

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

XII, № 1

1950

Խմբագրական կոլեգիա

Հ. Խ. ԲՈՒՆԻԱԹՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ Ինքնական անդամ,
Գ. Ս. ԻԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Մ. ԼԵ-
ԲԵԴԵՎ (պատ. Խաղաղար), Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ,
ՀՍՍՐ ԳԱ ինքնական անդամ (պատ. Խաղաղար), Ա. Գ. ՆԱ-
ԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, действ. чл. АН Арм. ССР
(отв. редактор), Г. Х. БУНЯТЯН, действ. чл. АН
Арм. ССР, Г. С. ДАВТЯН, чл.-корресп. АН
Арм. ССР, М. М. ЛЕБЕДЕВ (отв. секретарь),
А. Г. НАЗАРОВ, чл.-корресп. АН. Арм. ССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Էջ

Կիրառական մաթեմատիկա

Գ. Տ. Ստեփանյան—Մի քանի փոփոխականներով ֆունկցիաների զուգահեռ թվա-
տախտակներով նոմոգրամների մի ընդհանուր հատկության մասին 3

Հիդրավիկա

Ի. Վ. Եղիազարյան—Հոսանքով տարվող ջրաբերուկների տրանսպորտի սկզբը-
նական տանող ուժի և գործակիցը 9

Էլեկտրոսեյսնիկա

Վ. Գ. Եղիազարյան—Վաննայի խորության ազդեցությունը մուլիտի վառա-
րանի ջերմային կորուստների մեծության վրա 15

Շինարարական սեյսմոնիկա

Ս. Ա. Համբարձումյան—Կամայական ընդլայնական կտրվածք ունեցող գլանա-
յին թաղանթների հաշվման մասին 21

Ռույսերի սիսեմատիկա

Հ. Հ. Մուլբրջանյան—Կովկասյան աստղափուշ ցեղի երկու նոր տեսակներ 27

Կենդանաբանություն

Ս. Կ. Դալ—Բազմադույն օձի բազմադրման մասին 31

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Прикладная математика

- Г. И. Тер-Степанян.* Об одном свойстве номограмм с параллельными шкалами для функции многих переменных 3

Гидравлика

- И. В. Егиазаров.* Коэффициент Γ начальной влекущей силы транспорта влекомых потоком наносов 9

Электротехника

- В. Г. Егиазарян.* Влияние глубины ванны на величину тепловых потерь в муллитовой печи 15

Строительная механика

- С. А. Амбарцумян.* К вопросу расчета цилиндрических оболочек произвольного поперечного сечения 21

Систематика растений

- Я. И. Мулкиджанян.* Два новых вида р. Мордовник с Кавказа . . . 27

Зоология

- С. К. Даль.* Заметка о размножении разноцветного полоза . . . 31

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Г. И. Тер-Степанян

Об одном общем свойстве номограмм с параллельными шкалами
для функции многих переменных

(Представлено А. Г. Назаровым 19 V 1950)

Для графического решения уравнения со многими переменными вида

$$F_1(\alpha) \pm F_2(\beta) \pm F_3(\gamma) \pm \dots \pm F_m(\mu) = F_n(\nu) \quad (1)$$

или приводимого к нему вида ⁽²⁾, где

$F_1(\alpha)$, $F_2(\beta)$, $F_3(\gamma)$, $\dots$, $F_m(\mu)$ — суть некоторые монотонные, по крайней мере, в изучаемой области, функции, а α , β , γ , $\dots$, μ — некоторые независимые переменные, применяются номограммы из выравненных точек с параллельными шкалами. Методом графического исключения переменных уравнение (1) приводится к системе уравнений второй канонической формы, вида

$$\left. \begin{aligned} F_1(\alpha) \pm F_2(\beta) &= \rho \\ \rho \pm F_3(\gamma) &= \sigma \\ \sigma \pm F_4(\delta) &= \tau \\ &\dots \\ \tau \pm F_m(\mu) &= F_n(\nu) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где ρ , σ , τ , $\dots$, φ суть вспомогательные функции.

Существующие методы ⁽¹⁾ графического решения уравнения (1) заключаются в построении цепи номограмм для каждого из уравнений системы (2), причем общие шкалы вспомогательных функций ρ , σ , τ , $\dots$, φ являются общими; для определения уравнения шкалы функции зависимой переменной $F_n(\nu)$ должны быть последовательно определены параметры уравнений всех вспомогательных функций, что при большом числе переменных может представить известные трудности. Контроль правильности построения номограммы заключается в производстве ряда пробных сравнительных расчетов аналитическим и графическим методами, причем в случае, если будет обнаружено недопустимое расхождение между результатами, ошибка может быть установлена только после повторения всего построения.

Можно показать, что между параметрами уравнений шкал всех функций системы (2), равно как и между длинами и взаимным расположением шкал номограммы, служащей для решения этой системы, существуют простые зависимости, позволяющие легко получать все необходимые для построения номограммы данные. Тогда расчет номограммы сведется к вычислению несложной таблицы—алгорифма. Контроль правильности расчета может быть произведен на основании анализа этой таблицы, а возможные ошибки вычислений могут быть сразу же устранены, еще до построения номограммы.

В настоящей работе применена терминология, уточненная или введенная М. В. Пентковским⁽³⁾; помимо этого автор был вынужден ввести следующие понятия.

Пределами функции нами названы пределы изменения функции, изображенные крайними точками шкалы; пределы функции—алгебраические величины. Знак предела отвечает знаку функции; поэтому пределы положительных функций положительны, пределы отрицательных функций отрицательны.

Нижним пределом функции названа минимальная по относительному значению величина предела функции, которая должна быть изображена на чертеже; поэтому для положительных функций нижний предел функции отвечает минимальному абсолютному значению функции, а для отрицательных—ее максимальному абсолютному значению.

Верхним пределом функции названа максимальная по относительному значению величина предела функции; поэтому для положительных функций верхний предел функции отвечает максимальному абсолютному значению функции, а для отрицательных функций—ее минимальному абсолютному значению.

Нижнему пределу функции на номограмме отвечает *нижний конец шкалы*, верхнему пределу—*верхний конец шкалы*.

Интервалом функции названа разность между пределами функции; интервал функции всегда положительная величина.

Коэффициентом шкалы называется отношение интервала функции к длине ее шкалы.

Расстояние нижнего конца шкалы от общей опорной линии, перпендикулярной к направлению шкал, называется *опорной длиной* шкалы; соответствующий ей интервал функции называется *опорным интервалом* функции.

Моментом коэффициента шкалы относительно какой-либо точки R названо произведение коэффициента шкалы на расстояние от этой точки до шкалы функции.

Функции, стоящие в левых сторонах равенств (2), называются *слагаемыми* функциями; функции, стоящие в правых сторонах этих равенств—*суммарными* функциями.

Введем обозначения:

$\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \dots, \mu_1, \nu_1$ — нижние пределы переменных,
 $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2, \dots, \mu_2, \nu_2$ — верхние пределы переменных,

$F_1(\alpha_1), F_2(\beta_1), F_3(\gamma_1), \dots, F_m(\mu_1), F_n(\nu_1)$ — нижние пределы функции,
 $F_1(\alpha_2), F_2(\beta_2), F_3(\gamma_2), \dots, F_m(\mu_2), F_n(\nu_2)$ — верхние пределы функции,
 $h_a, h_b, h_c, \dots, h_m, h_n$ — длина основных шкал,
 $g_a, g_b, g_c, \dots, g_m, g_n$ — длина опорных шкал,
 $A, B, C, \dots, M, N$ — интервалы функции,
 $a, b, c, \dots, m, n$ — коэффициенты шкал,
 $A_0, B_0, C_0, \dots, M_0, N_0$ — опорные интервалы функции,
 $L_a, L_b, L_c, \dots, L_m, L_n$ — расстояния от шкал до точки R,
 $M_a, M_b, M_c, \dots, M_m, M_n$ — моменты коэффициентов, шкал относительно точки R.

На основании данных выше определений можем записать: для шкалы функции независимой переменной $F_1(\alpha)$:

$$A = F_1(\alpha_2) - F_1(\alpha_1) \quad (3)$$

$$a = \frac{A}{h_a} \quad (4)$$

$$A_0 = a g_a \quad (5)$$

$$M_a = a L_a \quad (6)$$

Для всех остальных функций независимых переменных $F_2(\beta), F_3(\gamma), \dots, F_m(\mu)$ могут быть написаны выражения, аналогичные уравнениям (3) до (6).

Для шкалы функции зависимой переменной $F_n(\nu)$ имеем:

$$N = F_n(\nu_2) - F_n(\nu_1) \quad (7)$$

$$h_n = \frac{N}{n} \quad (8)$$

$$g_n = \frac{N_0}{n} \quad (9)$$

$$M_n = n L_n \quad (10)$$

Здесь уравнения (8) и (9) написаны несколько иначе вследствие того, что определяемыми величинами являются длины шкал h_n и g_n .

В результате несложных выкладок можно показать, что между упомянутыми выше величинами существуют простые соотношения, которые позволяют прийти к следующим общим свойствам параллельных шкал.

1. Нижний предел функции зависимой переменной равен алгебраической сумме нижних пределов всех заданных функций независимых переменных; знаки пределов отвечают знакам функции, т. е.

$$F_n(\nu_1) = F_1(\alpha_1) \pm F_2(\beta_1) \pm F_3(\gamma_1) \pm \dots \pm F_m(\mu_1). \quad (11)$$

2. Верхний предел функции зависимой переменной равен алгебраической сумме верхних пределов всех заданных функций независимых переменных; знаки пределов отвечают знакам функции, т. е.

$$F_n(\nu_2) = F_1(\alpha_2) \pm F_2(\beta_2) \pm F_3(\gamma_2) \pm \dots \pm F_m(\mu_2) \quad (12)$$

3. Интервал функции зависимой переменной равен сумме интервалов всех заданных функций независимых переменных, т. е.

$$N = A + B + C + \dots + M. \quad (13)$$

4. Коэффициент шкалы любой суммарной вспомогательной функции равен сумме коэффициентов шкал всех слагаемых функций независимых переменных; например, для первого звена номограммы

$$r = a + b, \quad (14)$$

где r — коэффициент шкалы вспомогательной функции ρ ; для второго звена

$$s = a + b + c, \quad (15)$$

где s — коэффициент шкалы вспомогательной функции σ и т. д.

5. Коэффициент шкалы функции зависимой переменной равен сумме коэффициентов шкал всех заданных функций независимых переменных, т. е.

$$n = a + b + c + \dots + m. \quad (16)$$

6. Опорный интервал функции зависимой переменной равен сумме опорных интервалов всех заданных функций независимых переменных, т. е.

$$N_0 = A_0 + B_0 + C_0 + \dots + M_0 \quad (17)$$

7. В каждом звене номограммы, построенном для последовательного графического решения системы уравнений (2), произведение коэффициентов шкал функций этого звена на их расстояния от шкалы первой функции данного звена равны друг другу; так, например, в первом звене номограммы имеем:

$$b l_1 = r r_1, \quad (18)$$

где l_1 и r_1 расстояния от начала звена (шкала функции $F_1(\alpha)$) до шкал функции $F_2(\beta)$ и ρ , соответственно. Аналогично, во втором звене номограммы имеем:

$$c l_2 = s r_2, \quad (19)$$

где l_2 и r_2 расстояния от начала второго звена (немая шкала вспомогательной функции ρ) до шкал функции $F_3(\gamma)$ и σ , соответственно.

