑԱԿԱՆՅԱՆ

## Հետազոտություն փոխարկված բացախտրբուների ածանցյալների բնագավառում

### Հաղորդում XIII: Ֆենիլ—ալկիլ. արիլ բացախտրբուների մի քանի դիալկիլամինոալկիլ էսթերները

*Ի նկատի ունենալով այն հանգամանքը, որ 1-ալկոքսիբենզոական թթուների, 5-ալկիլ, արիլ, ալկոքսիմեթիլֆուրան-2-կարբոնաթթուների, երկու և երեք-փոխարկյալ քացախաթթուների, երկհիմքանի կարբոնաթթուների և զանազան ամինոսպիրտների միջոցով ստացված ամինոէսթերները, շատ հաճախ օժտված են լինում ընտրողական ազդեցության հատկությամբ զանազան խոլինոռեակտիվ սիստեմների նկատմամբ, կախված ոչ միայն նրանց թթվային մասի բաղադրությունից ու կառուցվածքից, այլ նույն չափով էլ ամինոսպիրտային մասի բաղադրությունից ու կառուցվածքից: Մենք ցանկացանք ստուգել 1, 2, 3 ամինոսպիրտների միջոցով ստացված երկփոխարկյալ քացախաթթուների ամինոէսթերների բիոլոգիական ազդեցության փոփոխությունները կախված ալկիլենային շղթայում գտնվող մեթիլ խմբերի տեղադասավորությունից:*

*Այս պատճառով սինթեզվել են ֆենիլ-ալկիլ, արիլ քացախաթթուների α,α-դիմեթիլ, α,β-դիմեթիլ և β,β-դիմեթիլ-γ-դիալկիլամինոպրոպիլային էսթերները:*

*Այդ միացությունները ստացվել են ֆենիլքացախաթթվի համապատասխան ամինոէսթերների ալկիլացման կամ համապատասխան երկփոխարկյալ քացախաթթուների, քլորանհիդրիդների և ամինոսպիրտների փոխազդեցության ճանապարհներով:*

*Ֆենիլքացախաթթվի ամինոէսթերների ալկիլացումը կատարվել է մետաղական կալիումի ներկայությամբ եթերի միջավայրում, 45—55% ելքերով կախված ամինոսպիրտային մասի և ալկիլ հալոգենի բաղադրությունից ու կառուցվածքից:*

*Բացի այդ փորձերը ցույց տվեցին, որ նույնանման պայմաններում հնարավոր է կատարել ֆենիլքացախաթթվի էթիլ էսթերի ալկիլացումը 40—45% ելքերով: Եթերի ներկայությունը, այս ռեակցիայի ընթացքի վրա, ունի կարևոր նշանակություն: Գիրիդինի կատալիտիկ քանակների ներկայությունը նշանակալից ազդեցություն չունի ֆենիլ-ալկիլ քացախաթթուների էթիլ էսթերների ելքերի վրա:*

*Այսպիսով ստացվել են 56 նոր ամինոէսթերներ, որոնց մի քանի ֆիզիկա-քիմիական կոնստանտները բերված են աղյուսակում:*

*Ֆարմակոլոգիական ուսումնասիրությունների արդյունքները կհաղորդվեն առանձին:*

## ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Л. Мнджоян, В. Г. Африкян, А. А. Дохикян, А. Н. Оганесян, М. Т. Григорян*, ДАН АрмССР, XVIII, 1,7 (1954); XVIII, 2,39 (1954); XVIII, 3, 75 (1954); XVIII, 3,105 (1954); XXIV, 3, 105 (1957). [2] *А. Л. Мнджоян, В. Г. Африкян, А. А. Дохикян, А. Н. Оганесян, Г. Л. Папаян и М. Т. Григорян*, ДАН АрмССР, XVIII, 107 (1953), XXIII, 205 (1956); XXV, 133 (1957). [3] *А. Л. Мнджоян, Г. Т. Татевосян, С. Г. Агбалян, Р. Х. Бостанджян, А. В. Мушегян*, ДАН АрмССР, XXVII, 93 (1958); XXV, 41 (1958), XXVIII 11 (1959). [4] *А. Л. Мнджоян, О. Л. Мнджоян, О. Е. Гаспарян, Э. Р. Багдасарян*, ДАН АрмССР, XVIII, I, (1954); XX, 11 (1955); XVIII, 129 (1954); XVIII, 11 (1954). [5] *В. Еттел* и *И. Хебки*, Collec. Czechosl. chem. Communs. 15, 367—70 (1951); C. A. 453822 (1951); [6] *Г. Мейер*, М., 22,427; [Bl, IX, 436 (1926)]. [7] *А. Л. Мнджоян, В. Г. Африкян, А. Н. Оганесян*, ДАН АрмССР, XXIV, 3, 105 (1957).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXX 1960 2

ГЕОЛОГИЯ

В. И. Луценко и С. С. Акмаева

# О балансе распределения рассеянных металлов в продуктах обогащения

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 25.IX 1959)

За последние годы в медно-молибденовых рудах установлено наличие рения, селена, теллура и других редких и рассеянных металлов ([1–3]). Исследованиями Института химии АН Армянской ССР, а также институтов Механобр и Гинцветмет установлены примерные содержания рения, селена и теллура в концентратах обогатительных фабрик (работы М. В. Дарбиняна, В. А. Мелконяна и др.).

В связи с этим возник вопрос о промышленной оценке руд по содержанию рассеянных компонентов.

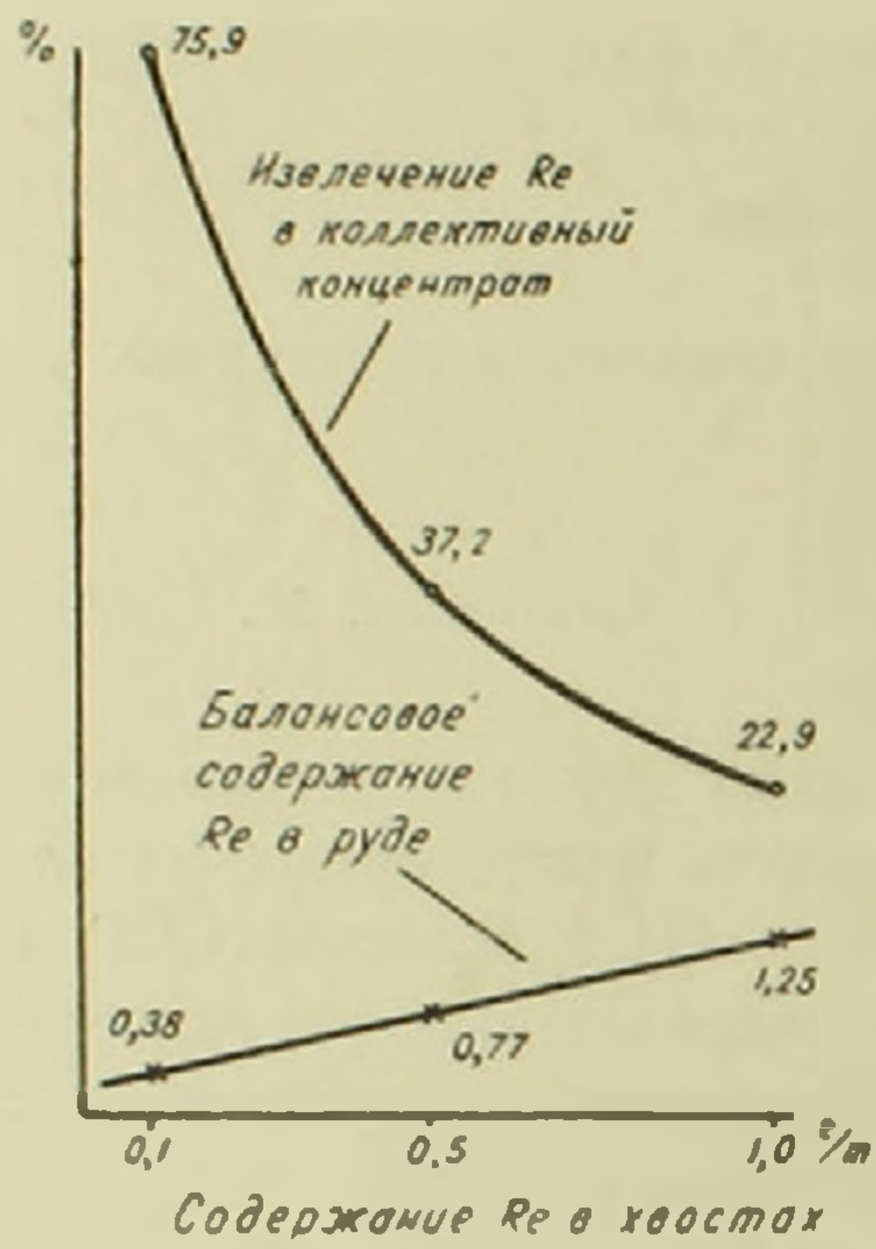
Как известно, промышленная оценка месторождения основывается на геологических запасах полезных компонентов в недрах и на возможности извлечения этих компонентов при переработке руд. Для обогатительных фабрик неотложной задачей является определение возможности попутного извлечения рассеянных металлов, наряду с извлечением ведущих металлов — в данном случае молибдена и меди. С этой целью необходимо выяснить ассоциацию рассеянных металлов с ведущими, установить пределы извлечения рассеянных металлов в соответствующие концентраты и определить достигаемую при этом степень концентрации. Указанные задачи решаются путем составления баланса распределения металлов в продуктах обогащения.

