ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Ֆիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. А. Костанян

Исследование электропроводности натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол

Исследование электропроводности стекол в зависимости от состава и от температуры представляет как научный, так и практический интерес. В настоящей статье приводятся результаты исследований натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол в температурном интервале от 100°С до 650°С.

Работами многих авторов было показано, что в щелочных стеклах основным проводником электричества являются щелочные ионы (Li^+, Na^+, K^+ и др.). Однако на электропроводность стекла в твердом его состоянии значительное влияние оказывают и другие окислы — CaO, PbO, BaO, Al_2O_3 и т. д. [1]. В литературе имеются также данные для расчета удельной электропроводности твердого стекла [2], однако к этим данным следует подходить с большой осторожностью, так как степень влияния отдельных окислов на электропроводность стекла зависит также от температуры и от состава исходного стекла.

Температурная зависимость электропроводности стекла следует экспоненциальному закону

$$\varkappa = a\, e^{-\frac{b}{T}}, \tag{1}$$

или

$$\lg \varkappa = A - \frac{B}{T}. \tag{2}$$

где A, B, a и b — константы [3]. В развитии современных представлений о механизме электропроводности стекол большую роль сыграли работы Я. И. Френкеля [4], Р. Л. Мюллера [5], К. С. Евстропьева [6] и др.

Экспериментальная часть

Для определения влияния окислов на проводимость стекла были сварены две серии стекол. В основу первой четырехкомпонентной серии были взяты стекла „А“ и „В“, а в основу второй — пятикомпонентной серии — стекла 29 и 37 (табл. 1). В стеклах „А“ и „В“ окислы SiO_2 и CaO последовательно замещались 2%, 4% и 6% Al_2O_3 и MgO, а в стеклах 29 и 37 проводилось взаимное замещение всех окислов. Та-

Таблица 1

Стекла	Окислы				
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O
A	76	—	11	—	13
B	74	—	10	—	16
29	72	2	11	2	13
37	72	2	7	2	17

ким образом можно не только определить удельное влияние отдельных окислов на электропроводность стекла, но и определить влияние состава исходного стекла на величину удельного влияния данного стекла.

Систематический химический анализ исследованных стекол не производился. Были произведены лишь анализы некоторых стекол. В табл. 2 приводятся разультаты анализа четырех стекол. Принимая во внимание, что стекла варились в одинаковых условиях, следует полагать, что во всех случаях изменения в составе стекол почти одинаковы. Кроме того, изменение электропроводности, вызванное изменением состава стекла при его варке, лежит в пределах ошибки опыта.

Таблица 2

№№ стекол	Химический состав по синтезу					Химический состав по анализу				
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O
5	76,0	4,0	7,0	—	13,0	75,77	4,33	7,36	0,25	12,43
16	74,0	—	8,0	2,0	16,0	73,57	0,44	8,20	2,03	15,76
										по разн.
50	72,0	2,0	10,0	2,0	14,0	71,69	2,41	9,38	2,44	13,73
51	72,0	2,0	9,0	2,0	15,0	71,37	2,22	9,22	2,02	15,10

Варка стекла производилась из химически чистых материалов в шамотных однолитровых тиглях в нефтяной печи.

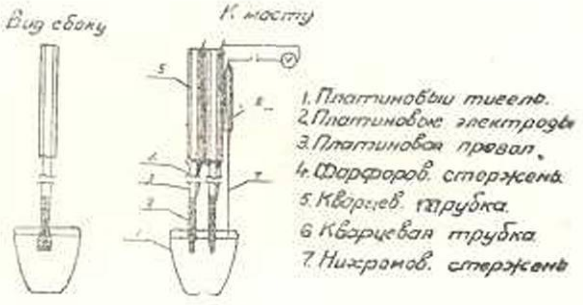
Измерение электропроводности стекол производилось двумя методами: по методу, описанному в работе [7], и по методу электролитической ячейки с погружаемыми электродами [6]. Как было показано К. С. Евстропьевым, при измерении удельной электропроводности расплавленных стекол обычно происходит изменение емкости сопротивления сосуда (постоянной сосуда) в зависимости от значения удельной электропроводности измеряемого в нем электролита [6]. Однако при употреблении гладких платиновых электродов, если сопротивление ячейки

$$R > \frac{250}{S}, \qquad (3)$$

где S — поверхность электродов в $см^2$, постоянная сосуда остается неизменной. Сопротивление нашей ячейки в температурном интервале

400—600°С, при измерении электропроводности исследованных стекол, было выше 300 *ом*, а поверхность электродов была больше 1 $см^2$ и, таким образом, имело место сохранение условия [3]. Значение постоянной ячейки определялось с помощью 0,01N раствора KCl, сопротивление ячейки при этом составляло 260—300 *ом*. Измерение удельной электропроводности в вышеуказанном температурном интервале было выполнено также и в U-образных шамотных сосудах [6]. Данные, полученные как в ячейке с погружающимися электродами, так и в U-образной ячейке, показывают удовлетворительную сходимость.

На фиг. 1 показана схема примененной ячейки. Электроды изготовлялись из платиновой фольги (толщина около 0,2 *мм*), обвернутой в виде цилиндра длиной 70 *мм*, диаметром 6—7 *мм*, который одевался на фарфоровый стержень соответствующего диаметра. Нижняя часть электродов, которая погружалась в стекломассу, сделана в виде лопатки. Такая конструкция платиновых электродов не только экономит значительное количество платины, но и обеспечивает достаточную жесткость электродов. Последнее обстоятельство чрезвычайно важно, так как платина при высоких температурах (1100—1200°С) становится настолько мягкой, что обычные электроды из платиновой фольги могут легко деформироваться. Глубина погружения электродов контролировалась с помощью нихромового стержня.



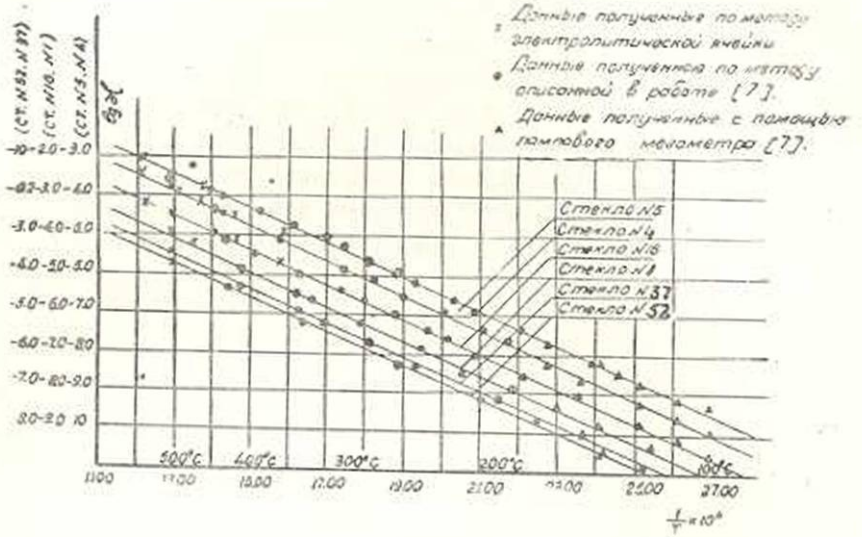
Фиг. 1.

Опыты проводились в силитовой печи с горизонтально-расположенными нагревателями. Температура измерялась pt/pt—Rh термопарой, горячий спай которой погружался в стекломассу.

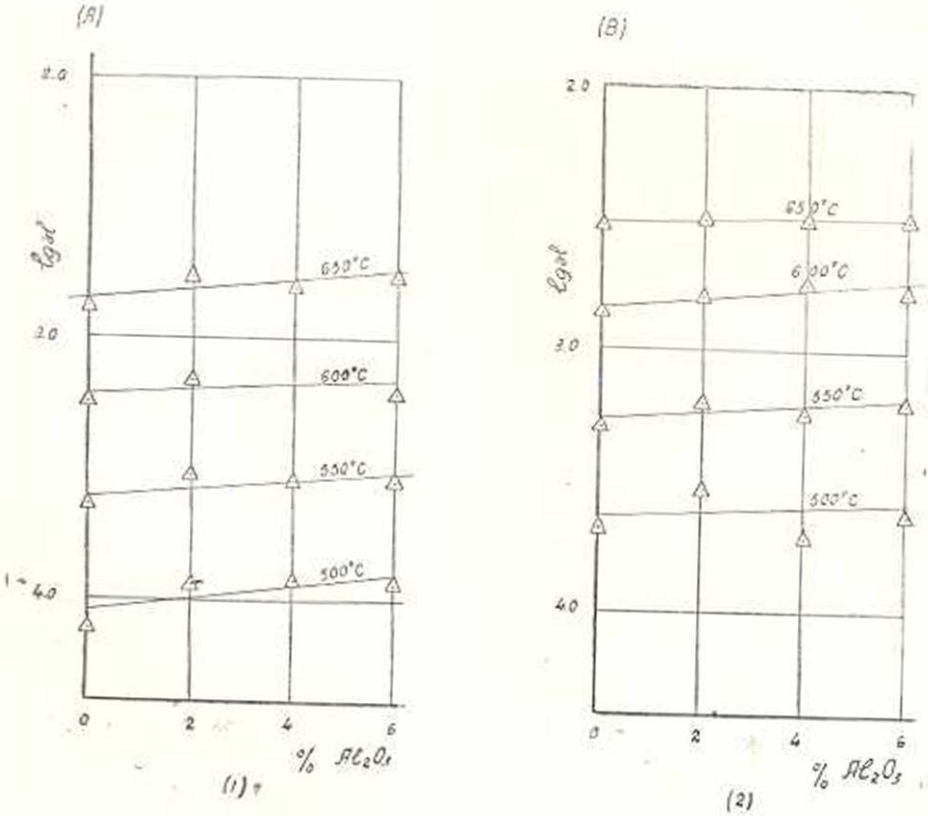
При измерении сопротивления от 10^{10} до 10^7 *ом* был использован ламповый мегомметр. Сопротивления от 10^7 и меньше были измерены с помощью линейного моста переменного тока (частота 50 герц), где в качестве нуль-инструмента служила лампа 6Е5.

Точность измерений удельной электропроводности стекол в исследованном температурном интервале не высокая — 15—20%. На фиг. 2 представлены прямые зависимости $\lg\varkappa$ стекол от $\frac{1}{T}$, а в табл. 3 приведены составы этих стекол. Как видно из фиг. 2, данные, полученные разными методами, лежат на одной прямой, что может служить доказательством правильности произведенных измерений.

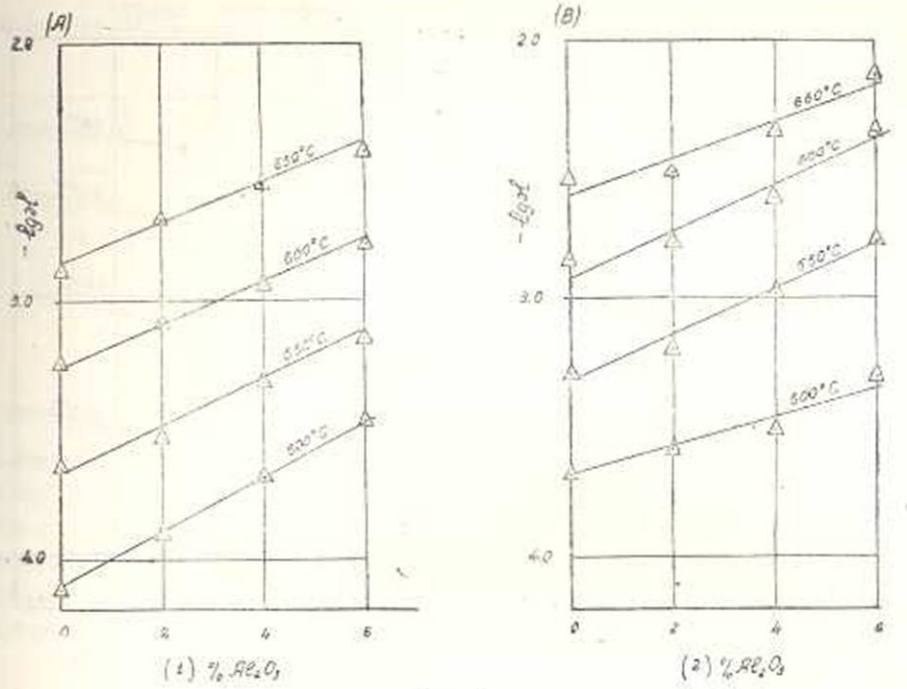
Результаты измерений электропроводности натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол при температурах 500—650°С приведены на фиг. 3, 4, 5, 6 и 7.


Данные полученные по методу электролитической ячейки
Данные получены по методу описанной в работе [7].
Данные полученные с помощью пламенного мелометра [7].
Стекло N5
Стекло N4
Стекло N6
Стекло N1
Стекло N37
Стекло N52
500°C
400°C
300°C
200°C
100°C

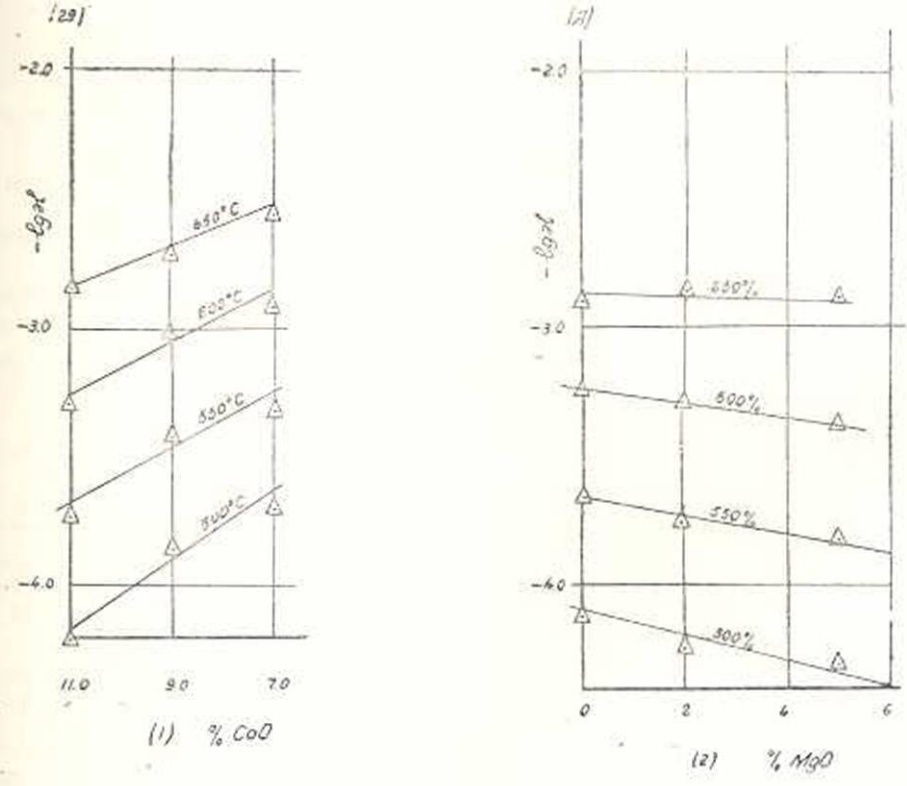
Фиг. 2.


(A)
(B)
650°C
600°C
550°C
500°C
% Al_2O_3
(1)
(2)

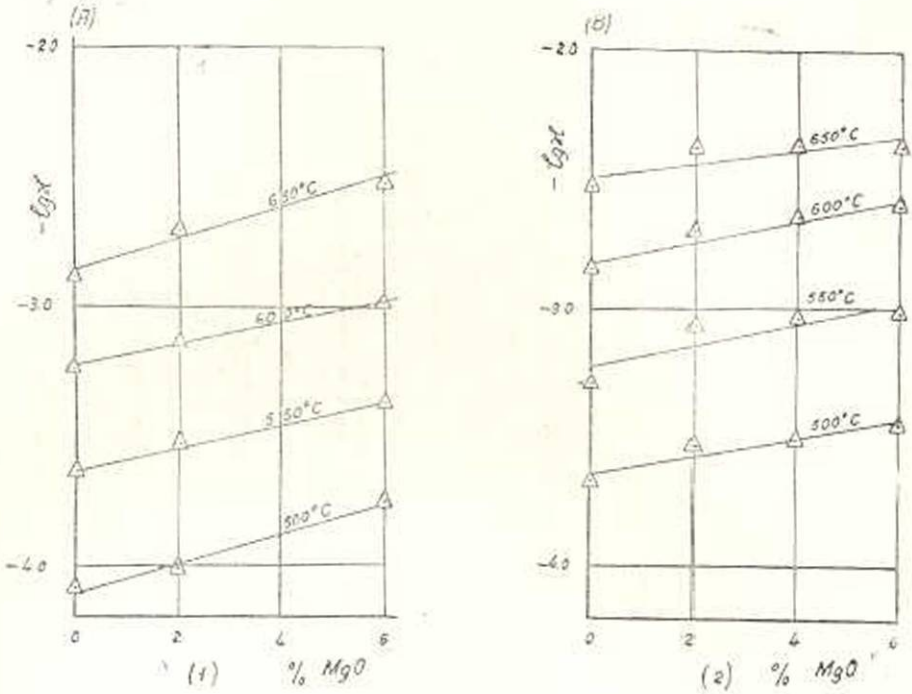
Фиг. 3.


(A)
2.0
-lgχ
3.0
4.0
650°C
600°C
550°C
500°C
0
2
4
6
(1) % Al2O3
(B)
2.0
-lgχ
3.0
4.0
650°C
600°C
550°C
500°C
0
2
4
6
(2) % Al2O3

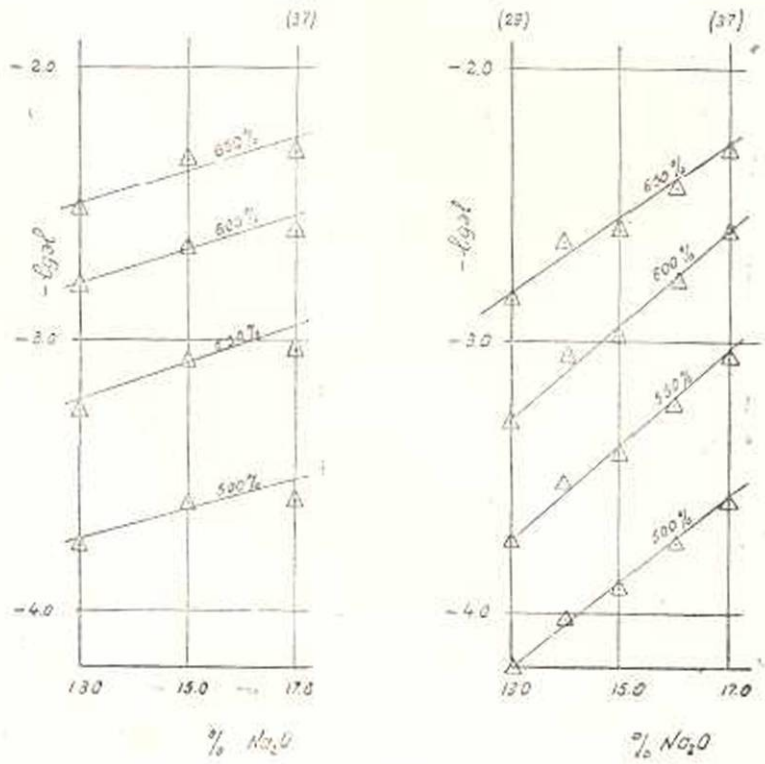
Фиг. 4.


[29]
-2.0
-lgχ
-3.0
-4.0
650°C
600°C
550°C
500°C
11.0
9.0
7.0
(1) % CoO
(A)
-2.0
-lgχ
-3.0
-4.0
550%
500%
550%
500%
0
2
4
6
(2) % MgO

Фиг. 5.


(3)
-2.0
-3.0
-4.0
-lgx'
650°C
600°C
550°C
500°C
0
2
4
6
(1) % MgO
(6)
-2.0
-3.0
-4.0
-lgx'
650°C
600°C
550°C
500°C
0
2
4
6
(2) % MgO

Фиг. 6.


(37)
-2.0
-3.0
-4.0
-lgx'
650°/o
600°/o
550°/o
500°/o
13.0
15.0
17.0
% Na2O
(1)
(23)
(37)
-2.0
-3.0
-4.0
-lgx'
650°/o
600°/o
550°/o
500°/o
13.0
15.0
17.0
% Na2O
(2)

Фиг. 7.

Таблица 3

Окислы	№ № стекол					
	4	5	16	1	37	52
SiO_2	76,0	7,60	74,0	74,0	72,0	72,0
Al_2O_3	2,0	4,0	—	2,0	2,0	2,0
CaO	9,0	7,0	8,0	11,0	7,0	8,0
MgO	—	—	2,0	—	2,0	2,0
Na_2O	13,0	13,0	16,0	13,0	17,0	16,0

Обсуждение результатов

Как указывалось выше, в твердом состоянии температурная зависимость электропроводности стекол следует экспоненциальному закону [1]. Проводимость ионных кристаллов связана с температурой также экспоненциальным уравнением. Для стекол и для ионных кристаллов коэффициент b в уравнении (1) тесно связан с энергией, необходимой для смещения иона в решетке стекла, а α — фактор, связанный с концентрацией ионов, их подвижностью и зарядом.

Энергия активации электропроводности связана с коэффициентом b в уравнении (1) соотношением

$$E + U = 2bR.$$

В богатых щелочами стеклах значение $2bR$ лежит в пределах 35—40 б. кал. или $B = 3470—5000$ м. кал., что близко к значению того же коэффициента для кристаллов. Величина A лежит между 10—100

Температурная зависимость электропроводности исследованных стекол в интервале температур 100—500°С выражается также экспоненциальной. Как видно из фиг. 2, на графике $\lg\varkappa — \frac{1}{T}$ все точки для данного стекла хорошо лежат на одной прямой, что указывает на справедливость уравнений (1) и (2). В табл. 4 приведены значения коэффициента B в уравнении (2) для измеренных стекол.

Таблица 4

№№ стекол	4	5	16	1	37	52
Значение B в уравнении (2)	4000	4430	4250	4330	4160	4080

Как видно из таблицы, значения B для исследованных стекол могут колебаться от 4000 до 4500. Для натрий-боратных стекол, по данным С. А. Щукарева и Р. Л. Мюллера, при увеличении содержания борного ангидрита от 67% до 100% коэффициент B в уравнении (2) возрастает от 3400 до 11000 [9]. Для стекол системы $Na_2O—SiO_2$ при увеличении кремнезема от 50 до 82 мол % B возрастает от 2500 до 4450

[10]. В стеклах системы $K_2O—SiO_2$, где K_2O меняется от 38 мол % до 17,8 мол. %, B соответственно меняется от 2900 до 4450 [11]. Для стекол системы $PbO—SiO_2$ коэффициент B изменяется незначительно и равен приблизительно 5500 м. кал. [7].

В связи с полученными значениями коэффициента B интересно сопоставление энергии активации электропроводности с энергией активации вязкости. Известно, что температурная зависимость вязкости стекол в области температур обжига выражается формулой вида

$$\lg\eta = A' + \frac{B'}{T} \qquad (5)$$

где A' и B' — постоянные [8]. Сравнение коэффициентов B уравнения (2) и B' уравнения (5) показывает, что для стекол системы $Na_2O—SiO_2$, $PbO—SiO_2$, $B' \approx 3B$ — энергия активации вязкости примерно в три раза больше энергии активации электропроводности.

Исследование температурной зависимости вязкости в области температур отжига, проведенное Ким Ын Саном, показывает, что коэффициент B' в уравнении (5) для натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол колеблется от 25 000 до 32 000 мал. кл. [12], что в пять-шесть раз больше коэффициента B уравнения (2). Необходимо отметить, что такое сравнение энергий активаций электропроводности и вязкости носит условный характер, так как данные электропроводности относятся к температурам твердого состояния стекла, т. е. до температуры Tg, а данные по вязкости относятся к области температур отжига, т. е. выше температуры Tg. При этом около температуры Tg коэффициенты A и B уравнения (2) сильно меняют свои значения [5] и полученное таким образом отношение энергий активации вязкости и электропроводности больше действительного.

Кроме того, как показывают исследования, отношение энергий активаций вязкости и электропроводности для различных стекол может принимать различные значения [4, 13, 14].

Электропроводность натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол при температуре 500—650°С в зависимости от состава

Электропроводность, как и многие другие физико-химические свойства стекла, является сложной функцией от его состава. Однако для небольших пределов изменения состава стекла и в ограниченном температурном интервале с помощью простой аддитивной формулы можно с удовлетворительной точностью определить значение удельной электропроводности стекла.

Таким образом, задача нахождения связи между электропроводностью и составом стекла сводится к определению среднего удельного влияния* каждого окисла на электропроводность стекла.

* Под удельным влиянием подразумевается увеличение или уменьшение удельной электропроводности стекла при замене 1% какого-нибудь окисла другим.

Из фигур 3, 4, 5, 6 и 7 видно, что в исследованном температурном интервале 500—650°С влияние отдельных окислов на электропроводность стекла, в зависимости от температуры, практически изменяется незначительно. В литературе нет данных о влиянии рассматриваемых окислов на электропроводность стекла при 500—650°С, поэтому сравнение наших данных с данными других исследователей будет носить лишь качественный характер.

Влияние глинозема. В исследованных стеклах глинозем вводился взамен кремнезема (фиг. 3) и окиси кальция (фиг. 4). Введение глинозема взамен кремнезема вызывает слабое повышение электропроводности. Среднее удельное влияние глинозема — $\Delta\lg\chi$ при замене им кремнезема равно $\Delta\lg\chi_{Al_2O_3/SiO_2} = +0{,}04$. По данным Фульда [1] удельное влияние глинозема при замещении кремнезема при 25°С равно $\Delta\lg\chi_{Al_2O_3/SiO_2} = +0{,}01$. Повышение электропроводности стекла при введении окиси алюминия взамен кремнезема наблюдали также Гельгоф и Томас [2].

Введение глинозема взамен окиси кальция сильно повышает электропроводность стекла (фиг. 4). Это влияние можно рассматривать как суммарный эффект, вызванный: 1) введением SiO_2 взамен CaO, что приводит к повышению электропроводности $\Delta\lg\chi_{SiO_2/CaO} = 0{,}075—0{,}080$ (рис. 5), 2) введением Al_2O_3 взамен того количества SiO_2, которое вводится взамен CaO, что также приводит к повышению электропроводности.

Таким образом

$$\Delta\lg\chi_{Al_2O_3/CaO} = \Delta\lg\chi_{SiO_2/CaO} + \Delta\lg\chi_{Al_2O_3/SiO_2} = 0{,}080 - 0{,}085.$$

Влияние окиси кальция. Из всех исследованных нами окислов самое сильное понижение электропроводности стекла вызывает введение окиси кальция (фиг. 5), при этом $\Delta\lg\chi_{SiO_2/CaO} = 0{,}075—0{,}080$. По данным Фульда удельное влияние окиси кальция при его введении в стекло взамен SiO_2 $\Delta\lg\chi_{SiO_2/CaO} = 0{,}31$ [1]. Такое большое расхождение можно объяснить не только различием составов исходных стекол, но и, главным образом, температурой. Данные Фульда относятся к 25°С.

В трехкомпонентном натрий-кальций-силикатном стекле введение окиси кальция взамен кремнезема также вызывает уменьшение электропроводности. Так, по формуле Амбронна [15], введение 1% окиси кальция взамен кремнезема в стекле состава 18% Na_2O, 6% CaO и 76% SiO_2 при температуре 500°С вызывает изменение $\lg\chi$ на 0,03, а при температуре 25°С — на 0,18, что почти вдвое меньше удельного влияния окиси кальция, полученного Фульда.

Влияние окиси магния. Введение окиси магния в состав исследуемых стекол взамен кремнезема вызывает уменьшение электропроводности стекла (фиг. 5).

Среднее удельное влияние $\Delta\lg\chi_{SiO_2/MgO} = 0{,}35$.

При введении окиси магния взамен окиси кальция, электропро-

водность стекол в интервале температур 500—650°С повышается, при этом $\Delta \lg \chi_{MgO/CaO} = 0{,}04$ (фиг. 6).

Понижение электропроводности стекла при введении MgO взамен SiO_2 наблюдали также Фульда, Гельгоф и Томас [1, 2].

Влияние окиси натрия. Как известно, основным переносчиком электричества в стеклах, содержащих щелочные окислы, являются щелочные ионы [8]. С этим и связано то обстоятельство, что с увеличением содержания окиси натрия в исследованных стеклах увеличивается электропроводность стекла.

На фиг. 7 показано влияние замены окиси натрия окисью кремния. Сильное увеличение электропроводности при замене окиси кальция окисью натрия можно объяснить, с одной стороны, уменьшением содержания окисла CaO, сильно понижающего электропроводность стекла, и увеличением содержания электропроводящего иона Na^+. При замене 1% кремнезема окисью натрия увеличение $\lg \chi$ при температурах 500—650°С по полученным данным можно принять равным $\Delta \lg \chi_{Na_2O/SiO_2} = 0{,}085$. Среднее удельное влияние окиси натрия при замене его окисью кальция $\Delta \lg \chi_{Na_2O/CaO} = 0{,}16$, что примерно равно сумме удельных влияний окислов натрия и кальция при замещении ими кремнезема (0,075+0,080+0,085).

Анализ полученных результатов по измерению удельной электропроводности промышленных натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол в температурном интервале 500—650°С показывает, что в первом приближении зависимость исследованных стекол от состава можно представить аддитивной формулой следующего вида:

$$\lg \chi = Ax + By + Cz + Dw + E, \qquad (6)$$

где A, B, C, D и E — постоянные величины, а x, y, z и w — соответственно процентные содержания Na_2O, CaO, MgO и Al_2O_3. Содержание кремнезема — U определяется из уравнения

$$U = 100 - (x + y + z + w).$$

Значение постоянных A, B, C, D и E в уравнении (6) было определено с помощью экспериментальных данных по методу наименьших квадратов. При температуре 500°С для этих постоянных получены следующие значения: $A = 0{,}090$, $B = -0{,}0696$, $C = -0{,}0217$, $D = 0{,}0235$ и $E = -4{,}4622$. Таким образом, зная состав стекла, с помощью уравнения (6) и по полученным значениям постоянных A, B, C, D и E легко вычислить значения $\lg \chi$ натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол при температуре 500°С.

В табл. 5 приведены опытные и расчетные величины $\lg \chi$.

Как видно из табл. 5, отклонение вычисленных значений $\lg \chi$ от опытных в среднем не превышает ошибок опыта.

