

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XXV, № 4

1957

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹԻԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս,
Ա. Լ. ԹԱԽՏԱԶՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ,
Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս
(պատ. խմբագիր), Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Լ. ՄՆԶՈՒ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ,
ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Խ. ՋԲԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՐ
ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի տեղակալ):

Редакционная коллегия

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

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Մարեմատիկա

Ի. Ս. Սարգսյան—*ըստ Շրեդինգերի օպերատորի սեփական ֆունկցիաների զիֆերենցված վերլուծության զուգամիտությունը հարթության վրա* 163

Գրունտների մեխանիկա

Ս. Ռ. Մեսյան—*Սեղմման դեպքում կապակցված զրունտների սողքի դեֆորմացիաների համար վերադրման օրենքի հարցի շուրջը* 171

Առաձգականության տեսություն

Բ. Լ. Լեբուհամյան և Մ. Մ. Մունուկյան—*Առաձգականության տեսության հարթ խնդրի լուծումը ուղղանկյան համար, երբ հայտնի են տեղափոխությունները եզրերի վրա* 177

Աստրոֆիզիկա

Վ. Հ. Համբարձումյան, աղաղեմիկոս, և Ռ. Կ. Շահբազյան—*Բազմադրականության և ռադիոգալակտիկաները. Հաղորդում I* 185

Գեոֆիզիկա

Շ. Ս. Հովհաննիսյան—*Գրավիտացիոն զաշտերի բաժանման մի փորձի մասին* 193

Ագրոբիմիա

Բ. Ն. Ասովաժուրյան—*Հայաստանի նախալեռնային դոտու կիսաանապատային քարքարոտ հողերում կալիումի ռեժիմի մասին* 197

Դեղագործական քիմիա

Ա. Լ. Մնջոյան, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս և Վ. Գ. Աֆրիկյան—*Հետազոտություններ ֆուրանի ածանցյալների ընագավառում. Հաղորդում XV* 201

Ա. Լ. Մնջոյան, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Գ. Տ. Թադևոսյան, Ս. Գ. Աղբալյան և Ն. Մ. Դիվանյան—*Հետազոտություններ ֆուրանի ածանցյալների ընագավառում. Հաղորդում XVI* 207

Քիմիական տեխնոլոգիա

Ա. Մ. Գասպարյան և Ա. Ա. Զամինյան—*Մասնիկների կաշկանդված անկման փորձերի մեթոդի մի քանի հարցերի մասին* 213

Երկրաբանություն

Է. Գ. Մալխասյան—*Տվյալներ Մավի ինտրուզիայի բացարձակ հասակի մասին* 219

Ջրային ֆիզիոլոգիա

Վ. Հ. Ղազարյան և Ն. Վ. Բալազյոզյան—*Արմատակալված կարոններին առնչված բույսերի կենսունակության հարցի մասին* 221

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Математика	
И. С. Саргсян—Сходимость дифференцированного разложения по собственным функциям оператора Шредингера на плоскости	163
Механика грунтов	
С. Р. Месчян—К вопросу о законе наложения для деформации ползучести связных грунтов при сжатии	171
Теория упругости	
Б. Л. Абрамян и М. М. Манукян—Решение плоской задачи теории упругости для прямоугольника в перемещениях	177
Астрофизика	
В. А. Амбарцумян, академик, и Р. К. Шахбазян—Кратные галактики и радиогалактики. Сообщение II	185
Геофизика	
Ш. С. Оганисян—Об одном опыте разделения гравитационных полей . .	193
Агрохимия	
Б. Н. Аствацатрян—О режиме калия в полупустынных каменистых почвах предгорной зоны Армении	197
Фармацевтическая химия	
А. Л. Мнджоян, академик АН АрмССР, и В. Г. Африкян—Исследование в области производных фурана. Сообщение XV	201
А. Л. Мнджоян, академик АН АрмССР, Г. Т. Татевосян, С. Г. Агбалян и Н. М. Диванян—Исследование в области производных фурана. Сообщение XVI	207
Химическая технология	
А. М. Гаспарян и А. А. Заминян—Некоторые вопросы стесненного падения частиц и методики эксперимента	213
Геология	
Э. Г. Малхасян—Данные об абсолютном возрасте Цавского интрузива .	219
Физиология растений	
В. О. Казарян и Н. В. Балагезян—К вопросу о жизненности растений, полученных из укорененных черенков	221

ՍՈՎԵՏԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՔԱՌԱՍՈՒՆ ՏԱՐԻՆ

Հսկայական և անթիվ են Հոկտեմբերյան սոցիալիստական Մեծ ռևոլյուցիայի հետևանքները: Չկա կյանքի ոչ մի բնագավառ, որի վրա այն արմատապես և լճոտական կերպով ազդած չլինի: Կոմունիստական պարտիայի և Սովետական կառավարության ղեկավարությամբ, ամբողջ ժողովրդի լարված աշխատանքի շնորհիվ, քառասուն տարվա ընթացքում նախկին Ռուսական կայսրությունը փոխարկված է նոր տիպի պետության, համախմբված, բաղմազդ Սովետական Սոցիալիստական Ռեսպուբլիկաների Միության, ժողովուրդների համերաշխ սոցիալիստական ընտանիքի:

Մարդկության պատմության մեջ իր հետևանքներով ու խորությամբ չտեսնված սոցիալական ռևոլյուցիային ուղեկցում էր կտրուկ բեկումը երկրի կուլտուրական կյանքի բոլոր ասպարեզներում: Սովետական իշխանության գոյության հենց առաջին ամիսներից դիտահետազոտական աշխատանքը Կոմունիստական պարտիայի և Սովետական կառավարության կողմից առաջները շտեմնված աջակցություն դտավ: Գիտությունը մեր երկրում սկսեց ծառայել ժողովրդի շահերին:

Ողջ սովետական ժողովուրդը պարծանքով է խոսում Սովետական գիտության վերջին ժամանակներում ունեցած խոշոր նվաճումների մասին: Այդ նվաճումներն են՝ աշխարհում առաջին ատոմային էլեկտրակայանի կառուցումը մեր երկրում, առաջին ռեակտիվ մարդատար ինքնաթիռի ստեղծումը, միջմայրցամաքային հզոր հրթիռի ստեղծման, աշխատանքի հաջող ավարտումը և, վերջապես, երկրի առաջին և երկրորդ արհեստական արբանյակների ուղեծիր դուրս բերելը:

Մեր մեծ երկրի եղբայրական ռեսպուբլիկաների գիտնականների հետ միասին, խոշոր հաջողություններ են ձեռք բերել նաև Սովետական Հայաստանի գիտնականները: Մի ռեսպուբլիկա, որը ռևոլյուցիայից առաջ ոչ մի գիտական ինստիտուտ չուներ, այժմ կարող է պարծենալ իր բազմաթիվ գիտահետազոտական հիմնարկներով, որոնք մշակում են բազմաթիվ կարևոր պրոբլեմներ ու թեմաներ՝ կապված մեր երկրի ժողովրդական տնտեսության, կուլտուրայի և գիտության զարգացման հետ: Հայաստանում գիտական մտքի կենտրոնը Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիան է, որը ստեղծվել է 1943 թվականին ՍՍՌՄ Գիտությունների ակադեմիայի Հայկական ֆիլիալի բազայի վրա:

Հայաստանում նախկինում չի հրատարակվել և ոչ մի գիտական պարբերական հանդես և միայն Հոկտեմբերյան ռևոլյուցիայից հետո սկսեցին հրատարակվել գիտական պարբերական հանդեսներ գիտության տարբեր բնագավառների ուղղությամբ: Այդ հանդեսների թիվը հետզհետե աճում է: Միայն



Հայաստանի Գիտությունների ակադեմիան այժմ հրատարակում է յոթ պարբերական հանդեսներ՝ Հայկական ՍՍԽ Գիտությունների ակադեմիայի Ձեռնարկները, Հայկական ՍՍԽ Գիտությունների Ակադեմիայի Տեղեկագրերը՝ հասարակական, բիոլոգիական և գյուղատնտեսական, ֆիզիկո-մաթեմատիկական, տեխնիկական, գեոլոգիական և աշխարհագրական ու քիմիական գիտությունների գծով: Լիարժեք գիտական բարձր մակարդակ ունեցող պարբերական հանդեսների հրատարակումը պետք է դառնա Հայաստանի գիտնականների խոշոր հաջողությունների շարքը:

Առաջիկա հնդամյակներում գիտական պարբերական հանդեսների դերն ավելի է մեծանալու: Նրանց միջոցով է, որ գիտությունը պետք է ավելի սերտորոշական կապ ստեղծի լայն մասսաների հետ: Մեր ռեսպուբլիկայի գիտական աշխատողների պարտքն է ավելի բարձր գիտական մակարդակի հասցնել այդ հանդեսները և նրանց ավելի լավ ծառայեցնել իրենց նպատակին:

Հայկական ՍՍԽ գիտական հիմնարկներն ու գիտնականները մշտական և սերտ կապ են պահպանում ինչպես եղբայրական Միութենական ռեսպուբլիկաների, այնպես էլ արտասահմանյան երկրների, մասնավորապես ժողովրդական դեմոկրատիայի երկրների գիտական շատ կենտրոնների հետ:

Ոչ մի տարակույս չկա, որ գիտությունը Սովետական Հայաստանում զնալով ավելի ու ավելի կծաղկի:

МАТЕМАТИКА

И. С. Саргсян

Сходимость дифференцированного разложения по собственным функциям оператора Шредингера на плоскости

(Представлено М. М. Джрбашяном 7.VII.1957)

1. Постановка вопроса. Обозначим через $q(x)$ действительную непрерывную функцию, определенную в некоторой конечной области D двухмерного пространства Эвклида E_2 . Через Γ обозначим границу области D .

Рассмотрим следующую задачу на собственные значения:

$$\Delta u + \{ \lambda - q(x) \} u = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0. \quad (2)$$

Обозначим через $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, \dots$ собственные значения задачи (1)—(2) и через $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \dots, \varphi_n(x), \dots$ (x —точка пространства E_2)—соответствующие собственные функции. Так как по предположению функция $q(x)$ ограничена, то, не нарушая общности рассуждений, мы можем предполагать, что спектр задачи (1)—(2) не отрицателен.

Пусть $f(x) \in L_2(D)$. Положим

$$c_n = \int_{(D)} f(x) \varphi_n(x) dx$$

и рассмотрим ряд

$$f(x) \sim \sum_{n=1}^{\infty} c_n \varphi_n(x). \quad (3)$$

В настоящей работе изучается вопрос о дифференцировании ряда (3). Аналогичный вопрос в трехмерном пространстве и для оператора Лапласа изучен Б. М. Левитаном ⁽¹⁾. Основной результат для уравнения (1) и оператора Лапласа один и тот же и заключается в том, что каждое дифференцирование ряда (1) повышает порядок суммирования по М. Риссу на единицу. Этот результат имеет место и для одномерного случая, который исследован нами ⁽²⁾. Оказывается, что, кроме теорем суммирования по М. Риссу производных разложений по собственным функциям оператора Шредингера функций с интегрируемым квадратом, имеет место и теорема сходимости дифференцированных разложений, если только разлагаемая функция удов-

летворяет некоторым дополнительным условиям. Цель настоящей работы доказать именно такую теорему. Утверждается, что справедлива теорема: пусть функция $f(x)$ в области D имеет вторые частные производные, причем $\Delta f - q(x)f \in L_2(D)$ и пусть $f(x)$ удовлетворяет краевому условию (2). Предположим, что в окрестности внутренней (по отношению к D) точки x_0 функция $q(x)$ имеет ограниченные частные производные первого порядка, а функция $f(x)$ — ограниченные частные производные второго порядка. Тогда

$$\lim_{\mu \rightarrow x} \sum_{\mu_n < \mu} c_n \left. \frac{\partial \varphi_n(x)}{\partial x_i} \right|_{x=x_0} = \left. \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \right|_{x=x_0}, \quad (i=1, 2), \quad (\mu_n^2 = \lambda_n). \quad (4)$$

Если условия дифференцируемости, наложенные на $q(x)$ и $f(x)$, выполнены в некоторой замкнутой области d , целиком содержащейся внутри D , то равенство (4) имеет место равномерно в d^* .

Основными вспомогательными средствами в доказательстве этой теоремы являются тауберова теорема для интегралов Фурье и метод Б. М. Левитана.

Необходимо сделать некоторые замечания о принятых в работе обозначениях. Буквами $x, \xi, \eta, \dots$ мы обозначаем точки двумерного пространства с координатами (x_1, x_2) (ξ_1, ξ_2) , $(\eta_1, \eta_2), \dots$. Через $x + \xi$ обозначается точка с координатами $(x_1 + \xi_1, x_2 + \xi_2)$, через $|x|$ — расстояние точки x до начала координат, аналогично для $|\xi|, |\eta|$. Буквой C обозначается константа, не обязательно одна и та же.

2. Вывод вспомогательных формул. Рассмотрим следующую задачу Коши:

$$\Delta u - q(x)u = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad (5)$$

$$u(x, 0) = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = f(x). \quad (6)$$

Если в уравнении (5) функция $q(x) \equiv 0$, то решение задачи (5)—(6) дается формулой (см. (3), стр. 158):

$$u_0(x, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{r < t} \int \frac{f(x + \xi)}{\sqrt{t^2 - r^2}} d\xi, \quad (7)$$

где $r = |\xi|$.

Рассмотрим неоднородную задачу:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \Delta u = g(x, t). \quad (8)$$

$$u(x, 0) = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = 0. \quad (9)$$

* В трехмерном случае теорема доказана Б. М. Левитаном (5).

Решение этой задачи дается формулой (см. (3), стр. 159):

$$u(x, t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^t d\tau \iint_{r < \tau} \frac{g(x + \xi, t - \tau)}{\sqrt{\tau^2 - r^2}} d\xi, \quad (r = |\xi|). \quad (10)$$

Перепишем уравнение (1) в виде:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \Delta u = -q(x) u. \quad (1')$$

Рассматривая в последнем уравнении правую часть как известную функцию и применяя формулы (7) и (10), получим следующее интегральное уравнение, которое эквивалентно задаче (1)–(2):

$$u(x, t) = u_0(x, t) - \frac{1}{2\pi} \int_0^t d\tau \iint_{r < \tau} \frac{q(x + \xi) u(x + \xi, t - \tau)}{\sqrt{\tau^2 - r^2}} d\xi. \quad (11)$$

Пусть $u_0(x, t)$ определяется по формуле (7) и пусть

$$u_n(x, t) = \frac{(-1)^n}{2\pi} \int_0^t d\tau \iint_{r < \tau} \frac{q(x + \xi) u_{n-1}(x + \xi, t - \tau)}{\sqrt{\tau^2 - r^2}} d\xi. \quad (12)$$

Тогда

$$u(x, t) = u_0(x, t) + u_1(x, t) + \dots = u_0(x, t) + v(x, t) \quad (13)$$

есть решение задачи (1)–(2). Легко видеть, что решение $\tilde{u}(x, t)$ задачи:

$$\Delta \tilde{u} - q(x) \tilde{u} = \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial t^2}, \quad (1')$$

$$\tilde{u}(x, 0) = f(x), \quad \left. \frac{\partial \tilde{u}}{\partial t} \right|_{t=0} = 0 \quad (2')$$

дается в виде

$$\tilde{u}(x, t) = \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = \frac{\partial u_0(x, t)}{\partial t} + \frac{\partial v(x, t)}{\partial t}. \quad (14)$$

В дальнейшем нам понадобится оценка для

$$\frac{\partial \tilde{u}(x, t)}{\partial x_i}, \quad (i = 1, 2)$$

при $t \rightarrow 0$ в предположении, что $f(x)$ в окрестности точки x имеет ограниченные частные производные первого и второго порядков, а $q(x)$ —ограниченные частные производные первого порядка. Мы имеем, в силу (14),

$$\frac{\partial \tilde{u}(x, t)}{\partial x_i} = \frac{\partial^2 u_0(x, t)}{\partial x_i \partial t} + \frac{\partial^2 v(x, t)}{\partial x_i \partial t}.$$

Далее, из формулы (7) следует

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u_0(x, t)}{\partial x_i \partial t} &= \frac{1}{2\pi} \iint_{r < 1} \frac{\partial f(x + t\eta)}{\partial x_i} \cdot \frac{\partial \eta_i}{\sqrt{1-r^2}} + \\ &+ \frac{t}{2\pi} \iint_{r < 1} \sum_{j=1}^n \eta_j \frac{\partial^2 f(x + t\eta)}{\partial x_i \partial x_j} \cdot \frac{d\eta}{\sqrt{1-r^2}}. \end{aligned} \quad (15)$$

Так как по условию $\partial f / \partial x_i$ имеют ограниченные первые частные производные, то из теоремы о конечном приращении следует, что при $t \rightarrow 0$

$$\frac{\partial f(x + t\eta)}{\partial x_i} = \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} + O(t).$$

Отсюда и из (15) следует

$$\frac{\partial^2 u_0(x, t)}{\partial x_i \partial t} = \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} + \varphi(x, t), \quad (16)$$

причем при $t \rightarrow 0$

$$\varphi(x, t) = O(t).$$

Далее, из определения функции $v(x, t)$, формул (12) и (16) следует, что при $t \rightarrow 0$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x_i \partial t} = O(t^2). \quad (17)$$

Из формулы (14) и оценок (16) и (17) следует важная в дальнейшем оценка

$$\frac{\partial \tilde{u}(x, t)}{\partial x_i} = \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} + \psi(x, t), \quad (18)$$

причем при $t \rightarrow 0$

$$\psi(x, t) = O(t).$$

3. Доказательство теоремы. В настоящем пункте, используя результаты предыдущего пункта, мы докажем теорему, сформулированную в первом пункте. Пусть функции $f(x)$ и $q(x)$ удовлетворяют условиям теоремы. Обозначим через $\{c_n\}$ коэффициенты Фурье функции $f(x)$ относительно системы собственных функций задачи (1)–(2). Пусть x внутренняя точка области D и ε настолько мал, что сфера с центром в точке x и радиуса ε целиком лежит внутри D . Решая задачу Коши (1)–(2') для $t \leq \varepsilon$ вначале по формуле (14), а затем по методу Фурье и приравнявая эти два решения, получим

$$\frac{\partial u_0(x, t)}{\partial t} + \frac{\partial v(x, t)}{\partial t} = \sum_{n=1}^{\infty} c_n \varphi_n(x) \cos \mu_n t, \quad (19)$$

причем функции $u_0(x, t)$ и $v(x, t)$ определены по формулам (7) и (13). Пусть функция $g_1(t)$ удовлетворяет следующим условиям:

1. $g_1(t) = g_1(-t)$, т. е. чётна.

2. $g_1(t)$ обращается в нуль вне интервала $(-\varepsilon, \varepsilon)$.

3. $g_1(t)$ имеет непрерывную производную.

Помножим обе части тождества (19) на $g_1(t)$ и интегрируем по t от 0 до ε . Тогда получим

$$\int_0^\varepsilon \psi_1(\mu) d_\mu S(x, \mu) = \int_0^\varepsilon \left[\frac{\partial u_0(x, t)}{\partial t} + \frac{\partial v(x, t)}{\partial t} \right] g_1(t) dt, \quad (20)$$

где

$$\psi_1(\mu) = \int_0^\mu g_1(t) \cos \mu t dt, \quad S(x, \mu) = \sum_{\mu_n < \mu} c_n \varphi_n(x). \quad (21)$$

Так как по предположению функции $f(x)$ и $q(x)$ удовлетворяют условиям теоремы, то справедливо равенство (18) и, следовательно, тождество (20) после дифференцирования по x_i может быть записано в виде:

$$\int_0^\varepsilon \psi_1(\mu) d_\mu \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x_i} = \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \int_0^\varepsilon g_1(t) dt + \int_0^\varepsilon \psi(x, t) g_1(t) dt. \quad (22)$$

Так как

$$g_1(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \psi_1(\mu) \cos \mu t d\mu,$$

то

$$\int_0^1 g_1(t) dt = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \psi_1(\mu) \frac{\sin \mu}{\mu} d\mu. \quad (23)$$

Далее, из равенства Парсеваля следует, что

$$\int_0^1 \psi(x, t) g_1(t) dt = \int_0^\varepsilon \psi_1(\mu) d_\mu \beta_1(x, \mu), \quad (24)$$

где

$$\beta_1(x, \mu) = \frac{2}{\pi} \int_0^\mu \beta(x, \nu) d\nu, \quad \beta(x, \nu) = \int_0^1 \psi(x, t) \cos \nu t dt. \quad (25)$$

Пользуясь (23) и (24), можно (22) записать в виде

$$\int_0^\varepsilon \psi_1(\mu) d_\mu R(x, \mu) = 0 \quad (0 < \varepsilon < 1). \quad (26)$$

где

$$R(x, \mu) = \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x_i} - \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} - \frac{2}{\pi} \int_0^\mu \frac{\sin \nu}{\nu} d\nu - \beta_1(x, \mu). \quad (27)$$

По условию $L(f) = \Delta f - q(x)f \in L_2(D)$ и $f(x)$ удовлетворяет условию (2). Тогда, применяя тождество Грина, мы получим

$$c_n = \frac{d_n}{\mu_n^2},$$

где

$$d_n = \int_{(D)} L(f) \varphi_n(x) dx.$$

Далее, справедлива следующая лемма, доказательство которой мы не приводим:

Лемма. Пусть d подобласть области D , содержащейся строго внутри D . Существует константа $C = C(d)$ такая, что для $a \rightarrow \infty$ и $x \in d$ справедлива оценка

$$\sum_{a < \mu_n < a+1} \left[\frac{\partial \varphi_n(x)}{\partial x_i} \right]^2 < Ca^3.$$

Мы имеем

$$\frac{a+1}{a} V \left\{ \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x_i} \right\} = \sum_{a < \mu_n < a+1} |c_n| \left| \frac{\partial \varphi_n(x)}{\partial x_i} \right| \leq \frac{1}{a^2} \sum_{a < \mu_n < a+1} |d_n| \left| \frac{\partial \varphi_n(x)}{\partial x_i} \right|.$$

Применяя неравенство Коши-Буняковского, в силу леммы отсюда получим

$$\frac{a+1}{a} V \left\{ \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x_i} \right\} = o(1), \quad (i = 1, 2). \quad (28)$$

Тогда из (25), (28) и (27) следует оценка

$$\frac{a+1}{a} V \{ R(x, \mu) \} = o(1).$$

Поэтому из теоремы 1.4.2 работы [4] следует, что

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} R(x, \mu) = 0. \quad (29)$$

Далее,

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \frac{2}{\pi} \int_0^{\mu} \frac{\sin v}{v} dv = 1. \quad (30)$$

Покажем, что

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \beta_1(x, \mu) = 0. \quad (31)$$

В самом деле,

$$\beta_1(x, \mu) = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \psi(x, t) \frac{\sin \mu t}{t} dt. \quad (32)$$

Равенство (31) следует из (32) в силу леммы Римана—Лебега на основании (18).

Из равенств (27), (30) и (31) следует

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \frac{\partial S(x, \mu)}{\partial x_i} = \frac{\partial f(x)}{\partial x_i}, \quad (i = 1, 2)$$

в каждой точке x , в окрестности которой функции $f(x)$ и $q(x)$ удовлетворяют условиям теоремы. Теорема доказана.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ի. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

**Հստ Շրեդինգերի օպերատորի սեփական ֆունկցիաների
զիֆերենցված վերլուծության գուգամիտությունը հարրության վրա**

Դիտարկենք հետևյալ խնդիրը՝

$$\Delta u + (\lambda - q(x)) u = 0. \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0, \quad (2)$$

որտեղ $q(x)$ ֆունկցիան հարթության D վերջավոր տիրույթում որոշված անընդհատ իրական ֆունկցիա է, իսկ Γ -ն D տիրույթի եզրագիծն է: $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, \dots$ նշանակենք (1)–(2) խնդրի սեփական արժեքները, իսկ $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \dots, \varphi_n(x), \dots$ — համապատասխան սեփական ֆունկցիաները:

Դիցուք $f(x) \in L_2(D)$: նշանակենք

$$c_n = \int_{(D)} f(x) \varphi_n(x) dx.$$

Ապացուցվում է հետևյալ թեորեմը՝

Իկցուք $f(x)$ ֆունկցիան D տիրույթում ունի երկրորդ կարգի մասնական ածանցյալներ, քստ որում $\Delta f - q(x)f \in L_2(D)$, և բավարարում է (2) պայմանին: Ենթադրենք D տիրույթի ներքին x_0 կետի շրջակայքում $q(x)$ ֆունկցիան ունի սահմանափակ ժառանգական կարգի մասնական ածանցյալներ, իսկ $f(x)$ -ը՝ սահմանափակ երկրորդ կարգի մասնական ածանցյալներ: Այդ դեպքում

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \sum_{\mu_n < \mu} c_n \frac{\partial \varphi_n(x)}{\partial x_i} \Big|_{x=x_0} = \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \Big|_{x=x_0}, \quad (i=1, 2), \quad (\mu_n^2 = \lambda_n). \quad (3)$$

Երե $f(x)$ և $q(x)$ ֆունկցիաների վրա դրված զիֆերենցելիության պայմանները բավարարում են ամբողջովին D -ին պատկանող d փակ տիրույթում, ապա (3) հավասարությունը տեղի ունի d -ում հավասարաչափ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Б. М. Левитан, Математический сборник, том 39 (81):1, 37—50 (1956).
- ² И. С. Саргсян, Известия АН СССР, серия матем., том 21, 263—282 (1957).
- ³ Р. Курант и Д. Гильберт, Методы математической физики, том II, М.-Л., Гостехиздат, 1951.
- ⁴ Б. М. Левитан, Математический сборник, том 35 (77):2, 267—316 (1954).
- ⁵ Б. М. Левитан, Математический сборник (1957), (в печати).

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

С. Р. Месчян

К вопросу о законе наложения для деформации ползучести
 связных грунтов при сжатии

(Представлено Н. Х. Арутюняном 8. VI. 1957)

Закон наложения для деформации ползучести материала является одним из основных предпосылок теории ползучести (^{1, 2}). Для определения возможности применения указанной теории к связным грунтам (³) при их сжатии в условиях отсутствия бокового расширения, наряду с экспериментальной проверкой других предпосылок (^{4, 5, 6}), необходима экспериментальная проверка закона наложения для деформации ползучести грунтов.