Расчет баланса основывается на выходах продуктов и на результатах их химического анализа. Выходы конечных продуктов обогатительных фабрик определяются с достаточной точностью. Что касается химического анализа, то в применении к бедным продуктам возникают значительные трудности.

Сложность задачи определения рассеянных металлов в бедных продуктах, т. е. руде и, особенно, в хвостах обогащения, состоит в том, что содержащееся в обычной аналитической навеске количество компонента значительно меньше предела чувствительности принятых методик анализа. Для получения достоверных результатов необходи-

мо увеличивать навеску, что усложняет и замедляет ход анализа. Отсюда следует вывод о необходимости разработки для рассеянных металлов новых более чувствительных методик анализа, гарантирующих необходимую точность определений.

Достоверное определение рассеянных металлов в бедных продуктах имеет чрезвычайно важное значение для составления баланса. На фиг. 1 приведен пример влияния возможных погрешностей аналитического определения рения в хвостах на степень его извлечения в коллективный медно-молибденовый концентрат. Из графика следует, что завышение содержания рения в хвостах с 0,1 до 0,5 *г/т* ведет к резкому снижению извлечения рения в концентрат с 75,3 до 37,2%.




Фиг. 1.

Недостоверность определения содержания рассеянных металлов, в частности рения, в хвостах и других продуктах явилась причиной ошибок, допущенных предшествующими исследователями при составлении баланса распределения металлов в продуктах медно-молибденовых фабрик. Это в свою очередь приводило к неправильной промышленной оценке отдельных продуктов*.

Для получения в достаточной степени достоверных данных о содержании рения и других рассеянных металлов в продуктах обогащения было проведено опробование двух фабрик. Химические анализы производились в нескольких лабораториях. Особое внимание было обращено на получение воспроизводимых результатов между параллельными и контрольными анализами. Исследование показало, что существующие методики определения рения дают завышенные содержания рения в хвостах — до 0,8 *г/т* и в руде — до 1,0 *г/т*, что приводит к маловероятному балансу распределения.

Впервые малые содержания рения в хвостах, порядка 0,05 *г/т*, были получены аналитиком М. А. Мубаяджяном в 1958 г., благодаря разработанному им новому способу, применительно к анализу бедных продуктов.

С целью определения критерия достоверности анализов на рений нами сделано сопоставление разных продуктов обогащения с нарастающим содержанием молибдена и рения (табл. 1).

* Так, по данным института Механобр извлечение рения в молибденовый концентрат составляет 30%, что противоречит геохимическим представлениям. По данным Гинцветмета содержание рения в медном концентрате составляет 5 *г/т*, что в 10 раз больше действительного.

Из данных табл. 1 следует, что с увеличением содержания молибдена в продуктах соответственно растет содержание рения. Для определения соответствия между содержаниями рения и молибдена, нами принят рениевый модуль $\frac{Re}{Mo}$, который определяет количество рения в *г/т*, приходящееся на 1% молибдена. Данные табл. 1 показывают, что при определении рения по действующим методикам постоянство модуля наблюдается только для богатых молибденом продуктов; для бедных продуктов получаются противоречивые результаты. При определении рения по новому способу значение модуля остается постоянным, независимо от величины содержания молибдена и рения в продуктах обогащения. Это говорит, во-первых, о наличии определенной связи рения с ведущим молибденовым минералом — молибденитом и, во-вторых, о сравнительно большой чувствительности нового способа. Поэтому для расчета баланса распределения рения нами приняты данные М. А. Мубаяджяна.

*Таблица 1*

Соотношение содержания рения и молибдена в балансовых продуктах обогащения двух фабрик

| Наименование продукта | Номер фабрики | Содержание Mo % | Содержание Re *г/т* | | Модуль рения *г/т* Re/% Mo | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | по действующей методике | по новой методике | по действующей методике | по новой методике |
| Отвальные хвосты | 2 | 0,008 | — | 0,04 | — | 5,0 |
| | 1 | 0,012 | — | 0,06 | — | 5,0 |
| Руда | 2 | 0,050 | 0,9 | 0,26 | 18,0 | 5,2 |
| | 1 | 0,065 | 2,0 | 0,34 | 30,7 | 5,2 |
| | 1 | 0,072 | 1,0 | 0,36 | 14,0 | 5,0 |
| Медный концентрат | 2 | 0,12 | 2,6 | 0,52 | 21,7 | 4,3 |
| | 1 | 0,11 | 2,0 | 0,65 | 18,0 | 5,9 |
| Коллективный концентрат лабораторных опытов | 1 | 0,23 | — | 1,12 | — | 4,9 |
| | 1 | 0,52 | — | 2,43 | — | 5,2 |
| Коллективный концентрат | 1 | 2,05 | 11,0 | 10,25 | 5,4 | 5,0 |
| | 1 | 2,58 | — | 13,40 | — | 5,2 |
| Молибденовый концентрат | 2 | 26,23 | — | 138,0 | — | 5,2 |
| | 1 | 47,10 | 240,0 | 240,0 | 5,1 | 5,1 |
| | 1 | 48,13 | 240,0 | 246,0 | 5,0 | 5,1 |

По данным опробований первой фабрики рениевый модуль представлен величиной порядка 5,1. По данным опробования второй фабрики модуль представлен величиной порядка 5,2. Постоянство соотношения содержаний рения и молибдена в среднемесячных фабричных пробах руд двух месторождений представляет большой интерес.

Составленный нами баланс ведущих и рассеянных металлов для исследованных руд двух фабрик приведен в табл. 2.

*Таблица 2*

Баланс распределения ведущих и рассеянных металлов в продуктах обогащения двух медно-молибденовых фабрик

| № фабрики | Наименование продукта | Выход % | Содержание металлов % Mo | Содержание металлов % Cu | Содержание металлов г/т Re | Содержание металлов г/т Se | Содержание металлов г/т Te | Извлечение металлов в % (распределение) Mo | Извлечение металлов в % (распределение) Cu | Извлечение металлов в % (распределение) Re | Извлечение металлов в % (распределение) Se | Извлечение металлов в % (распределение) Te | Модуль рения г/т Re / % Mo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Молибденовый концентрат | 0.11 | 48.13 | 0,66 | 246,00 | 254,0 | 44.7 | 79.2 | 0.14 | 79.0 | 5.6 | 3.0 | 5.1 |
| | Медный концентрат | 2.03 | 0.11 | 16.48 | 0,65 | 127.0 | 29,1 | 3,2 | 66.80 | 3.8 | 51.5 | 36.6 | 5.9 |
| | Коллективный концентрат | 2.14 | 2.58 | 15.60 | 13.20 | 133.5 | 29,8 | 82.4 | 66.94 | 82,8 | 57.1 | 39.6 | 5.1 |
| | Отвальные хвосты | 97.86 | 0,012 | 0,17 | 0,06 | 2.2 | 1,0 | 17.6 | 33.06 | 17.2 | 42.9 | 60.4 | 5,0 |
| | Руда балансовая | 100.00 | 0,067 | 0,50 | 0,34 | 5,0 | 1,6 | 100,0 | 100,0 | 100.0 | 100.0 | 100,0 | 5.1 |
| 2 | Молибденовый концентрат | 0.15 | 26.23 | 7,62 | 138,00 | 64,0 | 34,0 | 78.4 | 2,3 | 80.0 | 6,4 | 6.5 | 5.2 |
| | Медный концентрат | 2.52 | 0.12 | 15.25 | 0.52 | 36,0 | 10,0 | 6.0 | 76.4 | 5.0 | 61.0 | 32,0 | 4.3 |
| | Коллективный концентрат | 2,67 | 1,58 | 14.83 | 8,24 | 37,5 | 11,3 | 84.4 | 78,7 | 85.0 | 67.4 | 38.5 | 5.2 |
| | Отвальные хвосты | 97.33 | 0.008 | 0,11 | 0,04 | 0.5 | 0,5 | 15.6 | 21.3 | 15.0 | 32.6 | 61.5 | 5.0 |
| | Руда балансовая | 100.00 | 0.05 | 0.50 | 0.26 | 1.49 | 0.8 | 100.0 | 100,0 | 100.0 | 100,0 | 100.0 | 5.2 |

На основании баланса представляется возможным сделать следующие выводы.