8. Момент коэффициента шкалы функции зависимой переменной относительно любой точки R равен сумме моментов коэффициентов шкал всех заданных функций независимых переменных относительно той же точки R , т. е.

$$M_n = M_a + M_b + M_c + \dots + M_m. \quad (20)$$

9. Уравнение шкалы любой функции есть отношение разности функции и ее нижнего предела к коэффициенту шкалы; оно имеет знак

функции, т. е. у положительных функций имеет знак плюс, а у отрицательных функций—знак минус. Так, уравнение шкалы функции

$$F_1(\alpha) \dots y_a = \frac{F_1(\alpha) - F_1(\alpha_1)}{a} \quad (21)$$

$$- F_3(\gamma) \dots y_c = - \frac{F_3(\gamma) - F_3(\gamma_1)}{c} \quad (22)$$

$$F_n(\nu) \dots y_n = \frac{F_n(\nu) - F_n(\nu_1)}{n} \quad (23)$$

Изложенные в настоящей работе свойства параллельных шкал номограмм для функции многих переменных являются по существу следствием одного общего свойства этих шкал, которое может быть сформулировано следующим образом.

Шкалы суммарных вспомогательных функций, равно как и шкала функции зависимой переменной аккумулируют в себе признаки шкал заданных слагаемых функций. Первичными признаками, которые должны быть выбраны в качестве характеристики шкал, и которые могут быть положены в основу суммирования, являются пределы функции и коэффициенты шкал. Вторичными признаками шкал, которые являются следствием первичных признаков и которые также поддаются суммированию, являются интервалы функции и моменты коэффициентов шкал.

Пользуясь полученными зависимостями, можно составить таблицу-алгоритм номограммы, расчет которой не представит затруднений. Для градуировки могут служить уравнения шкал функций.

Для контроля правильности расчета пределов функции и их интервалов служат параллельные зависимости, выражаемые уравнениями (7), (11) и (12), с одной стороны, и (13), с другой; для контроля правильности расчета коэффициентов шкал и взаимных расстояний между шкалами—уравнения (10) и (20).

Более подробное изложение вопроса, вместе с выводом приведенных в настоящем сообщении формул и практическим примером расчета и построения номограммы, содержится в другой работе автора, подготовленной им к печати.

Институт Геологических Наук
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1950, май.

ԳԵՈՐԳ ՏԵՐ-ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

**Մի ԲաՅի փոփոխականներով Ֆունկցիաների զուգահեռ թվաախապահներով
նոմոգրամների մի ընդհանուր հասկումայան մասին**

Հեղինակը հետազոտել է մի քանի փոփոխականներով ֆունկցիաների զուգահեռ թվաախապահներով նոմոգրամներ, ընդ որում հանդելով այդ ֆունկցիաների հավասարումներին, թվաախապահներին, երկարություններին և փոխադարձ հեռավորություններին միջև

եղած պարզ առնչութիւններէ, որոնք թույլ են տալիս, նոմոգրամի լուծման ընթաց-
քում օգտագործելով անգործիքներ, կատարել հաշվումները և նրանց ստուգումները, մինչև
նոմոգրամի կառուցումը:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Н. М. Герсеванов. Теория и построение инженерных номограмм. ОНТИ, М—Л., 1937. 2. Н. А. Глаголев. Теоретические основы номографии. ОНТИ, М—Л., 1936. 3. М. В. Пентковский. Номография. ГИТТЛ, М—Л. 1949.

ГИДРАВЛИКА

И. В. Егназаров, действ. чл. АН Арм. ССР

Коэффициент f начальной влекущей силы транспорта влекомых потоком наносов

(Представлено 10 V 1950)

Сопоставляя лобовое воздействие потока на обтекаемое зерно наноса с силой, необходимой для влечения потоком наносов, можно определить начальную влекущую силу как:

$$S_0 = \gamma R_{0i} = 2g \frac{f'}{C^2 C_x} (\gamma_n - \gamma) d = f (\gamma_n - \gamma) d \quad (1)$$

где f' и f — безразмерные коэффициенты (C_x — коэффициент лобового сопротивления, C — коэффициент Шези, d — диаметр зерна, γ_n и γ — удельные веса наноса и жидкости).

Т. к.

$$C_x = \varphi(Re_d) \text{ и } C = \varphi\left(\frac{R}{d}, \frac{C}{Re_R}\right)$$

то
$$f = \varphi\left(Re_d, \frac{R}{d}, \frac{C}{Re_R}\right)$$

Шильдс ⁽¹⁾ показал, что $f = \varphi(Re_d)$. Если считать, что

$f' = 2g \frac{f'}{C^2} = \text{const.}$, что подтверждается опытом, то коэффициент

$$f = \varphi\left(\frac{1}{C_x}\right) \quad (2)$$

и должен следовать за изменением $C_x = \varphi(Re_d)$.

Изменение C_x в функции от числа Рейнольдса хорошо изучено, что позволяет определить возможные изменения коэффициента f , и установить, что для зерен формы близкой к шарообразной, изменение f возможно примерно вдвое, в связи с таким же изменением C_x при переходе через $Re_d = 2 \cdot 10^5$.

Получается возможность определения f и для наносов пластинчатой формы.

В потоках с большими скоростями и относительно крупными наносами, коэффициент f остается постоянным для всех основных фракций, если для всех этих фракций $Re_d > 2 \cdot 10^5$, и поэтому начальная влекущая сила и расход донных наносов достаточно полно определяются величиной d_{cp} для такой смеси.

То же относится и к опытам с наносами в лотках, т. к. для большинства случаев Re_d будет меньше $2 \cdot 10^5$ к f будет колебаться в небольших пределах, в соответствии с небольшими колебаниями C_x .

Только для потоков с малыми скоростями и мелкими фракциями наносов на значение S_0 и g (расход наносов) будет влиять состав смеси, дополнительно к влиянию величины d_{cp} ; но такое влияние будет учтено введением в расчёт соответствующего значения для C_x и следовательно для f .

Поэтому теряет смысл введенный Крамером модуль неоднородности смеси M ; к выводу о необоснованности введения модуля смеси M эмпирически пришел Чанг и отчасти Казей, Индри и американская лаборатория USWES.

Автором использованы опыты многочисленных исследователей и получена зависимость (фиг. 1) для $f = \varphi(Re_{*d})$ и для $S_0 = \varphi[(\gamma_n - \gamma) d_{cp}]$ — фиг. 2, которая даёт для f значение 0,030 для малых Re_{*d} , и 0,06 для больших Re_{*d} , что отвечает отмеченным выше изменениям C_x .

То обстоятельство, что для больших значений Re_{*d} величина f остается неизменной, указывает на малое влияние относительной шероховатости и подтверждает предположение о том, что

$$f'' = 2g \frac{f'}{C^2} \approx \text{const.}$$

Таким образом многочисленные, обработанные автором, опыты разных исследователей подтверждают зависимость полученную Шильдсом по своим немногочисленным опытам, проведенным с наносами различного удельного веса.

Переход от значений f равных 0,030 (у Шильдса 0,033) к значениям 0,060 Шильдс связал с условиями обтекания при различных соотношениях размера выступов шероховатости d и толщины ламинарного слоя δ . Но Шильдс не дал приведенного выше обоснования перехода минимального значения $f = 0,030$, к максимальному $f = 0,060$ для больших значений Re_d .

Для очень мелких фракций обтекание является ламинарным, что сказывается на значениях для S_0 и для f .

Шильдс показал что S_0 стремится к постоянному пределу, равному

$$S_0 = \left(\frac{\gamma}{g} \right)^{1/3} [0,1 \nu (\gamma_n - \gamma)]^{2/3} \neq \varphi(d) \quad (3);$$

для $\gamma_n = 2,7$; $\gamma = 1$; $\nu = 0,012$ предельное значение $S_0 = 0,016 \text{ кг/м}^2$.

