

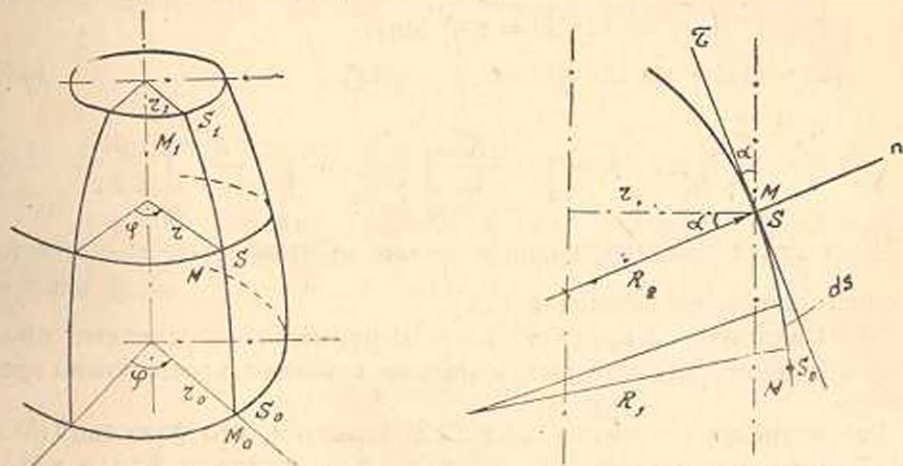
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

С. А. Амбарцумян

Длинные анизотропные оболочки вращения

1. Положение какой-либо точки M на срединной поверхности симметрично собранной слоистой оболочки вращения будем определять углом φ , являющимся азимутом плоскости, проведенной через точку M и ось вращения z , и меридиональной дугой s (фиг. 1).

Считаем, что материал каждого слоя подчиняется обобщенному закону Гука и в каждой точке имеются три взаимно перпендикулярные плоскости упругой симметрии, одна из которых параллельна срединной поверхности, а остальные две перпендикулярны к меридианам и параллелям срединной поверхности.



Фиг. 1.

Считаем, что для всего пакета тонкой слоистой оболочки в целом справедлива гипотеза недеформируемых нормалей [1—4].

Наконец, рассматриваем такие оболочки вращения, которые несут нагрузку, симметрично приложенную относительно оси вращения z .

2. Как известно [4] эта задача сводится к решению системы дифференциальных уравнений:

$$\frac{d^2 V}{ds^2} - \frac{\sin \alpha}{r} \frac{dV}{ds} - \left(\frac{C_{22}}{C_{11}} \frac{\sin^2 \alpha}{r^2} - \frac{\nu_2}{R_1 R_2} \right) V = \frac{\Omega}{C_{11}} \frac{W}{R_2} + \Phi_1(s)$$

$$\frac{d^2 W}{ds^2} - \frac{\sin \alpha}{r} \frac{dW}{ds} - \left(\frac{D_{22} \sin^2 \alpha}{D_{11} r^2} + \frac{\mu_2}{R_1 R_2} \right) W = - \frac{1}{D_{11}} \frac{V}{R_2} + \Phi_2(s) \quad (2.1)$$

относительно двух искоемых функций: W — функции перемещений и V — функции напряжений.

В этих уравнениях: C_{ik} и D_{ik} — жесткости растяжения и изгиба [3,4], μ_1 и ν_1 — обобщенные коэффициенты Пуассона [2-4], $\Phi_1(s)$ и $\Phi_2(s)$ — грузовые члены [5].

Систему (2.1) решаем методом асимптотического интегрирования, при этом ограничиваясь точностью $\sqrt{\frac{h}{R}}$ по сравнению с единицей [6,7], для искоемых величин окончательно получим [4]:

$$W = A_1 \theta(\beta) + B_1 \eta(\beta) + A_2 \theta(\beta_1) + B_2 \eta(\beta_1), \quad (2.2)$$

$$V = \frac{\Omega}{AC_{11}} [-A_1 \eta(\beta) + B_1 \theta(\beta) - A_2 \eta(\beta_1) + B_2 \theta(\beta_1)] - \frac{F_2(s)}{\cos \alpha}, \quad (2.3)$$

где: A_1 , A_2 и B_1 , B_2 — постоянные интегрирования,

$$A = \sqrt{\frac{\Omega}{C_{11} D_{11}}}, \quad \Omega = C_{11} C_{22} - C_{12}^2 \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} \theta(x) &= e^{-x} \cos x, & \eta(x) &= e^{-x} \sin x, \\ \varphi(x) &= \theta(x) + \eta(x), & \psi(x) &= \theta(x) - \eta(x)^*, \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{A}{2}} \int_{s_0}^s \frac{ds}{\sqrt{R_2}}, \quad \beta_1 = \sqrt{\frac{A}{2}} \int_{s_0}^{s_1} \frac{ds}{\sqrt{R_2}} - \sqrt{\frac{A}{2}} \int_{s_0}^s \frac{ds}{\sqrt{R_2}}, \quad (2.6)$$

$\frac{F_2(s)}{\cos \alpha}$ — частное решение, которое ничем не отличается от частного решения изотропной оболочки [5,8].

3. В инженерной практике широко применяются длинные оболочки вращения, для которых взаимным влиянием краев можно пренебречь.

Рассматривая решения (2.2) и (2.3) замечаем, что функции $\theta(\beta)$ и $\eta(\beta)$ убывают при удалении от края $s=0$, а функции $\theta(\beta_1)$ и $\eta(\beta_1)$ — при удалении от края $s=L$ (см. таблицы функций).

Эти функции, как известно [5], уже при $\beta = \pi$ имеют значения порядка 0,04. Поэтому, если исследуемая точка находится на окружности, удаленной от края оболочки настолько, что при данных упругих постоянных $\beta \gg \pi$, то влиянием этого края на напряженное состояние точек исследуемой окружности, или более удаленных точек, можно пренебречь.

Это условие можно сформулировать несколько иначе, а именно: если упругие постоянные (C_{11} , C_{22} , C_{12} , D_{11}) материала оболочки такие, что при заданной s , $\beta \gg \pi$, то влиянием краев на напряженное состояние части оболочки соответствующей s можно пренебречь.

* Таблица этих функций приведена, например, у А. И. Лурье [5].

Если приближенно в выражении β , (2.6), пренебречь изменением R_2 , получим:

$$\beta = \sqrt{\frac{A}{2R_2}} s. \quad (3.1)$$

Здесь начало координаты s принято: $s_0 = 0$.

Вместо β подставляя π для минимальной длины оболочки (по дуге меридиана) получим:

$$s_{\min} = \pi \sqrt{\frac{2R_2}{A}}. \quad (3.2)$$

Таким образом если длина оболочки по дуге меридиана $L \gg s_{\min}$ то взаимным влиянием краев можно пренебречь. Это означает, что при $L \gg s_{\min}$, нагрузка приложенная к краю $\beta = 0$ практически не влияет на напряженное состояние другого края, и наоборот. Благодаря этому в длинных оболочках краевые условия на двух границах оболочки вращения рассматриваются отдельно [5,7].

Таким образом, формула (3.2) дает зону распространения краевого эффекта в анизотропных слоистых оболочках вращения.

При однородных анизотропных оболочках имеем [9]:

$$A = \frac{1}{\delta} \sqrt{3 \left(\frac{E_\varphi}{E_s} - \mu_z^2 \right)}, \quad (3.3)$$

где δ — половина толщины оболочки, E_φ и E_s — модули упругости материала оболочки.

Подставляя значение A из (3.3) в (3.2), получим минимальную длину однородной ортотропной оболочки, при которой взаимным влиянием краев можно пренебречь:

$$s_{\min} = \frac{\pi R_2 \sqrt{\frac{2\delta}{R_2}}}{\sqrt[4]{3 \left(\frac{E_\varphi}{E_s} - \mu_z^2 \right)}}. \quad (3.4)$$

В частном случае изотропной оболочки, учитывая:

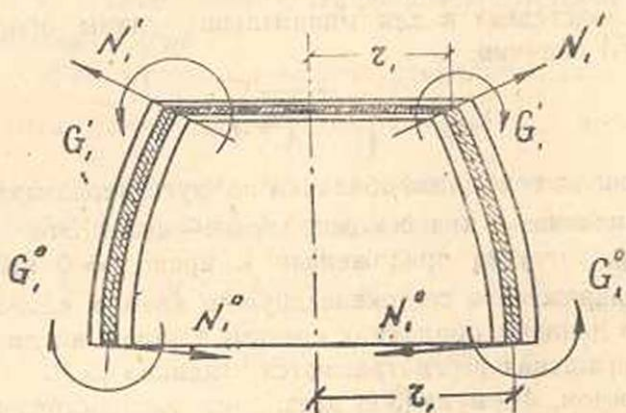
$$E_\varphi = E_s, \quad \mu_z = \frac{1}{m}, \quad 2\delta = h,$$

получим известный критерий А. И. Лурье [5]:

$$s_{\min} = \pi R_2 \sqrt{\frac{h}{R_2}} \sqrt[4]{\frac{m^2}{3(m^2 - 1)}}. \quad (3.5)$$

Эти формулы выведены с некоторым приближением с целью получения простых выражений для всех типов оболочек вращения. Однако, при необходимости в каждом частном случае квадратуру формулы β , (2.6), можно вычислить и дать точные границы распространения краевого эффекта.

Сравнивая выражения (3.2) и (3.5) замечаем, что в отличие от изотропных оболочек, в анизотропных оболочках соответствующим выбором упругих постоянных можно существенно изменить влияние краевых условий (при заданной L) на общее напряженное состояние оболочки.



Фиг. 2

4. Представим длинную оболочку вращения, по краям которой действуют изгибающие моменты G_1^0 и G_1^1 и перерезывающие силы N_1^0 и N_1^1 (фиг. 2) [5, 7].

Учитывая вышеуказанные свойства длинных оболочек, отбрасываем функции β_1 , когда вычисляем величины относящиеся к краю $s=0$, и функции β — при вычислении величин относящихся к краю $s=s_1$.

При $s=0$ для поперечных сил и моментов получим [4]:

$$N_1 = N_1^0 = AD_{11} \frac{1}{R_2^0} B_1, \quad (4.1)$$

$$G_1 = G_1^0 = D_{11} \sqrt{\frac{A}{2R_2^0}} (B_1 - A_1).$$

При $s=s_1$ получим:

$$N_1 = N_1^1 = \frac{AD_{11}}{R_2} B_2, \quad (4.2)$$

$$G_1 = G_1^1 = D_{11} \sqrt{\frac{A}{2R_2}} (A_2 - B_2).$$

Совместно решая (4.1) и (4.2) для постоянных A_1 , A_2 , B_1 и B_2 получим удобные выражения, представленные с помощью начальных параметров:

$$B_1 = \frac{R_2^0}{AD_{11}} N_1^0, \quad A_1 = \frac{R_2^0}{D_{11}A} N_1^0 - \frac{1}{D_{11}} \sqrt{\frac{2R_2^0}{A}} G_1^0,$$

$$B_2 = \frac{R_2'}{AD_{11}} N_1', \quad A_2 = \frac{R_2'}{AD_{11}} N_1' + \frac{1}{D_{11}} \sqrt{\frac{2R_2'}{A}} G_1^0 \quad (4.3)$$

Подставляя значения постоянных $A_1 \dots B_2$ в (2.2) и (2.3), для искомых функций получим:

$$W = \frac{1}{AD_{11}} \left[R_2^0 N_1^0 \varphi(\beta) - \sqrt{2AR_2^0} G_1^0 \theta(\beta) + R_2' N_1' \varphi(\beta_1) + \right. \\ \left. + \sqrt{2AR_2'} G_1' \theta(\beta_1) \right], \quad (4.4)$$

$$V = \left[R_2^0 N_1^0 \psi(\beta) + \sqrt{2R_2^0 A} G_1^0 \eta(\beta) + R_2' N_1' \psi(\beta_1) - \right. \\ \left. - \sqrt{2R_2' A} G_1' \eta(\beta_1) \right] - \frac{F_z(s)}{\cos \alpha}. \quad (4.5)$$

Для внутренних усилий получим [4,5]:

$$T_1 = - \left[R_2^0 N_1^0 \psi(\beta) + \sqrt{2R_2^0 A} G_1^0 \eta(\beta) + R_2' N_1' \psi(\beta) - \right. \\ \left. - \sqrt{2R_2' A} G_1' \eta(\beta_1) \right] \frac{\sin \alpha}{r} + \frac{1}{R_2 \cos^2 \alpha} \left(\frac{P_z^0}{2\pi} - \int_{s_0}^s r E_z ds \right), \quad (4.6)$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{A}{2R_2}} \left[-2R_2^0 N_1^0 \theta(\beta) + \sqrt{2R_2^0 A} G_1^0 \psi(\beta) + 2R_2' N_1' \theta(\beta_1) + \right. \\ \left. + \sqrt{2R_2' A} G_1' \psi(\beta_1) \right] - \frac{1}{R_1 \cos^2 \alpha} \left(\frac{P_z^0}{2\pi} - \int_{s_0}^s r E_z ds \right) + R_2 Z, \quad (4.7)$$

$$N_1 = \left[R_2^0 N_1^0 \psi(\beta) + \sqrt{2AR_2^0} G_1^0 \eta(\beta) + R_2' N_1' \psi(\beta_1) - \right. \\ \left. - \sqrt{2AR_2'} G_1' \eta(\beta_1) \right] \frac{\cos \alpha}{r}, \quad (4.8)$$

$$G_1 = -2R_2^0 \sqrt{\frac{1}{2AR_2}} N_1^0 \eta(\beta) + \sqrt{\frac{R_2^0}{R_2}} G_1^0 \varphi(\beta) + \\ + 2R_2' \sqrt{\frac{1}{2AR_2}} N_1' \eta(\beta_1) + \sqrt{\frac{R_2'}{R_2}} G_1' \varphi(\beta_1), \quad (4.9)$$

$$G_2 = \mu_2 G_1 - \frac{D_{22}}{D_{11}A} \left[R_2^0 N_1^0 \varphi(\beta) - \sqrt{2AR_2^0} G_1^0 \theta(\beta) + \right. \\ \left. + R_2' N_1' \varphi(\beta_1) + \sqrt{2AR_2'} G_1' \theta(\beta_1) \right] \frac{\sin \alpha}{r}. \quad (4.10)$$

Краевые условия будут такие же, как и в изотропных оболочках [5,7].

Для слоистых оболочек существенный практический интерес представляют нормальные напряжения в каждом слое, которые определяются посредством следующих формул [4]:

$$\sigma_s^m = \frac{E_s^m}{1 - \mu_1^m \mu_2^m} \left[\frac{C_{11}}{\Omega} (\mu_2^m - \nu_2) \frac{dV}{ds} + \frac{C_{22}}{\Omega} (\mu_2^m \nu_1 - 1) \frac{\sin \alpha}{r} V + \right. \\ \left. + \frac{(C_{22} - \mu_2^m C_{12})}{\Omega} \frac{1}{r} F_1(s) - \gamma \frac{dW}{ds} \right], \quad (4.11)$$

$$\sigma_\varphi^m = \frac{E_\varphi^m}{1 - \mu_1^m \mu_2^m} \left[\frac{C_{11}}{\Omega} (1 - \mu_1^m \nu_2) \frac{dV}{ds} + \frac{C_{22}}{\Omega} (\nu_1 - \mu_1^m) \frac{\sin \alpha}{r} V + \right. \\ \left. + \frac{(C_{22} \mu_1^m - C_{12})}{\Omega} \frac{1}{r} F_1(s) + \gamma \left(W \frac{\sin \alpha}{r} - \mu_1^m \frac{dW}{ds} \right) \right]. \quad (4.12)$$

В этих формулах $F_1(s)$ — грузовой член, как в изотропных оболочках [4,5].

5. Для примера рассмотрим длинную цилиндрическую оболочку, которая в среднем сечении нагружена силами, равномерно распределенными по окружности этого сечения (фиг. 3).

Пусть интенсивность нагрузки будет q .

Как и в изотропных оболочках, рассмотрим часть оболочки справа от загруженного сечения; центр загруженного сечения примем за начало отсчета параметров β . Таким образом, при $\beta = 0$ для правой части оболочки имеем условия, идентичные условиям заделанного края, т. е. [5].

$$RN_1^0 - \sqrt{2AR} G_1^0 = 0.$$

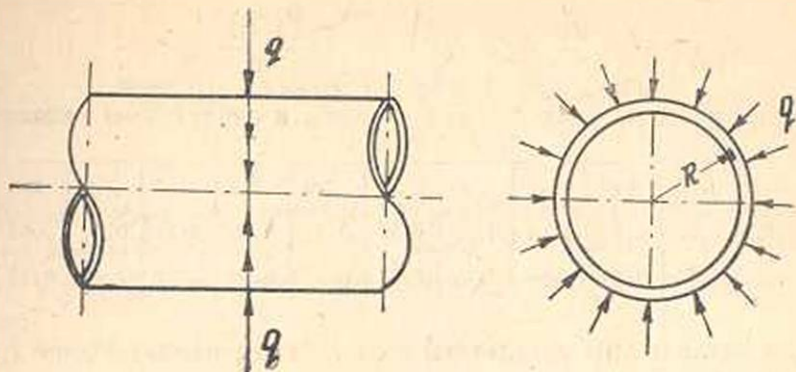
Тогда учитывая характер нагружения, получим:

$$N_1^0 = \frac{1}{2} q, \quad G_1^0 = \frac{R}{2\sqrt{2AR}} q.$$

Имея значения N_1^0 и G_1^0 посредством формул (4.4) и (4.5) для основных искомым получим:

$$V = \frac{Rq}{2} \theta(\beta), \quad W = \frac{Rq}{2AD_{11}} \eta(\beta).$$

Для нормальных напряжений в окрестностях сечения, где приложена нагрузка q , из (4.11) и (4.12) получим:



Фиг. 3.

$$\sigma_s^m = - \frac{E_s^m}{1 - \mu_1^m \mu_2^m} \sqrt{\frac{A}{2R}} \left[\frac{C_{11}}{\Omega} (\mu_2^m - \nu_2) + \gamma \frac{1}{AD_{11}} \right] \frac{Rq}{2},$$

$$\sigma_\varphi^m = - \frac{E_\varphi^m}{1 - \mu_1^m \mu_2^m} \sqrt{\frac{A}{2R}} \left[\frac{C_{11}}{\Omega} (1 - \mu_1^m \nu_2) + \gamma \frac{\mu_1^m}{AD_{11}} \right] \frac{Rq}{2}.$$

Пусть ортотропная оболочка однослойная и коэффициент Пуассона материала оболочки равен нулю. В этом случае для жесткостей имеем [9]:

$$D_{11} = \frac{E_s h^3}{12}, \quad C_{11} = E_s h, \quad C_{22} = E_\varphi h.$$

В силу этого

$$A = \sqrt{\frac{\Omega}{C_{11} D_{11}}} = \frac{2}{h} \sqrt{\frac{12 E_\varphi}{E_s}}.$$

Для максимальных напряжений получим:

$$\sigma_s = - \frac{3q}{2h^2} \sqrt{hR} \sqrt[4]{\frac{E_s}{3E_\varphi}},$$

$$\sigma_\varphi = - \frac{q}{2h} \sqrt{hR} \sqrt[4]{\frac{3E_\varphi}{E_s}}.$$

Установим законы изменения нормальных напряжений σ_s и σ_φ в зависимости от $e = \frac{E_\varphi}{E_s}$ — отношений модулей упругости.

Видоизменяя формулы нормальных напряжений, получим:

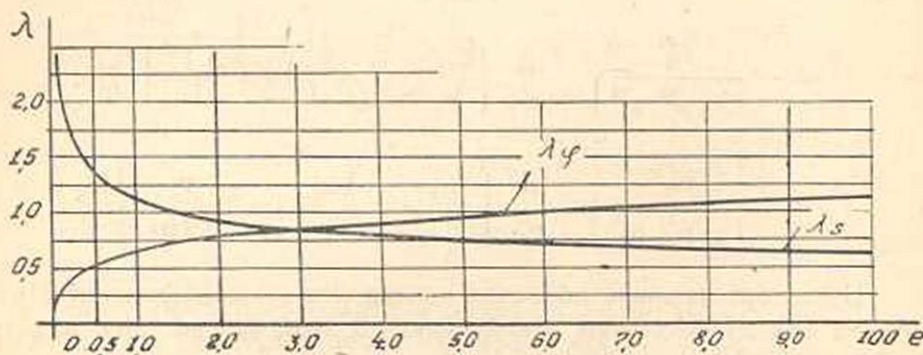
$$\sigma_s = - \frac{q \sqrt{Rh}}{h^2} 1,14 \sqrt[4]{e^{-1}} = - \frac{q \sqrt{Rh}}{h^2} \lambda_s,$$

$$\sigma_{\varphi} = -\frac{q \sqrt{Rh}}{h^2} 0,66 \sqrt{e} = -\frac{q \sqrt{Rh}}{h^2} \lambda_{\varphi}.$$

Коэффициенты этих формул сведены в следующую таблицу:

e	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
λ_s	2,03	1,61	1,36	1,14	0,96	0,87	0,81	0,76	0,72	0,70	0,67	0,64
λ_{φ}	0,37	0,47	0,55	0,66	0,79	0,87	0,93	0,99	1,04	1,08	1,12	1,17

Для наглядности результаты этой таблицы представлены графически (фиг. 4).



Фиг. 4.

Таблица и график показывают, что для этой задачи с точки зрения прочности целесообразнее иметь большие жесткости в кольцевом направлении оболочки.

Институт строительных материалов и сооружений
Академии наук Армянской ССР

Поступило 14 XI 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Рабинович А. Л. О расчете ортотропных слоистых панелей на растяжение, сдвиг и изгиб. Министерство Авиационной Пром. СССР, Труды № 675, 1948.
2. Лехницкий С. Г. Анизотропные пластинки. ОГИЗ, 1947.
3. Амбарцумян С. А. Некоторые основные уравнения теории тонкой слоистой оболочки. ДАН Армянской ССР, т. VIII, № 5, 1948.
4. Амбарцумян С. А. Расчет слоистых оболочек вращения. ДАН Армянской ССР, том XI, № 2, 1949.
5. Лурье А. И. Статика тонкостенных упругих оболочек. Гостехиздат, 1947.
6. Штаерман И. Я. Об интегрировании дифференциальных уравнений равновесия упругих оболочек. Изв. Киевского политехн. и сельскохозяй. ин-та, 1924.
7. Новожилов В. В. Теория тонких оболочек. Издат. Военно-Морской Академии им. А. Н. Крылова, 1947.
8. Амбарцумян С. А. Безмоментная теория анизотропных оболочек. Известия АН Армянской ССР, т. I, № 6, 1948.
9. Амбарцумян С. А. Некоторые вопросы теории анизотропных оболочек. Известия АН Армянской ССР, № 5, 1947.

Ս. Ս. Համբարձումյան

ՊՏՏՄԱՆ ԱՆԻԶՈՏՐՈՊ ԵՐԿԱՐ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Աշխատության մեջ արված է անիզոտրոպ երկար թաղանթների ամբողջական հաշվումը սիմետրիկ բեռի տակ: Ստացված են հաշվային բանաձևեր թաղանթի յուրաքանչյուր շերտում նորմալ լարումները որոշելու համար:

ГИДРАВЛИКА

С. М. Исаакян

Принцип проектирования переходных участков безнапорных водоводов

В практике строительства гидротехнических каналов часто встречаются случаи, когда по местным условиям необходимо осуществить переход от одного поперечного сечения к другому, что может сопровождаться как изменением формы поперечного сечения, так и его площади. Как в одном, так и в другом случае движение жидкости в пределах переходного участка сопровождается дополнительными гидравлическими потерями вследствие изменения скоростей, что при значительном количестве переходов будет заметно уменьшать полезный напор гидростанции, если канал деривационный, или—подкомандную площадь орошения, если канал ирригационный. Понятно, что в этих условиях необходимо осуществлять переходы таким образом, чтобы гидравлические потери были минимальными.

Кроме того, при неправильном проектировании переходных участков очень часто движение потока сопровождается нежелательными гидравлическими явлениями, как-то: волнообразованием и пульсацией. Последние в отдельных случаях не могут быть допустимы, как, например, при ответственных переходах из открытых каналов в безнапорные туннели, когда волны могут быть причиной захлебывания туннеля и явлений вибрации. Отсюда вытекает второе, немаловажное требование к переходным участкам, чтобы в их пределах было обеспечено плавное и спокойное сопряжение горизонтов потока.