Полученное распределение рения соответствует геохимическому представлению об изоморфном замещении молибдена рением в решетке молибденита ([4]). Соотношение содержаний этих металлов в продуктах обогащения постоянно. Извлечение этих металлов выражается цифрами одного и того же порядка.

Таким образом, для промышленного извлечения рения преимущественное значение имеют молибденовые концентраты и богатые молибденом промежуточные продукты. В балансе рения медные концентраты не играют существенной роли, так как заключенное в них количество рения соответствует остаточному количеству молибдена и составляет не более 6% от общего количества рения в руде.

Носителем селена и теллура являются медные концентраты, так как в них заключено преобладающее количество этих металлов. Вместе с тем, недостоверность определения селена и теллура в бедных продуктах не позволяет выяснить характер их ассоциации с медными минералами с такой определенностью, как это сделано для рения.

Молибденовый концентрат первой фабрики имеет высокую концентрацию селена, что согласуется с минералогическими данными о возможном наличии в руде этого месторождения селен-содержащей разновидности молибденита ([3]). Однако, в балансе распределения селена молибденовый концентрат не играет существенной роли, ввиду малого выхода; извлечение селена в концентрат составляет около 6% от общего количества селена в руде.

Как видно из рассмотренных результатов, баланс распределения может служить критерием в деле изучения редких и рассеянных металлов в рудах, так как с его помощью можно решать следующие задачи:

1) определять степень достоверности методик анализа и пределы их чувствительности для богатых и бедных продуктов;

2) устанавливать для типов руд данного месторождения ассоциацию рассеянных металлов с ведущими;

3) устанавливать пределы извлечения рассеянных металлов в продукты обогащения и определять степень их концентрации.

Исходя из этого, можно дать продуктам обогащения обоснованную промышленную оценку. Наряду с этим, баланс обогащения служит надежной основой для определения среднего содержания рассеянных компонентов в руде и для подсчета запасов их в недрах.

Таким образом, баланс распределения металлов связывает теоретические исследования с решением практических задач горнорудной промышленности.

Научно-исследовательский горно-металлургический
институт СНХ Армянской ССР

Վ. Ի. ԼՈՒՅԵՆԿՈ և Ս. Ս. ԱԿՄԱԵՎԱ

## Պղնձա-մոլիբդենային հանքաքարերի հարստացման պրոդուկտներում պարունակվող առաջատար և ցրված մետաղների բաշխման բալանսի հարցի շուրջը

Պղնձա-մոլիբդենային հանքաքարերում պարունակվող ցրված մետաղների արդյունաբերական գնահատման անհրաժեշտության կապակցությամբ, կազմված է հարստացնող գործարանների վերջնական պրոդուկտներում մոլիբդենի, պղնձի, ռենիումի, սելենի և տելուրի բաշխման բալանս։ Բալանսը հիմնված է քիմիական անալիզների ստույգ տվյալների վրա։

Բալանսային տվյալների վերլուծման հիման վրա ցույց է տրված, որ ռենիումի, սելենի և տելուրի քիմիական որոշման կիրառվող մեթոդիկաները ստույգ տվյալներ չեն տալիս ազբատ պրոդուկտների և, առանձնապես, հարստացման պոչերի համար։ Դա հանդիսացել է այն սխալների պատճառը, որոնք թույլ են տվել նախորդ ուսումնասիրողների կողմից հանքաքարերում մետաղների բալանսը կազմելիս, որը և բերում էր հարստացման առանձին պրոդուկտների արդյունաբերական ոչ ճիշտ գնահատմանը։

Հենվելով Մ. Ա. Մուրադյանի մշակած՝ ազբատ պրոդուկտներում պարունակվող ռենիումի որոշման եղանակի և բալանսային պրոդուկտների քիմիական անալիզների զուգադրման վրա, հաստատված է $\frac{Re}{M_0}$ հարաբերության հաստատունությունը երկու գործարանների հարստացման պրոդուկտներում, ինչպես նաև $M_0$ և $Re$ արտադրման միանմանությունը։ Դա հնարավորություն է տալիս հաստատելու տվյալ հանքավայրի հանքաքարերում ռենիի ասոցիացիան մոլիբդենիտի հետ։

Ցույց է տրված հարստացման բալանսի մեթոդական կարևոր նշանակությունը հետևյալ խնդիրների լուծման համար. 1) անալիզի մեթոդիկաների ստուգման աստիճանը և զգայնության սահմանները հարուստ և ազբատ պրոդուկտների համար. 2) տվյալ հանքավայրի հանքաքարերում ցրված և առաջատար մետաղների ասոցիացիայի որոշումը. 3) կոնցենտրատներում ցրված մետաղների արտադրման որոշումը և նրանց կոնցենտրացման աստիճանի հաստատումը, որից կախված է հանքաքարի և հարստացման պրոդուկտների արդյունաբերական գնահատումը։

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *К. А. Карамян*, Германиевые сульфиды Дастакертского медно-молибденового месторождения. ДАН АрмССР, т. XXVII, № 4 (1958). [2] *Г. О. Пиджян*, К геохимии руд Дастакертского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, серия геологических и географ. наук, т. XI, № 4 (1958). [3] *И. Г. Магакьян*, Рассеянные и редкоземельные металлы. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1957. [4] *А. А. Сауков*, Геохимия, Госгеолиздат, 1950.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXX 1960 2

СТРАТИГРАФИЯ

П. М. Асланян

# К фаунистической характеристике верхнеэоценовых отложений юго-западной Армении

(Представлено академиком АН Армянской ССР К. Н. Паффенгольцем 13. VIII 1959)

Палеогеновые отложения в Армении имеют очень широкое распространение. Они охарактеризованы скелетными остатками почти всех групп ископаемых организмов и особенно хорошо моллюсками и фораминиферами. Наиболее обильная и разнообразная фауна содержится в верхнеэоценовых и олигоценовых образованиях.

Фаунистической характеристике зоны Variamussium fallax Korob., горизонта с Pecten arcuatus Brocchi и цереновых песчаников посвящены особые статьи ([1,2]).

В этой работе приводятся палеонтологические данные, касающиеся верхнеэоценовых отложений, залегающих ниже зоны Variamussium fallax Korob. Следует отметить, что эти осадки на описываемой территории имеют неодинаковое развитие и различный литологический и палеонтологический характер. Например, в Приереванском районе их обычно нельзя отделить от нижележащих флишевых образований; моллюски здесь не были обнаружены. В бассейне рр. Веди и Шагап верхнеэоценовые отложения обособляются уже более четко, но имеют еще сравнительно небольшую мощность; выражены они главным образом известняками, содержащими довольно богатую разнообразную фауну.

Наиболее полно верхнеэоценовые отложения развиты в западном Даралагёзе, где они представлены туфопесчаниками, глинами и рифовыми известняками с обильными остатками ископаемых организмов. До сего времени эти образования были изучены слабо; только в работе Б. Ф. Мефферта ([3]) имеется описание нескольких видов моллюсков, а несколько более подробные списки можно найти в работах А. А. Габриеляна ([4]) и К. Н. Паффенгольца ([5]).

Одним из наиболее богатых местонахождений верхнеэоценовых моллюсков является разрез у сел. Ринд. Учитывая особенности обнаруженных здесь раковин моллюсков, а именно их гигантизм, частую встречаемость и соотношение с представителями других типов ископаемых организмов, А. А. Габриелян предложил именовать этот комплекс риндским.

| Распространение / Наименование видов | СССР | | | | РУМЫНИЯ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Верхний эоцен Ахалцихского района Грузии | | Верхний эоцен Украины (киевская свита) | | Эоцен Трансильвании (первый морской цикл) | | |
| | нижняя часть | средняя часть | | | горизонт нижнего грубого известняка | горизонт верхнего грубого известняка | Горизонт с |
| Lucina prominensis Opp. | | | + | | | + | |
| Miltha gigantea Desh. | + | | | | | | |
| Miltha georgiana Korob. var. abichi Korob. | | | | | | + | + |
| Corbis subpectunculus 'Orb. | | | + | | | | |
| Corbis aff. lamellosa Lamk. | | | | | + | | |
| Tellina peuroti Cossman | | | | | | + | |
| Chama subgigas Orb. | | + | | | | + | |
| Crassatella cf. vapincana Bouss. | | | | | | + | |
| Miocardiopsis cf. ovalinus Koenen. | + | | | | | | |
| Pectunculus achalzichensis I. Katch. | | | | | | + | |
| Vulsella dubia Arch, var. transilvanicha Mesz. | | + | + | + | + | + | |
| Pseudammussium corneum Sow. | + | | | | | | |
| Chlamys subdiscors Arch. | | + | + | + | | | |
| Gryphaea brongniarti Bronn. | + | + | + | | | | |
| Gryphaea gigantea Sol. | | + | + | | | + | |
| Spondylus bifrons Münst. var. cisalpinus Brongn. | | + | | | | + | |
| Modiolus modioloides Bellardi. | | + | | | + | | |
| Pholadomya pushi Goldf. | | + | + | + | | | |
| Panope oppenheimi Korob. | + | | | | | | |
| Pleurotomaria nicensis Bayan. | + | | | | | + | |
| Velates schmidellianus Chemnitz. | | | | | | | |
| Cerithium (?) vellicatum Bellardi | | | | | | + | |
| Campanille parisiensis Desh. var. clujensis Mesz. | | | | | | + | |
| Campanille cf. peronae Bouss. | | + | + | | | + | |
| Turritella imbricataria Lamk. | | + | | | + | + | |
| Vermetus spirulaea Lamk. | + | | + | | | + | |
| Capatia cepacea Lamk. | + | | + | | | | |
| Ampullina patula Lamk. | + | + | | | | + | |
| Xenophora agglutinans Lamk. | | | | | | | |
| Cypraedia elegans Defr | | + | | | | | |
| Rostellaria goniophora Bellardi | | + | | | | | |
| Rostellaria cf. spirata Ron. var. tricarinata Abich. | + | | + | | | + | |
| Hippochrenes amplus Sol. | + | | + | | | | |
| Rimella labrosa Sow. | + | + | + | | | + | |
| Terebellum sopitum Sol. | | | | | | + | |
| Terebellum sopitum Sol. var. gigantea Korob. | + | + | | | | | |
| Phalium cf. deshayesi Bellardi. | | | + | | | + | |
| Harpa mutica Lamk. | | | | | | | |

