ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

# ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
# ДОКЛАДЫ

XXIV, № 4
1957

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Լ. ԹԱԽՏԱՋՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Մ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի տեղակալ)

Редакционная коллегия

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

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН

# ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ


էջ

**Մեխանիկա**

Կ. Ս. Կարապետյան — *Բետոնի ամրության և դեֆորմատիվ հատկությունների մի կարևոր գործոնի մասին* . . . . . 144

**Աստղագիտության տեսություն**

Ս. Ա. Համբարձումյան, *ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ — Անիզոտրոպ սալերի ոչ գծային տեսության մասին* . . . . . 153

**Ֆիզիկա**

Ն. Մ. Գոչարյան, *ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ*, Ռ. Ռ. Բեգժանով և Խ. Ռ. Փաչաջյան — *Մեծ էներգիայի π-մեզոնների միջուկային փոխազդեցությունը կապարում* . . . . . 161

**Գեոֆիզիկա**

Է. Ռ. Աջիմամուդով — *Գրավիտացիոն դաշտի և Փոքր Կովկասի տեկտոնական զոնալության միջև գոյություն ունեցող կապի մասին* . . . . . 167

**Դեղագործական քիմիա**

Ա. Լ. Մնջոյան, *ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս*, և Ն. Մ. Դիվանյան — *Հետազոտություն ֆուրանի ածանցյալների բնագավառում։ Հաղորդում* XII . . . . . 171

**Ստրատիգրաֆիա**

Վ. Թ. Հակոբյան — *Թափասար լեռան դագաթի հրաբխածին հաստվածքի հասակի մասին* . . . . . 177

**Ռուլսերի ֆիզիոլոգիա**

Վ. Հ. Ղազարյան և Գ. Ի. Գաբրիելյան — *Ռուլսերի մեջ պլաստիկ նյութերի շարժման պրոցեսում ֆելոդերմայի դերի մասին* . . . . . 183

**Բուսական հումք**

Ս. Ցա. Զոլոտնիցկայա — *Ալկալոիդային կոմպլեքսի աշխարհագրական փոփոխականության մասին* . . . . . 189

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр

**Механика**

*К. С. Карапетян* — Об одном существенном факторе в прочностных и деформативных свойствах бетона . . . . . 144

**Теория упругости**

*С. А. Амбарцумян*, чл.-корр. АН АрмССР — К вопросу нелинейной теории анизотропных пластинок . . . . . 153

**Физика**

*Н. М. Кочарян*, чл.-корр. АН АрмССР, *Р. Б. Бегжанов* и *Х. Б. Пачаджян* — Ядерные взаимодействия π-мезонов больших энергий в свинце . . . 161

**Геофизика**

*Э. Б. Аджимамудов* — О связи гравитационного поля с тектонической зональностью Малого Кавказа . . . . . 167

**Фармацевтическая химия**

*А. Л. Мнджоян*, академик АН АрмССР и *Н. М. Диванян* — Исследование в области производных фурана. Сообщение XII . . . . . 171

**Стратиграфия**

*В. Т. Акопян* — О возрасте вулканогенной толщи вершины г. Гапасар . 177

**Физиология растений**

*В. О. Казарян* и *Г. Г. Габриелян* — О роли феллодермы в передвижении пластических веществ у растений . . . . . 183

**Растительное сырье**

*С. Я. Золотницкая* — О географической изменчивости алкалоидного комплекса . . . . . 189

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXIV 1957 4

МЕХАНИКА

К. С. Карапетян

# Об одном существенном факторе в прочностных и деформативных свойствах бетона

(Представлено Н. Х. Арутюняном 22. II. 1957)

Как известно, в Советском Союзе марку бетона ($R$) принято определять на стандартных кубиках размерами $20 \times 20 \times 20$ *см*, а призменную прочность ($R_{пр}$) на призматических образцах такого же сечения, но высотой не менее 60 *см*.

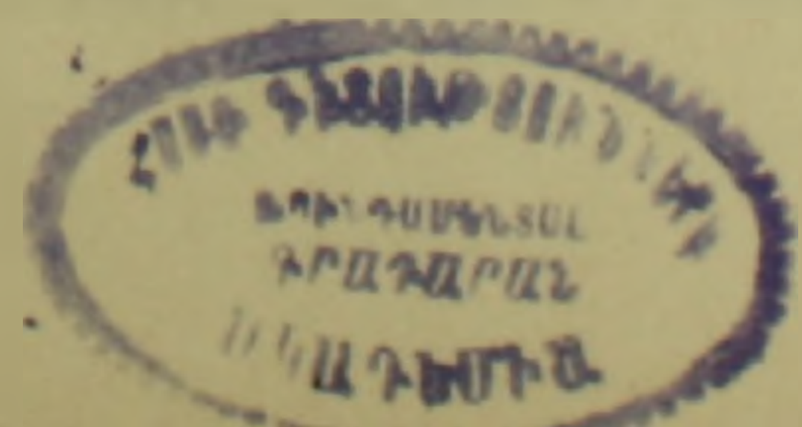
К. И. Безухов пишет: „При установке на пресс опытных бетонных балок и кубов их следует располагать так, чтобы направление штыкования и направление силы соответствовали бы реальным условиям укладки бетона и его работы в конструкции" ([1]).

Необходимо отметить, что до сих пор этому вопросу не уделяли должного внимания. Насколько нам известно, ни в одной работе, посвященной изучению прочности и деформативности бетонов, не указывалось, как изготавливались и испытывались образцы в отношении направления, уплотнения и действия силы.

По стандарту за марку бетона принимается наименьшая прочность кубиков, которая соответствует случаю приложения сжимающей силы, параллельно слоям укладки бетонной смеси в форму. Однако для расчета конструкций непосредственно важна не кубиковая прочность бетона, а другие характеристики прочности, которые на основании нормативных данных даются в зависимости от марки бетона. Так, например, для расчета колонн необходимо знать призменную прочность бетона, которая определяется эмпирическими формулами, предложенными для этой цели на основании многочисленных экспериментальных данных.

Призматические образцы изготавливаются и испытываются двояким образом. Одни исследователи изготавливают призмы, укладывая и уплотняя бетон при вертикальном положении форм, а другие— при горизонтальном положении форм. Что касается испытания, то в обоих случаях призмы испытываются в вертикальном положении. При этом ввиду отсутствия соответствующих исследований ставится знак равенства между призменными прочностями при обоих видах испытания.





Проведенные нами специальные исследования показывают, что если в части кубиковых прочностей влиянием направления укладки бетона и действующей силы при испытании можно пренебречь, то тоже самое нельзя делать в отношении призменных прочностей. Оказывается, что анизотропия бетона оказывает существенное влияние как на призменную прочность, так и на деформативность бетона как при кратковременном, так и длительном загружениях. В данной работе приводятся результаты только той части общих исследований, которые относятся к влиянию анизотропии на прочность бетона.

Исследования влияния анизотропии бетона на его прочность и деформативность были поставлены над двумя составами туфобетона. Составы бетонов приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

Составы бетонов

| №№ составов | Порода заполнителя | | Осадка по конусу в *см* | В/Ц | Расход материалов на $м^3$ бетона в *кг* | | | | Объемный вес бетона в возрасте 28 дней в $т/м^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | песок | щебень | | | цемент | песок | щебень | вода | |
| 1 | туф | туф | 4—5 | 1,43 | 261 | 469 | 716 | 374 | 1,69 |
| 2 | туф | туф | 2 | 1,29 | 265 | 542 | 730 | 343 | 1,79 |

В качестве вяжущего для состава № 1 был применен пуцолановый портланд-цемент, а для состава № 2 шлако-портланд-цемент. Опыты были поставлены над призматическими образцами с сечениями 10 × 10 *см* и 12,5 × 12,5 *см* разной высоты и кубиками с размерами ребер 10 и 20 *см*.

Из бетона состава № 1 были изготовлены три серии образцов, а из бетона состава № 2 одна серия. Каждая серия образцов изготавливалась из одного замеса бетона. При этом каждая серия включала в себя образцы двух, а иногда и трех разновидностей. Эти разновидности следующие.

1. Форму призмы заполняют бетоном и вибрируют при вертикальном положении. Сжимающая сила направлена перпендикулярно слоям бетона.

2. Форму призмы заполняют бетоном и вибрируют при наклонном положении (под углом 45°). Сжимающая сила направлена под углом 45° к слоям бетона.

3. Форму призмы заполняют бетоном и вибрируют в горизонтальном положении. Сжимающая сила направлена параллельно слоям бетона.

Вместе с призматическим образцом были соответственно изготовлены и испытаны кубики.

Результаты испытания кубиков и призм в различных возрастах приведены в табл. 2. Данные этой таблицы показывают, что показатели прочности образцов из бетона состава № 1, приготовленные из трех

различных замесов, весьма близки, что очень важно для правильного обобщения результатов опытов. Первое, что необходимо отметить по данным табл. 2, это то, что прочности кубиков при испытании их как перпендикулярно, так и параллельно слоям бетона весьма близки. Поэтому их можно считать практически одинаковыми, тем более, что нет определенной закономерности, чтобы во всех случаях прочность при одном виде испытания была бы больше или меньше другой.

Однако в части призменных прочностей имеет место определенная закономерность, которая подтверждается всеми испытаниями.

*Таблица 2*

Влияние анизотропии на кубиковую и призменную прочность бетона (кубики размерами 20×20×20 *см*, призмы размерами 12,5×12.5×60 *см*)

| №№ составов бетона | Направление сжимающей силы по отношению к слоям бетона при испытании | Серия образцов | Кубиковая и призменная прочность бетона в возрасте | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 28 дней | | | 3 месяцев | | | 19 месяцев | | |
| | | | $R$ | $R_{пр}$ | $\frac{R_{пр}}{R}$ | $R$ | $R_{пр}$ | $\frac{R_{пр}}{R}$ | $R$ | $R_{пр}$ | $\frac{R_{пр}}{R}$ |
| 1 | Перпендикулярно | I—54 | 137 | 75 | 0,55 | — | 136 | — | — | — | — |
| | Под углом 45° | | — | 85 | — | — | — | — | — | — | — |
| | Параллельно | | 127 | 115 | 0,91 | — | 160 | — | — | — | — |
| | Перпендикулярно | II—54 | — | — | — | — | — | — | — | 130*) | — |
| | Под углом 45° | | — | — | — | — | — | — | — | 127*) | — |
| | Параллельно | | 125 | — | — | 200 | — | — | — | 190*) | — |
| | Перпендикулярно | III—54 | 125 | — | — | 186 | — | — | — | — | — |
| | Под углом 45° | | 111 | — | — | 184 | — | — | — | — | — |
| | Параллельно | | 115 | — | — | 195 | — | — | — | — | — |
| 2 | Перпендикулярно | I—55 | 116 | 77 | 0,66 | — | — | — | 224 | 137**) | 0,58 |
| | Параллельно | | 104 | 103 | 0,99 | — | — | — | 236 | 195**) | 0,87 |

*) Испытание произведено в возрасте 16 месяцев.
**) Призмы размерами 10×10×40 *см*.

Из табл. 2 видно, что призменная прочность при испытании призм параллельно слоям бетона всегда больше, чем при испытании перпендикулярно слоям бетона. При этом разница в призменных прочностях настолько значительна (30—50%), что уже не может вызвать сомнения в существовании такой закономерности.

Что же касается деформаций, то они как при кратковременном, так и длительном загружениях значительно меньше в призмах, загруженных параллельно слоям бетона.

Поскольку кубиковые прочности при упомянутых выше двух способах испытания практически одинаковы, относительные призменные прочности $\left(\frac{R_{пр}}{R}\right)$ также значительно отличаются.

Относительная призменная прочность для случая испытания призм перпендикулярно слоям бетона колеблется в пределах от 0,55 до 0,66, в то время как для случая испытания призм параллельно слоям бетона—0,87—0,99.

Кроме этих опытов были поставлены следующие испытания. Из уцелевших частей туфобетонной балки, испытанной на изгиб для другой цели, были изготовлены кубики размерами 10×10×10 *см* и призмы размерами 10×10×20 *см*. Образцы были изготовлены станочной обработкой, причем так, чтобы можно было бы испытать их как перпендикулярно, так и параллельно слоям бетона. Образцы были испытаны при возрасте бетона 5 месяцев. Результаты испытания приведены в табл. 3.

*Таблица 3*

Влияние анизотропии на кубиковую и призменную прочность бетона (кубики разм. 10×10×10 *см*, призмы разм. 10×10×20 *см*)

| Состав бетона | В/Ц | Расход цемента на 1 $м^3$ бетона в *кг* | Направление сжимающей силы по отношению к слоям бетона при испытании | Прочность в $кг/см^2$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $R$ | $R_{пр}$ | $\frac{R_{пр}}{R}$ |
| 1:1,05:1,6 | 0,95 | 400 | Перпендикулярно | 216 | 167 | 0,77 |
| | | | Параллельно | 206 | 188 | 0,91 |

Данные табл. 3 еще раз подтверждают отмеченные выше закономерности в части кубиковых и призменных прочностей. Правда, в этом случае призменные прочности отличаются не в такой мере, как это было в предыдущих опытах (табл. 2). Причиной этого является то, что в последних опытах отношение высоты призм к толщине $h/a = 2$, в то время как в ранее приведенных опытах $h/a = 4{,}8$.

Увеличение этого отношения все больше оказывает влияние на призменную прочность бетона. Это положение подтверждается специально поставленными опытами, результаты которых будут приведены ниже.

Известно, что при укладке бетонной смеси и ее уплотнении в ней происходит внутреннее расслаивание. В результате этого часть излишней воды отжимается наверх, а часть скопляется непосредственно под частицами заполнителя, образуя множество водяных прослоек. В дальнейшем в процессе твердения бетона вода из указанных мест постепенно испаряется, в результате чего под частицами заполнителя остаются воздушные поры. Эти места именно и являются слабым местом бетона и естественно должны оказать отрицательное влияние как на прочность, так и на деформативность бетона.

Отрицательное действие внутреннего расслаивания бетона на его прочность при разрыве весьма убедительно доказывает опытами Н. А. Мощанский ([2]). В этих опытах при испытании бетонного цилиндра на разрыв, последний происходил по нижнему контакту за-

полнителя с цементным камнем и подавляющее большинство зерен гравия осталось на верхней половине цилиндра.

Анизотропия бетона именно обусловлена внутренним расслаиванием бетона. К такому выводу приводят результаты наших опытов.

Отмеченные выше закономерности следует объяснить тем, что образовавшиеся благодаря внутреннему расслаиванию бетона под частицами заполнителя водяные прослойки и в дальнейшем на их месте воздушные поры в случае призм, испытываемых перпендикулярно слоям бетона, больше ослабляют их сечение, чем в случае призм, испытываемых параллельно слоям бетона. По этой причине при одинаковой нагрузке во всех случаях фактическое напряжение (усилие на единицу площади сечения призмы с вычетом площади воздушных пор) в сечениях призм с воздушными порами будет больше в призмах, испытываемых перпендикулярно слоям бетона. Это обстоятельство и приводит к тому, что в этом случае прочность бетона оказывается намного меньше, а деформации, наоборот, больше.

Такое объяснение причин подтверждается и следующими опытами. Из имеющихся заранее изготовленных призматических образцов серии 1—55 (состав № 2) сечением 12,5×12,5 *см*, высотой 60 *см* были изготовлены путем станочной обработки призмы сечением 10×10 *см*, разной высоты.

Образцы были изготовлены и испытаны как перпендикулярно, так и параллельно слоям бетона. Результаты испытания приведены в табл. 4.

*Таблица 4*

Относительная призменная прочность в зависимости от *h/a*

| Способ испытания образцов | *h/a* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| Перпендикулярно слоям бетона | 1,23 | 1 | 0,81 | 0,70 | 0,63 | 0,54 |
| Параллельно слоям бетона | 1,45 | 1 | 0,92 | 0,915 | 0,91 | 0,83 |

Данные табл. 4 показывают, что с увеличением *h/a* относительная призменная прочность уменьшается. Это известное явление объясняется тем, что с увеличением высоты образца влияние опорного трения при испытании уменьшается. Однако из данных табл. 4 одновременно следует, что уменьшение относительной призменной прочности с увеличением *h/a* значительно больше для случая испытания образцов перпендикулярно слоям бетона, что уже является новым явлением и имеет другую причину. Исходя из данного нами объяснения причин анизотропии бетона, это новое явление как-будто закономерно. Здесь возможно, что с увеличением высоты образца

отрицательные влияния воздушных пор, находящихся в различных сечениях призмы по высоте, накладываются друг на друга. Причем, как и надо было ожидать, это влияние более существенно при испытании призм перпендикулярно слоям бетона. В результате этого относительная призменная прочность при $h/a = 4$, в случае испытания призм параллельно слоям бетона на 44% больше, чем при испытании призм перпендикулярно слоям бетона.

По исследованию влияния $h/a$ на прочность бетона существует ряд экспериментальных данных ([3]). Однако к какому виду испытания они относятся, установить не удалось.

В табл. 5 приведены относительные призменные прочности в зависимости от $h/a$ по данным этих исследований.