Аналогичную формулу можно предложить и для расчета исследованных стекол для температур 600—650°С, при этом коэффициенты A, B, C и D сохраняют свои значения. Коэффициент E, вычисленный из экспериментальных данных для 600 и 650°С, имеет следующие значения:

$$E_{600} = -3{,}650,$$
$$E_{650} = -3{,}184.$$

Таблица 5

№№ стекол	—lgx опытное	—lgx расчетное	Отклонен. в %%
15	3,30	3,16	—4,43
6	3,45	3,51	+1,74
14	3,50	3,35	—4,47
31	3,84	3,92	+2,08
34	4,28	4,24	—0,94
41	3,60	3,62	+0,55
C	3,10	3,10	0,00
12	3,64	3,58	—1,72

В табл. 6 и 7 приведены расчетные и опытные значения lgx некоторых стекол при температуре 500°С (табл. 6) и 650°С (табл. 7). Следует отметить, что вычисленные значения lgx при 650°С для стекол с повышенным содержанием окиси натрия (16% и выше) дают плохую сходимость с опытными данными.

Таблица 6

№№ стекол	—lgx опытн.	lgx расчетн.	Отклон. в % %
3	3,20	3,10	—3,2
9	2,89	2,96	+1,73
12	2,78	2,77	—0,36
18	2,60	2,62	+0,77
40	2,34	2,42	+3,4
29	3,30	3,14	—5,1

Таблица 7

№№ стекол	—lgx опытн.	lgx расчетн.	Отклон. в % %
„B“	2,43	2,53	+2,3
29	2,70	2,76	+2,2
45	2,20	2,19	—0,45
34	2,95	2,93	—0,7

Приведенную формулу (6) можно применять для расчета удельной электропроводности стекол, где содержание окислов колеблется в следующих пределах:

SiO_2—68—76%, Al_2O_3—0—6%, CaO—4—10%,
MgO—0—6% и Na_2O—12—18%.

Выводы

1. Изучена удельная электропроводность промышленных натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол в интервале температур 100°С до 650°С.

2. Показано, что температурная зависимость удельной электропроводности исследованных стекол до температуры T_g выражается уравнением

$$\lg x = A - \frac{B}{T},$$

где значение константы B для исследованных стекол может колебаться от 4000 до 4500 м. кал.

3. Исследована удельная электропроводность натрий-кальций-магний-алюмосиликатных стекол в зависимости от состава в интервале температур 500—650°С.

4. Для определения $\lg\chi$ исследованных стекол при температурах 500, 600 и 650°С предложена аддитивная формула.

В заключение автор приносит глубокую благодарность К. С Евстропьеву, под руководством которого была выполнена настоящая работа.

Ленинградский Ордена Трудового Красного Знамени Технологический институт им. Ленсовета.
Химический институт АН Армянской ССР

Поступило 13 VII 1955

Կ. Ա. Կոստանյան

ՆԱՏՐԻՈՒՄ-ԿԱԼՑԻՈՒՄ-ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄ-ԱԼՅՈՒՄՈՍԻԼԻԿԱՏԱՅԻՆ ԱՊԱԿԻՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՀԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հոդվածում բերված են արդյունաբերական նատրիում-կալցիում-մագնեզիում-ալյումոսիլիկատային ապակիների էլեկտրահաղորդականության չափման արդյունքները 100—650°С ջերմաստիճանային ինտերվալում։

Ցույց է տրված, որ ուսումնասիրված ապակիների տեսակարար էլեկտրահաղորդականության ջերմաստիճանային կախումը մինչև Tg արտահայտվում է

$$\lg\chi = A - \frac{B}{T}$$

հավասարությամբ։

Նատրիում-կալցիում-մագնեզիում-ալյումոսիլիկատային ապակիների ուսումնասիրությունը 500—650°С ջերմաստիճանային ինտերվալում ցույց է տալիս, որ ապակու էլեկտրահաղորդականության և բաղադրության կախումը կարելի է արտահայտել ադդիտիվ ֆորմուլայի միջոցով։

500°С, 600°С և 650°С-ում ուսումնասիրված ապակիների $\lg\chi$ հաշվելու համար տրված են ֆորմուլաներ։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варгин В. В., Евстропьев* и др. Физико-химические свойства стекла и их зависимость от его состава. Гизлегпром. М.—Л., 1937.
2. *Gehlhoff G., Thomas M.* Zeitsch. f. tech. Ph. 6, 544 (1925).
3. *Rasch E., Hinzichsen* W. Zeitsch. f. Elecktroch. 14, 41 (1908).
4. *Френкель Я. И.* Кинетическая теория жидкостей. Изд. АН СССР, 1945.
5. *Мюллер Р. Л. ЖФХ*, 6, 616 (1935); Изв. АН СССР, сер. физ., 4, 507 (1940).

6. *Евстропьев К. С.* Изв. АН СССР, сер. физ., 4, 616, 1940, Физико-химические свойства тройной системы окись натрия-окись свинца-кремнезема. Под ред. акад. И. В. Гребенщикова. Изд. АН СССР, 1949.
7. *Евстропьев К. С., Кузнецов А. Я.* и *Мельникова И. Г.* ЖТФ, 21, 101 (1951).
8. *Евстропьев К. С.* и *Торопов Н. А.* Химия кремния и физическая химия силикатов. М., 1950.
9. *Щукарев С. А.* и *Мюллер Р. Л.* ЖФХ, 1, 625 (1930).
10. *Seddon E., Tippett E.* и *Turner J.* Soc. Glas. Technol. 16, 450 (1932).
11. *Кузнецов А. Я.* и *Мельникова И. Г.* ЖФХ, 24, 1204, 1950.
12. *Ким Ын Сан.* Диссертация, Ленинград, 1952.
13. *Евстропьев К. С.* Изв. АН СССР, сер. физ., 3, 1937.
14. *Morey G.* The Properties of Glass. New York, 1938.
15. *Ambronn R.* Phys. Zeitsch. 19. 401, 1918. Ann. d Physik, 58, 139 (1919).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Ֆիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. З. Абрамян

Исследование физико-химических свойств расплавленного стекловидного и перекристаллизованного базальта

Сообщение 2. Изучение вязкости плавленного-переохлажденного базальта в интервале размягчения

Вязкость силикатных расплавов представляет собой одно из основных физико-химических свойств, которое широко связано с вопросами петрогенезиса и минералообразования, а также с вопросами многочисленных технических применений этих расплавов [1—3].

Одной из важных причин переохлаждения, перегревания, а также трудности расстеклования является вязкость горных пород в расплавленном состоянии. Температура начала кристаллизации, образование и рост зародышей кристаллизации сильно связаны с вязкостью расплава [4—7].

Известно, что кристаллизация стеклообразной массы происходит при некоторой подвижности частиц, поэтому определением вязкости расплавленной, переохлажденной породы можно установить ту предельную температуру, ниже которой расстеклование происходит очень трудно. Кроме того, исследование вязкости дает богатый материал для выявления природы стеклообразного состояния [1—3, 6, 8].

Вязкость стекол, а также плавленных и переохлажденных горных пород в интервале размягчения тесно связана с рядом физико-химических свойств этих стекол и расплавов [6, 8—12].

Исходя из этого, определение вязкости в интервале размягчения имеет большое теоретическое и практическое значение.

Вязкость в интервале размягчения измеряется скоростью растяжения стержня, нагретого в течение установленного времени, при определенной температуре стержня под действием некоторой силы. Измерение скорости растяжения нами было произведено тем же аппаратом, которым измерялось термическое расширение ереванского расплавленного и переохлажденного базальта в интервале размягчения [23].

„Ряд измерений,— пишет Зак,— произведенных при постоянной температуре, показали, что растяжение стеклянного стержня прямо

пропорционально времени растяжения, нагрузке и длине стержня и обратно пропорционально поперечному сечению" [13].

Зак и другие [14—16] дают нижеследующую формулу, показывающую зависимость вязкости стекол в интервале размягчения:

$$\eta_i = \frac{Lpt\ 981}{3ql},$$

где η_i — вязкость в пуазах,

L — длина стержня в *мм*,

p — сила растяжения в *г*,

q — поперечное сечение стержня в $мм^2$,

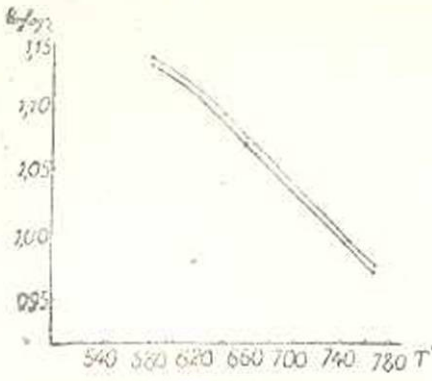
l — растяжение стержня в течение установленного времени под действием определенной силы,

t — время растяжения в минутах.

Для измерения вязкости расплавленного-переохлажденного базальта нами были использованы такие же стержни, какие использовались при измерении термического расширения.

Все изучаемые стержни имели одинаковые химические составы и почти одинаковое тепловое прошлое.

При измерении вязкости расплавленного, переохлажденного базальта мы оставляли без изменения p и L и в некоторых случаях q и t. При наших опытах исследуемые стержни имели длину 30 *см*, а сила растяжения доводилась до 20 $г/см^2$. Нагрев электропечи был проведен 3—4° в минуту. Измерение вязкости нами было проведено как для невосстановленных, так и для восстановленных стержней. Результаты этих измерений в виде температурной зависимости двойного логарифма вязкости приведены на диаграмме (фиг. 1), где на абсциссе отложена температура, а на ординате — двойной логарифм.



Фиг. 1. Зависимость двойного логарифма вязкости от температуры

1— для нити, вытянутой из восстановленного расплава.

2— для нити, вытянутой из обыкновенного расплава.

Из диаграммы вытекает, что:

1. Значение вязкости переохлажденного стержня из ереванского базальта в интервале размягчения сильно изменяется при температуре 620—630°С.

2. При начале размягчения стержня (620—630°С) вязкость равна $10^{12,974}$ пуазам. Эта величина постоянна не только для простых и силикатных стекол, содержащих некоторые окислы, как указывал Зак и Инглиш [17] (ими получена $\eta_i = 10^{12,725}$ пуазам), и для органических стекол, как нашел Г. Тамман [18] (у него при T_g, $\eta_i = 10^{13}$ пуазам),

но и для многокомпонентных расплавленных переохлажденных горных пород, как видно из наших измерений.

3. Скорость изменения вязкости в начале размягчения до точки деформации остается постоянной. В интервале размягчения вязкость удваивается после каждых 10—12°. Это обстоятельство отмечено рядом исследователей для простых силикатных стекол.

4. При одной и той же температуре значения вязкости не восстановленного стержня сравнительно ниже, чем восстановленного, но ход их изменения остается одинаковым.

5. Температурная зависимость двойного логарифма вязкости в интервале размягчения имеет линейный характер от точки перехода хрупкого состояния до точки деформации.

Известно, что по данным ряда исследователей [6, 8, 19, 20, 21] эта зависимость выражается в виде следующей формулы:

$$\log\log \eta = M - PT,$$

где P и M — постоянные для данного стекла.

Полученные экспериментальные данные показывают, что температурная зависимость двойного логарифма вязкости имеет перегиб при определенных температурах для данного стекла, т. е. составляется из двух или более прямых линий, и что точки пересечения этих прямых связаны с „аллотропическими" превращениями в стекле.

Исходя из вышеуказанного, А. Ле-Шателье предлагает следующую зависимость двойного логарифма вязкости [19—21]:

$$\log\log \eta = -M \frac{T-1000}{1000} + N$$

где M — угловой коэффициент вязкости,

N — вязкость стекла при 1000°С.

Применяя эту формулу А. Ле-Шателье к расплавленным-переохлажденным базальтам, мы нашли целесообразным частично видоизменить ее:

$$\log\log \eta = -M' \frac{T-T_g}{T_g} + B$$

по следующим соображениям:

1. Вязкость всех стекол при 1000°С не всегда постоянна.

2. Есть стекла, которые при этой температуре находятся полностью в жидком состоянии, следовательно, температура 1000°С является произвольной и не зависит от агрегатного состояния вещества, между тем точка T_g строго зависит от внутреннего состояния стекол и частично только от термического прошлого вещества.

3. Вышеуказанная формула выведена для обычных стекол, вследствие чего носит частичный характер.

В измененной нами формуле B будет показывать двойной логарифм вязкости стекла при точке превращения, т. е. при этой точке

вязкость стекол почти всегда постоянна и равна 10^{13} пуаз, а $\log\log \eta_i$ будет —1,114.

M будет показывать температурный градиент вязкости в интервале размягчения и будет почти постоянным для данного вида стекла.

Исходя из наших исследований, цифровое значение M будет

$$\log\log\eta_i = -\frac{M'(T-T_g)}{T_g} + B'$$

$$M' = \frac{(B - \log\log\eta_i)}{T - T_g} = -0{,}9$$

Таким образом, вышеуказанная измененная формула принимает следующий вид:

$$\log\log\eta_i = -0{,}9\,\frac{T-T_g}{T_g} + 1{,}114.$$

По данным ряда авторов [12—13, 15—16] стекло в точке деформации имеет $10^{9{,}44}$ пуаз или, при данной температуре, двойной логарифм вязкости равен 0,975, тогда T_f по вышеуказанной формуле будет:

$$\log\log\eta_i = -0{,}9\,\frac{T_f - T_g}{T_g} + 1{,}114$$

т. е.

$$T_f = 1{,}154\,T_g = 1030°,$$

$$t_f = 757°C.$$

Как нами было показано [23], точка деформации переохлажденной базальтовой стекломассы была 755°. Работами ряда авторов [19, 20, 22] показано, что „аллотропические" изменения в стекле происходят при вязкости 10^4—$10^{6{,}5}$ пуаз или при значении двойного логарифма вязкости 0,6—0,8.

Принимая во внимание вышеуказанное, для базальтовых стекол получаем:

$$\log\log\eta_i = -0{,}9\,\frac{T_{\text{нач. крист.}} - T_g}{T_g} + 1{,}114,$$

$$T_{\text{нач. крист.}} = 1{,}35\,T_g = 1205°,$$

$$t_{\text{нач. крист.}} = 932°C.$$

При точке завершения перекристаллизации, базальтовое стекло должно иметь вязкость 10^4 пуаз, т. е. $\log\log\eta_i = 0{,}6021$, следовательно:

$$T_{\text{завер. крист.}} = 1{,}57\,T_g = 1402°C$$

$$t_{\text{завер. крист.}} = 1129°C.$$

При точке плавления или формования, стекло должно иметь вязкость 10^8 пуаз, т. е. $\log\log\eta_i$ будет 0,4771, а

нач. плавл. $= 1{,}71\ T_g = 1527°C$,

нач. плавл. $= 1254°C$.

Как видно из вышеуказанных расчетов, приведенная видоизмененная нами формула $\log\log \eta = -0{,}9\ \frac{T - T_g}{T_g} + 1{,}114$ хорошо отражает ряд физико-химических изменений, происходящих при нагревании в стекломассе базальта.

В табл. 1 сопоставлены расчетные данные с опытными.

Таблица 1

Вязкость в пуазах	Наименование термических характеристик образца при нагревании	Полученные результаты	
		опытные данные в °С	расчетные данные в °С
$10^{9{,}44}$	Точка деформации или нижняя точка перекристаллизации	740—755	757
$10^{5{,}5}$	Точка аллотропического изменения, точка перехода фарфоровидной кристаллизации в полнокристаллическую разновидность	925—955	932
10^{4}	Точка полной кристаллизации или точка завершения кристаллизации	1050—1150	1129
10^{3}	Точка формования стекловидного ереванского базальта или точка пастообразования	1250—1280	1254

Выводы

1. Переход базальтовой стекломассы из хрупкого состояния в вязкое происходит при температуре $630° \pm 10$.

2. При температуре T_g ереванский базальт имеет $10^{12{,}974}$ пуаз. Эта величина постоянна как для обычных и органических стекол, так и для расплавленных и переохлажденных горных пород.

3. При охлаждении в интервале размягчения от температуры T_g до температуры T_f вязкость переохлажденного базальта удваивается через каждые 10—12°.

4. Для выявления зависимости вязкости переохлажденного базальта от температуры в интервале размягчения автором предлагается формула $\log\log \eta_i = -M' \frac{T - T_g}{T_g} + B$, или

$$\log\log \eta_i = -M' \frac{T}{T_g} + B'.$$

5. На основе проведенной формулы вычислены характерные термические точки и установлена применяемость этой формулы в температурном интервале от точки хрупкого состояния до точки плавления.

Химический институт
АН Армянской ССР

Поступило 28 I 1955

Ա. Վ. Աբրահամյան

ՀԱԼՎԱԾ ԱՊԱԿԵՆՄԱՆ ԵՎ ՎԵՐԱԲՅՈՒՐԵՂԱՑՎԱԾ ԲԱԶԱԼՏԻ ՖԻԶԻԿՈ-ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հաղորդում II. Հալված-վերաառեցված բազալտ-ապակու մածուցիկության ուսումնասիրությունը փափկման միջակայքում

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ուսումնասիրված է փափկման միջակայքում բազալտ-ապակու մածուցիկությունը՝ կախված տաքացման ջերմաստիճանից և հալեցման (օքսիդացնող կամ վերականգնող) միջավայրից։

Այդ ուսումնասիրության նպատակն է եղել ցույց տալ մածուցիկության փոփոխմամբ բազալտ ապակիում տեղի ունեցող մի շարք ֆիզիկա-քիմիական և օպտիկատրալ փոփոխությունների կապը ջերմային այն անցման կետերի հետ, որոնք առաջանում են մածուցիկության փոփոխման հետևանքով։

Այդ ուսումնասիրության համար դործածվել է նախորդ հոդվածում [23]՝ բազալտ-ապակիների ջերմային ընդարձակման ուսումնասիրման համար օգտագործված ապարատուրան, և միևնույն ջերմային անցյալ ու քիմիական բազադրություն ունեցող բազալտ-ապակուց պատրաստված ձողերը։

Ստացված արդյունքների հիման վրա ցույց է տրված, որ՝

1. Բազալտ-ապակու՝ փխրուն վիճակի անցումը տեղի է ունենում 630 ∓ 10—C-ում։

2. Անցման T_g կետում բազալտ-ապակին ունի $10^{12,874}$ պուազ մածուցիկություն. հետևաբար, այդ մեծությունը կայուն մեծություն է ոչ միայն սովորական և օրգանական ապակիների, այլև հալեցված և դերատանկված լեռնային ապարների համար։

3. Բազալտ-ապակիների մածուցիկությունը՝ $T_1 - T_g$ միջակայքում աստիճանային՝ կրկնապատկվում է ամեն մի 10—12°-ից հետո։

4. Դերատանկված բազալտ-ապակիների մածուցիկության և ջերմաստիճանի կապը, փափկման միջակայքում, արտահայտելու համար բերված է մեր կողմից վերափոխված հետևյալ փորմուլան՝

$$\log\log\eta = \frac{M'(T - T_g)}{T_g} + B$$

կամ

$$\log\log\eta = \frac{M'T}{T_g} + B',$$

այսինքն՝ ներքին շփման կրկնակի լոգարիթմն արտահայտվում է համապատասխան գծային հավասարումով և ուղիղ համեմատական է տվյալ ջերմաստիճանի ու բազալտ-ապակու անցման ջերմաստիճանի քանորդին։

Տվյալ փորմուլայով հաշվված են մի շարք կարևոր ջերմաստիճանային կետեր և ցույց է տրված նրանց լրիվ համապատասխանությունը էքսպերիմենտալ տվյալներին։

Հոդվածում բերված է այդ համեմատական աղյուսակը։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Воларович М. П.* Применение методов исследования вязкости и пластичности в прикладной минералогии. Труды Инст. прик. минералогии, вып. 66, М.—Л., 1934.
2. *Воларович М. П.* Труды второго совещания по экспериментальной минералогии. Изд. АН СССР, 109, 1937.
3. *Ниггли П.* Магма и ее продукты. Госгеолиздат. 1946.
4. *Леонтьева А. А.* Записки Всероссийского минералогического общества, 3, 76, 202, 1947.
5. *Леонтьева А. А.* Академику Л. С. Белянкину к 70-летию со дня рождения. Изд. АН СССР, 512, 1946.
6. *Эйтель В. Э.* Физическая химия силикатов, 1936.
7. *Леонтьева А. А.* Коллоидный журнал, 12, 192, 1951.
8. *Гатчек Э.* Вязкость жидкостей, 1935.
9. *Жилин А. И.* Минеральная вата. Гос. изд. лит. по строймат., 32, Москва, 1953.
10. *Воларович М. П.* и *Толстой Д. М.* Журн. Мин. сырье, 5, 25, 1935.
11. *Зак А. П.* Сборник научных работ по стеклу, 1950.
12. *Коучи-Кони.* Физико-химическая минералогия и петрология, вып. 1, 65, 1936.
13. *Зак А. П.* Исследование вязкости и расширения в области размягчения. Мат. по изуч. физ.-хим. свойств стекла. М., 1930.
14. *Lillie H. R.* Jour. Amer. Cer. Soc. 7, 592, 1930.
15. *Поспелов Б. А.* Кандидатская диссертация, 1946.
16. *Ким Ын Сан.* Кандидатская диссертация, 1952.
17. *English S.* Jour. Soc. glass. techn, 83, 1925.
18. *Tamman G.* und *Hoisse W.* Zeit. anor. chem. 156, 1926.
19. *Le Chatellier H.* C. R. 179, 1924, annale de physique loe serie, 3, 5, 1926.
20. *Ле-Шателье А.* Кремнезем и силикаты, М.—Л., 1929.
21. *Le Chatellier H.* Jour. Soc. glass. techn, 9, 1925.
22. *Laffon P.* C. R. 175, 955, 1922.
23. *Абрамян А. В.* Известия АН Армянской ССР (ФМЕТ науки), т. IX, № 2, 1956.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Физ.-мат., ест. и техн. науки, IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

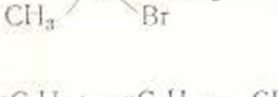
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Т. Бабаян, Г. М. Мкрян, И. Я. Зурабов

Исследования в области четвертичных аммониевых солей

Сообщение IV. Расщепление солей триалкилбутиниламмония водной щелочью

Ранее было показано [1], что четвертичные аммониевые соли, содержащие радикал 3-хлорбутенил или бутинил, при нагревании с водной щелочью легко расщепляются с отщеплением третичного амина и образованием хлоропрена и винилацетилена. Было показано, что названные радикалы отщепляются легче аллила и бензила. Было интересно выяснить влияние природы радикала (R) на реакцию расщепления четвертичной аммониевой соли общей формулы:



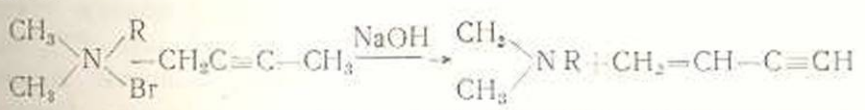
где

R=—CH_3; —C_2H_5; —nC_3H_7; —nC_4H_9; —$CH_2CH=CH_2$ и —$CH_2.CH_2.OH$.

Исходные четвертичные аммониевые соли получались взаимодействием диметилбутиниламина с соответствующим бромистым алкилом. Как и следовало ожидать, с увеличением радикала бромистого алкила способность образования четвертичной соли сильно понижается. Взаимодействие бромистого аллила происходит очень бурно и реакционную смесь приходится охлаждать.

Расщепление указанных солей осуществлялось нагреванием их с 20% водным раствором едкого натра. Во всех случаях в результате расщепления был получен третичный амин, не содержащий радикал бутинил. Безазотистой частью продуктов расщепления оказался винилацетилен. В случае бромистого диметилбутинилэтанол-аммония можно было ожидать образования уксусного альдегида. Однако в продуктах реакции нам не удалось установить наличие ни самого уксусного альдегида, ни продуктов его конденсации.

Все это показывает, что реакция расщепления протекает согласно схеме:



и лишний раз подтверждает справедливость литературных данных относительно трудности отщепления насыщенных радикалов по срав-

нению с аллилом, бензилом и им подобными радикалами при термическом расщеплении четвертичных аммониевых солей [2] и оснований [3].

В качестве показателя влияния радикала (R) на расщепление полученных четвертичных аммониевых солей была избрана температура начала реакции расщепления. Полученные данные приведены в табл. 1. Удлинение цепи радикала, как видим, приводит к небольшому повышению температуры начала реакции расщепления.

Было изучено также и расщепление хлористого диэтанол-ди-(3-хлорбутенил)-аммония, полученного взаимодействием диэтанол-(3-хлорбутенил)-амина с 1,3-дихлорбутеном-2. И в этом случае, в продуктах реакции уксусный альдегид нами не был обнаружен. Была получена смесь диэтанол-(3-хлорбутенил)- и диэтанол-(-бутинил)-аминов, а также винилацетилен и немного хлоропрена. Диэтанол-(3-хлорбутенил-)-амин описывается впервые.

Экспериментальная часть

1. *Получение диэтанол-(3-хлорбутен-2-ил)-амина.* 31,5 *г* диэтаноламина, 37,5 *г* 1,3-дихлорбутена-2 и 42 *г* 50% водного раствора едкого кали нагревалось на водяной бане в течение 3 часов. Жидкость отфильтровывалась от выпавшей соли, отгонялась вода, остаток сушился и перегонялся в вакууме. После повторной перегонки получено 36,4 *г* диэтанол-(3-хлорбутен-2-ил)-амина, т. к. 153—155° при 5 *мм*.

d_4^{20} 1,1216; n_D^{20} 1,4980. Найдено: MR_D 50,54; %C 49,98; H—8,56; Cl—17,66; N—титрацией 188,4; $C_8H_{18}NO_2ClF_1$. Вычислено: MR_D —50,53; % C 49,61; H—8,26; Cl 18,34; N—193,5.

2. *Расщепление бромистого триалкилбутиниламмония водной щелочью.* В реакционную колбу, снабженную дефлегматором, бралось 0,2 *г* моля четвертичной аммониевой соли, 0,4 *г* моля 20% водного раствора едкого натра и при помешивании нагревалось на водяной бане. В тех случаях, когда в результате расщепления получался летучий амин, количество его определялось в перегнавшемся водноаминном конденсате титрацией. Затем конденсат подвергался разгонке. Винилацетилен собирался в приемнике, охлаждаемом до —35—40°. Амины идентифицировались температурой кипения и через пикрат (Диметилэтаноламин т. пл. пикролоната). В продуктах реакции не был найден диалкилбутиниламин. Результаты приведены в табл. 1.

3. *Определение температуры начала реакции щелочного расщепления бромистого триалкилбутиниламмония.* В небольшую колбу, снабженную термометром, опущенным в реакционную смесь, помещалась четвертичная аммониевая соль и добавлялся 20% водный раствор едкого натра, взятого в двойном молярном количестве. Через систему пропускался медленный ток азота. Отходящие газы проходили через раствор иодэозин. Нагревание производи-

$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > N \begin{matrix} R \\ -CH_2.C \equiv C.CH_2 \\ Br \end{matrix}$ где R=	Т. пл. соли в °C	% Br		%
		найдено	вычислено	найдено
$-CH_3$	60	41,06	41,66	7,40
$-C_2H_5$	102—103	38,32	38,83	7,2
$-nC_3H_7$	134—135	36,14	36,36	6,52
$-nC_4H_9$	—	33,69	34,18	6,27
$-CH_2-CH=CH_2$	—	35,96	36,79	6,78
$-CH_2-CH_2-OH$*	—	% Cl 21,2	% Cl 20,0	7,42

* Хлористая соль.

Таблица 1

N вычислено	Темп. начала расщеп. в °С	Выход в %%		Т. пл. пикрата получ. амина в °С	
		моновинилацетилен	амин		
7,29	50	94	86,4	216[4]	по литерат. данным т. пл. 193—194°[5]
6,79	66	96	73,9	203—204	
6,36	68	89,4	75,8	103—109[6]	
5,98	70	66	81	95—96[7]	
6,42	65	66	76	112[1]	
7,33	60	79	90	пикролонат 193	по литер. данным т. пл. пикролоната 197°[8]

лось на водяной бане. Показание термометра в момент появления желтого осадка медного производного винилацетилена фиксировалось как температура начала реакции расщепления. Полученные данные приведены в табл. 1.

Выводы

1. Получены бромистые триметил-, диметилэтил-, диметилпропил-, диметил-бутил-, диметил-аллил-аммоний-бутины-2. хлористые диметил-(бутинил-)-этанол-аммоний и диэтанол-ди-(3-хлорбутенил)-аммоний.

2. Показано, что расщепление этих солей нагреванием с водной щелочью приводит к образованию винилацетилена и соответствующего третичного амина.

3. Получен диэтанол-(3-хлорбутен-2-ил)-амин, который описывается впервые.

Химический институт
АН Армянской ССР

Поступило 26 III 1955

Ա. Ծ. Բաբայան, Գ. Մ. Մկրյան, Ի. Հ. Զուրաբով

ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԶՈՐՍՓՈԽԱՐԻՆՎԱԾ ԱՄՈՆԻՈՒՄ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ

Հաղորդում IV. Տրիալկիլբուտինիլամոնիում ազերի ճեղքումը ջրային հիմքով

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Նախորդ հոդվածում ցույց էր տրված, որ 3 քլորբուտենիլ- և բուտինիլ-ազերկալ պարունակող չորսփոխարինված ամոնիում ազերը ջրային հիմքի հետ տաքացնելիս հեշտությամբ ենթարկվում են ճեղքման, առաջացնելով երրորդային ամին և քլորոպրեն ու վինիլացետիլեն։ Ցույց էր տրված նաև, որ նշված ազիկալները ավելի հեշտ են պոկվում, քան ալիլ և բենզիլ ազիկալները։ Հետաքրքիր էր պարզել ազոտի հետ կապված մյուս երեք ազիկալների ազդեցությունը չորսփոխարինված ամոնիում ազերի այդ ճեղքման ռեակցիայի վրա։ Այդ նպատակով սինթեզվել են բուտինիլ ազիկալ պարունակող մի շարք չորսփոխարինված ամոնիում ազեր։ Այս ազերի ճեղքումը կատարվել է կծու նատրիումի 20% ջրային լուծույթի հետ տաքացնելով։ Բոլոր դեպքերում առաջվում է բուտինիլ ազիկալ չպարունակող երրորդային ամին և վինիլացետիլեն։

Որպես ռեակցիայի վրա ունեցած ազդեցության ցուցանիշ ընտրված է ճեղքման ռեակցիայի սկսման ջերմաստիճանը։ Ինչպես երևում է հոդվածում բերված աղյուսակից, ազիկալի շղթայի երկարացումը բերում է ռեակցիայի սկսման ջերմաստիճանի մի փոքր բարձրացման։ Սինթեզված է նաև պիպտանոլ-դի (3-քլորբուտենիլ)-ամոնիում բրոմիդ։

Վերջինի ճեղքման հետևանքով առաջվել են պիպտանոլ-(3-քլոր-

բուտինիլ) և դիէտանոլ-բուտինիլ-ամիններըը ու վինիլացետիլին և փոքր քանակությամբ քլորոպրեն։ Ռեակցիայի ընթացքում առացված պրոդուկտներում քացախալդեհիդ չի հայտնաբերվել։ Դիէտանոլ-(3-քլորբուտինիլ) ամինը նկարագրվում է առաջին անգամ։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаян А. Т., Вартанян А. Г., Зурабов И. Я.*, ЖОХ. XXV, 1610 (1955).
2. *Braun J.* Ber. 42, 2532 (1909).
3. *Braun, J.* Lieb. Ann. 382, *5* (1911).
4. *Delepine M. M.* Ann. chem. [7], 8. 452 (1896).
5. *Kohn M. Morgenstern O.* Monatsh 28, 496 (1907).
6. *Hanhart Ingold.* J. chem. Soc. 1927, 1607.
7. *Clarke H. T.* J. chem. Soc. 1913, 1697.
8. *Ludwig Knorr, Herman Matteches.* Ber. 34, 3484 (1901).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Երկ.-մար., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

ТЕКТОНИКА

А. Г. Бабаев

Об одном способе решения проблемы компенсации прогибаний осадконакоплением

Общеизвестно значение геотектоники среди цикла теоретических дисциплин геологической науки. Роль тектонических исследований неизмеримо возросла теперь, когда для выявления новых месторождений различных полезных ископаемых геологу приходится исходить не только из тех или иных по характеру поверхностных проявлений различных полезных ископаемых, а в первую очередь руководствоваться историей геологического развития исследованной территории и ее структурой.