При выполнении этого, второго требования, отчасти будет удовлетворено и первое, так как при плавном сопряжении устраняются потери, которые происходят от волнообразования.

Однако переходы, удовлетворяющие вышеуказанным двум требованиям, практически трудно осуществимы, и третье требование—удобства производства работ—может находиться в некотором противоречии с первыми двумя. Применение существующего метода Хиндса [4,5] для построения плавных переходов приводит к сложным, в практике трудно осуществимым, очертаниям стенок переходного участка. Поэтому большей частью проектировщики задаются простыми конструкциями переходов. Для проверки эксплуатационных качеств таких переходов в ответственных случаях

прибегают к лабораторным исследованиям, на основе которых вносятся коррективы в конструкции.

Отметим, что до сих пор в технических условиях и нормах остаются только указания Хиндса, предложенные им в 1928 г. на основании натурных исследований многочисленных переходных участков сооружений. Однако материалы лабораторий СССР и, в частности, исследований переходных участков безнапорной деривации, проведенных в Гидроэлектрической лаборатории (ГЭЛ) Водно-энергетического института (ВЭНИ) АН Армянской ССР, а также Гидротехнической лаборатории ТНИСГЭИ [1,2,3,6] позволяют в настоящее время несколько иначе подойти к вопросу расчета переходных участков.

Необходимо отметить, что вопрос выбора очертания стенок переходных участков пока остается не разрешенным.

При модельном исследовании первоначально запроектированных переходных участков деривации одной из ГЭС был констатирован факт неудовлетворительной гидравлической работы упомянутых сооружений, несмотря на плавность очертаний стенок принятых переходов.

В пределах входного участка туннеля при этих переходах образовывались волны значительной высоты, что приводило к захлебыванию туннеля при пропуске максимальных расходов [3].

С целью упрощения конструкции и улучшения ее гидравлической характеристики нами был переконструирован переходной участок, осуществляющий переход от канала прямоугольного сечения к туннелю круглого сечения, удовлетворяющий условию линейного изменения по длине переходного участка удельной энергии сечения на сопрягаемых участках водовода.

Результат получился вполне удовлетворительный, причем оказалось выполненным требование простоты конструкции, благодаря чему эта конструкция была рекомендована строителю.

Несмотря на логичность принятого принципа, желательна проверка его на ряде случаев, в частности, на примерах переходов, изученных в ТНИСГЭИ.

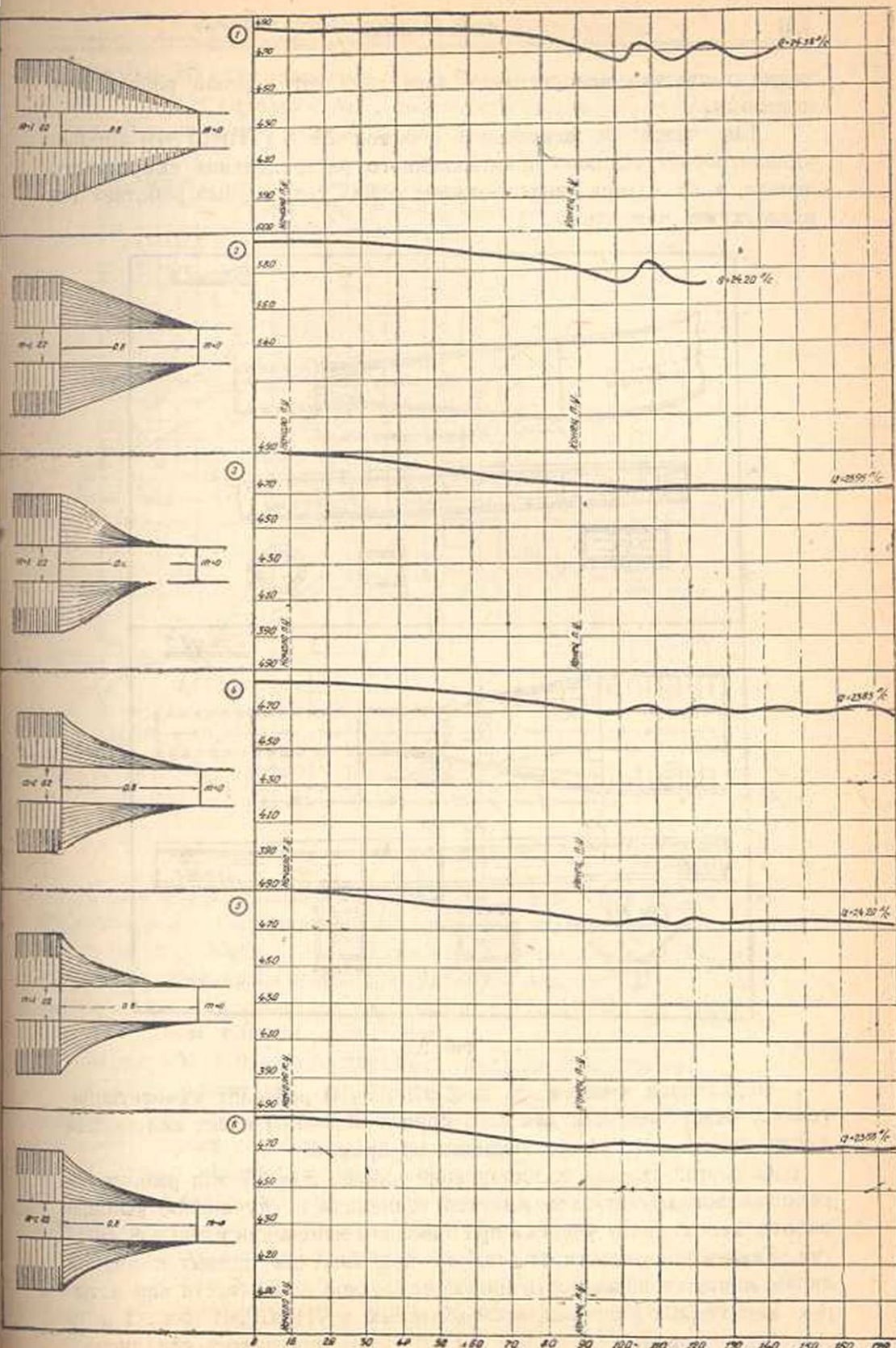
На фиг. 1 представлены переходные участки, исследованные ТНИСГЭИ. Там же даны кривые свободной поверхности, соответствующие случаям наилучшего сопряжения горизонтов.

На фиг. 2 приведен переход № 1, предложенный ГЭЛ и полученный с использованием предлагаемого принципа, и переход № 2, разработанный на чисто экспериментальной базе и также удовлетворяющий указанному принципу (см. ниже).

На фиг. 3 приведены кривые $\Sigma = f(l)$ для этих переходов. Там же приведены кривые $h_v = f_1(l)$, где $h_v = \frac{v^2}{2g}$, полученные в ТНИСГЭИ

(А. Г. Чанишвили) для некоторых переходных участков.

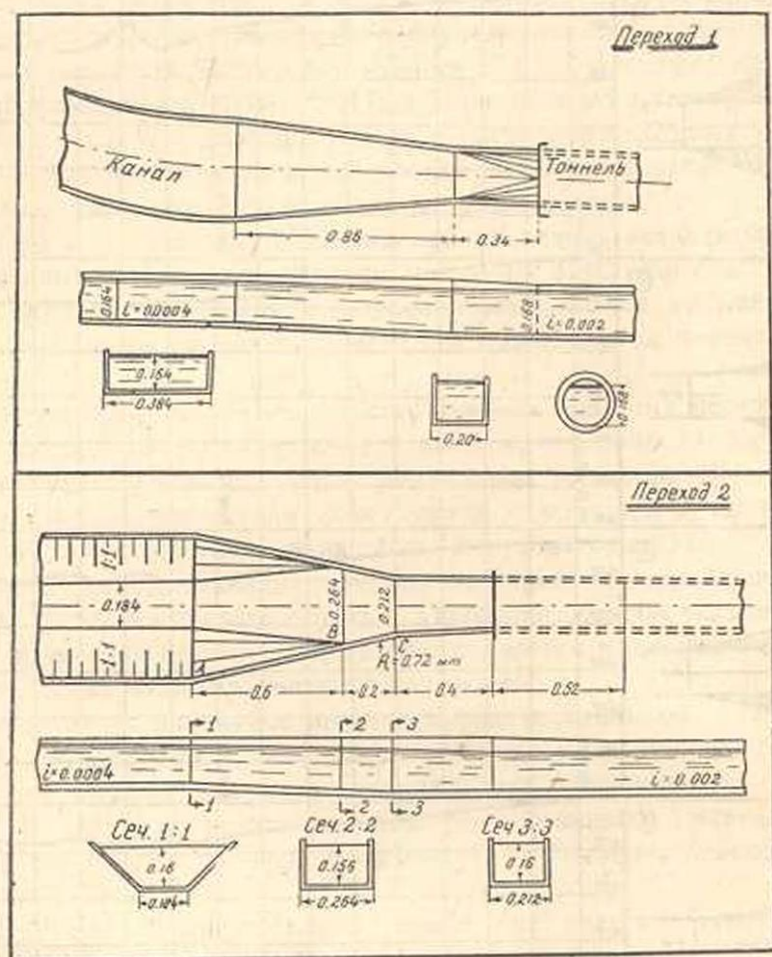
Рассмотрение этих кривых показывает, что вопреки выводам ТНИСГЭИ, линейное изменение скоростного напора по длине пере-



Фиг. 1.

ходного участка недостаточно характеризует хорошо работающие переходы.

Так, например, переходной участок № 5 (ТНИСГЭИ) хорошо удовлетворяет условию прямолинейного распределения скоростного напора, а № 3 (типа Хиндса)—хуже; между тем, первый работает гораздо хуже, чем второй.

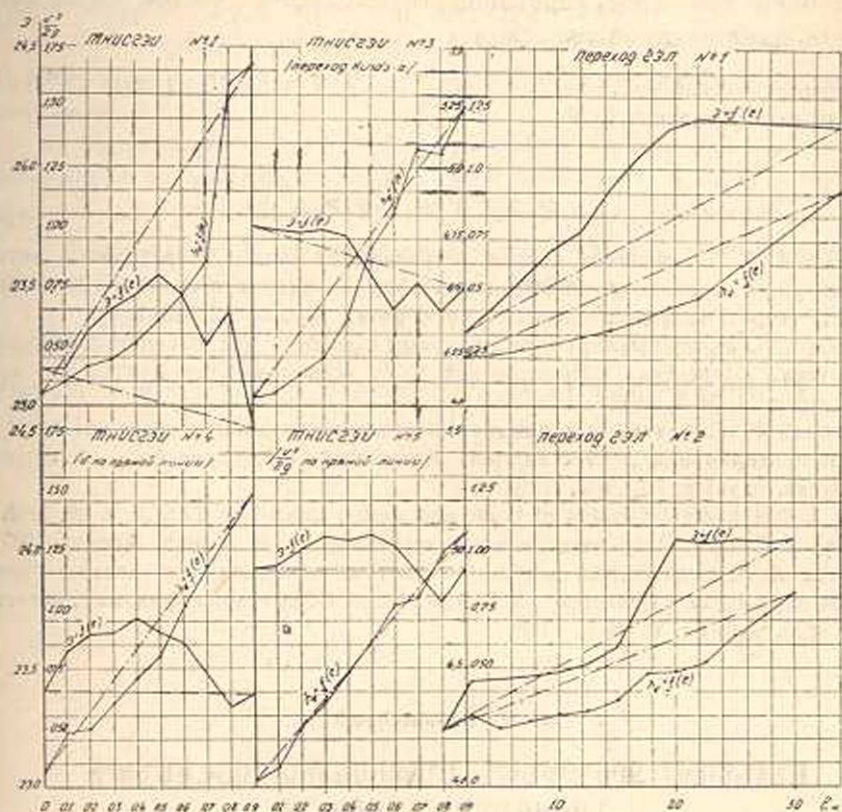


Фиг. 2.

Переходной участок № 2 (ГЭЛ ВЭИ) работает удовлетворительно, между тем как для него кривая $h_v = f_1(l)$ имеет вид цепной линии, значительно отклоняющейся от прямой.

С другой стороны, сопоставление кривых $\Xi = i(l)$ для разных переходов показывает, что имеется тенденция к улучшению условий работы переходного участка при линейном изменении удельной энергии. Так, в зависимости от степени приближения кривых к прямой линии меняется и плавность кривой свободной поверхности для четырех переходных участков, исследованных в ТНИСГЭИ (фиг. 1 и 3). Для переходов исследованных в ГЭЛ ВЭИ получилось следующее:

кривая $\Xi = f(l)$ для перехода № 2 больше приближается к прямой линии, чем для перехода № 1, соответственно на переходе № 2 высота волны оказалась меньшей, чем на переходе № 1.



Фиг. 3.

Более определенный вывод можно сделать в отношении оценки предложенного принципа при изучении расчета переходного участка №1 по методу Хиндса. Этот расчет очень хорошо удовлетворяет условию прямолинейного изменения удельной энергии по его длине и, как показало исследование на модели в ТНСИГЭИ, он является в гидравлическом смысле наилучшим.

Таким образом, можно прийти к следующим выводам:

1. Переходные участки безнапорных водоводов работают тем спокойнее, чем лучше удовлетворено условие линейного изменения удельной энергии сечения по длине участка.

2. Этому условию удовлетворяет переход, запроектированный по методу Хиндса, но его нельзя рекомендовать для практики по причине сложности получаемого очертания.

3. В основу выбора очертания стенок переходного участка, по-видимому, нужно положить принцип линейного изменения удельной энергии по длине перехода, и так подобрать плавную кривую сво-

бодной поверхности, чтобы получить конструктивно простые очертания стенок переходов.

4. Отмеченный принцип успешно применен в Гидроэлектрической лаборатории при проектировании переходного участка № 2, который был принят строительством.

Водно-энергетический институт
Академии наук Армянской ССР

Поступило 28 VII 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ананян А. К. Применение теории пограничного слоя к определению потери напора на переходных участках открытой деривации. „Известия“ АН Армянской ССР (серия физ.-мат. естеств. и техн. наук), т. 1, № 7, 1948.
2. Ананян А. К. Потери напора в безнапорных водоводах при плавном расширении потока. „Известия“ АН Армянской ССР, (серия физ.-мат., естеств. и техн. наук) т. II, № 4, 1948.
3. Арутюнян У. Г. Результаты опытов по исследованию переходных участков открытой деривации. „Известия“ АН Армянской ССР, (серия физ.-мат. естеств. и техн. наук) т. III, № 3, 1950.
4. Hinds J. The hydraulic design of flume and siphon transitions TASCE, v. 92, 1928.
5. Королев и Гинько. Открытые, подводящие каналы гидростанций. Москва, 1937.
6. Назарян А. Г. О свободной поверхности потока на переходных участках открытой деривации. „Известия“ АН Армянской ССР, (серия физ.-мат., естеств. и техн. наук) т. II, № 6, 1949.

Ս. Մ. Իսահակյան

ԱՆՃՆՇՈՒՄ ՋՐԱՆՑՔՆԵՐԻ ԱՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՏՎԱԾՆԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՍԿԶՐՈՒՆՔ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Տեղական պայմաններից ելնելով հաճախ ստիպված են լինում ջրանցքների նախագծման ժամանակ ընդլայնական հատվածքի մի ձևից մյուսին անցնել, նման անցումներն իրականացվում են «անցումային հատված» կոչվող հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների միջոցով, որոնց խնդիրն է՝ առանց մեծ հիդրավլիկական կորուստների, հանգիստ ու թիմով իրականացնել հոսանքի անցումը մի ձևի ջրանցքից մյուսը։ Այդ անցումները միաժամանակ պետք է ունենան պարզ կոնստրուկցիա։

Չնայած նրանց կարևորության, մինչև այժմ գրականության մեջ դոկուբյուն ունի 1928 թվին Հինգսի առաջարկած նախագծման միակ մեթոդը, որով սակայն չեն օգտվում պատերի բարդ եզրագիծ ստանալու պատճառով։

Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիայի Ջրաէներգետիկ ինստիտուտի հիդրոէլեկտրիկ լաբորատորիայում և ТНИСГЭИ-ի Հիդրոտեխնիկական լաբորատորիայում գերիվաչիայի անցման հատվածները սուսումնասիրելուց ստացած նյութերն այժմ հնարավորություն են ապրիս նշելու հարցի ճիշտ լուծման ուղղությունը։

Այդ ուսումնասիրության արդյունքները երևում է.

1. Որքան լավ է բավարարված անճնշում ջրանցքների անցումային հատվածների երկարությամբ տեսակարար էներգիայի գծային բաշխման օրենքը, այնքան լավ է աշխատում կառուցվածքը:

2. Նշված օրենքին բավարարում է Հինգսի մեթոդով նախագծած անցումային հատվածը, սակայն այն չի կիրառվում կառուցվածքի բարդության պատճառով:

3. Աշխատության մեջ նշված փաստերի հիման վրա անցումային հատվածների նախագծման հիմքում, ըստ երևույթին, պետք է դնել նրանց երկարությամբ տեսակարար էներգիայի գծային բաշխման օրենքը:

Կոնստրուկցիայի պարզեցման համար կարելի է ընտրել ազատ մակերևույթի համապատասխան սահուն անցման կոր:

4. Նշված սկզբունքից օգտվելով Հիգրոէլեկտրիկ լարորատորիայում նախագծած № 1 անցումային հատվածը (նկ. 2) միանգամայն բավարար արդյունք է ցույց տվել և կիրառություն է գտել շինարարության մեջ:



А. Б. Бабаханян

Графоаналитический метод определения динамики изменения частоты в электроэнергетических системах

Графоаналитическое решение изменения частоты в системе основывается на следующих уравнениях [3]:

для любых отклонений частоты

$$f_d = f_{ном} \sqrt{1 + \frac{\Delta P_b}{\mathfrak{E}_{js}} \cdot t}, \quad (1)$$

для малых отклонений частоты

$$f_d = f_{ном} \left(1 + \frac{\Delta P_b}{2\mathfrak{E}_{js}} \cdot t \right), \quad (2)$$

где ΔP_b — мощность возмущения, $\mathfrak{E}_{js}$ — кинетическая энергия вращения агрегатов системы, t — время, $f_{ном}$ — номинальное значение частоты, f_d — действительное значение частоты.

Рассмотрим вначале второе уравнение, как наиболее простое по структуре. Согласно уравнению (2) для одного и того же значения t отклонение частоты (Δf) будет пропорционально ΔP_b , так как,

$$\Delta f = f_{ном} - f_d = - \frac{\Delta P_b \cdot f_{ном}}{2\mathfrak{E}_{js}} t. \quad (3)$$

Учитывая это, можно подсчитать Δf для любого единичного значения ΔP_b и определенного значения t , и соответственно этому построить графически функцию $f = \varphi(\Delta P_b, t)$.

Далее, согласно (3), справедливо соотношение:

$$\frac{\Delta P_{b_1}}{\Delta P_{b_2}} = \frac{\Delta f_1}{\Delta f_2}. \quad (4)$$

По соотношению (4) соответственно определенным значениям ΔP_b и Δf можно строить для всех прочих значений ΔP_b функцию

$$f_d = \varphi(\Delta P_b, t).$$

При этом получим график с расходящимися лучами из начала координат по обе стороны оси абсцисс, т. е. для случаев изменения

(в обе стороны) частоты, от нормального уровня, совпадающего с осью времени.

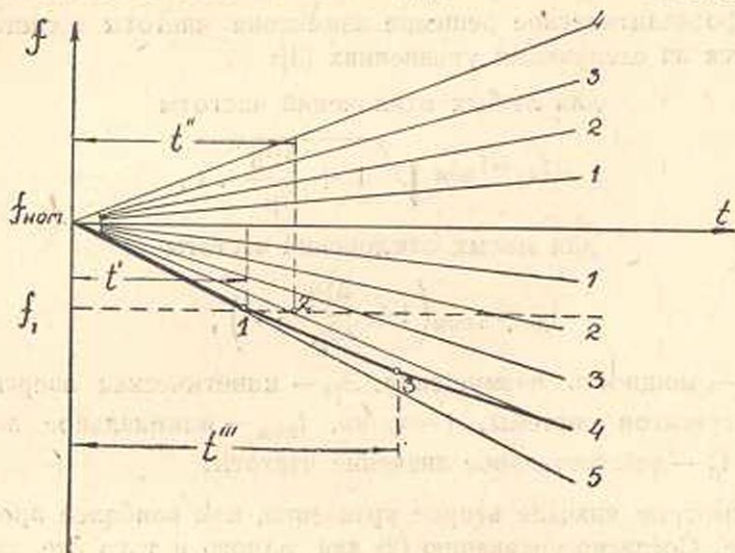
Если $\frac{\Delta P_{b_1}}{\Delta P_b}$ имеет кратность равную 2, 3, 4, 5 и т. д., то расхождение лучей будет равномерным, как показано на фиг. 1.

Примем вначале мощность возмущения равной ΔP_{b_1} .

Положим, что за время t' частота достигнет уровня f' , а ΔP_{b_1} изменится и станет равной ΔP_{b_2} (фиг. 1).

Докажем, что изменение частоты после точки 1 при $\Delta P_b = \text{const.}$ будет идти по прямой параллельной лучу 4.

Если частота с самого начала будет изменяться по лучу 4 соот-



Фиг. 1

ветственно ΔP_{b_2} , то она достигнет уровня f' за время t'' в точке 2.

Дальнейшее изменение частоты после точки 2 при $\Delta P_{b_2} = \text{const.}$ также будет идти по лучу 4, что соответствует уравнению

$$f_d = f_{\text{ном}} \left[K_{H''} - \frac{\Delta P_{b_2}}{2 \Theta_{js}} \cdot (t - t'') \right], \quad (5)$$

где

$$K_{H''} = \frac{f_1}{f_{\text{ном}}}.$$

Аналогично можно представить изменение частоты после точки 1

$$f_d = f_{\text{ном}} \left[K_{H'} - \frac{\Delta P_{b_1}}{2 \Theta_{js}} \cdot (t - t') \right]. \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) имеют равные угловые коэффициенты, поэтому изменение частоты после точки 1 будет идти по прямой параллельной лучу 4.

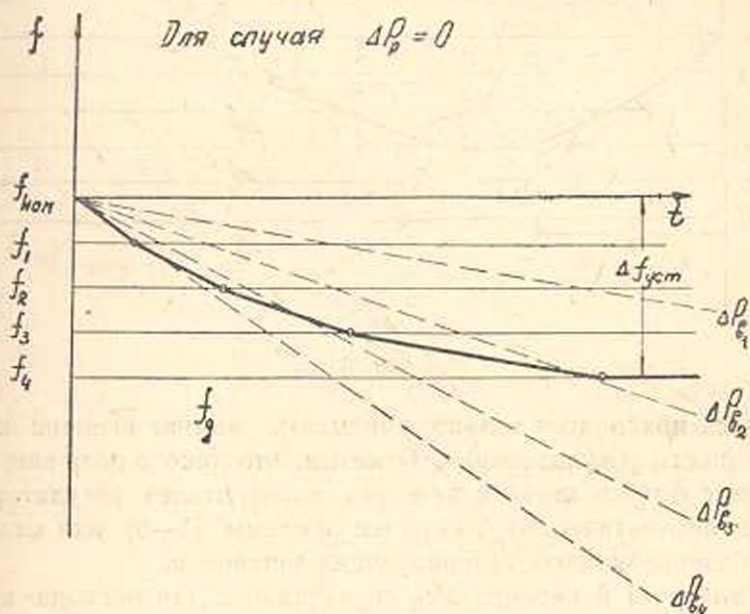
Таким же образом можно показать, что в случае, когда ΔP_{b_1} после точки 1 изменится и станет равным ΔP_{b_2} после времени t'' в точке 3, то частота будет изменяться после точки 3 по прямой параллельной лучу 3.

Принимая справедливость вышеуказанного можно без аналитического расчета изменения частоты для каждого момента строить графически динамику изменения частоты.

