

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

LVII, № 3

1973

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտու-
թյունների թեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ,
ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԿԱԼ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ.
ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ,
Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ.
ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ
(պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐՉՈ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս.
ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ.
ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ-
խմսագիր), Օ. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ
թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻԿԱԵԼՅԱՆ,
ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г.
АФРИКЯН, кандидат биологических
наук, А. Т. БАБАЯН, академик АН
АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, чл.-корр. АН
АрмССР (зам. отв. редактора), С. А.
МИРЗОЯН, чл.-корр. АН АрмССР,
С. С. МКРТЧЯН, академик АН АрмССР,
А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР
(отв. редактор), О. М. САПОНДЖЯН,
чл.-корр. АН АрмССР, А. А. ТАЛА-
ЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, В. М.
ТАРАЯН, чл.-корр. АН АрмССР, М. Л.
ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корр. АН Арм.
ССР.

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ա. Վ. Պետրոսյան, Ս. Լ. Համբարյան, Ս. Ե. Մարկոսյան, Ժ. Է. Մելիք-Աղամյան—
Տեղաբաշխման մի քանի կոմբինատորային խնդիրների մասին 129

Ի. Ի. Միխայելյան—Լավագույն մոտավորություններ ուսցիոնալ ֆունկցիաներով իրար
շոշափող տիրույթներում 131

Գ. Գ. Ասատրյան—Երկու համախմբությունների էմպիրիկ բախսյան համեմատումը 139

ՖԻԶԻԿԱ

Ի. Ն. Գյուլալյան, Ռ. Բ. Կոստանյան, Պ. Ս. Պողոսյան—Ռեզոնանսային կլանման
ազդեցությունը լազերային ճառագայթման ֆազի վրա 145

Գ. Մ. Ավագյանց, Զ. Ն. Աղամյան, Վ. Մ. Հաբուսյունյան, Ռ. Ս. Բարսեղյան, Ս. Վ.
Հովհաննիսյան—Ցինկի խառնուրդով սիլիցիումային երկէլեկտրոդների հետազոտություն-
ներ որպես օպտրոնային զույգի բաղադրիչներ 152

ՇՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹՆՐ

Կ. Ս. Կարապետյան—Բետոնի երկրորդ ամրացումը և անիզոտրոպ հատկությունների
փոփոխությունը ջրահագեցման դեպքում 158

ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Ա. Թ. Բարայան, Կ. Մ. Խահմազյան, Ա. Հ. Չերեքյան, Լ. Վ. Դարբինյան—Դիալիզ
(3,3-դիմեթիլալիլ) (3-վինիլպրոպարգիլ) ամոնիակային աղերի փոխարկումները ջր-
հիմնային միջավայրում 167

ՀԱՆՔԱՔԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ. Հ. Սարգսյան—Միջին յուրայի հասկի ինտրուզիվ ապարների առկայությունը
Ղափանի հանքային դաշտում 172

ԻՋՁԱՔԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Մ. Սարգսյան, Ի. Հ. Ավագյան—Իջարանական փոփոխությունները թթենու տե-
րևներում պոլիպոլիդացման հետևանքով 177

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Ա. Ա. Գալոյան, Ի. Ա. Զախարյան, Զ. Վ. Ղարիբյան, Վ. Թ. Գալֆայան—Դնթ-ի
մեթիլացումն ուղեղի տարբեր մասերում դիքսամեթազոնի ազդեցության տակ 182

ԲՈՒՅՈՆՆԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Վ. Հ. Ղազարյան, Ն. Վ. Բալագյուլյան, Ե. Ա. Իսիգորյան—Տերևների ձերացման
պրոցեսներում արմատների դերի մասին 187

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- А. В. Петросян, С. Л. Амбарян, С. Е. Маркосян, Ж. Э. Мелик-Адамян*—О некоторых комбинаторных задачах размещения 129
- И. И. Микаелян*—О наилучших приближениях рациональными функциями в соприкасающихся областях 134
- Д. Г. Асатрян*—Эмпирическое байесовское сравнение двух совокупностей 139

ФИЗИКА

- Р. Н. Гюзалян, Р. Б. Костаян, П. С. Погосян*—Влияние резонансного поглощения на фазу лазерного излучения 145
- Г. М. Авакьянц, З. Н. Адамян, В. М. Арутюнян, Р. С. Барсегян, С. В. Оганесян*—Некоторые исследования кремниевых диодов с примесью цинка как элементов оптронной пары 152

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- К. С. Карапетян*—О вторичном твердении и изменении анизотропных свойств бетона при его водонасыщении 158

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Т. Бабаян, К. Ц. Тагмазян, А. А. Черкезян, Л. В. Дарбинян*—Превращение диалкил-(3,3-диметилаллил) (3-винилпропаргил) аммониевых солей в водно-щелочной среде 167

МИНЕРАЛОГИЯ

- Р. А. Саркисян*—О наличии среднеюрских интрузивных пород на Кафанском рудном поле 172

ЦИТОЛОГИЯ

- С. М. Саркисян, Д. О. Авакян*—Цитологические изменения в листьях шелковицы при полиплоидии 177

БИОХИМИЯ

- А. А. Галоян, Р. А. Захарян, Дж. В. Гарибян, В. Т. Галфаян*—Влияние дексаметазона на уровень метилирования ДНК разных отделов головного мозга 182

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- В. О. Казарян, Н. В. Балагезян, Е. А. Григорян*—О роли корней в процессах омоложения листьев 187

УДК 519.14+518.5

МАТЕМАТИКА

А. В. Петросян, С. Л. Амбарян, С. Е. Маркосян,
Ж. Э. Мелик-Адамян

О некоторых комбинаторных задачах размещения

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Талаляном 7/III 1973)

При автоматизации проектирования конструкторских структур ЭВМ главное место занимает автоматизация проектирования печатных плат (АППП) разных уровней.

Комбинаторные задачи, возникающие при АППП, обычно делятся на три класса: задачи компоновки, размещения и трассировки.

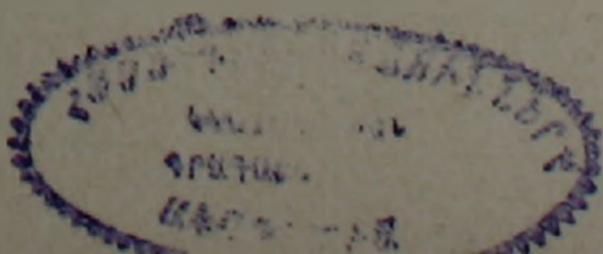
Задачи размещения, которым посвящена настоящая работа, естественным образом можно разделить на два подкласса: задачи размещения, связанные с реализацией внешних связей и задачи размещения, связанные с реализацией внутренних связей. Отметим, что при размещении обычно учитываются только необходимые условия для реализации внутренних связей. Такой подход приводит к существенным трудностям при реализации внешних связей. Вышеуказанное разделение задач размещения устраняет эти затруднения и позволяет одинаково формулировать задачи размещения для конструкторских структур всех уровней (ТЭЗ, панелей и т. д.).

Будут рассмотрены задачи для плат, контакты разъемов которых расположены регулярно, пропускные способности одинаковы и из каждой цепи необходимо вывести не более одного вывода.

Для реализации внешних связей предлагается решить следующие задачи:

1. Найти множество с минимальным числом модулей, покрывающих все внешние связи.
2. Установить однозначное соответствие между цепями и модулями так, чтобы максимальное число цепей, соответствующих одному модулю, было минимальным.
3. Разместить множество выбранных модулей в m модульных рядах так, чтобы максимальное число внешних связей каждого ряда было минимальным.

Такой подход оправдан тем, что выбор модулей согласно первому пункту обеспечивает максимальную возможность для реализации внутренних связей, а выполнение второго и третьего пунктов гарантирует максимальную возможность для проведения внешних связей.



Для математической формулировки этих задач введем некоторые обозначения.

Пусть задано множество элементов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ и множество Z_1, Z_2, \dots, Z_p тех цепей, которые имеют внешние связи.

При изложении задач будем пользоваться терминологией, принятой в (1,2).

Задача 1. Найти такое подмножество $A \subset X$ с минимальным числом элементов, чтобы $A \cap Z_i \neq \emptyset$ для любого $i = 1, 2, \dots, p$.

Построим простой граф $G = (Z, N; \Gamma)$, где $N = \{1, 2, \dots, p\}$, $Z = \cup Z_i$, а отображение $\Gamma x = \{i : x \in Z_i\}$.

Очевидно, что нахождение подмножества A с указанными свойствами, эквивалентно нахождению минимального внешне устойчивого множества графа G , принадлежащего множеству Z .

Описанный в (1) алгоритм для нахождения такого множества включает значительный перебор вариантов. Указанный алгоритм может быть значительно улучшен, если заменить перебор выбором вариантов по методу ветвей и границ (3). Укажем правила ветвления и выбор функции, вычисляющей нижние границы.

Каждому классу возможных вариантов приводится в соответствие некоторый подграф графа G и некоторое множество вершин, которые обязательно должны входить во внешне устойчивые множества графа G , получаемые при вариантах данного класса.

На каждом шаге класс возможных вариантов с минимальной оценкой разбивается на два подкласса (две ветви).

Пусть на t -ом шаге выбран некоторый класс для разбиения. Обозначим через $G(t) = (Z(t), N(t); \Gamma)$ подграф, соответствующий этому классу, а через $A(t)$ — множество тех вершин из $Z/Z(t)$, которые обязательно должны входить во внешне устойчивые множества графа G , получаемые при вариантах данного класса.

Расположим вершины множества $Z(t)$ в порядке убывания их локальных степеней относительно графа $G(t): \rho(x'_1) \geq \rho(x'_2) \geq \dots \geq \rho(x'_q)$. Тогда оценка данного класса равна $|A(t)| + q$, где q — первый индекс, для которого $\sum_{i=1}^q \rho(x'_i) \geq |N(t)|$.

В первый подкласс попадут все те вершины, для которых полученные внешне устойчивые множества содержат $A(t) \cup \{x'_1\}$, а во второй подкласс — те вершины, для которых полученные внешне устойчивые множества содержат множество $A(t)$, но не содержат вершину x'_1 .

Пусть $G_1(t) = (Z_1(t), N_1(t); \Gamma)$ и $G_2(t) = (Z_2(t), N_2(t); \Gamma)$ подграфы соответственно для первого и второго подклассов, а $A_1(t)$ и $A_2(t)$ — соответствующие им множества. Тогда множество $A_1(t)$ определяется следующим образом:

$$A_1(t) = A(t) \cup \{x'_1\} \cup \Delta(G^-(t)),$$

где $\Delta(G^-(t))$ получается из графа $G^-(t) = (Z(t)/\{x'_1\}, N(t)/\Gamma x'_1; \Gamma)$ в результате применения следующих двух операций.

1. Если вершина x'_i поглощает вершину x'_j , т. е. $\Gamma x'_j \subseteq \Gamma x'_i$, то x'_j исключается из графа.

2. Если (x'_i, j) — висячее ребро, то $x'_i \in \Delta(G^-(t))$ и из графа исключаются вершины множества $\{x'_i\} \cup \Gamma x'_i$.

Эти две операции применяются к графу $G(t)$ до тех пор, пока это возможно. В результате получается множество $\Delta(G^-(t))$ и граф $G_1(t)$, к которому указанные операции не применимы. Множество $A_2(t) = A(t)$, а $G_2(t) = (Z(t)/|x'_i|, N(t); \Gamma)$. Классу всевозможных вариантов соответствует граф $G(1)$, который получается в результате применения к исходному графу операции 1 и 2. Соответствующее этому классу множество $A(1) = \Delta(G)$.

Задача 2. Пусть $A = \{a_1, a_2, \dots, a_r\}$ является решением задачи 1, а f — такое однозначное отображение, переводящее N на A , что $f(i) \in Z_i \cap A$, $i = 1, 2, \dots, p$.

Пусть Φ — множество всех однозначных отображений f . Обозначим через $c(x, f) = |\{i: i \in N, x \in A, f(i) = x\}|$. Требуется найти такое f^0 , при котором

$$\max_{x \in A} c(x, f^0) = \min_{f \in \Phi} \{ \max_{x \in A} c(x, f) \}.$$

Решение этой задачи сводится к нахождению максимальных потоков в нескольких транспортных сетях следующим образом. Построим транспортную сеть для графа $G = (A, N; \Gamma)$, где $\Gamma a = \{i: f(i) = a, a \in A\}$ с входом x_0 и выходом z . Соединим x_0 со всеми элементами множества N . Положим пропускные способности всех дуг, за исключением дуг (x_0, a) , равным единице. Пропускные способности дуг (x_0, a) первоначально положим равными единице. Будем последовательно увеличивать их значение до тех пор, пока не получим поток, насыщающий все дуги, идущие в z . Число испытываемых вариантов можно уменьшить введением оценок для пропускных способностей дуг (x_0, a) . Для задач, возникающих при АППП, число этих транспортных сетей невелико.

Максимальные потоки находятся по алгоритму Форда — Фалкерсона (1,2).

Задача 3. Пусть $c(x) = c(x, f^0)$, где $x \in A$, f^0 — решение задачи 2, а $\tau(A) = \{X_1, X_2, \dots, X_q\}$ некоторое разбиение множества A на $q \leq m$ подмножеств.

Пусть $T(A)$ — множество всех разбиений $\tau(A)$. Под весом $c(Y)$ множества $Y \subseteq A$ будем понимать $\sum_{x \in Y} c(x)$. Требуется найти такое разбиение $\tau_0(A)$, при котором

$$\max_{X_i \in \tau(A)} c(X_i) = \min_{\tau(A) \in T(A)} \{ \max_{X_i \in \tau(A)} c(X_i) \}.$$

Обозначим через $\bar{c} = \frac{\sum_{x \in A} c(x)}{m}$.

Подмножество $Y \subset A$ назовем \bar{c} -критическим, если $c(Y) \geq \bar{c}$, но $c(Y') < \bar{c}$ для любого собственного подмножества Y' множества Y .

Теорема 1. Среди решений задачи 3 существует такое, что все его подмножества с весом не меньше \bar{c} являются \bar{c} -критическими.

Из утверждения теоремы 1 следует, что решение задачи 3 можно искать среди тех подмножеств множества A , которые являются \bar{c} -критическими или имеют вес, меньший \bar{c} .

Предлагается следующий алгоритм для нахождения требуемого разбиения.

1°. Если $\max_{x \in A} c(x) \leq \bar{c}$, перейти к пункту 3°.

2°. Если $\max_{x \in A} c(x) > \bar{c}$, построим некоторое разбиение множества

$B = \{x: x \in A, c(x) \geq \bar{c}\}$ на подмножества, вес которых не превышает $\max_{x \in A} c(x)$.

Для этого рассмотрим все те подмножества Y множества B , вес которых не превышает $\max_{x \in A} c(x)$.

Пусть уже выбраны подмножества Y_1, Y_2, \dots, Y_k и $B / \cup Y_i \neq \emptyset$. Тогда в качестве Y_{k+1} выбирается такое подмножество Y из $B / \cup Y_i$, для которого $\max_{x \in A} c(x) - c(Y)$ принимает минимальное значение. Если существует несколько таких подмножеств, то среди них выбираем подмножество с минимальным числом элементов. Предположим, что Y_1, Y_2, \dots, Y_l — требуемое разбиение.

Вычислим $\bar{c}' = \frac{\sum_{x \in A/B} c(x)}{m-l}$ и примем $\bar{c} = \bar{c}'$, а в качестве A — множество

во A/B .

3°. Рассмотрим все те подмножества X' множества A , которые \bar{c} -критические или $c(X') \leq \bar{c}$.

Предположим, что выбраны подмножества X_1, X_2, \dots, X_k и $A / \cup X_i \neq \emptyset$.

Обозначим $\bar{c}_k = \frac{\sum c(X_i)}{k}$.

Рассмотрим два случая.

а) $\bar{c}_k \leq \bar{c}$, тогда в качестве X_{k+1} выбирается такое \bar{c} -критическое подмножество X'' из $A / \cup X_i$, для которого разность $c(X'') - \bar{c}$ принимает минимальное значение и $c(X'') \geq \bar{c}$.

б) $\bar{c}_k > \bar{c}$, тогда в качестве X_{k+1} выбирается такое подмножество X'' из $A / \cup X_i$ и $c(X'') \leq \bar{c}$, для которого разность $\bar{c} - c(X'')$ принимает минимальное значение.

Можно доказать следующие теоремы.

Теорема 2. Число классов разбиения, полученных в результате работы алгоритма, не превосходит m .

Теорема 3. При $\max_{x \in A} c(x) \geq 2c^* - 2$ алгоритм находит оптимальное решение.

Ереванский научно-исследовательский институт
математических машин

Ա. Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ս. Լ. ՀԱՄԲԱՐՅԱՆ, Ս. Ե. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ, Ժ. Է. ՄԵԼԻՔ-ԱԴԱՄՅԱՆ

Տեղաբաշխման մի Բանի կոմբինատորային խնդիրների մասին

Հոդվածում ձևակերպված են մի քանի մաթեմատիկական խնդիրներ, որոնք առաջանում են հաշվողական մեքենաների կոնստրուկտորական ստորուկ-ստորանների տեղաբաշխման էտալում և տրված են դրանց լուծումները:

Առաջին խնդիր. Գտնել տված գրաֆի ամենափոքր արտաքին կայուն բազմությունը: Լուծման հիմքում ընկած է ճյուղավորումների և սահմանափակումների մեթոդը:

Երկրորդ խնդիրը, որը վերաբերվում է գրաֆի մեջ որոշակի արտապատկերման գտնելուն, բերվում է տրանսպորտային ցանցի մաքսիմալ հոսքի խնդրին:

Երրորդ խնդիր. Կշիռ ունեցող էլեմենտների բազմությունը տրոհել որոշակի քանակով ենթաբազմությունների այնպես, որ ամենամեծ կշիռ ունեցող ենթաբազմության կշիռը լինի մինիմալ:

Ապացուցված է մի քանի թեորեմ լուծման վերաբերյալ և նկարագրված է էվիրիստիկ ալգորիթմ, որը բավական մոտ է օպտիմալին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ К. Берж, Теория графов и ее применение, изд. ИЛ., М., 1962. ² Л. Р. Форд, Д. Р. Фалкерсон, Поток в сетях, изд. «Мир», М., 1966. ³ Дж. Литл, К. Мурти, Д. Суни, К. Кэрел, «Экономика и математические методы», т. I, вып. I, 1965.

УДК 517.5

МАТЕМАТИКА

И. И. Микаелян

**О наилучших приближениях рациональными функциями
 в соприкасающихся областях**

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Л. Шагиняном 19/III 1973)

Возможность аппроксимации многочленами в соприкасающихся областях рассмотрел А. Л. Шагинян ⁽¹⁾.

С. Н. Мергелян установил меру наилучшего приближения многочленами в соприкасающихся областях в зависимости от касания ⁽²⁾.

Newman получил меру наилучшего приближения рациональными функциями функции $|x|$ на отрезке $[-1,1]$ ⁽³⁾.

Если обозначить

$$E_n(|x|) = \inf_{\{r_n\}} \max_{-1 < x < 1} \left| |x| - r_n(x) \right|,$$

где $r_n(x)$ — рациональная функция порядка n , то упомянутый выше результат заключается в том, что

$$O(e^{-9\sqrt{n}}) \leq E_n(|x|) < O(e^{-\sqrt{n}}).$$

В настоящей заметке рассматриваются две симметричные области относительно мнимой оси D_1 и D_2 , которые касаются в точке O , требуется найти меру наилучшего приближения рациональными функциями на этом множестве функции

$$f(z) = \begin{cases} -z & \text{при } z \in D_1 \\ z & \text{при } z \in D_2 \end{cases}$$

В случае приближения многочленами мера наилучшего приближения в областях D_1 и D_2 , лежащих между прямыми $y = kx$ и $y = -kx$, соприкасающихся в точке $z=0$, будет (ср.2)

$$\frac{1}{n^{1-\frac{2}{\pi} \arctg k}}$$

2. Мера наилучшего приближения многочленами функции

$$f(z) = \begin{cases} z & \text{при } |z-1| \leq 1, \\ -z & \text{при } |z+1| \leq 1 \end{cases}$$

в указанных кругах, следует из работы (2) — величина порядка

$$O\left(\frac{1}{\ln n}\right).$$

Покажем, что мера наилучшего приближения рациональными функциями этой же функции на заданном множестве величина порядка $O\left(\frac{\ln^2 n}{n^2}\right)$.

Построим последовательность рациональных функций, которые аппроксимируют наилучшим образом функцию:

$$f_1(z) = \begin{cases} -1 & \text{при } |z+2| \leq 2-\delta \\ 1 & \text{при } |z-2| \leq 2-\delta \end{cases}$$

Отобразим кольцо $|z-2| > 2-\delta$, $|z+2| > 2-\delta$, в плоскости z на круговое кольцо

$$1 < |w| < \rho,$$

w — плоскости.

Это отображение осуществляет следующая дробно-линейная функция:

$$w(z) = \frac{\sqrt{\frac{\delta}{4-\delta}} \cdot (z-4+\delta) + z-\delta}{z-\delta - \sqrt{\frac{\delta}{4-\delta}} \cdot (z-4+\delta)}, \quad (1)$$

где ρ для достаточно малых δ , выражается формулой

$$\rho = \sqrt{\frac{2 + \sqrt{\delta(4-\delta)}}{2 - \sqrt{\delta(4-\delta)}}}.$$

Обозначим

$$w(1) = w_1, \quad w(-1) = w_2 \quad \text{и} \quad \psi(w) = f_1(z),$$

где w определяется формулой (1).

$$\psi(w) = \begin{cases} w_1 & \text{при } |w| \leq 1 \\ w_2 & \text{при } |w| \geq \rho \end{cases}$$

Нетрудно убедиться, что

$$\mu_n(w) = \frac{w^n + (\sqrt{\rho})^n}{\frac{1}{w_2} \cdot w^n + \frac{1}{w_1} \cdot (\sqrt{\rho})^n}$$

($\mu_n(w)$ — рациональная функция порядка n) удовлетворяет неравенству

$$|\psi(w) - \mu_n(w)| \leq \frac{3}{(\sqrt{\rho})^n}. \quad (2)$$

В работе (4) доказывається, что если

$$\lambda(t) = \begin{cases} c_1 & \text{при } t \in \Omega_1 \\ c_2 & \text{при } t \in \Omega_2 \end{cases}$$

$$\rho_n(\lambda) = \inf_{\{r_n\}} \max_{t \in \Omega_1 \cup \Omega_2} |\lambda(t) - r_n(t)|,$$

где c_1 и c_2 константы, а $r_n(z)$ рациональная функция порядка n ,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\rho_n(\lambda)} = \frac{1}{\sqrt{\rho}},$$

где Ω_1 и Ω_2 области, удовлетворяющие условию $\overline{\Omega_1} \cap \overline{\Omega_2} = \emptyset$, а ρ отношение радиусов кругового кольца на которую можно отобразить двусвязную область дополнительную к $\Omega_1 \cap \Omega_2$.

Следовательно, оценка (2) является мерой наилучшего приближения функции $\psi(w)$ в области ее определения. При переходе из плоскости w на плоскость z , оценка (2) преобразуется в следующую:

$$|f_1(z) - R_n(z)| \leq \frac{3}{(\sqrt{\rho})^n}.$$

В последнем неравенстве

$$R_n(z) = \frac{|\omega(z)|^n + (\sqrt{\rho})^n}{(\sqrt{\rho})^n - |\omega(z)|^n},$$

а $\omega(z)$ определяется из формулы (1).