Закон наложения в теории ползучести применяется для перехода от деформаций ползучести, определенных при постоянных напряжениях, к определению деформаций ползучести при переменных напряжениях. Сущность закона наложения для деформации ползучести непосредственно вытекает из основного интегрального уравнения теории ползучести (¹), которое получено из условия непрерывного роста напряжения. Если, для простоты, непрерывный рост напряжений, для материала, обладающего свойством старения, заменить ступенчатым нагружением, то при линейной и нелинейной ползучести закон наложения для деформации ползучести можно выразить выражениями вида (1) и (2):

$$I_n(t) = P_0(\tau_0) C(t, \tau_0) + P_1(\tau_1) C(t, \tau_1) + \dots + P_n(\tau_n) C(t, \tau_n) \quad (1)$$

$$I_n(t) = F[P_0(\tau_0)] C(t, \tau_0) + F[P_1(\tau_1)] C(t, \tau_1) + \dots + F[P_n(\tau_n)] C(t, \tau_n) \quad (2)$$

$$\text{где } (1): \quad C(t, \tau) = \varphi(\tau) [1 - e^{-\lambda(t-\tau)}] \quad (3)$$

$$\varphi(\tau) = C_0 + \frac{A_0}{\tau} \quad (4)$$

$F[P]$ — функция напряжений, определенная из экспериментов (⁶);

P — приращение напряжений;

τ — момент приложения нагрузки, который соответствует данному возрасту материала;

t — момент времени, для которого определяется деформация;
 C_0 , A_0 и γ — параметры.

Из выражений (1) и (2) следует, что деформация ползучести от ступенчатого нагружения к моменту времени t (фиг. 1, а и 1, б) может быть определена суммированием деформаций ползучести, полученных при испытании образцов материала постоянными единичными нагрузками в возрастах, соответствующих его возрасту в моменты приложения нагрузок (фиг. 1, в), т. е. для проверки справедливости закона наложения необходимо сопоставить кривую деформации ползучести от ступенчатого нагружения с кривой деформаций ползучести, определенной суммированием приращений деформации от приращения напряжений. А это, в свою очередь, значит, что для выполнения экспериментальной проверки справедливости закона наложения необходимо экспериментально определить кривые деформации ползучести, соответствующие разным „возрастам“ материала (фиг. 1, в).

Рассмотрим методику определения деформации ползучести связанного грунта в разных состояниях его физико-механических свойств.

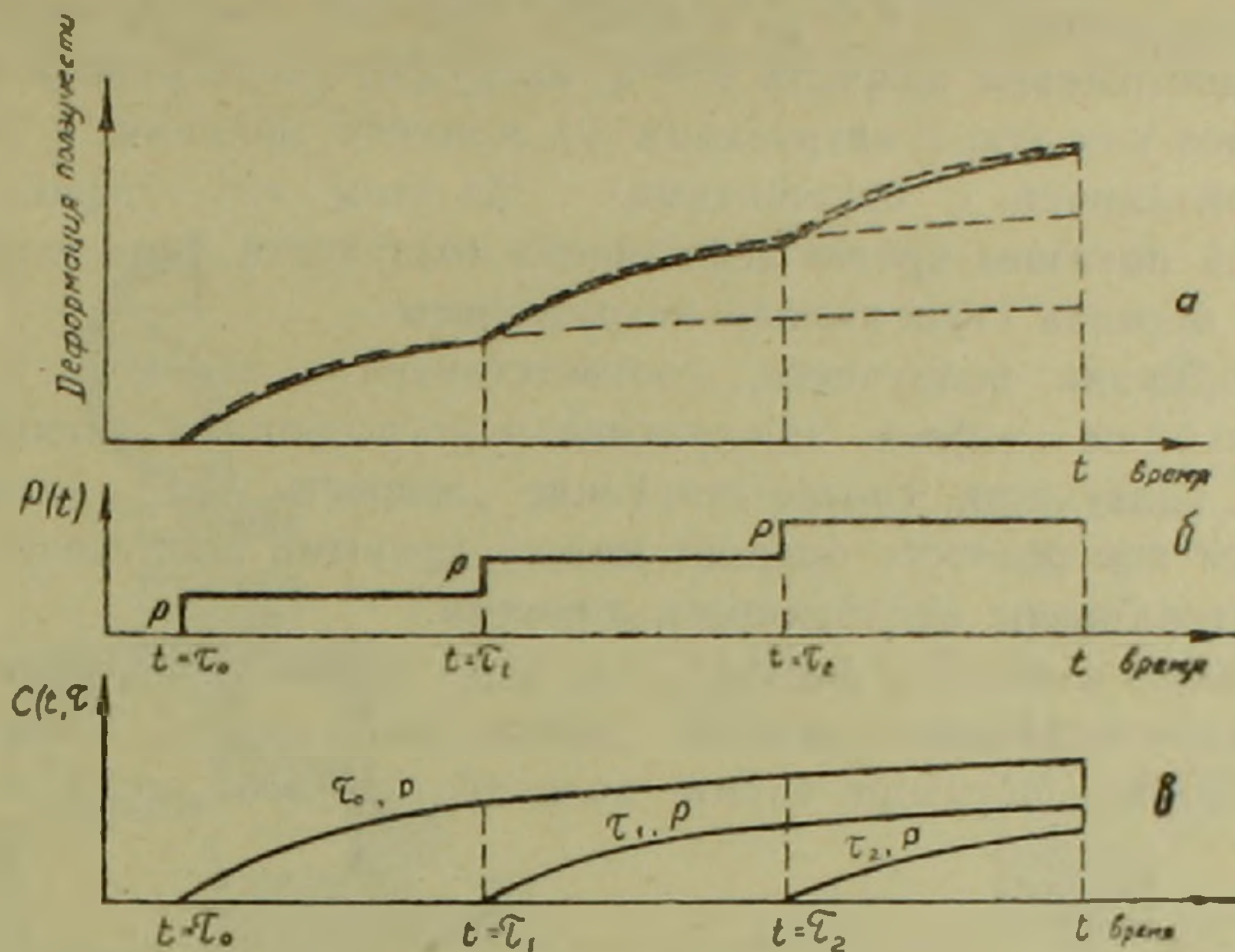
Известно, что, при приложении внешней нагрузки к образцу грунта, он в каждый момент времени приобретает определенные физико-механические свойства, отличные от свойств, соответствующих предыдущим моментам времени, как за счет уплотнения, так и за счет протекания внутренних физико-химических процессов⁽⁷⁾. Способность грунта изменять свои физико-механические свойства по указанным выше причинам, по аналогии со старением бетона, названо нами⁽⁴⁾ „старением“ грунта. При этом, конечно, надо иметь в виду то обстоятельство, что старение бетона обусловлено только его внутренними физико-химическими процессами, протекающими в течение времени, тогда как „старение“ грунта обусловлено как его уплотнением, так и протеканием внутренних физико-химических процессов в течение времени.

В связи с вышеизложенным, отметим, что, если для исследования влияния возраста бетона на его ползучесть обычно изготавливаются образцы-близнецы, которые выдерживаются некоторое время без нагрузки и после достижения требуемого возраста подвергаются испытанию, то ясно, что для исследования деформации ползучести грунта в разных его возрастах этого недостаточно. Для исследования влияния „возраста“ грунта на его ползучесть надо считаться как с фактором протекания внутренних физико-химических процессов, так и его уплотнением в течение времени.

В целях достижения полного соответствия между физико-механическими свойствами ступенчато-нагруженного образца в моменты приложения ступеней нагрузок с физико-механическими свойствами образцов, подлежащих исследованию в возрастах, соответствующих моментам приложения ступеней нагрузок, мы воспользовались методикой, изложенной ниже.

Для исследования деформации ползучести грунта $C(t, \tau_0)$, соответствующей „возрасту“ $t = \tau_0$ (фиг. 1, а), достаточно было изготовить

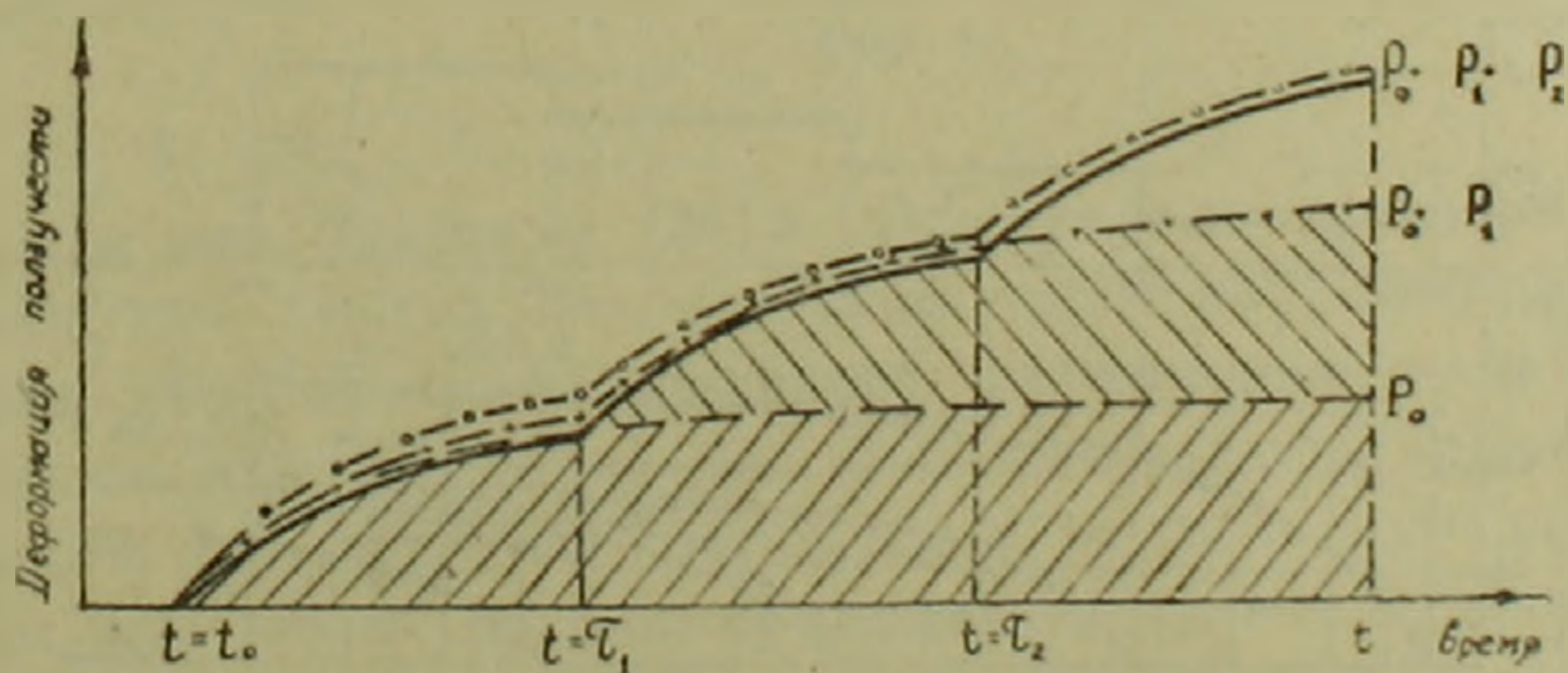
образец-близнец, обладающий физико-механическими свойствами ступенчато-нагруженного образца в момент приложения первой ступени нагрузки (фиг. 1, а и 1, б), и нагрузить постоянной единичной нагрузкой



Фиг. 1.

P и выдержать до момента времени t . Для исследования деформации ползучести грунта, соответствующей „возрасту“ грунта в момент приложения некоторой ступени нагрузки, готовили образец-близнец, обладающий физико-механическими свойствами („возрастом“) ступенчато-нагруженного образца в момент приложения первой ступени нагрузки и уплотняли точно так, как был уплотнен ступенчато-нагруженный образец при достижении интересующего нас возраста.

Порядок нагружения образцов-близнецов показан на фиг. 2.



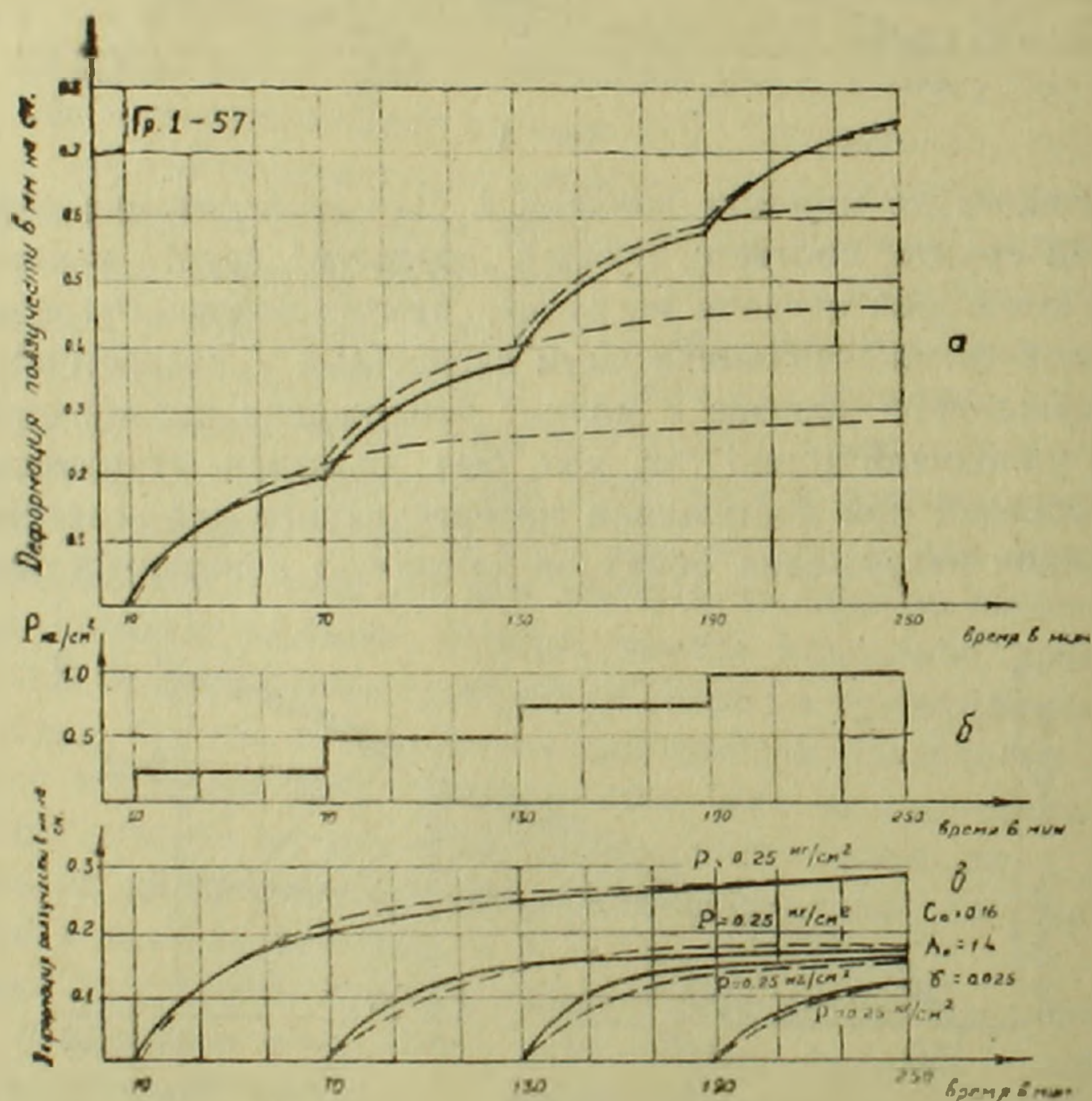
Фиг. 2.

В соответствии с вышеизложенным для испытания образца грунта в „возрасте“ $t = \tau_0$ (фиг. 2) необходимо образец-близнец нагрузить нагрузкой P_0 в указанном возрасте и выдержать под нагрузкой до момента времени t (показано пунктиром). Для испытания образца в „возрасте“ $t = \tau_1$ другой образец-близнец в „возрасте“ $t = \tau_0$ нагружается нагрузкой P_0 и, после достижения „возраста“ $t = \tau_1$, нагрузкой P_1 и

выдерживается под ними до момента времени t (показано пунктирной линией с крестиками). И, наконец, для приведения третьего образца-близнеца в „возраст“ $t = \tau_2$ он сперва уплотняется нагрузкой P_0 , приложенной в „возрасте“ $t = \tau_0$, в момент времени $t = \tau_1$ — нагрузкой P_1 и после достижения возраста $t = \tau_2$ нагружается нагрузкой P_2 и выдерживается под этими нагрузками до момента времени t (показано пунктирной линией с кружочками). На этом же графике сплошной линией показана кривая деформации ползучести, определенная испытанием образца ступенчатым нагружением.

Деформации ползучести, соответствующие возрасту $t = \tau_0$, на указанном выше графике заштрихованы восходящими линиями, а деформации ползучести, соответствующие „возрасту“ $t = \tau_1$, которые определяются как разность ординат между кривыми ползучести $(P + P_1)$ и P_0 , заштрихованы нисходящими линиями.

Из вышесказанного следует, что, если кривые деформации ползучести, соответствующие разным „возрастам“ грунта, определяются после доведения образцов грунта до необходимого „возраста“ уплот-

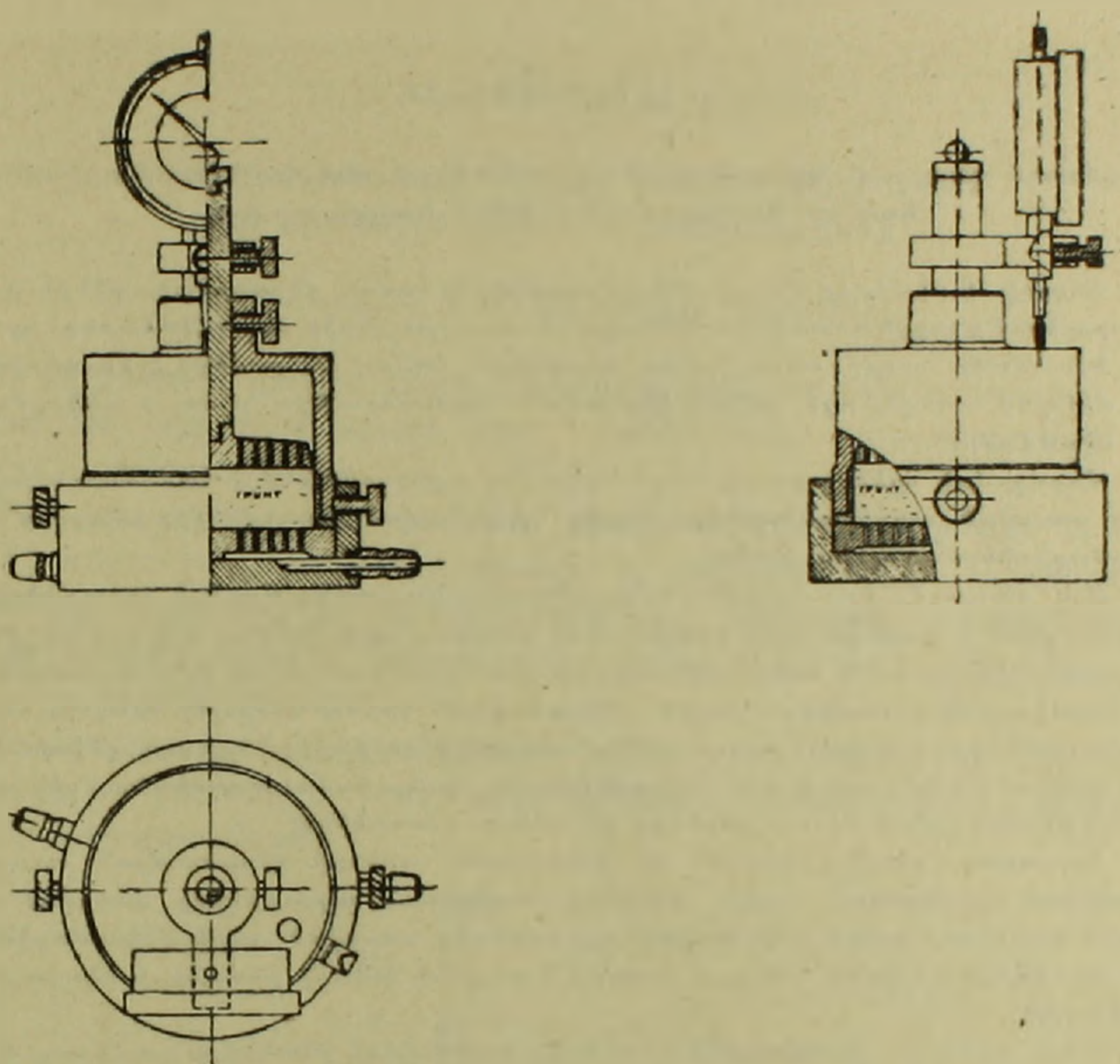


Фиг. 3.

нением путем их ступенчатого нагружения, то ясно, что расхождение между кривой, построенной путем суммирования элементарных приращений деформаций от приращений напряжений, и кривой, определенной ступенчатым нагружением образца, будет в пределах точности параллельных испытаний образцов-близнецов.

Следовательно, весь вопрос перехода от деформации ползучести при постоянных нагрузках к определению деформации ползучести при переменных нагрузках сводится к описанию семейства кривых ползучести грунта (⁴), определенных в разных его возрастах, от точности которого и зависит точность указанного перехода.

На фиг. 3,в для примера приведено описание семейства кривых



Фиг. 4.

ползучести зависимостями (3) и (4), определенных приведенным выше способом, при сжатии шенгавитской глины нарушенной структуры в условиях невозможности бокового расширения в приборах нашей конструкции (фиг. 4), а на фиг. 3,а сопоставлена кривая деформации ползучести, определенная ступенчатым нагружением равными ступенями по $0,25 \text{ кг/см}^2$ (сплошная линия) с кривой деформации ползучести, определенной по зависимостям (1), (3) и (4) при соответствующем подборе параметров γ_0 , C_0 и A_0 .

Кривые эти дают довольно хорошее совпадение.

Следует отметить, что приведенный выше способ исследования образцов грунта в разных его возрастах путем испытания нескольких образцов-близнецов диктовался необходимостью исключения влияния

предыдущих ступеней нагрузок. однако, если деформации ползучести от предыдущих нагрузок успевают затухать за период выдерживания образца под предыдущими ступенями, или же это влияние незначительное, то без большой погрешности указанные выше определения можно будет выполнить испытанием только одного образца⁽⁴⁾.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ռ. ՄԵՍՉԻԱՆ

Սեղմման ղեպրում կապակցված գրունտների սողքի ղեֆորմացիաների համար վերադրման օրենքի հարցի շուրջը

Հայտնի է (1,2), որ սողքի ղեֆորմացիաների համար վերադրման օրենքն իրենից ներկայացնում է սողքի տեսության հիմնական նախադրյալներից մեկը: Հետևաբար, գրունտների նկատմամբ սողքի տեսությունը կիրառելու համար անհրաժեշտ է էքսպերիմենտների միջոցով ստուգել այդ օրենքի կիրառման հնարավորությունը սողքի ղեֆորմացիաների նկատմամբ:

Վերադրման օրենքը սողքի տեսության մեջ օգտագործվում է հաստատուն լարումներից ստացված սողքի ղեֆորմացիաներից՝ փոփոխական լարումներից ստացվող սողքի ղեֆորմացիաներն որոշելու համար:

Այն ղեպքում, երբ նյութն ունի «ծերացման» հատկություն և լարումների աճը պատկերացված է աստիճանաձև, դժային և ոչ դժային սողքի համար, այդ օրենքը կարելի է ներկայացնել (1) և (2) առնչություններով: Դա նշանակում է, որ նմուշի աստիճանաձև բեռնավորումից ստացված սողքի ղեֆորմացիան կարելի է որոշել միավոր, հաստատուն լարումներից ստացված սողքի ղեֆորմացիաների գումարից, երբ այդ ղեֆորմացիաներն որոշված են նմուշների այն «հասակներում», որոնք համապատասխանում են աստիճանաձև բեռնավորված նմուշի բեռները կիրառելու «հասակին»:

Հոգվածում ցույց է տրված, որ վերադրման օրենքի կիրառության ստուգումը կապակցված գրունտների համար, այսինքն հաստատուն լարումներից ստացված սողքի ղեֆորմացիաներից ղեպի փոփոխական լարումներից ստացված սողքի ղեֆորմացիաների անցումն, վերջին հաշվով հանդում է սողքի ծերացման կորերի ընտանիքի նկարագրման հարցին (4):

Մեկ օրինակի վրա ցույց է տրված, որ այդ կորերի ընտանիքը բավարար ճշտությամբ նկարագրվում է սողքի տեսության (3) և (1) առնչություններով: Ցույց է տրված նաև, որ (1), (3) և (4) առնչություններով կառուցված տեսական կորը փոքր չափով է տարբերվում աստիճանաձև բեռնավորումից ստացված սողքի ղեֆորմացիաների էքսպերիմենտալ կորից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- 1 Н. Х. Арутюнян, Некоторые вопросы теории ползучести, Изд. технико-теоретич. лит., М., 1952. 2 П. И. Васильев, Изв. ВНИИГ, т. 49, 1953. 3 В. А. Флорин, Изв. АН СССР, ОТН, № 6, 1953. 4 С. Р. Месчян, ДАН АрмССР, т. XXI, № 2 (1955). 5 С. Р. Месчян, ДАН АрмССР, т. XXIII, № 3 (1956). 6 С. Р. Месчян, ДАН АрмССР, т. XXIV, № 2 (1957). 7 С. Р. Месчян, ДАН АрмССР, т. XXIII, № 2 (1956).

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Б. Л. Абрамян и М. М. Манукян

Решение плоской задачи теории упругости
для прямоугольника в перемещениях

(Представлено Н. Х. Арутюняном 5.VII.1957)

В настоящей работе рассматривается плоская задача теории упругости для прямоугольника при произвольных перемещениях на кромках прямоугольника.

Решение этой задачи, как это имело место в плоской задаче теории упругости для прямоугольника в напряжениях (^{1, 2}), сводится к решению бесконечных систем линейных уравнений. Доказывается, что полученная система вполне регулярна и имеет ограниченные сверху свободные члены.