0,06

f

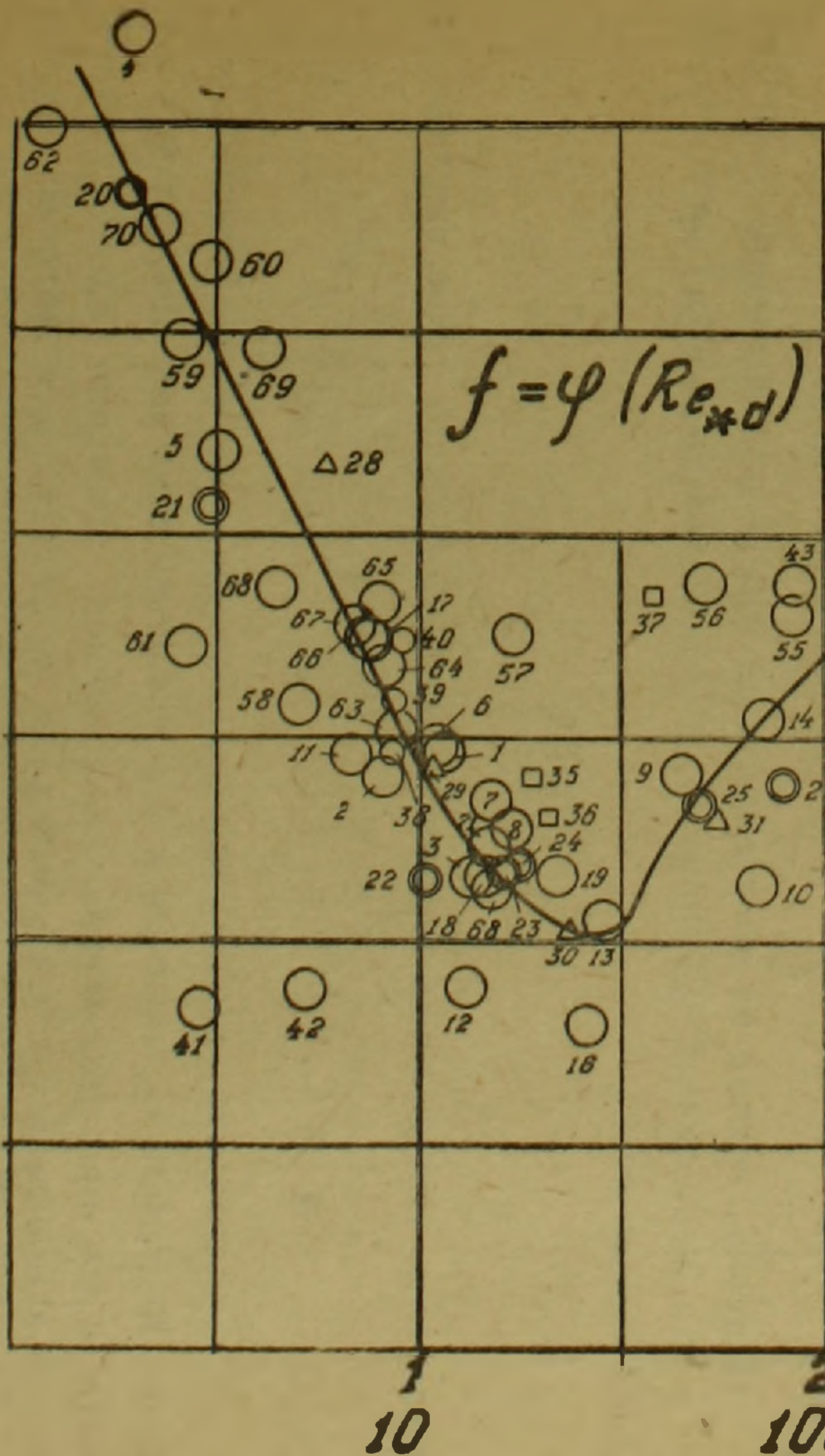
0,05

0,04

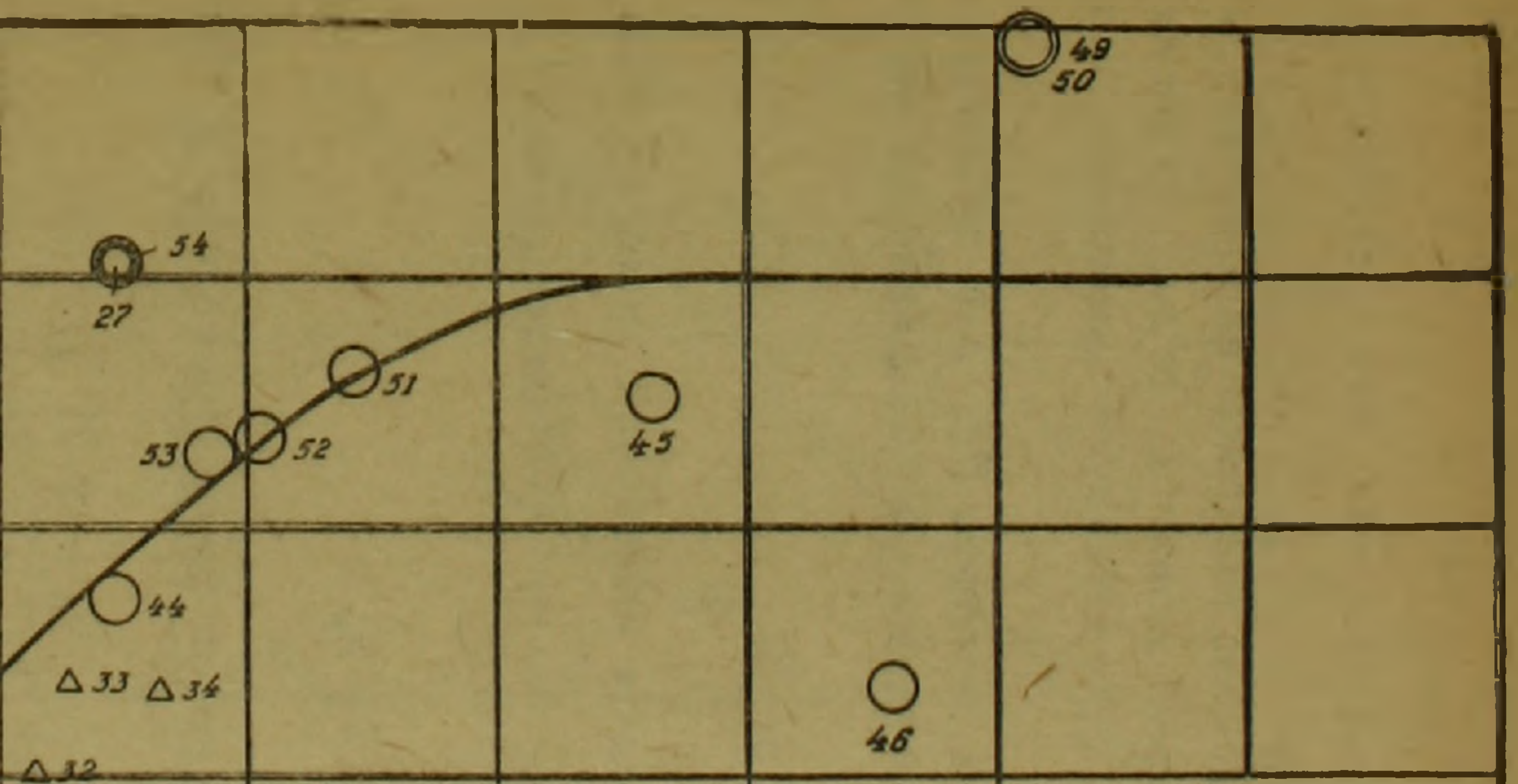
0,03

0,02

$$f = \varphi(Re_{*d})$$



Фиг



○ Кромер 1-3, Унгури 21-30,
 USWES 31-39; Соколов 44
 ЧОНЭ 45-56, Казей 57-72
 54- $f_H = 2,05$
 55- $f_H = 3,89$

$f_H = 2,65$

○ Шулбге-Казей 73-79
 - Шулбберт 80

△ " " $f_H = 4,25$

□ " " $f_H = 1,27$

○ " " $f_H = 1,06$

1000

10000 $lg Re_{end}$

Следовательно, значения f возрастают в ламинарной зоне с уменьшением d и с уменьшением Re_d (см. фиг. 1).

Влияние формы зерна заметно сказывается при резком отходе формы от приближенно-шарообразной.

На фиг. 3 дано сопоставление расхода влекомых наносов для обычных наносов и очень плоских из опытов Хопанга; видно уменьшение углового коэффициента в 3 раза, что соответствует изменению коэффициента f примерно в 2 раза.

Таким образом в предложенном автором ^(2,3) для расхода влекомых наносов критериальном уравнении, с безразмерными комплексами

$$\frac{p''}{i^{1/2}} = \varphi \left(\frac{S-S_0}{S_0} \right) \quad (4)$$

необходимо считать S_0 с учетом влияния изменений коэффициента f .

Зависимость между комплексами $\frac{p''}{i^{1/2}}$ и $\frac{S-S_0}{S_0}$ получилась (2,3) линейная

$$\frac{p''}{i^{1/2}} = 0,015 \frac{S-S_0}{S_0} \quad (5);$$

и расчетная формула для расхода наносов была приведена к такому виду:

$$q'' = \frac{0,015}{f} \gamma q' i^{3/2} \frac{R}{d} \left[1 - f \frac{\gamma_H - \gamma}{\gamma} \frac{d}{Ri} \right] \quad (6)$$

Поэтому, исходя из полученного на фиг. 1 и 2 значения $f = 0,030$ при таких значениях Re_d , когда $C_x = 0,4$, можно выразить f следующей зависимостью от C_x

$$f = \frac{0,012}{C_x} \quad (7)$$

и уравнение для расхода влекомых наносов получит такое выражение:

$$q'' \cong C_x \gamma q' i^{3/2} \frac{R}{d} \left[1 - \frac{0,012}{C_x} \frac{\gamma_H - \gamma}{\gamma} \frac{d}{Ri} \right] \quad (8)$$

Следовательно, для горных потоков при неизбежно больших значениях Re_d , при C_x близком к 0,2 для неплоских наносов, расход наносов будет, при прочих равных условиях, примерно вдвое меньше, чем по лабораторным экспериментам в лотках, для которых нужно считать $C_x = 0,4 - 0,5$.

Таким образом ур. (8) моделирует явление при условии принятия правильного значения C_x в соответствии с режимом потока и условиями обтекания зерна.

$\lg S_0$
ep/m²

$$S_0 = \varphi [d(f_H - f)]$$

- Кроммер 1-3; Умбри 21-30;
USWES 31-39; Соколов 44;
Чонг 45-56; Казей 57-72
54- $f_H = 2.05$
55- $f_H = 3.89$
- Шулбге-Казей 73-79
- Шулбберт 80
- △ " " $f_H = 4.25$
- " " $f_H = 1.27$
- " " $f_H = 1.06$

$d = 2.65$

1 2 3 4 5 6
10 60 100 1000 10000 100000 $\lg [d(f_H - f)]$

Фиг. 2.

0,030

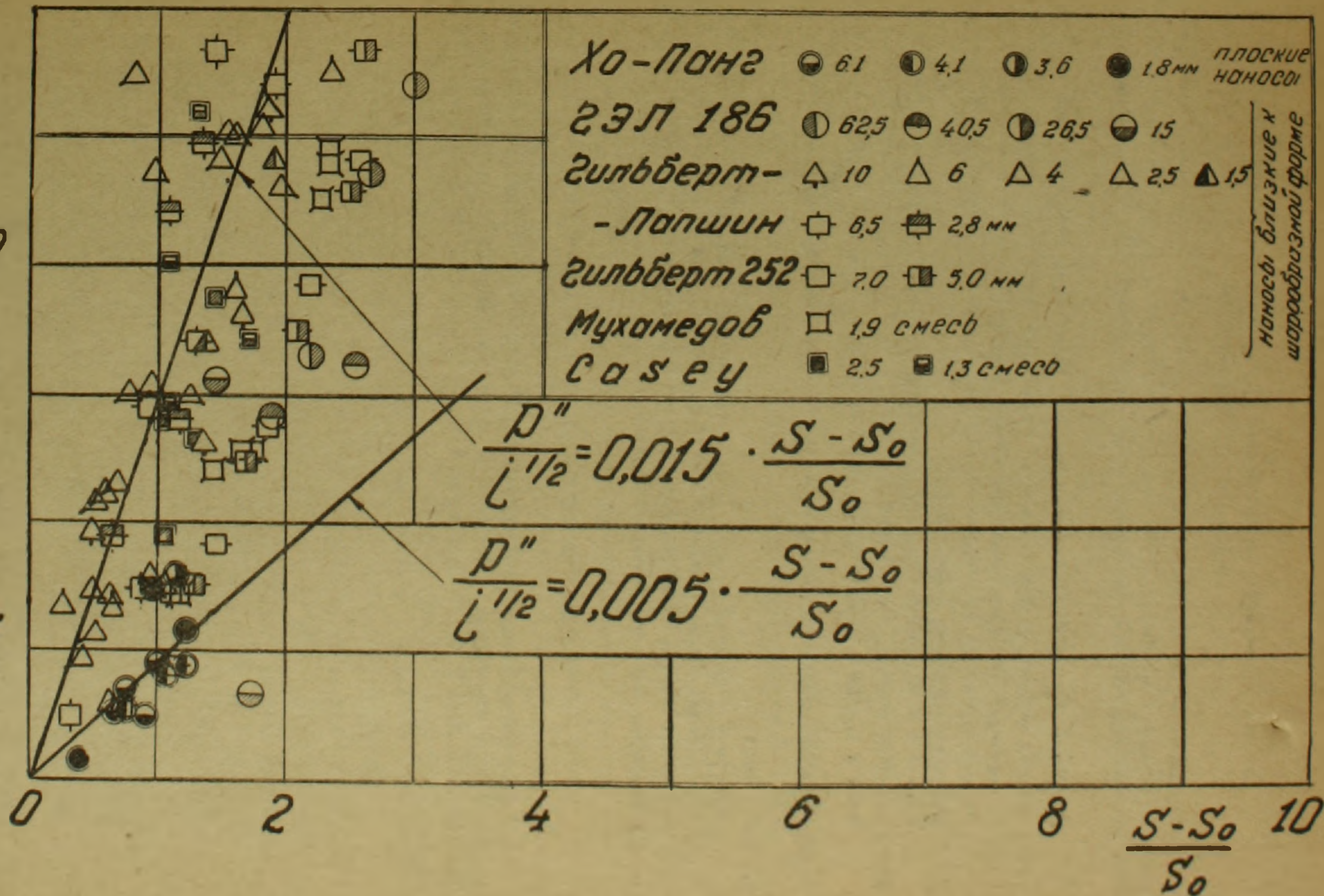
$\frac{p''}{j^{1/2}}$

0,020

0,015

0,010

0,005



Фиг. 3.