$R_n(z)$ — рациональная функция порядка n , полюсы которой суть

$$z_k = \frac{\delta \cdot (\sqrt{\rho} - 1) - (\sqrt{\rho} + 1) \cdot \sqrt{\delta \cdot (4 - \delta)}}{\sqrt{\rho} - 1 - (\sqrt{\rho} + 1) \cdot \sqrt{\frac{\delta}{4 - \delta}}} \cdot e^{\frac{2\pi k i}{n}}$$

$$(k=0, 1, 2, \dots, n-1).$$

Для достаточно малых δ имеем следующие асимптотические оценки:

$$\rho \approx 1 + 2\sqrt{\delta} \quad |z_k| = 2\sqrt{\delta} + 0(\delta)$$

$$\text{и} \quad |\omega(z)| < 2 \quad \text{при} \quad |z| < 2.$$

$$|R_n(z)| \leq \frac{2}{n\sqrt{\delta}},$$

Таким образом, если через $r_n(z)$ обозначить

$$r_n(z) = z \cdot R_n(z), \quad \text{то}$$

$$|f(z) - r_n(z)| \leq \begin{cases} 6 \cdot e^{-n\sqrt{\delta}} & \text{при } |z \pm 2| \leq 2 - \delta \\ \frac{2\sqrt{\rho}}{n} + 2\delta & \text{при } |z| < \delta \end{cases}$$

Если через $\delta = \delta(n)$ обозначим решение уравнения

$$3e^{-n\sqrt{\delta}} = \frac{\sqrt{\delta}}{n} + \delta,$$

то для достаточно больших n получим

$$\frac{(2-\varepsilon)^2 \cdot \ln^2 n}{n^2} < \varphi(n) < \frac{4 \ln^2 n}{n^2}$$

Следовательно,

$$|f(z) - r_n(z)| \leq \frac{16 \cdot \ln^2 n}{n^2}$$

С другой стороны, если через $\varepsilon(n)$ обозначить меру наилучшего приближения рациональными функциями функции $f(z)$ на указанных в начале соприкасающихся кругах, то

$$|f(z) - r_n^*(z)| < \varepsilon(n),$$

где $r_n^*(z)$ — рациональная функция порядка n , которая наилучшим образом аппроксимирует $f(z)$.

Таким образом,

$$|z + r_n^*(z)| < \varepsilon(n) \text{ при } |z+1| \leq 1.$$

$z + r_n^*(z)$ является рациональной функцией порядка n , следовательно, можно применить оценку А. А. Гончара⁽⁵⁾, которая заключается в следующем: если имеются две непересекающиеся области Ω_1 и Ω_2 ,

$r_n(z)$ — рациональная функция порядка n и если

$$\max_{z \in \Omega_1} |r_n(z)| \leq M,$$

то

$$\min_{z \in \Omega_2} |r_n(z)| \leq M \cdot \rho^n,$$

где ρ отношение радиусов кругового кольца, на которую можно отобразить двусвязную область дополнительную к $\Omega_1 \cap \Omega_2$.

Применяя эту оценку, получим:

$$|z + r_n^*(z)| \leq \varepsilon(n) e^{2n \cdot \sqrt{\delta}},$$

$$\text{при } |z+1| \leq 1 + \delta$$

$$2|z| - |z - r_n^*(z)| \leq |z + r_n^*(z)| < \varepsilon(n) e^{2n \sqrt{\delta}}.$$

Откуда

$$\varepsilon(n) \geq \frac{2\delta}{1 + e^{2n \cdot \sqrt{\delta}}}$$

при

$$\delta = \frac{1}{n^2}.$$

Имеем

$$\varepsilon(n) \geq \frac{2}{1 + e^2} \cdot \frac{1}{n^2}.$$

Получена теорема 1.

Мера наилучшего приближения функции

$$f(z) = \begin{cases} z & \text{при } |z-1| \leq 1, \\ -z & \text{при } |z+1| \leq 1 \end{cases}$$

на совокупности, состоящей из этих двух кругов, будет величина порядка

$$O\left(\frac{\ln^2 n}{n^2}\right).$$

Аналогичным образом можно решать задачу о наилучшем приближении функции

$$f(z) = \begin{cases} z & \text{при } z \in B_1, \\ -z & \text{при } z \in B_2, \end{cases}$$

где B_1 и B_2 два симметричных треугольника с общей вершиной в точке $z = 0$:

$$\begin{aligned} B_1 &= \{ \arg z = \alpha, \arg z = -\alpha, \operatorname{Re} z = 1 \} \\ B_2 &= \{ \arg z = \pi - \alpha, \arg z = \pi + \alpha, \operatorname{Re} z = -1 \} \end{aligned}$$

Получается теорема 2.

Мера наилучшего приближения рациональными функциями функции на двух симметричных относительно мнимой оси треугольниках с общей вершиной в точке $z = 0$ величина порядка

$$\exp\{-\sqrt{2\pi n(\pi - 2\alpha)}\}.$$

Ереванский государственный университет

Ի. Ի. ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ

Լավագույն մոտավորություններ ուսցիոնալ ֆունկցիաներով իրար շոշափող տիրույթներում

Ուսումնասիրվում է կոմպլեքս հարթության մեջ կեղծ առանցքի նկատմամբ սիմետրիկ և սկզբնականում իրար շոշափող երկու D_1 և D_2 տիրույթներում

$$f(z) = \begin{cases} z & \text{երբ } z \in D_1 \\ -z & \text{երբ } z \in D_2 \end{cases}$$

Ֆունկցիալի ուսցիոնալ ֆունկցիաներով լավագույն մոտավորություն չափը Երջանների դեպքում այն ստացվում է $\frac{\ln^2 n}{n^2}$ կարգի մեծություն: Երկու եռանկյունների համար ստացվում է

$$\exp\{-\sqrt{2\pi n(2\pi - \alpha)}\},$$

որտեղ 2α -ն եռանկյունների սկզբնականից դուրս եկող գագաթի անկյան չափն է:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Л. Шагинян, „Известия АН СССР“, 5(1941) ² С. Н. Мергелян, Труды математического института им. Стеклова, XXXVII (1951) ³ Newman, Rational approximation по $|x|$ NSF—QP—62.(1966). ⁴ А. А. Гончар, Математический сборник, т. 78(120) 4(1969). ⁵ А. А. Гончар, Математический сборник, т. 79(118); 1(1968).

УДК 519.2

МАТЕМАТИКА

Д. Г. Асатрян

Эмпирическое байесовское сравнение двух совокупностей

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 19/IV 1973)

Эмпирический байесовский подход к задачам математической статистики предложен Г. Роббинсом (1). В (2,3) эмпирический байесовский подход применен в задаче проверки гипотез относительно параметра некоторых распределений из экспоненциального семейства при полиномиальной функции потерь.

В настоящей заметке результаты работ (1-3) обобщаются на задачу эмпирического байесовского сравнения двух совокупностей.

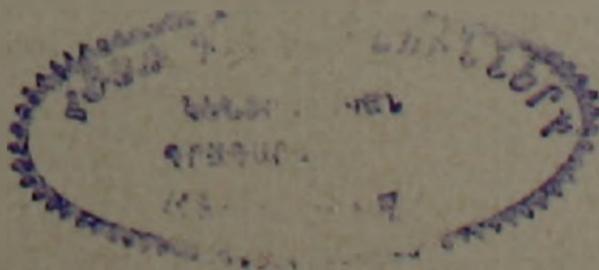
1°. Рассмотрим сначала байесовскую задачу сравнения. Пусть независимые случайные величины X и Y имеют плотности распределения вероятностей (относительно некоторой ν -конечной меры μ) из семейств $P = \{p_\theta(x) : \theta \in \Theta\}$ и $Q = \{q_\omega(y) : \omega \in \Omega\}$ соответственно, определенные на выборочных пространствах X и Y , где Θ и Ω — действительные параметрические пространства, а область, на которой $p_\theta(x) > 0$ ($q_\omega(y) > 0$) не зависит от θ (ω). Предположим, что параметры θ и ω являются независимыми случайными величинами, имеющими (априорные) функции распределения из множеств $A_1 = \{G_1(\theta)\}$ и $A_2 = \{G_2(\omega)\}$, определенные над Θ и Ω соответственно и пусть

$$f_{G_1}(x) = \int_{\Theta} p_\theta(x) dG_1(\theta), \tag{1}$$

$$f_{G_2}(y) = \int_{\Omega} q_\omega(y) dG_2(\omega) \tag{2}$$

безусловные плотности распределения X и Y (относительно меры μ), и $A = \{G = G_1 G_2 : G_1 \in A_1, G_2 \in A_2\}$.

Пусть H_0 и H_1 обозначают гипотезы относительно пары (θ, ω) . Требуется указать процедуру, позволяющую по результату наблюде-



ния (x, y) над (X, Y) принимать одну из заданных гипотез так, чтобы средние ожидаемые потери были минимальными.

Пусть событие a_j обозначает выбор гипотезы H_j ($j=0,1$). Будем предполагать, что функция потерь $L(a_j; \theta, \omega) \geq 0$ известна и удовлетворяет условию

$$E_G [|L(a_0; \theta, \omega) - L(a_1; \theta, \omega)|] < \infty, \quad (3)$$

где E_G — символ математического ожидания относительно распределения G .

Пусть $t = t(x, y)$ решающая функция, которую будем предполагать равной вероятности выбора гипотезы H_1 , когда результатом наблюдения является (x, y) . Тогда средние потери, соответствующие решающей функции t , равны

$$R(t; \theta, \omega) = \int_{\dot{X}} \int_{\dot{Y}} [t(x, y) L(a_1; \theta, \omega) + (1 - t(x, y)) L(a_0; \theta, \omega)] p_{\theta}(x) q_{\omega}(y) d\mu(x) d\mu(y), \quad (4)$$

следовательно, полные средние потери, соответствующие априорному распределению G , равны

$$R(t; G) = \int_{\dot{H}} \int_{\dot{\Omega}} R(t; \theta, \omega) dG_1(\theta) dG_2(\omega). \quad (5)$$

Предположим, что существует решающая функция $t_G(x, y)$ такая, что $R(G) = R(t_G; G) = \min R(t; G)$.

Подставляя (4) в (5) можем написать

$$R(t; G) = E [t(x, y) L(a_1; \theta, \omega) + (1 - t(x, y)) L(a_0; \theta, \omega)], \quad (6)$$

где $E[\cdot]$ — математическое ожидание относительно совместного распределения всех случайных величин, входящих в $[\cdot]$.

Обозначая

$$\Delta_G(x, y) = E_G [L(a_0; \theta, \omega) - L(a_1; \theta, \omega) | x, y], \quad (7)$$

легко привести (6) к виду

$$R(t; G) = E_G [L(a_0; \theta, \omega)] - E [t(x, y) \Delta_G(x, y)], \quad (8)$$

откуда следует, что при фиксированном G решающая функция

$$t_G(x, y) = 1 \text{ при } \Delta_G(x, y) > 0, \\ = 0 \text{ при } \Delta_G(x, y) \leq 0 \quad (9)$$

минимизирует (8) и, если $P\{\Delta_G(x, y) = 0\} = 0$, то (9) единственна с точностью до множества нулевой вероятности.

Таким образом, если априорное распределение G известно, то

решающая функция (9) вместе с (7) дает решение поставленной задачи.

2°. Теперь сформулируем эмпирическую байесовскую задачу сравнения двух совокупностей. Предположим, что задача сравнения, рассмотренная выше, встречается многократно и независимо, всегда с тем же самым, но неизвестным априорным распределением $G \in A$. Пусть

$$(x_1; \theta_1), \dots, (x_n; \theta_n); (y_1; \omega_1), \dots, (y_n; \omega_n) \quad (10)$$

результаты независимых наблюдений над X и Y с плотностью распределения (1) и (2) и соответствующие им значения параметров θ и ω , которые имеют одно и то же распределение G и не наблюдаются. Пусть (x, y) является результатом $n+1$ -го наблюдения над (X, Y) . Обозначим $\bar{x}_n = (x_1, \dots, x_n)$, $\bar{y}_n = (y_1, \dots, y_n)$ и предположим, что (X, Y) не зависит от (\bar{x}_n, \bar{y}_n) . Требуется построить такую решающую функцию $t_n(x, y) = t(x, y; \bar{x}_n, \bar{y}_n)$, чтобы полные ожидаемые потери по мере возрастания n стремились к минимально возможному значению $R(G)$, достижимому лишь в случае полностью известного G , т. е. чтобы

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E[R(t_n; G)] = R(G). \quad (11)$$

Решающая функция t_n , удовлетворяющая (11), называется асимптотически оптимальной относительно G (2).

Решение этой задачи основано на результатах (1-3), сформулированных в терминах эмпирической байесовской задачи сравнения. В частности, верна

Т е о р е м а. Пусть $\Delta_n(x, y) = \Delta(x, y; \bar{x}_n, \bar{y}_n)$ — последовательность (случайных) функций таких, что для каждого $x \in X$ и $y \in Y$

$$p \lim_{n \rightarrow \infty} \Delta_n(x, y) = \Delta_G(x, y) \quad (12)$$

(относительно распределения (\bar{x}_n, \bar{y}_n)). Предположим, что функция потерь $L(a_j; \theta, \omega)$ такова, что при $G \in A$ выполняется (3) и $P\{\Delta_G(x, y) = 0\} = 0$. Решающую функцию t_n определим следующим образом

$$\begin{aligned} t_n(x, y) &= 1 \text{ при } \Delta_n(x, y) > 0, \\ &= 0 \text{ при } \Delta_n(x, y) \leq 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Тогда решающая функция t_n асимптотически оптимальна относительно каждой пары $G_1 \in A_1$ и $G_2 \in A_2$.

Теперь построим последовательность Δ_n , удовлетворяющую (12) в предположениях, что функция потерь имеет вид

$$L(a_0; \theta, \omega) - L(a_1; \theta, \omega) = \sum_{k=0}^{s_1} \sum_{m=0}^{s_2} c_{km} \theta^k \omega^m, \quad (14)$$

а плотности из семейств P и Q представимы в виде

$$\begin{aligned} p_0(x) &= \theta^x \delta_1(x) h_1(\theta) \quad (x \in X) \\ q_0(y) &= \omega^y \delta_2(y) h_2(\omega) \quad (y \in Y). \end{aligned} \quad (15)$$

Очевидно, для выполнения (3) в предположениях (14) и (15) достаточно, чтобы абсолютный момент s_r -го порядка распределения G_r ($r = 1, 2$) был конечен.

Подставляя (14) и (15) в (7) и учитывая (1) и (2), получим

$$\Delta_G(x, y) = \sum_{k=0}^{s_1} \sum_{m=0}^{s_2} c_{km} U_k(x) V_m(y), \quad (16)$$

где

$$U_k(x) = \delta_1(x) f_{G_1}(x+k) / \delta_1(x+k) f_{G_1}(x), \quad (17)$$

$$V_m(y) = \delta_2(y) f_{G_2}(y+m) / \delta_2(y+m) f_{G_2}(y) \quad (18)$$

при $x+k \in X$ ($k=0, 1, \dots, s_1$) и $y+m \in Y$ ($m=0, 1, \dots, s_2$).

Отметим, что в частном случае, когда распределение G_2 сосредоточено в некоторой точке $\omega_0 \in \Omega$, имеем $V_m(y) = \text{const}$ и $\Delta_G(x, y) = \Delta_{G_1}(x) = \sum_{k=0}^{s_1} c_k U_k(x)$, т. е. мы приходим к однопараметрической задаче, рассмотренной в (2,3).

Как видно из (16)–(18), для построения последовательности Δ_n , удовлетворяющей (12), достаточно в этих формулах $f_{G_r}(\cdot)$ заменить своей состоятельной (непараметрической) оценкой $f_{r,n}(\cdot)$, построенной по данным (10). В частности, в случае дискретных f_{G_r} можно положить

$$f_{r,n}(z) = n^{-1} \left(\text{число тех } i, \text{ для которых } z_i = z \right).$$

Таким образом, если обозначить

$$U_{k,n}(x) = \delta_1(x) f_{1,n}(x+k) / \delta_1(x+k) f_{1,n}(x),$$

$$V_{m,n}(y) = \delta_2(y) f_{2,n}(y+m) / \delta_2(y+m) f_{2,n}(y),$$

то искомая последовательность будет иметь вид

$$\Delta_n(x, y) = \sum_{k=0}^{s_1} \sum_{m=0}^{s_2} c_{km} U_{k,n}(x) V_{m,n}(y).$$

3. В качестве примера рассмотрим эмпирическое байесовское сравнение двух пуассоновских совокупностей.

Пусть $X = Y = \{0, 1, 2, \dots\}$, μ — считающая мера на X и Y ,

$$p_0(x) = \theta^x (x!)^{-1} e^{-\theta} \quad (\theta > 0), \quad (19)$$

$$q_0(y) = \omega^y (y!)^{-1} e^{-\omega} \quad (\omega > 0).$$

Рассмотрим следующую пару гипотез: $H_0: \theta - \omega \leq l_0$, $H_1: \theta - \omega > l_0$.
 Функцию потерь определим следующим образом

$$L(a_j; \theta, \omega) = \max(0, \theta - \omega - l_0), \quad j=0, \\ = -\min(0, \theta - \omega - l_0), \quad j=1.$$

Очевидно, в этом случае имеем $L(a_0; \theta, \omega) - L(a_1; \theta, \omega) = \theta - \omega - l_0$, т. е. условия (14) и (15) выполняются. Предположим, что A_1 и A_2 содержат лишь распределения с конечным математическим ожиданием. Положив $\delta_1(x) = (x!)^{-1}$, $\delta_2(y) = (y!)^{-1}$ и предположив, что $f_{1,n}(x)f_{2,n}(y) \neq 0^*$, получим

$$U_{k,n}(x) = (x+k)! f_{1,n}(x+k) / x! f_{1,n}(x) \quad (k=0, 1),$$

$$V_{m,n}(y) = (y+m)! f_{2,n}(y+m) / y! f_{2,n}(y) \quad (m=0, 1).$$

Критерий $\Delta_n(x, y)$ в этом случае принимает вид

$$\Delta_n(x, y) = U_{1,n}(x) - V_{1,n}(y) - l_0 = \\ = (x+1)f_{1,n}(x+1)/f_{1,n}(x) - (y+1)f_{2,n}(y+1)/f_{2,n}(y) - l_0. \quad (20)$$

Согласно теореме, решающая функция (13), определенная с помощью (20), асимптотически оптимальна относительно всех априорных распределений с конечным математическим ожиданием.

Аналогичную решающую функцию можно построить и в случае двухсторонних гипотез типа $H_0: |\theta - \omega| \leq l_0$, $H_1: |\theta - \omega| > l_0$, если функция потерь определена, например, следующим образом

$$L(a_j; \theta, \omega) = \max[0, (\theta - \omega)^2 - l_0^2], \quad j=0, \\ = -\min[0, (\theta - \omega)^2 - l_0^2], \quad j=1.$$

4°. В заключение отметим, что семейства распределений P и Q , определенные согласно (15) включают, кроме пуассоновского, еще ряд хорошо известных распределений из экспоненциального семейства, например, биномиальное, геометрическое, нормальное, гамма и другие распределения. Некоторые из этих распределений сводятся к виду (15) с помощью замены неизвестного параметра некоторой функцией от него. Так, для биномиального распределения это преобразование имеет вид $\theta = p/(1-p)$ ($0 < p < 1$). В таких случаях, разумеется, гипотезы и соответствующие им функции потерь формулируются в терминах преобразованных параметров. Если функция потерь не является полиномиальной относительно параметров θ и ω , то следует ограничиваться ее аппроксимацией полиномами вида (14).

Вычислительный центр
 Министерства легкой промышленности Армянской ССР

* Вероятность этого события стремится к 1 при $n \rightarrow \infty$

Ներկու համախմբությունների էմպիրիկ բաշխայան
համեմատումը

Դիտարկվում է էքսպոնենցիալ ընտանիքին պատկանող հավանականությունների բաշխման ներկու ֆունկցիաների պարամետրերի համեմատման խնդիրը, երբ վերջիններս միմյանցից անկախ պատահական մեծություններ են՝ բաշխված ըստ անհայտ օրենքի: Առաջարկվում է այդ խնդրի ասիմպտոտիկորեն օպտիմալ լուծում բազմանդամի տեսք ունեցող կորուստների ֆունկցիայի և մի քանի վերջավոր բացարձակ մոմենտներ ունեցող ապրիոր բաշխման ֆունկցիայի համար:

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

¹ *H. Robbins*, Proc. Third Berkeley Symp. on Math. Stat. and Prob., Univ. of Calif. Press, v 1, 1956 (Русск. пер. в сб. „Математика“, 8:2, 1964). ² *H. Robbins*, Ann. Math. Statist., v 35, 1964 (Русск. пер. в сб. „Математика“, 10:5, 1966). ³ *E. Samuel*, Ann. Math. Statist., v 34, 1963.

УДК 621.378.325

ФИЗИКА

Р. Н. Гюзальян, Р. Б. Костанян, П. С. Погосян

Влияние резонансного поглощения на фазу лазерного излучения

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 1/III 1973)

В работе приводятся результаты исследований изменения фазы сильной электромагнитной волны при взаимодействии с резонансной средой двухуровневых атомов. Рассматривается случай, когда длительность падающего излучения ΔT значительно больше времени поперечной релаксации T_n , и намного меньше времени жизни активных атомов τ , т. е. $T_n \ll \Delta T \ll \tau$. При этом фаза излучения φ определяется из следующего уравнения (см. например (1)).

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{1}{v} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = -\frac{\delta}{2} \sigma \Delta(x, t), \quad (1)$$

где v — скорость излучения в среде, $\delta = \frac{2\varepsilon}{\Gamma}$ — величина, показывающая во сколько раз расстройка между частотой падающего излучения и резонансной частотой активных атомов ε больше полуширины атомной линии $\frac{\Gamma}{2}$, σ — эффективное поперечное сечение вынужденных переходов между рабочими уровнями, Δ — плотность инверсной населенности, определяемая из хорошо известных уравнений баланса (2,3).

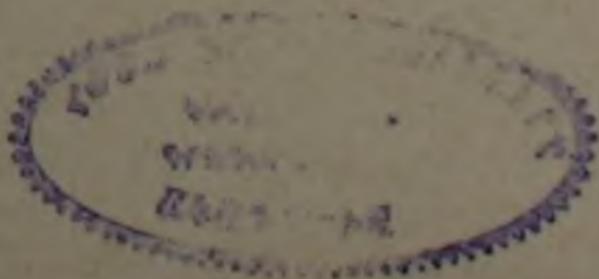
Если значение Δ , найденное из уравнений баланса, подставить в (1), то его можно свести к квадратурам. Однако такое решение неудобное, поскольку для каждого конкретного случая необходимо произвести численное интегрирование. Рассмотрим некоторые частные случаи, при которых для φ получаются более простые аналитические выражения.

а) При отсутствии нерезонансных потерь в среде ($\beta = 0$) имеем:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{\delta}{2} \ln \left| 1 + (e^{-\sigma \Delta_0 x} - 1) \cdot e^{-2\gamma \int_0^x \frac{I_{\text{пх}}}{v} dt} \right|, \quad (2)$$

где φ_0 — значение фазы при $x = 0$, $I_{\text{пх}}$ — интенсивность излучения

* Это условие экспериментально можно осуществить для твердотельных сред. Так, например, в рубине $T_n \sim 10^{-12}$ сек, $\tau \sim 3 \cdot 10^{-3}$ сек.



(число фотонов, проходящих, через единицу поверхности в единицу времени) на входе образца, Δ_0 — начальная перенаселенность.

б) При $2\sigma \int_{-x}^{+x} I dt \ll 1$ (линейный режим), для φ получаем известное выражение:

$$\varphi = \varphi_0 - \frac{\delta}{2} \sigma \Delta_0 x. \quad (3)$$

Таким образом, максимальное изменение фазы за счёт интенсивности падающего излучения достигает величины $\left| \frac{1}{2} \sigma \Delta_0 x \right|$. Для рубиновых кристаллов, если полагать $\sigma \Delta_0 = 0,4 \text{ см}^{-1}$ и $x = 8 \text{ см}$ получим значение $|\Delta\varphi_{\text{max}}| = 1,6$ рад.