В особенности велико значение тектонических исследований при поисках экзогенных полезных ископаемых. Как бы не был сложен, или, наоборот, прост разрез осадочных или осадочно-вулканогенных толщ, он в конечном счете всегда заключает в себе черты, отражающие колебательные движения, охватывавшие область седиментации во время их образования. Важнейшим и общепризнанным средством тектонического анализа в областях с развитием осадочных и осадочно-вулканогенных толщ является исследование картины распределения их мощностей.

Формирование мощностей осадочных толщ контролируется количеством привносимого в область седиментации обломочного материала, активностью химико-биологической локализации растворенных компонентов, волнениями и течениями водной массы, миграцией береговой линии, направлением и темпом колебательных движений дна водоема и некоторыми другими, менее значительными факторами.

При исследовании мощностей осадочных толщ обычно возникает два очень важных и сложных вопроса, а именно, вопрос о глубинах, на которых происходило накопление осадков, и вопрос о соотношениях между интенсивностью прогибаний дна бассейна и количеством накопившихся в процессе этого опускания осадков. Опускания дна бассейна создают зоны осадконакопления [2, 4, 11], являющиеся аккумуляторами привносимого с суши обломочного материала; поэтому очевидно, что именно опускания являются важнейшим фактором формирования мощностей осадочных толщ и осадконакопления вообще.

В работах, посвященных анализу мощностей [1, 3, 10 и др.], обычно наиболее слабым местом является как раз обоснование соот-

ношений между интенсивностью прогибания дна области седиментации и количеством накопившихся осадков, т. е. проблема компенсации. Эта проблема недавно была подвергнута обсуждению В. Е. Хаином [11]. Необходимо заметить, что соображения, высказанные В. Е. Хаином о примерах компенсированного и некомпенсированного прогибания, несомненно весьма важны, однако даже те из них, которые приводятся в качестве наиболее очевидного компенсированного прогибания, в значительной мере остаются дискуссионными.

Не менее дискуссионным является также предположение В. Е. Хаина [11] и О. А. Рыжкова [6] о том, что в моменты накопления карбонатных и галогенных образований имеет место компенсирование прогибаний осадконакоплением. Несомненно, упомянутые авторы правы, когда полагают, что формирование подобных типов осадков происходит в условиях тектонического выравнивания, но это еще отнюдь не означает, что при этом фиксация того или иного количества химических соединений в осадках компенсирует прогибание дна водоема. На формирование карбонатных соединений[1], например, как показал Н. М. Страхов [7], всегда решительное воздействие оказывает рельеф прилегающей суши, причем значение этого фактора при накоплении известняков даже важнее, чем равномерное опускание значительной площади водоема.

Очевидно, что в природе достаточно широко развиты примеры как компенсированного, так и некомпенсированного прогибания, однако до сих пор все еще нет объективных, достаточно глубоко обоснованных критериев для разграничения этих двух типов процесса накопления осадка.

Нам кажется, что подобно тому, как при определении батиметрических условий осадконакопления приходится исходить из заключенных в данной осадочной толще органических остатков, ее общих петрографических особенностей и минеральных новообразований, так и при решении проблемы компенсированности следует опираться на эти три круга признаков, причем особенно большое внимание следует уделять минеральным новообразованиям.

В выявлении истинных соотношений между количеством привносимого в бассейн обломочного материала и масштабом прогибания его дна ряд объективных критериев может быть почерпнут из анализа насыщенности осадочных толщ глауконитом.

Работами многих исследователей [5, 8, 9, 12 и др.] показано, что глауконит представляет собою нормальное хемогенное образование, возникающее в донных частях морских водоемов. Формирование глауконита может происходить на различных глубинах. Так например, в Монтрейском заливе Калифорнии глауконит образуется на глубине всего лишь 12—15 *м*, но в плоских впадинах дна Тихого океана против той же Калифорнии глауконитообразование происходит на глубя-

[1] Имеются в виду карбонатные образования хемогенного генезиса.

вах 4800 *м*. (!) Вместе с тем основной ареной современного и, очевидно, древнего глауконитообразования являются прибрежные зоны морей и океанов с глубинами порядка 100—300 *м*. Столь значительный диапозон глубин, на которых происходит современное глауконитообразование, однако, еще совсем не определяет столь же широкое разнообразие геохимических условий формирования этого минерала. Напротив, глауконит как раз является таким минералом, который образуется в определенных и достаточно узко ограниченных геохимических условиях. Важнейшей геохимической предпосылкой для образования глауконита является устойчивое положение верхнего слоя осадка по отношению к границе, разделяющей толщу гидросферы (включая и грунтовые растворы) на зоны господства окислительных и восстановительных процессов.

Образование глауконита, согласно данным отечественных и зарубежных исследователей, происходит в морях и океанах тропических и субтропических климатических зон при условии, если эта граница располагается либо в самом верхнем слое осадка, либо несколько выше, либо, наконец, несколько ниже его. Именно эта неустойчивость, хотя и в очень узких пределах, обусловливает наличие в глауконите железа как в форме окисных, так и закисных соединений.

Всякое, сколько-нибудь значительное смещение уровня верхнего слоя осадка по отношению к границе окислительно-восстановительных зон неизбежно приводит к существенному изменению геохимических особенностей среды осадконакопления и, следовательно, к прекращению образования глауконита.

Это положение может получить непосредственное применение в палеотектонических реконструкциях.

Если объем накопившегося за единицу времени осадка будет избыточен по сравнению с объемом пространства, высвободившегося в результате опускания дна бассейна между границей окислительно-восстановительных зон и уровнем ранее сформировавшегося осадка, то это приведет к смещению упомянутой границы ниже верхнего слоя вновь образовавшегося осадка и последний окажется в явно окислительных геохимических условиях. Естественно, что это приведет к прекращению фиксации в осадок глауконита; вместо него осадок будет обогащаться аутигенными минералами, свойственными окислительной среде.

В случае обратных соотношений граница окислительно-восстановительных зон сместится вверх и весь осадок окажется в условиях резкого дефицита свободного кислорода; понятно, что и в этом случае осадок не будет обогащаться глауконитом.

Если взять случай равномерного опускания дна бассейна, то стабильное положение границы окислительно-восстановительных зон гидросферы по отношению к верхнему слою осадка может быть обес-

печено только при условии, что количество осажденного материала будет компенсировать опускание.

Только в этом случае может быть обеспечено обогащение каждого вновь образующегося слоя глауконитом. Поэтому насыщенность разреза той или иной осадочной толщи глауконитом следует рассматривать в качестве объективного критерия о формировании ее путем компенсации прогибания накоплением осадка. Следовательно, мощность такой толщи в полной мере отражает масштаб прогибания зоны осадконакопления за время формирования этой толщи.

Наибольшую достоверность подобные выводы будут иметь в случае, когда рассматриваемая мощность осадочной толщи соответствует одному или нескольким законченным ритмам осадконакопления.

В заключение заметим, что изложенные соображения о путях решения проблемы компенсации применимы преимущественно к терригенным толщам морского генезиса; для решения аналогичных задач в условиях толщ других типов необходимо искать другие критерии.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступило 6 X 195

Ա. Գ. Բաբաև

ՀԿՈՒՄՆԵՐԸ ՆՍՏՎԱԾՔԱԿՈՒՏԱԿՈՒՄՈՎ ՓՈԽՀԱՏՈՒՑԵԼՈՒ ՊՐՈԲԼԵՄԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՄԻ ԵՂԱՆԱԿԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Պալեոաեկտոնական վերակառուցումների կարևորագույն հարցը կուտակման շրջանի ճկման մասշտաբի և բերվող բեկորային նյութերի քանակի փոխհարաբերության սահմանումն է (փոխհատուցման պրոբլեմ).

Հոդվածում ցույց է տրված, որ այդ պրոբլեմը ծովային բեկորային ֆացիաների համար կիրառելի ձևով լուծելու գործում մեծ դեր են խաղում աուտիգեն միներալները և, մասնավորապես, գլաուկոնիտը. Ընդ որում օգտագործվում է այն ընդունված դրույթը, որ գլաուկոնիտը նստվածքում կազմավորվում է այն դեպքում, երբ հիդրոսֆերայի օքսիդա-վերականգնման գոտիների սահմանը կայուն դիրք ունի նստվածքի նկատմամբ. Քանի որ այդ գոտու կայուն դիրքը (անկախ նրա խորությունից ծովի կամ օվկիանոսի մակարդակից) կարող է ապահովվել միմիայն ճկման շրջաններում նստվածքակուտակումների դեպքում, հետևաբար, եթե այս կամ այն նստվածքային շերտախմբի կտրվածքը հագեցված է գլաուկոնիտով, ապա կարող է ցուցանիշ լինել այն բանի, որ տվյալ շերտախմբի հզորությունը համապատասխանում է ծովի հատակի իջեցման մասշտաբին՝ շերտախմբի կազմավորման ամբողջ ժամանակաշրջանում.

Ելնելով դրանից, եզրակացվում է, որ գլաուկոնիտով հագեցած նստվածքային ապարների շերտախումբը օրինակ է հանդիսանում ճկումների նստվածքային կուտակումներով փոխհատուցման.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белоусов В. В.* Большой Кавказ, ч. I, II, III. Тр. ЦНИГРИ, вып. 108, 126, 130, 1938—1940.
2. *Белоусов В. В.* Мощность отложений как выражение режима колебательных движений земной коры. „Сов. геология", № 2—3, 1940.
3. *Белоусов В. В.* Фации и мощности осадочных толщ Европейской части СССР. Тр. Инст. геол. наук, вып. 76, 1944.
4. *Белоусов В. В.* Общая геотектоника. Госгеолиздат, 1948.
5. *Пустовалов Л. В.* Петрография осадочных пород. Том I, II, М., 1940.
6. *Рыжков О. А.* К методике составления карт мощностей (в исследованиях по тектонике). Изв. АН Узб. ССР, № 5, 1951.
7. *Страхов Н. М.* Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 124, геол. сер. (45). Изд. АН СССР, М., 1951.
8. *Страхов Н. М.* Диагенез осадков и его значение для осадочного рудообразования. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1953.
9. *Страхов Н. М.* и др. Образование осадков в современных водоемах. Изд. АН СССР, М., 1954.
10. *Хаин В. Е., Шарданов А. Н.* Геологическая история и строение Куринской впадины. Изд. АН Азербайджанской ССР, 1952.
11. *Хаин В. Е.* Геотектонические основы поисков нефти. Азнефтеиздат, Баку, 1954.
12. *Формозова Л. Н.* Глаукониты урочища Кызыл-Сай. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 112, М.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Ֆիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

ПЕТРОГРАФИЯ

Г. П. Багдасарян

О контактовых и постмагматических явлениях, связанных с комплексом щелочных пород центральной Армении

1. Краткие геологические данные

В настоящей статье в кратком виде излагаются результаты анализа и обобщения собранного автором в районе развития Памбакского щелочного комплекса фактического материала, в части, касающейся изучения контактовых и постмагматических явлений, связанных с Тежсарской щелочной интрузией.

В геологическом строении района развития Памбакского комплекса щелочных пород участвуют: 1) мощная толща весьма разнообразных по своему минералого-петрографическому составу метаморфических сланцев с подчиненными им мраморами и доломитами нижнего палеозоя-допалеозоя, прорванная древними (дотуронскими) интрузиями; 2) толща конгломератов, песчаников, туфогеновых и мергелистых отложений верхнего турона—нижнего сенона; 3) толща мергелистых и кремнистых осадков верхнего сенона; 4) мощная толща туфогеново-песчаниковых и эффузивных пород эоцена; 5) вулканогенные образования мио-плиоцена; 6) породы четвертичного возраста, представленные андезито-базальтами, туфами, травертинами и аллювиально-делювиальными отложениями.

В геотектоническом отношении рассматриваемый район входит в интенсивно складчатую так называемую Мисхано-Зангезурскую зону. Главным структурным элементом участка развития указанного комплекса является крупная Памбакская синклиналь общекавказского направления, осложненная разрывами и второстепенными мелкими складками.

Тежсарская щелочная интрузия, с которой генетически и локально связаны рассматриваемые ниже контактовые и постмагматические явления, обнажается в средней части территории распространения Памбакского щелочного комплекса, занимая площадь около 65 *кв. км.* Обнаженность интрузии, равно как и щелочного комплекса в целом, достаточно хорошая. Интрузия размещена в ядре крупной Памбакской синклинали, сложенной из осадочно-эффузивных пород среднего—верхнего эоцена, располагаясь в преобладающей массе своей в области юж-

ного ее крыла. С севера и с юга, недалеко от Тежсарской интрузии, проходят крупные разломы северо-западного простирания, образовавшиеся незадолго до внедрения этой интрузии.

Кроме того, район пересекается довольно крупным разломом СВ простирания, образовавшимся вслед за формированием Тежсарской щелочной интрузии, которую он пересекает, давая также интенсивно развитую систему трещин скалывания СВ направления. Образование указанных главных элементов тектоники района, а также Памбакского щелочного комплекса в целом относится к верхне-эоценовому тектоно-магматическому циклу.

Тежсарская интрузия на современном уровне ее эрозионного среза обнажается, в основном, в интрудированной ею мощной вулканогенной толще среднего-верхнего эоцена. Эта толща сложена в нижней части авгитовыми и полевошпатовыми порфиритами, а в верхней — щелочными туфобрекчиями, а также лавами, туфами, туфопесчаниками с прослойками, туфитов и мергелистых песчаников. Лишь на небольших участках своей периферии Тежсарская интрузия образует пирогенные контакты с относительно более ранними гранитоидными интрузивными телами верхне-эоценового тектоно-магматического цикла, а также отложениями верхнего мела.

По своей чрезвычайно оригинальной и уникальной для Кавказа структуре Тежсарская интрузия принадлежит к типичным представителям редко встречающихся в природе „интрузий центрального типа". Она представлена двумя морфологически различными телами, которые, по-видимому, соединяются на глубине в одно целое [1].

В центре, на площади около 45 *кв. км*, расположено крупное штокообразное тело Тежсарской интрузии — Центральный массив, представляющее в плане эллипс, вытянутый в широтном направлении. Вокруг него обнажается дайкообразное интрузивное тело — Коническая щелочная интрузия, — напоминающее в плане неполное кольцо. Общая площадь обнажения последнего составляет около 20 *кв. км*.

Эта интрузия на современном уровне эрозионного среза отделяется от Центрального массива полосой (барьером) вулканогенных пород эоцена, шириной от 0,9 до 1,6 *км*, зажатой между указанными двумя телами интрузии.

Центральный массив локализован в толще щелочных эффузивов, с которыми дает не резкие пирогенные контакты. Он также, как и Коническая интрузия, характеризуется резко несогласным положением контактов по отношению к элементам залегания вмещающих пород. При общей эллипсовидной конфигурации массива его слабо извилистые контакты падают круто, почти всегда в сторону вмещающих пород, под углом большей частью 72—84°. Иногда плоскость контакта принимает почти вертикальное, а в отдельных участках сравнительно пологое положение. Лишь на одном небольшом участке наблюдается падение контакта в сторону массива, но при углах 80—85°.

Коническая интрузия в виде огромной кольцевой дайки располагается вокруг Центрального массива, окружая его неполным кольцом. Эта интрузия во всех случаях обнаруживает падение контактов (под крутыми углами) в сторону Центрального массива, обладая, таким образом, конусообразной формой. Ее внутренняя, обращенная к Центральному массиву, периферия почти повсеместно дает контакт с толщей щелочных эффузивных пород. Внешний контур интрузии в преобладающей части своей контактирует с порфиритами эоцена, а на сравнительно небольших отрезках с гранитоидными породами верхнего эоцена и с отложениями верхнего мела.

В петрографическом составе пород Тежсарской интрузии принимают участие, в основном, нефелиновые сиениты, щелочные сиениты и псевдолейцитовые сиениты. Пространственное распространение этих пород в интрузии характеризуется следующим.

Центральный массив сложен в средней и северо-восточной части щелочными сиенитами, преобладающую же часть ее составляют нефелиновые сиениты, которые в периферии массива переходят в узкую полосу псевдолейцитовых сиенитов.

Коническое интрузивное тело представлено, главным образом, щелочными сиенитами, при сравнительно нешироком развитии нефелиновых сиенитов.

Переходы между указанными породами как в Центральном массиве, так и в Конической интрузии совершенно постепенные.

II. Контактовые явления

Породы контактовой зоны Тежсарской щелочной интрузии можно подразделить, в основном, на следующие три типа: 1. Скарны и мрамор. 2. Гибридные породы. 3. Контактовые роговики.

1. Скарны встречены нами в двух участках юго-западной контактовой зоны Конической интрузии: у подножья южного склона г. Маймех и в нижнем течении рч. Улапик, где эта интрузия дает непосредственный контакт с известняками и мергелями сенона. Здесь проявляется зона скарнов мощностью от нескольких метров и до 20—30 *м*.

Скарны эпидото-андрадитовые, часто со скаполитом и с линзовидными, гнездообразными выделениями магнетита и гематита; местами они сопровождаются прожилочками и редкой вкрапленностью пирита и, иногда, халькопирита.

Тесно связанные со скарнами известняки раскристаллизованы в желтовато-белые, нередко снежно-белые, мелкозернистые и среднезернистые мраморы.

2. Гибридные породы пользуются широким развитием как внутри Тежсарской щелочной интрузии, так и в ее контактовом ореоле. Детальное исследование этих интереснейших образований, как известно, во многом помогает разрешению вопросов магматического петрогенезиса, поэтому на описании этих пород мы остановимся несколько бо-

лее подробно, касаясь при этом, в основном, гибридных пород контактовой зоны интрузии.

Для ясности изложения следует отметить, что под названием гибридных мы, в полном согласии с А. Н. Заварицким [3], считаем те породы, в которых в той или иной степени сохранились объективные следы двойственного их происхождения, ибо, как правильно замечает указанный автор, материал ранних магматических и осадочных пород может быть входит как существенная составная часть всякой магмы, если признать, что магма с ее способностью к извержению зарождается в толще земной коры тем или иным способом. При таком подходе, разумеется, почти все изверженные породы должны были бы рассматриваться как гибридные.

Тежсарская интрузия нигде, за исключением ее маломощных апофиз и жил, не дает резких контактов с боковыми вулканогенными породами. Контакты выражены обычно полосой гибридных образований, намечающих постепенные переходы от интрузивных к вмещающим эффузивным породам. При этом трудно провести точную границу между полосой контактовых гибридных пород и боковых интрузивных пород, с одной стороны, и контактовых роговиков, с другой. Граница эта представлена обычно полосой той или иной мощности.

Породы гибридной полосы как по цвету, так и по структуре своей достаточно наглядно выделяются в поле от боковых интрузивных и вулканогенных пород. Ориентировочная мощность этой полосы может быть определена для контактовой зоны Центрального массива от 10—15 до 25—35 *м*, а для Конической интрузии от 5—10 до 15—20 *м*. Вариации в мощности полосы гибридных пород контактовой зоны обусловлены как структурой и петрографическим составом пород, вмещающих интрузию, так и характером залегания контактов последней. Так например: а) в тех участках, где боковые породы представлены туфобрекчиями, полоса (зона) гибридных пород развита гораздо шире, чем в случае лав, туффитов и отчасти туфопесчаников; б) при пологом залегании контакта, что впрочем нередко встречается в пределах слабо вскрытых участков Конической интрузии, зона гибридных пород обычно несколько шире.

Внутри зоны развития гибридных контактовых пород в хорошо обнаженных ее участках нередко прослеживается серия разновидностей, характеризующих все переходы от интрузивных к боковым эффузивным породам.

Так например, на северо-восточном участке Конического интрузивного тела от боковых эффузивных пород к интрузивным можно выделить следующие характерные переходные разновидности.

А. Разновидность первая — мелкообломочная туфобрекчия эпилейцитового порфира (фиг. 1). На темной, почти черной поверхности породы с ясно выраженной пирокластической структурой, макроскопически отчетливо выделяются светлые обломки и, реже, целые кристаллы эпилейцита и, отчасти, полевого шпата.

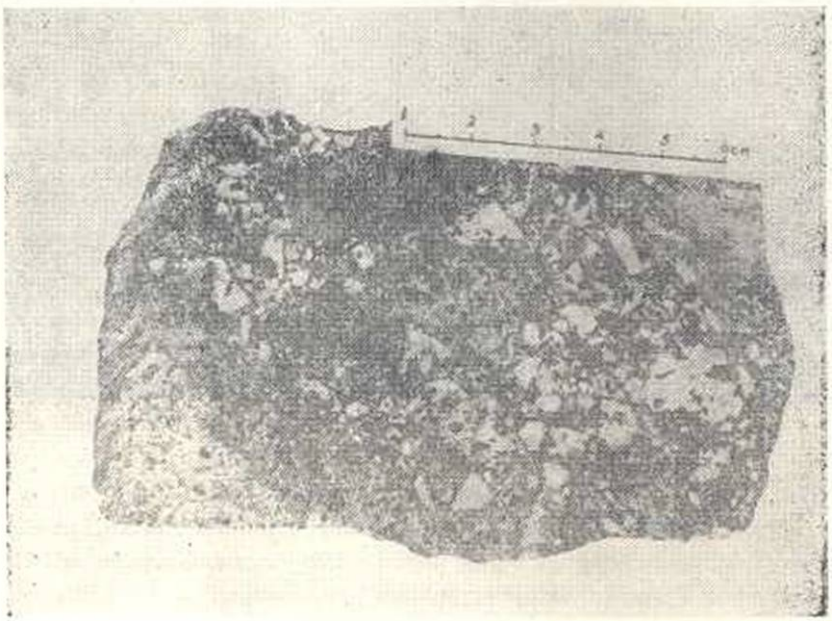
Под микроскопом порода имеет туфогеновый облик; наблюдаются обломки лав состава эпилейцитовых порфиров различной величины и формы, сцементированные пепловым материалом. Встречаются также об-

Фиг. 1.

ломки шлака. Псевдоморфозы по первичному лейциту, присутствующему в виде целых кристаллов и большей частью обломков, выполнены цеолитом, канкринитом (фиг. 2, светлые зерна. Увелич. 20 при одном николе). Цемент пепловый; эпидотизирован и усыпан мелкой пылью рудного минерала — гематита.

Фиг. 2.

Б. Разновидность вторая — подобная же мелкообломочная туфобрекчия щелочного состава. Порода подверглась непосредственному воздействию магмы Тежсарской интрузии (фиг. 3). На темном фоне породы ясно видно проникновение в нее лейкократовой щелочной магмы, сопровождающееся, по-видимому, частичной ассимиляцией породы. Благоприятными для проникновения магмы путями являлись, очевидно, стыки между обломками туфобрекчии.

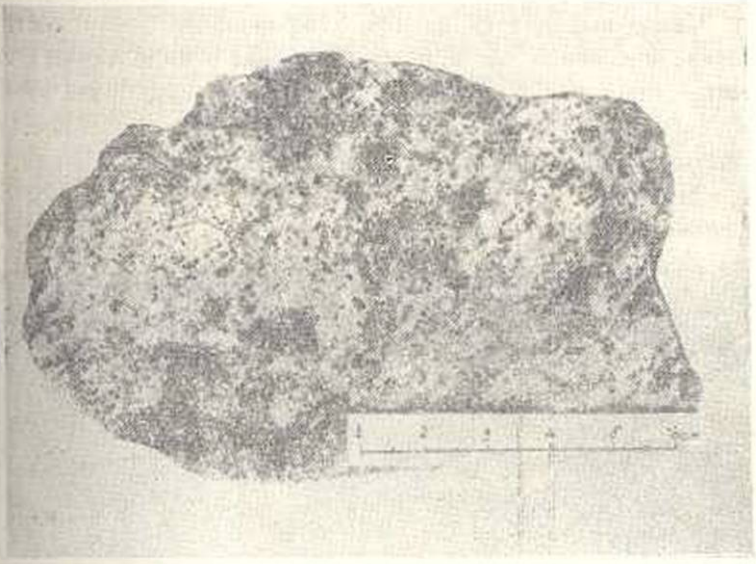


Фиг. 3.

В. Разновидность третья — подобная предыдущим щелочная туфобрекчия. Порода настолько обильно пропитана лейкократовой щелочной магмой, что от первоначальной породы сохранилось лишь небольшое количество фрагментов, являющихся для нее уже ксенолитами (фиг. 4). Главная масса первоначальной туфобрекчии переработана магмой, часть ее разрознена, что ясно видно на светлом фоне пришлифованного штуфа. Величина разрозненных частей (ксенолитов) колеблется от едва заметных простым глазом частичек и до 1,5—2 *см* темных „пятен".

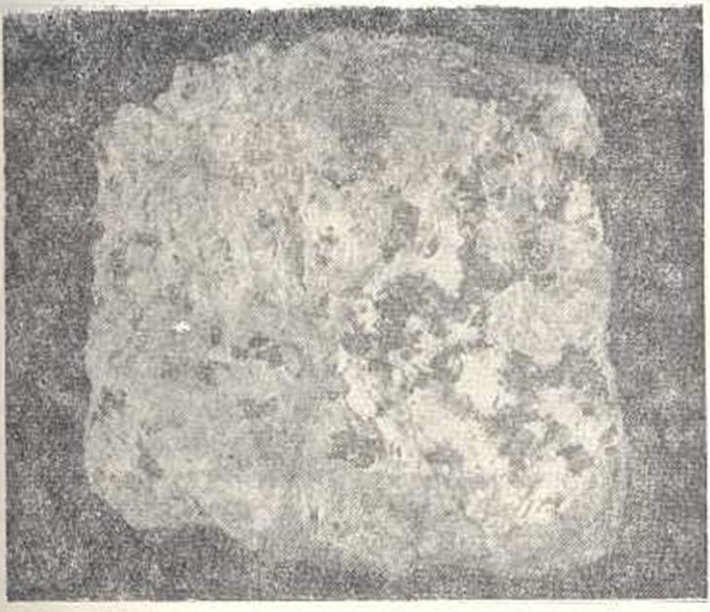
Г. Разновидность четвертая — в пределах перехода от собственно гибридной контактовой полосы к эндоконтактной зоне интрузии, порода уже по внешнему облику приближается к интрузивной. Однако резко выраженное на светлом фоне породы скученное неравномерное расположение перерожденных, перекристаллизованных темных реликтов — ксенолитов свидетельствует о гибридной природе образца (фиг. 5). Эта разновидность характеризует промежуточную стадию развития процесса переработки магмой ксенолитов (боковых пород) меж-

ду породами разновидностей третьей (фиг. 4) и пятой, описание которой дается ниже.



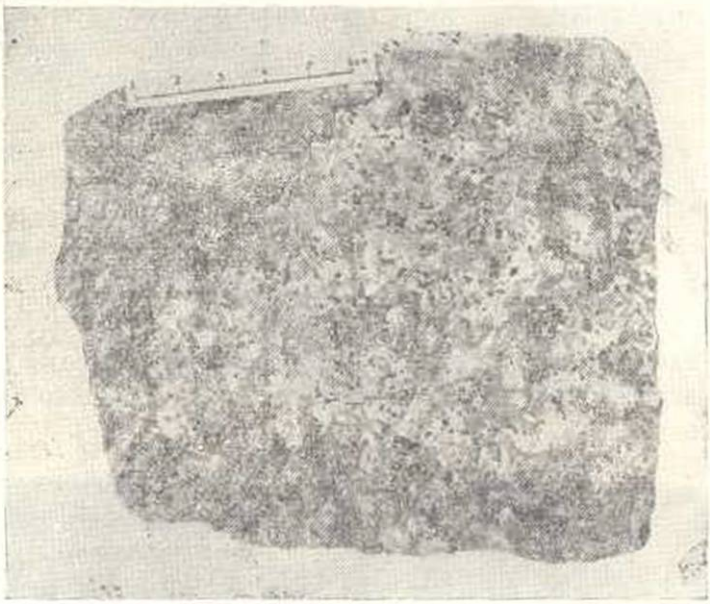
Фиг. 4.

Д. Разновидность пятая — представляет собой одну из характерных разностей интрузивных пород, слагающих эндоконтактную (и приапикальную) зону интрузии.



Фиг. 5.

Порода представляет собой крупнозернистый нефелиновый сиенит. На ее светлосером фоне наблюдаются розовые, переходящие в кремовый цвет выделения, представляющие собой нефелин с переходами в деолит. Четко выделяется на пришлифованной поверхности штуфа темноцветная составная часть, представленная в виде черных неравномерно распределенных в породе пятен. При внимательном наблюдении нетрудно распознать в них останцы разрозненных, неполностью ассимилированных ксенолитов, подвергшихся перекристаллизации. Характерны необычайно прихотливые их очертания. Представлены они преимущественно сгустками „пятнами" величиной большей частью в 1—2 *см* и до едва заметных невооруженным глазом частичек (фиг. 6).



Фиг. 6.

Нередко на небольшом обнажении можно проследить серию переходов, начиная от указанных сгустков (пятен) и до более крупных разностей величиной в несколько сантиметров и больше, представляющих собой явные ксенолиты. Часто в них, а также и в более мелких сгустках, обнаруживаются следы начавшейся „дезинтеграции", вызванной процессом проникновения в ксенолиты и в их останцы (сгустки) магматического вещества, очевидно путем метасоматоза.