**Հոսանքի մարմնի ջրաբերականության սկզբնական
ճանաչումը և դրա վրա գործակիցը**

Հոգնվածում ցույց է տրված սկզբնական տանող S_0 ուժի համար եղած բանաձևի չափումը չունեցող և (2) հավ. ներկայացված ջրաբերական հատիկի շրջահոսման պայմաններին համապատասխանող հակառակի ղեկավարության C_x գործակցի միջև կապ:

Որովհետև C_x արժեքները ստացված են շրջահոսվող մարմնի տարրեր ձևերի և գրոհի տարրեր անկյան դեպքում, կախված Բեյնոյլդսի թվից ապա տարրեր պայմանների համար և գործակցի փոփոխությունների մասին դատելը հնարավոր է դառնում:

Ցույց է տրված որ Կրամերի մտցրած ջրաբերականների խառնուրդի անհամասեռության մոդուլն իր իմաստը կորցնում է:

Ֆիգ. 1 և 2 գնդայինի մոտ ձևի ջրաբերականների համար հեղինակի կողմից մշակված բազմաթիվ փորձերի տվյալներով $f = \varphi(Re_{*d})$ և $S = \varphi[(\gamma_H - \gamma) \cdot d]$ արժեքները:

Ֆիգ. 3 տրված է ինչպես գնդայինի մոտ ձևի, այնպես էլ հարթ ջրաբերականների համար $\frac{P''}{i^{1/2}}$ տրանսպորտի հայտանիշի արտահայտությունը, կախված $\frac{S-S_0}{S_0}$ տարման հայտանիշից (տես 2,3):

Այդպիսով հոսանքով տարվող ջրաբերականների տրանսպորտի (4 և 5) հայտանշական և (S) հաշվարկային հավասարումների մեջ մտցվում է ճշտում, որն արտահայտված է (7) հավասարումով: Տարվող ջրաբերականների ելքի հաշվարկային հավասարման վերջնական տեսքը ներկայացված է (8) արտահայտությամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Shields. Anwendung der Aehnlichkeitsmechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschiebebewegung. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau. Heft 26. 1936.
2. И. В. Езуазаров. Изв. АН Арм. ССР № 5. 1949.
3. И. В. Езуазаров. ДАН Арм. ССР, 11, № 4. 1950.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

В. Г. Егназарян

**Влияние глубины ванны на величину тепловых потерь
в муллитовой печи**

(Представлено И. В. Егназаровым 10 V 1950)

В общем энергетическом балансе нормально работающих рудно-термических печей на долю тепловых потерь приходится 15—20% подводимой к печи мощности.

Одна из основных статей тепловых потерь—это потери с колошника. Эти потери резко меняются в зависимости от конструкции печи.

Как показали Г. А. Сисоян и Егоров^(1,2), при составлении балансов ферросплавных и карбидных печей потери через колошник можно исключить из расчета. Это объясняется тем, что в печах такого типа дуга горит под шихтой, химические процессы образования сплавов дают большое количество окиси углерода, которая горит на поверхности колошника. Энергия горения СО покрывает потери тепла с колошника.

Таким образом, вышеуказанные авторы, исключая из баланса энергию отходящих газов, исключают и потери с колошника.

Такое положение вполне приемлемо, когда печь нормально работает с закрытой дугой. Иное положение имеем мы с муллитовыми печами, в которых по конструктивным недостаткам зеркало плава на колошнике значительную часть рабочего времени бывает открытым.

В результате исследования работы муллитовых печей Ереванского завода с 1945 по 1948 год (до углубления ванны печей) было установлено, что через 30—40 минут после пуска печи дуга выходит на поверхность плава. Так как средняя продолжительность каждой плавки составляет 1 час 20 минут, то 50—60% рабочего времени печи работали с открытой дугой.

На фиг. 1 показан схематический разрез ванны печи, где обозначены:

а—высота слоя запасенного расплава от предыдущей плавки.

б—высота слоя расплава к концу процесса плавки.

(б—а)—рабочая высота ванны,

в—высота слоя шихты,

l—длина столба дуги,

h—высота ванны.

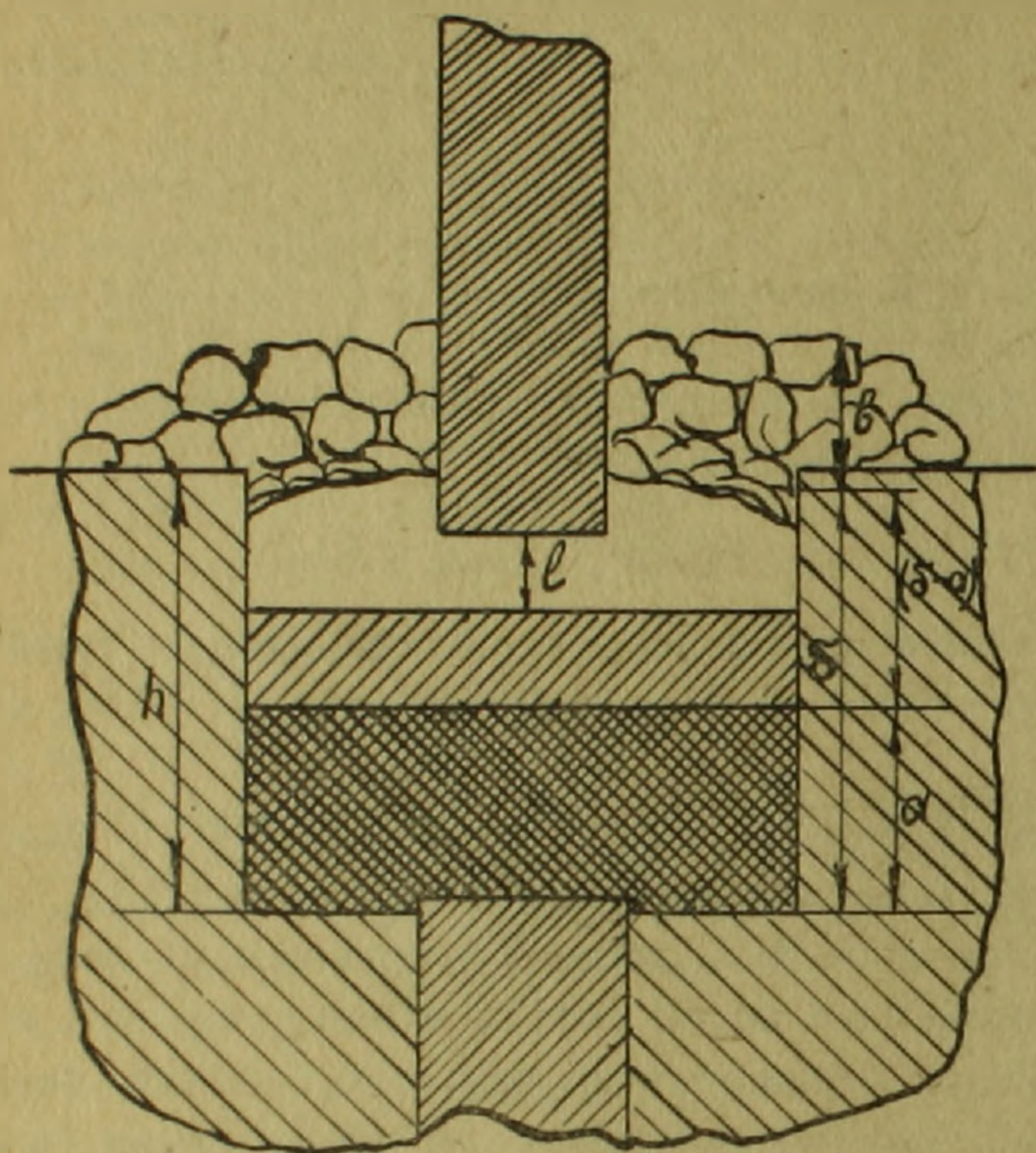
Необходимым условием закрытого горения дуги, очевидно, будет условие, когда

$$h + b > a + (b - a) + l \dots \dots \dots (1)$$

Во всех остальных случаях дуга с закрытого режима горения переходит в открытый.

В начале запуска печи, после каждого слива, когда $(b - a) = 0$, имеем $h + b > a + l$.

При нормальной эксплуатации печи должно все время соблюдаться условие (1), но в исследованных нами печах из-за небольшой глубины ванны h (65 см), начиная с середины процесса плавки и даже раньше это условие нарушалось, и дуга горела в открытую над поверхностью плава. Такой вид эксплуатации печей создает дополнительные потери энергии. Так как эти потери в основном свя-



Фиг. 1.

заны с лучеиспусканием торца электрода и поверхности плава, то при расчете достаточно учесть только лучеиспускание и расчет вести по формуле:

$$Q = 4,84 F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] ; \dots \dots \dots (1);$$

где F — поверхность излучения в m^2 ,

T_1 — абсолютная температура излучающей поверхности,

T_2 — абсолютная температура среды, в которой происходит излучение.