| СЕВ. ИТАЛИЯ | ФРАНЦИЯ | | | | | АНГЛИЯ | | БОЛГАРИЯ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Слой Приабоны | Верхний эоцен южной зоны | | Парижский бассейн | | | Средний эоцен | Верхний эоцен | Ледский | Приабонский |
| | Биарриц | Альпы | Лютет | Оверз | Бартон | | | | |
| + | | + | | | | | | | |
| + | | | + | + | + | | + | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| + | | + | + | + | + | | | + | + |
| | | + | | | | | | | |
| | | + | + | | | + | | | |
| | | + | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | sp. | sp. |
| | | | | | | | | + | + |
| + | + | + | + | + | + | + | + | | |
| | | + | | | | | | | |
| + | | + | | | | | | | |
| + | | | + | | | | + | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| + | + | + | | | | | | | |
| | + | + | | | | | | sp. | |
| + | + | + | | | | | | | |
| + | | + | | | | | | | |
| | | + | | | | | | | |
| + | | | + | + | | | | + | |
| | | + | sp*. | sp. | | | | | |
| | | | | | | + | | | |
| | | | + | | | | | | |
| + | | + | | | | | | | |
| + | | + | | | | | | | |
| + | | | + | | | + | + | + | |
| + | + | + | | | | | | | |
| + | | + | | | | | | | |
| | | | | | | | | + | |
| | | + | | | | | | | |
| + | | | | | | | | | |
| + | | | | | | | | | |
| + | | | | | | + | + | | |
| | | + | | | | | | | |
| + | | | | | | | | | |

(*) Знаком sp. обозначается присутствие типичного вида, вариетет которого обнажен в ю.-з. Армении

На территории юго-западной Армении имеется несколько характерных разрезов, содержащих риндский комплекс моллюсков: в бассейне рр. Веди и Шагап — разрез у развалин сел. Чобандара, а в западном Даралагёзе — у сел. Ринд, по дороге Ринд-Арени, в ущелье Неркин-дзор (между сс. Агавнадзор-Арени), у развалин сел. Намазалу и по дороге Агавнадзор-Гетап. Мощность пород, содержащих риндский комплекс, обычно колеблется в пределах 100 — 150 *м*. Нами в течение трех последних лет производилось детальное изучение верхнеэоценовых и олигоценовых отложений и монографическая обработка фауны моллюсков под руководством И. А. Коробкова; изучен также и риндский комплекс. В нем обнаружено 38 видов пластинчатожаберных и брюхоногих моллюсков (см. таблицу).

Обращает на себя внимание характерная особенность раковин представителей риндского комплекса, а именно их гигантизм. В этом отношении он приближается к тому комплексу из эоцена Трансильвании, которому недавно была посвящена статья Н. И. Мезароша ([6]).

Анализ стратиграфического распространения видов показывает, что породы, содержащие этот комплекс, безусловно относятся к верхнему эоцену. К этому надо добавить, что данные по микрофауне и нуммулитам подтверждают этот вывод.

По указанию А. А. Габриеляна ([7]) среди этих отложений обнаружены Nummulites fabiani Prev., N. brongniarti Arch., N. incrassatus d. l. Harpe.

В последние годы в породах, содержащих риндский комплекс фауны, нами обнаружены морские ежи, изучением которых занимается в ЛГУ Е. С. Порецкая. По предварительным данным среди них имеется несколько новых видов и новый подрод, а кроме них — Schizaster ex gr. rimosus Desor, Ditremaster cf. nux Desor, Pericosmus? sp. Eupatagus formosus Lor. также характерные для верхнего эоцена.

Анализ стратиграфического распространения изученных видов риндского комплекса показал, что он по количеству общих видов наиболее близок комплексам нижней и средней частей Ахалцихского верхнего эоцена, горизонту верхнего грубого известняка Трансильвании и Приабонских слоев Сев. Италии. Мы имели возможность в ЛГУ произвести непосредственное сравнительное изучение раковин риндского комплекса с монографически изученными раковинами из верхнего эоцена Ахалциха и Трансильвании. При этом обнаружено, что в обеих областях также имеются довольно крупные формы рядов моллюсков, но многие риндские экземпляры имеют гораздо большие размеры.

В отличие от Ахалцихского, риндский комплекс видов моллюсков более беден; в нем отсутствуют многие виды, характерные для верхнего эоцена Ахалциха и Англо-Бельгийско-Парижского и Альпийского бассейнов. На риндском комплексе отчетливо отразились специфические особенности среды обитания, а именно: высокая температура воды, обогащенность известью, незначительная глубина бас-

сейна, низкая гидродинамическая активность, замедленность процесса осадкообразования, наличие местами мягкого известковистого грунта, а также песчаных отмелей и рифов, обилие органического детрита, пышное развитие бентоса. Бассейн был безусловно открытый. Это был архипелагового типа мелководный залив единого верхнеэоценового Евразийского бассейна.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Պ. Մ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

## Հարավ-արևմտյան Հայաստանի վերին էոցենի նստվածքների ֆաունիստիկական բնութագրման շուրջը

*Հոդվածում տվյալներ են բերվում նվիրված վերին էոցենի նստվածքների ֆաունիստիկական բնութագրմանը: Այդ նստվածքները գտնվում են* Variamussium fallax Kolob. *հորիզոնից ստրատիգրաֆիորեն ներքև:*

*Նստվածքների այդ խումբը պրոֆեսոր Ա. Հ. Գաբրիելյանի կողմից ստացել է Ռինդի կոմպլեքս անունը: Շնորհիվ այդ կոմպլեքսի փափկամորթների մոնոգրաֆիկ ուսումնասիրության, որը կատարվել է Լենինգրադի Պետ. համալսարանի պրոֆեսոր Ի. Ա. Կոլոբկովի ղեկավարությամբ, նկարագրված են այդ կոմպլեքսին վերաբերող 38 տեսակներ (նայել ազյուսակը): Տեսակների ստրատիգրաֆիական տարածման անալիզը ցույց է տալիս այդ նստվածքների պատկանելիությունը վերին էոցենին, որի օգտին են խոսում նաև նումուլիտների և ծովային ոզնիների ուսումնասիրության տվյալները:*

*Ռինդի կոմպլեքսը մեծ նմանություն է ցույց տալիս Ախալցիխի վերին էոցենի ստորին և միջին մասերին, Տրանսիլվանիայի վերին էոցենի և հյուսիսային Իտալիային պրիաբոնի շերտերին:*

*Պարզվում է, որ ինչպես Ախալցիխայում և Տրանսիլվանիայում, այնպես էլ մեզ մոտ Հայաստանում նշվում են բավականին թվով տեսակների գիգանտ ձևեր, ընդորում մեզ մոտ որոշ տեսակների ներկայացուցիչներ նույնիսկ ավելի մեծ չափերի են հասնում: Այդ գիգանտ ձևերի ներկայությունը պետք է բացատրել այդ ժամանակվա ծովային ավազանի յուրահատուկ պայմաններով — (ջրի բարձր ջերմաստիճանը, կալցիումով հարուստ լինելը, ավազանի ոչ մեծ խորությունը, նստվածք կուտակման դանդաղ ընթացքը, օրգանական դետրիտի առատությունը, բենտոսի հարուստ լինելը և այլն): Այդ ավազանը անպայման բաց ավազան է եղել, նա եղել է արխիպելագային տիպի սաղր ջրային ավազան կապված միասնական Եվրասիական ավազանի հետ:*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *П. М. Асланян*, ДАН СССР, т. 119, № 5 (1958). [2] *П. М. Асланян*, Вестник ЛГУ № 18, 1959. [3] *Б. Ф. Мефферт*, Труды ГГРУ, вып. 99, 1931. [4] *А. А. Габриелян*, ДАН АрмССР, т. 5 (1946). [5] *К. Н. Паффенгольц*, Геология Армении, 1948. [6] *Н. И. Мезарош*, Apariţia unor specii si varietati de Molluste gigantice in depositelor paleogane din basinul, Transilvaniei. Cluj 1957. [7] *А. А. Габриелян*, ДАН АрмССР, т. XXV, № 3, 1957.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXX 1960 2

РАДИОБИОЛОГИЯ

Л. С. Гезалян

# Изменение некоторых функций поврежденного спинного мозга у облученных черепах

(Представлено академиком АН Армянской ССР Э. А. Асратяном 5. XI 1959)

Работами В. М. Бехтерева ([1]), Э. А. Асратяна ([2]), Бете и Фишера ([3]) и др. показано, что при поражении центральной нервной системы (гемисекция, перерезка передних или задних квадрантов спинного мозга, его расщепление, удаление различных отделов головного мозга и пр.) через определенный промежуток времени организм, в частности центральная нервная система, различными путями и средствами борется с последствиями повреждения целостности его структуры, стремится разнообразными способами восстановить нарушенные или утраченные функции.

