

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XLIV, № 4

1967

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻՎՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Ռ. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ:

В. А. АМБАРИЦУМЯН, академик, Э. Г. АФРИКЯН, кандидат биологических наук, А. Т. БАБАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, чл.-корресп. АН АрмССР (зам. отв. редактора), С. А. МИРЗОЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, С. С. МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), О. М. САПОНДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, А. А. ТАЛАЛЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, М. Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

Ր Ո Վ Ա Ն Գ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ա. Գ. Նազարով, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս — Մաթեմատիկական տրամաբանության մի քանի սպերադիաների իդեոգրաֆիկական պատման փորձ 145

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ա. Գ. Ռազդու — Ճնշման հսկաստի շարժումը անհամասեռ հեղուկում 151

ԿԱՌՈՒՅՎԱՆՔՆԵՐԻ ՍԵՑՍԻՈՆԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Ս. Գաբրիելյան — Առաձգականության սահմանից դուրս դառնալը կառուցվածքների սեյսմիկ ազդեցության հաշվարկի մասնակ մարման և ամրացման հաշվի տոնելու մասին 159

ՖԻԶԻԿԱ

Գ. Մ. Ավագյանց, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Յու. Ա. Աբրահամյան, Ս. Ն. Գասպարյան, Վ. Խ. Կարապետյան և Ի. Ա. Սարկիսյան — Դիֆերենցիալ բացասական դիմադրությունով դիկալարող սխիցիումային ուղղիչներ 163

Վ. Մ. Հառուրդյան և Ա. Հ. Մելիքյան — Մոդաների դինամիկան փակ զինե-
րատորում 167

ԱՍՏՐՈՆՈՄԻԱ

Հ. Ս. Ռադալյան — Զեդս ջրածնի և ցիֆերների բաշխվածությունը Անդրոմեդայի աստղային սխտեմում 171

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Ն. Մ. Քեյլերյան, Հ. Հ. Չալրիկյան, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, և Գ. Ա. Խասյան — Զրային լուծույթում պիպերիդինի և մորֆոլինի պերսուլֆատով օքսիդացման կինետիկան 174

ՈՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Վ. Ի. Խազուլյանց, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Բ. Մելիքյան և Ջ. Գ. Կուտստենովիչ — Զ. Բրոմատիրուրի կոնդենսացումը պարաֆորմալդեհիդի հետ ԽՍՀ-ի ներկայությամբ 181

ՌՈՒՅՍՆԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Կ. Ս. Պոդոսյան — Խաղողի վազի շնչառությունը տարեկան զարգացման ընթացքում 187

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
МАТЕМАТИКА	
<i>А. Г. Назаров</i> , академик АН Армянской ССР — Опыт одной идеографической записи некоторых операций математической логики	145
МЕХАНИКА	
<i>А. Г. Багдоев</i> — Движение фронта давления в неоднородной жидкости	151
СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ СООРУЖЕНИЙ	
<i>С. С. Дарбинян</i> — Об учете затухания и упрочнения при расчете сооружений на сейсмические воздействия за пределом упругости	157
ФИЗИКА	
<i>Г. М. Авакьянц</i> , чл.-корр. АН Армянской ССР, <i>Ю. А. Абрамян</i> , <i>С. Н. Гаспарян</i> , <i>В. Е. Карапетян</i> и <i>И. А. Саркисян</i> — Кремниевые диоды с управляемым дифференциальным отрицательным сопротивлением	163
<i>В. М. Арутюнян</i> и <i>А. О. Меликян</i> — Динамика мод в закрытом генераторе	167
АСТРОФИЗИКА	
<i>Г. С. Бадалян</i> — Распределение нейтрального водорода и цефеид в звездной системе Андромеды	171
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
<i>Н. М. Бейлерян</i> , <i>О. А. Чалтыкян</i> , чл.-корр. АН Армянской ССР, и <i>Г. А. Есаян</i> — Кинетика окисления пиперидина и морфолина персульфатом калия в водных растворах	174
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
<i>В. И. Исагулянц</i> , академик АН Армянской ССР, <i>В. Р. Меликян</i> и <i>З. Д. Кустанович</i> — Конденсации 3-бромстирола с параформальдегидом в присутствии КУ-2	181
ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	
<i>К. С. Погосян</i> — Дыхание виноградной лозы в период годовичного цикла развития	187

МАТЕМАТИКА

А. Г. Назаров, академик АН Армянской ССР

Опыт одной идеографической записи некоторых операций
 математической логики*

(Представлена 12/IV 1967)

Рассмотрим таблицу истинности для некоторой бинарной логи-
 ческой операции над высказываниями X и Y

$X \backslash Y$	и	л
и	a	b
л	c	d

В этой таблице под a , b , c и d понимаются либо и (истина), либо л (ложь). Предлагаем следующую схему символа для этой таблицы:

$$\begin{array}{ccc} & a & b \\ X & \diagdown & \diagup & Y \\ & c & d \end{array} \quad (1)$$

Мы видим, что четырем концам этой схемы, в зависимости от их ориентации, отвечают следующие значения X и Y :

- 1) верхний левый конец a , X есть и, Y есть и;
- 2) верхний правый конец b , X — и, Y — л;
- 3) нижний левый конец c , X — л, Y — и;
- 4) нижний правый конец d , X — л, Y — л.

Условимся для обозначения данной конкретной логической опе-
 рации придерживаться следующего правила: если данному концу
 символа отвечает истина, то не вводить никакого обозначения; если
 же данному концу символа отвечает ложь, то к этому концу доба-
 вить горизонтальную черту. Эту черту будем называть знаком лжи.

Например, символ с тремя знаками лжи, приводимый здесь,

$$X _ \times _ _ Y$$

* О различных попытках идеографической записи операций математической
 логики см. (1). Там же приведена литература, посвященная этому вопросу.

изображает следующую логическую операцию:

$X \backslash Y$		л
и	и	л
л	л	л

Приведем все 16 возможных значений логических операций, систематизированных определенным образом. Наименования десяти из них нами заимствованы из (2, 3).

Знак $\equiv$ означает равносильность.

В качестве символа для отрицания принимаем горизонтальную черту над символом, изображающим высказывание.

Группа 0—символ не содержит ни одной лжи:

$$Z_{01} \equiv X \times Y.$$

Таким образом, Z_{01} означает тождественную истинность, каковы бы ни были X и Y .

Группа 1—символ содержит лишь одну ложь:

$Z_{11} \equiv X \neg \times Y$ — антиконъюнкция, отрицание конъюнкции, неконъюнкция, штрих Шеффера;

$Z_{12} \equiv X \times \neg Y$ — (истинностный) условный союз, (материальная) импликация, следование;

$Z_{13} \equiv X \neg \times Y$ — обратная импликация;

$Z_{14} \equiv X \times \neg Y$ — (неразделительная) дизъюнкция;

Группа 2—символ содержит две лжи:

$Z_{21} \equiv X \neg \times \neg Y \equiv X$ каков бы ни был Y ;

$Z_{22} \equiv X \neg \times \neg Y \equiv \bar{X}$ " " " " Y ;

$Z_{23} \equiv X \times \neg Y \equiv Y$ " " " " X ;

$Z_{24} \equiv X \neg \times Y \equiv \bar{Y}$ " " " " X ;

$Z_{25} \equiv X \neg \times \neg Y$ (истинностный) биусловный союз, (материальная) эквивалентность;

$Z_{26} \equiv X \neg \times \neg Y$ — разделительная дизъюнкция, (материальная) антиэквивалентность, неэквивалентность, отрицание (материальной) эквивалентности;

Группа 3 — символ содержит три лжи:

$Z_{31} \equiv X \neg \times \neg Y$ — конъюнкция;

$Z_{32} \equiv X \neg \times \neg Y$ — (материальная) антиимпликация, неимпликация, отрицание (материальной) импликации;

$Z_{33} \equiv X \neg \times \neg Y$ — обратная антиимпликация, неимпликация, отрицание обратной импликации;

$Z_{34} \equiv X \overline{\overline{X}} Y$ — антидизъюнкция, недизъюнкция, отрицание дизъюнкции;

Группа 4—символ содержит все четыре лжи:

$$Z_{41} \equiv X \overline{\overline{X}} Y \equiv \text{л.}$$

Таким образом, Z_{41} означает тождественную ложь, каковы бы ни были X и Y .

Мы замечаем, что вторая группа символов приводит к разного рода тождественностям, эквивалентности и отрицанию эквивалентности. Здесь тривиальными являются Z_{21} , Z_{22} , Z_{23} и Z_{24} из-за того обстоятельства, что знаки лжи расположены рядом.

По ходу работы мы иногда будем рассматривать одновременно несколько символов, на некоторых концах которых допускаем возможными либо ложь, либо истину.

Например, символ $\overline{\overline{X}} \overline{\overline{Y}}$ означает либо $\overline{\overline{X}}$, либо $\overline{\overline{Y}}$. Символ $\overline{\overline{X}} \overline{\overline{Y}}$ означает все множество символов.

Условимся в дальнейшем в следующем: отрезок ad символа (1) будем называть главной диагональю, а отрезок cb —второстепенной диагональю.

Приведем теперь основные свойства рассмотренных здесь символов логических операций. Доказательства их крайне просты и потому останавливаться на них не будем.

Свойство 1.

$$X \begin{array}{cc} a & b \\ & \diagdown \diagup \\ & X \\ & \diagup \diagdown \\ c & d \end{array} Y \equiv Y \begin{array}{cc} a & c \\ & \diagdown \diagup \\ & Y \\ & \diagup \diagdown \\ b & d \end{array} X,$$

т. е. X и Y можно поменять местами, если поменять местами значения b и c на второстепенной диагонали. Отсюда вытекает условие коммутативности,

$$X \begin{array}{cc} a & b \\ & \diagdown \diagup \\ & X \\ & \diagup \diagdown \\ b & d \end{array} Y \equiv Y \begin{array}{cc} a & b \\ & \diagdown \diagup \\ & Y \\ & \diagup \diagdown \\ b & d \end{array} X,$$

т. е. знаки истинности на концах второстепенной диагонали должны быть одинаковыми.

Таким образом коммутируются Z_{01} , Z_{11} , Z_{14} , Z_{25} , Z_{26} , Z_{31} , Z_{34} и Z_{41} .

Свойство 2.

$$\overline{\overline{X}} \begin{array}{cc} a & b \\ & \diagdown \diagup \\ & \overline{\overline{X}} \\ & \diagup \diagdown \\ c & d \end{array} Y \equiv X \begin{array}{cc} c & d \\ & \diagdown \diagup \\ & X \\ & \diagup \diagdown \\ a & b \end{array} Y.$$

Итак, для того чтобы снять знак отрицания с X , достаточно логический символ повернуть на 180° относительно горизонтальной оси. Также наоборот, если логический символ повернуть на 180° относительно горизонтальной оси, то над X надо поставить знак отрицания.

Свойство 3.

$$\begin{array}{c} a \quad b \\ \diagdown \quad \diagup \\ X \quad \bar{Y} \\ \diagup \quad \diagdown \\ c \quad d \end{array} \equiv \begin{array}{c} b \quad a \\ \diagdown \quad \diagup \\ X \quad Y \\ \diagup \quad \diagdown \\ d \quad c \end{array}.$$

Итак, для того чтобы снять знак отрицания с Y , достаточно логический символ повернуть на 180° относительно вертикальной оси. Также наоборот, если логический символ повернуть на 180° относительно вертикальной оси, то над Y надо поставить знак отрицания.

Свойство 4.

$$\begin{array}{c} a \quad b \\ \diagdown \quad \diagup \\ \bar{X} \quad \bar{Y} \\ \diagup \quad \diagdown \\ c \quad d \end{array} \equiv \begin{array}{c} d \quad c \\ \diagdown \quad \diagup \\ X \quad Y \\ \diagup \quad \diagdown \\ b \quad a \end{array}.$$

Итак, для того чтобы снять знаки отрицания с обоих высказываний X и Y , достаточно поменять местами концы главной диагонали и концы второстепенной диагонали и наоборот.