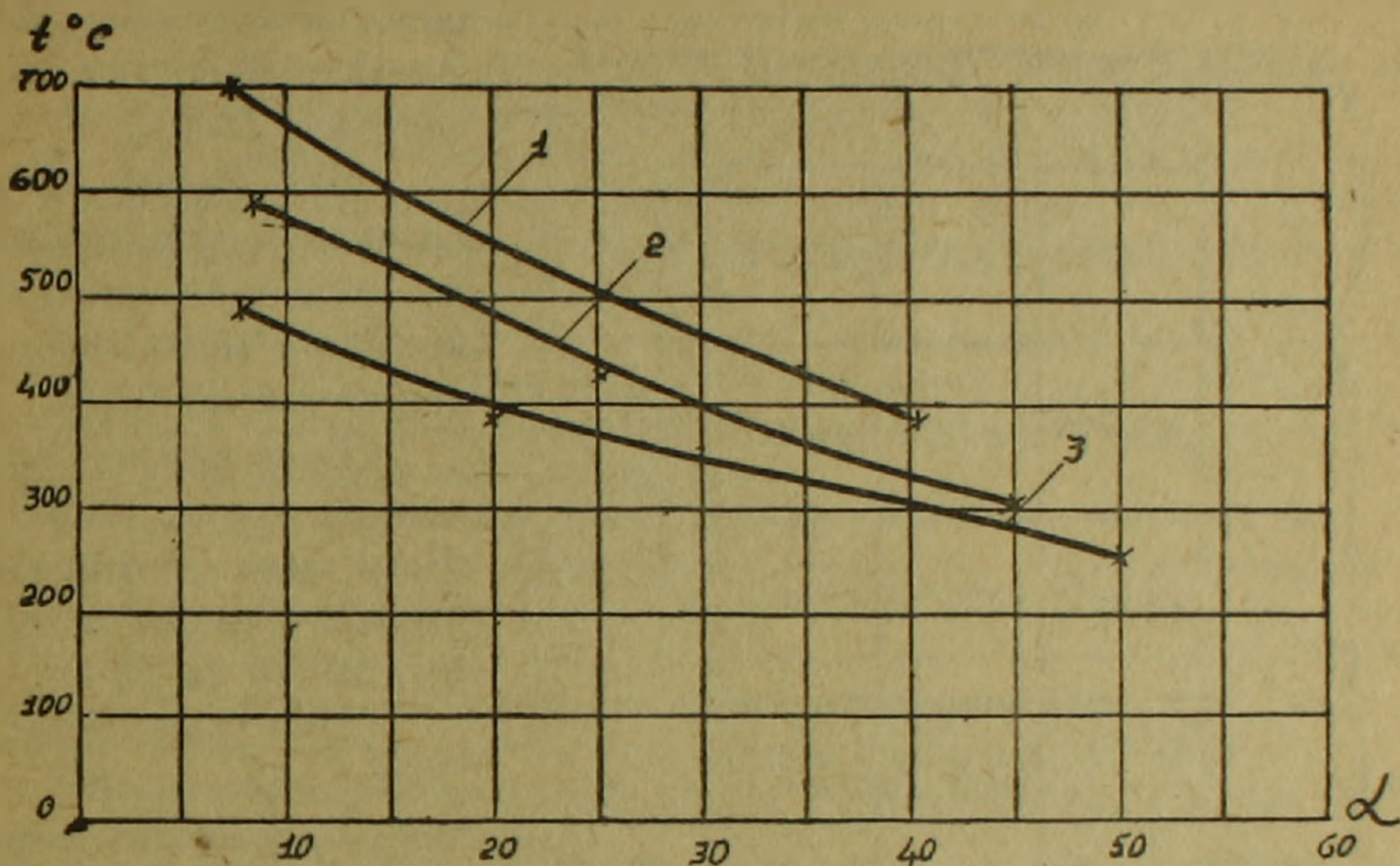
Средняя величина продолжительности открытия зеркала плава за каждую плавку нами определена в 35 минут. На фиг. 2 приведены кривые средних значений температур отходящих газов с поверхности муллитовой печи. На фиг. 3 приведены средние значения температур зеркала плава расплавленного муллита в различных точках при его полном открытии.

Определим потери тепла лучеиспусканием с поверхности плава.

Средняя величина лучеиспускающей поверхности зеркала плава на колошнике, имеющая температуру $1773^{\circ} K$, оказалась равной для нашей печи $0,25 m^2$.

Принимая по кривым фиг. 2 температуру отходящих с поверхности колошника газов 873°K , потери лучеиспусканием со всей поверхности составят по формуле (1) 112 кВт.

Определим теперь, пользуясь методом, применяемым Г. А. Сисо-
яном (¹), потери тепла через лучеиспускание с поверхности электрода.



Фиг. 2.

Температура отходящих газов в отдельных точках над колошником.

1. На расстоянии 25 см от электрода при открытой дуге.
d—высота над поверхностью расплава.
2. На расстоянии 70 см от электрода при открытой дуге.
L—высота над поверхностью расплава.
3. На расстоянии 25 см от электрода при закрытой дуге, поверхность покрыта новой завалкой.
d—высота над шихтой.

Длина раскаленной части верхнего электрода, т. е. части, имеющей температуры 700° и выше, при открытом зеркале плава нами определена в 30 см. Температуру нижнего конца электрода примем 2000°C .

При диаметре электрода в 25 см средняя лучеиспускающая поверхность электрода по ходу его подъема составит около $0,118\text{ м}^2$.

Средняя температура лучеиспускающей поверхности электрода может быть приближенно принята как среднеарифметическая между температурами верхней части и торца электрода:

$$T_1 = \frac{2000 + 700}{2} + 273 = 1623^{\circ}\text{K};$$

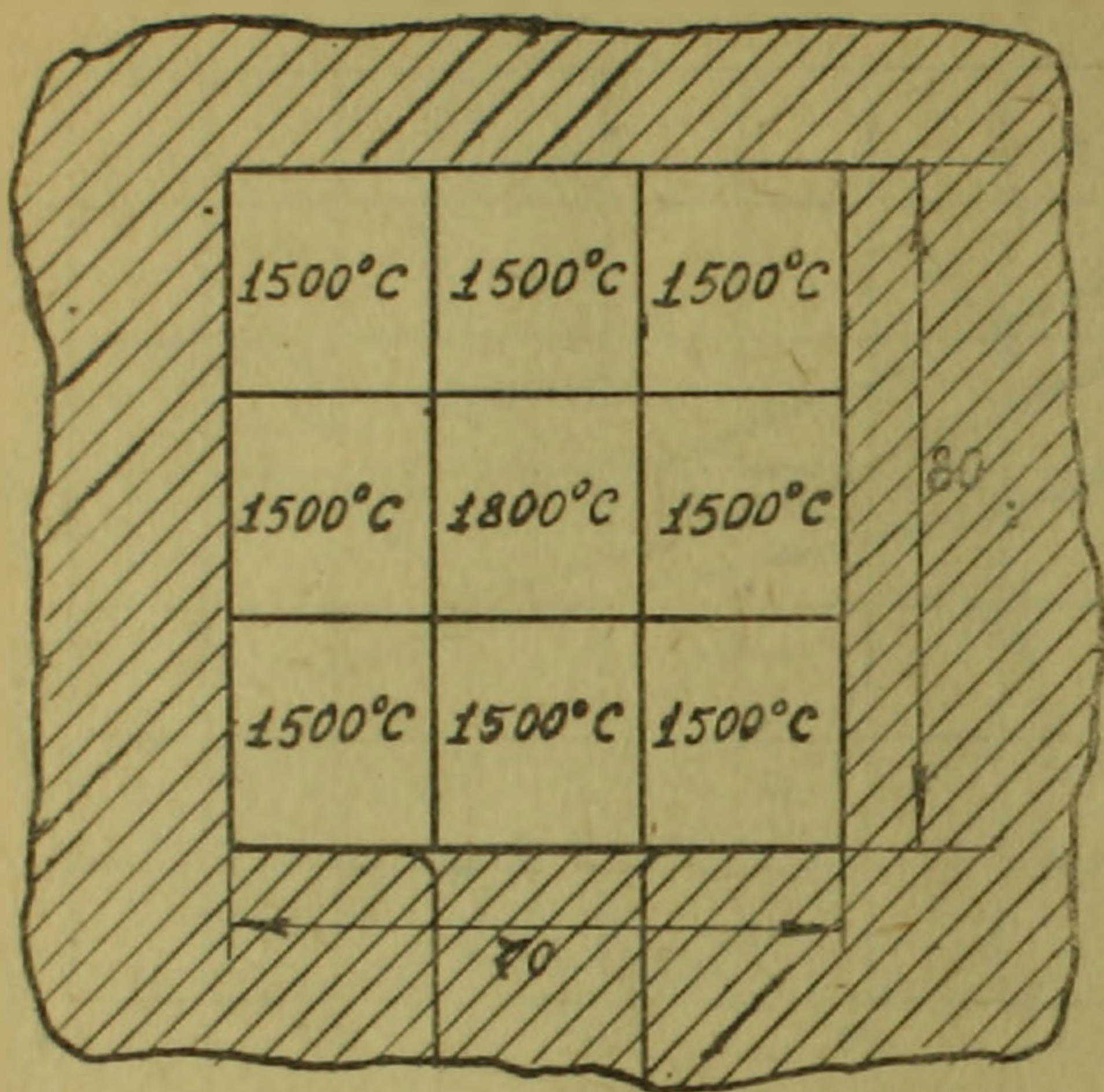
Примем температуру окружающих электрод газов 1123°K , тогда потери лучеиспусканием с поверхности верхнего электрода составят 30,6 кВт.

Таким образом, полный расход энергии через зеркало плава и верхний электрод составит 142,6 кВт.



Расход энергии в *квтч* на тонну муллита, при средних величинах открытия зоркала плава 35 минут и веса каждой плавки 220 кг, составит 379 *квтч*.

При среднем удельном расходе электроэнергии 2060 *квтч* на тонну муллитового плава (ступень вторичного напряжения—180 в) эти потери составят 18,4%.



Фиг. 3.

Как видим из приведенного расчета, дополнительные потери колошника при таких габаритах ванны значительны.

Ереванскому Муллитовому заводу в 1948 году была дана рекомендация углубить ванны муллитовых печей на 20 см.

Это углубление на 20 см обеспечивает условие закрытого горения дуги и, тем самым, значительно сокращает потери с колошника.

Дать рекомендацию углубить ванны печей более чем на 20 см мы воздержались, исходя из следующих соображений. При больших углублениях ванны печи с сохранением существующих габаритов кожуха значительно уменьшается высота футеровки пода, что приведет к увеличению потерь через под печи. При глубокой ванне значительно утяжеляются условия эксплуатации печи, т. к. осложняется процесс проведения шуровок.

О технико-экономическом эффекте, полученном заводом от внедрения углубления ванн печей на 20 см, будет отмечено в следующей статье—„Влияние уровня напряжения на работу муллитовой печи“.

Водно-Энергетический Институт
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1950, апрель.