Само графическое построение производится в следующей последовательности. Сперва строится, как указано выше, график с лучами для различных значений мощности возмущения при условии $\Delta P_b = \text{const.}$ (фиг. 1). Далее принимается изменение частоты по определенному лучу соответственно первоначальному значению мощности возмущения. При этом считаем на малой ступени изменения частоты

$$\Delta P_b = \text{const.}$$

Для каждого малого изменения частоты, до истечения времени запаздывания действия регулирования (t_3) определяется изменение первоначального и последующих значений мощности возмущения



Фиг. 2

от действия ΔP_c^* . Из конца каждой ступени малого изменения частоты проводится прямая параллельная следующему лучу соответственно новому значению ΔP_b . Такое построение продолжают пока не получат установившегося уровня частоты.

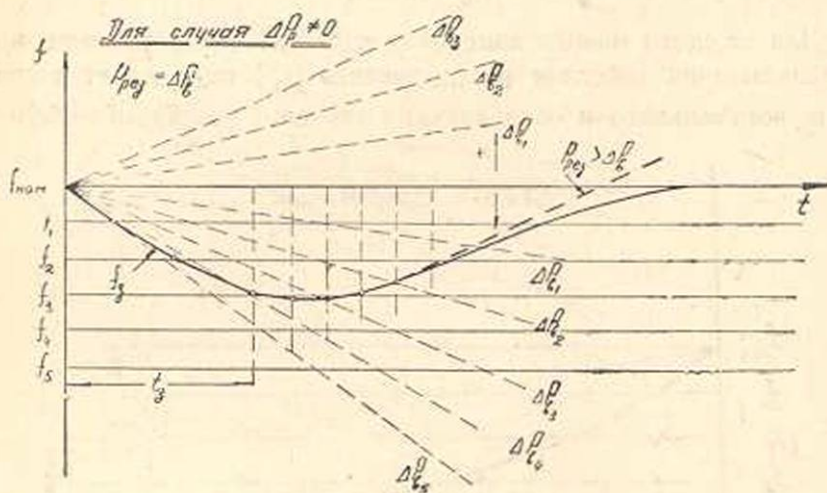
* ΔP_c — изменение мощности возмущения, связанное с изменением частоты

Такое же действие производится и при $t > t_3$, в случае, когда мощность регулирования (ΔP_p) равна нулю, т. е. когда в системе нет резерва вращающейся мощности, обеспеченного движущим фактором до и после момента возмущения (фиг. 2).

При наличии регулирования графическое построение после времени t_3 ведется с учетом изменения ΔP_b как для каждого малого изменения частоты от действия ΔP_c , так и для малого интервала времени от действия ΔP_p и соответственно значению $[\Delta P_b + (\Delta P_c + \Delta P_p)]$ производится переход от одного луча к другому.

Графическое построение для такого случая представлено на фиг. 3.

Если мощность регулирования вступает мгновенно и остается в дальнейшем постоянной, то учет изменения в малом интервале времени отпадает.



Фиг. 3

Здесь приходится только учитывать момент времени вступления мощности регулирования. Отметим, что такого рода регулирование может быть в случаях действия потребителей регуляторов частоты и автоматической разгрузки системы [1—5] или включения в сеть безинерционных генерирующих установок.

Такой учет изменения ΔP_b справедлив и для периода времени, когда мощность регулирования уже установлена. В вышеуказанных двух случаях учитывается только ΔP_c для каждого малого изменения частоты.

В электроэнергетической системе режимы работы куста и отдельных звеньев могут изменяться. В связи с этим может изменяться и значение кинетической энергии вращения агрегатов. Исходя из этого с целью графического построения изменения частоты надо было бы иметь для каждого такого режима отдельный график с лу-

чами, соответственно одному значению кинетической энергии вращения агрегатов системы.

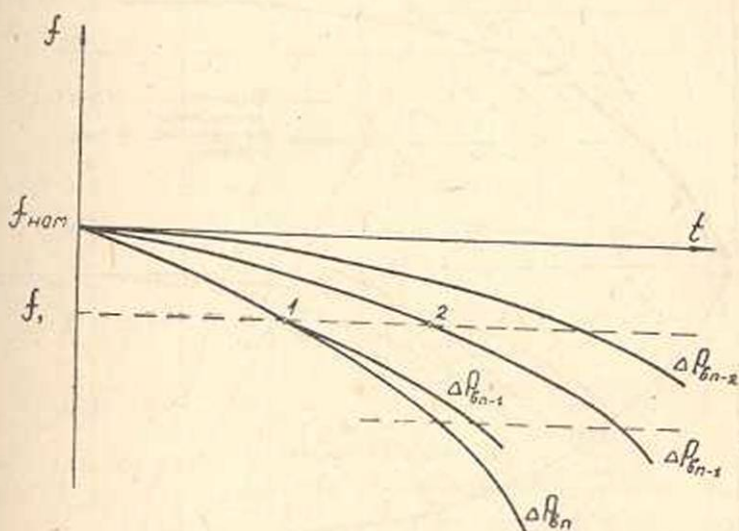
Можно иметь и другое решение. Если при изменениях значения $\mathcal{E}_{js}$ для различных режимов работы системы менять только масштаб времени на одном и том же графике с лучами, то тем самым можно использовать его для графического построения изменения частоты для всех режимов. Покажем справедливость такого решения, проанализировав уравнение (2). Здесь переменными величинами для построения лучей графика могут быть: ΔP_b , $\mathcal{E}_{js}$ и t . Если $\mathcal{E}_{js}$ изменится в m раз, то для использования того же графика надо, чтобы

отношение $\frac{\Delta P_b}{2 \mathcal{E}_{js}} \cdot t$ оставалось прежним, т. е. в этом случае надо

изменить масштаб ΔP_b или t в $\frac{1}{m}$ раз. С точки зрения простоты гра-

фического построения целесообразнее менять масштаб времени.

Таким образом весьма облегчается графическое построение динамики изменения частоты при различных режимах работы системы, т. к. в этом случае приходится иметь дело с одним стандартным графиком.



Фиг. 4

Весьма целесообразно иметь отпечатанные типографским способом бланки графиков с лучами изменения частоты для постоянных значений мощности возмущения.

Можно показать, что графическое построение также справедливо и для уравнения (1).

Представим график с расходящимися лучами, построенными по уравнению (1) (фиг. 4). Примем, что частота сначала изменяется соответственно какому-то значению $\Delta P_{bn} = \text{const}$.

Если после некоторого пониженного уровня частоты f' в точке I, мощность возмущения изменится и станет равной $\Delta P_{b_{n-1}}$, тогда уравнение (1) после этой точки I будет:

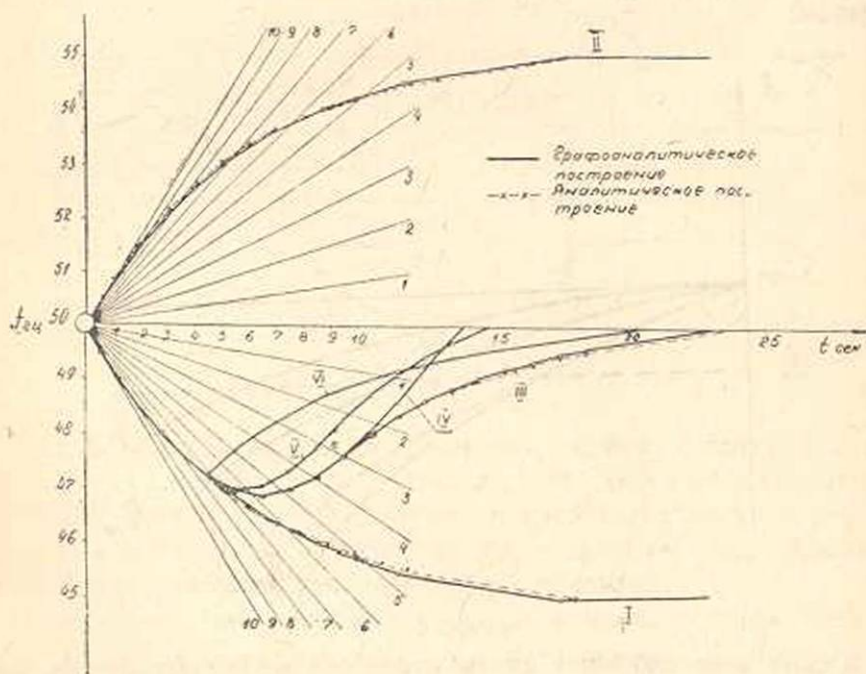
$$f_d = f_{\text{ном}} \sqrt{K_{f'} - \frac{\Delta P_{b_{n-1}}}{\mathfrak{E}_{js}} \cdot t}, \quad (7)$$

где

$$K_{f'} = \frac{f'}{f_{\text{ном}}}.$$

Это же уравнение будет справедливо для изменения частоты после точки 2 на уровне f' для мощности возмущения, действующей с самого начала и равной $\Delta P_{b_{n-1}}$.

Следовательно, графическое построение динамики изменения частоты также справедливо для уравнения (1). Здесь следует отметить, что при процессах с установлением и восстановлением частоты графическое построение значительно облегчится, т. к. само построение динамики изменения частоты будет производиться на относительно прямолинейной части лучей, и вообще в таких случаях для



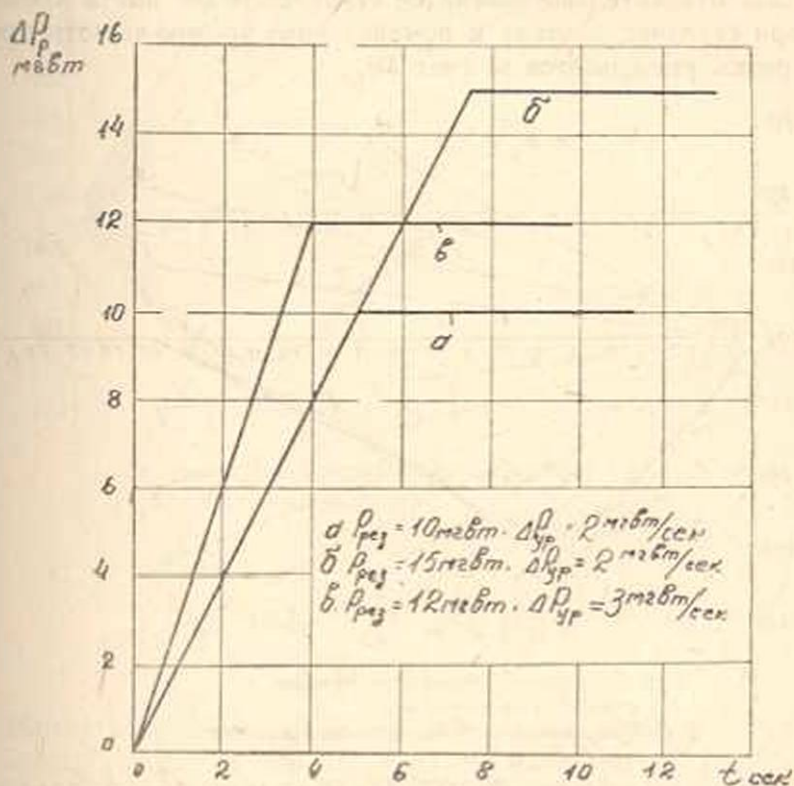
Фиг. 5

малого отрезка можно всегда приврать участок криволинейного луча прямолинейным.

Для полноты картины графического построения на фиг. 5 представлена динамика изменения частоты при различных условиях ее возмущения и восстановления, полученная для примерной системы.

На фиг. 6 представлены графики мощности регулирования для расчетной системы, принятые прямолинейными для удобства построения.

Для сравнения аналитического и графического методов построения кривых изменения частоты нами представлены их результаты для трех условий по кривым I, II и III (фиг. 5). Сплошными линиями показано построение графическое, а пунктирными—аналитическое. Как видим, разница в результатах получается в пределах точности построения и расчета. Кривая I соответствует первоначальной мощности возмущения, равной 10 мвт при $\Delta P_c = 2$ мвт/герц для случая спада частоты при отсутствии регулирования. Кривая II представляет картину для случая подъема частоты при тех же условиях. Остальные кривые имеют следующие условия: первоначальное значение мощности возмущения равно 10 мвт. Время запаздывания действия регулирования принято равным 4,5 сек. Кривая III представляет динамику изменения частоты при мощности резерва, равной 10 мвт и удельной мощности регулирования, равной 2 мвт/сек. Кривая построена с учетом $\Delta P_c = 2$ мвт/герц.



Фиг. 6

Нетрудно заметить, что при спаде частоты роль ΔP_c положительна и заключается в установлении уровня частоты, тогда как

при подъеме частоты ΔP_c значительно затормаживает процесс ее восстановления.

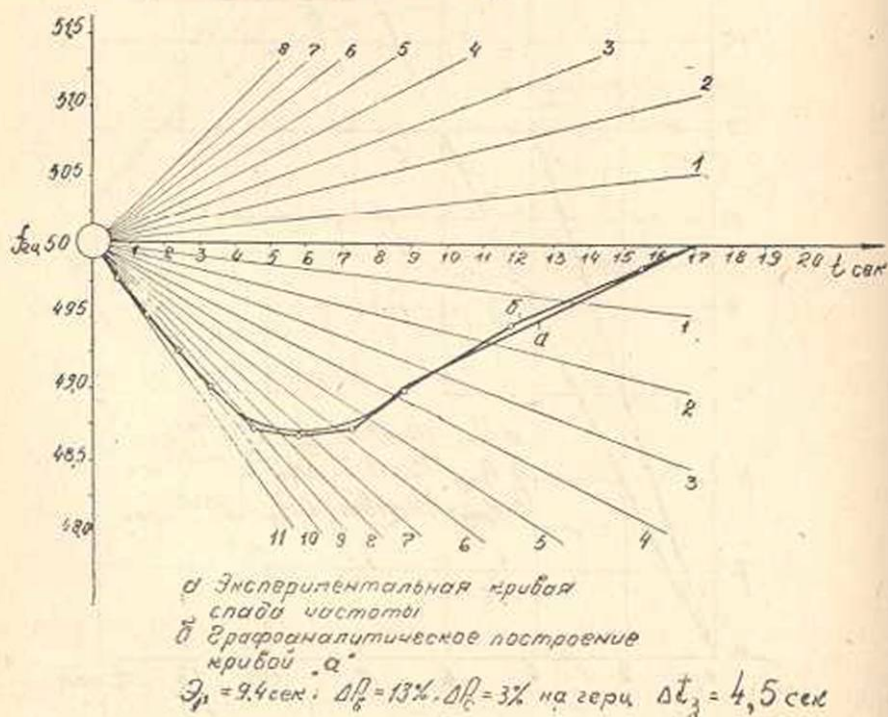
Кривая IV построена при тех же условиях, что и кривая III, но с той только разницей, что мощность резерва здесь взята равной 15 мвт. В силу этого кривая IV, расходясь с кривой III на десятой секунде от начала общего процесса изменения частоты, быстро поднимается и доходит до нормального уровня частоты уже ко времени 14 секунд.

Кривая V имеет следующие условия: мощность резерва взята равной 12 мвт, а удельная мощность — равной 3 мвт/сек.

Как и следовало ожидать, подъем частоты для указанного случая происходит значительно быстрее, в особенности, для относительно низких ступеней частоты, хотя общее время восстановления частоты для кривых V и IV почти одинаково.

Кривая VI представляет случай, когда при $t=t_3$ мгновенно отключается потребительская нагрузка мощностью в 10 мвт, при прочих равных условиях без наличия регулирования.

Безусловно, что самую большую скорость восстановления частоты для относительно низких ее ступеней будет иметь кривая VI, хотя при ступенях близких к номинальному уровню частоты эта скорость резко уменьшается за счет ΔP_c .



Фиг. 7

Можно однако регулировать время восстановления частоты значением мощности отключенного потребителя.

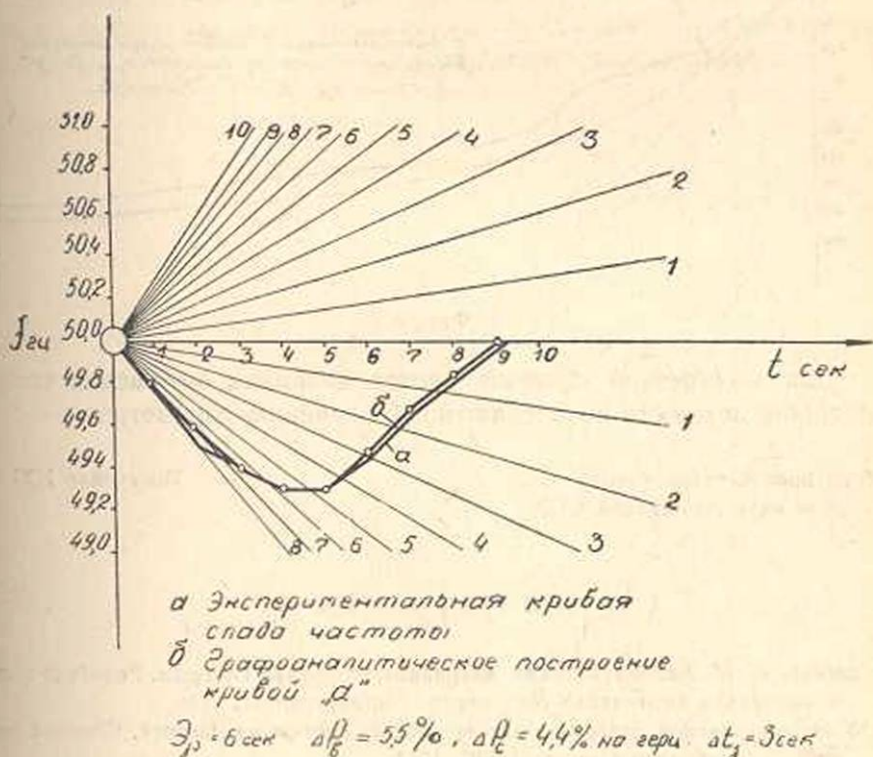
Представленные на фиг. 5 кривые дают возможность не только ознакомиться с результатами графического построения динамики изменения частоты, но и проливают свет на качество тех или иных условий регулирования.

Ниже, на фиг. 7, 8 и 9, приводятся экспериментальные кривые изменения частоты в двух системах и соответствующее графическое построение предлагаемым методом.

На фиг. 7 и 8 даны два случая изменения частоты с наличием мощности регулирования в одной и во второй системах.

На фиг. 9. представлен случай изменения частоты без наличия в системе мощности регулирования.

Как видно из вышеуказанных кривых экспериментальные кривые (обозначенные буквой „а“) практически почти совпадают с кривыми, построенными графическим способом (обозначенные буквой „б“).



Фиг. 8

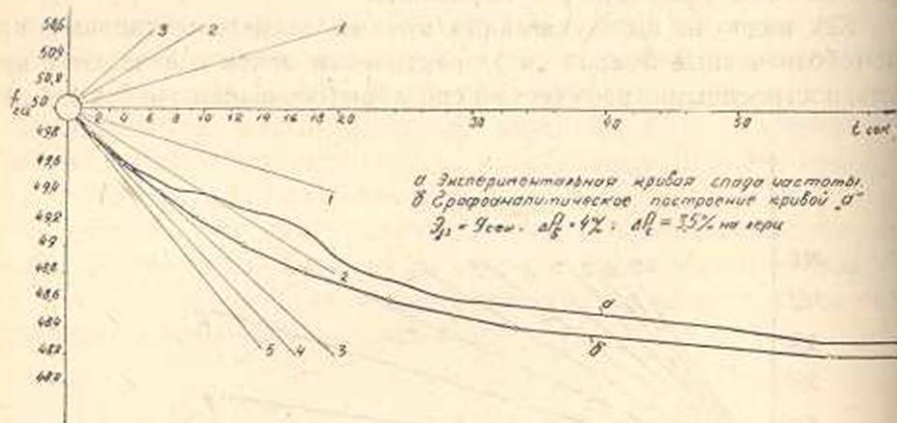
Незначительное расхождение экспериментальной и графически построенных кривых изменения частоты объясняется возможными посторонними возмущениями в системе, неучтенными в построении кривых. Это легко можно заметить по характеру изменения частоты. Так, например, на фиг. 9 экспериментальная кривая изменяется не плавно, имея несколько незначительных изгибов, повидимому из-за колебания нагрузки системы в период проведения экспериментов.

Обычно, чем больше мощность возмущения при экспериментах, тем более незначительным получается расхождение кривых изменения частоты эксперимента и графического построения.

На фиг. 7, 8 и 9 значение кинетической энергии вращения агрегатов системы $\mathcal{E}_s$ и мощности регулирования (P_p) даны относительно вращающейся мощности системы.

Значение изменения мощности системы по частоте (ΔP_c) дано относительно нагрузки системы.

Лучи графика построены соответственно принятым единицам.



Фиг. 9

Для конкретной системы расчет динамики изменения частоты целесообразно вести по абсолютному значению параметров.

Лаборатория электротехники
Академии наук Армянской ССР

Поступило 1 XI 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Соловьев И. И. Автоматическая аварийная разгрузка системы. Релейная защита и системная автоматика Мосэнерго. Госэнергоиздат, 1946.
2. Об автоматической разгрузке электрических систем по частоте. Сборник решений Технического Отдела НКЭС, 1944.
3. Бабаханян А. Б. Метод расчета изменения частоты в электроэнергетических системах. ДАН Армянской ССР, X, № 5, 1949.
4. Бабаханян А. Б. Потребители-регуляторы частоты (ПРЧ) в электроэнергетической системе. ДАН Армянской ССР, IX, № 4, 1948.
5. Бабаханян А. Б. К вопросу об автоматической разгрузке электроэнергетических систем. ДАН Армянской ССР, X, № 3, 1949.

Հ. Բ. Բարախանյան

ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐՈՒՄ ՀԱՃԱԽԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ
ԴԻՆԱՄԻԿԱՆ ՈՐՈՇԵԼՈՒ ԳՐԱՖՈԱՆԱԼԻՏԻԿ ՄԵԹՈԴ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հաղվածում արվում է էլեկտրոէներգետիկ սիստեմներում հաճախականության փոփոխության դինամիկայի որոշման գրաֆոանալիտիկ մեթոդի բերվում է նրա բաղդատումը հեղինակի տված՝ հաճախականության փոփոխության դինամիկայի անալիտիկ մեթոդի և երկու հիգրոէլեկտրական սիստեմներում ստացված էքսպերիմենտալ տվյալների հետ:

Ինչպես ցույց են տալիս վերոհիշյալ բաղդատման արդյունքները, գրաֆոանալիտիկ մեթոդը, լինելով զդալիորեն պարզ և գյուրին, տալիս է միանգամայն բավարար արդյունքներ և կարող է հաջողությամբ կիրառվել էլեկտրական սիստեմներում ինժեներական հաշվումներ կատարելիս:

Հաղվածում համառոտ կերպով պարզաբանվում է հաճախականության փոփոխությունը սիստեմի կարգավորման զանազան պայմանների դեպքում և արվում է կարգավորման աարբեր ձևերի գնահատականը:

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

О. А. Чалтыкян и Е. Н. Атанасян

Разложение перекиси водорода
на активированном угле

Сообщение II*. Кинетика разложения перекиси водорода
на отравленном кислотами угле

Вопрос отравления катализаторов имеет важное значение для технологических процессов.

Ряд исследователей [1,2] количественно изучал влияние постоянных веществ на активность платины при разложении перекиси водорода. Каталитическим ядом при этих реакциях служили сероводород, синильная кислота и иод. Из данных их работ можно заключить, что возможны три случая отравления катализаторов контактными ядами.

I случай—константа скорости реакции не меняется с ходом реакции при данном отравлении;

II случай—наблюдается частичное восстановление активности во время самой реакции. Одним из возможных путей этого явления может быть химическое воздействие яда с реагентами.

Рост констант в опытах некоторых исследователей Мэкстед объясняет именно окислением синильной кислоты перекисью водорода, вследствие чего и происходит частичная регенерация активности коллоидной платины;

III случай—во время реакции наблюдается частичное падение активности катализатора. Постепенное уменьшение активности платины при отравлениях его иодом Мэкстед [3] объясняет уменьшением количества катализатора путем взаимодействия с отравителем—иодом. Однако он отмечает, что никаких прямых доказательств этого явления нет.

Кроме указанных работ по влиянию различных ядов на разложение перекиси водорода Мэкстедом исследовано отравление платинового катализатора при разложении H_2O_2 . Ядами служили растворимые соединения свинца и ртути.

Исследования отравления катализаторов производились не только на разложении перекиси водорода, но и на многих других реак-

* Сообщение I—см. „Известия“ АН Армянской ССР, том I, № 3, 1948.

циях. Общие же выводы оказались одни и те же. Поэтому многие из дальнейших работ посвящены реакции гетерогенно-каталитического разложения перекиси водорода, как наиболее удобной в технике исследования.