Свойство 5.

$$\overline{\begin{array}{c} a \quad b \\ \diagdown \quad \diagup \\ X \quad Y \\ \diagup \quad \diagdown \\ c \quad d \end{array}} \equiv \begin{array}{c} \bar{a} \quad \bar{b} \\ \diagdown \quad \diagup \\ X \quad Y \\ \diagup \quad \diagdown \\ \bar{c} \quad \bar{d} \end{array}.$$

Итак, чтобы снять знак отрицания с логической операции в целом, достаточно ввести знаки отрицания во всех четырех концах символа логической связки.

Свойство 6.

Операции отрицания над высказываниями X и Y , а также над обоими ими не изменяют принадлежности символа к группе.

Действительно, из свойств 2, 3 и 4 вытекает, что значения истинности a , b , c и d лишь меняют свои положения. Стало быть не меняется количество знаков лжи и потому не меняется принадлежность символа к группе.

Свойство 7.

При использовании операции отрицания над логической операцией в целом, символ нулевой группы переводится в символ четвертой группы и наоборот; символ первой группы в символ третьей группы и наоборот; символ второй группы переводится в другой символ той же группы.

Например, $\overline{X \times Y} \equiv X \neg \times \neg Y$,

$$\overline{X \neg \times \neg Y} \equiv X \neg \times Y, \quad \overline{X \neg \times Y} \equiv X \neg \times \neg Y.$$

Свойство 8.

Если $X \equiv Y$, то значения истинности находятся на главной диагонали; если же $X \equiv \bar{Y}$, то значения истинности находятся на второй диагонали.

Приведем некоторые простейшие примеры операций математической логики для иллюстрации вышесказанного.

$$1. X \times \neg Y \equiv \bar{X} \times \neg Y.$$

$$2. \left. \begin{aligned} \overline{X \times \neg Y} &\equiv X \neg \times \neg Y \equiv \bar{X} \neg \times \neg \bar{Y} \\ \overline{X \neg \times \neg Y} &\equiv X \neg \times Y \equiv \bar{X} \times \neg \bar{Y} \end{aligned} \right\} \text{(законы де Моргана)}$$

$$3. \overline{\bar{X} \times \neg \bar{Y}} \equiv \bar{X} \neg \times \neg \bar{Y} \equiv X \neg \times Y.$$

4. Рассмотрим

$$\begin{array}{ccc} (1) & (2) & (3) \\ (X \neg \times \neg Y) \neg \times (X \neg \times \neg Y) & \equiv & (X \neg \times \neg Y). \end{array} \quad (2)$$

Здесь символы (1) и (2) произвольны, а символ (3) зависит от них. Анализируя это выражение, приходим к выводу, что если на одном из сходственных концов первого или второго символа имеется знак лжи, то на сходственном конце третьего символа должна быть ложь.

Например,

$$(X \times \neg Y) \neg \times (X \neg \times Y) \equiv (X \neg \times \neg Y) \equiv \bar{X},$$

$$(X \times \neg Y) \neg \times (X \neg \times Y) \equiv (X \neg \times \neg Y),$$

$$(X \neg \times \neg Y) \neg \times (X \neg \times Y) \equiv (X \neg \times \neg Y) \equiv \text{л.}$$

Отсюда следует, что для того чтобы операция (2) приводила к тождественной лжи, необходимо и достаточно, чтобы был знак лжи на любом конце либо символа (1), либо символа (2), либо для обоих символов одновременно.

5. Рассмотрим

$$\begin{array}{ccc} (1) & (2) & (3) \\ (X \neg \times \neg Y) \times (X \neg \times \neg Y) & \equiv & (X \neg \times \neg Y). \end{array} \quad (3)$$

Здесь символы (1) и (2) по-прежнему произвольны, а символ (3) зависит от них. Анализируя это выражение, приходим к выводу, что какой-либо конец символа (3) содержит ложь, если сходственные концы символов (1) и (2) содержат ложь.

Например,

$$(X \times \neg Y) \times (X \neg \times Y) \equiv (X \times Y) \equiv \text{и},$$

$$(X \neg \times Y) \times (X \times Y) \equiv (X \times Y).$$

Отсюда следует, что логическая операция (3) будет тождественно истинной только в том случае, если сходственные концы символов (1) и (2) одновременно не содержат знака лжи.

Аналогичным путем, по-видимому, можно разработать символику для трехзначной математической логики (истина, ложь, неопределенность). Для этого, кроме диагонали, надо ввести через центр их пересечений горизонтальные и вертикальные лучи. Всего образуется восемь лучей, на концах которых помещаются обозначения, отвечающие восьми элементам таблицы истинности. Девятый, центральный элемент, остается на пересечении лучей. Преобразование различных символов друг в друга осуществляется путем вращения их относительно различных осей. Соотношения при этом значительно сложнее и многообразнее и не исследованы нами до конца.

Сектор вычислительной техники
Института геофизики и
инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Գ. ՆԱԶԱՐԱՎ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս

Մաթեմատիկական տրամաբանության մի բանի օպերացիաների իդեոգրաֆիկական գրառման փորձ

Հոգիածու՜մ տրվում է երկակի տրամաբանական օպերացիայի իսկության ցանկացած ադյուտակի իդեոգրաֆիկական գրառումը: Այդ ձևով ստացված սխեմաները ընդունվում են որպես տրամաբանական օպերացիաների կադակցոզ:

Յույց է տրվում, թե տրամաբանական օպերացիաների պրոցեսում ինչպես մի ձևի սխեմաները ձևափոխվում են մի այլ ձևի:

Վերջում ցուցադրման համար բերված են մաթեմատիկական տրամաբանության օպերացիաների սրինակներ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Վ Ո Ւ Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ Н. И. Стежкин, Становление идей математической логики, Изд. Наука, М., 1964. ² П. С. Новиков, Элементы математической логики, Гос. изд. физ.-мат. лит., М., 1959. ³ А. Черч, Введение в математическую логику, т. 1, Изд. иностран. лит., М., 1960.

МЕХАНИКА

А. Г. Багдоев

Движение фронта давления в неоднородной жидкости

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 16/III 1967)

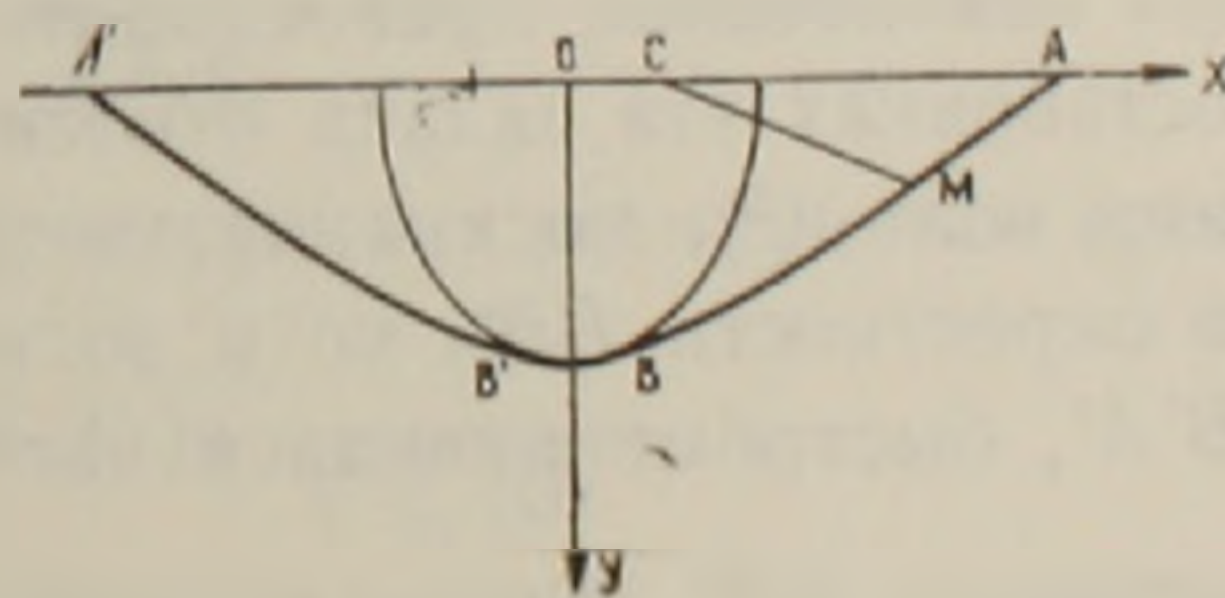
Рассматривается плоская задача о движении тяжелой идеальной неоднородной жидкости с начальными распределениями плотности $\rho_0(y)$, скорости звука $a_0(y)$ и давления $P_0(y)$, под действием ударного давления, заданного на ее поверхности. Ось Ox выбрана по невозмущенной границе жидкости, ось Oy — в глубь нее, точка O совпадает с точкой поверхности, в которой возникло давление, t — время с начала движения.

На границе жидкости выполнено условие для избыточного давления

$$P(x, 0, t) = \begin{cases} P_1(|x|, t) & |x| < R(t) \\ 0 & |x| > R(t) \end{cases} \quad (1)$$

где $|x| = R(t)$ координата фронта давления на границе. $P_1(|x|, t) = P_A(t) f\left(\frac{|x|}{R}\right)$ распределение давления за фронтом на границе. Предполагается, что $V = R'(0)$ конечно и что $R'(t)$ больше скорости возмущений в жидкости. Тогда область возмущенного движения жидкости ограничена ударной волной $ABV'A'$ (фиг. 1), причем участок ее BB' соответствует области влияния точки O и несет в линейной постановке нулевое избыточное давление (¹). Уравнение состояния жидкости $P = P(\rho, S)$, вообще говоря, произвольное, хотя может быть взято и в частной форме уравнения Тэга

$$P = B \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - B, \quad (2)$$



Фиг. 1.

где B, n — постоянные, P — избыточное давление, S — энтропия. Задачей настоящей статьи является определение давления вблизи фронта BB' в нелинейной задаче с учетом малости возмущений — малое значение параметра $\gamma = \frac{P}{\rho_0 a_0^2}$.

В линейном случае решение вблизи BB' находится в виде ⁽¹⁾:

$$\frac{P}{P_A(0)} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\frac{1}{a_0^2(0)} - \lambda^2}{\frac{1}{a_0^2(y)} - \lambda^2}} \frac{C}{V J_1} \sqrt{t - \tau(x, y)}, \quad (3)$$

где

$$C = V \sqrt{2} \int_{-1}^1 \frac{f(|\xi|) d\xi}{(1 - V\lambda\xi)^2},$$

$$J_1 = \int_0^y \frac{dy}{a_0^2 \left(\frac{1}{a_0^2} - \lambda^2 \right)^{\frac{3}{2}}},$$

а уравнение линии $BB' - t = \tau(x, y)$ в линейном случае имеет вид ⁽¹⁾:

$$x = \lambda \int_0^y \sqrt{\frac{dy}{\frac{1}{a_0^2} - \lambda^2}}, \quad (4)$$

$$t = \int_0^y \frac{dy}{a_0^2 \sqrt{\frac{1}{a_0^2} - \lambda^2}},$$

причем $\lambda = \frac{\sin \vartheta}{a_0(0)}$, где ϑ — угол выхода лучей (4) на поверхности $y=0$

с осью Oy . Определим решение в окрестности линии BB' в нелинейной задаче, учитывая, что если ввести вместо x, y координаты τ, ϑ , производные по τ значительно превосходят производные по ϑ в силу (3), и движение одномерно вдоль лучей, причем производные P по τ будут значительно превосходить P . Несмотря на некоторое различие в постановках эта задача относится к области применения теории коротких волн ⁽²⁾, поскольку, хотя решение отлично от нуля не только в окрестности BB' , но и во всей области, ограниченной линией $ABV'A'$, быстроменяющаяся часть решения (3) имеет место только в окрестности BB' , имеющей второй порядок по $\gamma = \frac{P_A(0)}{\rho_0 a_0^2}$, и оценки

⁽²⁾ применимы. Тогда имеем окрестности BB' ⁽²⁾ для давления $P = \Delta$:

$$\Delta = \alpha \sqrt{\rho_0 a_0} e, \quad (5)$$

где $\alpha = \text{const}$ есть выбранная характеристика вблизи BB' , n_x, n_y — косинусы нормали к поверхности, причем

$$n_x = \frac{\partial t}{\partial x} a_0, \quad n_y = \frac{\partial t}{\partial y} a_0, \quad t = t(x, y)$$