Под микроскопом в рассматриваемой разновидности в качестве главных минералов присутствуют: калиевый полевой шпат, плагиоклаз (не всегда), нефелин или продукты его замещения, роговая обманка, иногда моноклинный пироксен, биотит. Акцессорными минералами являются: почти постоянно рудный минерал, затем сфен, апатит, часто циркон, нередко флюорит, меланит, иногда ортит и др.

В качестве вторичных минералов присутствуют: почти всегда альбит, роговая обманка, развивающаяся по моноклинному пироксену, цеолит, канкринит, анальцим, мусковит, замещающие обычно первичный нефелин, затем эпидот-цоизит, нередко кальцит и хлорит.

Темноцветные составные части характеризуются весьма неравномерным распределением, причем под микроскопом хорошо прослеживаются от сконцентрированных на отдельных участочках фемических составных частей — останцев, перекристаллизованных ксенолитов и до совершенно разрозненных их частиц, представленных 2—3, иногда единичными зернами.

Фиг. 7.

На микрофотографии шлифа этой разновидности отчетливо видно (фиг. 7. Увелич. 20, при 1 ник.) прихотливокучное распределение темноцветной составной части, состоящей из баркевикита, эгирин-авгита, биотита, сфена, рудного минерала. С ними тесно ассоциируют призмочки апатита. Лейкократовая составная часть представлена пертитизированным калишпатом и цеолитизированным нефелином.

Таким образом, из описанных пяти разновидностей первая и пятая представляют собой породы, примыкающие с обеих сторон к выделенной собственно контактовой гибридной зоне, являясь крайними членами описачной серии. Последняя разновидность, однако, по природе своей является несомненно также гибридной, хотя она пользуется значительным развитием и на различных участках внутри интрузии. Обусловлено это фактом гибридного происхождения пород интрузии в целом, ибо, как показали наши детальные полевые и микроскопические наблюдения, в пределах Тежсарской интрузии едва ли можно встре-

тить породы, на которых в какой-то степени не сказались следы их двойственного происхождения и контаминированности, включая также пегматиты [2].

Сопоставление вышеописанных пород с исследованными А. Н. Заварицким заведомо гибридными сиенито-диоритами Бердяушского массива [3] указывает на некоторые приведенные ниже черты их сходства.

1. Наблюдающееся непостоянство в структуре и отчасти в минералогическом составе: так же как и на Бердяуше, образец, взятый из данного небольшого участочка Тежсарской интрузии, отличается от пород соседнего участочка своими несколько отличными индивидуальными чертами структуры и внешним обликом.

2. Отмеченное выше четко выраженное „пятнистое" строение породы, обусловленное прихотливым распределением в ней темноцветных составных частей — разрозненных, перерожденных ксенолитов.

3. Почти постоянное присутствие в породах апатита в виде игольчатых кристаллов, а также мелких призмочек, частая их приуроченность к темноцветным составным частям. В дополнение к сказанному отметим, что довольно характерно для наших гибридных пород очень частое присутствие сфена.

4. Заметные вариации в оптических свойствах главных породообразующих минералов, причем эти вариации наблюдаются нередко в одном шлифе, а иногда и в пределах отдельных участочков одного и того же кристалла (калиевый полевой шпат и др.).

Следует также подчеркнуть, что указанное выше „пятнистое" строение и почти постоянное присутствие апатита по данным А. Н. Заварицкого [3], С. Р. Нокольдса [4], А. Харкера и многих других исследователей весьма характерно для изученных ими гибридных пород различных регионов.

В процессе ассимиляции магмой пород вмещающей толщи большую роль играли, несомненно, летучие компоненты магмы. Интенсивность этого процесса вызвана, очевидно, высокой подвижностью магматического расплава, его высокой флюидностью, обусловленной большим содержанием легколетучих составных частей. Об этом свидетельствуют: а) значительное распространение в интрузии и особенно в ее эндоконтактовой зоне шлировидных и, реже, жилообразных выделений пегматитов; б) широкое развитие крупнокристаллических и пегматоидных структур щелочных и нефелиновых сиенитов; в) частое присутствие в них апатита, флюорита, меланита и пр.

Переходя к краткому рассмотрению некоторых особенностей явлений ассимиляции и гибридизма, связанных с Тежсарской щелочной интрузией, следует отметить следующее.

Процессы ассимиляции, обусловленные непосредственным воздействием магматического расплава на боковые породы, происходят вследствие взаимной реакции между ними. А. Н. Заварицкий в результате анализа и обобщения большого фактического и литературного материала по вопросам гибридизма [3] считает, что указанные реакции

заключаются в выравнивании химического состава магмы и ксенолита, принимая, таким образом, среднее значение. Причем, по мнению этого автора, чем ближе минеральный состав ксенолита и заключающей его магмы, тем легче может прийти в состояние устойчивости их комбинация. Взаимная реакция между магмой и ксенолитом прекращается после достижения равновесия или в связи с прогрессирующей кристаллизацией магмы, причем это равновесие, как справедливо отмечает С. Р. Нокольдс [4], устанавливается между ксенолитом и уже контаминированной, но не первоначальной магмой.

Описанные гибридные породы образовались, по-видимому, вследствие воздействия флюидной щелочной полевошпатовой магмы на породы вмещающей вулканогенной толщи. Имела место при этом диффузия флюидного магматического вещества на боковые породы, сопровождающаяся процессами молекулярного замещения. На это указывают сохранившиеся в приконтактовых зонах интрузии конфигурации и некоторые структурные черты ксенолитов, как например, формы крупных даек первичных лейцитосодержащих порфиров, превращенных вследствие этих процессов в псевдолейцитовые сиениты.

Процессы ассимиляции ксенолитов (боковых пород) сопровождались затем их дезинтеграцией, что наглядно выражено чуть ли не на каждом образце породы.

Явление разрознения ксенолитов, способствующее более тесному их смешению с веществом магмы, могло происходить, вероятно, путем растворения неустойчивых фаз породы ксенолитов, а также вследствие кристаллизации минералов из проникнутого в ксенолиты магматического вещества.

3. Контактовые роговики. Эти породы образуют контактовый ореол вокруг Тежсарской щелочной интрузии, располагаясь непосредственно за полосой гибридных пород, с которыми они связаны постепенными переходами. Широко развиты они в пределах „барьера" вулканогенных пород, отделяющего на современном эрозионном уровне Центральный массив от Конического интрузива, слагая мощную, до 60 *м*, полосу вокруг первого и узкую, до 40 *м*, вокруг второго тела. Полоса контактовых роговиков по мере удаления от интрузии, в свою очередь, постепенно переходит в свежие неметаморфизованные породы вмещающей толщи.

Контактовые роговики образованы за счет вулканогенных пород различного состава. Макроскопически это плотные, серые, темносерые до черного цвета породы, которые к зоне гибридных пород постепенно приобретают сравнительно светлый облик и более заметную кристаллическую (роговиковую) структуру.

Минералогически контактовые роговики, так же как и гибридные породы, несколько разнообразны; на их составе сказывается, естественно, первичная петрографическая природа метаморфизованной породы.

Рассмотрим характерную, широко развитую в ореоле Централь-

ного массива породу, представляющую собою переходную разновидность между явно гибридной породой и контактовым роговиком.

Породы этой разновидности, приуроченные к контактовой зоне нефелиновых сиенитов и щелочных трахиандезитов (приближающихся по составу к лейцитовым фонолитам), макроскопически серые с плотным мелкозернистым строением. Невооруженным глазом хорошо видны на светлом фоне породы мелкие, округлые выделения темноцветной составной части.

Под микроскопом структура породы бласто-порфировая, гетеробластовая, роговиковая; текстура массивная. Величина зерен колеблется от 0,05 до 0,2 *мм* и нередко достигает 0,4—0.5 *мм*.

В минералогическом составе породы в качестве главных компонентов участвуют: калиевый полевой шпат, плагиоклаз, нефелин, анальцим, роговая обманка, нередко также биотит, моноклинный пироксен и мусковит. В качестве акцессориев присутствуют: рудный минерал в виде магнетита, сфен, апатит, флюорит, циркон, часто также андалузит и меланит. Первые два акцессорных минерала нередко пользуются столь заметным распространением в шлифах, что могут быть отнесены количественно в группу второстепенных компонентов.

Калишпат составляет 40—60% площади шлифов; представлен часто двумя разновидностями, располагающимися как бы скученно, значительно пелитизированными и прозрачными зернами. Последние, как в описываемых, так и в других породах контактовой зоны, большей частью обнаруживают угасание, близко напоминающее структуру микроклина, давая иногда довольно характерную для микроклина решетку. Рассмотрение такого микроклина, как минерала более низкотемпературной модификации, образованного в результате постмагматических процессов, едва ли было бы правильным для данного случая; против этого говорит также отсутствие в нем пелитовой мути и чрезвычайно прозрачный свежий его облик. Образование его, вероятнее всего, обусловлено процессом метасоматического замещения калиевого полевого шпата породы в результате молекулярной перегруппировки вещества. Подобные явления, впрочем, описаны, например, Ю. А. Билибиным по Ыллымахскому щелочному массиву и другими исследователями.

Плагиоклаз составляет от 5 до 20% шлифа, обычно полисинтетически сдвойникован. Светопреломление значительно выше канадского бальзама; в разрезах симметричного угасания определяется в нем 34—36% анортитовой молекулы.

Нефелин в свежем виде присутствует в небольших количествах — от 10 до 25%; он большей частью замещен анальцимом. Зерна его обычно изометричные и овальные, иногда до 1,5 *мм* величины.

Пироксен встречается реже; относится в одних случаях к авгиту и эгирин-авгиту, в других — к последнему и эгирину. Большей частью он замещен роговой обманкой и биотитом.

Амфибол составляет 10—15% шлифов, образует большей частью ситовидные, призматические и реже неправильные зерна величиной до 1,5 *мм*. Ситовидная структура его обусловлена многочисленными включениями — в виде пойкилитовых вростков — зерен калишпата, плагиоклаза, нередко рудного минерала, сфена, циркона и пр. По своим оптическим свойствам амфибол принадлежит в одних шлифах к обыкновенной роговой обманке, в ряде других — к баркевикиту или гастингситу. Последний является часто вторичным образованием по пироксену. В свою очередь роговая обманка в той или иной мере замещена биотитом.

Сфен образует нередко относительно крупные, до 0,5 *мм*, зерна, часто также с ситовидной структурой. Рудный минерал присутствует в мелких зернах, в косом освещении он определяется как магнетит. Сфен и рудный минерал составляют вместе до 6—8% породы.

Акцессорные минералы: циркон, апатит и нередко андалузит встречаются в описываемых породах обычно в довольно заметном количестве.

III. Постмагматические процессы

Постмагматические процессы, связанные с Тежсарской щелочной интрузией, развиты в ее пределах весьма широко и характеризуются большой сложностью.

В результате микроскопического изучения большого количества шлифов и полевых наблюдений можно наметить следующий ряд постмагматических процессов, генетически и локально связанных с указанной интрузией:

а) Альбитизация, пелитизация и серицит-мусковитизация полевых шпатов.

б) Цеолитизация, канкринитизация, мусковитизация нефелина в нефелиновых и псевдолейцитовых сиенитах, сопровождающаяся часто развитием анальцима, реже содалита.

в) Процессы замещения моноклинного пироксена роговой обманкой и биотитом, с выделением эпидота, кальцита, магнетита; замещение роговой обманки как первичной, так и вторичной биотитом и другими минералами, частое присутствие в породах флюорита, апатита.

г) Пиритизация с незначительным развитием халькопирита марганцевых соединений и пр.

Пелитизация калиевого полевого шпата характерна для преобладающего большинства шлифов. Пелитовое вещество там, где это удавалось нам наблюдать при больших увеличениях, оставляет впечатление мельчайших частичек жидкости буровато-розового цвета, обусловленного дисперсионным эффектом.

В сильно пелитизированных калиевых полевых шпатах пелитовое вещество довольно густо и неравномерно покрывает зерна калишпата, а альбитизация при этом развита весьма интенсивно и нередко пертитовые вростки занимают 3/4 объема зерен калишпата.

Процессы альбитизации, кроме того, выражены в наличии нередко наблюдающихся оторочек альбита вокруг кристаллов калишпата, проникающих затем внутрь зерна, в виде прожилочек , пятен, ленточек и т. п.

Явления альбитизации и пелитизации, по-видимому, сопровождают друг друга; естественно поэтому полагать, что они тесно связаны с воздействием на породы постмагматических растворов. С последними связано также метасоматическое замещение нефелина канкринитом, цеолитом, мусковитом, анальцимом.

Намечается некоторая причинная зависимость в образовании указанных продуктов замещения нефелина от интенсивности процессов гидротермального воздействия:

1) при слабой или умеренной пелитизации калишпата нефелин в тех же шлифах замещается канкринитом и цеолитами (типа томсонита, иногда натролита), при этом в умеренно пелитизированных участках наблюдается слабое развитие листочков мусковита по цеолиту и, кроме того, иногда можно встретить незамещенные остатки зерен нефелина;

2) в шлифах с значительной степенью пелитизации калишпата остатки нефелина и канкринит полностью замещены цеолитами типа томсонита; по цеолитовым агрегатам развивается мусковит, а также, часто в значительном количестве, анальцим. Кроме того, цеолитизация захватывает частично соседние участки полевых шпатов;

3) в шлифах с интенсивно пелитизированным и альбитизированным калишпатом цеолитовое вещество по нефелину в большинстве случаев нацело замещено мусковитом часто с анальцимом. Последний развивается иногда и по полевому шпату.

Развитие анальцима, как явно вторичного в наших породах низкотемпературного минерала, связано, вероятно, с более поздними гидротермальными процессами.

Развитие мусковита в породах с псевдоморфозами по лейциту происходит, скорее всего, за счет нефелина. На это указывают: а) часто встречающиеся в шлифах разрезы зерен, которые обладают габитусом, напоминающим нефелин; б) присутствие канкринита в ассоциации с псевдоморфозами цеолита по нефелину.

Флюорит в качестве акцессорного минерала присутствует во многих шлифах. В заметно гидротермально измененных породах интрузии и приконтактовых вмещающих породах он развит значительно интенсивнее, являясь второстепенной, а иногда и существенной составной частью породы. Кроме того, на ряде участков более сильно проявленных постмагматических процессов флюорит в ассоциации с примесью некоторых других минералов откладывается по трещинкам пород.

В целях сравнения химизма свежей и постмагматически измененной породы Тежсарского интрузива ниже приводятся результаты химического анализа этих пород. Образец № 502 представляет крупнокристаллический нефелиновый сиенит из Центрального массива, а об-

разец № 503 является постмагматически измененной разностью предыдущего; он взят из средней части гидротермально измененной (мощностью в 2 *м*) полосы, приуроченной к трещине СВ простирания.

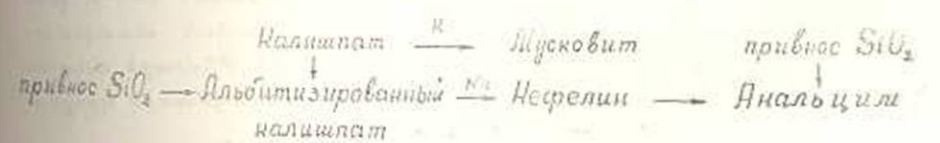
№ № обр.	Весовые проценты окислов												
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O^-	H_2O^+	Сумма
502	67,04	0,15	19,30	3,40	1,41	0,22	0,45	2,47	1,39	11,05	0,26	3,07	100,69
503	61,10	0,13	21,78	2,01	0,27	0,07	0,42	0,41	3,96	8,32	0,20	1,02	99,72

Из этой таблички мы видим, что в постмагматически измененной породе по сравнению со свежей (502) значительно выше содержания: кремнекислоты (на 4,06%), глинозема (2,48%), двуокиси натрия (2,57%), и, наоборот, значительно ниже содержания: Fe_2O_3 (1,39%), FeO (1,14%), CaO (2,06%), K_2O (2,73%).

Из рассмотрения химического состава пород можно предположить, что гидротермы, проникающие вдоль широко развитых в Центральном массиве трещин северо-восточного простирания, привносили в породу, главным образом, кремнезем, глинозем и натрий, выносили железо, кальций и калий. Это предположение подтверждается в известной мере также минералогически: под микроскопом калишпат сильно, почти на 65% альбитизирован и интенсивно пелитизирован; темноцветные минералы разложены, выщелочены, причем часть железа в виде водного окисла пропитывает породу. Этим и обусловлен буровато-желтый внешний облик породы.

Сумма щелочей, как видно из анализов, остается в обоих случаях почти постоянной, причем, как уже отмечалось выше, в гидротермально-измененной породе № 503 повышено содержание натрия при уменьшении калия.

Микроскопическое изучение шлифов, наряду с данными химических анализов, позволяет изобразить химико-минералогическую характеристику постмагматических процессов в виде приведенной ниже схемы.



В дополнение к вышеизложенному следует напомнить, что, как указывалось нами ранее [1], намечается определенное изменение химизма щелочного расплава в магматическом очаге в период формирования Тежсарского комплекса щелочных пород.

Так, детальные исследования приводят к убеждению, что в первом этапе формирования щелочного комплекса эволюция магмы в едином очаге приводила, по-видимому, к значительному обеднению щелоч-

ного расплава калием. Это явление обусловлено процессом интенсивного выпадения из расплава интрателлурических кристаллов лейцита. Магма, изобилующая вкрапленниками лейцита, формирует затем мощную толщу щелочных эффузивных пород и крупных кольцевых даек лейцитовых порфиров. Уже во втором этапе магматической деятельности, перед формированием собственно Тежарской интрузии, щелочный расплав в магматическом очаге, за счет выноса калия, относительно обогащается натрием и отчасти кремнеземом. Это сказывается на составе пород интрузии, сложенной преимущественно нефелиновыми сиенитами, а также на довольно интенсивно проявленной ее пегматитовой фазе, характеризующейся значительным богатством нефелина.

Эти данные, наряду с охарактеризованными выше результатами постмагматических процессов, приводят к убеждению о геохимической унаследованности постмагматическими растворами особенностей магматических процессов в Тежарском комплексе.

В заключение следует отметить, что постмагматические явления в Тежарской щелочной интрузии и во вмещающих ее породах, конечно, не исчерпываются приведенными выше данными. Здесь имели место, по-видимому, и более сложные процессы, с которыми очевидно связаны проявления на ряде участков некоторых других минеральных новообразований, представляющих определенный интерес.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступило 10 V 1955.

Գ. Պ. Բաղդասարյան

ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԼԿԱԼԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԿՈՄՊԼԵՔՍԻ ՀԵՏ ԿԱՊՎԱԾ ԿՈՆՏԱԿՏԱՅԻՆ ԵՎ ՀԵՏՄԱԳՄԱՏԻԿ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում շարադրվում է հեղինակի կողմից Հայկական ՍՍՌ-ի կենտրոնական մասում կատարված գեոլոգո-պետրոգրաֆիական հետազոտությունների այն արդյունքները, որոնք վերաբերում են Թեժսարի ալկալային ինտրուզիայի հետ կապված կոնտակտային և հետմագմատիկ պրոցեսներին։

Ինտրուզիայի կոնտակտային գոտու ապարների մանրամասն պետրոգրաֆիական հետազոտությունները լույս են սփռում այդ ինտրուզիան կազմող ալկալային ապարների ատաջացման խնդրի վրա և ցույց են տալիս նրանց հիբրիդային բնույթը։

Նույն ինտրուզիայի հետ գենետիկորեն կապված հետմագմատիկ պրոցեսների միներալոգիական և քիմիական հետազոտությունները բերում են որոշ գեոքիմիական եզրակացությունների, քան որոնց՝ ա) Թեժսարի ինտրուզիայում, նրա կենտրոնական զանգվածում լայն տարածված ճեղքե-

բով ներարկվող հիդրոթերմերը բերել են գլխավորապես Si-*ի*, Al-*ի*, Na-*ի և դուրս տարել* Fe-*ի*, Ca-*ի և* K-*ի միացությունները. բ) այդ հետմագմատիկ լուծույթներն ըստ իրենց բնույթի իրենց վրա կրում են նույն ինտրուզիայի մագմատիկ պրոցեսների գեոքիմիական ժառանգականությունը։*

ЛИТЕРАТУРА

1. *Багдасарян Г. П.* О механизме внедрения и этапах формирования Тежсарской щелочной интрузии в Армении. Изв. АН Армянской ССР, том III, № 8, 1950.

2. *Багдасарян Г. П.* Щелочные пегматиты центральной Армении. ДАН Армянской ССР, том XIX, № 4, 1954.

3. *Заварицкий А. Н.* Петрография Бердяушского плутона. Труды ЦНИГРИ, вып. 96. ОНТИ-НКТП СССР 1936.

4. *Nockolds S. R.* Some Theoretical Aspects of Contamination in Acid Magmas. Journ. of Geol. vol. XLI, № 6, 1933.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Ֆիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. М. Карапетян, А. С. Торосян

Защитный промежуток ЗП-1 для цепи 1000 вольт передвижной подстанции электротракторного агрегата

Передвижная подстанция электротракторного агрегата служит для питания электротрактора. Посредством токосъема она подсоединяется в любом месте к полевой сети 6—10 *кв* и питает электротрактор по кабелю напряжением 1.0 *кв*. (фиг. 1).

Опасные перенапряжения в цепи 1.0 *кв*. передвижной подстанции появляются:

1) при атмосферных перенапряжениях вследствие перехода блуждающих волн от обмотки 6—10 *кв* на обмотку 1,0 *кв*;

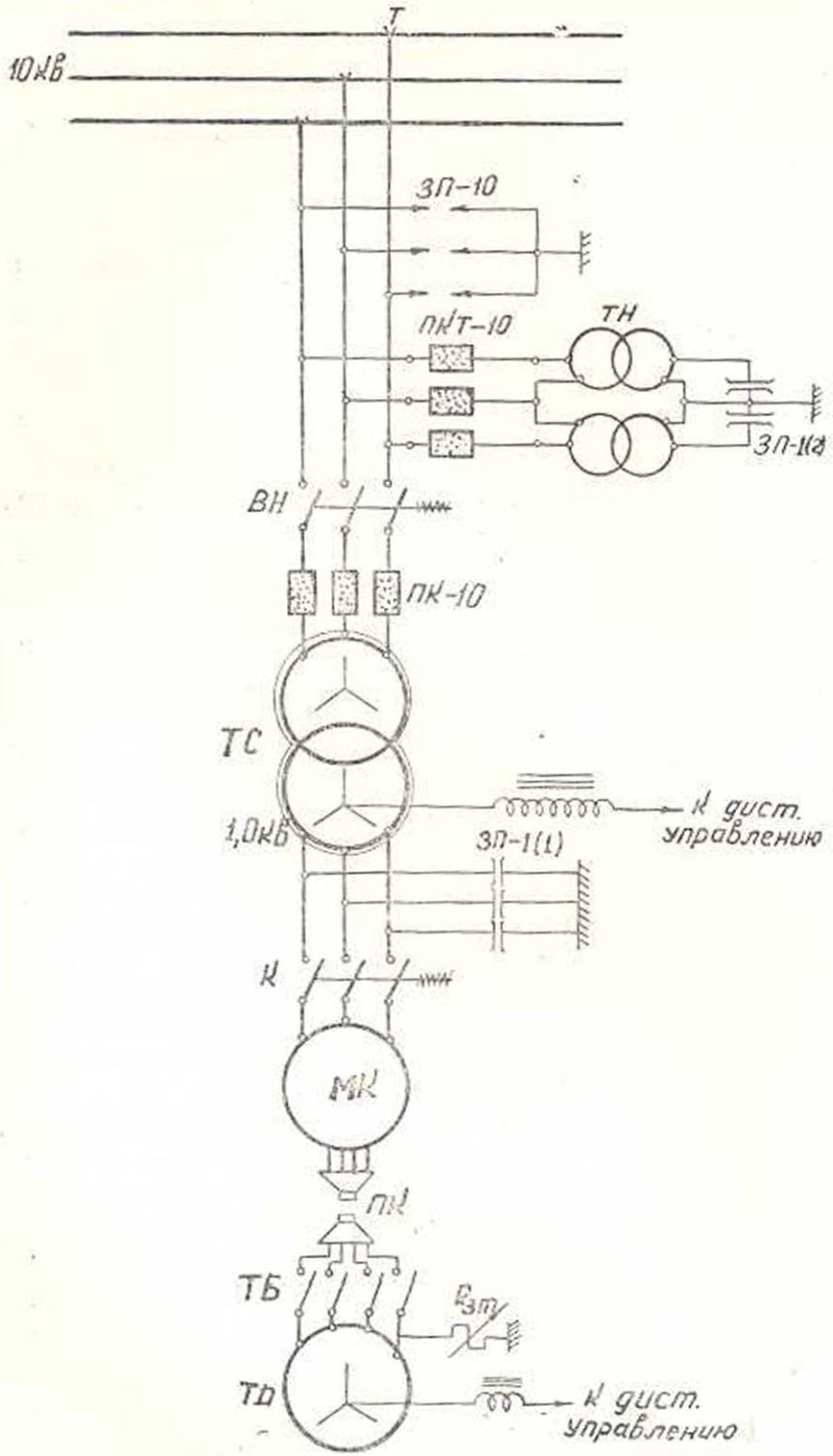
2) при повреждении главной изоляции между обмотками силового трансформатора.

В первом случае рассмотрение волнового процесса с учетом подпора напряжения на корпусе подстанции вследствие сработывания защитных промежутков ЗП-10 показывает, что разность потенциалов между обмоткой 1,0 *кв* и корпусом может иметь опасную величину. Для предотвращений пробоя изоляции обмотки трансформатора необходимо ее шунтировать. Эту функцию должен выполнить защитный аппарат.

Во втором случае защитный аппарат выполняет роль пробивного предохранителя.

Рассмотрение существующих защитных аппаратов, а именно: вентильного, трубчатого разрядника и пробивных предохранителей линии связи [3], показывает, что требованиям защиты изоляции обмотки 1,0 *кв* силового трансформатора указанные аппараты не могут удовлетворять. Следует отметить, что эти аппараты предназначены для стационарных устройств и завод-изготовитель не гарантирует их работу на передвижных установках, кроме этого таких аппаратов на номинальное напряжение 1,0 *кв* не выпускается. Поэтому нами разработан специальный защитный промежуток ЗП-1 (фиг. 2).

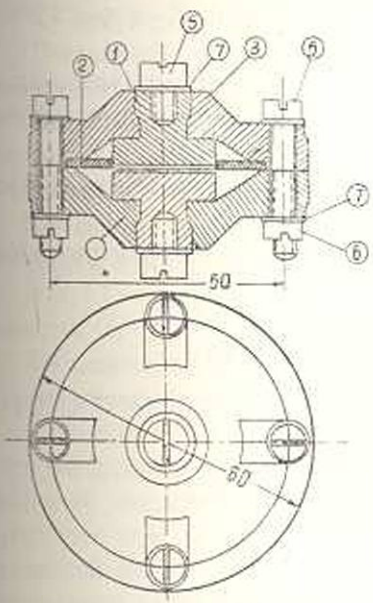
Защитные промежутки должны быть установлены на трех фазах. Установка защитных промежутков на всех трех фазах силового трансформатора не может привести к появлению сопровождающего тока трехполюсного короткого замыкания в цепи 1.0 *кв*. Действительно, при появлении блуждающих волн у места присоединения подстанции долж-



Фиг. 1. Принципиальная схема электротракторного агрегата.

Т — токосъем. ЗП—10—Защитный промежуток на 10 *кв*. ПКТ—10 и ПК—предохранители на 10 *кв*. ТН—Трансформатор напряжения 6/0,1 *кв*. ЗП—1(1)—защитный промежуток на 1,0 *кв*, ЗП—1(2)—защитный промежуток на 0,1 *кв*. ТС—Трансформатор силовой 10/1,0 *кв* 75 ÷ 100 *ква*. ПК—Пакотный кабель, ТБ—токосъем барабана, ТД—тракторный двигатель, $R_{зт}$—сопротивление заземления трактора.

ны сперва сработать главные защитные промежутки ЗП-6—10, в результате чего возникает короткое замыкание в цепи 10 *кв*, и, следовательно, отключение полевой линии на питающей подстанции.



Фиг. 2. Защитный промежуток ЗП-1; *а* — разрез; *б* — общий вид.

Выбор конструкции защитного промежутка

Защитный промежуток должен удовлетворить следующим требованиям:

1. Напряжение срабатывания защитного промежутка должно быть выше уровня коммутационных перенапряжений, т. е. $U_{пр} \geqslant 4 \cdot U_{ф} = 2540$ вольт (принимая кратность коммутационных перенапряжений — 4,0) и ниже уровня изоляционной прочности аппаратов 1,0 *кв*.

2. Вольтсекундная характеристика защитного промежутка должна быть пологая до предразрядных времен 1—2 *мксек*.

3. Напряжение срабатывания промежутка должно быть стабильным.

4. Защитный промежуток должен быть многократного действия.

5. Защитный промежуток должен пропускать токи однофазного замыкания на землю сети 6—10 *кв* без заметного изменения защитных характеристик.

6. Не допускается окисления электродов защитного промежутка.

Защитный промежуток ЗП-1 (фиг. 2а) состоит из двух рабочих электродов *1* с закругленными краями, внутренние поверхности которых образуют защитный воздушный промежуток *d*, а в наружные части ввинчены рабочие зажимы *4*. Один из рабочих электродов окаймлен шайбой из миканитовой пластины *2*. Рабочие электроды запрессованы в корболетовые крышки *3*.

Конструкция ЗП-1 разработана совместно с работниками Ереванского электромашиностроительного завода. Главным параметром

защитного промежутка является величина междуэлектродного расстояния d.

Первому требованию удовлетворяет воздушный промежуток с соответствующим междуэлектродным расстоянием d.

Удовлетворение второму, третьему и четвертому требованиям достигается путем подбора соответствующей конструкции, создающей равномерное поле.

Удовлетворение пятого требования достигается подбором соответствующего материала электродов.

Шестому требованию удовлетворяет закрытая герметичная конструкция.

Электрическое поле промежутка

Условие пробоя воздушного промежутка определяется [1] уравнением

$$\gamma\left(e^{\int_0^d \alpha dx} - 1\right) = \mu \qquad (1)$$

где: γ — коэффициент поверхностей ионизации,

α — первый коэффициент объемной ионизации,

μ — ионизационное нарастание, равное единице (режим стационарного разряда),

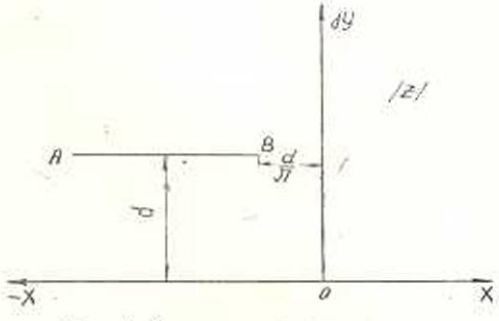
d — междуэлектродное расстояние в *см*.