*Таблица 5*

Относительная призменная прочность в зависимости от $h/a$ по данным различных исследователей

| | $h/a$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 3,75 | 4 | 5 | 8 |
| По опытам Фере над призмами сечением 2×2 *см* из цементного раствора | — | 1,00 | — | 0,954 | 0,93 | — | 0,921 | 0,917 | — |
| По опытам Гелера над призмами сечением 7×7 *см* из раствора | — | 1,00 | — | 0,89 | 0,80 | — | 0,70 | 0,68 | — |
| По опытам Шюле над призмами сечением 7×7 *см* | 1,23 | 1,00 | 0,67 | 0,64 | 0,54 | — | 0,58 | — | — |
| По опытам Баха над призмами сечением 32×32 *см* из бетона | 1,38 | 1,00 | — | 0,94 | — | 0,87 | — | — | 0,84 |

Я. В. Столяров, рассматривая данные, приведенные в табл. 5, писал: „Однако, рассматривая их, трудно прийти, как уже говорилось выше, к вполне определенным выводам. Падение прочности с увеличением $h/a$ всюду наблюдается, но отношение $R_{пр}/R$ при одинаковом $h/a$ в разных опытах колеблется в довольно широких пределах". Далее Я. В. Столяров причинами такой неустойчивости опытных результатов считает неодинаковые условия производства опытов и влияние неучитываемых побочных факторов. Я. В. Столяров сюда относит: различие размеров образцов, влияние опорного трения, не всегда центральную передачу нагрузки, неодинаковую скорость нагружения образца и т. д. Нам кажется, что указанные факторы оказывают влияние на призменную прочность, но они, очевидно, не основные. Проведенные нами исследования позволяют полагать, что основной причиной столь неустойчивых данных является неодинаковая методика изготовления и испытания призм.

Любопытно отметить, что опытные данные как Фере, так и Баха (табл. 5) весьма близки к тем нашим опытным данным, которые соот-

ветствуют случаю испытания образцов параллельно слоям бетона (табл. 4). А что касается опытных данных Гелера и Шюле, то они, наоборот, близки к тем нашим опытным данным, которые соответствуют случаю испытания образцов перпендикулярно слоям бетона. Причем, опытные данные этих исследований близки с соответствующими данными, полученными нами, несмотря на влияние тех побочных факторов, о которых отмечает Я. В. Столяров. Таким образом, можно считать бесспорным тот факт, что как призменная прочность, так и модуль упругости бетона при испытании призм параллельно слоям бетона значительно больше, чем то же самое при испытании призм перпендикулярно слоям бетона. Существование отмеченных закономерностей подтверждается и теми нашими опытами, где призмы испытывались под углом 45° к слоям бетона.

Для рационального использования бетона важно знать ту призменную прочность, которая соответствует реальным условиям укладки бетона и его работы в конструкции.

Известно, что колонны изготавливаются двумя способами. В монолитном строительстве колонны бетонируются в вертикальном положении и загружаются перпендикулярно слоям бетона, а в сборном строительстве, наоборот, бетонируются в горизонтальном положении и загружаются параллельно слоям бетона. По этой причине сборные колонны оказываются более целесообразными, так как в последнем случае, на основании наших опытов, призменную прочность, входящую в расчетные формулы колонн, можно значительно повысить и принять равной 90% от кубиковой прочности бетона. Наши ориентировочные подсчеты показали, что при одинаковом расходе металла и одинаковой марке бетона повышение призменной прочности для сборных колонн до 90% от кубиковой прочности даст экономию бетона около 25—30%.

То явление, что призменная прочность при испытании призм параллельно слоям бетона значительно больше, чем при испытании призм перпендикулярно слоям бетона, говорит о том, что и прочность бетона на растяжение в первом случае должна быть значительно больше.

Как известно, внимание многих исследователей и до сих пор занято тем вопросом, почему временное сопротивление сжатию и растяжению бетона при изгибе значительно больше, чем при обычных испытаниях. Проведенные нами исследования вносят определенную ясность в этот вопрос.

Исследования влияния анизотропии бетона на его прочность и деформативность нами были выполнены над легким бетоном, в частности туфебетоном. Надо полагать, что влияние анизотропии бетона, обусловленное внутренним расслаиванием бетона, будет еще больше на прочность и деформативность тяжелого бетона. Этот вопрос требует специального исследования.

В заключение надо отметить, что поскольку анизотропия оказывает существенное влияние на прочность, упругость, ползучесть и усадку бетона, необходимо провести в этом направлении широкие

исследования. Эти исследования дадут возможность более рационально проектировать бетонные и железобетонные конструкции, об одной конкретной возможности которой в части колонн нами указывалось выше.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность Н. Х. Арутюняну и С. А. Амбарцумяну за советы в процессе проведения данных исследований.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Կ. Ս. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

## Բետոնի ամրության և դեֆորմատիվ հատկությունների մի կարևոր գործոնի մասին:

*Աշխատանքը նվիրված է անիզոտրոպիայի ազդեցությանը բետոնի ամրության և դեֆորմատիվ հատկությունների վրա, ինչպես կարճատև այնպես էլ երկարատև բեռնվածության դեպքում:*

*Հոդվածում բերվում է ընդհանուր հետազոտության միայն այն մասը, որը վերաբերվում է անիզոտրոպիայի ազդեցությանը բետոնի ամրության վրա:*

*Հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ եթե անիզոտրոպիայի ազդեցությունը բետոնի խորանարդային ամրության նկատմամբ կարելի է հաշվի չառնել, ապա նույն բանը չի կարելի անել բետոնի պրիզմայական ամրության նկատմամբ: Պարզվում է, որ այն դեպքում, երբ նմուշները փորձարկվում են բետոնի շերտերին զուգահեռ ուղղությամբ շնորհիվ անիզոտրոպիայի պրիզմայական ամրությանը բավականին մեծ է (30—50 %-ով), քան այն պրիզմայական ամրությանը, երբ նրանք փորձարկվում են բետոնի շերտերին ուղղահայաց ուղղությամբ:*

*Ինչ վերաբերվում է բետոնի դեֆորմատիվ հատկություններին, ապա այդ դեպքում ինչպես կարճատև, այնպես էլ երկարատև բեռնվածության դեպքում տեղի ունի հակառակ պատկերը:*

*Բետոնի անիզոտրոպիան հեղինակը բացատրում է նրա կազմալուծմամբ, որը տեղի ունի բետոնային շաղախի տեղադրման և խտացման ժամանակ:*

*Տվյալ հետազոտությունների հիման վրա հեղինակը գտնում է, որ ավելի նպատակահարմար է օգտագործել հավաքովի երկաթ-բետոնե և բետոնե սյուներ, որոնք բետոնավորվում են պառկած վիճակում, քանի որ նրանց համար պրիզմայական ամրությունը կարելի է բարձրացնել մինչև խորանորդային ամրության 90 տոկոսը:*

*Նախնական հաշիվները ցույց են տալիս, որ վերոհիշյալը հնարավորություն կտա տնտեսել բետոնը 25—30 տոկոսով, կամ համապատասխանաբար պակասեցնել երկաթի ծախսը:*

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *К. И. Безухов*, Испытание строительных конструкций и сооружений. Госиздлит. по стр-ву и арх-ре, М. 1954. [2] *Н. А. Мощанский*, Плотность и стойкость бетонов, Госстройиздат, М. 1951. [3] *Я. В. Столяров*, Введение в теорию железобетона. Стройиздат, М.—Л., 1941.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXIV 1957 4

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

С. А. Амбарцумян, чл.-корр. АН Армянской ССР

# К вопросу нелинейной теории анизотропных пластинок

(Представлено 1.III.1957)

1. Предполагаем, что пластинка постоянной толщины $h$ отнесена к декартовым координатам $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ так, что срединная плоскость недеформированной пластинки совпадает с координатной плоскостью $\alpha$, $\beta$, а координата $\gamma$ направлена в сторону ненагруженной плоскости пластинки.

Считаем, что материал пластинки подчиняется обобщенному закону Гука и в каждой точке имеется плоскость упругой симметрии, параллельная координатной плоскости $\alpha$, $\beta$ (1).

В основу ставим следующие предположения:

а) нормальный к срединной плоскости линейный элемент пластинки после деформации не меняет своей длины;

б) при определении деформаций $e_\alpha$, $e_\beta$ и $e_{\alpha\beta}$ пренебрегаем влиянием нормальных напряжений $\sigma_\gamma$;

в) при определении деформаций $e_{\alpha\gamma}$ и $e_{\beta\gamma}$ считаем, что касательные напряжения $\tau_{\alpha\gamma}$ и $\tau_{\beta\gamma}$ не отличаются от соответствующих напряжений ($\overset{\circ}{\tau}_{\alpha\gamma}$ и $\overset{\circ}{\tau}_{\beta\gamma}$), найденных при наличии гипотезы недеформируемых нормалей(1);

г) при определении удлинений и сдвигов срединной плоскости учитываем лишь те нелинейные члены, которые происходят от прогибов $w$(2);

2. В силу принятых предположений имеем(1):

$$e_{\alpha\gamma}=\frac{1}{2}\left(\frac{\gamma^2}{2}-\frac{h^2}{4}\right)\varphi^0, \qquad e_{\beta\gamma}=\frac{1}{2}\left(\frac{\gamma^2}{2}-\frac{h^2}{4}\right)\psi^\circ, \tag{2.1}$$

$$\varphi^\circ=[a_{55}E_1(B_{ik})+a_{45}E_2(B_{ik})]\,w^\circ(\alpha,\ \beta),$$

$$\psi^\circ=[a_{44}E_2(B_{ik})+a_{45}E_1(B_{ik})]\,w^\circ(\alpha,\ \beta), \tag{2.2}$$

$$E_1(B_{ik})=B_{11}\frac{\partial^3}{\partial\alpha^3}+3B_{16}\frac{\partial^3}{\partial\alpha^2\partial\beta}+(B_{12}+2B_{66})\frac{\partial^3}{\partial\alpha\partial\beta^2}+B_{26}\frac{\partial^3}{\partial\beta^3},$$

$$E_2(B_{ik})=B_{22}\frac{\partial^3}{\partial\beta^3}+3B_{26}\frac{\partial^3}{\partial\beta^2\partial\alpha}+(B_{12}+2B_{66})\frac{\partial^3}{\partial\beta\partial\alpha^2}+B_{16}\frac{\partial^3}{\partial\alpha^3}, \tag{2.3}$$

где $w^\circ$ — прогиб пластинки, найденный при наличии гипотезы недеформируемых нормалей, $a_{ik}$, $B_{ik}$ — известные постоянные упругости([1]).

В силу (2.1), а также принятых предположений, из общих уравнений теории упругости([3]), для перемещений какой-либо точки пластинки получим:

$$u_\alpha = u - \gamma\frac{\partial w}{\partial \alpha} - \gamma\left(\frac{h^2}{8} - \frac{\gamma^2}{6}\right)\varphi^\circ,$$

$$u_\gamma = w. \qquad (2.4)$$

$$u_\beta = v - \gamma\frac{\partial w}{\partial \beta} - \gamma\left(\frac{h^2}{8} - \frac{\gamma^2}{6}\right)\psi^\circ,$$

где $u = u(\alpha, \beta)$, $v = v(\alpha, \beta)$ и $w = w(\alpha, \beta)$ — соответственно тангенциальные и нормальные перемещения срединной плоскости пластинки.

Подставляя значения $u_\alpha$, $u_\beta$ и $u_\gamma$ из (2.4) в уравнения деформаций $e_\alpha$, $e_\beta$ и $e_{\alpha\beta}$([3]), при этом в силу (2.4) учитывая, что

$$e_\alpha = \varepsilon_1 + \gamma\varkappa_1 + \gamma^3\theta_1, \quad e_\beta = \varepsilon_2 + \gamma\varkappa_2 + \gamma^3\theta_2, \qquad (2.5)$$

$$e_{\alpha\beta} = \omega + \gamma\tau + \gamma^3\lambda,$$

для коэффициентов разложения (2.5) получим

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial \alpha}\right)^2, \qquad \varepsilon_2 = \frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial \beta}\right)^2,$$

$$\omega = \frac{\partial u}{\partial \beta} + \frac{\partial v}{\partial \alpha} + \frac{\partial w}{\partial \alpha}\frac{\partial w}{\partial \beta}, \qquad (2.6)$$

$$\varkappa_1 = -\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - \frac{h^2}{8}\frac{\partial \varphi^\circ}{\partial \alpha}, \qquad \varkappa_2 = -\frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} - \frac{h^2}{8}\frac{\partial \psi^\circ}{\partial \beta},$$

$$\tau = -2\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{h^2}{8}\left(\frac{\partial \varphi^\circ}{\partial \beta} + \frac{\partial \psi^\circ}{\partial \alpha}\right), \qquad (2.7)$$

$$\theta_1 = \frac{1}{6}\frac{\partial \varphi^\circ}{\partial \alpha}, \qquad \theta_2 = \frac{1}{6}\frac{\partial \psi^\circ}{\partial \beta}, \qquad \lambda = \frac{1}{6}\left(\frac{\partial \varphi^\circ}{\partial \beta} + \frac{\partial \psi^\circ}{\partial \alpha}\right). \qquad (2.8)$$

Напряжения $\sigma_\alpha$, $\sigma_\beta$, $\tau_{\alpha\beta}$ могут быть определены с помощью известных формул:

$$\sigma_\alpha = B_{11}e_\alpha + B_{12}e_\beta + B_{16}e_{\alpha\beta}, \quad \sigma_\beta = B_{22}e_\beta + B_{12}e_\alpha + B_{26}e_{\alpha\beta}, \qquad (2.9)$$

$$\tau_{\alpha\beta} = B_{16}e_\alpha + B_{26}e_\beta + B_{66}e_{\alpha\beta}.$$

Эти напряжения вызывают внутренние силы и моменты, которые определяются посредством следующих формул:

$$T_1 = C_{11}\varepsilon_1 + C_{12}\varepsilon_2 + C_{16}\omega, \qquad (2.10)$$

$$T_2 = C_{22}\varepsilon_2 + C_{12}\varepsilon_1 + C_{26}\omega, \qquad (2.11)$$

$$S = C_{16}\varepsilon_1 + C_{26}\varepsilon_2 + C_{66}\omega, \qquad (2.12)$$

$$M_1 = -D_{11}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2} - D_{12}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} - 2D_{16}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta} - \frac{h^2}{10}\left[D_{11}\frac{\partial\varphi^\circ}{\partial\alpha} + \right.$$

$$\left. + D_{12}\frac{\partial\psi^\circ}{\partial\beta} + D_{16}\left(\frac{\partial\varphi^\circ}{\partial\beta} + \frac{\partial\psi^\circ}{\partial\alpha}\right)\right], \tag{2.13}$$

$$M_2 = -D_{22}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} - D_{12}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2} - 2D_{26}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta} - \frac{h^2}{10}\left[D_{22}\frac{\partial\psi^\circ}{\partial\beta} + \right.$$

$$\left. + D_{12}\frac{\partial\varphi^\circ}{\partial\alpha} + D_{26}\left(\frac{\partial\varphi^\circ}{\partial\beta} + \frac{\partial\psi^\circ}{\partial\alpha}\right)\right], \tag{2.14}$$

$$H = -D_{16}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2} - D_{26}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} - 2D_{66}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta} - \frac{h^2}{10}\left[D_{16}\frac{\partial\varphi^\circ}{\partial\alpha} + \right.$$

$$\left. + D_{26}\frac{\partial\psi^\circ}{\partial\beta} + D_{66}\left(\frac{\partial\varphi^\circ}{\partial\beta} + \frac{\partial\psi^\circ}{\partial\alpha}\right)\right], \tag{2.15}$$

где для жесткостей имеем:

$$C_{ik} = hB_{ik}, \qquad D_{ik} = \frac{h^3}{12}B_{ik} \tag{2.16}$$

3. Как обычно ([4]), имеем следующее уравнение неразрывности

$$\frac{\partial^2\varepsilon_1}{\partial\beta^2} + \frac{\partial^2\varepsilon_2}{\partial\alpha^2} - \frac{\partial^2\omega}{\partial\alpha\partial\beta} + \frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta}\right)^2 = 0 \tag{3.1}$$

и следующие уравнения равновесия:

$$\frac{\partial T_1}{\partial\alpha} + \frac{\partial S}{\partial\beta} = 0, \qquad \frac{\partial T_2}{\partial\beta} + \frac{\partial S}{\partial\alpha} = 0, \tag{3.2}$$

$$\frac{\partial^2 M_1}{\partial\alpha^2} + 2\frac{\partial^2 H}{\partial\alpha\partial\beta} + \frac{\partial^2 M_2}{\partial\beta^2} + T_1\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2} -$$

$$- 2S\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta} + T_2\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} + q = 0, \tag{3.3}$$

где $q = q(\alpha, \beta)$ — внешняя нормально приложенная к срединной плоскости нагрузка.