есть характеристическая поверхность, близкая к BB' , поэтому вычисление n_x и n_y может быть проведено для поверхности (4), где вместо 0 в пределе интегрирования нужно брать малую положительную величину $y_1(x)$. Тогда можно найти по (4)

$$n_x = \lambda a_0(y), \quad n_y = \sqrt{\frac{1}{a_0^2} - \lambda^2} a_0(y),$$

$$\frac{\partial n_x}{\partial x} = \frac{a_0}{J_1(y)}, \quad \frac{\partial n_y}{\partial y} = \frac{-\frac{\partial}{\partial y} \lambda^2 a_0^2}{2 \sqrt{1 - \lambda^2 a_0^2}}, \quad (6)$$

где в $J_1(y)$ в пределе интегрирования вместо 0 нужно брать $y_1(x)$. Учитывая, что по (4) вдоль луча

$$dt = \frac{dy}{a_0^2 \sqrt{\frac{1}{a_0^2} - \lambda^2}}, \quad (7)$$

можно проинтегрировать (5), (6). Однако производная $\frac{\partial \lambda}{\partial y}$ отлична от нуля, в то время как при интегрировании в (5) λ постоянно. Раскрывая (6) с учетом (4), получим

$$\frac{\partial n_x}{\partial x} + \frac{\partial n_y}{\partial y} = \frac{a_0}{(1 - \lambda^2 a_0^2) J_1(y)} - \frac{\lambda^2 \frac{\partial a_0^2}{\partial y}}{2 \sqrt{1 - \lambda^2 a_0^2}}, \quad (8)$$

и подставляя в (5) решение на характеристике $\alpha = \text{const}$ в виде

$$P = \alpha V_{\rho_0} \frac{V J_1(y_1)}{V J_1(y)} \sqrt{\frac{\frac{1}{a_0^2(0)} - \lambda^2}{\frac{1}{a_0^2(y)} - \lambda^2}}, \quad (9)$$

Введем вместо α переменную y_1 , имеющую размерность времени

$$\alpha \sqrt{J_1(y_1)} = \frac{P_A(0)}{\pi} C \sqrt{y_1} \frac{1}{V_{\rho_0}(0)}. \quad (10)$$

Тогда (9) представляет линейное решение (3), где произведена замена линейной характеристики $t - \tau$ на y_1 . Здесь $y_1 = \text{const}$ уравнение нелинейных характеристик. Учитывая, что скорость возмущений в бегущих волнах дается (3):

$$\frac{dl}{dt} = a_0 + a_0 \alpha^2 \frac{P}{\rho_0 a_0^2}, \quad (11)$$

где $\alpha^2 = \frac{1}{2\rho_0^3 a_0^2} \left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2} \right)_s$, $V = \frac{1}{\rho}$, причем для уравнения (2)

$\alpha^0 = \frac{n+1}{2}$, l есть длина дуги вдоль луча, и, подставляя (9) в (11), после интегрирования легко найти

$$t = \int_0^y \frac{dy}{a_0^2 \sqrt{\frac{1}{a_0^2} - \lambda^2}} - \sqrt{y_1} \frac{P_A(0)}{\pi} C \int_0^y \frac{\alpha^0}{\rho_0 a_0} \sqrt{\frac{\rho_0(y)}{\rho_0(0)}} \sqrt{\frac{\frac{1}{a_0^2(0)} - \lambda^2}{\frac{1}{a_0^2(y)} - \lambda^2}} \frac{dy}{\sqrt{J_1(y)}} + y_1. \quad (12)$$

Исключая y_1 из (9), (10) и (12), можно найти решение в окрестности BB' , которое ранее было получено в ⁽¹⁾ методом непосредственной замены линейных характеристик уточненными.

Решение на ударной волне находится обычным способом ⁽²⁾ и совпадает с ⁽¹⁾. Следует заметить, что начальные параметры зависят, вообще говоря, от начальных, то есть лагранжевых координат, однако, поскольку вертикальные смещения частиц, равные $\int_2^t v_y dt$, имеют порядок γ ($t - \tau$), ими можно пренебречь и использовать эйлеровы координаты.

Решение для больших моментов времени в линейном случае получается из общего решения вблизи фронта ⁽¹⁾ в виде:

$$P = \frac{F(\tau')}{\sqrt{J_1(y)}},$$

где

$$F(\tau') = \frac{1}{\pi} \sqrt[4]{\frac{\frac{1}{a_0^2(\infty)} - \lambda^2}{\frac{1}{a_0^2(0)} - \lambda^2}} \sqrt{2} \sqrt{\frac{\rho_0(\infty)}{\rho_0(0)}} \int_0^{\sqrt{\tau'}} d\eta' \int_{-R(\tau')}^{R(\tau')} P_1 dz,$$

причем $\tau' = t - \tau$. Если здесь заменить $F(\tau')$ через

$$\sqrt[4]{\frac{1}{a_0^2(\infty)} - \lambda^2} \sqrt{\frac{\rho_0(\infty)}{\rho_0(0)}} \sqrt{J_1(y_1')}$$

можно видеть, что решение (9) также и в этом случае приводит к решению нелинейной задачи. Таким образом показано, как, пользуясь общим решением ⁽²⁾, несколько видоизмененным введением $y_1(\alpha)$ для данной задачи, получить решение в прифронтовой области.

Уравнение для P вблизи фронта волны можно получить также, учитывая, что зависимость от переменной l более слабая, чем от $\tau = t - \int_0^l \frac{dl}{a_0}$. Тогда можно найти:

$$-\alpha^0 \frac{P}{\rho(y) a_0(y)} \frac{1}{a_0(y)} \frac{\partial P}{\partial \tau} + a_0(y) \frac{\partial P}{\partial l} + \left\{ \frac{\partial H_2}{\partial l} - \frac{\partial \rho(y) a_0(y)}{2 \rho(y) a_0(y)} \right\} a_0 P = 0,$$

где

$$H_2 = J_1(y) \sqrt{\frac{1}{a_0^2(0)} - \lambda^2} \sqrt{\frac{1}{a_0^2(y)} - \lambda^2}.$$

Это уравнение верно и для произвольной $a_0(x, y)$, где

$$H_2 = \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial \vartheta}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \vartheta}\right)^2}$$

есть радиус кривизны BB' . Характеристики этого уравнения имеют вид

$$\frac{d\tau}{-\alpha^0 \frac{P}{\rho(y) a_0^2(y)}} = \frac{dl}{a_0(y)}; \frac{dl}{a_0(y)} = \frac{\frac{dP}{P}}{-\frac{a_0}{2H_2} \frac{\partial H_2}{\partial l} - \frac{a_0}{2\rho a_0} \frac{\partial \rho a_0}{\partial l}}$$

или

$$\frac{dt}{dl} = \frac{1}{a_0(y)} - \alpha^0 \frac{1}{a_0(y)} \frac{P}{\rho(y) a_0^2(y)},$$

$$\frac{dP}{dl} + \left\{ \frac{1}{2a_0 \left(\frac{1}{a_0^2} - \lambda^2 \right) J_1} - \frac{\lambda^2 \frac{\partial}{\partial y} a_0^2}{4 \sqrt{1 - \lambda^2 a_0^2}} - \frac{1}{2} \frac{\partial l}{\rho a_0} \right\} P = 0,$$

$dl = a_0 dt$, причем первое уравнение совпадает с (11), а второе — с (5), (8). Таким образом, нелинейное уравнение для возмущений вблизи фронта эквивалентно нелинейному уравнению характеристик (11) и линейному условию совместности вдоль них.

Для случая затухающих ударных фронтов рассмотрение фронтов по методу (2) дано также в (5).

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ա. Գ. ԲԱԳԻՈՅԱՆ

Ճնշման ճակատի շարժումը անհամասեռ հեղուկում

Գիտարկվում է անհամասեռ հեղուկում թույլ ոչ դժային ալիքների շարժման խնդիրը։ Հեղինակի կողմից մինչև այդ ստացված լուծումը, որը ենթադրում էր մինչև ճակատային տիրույթում լուծման ալիքի թույլ կապը ճառագայթի աղեղի և երկարությունից քան ճակատային

$$z = t - \int_0^t \frac{dt}{a_0(y)}$$

Հետազոտությունից, գտնվում է (1) մեթոդի մի փոքր ձևափոխված տեսքով:

Նեղ զրգռված տիրույթի համար ստացված (1) բեղհանուր լուծումը բեղհանրացված է այն ռեպրի համար, երբ լուծումը ամենուրեք տարրեր է գրոյից հարվածային ալիքի $ABB'A'$ սահմանափակ տիրույթում, բայց հակառի մոտ ունի լուծման արագ փոփոխման նեղ տիրույթ, ծույց է տված, որ (1) առնչությունները ներկայացնում են իրենցից P -ի ոչ գծային հավասարման բնութագրեր:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. Г. Багдоев, Пространственные нестационарные движения, Ереван, 1961.
² К. Е. Губкин, ПММ, т. XXII, в. 4, 1958. ³ Л. Д. Ландау и Е. М. Лившиц, Механика сплошных сред, Гостехиздат, 1953. ⁴ А. Г. Багдоев, Известия АН АрмССР (серия физ.-мат. наук), т. XVII, № 5 (1964). ⁵ О. Ю. Полянский, ПММ, т. XXIV, в. 4, 1960.

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ СООРУЖЕНИЙ

С. С. Дарбинян

Об учете затухания и упрочнения при расчете сооружений на сейсмические воздействия за пределом упругости

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 14/III 1967)

В ^(1,2) при исследовании спектров максимальных ускорений, перемещений и остаточных деформаций затуханием сооружения пренебрегали и, следовательно, принимали $\alpha = 0$. Такое допущение было связано с тем, что при упруго-пластических колебаниях предполагалась потеря энергии за счет затухания малой по сравнению с потерей энергии из-за появления пластических деформаций.

Для полного выяснения этого вопроса нами была решена также задача колебания системы с одной степенью свободы по акселерограммам сильных землетрясений интенсивностью 7 и 8 баллов в случае, когда $\alpha \neq 0$. Решение осуществлялось с помощью ЭВ машины.

Упруго-пластические свойства системы принимаются по закону линейного упрочнения¹.

Задача решена на основании формул ^(1,2), для 20 значений периода собственных колебаний от 0,15 до 3,0 сек. Вычисления произведены для затуханий $\alpha = 0,12$ при $0,15 \leq T \leq 1,0$ сек. и $\alpha = 0,08$ при $1,0 < T \leq 3,0$ сек. Такие значения α отвечают декрементам затухания соответственно $\delta = 0,37$ и $\delta = 0,24$.

Программа вычислений была составлена таким образом, что были получены величины смещений и ускорений с соответствующими моментами времени в точках перехода диаграммы „сила — перемещение“ и значения остаточных деформаций после каждого полуцикла колебаний ⁽¹⁾. На основании этих данных определялись максимальные значения ускорений, перемещений и остаточных деформаций.

Сперва была решена упругая задача, т. е. когда $\psi = 1,0$. При решении упруго-пластической задачи рассматривался случай, когда коэффициент пластичности $\eta = 0,5$, а коэффициент упрочнения $\psi = 0,5$.

Полученные значения максимальных ускорений и перемещений для чисто упругого и упруго-пластического решений при $\alpha \neq 0$ приведены в табл. 1. На основании результатов, приведенных в ^(1,2) и

¹ Подробное изложение метода постановки и решения задачи приведено в ^(1,2).