в) В случае $2\sigma \int_{-x}^{+x} I dt \leq 1$ (вблизи режима насыщения), φ определяется из следующего выражения:

$$\varphi = \varphi_0 - \frac{\delta}{2} \sigma \Delta_0 x + \delta \ln \left(1 - b \frac{E_{\text{вх}}}{E_S} \right). \quad (4)$$

В (4) введены следующие обозначения:

$$b = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{q_2}{q_1} \right) \frac{\sigma \Delta_0}{2(\sigma \Delta_0 - \beta)} \left[1 - e^{(\sigma \Delta_0 - \beta)x} \right], \quad E_{\text{вх}} = h\omega s I_{\text{вх}}, \quad E_S = \frac{h\omega s}{2\sigma},$$

q_1 и q_2 кратности вырождения энергетических уровней, $h\omega$ — энергия кванта, s — поперечное сечение пучка.

Найдём вклад изменения фазы излучения в коэффициент преломления среды. Записывая полную фазу в виде: $\Phi = \omega t - kx + \varphi(x, t)$ и учитывая, что $v_\Phi = \frac{c}{n} = \frac{dx}{dt}$ получим:

$$v_\Phi = \frac{\omega + \frac{d\varphi}{dt}}{k - \frac{d\varphi}{dx}}. \quad (5)$$

Принимая во внимание, что $k = \frac{\omega n_0}{c} = \frac{\omega}{v_0}$ (v_0 — скорость света в среде без активных атомов), и кроме того имеют место неравенства $\frac{d\varphi}{dt} \ll \omega$, $\frac{d\varphi}{dx} \ll k$ из (5) имеем:

$$n - n_0 = \frac{c}{2\omega} \delta \sigma \Delta. \quad (6)$$

Оценки показывают, что максимальное изменение коэффициента преломления для рубиновых образцов порядка 10^{-6} .

Зависимость коэффициента преломления от интенсивности может также сильно влиять на пространственное распределение излучения (самофокусировка, расфокусировка) (¹⁻⁶).

2. Эксперименты проводились на установке, блок-схема которой показана на рис. 1. В качестве источника излучения использован рубиновый генератор, работающий в режиме свободной генерации, с селек-

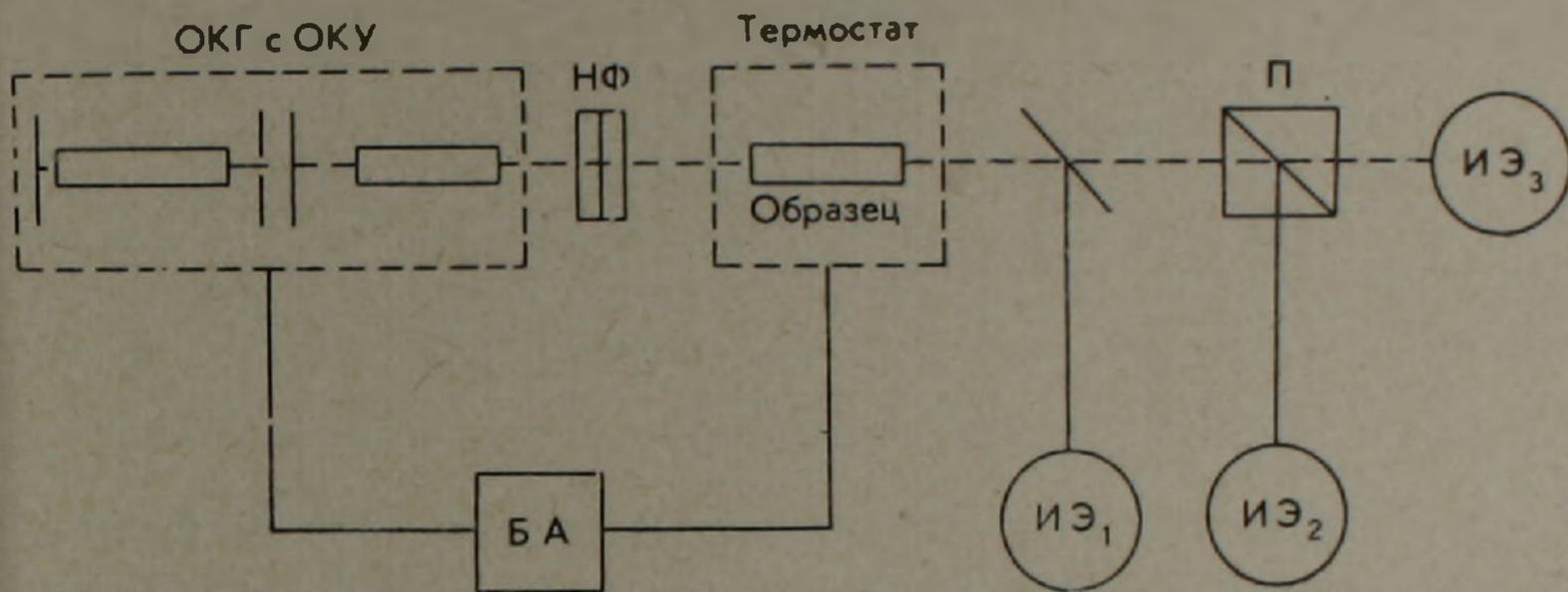


Рис. 1

цией поперечных типов колебаний (мод). Общая длительность импульсов составляла 10^{-4} сек, что более чем на порядок короче времени жизни активных атомов. С целью повышения плотности энергии, излучение от генератора дополнительно усиливалось с помощью оптического квантового усилителя (ОКУ). В качестве исследуемого образца использовался рубиновый кристалл длиной 80 мм. Расстройка между частотой падающего излучения и резонансной частотой активных атомов изменялась при помощи термостата. Температуру в термостате можно было менять от комнатной до -30°C , что достаточно для

создания расстройки $\epsilon = \frac{\Gamma}{2}$. Был

предусмотрен также блок автоматики (БА), работающий синхронно с генератором и позволяющий поддерживать постоянную температуру образца с точностью до $0,01^{\circ}\text{C}$.

Энергия падающих импульсов менялась с помощью нейтральных фильтров (НФ), и измерялась калориметром ($UЭ_1$). Калориметрами ($UЭ_2$) и ($UЭ_3$) измерялись энергии на выходе образца. Поляририд П представлял из себя стопу стекол, расположенных под углом Брюстера.

Сущность методики, применяемой нами для измерения малых

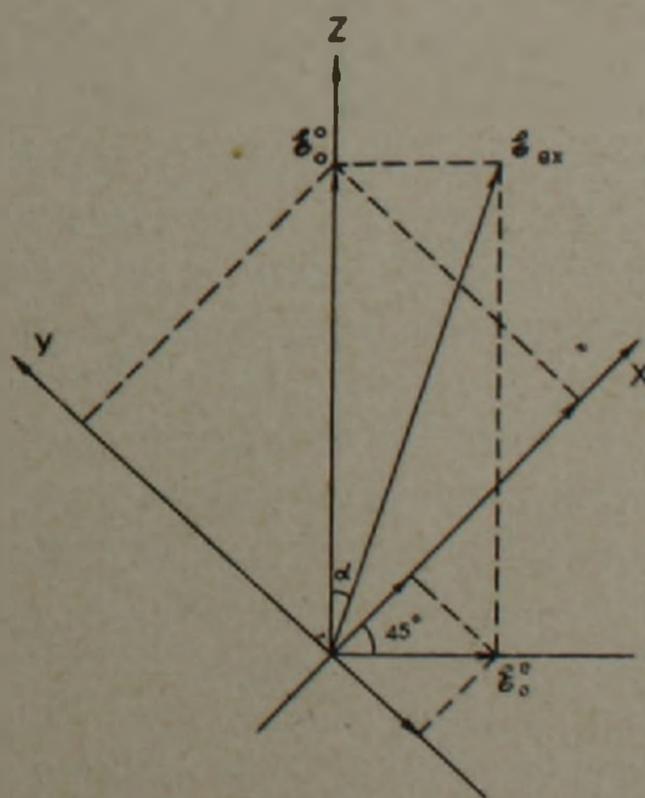


Рис. 2

изменений фазы излучения, заключается в следующем. На образец падает плоско поляризованное излучение, электрическое поле ε которого составляет угол α с оптической осью z (рис. 2).

При малых энергиях входных импульсов, т. е., когда под действием излучения заселенности уровней активных атомов заметно не меняются, изменением угла α делаются равными интенсивности обыкновенной и необыкновенной волн на выходе. После этого оси эллипса поляризации выходного излучения составляют угол 45° с оптической осью образца z и эллиптичность зависит только от разности между фазами обыкновенной и необыкновенной волн. Этой разностью можно варьировать изменением температуры образца. С изменением температуры образца показатели преломления для обыкновенной и необыкновенной волн меняются по разному (⁷⁻⁹), так, что величину $\frac{2\pi}{\lambda} (n_o - n_e)l$ можно менять, устанавливая определенную температуру.

Следует отметить, что изменение температуры не более чем на $1,5^\circ\text{C}$ было достаточно для получения максимальной эллиптичности. Таким образом, можно было температурой компенсировать разность между фазами обыкновенной и необыкновенной волн, при этом заметно не меняя расстройку между частотой излучения генератора и резонансной частотой активных атомов образца, поскольку расстрой-

ка $\varepsilon = \frac{\Gamma}{2}$ соответствует температуре $\sim 40^\circ\text{C}$ (см. также (^{10, 11})). Если

$\frac{2\pi}{\lambda} (n_o - n_e)l$ делать равным $2\pi n$, на выходе образца получим линейно поляризованное излучение.

Ожидалось, что изменением температуры можно менять поляризацию выходного излучения, от линейной до круговой. Однако, как показывали наши исследования, в которых в качестве источника излучения использовался также He—Ne газовый лазер, поляризация выходного излучения в основном оставалась эллиптической, причем эллиптичность зависела от качества кристаллов. Поляризацию, близкую к линейной, удалось получить в тех кристаллах, с помощью которых получалась одночастотная генерация, методом, описанным в работе [¹²]. Дальнейшие измерения проводились на кристалле, с которым можно было получить эллиптичность поляризации 1 : 30, что в пределах точности наших измерений можно считать линейной. Далее, увеличение интенсивности входных импульсов, приводит к появлению дополнительной разности между фазами обыкновенной и необыкновенной волн за счет нелинейного взаимодействия с резонансной средой, и поляризация выходного излучения меняется. При этом известно, что с рубиновым кристаллом резонансно взаимодействует только обыкновенная волна (¹³). Возникающее изменение фазы можно найти следующим образом. Если изменением угла α приравнять интенсивности обыкновенной и необыкновенной волн $I^o = I^e$ (как это делалось в линейном случае), то получим:

$$\cos\psi = \frac{I_x - I_y}{I_x + I_y}, \quad (7)$$

где ψ — разность между фазами обыкновенной и необыкновенной волн, I_x, I_y — интенсивности соответствующих осей эллипса поляризации. Таким образом, измерением величин I_x и I_y можно определить изменение фазы излучения при нелинейном взаимодействии с резонансной средой.

Если на образец падает импульс излучения, то равенство $I^0 = I^e$ (I^0, I^e — интенсивности обыкновенной и необыкновенной волн соответственно) можно обеспечить только в определённый момент времени, поскольку форма обыкновенной волны меняется при прохождении через резонансную среду.

В экспериментах измерялись величины $E_x = h\omega s \int_{-x}^x I_x dt$, $E_y = h\omega s \int_{-x}^x I_y dt$ (энергия импульсов), предварительно приравнивая энергии обыкновенной и необыкновенной волн ($E^0 = E^e$). В этом случае эллиптичность будет меняться в течение импульса, и имеет смысл говорить о некотором среднем значении ψ . Если полагать, что при $E^0 = E^e$

$$I^0 \approx I^e, \quad (8)$$

то для $\cos\psi$ получим:

$$\overline{\cos\psi} = \frac{E_x - E_y}{E_x + E_y}, \quad (9)$$

где $\overline{\cos\psi} = \frac{1}{E^{0*}} \int_0^{E^{0*}} \cos\psi dE^0$, т. е. измерением величин E_x и E_y , можно

получить среднее по энергии обыкновенной волны значение $\cos\psi$.

* — означает значение данной величины $t \rightarrow \infty$.

Можно показать, что в случае $E \ll E_s$, приближение (8) вносит небольшую ошибку в определение $\cos\psi$.

Проводились две серии измерений. В одной серии измерений изменением температуры (при малых энергиях выходных импульсов) $\frac{E_x}{E_y}$ приравнивалось единице, что соответствует начальной круговой поляризации и в другой серии $\frac{E_x}{E_y}$ делалось максимальным, что соответствует начальной линейной поляризации. После этого измерялись E_x и E_y при разных энергиях входного импульса и при разных расстройках между частотой излучения и резонансной частотой активных атомов, предварительно приравняв E^0 к E^e , для каждого значения энергии входных импульсов.

На рис. 3 изображен график зависимости $\overline{\cos\psi}$ от энергии входных импульсов $\left(b \frac{E_{in}}{E_s}\right)$. Кривые — расчетные, а точки соответствуют

экспериментально полученным значениям. В верхней части графика приведены результаты, полученные при $\delta=1$ и начальной линейной поляризации, в нижней части при начальной круговой поляризации

$$\text{и } \delta = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}.$$

Хотя зависимость изменения фазы излучения от расстройки уже указывает резонансный характер процесса, нами был проведен также контрольный эксперимент, сущность которого заключается в следующем. Изменением температуры достигалась такая разность фаз между обыкновенными и необыкновенными волнами, чтобы нагревание

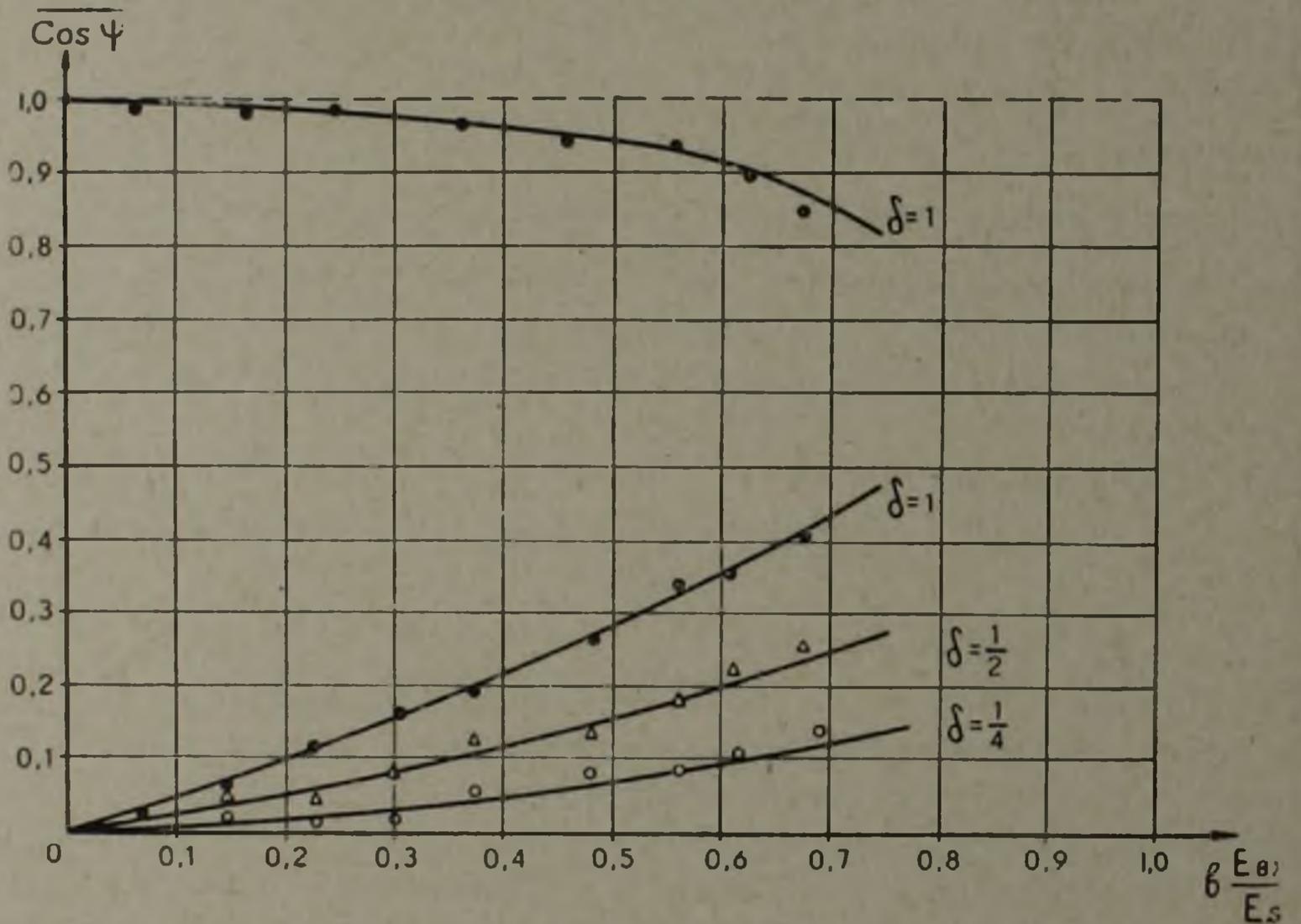


Рис. 3.

приводило к увеличению отношения $\frac{E_y}{E_x}$, в то время как резонансное взаимодействие приводило к уменьшению этого отношения.

Авторы признательны чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляну за постоянное внимание и ценные обсуждения.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ռեզոնանսային կլանման ազդեցությունը լազերային
ճառագայթման ֆազի վրա

Հողվածում բերված է լազերային ճառագայթման ֆազի վրա ռեզոնանսային կլանման ազդեցության վերաբերյալ տեսական և փորձնական ուսումնասիրության արդյունքները:

Բերված է ճառագայթման ֆազի և միջավայրի բեկման ցուցիչի մաքսիմալ փոփոխման զնահատումը:

Մշակված է փոքր ֆազային փոփոխությունների շափման մեթոդ:

Բերված է ճառագայթման ֆազի կախումը մուտքային իմպուլսի էներգիայից՝ ընկնող ճառագայթման հաճախության և ակտիվատորների ռեզոնանսային հաճախության միջև եղած տարբեր ապալարքների դեպքում:

Փորձնականորեն ստացված արդյունքները համեմատված են տեսական հաշվարկների հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. Л. Микаэлян, М. Л. Тер-Микаэлян, Ю. Г. Турков. Оптические генераторы на твердом теле, „Сов. радио“, М., 1967. ² L. Frantz, Y. Nodvik, Appl. phys. 34, 2346 (1967). ³ В. И. Таланов, Изв. Вуз, Радиофизика, т. VII, №3(1964). ⁴ A. Gavan and P. L. Kelley, IEEE J. Quantum Electron 2, N9, 470, (1966). ⁵ D. Grishkovski, Phys. Rev. Letters vol. 24, N16, 866(1970). ⁶ О. М. Иванова, Р. В. Хохлов, С. П. Чернов, „Тезисы докладов VI Всесоюзной конференции по нелинейной оптике“, Минск, 1972. ⁷ Н. А. Шальникова, И. А. Яковлев, Кристаллография. 1, 531 (1956). ⁸ Jeppesen JOSA 48, 629 (1958) ⁹ T. V. Houston, L. F. Johnson, Josa, 53, 1286(1963). ¹⁰ I. D. Abella, H. Z. Gummins, J. of applied physics vol. 32, N 6, 1177(1961). ¹¹ Games P. Wittke. J. of applied physics vol. 33, N7, 2333(1962). ¹² А. Л. Микаэлян, В. Г. Савельев, Ю. Г. Турков, Письма ЖЭТФ, 6, 6 (1967). ¹³ М. К. Бельский, Д. А. Мухамедова, ДАН СССР, 158, 2 (1964).

УДК 621.382.27

ФИЗИКА

Член-корреспондент АН Армянской ССР Г. М. Авакьянц,
З. Н. Адамян, В. М. Арутюнян, Р. С. Барсегян, С. В. Оганесян

Некоторые исследования кремниевых диодов с примесью цинка как элементов оптронной пары

(Представлено 7/III 1973)

Целью настоящей работы является исследование чувствительности к свету временных характеристик, указанных в заголовке диодных структур, для выявления возможности использования их в качестве фотоприемников в оптронных парах, большое разнообразие применений которых в современной электронике показано в (1).

Для изготовления диодных структур использовался кремний *n*-типа с удельным сопротивлением 4 и 40 ом см. Технология изготовления компенсированного цинком кремния и диодных структур на его основе изложена в (2).

При создании оптронной пары, прежде всего необходимо иметь достаточно хорошую совместимость спектральных характеристик источника и приемника света. Такая совместимость была достигнута между светодиодами из арсенида галлия с примесью кремния и *S*-диодами из кремния, компенсированного цинком.

В оптронной паре со светодиодом использовались сошлифованные диоды—освещалась непосредственно база диода. Расстояние между светодиодом и *S*-диодом было 1 мм. На рис. 1 изображено семейство статических вольтамперных (ВАХ) характеристик, измеренных при разных мощностях излучения светодиода. У всех диодов с увеличением интенсивности света наблюдалось постоянство остаточного напряжения (около 1—1,5 в) и уменьшение напряжений срыва. Остаточные токи либо не менялись, либо незначительно росли. Закон изменения тока от напряжения до срыва (в темноте) может быть сублинейным, переходящим в суперлинейный. Со светом участок сублинейности на ВАХ становится еще более ярковыраженным.

Проводились измерения ВАХ диодов в паре со светодиодами в широком интервале температур—196°: +80°С. Диоды сохраняют свою фоточувствительность во всем диапазоне температур. С уменьшением температуры и при освещении наблюдается довольно резкий рост токов

и уменьшение напряжений срыва. Без освещения же с уменьшением температуры токи срыва незначительно падают, а напряжения растут (²). Увеличение напряжений срыва в темноте происходит гораздо быстрее, чем при свете. Соответственно росту токов срыва с уменьшением температуры и под действием света увеличиваются и остаточные

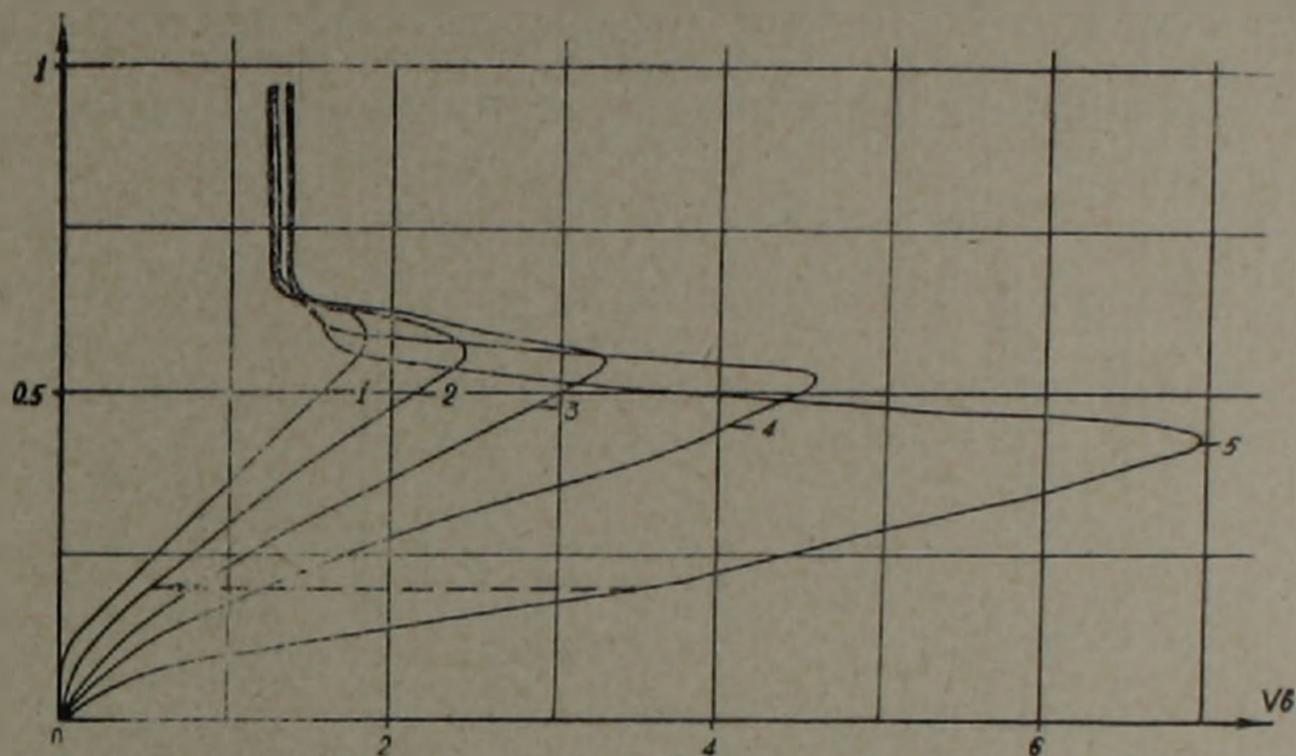


Рис. 1. Семейство ВАХ диода, снятое при различных интенсивностях излучения светодиода (1—5 соответственно токи, проходящие через светодиод в *ма*: 7, 5, 3, 1, 0)

токи, но остаточные напряжения остаются постоянными вплоть до азотных температур. Начиная с температур $0^{\circ} \pm -20^{\circ}\text{C}$ появляется ярко выраженный гистерезис на прямой ветви ВАХ (остаточный ток при обратном ходе меньше, чем ток срыва при прямом). Остаточный ток при прямом ходе около 30 *ма*, а при обратном 3 *ма*. Наличие гистерезиса и участка вертикали на ВАХ диодов свидетельствует о возникновении (в данном случае под действием света и температуры) шнурования тока (³⁻⁵).