Посредством функций напряжений $F = F(\alpha, \beta)$, представляя усилия $T_1$, $T_2$ и $S$ следующим образом:

$$T_1 = h\frac{\partial^2 F}{\partial\beta^2}, \qquad T_2 = h\frac{\partial^2 F}{\partial\alpha^2}, \qquad S = -h\frac{\partial^2 F}{\partial\alpha\partial\beta}, \tag{3.4}$$

тождественно удовлетворим первым двум уравнениям равновесия (3.2). На основании (2.10)—(2.15) и (3.4) из уравнений (3.1) и (3.3) получим следующую разрешающую систему дифференциальных уравнений:

$$a_{22}\frac{\partial^4 F}{\partial\alpha^4} - 2a_{16}\frac{\partial^4 F}{\partial\alpha^3\partial\beta} + (a_{66} + 2a_{12})\frac{\partial^4 F}{\partial\alpha^2\partial\beta^2} -$$

$$-2a_{26}\frac{\partial^4 F}{\partial\alpha\partial\beta^3} + a_{11}\frac{\partial^4 F}{\partial\beta^4} + \frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta}\right)^2 = 0$$

$$D_{11}\frac{\partial^4 w}{\partial\alpha^4} + 4D_{16}\frac{\partial^4 w}{\partial\alpha^3\partial\beta} + 2(D_{12} + 2D_{66})\frac{\partial^4 F}{\partial\alpha^2\partial\beta^2} + \tag{3.5}$$

$$+4D_{26}\frac{\partial^4 w}{\partial\alpha\partial\beta^3} + D_{22}\frac{\partial^4 w}{\partial\beta^4} - h\left(\frac{\partial^2 F}{\partial\beta^2}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial\alpha^2}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} -\right.$$

$$\left.-2\frac{\partial^2 F}{\partial\alpha\partial\beta}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta}\right) = q - \frac{h^2}{10}E_1(D_{ik})\varphi^\circ - \frac{h^2}{10}E_1(D_{ik})\psi^\circ.$$

При интегрировании системы (3.5) функции $F = F(\alpha, \beta)$ и $w = w(\alpha, \beta)$ должны удовлетворять граничным условиям, которые ничем не отличаются от обычных ([1]).

Из системы (3.5) нетрудно получить соответствующие разрешающие системы дифференциальных уравнений для ортотропных, трансверсально изотропных и изотропных пластинок. Эти системы, как и (3.5), будут отличаться от обычных систем лишь правой частью второго уравнения. Учитывая, что $\varphi^\circ$ и $\psi^\circ$ являются известными величинами (2.2), заметим, что поправка к теории, построенной на основании гипотезы недеформируемых нормалей, представляется в виде „грузового члена".

Таким образом, решение системы (3.5) может быть найдено каким-либо известным способом ([4]).

4. Для примера рассмотрим задачу, прямоугольной ($a \times b$), трансверсально изотропной пластинки (плоскость изотропии совпадает с плоскостью $\alpha - \beta$), для которой точно удовлетворяются следующие граничные условия ([5]):

$$w = 0, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2} = 0 \quad \text{при} \quad \alpha = 0, \quad \alpha = a,$$

$$w = 0, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2} = 0 \quad \text{при} \quad \beta = 0, \quad \beta = b, \tag{4.1}$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial\beta^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial\alpha\partial\beta} = 0 \quad \text{при} \quad \alpha = 0, \quad \alpha = a,$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial\alpha^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial\alpha\partial\beta} = 0 \quad \text{при} \quad \beta = 0, \quad \beta = b. \tag{4.2}$$

В этом случае система (3.5) принимает следующий вид:

$$\frac{\partial^4 F}{\partial\alpha^4}+2\frac{\partial^4 F}{\partial\alpha^2\partial\beta^2}+\frac{\partial^4 F}{\partial\beta^4}=E\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta}\right)^2-\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2}\right]$$

$$\frac{\partial^4 w}{\partial\alpha^4}+2\frac{\partial^4 w}{\partial\alpha^2\partial\beta^2}+\frac{\partial^4 w}{\partial\beta^4}=\frac{h}{D}\left[\frac{\partial^2 F}{\partial\beta^2}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2}-\right.$$

$$\left.-2\frac{\partial^2 F}{\partial\alpha\partial\beta}\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta}+\frac{\partial^2 F}{\partial\alpha^2}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2}\right]+\frac{q^*}{D} \tag{4.3}$$

$$q^*=q-\frac{Eh^2D}{10(1-\mu^2)G'}\left(\frac{\partial^2 w^\circ}{\partial\alpha^6}+3\frac{\partial^6 w^\circ}{\partial\alpha^4\partial\beta^2}+3\frac{\partial^6 w^\circ}{\partial\alpha^2\partial\beta^4}+\frac{\partial^6 w^\circ}{\partial\beta^6}\right), \tag{4.4}$$

где $E$ — модуль упругости для напряжений в плоскости изотропии; $\mu$ — коэффициент Пуассона, характеризующий сокращение в плоскости изотропии при растяжении в этой же плоскости; $G'$ — модуль сдвига, характеризующий искажение углов между направлениями в плоскости изотропии и направлением, перпендикулярным к ней; $D=\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}$ — жесткость изгиба.

Как известно ([5]), если к этой задаче применить способ независимого выбора аппроксимирующих функций В. З. Власова, то решение в первом приближении представится в следующем виде ([5]):

$$\frac{a^2m}{Eh^4}\int_0^a\int_0^b q^*(\alpha,\beta)\sin\frac{\pi\alpha}{a}\sin\frac{\pi\beta}{b}\,d\alpha d\beta=$$

$$=\frac{\pi^4}{48(1-\mu^2)}\left(m+\frac{1}{m}\right)^2\zeta+\frac{4234}{537{,}2(m^2+m^{-2})+322{,}5}\zeta^3 \tag{4.5}$$

$$m=\frac{b}{a},\qquad \zeta=\frac{f}{h}.$$

Это уравнение дает искомую связь между „грузовым членом" $q^*$ и прогибом $f$ в центре пластинки.

Учитывая, что

$$w^\circ=f^\circ\sin\frac{\pi\alpha}{a}\sin\frac{\pi\beta}{b}=\zeta_0 h\sin\frac{\pi\alpha}{a}\sin\frac{\pi\beta}{b} \tag{4.6}$$

для „грузового члена" из (4.4) получим:

$$q^*(\alpha,\beta)=q(\alpha,\beta)+\frac{Eh^3D\pi^6}{10(1-\mu^2)G'b^6}\zeta_0(m^6+$$

$$+3m^4+3m^2+1)\sin\frac{\pi\alpha}{a}\sin\frac{\pi\beta}{b}, \tag{4.7}$$

где $\zeta_0$ определяется из следующего известного уравнения ([5]):

$$\frac{a^2 m}{Eh^4}\int_0^b\int_0^a q(\alpha,\ \beta)\sin\frac{\pi\alpha}{a}\sin\frac{\pi\beta}{b}\,d\alpha d\beta =$$

$$= \frac{\pi^4}{48(1-\mu^2)}(m+m^{-1})^2\zeta_0 + \frac{4234}{537{,}2(m^2+m^{-2})+322{,}5}\zeta_0^3. \qquad (4.8)$$

Подставляя значение $q^*$ из (4.7) в (4.5), получим окончательное уравнение, которое дает искомую связь между произвольной поперечной нагрузкой $q(\alpha,\ \beta)$ и прогибом $f$ в центре прямоугольной пластинки.

В случае, когда на пластинку действует равномерно распределенная нагрузка $q(\alpha,\ \beta) = q_0 = \text{const}$, то в силу (4.7) из (4.5) получим:

$$\bar{q} + \frac{\pi^8 h^2}{120(1-\mu^2)^2 a^2}\,\frac{m^6+3m^4+3m^2+1}{m^6}\,\frac{E}{G'}\zeta_0 =$$

$$= \frac{\pi^6}{192(1-\mu^2)}\left(1+\frac{1}{m^2}\right)^3\zeta + \frac{10447}{537{,}2(1+m^4)+322{,}5\,m^2}\zeta^3, \qquad (4.9)$$

а для определения $\zeta_0$ из (4.8) получим:

$$\bar{q} = \frac{\pi^6}{192(1-\mu^2)}\left(1+\frac{1}{m^2}\right)^2\zeta_0 + \frac{10447}{537{,}2(1+m^4)+322{,}5\,m^2}\zeta_0^3. \qquad (4.10)$$

В этих уравнениях принято

$$\bar{q} = \frac{q_0 a^4}{Eh^4}, \qquad \zeta = \frac{f}{h}, \qquad \zeta_0 = \frac{f_0}{h}.$$

Для квадратной пластинки ($m = 1$) из (4.9) и (4.10) получим:

$$\bar{q} + \frac{\pi^8 h^2}{240(1-\mu^2)^2 a^2}\,\frac{E}{G'}\zeta_0 = \frac{\pi^6}{48(1-\mu^2)}\zeta + 7{,}48\zeta^3, \qquad (4.11)$$

$$\bar{q} = \frac{\pi^6}{48(1-\mu^2)}\zeta_0 + 7{,}48\zeta_0^3. \qquad (4.12)$$

В таблице 1 приведены значения относительного прогиба $\zeta$ при различных $\bar{q}$ и $K = \dfrac{Eh^2}{G'(1-\mu^2)a^2}$. Подсчеты выполнены посредством формул (4.11) и (4.12), при подсчетах принято $\mu = 0{,}3$. Для сравнения в последнем столбце таблицы приведены значения $\zeta_0$.

| $\bar{q}$ \ $K$ | 0,50 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,00 |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 1,15 | 0,92 | 0,83 | 0,79 | 0,76 |
| 40 | 1,62 | 1,38 | 1,30 | 1,25 | 1,22 |
| 60 | 1,90 | 1,69 | 1,61 | 1,57 | 1,53 |

Рассматривая таблицу, замечаем, что полученная здесь поправка к теории, опирающейся на гипотезу недеформируемых нормалей, в некоторых случаях анизотропной пластинки может быть существенной.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ա. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ

## Անիզոտրոպ սալերի ոչ գծային տեսության մասին

*Աշխատանքում բերված է առաձգական անիզոտրոպ սալերի հաշվման մի տեսություն, որի հիմքում դրված են հետևյալ ընդունելությունները։*

*ա) $e_\alpha$, $e_\beta$ և $e_{\alpha\beta}$ դեֆորմացիաները հաշվելիս $\sigma_\alpha$, $\sigma_\beta$ և $\tau_{\alpha\beta}$ լարումների նկատմամբ արհամարվում են $\sigma_\gamma$ նորմալ լարումները։*

*բ) $e_{\alpha\beta}$ և $e_{\beta\gamma}$ դեֆորմացիաները հաշվելիս ընդունվում է, որ $\tau_{\alpha\gamma}$ և $\tau_{\beta\gamma}$ շոշափող լարումները չեն տարբերվում համապատասխան շոշափող լարումներից ($\overset{\circ}{\tau}_{\alpha\beta}$ և $\overset{\circ}{\tau}_{\beta\gamma}$), որոնք ստացվում են «դեֆորմացիայի չենթարկվող նորմալների» հիպոթեզի օգտագործման ժամանակ։*

*գ) $e_\gamma$ դեֆորմացիաները ամենուրեք ընդունվում է հավասար զերոյի։*

*դ) Միջին մակերեսի դեֆորմացիաները որոշելիս հաշվի են առնվում միայն այն ոչ գծային անդամները, որոնք ծագում են նորմալ տեղափոխումից։*

*Ելնելով բերված ընդունելություններից և առաձգականության ոչ գծային տեսության ընդհանուր հավասարումներից, դրված խնդրի համար ստացվում են հաշվային բանաձևերը և որոշող դիֆերենցիալ հավասարումների մի ոչ գծային սիստեմ, որը տվյալ խնդրի համար գտնված հայտնի սիստեմից տարբերվում է երկրորդ հավասարման աջ մասով։*

*Որոշող դիֆերենցիալ հավասարումների սիստեմի տեսքն այնպիսին է, որ նրա լուծման ժամանակ կարելի է օգտագործել գոյություն ունեցող մոտավոր մեթոդներից որևիցե մեկը։*

*Որպես օրինակ բերված է տրանսվերսալ-իզոտրոպ նյութից պատրաստված ուղղանկյուն սալի խնդրի լուծումը, երբ սալը «ազատ հենված է» իր ամբողջ պարագծով։ Խնդիրը լուծված է մոտարկող ֆունկցիայի անկախ ընտրման մեթոդով, որն առաջարկել է Վ. Զ. Վլասովը։*

*Բերված խնդրի լուծումը ցույց է տալիս, որ անիզոտրոպ սալերի հաշվման ժամանակ անհրաժեշտ է օգտվել այս աշխատանքում առաջարկված տեսության հաշվային բանաձևերից։ Եթե անիզոտրոպ սալերի հաշվման ժամանակ հաշվի չառնվեն այստեղ նշված ճշտումները, ապա խնդրի լուծումը որոշ դեպքերում կստացվի զգալի սխալներով։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *С. Г. Лехницкий*, Анизотропные пластинки, 1947. [2] *Т. Карман*, Festigkeitsprobleme im Maschinenbau, Encycl. der Math. Wiss. IV, 1910. [3] *В. В. Новожилов*, Основы нелинейной теории упругости, 1948. [4] *А. С. Вольмир*, Гибкие пластинки и оболочки, 1956. [5] *М. А. Котуков*, Изгиб прямоугольных пластинок с учетом больших прогибов, Инж. сборник АН СССР, т. XIII, 1952.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXIV 1957 4

ФИЗИКА

Н. М. Кочарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, Р. Б. Бегжанов и Х. Б. Пачаджян

# Ядерные взаимодействия π-мезонов больших энергий в свинце

(Представлено 20. II. 1957)

Сечение ядерного взаимодействия $\pi^-$-мезонов с ядрами свинца определено до энергии 970 Мэв ([1]).

Используя возможности магнитного спектрометра Алиханяна-Алиханова ([2]) мы приспособили его для измерения сечений ядерных взаимодействий протонов и $\pi^-$-мезонов в меди и графите ([3,4]). В настоящей работе приводятся результаты измерений полного сечения неупругого ядерного взаимодействия $\pi^-$-мезонов с ядрами свинца для энергий до 16 Бэв. Установка магнитного спектрометра, с помощью которого производились измерения, отличалась от наших предыдущих. На рис. 1 схематически показан разрез установки в двух взаимно-перпендикулярных проекциях. Напряженность магнитного поля равнялась 7100 эрстед. Размеры поля 10×17,8×69 *см*. Над установкой был расположен медный поглотитель толщиною около 94,82 *г/см*$^2$ меди, в котором нейтроны, входящие в состав космического излучения, генерировали протоны и π-мезоны. Ниже магнитного поля были расположены свинцовые поглотители $П_1$—$П_5$. Они имели толщину соответственно: 86,20, 28,60, 47,80, 77,52 и 57, 00 *г/см*$^2$.

С учетом толщины счетчиков общее количество вещества под магнитным зазором было 300 *г/см*$^2$. Между поглотителями были расположены двухслойные ряды счетчиков. Общее число счетчиков на установке доходило до 900.

Среднеквадратичная ошибка в определении импульсов 1, 2, 5, 10 и 16 Бэв составляла 2, 4, 10, 20, и 32% соответственно. Измерения проводились в течение 6 месяцев и было зарегистрировано 492 $\pi^-$-мезона с полной энергией $E \geqslant 0{,}88$ Бэв.

Даниель и др. ([5]), наблюдая в фотопластинках выход π—мезонов и *к*-мезонов из „звезд", образованных протонами различных энергий, показали, что основную долю мезонов составляют π-мезоны. Поэтому все отрицательно заряженные частицы, генерированные в „звездах", считались $\pi^-$-мезонами.

Для наблюдения случаев неупругого ядерного взаимодействия и определения длины свободного пробега в нижних поглотителях изучалась траектория каждого $\pi^-$-мезона отдельно, путем нанесения их на трафареты (рис. 1).