Как известно, в плоской задаче теории упругости, при плоском напряженном состоянии тела, перемещения удовлетворяют следующим уравнениям Ляме:

$$\begin{aligned} (\lambda' + \mu) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \mu \Delta^2 u &= 0, \\ (\lambda' + \mu) \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \mu \Delta^2 v &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$\lambda' = \frac{2\mu\lambda}{\lambda + \mu}, \quad (2)$$

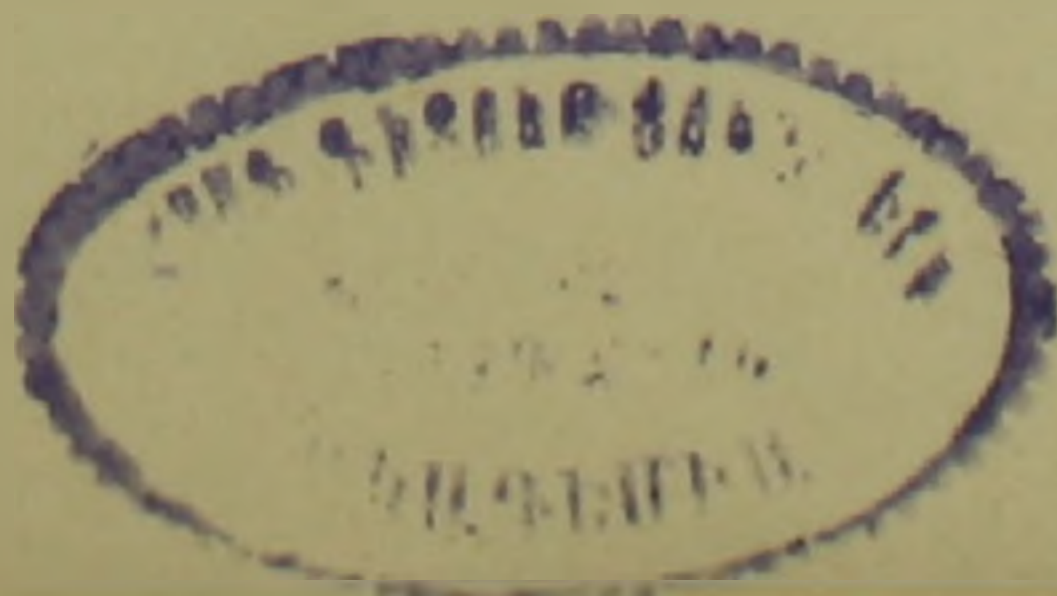
μ, λ — коэффициенты Ляме,

u и v — перемещения по направлению осей ox и oy ,

$$\Delta^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}.$$

Напряжения определяются формулами:

$$\begin{aligned} \sigma_x(x, y) &= (\lambda' + 2\mu) \frac{\partial u}{\partial x} + \lambda' \frac{\partial v}{\partial y}, \\ \sigma_y(x, y) &= \lambda' \frac{\partial u}{\partial x} + (\lambda' + 2\mu) \frac{\partial v}{\partial y}, \end{aligned} \quad (3)$$



$$\tau_{xy}(x, y) = \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right).$$

Решения для уравнений (1) ищем в виде

$$\begin{aligned} u(x, y) = & -ay + b + \sum_{k=1}^{\infty} \cos \alpha_k x [A_k^{(1)} \operatorname{ch} \alpha_k y + B_k^{(1)} \operatorname{sh} \alpha_k y + \\ & + \alpha_k y (C_k^{(1)} \operatorname{ch} \alpha_k y + D_k^{(1)} \operatorname{sh} \alpha_k y)] + \sum_{k=1}^{\infty} \sin \beta_k y \left[\left(B_k^{(2)} - \frac{\lambda' + 3\mu}{\lambda' + \mu} C_k^{(2)} \right) \operatorname{sh} \beta_k x + \right. \\ & \left. + \left(A_k^{(2)} - \frac{\lambda' + 3\mu}{\lambda' + \mu} D_k^{(2)} \right) \operatorname{sh} \beta_k x + \beta_k x (D_k^{(2)} \operatorname{ch} \beta_k x + C_k^{(2)} \operatorname{sh} \beta_k x) \right]; \\ v(x, y) = & ax + c + \sum_{k=1}^{\infty} \cos \beta_k y [A_k^{(2)} \operatorname{ch} \beta_k x + B_k^{(2)} \operatorname{sh} \beta_k x + \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} & + \beta_k x (C_k^{(2)} \operatorname{ch} \beta_k x + D_k^{(2)} \operatorname{sh} \beta_k x)] + \sum_{k=1}^{\infty} \sin \alpha_k x \left[\left(B_k^{(1)} - \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{\lambda' + 3\mu}{\lambda' + \mu} C_k^{(1)} \right) \operatorname{ch} \alpha_k y + \left(A_k^{(1)} - \frac{\lambda' + 3\mu}{\lambda' + \mu} D_k^{(1)} \right) \sin \alpha_k y + \alpha_k y (D_k^{(1)} \operatorname{ch} \alpha_k y + \right. \\ & \left. + C_k^{(1)} \operatorname{sh} \alpha_k y) \right], \end{aligned}$$

где

$$\alpha_k = \frac{k\pi}{l}, \quad \beta_k = \frac{k\pi}{h}, \quad (5)$$

a, b, c — постоянные, l — длина прямоугольника, а h — высота.

Полагаем, что перемещения на краях прямоугольника заданы произвольным образом.

$$\begin{aligned} u(0, y) = f_1(y) \quad u(l, y) = f_3(y) \\ v(0, y) = f_2(y) \quad v(l, y) = f_4(y) \\ u(x, 0) = f_5(x) \quad u(x, h) = f_7(x) \\ v(x, 0) = f_6(x) \quad v(x, h) = f_8(x), \end{aligned} \quad \begin{aligned} & (0 < y < h) \\ & (0 < x < l) \end{aligned} \quad (6)$$

где функции f_i — кусочно-непрерывны и имеют ограниченное изменение в соответствующих интервалах.

Представляя функции f_i в виде рядов Фурье, получим условия:

$$\begin{aligned} u(0, y) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin \beta_k y, \\ v(0, y) = \frac{b_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \cos \beta_k y, \end{aligned} \quad (7)$$

$$u(l, y) = \sum_{k=1}^{\infty} h_k \sin \beta_k y, \quad (0 < y < h)$$

$$v(l, y) = \frac{g_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} g_k \cos \beta_k y,$$

$$u(x, 0) = \frac{c_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \cos \alpha_k x,$$

$$v(x, 0) = \sum_{k=1}^{\infty} d_k \sin \alpha_k x, \quad (8)$$

$$u(x, h) = \frac{l_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} l_k \cos \alpha_k x, \quad (0 < x < l)$$

$$v(x, h) = \sum_{k=1}^{\infty} f_k \sin \alpha_k x.$$

Удовлетворив условиям (7) и (8) для определения неизвестных коэффициентов интегрирования, входящих в выражения (4), получим ряд соотношений.

Из этих соотношений коэффициенты a, b, c и $A_k^{(i)}$ ($i = 1, 2$) определяются непосредственно

$$a = b = c = 0, \quad A_k^{(1)} = c_k, \quad A_k^{(2)} = b_k, \quad (9)$$

коэффициенты $B_k^{(i)}$ из этих соотношений выражаются через коэффициенты $C_k^{(i)}$ и $D_k^{(i)}$, а для определения этих последних получается совокупность из четырех бесконечных систем линейных уравнений.

Введя новые неизвестные

$$D_p^{(1)} + C_p^{(1)} \operatorname{cth} \frac{\alpha_p h}{2} = \frac{h}{\operatorname{sh} \alpha_p h} \operatorname{cth} \frac{\alpha_p h}{2} \cdot X_p^{(1)}, \quad (10)$$

$$D_p^{(1)} + C_p^{(1)} \operatorname{th} \frac{\alpha_p h}{2} = \frac{h}{\operatorname{sh} \alpha_p h} \operatorname{th} \frac{\alpha_p h}{2} \cdot Y_p^{(1)}.$$

$$D_p^{(2)} + C_p^{(2)} \operatorname{cth} \frac{\beta_p l}{2} = \frac{l}{\operatorname{sh} \beta_p l} \operatorname{cth} \frac{\beta_p l}{2} \cdot X_p^{(2)}, \quad (11)$$

$$D_p^{(2)} + C_p^{(2)} \operatorname{th} \frac{\beta_p l}{2} = \frac{l}{\operatorname{sh} \beta_p l} \operatorname{th} \frac{\beta_p l}{2} \cdot Y_p^{(2)},$$

эту совокупность приведем к виду

$$\begin{aligned}
Y_p^{(2)} &= \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} a_{pk}^{(1)} X_k^{(1)} + \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} b_{pk}^{(1)} Y_k^{(1)} + N_p^{(2)}, \\
X_p^{(2)} &= \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} c_{pk}^{(1)} X_k^{(1)} + \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} d_{pk}^{(1)} Y_k^{(1)} + M_p^{(2)} \\
Y_p^{(1)} &= \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} a_{pk}^{(2)} X_k^{(2)} + \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} b_{pk}^{(2)} Y_k^{(2)} + N_p^{(1)} \\
X_p^{(1)} &= \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} c_{pk}^{(2)} X_k^{(2)} + \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} d_{pk}^{(2)} Y_k^{(2)} + M_p^{(1)}
\end{aligned}
\tag{12}$$

($p = 1, 2, \dots$)

где

$$\begin{aligned}
a_{pk}^{(1)} &= \frac{4 \beta_p^2}{h \psi_p^{(2)}} [1 + (-1)^p] \frac{\alpha_k}{(\alpha_k^2 + \beta_p^2)^2}, \\
b_{pk}^{(1)} &= \frac{4 \beta_p^{(2)}}{h \psi_p^{(2)}} [1 + (-1)^{p+1}] \frac{\alpha_k}{(\alpha_k^2 + \beta_p^2)^2}, \\
a_{pk}^{(2)} &= \frac{4 \alpha_p^2}{l \psi_p^{(1)}} [1 + (-1)^p] \frac{\beta_k}{(\beta_k^2 + \alpha_p^2)^2}, \\
b_{pk}^{(2)} &= \frac{4 \alpha_p^2}{l \psi_p^{(1)}} [1 + (-1)^{p+1}] \frac{\beta_k}{(\beta_k^2 + \alpha_p^2)^2}, \\
c_{pk}^{(1)} &= \frac{4 \beta_p^2}{h \varphi_p^{(2)}} [1 + (-1)^p] \frac{\alpha_k}{(\alpha_k^2 + \beta_p^2)^2}, \\
d_{pk}^{(1)} &= \frac{4 \beta_p^2}{h \varphi_p^{(2)}} [1 + (-1)^{p+1}] \frac{\alpha_k}{(\alpha_k^2 + \beta_p^2)^2}, \\
c_{pk}^{(2)} &= \frac{4 \alpha_p^2}{l \varphi_p^{(1)}} [1 + (-1)^p] \frac{\beta_k}{(\beta_k^2 + \alpha_p^2)^2}, \\
d_{pk}^{(2)} &= \frac{4 \alpha_p^2}{l \varphi_p^{(1)}} [1 + (-1)^{p+1}] \frac{\beta_k}{(\beta_k^2 + \alpha_p^2)^2},
\end{aligned}
\tag{13}$$

($k = 1, 3, \dots$)
($p = 1, 2, \dots$)

$$\begin{aligned}
\varphi_p^{(1)} &= \frac{h}{l} \left(N + \frac{\alpha_p h}{\operatorname{sh} \alpha_p h} \right) \operatorname{cth} \frac{\alpha_p h}{2}, \\
\varphi_p^{(2)} &= \frac{l}{h} \left(N + \frac{\beta_p l}{\operatorname{sh} \beta_p l} \right) \operatorname{cth} \frac{\beta_p l}{2}, \\
\psi_p^{(1)} &= \frac{h}{l} \left(N - \frac{\alpha_p h}{\operatorname{sh} \alpha_p h} \right) \operatorname{th} \frac{\alpha_p h}{2}, \\
\psi_p^{(2)} &= \frac{l}{h} \left(N - \frac{\beta_p l}{\operatorname{sh} \beta_p l} \right) \operatorname{th} \frac{\beta_p l}{2}.
\end{aligned}
\tag{14}$$

($p = 1, 2, \dots$)

$$N = \frac{\lambda' + 3\mu}{\lambda' + \mu}. \quad (16)$$

$$\left. \begin{aligned} N_p^{(2)} &= -\frac{\beta_p}{\psi_p^{(2)}} \left\{ (a_p - h_p) + (g_p + b_p) \operatorname{th} \frac{\beta_p l}{3} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{4\beta_p}{h} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} [c_k + (-1)^{p+1} e_k] \frac{1}{\alpha_k^2 + \beta_p^2} \right\}, \\ M_p^{(2)} &= -\frac{\beta_p}{\varphi_p^{(2)}} \left\{ (a_p + h_p) - (g_p - b_p) \operatorname{cth} \frac{\beta_p l}{2} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{4\beta_p}{h} \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} [c_k + (-1)^{p+1} e_k] \frac{1}{\alpha_k^2 + \beta_p^2} \right\}, \\ N_p^{(1)} &= -\frac{\alpha_p}{\psi_p^{(1)}} \left\{ (d_p - f_p) + (e_p + c_p) \operatorname{th} \frac{\alpha_p h}{2} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{4\alpha_p}{l} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} [b_k + (-1)^{p+1} g_k] \frac{1}{\beta_k^2 + \alpha_p^2} \right\}, \\ M_p^{(1)} &= -\frac{\alpha_p}{\varphi_p^{(1)}} \left\{ (d_p + f_p) - (e_p - c_p) \operatorname{cth} \frac{\alpha_p h}{2} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{4\alpha_p}{l} \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} [b_k + (-1)^{p+1} g_k] \frac{1}{\beta_k^2 + \alpha_p^2} \right\}. \end{aligned} \right\} \quad (p = 1, 2, \dots) \quad (17)$$

Легко заметить, что системы (12) разбиваются на четыре совокупности, причем в каждую совокупность войдут две системы:

$$\left. \begin{aligned} Y_p^{(2)} &= \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} b_{pk}^{(1)} Y_k^{(1)} + N_p^{(2)}, \\ Y_p^{(1)} &= \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} b_{pk}^{(2)} Y_k^{(2)} + N_p^{(1)}, \end{aligned} \right\} \quad (p = 1, 3, \dots) \quad (18)$$

$$Y_p^{(2)} = \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} a_{pk}^{(1)} X_k^{(1)} + N_p^{(2)}, \quad (p = 2, 4, \dots)$$

$$X_p^{(1)} = \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} d_{pk}^{(2)} Y_k^{(2)} + M_p^{(1)}, \quad (p = 1, 3, \dots) \quad (19)$$

$$X_p^{(2)} = \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} d_{pk}^{(1)} Y_k^{(1)} + M_p^{(2)}, \quad (p = 1, 3, \dots)$$

$$Y_p^{(1)} = \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} a_{pk}^{(1)} X_k^{(2)} + N_p^{(2)}, \quad (p=2,4,\dots) \quad (20)$$

$$\left. \begin{aligned} X_p^{(2)} &= \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} c_{pk}^{(1)} X_k^{(1)} + M_p^{(2)}, \\ X_p^{(1)} &= \sum_{k=2,4,\dots}^{\infty} c_{pk}^{(2)} X_k^{(2)} + M_p^{(1)}. \end{aligned} \right\} \quad (p=2,4,\dots) \quad (21)$$

Каждую из совокупностей (18) — (21) можно написать в виде одной системы

$$F_m = \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} F_n + B_m, \quad (m=1,2,\dots). \quad (22)$$

Например, чтобы системы (18) привести к виду (22), нужно вывести обозначения

$$\left. \begin{aligned} F_{2i-1} &= Y_{2i-1}^{(2)}, \quad B_{2i-1} = N_{2i-1}^{(2)}, \\ F_{2i} &= Y_{2i-1}^{(1)}, \quad B_{2i} = N_{2i-1}^{(1)}, \end{aligned} \right\} \quad (i=1,2,\dots)$$

$$\left. \begin{aligned} A_{2i-1, 2q} &= b_{2i-1, 2q-1}^{(1)}, \quad A_{2i-1, 2q-1} = 0, \\ A_{2i, 2q-1} &= b_{2i-1, 2q-1}^{(2)}, \quad A_{2i, 2q} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (i, q=1,2,\dots). \quad (23)$$

Аналогичные обозначения вводятся также и для остальных систем.

Пользуясь обозначениями (13)—(17) и (23) для каждой совокупности в отдельности, покажем, что система (22) вполне регулярна.

Для совокупности (18) при четных m имеем:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} |A_{2i, n}| &= \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} |b_{pk}^{(1)}| = \frac{8 \beta_p^2}{h \psi_p^{(2)}} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \frac{\alpha_k}{(\alpha_k^2 + \beta_p^2)^2} \leq \\ &\leq \frac{\sqrt{1 - \frac{\beta_p l}{\operatorname{sh} \beta_p l}}}{N - \frac{\beta_p l}{\operatorname{sh} \beta_p l}} < \frac{1}{\sqrt{N^2 - 1}}. \end{aligned} \quad (24)$$

При этом использованы значения рядов:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \frac{1}{(\alpha_k^2 + \beta_p^2)^2} &= \frac{l}{8 \beta_p^3} \operatorname{th} \frac{\beta_p l}{2} \cdot \left(1 + \frac{\beta_p l}{\operatorname{sh} \beta_p l}\right), \\ \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \frac{\alpha_k^2}{(\alpha_k^2 + \beta_p^2)^2} &= \frac{l}{8 \beta_p} \operatorname{th} \frac{\beta_p l}{2} \cdot \left(1 + \frac{\beta_p l}{\operatorname{sh} \beta_p l}\right), \end{aligned} \quad (25)$$

и неравенство

$$\sum_i a_i b_i \leq \sqrt{\sum_i a_i^2 \cdot \sum_i b_i^2}.$$

Аналогично, при нечетных m , получаем:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} |A_{2l-1, n}| &= \sum_{k=1, 3, \dots}^{\infty} |b_{pk}^{(2)}| \leq \\ &\leq \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{\alpha_p h}{\operatorname{sh} \alpha_p h} \right)^2}}{N - \frac{\alpha_p h}{\operatorname{sh} \alpha_p h}} < \frac{1}{\sqrt{N^2 - 1}}. \end{aligned} \quad (26)$$

Таким же путем для других совокупностей (19) — (21) найдем

$$\sum_{k=1, 3, \dots}^{\infty} |a_{pk}^{(1)}| < \frac{1}{\sqrt{N^2 - 1}}, \quad (27)$$

$$\sum_{k=2, 4, \dots}^{\infty} |d_{pk}^{(2)}| < \frac{1}{N}, \quad (28)$$

$$\sum_{k=2, 4, \dots}^{\infty} |d_{pk}^{(1)}| < \frac{1}{N}, \quad (29)$$

$$\sum_{k=1, 3, \dots}^{\infty} |a_{pk}^{(2)}| < \frac{1}{\sqrt{N^2 - 1}}, \quad (30)$$

$$\sum_{k=2, 4, \dots}^{\infty} |c_{pk}^{(1)}| < \frac{1}{N}, \quad (31)$$

$$\sum_{k=2, 4, \dots}^{\infty} |c_{pk}^{(2)}| < \frac{1}{N}. \quad (32)$$

При этом использованы значения рядов

$$\sum_{k=2, 4, \dots}^{\infty} \frac{1}{(\beta_k^2 + \alpha_p^2)^2} = \frac{h}{8 \alpha_p^3} \left[\operatorname{cth} \frac{\alpha_p h}{2} \left(1 + \frac{\alpha_p h}{\operatorname{sh} \alpha_p h} \right) - \frac{4}{\alpha_p h} \right], \quad (33)$$

$$\sum_{k=2, 4, \dots}^{\infty} \frac{\beta_k^2}{(\beta_k^2 + \alpha_p^2)^2} = \frac{h}{8 \alpha_p} \operatorname{cth} \frac{\alpha_p h}{2} \left(1 - \frac{\alpha_p h}{\operatorname{sh} \alpha_p h} \right).$$

При плоском напряженном состоянии всегда $N^2 > 2$, следовательно $\frac{1}{N}$ и $\frac{1}{\sqrt{N^2 - 1}}$ будут меньше единицы и все системы (18) — (21) будут вполне регулярными.

Свободные члены систем этих совокупностей ограничены сверху. Это обстоятельство позволяет пользоваться теорией регулярных систем линейных уравнений и оценить неизвестные коэффициенты с любой точностью, а с помощью этих оценок определяются верхние и нижние границы для перемещений и напряжений.

Полученным результатом можно пользоваться и при плоской деформации, только в этом случае следует во всех соотношениях заменить λ' через λ .

Для этого случая $N = 3 - 4\nu$ и система (22) может быть регулярной и вполне регулярной, если $\nu \leq 0,367$, однако это ограничение не строгое, оно может быть снято, если пользоваться лучшими оценками.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Բ. Լ. ԱԲՐԱՆՍՅԱՆ ԵՎ Մ. Մ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

Առաձգականության տեսության հարթ խնդրի լուծումը ուղղանկյուն համար, երբ հայտնի են տեղափոխությունները եզրերի վրա

Հոդվածում քննարկվում է առաձգականության տեսության հարթ խնդիրը ուղղանկյան համար, երբ ուղղանկյան եզրերն արտաքին ուժերի ազդեցության տակ ձևափոխվում են տված օրենքով:

Խնդրի լուծումը բերվում է դժային հավասարումների անվերջ սխտեմի լուծմանը: Ապացուցվում է, որ ստացված սխտեմը լիովին կանոնավոր է և ունի վերևից սահմանափակված ազատ անդամներ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Б. Л. Абрамян, ДАН АрмССР, т. XXI, № 5 (1955). ² Б. Л. Абрамян, ПММ, том XXI, вып. 1 (1957).

АСТРОФИЗИКА

В. А. Амбарцумян, академик, и Р. К. Шахбазян

Кратные галактики и радиогалактики

Сообщение II. Голубые выбросы и спутники эллиптических галактик

(Представлено 15. VIII. 1957)

Существенной особенностью радиогалактики Virgo A (M 87=NGC 4486) является наличие струи, исходящей из ее центра и содержащей три заметных сгущения. Поляриметрические наблюдения В. Бааде ⁽¹⁾ позволили установить, что излучение этих сгущений в значительной мере поляризовано. Это означает, что оно имеет нетепловое происхождение. Согласно М. Л. Хьюмасону ⁽²⁾ и Р. Минковскому ⁽³⁾ спектр сгущений является непрерывным. Все это позволяет думать, что механизм излучения в данном случае аналогичен механизму непрерывной эмиссии в Крабовидной туманности. Эта эмиссия, как известно, объясняется, обычно, как тормозное излучение релятивистских электронов в магнитном поле (синхротронное излучение). Поэтому возможно, что непрерывный спектр сгущений в NGC 4486 происходит от релятивистских электронов. Однако в настоящей статье мы считаем правильным не вводить никаких предположений о механизме излучения и говорить просто о явлении непрерывной эмиссии, подразумевая, что речь идет об эмиссии, имеющей нетепловую природу.

Встает вопрос, нет ли других галактик, в которых наблюдались бы струи со сгущениями, дающими непрерывную эмиссию. Если вспомнить, что упомянутые сгущения в NGC 4486 доступны только крупным инструментам и обуславливают сравнительно слабый контраст на общем фоне рассматриваемой галактики, а также, если учесть, что поиски следует вести среди более отдаленных галактик, поскольку более близкие объекты сразу обнаружили бы себя как интенсивные радиоисточники, задача обнаружения галактик с подобными сгущениями представляется крайне трудной.

Однако нам с самого начала казалось, что могут быть объекты, в которых сгущения рассматриваемого вида могут достигать гораздо более крупных размеров и более высокой светимости. Если это так, то представлялось интересным изучить возможность исполь-

зования карт звездного атласа Паломарской обсерватории для поисков подобных объектов.

Однако на этом пути встречаются большие препятствия. Сгущения в NGC 4486 находятся столь близко к центру этой галактики и в столь яркой ее области, что соответствующие области в других галактиках обычно бывают на картах атласа передержаны. Кроме того, если бы даже не было передержки, то у более отдаленных галактик, вследствие малости масштаба карт, указанные сгущения сливались бы с центральным ядром. Даже если бы подобное сгущение было бы обнаружено, то всегда оставалась бы вероятность, что мы видим сквозь данную галактику некоторую более отдаленную галактику, обладающую малым угловым диаметром.

Если, однако, допустить возможность столь длинной струи, что эта струя, начинаясь в центре галактики, выходит за пределы передержанной и даже нормально выдержанной на фотографии области этой галактики, то первая трудность отпадает. С другой стороны, если имеются случаи, когда весьма голубой цвет сгущения исключает возможность того, что оно, на самом деле, представляет отдаленную слабую галактику или слабую звезду, то можно пытаться обнаружить такие случаи на картах Паломарского атласа. Очевидно, что при поисках подобных объектов надо было ограничиться высокими галактическими широтами, где число слабых голубых звезд мало.

Мы ясно понимали, что, выставляя приведенные три требования (большая светимость, значительная длина струи и интенсивно голубой цвет), мы останавливались на объектах, у которых свойства, наблюдаемые в сгущениях NGC 4486, сильно гипертрофированы, т. е., что мы ограничиваемся поисками крайних случаев подобных объектов. Именно поэтому нельзя было надеяться на обнаружение большого числа голубых выбросов из галактик.

При наших поисках мы заранее исключали все спиральные и нерегулярные галактики, так как тривиальные случаи ветвей с содержащимися в них отдельными ассоциациями, обладающими часто интенсивно голубым цветом, для нас не представляли интереса. Таким образом, мы ограничились изучением эллиптических галактик, а также галактик типа So.

С другой стороны, мы считали очевидным, что сама струя, которая содержит сгущение, может быстрее рассеяться или потерять способность излучать, чем само сгущение. Такой подход к вопросу привел к обнаружению ряда случаев, когда мы наблюдаем голубые спутники у эллиптических галактик. Разумеется, что в этом случае мы не можем быть уверены в том, что имеем дело с фактом выброса. Более того, вопрос о физической связи между таким спутником и эллиптической галактикой подлежит дальнейшему изучению, тем более, что существование слабых одиночных галактик с отрицательным показателем цвета, как показали наши поиски, является (в полном соответствии с исследованиями Г. Аро (⁴)) несомненным. Тем не менее

мы приведем здесь несколько разительных примеров обнаруженных нами голубых объектов, находящихся близ эллиптических галактик.

Методика определения цвета звезд на основе сравнения между собой Паломарских карт в синих и красных лучах была разработана нами уже некоторое время тому назад. Она была применена к одному шарообразному скоплению (⁶). В дальнейшем она была нами несколько усовершенствована и мы стали применять ее также к отдельным сгусткам, изображения которых напоминают звездные изображения. Наша методика совершенно неприменима к галактикам и сгущениям, имеющим на картах значительный диаметр.

Ниже приводятся данные о некоторых наиболее интересных объектах.

1. *Двойная галактика NGC 3561*. Двойная галактика, с приближенными координатами (1950) $\alpha = 11^h 8^m 30^s$, $\delta = +28^\circ 58'$, может быть отождествлена с NGC 3561. Южная и более яркая составляющая этой галактики, которую мы будем обозначать через NGC 3561a, имеет сферическую форму и выброс в виде струи, направленной на юг. Струя видна как на синей, так и на красной картах Паломарского атласа. Струя заканчивается сгущением, довольно ярким на синей карте, и почти незаметным на красной карте. Показатель цвета сгущения в интернациональной системе, полученный из сравнения двух карт, оказывается равным $-0^m.5$. Звездная величина сгущения в фотографических лучах $19^m.2$. Снимок рассматриваемой двойной галактики, снятый двухсотдюймовым телескопом Паломарской обсерватории, в фотографических лучах приводится в интересной статье Ф. Цвикки (⁶), посвященной кратным галактикам.

Двойная галактика NGC 3561 входит в состав довольно богатого скопления галактик. По своему видимому блеску галактика NGC 3561a занимает среди членов скопления второе или третье место, обладая большей светимостью, чем, например, ряд спиральных галактик, входящих в это скопление. Поэтому нет сомнений, что NGC 3561a является сверхгигантской галактикой с абсолютной фотографической величиной порядка $-20^m.0$. Поскольку лучевые скорости членов скопления до сих пор не опубликованы, для определения расстояния мы должны воспользоваться оценкой абсолютной величины. Для осторожности при дальнейшем расчете будем считать, что $M = -19^m.5$.