В указанных работах были получены аналогичные результаты, т. е., что причиной отравления является образование на поверхности катализатора или на ее активных участках экранирующего слоя яда. Действительно, исследования Келбер [4] на трех видах никелевых катализаторов, приготовленных с различными удельными поверхностями, доказали, что степень чувствительности к яду обратна расположению их по величине удельной поверхности.

Весьма интересным является то, что в присутствии ядов характер кинетической кривой процесса остается таким же, что и без отравления. Имеет место только падение активности катализатора, что ясно иллюстрируется в указанных выше работах как при разложении перекиси водорода на платине, так и в работах [5] при исследовании влияния ряда ядов на активность платины при каталитической гидрогенизации олеиновой кислоты.

Авторы этих работ пришли к заключению, что с увеличением концентрации яда в системе активность катализатора до известного предела падает приблизительно линейно, после чего дальнейшее приращение яда оказывает значительно меньшее токсическое действие.

Так как каждый атом яда при адсорбции парализует известное число свободных валентностей катализатора, тем самым лишая их способности производить нормальный каталитический эффект, то отравление катализатора, естественно, должно быть линейной функцией концентрации адсорбированного яда. Это рассуждение осложняется тем, что каталитические поверхности могут быть неодинаковы. Возможно, что один центр сохранит способность к адсорбции, но окажется неспособным к катализу. Мэкстед считает, что яд будет адсорбироваться преимущественно ненасыщенными центрами, т. е. такими, которые способны и к адсорбции и к катализу. Таким образом, адсорбируясь на таких ненасыщенных центрах, можно ожидать линейное соотношение между концентрацией адсорбированного яда и падением каталитической активности также и для неоднородных поверхностей.

Наиболее детальное теоретическое объяснение явления отравления катализаторов дал Кобозев [6], основываясь на своей теории каталитически активных ансамблей [7].

Принимая, что для инактивации ансамбля достаточно адсорбция на нем одной молекулы яда, Кобозев выводит следующую зависимость остаточной активности катализатора „А“ от количества яда „g“, выражающейся следующим уравнением:

$$A = A_0 e^{-\frac{g}{z_0}} \quad (12)$$

которое после разложения в ряд и ограничения первыми членами получает вид:

$$A = A_0 \left[1 - \frac{g}{z_0} \right],$$

где A_0 означает активность неотравленного катализатора, A — остаточную активность катализатора после отравления ядом концентрации g , z_0 — общее число миграционных ячеек на данном катализаторе.

Из этого уравнения следует, что отравляемость данного катализатора определяется исключительно общим числом ячеек, на которые разбита его поверхность, т. е. величиной z_0 , но не числом активных центров и не их распределением по активности, как признается термодинамическими теориями отравления.

Эти выводы подтверждаются опытом. Падение „удельного действия яда“ с ростом его количества, вытекающее из термодинамических теорий отравления, следует из приведенного уравнения. Таким образом, на начальных стадиях отравления должна существовать линейная зависимость активности от концентрации яда с угловым коэффициентом, зависящим от природы катализатора — структуры поверхности (z_0). Проверить справедливость предположения линейной зависимости отравления от адсорбционной концентрации яда непосредственными опытами Мэкстед не мог, так как применяемые им яды были настолько малорастворимы, что не давали возможности точно рассчитать адсорбированное количество яда. Поэтому нами выбран яд, который хорошо растворим и который дает возможность определить его адсорбированное количество. Для проверки предположения о вероятности того, что активность катализатора является линейной функцией не только концентрации яда в системе, но и его адсорбционной концентрации на поверхности катализатора, нами изучено каталитическое разложение перекиси водорода на активированном угле в присутствии уксусной и серной кислот в качестве ядов.

Введением соответствующих количеств этих кислот можно было в желаемой степени подавлять реакцию, вплоть до полного ее прекращения. Удобство этих ядов для исследования заключается в том, что путем простого анализа можно определить количество адсорбированного катализатором яда.

Экспериментальная часть

Применялись кислоты химически чистые.

Разложение перекиси водорода в присутствии кислот велось в уже описанном ранее [8] приборе при температуре $25^\circ C$.

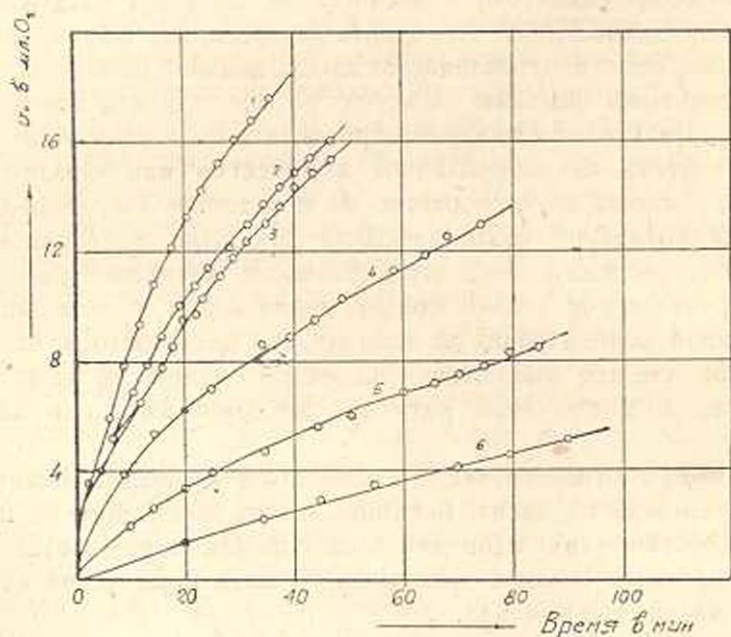
В большое отделение (А) реактора вносилось 0,500 г угля и 60 мл кислоты определенной концентрации. Концентрация кислот определялась кондуктометрически. Ход опыта при отравленном ката-

лизаторе оставался таким же, как и в предыдущих опытах без отравления.

После наступления адсорбционного равновесия, т. е. через 1,5–2 часа равномерного взбалтывания в термостате (предварительными опытами было доказано, что для наступления полного адсорбционного равновесия необходимо 40–50 минут), брали 30 мл пробы для определения концентрации кислоты после адсорбции. Затем, в малое отделение (В) реактора вливали 15 мл раствора перекиси водорода, соответствующего при ее полном разложении 36 мл кислорода при нормальных условиях. Этот раствор содержал также кислоту, концентрация которой вместе с раствором перекиси водорода была бы равна равновесной концентрации кислоты в большом отделении при данном опыте.

Все эти предосторожности были сделаны с тем, чтобы объем раствора в большом отделении реактора, после взятия пробы, сохранился бы равным 45 мл, а также сохранилась бы равновесная концентрация его после переливания из малого отделения в большое.

Далее опыт вели так, как в описанных ранее наших опытах [8] разложения перекиси водорода без отравления.



1. Без замедлителя
2. Снач $\text{CH}_3\text{COOH} = 0,95 \cdot 10^{-4}$ гр экв/лит.
3. Снач $\text{CH}_3\text{COOH} = 1,01 \cdot 10^{-4}$ гр экв/лит.
4. Снач $\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{CH}_3\text{COONa} = 5,90 \cdot 10^{-4}$ гр экв/лит.
5. Снач $\text{CH}_3\text{COOH} = 10,0 \cdot 10^{-4}$ гр экв/лит.
6. Снач $\text{CH}_3\text{COOH} = 14,3 \cdot 10^{-4}$ гр экв/лит.

Фиг. 1

Отдельными опытами было установлено, что в присутствии перекиси водорода адсорбция кислоты заметно не изменяется.

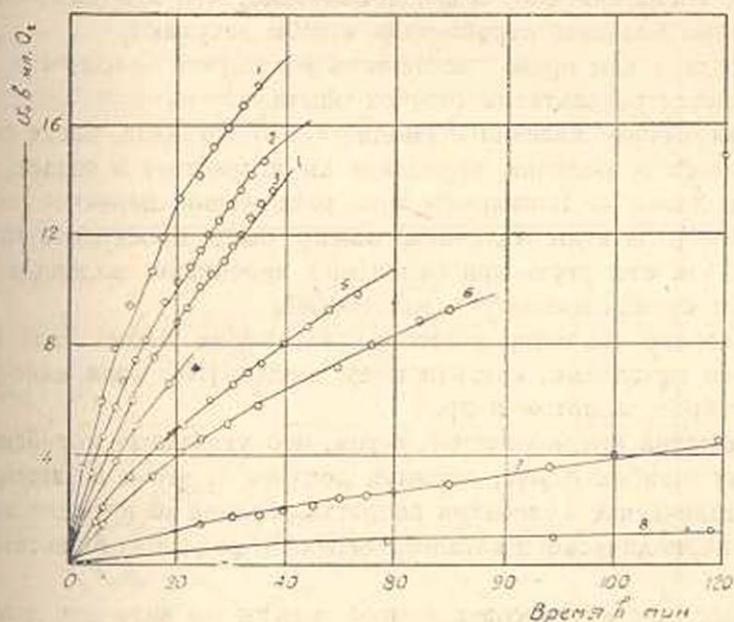
Результаты опытов приведены на фиг. 1 и 2.

Обсуждение результатов

Подобно тому, как это было указано в работах Бредига, а также Мэкстеда, и в данном случае общий вид кинетической кривой и порядок реакции как в присутствии, так и в отсутствии яда—один и тот же.

Принимая разложение перекиси водорода на угле реакцией, стоящей ближе ко второму порядку [8], рассчитаны константы скорости второго порядка для всех случаев разложения в присутствии уксусной и серной кислот, пользуясь уравнением

$$k = \frac{\Delta p}{\Delta t} \cdot \frac{1}{c^2}$$



1. Без заедрителя
2. Снач. $H_2SO_4 = 0,79 \cdot 10^{-4}$ гр. экв./лит.
3. Снач. $H_2SO_4 = 1,30 \cdot 10^{-4}$ гр. экв./лит.
4. Снач. $H_2SO_4 = 3,89 \cdot 10^{-4}$ гр. экв./лит.
5. Снач. $H_2SO_4 = 4,57 \cdot 10^{-4}$ гр. экв./лит.
6. Снач. $H_2SO_4 = 8,80 \cdot 10^{-4}$ гр. экв./лит.
7. Снач. $H_2SO_4 = 26,0 \cdot 10^{-4}$ гр. экв./лит.
8. Снач. $H_2SO_4 = 50,0 \cdot 10^{-4}$ гр. экв./лит.

Фиг. 2

Наши данные показывают, что как в опытах с отравлением, так и без отравления, константы реакции второго порядка резко колеблются во времени, периодически то увеличиваясь, то уменьшаясь.

Для наглядности составлены графики изменения этих констант во времени (фиг. 3 и 4). Из этих графиков видно, что скорость реакции периодически изменяется во времени, колеблясь вокруг какой-то постоянной величины, причем периоды этих изменений неравномерны.

Можно было бы предположить, что причиной этих колебаний являются ошибки эксперимента. Однако анализ ошибок опытов [8] показал, что наибольшие ошибки (т. е. наибольшие колебания) должны были замечаться при опытах с большими отравлениями (при больших отравлениях наибольшая относительная ошибка составляет 16%, а при малых отравлениях—от 4 до 7,8%). Если это так, то и наибольшие колебания, возникающие от погрешностей самого эксперимента, должны были наблюдаться при опытах с большими отравлениями, тогда как фиг. 3 и 4 показывают, что эти колебания, наоборот, при больших отравлениях как бы затухают.

Это дает нам право исключить допущение о том, что колебания являются результатом ошибок опыта.

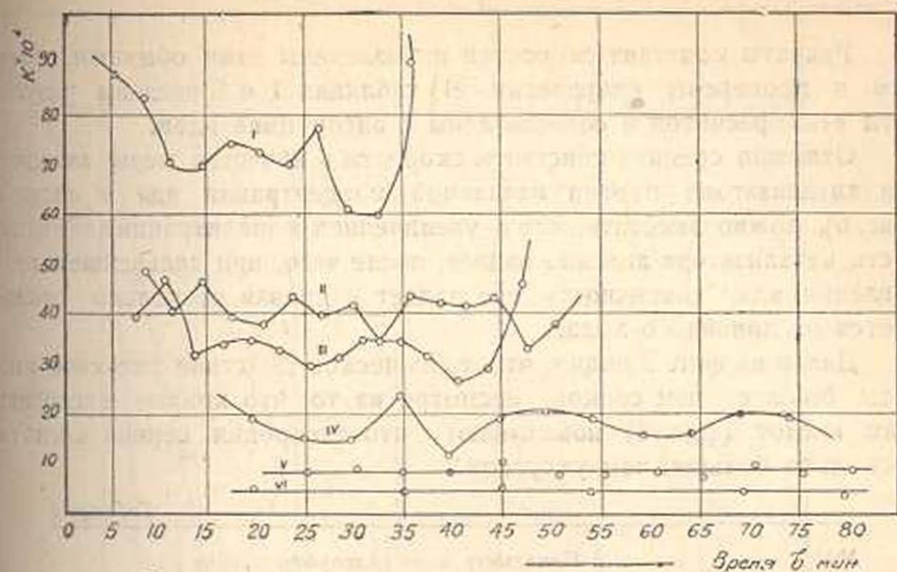
Аналогичные явления периодического катализа, когда скорость каталитической реакции периодически возрастает и падает, наблюдаются Бредигом и Ваймарном при разложении перекиси водорода на ртути [9]. За этим явлением можно было проследить также визуально, так как ртуть при окислении перекисью водорода меняла свой цвет от серебристого в золотистый.

Подобное же периодическое разложение может быть вызвано и другими металлами, как, например, медью [10], коллоидной платиной, серебром, золотом и др.

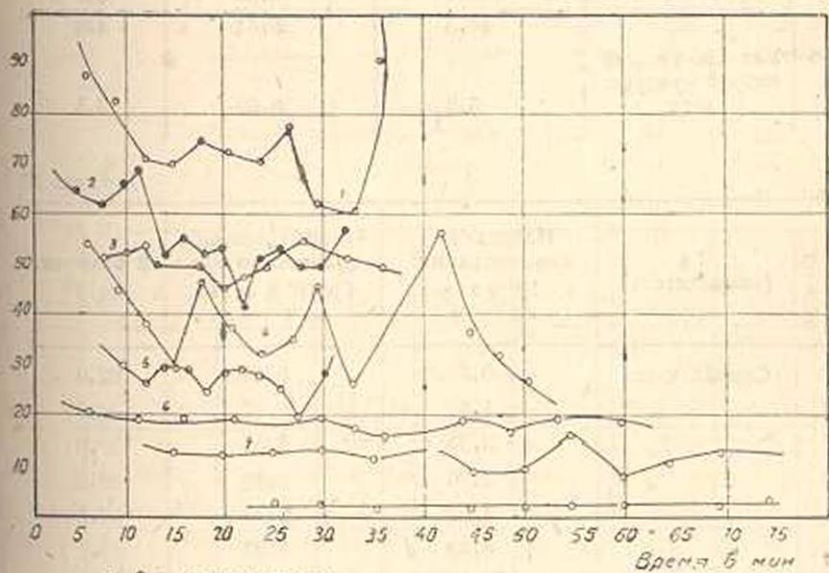
Исключив предположение о том, что указанные колебания есть результат ошибок опыта, остается допустить, что и в нашем случае эти периодические колебания скорости реакции во времени являются фактом периодического катализа перекиси водорода на активированном угле.

Далее, нас интересовал вопрос, какую же величину принять за меру активности катализатора. Принять за меру активности объем кислорода, выделившегося за определенный промежуток времени, было бы произвольным, так как, согласно фиг. 3 и 4, при некоторых опытах, этот объем за тот же промежуток времени попадал бы на максимумы, а при других опытах—на минимумы кривых.

В некоторых случаях можно в качестве условной меры активности катализатора пользоваться начальной скоростью реакции, определяя ее графически. Но этот метод в данном случае менее надежен. Самым рациональным в нашем случае было принять за меру активности катализатора среднюю константу скорости для каждого отдельного случая отравления.



Фиг. 3



Фиг. 4

Расчеты констант скоростей произведены нами обычным способом и проверены графически. В таблицах 1 и 2 сведены результаты этих расчетов и сопоставлены с адсорбцией ядов.

Отложив средние константы скорости в качестве меры активности катализатора против начальной концентрации яда в системе (фиг. 5), можно заметить, что с увеличением концентрации яда активность катализатора линейно падает, после чего, при дальнейшем прибавлении яда, токсичность его падает и кривая несколько отклоняется от линейного хода.

Далее из фиг. 5 видно, что токсическое действие уксусной кислоты больше, чем серной, несмотря на то, что кривые адсорбции этих кислот (фиг. 6) показывают, что адсорбция серной кислоты несколько больше, чем уксусной.

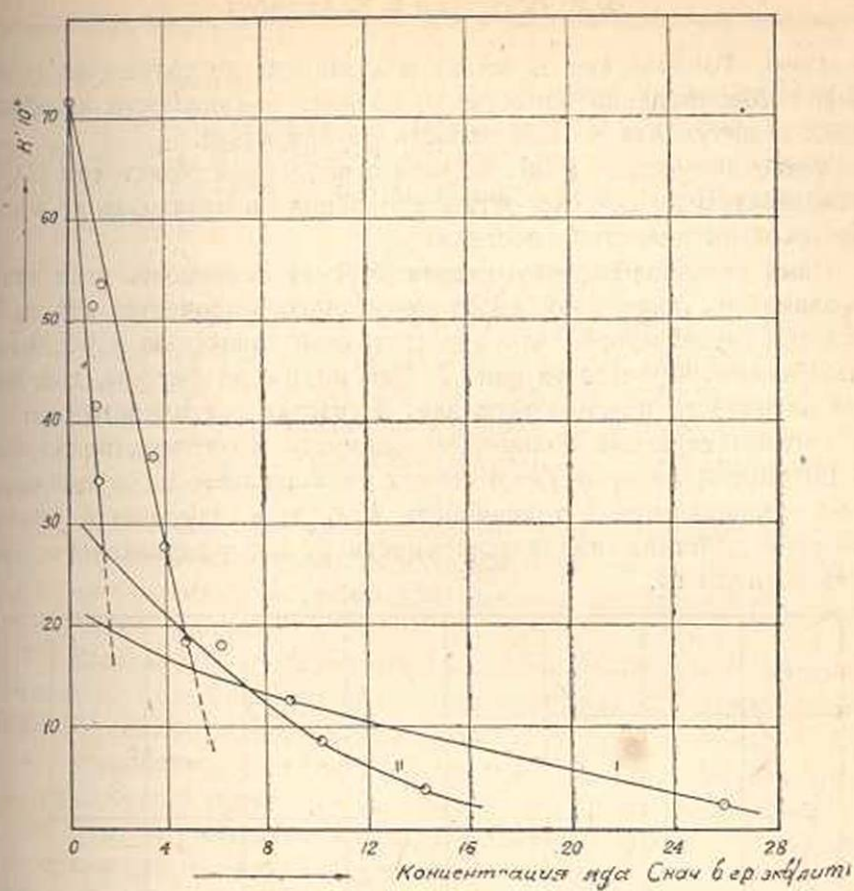
Таблица 1

№№ пп	Яд (замедлитель)	Начальная кон- центрация $c \times 10^4$ в г экв. на литр	Адсорбированное количество яда $\Gamma \times 10^3$ в г экв. на г угля	k бимолек. $c \times 10^5$
1	Нет	0	0	72,0
2	Уксусн. к-та	0,95	0,235	42,0
3	" "	1,01	0,26	34,5
4	" "	10,0	5,00	9,0
5	" "	14,3	6,64	4,8
6	Уксусно-кислый натрий+уксусн. к-та	5,9	0,69	18,5

Таблица 2

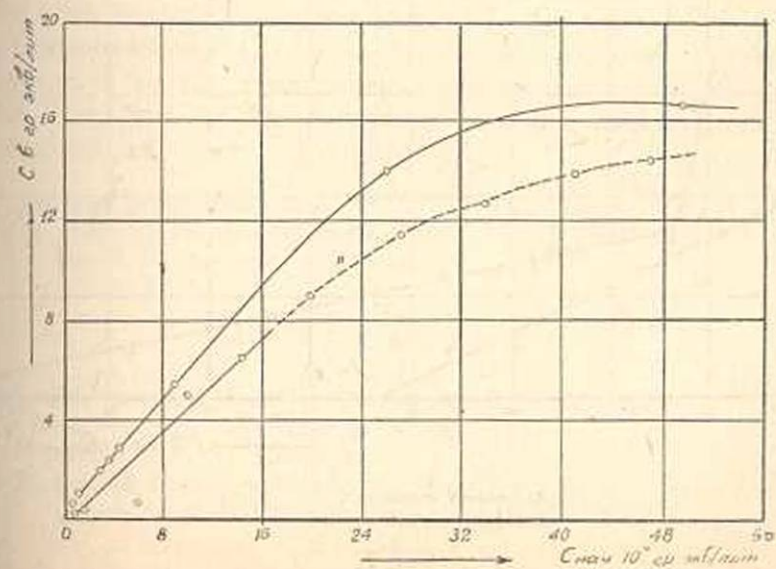
№№ опытов	Яд (замедлитель)	Начальная кон- центрация $c \times 10^4$ в г экв. на литр	Адсорбированное количество яда $\Gamma \times 10^3$ в г экв. на г угля	k бимолек. $c \times 10^5$
7	Серная к-та	0,79	0,46	62,0
8	" "	1,3	0,77	54,0
9	" "	3,33	2,00	37,0
10	" "	3,89	2,32	28,0
11	" "	4,57	2,73	19,2
12	" "	8,80	5,30	13,0
13	" "	26,0	13,90	3,3
14	" "	50,0	16,40	0,95

На первый взгляд кажется странным, каким образом более адсорбируемая серная кислота подавляет каталитическую активность угля в меньшей степени, чем менее адсорбируемая уксусная кислота. Такое поведение угля можно было бы объяснить следующим до-



I. Серная кислота
II. Уксусная кислота

Фиг. 5



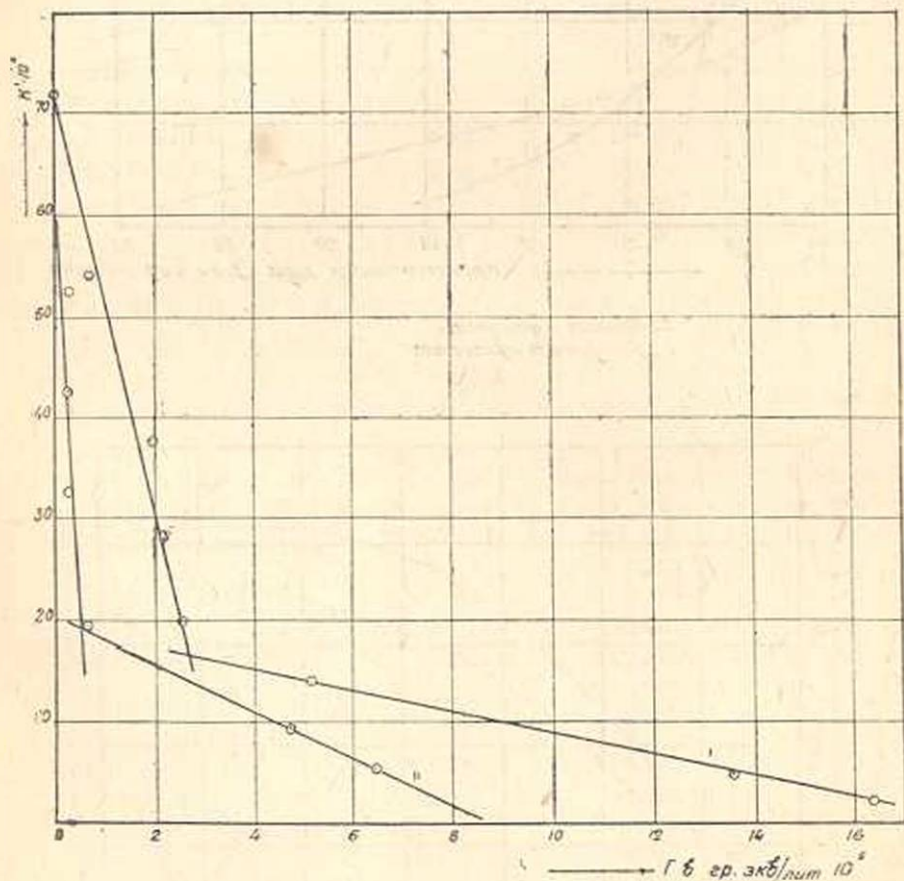
I. Серная кислота
II. Уксусная кислота

Фиг. 6

пущением. Токсическое действие яда зависит не только от адсорбционной концентрации последнего, но и от подвижности адсорбированных молекул яда на поверхности катализатора.