Таблица 1

Значения максимальных ускорений в $\frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$ и перемещений в см при $\alpha \neq 0$

$T \backslash \psi$		Землетрясение № 1				Землетрясение № 2				Землетрясение № 3				Землетрясение № 4			
		x^{max}		$\ddot{z}^{\text{max}}$		x^{max}		$\ddot{z}^{\text{max}}$		x^{max}		$\ddot{z}^{\text{max}}$		x^{max}		$\ddot{z}^{\text{max}}$	
		1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5
0,15		0,11	0,11	195,0	161,6	0,15	0,19	264,8	197,0	0,23	0,20	411,0	276,4	0,09	0,10	154,6	130,1
0,2		0,25	0,40	250,4	184,6	0,25	0,30	248,8	200,8	0,59	0,61	579,0	461,6	0,23	0,25	225,9	183,4
0,25		0,43	1,30	270,6	207,3	0,43	0,36	270,8	208,0	0,98	0,98	616,6	499,9	0,33	0,28	210,5	148,8
0,3		0,47	0,22	195,0	156,9	0,88	0,76	383,4	280,2	1,61	1,67	707,1	548,3	0,32	0,30	140,4	103,0
0,35		0,63	0,53	193,9	148,0	1,31	1,08	422,3	286,9	2,39	2,06	769,9	563,2	0,46	0,48	148,4	107,3
0,4		0,58	0,60	129,7	110,4	1,08	0,84	265,7	180,2	2,92	3,52	719,0	603,2	0,39	0,47	96,9	79,8
0,45		0,46	0,64	89,2	81,0	1,42	1,15	277,1	193,9	4,00	3,82	779,7	579,7	0,55	0,43	108,0	69,4
0,5		0,62	0,78	97,1	76,2	1,78	1,44	280,3	199,3	4,08	4,48	643,0	509,1	0,63	0,55	98,7	72,3
0,6		1,44	1,31	160,5	105,7	1,63	1,52	178,4	126,1	5,52	5,07	604,5	455,1	0,72	0,55	78,5	52,5
0,7		0,94	0,74	75,6	52,4	1,45	1,33	116,9	88,6	6,00	5,16	483,0	335,5	0,80	0,87	64,2	46,2
0,8		0,86	0,78	53,0	37,8	2,16	1,99	132,8	101,9	4,21	3,44	259,4	172,9	1,04	0,81	64,3	43,7
0,9		0,69	0,84	33,4	26,1	2,61	2,21	127,2	87,9	3,65	3,85	176,8	138,5	0,98	0,80	47,6	33,5
1,0		0,68	0,69	26,7	20,4	2,61	2,70	103,1	79,9	3,38	3,27	129,8	98,7	1,00	1,01	39,3	29,7
1,2		0,62	0,63	16,9	12,9	2,14	2,10	58,6	44,5	2,89	4,24	79,3	71,1	1,36	1,45	37,2	29,2
1,4		0,93	1,00	18,6	14,7	2,34	2,23	47,3	33,2	5,96	6,12	119,4	100,2	1,60	1,67	32,2	24,9
1,6		1,04	1,10	16,0	12,5	2,12	2,16	32,6	23,2	9,74	9,65	151,0	116,2	1,73	1,78	26,6	20,4
1,8		1,09	1,14	13,3	10,3	1,74	1,57	20,5	14,9	13,26	12,58	161,4	118,5	1,78	1,86	21,7	16,8
2,0		1,25	1,31	12,1	9,5	1,96	1,16	19,3	12,5	13,90	13,97	137,0	105,4	1,84	1,93	18,2	14,1
2,5		1,72	1,78	10,8	8,3	1,61	1,59	10,3	7,6	17,09	18,36	107,7	85,8	1,98	2,03	12,5	9,5
3,0		2,15	1,83	9,4	6,4	1,84	1,86	8,1	6,1	18,43	17,12	80,8	60,1	2,67	2,96	11,7	9,4

табл. 1, приходим к выводу, что затухание заметно влияет на величины максимальных ускорений в сторону их уменьшения. Это влияние увеличивается особенно для жестких сооружений, т. е. для малых значений T . Как и следовало ожидать, учет затухания мало влияет на величины ускорений для гибких сооружений (при $T > 0,9$ сек). Такое явление, по-видимому, имеет место потому, что в гибких сооружениях развиваются большие пластические деформации и, следовательно, образуется петля гистерезиса, площадь которой во много раз превышает площадь петли гистерезиса, полученной из-за внутреннего трения (затухания).

Для отдельных значений периода собственных колебаний учет затухания приводит к уменьшению максимального ускорения в два раза. Так, например, для $T = 0,37$ сек при землетрясениях № 2 и 3.

Помимо заметного влияния затухания на величины максимальных ускорений вычисления показывают, что влияние затухания на величины максимальных перемещений и особенно остаточных деформаций сильно уменьшается. Лишь для некоторых значений T оно становится заметным. Так, например, при $T = 0,6$ сек, для землетрясения № 1 и при $T = 1,0$ сек, для землетрясения № 2. Однако известно, что при чисто упругих колебаниях затухание сильно влияет на значения перемещений.

Данные, приведенные в (1,2) и табл. 1, дают возможность установить, одинаково ли влияет затухание на определяемые величины при упруго-пластическом и при чисто упругом решении рассматриваемой задачи. Для выяснения этого вопроса были сопоставлены упругие решения при $\alpha = 0$ и $\alpha \neq 0$ с соответствующими упруго-пластическими решениями при тех же значениях α . Выяснилось, что влияние затухания на величину максимальных ускорений при чисто упругих колебаниях больше, чем при упруго-пластических колебаниях. В отдельных случаях ускорения отличаются в 1,5–1,7 раза.

Проведенные исследования показывают, что при определении абсолютных значений максимальных ускорений (сейсмических сил) следует учитывать влияние затухания. Но представляет также интерес выяснить, можно ли не учесть затухание для целей определения влияния пластических деформаций на величины максимальных ускорений в процентном отношении, т. е. при определении отношений

$$\frac{\tau_{\text{пл}}^{\text{max}}}{\tau_{\text{упр}}^{\text{max}}} \text{ к } \tau_{\text{упр}}^{\text{max}}.$$

Сопоставление их значений (табл. 2) показывает, что отношения $\frac{\tau_{\text{пл}}^{\text{max}}}{\tau_{\text{упр}}^{\text{max}}}$ при $\alpha = 0$ и при $\alpha \neq 0$ мало отличаются друг от друга. Поэтому с точки зрения установления степени влияния пластических деформаций на величины максимальных ускорений можно принимать $\alpha = 0$. Однако отметим, что для определения абсолютных значений сейсмических сил при упруго-пластических колебаниях нельзя пренебречь затуханием.

При изучении поведения сооружений под сейсмическими воздействиями, большинство авторов пренебрегают упрочнением мате-

риала и считают, что связь между напряжением и деформацией характеризуется диаграммой Прандтля. Такое допущение, помимо упрощения задачи, по нашему мнению, может привести к большим погрешностям и не может дать истинную картину колебаний сооружения.

Таблица 2

Отношение $\tau_{\text{пл}}^{\text{max}}$ (при $\eta = \psi = 0,5$) к $\tau_{\text{упр}}^{\text{max}}$

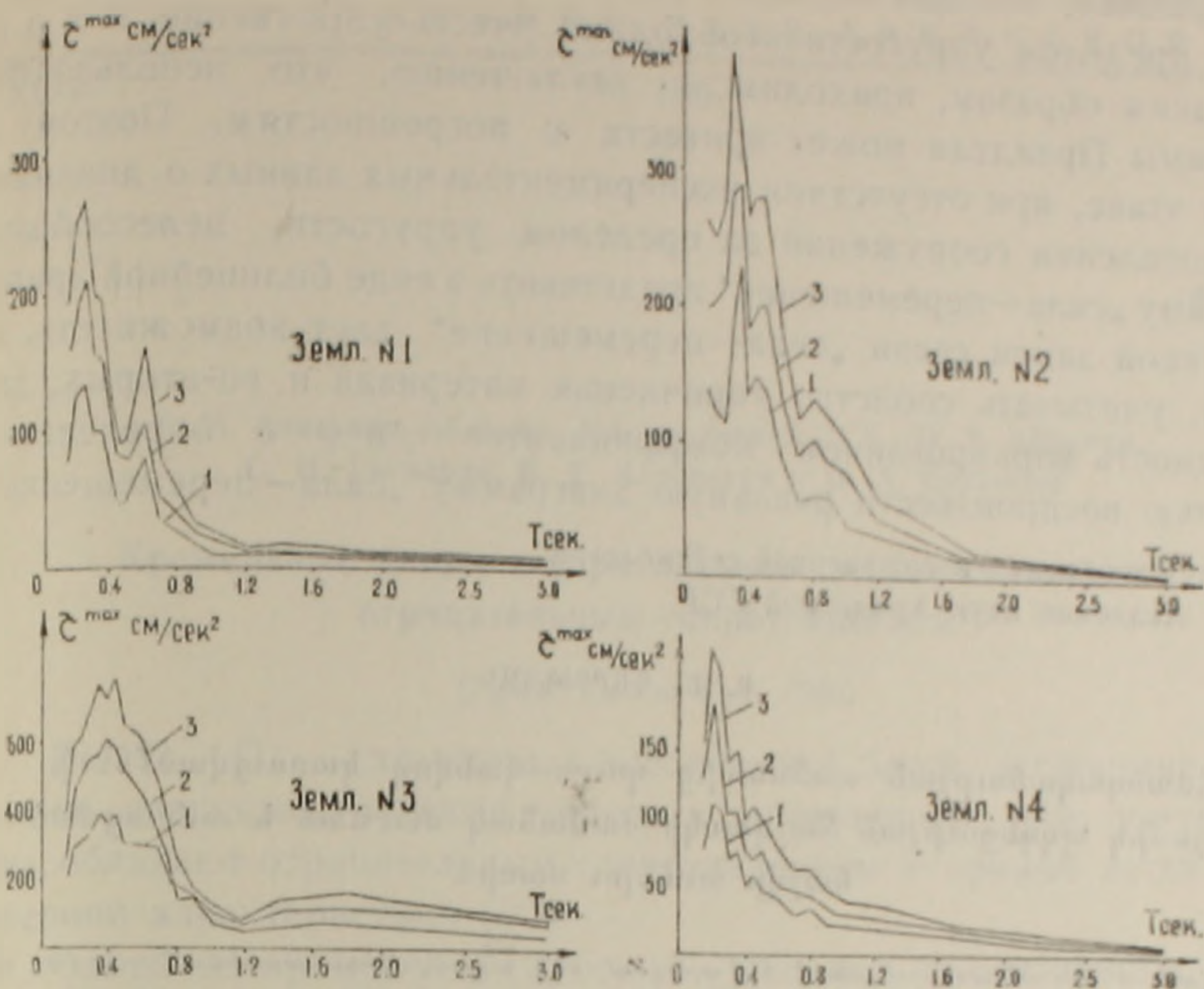
T	Землетрясен. № 1		Землетрясен. № 2		Землетрясен. № 3		Землетрясен. № 4	
	$\alpha=0$	$\alpha \neq 0$	$\alpha=0$	$\alpha \neq 0$	$\alpha=0$	$\alpha \neq 0$	$\alpha=0$	$\alpha \neq 0$
0,15	0,65	0,82	0,67	0,74	0,60	0,67	0,70	0,84
0,2	0,68	0,73	0,63	0,80	0,63	0,79	0,75	0,81
0,25	0,76	0,76	0,57	0,76	0,65	0,82	0,63	0,70
0,3	0,65	0,80	0,63	0,74	0,63	0,77	0,73	0,72
0,35	0,59	0,76	0,59	0,68	0,66	0,73	0,70	0,72
0,4	0,73	0,85	0,68	0,69	0,71	0,84	0,75	0,82
0,45	0,76	0,90	0,69	0,70	0,61	0,74	0,72	0,64
0,5	0,78	0,78	0,56	0,71	0,70	0,80	0,65	0,73
0,6	0,62	0,65	0,62	0,70	0,63	0,75	0,66	0,66
0,7	0,80	0,69	0,82	0,75	0,63	0,69	0,71	0,71
0,8	0,68	0,70	0,70	0,76	0,67	0,66	0,68	0,68
0,9	0,73	0,78	0,82	0,69	0,68	0,78	0,63	0,70
1,0	0,75	0,76	0,75	0,77	0,76	0,76	0,68	0,75
1,2	0,74	0,76	0,69	0,75	0,85	0,89	0,78	0,79
1,4	0,78	0,74	0,67	0,70	0,84	0,84	0,74	0,79
1,6	0,77	0,77	0,69	0,71	0,74	0,76	0,68	0,76
1,8	0,50	0,77	0,78	0,72	0,66	0,74	0,72	0,77
2,0	0,57	0,78	0,70	0,65	0,69	0,77	0,77	0,77
2,5	0,76	0,76	0,74	0,73	0,76	0,80	0,74	0,76
3,0	0,71	0,67	0,74	0,75	0,74	0,74	0,79	0,80

Для выяснения степени влияния упрочнения на величины максимальных ускорений, перемещений и остаточных деформаций полученные нами результаты были сопоставлены с данными Э. Е. Хачияна (³), который в основу своих исследований положил диаграмму Прандтля. Некоторые результаты сопоставлений спектров максимальных ускорений, максимальных перемещений и остаточных деформаций показаны на фиг. 1 и 2. На фиг. 1 приводится также упругое решение. Легко заметить, что учет упрочнения ($\psi \neq 0$) приводит к заметному увеличению значений максимальных ускорений.