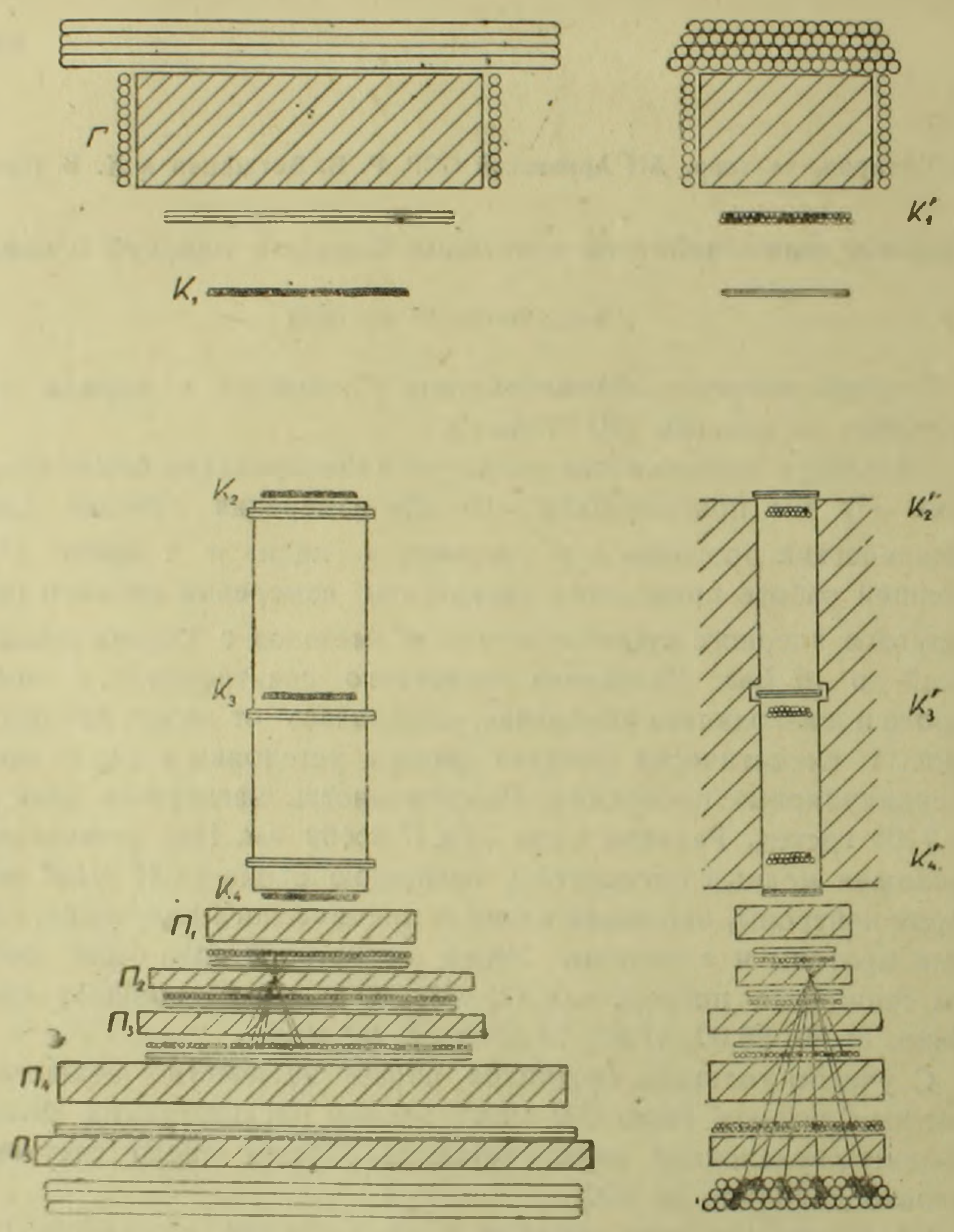



Рис. 1. Схематический разрез магнитного спектрометра в двух взаимно перпендикулярных проекциях. Г—медный поглотитель для генерации $\pi$-мезонов; $П_1$—$П_5$—свинцовые поглотители; $k_1$—$k_4$ и $k_1'$—$k_4'$—координатные и поперечные ряды счетчиков, черными кружками показана звезда, образовавшаяся в третьей пластинке $\pi^-$ - мезоном с импульсом 30000.

Наблюденные неупругие взаимодействия феноменологически были разбиты на следующие группы.

1. *Образование звезд.* Под этим термином следует понимать такое явление, когда в рядах счетчиков, расположенных между по-

глотителями, наблюдается кратное загорание счетчиков, причем по загоравшимся счетчикам представляется возможным построить звезду, т. е. лучи, исходящие из одной точки (характерный пример подобного процесса приведен на рис. 1).

Многократное загорание счетчиков, обусловленное δ-электронами и посторонними частицами, попадающими в установку в момент регистрации $\pi^-$-мезона, удается отличить от ядерных звезд по признакам, что в случае появления δ-электронов загораются лишь соседние счетчики, близко расположенные к траектории частицы, которая представляет собою прямую линию, пронизывающую все поглотители. В случае ядерных звезд в подавляющем большинстве случаев нарушается прямолинейность в одной из проекций первоначальной траектории. Если же имеет место случайное сопровождение, то в подавляющем большинстве случаев не представляется возможным построить звезду.

Характерные признаки ядерных звезд не всегда позволяют однозначно установить поглотитель, в котором имело место взаимодействие. Однако таких случаев ничтожно мало.

2. *Ядерное рассеяние.* Этот термин обозначает внезапное изменение направления движения $\pi^-$-мезона в обеих или одной из проекций на угол $\theta > 10°$. При рассматриваемых энергиях ($>1$ Бэв) мезонов угол многократного кулоновского рассеяния мал, так что отбираемые по этому критерию изломы траекторий действительно представляют собою ядерное рассеяние $\pi^-$-мезонов. Однако этот критерий не исключает того, что случаи, принятые нами за ядерное рассеяние мезонов, могут быть частично звездами, продукты которых, за исключением одного, погибли в поглотителе и не дошли до счетчиков, расположенных под или над поглотителем, в котором произошло взаимодействие.

3. *Остановка.* Под термином „остановка" понимается внезапное исчезновение в каком-то поглотителе частицы, выходящей из магнитного поля, причем до места исчезновения она двигалась как невзаимодействующая частица. По-видимому, часть этих случаев представляет собой явления перезарядки или рассеяния мезонов на большой угол, при котором, идя в сторону, покидает систему поглотителей. Не исключена также возможность того, что в поглотителе, где погибла частица, на самом деле образовалась звезда из медленных частиц, остановившихся в том же поглотителе. Разумеется, что с увеличением энергии $\pi^-$-мезонов должны реже иметь место случаи, когда прошедшее внутри поглотителей взаимодействие не будет зарегистрировано счетчиками, расположенными над или под этим слоем.

Результаты обработки материала приведены в табл. 1.

Средний свободный пробег, определяемый нами как среднее расстояние, проходимое $\pi^-$-мезоном в веществе до (первого) столкновения с одним из ядер поглотителя, вычисляется по экспоненциальному

*Таблица 1*

Полное поперечное сечение взаимодействия π-мезонов в свинце

| Интервалы отклонений | Полная средняя энергия $E$ в Бэв | Поглотители | Суммарная толщина поглотит. в $г/см^2$ | Общее число частиц. | Число взаимодействий в поглотителях | | | | Полное поперечное сечение в единиц. $10^{-27}$ $см^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $П_1$ | $П_2$ | $П_3$ | $П_4$ | |
| 20—16 | 0,888 | $П_1$ | 86,2 | 79 | 28 | 14 | | | 1895∓226 |
| 16—14 | 1,08 | Тоже | 86,2 | 52 | 20 | 7 | | | 1975∓114 |
| 14—12 | 1,23 | $П_1$—$П_2$ | 115,5 | 48 | 16 | 10 | | | 1845∓309 |
| 12—10 | 1,45 | $П_1$ и $П_3$ | 163,0 | 53 | 19 | 7 | 8 | | 1950∓187 |
| 10—8 | 1,77 | Тоже | 163,0 | 52 | 19 | 8 | 8 | | 2040∓167 |
| 8—6 | 2,28 | Тоже | 163,0 | 41 | 15 | 6 | 8 | | 2060∓175 |
| 6—4 | 3,18 | $П_1$ $П_4$ | 242,22 | 37 | 11 | 8 | 4 | 6 | 1835∓197 |
| 5—3 | 3,93 | Тоже | 242,22 | 40 | 13 | 8 | 6 | 4 | 1960∓180 |
| 4—2 | 5,30 | Тоже | 242,22 | 34 | 11 | 5 | 6 | 4 | 1840∓139 |
| 3—1 | 7,95 | Тоже | 242,22 | 27 | 9 | 4 | 4 | 3 | 1815∓197 |
| 2—0 | 15,9 | Тоже | 242,22 | 29 | 9 | 5 | 5 | 5 | 1910∓215 |

закону (ослабления пучка из-за взаимодействия). При этом исходили сперва из числа ядерных взаимодействий в первом свинцовом поглотителе $П_1$ толщиной 86 $г/см^2$, затем из числа взаимодействующих частиц первого и второго поглотителей вместе взятых, с суммарной толщиной 116 $г/см^2$ и т. д. В результате получался ряд значений для пробега ядерного взаимодействия $\lambda_1$, $\lambda_2$ и т. д., мало отличающиеся друг от друга. Приведенные для $\lambda$ ошибки, в 10-ой колонке табл. 1, соответствуют среднеквадратичным.

При вычислении $\lambda$ учитывались толщины счетчиков и поправки на удлинение путей $\pi^-$-мезонов в поглотителях, обусловленное искривлением траекторий в магнитном поле и угловым распределением частиц. Для уменьшения влияния ионизационных потерь, часть поглотителей нами не рассматривалась.

Если для среднего свободного пробега $\lambda$, соответствующего геометрическому сечению ядер свинца, взять значение 160 $г/см^2$, то из наших данных следует, что полное поперечное сечение неупругого взаимодействия отрицательных π-мезонов в свинце, в области энергий от 0,88 до 16 Бэв, остается почти постоянным и равно примерно $\sigma = (1920 \pm 85)$ мбарн или 0,88 $\sigma_0$, где $\sigma_0$—геометрическое сечение.

Данные о поперечных сечениях ядерного взаимодействия π-мезонов с ядрами свинца, полученные нами, мы не можем сопоставить с данными других авторов, за исключением второй нашей точки, соответствующей кинетической энергии ~ 970 Мэв. Полученное нами при этой энергии сечение $\sigma = 1975 \pm 114$ мбарн в пределах ошибок эксперимента согласуется с работой ([1]).

Авторы выражают благодарность М. Т. Айвазяну, З. А. Киракосян, А. С. Алексаняну и И. М. Шокареву за помощь, оказанную им при проведении настоящих измерений.

Физический институт
Академии наук Армянской ССР

Ն. Մ. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Ռ. Բ. ԲԵԳԺԱՆՈՎ ԵՎ Խ. Ս. ՓԱՉԱՋՅԱՆ

## Մեծ էներգիայի $\pi^-$-մեզոնների միջուկային փոխազդեցությունը կապարում

*Մեծ էներգիայի $\pi^-$-մեզոնների միջուկային փոխազդեցության լայնական կտրվածքը կապարի միջուկի հետ հետազոտված է մինչև 970 Mev (1) էներգիայի արժեքների համար։ Օգտագործելով Ալիխանյան-Ալիխանովի (2) մագնիսական սպեկտրոմետրի հնարավորությունները, մենք հարմարեցրինք այն պրոտոնների և $\pi^-$-մեզոնների լայնական կտրվածքները որոշելու պղնձի և գրաֆիտի միջուկներում (3,4)։*

*Ներկա աշխատանքում բերվում են $\pi^-$-մեզոնների ոչ առաձգական միջուկային փոխազդեցության լրիվ լայնական կտրվածքները կապարի միջուկի հետ մինչև 16 Bev էներգիայի համար։*

*Նկար 1-ում սխեմատիկորեն պատկերված են սարքավորման կտրվածքները երկու փոխ-ուղղահայաց հարթություններում։ $\pi^-$-մեզոնների փոխազդեցությունը դիտվել է $\Pi_1$—$\Pi_5$ կապարե կլանիչներում, որոնց հաստությունները են՝ 86,20, 28,60, 47,80, 77,52 և 57,00 գ/սմ²։ Մտցված կատարելագործումները ապահովել են իմպուլսի չափման մեծ ճշտություն. 16 Bev իմպուլսը չափվել է 32 % սխալով։ Չափումների 6 ամսվա ընթացքում արձանագրվել են 492 $\pi^-$— մեզոն, որոնց լրիվ էներգիան $E \geqslant 0{,}88$ Bev-ից։ Որպես միջուկային փոխազդեցություն վերցվել են այն դեպքերը, երբ եկող մասնիկները $\Pi_1$—$\Pi_2$ կլանիչներից որևէ մեկում առաջացնում է միջուկային աստղ կամ ցրում, երբ ցրման θ անկյունը մեծ է 10°-ից և կամ ոչ իոնիզացիոն կանգառում։ Ստացված արդյունքները բերված են 1. աղյուսակում։ Ինչպես երևում է այդ աղյուսակի տվյալներից (11 սյունակ)), $\pi^-$-մեզոնների ոչ առաձգական միջուկային փոխազդեցության լայնական կտրվածքը էներգիաների $1 \lesssim E < 16$ Bev սահմաններում հաստատուն է մնում և հավասար է կապարի միջուկի երկրորդական լայնական կտրվածքի 0,88-ի։*

## ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] Bull. Am. Phys. Soc. № 7, 354, 1956. [2] *А. Алиханян, А. Алиханов* и *А. Вайсенберг*, ЖЭТФ, 18, 301, (1948). [3] *Н. Кочарян, Г. Саакян* и др., ДАН СССР, т. 105, № 6, 1204, (1955). [4] *Н. Кочарян* и *Г. Саакян* и др., ДАН СССР, т. 107, № 5, 668, (1955). [5] *Р. Даниел, Д. Перкинс* и др. Phil. mag. 43, 753, (1952).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXIV 1957 4

ГЕОФИЗИКА

Э. Б. Аджимамудов

# О связи гравитационного поля с тектонической зональностью Малого Кавказа

(Представлено И. Г. Магакьяном 3. XII. 1956)

Гравитационной съемкой установлено наличие на территории Армении трех региональных зон гравитационного поля: зоны юго-западного максимума, зоны центрального минимума и зоны северо-восточного максимума силы тяжести. Сопоставление перечисленных зон с тектоническими зонами Малого Кавказа, выделенными К. Н. Паффенгольцем, показывает, что в первом приближении зона юго-западного максимума соответствует нахичеванской складчатой зоне, зона центрального минимума — складчатой зоне Армении, а зона северо-восточного максимума — сомхетско-кировабадской пологоскладчатой зоне.

Однако имеются и существенные различия в конфигурации и пространственном расположении гравитационных и тектонических зон. Так, граница между нахичеванской складчатой зоной и складчатой зоной Армении, начиная с долготы г. Еревана, поворачивает на З, а затем на ЮЗ, тогда как граница гравитационных зон продолжается в СЗ направлении. Граница между складчатой зоной Армении и сомхетско-кировабадской пологоскладчатой зоной к В от оз. Севан имеет в пределах нашей карты приблизительно В-ЮВ направление, граница же гравитационных зон резко поворачивает на Ю и проходит западнее г. Кафан.

Указанные различия не являются случайными. Описывая современную структуру Малого Кавказа, К. Н. Паффенгольц отмечает, что „анализ этой структуры проводится на основании морфотектонических особенностей, характеризующих тот или иной структурный элемент горного сооружения, вне зависимости от исторической стороны процесса“ ([1]). Что же касается гравитационных аномалий, то они по своей природе отражают глубинную структуру, сложившуюся на протяжении всей истории геологического развития данной области. Поэтому в тех случаях, когда современные структуры не являются повторением более древних, гравитационные зоны могут не совпадать (или совпадать лишь частично) с современными структурными комплексами. Другая часть расхождений может объясняться неточностью

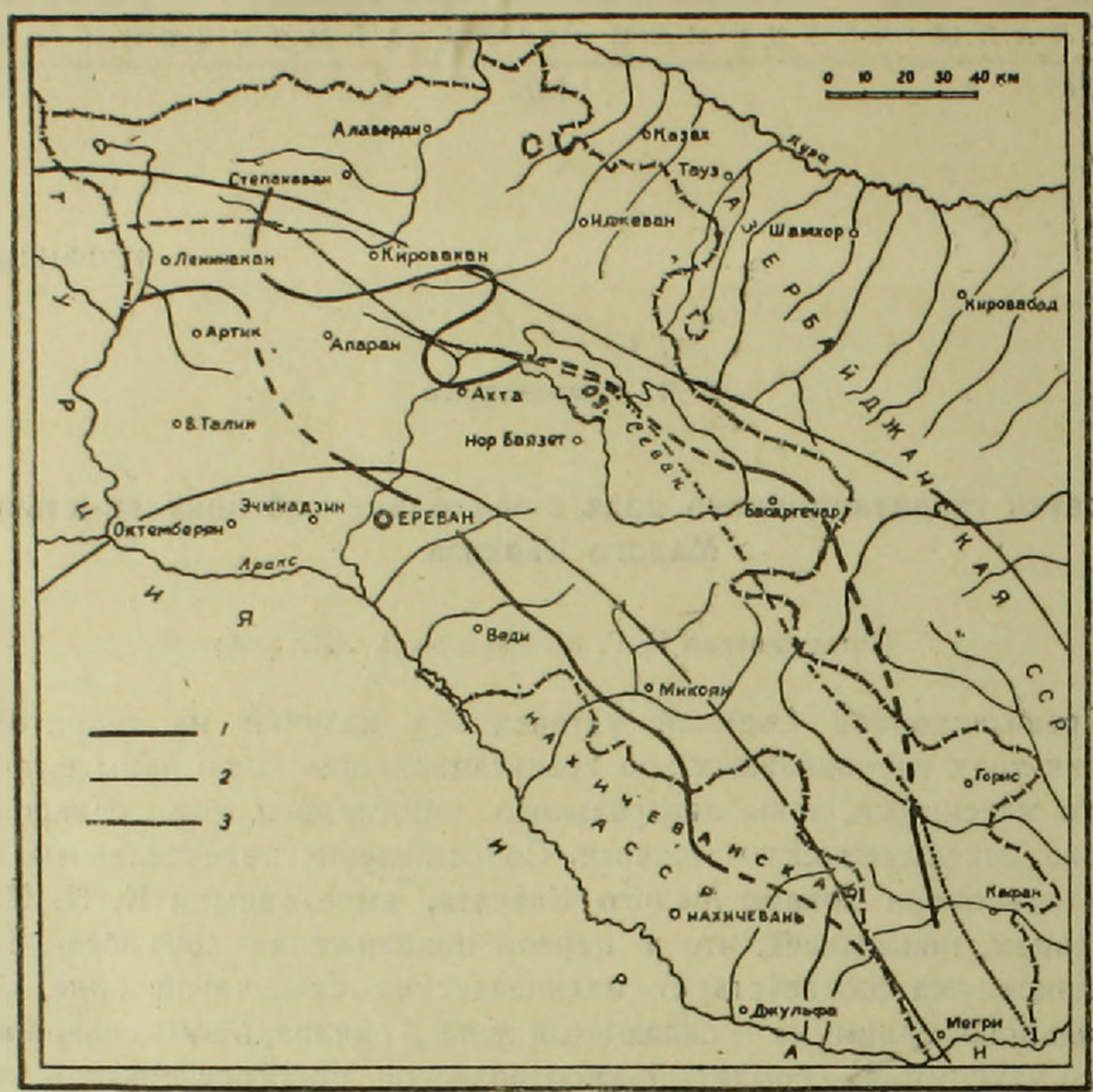



Рис. 1. *1*—Границы гравитационных зон.
*2*—Границы тектонических зон по К. Н. Паффенгольцу.
*3*—Граница памбак-зангезурской структурной зоны по И. Г. Магакьяну и С. С. Мкртчяну.