Основная задача конструирования защитного промежутка заключается в проектировании электродов применительно к заданному характеру поля.

В силу того, что электроды являются телом вращения, можно ограничиться расчетом кривой, которая получается от пересечения рабочей поверхности электрода с перпендикулярной к ней поверхностью, проходящей через центр тела вращения.

Для расчета пользуемся формулами преобразования Шварца [2].

При построении электрического поля одна из обкладок бесконечной протяжности совпадает с осью X—X (фиг. 3), а другая обкладка имеет конечную длину.



Фиг. 3. Сечение плоского конденсатора плоскостью комплексного переменного.

На плоскости z координаты x и y произвольной точки имеют следующую связь:

$$x = A\left(e^{\varphi}\cos\vartheta + \varphi\right)$$
$$y = A\left(e^{\varphi}\sin\vartheta + \vartheta\right) \qquad (2)$$

где $A = \frac{d}{\pi}$ — расстояние от края проводящей полуплоскости до мнимой оси,

$\varphi = \ln\frac{r}{r_0}$, r — радиус

вектора в полярных координатах, r_0 — первоначальное значение радиуса вектора $r_0 = -1$,

θ — аргумент x (θ, φ) и y (θ, φ).

Построение электрического поля проводится для $\theta = 0$; 0,2 π; 0,4 π; 0,6 π; 0,8 π и $\varphi = 0$; $-0{,}5$; $-1{,}0$; $-1{,}5$; -2.

Известно, что если функцию $f(z) = u + jv$ приравнять к постоянным величинам $U = u(x, y) = const = \varphi_1; \varphi_2; \varphi_3$, а $V = v(x, y) = const = \theta_1; \theta_2; \theta_3$, то на плоскости Z получится ряд ортогональных линий, $v(x, y) = \theta_1$, θ_2, $\theta_3 = const$ — определяет уравнение следов эквипотенциальных поверхностей на плоскости Z.

$u(x, y) = \varphi_1; \varphi_2; \varphi_3 = const$ — уравнение силовых линий поля на плоскости Z.

На основании теоретических и экспериментальных данных оптимальное междуэлектродное расстояние промежутка $d = 0{,}9$ *мм*.

С помощью вышеприведенных уравнений определяем форму рабочих электродов, обеспечивающих сравнительно равномерное поле, стабильное напряжение срабатывания и многократность действия. Это достигается тем, что один из них выбирается совпадающим с эквипотенциональной поверхностью $\theta = 0{,}5\pi$ (фиг. 4.). При $\theta = 0{,}5\pi$ кривая противоположного электрода является симметричным изображением первого. Поэтому коэффициент преобразования междуэлектродного расстояния равняется единице.

Как видно из фиг. 4, поверхность рабочих электродов практически совпадает с линией равного потенциала $\theta = 0{,}5\pi$.

Одним из главных показателей защитных промежутков является вольтсекундная характеристика, которая характеризует защитные свойства промежутка при разных предразрядных временах. Защитный промежуток закрытого типа изолирован от действия радиоактивных излучений земной коры, следовательно начальная ионизация будет ослаблена.

В силу „прилипания" свободного электрода к молекуле, из-за столкновения с ними и т. д., время появления первого эффективного электрона будет различное в зависимости от напряженности поля.

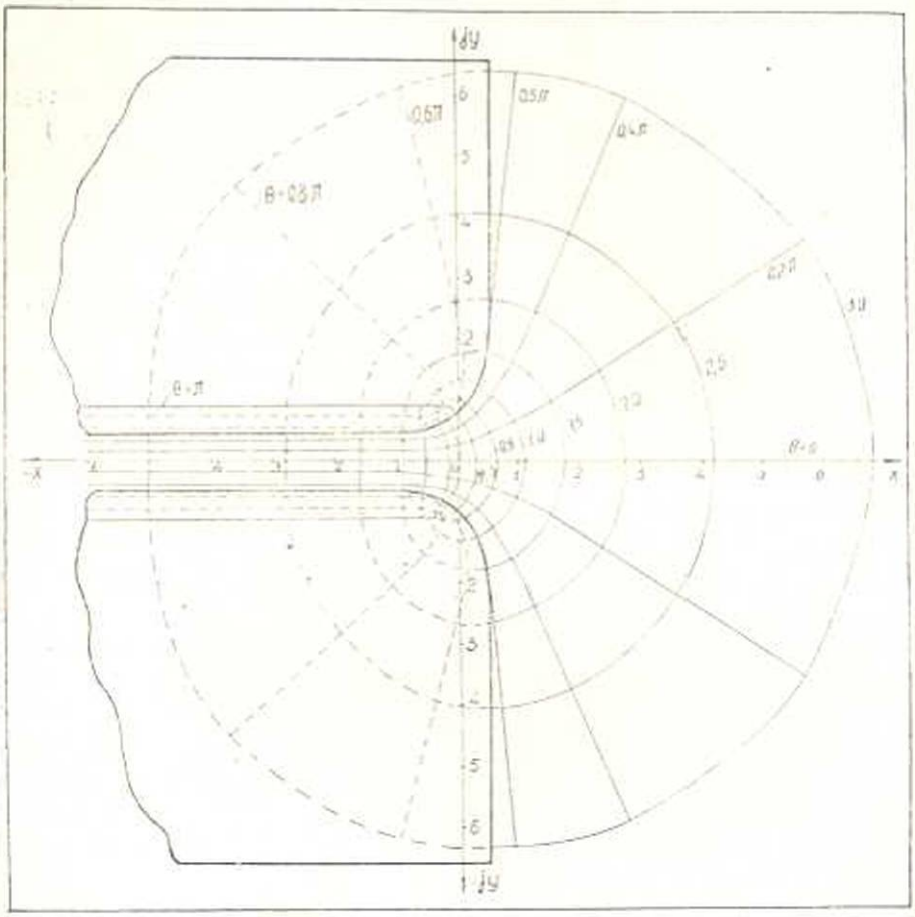
Защитные промежутки закрытого типа без подсвечивания или освещения имеют большие разбросы по величине пробивного напряжения и предразрядного времени, а коэффициент импульса подымается уже при $t_0 = 2 \div 3$ *мксек* до $2{,}3 \div 2{,}8$ [4].

В защитном промежутке с малым разрядным расстоянием ($d = 0{,}9$ *мм*) время разряда сводится только к времени статического запаздывания. При уменьшении статического времени запаздывания до $t_0 = 2 \div 3$ *мксек* напряженность, при которой формируется канал разрядов, резко возрастает.

Как показывают теоретические и экспериментальные исследования, статическое время запаздывания в сильной степени зависит от интенсивности освещения поверхности катода и материала электро-

да [3]. С увеличением освещения катода увеличивается количество эффективных электродов в единицу времени.

Подсвечивание защитного промежутка ЗП-1 осуществляется при помощи миканитовой шайбы, окаймляющей рабочий электрод.



Фиг. 4. Электрическое поле между двумя полуплоскостями с наложенными на него поверхностями электродов ЗП-1.

Как известно, на поверхности раздела двух диэлектродов (фиг. 5) отношение тангенсов преломления векторов напряженности поля прямопропорционально диэлектрическим проницаемостям

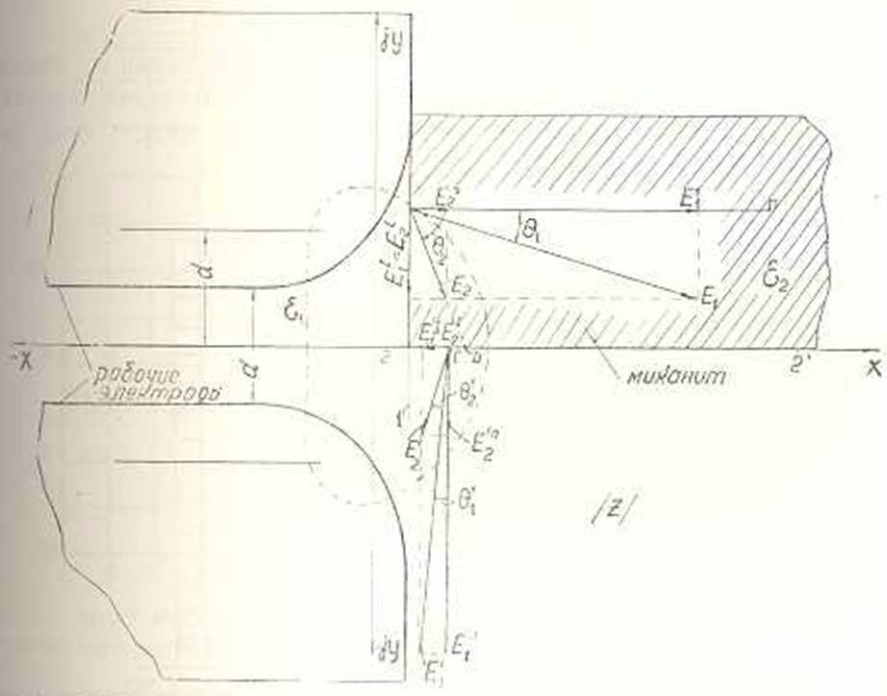
$$\frac{\operatorname{tg}\theta_1}{\operatorname{tg}\theta_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2},$$

а векторы напряженности поля обратно пропорциональны этим величинам

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}.$$

На краях рабочих электродов линии электрического поля — кривые, поэтому E_2' на поверхности 22′ в миканите будет где-то в точке

„Г" вместо точки „D", а в той же точке в воздухе — E'_1. На фиг. 5 показано изменение вектора напряженности как по величине, так и по углу.



Фиг. 5. Влияние миканитовой шайбы на векторы напряженности электрического поля ЗП-1.

Как видно из фиг. 5, между миканитовой шайбой и рабочим электродом, где они соприкасаются, получается сгущение линий электрического поля, и, следовательно, большие напряженности поля.

Принимая во внимание, что шайба собрана из тонких слоев миканита, можно сказать, что между этими слоями получаются большие напряженности поля (на фиг. 5 это не показано). При этом на поверхности миканита получается светящаяся полоска поверхностной короны. При увеличении напряжения светящаяся полоска увеличивается и преобразуется в местные разряды. Излучение этих разрядов подсвечивает междуэлектродное пространство. Таким образом, уменьшение начальной ионизации в закрытом промежутке при импульсных напряжениях компенсируется подсвечиванием промежутка с помощью миканитовой шайбы.

Уменьшение начальной ионизации при переменном токе компенсируется длительностью приложения напряжения.

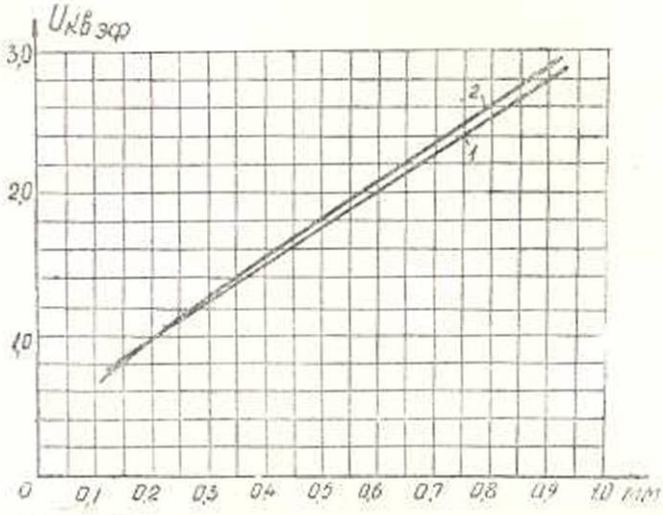
Экспериментальное исследование

Для исследования промежутка ЗП-1 были изготовлены 1 комплект макетного образца с латунными электродами в гетинаксовых изо-

лирующих крышках и 12 комплектов промышленных образцов с электродами, изготовленными из различных материалов: латуни без покрытия, латуни с покрытием из олова, хрома, стали с покрытием из цинка, никеля и меди без покрытия.

Были проведены следующие эксперименты:

1. *Определение зависимости* пробивного напряжения от междуэлектродного расстояния d. Как видно из фиг. 6, экспериментальная кривая 2 совпадает с расчетной кривой 1; разница между ними составляет максимум 3,2%.



Фиг. 6. Зависимость пробивного напряжения от междуэлектродного расстояния.

Фиг. 7 показывает, насколько влияет качество обработки поверхности электродов при повторных пробоях (n) на электрическую прочность промежутка. Кривая 2 соответствует шлифованной поверхности, а кривая 1 — нешлифованной.

Кривая 1 имеет разброс по пробивному напряжению ± 400 *в*, а кривая 2 ± 30 *в*.

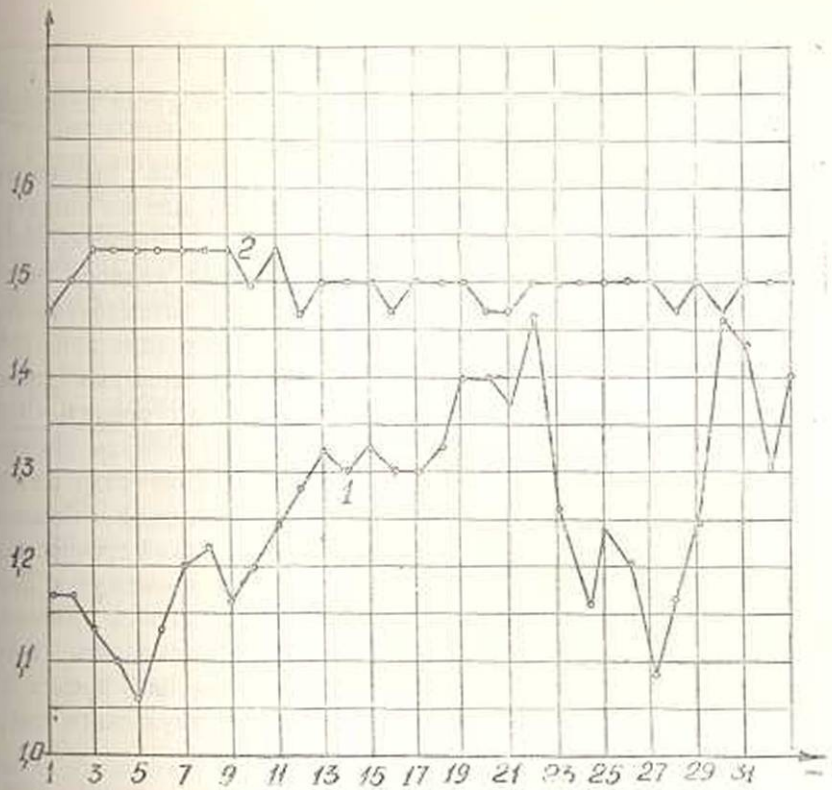
2. *Вольтсекундная характеристика.* Для снятия вольтсекундной характеристики промежутка применялся импульсный генератор напряжения с емкостью в ударе 0,05 *мкф*. Демпферные и разрядные сопротивления выбраны из условий получения стандартной волны (1,5/40 *мксек*).

Были сняты 100 осциллограмм разрядов при разных предразрядных временах и величинах амплитуды напряжения при наличии подсвечивания промежутка.

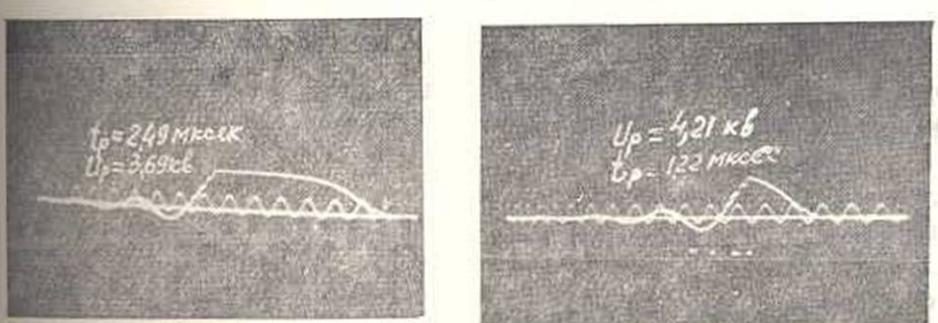
На фиг. 8, а, б, в, показаны осциллограммы среза волны на промежутке при разных предразрядных временах.

На фиг. 9 показаны вольтсекундные характеристики промежутка, при относительной плотности воздуха $\delta = 0{,}9$.

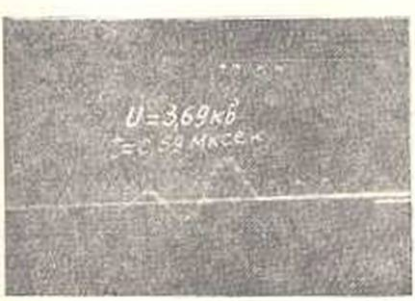
На фиг. 10 показана зависимость коэффициента импульса от предразрядного времени $K_i = f(t_d)$ с подсвечиванием и без подсвечивания.



Фиг. 7. Разброс пробивного напряжения от состояния поверхности рабочих электродов: *1*—необработанная поверхность, 2—обработанная поверхность.



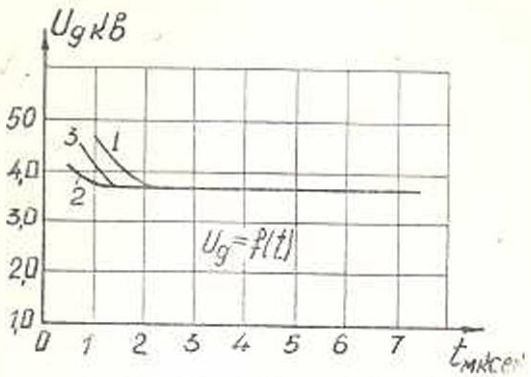
а *б*



Фиг. 8. Осциллограмма среза волны на промежутке при разных предразрядных временах.

Тут же приведена характеристика единичного промежутка вилитовых разрядников ВЭИ (кривая —*3*).

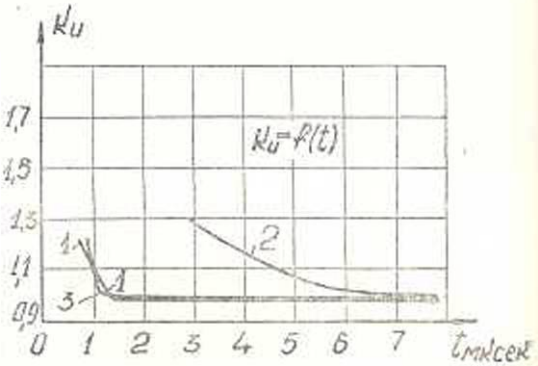
3. *Испытание импульсными токами.* Защитный промежуток ЗП-1 может пропускать импульсные токи, возникающие во вторичной обмотке трансформатора вследствие подпора напряжения на заземленном корпусе подстанции при срабатывании защитных промежутков на стороне 6—10 *кв*. При этом поверхность электродов может разрушиться, что приведет к изменению электрической прочности защитного промежутка. Электроды защитных промежутков испытывались путем присоединения промежутка к цепи импульсного генератора тока.



Фиг. 9. Вольтсекундная характеристика промежутка ЗП-1.
1—верхняя огибающая, *2*—нижняя огибающая, *3*—средняя характеристика.

На промежуток подавалась импульсная короткая волна длиной $t_b = 2{,}65$ *мксек*, ток $I = 10$ *ка*. Испытания показали, что при длине междуэлектродного расстояния порядка 0,3—1 *мм* и при импульсных токах 10 *ка* изменение пробивного напряжения после прохождения 100 последовательных импульсов, для промежутков с медными и латунными электродами, не превосходит 25%, а для промежутков с электродами из оцинкованной и хромированной стали — 5%.

4. *Испытание током замыкания на землю.* При повреждении изоляции между первичной и вторичной обмоткой силового трансформатора изоляция вторичной обмотки 1.0 *кв* принимает потенциал поврежденной точки обмотки 6 *кв*. Если при этом срабатывает ЗП-1, то через него течет ток замыкания на землю высоковольтной сети 6—10 *кв*.

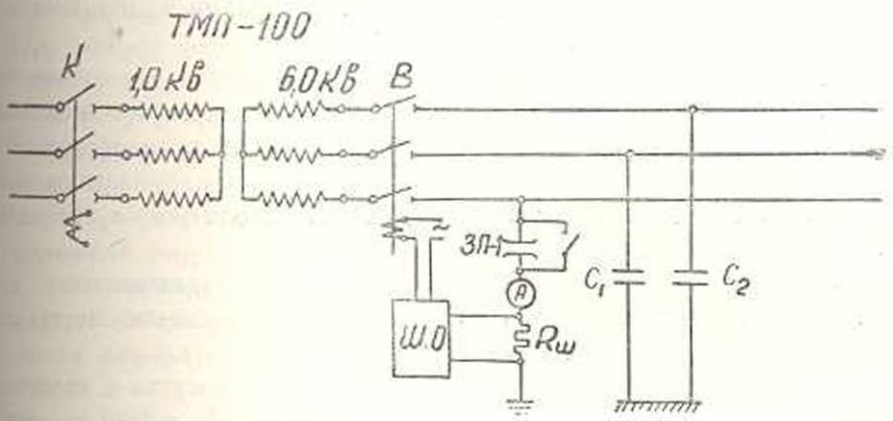


Фиг. 10. Зависимость коэффициента импульса от предразрядного времени.
1—с подсвечиванием, *2*—без подсвечивания, *3*—характеристика единичного промежутка вилитовых разрядников ВЭИ.

Нарушения изоляции могут иметь временный характер, как например, пробой масла и выводных концов обмотки, минуя твердую изоляцию обмоток, случайные закорачивания между втулками и т. д. При этом после срабатывания промежутка ток, проходящий через него, не дол-

жен повреждать поверхность электродов промежутка, чтобы промежуток был готов к действию в последующем.

Схема испытания после замены линии соответствующими емкостями примет довольно простой вид (фиг. 11). Изменением емкостей конденсаторов регулировалась величина тока замыкания на землю через ЗП-1. Измерение этого тока производилось амперметром и шлейфовым осциллографом.



Фиг. 11. Схема испытания промежутка током однофазного замыкания на землю.

Величины испытательных токов $I = 2{,}25 \div 6{,}75 a$ соответствовали длине сети 6 *кв* — 150÷450 *км* и для сетей 10 *кв* — 90÷270 *км*. Прохождение таких токов через ЗП-1 не привело к изменению пробивной прочности промежутка.

Осциллограмма тока замыкания на землю через ЗП-1 показана на фиг. 12. Из осциллограммы видно, что ток проходит через про-

Фиг. 12. Осциллограмма тока замыкания на землю.

межуток не в течение всего полупериода. При изменении знака тока происходил обрыв дуги, и дуга снова восстанавливалась в следующем полупериоде.

Выводы

1. Существующие защитные аппараты не могут служить для защиты от перенапряжений изоляции в цепи 1,0 *кв* передвижной подстанции.

2. В результате исследования малых разрядных расстояний создан защитный промежуток на номинальное напряжение 1140 *в* со стабильным напряжением срабатывания.

3. Разработанная конструкция защитного промежутка для передвижной подстанции удовлетворяет требованиям защиты изоляции вторичной обмотки силового трансформатора и цепи 1,0 *кв* электротракторного агрегата при появлении на них перенапряжений.

4. Рабочие электроды с закругленными краями изготавливаются из хромированной стали.

5. Установлено номинальное междуэлектродное расстояние защитного промежутка $d = 0{,}9 \pm 0{,}05$ *мм* для предельного пробивного напряжения $U_{пр} = 2630$ $b_{эф}$ при наблюдаемом максимальном разбросе 100 *в*.

6. Средние пробивные напряжения защитных промежутков, приведенные к стандартным условиям, должны находиться в пределах 2,7—3,0 $кв_{эф}$.

7. Для получения пологой вольтсекундной характеристики при предразрядных временах $t_d = 1—2$ *мксек*, в промежутке осуществляется подсвечивание микитановой шайбой.

8. Напряжение срабатывания защитного промежутка с подсвечиванием электродов при промышленной частоте $U_{пр} = 2680$ $b_{эф}$ минимальное импульсное напряжение —3690 *в*, а при предразрядном времени $t_d = 1{,}0$ *мксек* — $U = 4100$ *в*.

9. Коэффициент импульса при $t_d = 1{,}0$ *мксек* равен 1,08.

10. Защитный промежуток ЗП-1 может служить защитным аппаратом в цепях с номинальным напряжением 380 *в* переменного тока в линиях связи, где сопровождающие токи не превышают величину, которую выдерживает защитный промежуток.

11. Для большей безопасности защитный промежуток устанавливается на трех фазах.

Лаборатория электротехники
АН Армянской ССР

Поступило 23 XI 1955

Մ. Մ. Կարապետյան, Ա. Ս. Թորոսյան

ԷԼԵԿՏՐԱՏՐԱԿՏՈՐԱՅԻՆ ԱԳՐԵԳԱՏԻ ՇՐՋԻԿ ԵՆԹԱԿԱՅԱՆԻ 1000 ՎՈԼՏԻ ՇՂԹԱՅԻ ՊԱՇՏՊԱՆԻՉ ՏԱՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ ЗП-1

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Շրջիկ ենթակայանը 10—6/1,0 կիլովոլտ լարումով ծառայում է էլեկտրատրակտորի սնման համար։

Ենթակայանի 1000 վոլտի շղթայի մեկուսացումը հնարավոր գերլարումներից պաշտպանելու նպատակով նրա երեք փուլերի համար մշակված է բազմապատիկ գործողության պաշտպանիչ տարածություն օդային մեկուսացումով, որն իր միջով կարճ փակում է 1000 վոլտի շղթան, երբ պոտենցիալների տարբերությունը բարձր է նորմավորված մեծություններից։

Մշակված պաշտպանիչ տարածության կոնստրուկցիան բավարարում է այն պահանջներին, որոնք առաջադրվում են պաշտպանիչ սարքավորումներին՝ մեկուսացումը գերլարուներից պաշտպանելու դեպքում։

Հետազոտական աշխատանքներից հետո պաշտպանիչ տարածության համար ընտրվել է միջէլեկտրոդային տարածությունը՝ $d = 0{,}9 \pm 0{,}05$ մմ, որին համապատասխանում է փոխխափական հոսանքի ծակման լարումը՝ $U_{էֆ} = 3680$ վոլտ, իսկ իմպուլսային ծակման մինիմալ լարումը 3690 վոլտ։

Որպեսզի պաշտպանիչ տարածության վոլտամպերկյանային բնութագիրը ստացվի փոքր թեքությամբ՝ $t = 1—2$ մկվրկ մինչպարպման ժամանակամիջոցներում, պաշտպանիչ տարածություններում հարմարեցված է մեկանիտի օղակ։ Այդ դեպքում պաշտպանիչ տարածության իմպուլսային գործակիցը չի անցնում $k \leqslant 1{,}084$, $t = 1{,}0$ մկվրկ մինչպարպման ժամանակի դեպքում։

Պաշտպանիչ տարածության էլեկտրոդներն ունեն համապատասխան կլորացված ծայրեր, որոնք վերացնում են ծայրային էֆեկտը։

Պաշտպանիչ տարածությունն իր միջով անց է կացնում բոլոր հնարավոր հոսանքները, որոնք կարող են առաջ գալ 1000 վոլտի շղթայում, առանց փոփոխելու էլեկտրական բնութագրերը։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Капцов Н. А.* Электрические явления в газах и вакууме. Гостехиздат, 1947.
2. *Круг К. А.* Основы электротехники. Том 1, Госэнергоиздат, 1946.
3. *Сиротинский Л. И.* Техника высоких напряжений. Том 1, Госэнергоиздат, 1940.
4. *Monahan T. F.* The Design and Performance of surge divertors for the Protection of alternating current systems. The Proceedings of the Inst. of El. Eng. 1951, p. II, vol. 98, № 63.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Ֆիզ.-մար., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Б. К. Карапетян

Экспериментальное исследование внутреннего трения в каменной кладке

1. Введение

При динамической нагрузке в конструкциях имеет место рассеяние энергии, приводящее к затуханию свободных колебаний и к уменьшению амплитуды вынужденных колебаний.

Причинами рассеяния энергии в конструкциях могут быть сопротивление среды, трение в опорных частях и внутреннее трение в материале.

Исследования показывают, что рассеяние энергии при колебаниях строительных конструкций в основном является следствием внутреннего трения.

Считается, что причиной внутреннего трения является неоднородность кристаллов, составляющих тело, которая приводит к местным перенапряжениям, ведущим к местной пластической деформации [3]. В результате получается обычная петля гистерезиса, характеризующая собою внутреннее трение в материале.

Эти явления еще более осложняются для каменных конструкций, которые представляют собою весьма неоднородный материал.

Существующие экспериментальные исследования внутреннего трения в твердых телах в основном касаются металлов и специальных сортов сталей, употребляемых в машиностроении и самолетостроении. Исследований с целью получения опытных данных по внутреннему трению в строительных материалах и конструкциях несравненно меньше.

В результате экспериментов, проведенных в ЦНИПС-е и в других институтах, установлено, что внутреннее трение в материале выявляется уже при малых напряжениях, что оно увеличивается с повышением напряжения и не зависит от частоты колебаний, а также получены численные величины характеристики внутреннего трения [1, 2, 5, 7].

Наши эксперименты были поставлены с целью изучения ряда вопросов по внутреннему трению в каменной кладке, как-то: определение зависимости логарифмического декремента затухания от амплитуды и частоты свободных колебаний и продольной сжимающей силы;

установление связи между логарифмическим декрементов затухания при свободных поперечных колебаниях и характеристикой внутреннего трения при статическом изгибе; получение численных величин логарифмического декремента затухания.

Характеристикой, определяющей внутреннее трение кладки, принят логарифмический декремент затухания, равный разности логарифмов двух последующих амплитуд колебаний. Для возможности сравнения полученных величин с результатами других авторов, принимающих за характеристику внутреннего трения величину $\psi = 2\delta$ (где ψ — удельное внутреннее сопротивление или коэффициент внутреннего поглощения, δ — логарифмический декремент затухания), нами для свободных поперечных колебаний были определены значения удвоенных логарифмических декрементов затухания, т. е. удельное внутреннее сопротивление.

При поперечном изгибе и центральном сжатии удельное внутреннее сопротивление вычислялось из соотношения

$$\psi = \frac{\Delta w}{w},$$

где Δw — площадь петли гистерезиса,

w — площадь, выражающая упругую энергию системы.