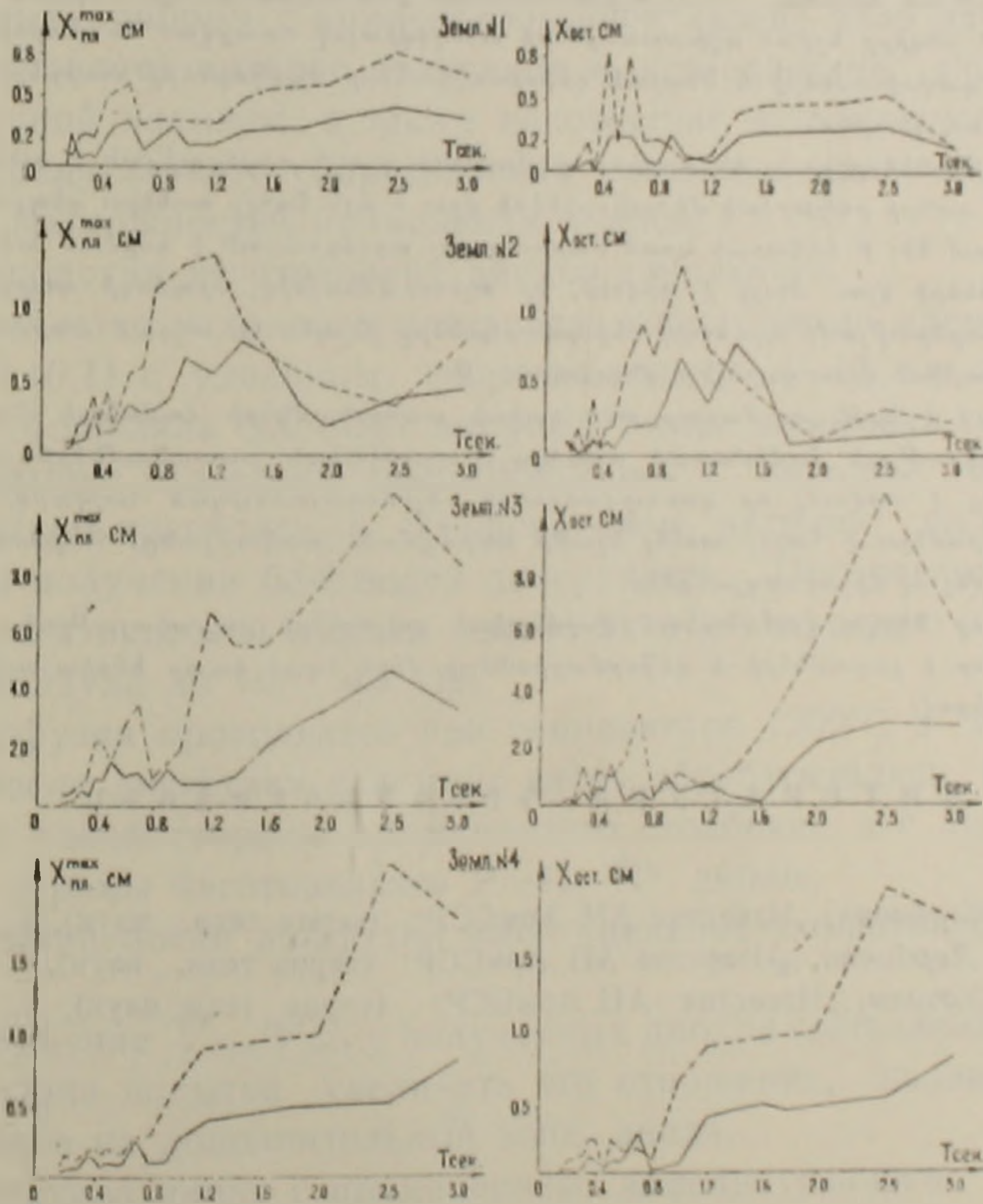
Анализ этих спектров показывает, что во сколько раз ускорение уменьшается при $\psi = 0,5$ по отношению к упругому решению, почти во столько же раз оно уменьшается при $\psi = 0$ по отношению к случаю $\psi = 0,5$.

Следовательно, решение упруго-пластических задач по диаграмме Прандтля приводит к искусственному уменьшению сейсмических сил, поэтому расчет сооружений под сейсмическими воздействиями следует производить с учетом упрочнения.

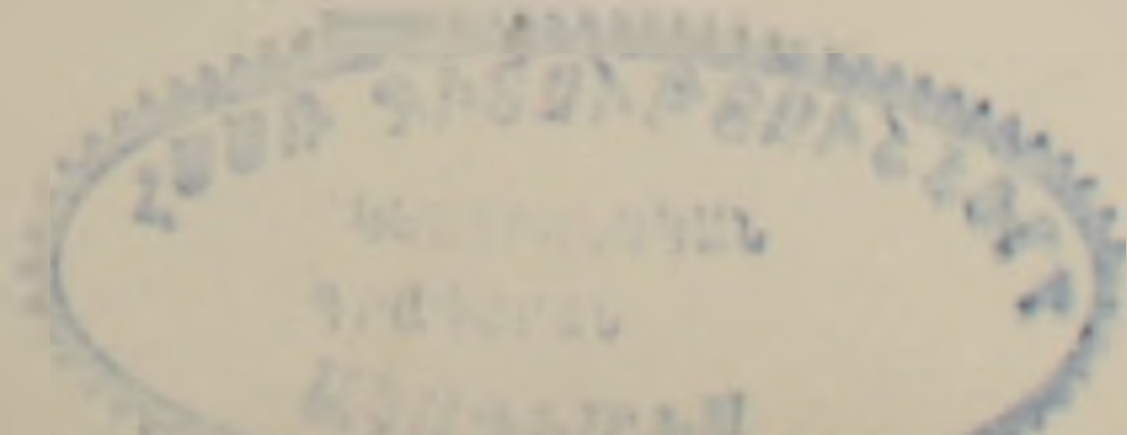
С другой стороны, из фиг. 2 видно, что пренебрежение явлением упрочнения ($\psi = 0$) приводит к сильному увеличению максимальных пластических и остаточных деформаций. Этот факт вторично



Фиг. 1. Графики зависимости максимальных ускорений от упрочнения при $\eta = 0,5$; $\alpha \neq 0$; 1— $\psi = 0$; 2— $\psi = 0,5$; 3— $\psi = 1,0$.



Фиг. 2. Графики зависимости максимальных пластических и остаточных деформаций от упрочнения при $\eta = 0,5$, $\alpha \neq 0$ (— — $\psi = 0$, — $\psi = 0,5$).



подтверждает, что для изучения действительного поведения сооружений за пределом упругости необходимо учесть упрочнение.

Таким образом, приходим к заключению, что использование диаграммы Прандтля может привести к погрешностям. Поэтому на данном этапе, при отсутствии экспериментальных данных о динамическом поведении сооружений за пределом упругости, целесообразно диаграмму „сила—перемещение“ представить в виде билинейной кривой.

Такой закон связи „сила—перемещение“ дает возможность, во-первых, учитывать свойство упрочнения материала и, во-вторых, дает возможность варьированием коэффициентов η и ψ с определенной точностью воспроизвести реальную диаграмму „сила—перемещение“.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ս. ԳԱՐԲԵՆՅԱՆ

Առաձգականության սահմանից դուրս գտնվող կառուցվածքների սեյսմիկ ազդեցության հաշվարկի ժամանակ մարման և ամրացման հաշվի առնելու մասին

Հոդվածում ուսումնասիրության է ենթարկվում մեկ ազատության առտիճան ունեցող սիս-տեմի տատանումները առաձգա-պլաստիկական դեֆորմացիաների հաշվառումով, 7 և 8 բալ ում ունեցող երկրաշարժերի ազդեցության տակ:

Ի տարբերություն նախորդ (1, 2) աշխատանքների ընդունվում է, որ մարման գործակիցը $\alpha \neq 0$: Հուժեղով խնդիրը նշված աշխատանքների անալոգիայով ստացված են մարսիմում արա-զացումների, տեղափոխումների և մնայուն դեֆորմացիաների սպեկտրները տարբեր երկրաշար-ժերի ազդեցության դեպքում:

Հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ մարումը դպալի ազդեցություն է ունենում մար-սիմում սեյսմիկ ուժերի բացարձակ մեծությունների վրա և այն հաշվի առնելու դեպքում սեյսմիկ ուժերը փոքրանում են: Ի հակառակ դրան մարումը քիչ ազդեցություն է գործում տեղափոխում-ների մեծությունների վրա: Ցույց է տրվում, որ այնուամենայնիվ, որպեսզի պարզաբանել թե սոկոսային հարարերությամբ պլաստիկ դեֆորմացիաները ինչպես են ազդում մարսիմում ախ-զացումների մեծության վրա, կարելի է ընդունել $\alpha = 0$:

Ապացուցվում է նաև, որ մարումը առաձգական տատանումների ժամանակ մարումը ունի ուղիղի մեծ ազդեցություն համեմատած առաձգա-պլաստիկական տատանումների դեպքի հետ: Հոդվածում ցույց է տրվում, որ կառուցվածքների սեյսմոկայունության հաշվարկի ժամանակ անպայման անհրաժեշտ է հաշվի առնել նյութի ամրացման հատկությունը, հակառակ դեպքում կարող են ստացվել ոչ ճիշտ արդյունքներ:

Նշվում է, որ ներկա ժամանակում փորձնական տվյալների բացակայության պատճառով նպատակահարմար է լարումների և դեֆորմացիաների միջև եղած կապը ներկայացնել գծային ամրացման օրենքով:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Մ Ց Ո Ւ Ն

- ¹ С. С. Дарбинян, „Известия АН АрмССР“ (серия техн. наук), т. XIX, № 3 (1966). ² С. С. Дарбинян, „Известия АН АрмССР“ (серия техн. наук), т. XIX, № 6 (1966). ³ Э. Е. Хачиян, „Известия АН АрмССР“ (серия техн. наук), т. XVII, № 4 (1964).

ФИЗИКА

Г. М. Авакьянц, чл.-корр. АН Армянской ССР, Ю. А. Абрамян,
 С. Н. Гаспарян, В. Е. Карапетян и И. А. Саркисян

Кремниевые диоды с управляемым дифференциальным
 отрицательным сопротивлением

(Представлено 17/X 1966)

$P - P - P^+$ — структуры с высокоомной базой, легированной примесями, дающими глубокие уровни в запрещенной зоне полупроводника, обладают отрицательным сопротивлением в прямой ветви вольт-амперной характеристики (¹⁻⁴)

Одной из примесей с глубоким уровнем акцепторного типа в кремнии является кадмий, позволяющий компенсировать кремний P -типа. Вопрос влияния кадмия на прохождение тока через полупроводниковые приборы с компенсированной базой мало изучен. Поэтому представляет интерес получение и исследование диодов с базой легированной кадмием, а также нахождение методов управления участком отрицательного сопротивления указанных диодов, с целью увеличения возможностей применения диодов.

Технология изготовления диодов следующая.