С понижением температуры участок сублинейности на ВАХ становится более протяженным и пологим. Начиная с -150°C до температуры жидкого азота, под действием монохроматического излучения светодиодов (интервал токов, проходящих через светодиод $0,25 \pm 0,32$ *ма*) на прямой ветви ВАХ до срыва появляется большой участок насыщения (рис. 2, кривая 4) и N-образной проводимости (кривые 3,2). При пропускании через светодиоды больших токов (рис. 2, кривая 1) участок N-образности исчезает и ВАХ принимает вид, показанный на рис. 1. С приближением к температуре жидкого азота участок N-образного отрицательного сопротивления становится протяженнее, глубже по токам и начинается с подачи меньшего смещения на светодиод. Отрицательная проводимость может простираться по напряжению до 200 ± 250 *в*, а по токам $-4 \pm 4,5$ *ма*.

На участке N-образности наблюдаются низкочастотные периодические колебания с частотой порядка нескольких килогерц. В связи с пологостью ВАХ после N-образного участка не исключено, что в дан-

ном случае имеет место формирование рекомбинационных доменов в базе диода (⁵⁻⁷), движение которых к противоположному от места зарождения электроду, ответственно за эти колебания. Мощность излучения светодиода пропорциональна квадрату тока, проходящего через него (до 10 ма) (⁸), а так как известно, что при токе 10 ма и напряжении 1,2 в мощность $\approx 0,2$ мвт, можно оценить интегральную чувствительность, которая при температуре жидкого азота порядка $10^4 \frac{a}{вт}$. При комнатной температуре интегральная чувствительность

$$\approx 10 \frac{a}{вт}$$

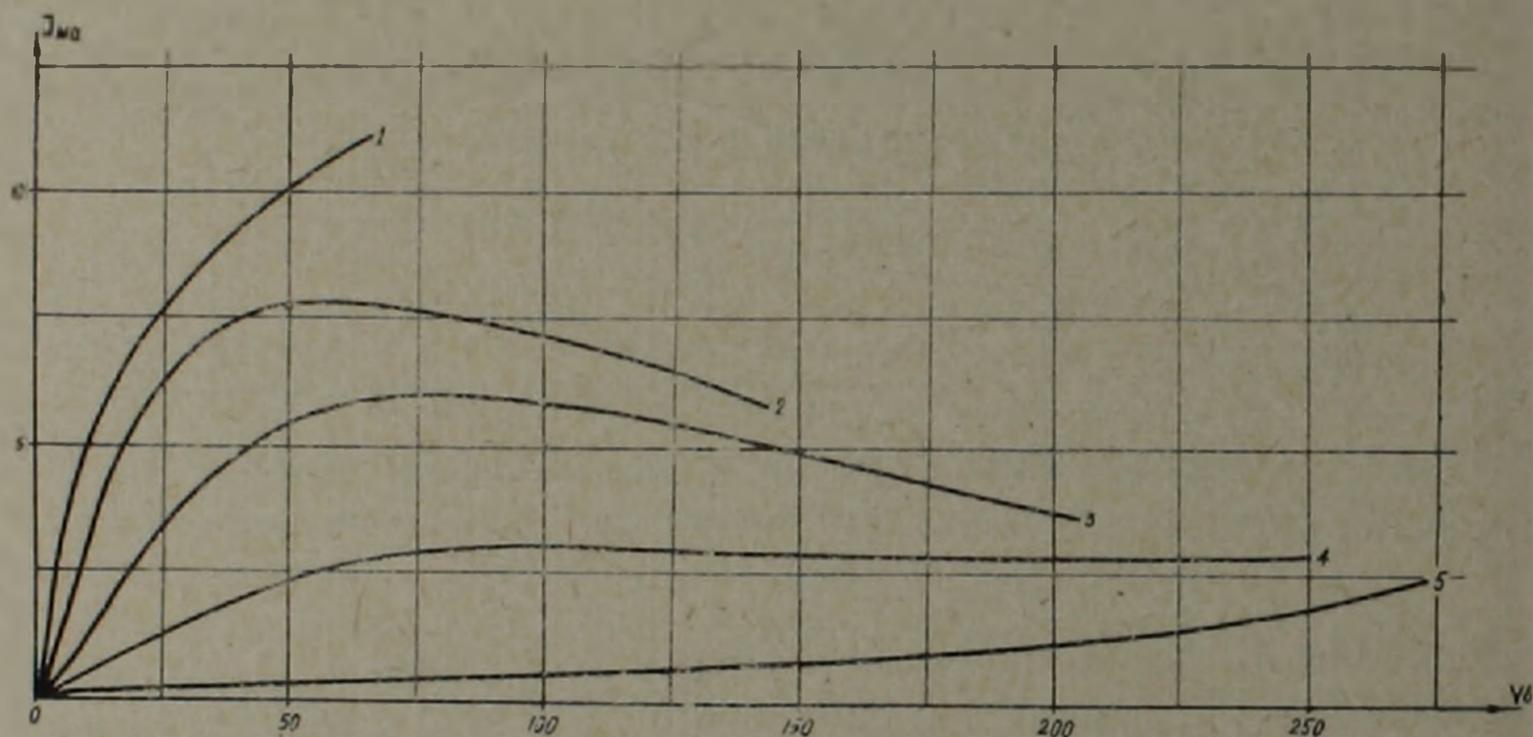


Рис. 2. Семейство ВАХ диода до срыва, снятое при температуре жидкого азота под действием излучения светодиода. 1—5 токи, проходящие через светодиод (ма): 1—0,35; 2—0,32; 3—0,29; 4—0,26; 5—0

Достаточно большое изменение сопротивления под действием света наблюдалось при подаче обратного смещения на диод. С понижением температуры наблюдается картина обратная той, которая имеет место при прямом смещении—обратно смещенный диод становится менее чувствительным к свету.

В режиме генератора тока практически с любой точки темновой ВАХ до срыва можно совершить переключение светом на соответствующий участок световой характеристики (указано на рис. 1 стрелками).

Из этого состояния при подаче дополнительного смещения на диод можно перевести его на вертикальный участок. Таким образом, полный срыв или полное включение диода может происходить в два этапа. Аналогичное явление имеет место и в (⁹). Вместе с тем выбором напряжения питания и величины нагрузочного сопротивления можно добиться переключения светом сразу на участок вертикали. В отличие от многих приборов, у которых возможно переключение из состояния с низкой проводимостью в состояние с высокой проводимостью с помо-

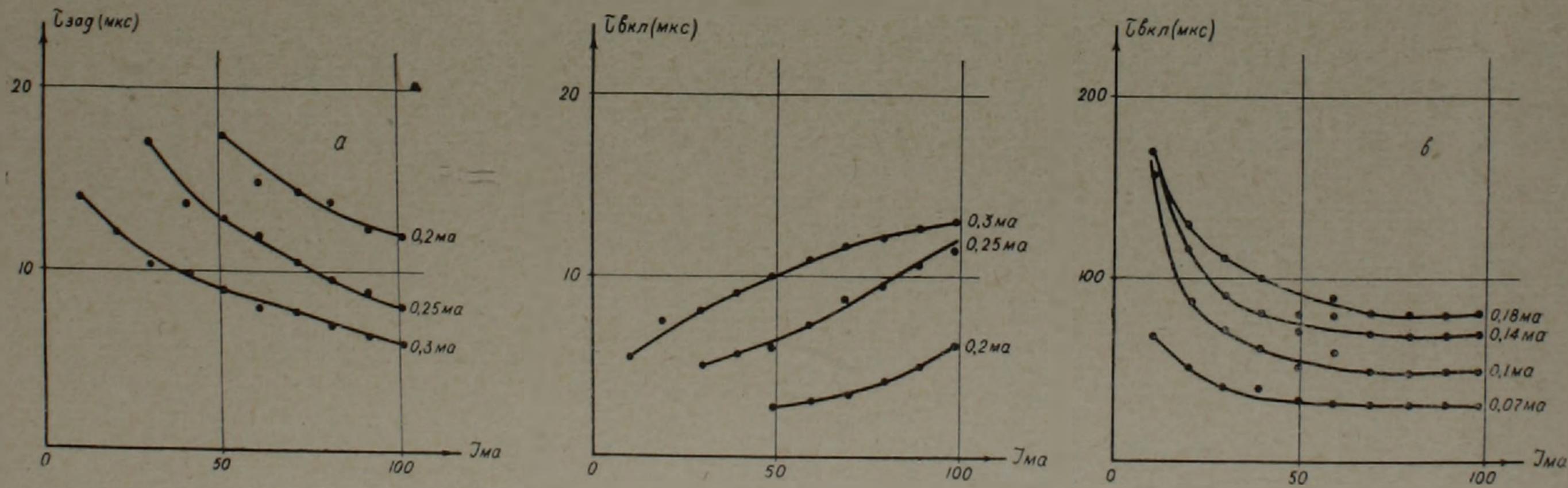


Рис. 3. Зависимость времени задержки (а) и включения (б), (в) от тока через светодиод при различных смещениях на диоде

щью света, а обратное переключение, как правило, осуществляется путем изменения напряжения питания, в полученных нами диодных структурах как включение, так и выключение можно обеспечить одним световым сигналом.

Переходные характеристики изучались при облучении приборов импульсами света. Источником излучения являлся светодиод из арсенида галлия, легированного кремнием. Быстродействие таких светодиодов 10^{-8} – 10^{-9} сек. Эксперименты показали, что увеличение амплитуды питающего светодиод импульса напряжения влияет на временные характеристики также как и увеличение длительности импульса, т. е. в данном случае играет роль количество вносимого в базу заряда.

Для определенности постоянной оставалась длительность световых импульсов, равная 20 мксек.

Между началом светового сигнала и началом включения, как и при воздействии электрических сигналов, существует задержка. Перепад по току при переключении достигает трех-четырех порядков. На рис. 3,а показаны зависимости изменения времени запаздывания включения (время задержки), отсчитываемого с момента подачи светового сигнала, от тока, протекающего через светодиод. Эти кривые сняты при подаче на диод смещения в виде электрических импульсов. Время задержки монотонно уменьшается с увеличением тока смещения и интенсивности света. Время включения (время перехода из высокоомного состояния в низкоомное), наоборот, с ростом тока смещения и мощности излучения растет (рис. 3,б). При большом нагрузочном сопротивлении (150–200 ком) подачей импульсов света осуществляется переброс на ВАХ до срыва, снятой при включенном свете той же интенсивности, что и амплитуда подаваемых световых сигналов (вышеуказанный первый срыв, изображенный на рис. 1). Времена включения в данном случае измерялись при подаче постоянного напряжения на диод и импульсного на светодиод. Эти времена растут с увеличением смещения на диод (рис. 3,в).

Время восстановления измерялось путем сближения импульсов тока к импульсам света до момента, когда наблюдалось переключение. Расстояние между задним фронтом импульса света и передним фронтом импульса тока принималось за время восстановления. Это время почти линейно росло с увеличением интенсивности света и доходило до сотен мксек. Наименьшее время восстановления, которое наблюдалось на полученных нами образцах, было около 50 мксек.

Результаты данной работы доложены на совещании по глубоким уровням в Одессе (ноябрь 1972 года).

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность А. В. Емельянову за любезно предоставленные светодиоды и Л. Б. Арамяну за помощь при изготовлении диодов.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Յինկի խառնուրդով սիլիցիումային երկէլեկտրոդների հետազոտություններ
որպես օպտրոնային զույգի բաղադրիչներ

Հետազոտված է մոնոխրոմատիկ լույսի ազդեցությունն երկէլեկտրոդների վոլտամպերային բնութագծի վրա $77-373^\circ$ ջերմաստիճանային տիրույթում: Հայտնաբերված են երկէլեկտրոդների մեծ զգայնություն դեպի լույսը, որը հեղուկ ազոտի ջերմաստիճանում հասնում է մինչև $10^4 \frac{\omega}{\text{վտ}}$ N-տիպի հաղորդականության տիրույթ: Ցույց է տրված S-երկէլեկտրոդ լուսատու-երկէլեկտրոդ օպտրոնային զույգի ստեղծման հնարավորությունը: Հույսով երկէլեկտրոդների միացնելու ժամանակները միկրովարկյանների կարգի են:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Կ Ր Ա Կ Ա Ն ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

- ¹ С. В. Свечников, Основы оптоэлектроники, Изд. Сов. радио, М., 1971. ² Г. М. Авикумянц, З. Н. Адамян, Р. С. Барсегян, С. В. Оганесян, С. А. Тарумян, ДАН Арм. ССР, т. 52, 2, 76 (1971). ³ А. Ф. Волков, Ш. М. Когин, УФН, т. 96, 4, 633 (1968). ⁴ В. В. Осипов, В. А. Холоднов, ФТП, т. 4, 7, 1216 (1970). ⁵ В. Л. Бонч-Бруевич, И. П. Звягин, А. Г. Миронов, Доменная электрическая неустойчивость в полупроводниках, изд. «Наука», М., 1972. ⁶ Б. В. Корнилов, В сб. Физика электронно-дырочных переходов и полупроводниковых приборов, Изд. «Наука», Л., 319, 1963. ⁷ Труды симпозиума по физике плазмы и электрическим неустойчивостям в твердых телах под ред. Ю. К. Пожела изд. «Минтис», Вильнюс, 1972. ⁸ Ж. И. Алферов, В. И. Корольков, М. И. Степанова, В. Г. Никитин, Д. Н. Третьяков, А. А. Яковенко, ФТП, т. 5, 3, 576 (1971). ⁹ Б. М. Гарин, В. И. Стафеев, ФТП, т. 6, 1, 78, 1972.

УДК—666.972.017 : 539.4

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К. С. Карапетян

О вторичном твердении и изменении анизотропных свойств
бетона при его водонасыщении

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР И. З. Симоновым 6/II 1973)

В опытах А. З. Басевича (1), К. А. Мальцова (2), Н. Л. Мощанского (3) и др. при водонасыщении наблюдалось понижение прочности растворов и бетонов. Снижение прочности при обводнении объясняется раздвигающим действием адсорбционных пленок воды, проникающих в микрощели твердого тела (4,5).

В 1953 г. нами была поставлена серия опытов и при этом было обнаружено существенное повышение прочности и модуля деформации туфобетона при его водонасыщении. Цилиндрические образцы $d = 14$ см, $h = 28$ см (состав бетона 1 : 1, 76 : 2,77, В/Ц=1,63) до погружения в воду в четырехлетнем возрасте хранились в обычных лабораторных условиях при влажности среды 40—60%. После 150-суточного водного хранения прочность водонасыщенных образцов составляла 147 кг/см², а контрольных сухих образцов 97 кг/см².

На рис. 1 показаны для влажных и сухих образцов зависимости $\varepsilon = f(\sigma)$ и $E = f(\sigma)$, на основании которых отношение модуля деформации влажных образцов к модулю деформации сухих образцов при $\sigma = 50$ кг/см² также составляет 1,5.

Таким образом, водонасыщение привело к существенному росту как прочности, так и модуля деформации туфобетона.

Тогда мы высказывали мнение (6), что столь существенное упрочнение бетона не может быть объяснено только восстановлением процесса гидратации ранее неполностью гидратизированных цементных зерен (т. е. вторичным твердением).

Впоследствии В. М. Худавердян, анализируя аналогичные свои опытные данные и данные наших вышеописанных опытов, наблюдаемое упрочнение бетона при водонасыщении целиком относил к эффекту вторичного твердения (6), как им было названо это явление. Однако, как будет показано, упрочнение бетона при водонасыщении имеет другую причину.

Как известно бетон является существенно анизотропным материалом (7,8). Благодаря анизотропии, при хранении бетона в воздушно-сухих условиях прочность бетона по испытаниям призм параллельно слоям бетонирования больше, а деформации меньше, чем по испытаниям призм перпендикулярно слоям бетонирования. Причиной анизотропии бетона являются те водные прослойки, которые образуются под частицами заполнителя в результате внутреннего расслаивания бетона при его укладке и уплотнении. При испарении всех этих прослоек на их местах остаются пустоты (дефекты), которые ослабляют сечение бетонного элемента и снижают его прочность, увеличивают деформации. Отрицательное влияние дефектов на прочность бетона более существенно в том случае, когда призмы испытываются перпендикулярно слоям бетонирования, так как в этом случае ослабление сечения образцов дефектами получается наибольшее (7-11).

Все сказанное относилось к случаю, когда бетон хранится в воздушно-сухих условиях и, благодаря этому, вода из указанных прослоек испаряется.

При высокой же влажности среды и особенно при изолированных

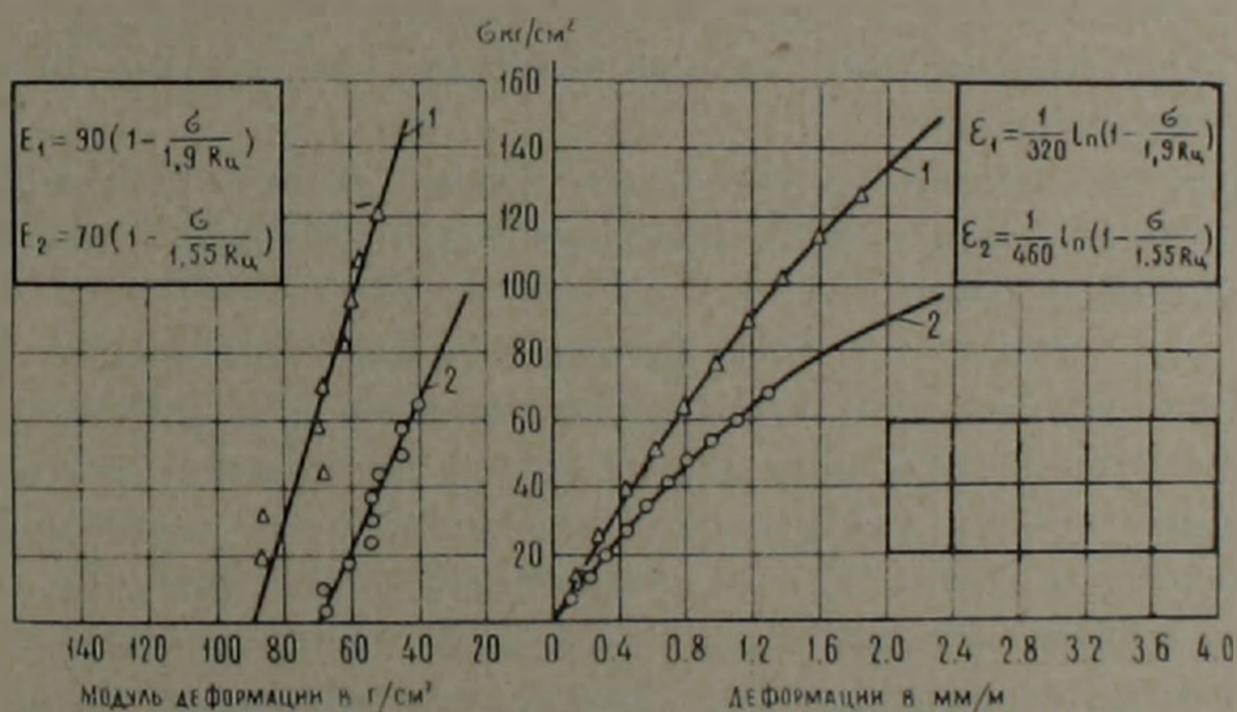


Рис. 1. Влияние водонасыщения на деформации бетона. 1—образцы насыщенные водой; 2—образцы сухие

образцах, когда испарение не имеет места и водные прослойки сохраняются, последние играют положительную роль. Водные прослойки принимают участие в восприятии внешней нагрузки, способствуя работе всего сечения бетонного элемента (10).

Для удобства дальнейшего изложения говоря—водные прослойки, мы будем иметь в виду те водные прослойки, которые образуются под частицами заполнителя в результате внутреннего расслаивания при укладке и уплотнении бетона, а пустоты или дефекты—места этих водных прослоек после испарения воды.

В дальнейшем возникла идея постановки обратных опытов. При этом мы считали, что если испарение приводит к снижению прочности и модуля деформаций, то водонасыщение сухого бетона логически должно привести к заполнению пустот водой и, благодаря восстановле-

нию водных прослоек, к росту прочности и модуля деформаций, а вместе с этим и к уменьшению степени анизотропии бетона. При повторном высыхании должно наблюдаться обратное явление.

В последующих опытах испытывались призмы сечением 10×10 см, высотой 40 см, изготовленные в вертикальных и горизонтальных формах из шлакобетона состава 1:2,37:2,84 (по весу), В/Ц=1,2. Образцы до 2-х годовичного возраста хранились в воздушных условиях, после чего были погружены в воду, где большая их часть оставалась 50 суток, а остальные 230 суток. После водного хранения образцы вместе с сухими образцами (эталон) были испытаны до разрушения. Из числа образцов, которые оставались в воде 50 суток часть была испытана после 10 и 27 суток высыхания в воздушных условиях. Результаты испытания приведены в табл. 1. Как видим, водонасыщение привело к заметному росту прочности бетона. При этом чем дольше оставались образцы в воде, тем больше прочность и упрочнение призм, испытанных перпендикулярно слоям бетонирования, намного больше, чем призм, испытанных параллельно слоям бетонирования. Водонасыщение привело также к уменьшению степени анизотропии бетона. Если отношение $R_{\perp}^*/R_{\parallel}$ для сухих образцов составляет 1,49, то после 50 суток водного хранения оно снизилось до значения 1,24 и далее практически осталось без изменения.

Упрочнение бетона является следствием вторичного твердения, а также восстановления водных прослоек под частицами заполнителя и их положительной роли.

Как уже говорилось, при высыхании водонасыщенных образцов исчезновение водных прослоек должно привести к отрицательному явлению, т. е. к снижению прочности и модуля деформации бетона. Однако, в данных опытах (табл. 1) прочности образцов, которые после 50 суток водного хранения 10 суток высыхали, не уменьшились. Правда, прочность призм, которые были испытаны перпендикулярно слоям бетонирования, возросла на 7%. Дальнейшее высыхание образцов (до 27 сут.) привело к некоторому повышению прочности.

Увеличение, а не снижение прочности бетона при высыхании объясняется тем, что отрицательное влияние пустот (дефектов) было компенсировано продолжавшимся процессом вторичного твердения и исчезновением адсорбционных воздействий. Конечно, при высыхании водонасыщенного бетона процесс вторичного твердения замедляется и рост прочности стабилизируется. Повторное обводнение вновь может возобновить процесс твердения бетона.

Адсорбционное понижение прочности в данных опытах не наблюдалось, так как 50 суток водного хранения было достаточно, чтобы упрочнение бетона за счет эффектов вторичного твердения и восстановления водных прослоек с избытком компенсировало бы адсорбционное понижение прочности. Чтобы обнаружить адсорбционное понижение прочности, необходимо было испытать образцы после более короткого времени хранения бетона в воде. Результаты таких опытов будут приведены несколько позже.