2. Описание опытных образцов

Исследованию была подвергнута кладка из естественных камней правильной формы. Выбор такой кладки обусловлен тем, что при принятой кладке характеристику внутреннего трения можно получить в более чистом виде, чем для кладки „мидис", менее удачной в смысле возможности изготовления однообразных образцов.

Было изготовлено и испытано 12 образцов кладки — 8 каменных и 4 кирпичных столба.

Опытные образцы кладки были изготовлены из следующих материалов.

Камень — черный туф Джрвежского месторождения, наиболее полно исследованный по сравнению с другими и имеющий массовое применение в строительстве. Отбор камня был произведен на карьере из одного участка. Это обстоятельство важно, так как физико-механические свойства камня меняются по толщине и ширине пластов Объемный вес камня в среднем равнялся 1,47 *т/м*³. Прочность на сжатие —150 *кг/см*².

Кирпич — красный, Шенгавитского завода. Прочность — 120 *кг/см*², объемный вес — 1,54 *т/м*³.

Песок — кварцевый, Эчмиадзинского карьера, с объемным весом 1,44 *т/м*³, удельным весом 2,52, объемом пустот 42,8% и содержанием пылевидных фракций 3,2%.

Портландцемент с объемным весом 1,035 *т/м*³ и активностью $R_{28} = 457$ *кг/см*².

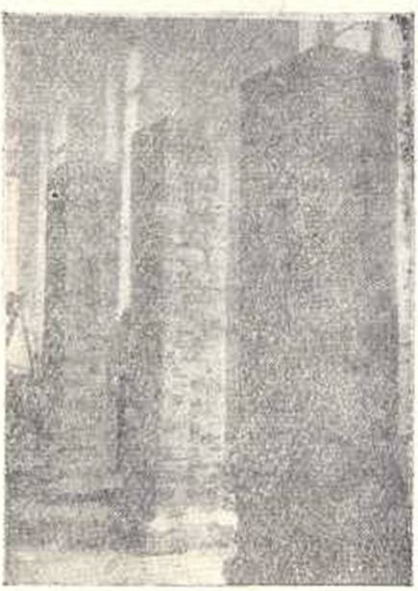
Карбидная известь (шлам) Ереванского завода имени С. М. Кирова.

Привезенный из карьера камень, после предварительной грубой околки, обрабатывался на камнефрезерном станке со всех шести сторон в чисто тесанный блок, размерами 40×30×19 *см*. Кладка образцов из этого камня производилась с полной перевязкой швов. Образцы имели размеры 220×60×40 *см*.

Были изготовлены 8 каменных образцов, выложенных по два на цементном, сложном и известковом растворах с тонкими швами, толщиной в среднем 1,6 *см*, и два каменных образца на сложном растворе с горизонтальными швами, толщиной в среднем 3,2 *см*, а также 4 кирпичных образца на сложном растворе: два с поперечным сечением 1,5×2 кирпича и два —1,5×2,5 кирпича.

Образцы возводились на железобетонных плитах с толевой прокладкой, дающей возможность освободить образец от плиты при переноске его для испытаний. Общий вид трех образцов показан на фиг 1.

Примененные в кладке растворы имели следующие объемные соотношения: цементный — 1:4, сложный 1:0,8:7,5 и известковый —1:3. Консистенция растворов была принята литая с конусом погружения СтройЦНИЛ-а 12—13 *см*.



Фиг. 1.

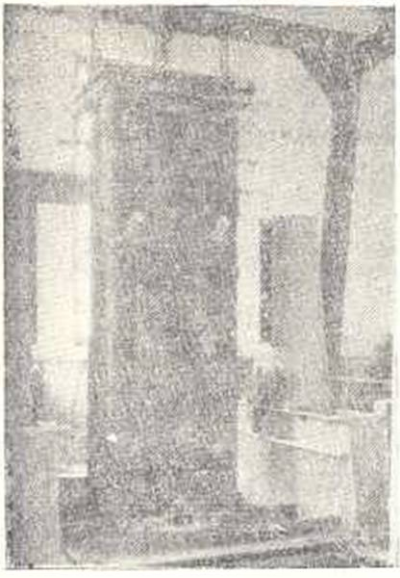
Возведение каменной кладки осуществлялось следующим образом: камни клались на клинья, высотой в толщину шва (при этом камни вымачивались); как горизонтальные, так и вертикальные швы заделывались снаружи пластичным раствором на глубину 3—4 *см*; сверху, через вертикальные швы, вливался литой раствор, заполняющий и горизонтальные швы.

Кирпичная кладка возводилась примерно таким же образом, но с той разницей, что кирпичи клались не на клинья, а на раствор (конус погружения 9—10 *см*); заделывались вертикальные швы (на глубину 3—4 *см*) и вливался раствор.

3. Методика испытания

Образцы испытывались на свободные колебания, поперечный изгиб и центральное сжатие. При этом были получены осциллограммы свободных колебаний, петли гистерезиса при изгибе и сжатии, а также деформационные и прочностные характеристики кладки.

По истечении восьми месяцев со дня изготовления образец кладки переставлялся с железобетонной плиты, на которой он был выложен, на металлическую, по выравнивающему слою алебастрового раствора. Затем, на верхний конец образца устанавливались, по слою алебастра, две спаренные металлические плиты и производилось предварительное испытание на сжимающую силу. Продольная сжимающая сила осуществлялась путем натяжения 4 стальных стержней диаметром 22 *мм*, проходящих вдоль образца через верхнюю и нижнюю металлические плиты и расположенных попарно по двум сторонам образца, на расстоянии 3 *см* от геометрической оси поперечного сечения. Стержни имели правую и левую ленточную резьбу и располагались таким образом, чтобы при одновременном натягивании не получалось крутящего момента, могущего повредить образец до испытания. Для облегчения натяжения стержней под гайками устанавливались упорные подшипники. На фиг. 2 показан образец № 6, готовый к испытанию на сжатие.



Фиг. 2.

Величина продольной сжимающей силы определялась по показаниям тензометров с точностью измерения 1:1000 *мм*, установленных на каждом стержне.

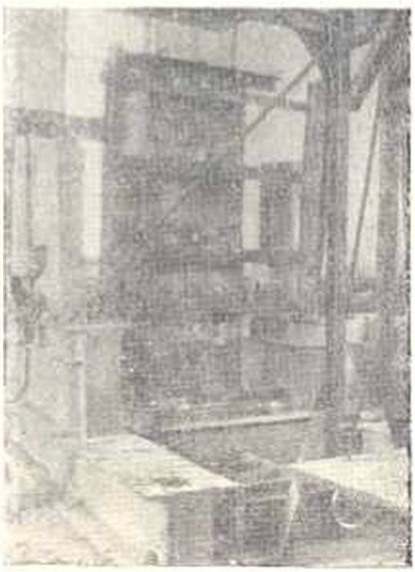
На большинстве образцов, для определения деформаций продольного укорочения, устанавливались мессуры с точностью измерения 1:100 *мм*, на базе 100 *см*.

В результате испытания были получены деформационные характеристики и петли гистерезиса кладки на сжатие при напряжениях до 4 *кг/см*^{2}.

Для испытания на свободные колебания и поперечный изгиб применялся консольный брус с заделкой в нижнем конце. Для создания заделки было использовано защемляющее устройство динамической машины АИС—Института стройматериалов и сооружений АН Армянской ССР. Образец устанавливался в указанном устройстве при помощи специального портального крана. После предварительных испытаний на сжимающую силу, образец освобождался от верхних металлических плит и стержней, центрировался и затем защемлялся путем обжатия нижнего конца глубиной 30 *см* ползунами защемляющего устройства динамической машины. При этом в щель между поверхностями ползунов и образца толщиной 2—4 *мм* вливался гипсовый раствор, служащий выравнивающим слоем. Надежность защемления проверялась с помощью мессур, установленных на основании испытательного

пала с упиранием в ползуны динамической машины и на ползунах с упиранием в основание образца. Проверка выявила несущественные изменения в показаниях установленных мессур.

Перед испытаниями образца методом свободных поперечных колебаний на его верхний конец надевался хомут, плотно обжимающий образец. К хомуту присоединялся тросс, который перекидывался через шарикоподшипниковый блок, установленный на высоте образца. К концу тросса подвешивалась площадка для груза, изгибающего образец. При подсчете величины груза была учтена также сила трения в подшипнике, которая равнялась 5% прикладываемой нагрузки. Освобождением образца от изгибающей нагрузки, путем перерезывания ножницами включенного в тросс слабого участка, вызывались свободные колебания образца.



Фиг. 3.

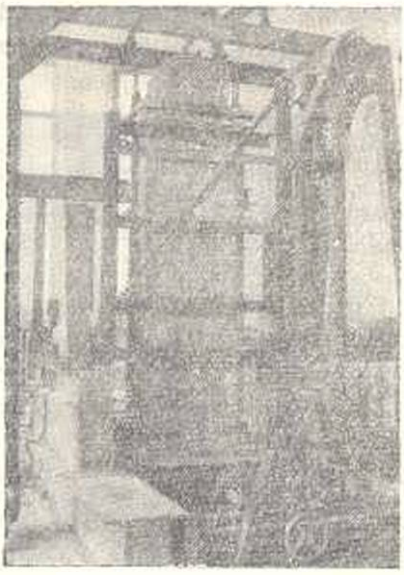
Порядок испытания образца методом свободных колебаний был следующий. Вначале производилось испытание образца, не нагруженного продольной сжимающей силой (фиг. 3). При этом были получены осциллограммы свободных колебаний для различных по величине начальных прогибов образца, соответствующих (0,25÷0,75) P разр., где P разр.— горизонтальная изгибающая сила, при которой происходит разрушение образца. Затем образец подвергался свободным колебаниям при наличии на нем металлических плит, слегка притянутых с помощью стержней. После этого образец испытывался на свободные колебания при наличии продольной сжимающей силы, создаваемой описанным выше способом. Эта сила давалась двумя ступенями и для каждой ступени, вызывающей напряжения, равные (0,05÷0,10) σ разр., были получены осциллограммы при указанных выше начальных прогибах. Величина продольной сжимающей силы была выбрана так, чтобы при изгибе в кладке не возникали бы растягивающие напряжения.

Следующим этапом являлось испытание образца с добавочной массой около 400 *кг*, укрепленной на образце для изменения его частоты в 1,5—2 раза при наличии продольной сжимающей силы (фиг. 4).

С целью проверки постоянства характеристик кладки до и после опытов, некоторые образцы, после производства всех этих испытаний, повторно испытывались по схеме начального этапа, а именно, при отсутствии продольной сжимающей силы.

При свободных колебаниях были получены осциллограммы прогибов в четырех точках образца (в каждой четверти по высоте) и деформаций в нижних, наиболее напряженных швах кладки.

Измерения прогибов и деформаций производились тензометрическими датчиками сопротивления — прогибомерами и деформометрами, изготовленными в Институте стройматериалов и сооружений Академии наук Армянской ССР М. Г. Хачияном. Запись колебаний выполнялась на трехшлейфовом осциллографе с помощью рамочных шлейфов, изготовленных в Ленинградском электротехническом институте Б. Г. Тихоновым. Прогибомеры работали по принципу проволочных тензометров, действующих от деформации металлической полоски, на поверхности которой они были закреплены. Деформометры работали по тому же принципу, но датчики укреплялись на сжимаемом-растягиваемом замкнутом кольце, по перпендикулярным диаметрам. Четыре проволочных датчика сопротивления, закрепленных на полоске или на кольце, представляли обычную мостовую схему.



Фиг. 4.

До производства испытаний датчики и шлейфы тарировались.

После динамических испытаний приступили к поперечному изгибу образца под повторной статической нагрузкой, даваемой ступенями до значений, соответствующих величинам сил, вызывающих начальные прогибы при свободных колебаниях. При этом нагрузка давалась в обе стороны и по полученным прогибам были построены петли гистерезиса для полного цикла нагружения-разгружения. Измерение прогибов производилось в 2 точках по высоте образца (в верхней точке и в середине) мессурами с точностью измерения 1:1000 *мм*. Испытания на поперечный изгиб производились по тем же этапам и при тех же силах, что и на свободные колебания.

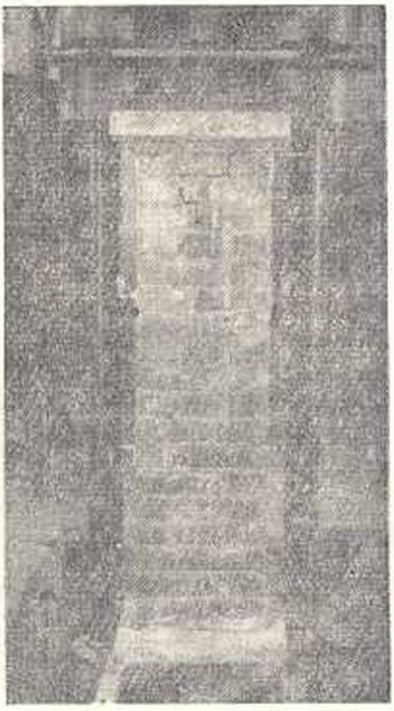
Также, как и при свободных колебаниях, для некоторых образцов после производства всех испытаний было повторено испытание по первому этапу и получены петли гистерезиса.

Статическое испытание на изгиб завершалось разрушением образца. При этом были получены кривые деформаций и прочность кладки на изгиб.

Из оставшейся после испытаний на изгиб части кладки (разрушение происходило в нижнем, наиболее напряженном горизонтальном шве) изготавливался образец высотой 100—130 *см*, который испыты-

вался на центральное сжатие при ступенчатом нагружении и разгружении на 200-тонном гидравлическом прессе. Установка образцов в пресс производилась по выравнивающему слою гажевого раствора. Образец, готовый к такому испытанию, показан на фиг. 5. На образцах были установлены 4 деформометра на базе 45 *см* с точностью измерения 1:100 *мм*.

Нагрузка на образец давалась ступенями, вызывающими напряжения порядка 2—3 *кг/см*^{2}, и доводилась до 1/3 P разр., с последующим разгружением по тем же ступеням. При этом были получены петли гистерезиса. После этого образец также нагружался до разрушения для получения кривых деформаций и прочности кладки на сжатие.



Фиг. 5.

4. Результаты испытаний

В настоящей статье, из-за ограниченности объема, не представляется возможным привести все данные, полученные при испытаниях каменной кладки. Поэтому здесь даются лишь результаты опытов по внутреннему трению. Эти результаты приведены раздельно по свободным колебаниям, поперечному изгибу и центральному сжатию.

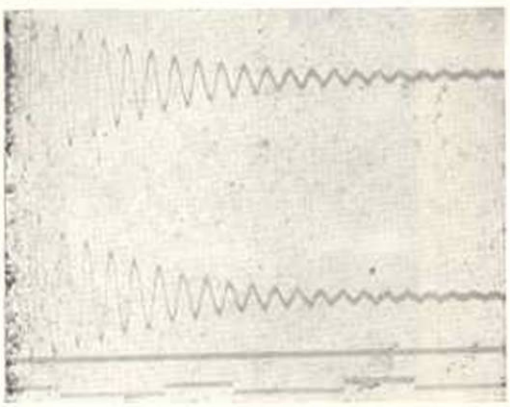
Обработка результатов измерений в случае свободных колебаний образцов производилась следующим образом. Из полученных осциллограмм определялись величины максимальных амплитуд и брался логарифм их отношения. При этом осциллограмма разбивалась на ряд участков, имеющих примерно постоянный декремент затухания и определялась средняя величина полученных декрементов затухания. Е. С. Сорокиным предложен метод обработки осциллограмм путем выравнивания измеренных двойных амплитуд и их отношений, требующий большого объема вычислений [6]. Некоторые полученные нами осциллограммы были обработаны и по этому методу. Существенной разницы при этом не получилось.

При статическом изгибе и сжатии получались петли гистерезиса, которые строились соответственно по величинам прогибов и деформаций, полученных после 3-кратного нагружения-разгружения образца.

а) Свободные колебания

Логарифмический декремент затухания определялся по прогибам в каждой четверти по высоте образца.

В качестве примера на фиг. 6 показана осциллограмма свободных колебаний для образца № 3, не нагруженного продольной сжимающей силой, с начальным прогибом 0,25 *мм*, вызванным горизонтальной силой, равной 105 *кг*. На этой осциллограмме первая сверху кривая изображает колебание верхней точки образца, находящейся на расстоянии 5 *см* от места приложения горизонтальной силы. Вторая кривая показывает колебание точки в середине образца. Прерывистая линия представляет отметку времени с полным периодом 0,5 *сек*. Кроме того, на осциллограмме дается прямая (нулевая) линия, полезная при обработке кривых. Аналогичный вид имеют и другие осциллограммы.



Фиг. 6.

Анализируя полученные для образца № 3 величины логарифмических декрементов затухания, наблюдаем следующее.

Логарифмический декремент затухания, отвечающий начальному участку осциллограммы, возрастает с увеличением изгибающего напряжения (начального прогиба) в пределах 8—12%.

С увеличением периода собственных колебаний образца логарифмический декремент затухания почти не меняется (4—7%). Эти изменения лежат в пределах погрешности метода.

При увеличении сжимающего напряжения происходит существенное уменьшение величины логарифмического декремента затухания, в пределах 30—35%.

С целью проверки влияния толщины шва на величину логарифмического декремента затухания были испытаны образцы №№ 9 и 10 с толщиной горизонтального шва 3,2 *см* на сложном растворе того же состава, что и образцы №№ 3 и 4.

Результаты опытов показывают, что увеличение вдвое толщины горизонтального шва каменной кладки не приводит к существенному изменению величины логарифмического декремента затухания. Практически в нашем случае можно принять, что толщина шва не влияет на величину логарифмического декремента затухания.

Сравнение величин логарифмических декрементов затухания каменных образцов, выложенных на различных растворах: цементном, сложном и известковом, имеющих марки соответственно 100, 30 и 4, показывает, что при образцах, не нагруженных продольной сжимаю-

щей силой и не имеющих добавочной массы, логарифмический декремент затухания кладки на известковом растворе больше, чем на сложном и цементном растворах. Наименьшим логарифмическим декрементом затухания обладает кладка, выложенная на цементном растворе.

Полученные средние значения удвоенных логарифмических декрементов затухания не нагруженной продольными силами каменной кладки следующие: на цементном растворе —0,27, на сложном растворе—0,35 и на известковом растворе —0,53.

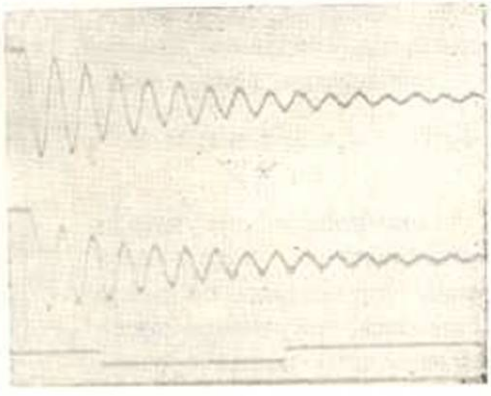
При наличии продольной сжимающей силы удвоенные логарифмические декременты затухания каменной кладки на различных растворах существенно не отличаются и находятся в пределах 0,18—0,25.

Наряду с каменными образцами были испытаны также четыре кирпичных образца, выложенных на сложном растворе марки „30". Два из них (№№ 11 и 12) имели такие же размеры, что и каменные, а остальные два (№№ 7 и 8) были подобны образцам, испытанным Мелик-Адамяном [1].

Полученные результаты приводят к таким же зависимостям, что и для каменной кладки, а именно: логарифмический декремент затухания возрастает с увеличением изгибающего напряжения и убывает с увеличением сжимающего напряжения. С изменением периода собственных колебаний образца логарифмический декремент затухания почти не меняется.

Логарифмический декремент затухания кирпичных образцов имеет большую величину, чем каменных образцов.

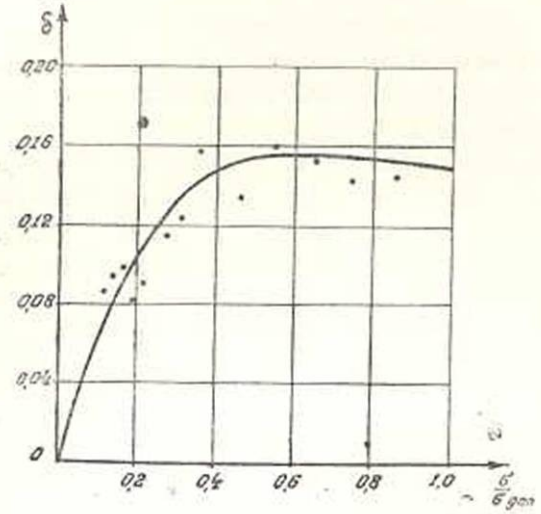
При свободных поперечных колебаниях определение логарифмических декрементов затухания производилось и по записи деформаций растяжения и сжатия шва во времени. В качестве примера на фиг. 7 приведена осциллограмма колебаний образца № 11, не нагруженного продольной сжимающей силой, при горизонтальной нагрузке 54 *кг*. На ней первая сверху кривая изображает колебание верхней точки образца; вторая кривая показывает деформацию шва во времени, находящегося на расстоянии 35 *см* от основания образца. Ломаная линия дает марку времени, на которой два соседних отрезка показывают время в 1 секунду.



Фиг. 7.

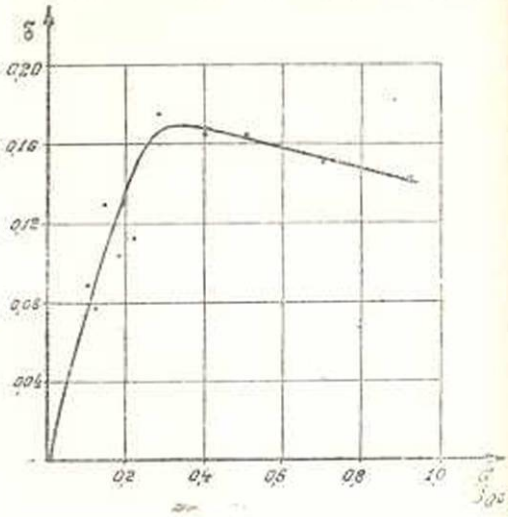
Рассматривая эту осциллограмму замечаем, что характер затухающего колебания верхней точки образца (прогибов) и деформации шва примерно одинаков.

Значения логарифмических декрементов затухания, определенные для некоторых образцов до и после испытаний, оказались примерно одинаковыми. Например, для образца № 6 логарифмический декремент затухания возрос с 0,552 до 0,578. Это говорит о том, что в процессе колебаний характеристика внутреннего трения практически не меняется.



Фиг. 8.

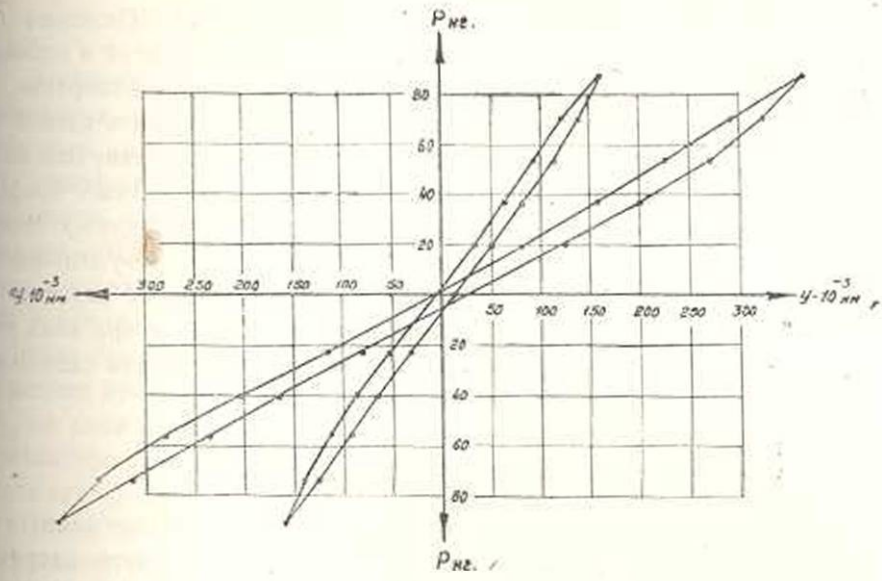
Представляет интерес также установление зависимости между внутренним трением каменной кладки (логарифмическим декрементом затухания) и динамическим напряжением. Для примера на фиг. 8 и 9 приведены характеризующие эту зависимость кривые, определенные по осциллограммам для каменного и кирпичного образцов. Сравнение их с кривыми, полученными Е. С. Сорокиным для бетона [5, 6], показало, что они имеют одинаковый характер, а именно: при малых напряжениях происходит примерно линейное и быстрое возрастание логарифмического декремента затухания с ростом напряжения; далее, при больших напряжениях логарифмический декремент затухания приобретает почти постоянное значение, с некоторым спаданием его по мере увеличения напряжения.



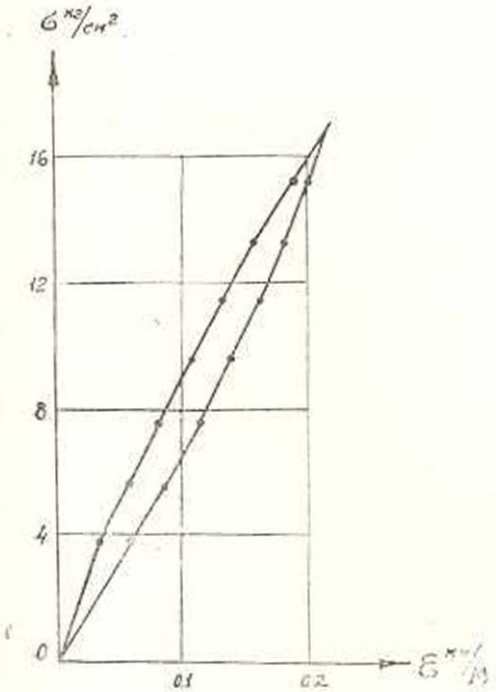
Фиг. 9.

б) Поперечный изгиб

При поперечном изгибе характеристика внутреннего трения определялась по петле гистерезиса, полученной после многократного двухстороннего динамического нагружения и разгружения образца. Петли гистерезиса строились для двух точек образца — верхней и средней по высоте. Цикл нагружения и разгружения длился 3 мин. Для определения характеристики внутреннего трения были проанализированы петли гистерезиса, полученные для различных образцов.


P кг.
80
60
40
20
300
250
200
150
100
50
50
100
150
200
250
300
20
40
60
80
P кг.

Фиг. 10.


16
12
8
4
0
0.1
0.2

Фиг. 11.

На фиг. 10 в качестве примера показаны петли гистерезиса образца № 3, не нагруженного продольной сжимающей силой и добавочной массой, отвечающие указанным выше двум точкам измерения.

Результаты опытов показывают, что при статическом изгибе зависимость коэффициента поглощения от различных упомянутых выше факторов такая же, что и при свободных колебаниях. Так, коэффициент поглощения, вычисленный по измерениям в различных точках по высоте образца, получается примерно одинаковым. Он уменьшается с увеличением продольной сжимающей силы и почти не зависит от продолжительности цикла деформаций образца. Однако при этом увеличение или уменьшение коэффициента поглощения не так сильно выражено, как при свободных колебаниях.

в) Центральное сжатие

При центральном сжатии коэффициент поглощения определялся по петле гистерезиса, полученной после многократного осевого нагружения и разгружения, осуществленного путем натяжения продольно расположенных по длине образца стержней (для малых напряжений, до 4 *кг/см*^{2}) и под 200-тонным гидравлическим прессом (для больших напряжений, порядка 20 *кг/см*^{2}).

Для построения петель гистерезиса, при напряжениях порядка 4 *кг/см*^{2}, мы располагали недостаточным количеством точек. В качестве примера приводим петлю гистерезиса, полученную для больших напряжений при испытании образца № 1, выложенного на цементном растворе (фиг. 11).

По построенным петлям гистерезиса вычислены величины коэффициентов поглощения, которые помещены в приводимой ниже таблице.

Значения коэффициентов поглощения при сжатии

№№ образцов	Максимальн. напряжен. в *кг/см*^{2}	Максимальн. относительн. деформации в *мм/м*	Коэффициенты поглощения
1	17,1	0,22	0,406
4	17,5	0,16	0,474
6	9,5	0,45	0,668
8	14,5	0,32	0,542
10	14,0	0,26	0,450
11	12,0	0,20	0,608

Из таблицы видно, что при одностороннем сжатии коэффициент поглощения каменной кладки, выложенной на цементном растворе, меньше, чем на сложном и известковом растворах. Наибольшим коэффициентом поглощения обладает кладка на известковом растворе. Толщина шва не оказывает существенного влияния на величину коэффициента поглощения. Кирпичная кладка имеет больший коэффициент поглощения, чем каменная кладка.

5. Обобщение полученных результатов и выводы

Величины коэффициентов поглощения кладки, полученные из статических испытаний на поперечный изгиб и из опытов методом свободных колебаний, мало отличаются. Так, при свободных колебаниях коэффициенты поглощения каменной кладки, не нагруженной продольной сжимающей силой, получились равными: на цементном растворе — 0,27, на сложном —0,35 и на известковом — 0,53. При наличии продольной сжимающей силы коэффициенты поглощения менялись в пределах 0,18—0,25. Из испытаний на статический изгиб были получены следующие коэффициенты поглощения: для кладки, не нагруженной продольными сжимающими силами на цементном растворе — 0,27, на сложном растворе —0,32 и на известковом растворе —0,50. При наличии продольной сжимающей силы величина коэффициента поглощения кладки на различных растворах менялась в пределах —0,21—0,33.

Таким образом, при поперечном изгибе и свободных колебаниях коэффициенты поглощения каменной кладки можно принять равными: при отсутствии сжимающих сил, для кладки на цементном растворе — 0,27, на сложном растворе —0,33 и на известковом растворе —0,52. При наличии продольных сжимающих сил коэффициенты поглощения уменьшаются; для напряжений сжатия до 4 *кг/см*^{2}, в зависимости от вида раствора, они равны 0,19—0,33.

Для кирпичной кладки на сложном растворе получились следующие величины коэффициентов поглощения: при отсутствии сжимающих сил —0,35, при наличии сжимающих сил —0,24. Если сравнить эти величины с результатами опытов ЦНИПС, произведенных Медик-Адамяном, который получил для тех же случаев коэффициенты поглощений соответственно равными 0,28 и 0,19, видим, что в наших опытах коэффициенты поглощения получились большей величины. Причиной тому может быть то, что испытание кладки в ЦНИПС-е производилось в месячном возрасте, а у нас в 8-месячном возрасте. Повышение коэффициента поглощения с возрастом отмечено И. Л. Корчинским при испытании бетонных образцов [1].