Такое допущение стоит в связи с найденной Мэкстедом [11] закономерностью между скоростью адсорбции на катализаторе и каталитической активностью последнего.

Нами установлено, что каталитическая активность угля падает прямолинейно также и от адсорбированного количества яда на поверхности катализатора, что с достаточной точностью и убедительностью иллюстрируется на фиг. 7. Как видно из фигуры, ход изменения активности катализатора дает 2 участка токсичности яда: первый, соответствующий большей токсичности и соответственно большей адсорбции, и второй, где в связи с уменьшением адсорбции параллельно уменьшается и токсичность яда, т. е. замечается падение удельного действия яда в зависимости от адсорбированного количества последнего.



1. Серная кислота.
2. Уксусная кислота.

Фиг. 7

Достоин внимания то, что адсорбция уксусной кислоты на угле в присутствии уксусно-кислого натрия значительно меньше (нижняя точка на кривой адсорбции уксусной кислоты). Соответственно с этим и падение каталитической активности угля значительно меньше (фиг. 1, кривая IV).

В ы в о д ы

1. В присутствии серной и уксусной кислот в качестве замедлителей (ядов) каталитическая активность угля резко падает в интервале малых концентраций кислот. При дальнейшем же увеличении концентрации последних токсичность их снижается, что соответствует данным других исследователей на других катализаторах и в присутствии иных ядов.

2. Установлено наличие начального прямолинейного участка на кривых отравления (активность катализатора против общей концентрации замедлителя в системе) и отклонение от линейного хода во втором участке кривой.

3. Установлено, что кривые активности катализатора против адсорбционной концентрации яда на поверхности его также обнаруживают начальные прямолинейные участки.

4. Установлено, что токсическое действие уксусной кислоты на каталитическую активность угля больше аналогичного действия серной кислоты, несмотря на большую адсорбируемость серной кислоты по сравнению с уксусной кислотой.

5. Наблюдены неравномерные колебания скорости разложения перекиси водорода на активированном угле, лежащие за пределами погрешностей опытов. Эти колебания уменьшаются при отравлении кислотами, причем с возрастанием концентрации кислоты в растворе колебания все больше и больше затухают.

6. Предполагается, что эти колебания являются результатом периодического катализа разложения перекиси водорода на активированном угле. Это весьма интересное явление, однако, нуждается еще в дальнейшей тщательной проверке.

Кафедра физической химии
Ереванского государственного университета
им. В. М. Молотова

Поступило 6 X 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Bredig, Muller von Bernek. Ztschr. f. Phys. Chem. **31**, 324, 1899.
2. Bredig, Ikeda. Ztschr. f. Phys. Chem. **37**, 8, 1901.
3. Maxted, Y. Chem. Soc., **121**, 1760, 1922.
4. Kelber C. Ber., **49**, 1868, 1916.
5. Maxted, Y. Chem. Soc., **119**, 225, 1921.
6. Кобозев Н. И. Ж. Физ. Хим. **14**, 663, 1940.
7. Кобозев Н. И. Ж. Физ. Хим. **13**, 1, 1939.

8. Շալտյկյան Օ. Յ. և Ատանասյան Ե. Ն. Известия АН Арм. ССР (Естеств. науки), т. 1, № 3, 228, 1948.
 9. Bredig, Weinmann, Ztschr. f. Phys. Chem. **42**, 601, 1903.
 10. Hedyes E., Meyers I. Y. Chem. Soc., **125**, 1282, 1924.
 11. Maxted, Y. Chem. Soc., **232**, 1228, 1938.

Հ. Հ. Չալտյկյան և Վ. Ն. Ատանասյան

ՋՐԱԾՆԻ ՊԵՐՕՔՍԻԴԻ ՔԱՅՔԱՅՈՒՄՆ ԱԿՏԻՎԱՑՐԱԾ ԱԾՈՒԽԻ ՎՐԱ

Հաղորդում II. Ջրածնի պերօքսիդի քայքայման կինետիկան
 քրոներով քունավորված ածուխի վրա

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ներկա աշխատությունը նվիրված է այն հարցին, թե ի՞նչ կապ կա կատալիտիկ թույնի ադսորբցիոն կոնցենտրացիայի ու կատալիզատորի ակտիվության անկման միջև։ Այդ նպատակի համար ուսումնասիրվել է ջրածնի պերօքսիդի քայքայման արագությունը ակտիվացրած ածուխի վրա։ Որպես կատալիտիկ թույներ օգտագործվել են քաղախական և ծծմբական թթուները, քանի որ հայտնի է, որ հիշված թթուները լավ ադսորբվում են «թթվածնային» ածուխի վրա։ Որպես թույներ հիշված թթուները ընտրված են այն պատճառով, որ ջրի մեջ լավ լուծվելու շնորհիվ նրանց կոնցենտրացիան հեշտությամբ կարելի է որոշել թե ադսորբցիայից առաջ ու հետո և թե ուսակցիայի ընթացքում։ Այսպիսով հնարավորություն է ստեղծվում արտահայտել կատալիզատոր ածուխի ակտիվությունը որպես թույնի ադսորբցիոն կոնցենտրացիայի ֆունկցիա, մի հնարավորություն, որից զուրկ էր Մեքսսենդն իր ուսումնասիրությունների ընթացքում։ Բացի այդ, հնարավորություն է ստեղծվում հետևել, թե չի՞ փոխվում արդյոք թույնի ադսորբցիան ջրածնի պերօքսիդի ներկայությամբ ու վերջինիս քայքայման ժամանակ։ Մեր ուսումնասիրությունը ավելի հետևյալ արդյունքները։

1. Որպես թույն վերցրած ծծմբական և քաղախական թթուների ներկայությամբ ածուխի կատալիտիկ ակտիվությունը կտրուկ վայրէջք է ցույց տալիս հիշված թթուների փոքր կոնցենտրացիաների միջակայքում։ Թթուների կոնցենտրացիայի հետագա բարձրացումից նրանց թունավոր ազդեցությունը նվազում է, որովսի հանգամանքը համապատասխանում է այլ հետազոտողների տվյալներին՝ ուրիշ կատալիզատորների և ուրիշ թույների նկատմամբ։

2. Թթուների սկզբնական կոնցենտրացիայից կատալիզատորի ակտիվության կապն արտահայտող գրաֆիկն ունի երկու պարզորոշ արտահայտված մաս. առաջինը՝ ուղղադիմ անկման, և երկրորդը՝ նվազ թունավորման։ Վերջինը շեղվում է ուղղադիմ ընթացքից։

3. Կատալիզատորի ակտիվությունը, որպես թույնի ադսորբցիոն կոնցենտրացիայի ֆունկցիա, նույնպես ունի սկզբնական ուղղադիմ մաս։

4. Պարզված է, որ քաղախաթթվի թունավորիչ ներգործությունն ածուխի կատալիտիկ ակտիվության վրա ավելի մեծ է, քան ծծմբական թթվի-

նր, չնայած որ վերջինս ավելի շատ է ադսորբվում ածուխի վրա, քան առաջինը:

5. Նկատված է, որ ջրածնի պերօքսիդի քայքայման արագության այդ տատանումները փորձի սխալի սահմաններից շատ ավելի մեծ են: Այդ տատանումների ամպլիտուդները նվազում են թունավորող թթվի ներկայությամբ, և որքան թթվի կոնցենտրացիան սխառեմում մեծանում է, այնքան այդ տատանումներն ավելի ու ավելի մաքրում են:

6. Ենթադրվում է, որ ջրածնի պերօքսիդի քայքայումը ածուխի վրա իրենից ներկայացնում է պարբերական կատալիզի մի նոր դեպք: Այս երևույթը կարելի ունի ավելի մանրազնին հետազոտության:

Т. Ш. Татевосян

К петрографии изверженных пород Красносельского района Армянской ССР

В геологическом отношении Красносельский район является наиболее слабо изученным районом Армянской ССР. Совершенно недостаточно освещена петрография района, по которой имеются лишь скудные данные, разбросанные в рукописных отчетах.

В Красносельском районе, до установления советской власти, в области геологии ничего не было сделано. Краткое геологическое описание его мы находим в записках путешественников.

После установления советской власти в Армении началось планомерное изучение неисследованных и неизученных районов Армении, в том числе и Красносельского района.

Исследовательские работы в Красносельском районе проводились, главным образом Геологическим Управлением Армении, с целью поисков новых месторождений полезных ископаемых и изучения геологического строения района.

В 1929 году этот район посетила экспедиция Академии наук СССР под руководством Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, имевшая целью изучение гидрогеологии бассейна оз. Севан и соседних с ним районов.

Работы в Красносельском районе проводились Е. А. Дьяконовой-Савельевой [1], которая совершила здесь 2—3 маршрута, занимаясь в основном изучением источников.

Геология Красносельского района впервые была освещена работами К. Н. Паффенгольца [7], а в последние годы—работами А. Т. Асланяна [2].

Красносельский район расположен в восточной части Мургузского хребта, который на востоке у вершины Шах-даг соединяется с Севанским хребтом, а на западе отделяется от Дали-дагского хребта рекой Актев.

В геологическом строении района важнейшую роль играют эффузивные породы, представленные разнообразными порфиритами и андезит-базальтами. В западной части района развиты туфовые образования, представленные главным образом туфогенами и туфобрекчиями. Имя же сложена низкая часть Гюнейского хребта. Эти породы представлены большим разнообразием разноцветных порфиритов, которые слагают хребет Мургуз и его окрестности. Порфириты Мургуза в большей части окрашены в сине-зеленоватый цвет и производят впечатление пикритов. Порфириты Красносельского района сильно отличаются

друг от друга не только окраской, но и структурой. Иногда эти породы мелкозернистые, иногда с хорошо видными порфировыми выделениями, представленные плагиоклазом и авгитом. Хорошее обнажение разнородных порфиритов мы встречаем у открытой каменоломни, где добываются серые, мелкозернистые порфириты для местного строительства.

Недалеко от этого места обнажаются серые порфириты с многочисленными крупными призматическими выделениями плагиоклазов белого цвета. В сторону с. Орджоникидзе, на окраине с. Красное из-под потока серых порфиритов обнажается поток черных лабрадоровых порфиритов со столбчатыми отдельностями и коркой выветривания на столбах.

Элементы залегания обоих потоков одинаковые, падение на запад под углом 15—17°.

Водораздельная полоса части Гюнейского хребта почти вся сложена разноцветными порфиритами и андезито-базальтами. Эти породы окрашены большей частью в темносерый, черный и иногда в темнозеленоватые цвета. Простым глазом в них иногда можно отличить порфировые выделения свежих плагиоклазов и авгита.

Порфириты, обнажающиеся в долине р. Тарса, сравнительно свежее, чем порфириты в привершинных частях соседних хребтов.

Наиболее древними отложениями района являются юрские отложения, которые представлены здесь четырьмя толщами. Первая толща, наиболее древняя, обнажается в долинной части р. Тарса и представлена разнообразными порфиритами, местами гидротермально измененными. Вторая толща, находящаяся в трансгрессивном залегании, представлена темносерыми известняками, встреченными у сс. Чамбарак и Тту-джур и северо-восточнее с. Орджоникидзе. Кверху они сменяются мощной толщей порфиров, туфов и туфобрекчий, слагающих восточную часть Мургузского хребта. На эту толщу трансгрессивно налегает свита разных известняков и песчаников.

Верхнемеловые отложения в Красносельском районе представлены известняками, которые распространяются южнее Красносельска в сторону Арданышского полуострова. Известняки эти очень разнообразны и в большинстве случаев имеют псевдоюлитовый характер.

Эоценовые образования выражены в вулканогенной фации и представлены порфиритами, андезито-базальтами и всевозможными туфовыми образованиями, содержащими обильную нуммулитовую фауну.

Эти породы распространены в большей части южнее Красносельска в сторону Гюнейского хребта и севернее р. Тарса.

По данным С. С. Кузнецова [5] вблизи с. Арданыш отложения эоцена представлены нуммулитовыми известняками, согласно налегающими на известняки мела.

Переход меловых известняков в эоценовые—постепенный.

Главным тектоническим элементом района К. Н. Паффенгольд [7] считает надвиг, проходящий по СВ побережью оз. Севан. Параллельно ему другой надвиг прослеживается по долине р. Тарса, севернее Красносельска. Далее на восток, по данным К. Н. Паффенгольда, этот надвиг постепенно затухает. Падение надвиговой плоскости—северо-западное. Существование такого надвига оспаривается рядом геологов.

Петрографическое описание горных пород района

Интрузивные породы Красносельского района (описанные впервые К. Н. Паффенгольцем) представлены главным образом габбро-габбро-диоритами, прорывающими отложения всех возрастов до средне-эоценового включительно. В наших работах [3,4] где затрагивался вопрос возрастных взаимоотношений основных и ультраосновных пород Армении, мы пришли к выводу, что в некоторых районах основные и ультраосновные породы имеют верхнемеловой возраст, как, например, в Амасийском районе и на северо-восточном побережье оз. Севан. Однако габбро-диориты как Ширакского (Есаульского) хребта, так и Красносельского хребта, явно прорывают средний эоцен, поэтому возраст их правильно определяется как послесреднеэоценовый (вероятно, верхнеэоценовый).

В районе Красносельска обнажается несложный интрузив. В длину это интрузивное тело протягивается от Чембаракского перевала до Башкендского. Большая часть интрузии находится на территории Азербайджанской ССР. Интрузия сложена почти исключительно габбро-диоритами и тяготеет в основном к вершинной части Качалдагского хребта.

В пределах Красносельского интрузивного тела выходы ультраосновных пород не наблюдаются.

Габбро-диоритовые породы по своему минералогическому составу не сложны и отличаются однородностью в минералогическом и, частично, в структурном отношении.

Наряду с массивными однообразными габбро-диоритами, широкое распространение имеют габбро-диабазы и их эффузивные аналоги.

Габбро-диориты по своему минералогическому составу относятся к типу обыкновенного габбро-диорита. Эти породы подверглись сильному постмагматическому изменению, а местами также динамометаморфизму.

Интрузивные габбро-диориты Качалдагского хребта не везде ясно обнажены, склоны хребта сильно задернованы и покрыты мощным делювиальным покровом.

Выходы свежих габбро-диоритов встречены юго-восточнее Чембаракского перевала, почти на водоразделе. Здесь они прорывают вулканогенную толщу юры (?).

Из-под маломощного аллювиального покрова обнажаются серые крепкие габбро-диоритовые глыбовые породы; щебень их покрывает весь склон до подножья. Породы эти имеют плотное строение, поверхность их значительно изменена.

Выше к водоразделу в этих породах обнажаются серые, среднезернистые габбровые породы. Поверхностная часть этих пород выветрелая, разрыхленная и при ударе молотком почти превращается в дресву.

Под микроскопом свежее габбро имеет довольно простой минералогический состав. Главными составляющими минералами являются плагиоклаз, моноклинный пироксен и в незначительном количестве рудный минерал в виде бесформенных зерен. Из вторичных минералов в значительном количестве присутствует хлорит.

Плагиоклаз представлен коротко призматическими сдвойникованными зернами. Плагиоклазовые призматические зерна обнаруживают зональное строение, причем середина зерен состоит из более основного плагиоклаза и очень часто измененного и замещенного глинистым веществом. Судя по рельефу и положительному оптическому характеру в коноскопии плагиоклаз принадлежит лабрадору.

Максимальный угол симметричного погасания N_p : (010) в зоне перпендикулярно второму пинакoidу составляет до 32° , что также свидетельствует о том, что плагиоклаз представлен лабрадором. Двойникование плагиоклаза чаще по закону $\perp$ (010).

Моноклинный пироксен представлен короткопризматическими, бесцветными, слегка зеленоватыми зернами. Призматические зерна пироксена сильно разбиты многочисленными трещинами. Двойная спайность совершенная, почти под прямым углом, погасание косое под углом $cNg = 44^\circ$, $+2V = 68^\circ$, $Ng - N_p = 0,024$ (определено кальцитовым поворотным компенсатором КПК).

Значительное место в шлифе занимает хлорит в виде радиально-лучистых агрегатов, заполняющих промежутки между пироксеновыми и плагиоклазовыми зернами.

Структура породы габбровая. Порядок кристаллизации минералов следующий: пироксен и плагиоклаз кристаллизовались почти одновременно, так как у них степень идиоморфизма почти одинаковая; раньше них кристаллизовался магнетит в виде мелких, иногда идиоморфных зерен.

Крутые привершинные склоны восточной части Чембаракского перевала обращенные в сторону Азербайджанской ССР, также сильно задернованы. Из-под аллювиально-делювиального покрова обнажаются скалистые глыбовые выходы коренных пород, состоящие из вышеописанного серого габбро. Западнее вершины, расположенной севернее с. Орджоникидзе, выходят те же крупно-кристаллические габбро-диоритовые породы. Они довольно сильно изменены и разрыхлены. На восток от этой же вершины характер габбро-диоритов меняется и породы становятся более мелкозернистыми и свежими.

На южном склоне этой вершины, в овраге среди известняков, в виде стены обнажается крутопадающая сильно трещиноватая габбро-вая дайка меридионального простираения.

Юго-восточнее с. Орджоникидзе среди порфиров имеется конусообразный небольшой холм, который местные жители называют Варданакарап. Вся эта вершина представляет собой самостоятельный выход свежих габбро-диоритов. Юго-восточные склоны ее нагромождены гигантскими глыбами габбро-диоритов.

Против с. Орджоникидзе на левом берегу ручья наблюдается громадное скопление габбро-диоритовых глыб, напоминающих выход габбро-диоритов. Это нагромождение глыб представляет развалины древней постройки из пород вартанакарапских габбро-диоритов.

Выходы аналогичных пород наблюдаются вдоль северных склонов в сторону с. Дортлара.

На водоразделе между сс. Орджоникидзе и Башкенд наблюдаются выходы габбро-диоритов, которые далее в сторону Азербайджана имеют довольно большое распространение. На этом участке габбровые породы во многих местах секутся немощными жильобразными телами диабазов. Выходы диабазов, прорывающих габбро-диориты, чаще наблюдаются на вершинных частях Башкендского перевала. Тут же, недалеко от водораздела, на территории Армянской ССР, обнажаются сильно разрушенные, измененные породы, в которых в виде отдельных округленных обломков сохранились свежие куски габбро-диоритов, по которым и становится возможным их точное определение. Эти породы имеют значительное распространение севернее указанного пункта.

Микроскопическое изучение образцов, взятых со склонов водораздельных вершин, а также с других обнажений, показывает сильное изменение габбро-диоритовых пород.

Южные склоны водораздельных вершин покрыты сильно выветрелыми габбро-диоритовыми породами бурого цвета. У подошвы гор эти породы почти целиком превращаются в габбро-диоритовый неотсортированный и плохо окатанный бурый песок. Последний приобрел каштаново-бурю окраску вследствие разложения железосодержащих минералов.

Под микроскопом наблюдается однообразный характер простого минералогического состава, который рисуется следующим образом: полевые шпаты почти всегда сильно разложены, в некоторых образцах они превращены в глинистое вещество, иногда же полностью превращены в пренит; последний появляется всюду внутри плагиоклазового контура. Пренит бесцветный, с высоким рельефом и характерными радиально-лучистыми трещинами с отрицательным удлинением. Местами хорошо заметно радиально-лучистое строение пренита.

В породах, подвергшихся сильному гидротермальному изменению, кристаллы плагиоклазов пересекаются многочисленными суб-

Известия IV, № 6—4

параллельными трещинами. Эти трещины и трещины спайности заполнены флюоритом.

В гидротермально измененных породах местами наблюдается также процесс альбитизации плагиоклазов по краям зерен, местами образуется также цоизит. В породе иногда наблюдается скопление игольчатых агрегатов бесцветной роговой обманки, рассеянной по всей породе.

Таким образом, степень изменения плагиоклазов весьма различна, в большинстве случаев они нацело разложены, причем часто сохраняется очертание кристаллов и на основании этого можно судить о первичной структуре породы. Иногда кристаллы полевого шпата наряду с вышеописанными изменениям распадаются на агрегаты мелких зерен вторичного альбита, заполняющие пространство между пироксеновыми зернами. Из взаимоотношений роговой обманки и альбита следует, что образование альбита произошло после роговой обманки, т. к. игольчатые кристаллы роговой обманки внедряются и пронизывают кристаллы альбита. Альбит же является в свою очередь результатом изменения более основного плагиоклаза.

Пироксены всегда в той или иной степени амфиболизированы, замещены почти всегда бесцветным радиально-лучистым амфиболом. В единичных случаях окрашены в слабозеленоватый и зеленовато-бурый цвета, причем в последнем случае наблюдается плеохроизм.

Моноклинный пироксен присутствует в виде небольших, коротко-призматических зерен диопсида с обычными для него оптическими свойствами, слегка зеленоватый, без проявления плеохроизма, довольно сильно трещиноватый и не содержит включений. Определение показателей на Федоровском столике дало следующие результаты: $cNg = 46^\circ$, $+2V = 67^\circ$, $Ng - Np = 0,024$.

Остальная масса пироксенов почти полностью хлоритизирована. Хлорит с аномальной окраской и в виде чешуек или радиально-лучистых агрегатов, заполняющих пространство между пироксеновыми и плагиоклазовыми зернами.

При микроскопическом изучении шлифов во многих случаях можно отчетливо различить габбровую, зернистую структуру типичную для габбро, но нередко первичная структура настолько изменена, что ее трудно определить. Это обстоятельство зависит от степени идиоморфизма плагиоклазов, которые в некоторых разностях имеют форму столбчатых кристаллов.

Породы с идиоморфными кристаллами плагиоклазов и с более или менее ясно выраженной диабазовой структурой можно выделить в особую группу диабазов.

Следует отметить, что вследствие сильного метаморфизма, а также вследствие близости состава габбро и диабазов, нередко довольно трудно различить их друг от друга. Для большинства пород лучше всего подходит название габбро-диорит, для некоторых же разновидностей — габбро-диабаз.

Измененные габбро-диабазы. Как было отмечено выше, эти породы имеют значительное распространение в районе Башкендского перевала. Габбро-диоритовые породы на указанном участке секутся маломощными дайками и линзообразными телами диабаз; простирание этих даек почти широтное, а падение близко к вертикальному. На некоторых, хорошо обнаженных участках, видна резкая граница диабаз с габбро без контактного воздействия. Габбро-диабазы являются дифференциатами одной и той же габбро-диоритовой магмы и представляют последнюю жильную фацию этой магмы.

Макроскопически это темносерые или темнозеленоватые породы. От габбро их можно отличить лишь под микроскопом по структуре.

В некоторых разностях первичная структура изменена процессами метаморфизма, но, судя по сильно выраженному идиоморфизму полевых шпатов, она близка к диабазовой.

Под микроскопом структура породы довольно своеобразная и нехарактерная для габбро-диоритовых пород. Короткопризматические многочисленные призмы плагиоклаза создают сеть, промежутки которой заполнены, главным образом, хлоритизированными пироксенами, хлоритом и другими продуктами разложения и рудным минералом.

Плагиоклаз представлен основным андезином, как это можно заключать по низкому показателю преломления, малому углу максимального симметричного погасания в зоне $\perp$ (010), где N_p : (010) = $\approx 24-26^\circ$.

Моноклинный пироксен представлен босформенными трещиноватыми зернами в значительной степени подвергнутыми хлоритизации. Хлорит отличается зеленой окраской и аномальными цветами интерференции.

Количественное соотношение минералов следующее:

плагиоклаз	45%,
пироксен	15%,
хлорит	25%,
рудный минерал	15%.

Гранодиориты и кварцевые диориты. Гранодиоритовые породы в Красносельском районе встречаются в одном месте — не доходя до Башкендского перевала со стороны с. Орджоникидзе. Выходы этих пород представлены крупными скалистыми обнажениями. Макроскопически они розовато-серого цвета, крупнокристаллические, крепкие. Ввиду задернованности склонов, их взаимоотношения с другими породами установить не удалось. По геоморфологическим признакам они имеют ограниченное развитие в изучаемом участке и можно предположить, что они связаны с габбро-диоритами постепенными переходами.