Поскольку в наших опытах при высыхании образцов упрочнение бетона за счет вторичного твердения и обратимости адсорбционного понижения прочности с незначительным избытком компенсировало отрицательное влияние пустот (дефектов), то это дает основание для

Таблица 1

Влияние водонасыщения на призмную прочность шлакобетона

Условия хранения	Призмная прочность бетона в кг/см^2 , когда направление сжимающей силы при испытании по отношению к слоям бетона		$\frac{R'_{\text{пр}}}{R_{\text{пр}}}$	Отношение прочности водонасыщенных образцов к прочности сухих образцов при испытании	
	перпендикулярно $R_{\text{пр}}$	параллельно $R'_{\text{пр}}$		перпендикулярно слоям	параллельно слоям
Образцы сухие	80	119	1,49	1,00	1,00
50 суток в воде	123	152	1,24	1,54	1,28
230 суток в воде	175	215	1,23	2,19	1,81
50 суток в воде, далее 10 суток высыхание	132	153	1,16	1,65	1,29
50 суток в воде, далее 27 суток высыхание	137	177	1,29	1,71	1,49

вывода, что отрицательное влияние дефектов на прочность существенно. При водонасыщении же, когда пустоты заполняются водой и восстанавливаются водные прослойки, их положительная роль также становится существенной в упрочнении бетона.

Рассмотрим результаты исследования влияния водонасыщения и высыхания на деформации шлакобетона (рис. 2 и 3). Как видно из рис. 2, водонасыщение привело к заметному уменьшению деформаций бетона и чем больше продолжительность водного хранения, тем меньше деформации. С увеличением продолжительности водного хранения кривые деформаций образцов, испытанных перпендикулярно и параллельно слоям бетонирования, все больше сближаются. Уменьшение степени анизотропии связано с тем, что при водонасыщении деформации призм испытанных перпендикулярно слоям бетонирования, уменьшаются более чувствительнее, нежели деформации призм, испытанных параллельно слоям бетонирования. При высыхании бетона имеет место обратное явление. Более ясное качественное и количественное представление о влиянии водонасыщения и высыхания на деформации бетона можно получить из данных табл. 2, где приведены модули деформации бетона по касательной при различных напряжениях. Как видим, качественное влияние водонасыщения на модули деформации такое же, как и на прочность бетона, что касается количественного влияния, то при водонасыщении модуль деформации возрастает более чувствительнее, чем прочность бетона.

Сравнение данных табл. 1 и 2 показывает, что в качественном

Таблица 2

Влияние водонасыщения и высыхания на модуль деформации шлакобетона

Условия хранения образцов	Направление сжимающей силы по отношению к слоям бетона при испытании	Модуль деформации бетона по касательной в m/cm^2 при напряжении ($кг/cm^2$)					Отношение модуля деформации водонасыщенных образцов к модулю деформации сухих образцов при напряжении ($кг/cm^2$)				Отношение модуля деформации образцов, испытанных параллельно слоям, к модулю деформации образцов, испытанных перпендикулярно слоям при напряжении ($кг/cm^2$)				
		0	30	60	90	120	0	30	60	90	0	30	60	90	120
Образцы сухие	перпендикулярно	129	69	27	—	—	1,00	1,00	1,00	—	1,26	1,68	2,85	—	—
	параллельно	163	116	77	46	—	1,00	1,00	1,00	1,00					
Образцы 50 суток хранились в воде	перпендикулярно	219	147	88	45	16	1,70	2,13	3,26	—					
	параллельно	230	173	125	85	51	1,41	1,49	1,62	1,85	1,05	1,18	1,42	1,88	3,19
Образцы 230 суток хранились в воде	перпендикулярно	236	187	144	106	74	1,83	2,71	5,33	—					
	параллельно	248	211	179	147	119	1,52	1,82	2,32	3,20	1,05	1,13	1,24	1,38	1,61
50 суток в воде, далее 10 суток высыхание	перпендикулярно	152	116	85	58	36	1,18	1,68	3,15	—					
	параллельно	196	157	122	91	65	1,20	1,35	1,58	1,98	1,29	1,35	1,43	1,57	1,80
50 суток в воде, далее 27 суток высыхание	перпендикулярно	159	120	85	57	33	1,23	1,73	3,15	—					
	параллельно	161	135	112	91	72	0,99	1,16	1,46	1,98	1,01	1,12	1,32	1,60	2,18

отношении есть различие во влиянии высыхания на прочность и модуль деформации бетона. Если высыхание приводит к некоторому повышению прочности бетона, то модуль деформации чувствительно падает. Конечно, за короткое время высыхания (27 суток) процесс твердения не мог приостановиться и привести к спаду модуля деформации. Одновременно модуль деформации бетона должен был возрасти за счет исчезновения адсорбционных воздействий. Все это указывает на то, что спад модуля деформации в основном является следствием пустот (дефектов), которые остаются в местах водных прослоек после испарения воды.

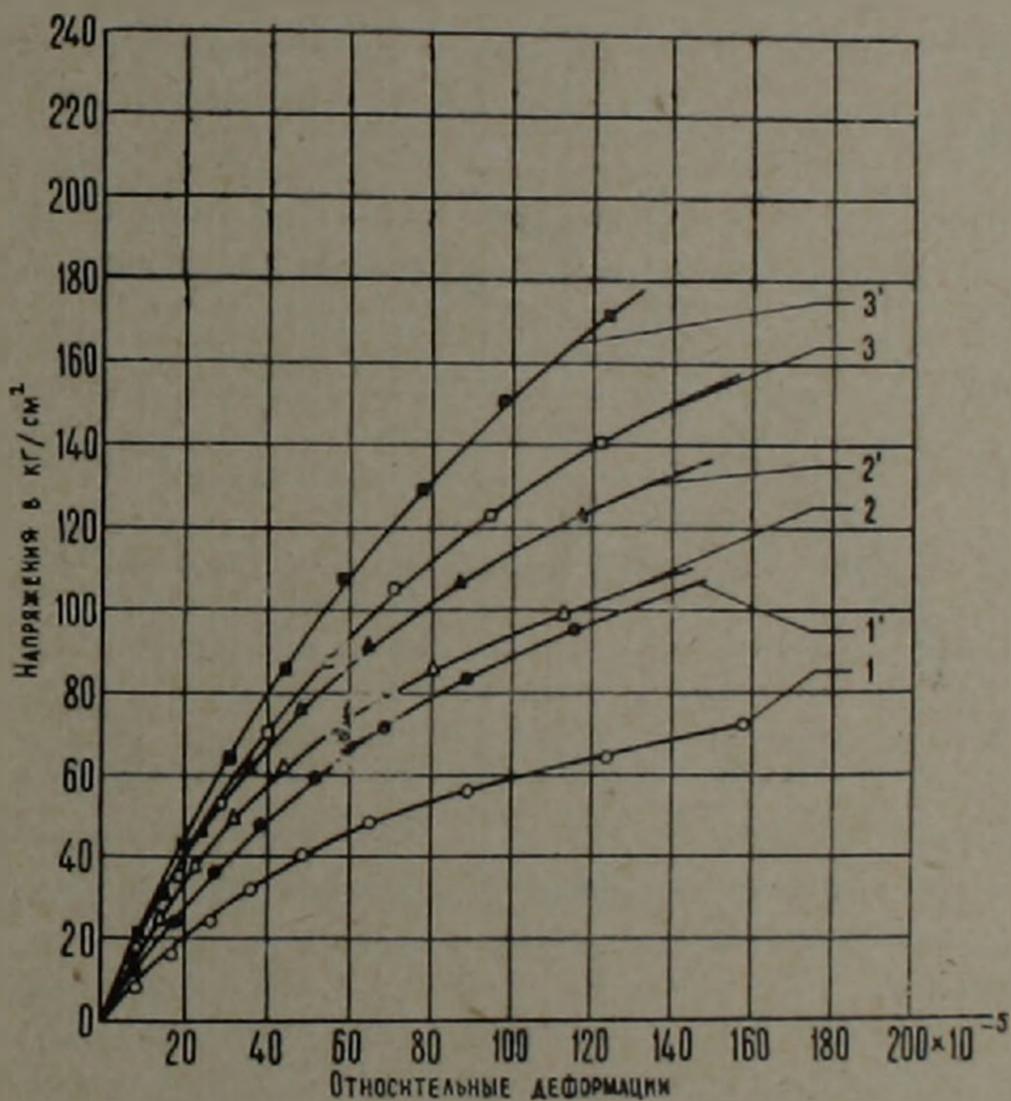


Рис. 2. Влияние водонасыщения на деформации бетона. 1—3—образцы, испытанные перпендикулярно слоям бетонирования; 1'—3'—образцы, испытанные параллельно слоям бетонирования (1 и 1'—образцы сухие; 2 и 2'—образцы 50 суток хранились в воде; 3 и 3'—образцы 230 суток хранились в воде)

Проведенные исследования приводят к выводу, что при водонасыщении роль водных прослоек в увеличении модуля деформации гораздо чувствительнее, чем в увеличении прочности бетона, а при высыхании отрицательное влияние пустот (дефектов) на модуль деформации гораздо больше, чем на прочность бетона.

Для исследования адсорбционного понижения прочности бетона испытывались призмы сечением 7×7 см, высотой 28 см из тяжелого бетона состава 1 : 1,78 : 2,18 (по весу), В/Ц=0,48, которые до погружения в воду в 2-х летнем возрасте также хранились в обычных условиях.

В этих опытах результаты, полученные по испытаниям образцов перпендикулярно и параллельно слоям бетонирования, качественно не отличались. Прочности призм, испытанных перпендикулярно слоям бетонирования после водного хранения 4; 9; 20; 41 сутки и 3; 6; 12; 18 месяцев, соответственно составили 177; 186; 188; 211; 226; 255; 318; 433

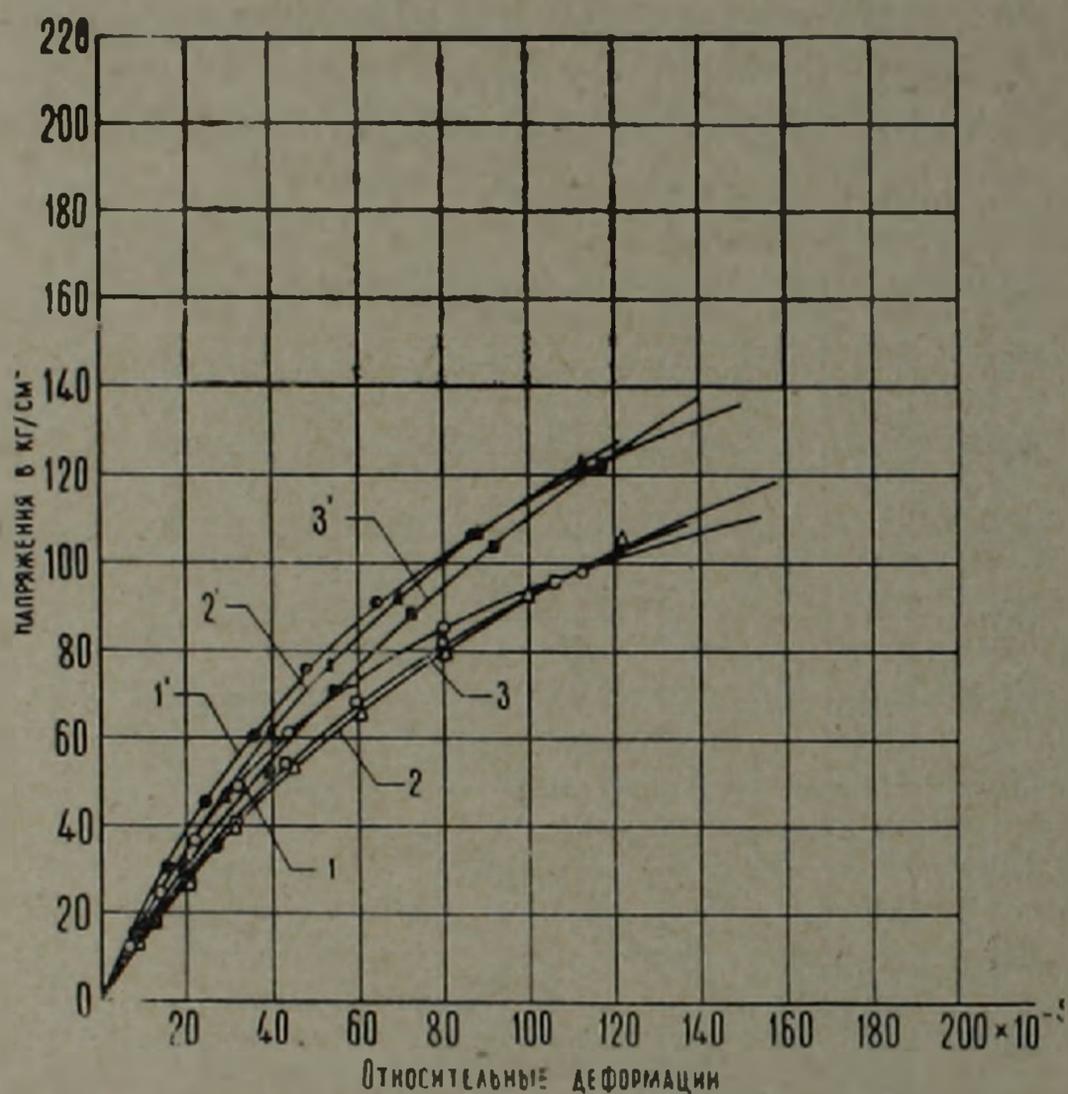


Рис. 3. Влияние водонасыщения и высыхания на деформации бетона. 1—3—образцы испытанные перпендикулярно слоям бетонирования; 1'—3'—образцы испытанные параллельно слоям бетонирования (1 и 1'—образцы 50 суток хранились в воде; 2 и 2'—образцы 50 суток хранились в воде и 10 суток высыхали; 3 и 3'—образцы 50 суток хранились в воде и 27 суток высыхали)

и 498 кг/см^2 , а контрольных сухих призм 255 кг/см^2 . По этим данным четко вырисовывается закономерность влияния водонасыщения на прочность бетона. Уже на четвертые сутки адсорбционное понижение прочности составило 30%, а затем наблюдается постепенное упрочнение бетона с нарастающей интенсивностью, которая продолжается до конца опытов. В результате 18 месячного водного хранения прочность бетона возросла в 2 раза, не считая то, что упрочнение полностью покрыло и адсорбционное понижение прочности. Весьма возможно, что адсорбционное понижение прочности было еще больше, и, чтобы убедиться в этом, надо было испытать образцы после более короткого времени водного хранения, т. е. меньше 4-х суток.

Согласно исследованиям (11), степень анизотропии бетона в большей мере зависит от расхода цемента, и с увеличением расхода цемента

та влияние анизотропии на прочность и деформации бетона уменьшается. При небольших расходах цемента прочность призм, испытанных параллельно слоям бетонирования, больше, чем прочность призм, испытанных перпендикулярно слоям бетонирования, а при больших расходах цемента иммет место обратное явление.

В последних описанных опытах из-за высокого расхода цемента (434 кг на 1 м³) прочность сухих призм, испытанных перпендикулярно слоям, на 19% превышала прочность призм, испытанных параллельно слоям. Однако, на 9-ые сутки водного хранения эта разница исчезла и далее до конца опытов бетон в отношении прочности оставался квазиизотропным. Поэтому наблюдаемый в этих опытах существенный рост прочности бетона в основном является следствием эффекта вторичного твердения. Роль эффекта водных прослоек в упрочнении бетона, из-за высокого расхода цемента, в данном случае была незначительной, он в основном проявился в первые 10 суток водного хранения.

Проведенные исследования, которые дали возможность обнаружить новое явление—эффект водных прослоек, вносят ясность в сложный механизм влияния водонасыщения и высыхания на физико-механические свойства бетона.

Институт механики
Академии наук Армянской ССР

Կ. Ս. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Բետոնի երկրորդ ամրացումը և անիզոտրոպ հատկությունների փոփոխությունը ջրահագեցման դեպքում

1953 թվականին հեղինակի կողմից դրվել են փորձեր և հայտնաբերվել են բետոնի ամրության և դեֆորմացիաների մոդուլի էական մեծացում ջրահագեցման դեպքում: Քանի որ ստացված արդյունքները հակասում էին մինչև այդ հայտնի փորձերի արդյունքներին, որոնց մեջ ջրահագեցումը բերում էր բետոնի ամրության անկման, հեղինակը կատարել է դրված հարցի բազմակողմանի հետազոտություն, որոնց արդյունքները բերվում են ներկա աշխատանքում:

Քտնված է նոր երևույթ՝ ջրային շերտերի էֆեկտ, որը կարևոր դեր է կատարում բետոնի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների փոփոխման մեջ: Այդ էֆեկտը գոյանում է այն պատճառով, որ շոր բետոնի լցիչների տակ եղած դատարկությունների ջրով լցվելը վերականգնում է ջրային շերտերը և դա բերում է բետոնի ամրապնդման և դեֆորմացիաների մոդուլի մեծացմանը: Ջրային շերտերի էֆեկտը պրիզմաների շերտերին ուղղահայաց փորձարկումների դեպքում ավելի էական է, քան շերտերին գուգահեռ փորձարկումների ժամանակ և դրա համար էլ անիզոտրոպիան փոքրանում է: Երկրորդ շորացման ժամանակ, երբ գոլորշացման պատճառով ջրային շերտերը վերանում են, տեղի ունի հակառակ երևույթը:

Կատարված հետազոտությունները հնարավորություն են տվել բացատրելու

բետոնի ջրահագեցման ժամանակ տեղի ունեցող բարդ ֆիզիկա-մեխանիկական երևույթները:

Ջրի մեջ պահելու առաջին օրերին տեղի է ունենում բետոնի ամրության ադսորբցիոն անկում և վերջնական ամրությունը կախված է այն բանից, թե ինչքանով բետոնի ամրացումը ի հաշիվ երկրորդային ամրացման և ջրային շերտերի էֆեկտի, կկոնպենսացվի ամրության ադսորբցիոն անկման կողմից:

Մանր բետոնի վրա դրված փորձերում նշված էֆեկտների հետևանքով ջրի մեջ 18 ամիս պահված բետոնի ամրությունը կրկնապատկվել է, չհաշված այն, որ լրիվ կոնպենսացված է եղել բետոնի ամրության ադսորբցիոն իջեցումը 4 օր ջրի մեջ պահելուց հետո, որը կազմել է ստուգողական նմուշների ամրության 30%:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. З. Басевич, Известия ВНИИГ, т. 41, 1949. ² К. А. Мальцов, «Гидротехническое строительство», № 8, 1954. ³ Н. А. Мощанский, «Гидротехническое строительство» № 10, 1956. ⁴ П. А. Ребиндер, Физико-механические исследования процессов деформаций твердых тел. Юбилейный сборник АН СССР, 1947. ⁵ Б. В. Дерягин, «Природа», № 2, 1943. ⁶ В. М. Худавердян, «Известия АН Арм. ССР» (серия техн. наук), т. 10, № 2 (1957). ⁷ К. С. Карапетян, ДАН АрмССР, т. 24, № 4, 1957. ⁸ К. С. Карапетян, «Известия АН АрмССР», серия физ.-мат. наук», т. 10, № 6 (1957). ⁹ К. С. Карапетян, «Известия АН АрмССР», серия физ.-мат. наук, т. 17, № 4 (1964). ¹⁰ К. С. Карапетян, «Известия АН АрмССР», серия физ.-мат. наук, т. 18, № 2 (1965). ¹¹ К. С. Карапетян «Известия АН АрмССР», серия физ.-мат. наук, т. 18, № 5 (1965).

УДК 547.12'38'554.

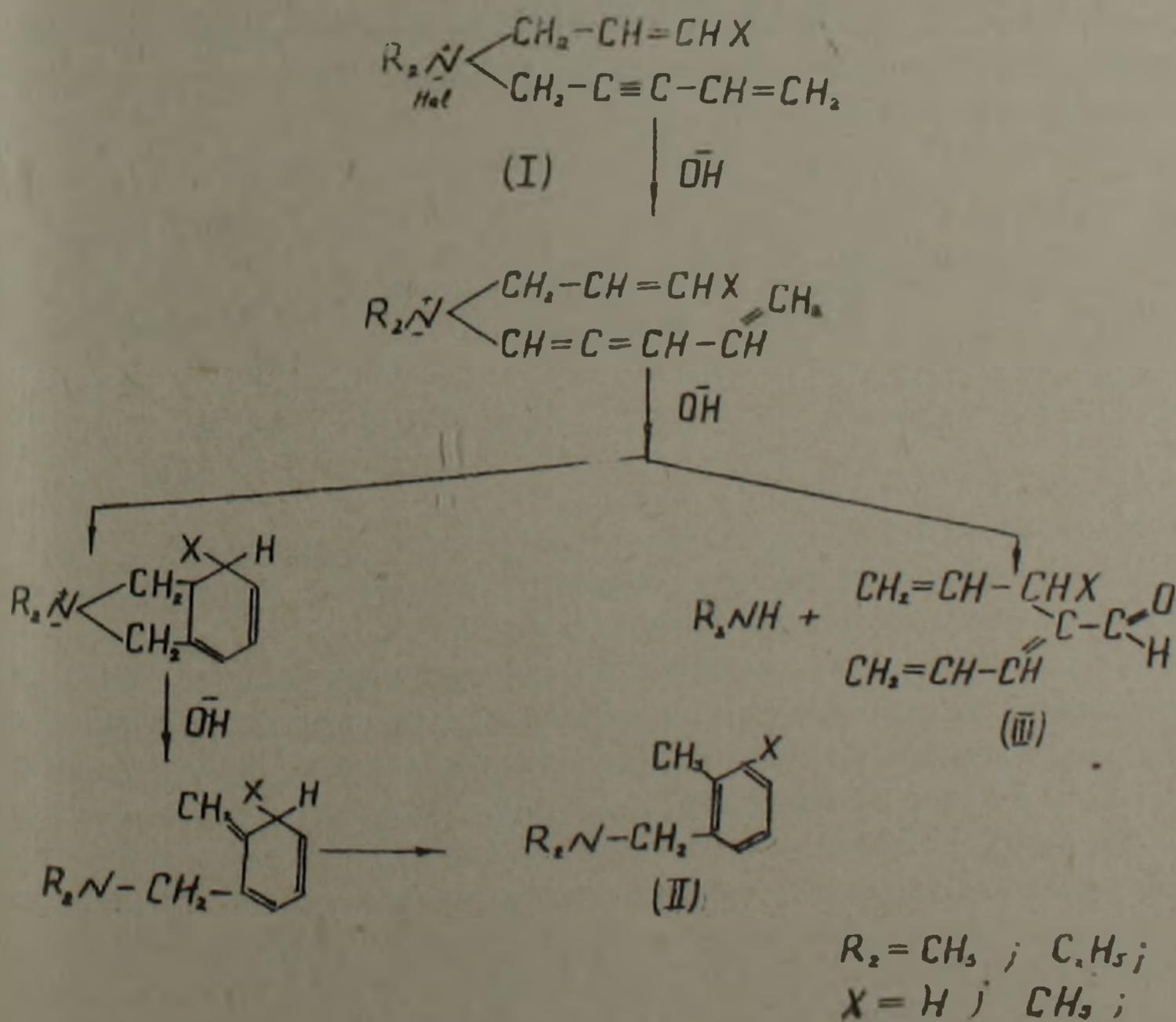
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Академик АН Армянской ССР А. Г. Бабаян,
 К. Ц. Тагмазян, А. А. Черкезян, Л. В. Дарбинян