Коэффициенты поглощения, определенные А. Л. Чураяном для армированной кладки „мидис", являются, по-видимому, мало достоверными. Им было испытано всего 3 образца: один на известковом растворе марки „4" и два на сложном растворе марки „15" при различной перевязке швов и получены следующие величины коэффициентов поглощения кладки: на известковом растворе — 0,83 и на сложном растворе, в среднем —0,57 [8].

Полученные нами величины коэффициентов поглощения следует считать более достоверными, ибо кладка была испытана в 8-месячном возрасте и, кроме того, результаты эти получены на основании обработки записи колебаний большего числа образцов.

Что касается величин коэффициентов поглощения, полученных нами при испытаниях кладки на осевое сжатие, то можно указать лишь

ориентировочные их значения: для каменной кладки на цементном растворе —0,40, на сложном растворе —0,47 и на известковом растворе — 0,66. Для кирпичной кладки на сложном растворе коэффициент поглощения получился больше, чем для каменной кладки, и равнялся 0,57.

По полученным экспериментальным данным мы не имели возможности найти параметры внутреннего трения каменной кладки, в соответствии с предложенным нами методом [4], ввиду отсутствия среди испытанных нами образцов различных длин и поперечных сечений.

Проведенное нами экспериментальное исследование внутреннего трения каменной кладки из естественного камня правильной формы, а также кирпичной кладки позволяет сделать следующие основные **выводы.**

1. Логарифмический декремент затухания кладки возрастает с увеличением изгибающего напряжения.

2. При увеличении периода собственных колебаний логарифмический декремент затухания кладки почти не меняется.

3. С увеличением сжимающего напряжения происходит существенное уменьшение величины логарифмического декремента затухания кладки.

4. Величину удвоенного логарифмического декремента затухания кладки из камней правильной формы, не нагруженной продольными сжимающими силами, можно принять равной: на цементном растворе марки „100"—0,27, на сложном растворе марки „30"—0,33 и на известковом растворе марки „4"—0,52. При наличии сжимающих сил, вызывающих максимальное напряжение —4 *кг/см*², удвоенный логарифмический декремент затухания кладки из камней правильной формы соответственно равен: на цементном растворе —0,19, на сложном растворе —0,22 и на известковом растворе —0,33.

5. Удвоенный логарифмический декремент затухания кирпичной кладки на сложном растворе марки „30" оказался равным: при отсутствии сжимающих напряжений —0,35 и при наличии продольных сжимающих сил —0,24.

Институт строительных материалов и сооружений
АН Армянской ССР

Поступило 27 I 1956

Բ. Կ. Կարապետյան

ՔԱՐԱՅԻՆ ՇԱՐՎԱԾՔՈՒՄ ՆԵՐՔԻՆ ՇՓՄԱՆ ԷՔՍՊԵՐԻՄԵՆՏԱԼ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում էքսպերիմենտալ ձևով որոշված է շարվածքի մարման լոգարիթմական դեկրեմենտի կապը ազատ ճոճման ամպլիտուդի և երկայնա-

կան սեղմման ուժի հետ, ինչպես և դեկրեմենտի անկախությունը ազատ տատանման հաճախականությունից։

Հաստատված է շարվածքի ազատ տատանման և ստատիկական ծռման ժամանակ մարման լոգարիթմական դեկրեմենտի նույնությունը։ Փորձերի արդյունքների մշակումից ստացված են շարվածքի մարման լոգարիթմական դեկրեմենտի որոշ թվական արժեքներ։

ЛИТЕРАТУРА

1. Динамические свойства строительных материалов. Сборник ЦНИПС. под редакцией проф. Нилендера Ю. А. М.—Л., 1940.
2. *Зернов В. Д.* и *Брянцев И. А.* К вопросу о механическом гистерезисе при малых переменных напряжениях. Труды МИИТ, в. XXIII. М.—Л., 1932.
3. *Иоффе А. Ф.* Физика кристаллов. М.—Л., 1929.
4. *Карапетян Б. К.* Метод определения параметров внутреннего трения материала при свободных колебаниях. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), т. VII, № 2, 1954.
5. *Сорокин Е. С.* Метод учета неупругого сопротивления материала при расчете конструкций на колебания. Сборник ЦНИПС под редакцией проф. Коренева Б. Г. „Исследование по динамике сооружений", М.—Л., 1951.
6. *Сорокин Е. С.* К вопросу неупругого сопротивления строительных материалов при колебаниях. Научное сообщение ЦНИПС, в. 15, М., 1954.
7. *Писаренко Г. С.* Колебания упругих систем с учетом рассеяния энергии в материале. Киев, 1955.
8. *Чураян А. Л.* Исследование сейсмостойкости кладки облицованными рядами. Труды Бюро антисейсмического строительства АН Грузинской ССР, т. I, Тбилиси, 1945.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Ֆիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8. 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Т. Ш. Татевосян

К петрографии андезитобазальтов Ераблурского плато

Андезитобазальты Ераблурского (Учтапаларского) плато в Армянской ССР распространены в окрестности с. Яйджи и севернее от него, а также севернее и северо-восточнее с. Уруд.

Это краевые части Ераблурского андезитобазальтового покрова на плато между реками Воротан и Горис.

О возрасте Ераблурских андезитобазальтов в литературе существуют следующие мнения.

К. Н. Паффенгольц [1] считает, что восьмидесятиметровый этот покров андезитобазальтов перекрывается вулканогенной толщей Ишхансар и подстилается Горисской туфобрекчиевой толщей. И поскольку Горисская толща миоценового возраста, то андезитобазальтовый покров нужно также считать плиоценовым и сравнительно более древним, чем Ишхансарская вулканогенная толща. Д. П. Исаханян [2], изучивший этот район детально, также склонен к тому, что Ераблурские андезитобазальты являются образованиями плиоцена и согласно перекрываются одновозрастными вулканогенными образованиями г. Ишхансар.

Для выяснения возраста Ераблурских андезитобазальтов очень важно их взаимоотношение с Сисианской диатомовой толщей.

В настоящее время можно считать установленным плиоценовый возраст диатомовой толщи. Наши наблюдения в окрестности сс. Агуды, Вагуды и Уруд позволяют говорить о том, что андезитобазальты Ераблура перекрывают плиоценовые образования диатомовых глин и можно их отнести к постплиоцену.

В существующей геологической литературе геолого-петрографические особенности толщи андезитобазальтов Ераблура пока еще не нашли обстоятельного описания.

О петрографическом составе этой толщи некоторые данные находим в работах А. Н. Соловкина [3].

Наши скромные данные позволяют говорить, главным образом, о минералогическом составе этих пород.

Андезитобазальты этим мощным покровом доходят до самого Воротана в промежутке сел Уз и Уруд, образуя оригинальные столбчатые отдельности, которые в окрестностях развалин крепости Давид-

бек имеют прекрасно выраженные веерообразно расположенные столбчатые отдельности. По руслу реки Воротан, от сел Уруд до Уз, по левому берегу обнажаются столбчатые отдельности мощностью потока до 10—12 *м*.

Выше от села Уруд, недалеко от селения по дороге в сторону Сисиан, обнажаются светло-серые андезитобазальты с горизонтально расположенными тонкими отдельностями.

В штуфе породы эти темно-серые с синеватым оттенком, а в краевых частях потока и сверху имеют буро-красный цвет и лишь местами ошлакованы. Андезитобазальты эти более легкие и хрупкие породы, чем андезитобазальты других районов Армении. Во многих местах наблюдаются текстура лавового потока и четкая ориентировка призматических зерен роговой обманки. Описанная текстура хорошо видна как в природе, так и на взятых штуфах породы (см. фиг. 1).

Микроскопическое изучение ряда штуфов этих пород приводит к следующей петрографической характеристике.

В минералогическом составе породы принимают участие базальтическая роговая обманка, плагиоклаз, апатит и моноклинный пироксен, которые образуют порфировые выделения и вместе составляют не больше чем 30—35 % общей площади шлифа.

Основная масса преобладает над вкрапленниками и сложена из микролитов плагиоклаза, мелких призматических зерен пироксена, изометрических мелких зерен рудного минерала и значительного количества стекла. В основной массе под микроскопом наблюдается флюидальное расположение микролитов, а местами они обтекают крупные зерна базальтической роговой обманки. Судя по углу максимального симметричного погасания в зоне $\perp(010)$, микролиты плагиоклаза в основной массе представлены андезином.

Среди порфировых выделений преобладающим является базальтическая роговая обманка, а остальные составляют небольшой процент общей массы породы, вернее поверхности шлифа.

Базальтическая роговая обманка представлена короткопризматическими зернами размером в среднем от 1×1,5 до 2×5 *мм*. В шлифе минерал этот окрашен в буро-красноватый цвет и по краям довольно сильно опацитизирован. Местами опацитовая каемка сплошная, а местами—микрозернистая.

Включения в базальтической роговой обманке представлены апатитом и рудным минералом.

Плеохроизм у описываемого минерала выражается довольно интенсивно в буро-красных пятнах с обыкновенной схемой абсорбции: $Ng > Nm > Np$.

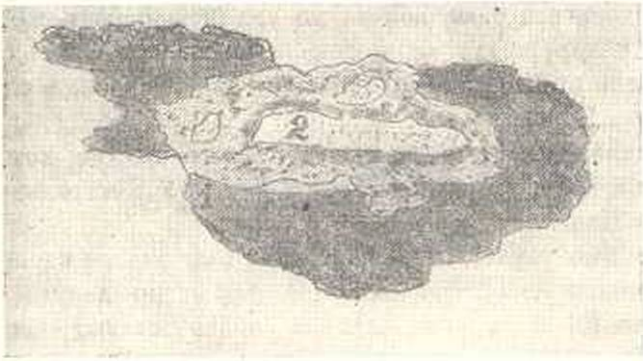
Ng — Буро-красноватая,

Nm — Светло-коричневато-оранжевая,

Np — Светло-желтая.

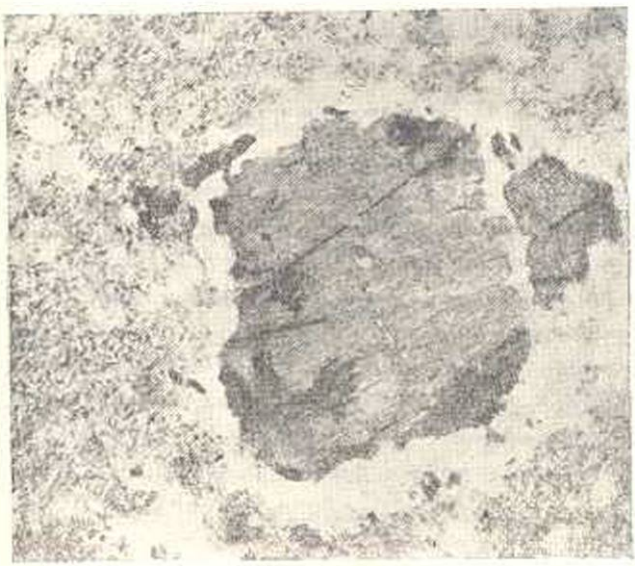
Погасание базальтической роговой обманки почти прямое и лишь редко обнаруживает косое погасание под углом $cNg = 2—3°$.

Интерференционные цвета высокого порядка, но точно не устанавливаются ввиду интенсивности собственной окраски минерала. Оптический характер минерала прозерен на гладком столике микроскопа, интерференционная фигура двуосная, отрицательная, с довольно прямой изогирой; это позволяет полагать, что $-2v$ в пределах до 80°. Дисперсия оптических осей наблюдается хорошо. $r > v$.



Фиг. 1. Зарисовка зерна базальтической роговой обманки (1) с включением апатита (2). × 20.

Моноклинный пироксен по количеству занимает небольшое место и представлен призматическими зернами авгита, окрашенными в слабо-желтый цвет. На восьмиугольных поперечных разрезах наблюдается призматическая спайность под углом 87 и 93°.



Фиг. 2. Зерно свабита в андезитобазальте без анализатора. × 30.

Интерференционные цвета второго порядка, погасание косое, угол погасания $cNg = 46—48°$, $+2v = 60—62°$.

Апатит присутствует в виде короткопризматических зерен, размер которых колеблется в пределах 2 *мм* и меньше. Зерна апатита

в большей части приурочены к зернам базальтической роговой обманки. Парагенезис такого своеобразного апатита с базальтической роговой обманкой наблюдается в Апаранском районе, в андезитобазальтах горы Ара.

В шлифе апатит отличается высоким рельефом, бесцветен и лишь слегка окрашен в светло-розоватый цвет и плеохроирует в слабо-синих и розоватых тонах: по Ng — слабо-синеватый, а по Np — розоватый. Спайность у апатита совершенная по удлинению (фиг. 2).

Апатит обнаруживает одноосный отрицательный оптический характер, показатели преломления определены иммерсионным методом Ng = = 1,671, Np = 1,682.

В трещинах апатита развивается бурое вещество, которое довольно интенсивно окрашивает его по краям, а к центральной части постепенно исчезает.

Необходимо указать, что все известные разновидности апатитов как по данным А. Н. Винчелля [4], так и по данным Е. Ларсена и Г. Бермана [5] и других авторов обнаруживают несовершенную спайность по (0001). В известной нам литературе не описан апатит с продольной спайностью. Изучив этот своеобразный апатит, мы склонны были отнести его к свабиту. Однако химический анализ образца не показывает следов As. По-видимому это скорее всего своеобразная разновидность хлорапатита.

Поступило 16 III 1955

Թ. Շ. Թադևոսյան

ԵՌԱԲԼՈՒՐԻ ՍԱՐԱՀԱՐԹԻ ԱՆԴԵԶԻՏՈԲԱԶԱԼՏՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈԳՐԱՖԻԱՅԻ ՇՈՒՐՋԸ

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Հոդվածում հեղինակը համառոտակի անդրադառնալով եռաբլուրի անդեզիտոբազալտների առաջացման հասակի հարցին, գտնում է, որ նրանց ճիշտ են վերագրում պլիոցենի հասակ և այդ հիմնավորվում է նրանով, որ Սիսիանի շրջանի Աղուդի, Վաղուդի և Ուռուտ գյուղերի շրջակայքում եռաբլուրի լավաները ծածկում են, անկասկած, պլիոցենի հասակ ունեցող Սիսիանի գետային կավավազների շերտախումբը: Այնուհետև հեղինակը նկարագրում է եռաբլուրի լավաների միներալոգիական կազմությունը, առանձին ուշադրություն դարձնելով Ապատիտի վրա, ապատիտի այն քիչ սպեցիֆիկ տեսակի, որը լավ հերձում ունի, Հայաստանի լավաներում շատ կա և նկարագրված է առաջին անգամ:

ЛИТЕРАТУРА

1. *Паффенгольц К. Н.* О возрасте Герусинской толщи. Советская геология, 1940, № 9.
2. *Исахачян Д. П.* Геология Западно-Карабахского вулканического нагорья (кандидатская диссертация). Рукопись. Биб. Ерев. гос. унив., 1949.
3. *Соловкин А. Н.* Геологический очерк южной части бассейна р. Базар-чай. Тр. Азерб. фил. АН СССР, т. XVI, 1930.
4. *Винчелл А. Н.* Оптическая минералогия, 1949.
5. *Ларсен Л.* и *Берман Г.* Определение прозрачных минералов под микроскопом, 1937.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Ֆիզ.-մար., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

К. Г. Ширинян

Химические особенности четвертичных вулканических туфов и туфолав Армении

Четвертичные вулканические туфы и туфолавы Армении, издавна являясь предметом петрографического изучения, таят в себе еще много интересного и невыясненного.

Одним из важных вопросов, связанных с туфами и туфолавами, является вопрос химизма этих пород.

Литературные данные относительно химических особенностей Армянских туфов и туфолав являются далеко неудовлетворительными.

Все исследователи, затрагивающие в той или иной мере этот вопрос, ограничивались тем, что причисляли отдельные виды туфов или туфолав к той или иной группе магматических горных пород, оставляя в стороне вопрос о том, как меняется химический состав туфов и туфолав во времени и в пространстве в их связи с другими продуктами четвертичной вулканической деятельности.

Разрешение вопроса в таком аспекте требует большого количества точно произведенных химических анализов с отбором проб из определенных стратиграфических разновидностей, что частично удалось осуществить автору в течение последних лет по большинству главных месторождений туфов Армении.

Четвертичные вулканические туфы и туфолавы Армении приурочены к области г. Арагац, представляющей обособленную магматическую провинцию четвертичного времени.

Как туфы, так и туфолавы, как видно из диаграммы химической их характеристики (фиг. 1), составленной по методу А. Н. Заварицкого, относятся с небольшими отклонениями к ряду андезит-андезитодацит-дацит-трахидацит-щелочноземельный трахит, редко трахиандезит, т. е. в основном представляют собой производные кислой магмы. По содержанию отдельных компонентов характеристика туфов представляется в следующем виде.

Часть векторов выражает соотношение f′ : m′ : c′, что говорит о ненасыщенности глиноземом, другая часть a′ : f′ : m′, что является результатом перенасыщенности им.

Все анализы характеризуются бедностью железом. Направление

большинства векторов указывает на равное содержание магнезии и свободной извести в темноцветной части породы.

Для всех анализов характерно приблизительно равное содержание щелочей при незначительном преобладании натрия над калием.

Сравнивая положение фигуративных точек четвертичных вулканических продуктов Армении в целом со сводной диаграммой естественных ассоциаций вулканических горных пород, предложенной А. Н. Заварицким, мы видим, что основная часть их соответствует щелочно-известковым ассоциациям и лишь некоторая часть попадает в группу типичных щелочных ассоциаций.

При сравнении химических составов четвертичных туфов и туфолав с их минералогическим составом наблюдается любопытное явление: при кислом химическом составе пород их минералогический состав отвечает составу магм основного—среднего ряда, представленных андезином или андезин-лабрадором, авгитом и гиперстеном. Это обстоятельство можно объяснить тем, что при кристаллизации указанных сравнительно высокотемпературных минералов магматический расплав, находясь еще в недифференцированном виде, имел средний состав, отвечающий составу андезит-андезитобазальтовых пород. Впоследствии подъем магмы, ее дифференциация и извержение происходили в быстром темпе и оказавшиеся в кислом стекловатом расплаве интрателлурические минералы, кристаллизовавшиеся в основной магме, не успевали приспосабливаться к новой среде; в результате состав туфолав определялся наличием кислого дацитового стекла (до 80% породы) и интрателлурическими минералами, отвечающими составу магм основного-среднего составов.

Неоспоримым доказательством быстрого подъема магмы и ее дифференциации является повсеместно встречающиеся кристаллы полевых шпатов с зональным строением: кислых в периферийных и основных в центральных частях.

Следуя за изменением химического состава туфов и туфолав в пространстве, на одних и тех же стратиграфических уровнях мы наблюдаем весьма незначительные колебания содержащихся в них окислов, что обусловлено изменением составов содержащихся обломков древних пород, их количеством, а также количеством содержащихся интрателлурических минералов по отношению к стекловатому базису. Что касается последней, то измерение показателей светопреломления стекла указывает на большое постоянство химического состава отдельных стратиграфических разновидностей туфов и туфолав независимо от их пространственного расположения.

Это обстоятельство позволяет предполагать об общности магматического бассейна туфо-туфолавовых образований, приуроченных к массиву г. Арагац.

При большой петрохимической выдержанности четвертичных вулканических продуктов области г. Арагац по поверхности распространения, мы наблюдаем некоторые изменения в их петрографиче-

ских и химических особенностях во времени. Образование туфов в четвертичное время происходило здесь неоднократно, причем формировались туфы двух видов—собственно пирокластические (Ереванo-Ленинаканский тип) и туфолавы (Артикский тип). Образование пирокластических туфов приурочено к начальной и конечной стадии вулканического цикла, а к промежутку между ними приходится образование туфолав. Несмотря на это, между химическими свойствами этих различных по времени образования пород особых различий не имеется.

Окислы	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Примечание
От	56,60	0,20	16,05	0,52	0,28	0,03	0,76	2,17	2,72	2,40	туфы
до	66,00	1,00	19,73	5,87	2,75	0,11	2,08	7,25	5,66	4,44	»
От	58,00	0,34	16,26	2,88	0,38	0,05	1,00	1,86	3,84	3,36	туфолавы
до	66,76	0,90	18,30	4,00	1,14	0,12	1,99	6,55	5,41	1,63	

Как видно из приведенной таблицы средних химических составов туфов и туфолав области г. Арагац, составленной по данным тридцати анализов проб, отобранных из главных стратиграфических и петрографических разновидностей, пределы колебания содержания окислов в туфах и туфолавах почти совпадают. Основные различия между ними сводятся к некоторому колебанию процентного содержания окислов кремнезема и также к различным соотношениям окисных и закисных соединений железа.

В случае наблюдаемых фациальных переходов от туфов к туфолавам между ними наблюдается полное химическое сходство, чем и обусловлена общность их окраски при наличии значительных различий между другими физическими свойствами.

При сравнении более ранних туфов с более молодыми существенных различий в их химическом составе не замечается. Как кислые, так и более основные туфы встречаются и в ранних, и в более поздних образованиях.

Более или менее заметные изменения в химическом составе туфов и туфолав наблюдаются в пределах одного этапа извержения. Эти изменения выражаются в основном в уменьшении кислотности вулканических выбросов от начала к концу извержения.

Для убедительности рассмотрим несколько примеров.

В разрезе Джрвежского месторождения туфов, в Котайкском районе, мы имеем следующую картину изменения кислотности пород. Самыми кислыми являются черные туфы основания туфового разреза с содержанием кремнезема 61,80%; черные туфы сменяются кверху желтыми туфами, содержащими 59,10% кремнекислоты; в верхней окисленной части разреза, связанной постепенным переходом с ниже-

лежащими горизонтами, количественное содержание кремнезема падает до 56,60%. Отметим, что общая мощность туфового покрова в данном случае равнялась всего трем метрам.

Аналогичный пример мы имеем и в разрезе туфовой толщи северной части селения Бюракан Аштаракского района, где в черных пирокластических туфах основания туфового разреза содержание кремнекислоты равняется 65,50%, в черно-полосчатых туфах средней части покрова—63,60%, а в розовато-малиновых туфах и их светлых разностях, слагающих кровлю покрова—от 61,12 до 60,00%.

Явление уменьшения кислотности в продолжение одного извержения наблюдается также в ряде других случаев, причем это характерно и для туфолав.

Так например, содержание SiO_2 в темно-фиолетовых туфолавах основания разреза Дзитханковского месторождения достигает 65,48%, тогда как в светлых разностях среднего горизонта покрова оно уменьшается до 63,00%, а в верхней части разреза составляет 61,42%.

Аналогичный пример наблюдается и в туфолавовых покровах Артикского района, где снизу вверх в покровах мощностью в несколько метров наблюдается уменьшение кислотности от 65,80% в основании розовых туфолав до 63,40% в туфолавах с красноватым оттенком, составляющих среднюю часть разреза, и 58,00% в пятнисто-красных туфолавах кровли туфолавовой толщи.

Таким образом, как явствует из изложенного фактического материала, степень кислотности вулканических выбросов в продолжительности каждого отдельно взятого извержения меняется в сторону увеличения основности, что указывает на явления дифференциации в магматическом бассейне и на сравнительно основной состав первоначальной магмы.

В моменты затишья, в процессе извержения, в магматическом бассейне происходила определенная дифференциация магмы с образованием нового, более кислого слоя в верхних частях магматического бассейна.

Для примера рассмотрим, как изменяется кислотность в туфо-туфолавовой толще месторождения с. Заринджа Талинского района. Здесь содержание кремнекислоты равняется в темно-фиолетовых туфолавах 65,5%, в вышележащих светлых разностях 63,0%, в рыхлых же пористых туфолавах, залегающих с перерывом на предыдущих разностях, содержание кремнекислоты достигает 66,60%. С аналогичным примером мы встречаемся и в Дзитханковском месторождении Агинского района, где над светло-фиолетовыми туфолавами с содержанием SiO_2 61,42% залегают образовавшиеся после определенного перерыва красные пирокластические туфы с содержанием кремнезема 66,00%.

Рассматривая пределы колебания кислотности туфов в течение одной фазы извержения в туфах и туфолавах самых различных месторождений области г. Арагац, мы не можем не замечать их весьма большого сходства. Данный факт в свою очередь говорит о том, что

в течение четвертичного времени в данной области существовал единый магматический очаг, в разных частях которого протекали однотипные явления магматической дифференциации, причем извержение продуктов проходило по принципу антидромной последовательности (по А. Н. Заварицкому).

По особенностям химических и минералогических свойств четвертичные лавы области г. Арагац обнаруживают большое сходство с туфами и туфолавами.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступило 30 XI 1954.

Կ. Գ. Շիրինյան

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՉՈՐՐՈՐԴԱԿԱՆ ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ՏՈՒՖԵՐԻ ԵՎ ՏՈՒՖՈԼԱՎԱՆԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հայաստանի չորրորդական հրաբխային տուֆերը և տուֆոլավաները իրենց քիմիական կազմով պատկանում են անդեզիտո-դացիտային ապարների շարքին՝ որոշ չեզոքներով դեպի ավելի ալկալային տարբերակները։

Ա. Ն. Զավարիցկու առաջարկած հրաբխային ապարների քնական ասոցիացիաների համեմատությամբ տուֆերը և տուֆոլավաները համապատասխանում են ալկալա-կրային ասոցիացիային և մասին նրանց որոշ մասը համապատասխանում է տիպիկ ալկալային ասոցիացիային։

Տուֆերի ու տուֆոլավաների մինեբալոգիական կազմի և ապակյա կազմի միջև գոյություն ունի որոշակի անհամապատասխանություն, որը կայանում է մինեբալոգիական կազմի նկատմամբ ապակու ավելի քիչ կազմում և բացատրվում է ինչպես բյուրեղացման պայմաններով, այնպես էլ մագմատիկ հալոցքի հետագա դիֆերենցիացիայով։

Տուֆերի և տուֆոլավաների որոշակի հորիզոնների ապրածման մակերևույթով նկատվում է առանձին օքսիդների պարունակության աննշան տատանումներ, որը պայմանավորված է հին ապարների բնիկորների կազմի և քանակի փոփոխությամբ, ինչպես նաև ինտրատելլուրիկ մինեբալների ապակյա մասի նկատմամբ ունեցած քանակի փոփոխությամբ։ Ինչ վերաբերում է ապարի գլխավոր մասը կազմող ապակյա մասին, ապա այն աչքի է ընկնում իր կազմի մեծ կայունությամբ։

Չորրորդական հրաբխային տուֆերն իրենց ապրածման մակերևույթով ցուցաբերելով քիմիական կազմի որոշակի կայունություն, որոշակի փոփոխություն են կրում ժայթքման առանձին էտապի ժամանակամիջոցում։ Այդ փոփոխությունները արտահայտվում են գլխավորապես ապրածված մասսայի քիմիության նվազումով, ժայթքման սկզբից մինչև ժայթքման վերջը։

Առանձին մայթքումների միջև ընկած կարճ ընդմիջումների ընթացքում տեղի է ունեցել մագմայի որոշակի դիֆերենցիացիա, որը ամեն անգամ մագմատիկ հալոցքի վերին մասում առաջացրել է համեմատաբար թթու շերտ։

Արագածի մարզի չորրորդական հասակի լավաներն իրենց քիմիական և միներալոգիական կազմի առանձնահատկություններով նման են նույն ժամանակամիջոցում գոյացած պիրոկլաստիկ առաջացումներին։

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Ֆիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Ф. А. Григорян

Четырехполюсник с вентилями для получения производной огибающей переменного напряжения и регистрации скорости вращения валов машин

При разработке схемы для регистрации скорости вращения валов гидроагрегатов в узких пределах изменения этой скорости с записью на осциллограф оказалось возможным использовать предлагаемую схему, предназначенную для стабилизации синхронно-следящих систем.

Была разработана схема для получения производной от огибающей переменного напряжения, предназначенная для стабилизации синхронно-следящих систем, которая с небольшим видоизменением позволила перейти к регистрации на осциллограф скорости вращения валов машины.

Четырехполюсник с вентилями для получения производной огибающей переменного напряжения

Схемы, дифференцирующие огибающую переменного напряжения, применяются для стабилизации синхронно-следящих систем.

Кроме воздействия на сельсин-приемник некоторой величиной, пропорциональной рассогласованию, эти схемы вводят поправку и на скорость изменения рассогласования, уменьшая тем самым запаздывание в следящей системе.

Рассогласование находит отражение в изменении огибающей амплитуд переменного напряжения; следовательно для ввода поправки, зависящей от дифференциала рассогласования, необходимо иметь дифференциал огибающей.

Такие схемы делят на два класса. В схемах первого класса [1, 2, 4, 5] переменное напряжение предварительно демодулируется, т. е. пропускается через выпрямитель и фильтр. При этом получается ток, пропорциональный огибающей, который дифференцируется обычными контурами RLC, применяемыми для дифференцирования постоянного тока. Фильтр вводит запаздывание. При его выборе варьируют между допускаемым запаздыванием и шумами, пропускаемыми через фильтр.

В устройствах второго класса [1, 2, 3, 4, 5] производится непосредственное дифференцирование линейными контурами RLC без предварительной демодуляции. Эти устройства имеют малую выходную мощность и зависят от ухода несущей частоты.

В работе [6] приведено нелинейное дифференцирующее устройство, использующее вентили и индуктивность с квадратно-петлевой характеристикой сердечника.

Ток положительного полупериода намагничивает сердечник в одном направлении, не доводя до насыщения, а ток отрицательного полупериода на обратное, к концу отрицательного полупериода намагничивая сердечник до насыщения. При насыщении индуктивность перестает задерживать ток и последний появляется на выходе схемы в виде пика, пропорциональный разности площадей положительного и отрицательного полупериодов, следовательно пропорциональный производной огибающей переменного напряжения.

В лаборатории Водно-энергетического института АН Армянской ССР разработана схема, дифференцирующая огибающую синусоиды, в которой использованы вентильные сопротивления (купроксные и селеновые шайбы) и индуктивность без насыщающегося сердечника.

Процесс в схеме следующий: разность положительной и отрицательной площадей напряжения вызывает изменение направления тока в индуктивном сопротивлении, вентиль направляет этот ток на выход.

Соответствующая схема приведена на фиг. 1.

Для анализа схемы сначала рассмотрим отдельно индуктивность, включенной в сеть переменного напряжения. При этом

$$i = \frac{U}{z}\left[\sin(\omega t - \psi - \varphi) - \sin(\psi - \varphi)\, e^{-\frac{t}{\tau}}\right]$$

при

$$R = 0 \text{ и } \psi = 0 \quad i = \frac{U}{\omega L}\left[1 + \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)\right].$$

Как видно из формулы, при включении в сеть катушки без активного сопротивления с момента, когда напряжение в сети равно нулю, ток идет только в одном направлении.