тектонического районирования вследствие отсутствия геологических данных для районов, покрытых новейшими отложениями и лавами.

В 1956 г. И. Г. Магакьяном и С. С. Мкртчяном составлена схема структурных зон и рудных поясов Армянской ССР и прилежащих районов Малого Кавказа. При рассмотрении этой схемы обращает на себя внимание хорошее совпадение северо-восточной границы памбак-зангезурской зоны с границей гравитационных зон, особенно в южной части Армении, где тектоническая граница проводится авторами вдоль гирратахского разлома.

Не предрешая в настоящее время вопроса о положении границ между тектоническими зонами, можно с несомненностью констатировать, что тектоническая зональность находит отражение в гравитационном поле Малого Кавказа. В небольшой статье мы не останавливаемся на факторах, обусловливающих наблюдаемое гравитационное поле и на его генетической связи с тектоническим строением Малого Кавказа. Отметим лишь, что тектоническое районирование, как показывают приведенные примеры, требует всестороннего анализа как

геологических, так и геофизических данных. В ряде случаев последние могут оказаться полезными и при построении палеотектонических схем.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Է. Բ. ԱՋԻՄԱՄՈՒԴՈՎ

**Գրավիտացիոն դաշտի և Փոքր Կովկասի տեկտոնական զոնալության միջև գոյություն ունեցող կապի մասին**

*Հաստատված է, որ Հայաստանի տերիտորիայում գոյություն ունեն գրավիտացիոն դաշտի երեք ռեգիոնալ զոնաներ՝ ծանրության ուժի հարավ-արևմտյան մաքսիմումի, կենտրոնական մինիմումի և հյուսիս-արևելյան մաքսիմումի զոնաներ։ Առաջին մոտավորությամբ նշված զոնաները համապատասխանում են Փոքր Կովկասի Կ. Ն. Պաֆենգոլցի կողմից սահմանված տեկտոնական զոնաներին։*

*Սակայն գրավիտացիոն և տեկտոնական զոնաների կոնֆիգուրացիաների և տարածական դիրքերի միջև գոյություն ունեն էական տարբերություններ։ Այդ տարբերությունները բացատրվում են գրավիտացիոն անոմալիաների էությամբ, որոնք արտացոլում են տվյալ շրջանի երկրաբանական ամբողջ պատմության զարգացման ընթացքում առաջացած խորքային ստրուկտուրան։*

*Բավականին լավ է համընկնում փամբակ-զանգեզուրի ստրուկտուրային զոնայի (ըստ Հ. Գ. Մաղաքյանի և Ս. Ս. Մկրտչյանի) հյուսիս-արևելյան սահմանը գրավիտացիոն զոնաների սահմանի հետ։*

*Գոյություն ունեցող տվյալները ցույց են տալիս, որ տեկտոնական զոնալությունը արտացոլվում է Փոքր Կովկասի գրավիտացիոն դաշտի մեջ։*

*Տեկտոնական ռայոնացման ընթացքում անհրաժեշտ է բազմակողմանիորեն վերլուծման ենթարկել ինչպես երկրաբանական, այնպես էլ գեոֆիզիկական տվյալները։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 *К. Н. Паффенгольц*, Сейсмотектоника Армении и прилежащих частей Малого Кавказа, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1946.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXIV 1957 4

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Л. Мнджоян, академик АН Армянской ССР, и Н. М. Диванян

# Исследование в области производных фурана

## Сообщение XII. Синтез β-диалкиламиноэтиловых эфиров 5-алкилмеркаптометил фуран-2-карбоновых кислот и их солей.

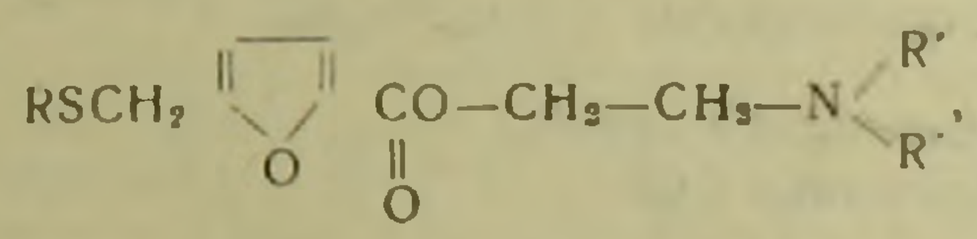
(Представлено 25. III. 1953)

Достаточно много общеизвестных примеров, указывающих на значение производных двухвалентной серы не только в деле регулирования жизненно-важных физиологических процессов у животных и растений, но и при их патологических состояниях.

Ранее было показано ([1]), что даже в области синтеза производных фурана, где исследователями до сих пор не уделено должного внимания серусодержащим производным, в числе полученных единичных соединений встречаются препараты с высокой биологической активностью.

С этой точки зрения после разработки доступного метода получения 5-алкил, 5-аралкилмеркаптометилфуран-2-карбоновых кислот ([2]) представлялся интересным синтез и изучение ряда их производных.

В настоящей работе описывается небольшая серия β-диалкиламиноэтиловых эфиров 5-алкилмеркаптометилфуран-2-карбоновых кислот




их хлористоводородные и четвертичные аммонийные соли, полученные с целью изучения биологических свойств.

Исходными продуктами для синтеза служили впервые полученные нами 5-алкилмеркаптометилфуран-2-карбоновые кислоты, которые в среде абсолютированного хлороформа при взаимодействии с хлористым тионилом переводились в соответствующие хлорангидриды.

Полученные хлоргидриды затем вводились в реакцию с аминоспиртами в среде абсолютного бензола.

Применяемые при этом β-диметил и β-диэтиламиноэтиловые

спирты получались ([8]) действием окиси этилена на соответствующие амины.

Краткие сведения о полученных хлорангидридах и аминоэфирах приведены в табл. 1, 2, 3.

Синтез указанных соединений осуществлялся по ниже описываемым общим способам:

*Экспериментальная часть. Хлорангидриды 5-алкилмеркаптометилфуран-2-карбоновых кислот.* В круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, помещают раствор 0,05 моля 5-алкилмеркаптометилфуран-2-карбоновой кислоты в 100 мл сухого хлороформа и приливают 0,07 моля свежеперегнанного хлористого тионила. Смесь кипятят на водяной бане до прекращения выделения хлористого водорода и сернистого ангидрида, отгоняют избыток хлористого тионила, хлороформ и остаток перегоняют в вакууме.

*β-диалкиламиноэтиловые эфиры 5-алкилмеркаптометилфуран-2-карбоновых кислот.* В круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, помещают 0,1 моля хлорангидрида 5-алкилмеркаптометилфуран-2-карбоновой кислоты в 100 *мл* абсолютного бензола и при перемешивании и охлаждении проточной водой медленно по каплям приливают 0,1 моля соответствующего аминоспирта. Смесь нагревают в течение 6 часов, по охлаждении обрабатывают насыщенным раствором карбоната натрия, отделяют бензольный слой, водный экстрагируют небольшим количеством эфира и, присоединив его к основному продукту, высушивают над прокаленной сернонатриевой солью. После отгонки растворителя остаток перегоняют в вакууме.

*Хлоргидраты аминоэфиров.* К эфирному раствору аминоэфира при перемешивании и охлаждении медленно по каплям приливают эфирный раствор хлористого водорода до слабо кислой реакции на лакмус. Выпавший бесцветный осадок отсасывают, промывают абсолютным эфиром.

*Иодалкилаты аминоэфиров.* К эфирному раствору аминоэфира приливают иодистый алкил из расчета 2 моля на 1 моль. При стоянии выпадает осадок, который отфильтровывают, тщательно промывают эфиром и перекристаллизовывают из ацетона.

Лаборатория фармацевтической химии
Академии наук Армянской ССР

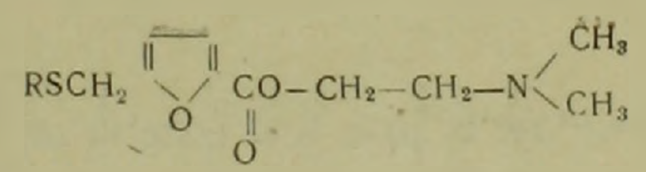
Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ ԵՎ Ն. Մ. ԴԻՎԱՆՅԱՆ

## Հետազոտություն ֆուրանի ածանցյալների բնագավառում

### Հաղորդում XII: 5-ալկիլ մերկապտոմերիլ ֆուրան-2-կարբոնաթթուների β-դիալկիլամինոէթիլ էսթերների և նրանց աղերի սինթեզը:

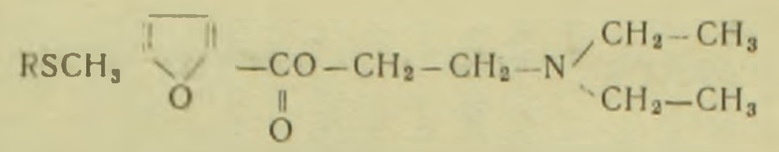
*Այսօր առկա են բազմաթիվ օրինակներ, որոնք կարող են անվիճելիորեն ապացուցել երկարժեք ծծումբ պարունակող միացությունների դերը, ինչպես կենսական կարևոր նշանակություն ունեցող ֆիզիոլոգիական, այնպես էլ պատալոգիական պրոցեսների մեջ:*

*Таблица 1*



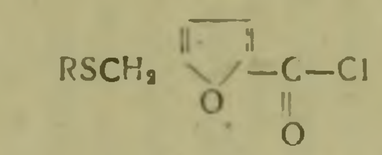
| R | Выход в % | Точка кипения в °C | Давление в *мм* | M | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ вычислено | $MR_D$ найдено | Общая формула | Анализ в % C вычислено | C найдено | H вычислено | H найдено | N вычислено | N найдено | Температура плавления солей в °C хлоргидрат | иодметилат | иодэтилат |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CH_3$— | 89,8 | 150 | 5 | 243,3 | 1,1257 | 1,5000 | 64,79 | 63,563 | $C_{11}H_{17}O_3SN$ | 54,32 | 54,5 | 7,00 | 6,98 | 5,76 | 5,84 | 117 | — | 110—111 |
| $CH_3$—$CH_2$— | 90,0 | 155 | 3 | 257,3 | 1,1004 | 1,5150 | 69,41 | 70,54 | $C_{12}O_{19}O_3SN$ | 56,03 | 56,29 | 7,39 | 7,49 | 5,40 | 5,55 | 95 | 119—20 | 126—27 |
| $CH_3$—$CH_2$—$CH_2$— | 94,1 | 164 | 3 | 271,3 | 1,079 | 1,5070 | 74,03 | 74,78 | $C_{13}H_{21}O_3SN$ | 57,78 | 57,96 | 7,78 | 7,35 | 5,18 | 5,38 | 79 | 82 | — |
| $(CH_3)_2CH$— | 72,5 | 171 | 3 | 271,3 | 1,0760 | 1,5090 | 74,03 | 75,28 | $C_{13}H_{21}O_3SN$ | 57,78 | 57,88 | 7,78 | 7,35 | 5,18 | 5,22 | 115 | 123—24 | — |
| $CH_3$—$CH_2$—$CH_2$—$CH_2$— | 98,0 | 187—9 | 3 | 285,4 | 1,0639 | 1,5070 | 78,64 | 79,84 | $C_{14}H_{23}O_3SN$ | 58,84 | 59,06 | 8,05 | 8,20 | 4,90 | 4,89 | 97 | 80 | — |
| $(CH_3)_2CH$—$CH_2$— | 86,6 | 175 | 3 | 285,4 | 1,0617 | 1,5040 | 78,64 | 79,63 | $C_{14}H_{23}O_3SN$ | 58,84 | 58,71 | 8,05 | 8,16 | 4,90 | 4,91 | 104 | 100 | — |
| $CH_3$—$CH_2$—$CH_2$—$CH_2$—$CH_2$— | 80,0 | 186 | 3 | 299,4 | 1,0496 | 1,5100 | 83,66 | 85,29 | $C_{15}H_{25}O_3SN$ | 60,2 | 60,32 | 8,36 | 8,62 | 4,7 | 4,56 | 81 | — | — |
| $(CH_3)_2CH$—$CH_2$—$CH_2$— | 79,8 | 200 | 3 | 299,4 | 1,0484 | 1,5010 | 83,66 | 84,13 | $C_{15}H_{25}O_3SN$ | 60,2 | 60,40 | 8,36 | 8,50 | 4,7 | 4,38 | 100 | — | — |

*Таблица 2*



| R | Выход в % | Точка кипения в °C | Давление в *мм* | M | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | $MR_D$ вычислено | $MR_D$ найдено | Общая формула | Анализ в % C вычислено | C найдено | H вычислено | H найдено | N вычислено | N найдено | Температура плавления солей в °C хлоргидрат | иодметилат | иодэтилат |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CH_3-$ | 87,3 | 170 | 5 | 271 | 1,0921 | 1,5110 | 74,03 | 73,40 | $C_{13}H_{21}O_3SN$ | 57,56 | 57,50 | 7,75 | 7,93 | 5,16 | 4,96 | 130 | — | — |
| $CH_3-CH_2-$ | 89,0 | 180 | 3 | 285,4 | 1,0723 | 1,5100 | 78,64 | 79,58 | $C_{14}H_{23}O_3SN$ | 58,94 | 59,09 | 8,07 | 8,20 | 4,91 | 4,97 | 102 | — | — |
| $CH_3-CH_2-CH_2-$ | 79,8 | 175 | 3 | 299,4 | 1,0759 | 1,5050 | 83,26 | 84,11 | $C_{15}H_{25}O_3SN$ | 60,2 | 60,25 | 8,35 | 8,13 | 4,68 | 4,83 | 121 | — | — |
| $(CH_3)_2CH-$ | 70,3 | 185 | 8 | 299,4 | 1,0405 | 1,5040 | 83,26 | 84,12 | $C_{15}H_{25}O_3SN$ | 60,2 | 60,05 | 8,35 | 8,25 | 4,68 | 4,45 | 128 | — | — |
| $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$ | 90,3 | 203—4 | 5 | 313,4 | 1,0158 | 1,5030 | 87,88 | 88,12 | $C_{16}H_{27}O_3SN$ | 61,24 | 61,52 | 8,61 | 8,43 | 4,46 | 4,43 | 117 | — | — |
| $(CH_3)_2CH-CH_2-$ | 88,4 | 192 | 5 | 313,4 | 1,0399 | 1,5005 | 87,88 | 88,02 | $C_{16}H_{27}O_3SN$ | 61,24 | 61,54 | 8,61 | 8,63 | 4,46 | 4,31 | 119 | — | — |
| $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$ | 90,0 | 205 | 3 | 327,4 | 1,0309 | 1,4930 | 92,50 | 93,25 | $C_{17}H_{29}O_3SN$ | 62,38 | 62,69 | 8,9 | 8,59 | 4,28 | 3,99 | 80 | — | — |
| $(CH_3)_2CH-CH_2-CH_2-$ | 87,7 | 198 | 3 | 327,4 | 1,0259 | 1,4970 | 92,50 | 93,38 | $C_{17}H_{29}O_3SN$ | 62,38 | 62,52 | 8,9 | 8,98 | 4,28 | 4,46 | 118 | — | — |