Определенный интерес представляет вопрос изучения некоторых функций поврежденного спинного мозга на фоне воздействия ионизирующего облучения.

И. Р. Тарханов ([5]), М. И. Неменов ([6]), Е. И. Бакин ([1,8,9,10]), С. А. Лифшиц ([11]), П. Ф. Минаев ([11]) и др. показали, что центральная нервная система особенно чувствительна к ионизирующим излучениям.

Под действием рентгеновских лучей у людей и животных нарушается условно-рефлекторная деятельность головного мозга, сильно угнетается функция спинного мозга и т. д. В задачу настоящего исследования входило изучение особенностей протекания лучевой болезни у животных с интактным и поврежденным спинным мозгом. Такая постановка вопроса и его экспериментальное решение должны не только способствовать расширению наших знаний по физиологии приспособительных явлений или „механического иммунитета" (И. П. Павлов), но и открыть перспективы выяснения некоторых сторон протекания лучевой болезни в травмированном организме.

Опыты производились на 24 земноводных черепахах средней величины. У всех животных изучались тонус мышц, порог кожной чувствительности и хроникасия задних конечностей. У некоторых животных параллельно исследовался форменный состав крови.

После проведения этих исследований у животных проводилась гемисекция спинного мозга на уровне первых спинных позвонков без наркоза. При этом часть из них вслед за спинальной операцией под-

вергалась общему облучению рентгеновскими лучами. Другая часть, не подвергшаяся общему облучению, служила в качестве контроля. Помимо этих двух групп животных имелась также третья группа, у которой производилось только общее облучение рентгеновскими лучами при интактном спинном мозге.

Условия облучения: общее облучение на рентгеновском аппарате Рум 11, напряжение тока 187 *kv*, сила тока — 15 *mA*, фильтр — 0,5 *мм* меди, фокусное расстояние — 30 *см*, мощность дозы, измеренной в воздухе, 57р/мин., продолжительность облучения — 88 минут, общая доза рентгеновских лучей — 5016 р.

У животных первой серии (8 черепах) после гемисекции спинного мозга наблюдается резкое понижение тонуса мышц задних лап, особенно на стороне операции. Так, если в норме для разгибания задней лапки требовался груз в 3 *кг*, то после операции достаточно было 500 *г*, чтобы получить полный эффект разгибания. Задняя лапа „пораженной" стороны все время удерживалась в согнутом состоянии и только иногда принимала слабое участие в ходьбе. На механическое раздражение наблюдалась слабая реакция „пораженной" ноги. В дальнейшем по мере компенсации функции спинного мозга тонус мышц задних лап постепенно повышается, при этом на „здоровой" стороне быстрее, чем на „пораженной". После операции сильно увеличивается порог кожной чувствительности задних лап, который в дальнейшем принимает волнообразный характер. Но через 20 — 25 дней порог кожной чувствительности задней конечности на стороне операции принимает тенденцию к повышению, а порог кожной чувствительности задней противоположной лапы приближается к норме.

После оперативного повреждения спинного мозга на второй день хронаксия задних лап сильно укорачивается. В последующие дни (в течение 8 — 10 дней) наблюдается резкий скачок хронаксии в сторону ее удлинения. Однако через 8 — 10 дней хронаксия восстанавливается.

Во второй серии опытов (8 черепах) мы сперва перерезали спинной мозг у животных (гемисекция слева или справа) и после этого сейчас же подвергали их облучению рентгеновскими лучами дозой 5016 р. После общего облучения черепах наступает увеличение тонуса мышц задних лап, но через 4 — 5 дней их тонус на стороне операции резко снижается (от 2,5 *кг* до 300 *г*) и, в отличие от животных контрольной группы (первая серия), у них не наблюдается сдвига в сторону улучшения состояния тонуса мышц. При движении задняя лапа на стороне операции совсем не участвует в акте движения и все время находится в согнутом состоянии. На механическое раздражение лапка не реагирует, нарушается реципрокное отношение между задними конечностями. Такие животные передвигаются очень медленно. Порог кожной чувствительности задней лапы на стороне гемисекции на второй день снижается, а в дальнейшем происходит резкое нарастание чувствительности и так держится в течение 10 — 12 дней, после чего снова наступает ее снижение. Порог кожной чувствитель-

ности задней лапы на здоровой стороне после гемисекции и облучения сразу повышается и так держится до конца жизни животного (30—35 дней). Хронаксия мышц задних лап после комбинированного поражения резко сокращается (1—1,2 вольта до 0,2 вольта) и остается в таком состоянии до смерти животного.

У черепах III серии (8), которые только облучались (5016 р.), изменения в тонусе мышц задних лап не наблюдалось. В поведении этих животных мы особых отклонений не наблюдали. После общего облучения сильно увеличивается порог кожной чувствительности (от 5—10 вольт до 30—35 вольт).

Хронаксия мышц задних лап сокращается в два раза (от 0,5—0,6 *сек* до 0,2—0,3 *сек*) и остается в таком состоянии в течение одного месяца.

При исследовании форменного состава крови выяснилось, что у облученных черепах как с гемисекцией, так и без нее на второй и третий день наступает снижение количества эритроцитов от 650 000—500 000 до 400 000—350 000; количество лейкоцитов снижается с 35 000 до 10 000.

По ходу опытов выяснилось, что черепахи, которые получали общее облучение (5016 р.) и повреждение центральной нервной системы (гемисекция спинного мозга) погибали в течение 30—35 дней, тогда как облученные животные с интактной центральной нервной системой давали 100% выживаемость.

На основании всего изложенного можно заключить, что последствия ионизирующего облучения рентгеновскими лучами в организме с поврежденной центральной нервной системой бывают более тяжелыми, чем у животных с интактной центральной нервной системой.

Сектор радиобиологии
Академии наук Армянской ССР

Լ. Ս. ԳՅՈՉԱԼՅԱՆ

## Ճառագայթված կրիաների վնասված ողնուղեղի մի քանի ֆունկցիաների փոփոխությունը

*Ինչպես տեսական, այնպես էլ պրակտիկ հետաքրքրություն է ներկայացնում ճառագայթված կենդանիների վնասված ողնուղեղի ֆունկցիաների ուսումնասիրությունը, և այդ իսկ նպատակով մենք ձեռնամուխ ենք եղել այս հետազոտությանը, որտեղ ուսումնասիրվել է կրիաների ինտակտ և վնասված ողնուղեղի մի քանի ֆունկցիաների ուսումնասիրությունը ճառագայթային հիվանդության դեպքում։*

*Կրիաների մոտ ճառագայթային հիվանդություն առաջացել է ռենտգենյան ճառագայթների միջոցով, իսկ ողնուղեղի վնասվածքը — ողնուղեղի կիսահատում կրծքի առաջին ողի հատվածում։ Ճառագայթման պայմանները՝ ճառագայթում ռենտգենյան ապարատ Рум 11—միջոցով, հոսանքի լարվածությունը — 187 kv, հոսանքի ուժը — 15 mA, ֆիլտր —0,5 mm պղինձ, ֆոկուսային տարածությունը 30 սմ., դոզայի հզորությանը, չափված օդում 57 ռ. մեկ րոպեում, ճառագայթման տևողությունը 88 րոպե։*

*1. Կոնտրոլ խմբի կրիաների մոտ ողնուղեղի կիսահատումից հետո նկատվում է հետին ոտքերի տոնուսի թուլացում, հատկապես կիսահարամար կողմից։ հետագայում վերականգման հետ միասին մկանների տոնուսը դանդաղորեն բարձրանում է, բայց չէ հասնում մինչ օպերացիոն տոնուսին։ Ուժեղացնում է հետին ոտքերի գրգռողականու-*