Վ. Գ. ԵՂԻԱՋԱՐՅԱՆ

Վաճճայի խորության ազդեցությունը մուլիտի վառարանի օբյեկտիվի կորուստների մեծության վրա

Նորմալ աշխատող հանքաջերմային վառարանների ընդհանուր էներգորականում ջերմային կորուստները կազմում են վառարանին տրվող կարողության 15—20%-ը:

Ջերմային կորուստների հիմնական հոդվածներից մեկը հանդիսանում են վառարանի վերնանցքից (колошник) տեղի ունեցող կորուստները: Այդ կորուստները խիստ փոփոխվում են, նայած վառարանի կառուցվածքին:

Ինչպես Գ. Ա. Սիսոյանը և Եգորովը ցույց են տվել (գ—1, գ—2), ֆերոձուլման և կարբիդի վառարանների բալանաները կազմելիս վերնանցքի միջով տեղի ունեցող կորուստները կարելի է հանել հաշվարկից: Այդ բացատրվում է նրանով, որ այդ տիպի վառարաններում աղեղն այրվում է բովախառնուրդի (ТНХТД) տակ, համաձուլվածքների առաջացման քիմիական պրոցեսները տալիս են մեծ քանակությամբ ածխածնի օքսիդ, որ այրվում է վառարանի վերնանցքի մակերևույթի վրա: СО-ի այրման էներգիան ծածկում է վառարանի վերնանցքից տեղի ունեցող ջերմության կորուստները:

Այդպիսով, վերոհիշյալ հեղինակները, հեռացող զազերի էներգիան բալանսից հանելով, հանում են նաև վառարանի վերնանցքից տեղի ունեցող կորուստները:

Նման մի դրուժյուն միանգամայն ընդունելի է, երբ վառարանը նորմալ աշխատում է փակ աղեղով: Այլ դրուժյուն է ստեղծվում մուլիտի վառարաններում, որոնց մեջ կոնստրուկտիվ թերությունների հետևանքով վերնանցքի վրա հալվածքի հայելին բաց է լինում աշխատանքի զգալի ժամանակի ընթացքում:

Երևանի գործարանի մուլիտի վառարանների տեղակայումների (մինչև վառարանների վաննաների խորացումը) 1945 թվից մինչև 1948 թվը կատարած հետազոտությունների հետևանքով հայտնաբերվել է, որ վառարանը գործարկելուց 30—40 րոպե հետո աղեղը դուրս է գալիս հալվածքի մակերևույթի վրա:

Վառարանների նման շահագործման դեպքում տեղի ունեն էներգիայի լրացուցիչ կորուստներ: Այդ կորուստները հիմնականում կապված են հալվածքի մակերևույթի և էլեկտրոդի ճակատամասի (торец) ճառագայթման հետ (1): Ֆորմուլայով հաշվելիս ստացվել են լրացուցիչ կորուստների հետևյալ արժեքները. հալման կորուստները հալվածքի մակերևույթից կազմում են 112 կվժ, էլեկտրոդի մակերևույթից՝ 30,6 կվժ: Մեկ տոննա մուլիտի համար այդ կորուստները միջին հաշվով կազմում են 379 կվժ:

1948 թվին Երևանի մուլիտի գործարանին հանձնարարվել էր խորացնել մուլիտի վառարանների վաննաները 20 սմ-ով:

Կատարելով վառարանների վաննաների խորացումը 20 սմ-ով, ընթացիկ տարում գործարանը ստացավ զգալի տեխնիկա-տնտեսական էֆեկտ, որ վերաբերում է վառարանային պարկի արտադրողականության բարձրացնելուն և մեկ տոննա թողարկվող արտադրանքի վրա ծախսվող էլեկտրաէներգիայի նորմաները իջեցնելուն:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Сисоян Г. А. Труды Груз НИТОЭ № 9. Тбилиси, 1947 г. 2. Егоров. Хим-строй, №№ 7 и 8, 1934 год.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

С. А. Амбарцумян

К вопросу расчета цилиндрических оболочек произвольного поперечного сечения

1. Как доказано В. З. Власовым⁽¹⁾, расчет пологих цилиндрических оболочек произвольного поперечного сечения сводится к следующей системе уравнений:

$$\nabla^2 \nabla^2 \Phi - E\delta \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(k \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) w = 0 \quad 1.1$$

$$\nabla^2 \nabla^2 w + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(k \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) \Phi = \frac{z}{D}$$

где $k = k(\alpha, \beta)$ — главная кривизна, соответствующая линиям $\alpha = \text{const}$, α и β — координаты на срединной поверхности соответственно вдоль образующей и по дуге поперечного сечения. [Здесь вообще придерживаемся обозначений⁽¹⁾].

Введя комплексную функцию^(2,3,4),

$$\varphi = w + \frac{i\sqrt{12(1-\nu^2)}}{E\delta^3} \Phi, \quad 1.2$$

из (1,1) получаем:

$$\nabla^2 \nabla^2 \varphi - \frac{i\sqrt{12(1-\nu^2)}}{\delta} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(k \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) \varphi = \frac{z}{D}, \quad (1.3)$$

при этом

$$w = \text{Re } \varphi(\alpha, \beta), \quad \Phi = \frac{E\delta^3}{\sqrt{12(1-\nu^2)}} \text{Im } \varphi(\alpha, \beta). \quad 1.4$$

Для усилий и моментов нетрудно получить соответствующие формулы⁽¹⁾.

2. Следуя В. З. Власову⁽⁵⁾, цилиндрическую оболочку произвольного поперечного сечения можно представить посредством многогранной складки, составляющими элементами которой могут служить не только плоские пластинки, но и элементарные цилиндрические оболочки. Таким образом, вместо цилиндрической оболочки произвольного

поперечного сечения мы будем рассчитывать некоторую цилиндрическую складку, которая самым лучшим образом представляет оболочку с непрерывным радиусом кривизны.

Как доказано А. Г. Назаровым⁽⁶⁾, главную кривизну $k(\beta)$ при наличии изломов в срединной поверхности, что имеет место в складках, можно представить как сумму непрерывной кривизны $k(\beta)$ и сосредоточенных кривизн концентрированных вдоль линий изломов (см. рисунки ^(3,6,7)).

$$k = k(\beta) + \sum_{n=1}^m \gamma_n \Gamma^{(1)}(\beta_n), \quad 2.1$$

где γ_n — углы изломов, которые, как показал А. Г. Назаров (⁷), можно представить как правильные импульсы кривизны, сосредоточенные вдоль линий β_n , $\Gamma^{(1)}(\beta_n)$ — единичные импульсивные функции вдоль линий β_n , m — число изломов.

Подставляя (2,1) в (1,3), получим основное разрешающее уравнение:

$$\nabla^2 \nabla^2 \varphi - \frac{i \sqrt{12(1-v^2)}}{\delta} \left[k(\beta) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} + \sum_{n=1}^m \gamma_n \Gamma^{(1)}(\beta_n) \frac{d^2 \varphi(\alpha, \beta_n)}{d\alpha^2} \right] = \frac{z}{D}. \quad 2.2$$

3. Уравнение (2.2) решаем методом Б. Г. Галеркина. Функцию $\varphi(\alpha, \beta)$ представим, в виде ряда который удовлетворяет всем граничным условиям,

$$\varphi(\alpha, \beta) = \sum_{i=1}^s \alpha_i \psi_i(\alpha, \beta) \quad 3.1$$

Подставляя (3.1) в (2.2) и требуя ортогональности левой части уравнения (2.2) ко всем функциям ψ_1 , составляющим ряд (3.1), получим следующую систему уравнений:

$$\iint \left\{ \sum_{i=1}^s a_i \nabla^4 \psi_i - \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{\delta} \sum_{i=1}^s a_i \left[k(\beta) \frac{\partial^2 \psi_i}{\partial \alpha^2} + \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{n=1}^m \gamma_n \Gamma^{(1)}(\beta_n) \frac{d^2 \psi_i(\alpha, \beta_n)}{d\alpha^2} \right] - \frac{z}{D} \right\} \psi_k d\alpha d\beta = 0 \quad 3.2$$

Раскрывая суммы $\sum_{i=1}^s$, получим следующее каноническое уравнение Б. Г. Галеркина⁽³⁾ для изгиба цилиндрической складчатой системы:

$$\begin{aligned} a_1 \delta_{11} + a_2 \delta_{21} + a_3 \bar{\delta}_{31} + \cdots &= \Delta_{q_1} \\ a_1 \delta_{12} + a_2 \bar{\delta}_{22} + a_3 \bar{\delta}_{32} + \cdots &= \Delta_{q_2} \\ a_1 \bar{\delta}_{13} + a_2 \bar{\delta}_{23} + a_3 \bar{\delta}_{33} + \cdots &= \Delta_{q_3} \\ . &. \\ . &. \end{aligned}$$

$$\text{где} \quad \Delta_{qk} = \iint \frac{z}{D} \psi_k d\alpha d\beta \quad 3.4$$

$$\begin{aligned} \delta_{ik} = & \iint \nabla^4 \psi_i \psi_k d\alpha d\beta - \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{\delta} \iint k(\beta) \frac{\partial^2 \psi_i}{\partial \alpha^2} \psi_k d\alpha d\beta - \\ & - \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{\delta} \sum_{n=1}^m \gamma_n \int \frac{d^2 \psi_i(\alpha, \beta_n)}{d\alpha^2} \psi_k(\alpha, \beta_n) d\alpha \end{aligned} \quad 3.5$$

При выводе (3,5) учли:

$$\int_0^b \Gamma^{(1)}(\beta - b_k) \psi(\beta) d\beta = \psi(b_k) \text{ при } 0 < b_k < b.$$

4. Рассмотрим свободно опертую по всему контуру цилиндрическую складку, перекрывающую прямоугольный план, под действием сосредоточенной силы P , приложенной в произвольной точке ($\alpha = \xi, \beta = \eta$). Пусть срединная поверхность складки претерпевает изломы по линиям $\beta = \beta_n$ (β_n — координата граней складки), при этом пусть углами изломов будут γ_n . Непрерывное составляющее кривизны $k(\beta) = 1/R = \text{const}$. Пусть длина оболочки по образующей будет a , а по складчатому контуру поперечного сечения b . Решение ищем в форме:

$$\varphi = \sum_1^s a_i \psi_i = \sum_1^s a_i \sin \frac{m\pi\alpha}{a} \sin \frac{n\pi\beta}{b}, \quad 4.1$$

что удовлетворяет граничным условиям:

$$\begin{aligned} w = v = T_1 = G_1 = 0 \text{ при } \alpha = 0, \alpha = a \\ w = u = T_2 = G_2 = 0 \text{ при } \beta = 0, \beta = b \end{aligned} \quad 4.2$$

Ограничиваемся лишь первым приближением

$$\psi_1 = \sin \frac{\pi\alpha}{a} \sin \frac{\pi\beta}{b} \quad 4.3$$

Подставляя (4.1) в (3.4) и (3.5) и решая систему (3.3), которая превращается в одно уравнение с одним неизвестным a_1 , получаем значение a_1 , подставляя которое в (4.1), получим:

$$\varphi = \frac{4 P \lambda a^2 \sin \frac{\pi\xi}{a} \sin \frac{\pi\eta}{b} \sin \frac{\pi\alpha}{a} \sin \frac{\pi\beta}{b}}{D \pi^4 \left[(1 + \lambda^2)^2 + \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{\delta} \frac{a^2}{\pi^2} \left(\frac{1}{R} + \frac{2}{b} \sum_{n=1}^m \gamma_n \sin^2 \frac{\pi\beta_n}{b} \right) \right]} \quad 4.4$$

Отделяя вещественную и мнимую части (4.4) и подставляя в (1,4), получим:

$$w = \frac{4 P \lambda a^2 (1 - \lambda^2)^2 \sin \frac{\pi \xi}{a} \sin \frac{\pi \eta}{b} \sin \frac{\pi \alpha}{a} \sin \frac{\pi \beta}{b}}{D \pi^4 [(1 + \lambda^2)^4 + h]} \quad 4.5$$

$$\Phi = \frac{4 P \lambda h \sin \frac{\pi \xi}{a} \sin \frac{\pi \eta}{b} \sin \frac{\pi \alpha}{a} \sin \frac{\pi \beta}{b}}{\pi^2 [(1 + \lambda^2)^4 + h] \left(\frac{1}{R} + \frac{2}{b} \sum_{n=1}^m \gamma_n \sin^2 \frac{\pi \beta_n}{b} \right)} \quad 4.6$$

где

$$h = \frac{12(1-\nu^2)}{\delta^2} \frac{a^4}{\pi^4} \left(\frac{1}{R} + \frac{2}{b} \sum_{n=1}^m \gamma_n \sin^2 \frac{\pi \beta_n}{b} \right)^2, \lambda = \frac{a}{b} \quad 4.7$$

Параметр h является весьма важным элементом в предложенном методе расчета цилиндрических оболочек произвольного поперечного сечения. h является выразителем формы оболочки—складки.