Для создания такого режима в схеме произведена компенсация действия активного сопротивления уменьшением напряжения отрицательного полупериода, при помощи сопротивлений r_1, r_2 и вентиля a (фиг. 1, разрез 2).

Рассмотрим схему при неравенстве положительной и отрицательной площадей полупериодов синусоиды выходного напряжения (производная огибающей при этом не равна нулю). В момент t

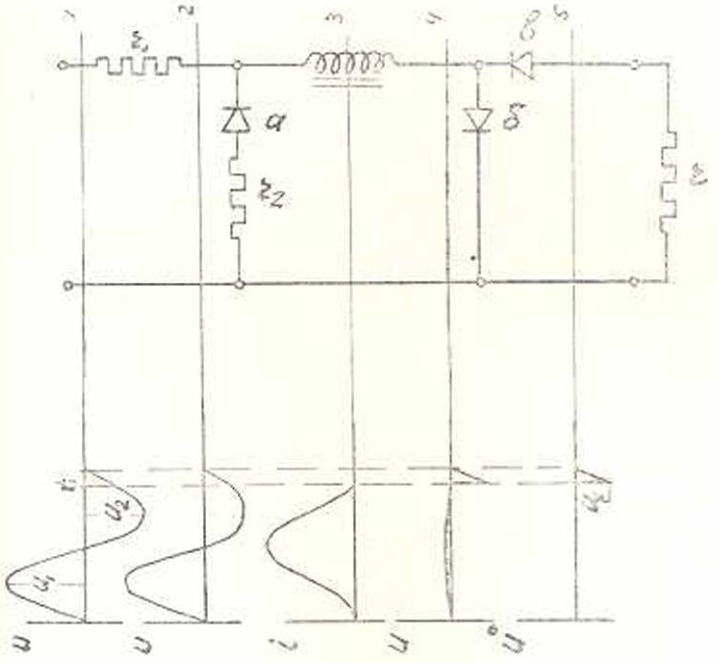
$$i = \int_0^{\frac{1}{2}} U_1 \sin\omega t\, dt + \int_{\frac{1}{2}}^{1} U_2 \sin\omega t\, dt.$$

Когда ток меняет знак $t = t_1$, $i_{t_1} = 0$

$$\int_0^{\frac{T}{2}} U_1 \sin \omega t dt + \int_{\frac{T}{2}}^{t_1} U_2 \sin \omega t dt = 0,$$

откуда

$$\cos \omega t = \frac{2U_1 - U_2}{U_1}.$$



Фиг. 1. Наверху схема для получения производной огибающей переменного напряжения. Внизу — графики тока и напряжения для соответствующих сечений.

r_1, r_2, a — сопротивления и вентиль для компенсации активного сопротивления катушки L и вентиля $б$. $б$ — вентиль задержки обратного тока, L — индуктивное сопротивление с железным сердечником, $в$ — вентиль задержки напряжения, образующегося на прямом направлении вентиля $б$.

Напряжение на входе при $t = t_1$ будет

$$U_{t_1} = U_2 \cdot \sin \omega t_1 = 2\sqrt{U_1}\sqrt{U_2 - U_1}. \quad (1)$$

Эта формула не учитывает неточность компенсации как прямого сопротивления вентиля, так и активного сопротивления катушки.

В момент t_1, вследствие изменения направления тока, вентиль $б$ запирает цепь, и при достаточно большом выходном сопротивлении, т. е. при $r \gg \omega L$ напряжение U_{t_1} появляется на выходе.

Как видно из формулы (1), при любых равных значениях U_1 и U_2

(и при полной компенсации R) $Ut_1 = 0$, т. е. Ut_1' не зависит от величины входного напряжения, когда огибающее не меняется.

На выходе появляется напряжение лишь при наличии разности амплитуд, при $U_1 \neq U_2$, т. е. схема реагирует на производную кривой, огибающей синусоиду.

На фиг. 2 приведена осциллограмма, снятая по схеме фиг. 1. Вверху входное напряжение, внизу выходной ток; этому току на фиг. 1 соответствует ток в разрезе 5.

Фиг. 2. Осциллограмма, снятая схемой, приведенной на фиг. 1.

Для записи отрицательных дифференциалов можно установить более высокий предварительный уровень пиков при помощи сопротивлений r_1 и r_2.

Схему можно использовать и для других задач.

Приведенный четырехполюсник фактически является безинерционным предварительным фильтром постоянной слагающей напряжения. Его можно применять как фильтр при весьма больших значениях переменной слагающей, когда непосредственное применение обычных фильтров вызывает запаздывание.

Как видно из свойств схемы (фиг. 1), возможно его применение и для регистрации ускорения вала машин, если на вход четырехполюсника включить напряжение от вспомогательного генератора переменного тока, насаженного на вал исследуемой машины.

Схема для регистрации скорости вращения валов машин в узких пределах

Вышеприведенный четырехполюсник, в частности, можно применять для регистрации скорости вращения валов машин при узких пределах изменений скорости (например, 1000 ± 50 *об/мин*).

В схемах регистрации скорости вращения валов, использующих генератор постоянного тока, насаженный на вал, возникает ошибка из-за непостоянства сопротивлений между щетками и коллектором.

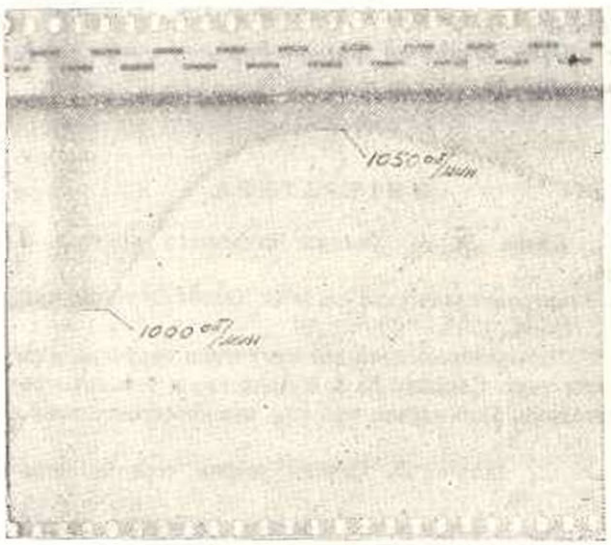
Схемы, использующие генераторы переменного напряжения с выпрямлением и фильтрацией переменного напряжения, инерционны из-за инерции фильтра, кроме того требуется постоянное напряже-

ние для включения навстречу выпрямленного напряжения с целью компенсации начального отклонения напряжения, соответствующего исходным оборотам.

В механических устройствах узость шкалы ограничена трением, люфтами.

При вводе в схему (фиг. 1) вместо сопротивления r_2 дополнительных вентилей, разность площадей положительных и отрицательных полупериодов сильно меняется от изменения величины напряжения входа, так как прямое сопротивление вентиля a зависит от тока. При включении на вход напряжения от генератора переменного напряжения, насаженного на вал, положительные и отрицательные полупериоды компенсируют друг друга при определенной скорости вращения, обеспечивая нулевой выход. На выход схемы приключается вибратор осциллографа. Сопротивлением r_1 устанавливается нулевой выход при желаемой скорости вращения вала. При отклонении скорости от сбалансированного значения высота пика на выходе схемы меняется в зависимости от скорости вращения (нелинейность шкалы $1 \div 3\%$).

Схемой после такого изменения можно регистрировать обороты, когда нет особо больших ускорений, так как при больших ускорениях показание будет пропорционально не только скорости, но и ускорению.



Фиг. 3. Осциллограмма изменения числа оборотов.

На фиг. 3 приведена осциллограмма скорости вращения. Первоначальной скорости соответствует — 1000 *об/мин*, изменению скорости —50 *об/мин*; вибратор с чувствительностью — 1 *ма/см*.

Автор приносит свою благодарность А. И. Ивахненко (Инст. эл. тех. АН УССР) за весьма ценные указания по существу настоящей статьи.

Водно-энергетический институт
АН Армянской ССР

Поступило 25 VI 1955

Ֆ. Ա. Գրիգորյան

ՈՒՂՂԻՉՆԵՐՈՎ ՔԱՌԱԲԵՎԵՌ՝ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԼԱՐՄԱՆ ԱՇԱՆՑՅԱԼ ՊԱՐՈՒՐԻՉԻ ՍՅԱՑՄԱՆ ԵՎ ԼԻՍԵՌԻ ՊՏՏՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԳՐԱՆՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Փոփոխական լարման աճանցյալի ստացման սխեմաներն օգտագործվում են սինխրոն-հետևող սխեմաների կայունացման համար։

Հոդվածում նկարագրված է նոր աճանցող սխեմա, որը մշակված է Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիայի Ջրա-էներգետիկ ինստիտուտում։ Այս սխեմայի սկզբնական համեմատությունը մյուս սխեմաների հետ՝ ցույց է տալիս հավանական ավելի փոքր ուշացում, ելքի մեծ հզորության և պարզության։

Ցույց է տրված, որ սխեմայի փոքր փոփոխման դեպքում նրանով կարելի է գրանցել լիսեռի պտտման արագությունը և նշված է, որ սխեման օգտագործելի է որպես օժանդակ ֆիլտր, երբ սովորական ֆիլտրերի իներցիան անթույլատրելի է։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иосифьян А. Г., Каган Б. М.* Основы следящего привода. Госэнергоиздат, М.—Л., 1954.
2. *Соколов Т. Н.* Электромеханические системы автоматического управления. Госэнергоиздат, Л.—М., 1952.
3. *Филиппчук Е. В.* Четырехполюсники для получения скорости изменения сигнала на переменном токе. Сборник № 3. Устройство и элементы теории автоматики и телемеханики. Гос. научно-тех. изд. машиностроительной литературы, М., 1952.
4. *Лауер Г., Лесник С., Мадсон Л.* Основы теории сервомеханизмов. Госэнергоиздат., М.—Л., 1948.
5. Корректирующие цепи в автоматике. Сборник переводов статей. Издательство иностранной литературы, Москва, 1954.
6. *Scorgie D. G.* Lead Networks Utilizing a Saturable Core Memory AIEE Transactions Part II, Applications and Industry. New York. 18, NY. USA. 1952.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Ֆիզ.-մաթ., բն. և տեխն. գիտութ. IX, № 8, 1956 Физ.-мат., естеств. и техн. науки

ՔՆՆԱԴԱՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԳՐԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

Վ. Դ. Ազատյան

ԼԱՏԻՆ-ՌՈՒՍ-ՀԱՅԵՐԵՆ ԲԺՇԿԱԿԱՆ ԲԱՌԱՐԱՆԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԵՐՄԻՆՆԵՐԻ ԵՎ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԵՐՄԻՆԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԱՐՑԵՐԻ ՄԱՍԻՆ*

Չնայած ռուս-հայերեն մի շարք բառարանների առկայությանը, միշտ էլ մեծ է եղել բարձրորակ ռուս-հայերեն բառարանների, մանավանդ մասնագիտական բառարանների պահանջը։

Հրապարակի վրա եղած մի քանի մասնագիտական բառարանները (աշխատանքային, իրավաբանական, առևտրա-հաշվապահական, շինարարական կառուցվածքների, երկաթուղային, ռազմական, բժշկական) հրատարակված են 1919—1931 թվականներին և բոլորովին չեն բավարարում մեր ուսումնական գործի ու կուլտուրական շինարարության արագ աճող պահանջները ոչ միայն այն պատճառով, որ նրանք ընդգրկում են մի քանի մասնագիտություններ միայն և վաղուց սպառված են, այլև այն պատճառով, որ նրանք մեծ չափով հնացել են, ետ են մնացել մեծ տեմպով առաջ ընթացող մեր կյանքից՝ արդյունաբերության, գյուղատնտեսության, տեխնիկայի, գիտության, կուլտուրայի, լեզվաշինարարության բնագավառներում վերջին տասնամյակների ընթացքում ձեռք բերված հսկայական նվաճումներից։ Այդ պատճառով նոր, բարձրորակ բառարանների, այդ թվում մասնագիտականների, հրատարակումը հասունացած հարց է և ամեն մի բարձրորակ բառարանի լույս տեսնելը, որպես կուլտուրական շինարարության կարևոր միջոցառում, ըստ ամենայնի պետք է ողջունել։

Վերջին տարիների ընթացքում Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիան հրատարակել և հրատարակում է մի քանի բառարաններ, որոնցից երկուսը (պոլիտեխնիկականը և բժշկականը) մասնագիտական են։

Ներկա գրախոսականում մենք խոսելու ենք Մ. Աբեղյանի, Լ. Հովհաննիսյանի և Ա. Տեր-Պողոսյանի «Լատին-ռուս-հայերեն բժշկական բառարանի» քիմիական տերմինների կապակցությամբ։

Քննության չառնելով այդ բառարանի համար քիմիական տերմինների ընտրության հարցը, մենք հիմնականում կանգ կառնենք այդ բառարանում տեղ գտած քիմիական տերմինների և քիմիական տերմինաբանական մի շարք սխալների և թերությունների վրա։

1. Ամեն մի մասնագիտական (և ոչ միայն մասնագիտական) բառարան կազմելիս պետք է ղեկավարվել համանման տիպի նյութերի համար տերմիններ գործ ածելու կամ ստեղծելու միօրինակությամբ, միասնական

* *Լատին-ռուս-հայերեն բժշկական բառարան։ Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Հրատարակչություն, Երևան, 1951։*

ակզբունքով և ոչ թե նույն տիպի մի խումբ նյութեր անվանել մի կերպ, մի այլ խումբ՝ այլ կերպ։ Դրախոսվող բառարանում բացակայում է տերմիններ գործածելու կամ առհդելու միօրինակություններ, միասնական ակզբունքը։

Օրինակներ՝

ա) Միևնույն տիպի թթուների անուննները գրված են տարբեր ձևով, տարբեր վերջավորությամբ՝ ֆտորաջրածնական (էջ 22), բրոմաջրածնական (23) և ցիանաջրածնային (23), աուլֆոսալիցիլային (29), պիրոգալյան (29) թթուներ և այլն, իսկ որոշ դեպքերում նույնիսկ միևնույն թթվի անունը տարբեր էջերի վրա ունի տարբեր վերջավորություններ՝ քացախաթթվային (20) ու քացախաթթվական (239) և այլն։

Բանի որ կան մի շարք դեպքեր, երբ միևնույն էլեմենտը (օրինակ ծծումբը, ֆոսֆորը, ազոտը և այլն) գոյացնում է մեկից ավելի թթուներ, վերջիններիս անուննները տարբերում են նրանց վերջավորությամբ՝ ծծմբական (H_2SO_4) և ծծմբային (H_2SO_3), ազոտական (HNO_3) ու ազոտային՝ (HNO_2) թթուներ և այլն։ Ուստի, միօրինակություններ պահպանելն անհրաժեշտ է ոչ միայն խառնաշփոթություն չմտցնելու, այլև թյուրիմացությունների տեղիք չտալու համար։ Այն դեպքերում, երբ տվյալ էլեմենտը գոյացնում է միայն մի թթու (օրինակ՝ HCl, HBr, HCN և այլն), ինչպես և օրգանական թթուների դեպքում, թթուների անվան վերջավորության համար պետք է ընդունել կամ «ային» կամ «ական» վերջավորությունը, բայց ոչ և՛ մեկը, և՛ մյուսը (պետք է «ականն»-ը)։

բ) Մի շարք թթուների անուննները բառարանում չունեն -ական, -ային կամ (սխալ) -յան վերջավորություններ։ Նրանք կազմված են արմատից և «թթու» բառից, միացած ա հոդակապով. օրինակներ՝ գլուտամինաթթու (22), լինոլաթթու (23), միրիստինաթթու (29), ստեարաթթու (22), ամինոբենզոյաթթու (20), գլիցերոֆոսֆորաթթու (21), իսկ մի շարք դեպքերում միևնույն թթվի անունը գրված է միաժամանակ երկու ձևով։ Օրինակներ՝ քլորական թթու և քլորաթթու (22), կիտրոնական թթու և կիտրոնաթթու (22), մրջնական թթու և մրջնաթթու (22), ծծմբական թթու և ծծմբաթթու (23), յոդական թթու և յոդաթթու (23), ազոտական թթու և ազոտաթթու (22, 23) և այլն։

Այս դեպքերում ևս խախտված է միասնականության սկզբունքը և, որ ավելի ցավալի է, յայն ասպարեզ է բացված շփոթությունների և թյուրիմացությունների համար։

Հայտնի է, որ ծծումբը, ազոտը և մի շարք այլ էլեմենտներ, ինչպես հիշատակվեց վերը, գոյացնում են մեկից ավելի թթուներ, որոնց համար բոլորի կողմից վաղուց գործածական են դարձել ական (ավելի բարձր օքսիդից գոյացած թթվի համար) և ային (ավելի ցածր օքսիդից գոյացածի համար) վերջավորություններով անուննները՝ ծծմբական և ծծմբային, ազոտական և ազոտային և այլն։ Դրանց գործածելը ոչ մի շփոթություն չի առաջացնում։ Սակայն դրանցից բացի մի նոր տերմինի գործածությունը՝ «ծծմբաթթու», «ազոտաթթու» և այլն, որևէ առավելություն չունենալով հանդերձ, շփոթության է առաջ բերում՝ արդ է «ծծմբաթթուն» — H_2SO_4-ը՞ թե H_2SO_3-ը, արդ է «ազոտաթթուն» HNO_3-ը՞, թե HNO_2-ը և այլն։

Չէ՞ որ երկու բիուների մեջ էլ կա համապատասխանաբար S և N և երկուսն էլ իրավամբ կարող են «ծծմբաբիուս» կամ «ազոտաբիուս» կոչվել. բայց նրանք բոլորովին տարբեր բիուներ են։ Ուրեմն այդ տերմինը չպետք է դործ ածել և պետք է պահպանել միայն «ական» և «այինո» վերջավորությունները նման բիուների համար, իսկ մնացած դեպքերում՝ միայն «ական» վերջավորությունը։

Այն դեպքերում, երբ բիվի անունը բխում է որևէ հայտնի նյութի անունից (օրինակ՝ կարագ, քացախ, խնձոր, կիտրոն, սաթ, մրջյուն և այլն), միանական ձևով կազմված անվան հետ կարելի է դործածել նաև այդ նյութերի անվան արմատը +ա հոդակապը+«բիուս» վերջավորությունը. օրինակներ՝ մրջնական բիուս և մրջնաբիուս, խնձորական բիուս և խնձորաբիուս և այլն։

դ) Որոշ դեպքերում բիուների կամ շաքարների անվան մասերը կապված են հոդակապով, այլ դեպքերում՝ առանց հոդակապի, օրինակներ՝ ֆոսֆորջրածնական (22), բրոմաջրածնական (23) և ցիանջրածնական, (առանց հոդակապի) (23) բիուներ, կաթնաշաքար (387) և եղեգնի շաքար (387), խաղողի շաքար (196)։ Բոլոր դեպքերում էլ պետք է դործածել հոդակապը՝ «ցիանաջրածնական բիուս», «խաղողաշաքար», «եղեգնաշաքար» և այլն։

դ) Մի շարք տերմինների մեջ միևնույն բաղադրիչ կամ ինքնուրույն բառը գրված է տարբեր կերպ, ըստ որում նրանցից, իհարկե, միայն մեկն է ճիշտ։ Օրինակներ՝ Benzonaphtolum — *բենզոնաֆթոլ (77) և* Betanaphtholum — *բետանաֆթոլ (77),* metan — *մետան (272) և* methan — *մեթան (273), էթեր և եթեր (101) և այլն։ Բերված օրինակների մեջ համապատասխանաբար սխալ են առաջինները և ճիշտ՝ երկրորդները։*

ե) Քիմիական տեսակետից միանդամայն նույնանման հալոգենային միացությունների մի մասի անունները գրված են մի կերպ, մյուսներինն՝ այլ կերպ։ Օրինակներ՝ бромистый — *բրոմական (22),* хлористый — *քլորային (101)։*

Բացի միօրինակությունը պահպանելուց (քլորային, բրոմային և այլն), անհրաժեշտ էր այդ բառերի կոդքին միաժամանակ համապատասխանաբար ավելացնել «քլորիդ», «բրոմիդ», քանի որ, օրինակ, „хлористый калий," „бромистый натрий" — չի կարելի թարգմանել «քլորային կալիում», «բրոմային նատրիում», այլ՝ «կալիումի քլորիդ», «նատրիումի բրոմիդ» և այլն, առավել ևս, որ հետինականները մի շարք դեպքերում հենց այդպես էլ տարվել են (դարձյալ խախտելով միօրինակությունը), օրինակ՝ „хлористый барий" ճիշտ կերպով թարգմանելով «բարիումի քլորիդ» (76), „хлористый кальций" «կալցիումի քլորիդ» (85), „бромистый калий"— «կալիումի բրոմիդ» (239) և այլն։

զ) Ինչպես և բիուների դեպքում, հաճախ ազերի անունները թարգմանված են տարբեր ոկզբունքով կամ միաժամանակ գրված են երկու, երբեմն նաև երեք տարբեր ձևերով։ Օրինակներ՝ бромистый литий — *լիթիումի բրոմիդ և* углекислый литий — *ածխաթթվական լիթիում (256) փոխանակ՝ «լիթիումի կարբոնատ»-ի, «քլորական արծաթ» (սխալ) և «արծաթի քլորիդ» (55) (ճիշտ), «ցիանային կալիում» (սխալ) և «կալիումի*

յիանիդ» (239) (ճիշտ), «ածխաթթվական կալիում» (239) (սխալ) և «կալիումի կարբոնատ» (239) (ճիշտ) և այլն։

2. Միանգամայն սխալ են թարգմանված մի շարք տերմիններ։ Օրինակներ՝ двухлористый — *երկքլորատ (78),* двубромистый — *երկբրոմատ (77),* двуиодистый — *երկյոդատ (78)։ Հետևողական լինելու և միօրինակություն պահպանելու դեպքում հեղինակները այդ տերմինները „хлористый — քլորային», «бромистый — բրոմային»-ի օրինակով պետք է գրեին՝ «երկքլորային» և «երկյոդային և ոչ թե «երկքլորատ», «երկբրոմատ», «երկյոդատ». Այդ նյութերը ոչ թե «քլորատ», «բրոմատ» և «յոդատ»-ներ են (իսկ երկքլորատ, երկբրոմատ և երկյոդատ առնասարակ գոյություն չունեն) (քլորատներ՝ կոչվում են $HClO_3$ թթվի ազերը, բրոմատներ՝ $HBrO_3$ թթվի և յոդատներ՝ HJO_3 թթվի ազերը),* այլ *երկքլորիդ — դիքլորիդ, երկբրոմիդ — դիբրոմիդ և երկյոդիդ — դիյոդիդ։*

Сернокислая медь— *ծծմբաթթվական պղինձ, պղնձի սուլֆիդ (!) (125) — փոխանակ «պղնձի սուլֆատ», «պղնձի արջասպ»-ի, իսկ ամենացավալին այն է, որ* $CuSO_4$*-ը* (сернокислая медь) *հայերեն թարգմանության երկրորդ ձևով («պղնձի սուլֆիդ») նույնացված է* CuS*-ի հետ, որոնք բոլորովին տարբեր նյութեր են։* Бикарбонаты — *երկկարբոնատներ (77),* двууглекислый— *երկածխաթթվական (77), փոխանակ «բիկարբոնատներ»-ի,* бензойнокислый висмут — *բենզոյական բիսմութ (79),* алюминат меди — *ալյումինական պղինձ (125),* азотистокислый натрий — *ազոտային նատրիում (294),* азотнокислый натрий — *ազոտային նատրիում, նատրիումի նիտրիտ (294) (երկու նյութերի համար էլ գործ է ածված «ազոտային» տերմինը, մինչդեռ մեկը* $NaNO_3$ *է, մյուսը՝* $NaNO_2$*, իսկ երկրորդ դեպքում* $NaNO_3$*-ին սրված է* $NaNO_2$*-ի անունը։ Առաջինը պետք էր կոչել «նատրիումի նիտրիտ», երկրորդը՝ նատրիումի նիտրատ»).* сернистокислый *натрий (калий) — ծծմբային նատրիում (կալիում) (294, 239),* այնինչ сернистокислый *նշանակում է* H_2SO_3*-ի ածանցյալ (այդ թթվի ազ), իսկ ծծմբային նատրիում (ճիշտը՝ նատրիումի սուլֆիդ) —* նշանակում է Na_2S)։ ацетат таллия — *ածխաթթվական թալիում (434), փոխանակ «քացախաթթվականի»-ի (ավելի ճիշտ՝ «թալիումի ացետատ»-ի),* сернокислый эфир — *(փոխանակ* серный эфир*-ի) ծծմբաթթվ(ուստ)ային էթեր (29),* озонирование — *օզոնացում (322), (փոխանակ՝ «օզոնում»-ի),* озонированный — *օզոնով հագեցած, օզոնացված (322), (փոխանակ՝ «օզոնած»-ի),* осажденный — *նստած, սկած (358)՝ (փոխանակ՝ «նստեցրած»-ի),* холод — *սառնություն, սառնացում (?) (33),* окись ртути — *օքսիդացած սնդիկ (212) (փոխանակ «սնդիկի օքսիդ»-ի),* хлористый калий — *քլորական կալիում, Բերթոլետյան աղ (239) (նույնացված են* KCl*-ը և* $KClO_3$*-ը),* формообразование — *ձևածագում (288) (փոխանակ՝ «ձևագոյացում»-ի), տիտրացում (438) (փոխանակ՝ տիտրում»-ի),* бензойный — *կնգրուկային (77) (փոխանակ «բենզոյականը»-ի, մանավանդ որ հեղինակներն այլ դեպքերում խուսափում են «կնգրուկ» — արմատից՝ «ամինոբենզոյաթթու» (20), «բենզ-ամիդ», «բենզալդեհիդ», բենզոլ (77) և այլն),* пикриновая кислота — *կարբոդոտական թթու-պիկրոնիտրական թթու (22),* олениновая кислота — *յուդաթթու (23) (կարելի է շփոթել կարագաթթվի հետ, պետք է թարգմանել*

«օլեինաթթու»). гипохлориды (պետք է լինի՝ гипохлориты) — ենթաքլորիդներ (219) և այլն։

Երկու տարբեր տերմիններ՝ азотный (73) և азотистый (29) թարգմանված են միևնույն կերպ՝ ազոտային։ Միևնույն տերմինները տարբեր էջերի վրա թարգմանված են տարբեր կերպ՝ азотный — ազոտային (173) և азотная — ազոտական (23), бромистая — բրոմական (22) և бромистый — բրոմային (29), сернокислый — ծծմբաթթվական (34) և ծծմբաթթվային (100), углекислый — ածխաթթվական (85) և углекислое — ածխաթթվային (176). „Смола"-ն թարգմանված է և՛ «ձյութ», և՛ «կուպր» (347), vitis vinifera — խաղող (467) և այլն։

3. Սխալ են գրված բազմաթիվ տերմիններ. օրինակներ՝ адсорпция — ադսորպցիա, ներկլանում (28) («ներկլանում»-ը եւ սխալ է, քանի որ կլանումը կատարվում է ոչ թե ներսը, այլ մակերեսին), գխլորումին (140), ալկալիկ (32), алкогалат (32), կենդ (226), նատրիումի յոդիտ (294), կալիումի յոդիտ (457), հիդրոքսիլ (215), ինդոքսիլ (229), ֆտորոպաջրածնական թթու (22), двойное уродство — կրկնակի հրեշներ (279) (իսկ մի փոքր ցածր՝ тройное уродство — եռակի հրեշություններ (279)։ Բերթոլեյան աղ (239) (փոխանակ՝ «Բերտոլեի աղ»-ի), гипохлориды — հիպոքլորիդներ (219) և այլն։

4. Բառարանը ծանրաբեռնված է բազմաթիվ այնպիսի տերմիններով, որոնք ոչ միայն բժշկական չեն, այլև անգամ հեռավոր կերպով կապված չեն բժշկության հետ։ Օրինակներ՝ колбаса (81, 172), таракан (7), бойня (81), капуста (82), репа (82), откос, скат (130), депо (135), детерминизм (137), экскаватор (167), галоп (188) геофизика (192), узда (199), идея (224), озеро (248), спектроскоп (402), статика (411), термодинамика (425), кинематика (241), кинетика (241), барограф, барометр, бароскоп (76), гальванометр, гальваноскоп (188), рукоятка (264), полимеризация (356), вулканизация (467), реостат (384), кошачье мурлыканье (185), гидромеханика (213), мальтузианство (268) և այլն։

5. Բառարանը զերծ չէ վրիպակներից։ Օրինակներ՝ Acidum hudrcbromicum (23), Alliaria — սխտորամայր (33) — չկա ռուսերենը. միևնույն էջի վրա Ferrum pomatum-ը բերված է երկու անգամ. հակառակ այբուբենական կարգին նախ գրված է Acidum hydrochloricum-ը, ապա Acidum hydrobromicum-ը (23) և այլն։

Մենք հարկ ենք համարում մի քանի խոսք ասել նաև քիմիական տերմինների թվին չպատկանող մի շարք այլ տերմինների մասին։

Զարմանք է առաջացնում „плод шиповника"-ն «մասրենու պտուղ» թարգմանելը (186, 126) (երբ մենք դրա համար ունենք «մասուր» տերմինը), „черника"-ն՝ «հավամրգի պտուղ» (186), „плод малины"-ն «ազնվամորու պտուղ» (186), „тыква"-ն՝ «դդմենի» (107), „лимонный плод"-ը՝ «լիմոնի պտուղ» (186) (այլ տեղ՝ «կիտրոն» (176) և այլն թարգմանելը։

Այս սկզբունքով ղեկավարվելով պետք է գրեինք նաև «խնձորենու պտուղ», «տանձենու պտուղ» և այլն, և ոչ թե «խնձոր», «տանձ» և այլն։ Клещ-ը թարգմանված է «ակար», (138), երբ մենք ունենք հայերեն «տիզ» բառը և այլն։

Մեր թված թերությունները բառարանում տեղ չէին գտնի, եթե հեղինակները խորհրդակցեին համապատասխան որակյալ մասնագետների հետ, որոնք, չենք կասկածում, սիրով կհամաձայնեին իրենց ուժերը նվիրաբերել չափ օժանդակել բառարանը հնարավորին չափ զերծ պահելու լուրջ թերություններից։

Մենք կարծում ենք նաև, որ հայերեն քիմիական տերմինները ճշգրտելն ու ստեղծելը և ռուս-հայերեն քիմիական բառարան հրատարակելը ակնառու հարց է, քանի որ դրանց պահանջը լուրջ կերպով զգում են մեր բուհերը, մասնագիտական բազմաթիվ այլ ուսումնական հաստատությունները, դպրոցները, արտադրության և գիտության աշխատողները, տեխնիկական գիտությունների պրոպագանդայի գործը։