թյունը, որը այդպես պահպանվում է երկար ժամանակ։ Հետին ոտքերի խրոնակսիան կարճանում է օպերացիայից հետո, բայց հետագայում դանդաղորեն մնծանում է։

2. Ողնուղեղի կիսահատումից և ընդհանուր ճառագայթումից հետո (3016 ռ.) կրիաների մոտ նկատվում է հետին ոտքերի տոնուսի խիստ թուլացում, հատկապես օպերացիայից կողմից։ Կոնտրոլ խմբի կրիաներին հակառակ ճառագայթված կրիաների մոտ չէ նկատվում հետին ոտքերի տոնուսի բարձրացում։

Հետին ոտքերի զգայողականությունը խիստ թուլանում է իսկ հետագայում ընդունում է փոփոխական բնույթ, իսկ խրոնակսիան կարճանում է, և մնում է այդպես մինչև կենդանիների մահը (30 — 35 օր)։

3. Այն կրիաների մոտ, որոնք միայն ճառագայթվել են նկատվում է միայն հետին ոտքերի զգայողականության բարձրացում։

4. Ճառագայթային հիվանդությամբ տառապող կենդանիների մոտ երկրորդ կամ երրորդ օրերը նկատվում է էրիտրոցիտների նվազացում 650000 — 5000000—ից մինչև 400000—300000, իսկ լեյկոցիտների քանակը 35000-ից նվազում է մինչև 10000։

5. Այն կենդանիները, որոնք անցել են ճառագայթային հիվանդության և ողնուղեղի կիսահատում մահանում են 30—35 օրերից հետո։

6. Մեր փորձերը ցույց են տալիս, որ այն կենդանիները, որոնք ունեն կենտրոնական ներվային սիստեմի վնասվածք ավելի ծանր են տանում ճառագայթային հիվանդություն, քան վնասվածք չունեցող կենդանիները։

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. М. Бехтерев*, Основы учения о функциях мозга, вып. 3, С. Петербург, 1905. [2] *Э. А. Асратян*, Физиология центральной нервной системы, 1953. [3] *Бете* и *Фишер*, Handbuch d. norm u. patholog. physiol. Bd. 15 (2), 1045 (1931). [4] *И. Р. Тарханов*, 1896а— Больничная газета Боткина, №7, 763. [5] *И. Р. Тарханов*, 1896б--Извест. С. Петебург биолог. лаборатории, 1, вып. 3. [6] *М. И. Неменов*, Рентгенотерапия через воздействие на нервную систему, 1950. [7] *Е. И. Бакин*, Физиологический журнал СССР, 1941, т. 3, вып. 5. [8] *Е. И. Бакин*, Вестник рентген. и радиолог., 1951, №3. [9] *Е. И. Бакин*, Вестник рентген. и радиологии. 1946, т. 26, вып. 4. [10] *Е. И Бакин*, Сов. здравоохранение, Киргизия, 1955. № 3. [11] С. *А. Лившиц*, Диссертация, Л., 1947. [12] *П. Ф. Минаев*, В кн. „Конференция по биохимии нервной системы 15 — 19 декабря, Киев, 1953.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXX 1960 2

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЯ

В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян

# Об изменении углеводного состава в различных органах растений по фазам развития

## Сообщение III

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятяном 13. X 1959)

В предыдущих двух работах ([1,2]) экспериментально было установлено, что цветению растений сопутствуют коренные изменения в составе конституционных белков клеток всех органов и частей растений. Указанные изменения проявляются, в первую очередь, в составе как свободных, так и связанных аминокислот клеток вегетативных органов. В результате гидролиза белков выделяется ряд разнообразных аминокислот, не обнаруженных в тканях тех же органов в фазе вегетативного роста. Переход указанных выше аминокислот из листьев и других вегетативных органов к клеткам растущего конуса растений обуславливает синтез качественно новых белков, обеспечивающих формирование цветков и генеративных органов.

В настоящем сообщении приводятся результаты аналогичных экспериментов с целью выявления характера изменения состава углеводов (свободных и гидролизата полисахаридов). Объектами опыта, как и в прежних исследованиях, являлись растения хризантемы (сорт Монако).

Методика получения хроматограмм заключалась в следующем: материал, взятый для анализа, фиксировался в кипящем 90 % этаноле и экстрагировался 70 % этанолом, при 65—70°, в течение 3 час. Белки и прочие вещества удалялись 10 % раствором уксуснокислого свинца. Фильтрат вначале был пропущен через колонку катионита (КУ-1), а затем — анионита (ЭДЭ-10). Полученный раствор после сгущения под вакуумом (40°С) был уже готов для хроматографического разделения свободных сахаров.

Для гидролиза полисахаридов остаток исходного материала, после экстракции 70 % этанолом, подвергался влиянию серной кислотой (1 N) на кипящей водяной бане в течение 5 час. Избыток серной кислоты нейтрализовался $BaCO_3$, а дальнейшая обработка производилась таким же способом, как и при получении раствора свободных углеводов. Для разделения последних при

менялся растворитель, состоящий из смеси н-бутанола, ледяной уксусной кислоты и воды (4:1:5). Проявка хроматограмм производилась с помощью свежеперегнанного анилина (930 *мг*) и фталевой кислоты (1,66 *г*), растворенных в смеси воды (5 *мл*) и ацетона (95 *мл*). Полученные хроматограммы после высушивания погружались в кипящий парафин. В этом случае углеводы проявляются принимая коричневую окраску, которая сохраняется долгое время.

На первой хроматограмме (фиг. 1*а*) иллюстрируется состав свободных углеводов, выявленных в различных фазах растений. Как наглядно видно, не обнаруживается заметного различия в составе углеводов тканей почек роста, листьев, корней и стеблей. Лишь у последних была обнаружена мальтоза, отсутствующая в остальных органах и частях растений. Сравнительно большое число углеводов и значительное различие в их составе было выявлено в гидролизате полисахаридов, некоторые из коих остались неидентифицированными (фиг. 1*б*). Максимальное число сахаров выявлено в стеблях, а минимальное — в листьях. С переходом растений к зацветанию резко изменяется состав сахаров как свободных (фиг. 2*а*), так и в гидролизате. При этом наблюдается численное нарастание свободных углеводов и количественное их уменьшение в гидролизате, по сравнению с теми, которые обнаруживаются в фазе вегетации.

Максимальное число свободных сахаров выявлено в тканях стеблей и листьев, минимальное — в тканях цветоложа и корней. Многие из них не обнаруживаются в гидролизатах тканей тех же органов растений, находящихся в фазе вегетации. В данном случае это можно рассматривать как показатель появления большого набора новых сахаров в тканях цветущих растений, которые, по всей вероятности, необходимы для формирования цветков и половых элементов.

Наблюдается весьма своеобразное качественное и количественное различие между составом сахаров, полученных из гидролизата тканей одних и тех же органов цветущих и вегетирующих растений. Столь же глубокие изменения происходят с общим набором сахаров у растений после их отцветания. Прежде всего наблюдается количественное и численное уменьшение свободных сахаров почти во всех органах растений (фиг. 3*а*), в то время как содержание сахаров в гидролизатах значительно увеличивается.

Нарастание общего содержания сахаров в гидролизатах связано, по-видимому, с прекращением их расхода на образование цветков, что приводит к усилению синтеза полисахаридов. В связи с этим обогащаются полисахаридами, в первую очередь, стебли и корни растений, которые энергично формируют новые и новые корневые отпрыски. Размножение многолетней хризантемы, как известно, осуществляется главным образом с помощью этих побегов.

Если у однолетних растений фаза цветения и образования семян сочетается с полным опорожнением корней от запасных ассимилятов ([3,4]), то, в противоположность этому, у многолетних растений в пост-

флоральном периоде происходит накопление ассимилятов в корневой системе.

Все эти данные, аналогично результатам прежних работ, посвященных изменению состава свободных и связанных аминокислот в различных органах хризантемы по фазам развития ([1,2]), показывают, что с переходом растений к цветению изменяется как число сахаров, так качество и количество полисахаридов во всех вегетативных органах растений. В силу этого изменяется состав углеводов, переходящих из этих органов к формирующимся цветкам и генеративным частьям. Об изменениях растворимых сахаров и полисахаридов в различных органах растений по фазами их генеративного развития можно составить более целостное представление из данных приведенной таблицы.

Изменение общего набора углеводов в различных органах хризантемы по фазам генеративного развития

| Фракции | Фаза развития | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | вегетация | | | | цветение | | | | отцветание | | | |
| | листья | стебель | корни | конус нарастания | листья | стебель | корни | лепестки | цветоложе | листья | стебель | корни |
| Свободные сахара | 3 | 4 | 3 | 3 | 10 | 10 | 4 | 9 | 3 | 6 | 6 | 6 |
| Гидролизат полисахаридов | 5 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 3 | 6 | 4 | 2 |
| Общий набор сахаров | 6 | 10 | 6 | 7 | 10 | 10 | 6 | 9 | 4 | 10 | 6 | 8 |

Приведенные данные интересны тем, что показывают численное нарастание сахаров общего набора, обнаруживаемых в различных органах цветущих растений. Повышенное численное содержание сахаров в тканях растений сохраняется и после их отцветания, в то время как в отношении аминокислот наблюдается обратная картина

Весьма интересно изменение содержания углеводов в корневой системе растений по фазам развития. Максимальное число сахаров обнаруживается в фазе отцветания растений. В этот период онтогенеза, как известно, все синтезирующиеся в листьях вещества передвигаются к корням, служа материалом для формирования отпрысков.