Под микроскопом это — полнокристаллические зернистые породы, состоящие из калиевого полевого шпата, плагиоклаза, кварца и ро-

вой обманки. Из акцессорных минералов присутствуют рудный минерал и апатит, а из вторичных минералов—кальцит, хлорит и серицит.

В некоторых разностях отсутствует калиевый полевой шпат, и порода скорее всего представляет кварцевый диорит. Это обстоятельство также свидетельствует о постепенном переходе их в габбро-диориты.

Плагноклаз сильно карбонатизирован и изменен почти до неузнаваемости, местами только наблюдаются следы полисинтетического сдвойнивания плагноклазов. В параллельных николях эти минералы буровато-серого цвета с пятнистой поверхностью.

Кварц составляет значительную часть породы и представлен бесформенными трещиноватыми зернами. Трещины заполнены глинистым и карбонатным веществом. Кварц содержит в себе неопределимо мелких размеров твердые частицы. В скрещенных николях проявляет характерное для кварца волнистое погасание. В изотропных разрезах при коноскопии установлен одноосный положительный характер минерала, $Ng - Np = 0,009$.

Из темноцветных минералов в очень небольшом количестве присутствует роговая обманка, но последняя до такой степени изменена (хлоритизирована), что невозможно определить оптические константы. Принадлежность минерала к группе роговых обманок устанавливается тем, что он сильно плеохроичен, имеет косое погасание под небольшим углом и отличается призматическим габитусом. Следы спайности у роговой обманки вогнутые, что говорит о том, что порода подвергалась катакластическому воздействию. Об этом говорит также волнистое погасание кварца, отмеченное выше. Из вторичных минералов в значительном количестве присутствует хлорит. Последний почти изотропен и местами обнаруживает слабое двупреломление.

Калиевый полевой шпат (ортоклаз) в некоторых образцах составляет примерно 50% породы, а в других случаях он находится в ничтожном количестве и заполняет промежутки плагноклазовых зерен. Калиевый полевой шпат в значительной степени изменен и каолинизирован.

Биотит встречается в мелких плеохроичных листочках и составляет 5—6%.

Структура породы полнокристаллическая, гранитовая, состоящая из плагноклаза на 45%, измененного полностью амфиболом (возможно присутствие пироксена) на 35%, остальная часть представлена различными минералами.

Результаты химических анализов Красносельских магматических пород приведены в таблице 1 (аналитик Г. М. Джрбашян). Из приведенных данных видно, что распространенные типы магматических пород Красносельского района как интрузивные, так и эффузивные, имеют аналогичный химический состав. В целом такой состав соответствует габбро-диоритовому промежуточному ряду магматических пород.

Большое сходство интрузивных, дайковых и эффузивных пород подтверждает мысль о том, что дифференциация основной магмы в Краснелельском массиве габбро-диоритов произошла слабо.

Таблица 1

Окислы	Обр. № 7		Обр. № 14		Обр. № 28		Обр. № 30		Обр. № 76	
	вес %	мол. кол.	вес %	мол. кол.	вес %	мол. кол.	вес %	мол. кол.	вес %	мол. кол.
SiO ₂	50,40	839	48,16	803	50,00	833	50,10	834	50,60	843
TiO ₂	1,30	016	2,97	036	1,21	015	0,91	011	0,78	010
Al ₂ O ₃	16,77	165	14,10	137	16,73	164	21,37	210	21,31	209
Fe ₂ O ₃	2,90	019	5,11	031	2,11	012	3,08	019	2,60	016
FeO	8,76	122	10,22	141	9,20	127	7,14	099	5,16	070
MnO	0,42	006	0,76	010	0,38	006	0,28	003	0,28	004
MgO	4,16	104	4,70	117	5,34	132	2,87	072	3,71	092
CaO	7,81	139	8,06	143	8,43	150	7,50	134	8,87	159
Na ₂ O	3,14	052	3,72	060	3,90	063	3,68	060	2,50	040
K ₂ O	1,57	017	0,62	006	1,76	019	1,30	014	1,10	011
п. п. п.	2,00	—	1,84	—	1,40	—	1,80	—	1,98	—
Влага	0,20	—	0,16	—	0,40	—	0,60	—	1,42	—
Сумма	99,44	1479	100,42	1486	100,86	1521	100,63	1356	99,51	1454

Обр. № 7—краснелельский мелкозернистый габбро-диорит.

Обр. № 14—мелкозернистый дайковый габбро-диорит с. Чамбарак.

Обр. № 28—черный порфирит между Краснелельским и с. Орджоникидзе.

Обр. № 30—габбро-диорит с вершины Вартавакарап восточнее с. Орджоникидзе.

Обр. № 76—габбро-диорит из Башкендского перевала.

Примечание: при анализе образцов окись и закись железа были определены вместе. Вместе была определена и сумма щелочей. Нами эти суммарные величины распределены условно, исходя из их соотношения в средних анализах аналогичных пород согласно Розенбушу [6].

Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому

	Обр. № 7	Обр. № 14	Обр. № 28	Обр. № 30	Обр. № 76
a	10,0	9,2	11,4	11,0	8,4
c	6,9	4,9	5,6	10,0	11,6
b	22,6	27,8	24,6	16,1	15,4
s	60,5	58,1	58,4	62,9	64,6
f	53	52,8	44,0	64,8	52,2
m'	33,2	29,2	37,0	33,3	45,4
c'	13,7	18,2	13,2	0	2,5
n	75,3	29,9	76,8	81,1	39,4

Эффузивные породы. Просмотр полутора десятка шлифов из эффузивных пород показал, что они представлены главным образом порфиритами, достигающими наибольшего развития в Краснелельском районе. Порфириты этого района представлены многочисленными разновидностями. По окраске они то серые, то зеленоватые, черные, бурые, красновато-фиолетовые и других цветов.

Юго-восточнее с. Орджоникидзе все вершины и дальше весь хребет до Башкендского перевала сложены порфиритами светлосе-

рых типов. Они довольно сильно изменены, трещиноваты, раздроблены.

От Красносельска в сторону с. Орджоникидзе всюду обнажаются полевошпатовые плагиоклазовые порфиристы. Местами они сильно пористые, пузыристые, серого цвета и реже обнаруживают шаровое выветривание. Порфиристы эти содержат многочисленные округленные сплюснутые миндалины или конкреции, выполненные карбонатом и цеолитами.

Среди порфировых глыб встречаются округленные свежие ядра разрыхленного снаружи порфириста. В этих свежих порфиритах встречаются миндалевидные тела, состоящие из халцедона.

Выходы порфиров обнажаются также на северо-востоке от вершины, севернее Чембаракского перевала в виде небольших глыб зеленого цвета. Юго-восточные склоны Качалдагского хребта сложены плотными порфиритами, ими же составлена вершина г. Качалдаг. Крутые склоны этой вершины, обращенные в сторону с. В. Чембарак, сложены также этими порфиритами. Их скалистые выходы покрыты маломощным слоем делювиальных отложений.

Под микроскопом структура этих порфиров типично порфировая; вкрапленники представлены крупными зернами плагиоклазов.

У самого Красносельска наблюдается два потока порфиров — верхний и нижний, каждый из которых имеет значительную мощность. Верхний поток состоит из более светлых и легких порфиров, а нижний — из черных плотных порфиров с грубой столбчатой отдельностью. Подстилающий поток черных порфиров обнажается на незначительной площади, а верхний поток служит карьером для разработки строительных порфиров.

Минералогический состав вышеописанных пород несложный и отличается большим однообразием. Структура типично порфировая, монофировая.

Типичные и наиболее распространенные порфиристы имеют следующие микроскопические особенности. Порфировые выделения представлены призматическими зернами плагиоклазов с полисинтетическим сдвойникованием, большей частью по альбитовому и, редко, по карлсбадскому закону. Плагиоклазовые вкрапленники совершенно свежие и местами проявляют зональное строение, причем середина зональных зерен, как показывают измерения угла симметричного максимального угасания, имеют более основной состав, чем периферия.

Судя по рельефу и симметричному максимальному погасанию в зоне, перпендикулярной к плоскости (010), N_p : (010), равной 30° , плагиоклаз представлен лабрадором 50 номера. Основная масса породы пелитовая, состоит из мелких лейст плагиоклаза поздней генерации, рудного минерала и мелких зерен роговой обманки, почти полностью хлоритизированных.

Из акцессорных минералов, в виде включений в плагиоклазы, встречаются апатит и рудный минерал.

Порфириды, которые обнажаются непосредственно ниже здания красносельской школы, отличаются обилием и крупностью плагиоклазовых зерен.

Под микроскопом они отличаются от предыдущих порфиритов тем, что содержат и моноклинный пироксен. Последний представлен авгитом с короткопризматическими зернами и хорошей спайностью явно пироксенового облика.

Поперечные разрезы пироксенов имеют восьмиугольную форму и призматическую спайность под углом 87° . Из таких восьмиугольных поперечных разрезов видно, что призматические грани у пироксенов развиты сильнее, чем пинакоидальные. При нормальной толщине шлифов цвета интерференции у моноклинных пироксенов доходят до второго порядка; $Ng-Np=0,024$, $cNg=48^\circ$.

В основной массе этих порфиритов изобилуют мелкие зерна пироксена второй генерации, а также мелкие зерна рудного минерала. Среди порфиритов особенно интересны те, которые обнажаются на участке Красносельск—Орджоникидзе. Здесь встречаются некоторые разновидности порфиритов—сверху они более свежие и пористые; это—порфириды верхнего потока, мало отличающиеся от обнажающихся ниже порфиритов красносельской школы.

Севернее с. Орджоникидзе на водораздельных вершинах небольшое развитие имеют обломочные породы, состоящие из порфиритов и туфов. Толщу этих обломочных пород подстилают коренные порфириды. Падение толщи на ССВ под углом 25° .

В ы в о ы

1. Интрузивные габбро-диоритовые породы Красносельского района по своему облику и минералогическому составу не являются аналогами габбровых пород северо-восточного побережья оз. Севан.
2. По существующим литературным данным и по нашим наблюдениям габбро-диоритовые породы имеют верхнеэоценовый возраст.
3. Красносельская габбро-диоритовая интрузия совершенно мало дифференцирована и сильно изменена постмагматическими процессами.
4. Контактные воздействия габбро-диоритовых пород на вмещающие породы выражены слабо.
5. Как интрузивные, так и эффузивные породы имеют примерно аналогичный химический состав и принадлежат к тихоокеаническому типу пород.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дьяконова-Савельева Е. А. Гидрогеологические и петрографические описания бассейна р. Тарсачай. Бассейн оз. Севан (Гокча), т. III, вып. 2, изд. АН СССР и УВХ ССР Армении. Ленинград, 1938.
2. Асланиян А. Т. Стратиграфия юрских отложений Северной Армении. Ереван, 1949.
3. Татевосян Т. Ш. К петрографии основных и ультраосновных пород Амазисского района, Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), т. III, № 2, 1950.
4. Татевосян Т. Ш. Интрузивная залежь габбро-диоритов Ширакского хребта. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), т. III, № 2, 1950.
5. Кузнецов С. С. О гидрогеологических условиях южных склонов Шахдагского хребта. Басс. оз. Севан (Гокча), т. II, вып. I, изд. АН СССР и УВХ ССР Армении. Ленинград, 1930.
6. Розенбум Г. Описательная петрография, 1934.
7. ՊաճՖենեոլց Կ. Ն. Հայաստանի և ֆորքր կովկասի նրան կից մասերի գեոլոգիական ակնարկը: Երևան, 1946:

Թ. Շ. Թադևոսյան

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌԻ ԿՐԱՍՆՈՍԵԼՍԿԻ ՇՐՋԱՆԻ ՀՐԱՅԻՆ ԱՊԱՌՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈԳՐԱՖԻԱՅԻ ԱՌԹԻՎ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ինչպես հայտնի է Կրասնոսելսկի շրջանը հանդիսանում է գեոլոգիական տեսակետից հայկական ՍՍՌ-ի ամենքից քիչ ուսումնասիրված շրջանը: Կրասնոսելսկի պետրոգրաֆիայի մասին մի քանի կցկտուր տեղեկություններ կան որոշ ձեռագիր աշխատություններում: Որոշ տեղեկություններ կան նաև այն հեղինակների աշխատություններում, որոնց մենք հիշատակում ենք գրականության ցանկում: Կրասնոսելսկի գեոլոգիական ուսումնասիրությունը վերաբերում է սովետական շրջանին: Մինչև Հոկտեմբերյան սոցիալական աղ շրջանի մասին կային միայն ճանապարհորդների կցկտուր տեղեկություններ:

Կրասնոսելսկի շրջանի գեոլոգիական կառուցվածքում կարևոր դեր են խաղում էֆուզիվ ապարները—զանազան պորֆիրիտները և անդեզիտաքաղախները: Շրջանի արևմտյան մասում տարածված են տուֆերը և տուֆորբեկչիաները:

Կրասնոսելսկի պորֆիրիտներն աչքի են ընկնում իրենց դույնների և ստրուկտուրային առանձնահատկությունների բազմազանությամբ: Պորֆիրիտների որոշ տեսակներ օգտագործվում են որպես տեղական լավորակ շինանյութ: Կրասնոսելսկի շրջանի ամենահին նստվածքները յուրայի հասակի են, ներկայացված զանազան պորֆիրիտներով և կրաքարերով: Կրաքարերով են ներկայացված նաև վերին կամճի հասակի տաջադուխները: Էոցենի հասակի ապարները ներկայացված են պորֆիրիտներով, անդեզիտաքաղախներով և տուֆերով:

Կրասնոսելսկի շրջանում ինտրուզիվ ապարները ներկայացված են գարբոներով, գարբո-գիորիտներով, որոնք ունեն վերին էոցենի հասակ:

Գաբրո, գաբրո—գիորիտային ապառներն իրենց միներալոգիական կազմով բարդ չեն և ունեն սովորաբար միասեռակ սարուկառուրա: Գաբրո-գիորիտային ինտրուզիվ մարմնի տարրեր մասերում մեծ ու մանր դեյքերի ձևով մերկանում են գաբրո-գիարադներ:

Գաբրոների և գաբրո-գիորիտների միկրոսկոպիկ ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ նրանց գլխավոր կազմիչ միներալներն են հանդիսանում մոնոկլինային պիրոքսենները և հիմքային ու չեզոք պլագիոկլազները, հանքային միներալների աննշան պարունակությամբ:

Այս ապառներում քայքայման միներալներից հաճախ և բավականաչափ շատ հանդիպում է քլորիտը, որը ներկում է ապառները թույլ կանաչավուն գույնով: Բացի գաբրոներից և գաբրո-գիորիտներից աննշան մեծությամբ ունեցող տեղամասերում երևան են գալիս նաև զրանոգիորիտներ և կվարցային գիորիտներ: Վերջիններս հանդիպում են Օրջնիկիձե դուրից դեպի արևելք գոյություն ունեցող ավերակների շրջակայքում: Այս աննշան տարածում ունեցող զրանոգիորիտները և կվարցային գիորիտները գաբրո-գիորիտների հետ կապված են օստիճանական անցումով:

Հեղինակը հանդում է հետևյալ եզրակացությունների:

1. Կրասնոսելսկի շրջանի թե՛ գաբրոները և թե՛ գաբրո-գիորիտները ամանք համարում են նույն տիպի ապառներ, ինչպիսիք են Սևանի հյուսիս-արևելյան ափերի գաբրոները: Սակայն հեղինակի կատարած հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ այդ ապառներն իրենց հասակով և բնույթով տարբեր են Սևանի հիմքային ապառներից:

2. Հեղինակի դիտողությունները հաստատում են նախորդ հետազոտողների կարծիքն այն մասին, որ Կրասնոսելսկի ինտրուզիվ ապառներն ունեն վերին էոցենի հասակ:

3. Կրասնոսելսկի շրջանի գաբրո-գիորիտային ինտրուզիան շատ միապաղաղ է, քիչ է դիֆերենցացված և ապառներն էլ խիստ փոփոխված են համագմտտիկ պրոցեսների ազդեցությամբ տակ:

4. Ինտրուզիվ ապառների կոնտակտային փոփոխությունները շատ աննշան են:

5. Ինչպես ինտրուզիվ, նույնպես և էֆուզիվ ապառներն ունեն միասեռակ քիմիական կազմություն և համապատասխանում են Պաղաղ Օվկիանոսյան տիպի հիմքային ապառներին:

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

М. В. Касьян и И. А. Тер-Азарьев

К вопросу получения плит из арктического туфа методом
дисковой распиловки

Замечательные декоративные качества туфов Армянской ССР используются в настоящее время недостаточно ввиду отсутствия промышленных способов получения облицовочных плит.

Наличие технологически продуманного принципа получения плит любой толщины из туфов открыло бы широкие перспективы использования их в качестве облицовочного материала зданий как в Армянской ССР, так и за ее пределами.

В настоящее время существует два основных метода получения плит: распиловка штрипсами и пильными дисками.

Первый из этих методов весьма трудоемок, мало производителен и не может быть рекомендован по технико-экономическим соображениям; второй метод, весьма разумный со всех точек зрения, не получил распространения в основном из-за отсутствия данных режимного характера. Отсутствием этих данных и объясняется быстрый выход из строя режущей части станков системы Коваленко, карьерных машин лауреата Сталинской премии Столярова и лауреата Сталинской премии Зильберглита, работающих по принципу дисковой распиловки.

Принципиальное отличие метода дисковой распиловки от торцевого фрезерования, заключающееся в том, что в первом случае имеет место несвободное резание, а во втором — полусвободное, поставило вопрос о специальном изучении метода дисковой распиловки.

Настоящая работа посвящена вопросу установления оптимальных условий дисковой распиловки арктического туфа, с прочностью на сжатие $\sigma_{сж} = 125-140 \text{ кг/см}^2$.

Вопрос изучался одновременно в двух направлениях:

- а) в направлении установления наиболее стойкой марки твердого сплава;
- б) в направлении установления рациональных режимов резания (скорости, подачи).

Конструкция диска была осуществлена таким образом, что давала возможность быстрого съема и крепления резцов. Помимо этого, имелась возможность одновременной работы двумя, тремя или четырьмя резцами. $D_{\text{диск}} = 300 \text{ мм}$, ширина $B = 16 \text{ мм}$. Для вы-

хода резцов с обеих сторон диска, резцы устанавливались по разные стороны от центральной плоскости перпендикулярно оси вращения. Перекрытие резцов происходило лишь в средней части на небольшом участке. В гнезда диска одновременно зажимались резцы армированные твердым сплавом разных марок. Это обеспечивало сохранение аналогичных условий для различных резцов.

Сравнительному испытанию подверглись твердые сплавы ВК-3, ВК-6, ВК-8 и наплавочный сплав следующего химического состава:

Мп = 13—17%; Cr = 16—20%; C = 8—10%; Si < 3%, остальное Fe. Твердость наплавки на резце составила $R_c = 58-61$.

Резцы имели следующую геометрию: $\gamma = 0$, $\alpha = 12^\circ$, $\alpha_1 = 12^\circ$, $r = 0$, $\varphi = 0$, $\varphi_1 = 6^\circ$.

Прежде всего необходимо было установить режущие свойства наплавочного сплава, как более дешевого, для чего на диске были одновременно установлены 2 резца, из коих один был наплавлен указанным выше сплавом, другой — твердым сплавом марки ВК-8. После обработки поверхности в $0,06 \text{ м}^2$ при $V = 106 \text{ м/мин.}$ и $S_z = 0,5 \text{ мм/зуб}$, износ по задней грани первого из них составил 5 мм, а второго — всего лишь 0,05 мм, т. е. износ твердого сплава марки ВК-8 оказался в сто раз меньше износа наплавочного сплава.

Повторные испытания при $V = 50 \text{ м/мин.}$ и $S_z = 0,5 \text{ мм/зуб}$ подтвердили эти данные.

Как показали исследования, проведенные А. А. Акоповым [1] и Р. В. Акоповым, инструментальные стали марок У-8, У-12, РФ-1 и специальные чугуны при обработке туфа фрезерованием подвержены износу почти такого же порядка. Таким образом, низкая износостойкость наплавочных твердых сплавов, а следовательно, их низкие режущие свойства исключают возможность применения их в камнерезущей промышленности.

Режущие свойства инструмента при обработке камней, как это доказано ранее [2], являются функцией режимов резания, и в первую очередь — скорости резания и подачи. Было отмечено, что интенсивность износа инструмента по задней грани может служить показателем его режущих свойств.

Для выявления влияния скорости резания и подачи на режущие свойства инструмента при дисковой распиловке, изучался износ при следующих условиях:

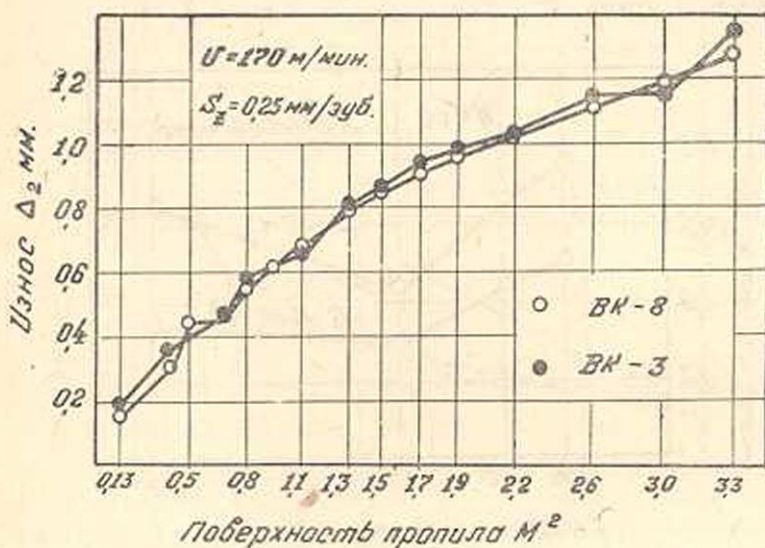
а) при постоянной подаче скорость изменялась от 106 м/мин. до 540 м/мин. ;

б) при постоянной скорости резания подача изменялась от $0,25 \text{ мм/зуб}$ до $2,5 \text{ мм/зуб}$.

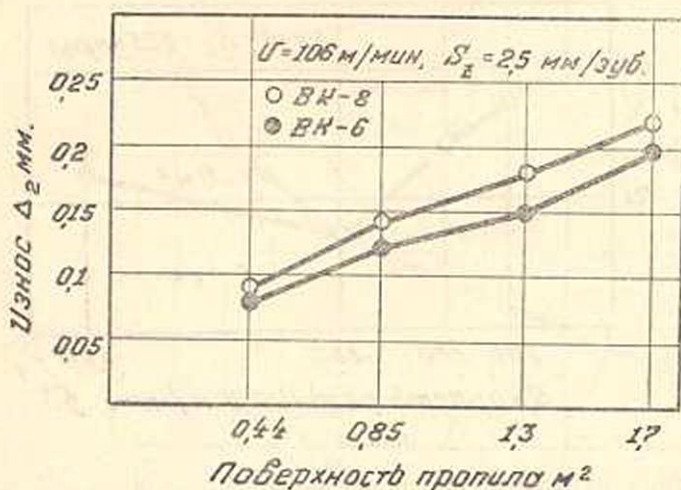
Износ замерялся как по главной задней грани — Δ_2 , так и по вспомогательной — Δ_3 и задней грани вершины Δ_4 . Помимо этого, замерялся отход главной режущей кромки $l_n - l$, отход вспомогательной

режущей кромки $l'_H - l'$ и отход вершины $d_H - d$. Последние замеры осуществлялись по известной методике [2].

На фиг. 1 и 2 приведены кривые протекания износа резцов по задней грани Δ_z , армированных твердыми сплавами ВК-8 и ВК-6.