Из формул (4.5) и (4.6) можно получить решения других типов цилиндрических оболочек и складок. Например: круговой цилиндрической оболочки ($\gamma_n = 0$), цилиндрической складки, составленной из прямоугольных пластинок ($R = \infty$), прямоугольной пластинки $R = \infty$, $\gamma_n = 0$).

Ограничиваясь первым приближением, мы допускаем некоторую погрешность, которая незначительна для $\Phi(\alpha, \beta)$, но становится существенной при расчете $w(\alpha, \beta)$ и в особенности при вычислении моментов G_1 и G_2 . В целях уменьшения погрешности, следуя Т. Т. Хачатуряну^(2,9), из (4.5) выделяем первое приближение решения прямоугольной пластинки,

$$w = \frac{4 P \lambda a^2}{D \pi^4 (1 + \lambda^2)^2} \sin \frac{\pi \xi}{a} \sin \frac{\pi \eta}{b} \sin \frac{\pi \alpha}{a} \sin \frac{\pi \beta}{b} - \\ - \frac{4 P \lambda a^2 h}{D \pi^4 (1 + \lambda^2)^2 [(1 + \lambda^2)^4 + h]} \sin \frac{\pi \xi}{a} \sin \frac{\pi \eta}{b} \sin \frac{\pi \alpha}{a} \sin \frac{\pi \beta}{b}.$$

Здесь вместо первого приближения решения пластинки, подставляя точное решение пластинки, что можно брать из известных таблиц Б. Г. Галеркина⁽¹⁰⁾, получим:

$$w = w_{пл} - \frac{4 P \lambda a^2 h}{D \pi^4 (1 + \lambda^2)^2 [(1 + \lambda^2)^4 + h]} \sin \frac{\pi \xi}{a} \sin \frac{\pi \eta}{b} \sin \frac{\pi \alpha}{a} \sin \frac{\pi \beta}{b}, \quad 4.8$$

где, как известно^(2,9), второй член правой части является первым членом весьма хорошо сходящегося ряда.

Имея значения $w(\alpha, \beta)$ и $\Phi(\alpha, \beta)$, нетрудно вывести расчетные формулы для T_1 , T_2 , G_1 и G_2 . Структура этих формул не отличается от

структуры аналогичных формул круговой цилиндрической оболочки^(2,9), принципиальное отличие содержится лишь в h , который, при расчете складок, необходимо взять в виде (4.7).

Как числовой пример рассмотрим круговую цилиндрическую оболочку с размерами $a = b = 3,0$ м, $R = 6,0$ м, $\delta = 0,1$ м, $\nu = 0,3$. За расчетную схему принимаем пятигранную призматическую складку с равными гранями d , вписанную в цилиндрическую оболочку.

Обозначая центральный угол оболочки через 2θ , получим:

$$2\theta = \frac{b \cdot 180^\circ}{\pi R} = 28,6479^\circ = 0,5 \text{ радиан.}$$

$$\text{Углы изломов } \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = \gamma = \frac{28,6479^\circ}{5} = 5,7296^\circ = 0,0318 \pi.$$

Ширину каждой грани, в силу малости углов γ_n , принимаем $d = \frac{b}{5} = 0,6$ м, тогда

координатами линий изломов будут $\beta_1 = 0,6$, $\beta_2 = 1,2$, $\beta_3 = 1,8$, $\beta_4 = 2,4$.

Подставляя полученные вспомогательные величины в (4.7) при этом учитывая, что для принятой расчетной схемы $1/R = 0$, получим:

$$h_{\text{скл.}} = \frac{12(1-\nu^2)}{\delta^3} \frac{a^4}{\pi^4} \left[\frac{2}{b} \cdot 0,0318 \pi \cdot 2 \left(\sin^2 \frac{0,6\pi}{3} + \sin^2 \frac{1,2\pi}{3} \right) \right]^2 = 25,2193.$$

Вычисляя h как расчетный параметр исходной круговой цилиндрической оболочки, получим:

$$h_{\text{обол.}} = \frac{12(1-\nu^2)}{\delta^3} \frac{a^4}{\pi^4} \frac{1}{R^2} = 25,2235.$$

Ничтожная разница между величинами $h_{\text{скл.}}$ и $h_{\text{обол.}}$ показывает, что предложенный метод может давать достаточно хорошие результаты при расчете цилиндрических оболочек произвольного поперечного сечения. Следует отметить, что при расчетах параметры поперечного сечения γ_n и β_n могут быть определены (и даже целесообразно их определить) графически.

Этот метод с успехом можно применить для расчета замкнутых цилиндрических оболочек произвольного поперечного сечения, существующие методы расчета которых весьма громоздки.

За ценные советы и указания приношу глубокую благодарность А. Г. Назарову.

Институт Строительных Материалов и Сооружений
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1950, май.

Ս. Ա. ՀԱՄԲԱՐՉԱԽՄՅԱՆ

Կամայական ընդլայնական կտրվածք ունեցող գլանային
բազանքների հասվածան մասին

Աշխատանքում ցույց է տրված, որ կամայական ընդլայնական կտրվածք ունեցող գլանային թաղանթների հաշիվը բերվում է մի չորրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարման (2,2), որի գործակիցները մի մասն առաջին կարգի իմպուլսիվ ֆունկցիաներ են:

(2,2) դիֆերենցիալ հավասարումը լուծվում է Բ. Գ. Գալյորկինի մեթոդով, որի խմբագրության ֆունկցիաների առկայության գեղարվեստական առիթ է բավականին պարզ արդյունքներ:

Թվական օրինակով ցույց է տրված, որ լուծման առաջին մոտավորությունը բավարար է ինժեներական հաշվումների համար:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. В. З. Власов. П. М. М., 8, № 2, 1944.
2. В. З. Власов. Общая теория оболочек, 1919.
3. А. И. Лурье. Статика тонкост. упругих оболочек, 1947.
4. И. Н. Векуа, П. М. М., 12, № 1, 1948.
5. В. З. Власов. Строит. механика тонкост. пространственных систем, 1949.
6. А. Г. Назиров. ДАН Армянской ССР, 9, № 2, 1948.
7. А. Г. Назаров. ДАН Армянской ССР, 7, № 1, 1947 и 7, № 4, 1947.
8. Я. А. Гратусевич. Вариационные методы в строит. механике.
9. Т. Т. Хачатурян. Сообщения ин-та математики и мех. АН Армянской ССР, вып. 4, 1949.
10. Б. Г. Галеркин. Упругие тонкие плиты. 1933.

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Я. И. Мулкиджаниян

Два новых вида р. Мордовник с Кавказа

(Представлено В. О. Гулканяном 10 V 1950)

Ниже нами приводится описание двух новых видов рода Мордовник (*Echinops* L.) из Нагорно Карабахской АО и Нахичеванской АССР. Виды выделены нами при изучении гербарных материалов Ботанического института АН СССР в Ленинграде и Ботанического института АН Армянской ССР в Ереване, в связи с систематической обработкой кавказских представителей рода Мордовник.

Echinops karabachensis Mulk. sp. nov. (Sect. Ritro Endl.) Perennis. Caules ad 60 cm, alti, superne ramosi albo-tomentosi eglandulosi. Folia supra viridia, vix araneosa, parce glandulosa, subtus tenuiter albo-tomentosa, folia inferiora pinnatisecta ad 45 cm longa, 18—22 cm lata, elliptica, nervo medio paleaceo, ad 5 mm lata, lobis lineari-lanceolatis, dissectis, 10—11 cm longis, 1 cm latis, dentibus triangularibus, apice tenuiter spinosis ad 1 cm longis instructis, margine spinulis numerosis inaequilongis, sinus inter lobos quadrati; folia caulina intermedia ovata, statim diminuta, 10—12 cm longa, 4—5 cm lata, lobis linearibus, 3 cm longis, 0,3—0,5 cm latis, aequantia. Capitula mediocria, ad 4—5 cm globosa, receptaculo communi ovato, 6—8 mm diam. Phylla involucri membranacea, plana, fere a basi in setas lineares, margine scabra divisa. Capitula partialia ad 25 mm longa basi conica; involucello 14—16 (nonnullis abortivis)—phyllis, apice coeruleo. Penicillium e setis numerosis phylla aequantibus, albis scabridis constans. Phylla externa 4, tenuiter pedicellata, apice spathulatodilatata, ciliis nonnullis denticulatis instructa; phylla externa rhombea, in pedicellum attenuata acuti, apice cneulata, margine pectinato ciliata, intermedia lanceolata, ad medio in mucronem transeuntia, adpresse longe subulato-ciliatae; phylla intima apice pilis brevibus (non glandulosis) basi irregulariter connata, apice laceratis ciliata. Corolla pallida. Achenia pilis flavis pappum occultantibus obsita. Pappus e setis inaequalibus, margine scabridis, apice angustatis ad medium coalitis, coronulam denticulatam formantibus.

Loc. class. Karabach inter Chanbai et Stepanakert 21 VII 1927. leg. S. Tamamschewa.

Typus in Herbario Inst. Botanici Acad. Sciens. USSR Armeniae Conservatur.

Многолетник. Стебли до 60 см высоты, тонкие, вальковатые, в верхней части ветвистые, бело-войлочные, без железистых волосков. Листья сверху зеленые, едва паутинистые, с немногочисленными железистыми волосками, снизу тонко бело-войлочные. Нижние листья перисто-рассеченные, до 45 см длины и 18—22 см ширины, эллиптические, с соломенно-желтой, шириной до 5 мм, главной жилкой. Лопasti листьев линейно-ланцетные, расставленные, 10—11 см длины, 1 см ширины, с треугольными зубцами, снабженными на верхушке тонкими, до 1 см длины, шипами. Они по всему краю усажены многочисленными неодинаковой длины шипиками. Выемы между лопастями четырехугольные. Средние стеблевые листья яйцевидные, резко уменьшенные, 10—12 см длины, 4—5 см ширины. Лопasti листьев линейные, 3 см длины, 0,3—0,5 см ширины, со стержнем, равноширокие. Самые верхние стеблевые листья под самыми головками едва достигают 1 см длины. Головка средней величины, до 4—5 см, шаровидная. Общее ложе соцветия яйцевидное, 5—8 мм в диаметре. Листки общей обертки пленчатые, плоские, почти от самого основания разделенные на линейные по краю шероховатые щетинки, или по форме приближаются к наружным листкам обертки. Корзинки до 25 мм длины в нижней части конические. Обертка из 14—16 (в том числе несколько зачаточных) листков, голубых в верхней части. Кисточка из плоских, от самого основания разделенных на линейные, по краю шероховатые, белые, многочисленные щетинки, достигающие наружных листков обертки. Самые наружные листки, в числе 4, на тонкой ножке, вверху лопчато-расширенные, с несколькими зубчатыми ресничками. Наружные листки обертки ромбические, оттянутые в ножку, острые, наверху с колпачком, по краю гребенчато-ресничатые. Средние ланцетные, переходящие в средней части в заострение, прижато длинно-шиловидно ресничатые. Внутренние листки обертки в верхней части с короткими волосками (не железистыми), у основания неравномерно сросшиеся, наверху разорвано ресничатые. Венчик бледный, тычинки у основания снабжены 2 пучками вверх направленных волосков. Семянка покрыта желтыми волосками, закрывающими хохолок. Хохолок из неодинаковой длины, по краю шероховатых, наверху суженных щетинок, сросшихся на $\frac{1}{2}$, образующих зубчатую корону.