Как указывалось выше, в отношении ярких галактик, занимающих заметную площадь, трудно получать сколько-нибудь точные оценки блеска и цвета на основе карт Паломарского атласа. Однако сравнение с галактиками, для которых блеск известен, позволяет сделать грубую оценку. Мы нашли $m_{pg} = 14^m.7$. Чтобы не переоценить расстояние, мы примем для расчета несколько больший блеск, $m_{pg} = 14^m.5$. Тогда для модуля расстояния имеем $m - M = 34^m$, что соответствует расстоянию около 60 миллионов парсек. Учитывая также наличие галактического поглощения, нужно считать, что расстояние, равное 50

миллионам парсек, будет первым грубым приближением. Таким образом, речь идет о галактике, находящейся в довольно отдаленном скоплении.

Размеры галактики на фотографии порядка $22'' \times 20''$. Конечно, эти размеры зависят от экспозиции. Для диаметра галактики получается значение порядка 5000 парсек. Длина струи порядка $0'.5$, т. е. около 7000 парсек.

Из приведенной выше оценки блеска голубого сгущения получаем $M_{\text{сг}} = -14^{\text{m}}.5$. Эта последняя цифра весьма существенна. Она свидетельствует о том, что сгущение не является простой ассоциацией голубых звезд обычного типа. Как известно, средняя абсолютная величина О—ассоциаций порядка -10^{m} , лишь изредка достигая -11^{m} . С другой стороны, светимость рассматриваемого сгущения выше светимости многих карликовых галактик. Поэтому можно считать установленным, что это сгущение является объектом порядка галактики. Многие галактики высокой светимости имеют спутников такой же светимости, как рассматриваемое сгущение. Например, таковы светимости спутников туманности Андромеды М 32 и NGC 205.

Вследствие необычно большого показателя цвета, который получается у рассматриваемого сгущения ($-0^{\text{m}}.5$), было весьма желательно проверить это значение на основе оригинальных негативов. Ф. Цвикки по нашей просьбе произвел эту приближенную оценку в июле этого года. Полученная им оценка показателя цвета совпадает с нашей.

Интересно отметить, что на Паломарских фотографиях наблюдается широкая слабая струя межгалактического вещества, выброшенная из двойной галактики NGC 3561 в направлении на север. Вид этой широкой струи напоминает другие аналогичные образования, открытые Цвикки.

2. IC 1181. Галактика с голубой струей обнаружена в известном скоплении галактик в Геркулесе. Ее координаты (1950), $\alpha = 16^{\text{h}} 3^{\text{m}}.3$, $\delta = +17^{\circ} 43'$, соответствуют приблизительно объекту IC 1181. Рассматриваемая галактика не принадлежит к числу самых ярких объектов скопления в Геркулесе. Однако можно считать, что она входит во вторую пятерку членов скопления, когда они расположены в порядке убывающей яркости. Цвет струи отличается от цвета галактики. Он более голубой. Это следует из того, что на синем снимке струя видна гораздо лучше, чем на красном.

Особенностью рассматриваемой галактики является то, что струя, направленная на восток, как бы обрывается на расстоянии примерно двадцати секунд от центра галактики. Однако на ее продолжении наблюдаются два слабых обрывка, причем второй обрывок струи, находящийся примерно на расстоянии $1'$ от центра галактики, содержит два голубых сгущения. Эти сгущения очень слабы на красном снимке, но достигают значительной яркости на синем (см. схему 1). Сгущения А и В имеют следующие фотографические величины и показатели цвета:

Объект	m_{pk}	CI
A	19.4	0.0
B	19.0	-0.2

Расстояние скопления в Геркулесе, судя по лучевым скоростям его членов, порядка 60 миллионов парсек. Фотографическая величина галактики IC 1181 около $15^m.5$. Таким образом, абсолютная величина этой галактики около $-18^m.5$. Для абсолютной величины голубого выброса В получаем тогда $M = -15^m$. Таким образом, выброс В также, как и выброс, рассмотренный в предыдущем примере, имеет абсолютную величину, характерную для многих галактик. Поэтому было бы правильно рассматривать изучаемые сгущения как крайне голубые галактики. Судя по тому, что

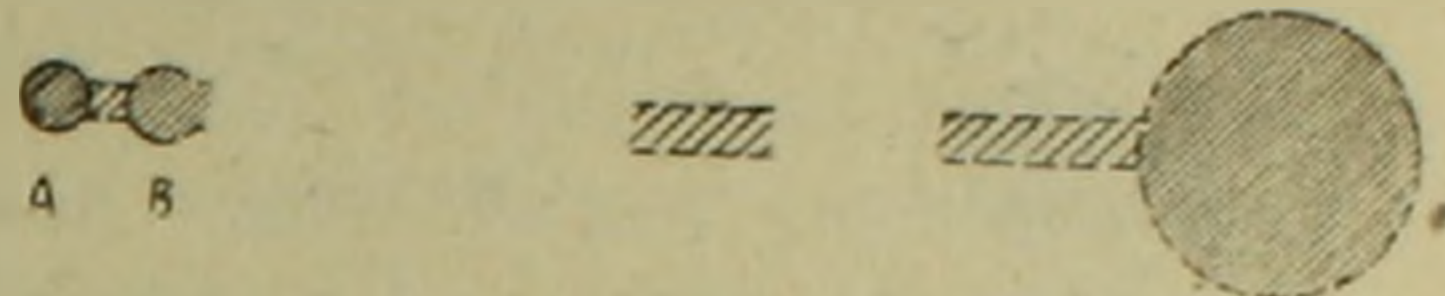


Схема 1

изображения рассматриваемых объектов, особенно объекта В, отличаются от изображения звезд, можно заключить, что их диаметры, во всяком случае, превосходят $3''$. Это означает, что яркие части рассматриваемых сгущений имеют поперечники больше чем 1000 парсек. Тем самым вновь подтверждается, что наши сгущения являются объектами масштаба небольших галактик.

3. *Аноп 1*. В области вокруг точки $5^h 47^m, -25^\circ.5$ (1950) находится весьма интересное скопление галактик. Оно замечательно тем, что среди своих наиболее ярких членов содержит значительное число (около двух десятков) объектов круглой формы, по-видимому, эллиптических галактик, имеющих приблизительно одинаковые диаметры и видимые величины. Их диаметры заключены в пределах от $0'.3$ до $0'.6$. Бросается в глаза также то, что эти галактики не разбросаны случайно по скоплению, а образуют большей частью более тесные группы, содержащие иногда две или три подобные галактики. Мы не имеем сведений о лучевых скоростях галактик этого скопления. Поэтому трудно оценить расстояние до него. Однако видимые величины наиболее ярких галактик также, как их видимые диаметры, позволяют заключить, что скопление находится на расстоянии порядка сорока миллионов парсек или несколько больше. Одна из ярких эллиптических галактик скопления, имеющая координаты $5^h 40^m.3, -26^\circ 8'$ (1950 г.), имеет спутника, расположенного на $0'.4$ севернее и на $0'.6$ западнее него. Этот спутник не является точечным объектом и поэтому при оценке как его блеска, так и цвета возможны ошибки. Оценка блеска в синих лучах дает $18^m.5$, а в красных лучах $19^m.1$. Для показателя цвета в интернациональной системе получаем $-0^m.4$. Учитывая возможность ошибки, происходящей от протяженности объекта, мы примем, что действительный показатель цвета порядка $-0^m.2$. Принимая для расстояния галактики и спутника приведенное выше расстояние скопления, мы получаем, что абсолютная величина спутника должна быть около $-14^m.5$, т. е. такая же, как и абсолютная

величина двух предыдущих голубых объектов. В этом случае струя, соединяющая голубой спутник с центром эллиптической туманности, отсутствует.

4. *Анон 2*. Может быть, самыми интересными из голубых объектов, связанных с эллиптическими галактиками, являются спутники туманности, имеющей координаты $11^h 8^m.0$ и $+28^\circ 36'$ (1950). Эта галактика имеет трех спутников, расположенных почти по направлению север—юг (см. схему 2). Видимые величины этих трех спутников и показатели цвета Cl в интернациональной системе оказываются равными:

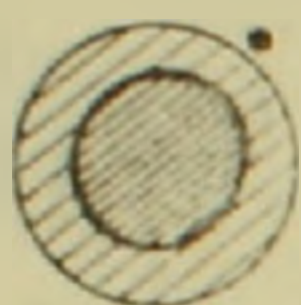


Схема 2. Анон 2.

Спутник	m_{pg}	m_r	Cl	$(Cl)_0$
1	20.1	19.8	0.2	0.3
2	18.6	19.8	—0.8	—0.7
3	19.6	19.9	—0.2	—0.1

В последнем столбце этой таблички даны исправленные показатели цвета в связи с тем, что использованная пара карт Паломарского атласа дает показатели цвета, систематически уменьшенные на $0^m.1$. Спутники расположены в таблице в порядке возрастающих расстояний от центральной галактики.

У второго спутника показатель цвета оказывается совершенно необычным. Трудно представить такой состав звездного населения этого спутника, который мог бы дать подобный показатель цвета. Однако и третий спутник является довольно голубым, имея показатель цвета такой же, как у звезд В5. Наконец обращает на себя внимание то, что три спутника вытянуты в цепочку, что напоминает о голубых спутниках, являющихся сгущениями в струе.

5. *Анон 3*. Весьма голубой цвет имеет также один из спутников галактики, имеющей координаты $\alpha = 11^h 13^m.9$; $\delta = +29^\circ 31'$ (1950), входящий в состав сравнительно небольшого скопления ярких галактик. Эта галактика, по существу, является составляющей пары эллиптических галактик, каждая из которых имеет примерно 15-ую величину, а расстояние между составляющими равно примерно двадцати секундам. На расстоянии около полминуты к юго-востоку от этой пары находится голубой спутник. Его фотографическая величина равна $18^m.2$, а визуальная величина— $19^m.2$. Определенный отсюда показатель цвета равен— $0^m.6$. Однако, внося поправку, выведенную для данной пары карт, получаем $Cl = -0^m.5$.

6. *Белый выброс из двойной галактики*. Двойная галактика с координатами $\alpha = 10^h 3^m.8$, $\delta = -1^\circ 19'$ (1950) окружена выброшенными слабосветящимися массами и с этой точки зрения очень напоминает двойную галактику NGC 3561, о которой уже говорилось выше. Выброшенная материя простирается как на север, так и на юг от двойной галактики. На юге это вещество доходит до звездообразного сгущения, находящегося на расстоянии $1'.8$ от центра эллиптического (юж-

ного) компонента двойной галактики. В рассматриваемом случае связь между звездообразным сгущением и двойной галактикой осуществляется не посредством прямолинейной струи, а посредством более диффузного образования. Видимая фотографическая величина выброса равна $19^m.3$. Показатель цвета звездообразного сгущения равен приблизительно нулю. Таким образом, рассматриваемый объект является белым.

Заключение. Нам кажется, что приведенные выше примеры с несомненностью устанавливают наличие голубых спутников у некоторых эллиптических галактик. В трех случаях спутники связаны с центральной галактикой струями или разреженным диффузным образованием. Это позволяет говорить о голубых выбросах из эллиптических галактик. В других случаях такой связи между спутниками и центральной галактикой нет, однако генетическая связь несомненна. Мы не исключаем возможности существования желтых и красных выбросов, дающих непрерывную эмиссию в соответствующих участках спектра, однако спутников такого типа мы не можем отличить от обычных спутников тех же цветов, дающих обычное тепловое излучение звезд. Однако наше внимание в первую очередь привлекают голубые объекты и не только потому, что физическая связь их с соответствующими галактиками почти достоверна. Дело в том, что сама природа указанных объектов должна быть весьма интересна. В случае выброса из NGC 3561 аналогия с NGC 4486 настолько сильна, что можно предполагать наличие непрерывной эмиссии. Вследствие этого представляется крайне интересным провести поляризационные измерения блеска этого выброса. Но и в случае спутников, не соединенных струей с центральной галактикой, объяснение больших отрицательных показателей цвета (порядка $-0^m.5$) является затруднительным. Трудно представить себе, чтобы почти все излучение этих спутников в видимой области спектра было обусловлено одними лишь звездами типа O. Между тем, иначе невозможно дать объяснение на основе теплового излучения. Поэтому и в этих случаях не исключена возможность того, что непрерывная эмиссия, возникающая в межзвездной среде, играет очень большую роль.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Վ. Ն. ՇԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ ԵՎ Ռ. Կ. ՇԱՅԲԱՋԱՆ

Բազմազան օղակաձևերը և ապոֆագալակտիկաները

Հաղորդում II: Էլիպտիկ գալակտիկաների կապույտ վիժվածքները
և արբանյակները

Կապույտ A = M87 = NGC 4486 ապոֆագալակտիկան, ինչպես հայտնի է պարունակում է իր մեջ մի «չիթ», որը գուրս է դալիս այդ գալակտիկայի կենտրոնից: Շիթն իր հերթին ունի իր մեջ երեք խտացումներ (վիժվածքներ), որոնց գույնն ազելի կապույտ

է քան գալակտիկայի մյուս մասերի գույնը: Համաձայն Բաադեի այդ խոստացումներէ լույսը բնկացված է: Դրանից կարելի է եզրակացնել, որ այստեղ մենք գործ ունենք անընդհատ առարման հետ: Նման շիթ ունեցող այլ գալակտիկաներ հայտնի չեն եղել մինչև այժմ:

Հարց է ծագում թե ննարավոր չէ՞ արդյոք գտնել նման գալակտիկաներ Պալոմարի քարտեզների վրա, քանի որ այդ քարտեզները պարունակում են տասնյակ հազարավոր համեմատաբար պայծառ էլիպտիկ գալակտիկաների պատկերներ:

Պարզվում է, որ վերոհիշյալ տիպի սխտեմներ կարող են հայտնաբերվել հետափոր գալակտիկաների մեջ այն դեպքերում, երբ համապատասխան վիժվածքները բաժանարարում են հետևյալ երեք պայմանները՝

ա. նրանք բացարձակորեն շատ ավելի պայծառ են քան NGC 4486-ում:

բ. նրանք այնքան հեռու են համապատասխան գալակտիկայի կենտրոնից, որ մնում են քարտեզի վրա ուղեցված գալակտիկայի պատկերից դուրս:

գ. նրանք շատ ավելի կապույտ են, քան համապատասխան գալակտիկաների ճառագայթումը:

Այս երեք պայմանները նշանակում են, որ վիժվածքներ պարունակող գալակտիկաներ կարելի է հայտնաբերել Պալոմարի քարտեզների վրա այն դեպքում, երբ վիժվածքների մի շարք առանձնահատկութունները ժայռահեղորեն շեշտված են: Այդ պատճառով հենց սկզբից պարզ էր, որ նման գալակտիկաների թիվը պետք է լինի շատ փոքր: Այնուամենայնիվ քարտեզների մի մասի ուսումնասիրութունից հետո հաջողվել է գտնել մի քանի այդպիսի սխտեմներ: Ստորև աղյուսակում բերվում է կապույտ արբանյակներ ունեցող վեց գալակտիկաների ցուցակը: Այդ գալակտիկաներից երեքում վիժվածքը կապված է գալակտիկայի կենտրոնական մասի հետ շիթով կամ միջգալակտիկ դիֆուզ նյութով:

Գալակտիկայի համարը	$\alpha(1950)$	$\delta(1950)$	m_{rg}	CI	նշումներ
NGC 3561	11h8m.5	+28°58'	19.2	—0m.5	շիթով
IC 1181	16 3.3	+17 43	19.0	—0.2	ընդհատվող շիթով
Anon 1	5 40.3	—26 8	18.5	—0.4	առանց շիթի
Anon 2	11 8.0	+28 36	18.6	—0.7	առանց շիթի
Anon 3	11 13.9	—29 31	18.2	—0.5	առանց շիթի
Anon 4	10 3.8	—1 19	19.3	0.0	դիֆուզ նյութով

Աղյուսակի երկրորդ և երրորդ սյունակներում բերվում են էլիպտիկ գալակտիկայի կոորդինատները, իսկ չորրորդ և հինգերորդ սյունակներում համապատասխան վիժվածքների լուսանկարչական մեծութունները և գույնի ցուցիչները բերված միջապային սխտեմի: Վերջին սյունակում բերվում են նշումներ այն մասին, թե վիժվածքը կապված է գալակտիկայի կենտրոնական մասի հետ շիթով կամ որևէ դիֆուզ նյութով, թե ոչ: Վիժվածքների դասավորութունը կենտրոնական գալակտիկայի նկատմամբ տրված է ուսերեն տեքստում:

Վիժվածքների համար ստացված գույնի ցուցիչները ցույց են տալիս, որ նրանց ճառագայթման գույնը կարող է բացատրվել այն դեպքում, եթե ենթադրվի, որ այդ ճառագայթումը գոնե մասամբ իրենից ներկայացնում է ոչ ցերմային անընդհատ առարման: Հակառակ դեպքում անհրաժեշտ է ընդունել, որ վիժվածքի ճառագայթումը հիմնականում պայմանավորված է Օ աստղերով: Այդ կնշանակեր, որ վիժվածքը ներկայացնում է իրենից մի հսկայական Օ-աստղասփյուռ կամ աստղասփյուռների խումբ:

Որն է այդ երկու ենթադրութուններից համապատասխանում իրականությանը ցույց կտան հետագա հետազոտութունները: Այս պահին մեզ թվում է, որ համենայն դեպս մի շարք դեպքերում կարևոր դեր է խաղում անընդհատ ճառագայթումը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. Бааде, Ар. J. 123, 540, 1956. ² В. Бааде и Р. Мунковский, Ар. J. 119, 222, 1954. ³ Р. Мунковский, Устное сообщение. ⁴ Г. Аро, Boletin Obs. Tonantzintla y Tacubaya № 14, 8, 1956. ⁵ Р. К. Шахбазян, Астрономический циркуляр №: 171, 11, 1957. ⁶ Ф. Цвикки, Multiple galaxies, Ergebn. der exakten Naturwissenschaften, 29, 344, 1956.

Ш. С. Оганисян

Об одном опыте разделения гравитационных полей

(Представлено С. С. Мкртчяном 3. VI. 1957)

Наблюдаемое гравитационное поле создается суммарным влиянием глубинных и поверхностных факторов. При использовании гравитационных карт для геологических целей часто возникает вопрос о разделении гравитационного поля на региональные и локальные аномалии. Первые из них, в основном, обусловлены неоднородностями слоев земной коры, залегающих на больших глубинах. Вторые, т. е. локальные аномалии, связаны с неоднородным распределением масс в верхних частях земной коры, т. е. влиянием геологических структур, изучение которых составляет главную задачу исследований.

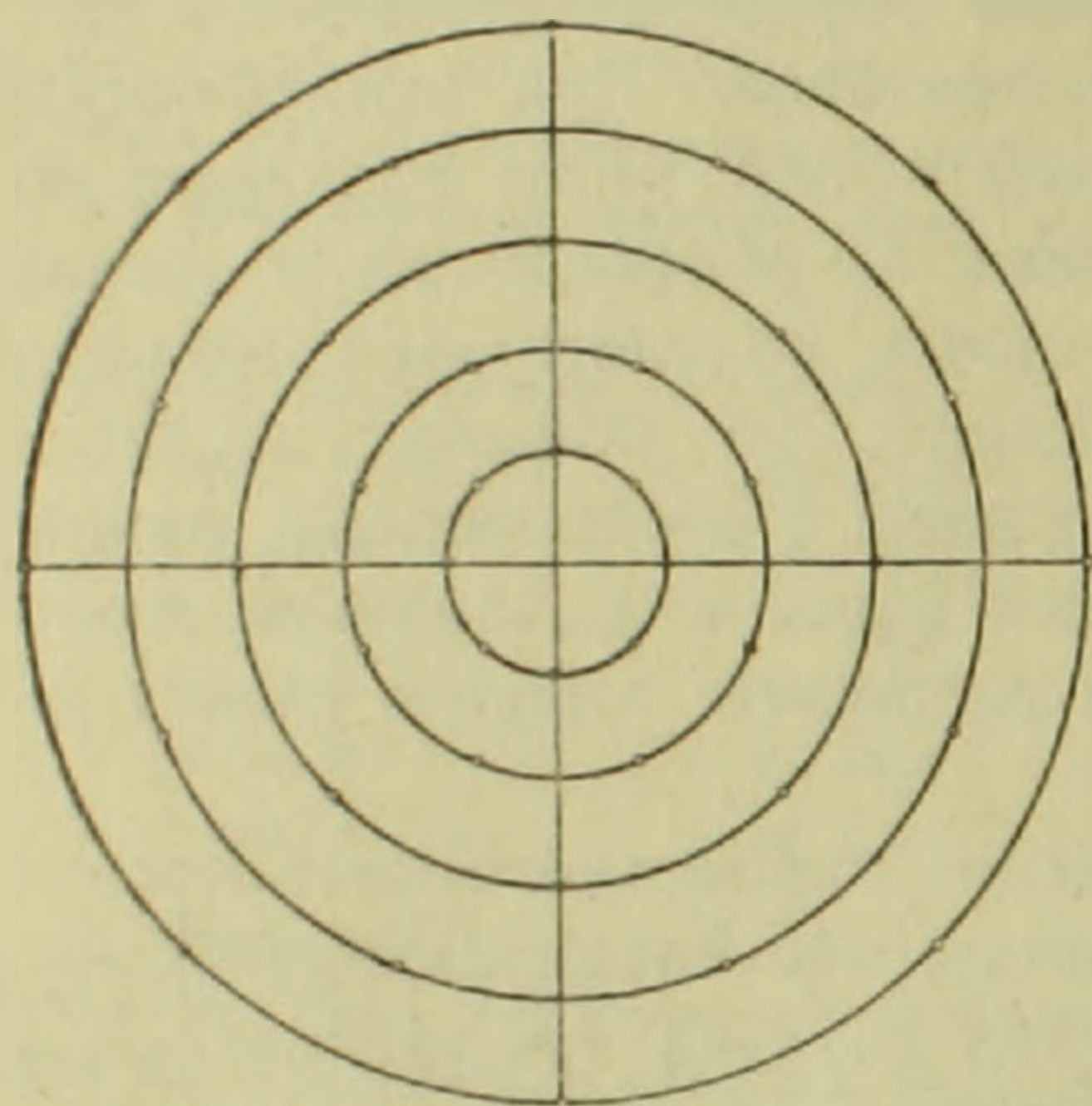
Следует подчеркнуть, что разделение аномального поля носит в значительной мере относительный характер, ибо аномалии одинаковых масштабов могут рассматриваться в одних случаях как региональные, в других — как локальные. Кроме этого, „одни авторы предлагают принимать за локальные аномалии те, которые получаются с редукцией Фая, и за региональные — с редукциями Буге или изостатическими“⁽¹⁾. Поэтому вопрос о разделении гравитационных полей на региональные и локальные аномалии может быть решен только в каждом конкретном случае в отдельности.

Гравитационная карта исследованной нами территории показывает, что мы имеем одновременно наличие интенсивного регионального поля — фона, обусловленного глубинным строением региона, действием неравномерного распределения возмущающих масс на больших глубинах в земной коре и подкоровом слое, и местного поля, созданного влиянием геологических образований, приуроченных к осадочному покрову и самым верхам кристаллического фундамента, являющихся непосредственным объектом геологической разведки. Преобладают возмущающие действия первого фактора, которые затушевывают гравитационное поле, создаваемое осадочными отложениями и выражающееся на гравитационной карте только изгибами изоаномал. Выявление и изучение таких локальных структур является первооче-

редной задачей геофизических исследований, так как с такими структурами могут быть связаны месторождения газа и нефти. Чтобы получить более четкую картину размещения этих локальных аномалий, определить их размеры и относительную интенсивность, мы предприняли попытку отделить от них накладывающийся и затушевывающий региональный фон.

Существуют разные способы, позволяющие разложить суммарный гравитационный эффект. Мы пользовались как графическими, так и аналитическими способами, но более эффективные результаты были получены путем использования аналитического метода разделения полей, предложенного А. Н. Тихоновым и Ю. Д. Буланже (²).

После ряда испытаний нами была принята круговая палетка радиусом 10 км в масштабе, одинаковом с масштабом гравиметрической карты. Она имеет 40 точек—пять концентрических кругов по восемь точек (фиг. 1). Осреднение проводилось на карте масштаба 1:1000000,



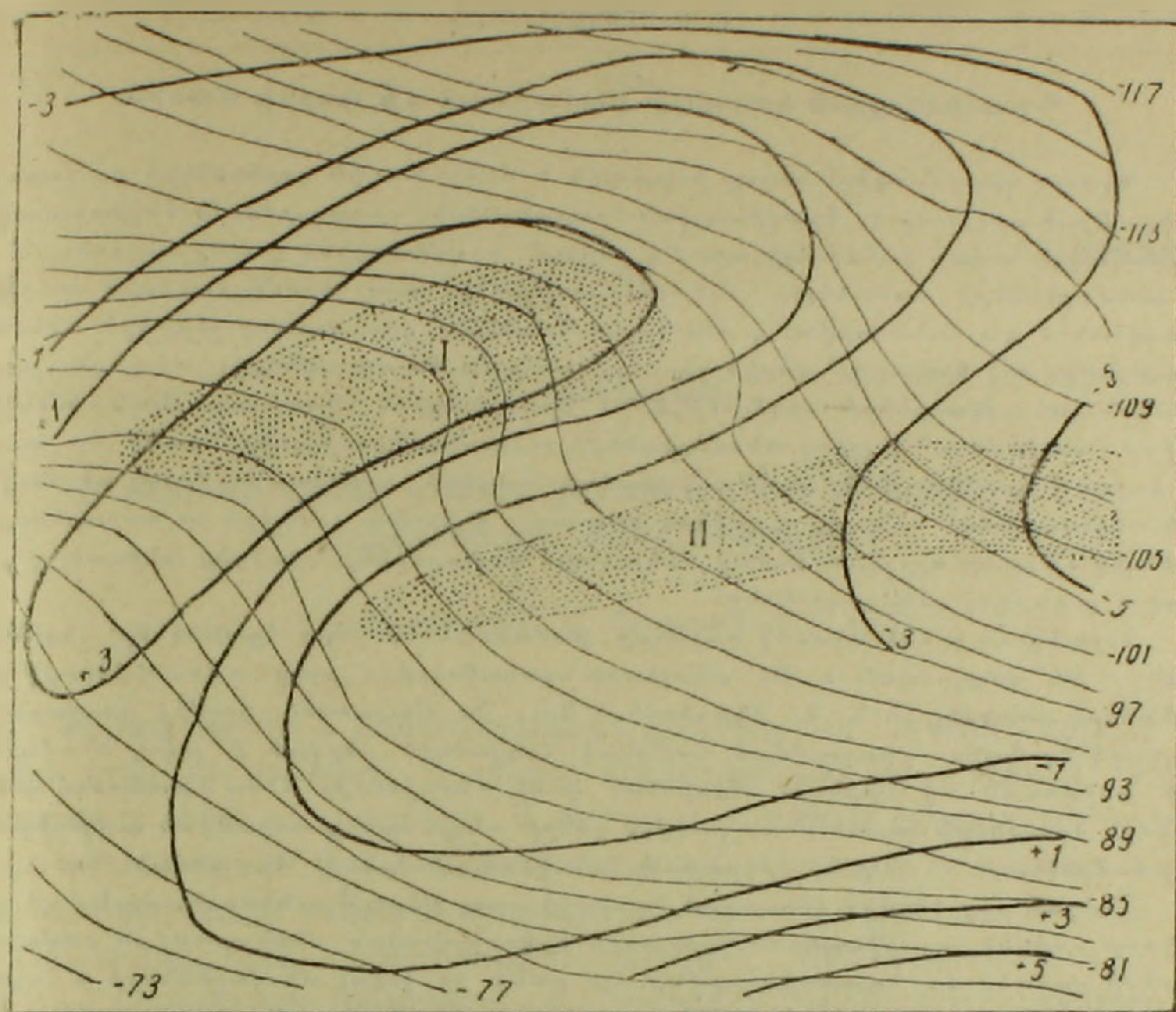
Фиг. 1.