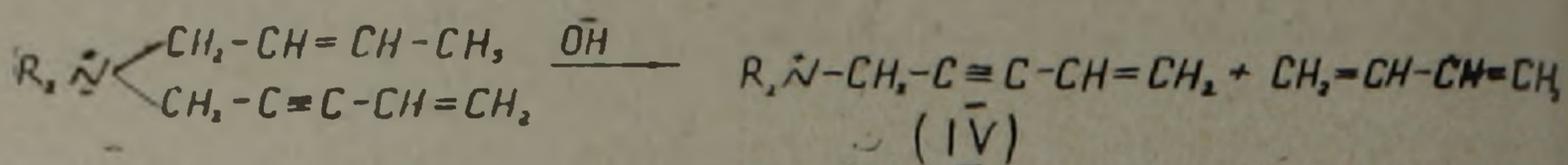
Превращения диалкил-(3,3-диметилаллил) (3-винилпропаргил) аммониевых солей в воднощелочной среде

(Представлено 16/III 1973)

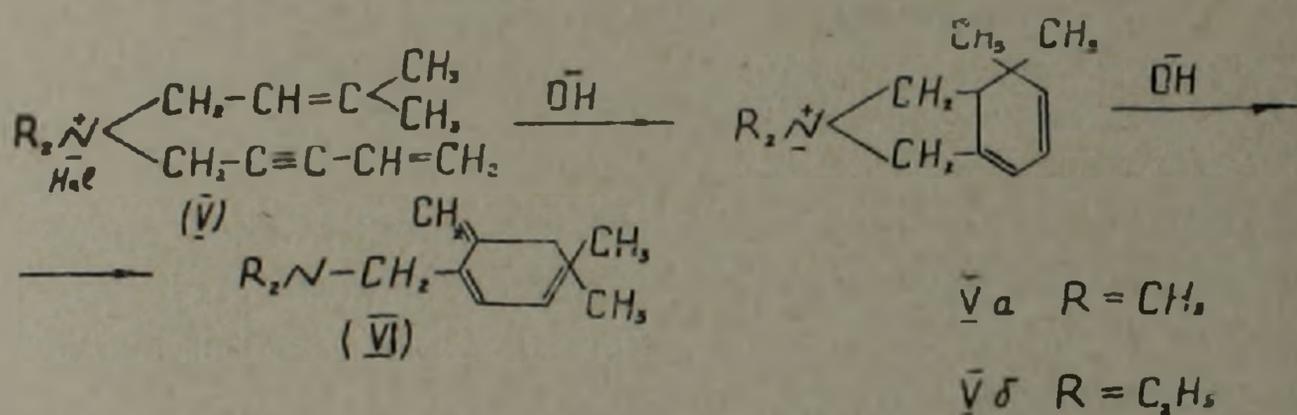
Четвертичные соли аммония (I) в воднощелочной среде подвергаются циклизации-расщеплению с образованием N,N-диалкилбензиламинов (II) и перегруппировке-расщеплению с образованием непредельных альдегидов (III) (1) согласно схеме:



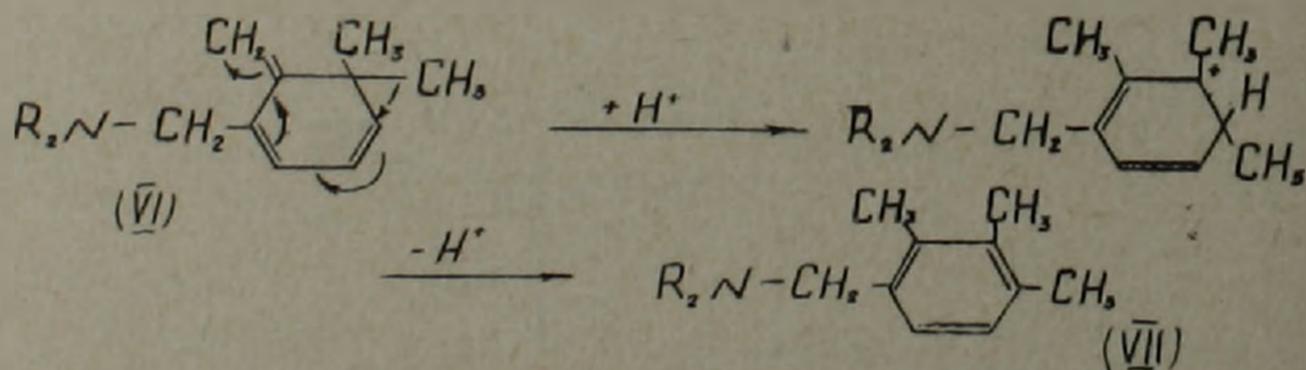
В случае солей, содержащих δ -H в аллильного типа группе (1, X=CH₃), наряду с этими реакциями может иметь место также гофмановское отщепление с образованием 1,3-диена и 1-диалкиламино-4-пентен-2-ина (IV).



Настоящее исследование посвящено диалкил-(3,3-диметилаллил) (3-винилпропаргил) аммониевым солям (V). В случае этих солей строение ожидаемых экзометиленовых аминов (VI) исключает ароматизацию через прототропию:



Однако, по аналогии со сходно построенными углеводородами (2) можно было допустить возможность ее осуществления через перегруппировку в кислой среде:



Изучались хлористые соли диметил-(Va) и диэтил-(Vб)-(3,3-диметилаллил) (3-винилпропаргил) аммония.

Катализируемая основаниями внутримолекулярная циклизация, в отличие от гофмановского расщепления происходит обычно в очень мягких условиях (3). Поэтому для предотвращения побочных реакций, водный раствор испытуемой соли сначала нагревался 2—3 часа при 40° в присутствии каталитического количества щелочи и затем только, добавлялось двойное мольное количество щелочи и нагревалось на масляной бане с отгонкой воды и продуктов реакции. На примере соли Vб показано, что при применении в первой стадии реакции не каталитического, а эквимольного количества 5%-ного водного раствора

едкого кали выход продукта циклизации значительно повышается. Результаты приведены в табл. 1.

Продукты циклизации-расщепления—экзометиленовые амины (VI), действительно, при продолжительном нагревании в среде 6N соляной кислоты превращаются в N,N-диалкил-2,3,4-триметилбензиламины (VII). Строение последних установлено данными ИКС (815, 1590, 1740, 1887, 3030 см^{-1}), свидетельствующими о наличии 1, 2, 3, 4-четырёхзамещенного ароматического кольца. В случае VIIa т. пл. пикрата (152°) соответствует литературным данным (4). N,N-диэтил-2,3,4-триметилбензиламин (VIIб) в литературе не описан, т. кип. 117—120° (5 мм), d_4^{20} 0,9162, n_D^{20} 1,5110, ИКС (800, 810, 1595, 1739, 1887, 3030 см^{-1}) свидетельствует о наличии 1,2,3,4-тетразамещенного ароматического кольца, т. пл. пикрата 140—142°. Найдено %: N12,69, $\text{C}_{20}\text{H}_{26}\text{N}_4\text{O}_7$. Вычислено %: N12,90.

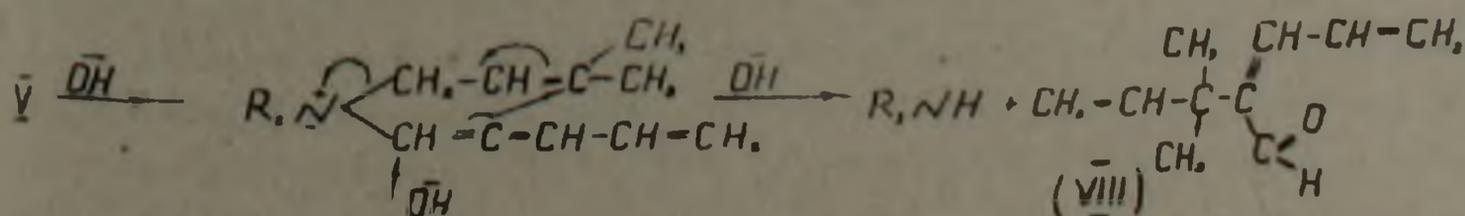
В качестве неаминовых продуктов реакции получена смесь изомерных альдегидов состава $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$. Согласно ГЖХ смесь состоит из трех компонентов в соотношении 57 : 27 : 16% (Va) и 40 : 38 : 22% (Vб). Данные ИКС свидетельствуют о наличии сопряженной и несопряженной альдегидной группы (1670, 1720, 2760 см^{-1}), сопряженной циклогексанильной группы (1570, 1595 см^{-1}), монозамещенной несопряженной и сопряженной винильных групп (910, 970, 1620, 1640, 3030, 3070 см^{-1}).

Таблица 1

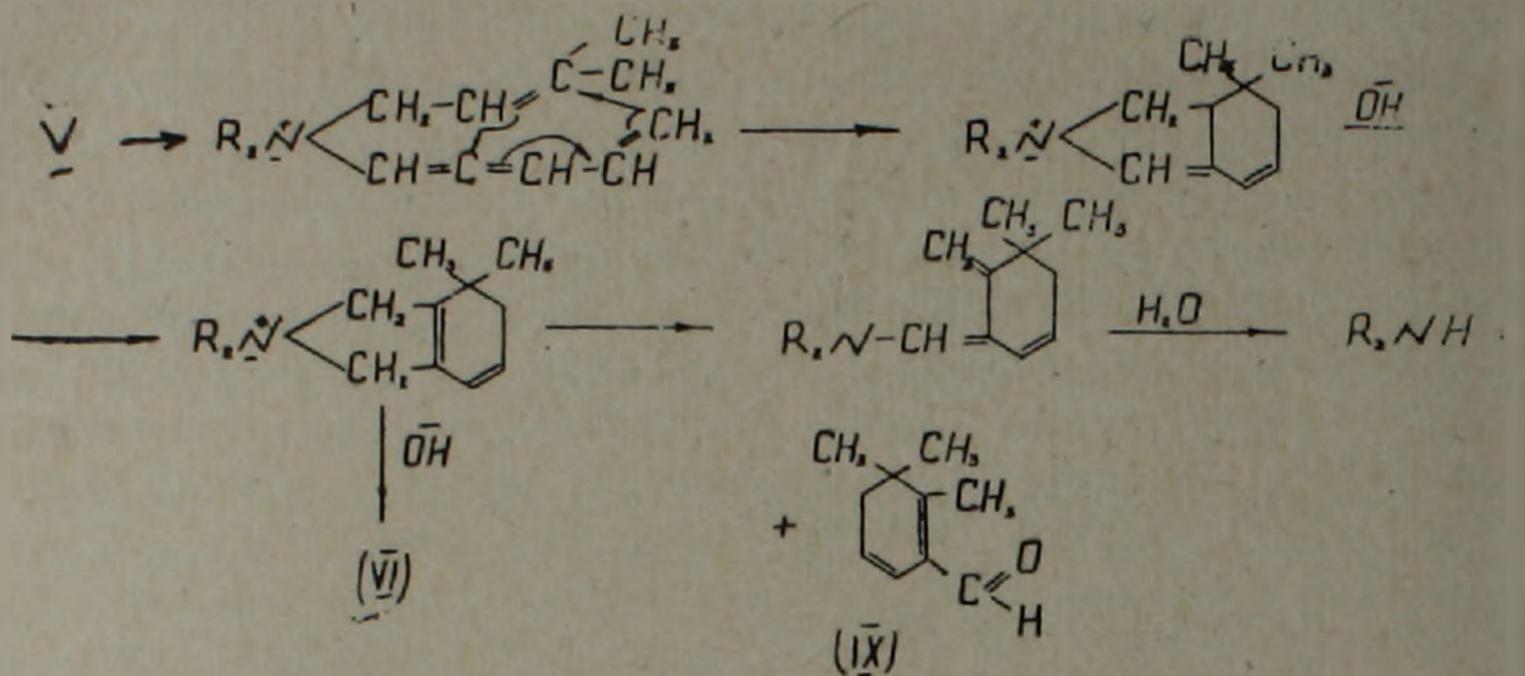
Результаты воднощелочного расщепления солей Va и Vб.

Исходная соль	Продукты реакции выход в %				
	VI	VIII IX	R_3NH	IV	количество щелочи в первой стадии реакции.
Va	26	24	28	35	Каталитическое
Vб	28	28	38	27	"
Vб	56	15	18	15	Эквимолекулярно 5% водный раствор

Смесь альдегидов была подвергнута хроматографическому разделению. В качестве основного компонента был выделен альдегид с т. пл. 2,4-динитрофенилгидразона 169—171°. Данные ИКС свидетельствуют о наличии альдегидной группы (1665, 2760 см^{-1}) сопряженной с циклогексанильной (1560, 1610 см^{-1}). Отсутствие поглощения характерного для концевой винильной группы свидетельствует об образовании альдегидов не только через перегруппировку-расщепление (5)



но и через циклизацию, вероятно по схеме:



Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ, Կ. Մ. ԹԱՀՄԱԶՅԱՆ,
Ա. Հ. ՉԻՐՔԵԶՅԱՆ, Լ. Վ. ԳԱՐՔԻՆՅԱՆ

Դիալկիլ (3,3-դիմեթիլալիլ) (3-վինիլպրոպարգիլ) ամոնիակային
աղերի փոխարկումները ջրահիմնային միջավայրում

Նախկինում ցույց էր տրված, որ (1) ընդհանուր կառուցվածքով աղերը ջրային հիմքի ազդեցությամբ ենթարկվում են ներմուկեկուլյար ցիկլացման-ճեղքման, առաջացնելով N, N-դիալկիլբենզիլամիններ (II) և վերախմբավորման-ճեղքման, հանգեցնելով երկրորդային ամինի և շահագեցած ալդեհիդի առաջացման:

Բացի վերոհիշյալից, Օ-H պարունակող ալիլային խմբով աղերի դեպքում տեղի ունի նաև մասամբ պոկման ռեակցիա, 1,3-դիենի և համապատասխան երրորդային ամինի առաջացմամբ:

Ներկա ուսումնասիրությունը նվիրված է դիալկիլ (3,3-դիմեթիլալիլ) (3-վինիլպրոպարգիլ) ամոնիակային աղերի (V a, Ծ) փոխակերպումներին՝ ջրահիմնային միջավայրում: Ուսումնասիրվող աղերի ցիկլացումից սպասվող էկզոմեթիլենային ամինների (VI) կառուցվածքը բացասում է նրանց արոմատացումը պրոտոտրոպ վերախմբավորմամբ, սակայն կարելի էր հուսալ, որ այն տեղի կունենա թթվային միջավայրում անիոնոտրոպ վերախմբավորմամբ:

Հայտնի է, որ ցիկլացման ռեակցիան կատարվում է անհամեմատ մեղմ պայմաններում, քան հոֆմանյան ճեղքումը, ուստի կողմնակի ռեակցիաները կանխելու նպատակով ուսումնասիրվող աղերը նախ տաքացվել են 2—3 ժամ 40° կատալիտիկ հիմքի ներկայությամբ, ապա ավելացվել է կրկնակի մուլայր քանակությամբ հիմք և տաքացվել 100—110°. Արդյունքները բերված են աղյուսակում:

Ցույց է տրվել, որ էկզոմեթիլենային ամինները ՕN աղաթթվի միջա-

վայրում երկարատև տաքացման պայմաններում վերածվում են համապատասխան N, N-դիալկիլ, 2, 3, 4-տրիմեթիլբենզիլ ամինների (VII), Պարզվել է, որ էկվիմոլեկուլյար քանակությամբ հիմքի առկայության դեպքում, ցիկլիկ պրոդուկտների ելքը բարձր է: Ննթադրվում է, որ ալգեհիդի առաջացումը տեղի ունի ոչ միայն վերախմբավորման-ճեղքման, այլ նաև ցիկլացման-ճեղքման ուղիներով:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. Т. Бабаян, К. Ц. Тагмазян, Г. Т. Бабаян, „Арм. хим. журнал“, 19, 678 (1966).
² К. Von Auwers, К. Zeigler, Ann. 425, 217(1921). ³ А. Т. Бабаян, Э. О. Чухиджян, Г. Т. Бабаян, ЖОрХ, 6, 1161(1970). ⁴ S. W. Kantor, C. R. Hauser, J. Am. Chem. Soc., 73, 4122 (1951). ⁵ А. Т. Babayan, М. Н. Indjikyan, Tetrahedron, 20, 1371 (1964).

УДК 551.222

МИНЕРАЛОГИЯ

Р. А. Саркисян

О наличии среднеюрских интрузивных пород на Кафанском рудном поле

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Г. Магакьяном 12/III 1973)

Наибольшая концентрация жильных пород на Кафанском рудном поле отмечается на левом берегу р. Вохчи, в районе Унанского участка, среди нижнебайосских вулканитов андезитового и андезито-базальтового состава.

Исследования Г. А. Саркисян и Э. М. Налбандян (¹) показали, что регионально проявленный процесс зеленокаменных изменений нижнебайосских пород происходил до накопления эффузивно-пирокластической толщи верхнего байоса. При этом зеленокаменный метаморфизм «нижних порфиритов»* они рассматривают как типичный поствулканический процесс, генетически связанный с заключительной деятельностью очагов нижнебайосского вулканизма.

Наши наблюдения также подтверждают это мнение. Такое представление подкрепляется строгой стратифицированностью зеленокаменных изменений в нижнебайосской толще, однообразием минерального состава по всему разрезу, нахождением окатанных обломков кристаллов плагиоклаза и реже эпидота в слонстых туфах и туффитах верхнего байоса**, а также анализом взаимопересечений различных по составу жильных пород, локализованных в пределах нижних порфиритов и их отношением к процессам эпидотизации.

В процессе детального картирования жильных пород на Унанском участке выяснилось, что в нижнебайосской толще имеются две группы даек резко различные по их отношению к региональным зеленокаменным изменениям, отмеченные еще Г. А. Саркисяном и Э. М. Налбандяном. При этом, одна группа диабазовых и андезито-диабазовых даек, а также мелкие выходы габбро охвачены однотипными с вмещающими их породами изменениями, тогда, как габбро-диабазы, диабазы и микродиориты не несут никаких следов изменений, т. е. по отношению к процессам зеленокаменного метаморфизма выделяются разновозрастные образования габбро, габбро-диабазов и диабазов.

Мелкие, изолированные выходы штокообразных тел габбро обнажены на Унанском участке, к юго-востоку от горы Катар, на водораз-

* Т. е. нижнебайосских пород.

** Т. е. в нижней осадочной серии по Э. Г. Малхасяну и Ю. А. Лейне.

дельной части двух глубоких оврагов. Здесь они прорывают эпидотизированные нижнебайосские вулканогенные образования и сами пересекаются дайками андезито-дацитов (также эпидотизированными) и микродиоритов (рис. 1). Выходы габбро приурочены к приосевым частям Кафанской брахиантиклинальной складки. Контакты интрузивов с вмещающими их породами неровные, извилистые. Детальные наблюдения над контактовыми взаимоотношениями габбро и вмещающих эффузивов не выявили никаких признаков закономерного развития эпидота. Последний устанавливается как у эндоконтактов тел, так и в удалении от него, в виде мелких гнезд, прожилок и миндалин.

Относительно возраста габбро, габбро-диоритов среди исследователей Кафанского района единого мнения нет. В. Н. Котляр (2) считал их сателлитами Мегринского плутона и относил их к третичному возрасту. Такого мнения придерживается также Б. С. Вартапетян (3); Э. Г. Малхасян, Ю. А. Лейе (4), С. С. Ванюшин (5) возраст интрузивов считают меловым и генетически связывают с Цавской интрузией.

В. Т. Акопян, А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян (6) считают их посленеокомскими.

Приведенные выше тела габбро, не выходящие вверх по разрезу за пределы нижнебайосских эффузивов и совместно с ними подвергшиеся эпидотизации, мы рассматриваем как составляющие нижнебайосского магматического комплекса. Более молодые образования близкого состава, но не затронутые эпидотизацией пересекают эпидотизированные габбро, толщу верхнего байоса и вышележащие слои и, возможно, имеют меловой возраст.

Несмотря на то, что в Кафанском районе по настоящее время не обнаружены выходы плагиогранитов на современной дневной поверхности, гальки и обломки их установлены многими исследователями в различных частях разреза верхнебайосской толщи, а также в основании верхней юры (7). Валун плагиогранита эллипсоидальной формы (размером 35×45 см) и мелкие гальки обнаружены нами на одном из уступов Кавартского карьера, среди лавобрекчий андезитов, в так называемой «экзогенной дайке», выполненной терригенным материалом (рис. 2, 3).

Исследованиями А. А. Белова (8) установлено, что в палеозойско-доюрское время территория Зангезура характеризовалась субплат-

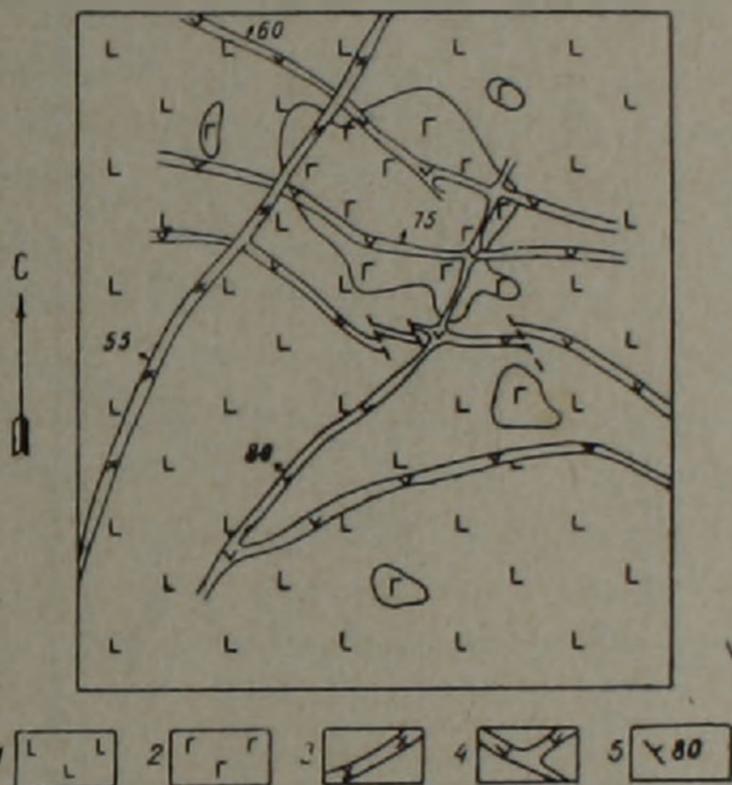


Рис. 1. Пересечение штокообразного тела габбро (2) эпидотизированной дайкой андезито-дацита (4) и микродиоритовой (3). 1—андезиты и андезито-базальты, 5—элементы залегания пород. Унанский участок

форменным режимом развития с терригенно-карбонатным осадконакоплением.