Фиг. 1

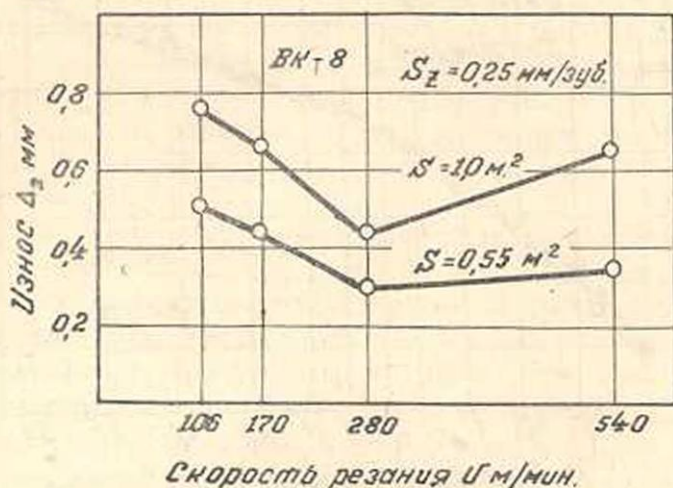


Фиг. 2

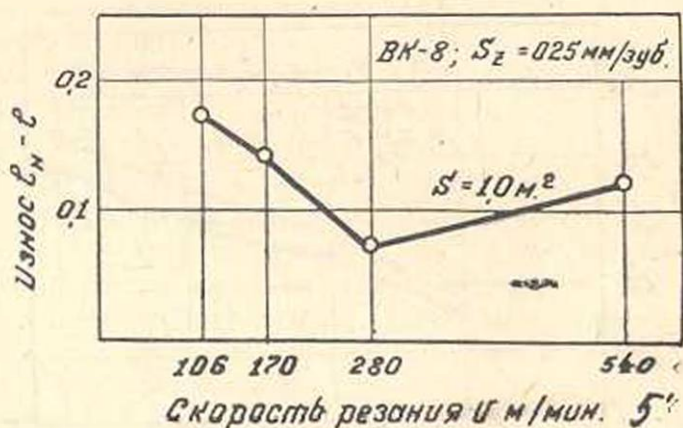
Как видно из приведенных кривых, с возрастанием поверхности пропила износ возрастает с постепенно уменьшающейся интенсивностью, причем износ резцов с пластинами ВК-8 и ВК-6 протекает одинаково.

Зависимость износ—скорость приведена на фиг. 3 и 4 из кото-

рых видно, что с увеличением скорости резания до определенного предела величина износа уменьшается. Дальнейшее увеличение скорости вновь увеличивает износ. Зона скоростей, характеризующаяся наименьшими значениями износа, является оптимальной с точки зрения работы инструмента. Эта зона в наших условиях имеет пределы 200—450 м/мин.



Фиг. 3



Фиг. 4

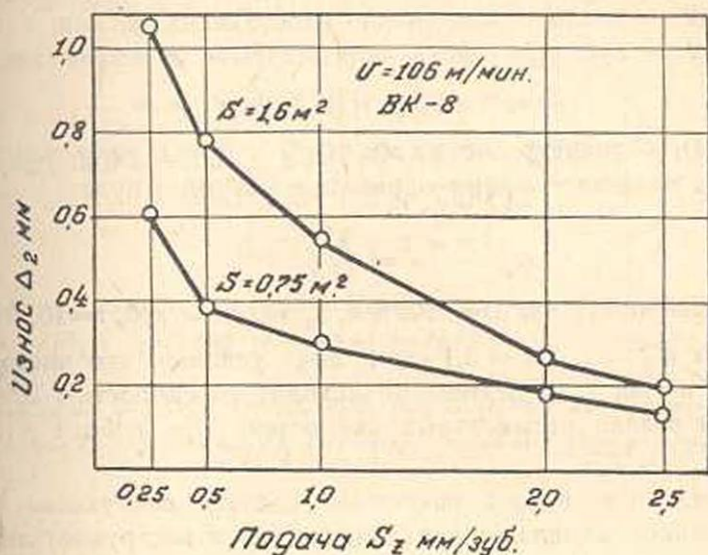
Характерно отметить, что в процессе экспериментов, вершина резца, оснащенного твердым сплавом ВК-3, несколько раз выкрашивалась.

На фиг. 5 приведены кривые $\Delta_z - S_z$ для резцов армированных твердыми сплавами ВК-6 и ВК-8, работавших в паре, а на фиг. 6 — кривая отхода режущей кромки $l_n - l$ с изменением подачи на зуб для резца с пластиной ВК-8.

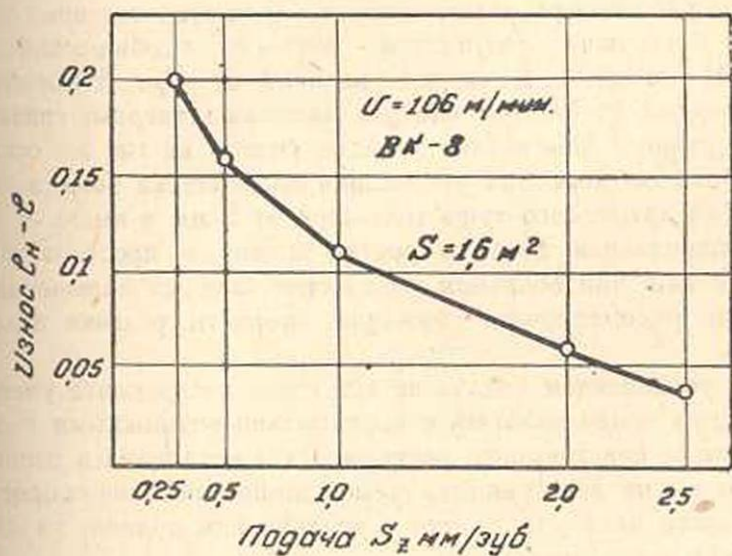
Как видно из кривых, с увеличением подачи износ уменьшается.

Уменьшение износа с увеличением подачи вполне понятно, т. к. увеличение подачи уменьшает путь трения резца.

На основании полученных данных можно определить машинное время обработки 1 м² плит.



Фиг. 5



Фиг. 6

Минутная производительность станка в м² плит может быть представлена так:

$$Q = n \cdot S_z \cdot z \left(1 - \frac{y}{L+y} \right) \cdot H(k-1) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$$

где n — число оборотов диска в минуту,
 S_z — подача в мм на один зуб,
 z — число односторонних резцов на диске,
 L — длина распиливаемого камня,
 H — высота камня,
 k — число одновременно работающих дисков,
 y — врезание диска, определяемое из выражения:

$$y = \sqrt{H(D-H)},$$

D — диаметр диска в мм.

Тогда машинное время обработки 1 м² плит будет:

$$T_m = \frac{1}{Q}.$$

Так, например, при $D=1000$ мм, $S_z=2,0$ мм/зуб, $z=10$, $L=500$ мм, $H=400$ мм и $k=2$, $T_m=3,1$ мин при условии, что число оборотов диска $n=80$, т. е. резание происходит со скоростью 250 м/мин., что лежит в зоне оптимальных скоростей. При работе 4 дисками $T_m=1,03$ и т. д.

Проведенная работа разрешает сделать следующие выводы.

1. Стойкость наплавочных сплавов, как и инструментальных сталей, чрезвычайно низка, что исключает возможность их использования в камнерезущей промышленности.

2. Из наиболее распространенных марок отечественных твердых сплавов наилучшие результаты показали карбид-вольфрамовые сплавы ВК-6 и ВК-8. В случае наличия в туфе большого количества твердых включений следует применять твердый сплав марки ВК-8 и другие более вязкие твердые сплавы на той же основе.

3. Методом дисковой распиловки практически возможно получать плитки арктического туфа толщиной от 5 мм и выше.

4. Оптимальная зона скоростей лежит в пределах 200—450 м/мин. Однако при обильном количестве твердых включений в туфе нужно рекомендовать снижение скорости резания вплоть до 60 м/мин.

5. С увеличением подачи на зуб износ инструмента уменьшается. Это дает право работать с максимально возможными подачами, допускаемыми конструкцией инструмента и механизма в целом, что может компенсировать рекомендуемое выше снижение скорости резания. Однако надо учесть, что с увеличением подачи ухудшается обработанная поверхность.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Касьян М. В., Акопов А. А. К вопросу о резании туфа. Известия АН Армянской ССР, т. 1, № 6, 1948.
2. Касьян М. В., Акопов А. А., Тер-Азарьев И. А. Характеристика износа режущего инструмента при обработке туфа, базальта и гранита. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), том III, № 4, 1950.

Մ. Վ. Կասյանի եւ Լ. Ա. Տեր-Ազարեւի

ՍԿԱՎԱՌԱԿԱՅԻՆ ԿՏՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ ԱՐԹԻԿ-ՏՈՒՖԻՑ ՍԱԼԻԿՆԵՐ ՍՏԱՆԱԼՈՒ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՁԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոգւովածը նվիրւած է սկալառակային սղոցներով արթիկ-տուֆից սալիկներ կտրելու սղոցների ապրիմնալ սեծիմի և միանալույթի մարկայի ընտրմանը:

Կատարւած փորձերի հիման վրա խորհուրդներ են տրւում կտրման սեծիմի և կարծր միանալույթի մարկայի ընտրման վերաբերյալ:

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Г. О. Киришян

Ливни, обусловившие значительные паводки на реке
Гетар в 1950 г.

Интенсивные осадки нередко причиняют большой ущерб народному хозяйству. Особенно значителен этот ущерб при выпадении сильных ливневых осадков в бассейнах малых горных рек или сухих логов. В течение короткого промежутка времени за счет выпавших осадков формируется паводок катастрофических размеров, который на своем пути затопляет территории и разрушает сооружения, особенно когда он имеет характер водокаменного потока.

Наглядным примером могут служить паводки на небольшой горной реке Гетар, являющейся притоком реки Раздан. Нижнее течение реки Гетар находится в пределах города Еревана. Во время паводка размываются берега и русло реки, вода затопляет обширные пространства, и при соответствующих условиях ливни вызывают сильные паводки селевого типа. Валуны громадных размеров заполняют русло реки, которая выходя из берегов, затопляет улицы и разрушает дома города.

Один из таких селевых паводков имел место 25 мая 1946 г. [1,2]. Несколько меньших размеров селевые паводки наблюдались на той же реке во второй половине дня 12 мая и в ночь на 4 июня 1950 г.

Указанные паводки и ряд других, которые имели место на этой реке за последнее столетие, вызвали интерес к вопросу о причинах, обуславливающих эти паводки, с целью разработки мероприятий по борьбе с ними.

Процесс возникновения ливня 25 мая 1946 г. и площадь распространения осадков как по всей территории Армении, так и по бассейну реки Гетар рассмотрен отдельно. В данной работе поставлена цель — выявить условия образования ливневых осадков и определить площади их распространения в период паводков 12 мая и 4 июня 1950 г. Это позволит построить гидрографы наблюдавшихся паводков.

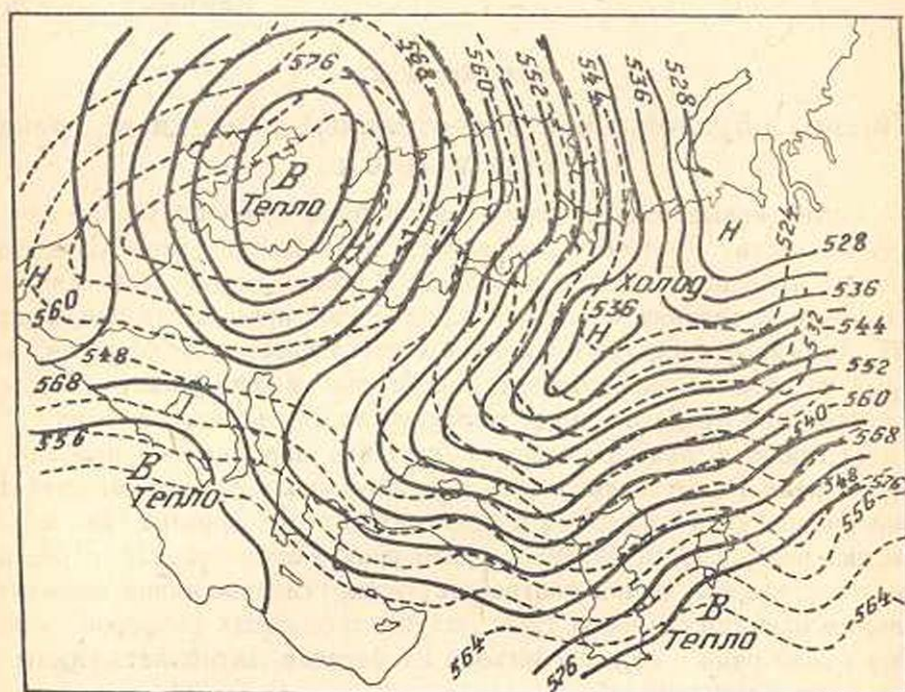
В период с 11 по 12 мая в нижней половине тропосферы имело место меридионально преобразованное высотное деформационное поле. Ложбина депрессии была направлена на Кавказ и Черное море (фиг. 1^а).

* На карте сплошные линии изображают изогипсы абсолютной топографии 500 мб поверхности, пунктирные — изогипсы относительной топографии или изотермы средней температуры слоя воздуха между 500 мб и 1000 мб поверхностями.

Над Закавказьем имела место адвекция холода.

По наземной карте утра 12 мая выявлено, что холодный фронт днем 12 мая прошел по центральным районам Армении.

Обе воздушные массы были достаточно богаты влагой.



Фиг. 1. Термобарическое поле в тропосфере за утро 12/V 1950 г.

В таблице 1 приведены значения приземной относительной влажности воздуха в процентах по ряду пунктов Армении. Относительная влажность воздуха и высота уровня конденсации над поверхностью земли вычислена для момента максимальной температуры воздуха.

В последней графе приведены количества осадков, наблюдавшиеся днем.

Таблица 1 характеризует условия влажности и осадков в ряде районов Армении в периоды, когда эти районы были заняты предфронтальной теплой воздушной массой (10 и 11 мая) и когда они были под влиянием зафронтальной холодной воздушной массы (12 мая).

Из таблицы видно, что в течение всего периода относительная влажность воздуха была очень большая, в преобладающем числе случаев—выше 60%. Соответственно были низки уровни конденсации.

Из приведенных случаев 40% наблюдаемых уровней конденсации были ниже 500 м и 90%—ниже 1000 м над поверхностью земли. Высота уровня конденсации ни в одном из пунктов не доходила до 2000 м.

Таблица 1

№№ п/п	Название пункта	Относительная влажность воздуха в процентах			Высота уровня конденсации в м			Количество осадков с 7 до 19 часов в мм		
		10/V	11/V	12/V	16/V	11/V	12/V	10/V	11/V	12/V
1	Каликино	73	89	78	550	220	430	4,1	17,1	8,3
2	Ленинакан	63	77	70	830	480	770	2,5	21,6	7,5
3	Арагац в/г	81	94	98	330	110	40	1,6	17,3	18,0
4	Апаран	67	75	81	680	520	380	4,0	9,0	15,1
5	Дилижан	45	76	88	740	490	230	1,0	4,6	16,2
6	Семеновка	90	67	82	180	720	330	4,6	6,0	20,9
7	Севан	74	62	78	490	840	440	8,5	3,9	22,1
8	Н. Ахта	69	71	83	630	610	320	6,5	3,8	19,7
9	Ереван	56	44	61	1080	1510	920	1,0	1,0	14,3
10	Гарни	58	35	68	990	1870	700	1,6	0,8	2,2
11	Егвард	59	54	68	950	1110	720	7,0	2,5	10,6
12	Кошабулаг	83	74	85	320	540	270	11,2	14,8	12,3
13	Арагац жд.	61	74	67	890	560	730	3,2	6,7	3,5
14	В. Талин	68	59	68	680	940	700	3,2	6,1	4,5

Количество выпавших осадков очень хорошо согласуется с высотой уровня конденсации. В каждом районе в течение рассмотренного периода наименьшему уровню конденсации соответствует наибольшее количество осадков.

Для представления распределения температуры воздуха с высотой построены кривые температуры. Эти кривые построены по данным одновременного утреннего радиозондирования атмосферы в пункте Тбилиси, где уже распространился холодный воздух, и в пункте Ереван, где утром 12 мая еще не проходил холодный фронт и район был под влиянием теплой воздушной массы. Разность между температурами этих масс в свободной атмосфере не превышала 7°*.

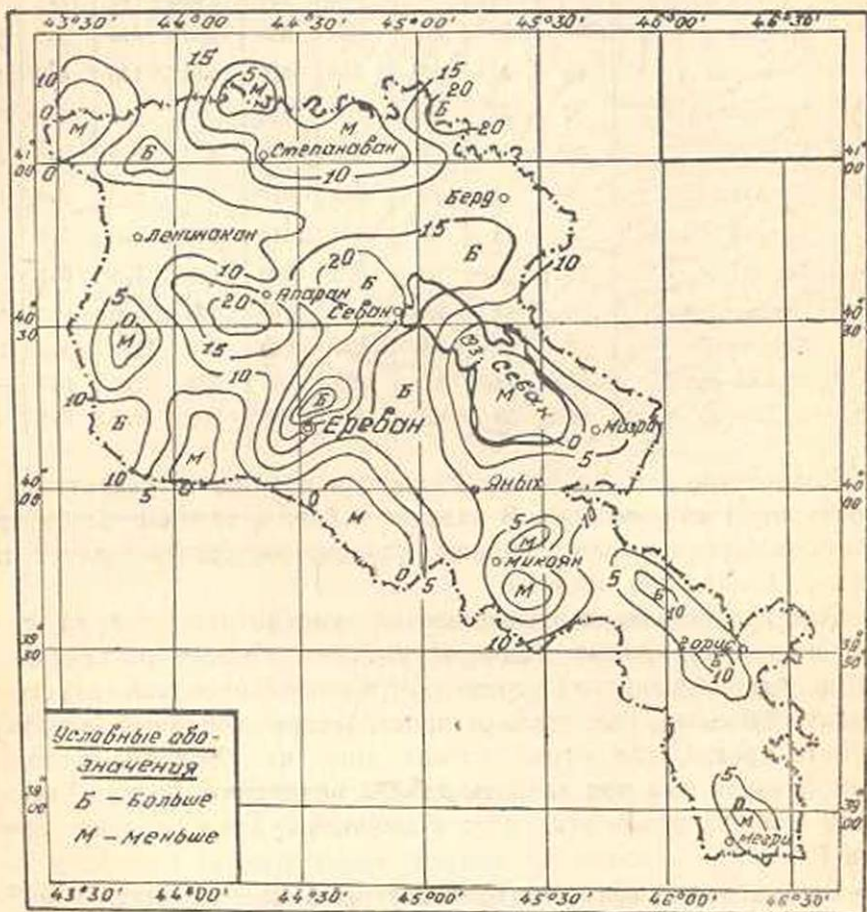
Вертикальный градиент температуры в слое между 3 и 5 км над уровнем моря, т. е. в слое, который находится вне влияния подстилающей поверхности, был равен в холодном воздухе 0,55°, а в теплом воздухе—0,47° на 100 м. В приземном же 1,5 км слое вертикальный градиент температуры в холодном воздухе был равен 0,50°, а в теплом воздухе—0,64° на 100 м.

По способу Орловой [3] восстановлены кривые стратификации для момента максимальной температуры воздуха у поверхности земли.

Днем вертикальный градиент температуры в первом 1,5 км слое в холодном воздухе равен 0,58°, а в теплом—0,85° на 100 м.

* Температура воздуха приводится по Цельсию.

Таким образом, вертикальный градиент температуры приземного слоя в теплой воздушной массе был выше, следовательно, ее стратификация была неустойчивее стратификации холодной массы. Приземная неустойчивость, в условиях одновременной неустойчивости всего слоя воздушной массы, обусловила внутримассовые ливневые осадки и грозы на территории, находящейся под влиянием теплой воздушной массы задолго до приближения холодного фронта. Прохождению холодного фронта предшествовала зона сильных ливневых осадков и гроз, которые продолжались и при его прохождении.



Фиг. 2. Изогеты дождя за день 12/VI 1950 г.

В зафронтальной холодной воздушной массе наблюдались слабые осадки, которые постепенно прекратились. В силу влияния орографии, осадки на разных склонах горных препятствий выпали неравномерно. На территории Армении выделились отдельные области очень сильных осадков, выпавших на северных склонах широтно направленных горных хребтов, т. е. на их наветренной стороне, а также на равнинах. С подветренной же стороны горных препятствий наблюдались области с небольшим количеством осадков. То же имело

место и на водной поверхности озера Севан. Холодный фронт в ночь на 12 мая медленно проходил по северным районам Армении, а во второй половине дня 12 мая он прошел по центральным районам Армении.

На фиг. 2 представлена площадь распространения осадков за время с 7 ч. до 19 ч. 12 мая. Цифры у изогнет обозначают количество осадков в мм. Эта карта дает наглядную картину характера выпадения осадков в обеих воздушных массах, а также влияния орографии на выпадение осадков. Большой суммой осадков особенно выделяется горный массив Арагац. Бассейн озера Севан выделяется как район с малым количеством осадков. Совершенно другая картина наблюдается на наветренной стороне Гегамского хребта, которым бассейн озера отделяется от бассейнов рек Раздан и Гетар.

Осадки, выпавшие до и при прохождении фронта, во второй половине дня 12 мая вызвали паводок на р. Гетар. Этому способствовало также выпадение внутримассовых осадков в предшествующий период, что обусловило значительное увлажнение почвы в бассейне реки.

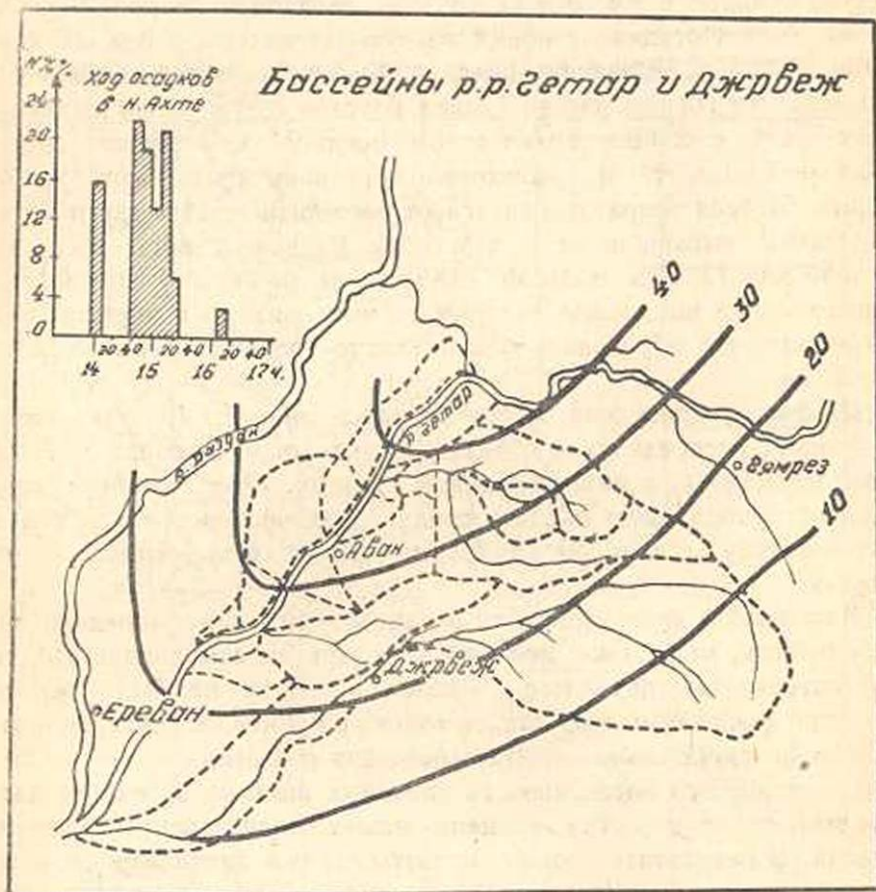
На фиг. 3 приведена карта дневных изогнет 12 мая, характеризующих распределение осадков по площади бассейна р. Гетар. Этими осадками был вызван селевой паводок. Предложенная карта позволяет приблизительно оценить среднее количество осадков как по всему бассейну, так и по отдельным логам, находящимся в его пределах.

Для полной характеристики осадков необходимо определить их интенсивность, что можно получить по записям самописцев дождя. В рассматриваемые периоды в бассейне р. Гетар не было записей самописца дождя. Имелась запись только в пункте Н. Ахта, который расположен значительно севернее бассейна р. Гетар.

Известно, что интенсивность ливневых осадков в течение даже очень малого промежутка времени может колебаться в широких пределах. В результате может оказаться, что значительная часть измеренных осадков могла выпасть в течение очень короткого промежутка времени, хотя общая продолжительность осадков могла быть большой.