при сечении изоаномал силы тяжести в 2 мгл. Повороты палетки по азимуту, увеличение числа точек и радиуса практически не изменяли полученные результаты. Расхождения в величинах средних значений силы тяжести не превышали 0,3—0,4 мгл.

Выбор формы и радиуса палетки, главным образом, зависит от характера и глубины залегания аномальных масс. Применением круговой палетки радиусом в 10 км мы предположительно приняли сферическую форму залегания основных аномальных масс, глубина центров

тяжести которых находится на глубине от 2 до 3 км (осредняющая палетка должна иметь радиус, равный, приблизительно, четырехкратной глубине залегания центров тяжести аномальных масс). Некоторые погрешности, возникающие при отклонении формы возмущающих масс от сферической, не могут играть существенной роли, поскольку влияние аномальных масс быстро уменьшается с расстоянием и роль формы аномальных масс почти исчезает.

На фиг. 2 показан пример выделения локальных аномалий силы тяжести. После вычитания регионального фона отдельные искривления изолиний обратились в аномалии, оконтуренные замкнутыми изолиниями. Простиранье известных геологических структур совпадает с направлением локальных аномалий силы тяжести. Для этого района нами была решена прямая задача. Сопоставление кривой местной аномалии с вычисленной теоретическим путем показало хорошее их совпадение, которое указывает на правильность выбранного метода исключения



1 0 1 2 км

— Изоаномалы

— Локальная гравитационная аномалия

● Геологические структуры: I — антиклиналь, II — синклиналь

Фиг. 2.

регионального гравитационного фона и, как следствие, на правильность истолкования геологической сущности региональных и локальных аномалий силы тяжести.

При разделении полей иногда возникают локальные аномалии там, где их и не должно быть. „Поэтому всякие локальные аномалии, выделенные в результате разделения полей, надо прежде всего рассматривать с качественной стороны и лишь в некоторых случаях производить количественные расчеты“ (3).

Несмотря на ряд недостатков метода, которые должны учитываться при геологической интерпретации гравитационных данных, разделение аномальных полей целесообразно, так как все соотношения между локальными аномалиями силы тяжести и известным геологическим строением на исследованной территории приобретают большую четкость по сравнению с обычными гравитационными картами.

Գրավիտացիոն գաղտերի բաժանման մի փորձի մասին

Դիտվող գրավիտացիոն դաշտը խորքային և մակերեսային գործոնների գումարային ազդեցության արդյունք է: Գրավիտացիոն քարտեզների օգտագործումը երկրաբանական նպատակների համար հաճախակի առաջ է բերում գրավիտացիոն դաշտը ուղղորդել և լուծել անոմալիաների բաժանելու անհրաժեշտությունը: Այդ անոմալիաներից առաջինը հիմնականում պայմանավորված է մեծ խորությունների վրա գտնվող շերտերի անհամասեռությամբ, իսկ երկրորդը՝ վերին շերտերի անհամասեռ մասսաների, այսինքն երկրաբանական կառուցվածքների ազդեցությամբ: Գրավիտացիոն հետախուզության հիմնական խնդիրը հանդիսանում է լուծել անոմալիաների ուսումնասիրությունը, քանի որ նրանց հետ կարող է կապված լինել նավթի և բնական գազերի դոյացումը: Լուծել անոմալիաների տեղադրումն ու որոշակի պատկերն ստանալու և նրանց չափսերն ու հարաբերական ինտենսիվությունը որոշելու համար մենք փորձ կատարեցինք նրանցից անջատել վերադրվող և քաղարկող ուղղորդում ֆոնը:

Գոյություն ունեն անոմալ դաշտերի բաժանման մի շարք եղանակներ: Հեղինակն օգտվել է թե՛ զծագրական և թե՛ անալիտիկ եղանակներից, բայց ամենաէֆեկտիվ արդյունքներն ստացվել են Ա. Ն. Տիխոնովի և Յու. Դ. Բուլանժեի կողմից առաջարկված անալիտիկ եղանակի օգտագործման ժամանակ: Հոգվածում բերված է լուծել անոմալիաների անջատման մի օրինակ: Ռեզիդուալ ֆոնի հեռացումից հետո իզոանոմալ գծերի առանձին ծառումներն ստանում են փակվող գծերի տեսք, որոնց տարածման ուղղությունները համընկնում են հայտնի երկրաբանական կառուցվածքների տարածման հետ:

Չնայած մեր կողմից կիրառված եղանակի որոշ թերություններին, որոնք պետք է նկատի առնվեն գրավիտացիոն ուղղությունների երկրաբանական մեկնարանման ժամանակ, դաշտերի բաժանումը նպատակահարմար է, քանի որ լուծել անոմալիաների և հայտնի երկրաբանական կառուցվածքների միջև դիտվող փոխհարաբերությունները սովորական գրավիտացիոն քարտեզների համեմատությամբ դառնում են ավելի պարզորոշ:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Л. К. Маловичко, Методы аналитического продолжения аномалий силы тяжести и их приложения к задачам гравиразведки. Гостоптехиздат, 1956. ² А. Н. Тихонов, Ю. Д. Буланже, Известия АН СССР. Серия географ. и геофиз. Том IX, № 3, (1945). ³ П. И. Лукавченко, Гравиметрическая разведка на нефть и газ. Гостоптехиздат, М., 1956.

АГРОХИМИЯ

Б. Н. Аствацатрян

О режиме калия в полупустынных каменистых почвах
предгорной зоны Армении

(Представлено Г. С. Давтяном 12.VI.1957)

Формы калия в полупустынных каменистых почвах „кирах“ Армении пока не изучены. В наших исследованиях мы сделали первые попытки в этом направлении. В настоящей работе приводятся результаты исследований форм доступного и недоступного растениям калия.

Определения калия в исследуемых почвах производились: в водной вытяжке, 0,2н солянокислой вытяжке (легкорастворимая), 0,2н $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ вытяжке (обменная по Протасову), валовое содержание K_2O при спекании почвы с хлористым аммонием. Последующее определение калия в перечисленных анализах производилось при помощи пламенного спектрофотометра. Кроме того, определения калия производились в материнской породе и во фракциях почвы 1,00—0,01 мм, 0,01—0,001 мм и $\leq 0,001$ мм. Почва при этом предварительно обрабатывалась 0,1н соляной кислотой до исчезновения реакции на кальций. Результаты анализов приведены в табл. 1 и 2.

Как видно из данных табл. 1, валовое содержание калия в исследуемых почвах достаточно высокое (1,50—3,12%), между тем количество доступных форм калия—обменная, легкорастворимая и воднорастворимая, за исключением четырех образцов, низкое.

Возникает вопрос о количестве и состоянии необменного для растений калия. Для ответа на поставленный вопрос мы проделали ряд исследований в этом направлении.

После удаления легкорастворимых форм калия промыванием образцов почв 0,1н раствором соляной кислоты до исчезновения реакции на кальций, отделялись различные фракции отмучиванием⁽¹⁾, для определения в них необменного калия. Для отмучивания бралось 100 г обработанной почвы и фракции вычислялись на такую навеску.

Как видно из табл. 2, наибольшее количество калия накапливается во фракциях 0,01—0,001 мм и $\leq 0,001$ мм. Для выяснения характера накопления калия в этих фракциях были проделаны рентгенографические и термографические исследования фракции $\leq 0,001$ мм, а также

Таблица 1

Содержание различных форм калия в полупустынных каменистых почвах предгорной зоны Армении

Почва и № разреза	Глубина взят. обр. почвы в с.м	K ₂ O валовая в мг/100 г почвы	K ₂ O обмен- ная в мг/100 г почвы	K ₂ O легко- растворим. в мг/100 г почвы	K ₂ O вод- нораств. в мг/100 г почвы	K ₂ O необ- мен. в почв обработ. 0,1н HCl в мг/100 г почвы	K ₂ O раств. в 0,1нHCl в мг/100 г почвы при промывании	K ₂ O не- обмен. в % от валовой	K ₂ O в матер. по- роде в %
Светло-каштан. почва на туфе с. Талин Разрез 1	0—25 25—45	1832,31 1601,24	35,03 10,00	18,13 8,27	1,55 следы	1698,96 1514,41	133,35 86,83	92,72 94,58	2,31
Бурая почва на туфе ст. Кармрашен Разрез 2	0—18 18—50 50—85	3121,12 1871,32 2003,14	171,24 20,44 17,36	130,41 10,11 9,43	5,78 0,60 1,42	1799,76 1799,76 1679,52	1321,36 71,56 323,62	57,66 96,18 83,84	не опр.
Светло-бурая почва на туфе ст. Кармрашен Разрез 3	0—20 20—45 45—70	1762,31 1670,21 1590,13	20,44 9,65 9,63	14,32 7,25 7,30	0,60 следы следы	1679,52 1585,68 1413,12	82,82 85,53 177,01	95,30 94,94 88,87	3,51
Светло-бурая почва на туфе с. Паракар Разрез 7	0—19 19—42 42—70	1870,15 1672,03 1521,30	80,43 13,26 9,84	55,35 5,72 6,35	6,73 0,80 0,80	1679,52 1603,92 1380,96	190,63 68,11 140,34	89,81 95,93 90,77	3,25
Темно-бурая почва на базальте с. Джрвеж Разрез 9	0—20 20—42 42—75	2230,58 1881,72 1649,96	77,69 56,28 23,24	67,21 27,43 11,28	8,00 8,28 2,44	1820,64 1718,64 1567,44	409,98 163,08 82,52	81,62 91,33 95,00	2,02

Распределение необменного калия по фракциям

Почва и глубина горизонта в см		Выделенные фракции в м.м	Вес фракций в г в 100 г взятой навески	Необменная K ₂ O		
				в данной фракц. в %	в мг в пересчете на фракцию	в % от необменного калия в почве
Светло-бурая почва Разрез 3	0—20	1—0,01	41,41	0,74	306,43	18,25
		0,01—0,001	39,92	2,53	1011,53	60,22
		< 0,001	19,13	1,89	361,56	21,53
	20—45	1—0,01	62,24	0,57	354,77	22,37
		0,01—0,001	28,67	3,84	1100,30	69,56
		< 0,001	9,07	1,44	130,61	8,24
	45—70	1—0,01	69,21	0,52	359,89	25,47
		0,01—0,001	25,04	3,96	991,87	70,19
		< 0,001	5,90	1,04	61,36	4,34
Темно-бурая почва Разрез 9	0—20	1—0,01	47,92	0,96	460,03	25,27
		0,01—0,001	42,39	2,80	1187,16	65,26
		< 0,001	9,69	1,79	173,45	9,53
	20—42	1—0,01	46,89	0,84	393,88	22,92
		0,01—0,001	37,34	2,78	1038,25	60,41
		< 0,001	15,95	1,79	285,51	16,61
	42—75	1—0,01	63,51	0,72	457,27	29,17
		0,01—0,001	28,99	2,71	784,56	50,05
		< 0,001	7,50	1,52	327,29	20,88

минералогический (микроскопический) анализ крупных фракций (0,25—0,01 м.м), который показал, что первичные соединения калия находятся в них в виде полевых шпатов.

В результате рентгенографических и термографических исследований было установлено, что в анализируемых почвах в преобладающем количестве находятся глинистые, вторичные минералы монтмориллонитовой группы—бейделлиты, а также гидрослюды и ряд аморфных коллоидов.

Минералы монтмориллонитовой группы имеют трехслойную кристаллическую решетку (²), их пакеты отличаются эластичностью и подвижной кристаллической структурой (³). Эти свойства бейделлита дают возможность поглощать большие количества катионов, в частности калия. Однако этот поглощенный калий пока является обменным и может легко уступить свое место более активному катиону. Но, как показали работы Н. И. Горбунова (⁴), при постоянном высушивании почвы этот поглощенный калий очень крепко связывается и переходит в необменную форму.

Полупустынные каменистые почвы находятся в самой жаркой и малоувлажненной зоне республики. И в условиях аридного и ксеротермического выветривания и почвообразования калий полевых шпатов освобождается в виде простых химических соединений и непосред-

ственно поглощается бейделлитами. Однако процессы такого накопления и фиксации калия в межпакетных расстояниях бейделлитов не могут продолжаться бесконечно. И здесь поглощенный калий в сочетании с R_2O_3 и SiO_2 дает новое, вторичное образование в виде гидрослюд. На данном этапе почвообразования бейделлитизированные гидрослюды в основном накоплены в тонких фракциях исследуемых почв и содержат в себе наибольшую часть необменного калия.

Таким образом доступные растениям формы калия составляют ничтожные количества.

При многократном промывании почвы 0,1н раствором HCl кроме доступных форм калия мы удаляем калий легких связей, которые со временем могут перейти в доступные или необменные формы. Основная часть калия в полупустынных каменистых почвах находится в необменной форме, или точнее, во вторичной минеральной форме — бейделлитизированных гидрослюд.

Поэтому, в случае применения калийных удобрений при освоении этих почв, необходимо учесть характер связывания и преобразования калия удобрений во вторичные минеральные (недоступные) формы.

Лаборатория агрохимии
Академии наук Армянской ССР

Բ. Ն. ԱՍՏՎԱԾԱՏՐԵԱՆ

Հայաստանի նախալեռնային գոտու կիսաանապատային քարքարոտ հողերում կալիումի ռեծիմի մասին

Հայաստանի նախալեռնային գոտու կիսաանապատային քարքարոտ հողերում «հոգերում» եղած կալիումական միացությունները մինչև այժմ ուսումնասիրված չեն: Մենք առաջին փորձն ենք արել այդ հարցի ուսումնասիրման ուղղությամբ:

Ուսումնասիրության հետևանքով պարզվել է, որ «հոգերը» բավական հարուստ են կալիումի ընդհանուր պարունակությամբ, որի քանակությունը տատանվում է 1,5-ից մինչև 3,12%-ի սահմաններում, սակայն այդ հողերում բույսերի համար մատչելի կալիումի քանակությունը չնչին է: Հետազոտվող հողերում կալիումի հիմնական քանակությունը (մոտ 90%-ը) գտնվում է ոչ փոխանակային, դժվար լուծելի միացությունների ձևով:

1—0,01, 0,01—0,001 և <0,001 մմ ֆրակցիաներում 0,1 н HCl լվացումից հետո ոչ փոխանակային կալիումի որոշումներից պարզվել է, որ նրա հիմնական մասը գրտնվում է 0,01—0,001 և <0,001 մմ ֆրակցիաներում: Նուրբ ֆրակցիաներում ոչ փոխանակային կալիումի կուտակման բնույթը պարզելու համար կատարել ենք այդ նմուշների ռենտգենոգրաֆիկ և թերմոգրաֆիկ անալիզներ, որոնք ցույց են տվել, որ ուսումնասիրվող հողերում ղերակշռում են երկրորդային ծաղում ունեցող հանքանյութերը՝ բեյդելլիտները, հիդրոփոսլարները և SiO_2 ու R_2O_3 հիդրոֆիլ կոլոիդները: 0,25—0,01 ֆրակցիաներում K_2O -ը հիմնականում գտնվում է դաշտային շալատներում:

Հողագոյացման պրոցեսների ընթացքում կալիումը դաշտային շալատներից անջատվում է հասարակ միացությունների ձևով և կրկին կլանվում է բեյդելլիտների կողմից՝ վերածվելով ոչ փոխանակային ձևի:

Կիսաանապատային հողերում կալիումի կլանման և վերափոխման բնույթը սլետը է հաշվի առնել այդ հողերի յուրացման ժամանակ կալիումական պարարտանյութեր կիրառելիս:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Н. И. Горбунов, „Почвоведение“, № 7, 1950. ² Д. М. Мак-Эван, Монтмориллонитовые минералы. Рентгеновские методы определения минералов глин. М., 1955. ³ И. Д. Седлецкий, Химизация соц. земледелия, № 12, 1934. ⁴ Н. И. Горбунов, Химизация соц. земледелия, № 2—3, 1936.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Л. Мнджоян, академик АН Армянской ССР, и В. Г. Африкян

Исследование в области производных фурана

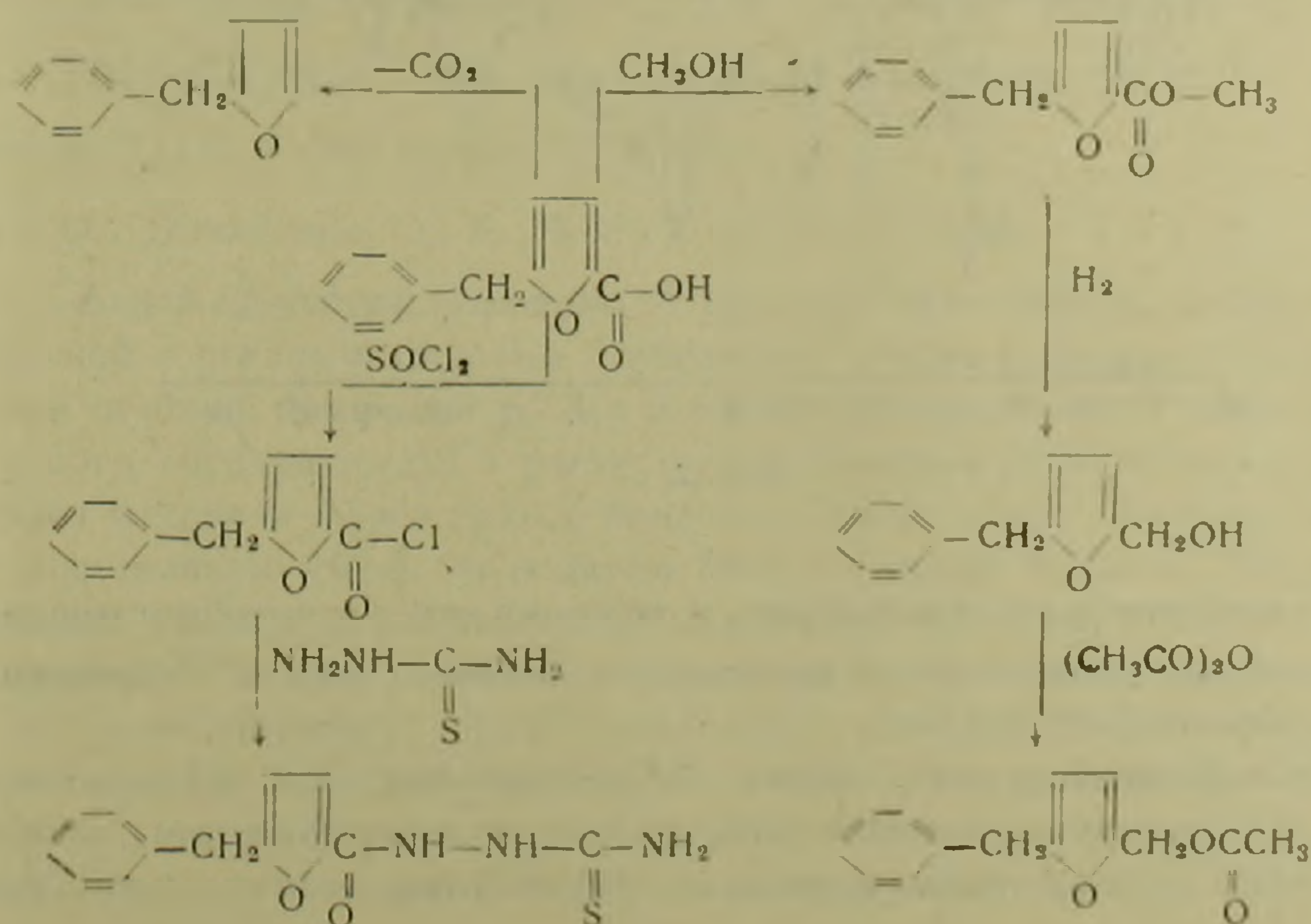
Сообщение XV. Бензилфуран и некоторые его производные

(Представлено 22.II.1956)

В предыдущем сообщении (¹) нами был описан синтез 5-бензил-фуран-2-карбоновой кислоты, основанный на конденсации метилового эфира 5-хлорметилфуран-2-карбоновой кислоты (²) с бензолом в присутствии безводного хлористого алюминия.

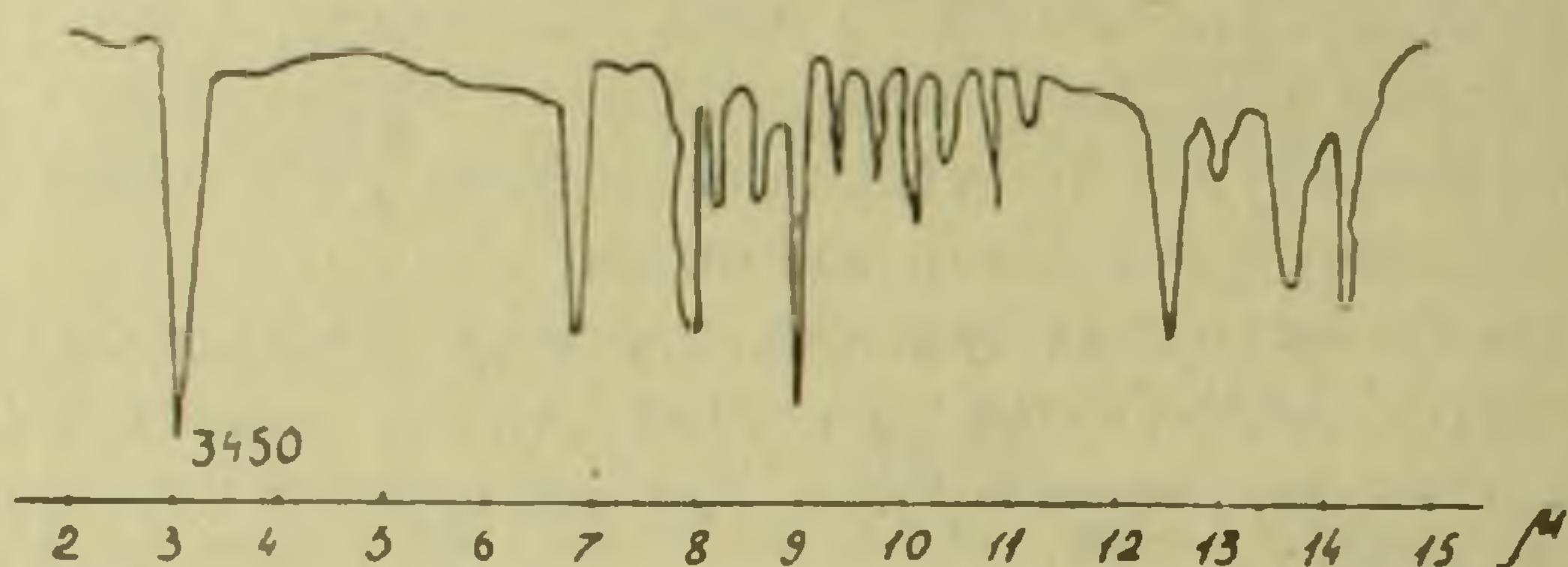
Доступность исходных веществ, простота проведения отдельных стадий синтеза и достигнутые при этом вполне удовлетворительные выходы представляют возможность для расширения исследований на базе этой кислоты.

В соответствии с этим были разработаны методы синтеза некоторых веществ на основе превращений 5-бензилфуран-2-карбоновой кислоты, которые представляют интерес с точки зрения использования в качестве исходных продуктов в синтезах разнообразных соединений ряда бензилфурана.

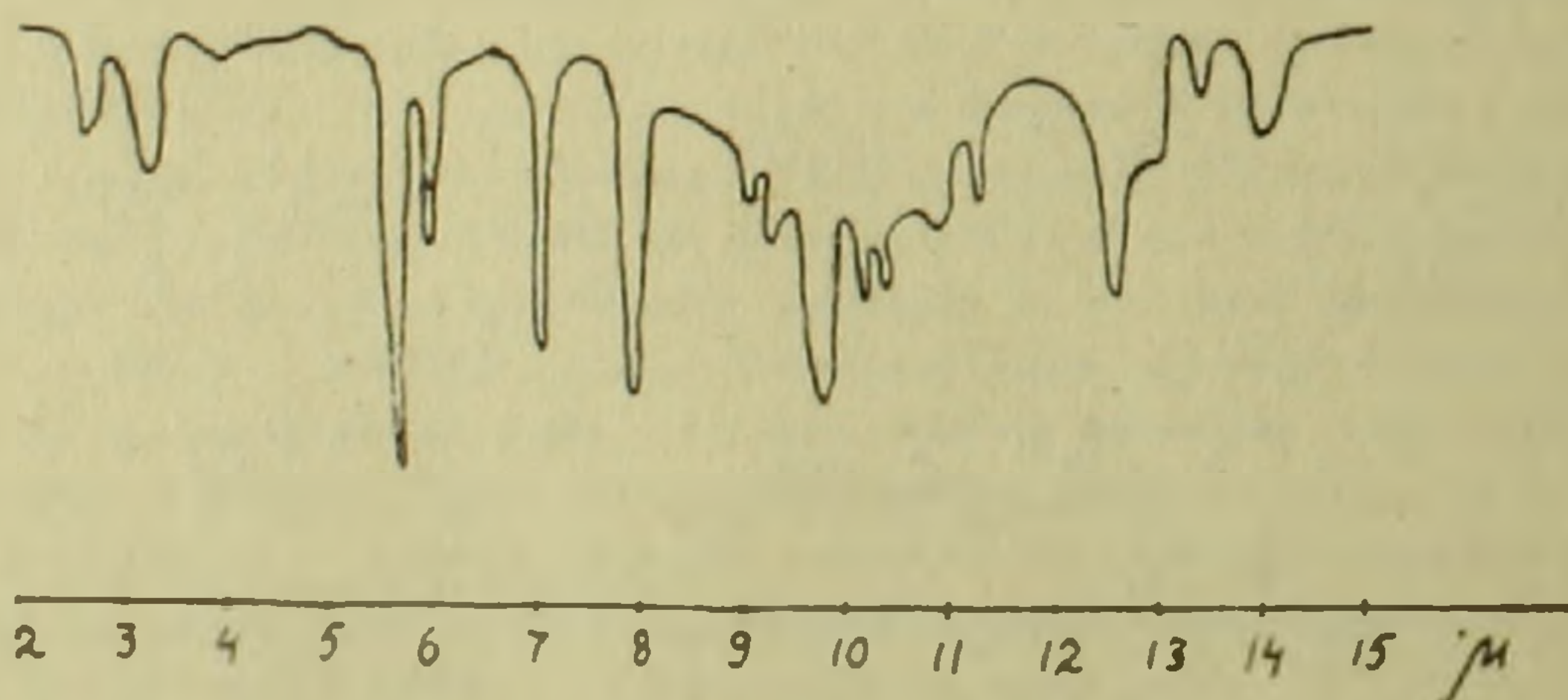


Декарбоксилирование протекает равномерно и гладко и кислота образует с 80% выходом 2-бензилфуран. Восстановление метилового эфира алюмогидридом лития приводит к 5-бензилфурфуроловому спирту с выходом до 87% теоретического количества. Ацетилирование спирта также дает удовлетворительный выход, достигающий 86,9% теории. При взаимодействии хлорангидрида 5-бензилфуран-2-карбоновой кислоты с тиосемикарбазидом, в среде сухого пиридина, образуется соответственно замещенный тиосемикарбазид. Следует отметить, однако, что при перекристаллизации сырого продукта, вследствие хорошей растворимости в уксусной кислоте, механические потери снижают выход чистого тиосемикарбазиды до 67%.