Небезынтересно отметить, что в габбро обнаружены мелкие (2–3 см мощности) прожилки гранофира, длиною в несколько метров (рис. 4). Структура основной массы паналлотриоморфнозернистая с

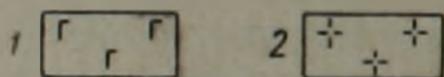
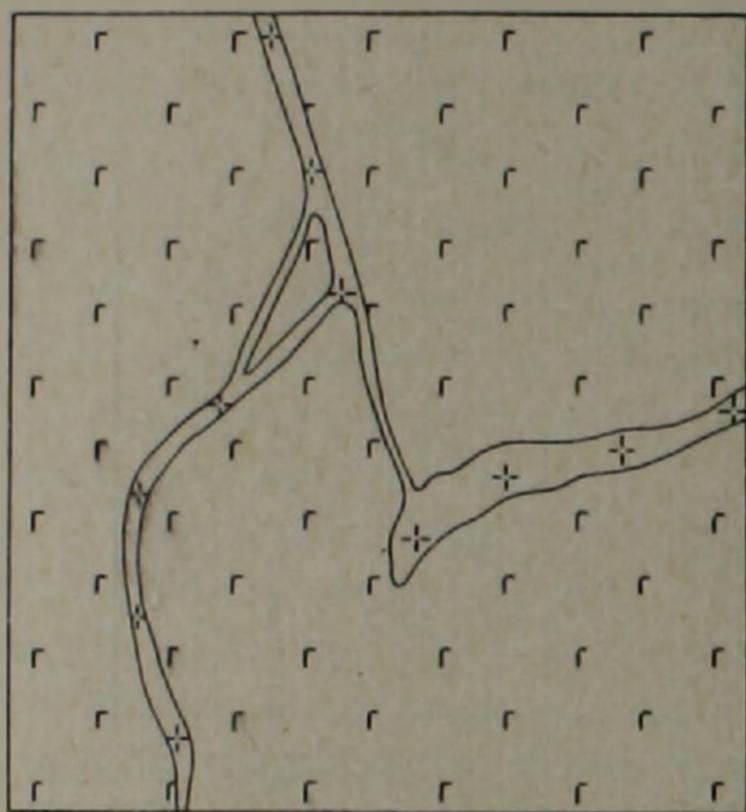


Рис. 2. Эпидотизированный прожилок гранофира (2), пересекающий интрузивное тело габбро (1). Унанский участок

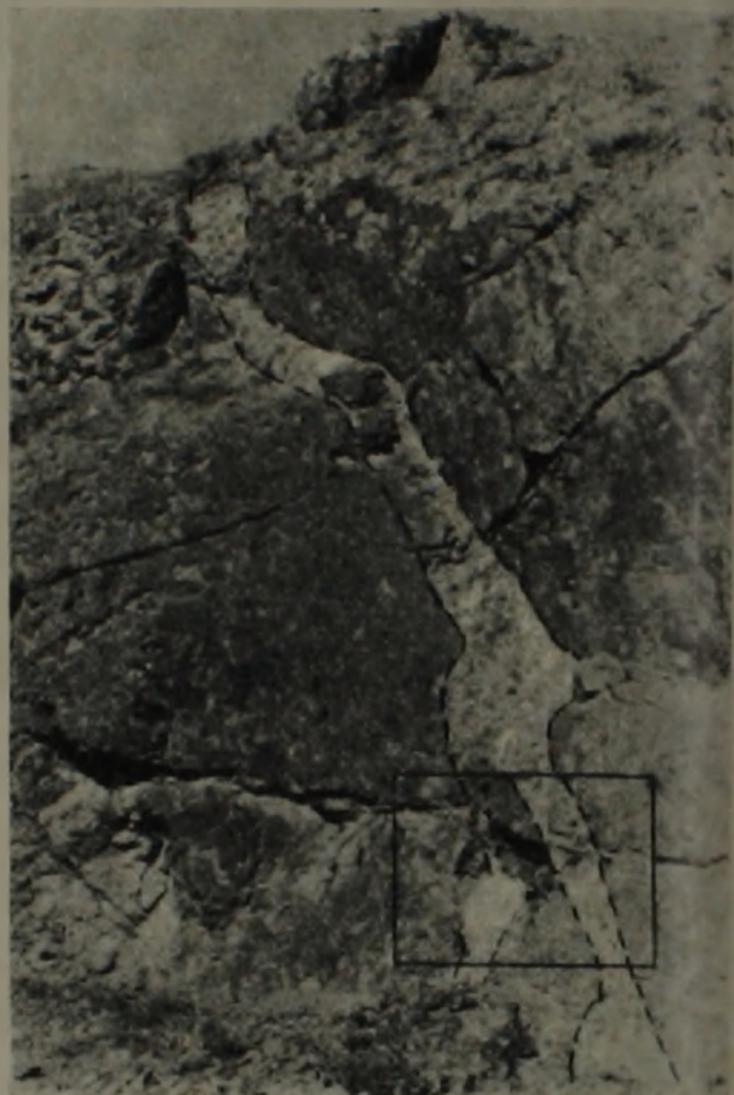


Рис. 3. Характер выхода «экзогенной дайки» в лавобрекчиях андезитов на верхнем уступе Кавартского карьера

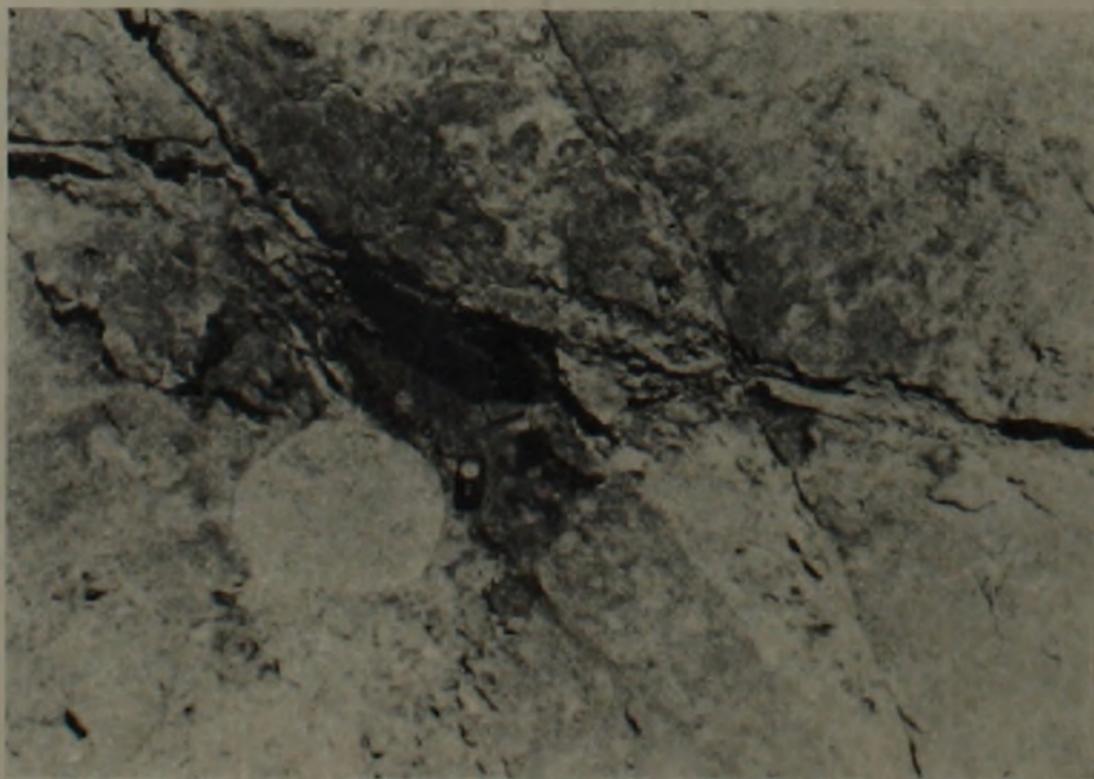


Рис. 4. Деталь рис. 3. Круглое—валун плагиогранита размером 35x45 см

переходом в гранофировую, состоящую из сростков полевого шпата и кварца. Аналогичные породы встречены А. Х. Мнацаканяи в эпидотизированной толще нижнего байоса.

Исходя из приведенных фактов нижний возрастной предел плагио-гранитов устанавливается как нижний байос.

Таким образом, согласно геологическим данным в пределах Кафанского рудного поля устанавливаются габбро и плагиограниты нижнебайосского возраста, внедрение которых происходило в начальные этапы геосинклинального цикла развития в период относительно кратковременного поднятия.

Теперь обратимся к Алаверди-Кафанскому поясу Сомхето-Карабахской тектонической зоны. В Шамшадинском районе установлены плагиограниты, которые прорывают вулканогенные образования байоса и перекрываются отложениями келловей (в Аз. ССР). В Алавердском рудном районе также выделяются плагиограниты среднеюрского возраста. В Апаран-Арзаканском районе З. О. Чибухчяном⁽⁹⁾ выделяются габбро и плагиограниты юрского возраста на основании радиологических данных (149 ± 18 млн. лет) и методом сравнительной дисперсии (162,5 и 155,5 млн. лет соответственно) и принимая во внимание тесную пространственную и возрастную сопряженность габброидов и плагиогранитов он их включает в единый плагиогранитный комплекс, формирование которого происходило в среднеюрское время из единого магматического очага.

Из этого небольшого обзора видно, что действительно в Сомхето-Карабахской зоне и прилегающих к ней районах Центральной складчатой зоны Армении формирование эффузивных толщ и магматических комплексов, а также история геологического развития протекали в близкой обстановке до верхнего мела, после чего происходит образование «аномальных» структур, вероятно, обусловленное движением плиты жесткого фундамента.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ի. Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Միջին յուրայի հասակի ինտրուզիվ ապարների առկայությունը
Ղափանի հանրային դաշտում

Հանքային դաշտում տարածված տարբեր հասակի հրաբխածին գոյացումներն ենթարկվել են տարբեր բնույթի հիդրոթերմալ փոփոխությունների: Վատի առնելով այդ բրևույթը և երակային ապարների փոխհարաբերությունները, ենթադրվում է միջին յուրայի հասակի ինտրուզիվ ապարների առկայությունը Ղափանի հանքային դաշտում:

Իրանց թվին է պատկանում ստորին բայոսի էպիդոտիզացված հրաբխածին ապարների մեջ տարածված պարրոնների փոքր մարմինները. պլագիոգրանիտները հայտնաբերված են միայն բեկորների, հղկված բեկորների և երակների ձևով:

ЛИТЕРАТУРА — Ч Р И Ч Ш Ы П Р Ё З П Р Ы

¹ Г. А. Саркисян, Э. М. Налбандян, «Известия АН Арм. ССР», науки о Земле, № 4, (1967). ² В. Н. Котляр, «Известия АН СССР», № 2, (1938). ³ Б. С. Вартапетян, «Закономерности распределения медного оруденения на территории Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1965. ⁴ Э. Г. Малхасян, Ю. А. Лейе, ДАН Арм. ССР, т. XL, № 4 (1965). ⁵ С. С. Ванюшин, ДАН АН Арм. ССР, т. XXIX, № 1 (1959). ⁶ В. Т. Акопян, А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян, «Известия АН СССР», серия геол., № 5 (1969). ⁷ Г. А. Саркисян, А. Х. Мнацаканян, М. А. Сатян, Л. С. Чолахян, «Известия АН Арм. ССР», науки о Земле, т. XXIV, № 2 (1971). ⁸ А. А. Белов, «Известия АН СССР», серия геол., № 10 (1968). ⁹ З. О. Чибухчян, «Известия АН Арм. ССР», т. XIX, № 6 (1966).

ДК 576.3 : 576.31

ЦИТОЛОГИЯ

С. М. Саркисян, Д. О. Авакян

Цитологические изменения в листьях шелковицы
при полиплоидии

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. О. Казаряном 12/II 1973)

Доступность метода экспериментальной полиплоидизации растений, с применением колхициновой обработки, открыли широкие перспективы использования этого явления в научных и практических целях.

Задачей данной работы было выявление цитологической картины изменения размеров листовой пластинки под влиянием полиплоидизации.

По раннее описанной методике ⁽¹⁾ были получены тетраплоидные побеги у двух форм шелковицы Рогуа (Японского происхождения Л№19 Селекции Арм. НИСШ).

Для дальнейшего сравнительного изучения диплоидных и их тетраплоидных форм в летние сроки они окулировались на диск (гибридные) растения методом единого подвоя.

Сущность метода единого подвоя и преимущество его для постановки намеченных опытов заключалось в том, что сравниваемые компоненты, т. е. диплоидные и их тетраплоидные побеги росли на одном и том же подвое, что при идентичности других условий среды (освещения, толщины подвоя) обеспечило сходство условий произрастания сравниваемых форм, которые практически отличались только полиплоидностью.

Данными, полученными от наблюдений за такими растениями, были подтверждены ранее описанные сведения ^(2,3) о том, что под влиянием полиплоидизации происходят многочисленные изменения в морфологических и физиологических признаках шелковицы, в том числе и в параметрах листьев.

Нами было замечено, что у изученных форм листья полиплоидной (тетраплоидной) шелковицы по сравнению с исходной диплоидной

формой увеличиваются как по длине*, так и по ширине и, что относительно увеличение листа по ширине значительно больше, чем по длине. Такая несоразмерность в увеличении размеров тетраплоидных листьев приводит к тому, что листья приобретают широкосердцевидную форму, благодаря чему индекс Ш/Д (отношение ширины листа к длине) у тетраплоидов оказывается большим, чем у диплоидных растений (табл. 1).

Таблица 1

Изменение параметров листа под влиянием полиплоидизации

Название шелковицы	Плоидность					
	диплоидная			тетраплоидная		
	длина, см	ширина, см	индекс Ш/Д	длина, см	ширина, см	индекс Ш/Д
Р о г у а	19,3	16,6	0,88	21,4	26,0	1,21
Линия №19	21,2	16,6	0,80	23,0	24,2	1,05

Выявление причин изменения индекса листьев (отношение длины к ширине) на примере сравнительного изучения клеточного строения их представлял бы научный и практический интерес.

С этой целью нами проводились измерения клеток листьев с разной плоидностью, обращая внимание на характер изменений ширины полисадных клеток и клеток эпидермисов.

Таблица 2

Параметры клеток листьев в зависимости от плоидности

Название шелковицы	Плоидность	Верхний эпидермис			Нижний эпидермис			Полисадные клетки		
		высота клеток	(Ш _л)	(Ш _ш)	высота клеток	(Ш _л)	(Ш _ш)	высота клеток	(Ш _л)	(Ш _ш)
Р о г у а	Диплоид	24,5	21,8	22,4	13,5	14,5	14,3	28,1	4,6	5,4
	Тетраплоид	20,1	24,1	21,6	10,4	12,6	11,9	42,6	8,1	7,7
Линия №19	Диплоид	33,3	22,9	28,1	14,4	15,9	17,6	32,1	4,9	5,6
	Тетраплоид	26,0	32,4	32,1	12,4	18,9	17,8	44,5	9,0	7,9

Образцы для приготовления срезов брались из средней зоны листа в виде квадратной пластинки, таким образом, чтобы вырезывался бы обязательно участок центральной жилки (рис. 1,а). При таком способе взятия образца создавалась возможность производить срезы в двух направлениях: параллельно и перпендикулярно централь-

* В наших ранних наблюдениях (3) заметного удлинения листа у тетраплоидов не регистрировалось по-видимому из-за того, что измерения производились в год окулировки.

ной жилке. На таких препаратах, кроме высоты клеток можно было измерять ширину клетки в двух направлениях—по направлению к длине листа (условно обозначена Ш_д) производимых на препаратах, полученных от срезов параллельно центральной жилке и по направлению к ширине листа (условно обозначенная Ш_ш) производимых на препаратах, полученных от срезов перпендикулярно центральной жилке.

В результате для каждого рода тканей были получены три показателя от трех разных измерений, один—характеризующий высоту клеток и два—характеризующих ширину клеток (табл. 2).

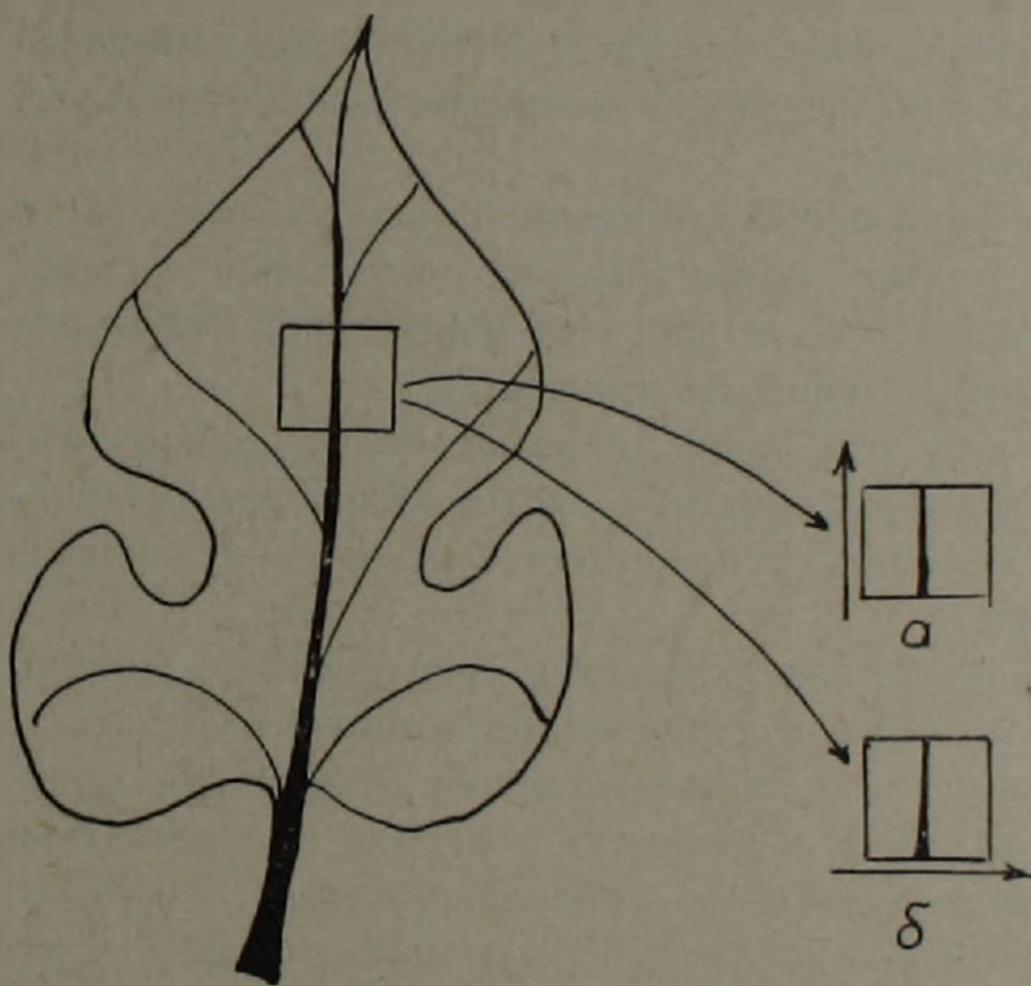


Рис. 1. Схема взятия образца и направления срезов: а—параллельно центральной жилке—по длине листовой пластинки; б—перпендикулярно центральной жилке—по ширине листовой пластинки

Таблица 3

Изменение индексов клеток и листьев в зависимости от полиплоидизации

Название шелковицы	Плоидность	И н д е к с			
		к л е т о к		л и с т а	
		в/эп.	н/эп.	палисадных	
Рогуа	Диплоид	1.0	1.0	0.8	0.88
	Тетраплоид	1.1	1.1	1.1	1.21
Линия №19	Диплоид	0.8	0.9	0.9	0.80
	Тетраплоид	1.0	1.1	1.2	1.05

Данные, приведенные в табл. 2 отчетливо показывают, что увеличение ширины клеток параллельно центральной жилке (Ш_д) т. е. по направлению к длине листа, относительно меньше, чем увеличение

ширины клеток перпендикулярно центральной жилке, т. е. по направлению к ширине листа ($Ш_m$)

При вычислении соотношений (индексов) двух ширины для каждого рода ткани и сопоставлений их с индексом листьев (табл. 3), выявляется интересная закономерность, а именно, что изменения индексов ширины клеток листа ($Ш_m/Ш_1$), происходящие в результате полиплоидизации, находятся в полном соответствии с изменениями индекса всего листа ($Ш/Д$).

Выявленная закономерность в соотносительном изменении параметров клеток и листа может служить основанием для того, чтобы причину преимущественного увеличения тетраплоидных листьев по ширине искать в относительно большем увеличении клеток по направлению к ширине листа.

При подтверждении выявленной закономерности на примере полиплоидов других сортов (форм), увеличение индекса листа $Ш/Д$ может быть использовано для предварительной (полевой) диагностики полиплоидности растений шелковицы.

Соответствие изменений параметров на клеточном и органном уровнях подсказывают мысль о постоянстве кратностей деления клеток или митотических циклов у диплоидных и полученных от них тетраплоидных форм.

Касаясь причин асинхронного увеличения ширины клеток по направлению к длине и ширине листа, можно указать на возможную роль фактора питания, с точки зрения ориентации клетки к каналам поступления питательных веществ в период их становления. Не исключена также возможная роль локализации ядра, в клетке и его конфигурации, связанной с неравномерным размещением в нем хроматинного вещества.

Научно-исследовательская станция шелководства
МСХ Армянской ССР

Ս. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Գ. Հ. ԱՎԱԳՅԱՆ

Բջջաբանական փոփոխությունները քրեկու տերեւներում պոլիպլոիդացման հետևանքով

Նպատակ էր դրված ուսումնասիրել թթենու Ռոզուա սորտի և № 19 պժի փոփոխությունները՝ կապված նրանց պոլիպլոիդացման հետ: Փորձը դրվել է միասնական պատվաստակալի պայմաններում, որի ժամանակ համեմատող դիպլոիդ և տետրապլոիդ ձևերը աճում են նույն պատվաստակալի վրա: Նկատվել է, որ տետրապլոիդ ձևերը, իրենց ելաձևային դիպլոիդի հետ համեմատած, մեծացել են ինչպես երկարությամբ, այնպես էլ լայնությամբ, և որ տերեւի համեմատական մեծացումն ըստ լայնության ավելին է, քան ըստ երկարության: Տետրապլոիդ ձևի տերեւների այդպիսի անհամաչափ մեծացումը դիպլոիդների համեմատությամբ հանդեպնում է տերեւի ձևափոխման, որի շնորհիվ լայնու-

թյուն/երկարութիւն ինդեքսը (տերևի լայնության հարաբերութիւնը երկարությանը) տեսրապլոտի դձևի մոտ ավելի մեծ է, քան պլոտի դձևի մոտ:

Ուսումնասիրութիւններից պարզվել է, որ պոլիպլոտի դձևի հետևանքով մեծացել են նաև տերևի բջիջների չափերը, ընդ որում, բջիջի լայնացումը կենտրոնական ջղին զուգահեռ (այսինքն, տերևի երկարության ուղղութիւնով) համեմատաբար ավելի փոքր է, քան կենտրոնական ջղին ուղղահայաց (այսինքն, տերևի լայնության ուղղութիւնով): Այդ պատճառով, հավանական է, տերևն ընդունում է առավել լայն՝ սրտանման ձև:

Տերևի բջիջի լայնության ասինխրոն մեծացումը կարող է կախված լինել բջիջների կողմնորոշումից՝ սննդարար նյութերի հոսքի նկատմամբ, չբացառելով նաև բջիջակորիզի տեղադրման ու նրա կոնֆիգուրացիայի հնարավոր նշանակութիւնը՝ կապված նրա մեջ եղած քրոմոսոմային զանգվածի անհավասար տեղաբաշխման հետ:

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

¹ С. М. Саркисян и Д. О. Авакян, Известия сельхоз. науки, № 6, 1972. ² М. И. Гребинская, Тезисы II симпозиума по эксп. полиплоидии шелковицы, г. Баку, 1972.

³ И. К. Абдуллаев, Тезисы II симпозиума по эксп. полиплоидии шелковицы, г. Баку, 1972.

УДК 547, 963.3.

БИОХИМИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР А. А. Галоян,
 Р. А. Захарян, Дж. В. Гарибян, В. Т. Галфаян

**Влияние дексаметазона на уровень метилирования
 ДНК разных отделов головного мозга**

(Представлено 10/XI 1972)

Функциональное и биологическое значение метилирования ДНК на сегодня полностью не выяснено. Определенное таксономическое значение этого замещения установлено Белозерским А. Н. и Ванюшиным Б. Ф. (1). Ларк указывает на роль метилирования в механизме репликации и регуляции транскрипции. Тканевая специфичность ДНК по 5-СН₃-цитозину (Б. Ф. Ванюшин (1), В. К. Васильев и др. (2)) — также может трактоваться в пользу подобных представлений. Специфичность метилирования рассматривается и как основа некоторых механизмов узнавания, например, в случае рестрикционной модификации ДНК.

На изменение уровня метилирования ДНК в зависимости от функционального состояния клеток указывает уменьшение 5-СН₃-цитозина в ДНК соматических клеток по мере полового созревания и нерестовой миграции горбуши (3,4); уменьшение 5-СН₃-цитозина в ДНК тканей у крыс при старении; уменьшение уровня метилирования ДНК печени молодых крыс под влиянием хронического воздействия гидрокортизона (5).

Данное исследование посвящено изучению количественных сдвигов 5-СН₃-цитозина ДНК разных отделов мозга под влиянием аналога преднизолона, дексаметазона.