Классическое местопроизрастание: Карабах, между Ханбаи и Степанакертом. 21 VII 1927 г. собр. С. Тамамшева.

Тип в гербарии им. В. Л. Комарова Бот. института АН Арм. ССР, Ереван.

Ареал: Аз. ССР, Карабахская АО.

Проверенные экземпляры: Аз. ССР, Карабахская АО, между Ханбаи и Степанакертом 21 VII 1927, С. Тамамшева 4 листа (Ер. БИН.).

Вид близкий к *E. pungens* Trautv., от которого отличается на цело бело-войлочными, более тонкими стеблями, перисто-рассеченными листьями, густой кисточкой, меньшим числом черепичато-сложенных листков обертки, короткими не железистыми волосками в верхней

части средних и внутренних листков обертки, широкими соломенно-желтыми, проступающими главными жилками.

Echinops araxinus Mulk. sp. nov. (Sect *Ritrodes* Bnge.) Perennis. Caules erecti 80—100 *cm* alti, angulosi, haud crassi, apice ramosi, sub capitulos leviter albo-tomentosi, ceterum pallide-fusei, undique glanduloso-setaceae. Folia eliptica, viridia, 30 *cm* longa, 12 *cm* lata, inferiora in lacinias oblongo-triangulares spinulis numerosis instructa, 6 *mm* longis, petiolulatis sub pinnatisecta; petioli spinis trinis basi dilatatis; sinubus inter lacinias inaequalibus a rectangulis ad sub rotundes; folia supra dense glandulosa, secus nervum medium vix araneoso-pilosis, subtus albo-tomentosis ad nervos prominentes paucis pilis glandulosis obsiti. Folia caulina pinnati-secta, sessilia, sub-decurrentia, basi auriculis subrotundis spinoso dentatis instructi, apice acutato-attenuati. Capitula ad 5 *cm* diam., involucris setae . . . receptacula . . . Capitula e phyllis 25—30 *mm* longa penicillium e setis albis a basi ramosis (4—5-nis), involucelli dimidium aequantibus conetans.

Involucellum e 16 phyllis glabris triserialibus constans. Involucelli phylla externa spathulato dilata, apice vix acuta, tenuiter dentata, media tenuiter dentata, in mucronem angustata, phylla media nonnulla in spinulam longam phyllum duplo superantem, attenuata, phylla interna brevissima, fere integra; Flores coerulei; achenium . . . pappus . . .

Loc. class. USSR Azerbaidzhan. Nakhitschewan, distr. Shakhbuz. prope p. Kelany 15 VI 1947 leg. A. Grossheim, M. Kirpichnikov, N. Iljinskaja,

Typus in Herbario Instit. Botanici Acad. Sciens. URSS conservatur.

Многолетник. Стебли прямые 80—100 см высоты, ребристые, не толстые, в верхней трети ветвистые. Под самыми головками слегка бело-войлочные, в остальном светло бурые, нацело щетинисто-железистые. Листья эллиптические, зеленые, 30 см длины, 12 см ширины, нижние почти двояко перисто-рассеченные на продолговато-треугольные лопасти, снабженные многочисленными шипами, достигающими 6 мм длины, на черешке. Черешки листьев покрыты тройчатыми, у основания расширенными шипами. Полукожистые листья с почти горизонтально отстоящими лопастями. Выемы между лопастями листьев не одинаковые: от прямоугольных до полукруглых. Сверху листья густо железистые, вдоль главной жилки листа слабо паутинисто-волосистые. Снизу они бело-войлочные и с немногочисленными железистыми волосками на выступающих жилках. Верхние стеблевые листья перисто-рассеченные, сидячие, слегка сбежистые, с полукруглыми колюче-зубчатыми ушками, на конце заостренно оттянутые. Головки до 5 см в диаметре. Щетинки общей обертки. . . . Общее ложе соцветия. . . . Корзинки из очередно сложенных листков 25—30 мм длины. Кисточка из белых от основания ветвистых (по 4—5) щетинок в ветви, достигающих половины обертки щетинок. Обертка из 16 голых листков в 3 рядах. Наружные листки обертки лопчато-расширенные, наверху

едва острые, тонкозубчатые; средние самые длинные в нижней части, тонко-зубчатые; вверху оттянутые в заострение. Некоторые из средних листков обертки сильно вытянутые в колючку, которая почти в два раза превышает длину нормального листка. Внутренние листки обертки самые короткие, почти цельнокрайние. Цветы голубые, семянка . . . хохолок...

Классическое местопроизрастание: Аз. ССР. Нахичеван, Шахбузский район, близ с. Келаны 15 VI 1947.

Тип в гербарии БИН СССР. Ленинград.

Местообитание: глинистые склоны среднегорной полосы на высоте 1450 метров.

Ареал: Азербайджанская ССР.

Проверенные экземпляры: Азербайджанская ССР, Нахичеванская ССР, Шахбузский район, близ р. Келаны 15 VI 1947, Гроссгейм, Ильинская и Кирпичников, 2 листа (БИН).

Вид нуждается в дальнейшем изучении.

Ботанический институт
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1950, апрель.

Հ. Հ. ՄՈՒԼՔԻՋԱՆՅԱՆ

Կովկասյան տափաստանի ցեղի երկու նոր տեսակներ

Հեղինակը տալիս է *Echinops* L. ցեղին պատկանող և Հեռնային Ղարաբաղում ու Նախիջևանի ԱՍՍՌ-ում աճող երկու նոր տեսակներին՝ *Echinops araxinux* Mulk. sp. nov. Sect. *Ritrodes* Bqe և *Echinops carabachensis* Mulk. sp. nov. Sect. *Ritro* Endl. նկարագրությունը, որոնցից առաջինը հանդիսանում է աստղափուշ ցեղի միակ ներկայացուցիչը Հայաստանում, փաթաթոցի մի բանի տերևներով, որոնք վեր են ածված փշերի:

С. К. Даль

Заметка о размножении разноцветного полоза

(Представлено В. О. Гулканяном 19 IV 1950)

В 12 километрах от Еревана (окр. селения Паракар), при земляных работах на участке киров (глинисто-галечное местообитание) в полынной полупустыне, около здания, 12 VIII 1949 рабочими были найдены яйца змеи. Находились они под камнем на глубине 25—30 см от поверхности земли. С последней пустота под камнем, где лежали яйца, была связана небольшой трещиной.

Кладку упомянутых яиц на месте их находки наблюдал Г. М. Марджанян, передавший ее для определения в сектор зоологии позвоночных. Как установлено нами по находящимся в яйцах вполне сформированным зародышам, эта кладка принадлежала разноцветному полозу (*Coluber ravergieri* Men.). Яйца были прочно связаны между собой ссохшейся слизью и располагались в два, а местами и в три слоя,



Кладка яиц разноцв. полоза из окрестн. Еревана

образуя довольно тесный комоч (фото), размер которого по наиболее удаленным взаимноперпендикулярным направлениям был $68 \times 117,5$ мм. Общее количество яиц 16, величина их колеблется по длине от 32,3 до 44,4 мм, по ширине 20,4—24,5 мм. Средняя длина яйца 37,21 мм, ширина—21,75 мм. Колебание размеров яиц в кладке приводим в виде вариационных рядов:

Длина в мм	32,3—33.	33—35.	35—37.	37—39.	39—41.	41—43.	43—44,4
Количество яиц	1	2	5	6	—	—	2

Средняя ширина в мм

Менее	21,2	21,2—21,6	21,6—22	22—22,4	22,4—22,8	Более 22,8
Количество яиц	2	1	5	5	2	1

Во всей кладке развитие зародышей примерно одинаково. Питательный материал в яйцах остался только по стенкам оболочки слоем от 1 до 6,2 мм. Зародыши имеют характерную для разноцветного полоза окраску. Длина тела у них 139—154,3 мм, хвоста 39,3—47,8 мм. Количество брюшных щитков 199—218, подхвостовых 84—109. В нижеследующей таблице приводим количество щитков у 10 исследованных экземпляров зародышей разноцветного полоза.

№ п. п.	Колич. брюшных щитков	Порядковые номера брюшных щитков, огранич. пупок	Колич. подхвост. щитков
1	199	172—173—174	92
2	200	173—174—175	90
3	201	175—176—177	88
4	203	177—178—179	85
5	205	179—180—181	84
6	206	179—180—181	98
7	208	181—184	82
8	211	185—186—187	92
9	215	194—195—196	109
10	218	189—190—191	101

В яйце зародыши лежат овально перевитым клубком, с головой в его центре. Кончик морды у молодых змеек в яйцевой оболочке обращен вниз и в большинстве случаев соприкасается с тем или иным участком хвоста. Пуповина через перевивы туловища выходит со спинной стороны клубка, прорезана она обычно в трех брюшных щитках (9 случаев из 10) и редко в двух щитках (1 случай из 10). У

самцов зародышей парный совокупительный орган вывернут наружу; каждый из них имеет длину 5,3—6,7 мм. В десяти просмотренных яйцах 60% зародышей оказалось самцами и 40% самками. Средняя длина тела самцов зародышей 147,5 мм, длина хвоста 44,7 мм, самки немного крупнее, измерения их в том же порядке: 151,4 и 41,3 мм.

Материал, приведенный в настоящей заметке, дополняет сведения о разноцветном полозе, опубликованные в соответствующей литературе (1—4).

Институт фитопатологии и зоологии
Академии Наук Армянской ССР,
Ереван, 1950, январь.

Ս. Կ. ԴԱԼ

Բազմադույն օձի բազմացման մասին

1949 թ. օգոստոսի 12-ին Երևանի շրջակայքում գտնված է բազմադույն օձի լրիվ ձվադրում: Ձվերի մեծ քանակը մեկ ձվապարկում (16) նրանց մեծութունը և ձվադրման տեղը լրացնում են այդ տեսակի վերաբերյալ գրականության տվյալները:

ЛИТЕРАТУРА — Կ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. А. М. Никольский. Гады и рыбы. Библ. Естествознания. С. П. Б. 1902.
2. А. М. Никольский Пресмыкающиеся (Reptilia). Т. 2. Фауна России и сопредельных стран. 1916.
3. П. В. Терентьев и С. А. Чернов. Определитель пресмыкающихся и земноводных. Советская наука. 1949.
4. С. А. Чернов Герпетологическая фауна Армянской ССР и Нахичеванской АССР. Зоосборник АрмФАН. Вып. 1, 1939.