*Таблица 3*



| R | Выход в % | Точка кипения в °C | Давление в *мм* | M | $d_D^{20}$ | $n_D^{20}$ | MRD вычислено | MRD найдено | Общая формула | Анализ в % Cl вычислено | Анализ в % Cl найдено |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CH_3-$ | 70,9 | 118 | 5 | 190,7 | 1,3120 | 1,5749 | 45,97 | 218,02 | $C_7H_7O_2SCl$ | 18,63 | 18,46 |
| $CH_3-CH_2-$ | 80 | 110 | 5 | 204,7 | 1,3633 | 1,5652 | 50,99 | 48,95 | $C_8H_9O_2SCl$ | 17,91 | 17,51 |
| $CH_3-CH_2-CH_2-$ | 78,1 | 140 | 5 | 218,8 | 1,2063 | 1,5489 | 55,21 | 57,75 | $C_9H_{11}O_2SCl$ | 16,2 | 16,41 |
| $(CH_3)_2CH-$ | 71,2 | 132 | 5 | 218,8 | 1,2054 | 1,550 | 55,21 | 57,70 | $C_9H_{11}O_2SCl$ | 16,2 | 16,09 |
| $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$ | 80,5 | 120 | 5 | 232,7 | 1,1780 | 1,5450 | 59,83 | 62,45 | $C_{10}H_{13}O_2SCl$ | 15,25 | 14,96 |
| $(CH_3)_2CH-CH_2-$ | 80 | 145 | 5 | 232,7 | 1,1756 | 1,5430 | 59,83 | 62,23 | $C_{10}H_{13}O_2SCl$ | 15,25 | 15,57 |
| $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$ | 70,0 | 156 | 5 | 246,8 | 1,1478 | 1,5355 | 64,44 | 66,97 | $C_{11}H_{15}O_2SCl$ | 14,4 | 14,71 |
| $(CH_3)_2CH-CH_2-CH_2-$ | 80 | 150 | 5 | 246,8 | 1,1487 | 1,5360 | 64,44 | 66,97 | $C_{11}H_{15}O_2SCl$ | 14,4 | 14,02 |

Նախորդ հաղորդումներից մեկում[1] ֆուրանի ածանցյալների օրինակի վրա ցույց էր տրված, որ նույնիսկ երկարժեք ածումբ պարունակող այն սակավաթիվ միացությունների մեջ անգամ, որոնք սինթեզված են եղել մինչև այժմ, երբեմն հանդիպում են բիոլոգիական բարձր ակտիվություն ունեցող պրոդուկտներ։

Այժմ երբ մշակված է մատչելի ճանապարհ 5-ալկիլ, 5-արալկիլ մերկապտոմեթիլ ֆուրան-2-կարբոնաթթուների ստացման համար[2] մենք նպատակահարմար համարեցինք զբաղվել նրանց մի շարք ածանցյալների սինթեզով և հատկությունների ուսումնասիրությամբ։

Այս հաղորդման մեջ նկարագրվում են մի խումբ 5-ալկիլ մերկապտոմեթիլ ֆուրան-2-կարբոնաթթուների β-դիալկիլամինոէթիլ էսթերները, նրանց քլորաջրածնական և չորրորդական ամոնիակային աղերը։

Նշված միացությունների սինթեզների իրականացման համար անհրաժեշտ 5-ալկիլ մերկապտոմեթիլ ֆուրան-2-կարբոնաթթուների քլորանհիդրիդները ստացված են համապատասխան թթուների և թիոնիլ քլորիդի փոխազդեցությունից քլորոֆորմի միջավայրում։

Քլորանհիդրիդները չոր բենզոլի միջավայրում փոխազդեցության մեջ դնելով β-դիմեթիլ և β-դիէթիլ ամինոէթիլ ալկոհոլների հետ ստացված են համապատասխան 5-ալկիլ-մերկապտոմեթիլ ֆուրան-2-կարբոնաթթուների β-դիալկիլամինոէթիլ էսթերներ։ Ամինոալկոհոլներն իրենց հերթին ստացված են երկրորդային ամինների և էթիլենօքսիդի կոնդենսացումից։

Ստացված էսթերները, ինչպես և նրանց աղերը բնորոշող մի շարք ֆիզիկո-քիմիական տվյալները բերված են 1, 2, 3 աղյուսակներում։

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ


[1] *А. Л. Мнджоян* и *Н. М. Диванян*, ДАН Армянской ССР, т. XXIV (1957). [2] *А. Л. Мнджоян, В. Г. Африкян, М. Т. Григорян* и *Н. М. Диванян*, ДАН Армянской ССР, т. XVII, 164 (1953). [3] *Горнс, Шринер*, J. Am. Chem.Soc. 54, 2932 (1932). *Гедли, Коллет, Лаззел*, J. Am. Chem. Soc. **55**, 1066 (1933).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXIV 1957 4

СТРАТИГРАФИЯ

В. Т. Акопян

# О возрасте вулканогенной толщи вершины г. Тапасар

(Представлено С. С. Мкртчяном 18. I. 1957)

Вулканогенная толща, слагающая вершину г. Тапасар, до последнего времени является объектом дискуссии между различными исследователями. Несмотря на детальные исследования, возраст указанной толщи все же остается спорным.

Имеются две точки зрения о возрасте упомянутой толщи: одни исследователи считают его верхнеюрским, а другие — нижнемеловым (валанжин — готерив). Причиной таких разногласий является то обстоятельство, что в самой толще нет фауны и ее возраст определяется по стратиграфическому положению.

Представлена тапасардагская толща туффитами, туфопорфиритами и туфобрекчиями серого и зеленовато-серого цвета. Подстилается она серыми плотными известняками. В последних встречается богатая и характерная фауна нижнего титона.

На г. Тапасар эти породы ничем не перекрываются, а на хребте Инджабель, у тропы Антарашат-Танзавер, они подстилают зоогенные известняки баррема.

Для уяснения возраста данной толщи важным является взаимоотношение этих пород с вмещающими породами как по простиранию, так и в вертикальном направлении.

В. П. Ренгартен ([1]), А. Т. Асланян и П. Л. Епремян считают, что вулканогенная толща налегает на титонские известняки трансгрессивно, с гальками подстилающих известняков в основании. Безируясь на этом и учитывая то обстоятельство, что вулканогенная толща перекрывается барремскими известняками, они относят эту толщу к валанжин-готеривскому ярусу нижнего мела.

Но базальные конгломераты в основании вулканогенной толщи г. Тапасар и несогласное налегание данной толщи на известняки, как уже справедливо в своих работах отмечали К. Н. Паффенгольц ([2, 3]), С. С. Мкртчян ([4]) и А. Н. Соловкин ([5]), не наблюдаются.

При детальном картировании выяснилось, что породы вулканогенной толщи по простиранию, в восточном направлении, фациально

замещаются нижнетитонскими известняками. Это взаимоотношение пород хорошо наблюдается на ЮВ склоне возвышенности с отметкой 1992·8, на приводораздельной части хр. Инджабель, у тропы Антарашат-Танзавер (фиг. 1). Здесь нами составлен следующий разрез (снизу вверх).

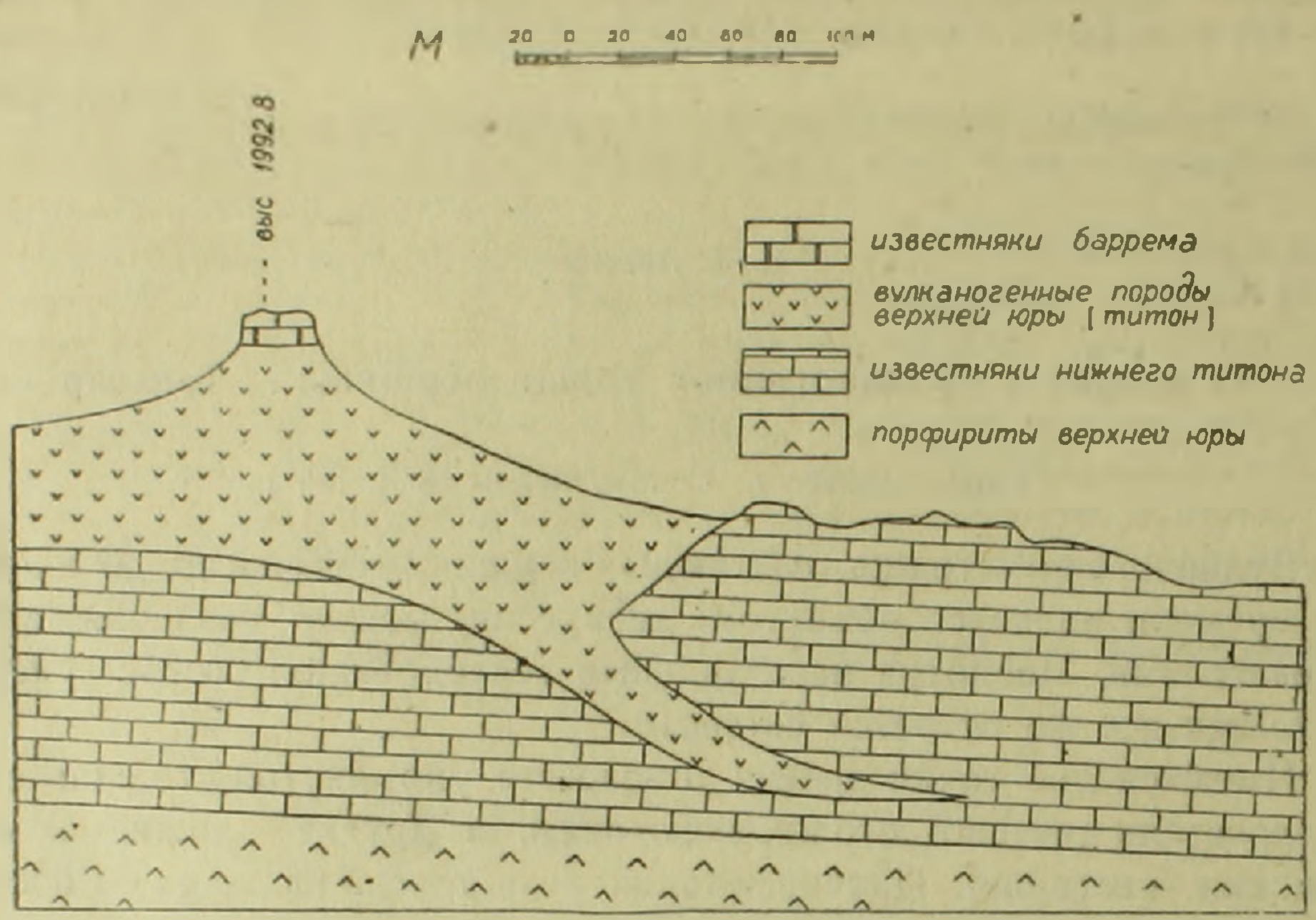



Рис. 1. Схема взаимоотношения вулканогенных пород и известняков на хр. Инджабель

1. Грязно-зеленоватые порфириты с порфировыми выделениями полевых шпатов.

2. Порфириты согласно перекрываются среднезернистыми песчанистыми известняками красноватого цвета. Мощность 2 *м*.

3. Последние согласно переходят в серые, толстослоистые, мелкозернистые известняки, прорезанные прожилками кальцита. Мощность 9,5 *м*.

4. Мелкозернистые туффиты коричневатого цвета. Мощность 2 *м*.

5. Розоватые среднезернистые туфопесчаники. Мощность 8,5 *м*.

6. Туфобрекчии с розовато-коричневатым цементом. Мощность 2 *м*.

7. Выветрелые зеленоватые туфопесчаники. Структура средне- и крупнозернистая. Мощность 20 *м*.

8. Туфопесчаники постепенно переходят в мелкозернистые известковые песчаники. Мощность 2,5 *м*.

9. Толстослоистые, массивные, серые известняки с богатой фауной нижнего титона: Paradiceras alsusensi Pčel и другие дицерасы, гастроподы и др. Мощность 53 *м*.

10. Выше по разрезу известняки сменяются туффитами и туфопорфиритами серого — темно-серого цвета. Мощность 47 *м*.

11. На вершине высоты 1928·8 породы слоя 10 перекрываются серыми, зоогенными, массивными известняками, которые образуют

невысокий карниз и слагают плоскую вершину этой высоты. Из этих известняков В. П. Ренгартеном собрана и описана следующая фауна: Requienia grypholdes Math., Monopleura urgonensis Math. и другие рудисты, характерные для верхнего баррема. Мощность этой свиты 12*м*.

Из приведенного разреза видно, что интересующие нас вулканогенные породы переслаиваются с нижнетитонскими известняками.

Фауну в известняках г. Тапасар впервые обнаружил г. Абих, который определил следующие формы: Diceras (Heterodiceras) escheri de Loriol, Dic. luci Favr., Dic. arietinum Lam., Nerinea strambergensis Pet., N. pupaeformis Abich., N. bergouscheti Abich, N. mutabilus Abich, Ptygmatis bruntrutana Thurm.. Itieria pseudomoreana Abich.

Среди сборов В. Г. Грушевого, В. Ф. Пчелинцевым были определены: Phaneroptyxis renevier Lor., Ph, staszyoii Zeuschn., Nerinea cf. silesiaca Zitt., Diceras speciossum Münst., Matheronia salevensis Favre u Pteroceras Wimmisensis Roll., последние три формы, по В. Ф. Пчелинцеву, являются руководящими для нижнего титона. Кроме указанных форм, нами из этих известняков определены Paradiceras alsusense Pčel., Paradiceras favrei Pčel. и др., характерные для нижнего титона.

Таким образом, возраст известняков г. Тапасар и хр. Инджабель несомненно нижнетитонский, и так как породы вулканогенной толщи переслаиваются с этими известняками и по простиранию замещаются ими, то они тоже имеют титонский возраст.

Этим можно объяснить то обстоятельство, что на ЮВ склоне высоты 1992·8 мощность нижнетитонских известняков значительно уменьшается, за счет чего увеличивается мощность вулканогенных пород.

В. П. Ренгартен ([1]) отрицает возможность образования вулканогенных пород в конце верхней юры (в титоне) и эту эпоху он считает эпохой затишья вулканической деятельности и отложения карбонатных пород. Но этот вывод вряд ли может считаться убедительным, потому что известняки гг. Тапасар, Кяки, Агджиганн и др., не соединяясь по простиранию друг с другом, не образуют единой толщи и, как отмечали об этом К. Н. Паффенгольц ([2]) и С. С. Мкртчян, они находятся на разных стратиграфических уровнях и к юго-востоку фациально выклиниваются кулисообразно, заходя друг за друга, образуя крупные линзы в мощной вулканогенной толще. Следовательно, в титонское время имеется не затишье вулканической деятельности, а интенсивная вспышка вулканизма, в результате которого образовалась вулканогенная толща вершины г. Тапасар, хр. Инджабель, г. Агджиганн, района сел. Арцваник, а также верхняя часть Хуступ-Чимянской вулканогенной толщи. Только местами и в разные времена имело место сравнительное ослабление и даже прекращение излияния вулканического материала и образование известняков и известковистых пород.

Сторонники валанжин-готеривского возраста тапасардагской толщи приводят в пользу своей концепции факт залегания вулканогенных

пород между заведомо титонскими известняками и известняками вершины г. Кяки, ошибочно относимыми ими к баррему. В. П. Ренгартен ([1'6]), считая известняки вершины г. Кяки барремскими, конкретно не указывает ни одной барремской фауны в них. Нами к северо-западу от сел. Верин Хотанан и на северном склоне возвышенности с отметкой 2021·0 в этих известняках собрана и под руководством В. Ф. Пчелинцева определена следующая фауна: Paradiceras alsusense Pčel., Heterodiceras commune Boehm и др., характерные для титонского яруса Крыма и Кавказа. Таким образом, вулканогенная толща г. Кяки подстилается и перекрывается титонскими известняками. Следовательно, она никак не может иметь валанжин-готеривский возраст и вместе со вмещающими ее известняками, безусловно, должна относиться к титону.

Выделяя валанжин-готеривскую вулканогенную толщу на вершинах Тапасар и Кяки, сторонники этой концепции вынуждены протянуть ее и в других местах Кафанского района (на г. Агджигаин, в ур. Кызыл-даш, у сел. Арцваник), в результате чего единая верхнеюрская вулканогенная толща искусственно разделяется на две части—верхнеюрскую и нижнемеловую, которые к северо-западу от сел. Арцваник, согласно данным В. П. Ренгартена и П. Л. Епремяна, якобы отделены друг от друга слоем базального конгломерата. На самом деле последние оказались туфоконгломератами, образующими прослои в вулканогенной толще и подчинены ей. Аналогичные прослои и линзы туфоконгломератов и туфобрекчий в указанной толще встречаются часто на различных горизонтах.

В. П. Ренгартен и П. Л. Епремян к валанжин-готериву относят вулканогенную толщу (порфириты и туфобрекчии) долины р. Агчай (Чайзами) в районе г. Кяпаз и сел. Агвани. Этот вывод также неубедителен, ибо на разных стратиграфических уровнях этой вулканогенной толщи в районе селений Танзавер, Нор-Арачадзор, Шамсуз и Ах-булах имеются линзы серых известняков, в которых местами собрана фауна титона-дицерасы, гастроподы и др. В самой верхней части известняков, образующих линзу к западу от сел. Нор-Арачадзор, нами собрана богатая гастроподовая фауна титона (еще не полностью обработанная).