В качестве исходного материала использовали кремний P -типа БКЭФ-19 (0,1) с удельным сопротивлением $\rho \sim 19$ ом.см. Толщина пластин составляла 300—340 микрон. После шлифовки и последующей промывки, пластины обезжиривались в растворе мыльного порошка, затем травились в 30-процентном растворе щелочи (NaOH, KOH) до получения блестящей поверхности. Протравленные пластины вместе с навеской кадмия помещались в кварцевую ампулу с откачкой воздуха до 10^{-4} мм Hg.

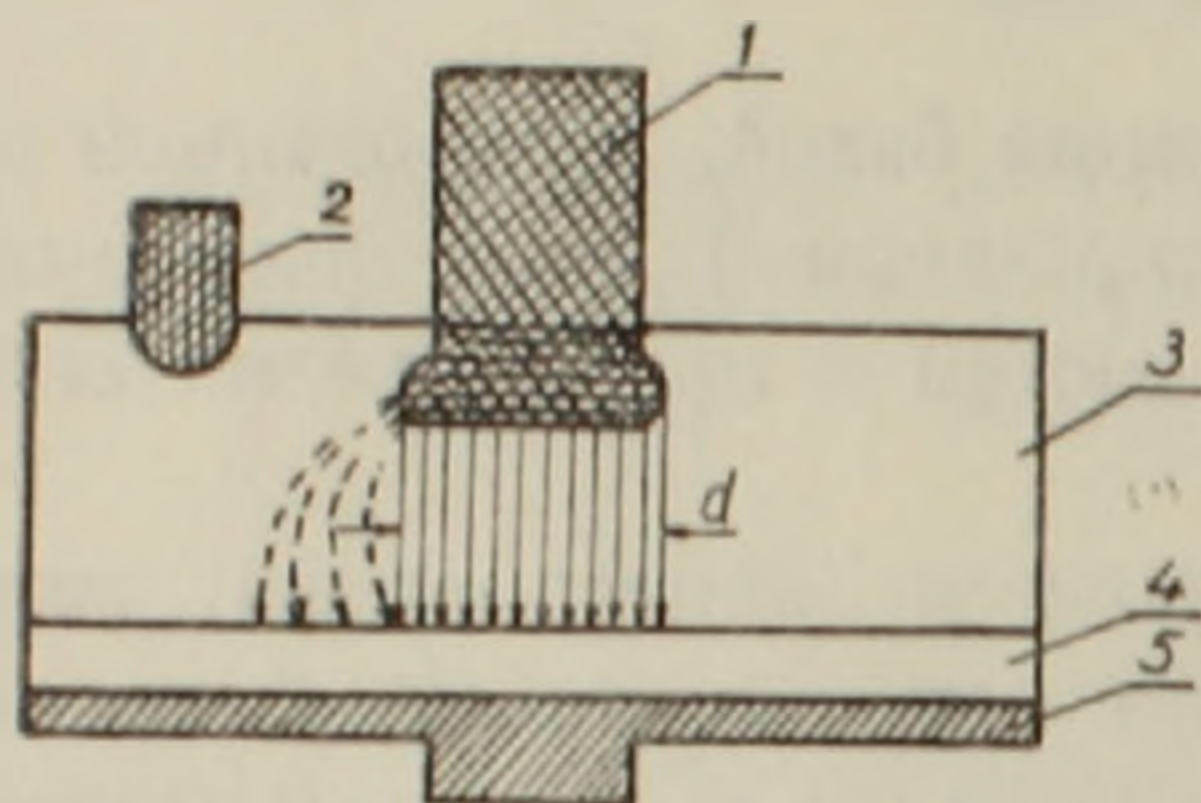
Диффузия проводилась при температуре 1200°C в течение двух часов. После диффузии пластины вновь обрабатывались, затем сплавлением с одной стороны алюминиевого столбика, а с другой сплава олова и сурьмы изготавливались $P - P - P^+$ диоды.

Кремний после диффузии имел удельное сопротивление $\rho \sim 40 - 50$ ком.

Отношение $V_{\max}/V_{\min}$ у полученных диодов составляло примерно 2. Была сделана попытка увеличить это отношение, подавая разность потенциалов на дополнительный зонд диода.

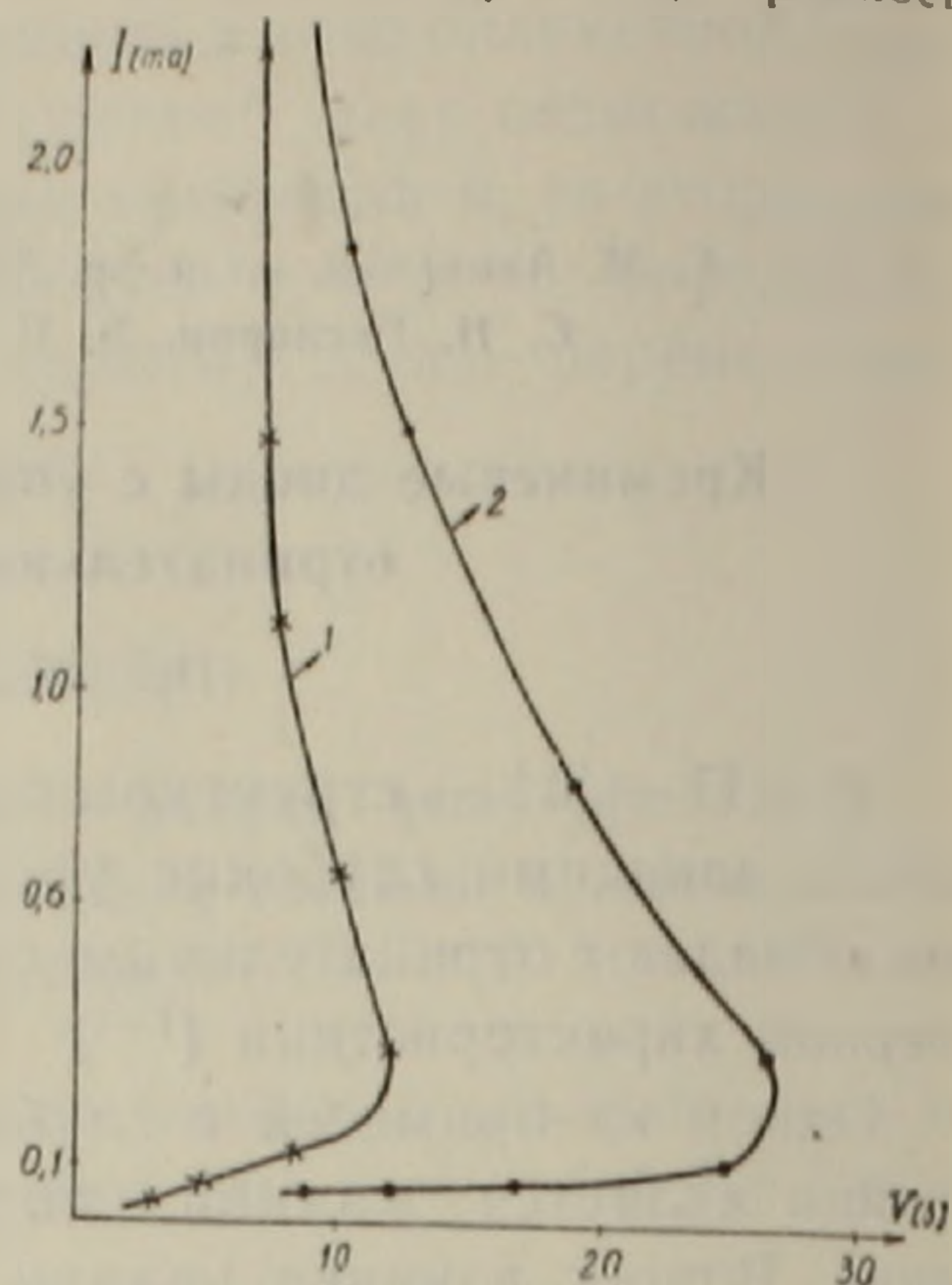
Структура диода с применением дополнительного зонда представлена на фиг. 1.

При снятии вольт-амперной характеристики к концу зонда 2 и контакту 5 прикладывается разность потенциалов от источника постоянного напряжения. На фиг. 2, 3, 4 представлены вольт-амперные характеристики диодов при подаче дополнительной разности потенциалов на зонд (кривые 2) и с нулевым потенциалом на зонде (кривые 1). Из рисунков видно, что при подаче на 2 и 5 (фиг. 1) разности потенциалов (минус на зонде), отношение $V_{\max}/V_{\min}$ растет, причем с приближением зонда к Р—П-переходу рост отношения $V_{\max}/V_{\min}$ возрастает. При изменении знака разности потенциалов, поданной на зонд (плюс на зонд), отрицательный участок уменьшается и исче-



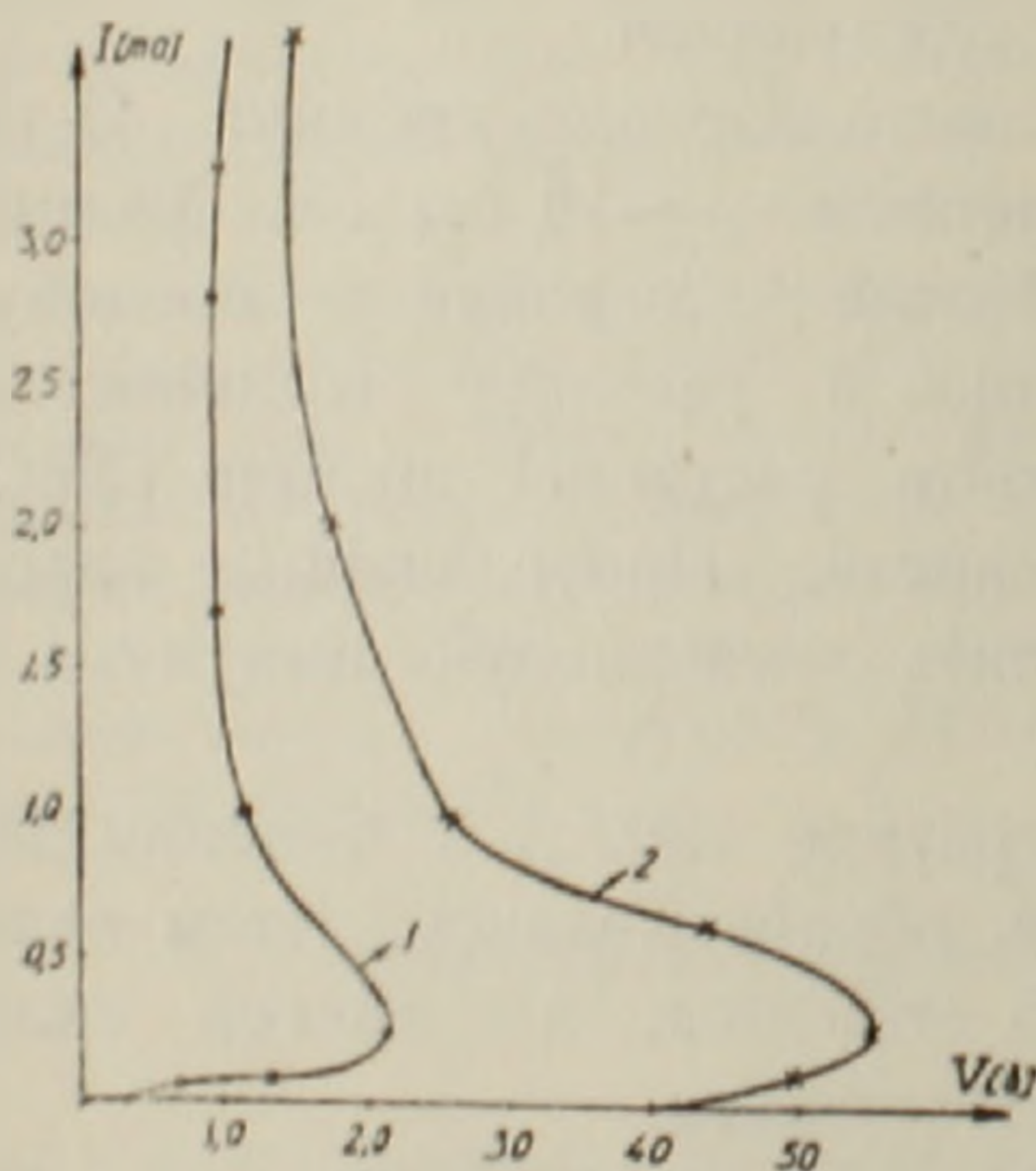
Фиг. 1. Структура Р—П—П-диода с дополнительным зондом.