На фиг. 1 и 2 приводятся кривые поглощения 5-бензилфурфуролового спирта и его ацетата в инфракрасной области. Частота 3450 см^{-1} , на фиг. 1, указывает на наличие гидроксильной группы



Фиг. 1.



Фиг. 2.

в восстановленном нами веществе, в то время как в кривой поглощения 5-бензилфуран-2-карбоновой кислоты (¹) частота 1744 см^{-1} характерна для карбоксильной группы.

Экспериментальная часть. 2-Бензилфуран. В круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником и термометром, достигающим почти до дна колбы, помещают 20,2 г 5-бензилфуран-2-карбоно-

вой кислоты и нагревают в течение 3—4 часов до 196—200°. Декарбоксилирование начинается при температуре 160—165°, и равномерно протекает в течение этого времени; к концу температуру повышают до 205—210° и нагревают еще 25—30 минут. Образовавшуюся жидкость переносят в колбу Клайзена, ополаскивают реакционную колбу 15—20 мл эфира и присоединяют к основному продукту. После отгонки растворителя остаток перегоняют в вакууме при 117—118°/24 мм. Выход 12,7 г или 80,2% теории.

2-Бензилфуран—бесцветная легкоподвижная жидкость, нерастворимая в воде и растворяющаяся в обычных органических растворителях. При стоянии вещество темнеет; n_D^{20} 1,5455; d_4^{20} 1,0537; M_{R_D} найдено 46,49; вычислено 47,90.

5-Бензилфурфуроловый спирт. В круглодонную колбу, снабженную мешалкой с ртутным затвором, капельной воронкой и обратным холодильником с хлоркальцевой трубкой, помещают раствор 2,12 г алюмогидрида лития в 200 мл сухого эфира. Пустив в ход мешалку, по каплям приливают раствор 10,8 г метилового эфира 5-бензилфуран-2-карбоновой кислоты в 150 мл сухого эфира так, чтобы эфир равномерно кипел. После прибавления перемешивание продолжают еще в течение одного часа, после чего оставляют реакционную смесь на ночь. На следующий день при перемешивании осторожно по каплям приливают 20 мл воды; содержимое колбы отфильтровывают и фильтр промывают сухим эфиром. Соединенные фильтраты высушивают над безводным сернокислым натрием, отгоняют растворитель и остаток перегоняют в вакууме, собирая вещество, кипящее при 143—145°/2 мм. Выход 8,2 г или 87,1% теории.

5-Бензилфурфуроловый спирт представляет собой бесцветную, вязкую жидкость, нерастворимую в воде и растворяющуюся в обычных органических растворителях. При хранении вещество желтеет.

n_D^{20} 1,5705; d_4^{20} 1,1231; M_{R_D} найдено 54,53; вычислено 54,16.

Найдено %: С 76,40; Н 6,18; ОН 9,00;

$C_{12}H_{12}O_2$. Вычислено %: С 76,56; Н 6,42; ОН 9,03.

5-Бензилфурфурилацетат. В круглодонную колбу, снабженную мешалкой с ртутным затвором и обратным холодильником с хлоркальцевой трубкой, помещают 11,3 г 5-бензилфурфуролового спирта, 7 г уксусного ангидрида, 2,5 г растертого в порошок безводного уксуснокислого натрия и 70 мл сухого бензола. Пустив в ход мешалку, кипятят реакционную смесь на водяной бане в течение 6 часов. После охлаждения сливают в стакан со 100 мл холодной воды, отделяют бензольный слой и, для удаления избытка уксусного ангидрида, переносят его в реакционную колбу, приливают 15 мл 5% раствора углекислого натрия и перемешивают смесь при комнатной температуре в течение 2 часов. Отделяют бензольный слой, промывают его 2 раза водой и высушивают над безводным сернокислым натрием. После от-

гонки растворителя остаток перегоняют в вакууме, собирая вещество, кипящее при 148—149/2 мм.

Выход 12,0 г или 86,9% теории, n_D^{20} 1,5400; d_4^{20} 1,1227; MR_D найдено 64,34; вычислено 63,42.

Найдено %: С 73,24; Н 6,21;

$C_{14}H_{11}O_3$. Вычислено %: С 73,05; Н 6,12.

5-Бензилфурил-2-тиосемикарбазид. В круглодонную колбу, снабженную мешалкой с ртутным затвором, капельной воронкой, хлоркальциевой трубкой и термометром, погруженным в жидкость, помещают 10 г тиосемикарбазида и 70 мл сухого пиридина. Смесь при перемешивании охлаждают льдом и солью до $-7, -6^\circ$ и при этой температуре по каплям приливают 22,1 г хлорангидрида 5-бензилфуран-2-карбоновой кислоты⁽¹⁾ с такой скоростью, чтобы температура реакционной смеси не превышала $-4 - 3^\circ$. Вся операция занимает 1,5—2 часа; по окончании, не удаляя охлаждающей бани, перемешивание продолжают еще 3—4 часа, пока температура смеси не повысится до комнатной, и оставляют на ночь. На следующий день реакционную смесь вливают в 300 мл холодной воды; выпадает маслообразный продукт, который при стоянии в течение 2—3 часов затвердевает. Замешенный тиосемикарбазид отсасывают и тщательно промывают ледяной водой. После высушивания сырой продукт весит 22,9 г и плавится при 181—182°.

Для очистки вещество перекристаллизовывают из смеси уксусной кислоты и спирта (1:3) и тщательно промывают осадок эфиром. Выход чистого 5-бензилфурил-2-тиосемикарбазида 18,6 г, что составляет 67,6% теории; т. п. 190—191°.

Найдено %: С 56,95; Н 4,72; N 15,31; S 11,89;

$C_{13}H_{13}O_2N_3S$. Вычислено %: С 56,71; Н 4,75; N 15,26; S 11,64.

Выводы. 1. Предложен удобный путь синтеза 2-бензилфурана.

2. Синтезированы неописанные в литературе 5-бензилфурфуриловый спирт, уксусный эфир 5-бензилфурфурилового спирта и 5-бензилфурил-2-тиосемикарбазид.

Институт тонкой органической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ ԵՎ Վ. Գ. ԱՆՐԻՎՅԱՆ

Հետազոտությունն ֆուրանի ածանցյալների բնագավառում

Հաղորդում XV: Բենզիլֆուրանը և նրա մի քանի ածանցյալները

Նախորդ հաղորդման մեջ⁽¹⁾ մեր կողմից նկարագրված էր 5-բենզիլֆուրան-2-կարբոնաթթվի ստացումը 5-բրոմբենզիլֆուրան-2-կարբոնաթթվի էսթերի⁽²⁾ և բենզոլի կոնդենսացումից անցած արյունինիում քլորիդի առկայությամբ:

Այս աեակցիայի համար անհրաժեշտ ելանյութերի մատչելիությունը, առանձին ստացիաների պարզությունը, ինչպես նաև ստացվող միանգամայն բավարար ելրերը

հնարավորություն ստեղծեցին ընդլայնել այդ թթվի բազայի վրա կատարվող հետազոտութ-
յունները:

Այսպես՝ օրինակ, հիշյալ թթվի զեկարբօքսիլացումից 80% ելքով ստացվել է
2-բենզիլֆուրան.

Նույն թթվի մեթիլ էսթերի վերահանդնումից, լիթիումալումինի հիդրիդով, 87%
ելքով ստացվել է 5-բենզիլֆուրֆուրիլ ալկոհոլ: Վերջինիս ացետիլացումից քաղախաթթվի
անհիդրիդով $86,9\%$ ելքով ստացվել է համապատասխան ացետիլ ածանցյալը: 5-բենզիլ-
ֆուրան-2-կարբօնաթթվի քլորանհիդրիդի և թիոսեմիկարբազիդի փոխադրեցումից
ստացվել է համապատասխան փոխարկյալ թիոսեմիկարբազիդ:

Ստացված 3-բենզիլֆուրֆուրիլ ալկոհոլի և նրա ացետատի կառուցվածքը պարզելու
նպատակով նրանք ենթարկվել են սպեկտրալ անալիզի:

Նկ. 1 և 2 վրա բերված են 5-բենզիլֆուրֆուրիլ ալկոհոլի և նրա ացետատի
կլանման կորերն սպեկտրի ինֆրակարմիր հատվածում:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ А. Л. Мнджоян, В. Г. Африкян и А. А. Дохикян, ДАН АрмССР, т. XXV, № 3 (1957). ² А. Л. Мнджоян, В. Г. Африкян и М. Т. Григорян, ДАН АрмССР, т. XVII, 97 (1953).

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Л. Мнджоян, академик АН Армянской ССР, Г. Т. Татевосян,
С. Г. Агбальян и Н. М. Диванян

Исследование в области производных фурана

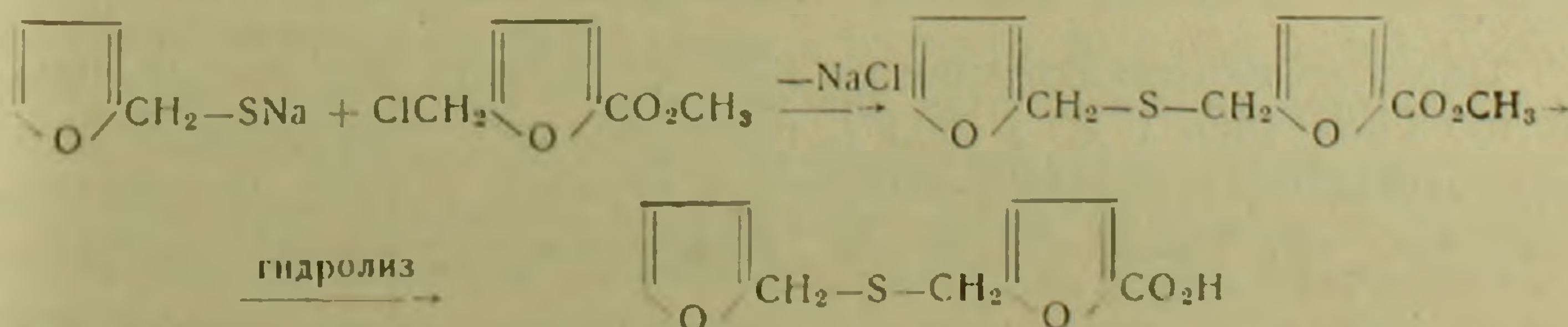
Сообщение XVI. Некоторые производные фурана, содержащие
двухвалентную серу

(Представлено 22.II.1956)

Литературные данные свидетельствуют о том, что включение атома серы в молекулы органических веществ нередко оказывает благоприятное влияние на их биологические свойства и, в частности, приводит к снижению токсичности и повышению биологической активности. Путем замены атома кислорода в некоторых препаратах спазмолитического, местно-анестетического и снотворного действия двухвалентной серой были получены соединения, нашедшие применение в медицинской практике. Одним из нас совместно с М. Т. Григорян (¹) было установлено, что соли аминоэфиров метил меркаптоэтил-оксн-бензойной кислоты являются более активными холинолитиками, чем их кислородные аналоги (²).

С целью получения новых биологически активных соединений нами проводится работа по синтезу и изучению производных фурана, содержащих в молекуле двухвалентную серу в виде меркапто- и алкилмеркапто-групп. В ходе этой работы были разработаны пути синтеза некоторых веществ различного состава и строения, которые в дальнейшем будут использованы для получения других аналогичных соединений. В настоящей статье описывается синтез 5-фурфурилмеркаптометилфуран-2-карбоновой кислоты, ди-(5-карбоксифурфурил)-сульфида и 2-(фурил-2')-5-метилмеркапто-оксадиазола-1,3,4.

5-Фурфурилмеркаптометилфуран-2-карбоновая кислота. Это соединение было синтезировано по следующей схеме:



Исходный фурфурилмеркаптан был получен с выходом 42,1%, по прописи Г. Кофода (³) взаимодействием фурфурилового спирта с тномочевинной в солянокислой среде; полученный меркаптан имел следующие константы: d_4^{20} 1,1228; n_D^{20} 1,5310.

Метилловый эфир 5-фурфурилмеркаптометилфуран-2-карбоновой кислоты. В трехгорлую круглодонную колбу емкостью 250 мл, снабженную мешалкой с ртутным затвором, капельной воронкой и обратным холодильником с хлоркальциевой трубкой, помещено 2,3 г (0,1 г-ат) натриевой проволоки и 150 мл сухого бензола. Из капельной воронки постепенно прилито 12,6 г (0,15 моля) фурфурилмеркаптана, после чего реакционная смесь при умеренном перемешивании кипятилась на водяной бане до полного исчезновения натрия. Затем смесь охлаждена водой и к ней при перемешивании по каплям прибавлен раствор 17,5 г (0,1 моля) метилового эфира 5-хлорметилфуран-2-карбоновой кислоты в 25 мл сухого бензола. После кипячения в течение 3 часов смесь охлаждена до комнатной температуры, к ней прилито 75 мл воды, бензольный слой отделен от водного и последний экстрагирован эфиром, присоединенным затем к бензольному слою. Полученный раствор промыт небольшим количеством воды и высушен безводным сернокислым натрием. После отгонки растворителя остаток перегнан в вакууме; до 175°/2 мм собрано около 5—6 мл начальной фракции, после чего при 175—176°/2 мм перегналось 22 г (86,9% теории из расчета на взятое в реакцию количество эфира 5-хлорметилфуран-2-карбоновой кислоты) метилового эфира 5-фурфурилмеркаптометилфуран-2-карбоновой кислоты в виде светло-желтого масла.

d_4^{20} 1,2455; n_D^{20} 1,5600; MR_D найдено 65,49; вычислено 64,38;

Найдено %: С 56,94; Н 5,05; S 12,46.

$C_{12}H_{12}O_4S$. Вычислено %: С 57,14; Н 4,76; S 12,70.

Гидролиз. К раствору 5 г (0,125 моля) едкого натра в 150 мл 50% спирта прилито 20,2 г (0,08 моля) метилового эфира 5-фурфурилмеркаптометилфуран-2-карбоновой кислоты. Смесь кипятилась на водяной бане с обратным холодильником в течение 3 часов, после чего обратный холодильник заменен нисходящим и спирт полностью отогнан. Оставшийся в колбе щелочный раствор после охлаждения промыт эфиром и подкислен соляной кислотой до кислой реакции на конго. Кислота выделилась в виде масла, вскоре закристаллизовавшегося. Кристаллы отфильтрованы, промыты водой и высушены на воздухе.

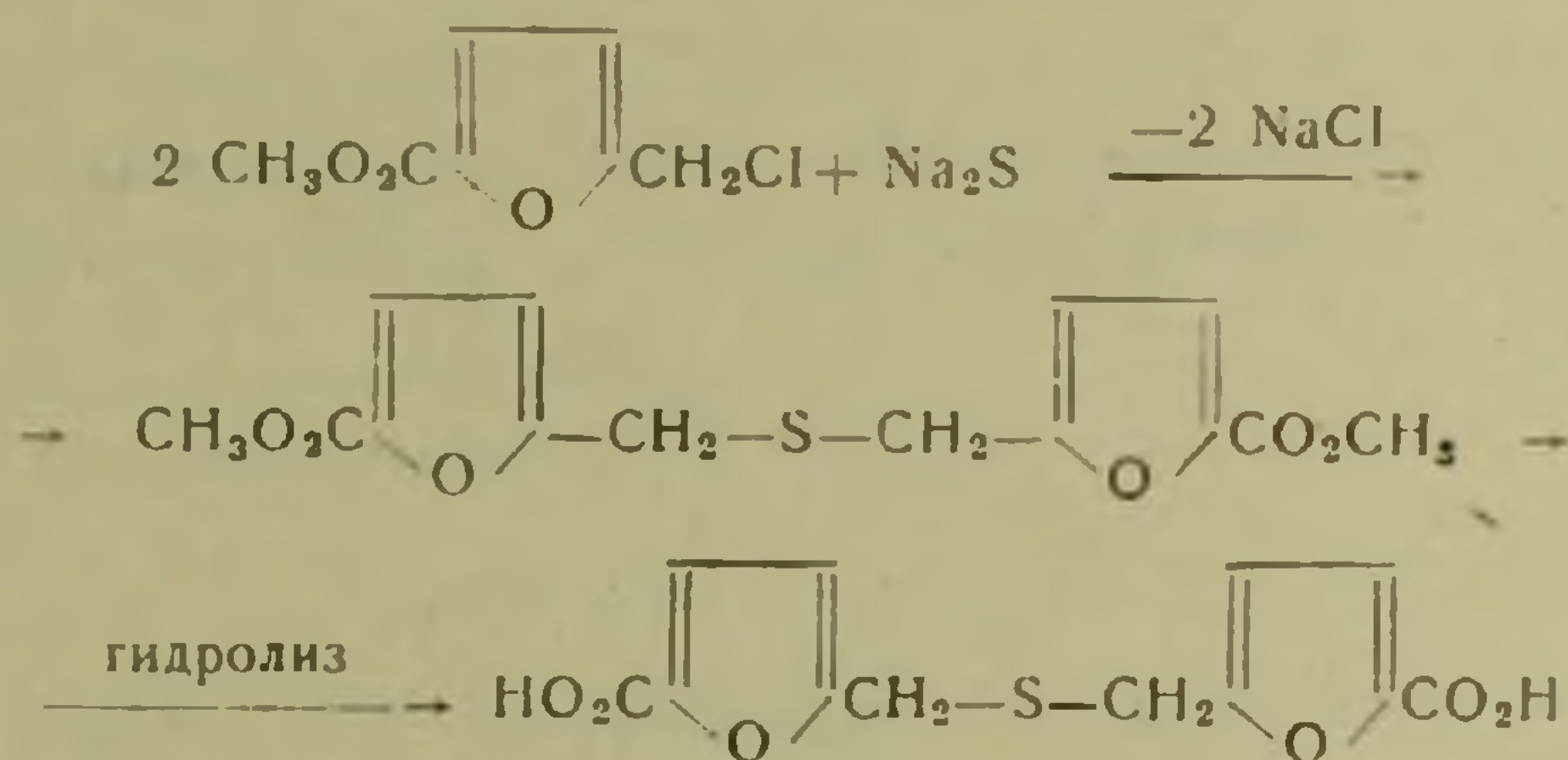
После перекристаллизации из 1500 мл легкого бензина (т. кип. 90—100°) получено 17,35 г (90,9% теоретического количества) 5-фурфурилмеркаптометилфуран-2-карбоновой кислоты в виде бесцветных игольчатых кристаллов с т. пл. 89°, хорошо растворяющихся в спирте.

эфире и бензоле, плохо растворимых в петролейном эфире и нерастворимых в воде.

Найдено %: С 55,48; Н 4,06; S 13,75;

$C_{11}H_{10}O_4S$. Вычислено %: С 55,48; Н 4,20; S 13,44.

Ди-(5-карбоксифурфурил)-сульфид. Эта двуосновная кислота в смеси с ее диметилowym эфиром была ранее получена О. Мольденгауером и сотрудниками (⁴) с выходом в 42,5% взаимодействием раствора избыточного количества сульфида натрия с метиловым эфиром 5-хлорметилфуран-2-карбоновой кислоты. Нами установлено, что это соединение может быть синтезировано с вдвое более высоким выходом и в более чистом состоянии путем отдельного осуществления стадий получения диметилового эфира кислоты и его последующего гидролиза:

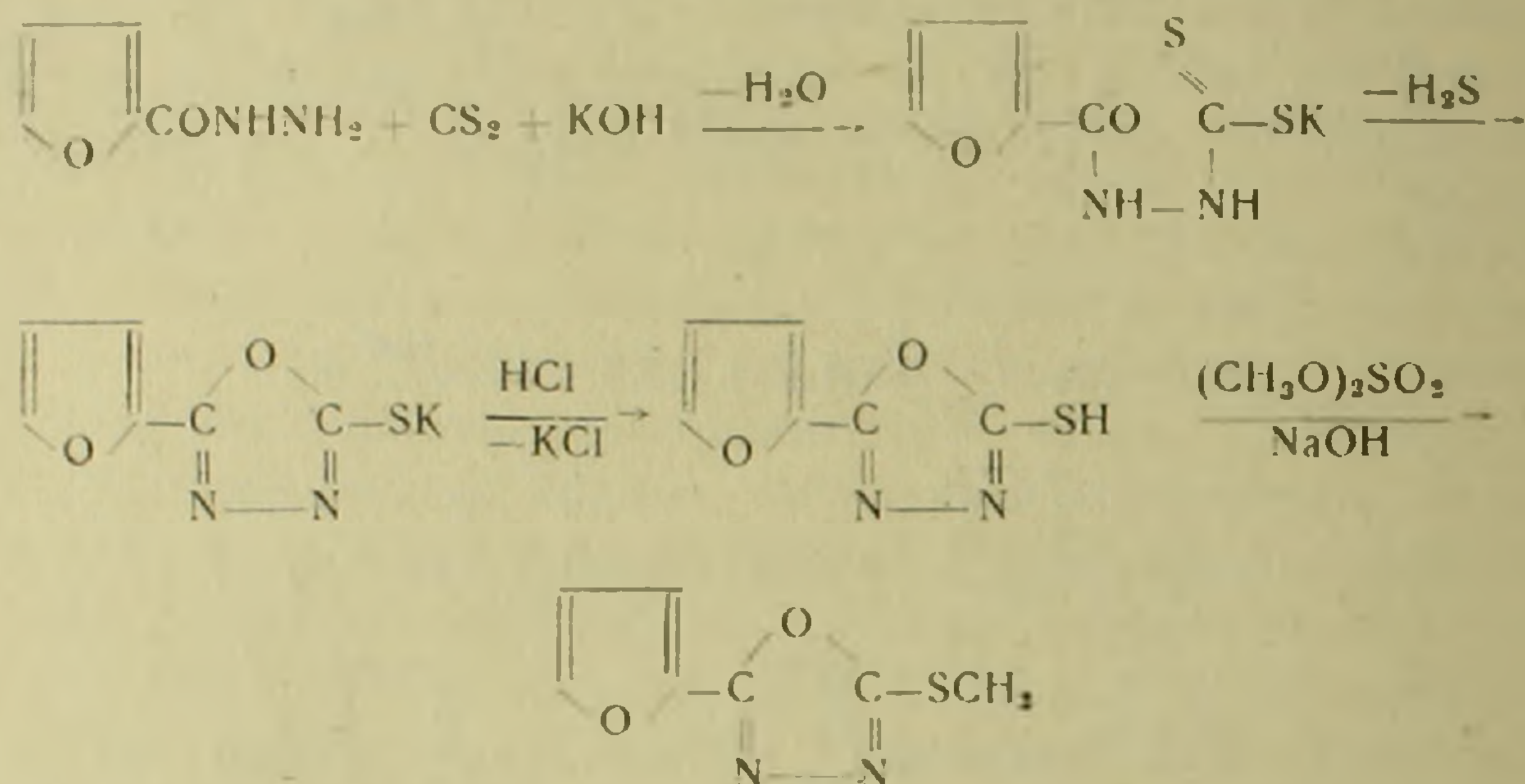


Ди-(5-карбметоксифурфурил)-сульфид. К раствору 43,6 г (0,25 моля) метилового эфира 5-хлорметилфуран-2-карбоновой кислоты в 100 мл метилового спирта по каплям, в течение 20 минут, прибавлен раствор 33 г (0,14 моля) кристаллического сульфида натрия ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) в 50 мл воды; при этом температура реакционной смеси повысилась до 50°. Через некоторое время на дне колбы образовался маслянистый слой, постепенно затвердевший. По истечении одного часа после окончания реакции осадок был отфильтрован, промыт водой и высушен на воздухе; вес неочищенного продукта 35,5 г. После перекристаллизации из 200 мл этилового спирта получено 31,8 г (83,4% теоретического количества) почти бесцветного кристаллического вещества, нерастворимого в воде и растворяющегося в горячих метиловом и этиловом спиртах. Т. пл. 113°; для ди-(5-карбметоксифурфурил)-сульфида в литературе (³) указана т. пл. 113°.

Гидролиз. В полулитровой круглодонной колбе, снабженной обратным холодильником и мешалкой с ртутным затвором, смесь 62 г (0,2 моля) описанного выше эфира и раствора 20 г (0,5 моля) едкого натра в 180 мл воды при перемешивании нагревалась на водяной бане 3 часа, после чего охлажденный до комнатной температуры щелочной раствор промыт небольшим количеством эфира и подкислен разбавленной соляной кислотой до кислой реакции на конго. Выпавшая кислота отфильтрована, несколько раз промыта водой и высушена на

воздухе; вес сырого продукта 56 г. Для очистки кислота растворена в 1 л этилового спирта и полученный раствор медленно влит в 3 л воды; выпавшие кристаллы отфильтрованы, промыты водой и высушены на воздухе. Получено 49 г (89,5% теоретического количества) ди-(5-карбоксифурфурил)-сульфида в виде почти бесцветных, чешуйчатых кристаллов, нерастворимых в воде и растворяющихся в горячих метиловом и этиловом спиртах. Т. пл. 220°; в литературе (4) для ди-(5-карбоксифурфурил)-сульфида указана т. п. 219°.

2-(Фурил-2')-5-метилмеркапто-оксадиазол-1,3,4. Это соединение было синтезировано по схеме:



Исходный 2-фурилгидразид получен по общей прописи Г. Каррара и сотрудников (5) взаимодействием метилового эфира фуран-2-карбоновой кислоты с избытком гидрата гидразина. После перегонки в вакууме (т. кип. 146–148°/3 мм) фурилгидразид получен в виде белых кристаллов, плавящихся при 74–76°. Выход—74,1%.