Если считать указанную вулканогенную толщу валанжин-готеривской, то придется приписать этот же возраст известняковым линзам, подчиненным этой толще. Но такое предположение отрицается палеонтологическими данными, которые скорее всего утверждают титонский возраст известняков и, следовательно, вмещающей их толщи вулканогенных пород.

На г. Кяпаз и к северу от сел. Агвани вулканогенная толща титона, как и на хр. Инджабель, перекрывается барремскими известняками.

Нужно отметить, что кроме Кафанского района, вулканогенная толща титонского возраста, мощностью около 500 *м*, отмечается

К. Н. Паффенгольцем в Дашкесанском районе Азербайджанской ССР, на горе Кунак-Гермас, с которой можно параллелизовать туфобрекчии и туфопорфириты вершины г. Тапасар.

Важно отметить, что в Закавказье нигде еще достоверно не установлены породы валанжин-готеривского возраста в вулканогенной фации.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Титонские известняки подчинены вулканогенной толще водораздела р.р. Чанахи-чай и Агчай (Чайзами) и долины р. Агчай, залегая в ней в виде отдельных крупных линз.

2. Эта вулканогенная толща имеет верхнеюрский (титонский) возраст, а не валанжин-готеривский, как принимали раньше В. П. Ренгартен и другие геологи.

3. Известняки вершины г. Кяки, на основании содержащейся в них фауны, должны относиться не к баррему, а к титонскому ярусу верхней юры.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Վ. Թ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

## Թափասար լեռան գագաթի հրաբխածին հաստվածքի հասակի մասին

*ՀՍՍՌ Ղափանի շրջանում կատարած ուսումնասիրությունների հետևանքով ստացվել են բավականին հետաքրքիր նոր տվյալներ, որոնք հնարավորություն են տալիս պարզաբանելու Թափասար լեռան գագաթի հրաբխածին հաստվածքի հասակի հարցը։*

*Մանրամասն քարտեզահանումը ցույց է տալիս, որ Զայզամի և Զանախչիչայ գետերի ջրբաժանում (որի վրա են գտնվում Թափասար, Ֆյակի և այլ լեռնագագաթները) տարածված և վերին յուրայի տիտոն հարկի ֆաունայով հարուստ կրաքարային գոյացումներն իրենց տարածման ուղղությամբ չեն միանում միմիանց հետ և ինչպես նաև նշում են Կ. Ն. Պաֆենգոլցը և Ս. Ս. Մկրտչյանը չեն կազմում մի միասնական ստրատիգրաֆիական հորիզոն, այլ իրենցից ներկայացնում են տարբեր մեծության ոսպնյակներ հրաբխածին հաստվածքի տարբեր մասերում։*

*Թափասար լեռան գագաթի հրաբխածին հաստվածքը ստորին տիտոնի կրաքարերի վրա տեղադրված է միանգամայն ներդաշնակ կերպով, իսկ Ինջաբել լեռնաշղթայի ջրբաժանային մասում այդ հրաբխածին ապարները իրենց տարածման ուղղությամբ ֆացիալ կերպով փոխարինվում են տիտոնի կրաքարերով։*

*Այստեղ ուղղաձիգ կտրվածքում հրաբխածին ապարները և կրաքարերը երկուանգամ հերթափոխում են իրար, որից հետևում է, որ հրաբխածին հաստվածքը կրաքարերի հետ միասին պետք է վերագրվեն տիտոնին։*

*Ֆյակի լեռան գագաթի կրաքարերի մեջ պարունակված հարուստ ֆաունայի հիման վրա նրանց հասակը որոշվում է որպես տիտոն և ոչ թե բարրեմ, ինչպես կարծում է Վ. Պ. Ռենգարտենը։ Քանի որ մեզ հետաքրքրող հրաբխածին ապարները Ֆյակի լեռան արևմտյան լանջում ծածկելով տիտոնի կրաքարերին, իրենք իրենց հերթին ծածկվում են այդ լեռան գագաթի կրաքարերով, որոնք պատկանում են ոչ թե բարրեմին, այլ տիտոնին, ապա հրաբխածին ապարները անհրաժեշտաբար նույնպես պետք է վերագրվեն տիտոն հարկին։*

*Ելնելով վերոհիշյալից հեղինակը գտնում է, որ Թափասար լեռան գագաթի հրաբխածին հաստվածքը և Զանախչիչայ ու Զայզամի գետերի ջրբաժանի մյուս մասերում տարածված նման հրաբխածին ապարները առաջացել են վերին յուրայի տիտոն հարկի*

*ընթացքում։ Ուստի հեղինակին առարկում է Վ. Պ. Ռենգարտենի և մյուս այլ երկրաբանների կարծիքի դեմ, որի համաձայն նշված ապարներին վերագրվում է վալանժին-գոտերիվյան հասակ։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. П. Ренгартен*, О вулканогенных горизонтах в меловых отложениях Восточного Закавказья, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1949. [2] *К. Н. Паффенгольц*, К стратиграфии меловых отложений восточной части Малого Кавказа, Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1951. [3] *К. Н. Паффенгольц*, Юрский и меловой вулканизм Восточного Закавказья, Геология СССР, т. X, ч. 1, 1941. [4] *С. С. Мкртчян*, Новые данные о геологическом строении южной части Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1948. [5] *А. Н. Соловкин*, О меловом вулканизме и стратиграфии мела в восточном Закавказье, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1949. [6] *В. П. Ренгартен*, Нижнемеловые отложения Восточного Закавказья, Геология СССР, т. X, ч. 1, 1941.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXIV 1957 4

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЯ

В. О. Казарян и Г. Г. Габриелян

# О роли феллодермы в передвижении пластических веществ у растений

(Представлено Г. Х. Бунятяном 28. XI. 1956)

Внимание исследователей с давних пор привлекало наличие хлорофилла в стеблях непосредственно под эпидермой и пробковой тканью, в глубоко залегающих паренхимных клетках, сердцевинных лучах, в камбии, даже в сердцевине. Зеленые пластиды встречаются и в нераспустившихся лепестках, зародышах и эндосперме семян и плодах ([1-6]). По мнению Денеке ([7]) хлорофилл паренхимных клеток древесины и сердцевины является „неассимилирующим", в то время как пластиды, находящиеся в коровой паренхиме, участвуют в ассимиляции. М. Н. Моисеева ([3]) приписывает этим хлоропластам способность как накоплять и передавать питательные вещества в сосуды, так и синтезировать ростовые вещества. Другие авторы ([8]) предполагают, что они участвуют в гидролизе крахмала и передаче его семенам. В противоположность этим взглядам Е. П. Гюббенет ([2]) считает, что хлорофилл стеблей является запасным веществом. А. А. Рихтер и др. ([9]), проводя опыты со стеблями подсолнечника, установили весьма слабое проникновение атмосферной углекислоты в ткани стеблей. На основании этого они предполагали, что роль хлорофилла стебля заключается в ассимиляции внутритканевой углекислоты. А. Л. Курсанов ([10]) экспериментально установил, что хлорофилл, находящийся под кожицей молодых плодов, участвует в процессах ассимиляции углекислоты. В последующей работе ([11]) Курсанов и сотрудники, показывая использование почвенной углекислоты растением, основная часть которой поглощается зелеными пластидами стебля, высказывают предположение, что пластиды, ассимилируя углекислоту, поступающую через корни, снабжают клетки флоэмы кислородом, необходимым для их дыхания. В отношении же хлорофилла незрелых плодов томата эти авторы ([12]) установили, что роль зеленых пластид состоит в ассимиляции избыточной внутритканевой углекислоты и продуцировании кислорода.

Наличие значительного количества хлорофилла в феллодерме разновозрастных ветвей древесно-кустарниковых форм несомненно связа-

но с выполнением присущей ей роли—фотосинтеза в стеблях. Однако тот факт, что эпидермальная ткань побегов и ветвей не формирует устьиц, уже свидетельствует о том, что основная функция феллодермы не связана с ассимиляцией атмосферной углекислоты, хотя незначительное количество углекислоты может проникать в феллодерму и через чечевички. Это обстоятельство уже подсказывает, что фотосинтетическая деятельность феллодермы должна быть связана в основном с использованием внутритканевой углекислоты.

Исходя из этого, можно предполагать, что источником углекислоты в данном случае является не корневая система, а клетки флоэмы, которым свойственно энергичное дыхание. С целью экспериментальной иллюстрации этого предположения нами был проведен ряд опытов в вегетационном сезоне 1955 г., некоторые из которых излагаются ниже.

В первой серии опытов мы произвели анализ внутритканевых газов черенков, зеленых стеблей георгины и листовых черенков шток-розы (Althaea rosea), предварительно выдержанных 16 и 24 часа в условиях темноты и света. Срезывая стебельные черенки, мы сразу покрывали их тонким слоем густой смазки из вазелина, парафина и резинового клея с целью полной изоляции стебля от атмосферного воздуха как через эпидермис, так и через срезанные концы.

По истечении этого срока стеблевые черенки были перенесены в вакуумную камеру внутритканевого газанализатора, сконструированного нами ([13]), и после выкачивания внутритканевых газов производилось определение процентного соотношения $CO_2$ и $O_2$ в них.

*Таблица 1*

Количественное изменение кислорода и углекислоты в стеблевых тканях георгин и листовых черенках шток-розы, выдержанных 8 часов в условиях темноты и света

| Объекты анализа | Условия опыта | Колич. внутритканевого газа в мл | Продолжительность светового или темного воздействия в ч. | Количество внутритканевой углекислоты и кислорода в %% | | Соотношение углекислоты к кислороду |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | углекислота | кислород | |
| Георгина—стебель | свет | 2,9 | 16 | 12,41 | 17,93 | 0,69 |
| | темнота | 2,9 | 16 | 20,68 | 10,34 | 2 |
| Шток-роза—листовой черенок . . . . . | свет | 2,9 | 24 | 12,41 | 15,86 | 0,74 |
| | темнота | 2,9 | 24 | 22,05 | 5,5 | 4 |

Сопоставляя приведенные цифровые данные, полученные в опытах с листовыми и стеблевыми черенками в связи с воздействием темноты и света, мы убеждаемся, что, в действительности, в световых условиях в зеленых тканях стеблей и листовых черенках количество кислорода значительно увеличивается за счет убыли углекислоты. В условиях же темноты, наоборот, увеличивается углекислота за

счет уменьшения кислорода. Такое изменение количественного соотношения углекислоты и кислорода можно объяснить лишь деятельностью феллодермы, основная функция которой заключается в ассимиляции углекислоты и выделении кислорода.

Этот вывод подтверждается в следующих опытах, где применением радиоактивной углекислоты и гликокола удалось иллюстрировать эту роль феллодермы. При этом сначала мы попытались выяснить вопрос о том, который из двух источников углекислоты (атмосферный или внутритканевый) является основным для ассимиляционной деятельности феллодермы? С этой целью нами были взяты небольшие зеленые стебельки двулетних побегов ивы, ясеня и клена американского. В одном случае, раскрывая наружную поверхность феллодермы, удаляли эпидермис и пробковую ткань; в другом случае, удаляя флоему, вскрывали внутреннюю поверхность. В качестве контроля были взяты неповрежденные черенки. Затем все образцы были помещены в светонепроницаемую камеру с $C^{14}O_2$, и оставлены в условиях света в течение двух часов. После этого определялась радиоактивность феллодермы (табл. 2).

*Таблица 2*

**Интенсивность поглощения $C^{14}O_2$ клетками феллодермы стеблей в зависимости от наличия или удаления примыкающих к ней тканей**

| Название объекта | Радиоактивность феллодермы в имп/мин на 1 *см* кв пл. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | контр. (стебель) без поврежден. | стебель без эпидермиса и пробковой ткани | кора стебля с эпидермисом пробковой ткани, феллодермы и флоемы | кора стебля без флоемы (эпидермис, пробковая ткань, феллодерма) | феллодерма и флоема | феллодерма |
| Ива | 6,5 | 135 | 34 | 282 | 233 | 426 |
| Ясень | 6 | 35 | 29 | 37 | 246 | 495 |
| Клен | 28 | 55 | 138 | 228 | 303 | 619 |

Данные табл. 2 наглядно показывают, что в качестве основного источника для фотосинтеза клетки феллодермы используют не атмосферную углекислоту, а внутритканевую. Это видно из того, что при снятии эпидермальной и пробковой ткани, феллодерма поглощает весьма незначительное количество радиоактивного $C^{14}O_2$. Она энергичнее ассимилирует $C^{14}O_2$ с внутренней поверхностью, как при наличии флоемы, так и при удалении последней. В этом случае флоема как бы препятствует проникновению окружающего $C^{14}O_2$ в клетки феллодермы. Это обстоятельство уже свидетельствует об эволюционной приспособленности феллодермы к поглощению внутритканевой углекислоты со стороны клеток флоемы, которые, как видно, являются источником углекислоты.

Полученные данные хотя показывают наличия процесса ассимилляции

внутритканевой углекислоты, но наглядно не подтверждают, что последняя выделяется именно клетками флоемы. Это обстоятельство было показано в следующем опыте, проведенном с побегами грецкого ореха. На этот раз небольшие черенки стебля длиной 5 *см* были разделены на тонкие пластинки в продольном направлении, так что вместе с неповрежденной корой с внутренней стороны сохранился тоненький слой древесины. Морфологические нижние концы взятых черенков очищались от феллодермы и древесины. Флоема с паренхимными клетками коры оставлялась. Затем черенки погружались в раствор радиоактивного гликокола морфологическим нижним концом, выдерживались в нем по соответствующим группам 120 и 15 мин. После этого они были разделены на 2 варианта. Один вариант был оставлен в условиях света, другой—в условиях темноты на 24 часа. По истечении этого срока с подопытных черенков была снята феллодерма и определена ее радиоактивность. Проводя этот опыт, мы предполагали, что клетки флоемы, будучи обогащены гликоколом, должны проявлять интенсивное дыхание, и выделенная при дезаминировании радиоактивная углекислота в условиях света должна ассимилироваться клетками феллодермы, в условиях же темноты она должна поступать во внешний воздух, в связи с исключением фотосинтеза.

Приведенные в табл. 3 данные анализов подтвердили это предположение.

Выделенная в условиях света при дыхании клетками флоемы углекислота в основном была поглощена ассимилирующими клетками

*Таблица 3*

Переход выделенной флоемой при дезаминировании $C^{14}O_2$ в клетки феллодермы ореха грецкого в зависимости от условий освещения

| Продолжительность радиоактивного гликокола | Условия опыта | Радиоактивность феллодермы в имп/мин. на 1 г. сух. вещества | Во сколько раз превышает радиоактивность феллодермы, получившей свет по сравнению с темновым вариантом |
|---|---|---|---|
| 120 мин. | свет | 528 | 24 |
| » » | темнота | 22 | — |
| 15 мин. | свет | 87 | 23,25 |
| » » | темнота | 3,7 | — |

феллодермы, в то время как аналогичные клетки темнового варианта в результате отсутствия света не имели этой возможности. Этим самым доказывается, что основным источником углекислоты для ассимиляционной деятельности феллодермы является выделяемый при дыхании флоемы углекислый газ.

Этот опыт, как уже косвенно упомянуто, одновременно показывает, что гликокол, поступая в клетки флоемы, дезаминируется там,

используясь в качестве дыхательного материала, выделяя радиоактивную углекислоту.

Не останавливаясь на других опытах, давших сходные результаты, и считая убедительными приведенные данные, иллюстрирующие роль феллодермы как органа ассимилирующего внутритканевую углекислоту, мы теперь можем более или менее ясно обрисовать роль этой ткани в процессах передвижения пластических веществ через флоему.

Согласно данным Курсанова и сотрудников ([15, 16]), а также нашим ([17]), передвижение ассимилятов в растениях осуществляется в результате интенсивного дыхания флоемы. При исключении доступа кислорода к клеткам этой ткани, они перестают выполнять эту весьма необходимую для растений функцию. Флоема, будучи расположена во внутренней части стебля, всегда нуждалась бы в углероде, если бы не находилась вблизи феллодермы, основной ролью которой является именно ассимиляция выделенной при дыхании клетками флоемы углекислоты и снабжение взамен кислородом.

На основании этих данных становится совершенно ясной необходимость существования зеленой ткани, расположенной под поверхностным слоем ветвей и старых побегов и стеблей древеснокустарниковых форм, часто доходящей до корневой шейки. У многих травянистых и кустарниковых форм эта ткань, богатая зелеными пластидами, окружает вплотную все сосудо-волокнистые пучки, непрерывно сопровождая их. Это и является основным фактором энергичного и непрерывного передвижения пластических веществ по этим путям.