Все эти данные в конечном итоге показывают, что в ходе генеративного развития растений коренным образом изменяется состав как свободных, так и полисахаридных углеводов во всех органах и частях растений. Эти качественные реакции, происходящие в обмене веществ, предшествуют генеративной фазе, что, как нам кажется, следует рассматривать как одно из важнейших условий перехода растений к зацветанию.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Է. Ս. ՀԱՎՈՒՆՋՅԱՆ և Կ. Հ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

## Զարգացման տարբեր փուլերում գտնվող բույսերի օրգանիզմներում ածխաջրատների կազմի փոփոխության մասին

### Հաղորդում III

*Հեղինակների նախորդ երկու հաղորդումներում շարադրվել են մի շարք խրոմատոգրաֆիկ անալիզների արդյունքներ, որոնք ցույց են տալիս, որ բույսերի ծաղկմանը զուգակցում է վեգետատիվ օրգաններում կառուցվածքային սպիտակուցների կազմի խորը փոփոխություններ։ Նշված սպիտակուցների հիդրոլիզի հետևանքով անջատվում են մի շարք նոր ամինոթթուներ, որոնք բացակայում են վեգետացվող բույսերի սպիտակուցների կազմում։ Բույսերի մոտ որակապես նոր օրգանների առաջացումը զարգացման գենետիվ փուլում կապված է այդ նոր ամինոթթուների առկայության հետ։ Վերջիններս շարժվում են տերևներից դեպի աճման կոների մերիսթեմատիկ բջիջները, պայմանավորելով սկզբում նոր որակի սպիտակուցների, այնուհետև վերջիններիս համապատասխան նոր օրգանների՝ ծաղիկների առաջացումը։*

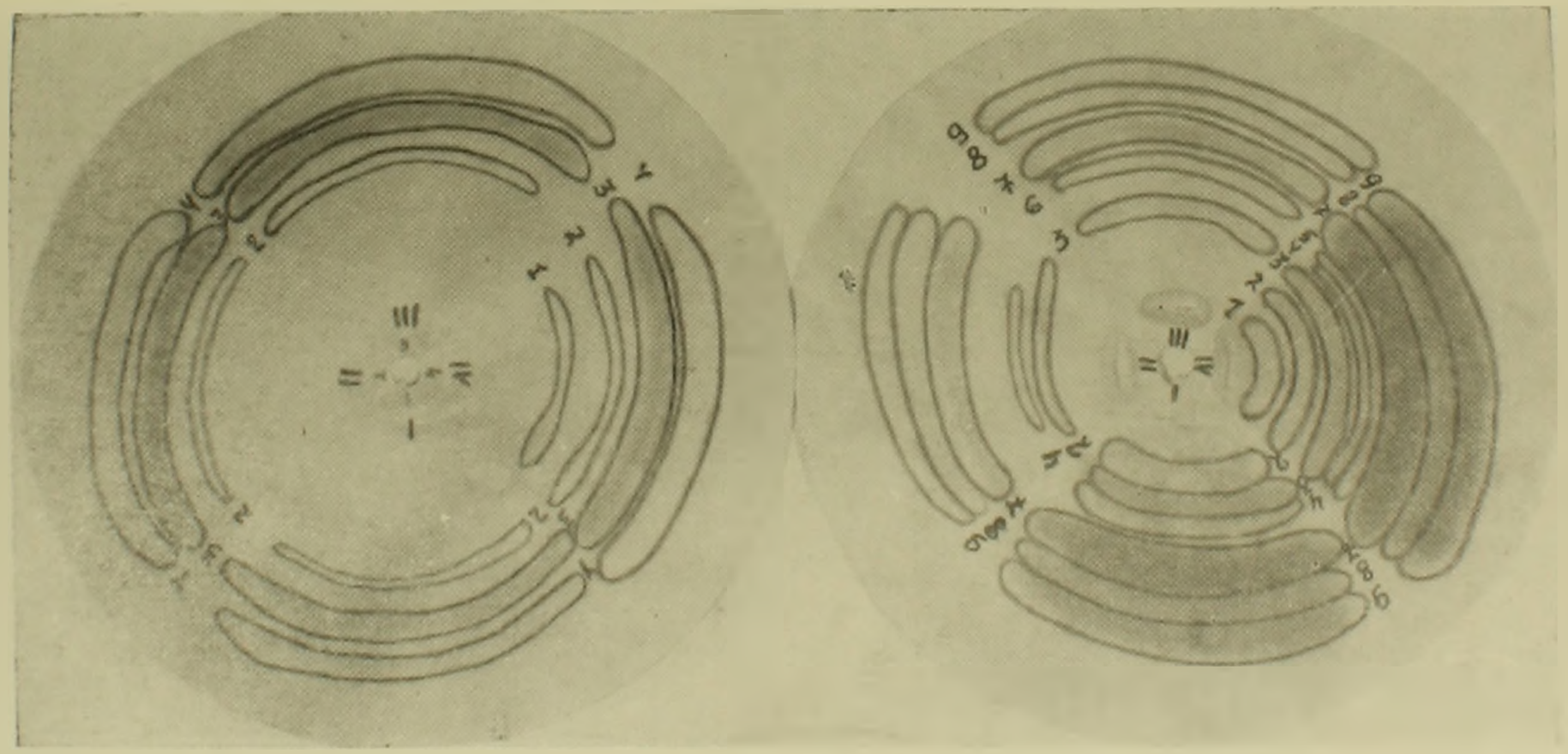
*Մեր այս հաղորդման մեջ բերվում են համապատասխան տվյալներ զարգացման տարբեր փուլերում գտնվող խրիզանթեմների մոտ ազատ և կապված ածխաջրատների որակական և քանակական (մոտավոր) փոփոխության վերաբերյալ։*

*Բերված խրոմատոգրամաները պարզ կերպով ցույց են տալիս, որ բույսերի ծաղկմանը նախորդում է նրանց վեգետատիվ օրգաններում ազատ և կապված ածխաջրատների կազմի արմատական փոփոխություն։ Ըստ որում առաջին հերթին նկատվում է շաքարների ընդհանուր կազմի քանակական ավելացում։ Այսպես, օրինակ, եթե վեգետացիայի փուլում տերևներում հայտնաբերվում են 6 տեսակի ածխաջրատներ, ապա վերջիններիս քանակը ծաղկման փուլում հասնում է 10-ի։ Ծաղկումից հետո բոլոր այս շաքարները տեղափոխվում են դեպի արմատները, նպաստելով արմատային շիկերի առաջացման։ Խրիզանթեմը, ինչպես հայտնի է, բնական պայմաններում բազմանում է միայն այս եղանակով։ Այս բոլոր տվյալները վերջին հաշվով ցույց են տալիս, որ բույսերի ծաղկումը կապված է ոչ թե ծաղկման հորմոնների հետ, որոնց մինչև օրս չեն հայտնաբերել, այլ խորը նյութափոխանակության հետ, նույն թվում և նոր տիպի ամինոթթուների և ածխաջրատների հետ, որոնք առաջանում են տերևներում (իսկ ամինոթթուները միաժամանակ և արմատներում) օպտիմալ ֆոտոպերիոդների ազդեցության պայմաններուն։*

### ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

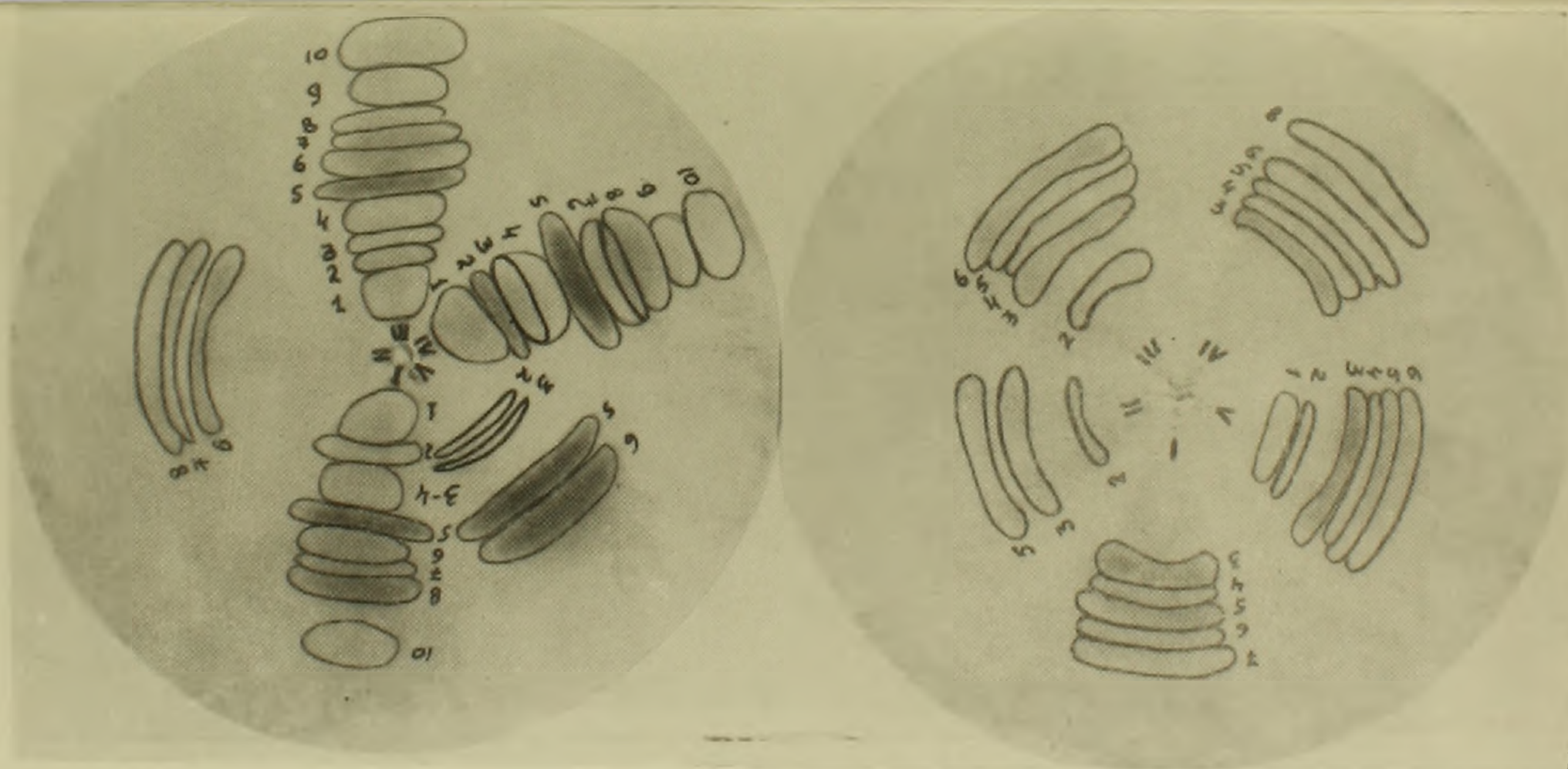
[1] *В. О. Казарян, Э. С. Авунджян* и *К. А. Карапетян*, ДАН АрмССР, XXIX 5 (1959). [2] *В. О. Казарян, Э. С. Авунджян* и *А. К Карапетян*, ДАН АрмССР, т. XXIX, № 4, 1959. [3] *В. О. Казарян* и *Н. В. Белагезян*, ДАН СССР, 103,2 (1955). [4] *В. О. Казарян* и *Э. С. Авунджян*, ДАН АрмССР, XX, 4(1955).

[illegible]



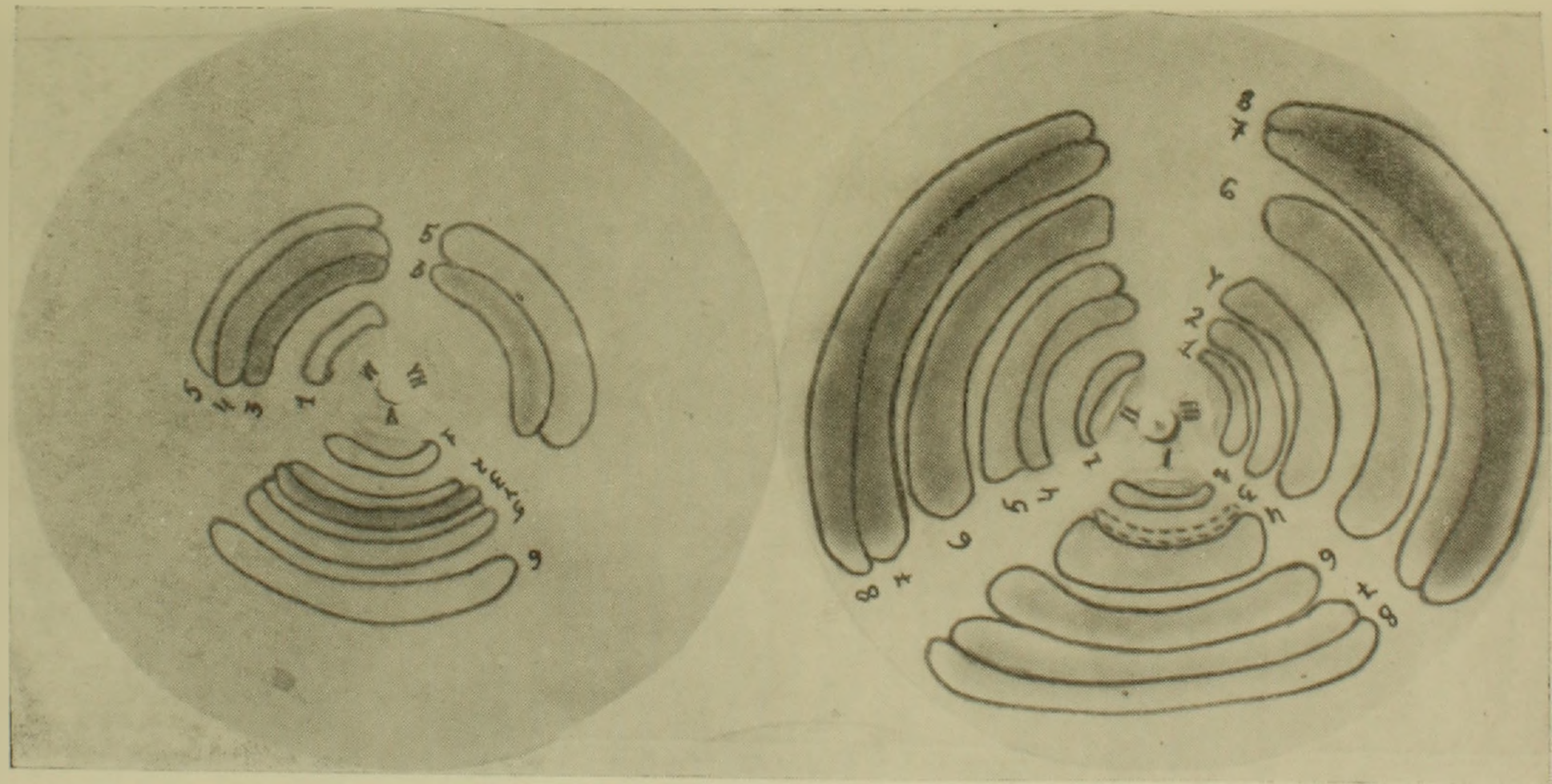
а б

Фиг. 1. Хроматограмма углеводов в разных органах хризантемы в фазе вегетативного роста.
I—почки роста; II—листья; III—корни; IV—стебель.
а) Хроматограмма свободных углеводов. *1*—мальтоза; *2*—сахароза; *3*—глюкоза; *4*—фруктоза.
б) Хроматограмма гидролиза полисахаридов. *1,2*—урановые кислоты; *3*—неидентифицированный углевод; *4*—галактоза; *5*—глюкоза; *6*—сорбоза; *7*—ксилоза; *8*—рибоза; *9*—рамноза.



а б

Фиг. 2. Хроматограмма углеводов в разных органах хризантемы в фазе цветения.
I—лепестки; II—цветоложе; III—стебель; IV—листья; V—корни.
а) Хроматограмма свободных углеводов. *1*—олигосахариды; *2*—мальтоза; *3*—сахароза; *4*—галактоза; *5*—глюкоза; *6*—фруктоза; *7*—ксилоза; *8*—рибоза, *9*—рамноза; *10*—неидентифицированная кетоза.
б) Хроматограмма гидролизата полисахаридов. *1, 2*—уроновые кислоты; *3*—глюкоза; *4*—фруктоза; *5*—ксилоза; *6*—арабиноза; *7*—рибоза; *8*—рамноза.



а б

Фиг. 3. Хроматограмма углеводов в разных органах хризантемы в фазе отцветания.
V—листья; VI—корни; VII—стебель.

а) Хроматограмма свободных углеводов. *1*—мальтоза; *2*—галактоза; *3*—глюкоза; *4*—фруктоза; *5*—ксилоза; *6*—рамноза.

б) Хроматограмма гидролизата полисахаридов. *1*, *2*—уроновые кислоты; *3*—галактоза; *4*—глюкоза; *5*—ксилоза; *6*—арабиноза; *7*—рибоза; *8*—рамноза.