В качестве примера можно привести осадки, наблюдавшиеся днем 12 мая 1950 г. в пункте Н. Ахта. Дождь наблюдался с 7 час. 40 мин. до 12 час. 10 мин. и с 14 час. 10 мин. с кратковременным перерывом до 15 час. 50 мин. Общая продолжительность осадков составляет 5 час. 40 мин., а их количество—19,7 мм. Следовательно, средняя интенсивность дождя получается 0,58 мм/10 мин. Эти осадки можно рассмотреть как два отдельных дождя и тогда выявляется, что в течение первого дождя выпало 62% всего количества осадков, а остальные 38% выпали в течение второго дождя. Продолжительность первого дождя равна 4 ч. 30 мин. (средняя интенсивность—0,45 мм/10 мин., а максимальная интенсивность—0,98 мм/10 мин.).

Продолжительность второго дождя была 1 час 10 мин. (средняя интенсивность — 1,07 мм/10 мин., максимальная интенсивность — 1,65 мм/10 мин.). Таким образом, становится очевидным, что эти два дождя, количества которых измерены вместе, совершенно различны по характеру и недопустимо строить кривую дождя по его средней интенсивности.



Фиг. 3. График осадков в Н. Ахте и изогии дождя за день 12/V 1950 г.

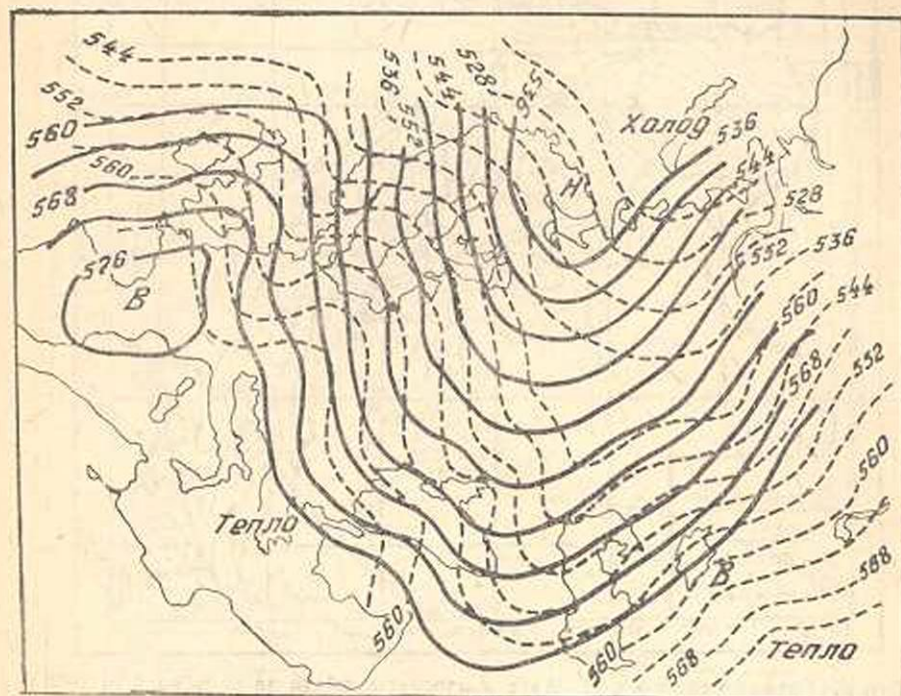
Днем 12 мая 1950 г. в бассейне р. Гетар также наблюдались два отдельных дождя: один в первой половине дня, а другой — во второй половине. По визуальным наблюдениям в пункте Ереван первый дождь был малоинтенсивный, имевший место с 7 час. до 10 час. 45 мин., а второй дождь — очень интенсивный, наблюдавшийся с 14 час. до 15 час. 45 мин., с небольшим перерывом.

Поскольку процесс возникновения осадков в Н. Ахте и бассейне р. Гетар один и тот же, а также потому, что судя по имеющимся наблюдениям, характер дождя примерно тот же, ход осадков для всего бассейна принят таким, каким он был в Н. Ахте (фиг. 3).

Синоптическая ситуация периода с 2 по 4 июня 1950 г. почти аналогична ситуации рассмотренного выше периода.

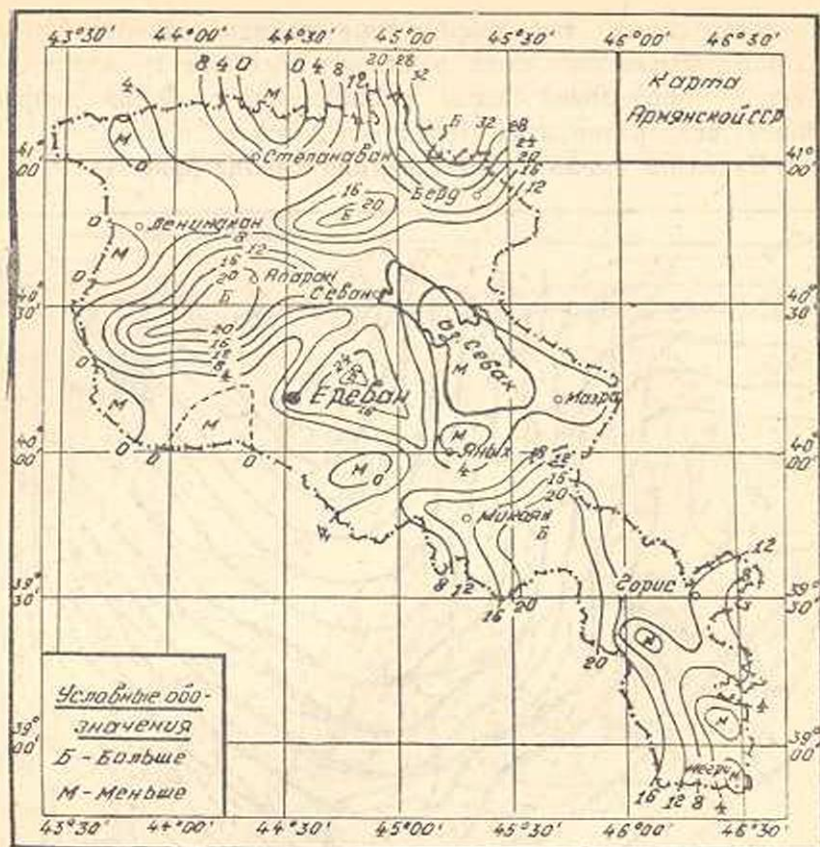
В данном случае, также вследствие меридионального преобразования деформационного поля, в нижней половине тропосферы над Европейской территорией Союза наблюдалась глубокая депрессия с ложбиной, направленной на Переднюю Азию и Кавказ.

Над Кавказом имела место адвекция холода (фиг. 4).



Фиг. 4. Термобарическое поле в тропосфере за утро 3/VI 1950 г.

По наземной синоптической карте выявлено, что холодный фронт 2 июня прошел по территории Армении, обуславливая ливневые осадки и грозы. После прохождения фронта наземные температуры понизились на 4—6°. Благодаря непрерывному поступлению более свежих холодных масс воздуха понижение температуры продолжалось. В конце 3 и в начале 4 июня по центральным районам Армении прошел второй холодный фронт. В течение рассматриваемого периода общее понижение температуры воздуха достигло 8—10°. По построенным кривым стратификации выявлено, что теплый воздух достигал высоты 3 км над уровнем моря, а над ним до больших высот была распространена холодная воздушная масса. Вертикальный градиент температуры в слое воздуха между 3 и 5 км над уровнем моря 3 июня над Ереваном был равен влажноадиабатическому. В приземном же 1,5 км слое за утренние часы вертикальный градиент температуры в холодном воздухе был равен 0,62° на 100 м, а в момент максимальной температуры он достиг 0,87° на 100 м, т. е. величины, почти равной сухоадиабатическому градиенту температуры. Следовательно воздушная масса была сухо- и влажно-



Фиг. 5. График осадков в Н. Ахте и изогипсы дождя за ночь на 4/VI 1950 г. неустойчива, что при прохождении фронта обусловило сильные осадки.

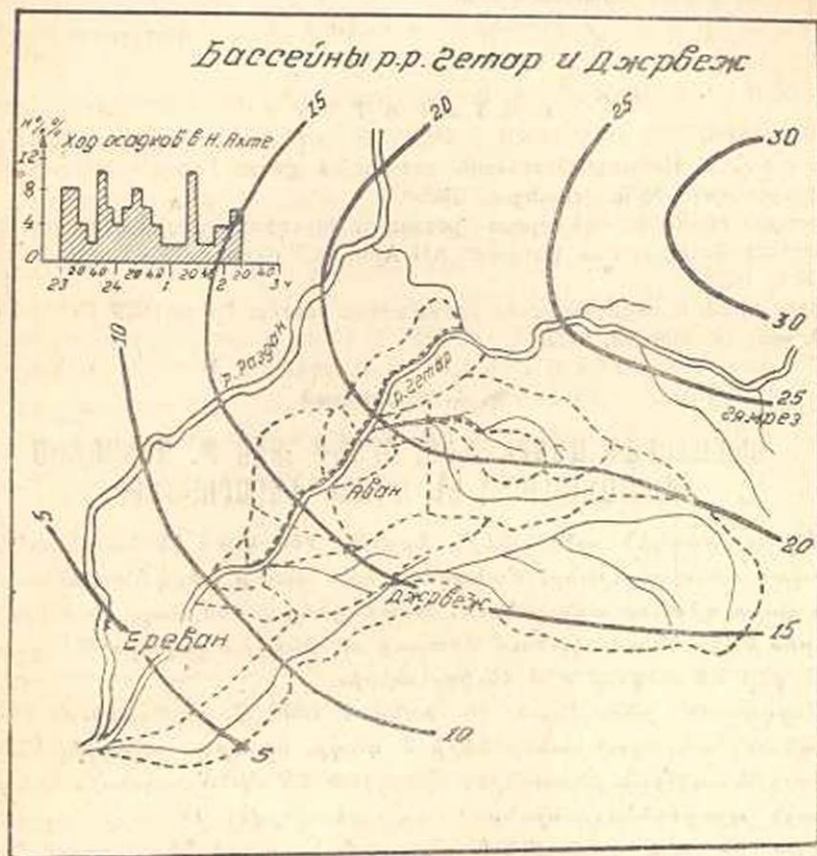
В таблице 2 представлена относительная влажность воздуха и высота уровня конденсации над поверхностью земли при максимальной

Таблица 2

№ п/п	Название пунктов	Относительная влажность воздуха в процентах	Высота уровня конденсации в м
1	Севан	78	440
2	Н. Ахта	80	400
3	Ереван	62	900
4	Гарни	74	550
5	Егвард	52	1230
6	Кошабулаг	81	370
7	Арагац ж. д.	64	840
8	В. Талин	72	590
9	Гарновит	81	380

ной температуре за 3 июня 1950 г. для пунктов центральной части Армении. Из таблицы видно, что влажность воздуха во всех пунктах была выше 50% и соответственно высота уровня конденсации была низка.

На фиг. 5 представлена площадь распространения осадков по всей территории Армении в период с 19 час. до 7 час. 4 июня.



Фиг. 6. Изогииеты дождя за ночь на 4/VI 1950 г.

Резко выделяются области больших осадков на наветренной стороне горных препятствий, в том числе и Гегамского хребта. Эти осадки ночью, сразу же после их выпадения, обусловили паводок на р. Гетар. Почва в бассейне и в данном случае была значительно увлажнена предшествующими осадками, что также способствовало формированию большого паводка.

На фиг. 6 представлена карта ночных осадков в бассейне р. Гетар, которая позволяет определить среднее количество осадков в отдельных частях бассейна. Из-за отсутствия в бассейне реки записей самописца дождя были использованы данные наблюдений в пункте Н. Ахта, на основании чего построен ход осадков для всего рассматриваемого бассейна.

Карты осадков, построенные как для всей территории Армянской ССР, так и, в частности, для бассейна р. Гатар, позволяют разрешить ряд гидрологических задач. К числу их относятся: проектирование гидрографов наблюдавшихся паводков, вычисление коэффициента стока в отдельных бассейнах рек и т. п.

Водно-энергетический институт
Академии наук Армянской ССР

Поступило 28 VII 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Важнов А. Н. Небывалый селевой паводок на речке Гедар. „Метеорология и гидрология“, № 5, Ленинград, 1946.
2. Егиазаров И. В. Защита города Еревана от ливневых селевых паводков и благоустройство города. Известия АН Арм. ССР (серия ФМЕТ наук), том III, № 5, 1950.
3. Орлова Е. М. Конвективные внутримассовые осадки. Труды НИУ ГУГМС, серия II, вып. 14, Москва, 1946.

Գ. Օ. Կիրիշյան

ՏԵՂԱՏՄԱՐԱՓ ԱՆՁՐԵՎՆԵՐ, ՈՐՈՆՔ 1950 թ. ԳԵՏԱՌՈՒՄ ՊԱՅՄԱՆԱՎՈՐԵԼ ԵՆ ԶԳԱԽ ՎԱՐԱՐՈՒՄՆԵՐ

Մթնոլորտային տեղումներն երբեմն մեծ վնաս են հասցնում ժողովրդական տնտեսությանը, մանավանդ եթե նրանք տեղի են ունենում լեռնային փոքր գետերի ավազանում, առաջացնելով մեծ վարարումներ, վերջիններիս թվին են պատկանում Գեոտառի անձրևային վարարումները, որոնք երբեմն վեր են ածվում մեծ հեղեղումներին:

Հոգվածում քննության են առնված 1950 թ. ընթացքում Գեոտառի ավազանում տեղացած անձրևների 2 դեպք, որոնք առաջացրել են հեղեղումներ: Քննության հետևանքով պարզված են մթնոլորտում տեղի ունեցած այն պրոցեսները, որոնցով պայմանավորվել են այդ տեղումները: Կազմված են այդ տեղումների տարածման քարտեզներ ամբողջ Հայաստանի և առանձին՝ Գեոտառի ավազանի համար: Տրված է նաև տեղումների մոտավոր ընթացքը Գեոտառի ավազանում:

Ստացված արդյունքները թույլ են տալիս լուծելու մի շարք հիդրոլոգիական խնդիրներ:

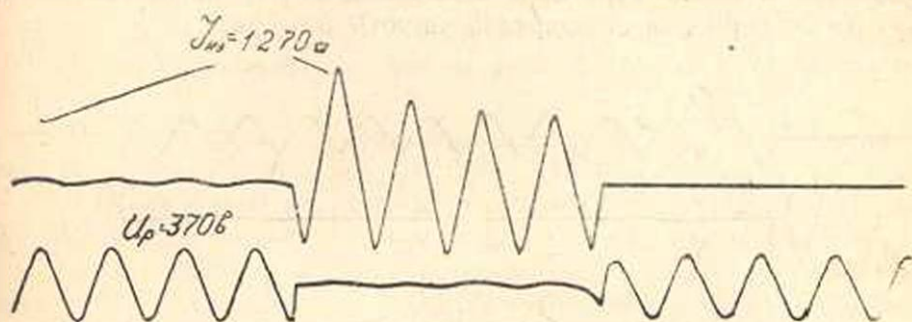
НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

А. Г. Адоян и Н. Д. Карасева

Исследование токов короткого замыкания в малых действующих электросистемах низкого напряжения

Существующие методы расчета токов короткого замыкания нашли весьма широкое применение для расчета мощных электросистем высокого напряжения, где эти токи могут достичь огромных значений—в несколько десятков и даже сотен тысяч ампер.

Исследования малых электрических систем низкого напряжения показывают, что при анализе качественных и количественных сторон происходящих в них переходных процессов (и, в частности, коротких замыканий) нельзя руководствоваться существующими методами, применяемыми для мощных энергетических систем.



Фиг. 1. Двухфазное короткое замыкание на клеммах генератора мощностью 138 ква, напряжением 400 вольт.

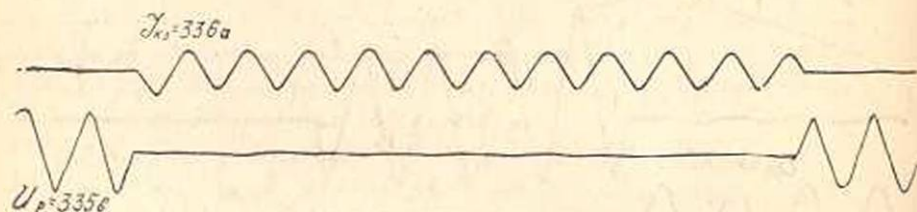
Специфические особенности электрических и энергомеханических параметров элементов малых систем обуславливают не только количественные, как это предполагали ранее, но и качественные отличия переходных процессов в этих системах от таковых в мощных системах. К числу этих особенностей следует отнести:

- а) малую генерирующую мощность;
- б) соизмеримость активных и реактивных сопротивлений элементов системы, в том числе сопротивлений шин, трансформаторов тока, рубильников, предохранителей и проч.;
- в) отсутствие значительного запаса кинетической энергии вращающихся агрегатов;

- г) отсутствие резерва потенциальной энергии в виде паровых котлов или регулировочных водных бассейнов;
- д) наличие линий передач с железными проводами или выполненных по системе: два провода—земля (ДПЗ);
- е) отсутствие быстродействующих регуляторов напряжения генераторов и регуляторов скорости турбин;
- ж) преобладание осветительной нагрузки над моторной.

Настоящая работа является отдельным звеном в системе экспериментальных исследований, проведенных Лабораторией электротехники Академии наук Армянской ССР в малых электросистемах.

Для экспериментального определения величин токов короткого замыкания и выяснения характера этого процесса производилось осциллографирование токов и напряжения в месте искусственно созданного короткого замыкания при различных нагрузках и видах короткого замыкания (однофазное, двухфазное и трехфазное), а также при различных удаленностях точек искусственно созданного короткого замыкания от генерирующего источника. При этом продолжительность короткого замыкания обуславливалась временем перегорания плавких вставок, установленных в цепи короткого замыкания, что являлось также мерой предотвращения возможных аварий в испытуемой системе. Практически, в зависимости от параметров оборудования и места короткого замыкания, это время составляло от двух до 20 периодов стандартной частоты 50 герц.



Фиг. 2. Двухфазное короткое замыкание на низкой стороне понижающего трансформатора мощностью 50 ква, напряжением 6,3/0,4 кв.

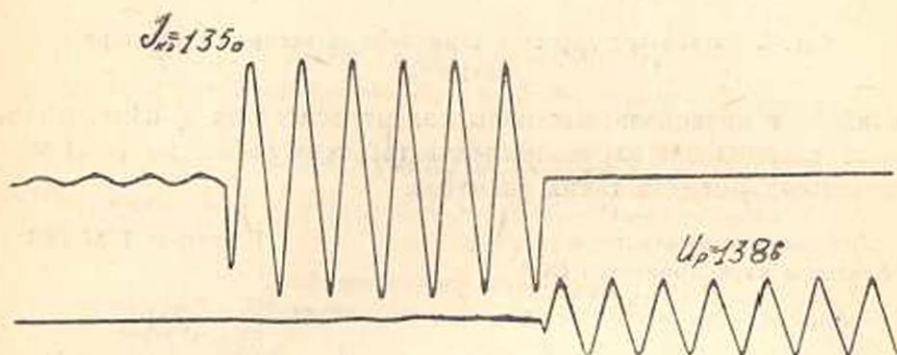
При отдельных опытах короткого замыкания (для получения масштаба) вначале осциллографировался известный активный ток, дополнительный к рабочему току системы, протекающий только в цепи искусственного короткого замыкания.

Эксперименты производились в действующих сельскохозяйственных электросистемах различной мощности, на микрогэс, а также в низковольтных потребительских точках с питанием от мощной системы. Осциллографировано около семидесяти случаев короткого замыкания в различных точках указанных систем. Типичные из них приведены на фиг. 1, 2, 3 и 4.

На основании проведенных экспериментальных исследований можно прийти к следующим выводам.

1. Начальная (эффективная) величина полного тока трехполюсного короткого замыкания на клеммах гидрогенераторов мощностью до 150 *кв*а при номинальном напряжении 230—400 вольт, не превышает 1300—2000 ампер, что составляет 6,2—9,2 $I_{ном}$ генератора данной системы.

2. При коротких замыканиях в точках за импеданцем повышающих и понижающих трансформаторов и линий, т. е. в удаленных точках тех же систем, величина тока трехполюсного короткого замыкания при том же напряжении составляет 200—300 ампер или 1,02—1,5 $I_{ном}$ системы.



Фиг. 3 Однофазное короткое замыкание на штепселе потребителя крупной энергосистемы с питанием через понизительный трансформатор 100 *кв*а, 6,3/0,22 *кв*.

Величина тока однополюсного короткого замыкания в этих точках равна 96—220 амперам или 0,51—1,14 $I_{ном}$ системы.

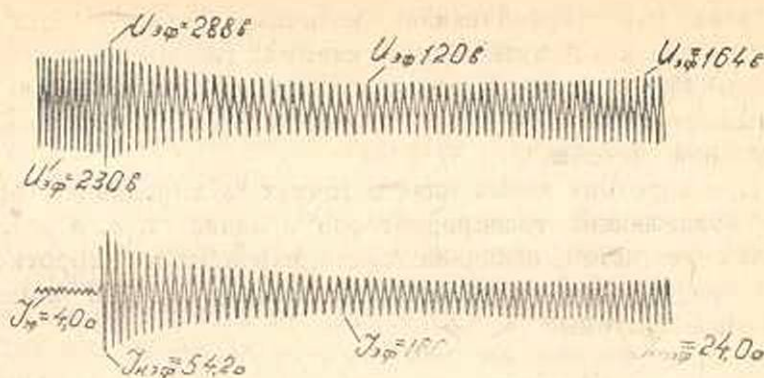
3. Полученные результаты позволяют уточнить технические условия на низковольтную коммутационную электрическую аппаратуру для автономных малых электросистем и для коммунально-бытовых сетей, питающихся от мощных энергосистем через понизительные трансформаторы мощностью до 100 *кв*а.

4. При коротких замыканиях в точках за импеданцем повышающих и понижающих трансформаторов и линий, токи короткого замыкания протекают без заметного затухания, которое имеет место при коротком замыкании на клеммах понизительного трансформатора с питанием от мощной системы.

5. Длительные однополюсные короткие замыкания в системах микрогэс вызывают колебания скорости вращения агрегата (см. осциллограмму на фиг. 4), обусловленные переходным режимом.

6. Длительные короткие замыкания в точках за импедансами трансформаторов и линий не вызывают заметного изменения скорости вращения агрегатов.

7. Полученные результаты позволяют дать критическую оценку существующих методов аналитического расчета токов короткого



Фиг. 4. Двухфазное короткое замыкание на клеммах генератора микрогэс.

замыкания в низковольтных малых электросистемах и наметить основные направления научно-исследовательских работ по разработке современных методов таких расчетов.

Лаборатория электротехники
Академии наук Армянской ССР

Поступило 1 XI 1951

Ա. Գ. Ադոյան եւ Ն. Դ. Կորասովա

ԿԱՐՃ ՄԻԱՑՄԱՆ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՑԱԾԻՐ ԼԱՐՄԱՆ ԳՈՐԾՈՂ ՓՈՔՐ ԷԼԵԿՏՐՈՍԻՍԵՄԵՆԵՐՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հողվածում լուսարանում են Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիայի էլեկտրոտեխնիկայի լաբորատորիայի կողմից դործող մի շարք փոքր հզորությունների և ցածր լարման էլեկտրոսիստեմներում կատարված կարճ միացման հոսանքների փորձնական հետազոտությունների նախնական արդյունքները։ Այդ հետազոտությունների հիմնական մեթոդիկան հետևյալն է. նորմալ դործող էլեկտրոսիստեմի որոշ կետերում ստեղծվում են արհեստական միաֆազ և բազմաֆազ կարճ միացումներ, հատիչի և դյուրահալ ապահովիչների միջոցով։ Դյուրահալ ապահովիչների ներդիր լարերի հատվածքը ընտրվում է կարճ միացման պրոցեսի այս կամ այն տևողությունը առանգելու պայմանով։

Եռաշեյք օսցիլոգրաֆի միջոցով ճշգրիտ որոշվում են կարճ միացման հոսանքներն ու լարման մեծությունները և նրանց փոփոխման կորերի բնույթը։

Ստացված օսցիլոգրամների առանձին նմուշները բերված են 1—4 նկարներում։

Շուրջ 70 փորձերից ստացված օսցիլոգրամների մշակման ու անալիզի նախնական արդյունքների հիման վրա արվում են եզրակացություններ, որոնք կարող են օգտագործվել հիշյալ էլեկտրոսիստեմների ավտոմատիզացիայի հետ կապված հաշվումներում։