Таким образом, все эти данные показывают, что флоема, осуществляя передвижение пластических веществ и в связи с этим проявляя интенсивное дыхание, выделяет вредный для живых тканей углекислый газ. Клетки же феллодермы, будучи богатыми хлорофиллом, ассимилируют этот газ и выделяют кислород для нормального функционирования как флоемных, так и других клеток стебля. Одновременно, в результате ассимиляции внутритканевой углекислоты синтезируются углеводы, восстанавливая тем самым тот убыток в пластических веществах, которые расходуются клетками флоемы в качестве дыхательного материала.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՎ Գ. Գ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ

## Բույսերի մեջ պլաստիկ նյութերի շարժման պրոցեսում ֆելոդերմայի դերի մասին

*Գիտնականներին շատ վաղուց է հետաքրքրել բույսերի ցողուններում կանաչ պիգմենտների ներկայությունը:*

Դրանցից մի շարք հետազոտողներ այն կարծիքն են հայտնել, որ ցողունային քլորոֆիլը չի մասնակցում ածխաթթվի ասիմիլյացիային, այլ կատարում է ուրիշ ֆունկցիա: Կուրսանովը ցույց տալով հողից ածխաթթվի յուրացումը բույսերի կողմից, որի մի մասը յուրացվում է ցողունում, ենթադրում է, որ ցողունի կանաչ պլաստիդները կլանելով արմատներից բարձրացող ածխաթթուն փոխարեն արտադրում են թթվածին, որը ծախսվում է ֆլոեմայի բջիջների շնչառության պրոցեսում:

Անկասկած ցողունի կանաչ պլաստիդները նույն հիմնական ֆունկցիան են կատարում, ինչ տերևների քլորոֆիլը: Սակայն ցողունի էպիդերմիսի մոտ հերձանցքների բացակայությունը բերում է այն ենթադրության, որ ցողունի կանաչ պլաստիդները որպես ասիմիլյացիայի աղբյուր կարող են օգտագործել միայն ներհյուսվածքային ածխաթթուն, որը անջատվում է ֆլոեմայի, ինչպես և մյուս ցողունային բջիջների կողմից նրանց շընչառության ժամանակ:

Ըստ դրականության մեջ եղած տվյալների, ֆլոեմայի հիմնական ֆունկցիան պլաստիկ նյութերի տեղափոխումն է կապված նրա ինտենսիվ շնչառության հետ, որի համար անհրաժեշտ է թթվածին: Վերջինս պետք է որ մատակարարվի ֆլոեմայի բջիջների կողմից:

Կատարելով մի շարք փորձեր ծառային և խոտային բույսերի ցողունների հետ ցույց է տրվում, որ երբ ցողունային կտրոնները պահում ենք լույսի և մթության պայմաններում և ապա կատարում նրանց ներհյուսվածքային գազերի ծավալային անալիզը ստացվում են ոչ միանման տվյալներ: Այն ցողունները որոնք գտնվել են լույսի պայմաններում ավելի քիչ ածխաթթու գազ են պարունակում, քան մթության պայմաններում գտնվող ցողունները: Թթվածնի պարունակության տեսակետից ստացվում է հակառակ պատկերը: Այս փաստը ցույց է տալիս, որ լույսի պայմաններում ցողունների մեջ ընթանում է ածխաթթվի ասիմիլյացիայի, հետևաբար և թթվածնի արտադրման պրոցես, որը կապված է նրանց մեջ եղած կանաչ պլաստիդների կենսագործունեության հետ:

Մյուս փորձերում կիրառելով ռադիոակտիվ ածխաթթու և գլիկոզ ցույց է տրված, որ իրոք ֆլոեմայի բջիջների շնչառության հետևանքով արտադրված ռադիոակտիվ ածխաթթուն լույսի պայմաններում ասիմիլյացվում է ֆելոդերմայի կանաչ պլաստիդների կողմից, մինչդեռ մթության պայմաններում այն չի անցնում պլաստիդներին:

Այս փորձերը հեղինակին բերում են այն եզրակացության, որ բույսերի ցողուններում եղած կանաչ պլաստիդները լույսի պայմաններում ասիմիլյացիայի են ենթարկում ֆլոեմայի բջիջների շնչառության ժամանակ արտադրված ածխաթթու գազը, փոխարենը այդ բջիջներին մատակարարելով թթվածին, նրանց շնչառության համար, առանց որի չի կարող իրականանալ պլաստիկ նյութերի շարժումը բույսերի մեջ:

## ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ


[1] *В. Г. Александров* и *М. И. Савченко*, Тр. БИН им. В. Л. Комарова АН СССР, 1, 2, (1950). [2] *Е. П. Гюббенет*, Растение и хлорофилл., Изд. АН СССР, (1951). [3] *М. Н. Моисеева*, ДАН СССР, 41, 9, (1945). [4] *С. Я. Соколов*, „Бот. журн.", 38, 5, (1953). [5] *К. Санио*, Jahrb. Wissensch. Bot, 2, (1860). [6] *В. О. Казарян* и *Э. С. Авунджян*, ДАН СССР, 101, 1, (1955). [7] *К. Денеке*, Jnuyg. Diss, Bonn., (1880). [8] *В. Г. Александров* и *О. Г. Александрова*, „Бот. журн." 28, 6, (1943). [9] *А. А. Рихтер*, *К. Т. Сухорукова* и *Л. А. Остапенко*, ДАН СССР, 46, 9, (1945). [10] *А. Л. Курсанов*, Planta, 22, (1934). [11] *А. Л. Курсанов*, *Н. Н. Крюкова* и *Б. Б. Вартапетян*, ДАН СССР, 85, 4, (1952). [12] *А. Л. Курсанов* и *Б. Б. Вартапетян*, „Физиол. растений", 3, 3 (1956). [13] *В. О. Казарян*, Изв. АН Армянской ССР, сер. биол. 22 (1946). [14] *А. Л. Курсанов* и *М. В. Туркина*, ДАН СССР, 94, 5 (1952). [15] *А. Л. Курсанов*, „Бот. журн." 37, 5 (1952). [16] *А. Л. Курсанов*, Применение изотопов в технике, биологии и сельском хозяйстве, Тр. АН СССР (1955). [17] *В. О. Казарян*, *Н. Е. Закарян* и *Н. В. Балагезян*, Изв. АН Армянской ССР, сер. биол. 9, 10, (1956).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXIV 1957 4

РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ

С. Я. Золотницкая

# О географической изменчивости алкалоидного комплекса

(Представлено Г. Х. Бунятяном 21.X.1956)

Работами Иванова ([1]) установлено повышение синтеза растениями ненасыщенных соединений по направлению с юга на север. Несколько позднее Мак-Неером ([2]) была отмечена приуроченность производных различных колец к определенным географическим зонам. Выводы Мак-Неера могут быть дополнены положением о закономерном распределении производных одного кольцевого ядра (при широком ареале его распространения) по зонам. Так, тропические дурманы Старого света Datura arborea и D. fastuosa содержат в условиях жаркого климата и короткого дня скополамин (упоминаем лишь главные компоненты). Дурманы Нового света D. innoxia и D. meteloides также из тропических районов, но произрастающие на горных плато центральной Мексики (т. е. в менее жарких районах и на относительно более длинном дне вследствие сдвига вегетации в горах), сохраняют скополамин в качестве главного алкалоида, но уже со значительной примесью гиосциамина. Наконец, у дурманов умеренной зоны превалирует гиосциамин, отличающийся меньшим молекулярным весом и меньшей насыщенностью. Опыт культуры пасленовых северного происхождения в Армении и просмотр литературных данных позволяют отметить общую тенденцию увеличения содержания алкалоидов тропиновой группы (в условиях СССР) к низким широтам.

Из разбросанных литературных сведений можно сделать вывод и об изменении алкалоидного комплекса в меридиональном направлении, что обусловлено, по-видимому, усилением континентальности и засушливости климата (поскольку большинство примеров изменчивости отмечалось на протяжении от западных районов Европы до Средней Азии—безалкалоидность видов хвойничка на западе и т. д.).

Влияние высотного фактора обычно изучалось в разрезе изменения количества алкалоидов у отдельных видов. Обследование флоры Армении, охватившее немногим менее половины всех видов (всего 1228 видов из 112 семейств) позволяет представить распределение алкалоидоносов у групп растений—обитателей различных высотных поясов. Общий процент алкалоидоносов в отношении флоры завышен, так

как слабее других были обследованы семейства, заведомо бедные алкалоидами (злаковые, осоковые и розоцветные). При группировке видов по поясам использованы данные А. А. Гроссгейма ([3]).

Высокий процент алкалоидоносов среди обитателей собственно субальпийской зоны (высокотравие) мы склонны связывать с условиями освещения, ибо по богатству ультрафиолетовым излучением субальпы представляют, как известно, сходство с низкими широтами.

Соединения различного строения также неодинаково локализованы по поясам. Производные нафтофенантридина и изохинолина распространены в низменном, среднем и верхнем поясах, причем одни, как сальсолидин или сальсолин, преимущественно в низменном, другие, как тебаин, изотебаин и орипавин (с большим молекулярным весом), в верхнем поясе. Производные индола в условиях Армении встречаются только в низменной зоне (гармин, гармалин, элеагнин и др.), а в низких широтах в верхнем поясе (цинхонамин). Соединения группы тропана (конденсированные ядра пиррола и пиперидина) и лупинана (два конденсированных пиперидиновых кольца) отмечаются как в нижнем, так и в среднем поясе. Производные хинолина характерны для среднего и верхнего пояса—в умеренных широтах диктамин и скимиамин, в тропиках хинин. Производное хиназолина—пеганин найден у нас только в нижнем поясе, а в низких широтах и в предгорьях (Гималаи, Непал, Бирма) в листьях кустарника Adhatoda vasica из сем. Акантовых. Таким образом, по направлению к югу намечается смещение высотных поясов распространения производных определенных колец. Широко в различных поясах распространены ациклические соединения, а также стероидные алкалоиды, причем группа циклопентенофенантрена тяготеет к среднему и нижнему, а группа нервинациклопентенофенантрена к субальпийскому поясу. Здесь (как и для зон) наблюдается не только распределение производных различных структур по поясам, но и дифференцированная приуроченность определенных алкалоидов внутри групп к тем или иным поясам. Приуроченность алкалоидов к определенным высотным поясам объясняет от-

*Таблица 1*

Распределение алкалоидоносов по поясам в Армении

| Виды, населяющие пояса | Число исслед. видов | В том числе алкалоидоносы | % алкалоидоносов |
|---|---|---|---|
| Нижний . . . . | 115 | 43 | 38 |
| Средний . . . . | 62 | 17 | 27 |
| Верхний . . . . | 50 | 4 | 8 |
| Субальпийский . . | 25 | 17 | 68 |
| Альпийский . . . | 36 | 4 | 11 |
| Нижний и средний . | 639 | 140 | 21 |
| От нижнего до субальпийского . . | 21 | 5 | 24 |
| Средний и субальп. | 42 | 14 | 33 |
| Субальпийский и альпийский . . | 64 | 18 | 28 |
| Средний и верхний. | 58 | 6 | 10 |
| Нижний, средний и верх. | 116 | 20 | 16 |
| Всего . . . . | 1228 | 288 | 23 |

сюда „незакономерные“ изменения при переносе видов на различные по высоте пункты и т. д. Следует, однако, подчеркнуть ориентировочность выводов, поскольку строение подавляющего числа алкалоидов не установлено. Неодинаково также распределение алкалоидоносов в различных местообитаниях и сообществах, что отчасти связано с уже ранее отмечавшимся неодинаковым накоплением алкалоидов у различных жизненных форм ([4]). Подсчет видов алкалоидоносов среди различных жизненных форм флоры Армении дает следующую картину (таб. 2).

*Таблица 2*

Распределение алкалоидоносов у различных жизненных форм растений из флоры Армении

| Жизненные формы | Число видов | | % алкалоидоносов |
|---|---|---|---|
| | Исследовано | в т. ч. алкалоидоносов | |
| Деревья . . . . . | 46 | 5 | 11 |
| Кустарники и полукустарники . . . . . | 86 | 18 | 21 |
| Многолетники . . . . | 784 | 110 | 14 |
| Двухлетники . . . . | 63 | 10 | 16 |
| Однолетники . . . . | 195 | 21 | 10 |

Районы северной Армении, включающие основные дубовые, грабовые и буковые лесные массивы, беднее видовым составом и алкалоидоносами, чем районы южной Армении. Среди лесных алкалоидоносов (если не считать любопытный вид лесного сообщества—рощи алкалоидоносного тисса) преобладают виды кустарников и травянистых многолетников, цветущих весной до смыкания полога леса. Хотя в настоящее время алкалоидоносы среди лесных видов встречаются довольно редко, эти алкалоидоносы являются носителями производных самых разнообразных колец. Так, из ациклических соединений можно назвать галегин, изохинолиновых—берберин, эметин, имидазола-пилокарпин, индола-стрихнин, фенатридина-галантинин, тропана-кокаин, гиосциамин и т. д.

Бедна алкалоидоносами флора верхнего пояса, в частности, альпийских лугов. Большинство алкалоидов разлагается при низкой температуре, что, по-видимому, вместе с увеличением осадков и избытком ультрафиолетового излучения кладет предел распространению алкалоидоносов. Богатство почв альпийских лугов кислым гумусом, наличие цветов яркой окраски, превалирование вегетативного размножения над генеративным, высокое качество ферментов хорошо согласуются с указанным положением. Лишь на известняках чаще встречаются алкалоидоносы из родов Scilla, Fritillaria и некоторых других. Не богат алкалоидоносами и средний пояс, особенно степи, где преобладают злаки. В полупустынной зоне широко распространены алкалоидоносные солянки, виды из родов Achillea, Artemisia, Heliotropium, Peganum, Goebelia и т. д. Нередко в пределах рода и вида наблюдается изменение алкалоидоносности в зависимости от местообитания. Так, Stachys silvatica (лесной вид) алкалоидов почти не содержит. То же отмечается для S. balansae в горах, но на низменности количество алкалоидов повышается. В горных странах географическая из-

менчивость связана с наличием микрорайонов (склоны и т. д.), а интразональные районы (как например, склоны Гюнея) интразональны и по алкалоидоносности видов.

Закономерности образования алкалоидов в связи с пространственным фактором усложнены эволюционным развитием растений, их исторической судьбой (особенно в случае миграции) и принадлежностью к различным флорам. Так, например, весьма много алкалоидоносов относится к элементам пантропического происхождения. Нельзя недооценивать и значение антропологического фактора, отразившегося, например, на распространении чемерицы и т. д. Перенос в различные географические условия часто связан с изменением алкалоидного комплекса. Хотя алкалоидоносы составляют обычно небольшой процент по отношению к флоре (судя по имеющимся, крайне недостаточным данным), распространены они весьма широко. Достаточно сказать, что почти целиком алкалоидоносен один из крупнейших и наиболее космополитичных родов сложноцветных—крестовник, а такие растения, как полынь, солянки, тысячелистники, нередко являются фоновыми растениями.

Ботанический институт Академии наук
Армянской ССР

Ս. ՅԱ. ԶՈԼՈՏՆԻՑԿԱՅԱ

**Ալկալոիդային կոմպլեքսի աշխարհագրական փոփոխականության մասին**

*Բույսերի մեջ ալկալոիդային կոմպլեքսը ենթարկվում է քանակական, իսկ երբեմն էլ որակական փոփոխությունների, կախված աշխարհագրական լայնությունից, երկարությունից, ինչպես նաև ծովի մակերևույթի բարձրությունից։*

*Ըստ գոտիների խմբավորված բույսերի մեջ ամենից շատ ալկալոիդներ նկատվել են սուբալպյան և ներքին կիսաանապատային գոտիներում աճող տեսակների մոտ։*

*Սուբալպյան ֆլորայի ալկալոիդակիր տեսակներով հարուստ լինելը կախված է արևի ճառագայթումից, որը իր ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների հարստությամբ մոտենում է ցածր լայնությունների ճառագայթմանը։ Ծովի մակերևույթից տարբեր բարձրության գոտիների համար բնորոշ են որոշակի օդակների ածանցյալները, ըստ որում, ցածր լայնություններում գոտիները տեղաշարժվում են դեպի մեծ բարձրությունները։*

*Որոշակի միացությունների հարմարվածությունը ըստ բարձրադիր գոտիների բացատրում է ալկալոիդապարունակության տարբեր փոփոխությունները տեսակների ըստ բարձրության տեղափոխումների ժամանակ։ Տարբեր ցեղերը և աճման վայրերը նույնպես տարբեր չափով են հագեցված ալկալոիդներով։ Նրանք քիչ են անտառներում (որը մասամբ կապված է ծառատեսակների աղքատությամբ ալկալոիդներով) և շատ կիսաանապատային գոտիներում։ Անտառային տեսակների ալկալոիդների մեջ հանդիպում են պենտատոքսին ստրիխնինի ներկայացուցիչներ։*

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ

## ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *С. И. Иванов*, Климатическая изменчивость химического состава растений, 1937. [2] *J. Mac-Nair*. Am. Jour. Bot, 18, 1931. [3] *А. А. Гроссгейм*, Определитель растений Кавказа, 1949. [4] *С. Я. Золотницкая*, Изв. АН АрмССР, т 6, № 5, 1953.