Как известно, дексаметазон ингибирует выход АКТГ из гипофиза в кровь, вероятно, задерживая поступление рилизинг гормона из гипоталамуса в аденогипофиз. Введение его животным различными путями: непосредственно в обе доли аденогипофиза по 1 мкг на долю, внутривенно и внутрикаротидно, внутривнутрибрюшинно, приводит к резкому снижению уровня АКТГ в плазме крови, аналогично изменению, наступающему у гипофизэктамированных животных.

Нейрохимические механизмы, осуществляющие это ингибирование, по всей вероятности, связаны с ингибирующим эффектом повышенных концентраций кортикостероидов на обменные процессы мозговой ткани.

В опыте использованы собаки 1—2 лет обоих полов. Суспензия дексаметазона, приготовленная на 0,9% NaCl, содержащем Твин—80—0,4%; карбоксиметилцеллюлозу—0,5%; бензилалкоголь—0,5%, вводилась собакам внутривенно из расчета: 25 мкг на 100 г веса животного. Собак декапитировали спустя четыре часа после введения дексаметазона.

Препараты ДНК выделяли по следующей прописи. Свежие ткани из разных отделов головного мозга (коры больших полушарий, мозжечок, продолговатый мозг) гомогенизировали на холоду (0—4°) в 0,15М NaCl, содержащем 0,01М цитрат натрия, 0,015М ЭДТА, 1,5% SDS, рН 8,5.

К гомогенату добавляли 1/4 объема 5М NaCl и равный объем хлороформа. Суспензию встряхивали 15 минут и центрифугировали 30 минут при 2000 об/мин. Водный слой аккуратно отсасывали и добавляли к нему 1/9 объема смеси ацетата+ЭДТА и равный объем изопропилового спирта. Полученную ДНК растворяли в дистиллированной воде, затем добавляли 1/9 объема 5М NaCl и равный объем смеси свежеперегнанного водонасыщенного фенола, содержащего 0,01% 8-оксихинолина и хлороформа (5:1). Суспензию встряхивали 90 мин и центрифугировали 15 мин при 4000 об/мин. Затем проводили еще несколько хлороформных депротенинизаций и из прозрачного водного раствора осаждали ДНК добавлением 1/9 объема смеси ацетат+ЭДТА и равного объема изопропилового спирта. Для удаления примесей РНК выделенные препараты ДНК обрабатывали предварительно прогретой при 85° РНК-азой и продукты гидролиза отделяли путем осаждения ДНК изопропанолом по методу Мармура.

Затем, ДНК многократно промывали 70—96% этанолом, эфиром и высушивали в термостате при 100—105° 30 мин. Нуклеотидный состав ДНК определяли после кислотного гидролиза 85%-ной муравьиной кислотой при 175°, 30 мин методом хроматографии на бумаге в системе (бутанол—вода—аммиак 60:10:0,1).

Плавление ДНК: ДНК растворяли в 0,1М SSC так, чтобы плотность не превышала 0,4 Е. Д. Плавление проводили на спектрофотометре «Уникем Р—800» в термостатированных кюветах.

Коэффициент седиментации препаратов ДНК ($S_{20, \omega}$) определяли в 0,1М SSC при плотности не выше 0,8 Е. Д. на ультрацентрифуге «Spinco» при 40000 об./мин.

Как было нами ранее показано (2) ДНК отдельных участков мозга крупного рогатого скота различаются по содержанию метилированного цитозина. Мы допустили возможность, что эти различия отражают дифференцировку и конкретно определенное функциональное состояние генома клеток нервной ткани.

Изучение уровня 5—СН₃—цитозина ДНК мозга собак выявило, что по содержанию 5—СН₃ цитозина ДНК разных отделов так же отличаются друг от друга, и кроме того, значительно разнятся от ДНК тех же отделов мозга крупного рогатого скота (табл. 1).

К сожалению, на сегодня нет возможности однозначной трактовки полученных различий. Можно лишь полагать, что эти различия явля-

ются отражением видовых различий, дифференциации и функционального состояния. В этом смысле представляют интерес данные Б. Ф. Ваюшина и др., которые приводят три разные величины уровня метилированного цитозина селезеночной ДНК трех быков: 1,07; 1,39; 1,66 мол%, что может расцениваться, по всей вероятности, как отражение определенной функциональной активности органа.

Мы попытались обнаружить функциональную зависимость в содержании метилированного цитозина в ДНК разных отделов головного мозга у собак от уровня кортикостероидов в организме.

Рядом авторов изучалось влияние кортикостероидов при гиперкортицизме на развитие центральной нервной системы в периоде раннего постнатального роста.

Было показано подавление активных синтетических процессов в мозге: уменьшение числа нервных и глиальных клеток, снижение уровня синтеза РНК.

Таблица 1

Нуклеотидный состав ДНК некоторых участков мозга собаки и крупного рогатого скота (мол.%)

Основания	Полушария		Мозжечок		Продолговатый мозг	
	собака	корова	собака	корова	собака	корова
Г	22,4	22,7	21,8	22,5	21,7	22,3
Ц	20,8	21,2	20,5	20,9	20,3	21,1
5МЦ	1,33	1,63	1,26	1,55	1,34	1,45
А	28,5	27,3	28,2	27,7	28,3	27,6
Т	28,0	27,2	27,5	27,4	27,5	27,5

Таблица 2

Нуклеотидный состав ДНК некоторых участков мозга собаки до и после введения дексаметазона (мол.%)

Основания	Полушария		Мозжечок		Продолговатый мозг	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Г	22,2	22,4	21,8	21,9	21,7	21,7
Ц	20,8	20,7	20,5	20,3	20,3	20,2
5МЦ	1,33	1,65	1,26	1,64	1,34	1,55
А	28,5	28,5	28,2	28,4	28,3	28,3
Т	28,0	27,8	27,5	27,7	27,5	27,6

Недавно мы показали, что у крыс под влиянием дексаметазона количество РНК-АУ типа в хромосомно-ядрышковом аппарате мозговой ткани резко уменьшается, наблюдается увеличение цитоплазматической, немитохондриальной фракции ДНК мозга (6). Исследование уровня 5—СН₃ цитозина в ДНК головного мозга собак после введения дексаметазона выявило увеличение степени метилирования ДНК изученных участков (табл. 2).

	Полушария		Мозжечок		Продолговатый мозг	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
(t°) плавления	87,0	86,5	87,5	87,5	86,0	86,0
% гиперхромии	27—28	27—28	27—28	27—28	27—28	27—28
Константа седиментации $S_{20,w}$	19—20	19—20	19—20	19—20	19—20	19—20
Молекулярный вес	$7 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^6$				

Исследованные препараты ДНК имели коэффициенты седиментации 19—20 $S_{20,w}$, молекулярный вес, вычисленный по кривой Эгнера, $7-8 \cdot 10^6$, что свидетельствует о нативности изученных ДНК, (табл. 3). Имеющиеся в литературе данные о воздействии кортикостероидов на клетки нервной ткани позволяют увеличение содержания 5— CH_3 —цитозина в ДНК под влиянием дексаметазона рассматривать как результат активации катаболических процессов. Де Дюва и Ватто (⁷), Абе-лан и Рот (⁸) приводят данные о том, что стероидные гормоны активируют ряд лизосомальных ферментов—катепсины, ДНК-аза, РНК-аза и др. Мы допускаем, что в результате активации ДНКаз ДНК мозговой ткани может претерпевать ограниченную деполимеризацию, освобождаться из ядра и частично утрачиваться в процессе выделения, если учесть, что метод выделения ДНК, использованный нами (см. методы) позволяет получать высокомолекулярную ДНК, освобождая ее от низкомолекулярных и деполимеризованных фракций.

При этом изменению подвергается и частично утрачивается часть ДНК с низким уровнем 5— CH_3 —цитозина.

Этот механизм согласуется с представлением о стабилизирующей роли метилирования цитозина по « C_5 » на структуру ДНК.

Мы не исключаем другие механизмы, которые могут лежать в основе полученных нами данных, например, конформационная доступность ДНК к метилированию в результате взаимодействия дексаметазона с ДНП, активация метилаз, изменение соотношения основной и сателитной ДНК в ядре и т. д.

Институт биохимии
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ Ա. Ա. ԳԱԼՈՅԱՆ, Թ. Ա. ԶԱՔԱՐՅԱՆ,
Ջ. Վ. ՂԱՐԻՐՅԱՆ, Վ. Թ. ԳԱԼՅԱՅԱՆ

Դեմո-ի մերիլացումն ուղեղի տարբեր մասերում դեֆամերազոնի ազդեցության տակ

Տվյալ հետազոտությունները նվիրված են Դեմո-ի 5- CH_3 -ցիտոզինի քանակական փոփոխության ուսումնասիրությանը շան ուղեղի տարբեր մասերում՝ դեֆամերազոնի ազդեցության տակ:

Ուսումնասիրությունները շան ուղեղի ԴՆԹ-ի CH_3 -ցիտոզինի մակարդակով բացահայտեցին, որ ըստ ԴՆԹ-ի δ - CH_3 -ցիտոզինի պարունակության տարբեր մասերը տարբերվում են մեկը մյուսից և նկատելիորեն տարբերվում են ԴՆԹ-ից, խոշոր եղջերավոր անասունի նույն մասերում:

Հեղինակները հայտնաբերել են ֆունկցիոնալ կախվածություն շան գլխուղեղի ԴՆԹ-ի մեթիլացված ցիտոզինի պարունակության և օրգանիզմում կորտիկոստերոիդների մակարդակի միջև: Հետազոտությունները շան գլխուղեղի ԴՆԹ-ի δ - CH_3 -ցիտոզինի մակարդակով, դիքսամեթազոնի ներմուծումից հետո բացահայտեց ԴՆԹ-ի մեթիլացիայի աստիճանի բարձրացումը 15—20% -ով ուսումնասիրվող տեղամասերում (կիսագնդեր, ուղեղիկ, երկարավուն ուղեղ):

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Б. Ф. Ванюшин, Успехи современной биол, 65, 163 (1968). ² В. К. Васильев, Д. В. Гарибян, Р. А. Захарян, А. А. Галоян, Б. Ф. Ванюшин, ДАН СССР, 205, 3 (1972). ³ Б. Ф. Ванюшин, Г. К. Коротаев, А. Л. Мизин, Г. Д. Бердышев, Биохимия, 34, 1, 191 (1969). ⁴ Г. Д. Бердышев, Г. К. Коротаев, Г. В. Боярский, Б. Ф. Ванюшин, Биохимия, 32, 5, 988 (1967). ⁵ Б. Ф. Ванюшин, Особенности первичной структуры ДНК. Автореферат докт. дисс., Изд. Моск. университета, 1972. ⁶ А. А. Галоян, Р. А. Захарян, Ж. Г. Абелян, Вопросы биохимии мозга, 4, 157 (1968). ⁷ G. de Duve, Wattiaux R., Ann. Rev. Physiol, 28, 435(1966). ⁸ E. Abellan, I. S. Roht, Biochem. Biophys. Res. Commun., 28, 2, 244(1967).

УДК 2.23.10.3

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Член корреспондент АН Армянской ССР В. О. Казарян,
Н. В. Балагезян, Е. А. Григорян

О роли корней в процессах омоложения листьев

(Представлено 24/III 1973)

Старческое состояние листьев определяется не только возрастом их или материнского растения (¹), влажностью (^{2,3}), световым режимом (⁴⁻⁶ и др.), минеральным питанием (⁷), но и общей функциональной активностью корневой системы. Старение растений и самих листьев, как показано экспериментально (^{8,9}), наступает постепенным уменьшением массы активных корней, приходящихся на единицу поверхности листьев. Такое онтогенетическое сокращение массы всасывающих корней приводит к необратимому уменьшению количества поглощенных и синтезированных ими веществ, коррелятивному ослаблению жизнедеятельности и сокращению числа листьев.

Омоложение растений, противоположно этому, рассматривается как процесс возобновления прежнего повышенного уровня обмена веществ между указанными полярно расположенными метаболическими органами. Омоложение обычно сочетается с формированием новых листьев и корней, характеризующихся более высокой физиологической активностью. В ходе омоложения растений, наступающего в результате усиления функциональной активности корней, повышается и жизнедеятельность старых листьев, претерпевающих ряд внутренних изменений.

Для экспериментальной иллюстрации этого положения в качестве объекта были взяты листья хризантемы (*Chrysanthemum indicum*) сорт «Паук» и катальпы (*Catalpa bignonioides*), которые хорошо укореняются во влажном песке. Листья катальпы были поставлены на укоренение 26/V 1969 г. и спустя примерно два месяца в условиях естественного дня одна часть из них образовала каллус, а другая—развитые корни. Листья хризантемы были взяты для укоренения 29/XI 1969 г. Они сформировали каллус и корни за такое же время в тепличных условиях при температуре воздуха 20—22°C. Для анализа опытные листья у одной группы были взяты непосредственно с растений (I группа), у других—после образования каллуса (II группа) и корней (III

группа). Листья, сформировавшие только каллус, визуально отличались от листьев, носящих развитые корни: они выглядели чуть пожелтевшими, с шероховатой поверхностью.

Для выявления разницы в общем уровне жизнедеятельности указанных групп листьев сначала была определена активность фотосинтеза методом Чатского и Славика (¹⁰). Полученные данные (табл. 1) наглядно показывают, что укорененные листья существенно отличаются по общей фотосинтетической активности. При этом минимальный уровень фотосинтеза обнаружен у листьев с каллусом. С появлением же на черенках развитых корней этот процесс существенно интенсифицируется.

Таблица 1

Изменение фотосинтетической активности изолированных листьев хризантемы (средние данные из 4-х повторностей)

Г р у п п ы	Фотосинтез, мг(СО ₂)час	В процентах
Лист на растении	11,57	100,0
Лист с каллусом	7,87	68,02
Лист с корнями	13,98	120,83

У укорененных листьев наряду с повышением уровня фотосинтеза активизируется и образование хлорофилла, что, как мы отметили, обнаруживается даже визуально. Однако, с целью получения более точных данных, а также определения количественного изменения хлорофилла «а» и «б» нами проведены соответствующие анализы (табл. 2).

Таблица 2

Количественные изменения хлорофилла в опытных листьях хризантемы

Г р у п п ы	Хлорофилл в мг на 1 г сырого веса			
	„а“	„б“	„а+б“	„а/б“
Лист на растении	11,683	10,403	22,086	1,12
Лист с каллусом	10,022	8,041	18,063	1,24
Лист с корнями	19,035	13,501	32,539	1,42

Как показывают приведенные данные, максимальное содержание хлорофилла обнаруживается у укорененных листьев, минимальное — у листьев с каллусом. Нарастание общего количества хлорофилла в укорененных листьях составляет более 47%.

Данные, касающиеся хлорофилла «а» и «б» в этом отношении существенно отличаются: у листьев с корнями увеличение хлорофилла «а» составляет более чем 62%, а хлорофилла «б» — примерно 30%. Этим и объясняется значительное нарастание отношения указанных пигментов хлорофилла у листьев последней группы. Эти данные показывают, что хлорофилл «а» является более лабильной, нежели хлорофилл «б», что было установлено еще ранее (¹¹).

Существенные изменения происходят и с содержанием углеводов

(табл. 3), и азотистых соединений (табл. 4) в опытных листьях.

После изоляции листа в период формирования на них корней из углеводов больше всего подвергалась расходу сахароза. Она почти исчезла из листьев. С появлением корней в листовой пластинке количество сахарозы восстановилось и даже несколько увеличилось. В листьях с корнями обнаружено также существенное повышение содержания полимерных углеводов (главным образом—гемицеллюлозы).

Таблица 3

Изменение содержания углеводов в изолированных листьях хризантемы

Г р у п п ы	Углеводы в мг на 1 г сухого вещества					
	глюкоза	мальтоза	сахароза	крахмал	гемицеллюлоза	сумма
Лист на растении	48,80	23,20	12,54	24,12	73,20	181,86
Лист с каллусом	48,40	19,40	1,52	95,28	73,56	168,16
Лист с корнями	21,20	18,80	17,86	48,84	03,56	210,26

Сравнительно слабому изменению подвергались различные формы азота (табл. 4).

Максимально изменился в период формирования каллуса белковый

Таблица 4

Изменение содержания азота в изолированных листьях хризантемы

Г р у п п ы	Азот в мг на 1 г сухого вещества			% белкового от общего
	общий	белковый	небелковый	
Лист на растении	25,91	20,33	5,58	78,3
Лист с каллусом	23,80	18,19	5,61	76,9
Лист с корнями	32,92	22,82	10,10	30,6

азот, количество которого уменьшилось на 10,6%. В результате образования корней существенно увеличилось содержание общего азота и более слабо—белкового. Вследствие этого количество небелкового азота почти удвоилось. Видимо, после какого-то оптимального предела прекратилось дальнейшее образование белков в листьях, а корни еще продолжали поглощать азот. При таких обстоятельствах процент белкового азота от общего резко уменьшился и дошел до 30,6%.

В одной из наших работ (12) установлено, что нарушение корне-лиственной корреляции приводит в первую очередь к уменьшению распада азотистых соединений листьев с выделением аммиака. Этот факт рассматривается как один из показателей старческого состояния листа и исходя из этого, мы предполагали, что с изоляцией листьев должно увеличиваться содержание аммиака, а с формированием корней—уменьшаться.

Проведенные для иллюстрации этого положения опыты с листьями катальпы (табл. 5) показали, что самое большое содержание аммиака было обнаружено в пластинке изолированных иносящих каллус листьев, меньше всего—у листьев с корнями. Кроме того, выяснилось,

что клетки каллуса более богаты аммиаком, тогда как в корнях его содержание существенно уменьшается.

Эти данные одновременно показывают, что после изоляции листьев усиливается распад белков в них с выделением аммиака. По мере формирования корней теперь уже активизируется образование белков, с вовлечением аммиака в их состав. У изолированных и неукорененных листьев, видимо, вместе с ассимилятами из клеток пластинки листа к

Таблица 5

Содержание аммиака в листьях каллуса и корнях катальпы

Г р у п п ы	Аммиак в мг на 1 г сырого веса		
	листовая пластинка	каллус	корни
Лист на растении	0,0108	—	—
Лист с каллусом	0,0184	0,0252	—
Лист с корнями	0,0056	—	0,0070

черенкам поступает и аммиак. Каллус в отличие от корней, будучи лишенным метаболической функции и обладая небольшой поверхностью для выделения аммиака, накапливает его.

Исследовалась также активность транспирации опытных листьев (табл. 6) с целью установления зависимости интенсивности транспирации от их корнеобеспеченности и возраста материнского дерева.

Полученные данные наглядно показывают, что неизоллированные листья отличаются более активной транспирацией, нежели укорененные, хотя последние характеризуются весьма повышенной корнеобеспечен-

Таблица 6

Интенсивность транспирации неизоллированных и укорененных одноярусных листьев катальпы

Возраст растений, с которых взяты листья	В а р и а н т ы	Транспирация в мг 110 см ²		
		за 3 мин.	за 5 мин.	за 10 мин.
15-летние деревья	Неизоллированный лист	8,72	17,52	21,28
	Укорененный лист	4,21	7,52	12,48
5-летние деревья	Неизоллированный лист	10,00	18,79	33,83
	Укорененный лист	9,72	13,15	22,55

ностью и содержат больше воды. Как неизоллированные, так и укорененные листья по ксероморфности были равноценными: обе группы в отношении ярусного расположения не отличались. В связи с тем, что укорененные листья характеризуются рядом признаков физиологической молодости и содержат больше гидрофильных компонентов в клетках, они показывают слабую транспирацию. Это положение наглядно видно и при сравнении данных, полученных в опытах с листьями, взятыми от молодых и старых деревьев. Листья тех и других растений, хотя и были одноярусными, транспирационная активность у молодых

деревьев оказалась гораздо ниже. Дело в том, что молодые деревья обладают большой массой активных корней, приходящихся на единицу площади листьев (⁹). Как в этом, так и в случае укорененных листьев, всегда обнаруживается обратная зависимость между коэффициентом корнеобеспеченности листьев и интенсивность транспирации. Это свидетельствует о том, что листья старых деревьев характеризуется весьма повышенным водным дефицитом, нежели таковые молодых деревьев или укорененные листья.

Резюмируя результаты полученных данных, мы вправе констатировать, что в результате укоренения в листьях происходит ряд физиолого-биохимических изменений, которые приводят к их омоложению. С этой точки зрения корни следует рассматривать как орган омоложения. В действительности, укорененные листья могут жить 10 и более лет (¹³), тогда как на материнском растении они стареют и отмирают гораздо раньше.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ԲՊԻ-ի Գ-անոցում Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ե. Վ. ԲԱԼԱԳՅՈՋՅԱՆ,
Ե. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Տերևների ծերացման պրոցեսներում արմատների դերի մասին

Տերևների հասակային փոփոխությունները պայմանավորված են ոչ միայն բույսի տարիքով, կամ արտաքին պայմաններով, այլև բույսի ակտիվ արմատների մասսայով և ֆիզիոլոգիական վիճակով: Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն բույսերի ծերացումը դիտվում է որպես արմատային անբավարարության հետևանք, որը աստիճանաբար ուժեղանում է բույսի հասակային փոփոխությունների և արտաքին պայմանների վատթարացման զուգահեռ:

Ի հակադրություն ծերացման, բույսերի երիտասարդացումն իրականացվում է արմատային սիստեմի կենսագործունեության ակտիվացման եղանակով: Նշված օրինաչափությունը՝ ինչպես ցույց են տալիս ստորև շարադրվող փորձերի արդյունքները, բնորոշ է նաև բույսից մեկուսացված տերևներին:

Որպես փորձի օբեկտներ վերցվել են բրիզանթեմայի և կատալպայի տերևները, որոնք հեշտությամբ արմատակալվում են խոնավ ավազի պայմաններում: Ստուգիչ, կալլուս առաջացրած և արմատակալացված տերևների կենսագործունեությունների համեմատական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ արմատակալացված տերևները ցուցաբերում են բարձր ֆոտոսինթետիկ ակտիվություն, պարունակում են ավելի շատ բլոբոֆիլ, շարքարներ և սպիրտակուցներ: Նախքան արմատակալումը նշված ցուցանիշները զգալի չափով բնկնում են տերևներում, աճելով ամոնիումի քանակը: Տերևների արմատակալման զուգահեռ նկատվում է հակառակ պատկերը:

Բոլորովին այլ է գրությունը ջրի գոլորշիացման ակտիվությունը ստուգիչ, կալլուս ունեցող և արմատակալված տերևների մոտ: Չնայած մայրական բույսերի վրա գտնվող տերևները բնորոշվում են ավելի ցածր արմատաապահովվածությամբ, սակայն ցուցաբերում են ինտենսիվ տրանսպիրացիայի ունակություն:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԳՆԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Н. П. Кренке, Теория циклического старения и омоложения растений и практическое его применение, Сельхозгиз, 1940. ² А. М. Алексеев, Уч. записки Казанск. Гос. ун-та, 97, 1937. ³ Н. А. Максимов, Сб. работ по физиологии растений, посвященный памяти К. А. Тимирязева, 1941. ⁴ W. W. Garner and A. Allard, Journ. agr. Res., 18, 1920. ⁵ М. Х. Чайлахян, Гормональная теория развития растений, Изд. АН СССР, 1937. ⁶ Б. С. Мешков Фотопериодизм растений, М.—Л., 1961. ⁷ П. И. Гупало, Возрастные изменения растений и их значение в растениеводстве, «Наука», 1969. ⁸ В. О. Казарян, Доклады ереванского симпозиума по онтогенезу высших растений, Ереван, 1966. ⁹ В. О. Казарян, Старение высших растений, «Наука», 1969. ¹⁰ И. Чатский, Б. Славик, Biologie Plantarum, 2 (2), 1960. ¹¹ А. А. Шлык, Метод меченных атомов в изучении биосинтеза хлорофилла, Минск, 1956. ¹² В. О. Казарян, А. Г. Абрамян, Г. Е. Вартамян, ДАН Арм. ССР, т. 54, 5(1972). ¹³ Н. И. Дубравицкая, Регенерация и возрастная изменчивость растений, Изд. АН СССР, 1961.