1 — алюминиевый столбик; 2 — зонд; 3 — высокоомная область П (компенсированная кадмием); 4 — П+ - слой; 5 — металлический контакт.



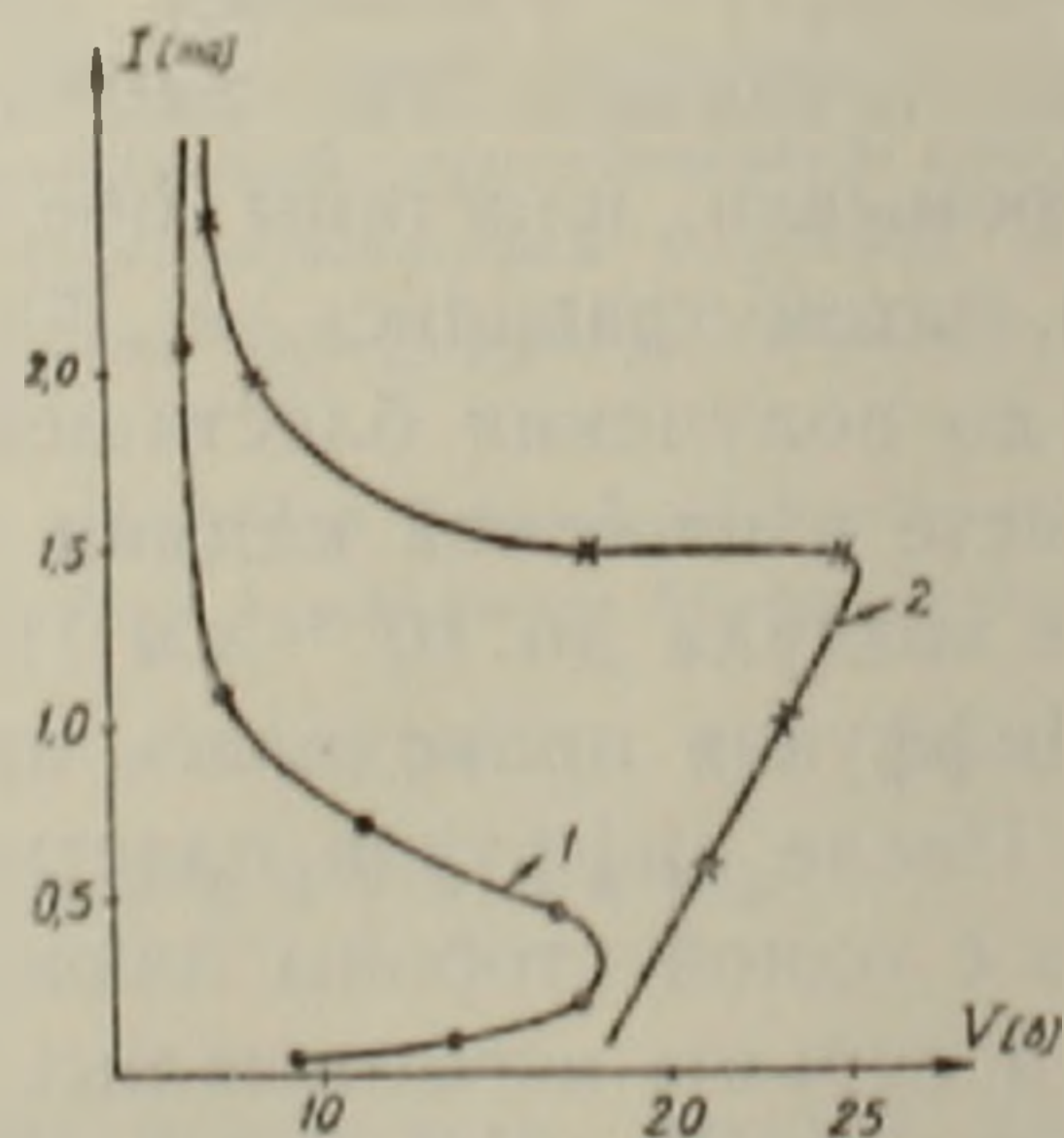
Фиг. 2.

1 — вольт-амперная характеристика диода № 1 при нулевом потенциале на зонде 2; 2 — вольт-амперная характеристика при подаче разности потенциалов на зонде.



Фиг. 3. ●

1 — вольт-амперная характеристика диода № 2 при нулевом потенциале на зонде; 2 — вольт-амперная характеристика при подаче разности потенциалов на зонд.



Фиг. 4.

1 — вольт-амперная характеристика диода № 3 при нулевом потенциале на зонде; 2 — вольт-амперная характеристика при подаче разности потенциалов на зонде.

зает. Ток через зонд был гораздо меньше тока, текущего через Р—П-переход (алюминиевая проволочка I). Отметим еще большую чувствительность к действию разности потенциалов, приложенной к зонду, на диоды с базой менее компенсированной.

Возможность управления отрицательным участком диода представляет также большой интерес в отношении выявления физики процессов, происходящих в диоде. Качественное объяснение влияния дополнительной разности потенциалов, приложенной к зонду, на вольт-амперную характеристику диодов можно сделать, опираясь на предложенную ранее теорию (¹).

Из фиг. 1 мы видим, что первоначальная плотность тока локализована в области d . При приложении разности потенциалов к зонду (минус на зонде) траектории дырок искривляются и данная плотность тока, с которой связаны определенный объемный заряд и декомпенсация, уменьшается; чтобы достичь прежней плотности тока (первоначальной формы канала тока), приходится увеличивать приложенное напряжение и это приводит к росту $V_{\max}$.

При достижении определенной плотности тока заканчивается формирование объемного заряда и затем начинается рассасывание его и кривая выходит на вертикаль. Действие поля управляющего электрода на вертикали слабее, чем на участке срыва, так как сопротивление токового канала в этом случае меньше. В итоге отношение $V_{\max}/V_{\min}$ увеличивается.

При изменении направления разности потенциалов, приложенной к зонду, происходит увеличение плотности тока и формирование объемного заряда при меньшем напряжении на диоде ($V_{\max}$ убывает).

При приближении зонда к Р—П-переходу искривление путей дырок возрастает, так как возрастает средняя напряженность поля, действующая на дырки, и увеличивается область, захватываемая смещенными дырками. При уменьшении компенсации растет время жизни τ_p , что приводит к росту диффузионной длины L_p , и действие разности потенциалов зонда на траекторию дырок растет.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Г. И. ԱՎԵՏԱՆՑ Հայկական ՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Տոմ. Ա. ԱՐՐԱՀԱՄԵՅԱՆ,
Ս. Ն. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ, Վ. Ե. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ և Ի. Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Դիֆերենցիալ բացասական դիմադրությունով դեկավարող
սիլիցիումային ուղղիչներ

Հաստատված է դեկավարող էլեկտրոդի ազդեցությունը խզման լարման և ուղղիչի վոլտ-ամպերային բնութագրի ուղղահայաց մասի լարման հարաբերության վրա:
Ուղղիչը պատրաստված է սիլիցիումից և չեղոթացված է կադմիումի ատոմներով:

Չեկավարող էլեկտրոդին տալով բացասական պոտենցիալ, կարելի է էականորեն մեծացնել
այդ հարաբերությունը:

Տրված է զիտված երևույթի որակական բացատրությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ ՈՒ Ն

- ¹ В. П. Сандаевский, В. И. Стафеев, ФТТ, т. 6, вып. 1, 1964. ² Ламперт
Phys. Rev., vol. 125, p. 126, 1962. ³ Холоньяк, Phys. Rev. Lett., vol. 11, p. 462, 1962.
⁴ Г. М. Авакьянц, „Радиотехника и электроника“, № 10, 1965.

В. М. Арутюнян и А. О. Меликян

Динамика мод в закрытом генераторе

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 5/II 1967)

В настоящей работе использованы уравнения резонансной среды с учетом интерференции волн для изучения процессов генерации. В стационарном режиме эти уравнения совпадают с уравнениями из работ (1, 2). Такой режим без учета нерезонансных потерь был ранее исследован (1). В закрытом резонаторе стационарный режим возможен только при наличии нерезонансных потерь, поэтому полученные результаты (1) непосредственно не могут быть применены к этому случаю. Представляет интерес также выяснить характер приближения каждой моды к стационарному режиму.

Исходные уравнения имеют вид:

$$\pm \frac{\partial a_{1,2}}{\partial x} + \frac{1}{v} \frac{\partial a_{1,2}}{\partial t} + \frac{\beta}{2} a_{1,2} = \sigma \left(\frac{1}{2} - i \frac{\varepsilon}{\Gamma} \right) (\Delta_0 a_{1,2} + \Delta_{1,-1} a_{1,2}), \quad (1)$$

где

$$\Delta_m = -\Delta(0, x) \gamma(t, x) I_m(4\sigma |z(t, x)|) e^{i \operatorname{Im} \arg z(t, x)} + \\
+ (-1)^m n \left(W - \frac{1}{\tau} \right) \gamma(t, x) \int_0^t \frac{dt'}{\gamma(t', x)} I_m[4\sigma |z(t, x) - z(t', x)|] \times \\
\times e^{-i \operatorname{Im} \arg [z(t, x) - z(t', x)]} \quad (2)$$

$$m = -1, 0, 1$$

$$\gamma(t, x) = \exp \left\{ - \left(W + \frac{1}{\tau} \right) t - 2\sigma \int_0^t [J_1(t', x) + J_2(t', x)] dt' \right\}$$

$$z(t, x) = \int_0^t a_1(t', x) a_2(t', x) dt'.$$

Обозначения следующие: σ — поперечник, ε — расстройка, Γ — константа релаксации, $\Delta(0, x)$ — начальная перенаселенность, n — плотность активных атомов, τ — время спонтанного перехода, W характеризует подкачку, a_1 и a_2 — амплитуды волн, бегущих вправо и влево, норми-

рованные на интенсивность. Уравнения для амплитуд в стационарном режиме согласно (1-2) имеют вид:

$$\pm \frac{\partial a_{1,2}}{\partial x} + \frac{\beta}{2} a_{1,2} = \sigma n \left(W - \frac{1}{\tau} \right) \left(\frac{1}{2} - \frac{i\varepsilon}{\Gamma} \right) (\mu_0 - \mu_1) a_{1,2}$$

$$\mu_v = \left(\frac{J_{2,1}}{J_{1,2}} \right)^{v/2} \times$$

$$\times \frac{(4\sigma \sqrt{J_1 J_2})^v \left[\left(W + \frac{1}{\tau} + 2\sigma J_1 + 2\sigma J_2 \right)^2 - (4\sigma \sqrt{J_1 J_2})^2 \right]^{1/2}}{\left\{ W + \frac{1}{\tau} + 2\sigma J_1 + 2\sigma J_2 + \left[\left(W + \frac{1}{\tau} + 2\sigma J_1 + 2\sigma J_2 \right)^2 - (4\sigma \sqrt{J_1 J_2})^2 \right]^{1/2} \right\}^v} \quad (3)$$

Из (3) легко получить уравнения для интенсивностей. В случае закрытого резонатора $J_1 = J_2 = J$ и не зависит от x . Введем безразмерные величины

$$x = \frac{8\sigma}{W + \frac{1}{\tau}} J \quad \lambda = \frac{2\sigma n}{\beta} \frac{W - \frac{1}{\tau}}{W + \frac{1}{\tau}}, \quad (4)$$

тогда решение уравнения для интенсивности имеет вид:

$$x = \lambda - \frac{1}{2} - \sqrt{\lambda + \frac{1}{4}}, \quad x_0 = \lambda - 2, \quad (5)$$

где x_0 — интенсивность по теории баланса.