2-(Фурил-2')-1,3,4-оксадиазол-5-тиол. Смесь 25,2 г (0,2 моля) фурилгидразида, 150 мл этилового спирта, 13,2 г (0,2 моля) измельченного едкого кали и 45 мл сероуглерода кипятилась на водяной бане с обратным холодильником в течение 32 часов. Осадок, образовавшийся в колбе в первые часы нагревания, к концу указанного срока почти полностью исчез, а выделение сероводорода ослабло. Обратный холодильник заменен нисходящим и растворитель полностью отогнан. Твердый остаток растворен в 200 мл воды, раствор отфильтрован и подкислен разбавленной соляной кислотой до кислой реакции на конго; выпавший объемистый осадок отфильтрован и промыт на фильтре водой. Высушенное на воздухе вещество перекристаллизовано из 150 мл метилового спирта; при охлаждении отфильтрованного раствора выпало 18 г бесцветных игольчатых кристаллов с т. пл. 172–173°. После удаления 2/3 объема маточника получено еще 6,8 г чистого вещества, плавящегося при той же температуре. Общий выход—24,8 г или 73,8% теоретического количества. Вещество растворимо в обычных органических растворителях и нерастворимо в воде.

Найдено %: С 42,56; Н 2,60; N 16,35; S 19,06.

$C_6H_4O_2N_2S$. Вычислено %: С 42,85; Н 2,38; N 16,66; S 19,05.

Метилирование. 8,4 г (0,05 моля) 2-(фурил-2-)-1,3,4-окса-
дiazол-5-тиола растворены в растворе 2,2 г (0,055 моля) едкого нат-
ра в 50 мл воды. К этому раствору при помешивании частыми кап-
лями прибавлено 6,3 г (0,05 моля) диметилсульфата; при этом выпал
обильный белый осадок и смесь разогрелась. После охлаждения до
комнатной температуры (стояние смеси около 2 часов) осадок от-
фильтрован, несколько раз промыт водой и высушен в эксикаторе;
сухое бесцветное вещество весило 8,2 г.

После перекристаллизации из метилового спирта получено 7,9 г
(86,8% теоретического количества) бесцветного вещества с т. пл. 85°.

Найдено %: С 46,32; Н 3,28; N 15,38; S 17,86;

$C_7H_6O_2N_2S$. Вычислено %: С 46,15; Н 3,29; N 15,38; S 17,58.

Вывод. Разработаны пути синтеза некоторых соединений фура-
нового ряда, содержащих алкилмеркапто-группу.

Институт тонкой органической химии

Академии наук Армянской ССР

Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, Գ. Տ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ, Ս. Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ ԵՎ Ն. Մ. ԴԻՎԱՆՅԱՆ

Հետազոտությունն ֆուրանի ածանցյալների բնագավառում

Հաղորդում XVI: Երկարժեք ծծումբ պարունակող ֆուրանի մի քանի ածանցյալներ

Երկարժեք ծծմբի առկայությունը բիոլոգիական հատկություններ ունեցող միա-
ցությունների բաղադրության մեջ չափազանց հաճախ փոխում է նրանց ազդեցության ուժը:
Նախորդ հաղորդումներից մեկում⁽¹⁾ ցույց է տրված, որ մեթիլմերկապտոմեթոքսի-բենզո-
ական թթվի ամինոէսթերների ազերն ալկիլ ալտիվ խորինոլիտիկներ են, քան նրանց
թթվածին պարունակող անալոգները:

Կրականության մեջ ֆուրանի շարքի ծծումբ պարունակող միացություններ համե-
մատաբար քիչ են հանդիպում, բայց այդ սահմանափակ քանակի մեջ էլ կան բիոլոգիա-
պես ալտիվ պրեպարատներ: Նպատակ ունենալով սինթեզել և ուսումնասիրել ֆուրանի
շարքին պատկանող այնպիսի միացությունների բիոլոգիական հատկությունները, որոնք
իրենց բաղադրության մեջ պարունակեն երկարժեք ծծումբ՝ մերկապտո- և ալկիլմերկապ-
տո խմբերի ձևով, մշակված են այդ միացությունների ստացման եղանակները:

Այս հաղորդման մեջ նկարագրված են 5-ֆուրֆուրիլ-մերկապտոմեթիլֆուրան-2-
կարբոնաթթվի, դի-(5-կարբոքսիֆուրիլ)-սուլֆիդի և 2-(ֆուրիլ-2')-5-մեթիլմերկապտո-
քսադիալիլ-1,3,4-ի սինթեզի ուղիները:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Л. Мнджоян и М. Т. Григорян, ДАН АрмССР, т. XVIII, 135 (1954). ² А. Л. Мнджоян и В. Г. Африкян, ДАН АрмССР, т. XIX, 85 (1954). ³ Г. Кофод, Acta Chem. Scand 7, 1302 (1953). ⁴ О. Мольденгауер, Г. Траутман, Р. Пфлюгер, Е. Дезер, А. 580, 181 (1953). ⁵ Г. Каррара, Ф. М. Чанконе, В. Д. Амато, Е. Гинульак, К. Мартинуззи, У. М. Теотико, Н. Висконти, Gazz. chim. Ital., 82, 652 (1952) [С. А. 48, 6423d (1954)].

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. М. Гаспарян и А. А. Заминян

Некоторые вопросы стесненного падения частиц и методики эксперимента

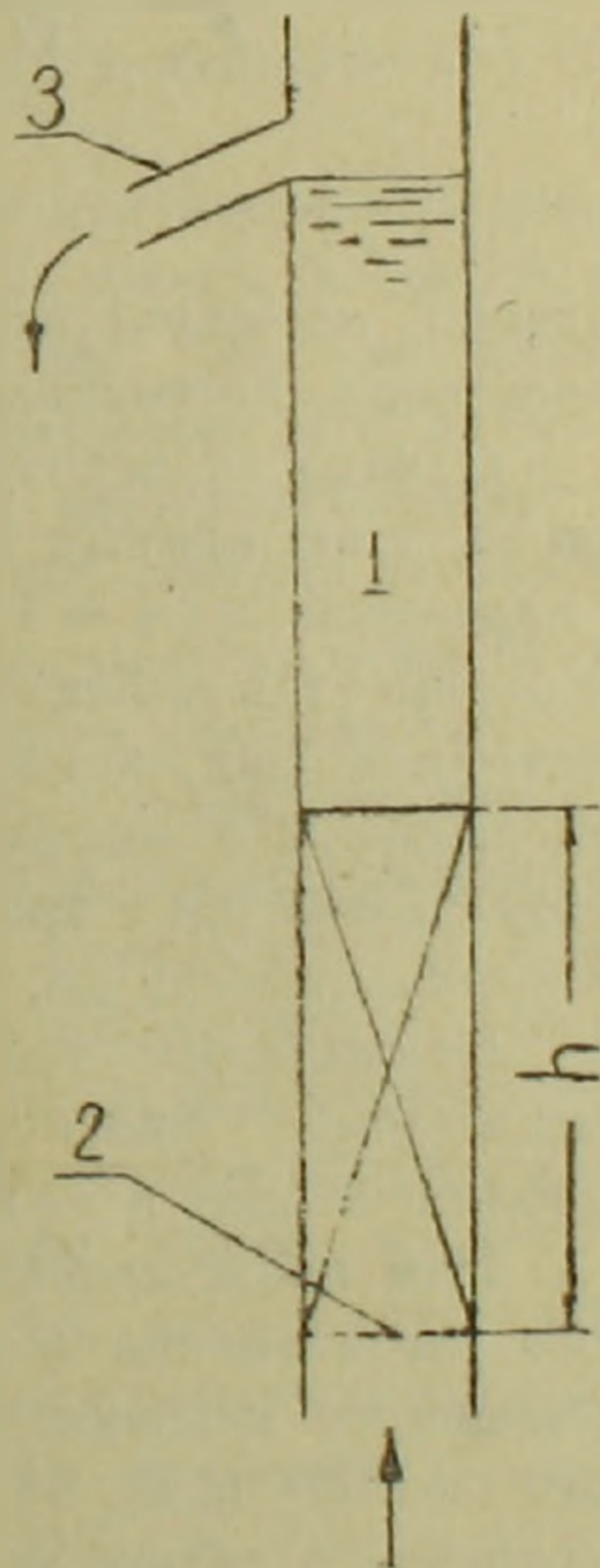
(Представлено Н. Х. Арутюняном 5. VII. 1957)

Как было указано (¹), выяснение закономерностей стесненного падения частиц имеет важное значение для техники.

Исследования в этой области пока ведутся в направлении выяснения закономерностей стесненного падения монодисперсных сферических частиц, что является первым шагом для решения проблемы стесненного падения полидисперсных частиц, не имеющих определенной формы.

Почти все авторы для своих экспериментов используют сферические частицы узкой ситовой фракции, принимая, что эти частицы монодисперсны со средним диаметром, вычисленным для данной фракции.

Общепринятой методикой для измерения скорости стесненного падения является способ взвешенного слоя (фиг. 1). В колонку 1 кладется навеска частиц, располагающихся на сетке 2. Поток жидкости, подаваемом снизу, частицы переводятся во взвешенное состояние, причем каждой скорости потока соответствует определенная высота h столба взвеси и определенная объемная концентрация φ твердой фазы (для данных частиц, данной жидкости, при постоянной температуре). Жидкость из колонки отводится через патрубок 3. С возрастанием скорости подачи жидкости увеличивается столб взвеси h и уменьшается концентрация твердых частиц φ . Принимается, что скорость стесненного падения взвеси s равна той скорости, с которой жидкость течет в свободном от взвеси сечении колонки. На фиг. 2,а приведен пример экспериментальной кривой $s = f(\varphi)$.

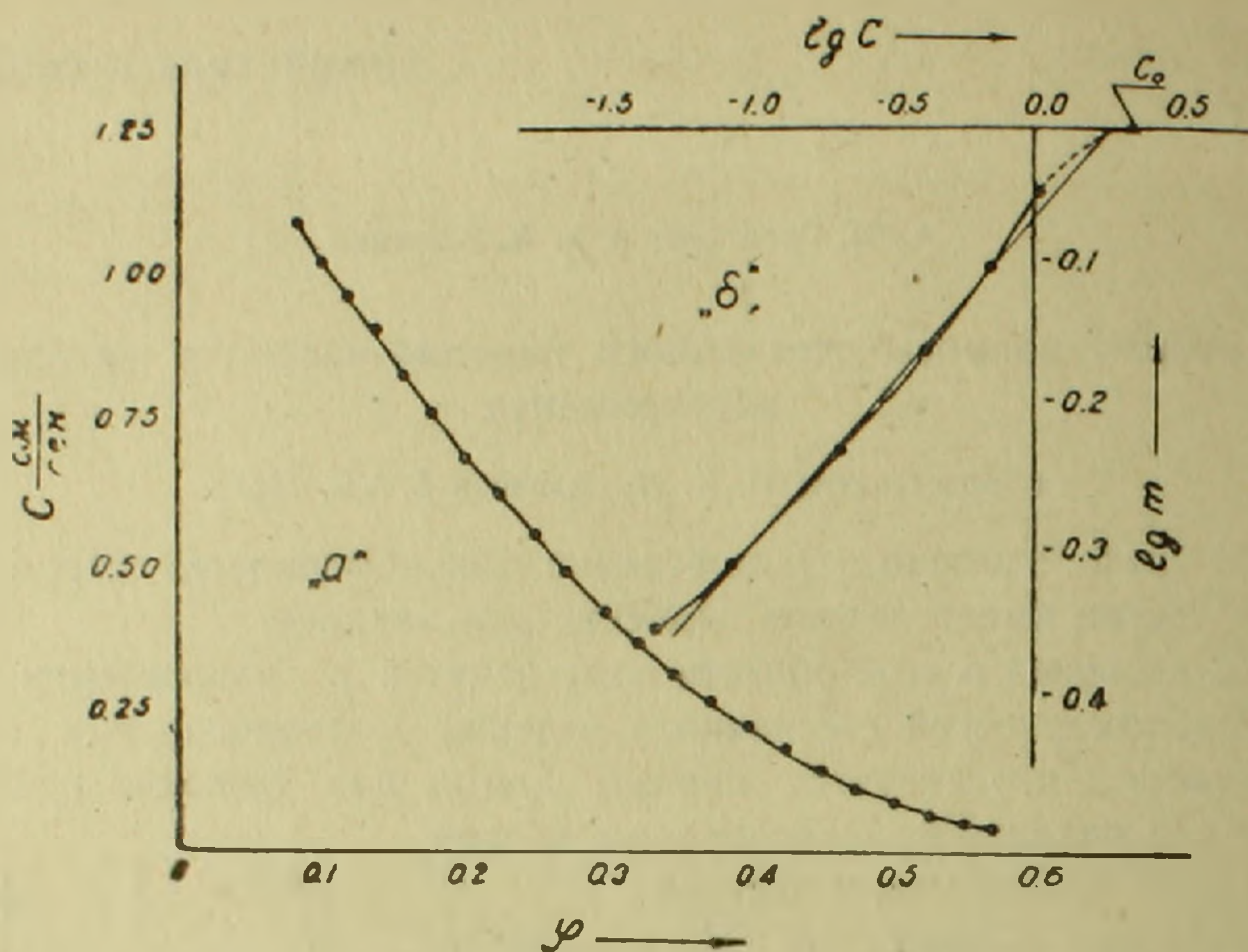


Фиг. 1.

Почти все авторы в последние годы на основании экспериментов предлагают формулу вида:

$$c = kc_0(1 - \varphi)^n = kc_0 m^n \dots \quad (1)$$

Здесь: k — коэффициент, обычно меньше единицы. c_0 — скорость падения одиночной частицы в бесконечной среде — скорость свободного



Фиг. 2.

падения, m — пористость взвеси, т. е. объемная доля среды во взвеси. n — степень, постоянная для данной системы.

Однако экспериментальные значения c и m в координатах $\lg c$ и $\lg m$ не дают прямых линий, проходящих через точку с абсциссой $\lg c_0$ и ординатой $\lg(m = 1) = 0$. Обработка многочисленных результатов экспериментов (наших и других авторов) показывает, что линия $\lg c = f(\lg m)$ имеет вид, приведенный на фиг. 2, б. Любая прямая, проведенная на фиг. 2 и выражающая уравнение (1), явится приближенной и неохватывающей с приемлемой точностью весь диапазон m , который меняется от нуля до, примерно, 0,5.

Неизбежным является вывод о том, что уравнения типа (1), предлагаемые многими авторами (в том числе и нами⁽¹⁾) являются приближенными и нуждаются в дальнейшем уточнении.

Нам представляется, что это уточнение нужно начать с подробного рассмотрения и критики самой методики измерения скорости стесненного падения. Несмотря на широкое применение вышеописанного способа (фиг. 1) в литературе отсутствует его подробное рассмотрение и только дается схематическое описание. Между тем имеется ряд факторов, которые могут в той или иной степени влиять на точность и объективность измеряемых величин. Такими факторами могут являться:

1) немонодисперсность применяемых для опыта сферических частиц;

2) деформация профиля скоростей жидкости при ее входе во взвесь. эта деформация могла бы вызвать другую концентрацию твердой фазы в нижних слоях взвеси, отличную от измеряемого среднего значения;

3) деформация профиля скоростей жидкости при ее выходе из взвеси;

4) число Рейнольдса потока жидкости;

5) диаметр колонки D , вернее соотношение диаметра колонки к диаметру частиц d . Этот вопрос в литературе рассмотрен^(*) только для одиночно падающих частиц, но совершенно не изучен для стесненного падения.

Возможно, что это еще не является полным перечнем факторов, могущих повлиять на точность измерений и не подвергшихся еще изучению.

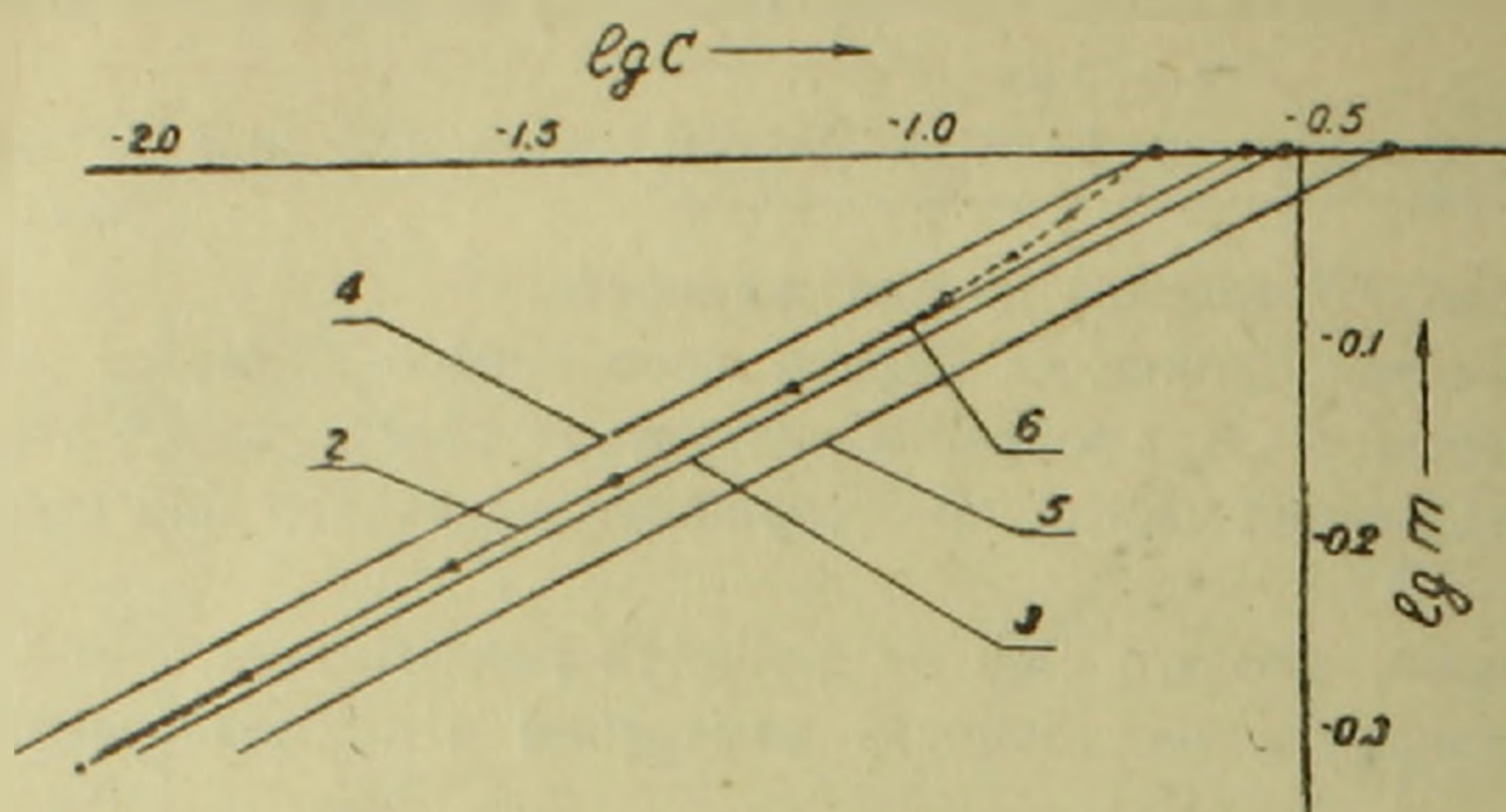
Соответствующими исследованиями мы убедились, что факторы 2,3 и 4 не оказывают ощутимого влияния на точность методики взвешенного слоя. Фактор 5 сильно может повлиять на объективность измеряемых s и m , однако он не может изменить форму кривой фиг. 2, б. Немонодисперсность же частиц в ряде случаев может привести к заметным погрешностям, рассмотрению которых посвящено это сообщение.

Если частицы испытуемого и гомогенного по плотности материала неодинаковы по размерам, то при переводе их во взвесь, несмотря на хаотичность движения частиц и перемешивающее действие потока жидкости, их сепарация, хотя бы неполная, неизбежна. Пусть соотношение диаметров наикрупной и наименьшей частиц составляет α . Для ситовых фракций мелких частиц эта величина обычно равняется $\sqrt{2}$. Это означает, что при ламинарности режима крупные частицы будут иметь скорость в 2 раза превышающую скорость наименьших частиц. С увеличением числа Рейнольдса эта разница в скоростях (при той же α) уменьшается, но все же остается достаточной для возникновения частичной сепарации. Сепарация же приводит к переменности m по высоте слоя взвеси. и если уравнение (1) даже применимо к строго монодисперсным частицам, станет неточным для немонодисперсных.

Для иллюстрации приведен пример, изображенный на фиг. 3. В примере допущено, что фракция шариков состоит только из частиц $d_1 = 50\mu$ и $d_2 = 70,7\mu$. $\alpha = \sqrt{2}$, плотность частиц 2,5, среда—вода с вязкостью 0,01 пуаз. Весовые количества шариков обоих размеров одинаковы. На фиг. 3 приведены прямые (рассчитанные по уравнению (1), принимая $K = 1$): 4—для частиц 50μ , 5—для частиц $70,7\mu$ и 2—для частиц среднеобъемной величины 57μ , прямая 3 касается частиц среднеситового размера $60,3\mu$.

Но, если взвесь из смеси этих шариков полностью сепарируется, то ее поведение, т. е. взаимосвязь $s = f(m_{ср})$, не будет такой, какая

имеет место для частиц средней величины. Исходя из допущения, что частицы, сепарируясь, образуют два самостоятельных слоя, каждый из которых в отдельности подчиняется уравнению (1), построена пунктирная кривая 6, выражающая взаимосвязь $c = f(m_{\text{ср}})$.



Фиг. 3.

Из приведенного примера следует: если немонодисперсная смесь частиц, расширяясь в потоке жидкости, сепарируется (или себя ведет как сепарированная система), то для такой смеси невозможно найти средний диаметр частиц и применить к ней уравнение (1). Такое расширение мы называем аддитивным расширением. При аддитивности расширения взвесь себя ведет так, будто с увеличением m уменьшается средний диаметр частиц и в пределе, когда $m \rightarrow 1$, становится равным диаметру наименьших частиц.

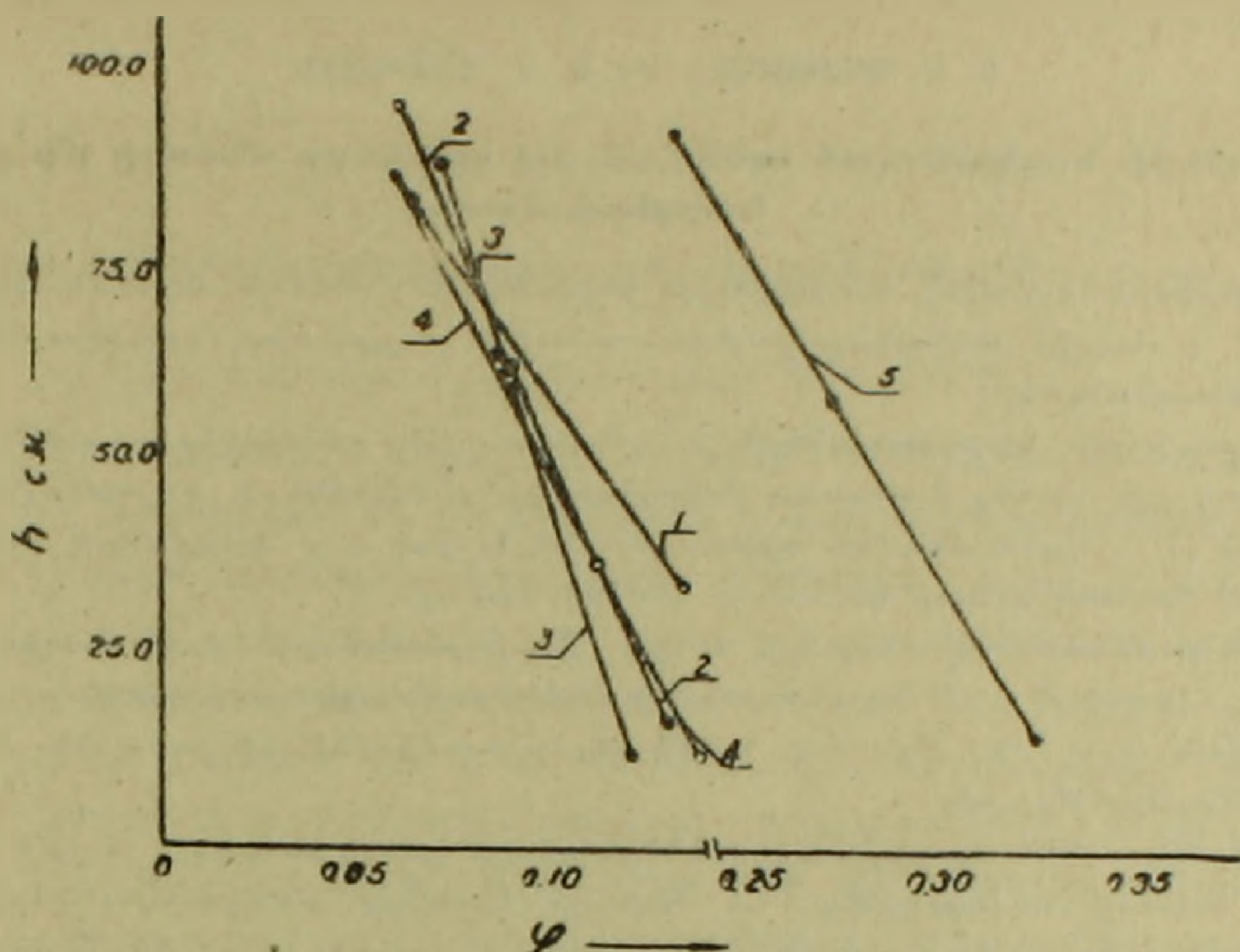
Нами из большой партии алюмосиликатных пористых частиц были выделены почти монодисперсные шарики ($\alpha = 1,05 \div 1,10$) величиной 0,290, 0,243, 0,198, 0,130 и 0,097 см. Они пропитывались водой различной окраски и их смеси в различных вариантах подвергались расширению в потоке воды, в аппарате типа фиг. 1. Визуально было установлено, что ни одна из смесей не подвергалась полной сепарации, но не имело место также полное смешение. В случае близких размеров шариков во взвеси преобладал смешанный слой, и наоборот. Однако во всех случаях расчетные точки, вычисленные с учетом аддитивности расширения, совпадали с экспериментальной кривой $c = f(m_{\text{ср}})$.

Эти эксперименты подсказывают вывод о том, что при немонодисперсности частиц взвеси, независимо от степени сепарации, расширение является аддитивным. Это означает: если частица малых размеров находится в окружении более крупных, то она все равно во взвеси занимает такой объем и имеет такую сферу действия, какие она имела бы в окружении подобных себе частиц, и что вызываемая данной частицей пористость m или концентрация φ в среднем не зависят от точки ее нахождения и от окружающих ее частиц.

Результаты опытов по определению степени сепарации обычных

фракций частиц ($\alpha = \sqrt{2}$) при их расширении в потоке воды, по схеме фиг. 1, приведены на фиг. 4.

Как видно из рисунка, сепарация частиц по высоте слоя h очень значительна. Например, помол стекла фракции $-100 + 140$ меш, на высоте 16 см (от сетки прибора) имел концентрацию $\varphi = 0,133$, а на вы-



Фиг. 4.

1—стекл. шарики, фр. $-100 + 140$ меш ($\varphi_{ср} = 0,115$); 2—помол стекла, фр $-100 + 140$ меш ($\varphi_{ср} = 0,101$); 3—помол стекла, фр $-20 + 30$ меш ($\varphi_{ср} = 0,101$); 4—помол стекла, фр $-30 + 40$ меш ($\varphi_{ср} = 0,100$); 5—помол стекла, фр $-100 + 140$ меш ($\varphi_{ср} = 0,298$).

соте 96 см—0,061. Средняя же концентрация всей взвеси, рассчитанная по весу загрузки и по занимаемому объему взвеси, составляла 0,101.

На основании всего вышеизложенного можно заключить:

1) обычные ситовые фракции частиц при их расширении в потоке среды подвергаются значительной сепарации, образуя взвесь с переменной плотностью по высоте;

2) расширение таких фракций, независимо от степени сепарации, является аддитивным, и экспериментально полученную взаимосвязь $c = f(m)$ нельзя с достаточной точностью отнести к частицам среднего размера;

3) для получения достоверной картины этой взаимосвязи, для эксперимента нужно применять по возможности строго монодисперсные частицы со значением α не более 1,1. Применение же более немонодисперсных частиц, помимо указанного, вызывает затруднения и неточности в определении среднего размера и делает невозможным экспериментальное измерение скоростей падения для φ , меньших 0,1.

Однако отклонение экспериментальных точек от прямой (в координатах $\lg c$ и $\lg m$) нельзя целиком приписать неточностям, вытекающим из немонодисперсности частиц. Эти неточности в отдельных

случаях даже сглаживают отклонение от прямой. Основная причина непрямолинейности выражения $\lg c = f(\lg m)$ заключается в другом явлении, о котором будет сообщено отдельно.

Химический институт
Академии наук Армянской ССР

Ա. Մ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ ԵՎ Ա. Ա. ԶԱՄԻՆՅԱՆ

Մասնիկների կաշկանդված անկման եվ փորձերի մերժողի մի բանի հալոցների մասին

Մոնոդիսպերս գնդաձև՝ մասնիկների կաշկանդված անկման ուսումնասիրությունը հանդիսանում է հարցի ընդհանուր լուծման առաջին քայլը, որով զրադվում են ներկայումս շատ հետազոտողներ:

Համարյա բոլոր հետազոտողներն առաջարկում են բանաձևեր, որոնք կարող են բերվել (1) տեսքի, որտեղ C -գնդաձև մոնոդիսպերս մասնիկների կաշկանդված անկման արագությունն է, C_0 -ազատ անկման արագությունն է, իսկ m -ը կախվածքի ծակոտկենությունը: k և n հաստատուններ են տվյալ ռեժիմի համար:

Սակայն փորձնական կետերը $\lg c$ և $\lg m$ կոորդինատների վրա թափված են կոր, (նկ. 2 (b)) որը հակասում է (1) հավասարմանը: Հետևապես այդ հավասարումը կարելի ունի հետադաճչուման, որը մեզ թվում է պիտի սկսել փորձի մեթոդի (տես. նկ. 1) մանրամասն ուսումնասիրությունից:

Գոյություն ունեն մի շարք դոբոժներ, որոնք կարող են ազդել փորձի ճշտության վրա: Մենք փորձով համոզվեցինք, որ հեղուկի հոսանքի արագությունների պրոֆիլի ձևափոխությունը (կախվածք մոնելիս և նրանից դուրս դալիս), հեղուկի հոսանքի Ռեյնոլդսի թիվը և փորձանոթի D ու մասնիկների ժառանգների հարաբերությունը կորագծի ձևի վրա չոչափելի ազդեցություն չունեն: Սակայն կորագծի ձևի վրա զգալի ազդեցություն է թողնում փորձում օգտագործվող մասնիկների իսկապես ոչ մոնոդիսպերս, միաչափ լինելը:

Այս հաղորդման մեջ ցույց է տրված, որ սովորական մաղային ֆրակցիաները փորձի մամանակ ենթարկվում են մասնակի սեպարացիայի՝ և կախվածքի ծավալային խտությունը ըստ $1/\rho$ բարձրության փոփոխական է (տես. նկ. 4): Արված է եզրակացություն, որ տարբեր մեծության մասնիկների խտությունը, անկախ սեպարացիայի տատմանից, ընդարձակվելով հեղուկի հոսանքից, իրեն պահում է այնպես, ինչպես իրեն կպահեր լիովին սեպարացիայի ենթարկված, առանձին ինքնուրույն շերտերի բաժանված խտությունը: Այդպիսի ընդարձակումն անվանված է սոլիդիտի: Ցույց է տրված, որ ազդիտիվ ընդարձակման դեպքում (1) բանաձևը, եթե նա նույնիսկ ճիշտ է միաչափ մասնիկների համար, դառնում է մոտավոր ոչ միաչափ մասնիկների համար (նկ. 3).

Արված են հետևյալ եզրակացությունները.

1. Սովորական մաղային ֆրակացիաներն ընդարձակվելիս ենթարկվում են զգալի սեպարացիայի, կազմելով փոփոխական խտությամբ կախվածք: 2. Նրանց ընդարձակումն ազդիտիվ է և փորձից ստացված $C=f(m)$ կապակցությունը չի կարելի բավարար ճշտությամբ վերագրել միջին մեծության մասնիկներին: 3. Այդ կապակցության ճիշտ պատկերն ստանալու համար անհրաժեշտ է փորձերը կատարել միաչափ մասնիկների վրա և ոչ թե մասնիկների մաղային ֆրակցիայի վրա, որոնց դեպքում անճշտություններ են առաջանում նաև միջին տրամագիծն որոշելիս և ամենար է դառնում վստահելի փորձեր կատարել $0,1$ -ից ավելի փոքր խտության կախվածքների հետ:

Սակայն փորձնական կետերի շեղումն ուղիղ գծից չի կարելի տմրդապես վերադրել մասնիկների անմիաչափությանից՝ բխող անճշտություններին, որոնք երբեմն նույնիսկ քչացնում են այդ շեղումը: Ուղիղ գծից շեղվելու հիմնական պատճառն ուրիշ է, որի մասին կխոսվի առանձին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. М. Гаспарян и А. А. Заминян, ДАН АрмССР, т. XXIII, 17 (1956). ² Л. Н. Еркова и Н. И. Смирнов, ЖПХ, XXIX, 733, 1956.

ГЕОЛОГИЯ

Э. Г. Малхасян

Данные об абсолютном возрасте Цавского интрузива

(Представлено С. С. Мкртчяном 20.VI.1957)

Цавский гранитоидный интрузив является одним из крупных массивов в Южной Армении. Он расположен в Кафанском районе, в бассейне р. Цав. Район Цавского интрузива является характерной областью вулканической деятельности мезозоя; здесь развиты в основном вулканогенные толщи средней и верхней юры. Площадь массива около 90 км². Он составляет часть широкой антиклинальной складки; имеет сильно размытую куполообразную поверхность. Наблюдения показывают, что породы Цавского интрузива приурочены к разрывам синклинальной складки и к сводовым антиклинальным частям складчатого комплекса юрских пород. Массив этот протягивается от сел. Разадара вверх по течению р. Цав на протяжении около 20 км. Ширина массива в среднем 3—4 км, в наиболее расширенной западной части она возрастает до 5—5,5 км.

Первое описание Цавского интрузива было дано К. Н. Паффенгольцем, определившим возраст интрузива как третичный, связанный с альпийской фазой орогенеза. Более подробное петрографическое описание имеется у С. С. Мкртчяна, считающего формирование Цавского интрузива результатом двухфазового внедрения. Интрузив в петрографическом отношении относится к гранитоидному типу с преобладанием гранодиорита, сиенито-диорита и кварцевого диорита, которые прорываются сравнительно более молодыми, своеобразными, нигде в других местах, в пределах области, не встречаемыми, розовыми гранитами, являющимися второй фазой формирования интрузивного массива.

С. С. Мкртчян и И. Г. Магакьян, основываясь на тектономагматическом районировании Малого Кавказа, Цавскую интрузию предположительно относят к меловому (дотуронскому) времени. В пользу последнего предположения говорят также нижеприведенные факты, указывающие на древний (нижнемеловой) возраст Цавского интрузива:

1) находка А. Н. Соловкиным хорошо окатанных галек и валунов розовых гранитов, в туронском конгломерате по реке Гочас-чай у с. Агкерпи и 2) наличие галек этих интрузивных пород в конгломератах основания эоцена у с. Ахбыз.

Для выяснения точного возрастного предела внедрения Цавского интрузива было выполнено определение абсолютного возраста образцов калий-аргоновым методом.

Измерение образцов пород первой фазы интрузивного внедрения, в одной из лабораторий, дало возраст 135 млн. лет, в другой—соответственно 132 млн. лет. Эти данные находятся в пределах точности метода $\pm 3\%$.

Породы второй фазы интрузивного внедрения (розовые граниты) дали 130 млн. лет (определялись только в одной лаборатории). Приводимые данные, согласно шкале геологического времени*, позволяют возраст пород Цавского интрузива относить к низам мела.

Таким образом, учитывая данные абсолютного возраста пород Цавского интрузива, ряд других прямых фактов, приведенных выше, а также нахождение массива в Сомхето-Кировабадской геотектонической зоне, где возраст аналогичных гранитоидных интрузивов (Кохбский, Банушский, Шамшадинский, Гюл-Ятаг-Мардакертский, Мехманинский и др.) определен как нижнемеловой, следует возраст Цавского интрузива также считать нижнемеловым (дотуронским).

Анализируя историю развития мелового периода на Малом Кавказе, приходим к выводу, что нижнемеловое время было эпохой тектонического покоя и только перед сеноманской трансгрессией между аптом и альбом проявилась австрийская орогеническая фаза, с которой и можно связывать внедрение Цавского интрузива.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

է. Գ. ՄԱԼԽԱՍՅԱՆ

Տվյալներ Ծավի ինտրուզիայի բացարձակ հասակի մասին

Ծավի ինտրուզիվ մասսիվը գտնվում է հարավային Հայաստանում՝ Ծավ գետի ավազանում:

Ինտրուզիան պատռում է միջին և վերին յուրայի հրաբխածին շերտախումբը և տարրեր հեղինակների կարծիքով ունի տարրեր հասակի: Ըստ Կ. Ն. Պաֆենգոլցի ինտրուզիան վերագրվում է երրորդական հասակին, իսկ ըստ Ս. Ս. Մկրտչյանի և Հ. Գ. Մադարյանի՝ կախված: Գոյություն ունեցող նյութերն անրավարար են համարվում ինտրուզիայի հասակի հարցը ճիշտ լուծելու համար: Սկզբնականում Ծավի ինտրուզիայի ապարները ենթարկվեցին ճշգրիտ մեթոդի որոշման՝ բացարձակ հասակի որոշման եղանակով:

Միության երկու համապատասխան լաբորատորիաներում կատարված չափումները տվեցին հետևյալ արդյունքները՝ ինտրուզիայի առաջին ֆազի ապարները—գրանոդիորիտները, սիենիտ-դիորիտներն և կվարցային դիորիտներն ունեն 132-135 մլն տարվա հասակ, իսկ ինտրուզիայի երկրորդ ֆազի ապարները՝ վարդազույն գրանիտները 130 մլն տարվա (չափումները կատարվել են կալի-արգոնյան եղանակով):

Ստացված տվյալները համաձայն գոյություն ունեցող երկրաբանական ցուցանակի թույլ են տալիս Ծավի ինտրուզիվ ապարների հասակը համարել ստորին կալվածի և հետևաբար ինտրուզիայի ձևավորման էտապը կապել ավստրիական օրոգենի ֆազի հետ:

* В. А. Магницкий, Основы физики Земли, Геодезиздат, 1953.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян и Н. В. Балагезян

К вопросу о жизненности растений, полученных из
 укорененных черенков

(Представлено М. А. Тер-Карапетяном 2. VIII. 1957)

Одна из биологических особенностей многолетних травянистых форм заключается в монокарпичности ежегодно отрастающих побегов. Аналогично однолетним растениям эти плодоносящие побеги стареют и отмирают. Многолетний образ жизни свойственен лишь корням, которые, будучи одновременно местами запасных ассимилятов, ежегодно формируют почки возобновления на корневой шейке, переходящие сначала в вегетативные побеги, а затем генеративные.

Согласно теории стадийности ⁽¹⁾ эти монокарпические побеги ежегодно проходят стадию онтогенетического развития и, формируя семена, стареют и отмирают. На основании этого можно допустить, что укорененные черенки, взятые от таких цветущих или бутонизирующих монокарпических побегов, в связи со стадийной старостью их, не могут дать растения как с нормальной вегетативной мощностью, так и со свойственной данному виду оптимальной продолжительностью жизни.

Однако известно, что в практике растениеводства многие культуры размножаются лишь вегетативно, с помощью укорененных черенков, которые внешне не показывают признаков потери жизненности. Обычно так размножаются хризантемы, многочисленные комнатные растения и др. Из плодовых — виноград и некоторые другие деревья и кустарники.

С целью выяснения этого вопроса у травянистых растений, являющихся лучшим объектом для получения качественной реакции, начиная с 1955 г., нами были проведены серии опытов по укоренению черенков, взятых от цветущих и бутонизирующих побегов. Объектами исследований являлись люцерна и клевер красный.

В вегетационном сезоне 1955 и 1956 гг. из побегов разновозрастной люцерны были взяты черенки с целью их укоренения. При этом

черенки были взяты с различных ярусов вегетирующих, бутонизирующих и цветущих побегов. После укоренения все растения были высажены в грунт и оставлены в естественных условиях.

Как в ящиках, так и в грунте подопытные черенки по мере укоренения продолжали нормальный рост, формируя пазушные побеги, которые в дальнейшем переходили к цветению. С целью предотвращения истощения и стимулирования укоренения, регулярно удалялись вновь появляющиеся бутоны и цветы. Дальнейшее наблюдение было проведено за ходом наступления цветения и энергией вегетативного роста, данные о которых приводятся в табл. 1, 2 и 3.

Данные табл. 1 являются весьма характерными в отношении иллюстрации положения о том, что при черенковании растений снимается их разнокачественность, если конечно таковая проявляется в онтогенезе растений.

Таблица 1

Сроки наступления цветения растений из укорененных черенков люцерны различного возраста (укорененные 27. VII. 1955 г.)

Возраст материнского растения, с которого взяты черенки в год.	Фаза развития растений при взятии черенков	Ярусность взятых черенков	Дата наступления цветения			
			1956 г.		1957 г.	
			матер. раст.	черенк. растен.	матер. растен.	черенк. растен.
2	вегетация	нижний	14.VI	15.VI	5.VI	3.VI
4	.	.	15.VI	20.VI	5.VI	5.VI
4	бутонизация	среди.	15.VI	18.VI	5.VI	5.VI
4	цветение	.	15.VI	15.VI	5.VI	5.VI
6	вегетация	.	15.VI	15.VI	5.VI	5.VI
6	бутонизация	.	15.VI	15.VI	5.VI	5.VI

Прежде всего выясняется, что возрастные изменения растений не играют определенной роли для хода наступления генеративного развития. Так, например, контрольные растения всех групп, независимо от общего возраста, переходили к цветению одновременно как в 1956г., так и в 1957 г. Кроме того, черенкованные растения, аналогично контрольным растениям, показывали одинаковый ход генеративного развития.

Этот факт свидетельствует о том, что черенки, взятые от разновозрастных растений, являются качественно равноценными в отношении наступления генеративной фазы развития.

Интересным является то обстоятельство, что, вне зависимости от фазы развития материнского растения, черенкованные растения переходят к цветению одновременно на второй год жизни.

Этот факт приводит нас к выводу, что меристематические клетки боковых почек роста, которые дают начало новым организмам, являются равноценными в отношении готовности к формированию генеративных органов, независимо от того, на каких ярусах находились эти почки на

материнском растении. Аналогичные данные мы находим в работах А. К. Ефейкина (2,3), проведенных с томатом, с применением как черенкования, так и прививки.

В следующем опыте срезывали небольшие корневые черенки одинаковой величины и, высаживая их в грунт, получали из них нормально развитые растения. В дальнейшем проводили подробные наблюдения над сроками наступления их цветения. При этом, как в первом случае, так и в данном, черенки были взяты из разных ярусов с целью выявления качественных различий между ними.

Полученные данные сведены в табл. 2.

Таблица 2

Сроки наступления цветения растений из корневых черенков люцерны разных возрастов (черенкованное 17. IV. 1955)

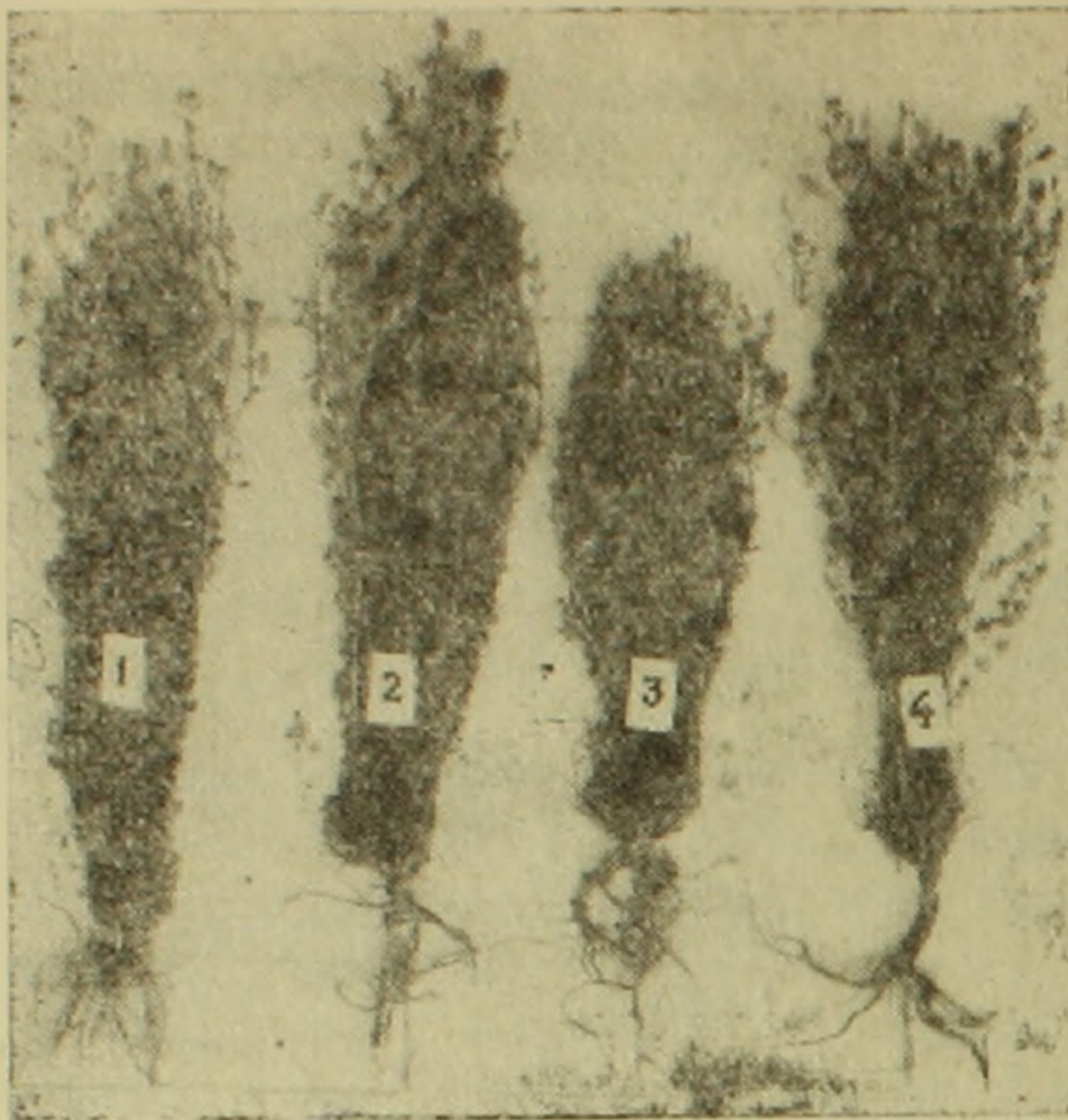
Возраст материнского растения, с которого взяты черенки в год	Фаза развития растений при взятии корневых черенков	Ярус взятых черенков	Дата наступления цветения			
			1956 г.		1957 г.	
			матер. раст.	черенк. раст.	матер. раст.	черен. раст.
2	цветение	верхн.	14.VI	12.VII	3.VI	2.VI
3	бутонизация	.	15.VI	3.VII	5.VI	3.VI
3	цветение	средн.	15.VI	15.VII	5.VI	1.VI
6	вегетация	нижн.	15.VI	16.VII	5.VI	3.VI

Приведенные в табл. цифры аналогичны данным предыдущей таблицы лишь с той разницей, что показывают некоторые различия в сроках цветения черенкованных растений, в зависимости от фазы развития материнского растения, с которого были взяты корневые черенки. У всех вариантов черенки, взятые с верхних ярусов корней растений, находящихся в фазе цветения, после формирования побегов и нормального кущения переходили к цветению сравнительно позже, чем растения остальных групп. Причины этого прежде всего связаны с тем, что в фазе цветения паренхимные запасные клетки верхних ярусов корней (расположенные в зоне корневой шейки) гораздо больше опорожняются, чем аналогичные клетки нижних зон корня. В силу этого они формируют отпрыски и кустятся гораздо позже. Разница в сроках наступления цветения, как выясняется из данных таблицы, полностью исчезла в 1957 г. В следующей таблице приводятся показатели роста семенного, корнечеренкованного и стеблечеренкованного происхождения.

Таблица 3

Накопление сухой массы растениями люцерны различного происхождения

Г р у п п а	Число побегов	Сухой вес в граммах			Высота растений в см
		побегов	корней	общий	
Семенные растения	33	73,6	55,5	129,1	98
Растения из корневых черенков 1955 г.	44	107,3	57,7	165,0	75
Растения из стеблевых черенков 1955 г.	50	168,3	50,5	218,8	110
Растения из стеблевых черенков 1956 г.	35	158,2	37,2	195,4	107



Фиг. 1.

Эти данные также характерны для иллюстрации положения о том, что при размножении люцерны стеблевыми черенками формируются растения с более повышенной жизненностью, чем при размножении корневыми черенками. Максимальную вегетативную массу дали растения, полученные из стеблевых черенков 1955 г. Одновозрастные семенные растения во многом отстают как в общей массе, так и в высоте. Эта разница более наглядно видна на приведенном фотоснимке (фиг. 1).

На основании этих экспериментальных данных мы приходим к выводу, что растения при размножении укорененными черенками омолаживаются аналогично семенным растениям. Дело в том, что при укоренении у многочисленных черенков остаются живыми лишь вновь отрастающие самые нижние зачаточные боковые почки, которые в дальнейшем отделяются от материнского черенка. Укорененный черенок обычно отмирает до конца вегетативного сезона в силу плодоношения верхушечных отраставших от них боковых побегов, как это показано на фиг. 2 с укорененными черенками клевера. Таким образом всегда проявляется многолетний образ жизни не материнский черенок, а отрастающая от него самая нижняя боковая почка. Если даже это дочернее растение переходит к цветению, то тем не менее усиленно кустится, образуя новые розеточные побеги, которые и обеспечивают многолетний образ жизни.



Фиг. 2.

Все эти данные показывают, что люцерна при размножении черенками формирует онтогенетически молодые растения аналогично семенным растениям. Разница между ними заключается в том, что семенные растения обладают двойственной наследственностью — материнской и отцовской, в то время как черенковые растения обладают лишь материнской наследственностью. В результате этого со временем усиливаются и обостряются противоречия между медленно обогащающейся материнской наследственностью и прогрессивно изменяющимися условиями внешней среды, приводящие в конце концов к вырождению вегетативно размножающихся растений, аналогично самоопылителям.

· Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Վ. Լ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՎ Ն. Վ. ԲԱԼԱԳՅԱՆ

Ֆորմատակալված կտրոններից ստացված բույսերի կենսունակութիւնը հարցի մասին

Ջարգացման ստադիական տեսության համաձայն, բույսերը կտրոններով բազմացնելու դեպքում աստիճանաբար նվազում է նրանց կենսունակությունը, բանի որ, ըստ այդ տեսության, ամեն մի նոր կտրոն շարունակում է իր զարգացումն այն էտապից, որին հասել է մայրական բույսը: Ուսկայն հայտնի է, որ մարդն իր երկարամյա դորժունեության ընթացքում բազմաթիվ բույսեր բազմացնում է միայն այս եղանակով և վերջիններս շարունակում են ցույց տալ բարձր կենսունակություն:

Այս հարցի պարզաբանման ուղղությամբ մեր կողմից դրվել են մի շարք փորձեր երեքնուկի և առվույտի արմատակալված կտրոնների վրա և դիտողություններ կատարվել նրանց ծաղկման ժամկետների վերաբերյալ համեմատած նույն հասակի սերմնարույսերի հետ:

Փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ անկախ վերցրված կտրոնների յուրատեսակությունից ու մայրական բույսերի զարգացման ֆազերից, բոլոր կտրոնային բույսերն իրենց կյանքի 2-րդ և 3-րդ տարում ծաղկում են միաժամանակ: Ինչպես մայրական բույսերը: Բացի դրանից կտրոնային բույսերը 2 տարվա ընթացքում տալիս են ավելի մեծ վեգետատիվ մասսա, քան մայրական բույսերը:

Այս փորձերի արդյունքները հեղինակներին բերել են այն եզրակացության, որ բույսերը կտրոններով բազմացնելու դեպքում տալիս են մայրական սերմնարույսերին համարժեք երիտասարդ բույսեր միայն այն տարրերությամբ, որ կտրոնային բույսերն օժտված են միայն մայրական ժառանգականությամբ, իսկ սերմնարույսերը՝ և մայրական և հայրական ժառանգականությամբ: Որա հետևանքով երկարամյա վեգետատիվ բազմացման դեպքում ուժեղանում է հակասությունը դանդաղ փոփոխվող մայրական ժառանգականության և արագ փոփոխվող արտաքին միջավայրի պայմանների միջև, որը վերջի վերջո բերում է վեգետատիվ բազմացող բույսերի կենսունակության անկմանը ինքնափոշոտվող բույսերի նման:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 Т. Д. Лысенко. Агробиология. 1948. 2 А. К. Ефейкин. ДАН СССР, 106, 7 (1947). 3 А. К. Ефейкин, ДАН СССР, 95,1 (1954).