Как следует из (3), $a_{1,2}$ имеют вид

$$a_{1,2} = \sqrt{J} e^{i(\varphi_{1,2} \pm \frac{\pi}{\Gamma} \beta x)} \quad (6)$$

Учитывая граничные условия, найдем спектр мод

$$\omega = \omega_0 \frac{\pi m + \frac{\omega_0}{\Gamma} \beta L}{\omega_0 \frac{L}{v} + \omega_0 \frac{\beta L}{\Gamma}} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots \quad (7)$$

Из (5) следует, что $x \geq 0$ при $\lambda \geq 2$. Последнее есть условие возбуждения генератора

$$\frac{\sigma n}{\beta} \frac{W - \frac{1}{\tau}}{W + \frac{1}{\tau}} \geq 1, \quad (8)$$

откуда получаем границы генерируемого спектра

$$-\frac{\Gamma}{2} \sqrt{\frac{\sigma_0 n}{\beta} \frac{W - \frac{1}{\tau}}{W + \frac{1}{\tau}} - 1} \leq \omega_0 - \omega \leq \frac{\Gamma}{2} \sqrt{\frac{\sigma_0 n}{\beta} \frac{W - \frac{1}{\tau}}{W + \frac{1}{\tau}} - 1}, \quad (9)$$

где ε_0 — сечение при нулевой расстройке. Из (8) также следует пороговое значение подкачки $W = W_n$, при котором ни одна мода не генерируется

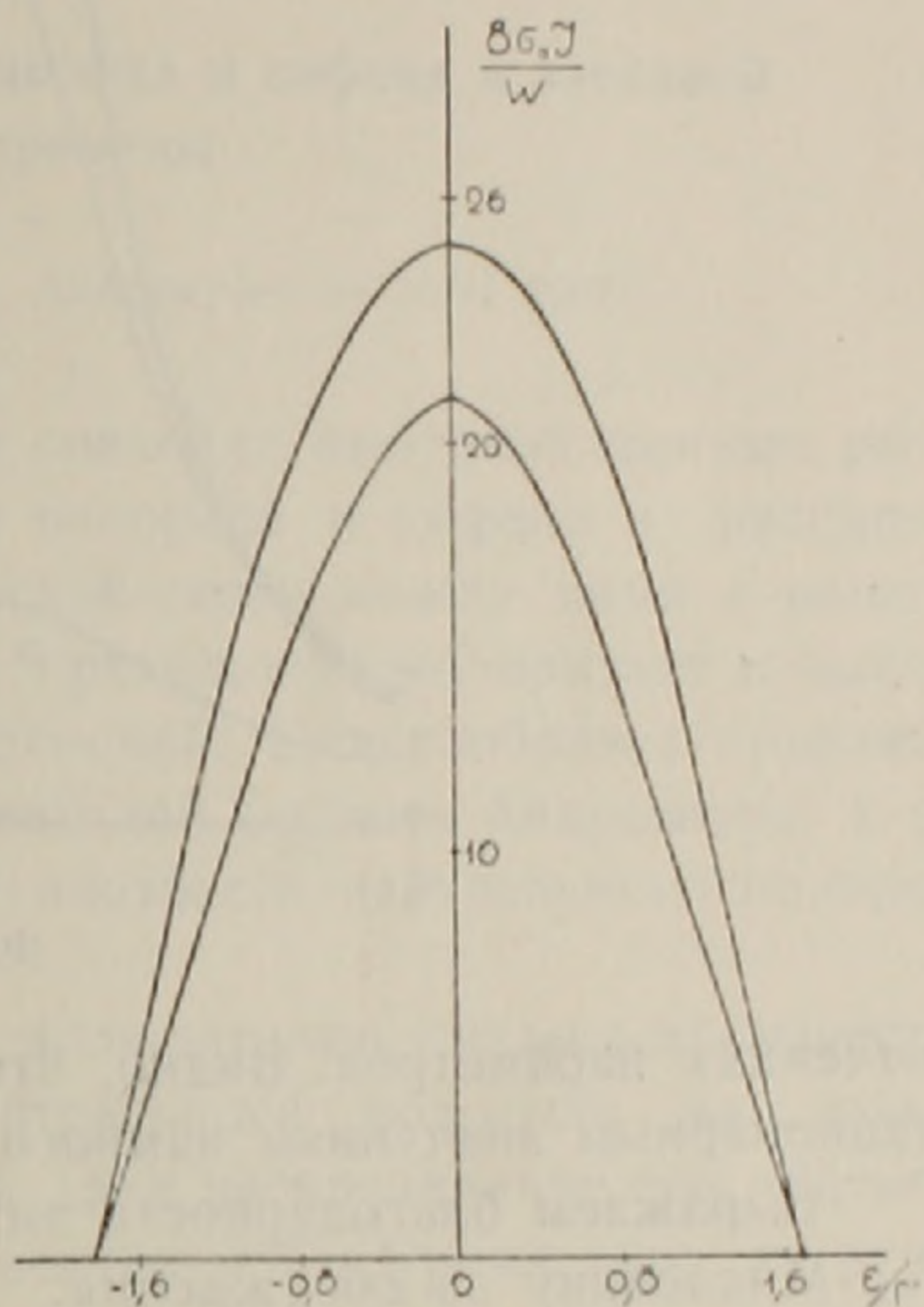
$$W_n = \frac{1}{\tau} \frac{\frac{\sigma_0 n}{\beta} + 1}{\frac{\sigma_0 n}{\beta} - 1}. \quad (10)$$

Для кристалла рубина длиной $L = 10$ см при комнатной температуре можно положить $\beta = 0,03$ см⁻¹, $\varepsilon = 0,25 \cdot 10^{-19}$ см², $\Gamma = 3 \cdot 10^{12}$ сек⁻¹, $n = 10^{19}$ см⁻³, $\tau = 3 \cdot 10^{-3}$ сек. Для этих значений параметров при $W \gg W_n$ на фиг. 1 приведены графики зависимости интенсивности от частоты, причем верхняя кривая (парабола) соответствует теории баланса.

Рассмотрим теперь малые отклонения от стационарного режима. Будем считать, что нестационарные добавки к амплитудам $a_{1,2}$ имеют вид:

$$b_{1,2} = e^{i(\psi_{1,2} \pm \frac{\varepsilon}{\Gamma} \beta x) + \delta t} p_{1,2}. \quad (11)$$

Линеаризуя исходные уравнения около стационарных значений $a_{1,2}$, получим уравнения для определения $p_{1,2}$. Поскольку $b_{1,2}$ должны удовлетворять таким же граничным условиям, что и $a_{1,2}$, можно положить $p_1 = p_2 = p = \text{const}$, где p — комплексная величина. Приравняв нулю детерминант получен-



Фиг. 1.

ной однородной системы, найдем уравнение для $\delta' = -\frac{1}{W + \frac{1}{\tau}} \delta$

$$\frac{W + \frac{1}{\tau}}{\beta v} \delta' = -\frac{\lambda}{x} \left[1 + \frac{1}{\delta' \sqrt{1+x}} - \frac{(\delta' + 1)^2}{\delta' \sqrt{\delta'^2 + 2\delta' \left(1 + \frac{x}{2}\right) + 1 + x}} \right] \quad (12)$$

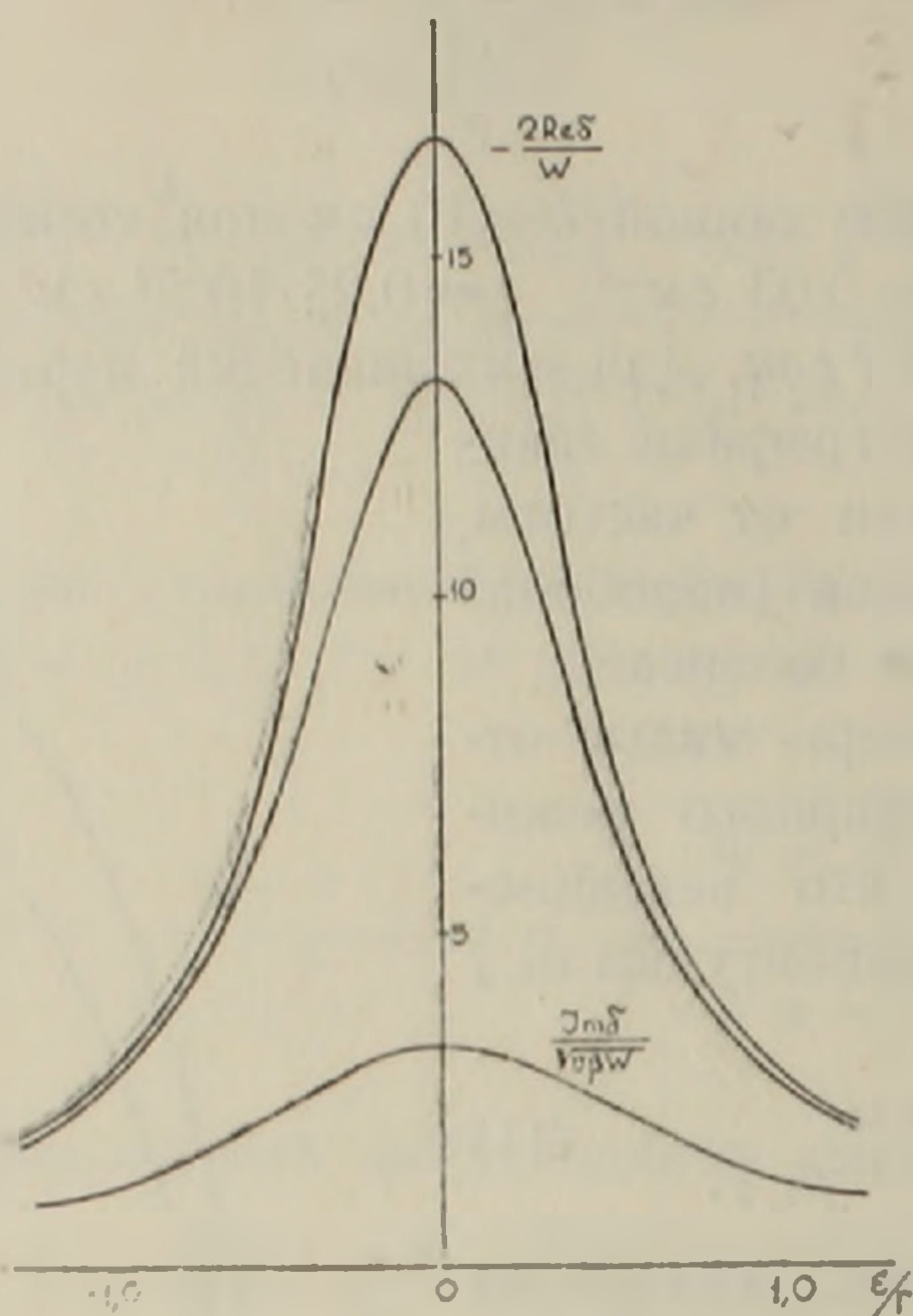
которое решаем в приближении $\delta' \gg 1$

$$\delta = -\frac{3\lambda x W}{16 \left(\frac{\lambda}{2} - 1\right)} \pm i \sqrt{\beta v W \left(\frac{\lambda}{2} - 1\right)} \quad W \gg \frac{1}{\tau}. \quad (13)$$

Предположение $\delta' \gg 1$ неверно лишь для крайних мод, интенсивность которых мала. Теория баланса для δ дает (точное значение, справедливое для всего спектра)

$$\delta_0 = -\frac{\lambda W}{4} \pm i \sqrt{v\beta W \left(\frac{\lambda}{2} - 1\right)}. \quad (14)$$

На фиг. 2 приведены зависимости мнимой и действительной частей δ от частоты (нижняя кривая получена из теории баланса) при тех же



Фиг. 2.

значениях параметров. Видно, что эффективные моды стремятся к стационарным значениям намного быстрее, чем боковые.

Выражаем благодарность чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляну за обсуждения.

Физический институт г. Ереван
Объединенная радиационная лаборатория
Академии наук Армянской ССР и
Ереванского государственного университета

Վ. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅԱՆՆԵՐԻ Ե. Ա. Հ. ԽԵԼԻՔՅԱՆ

Մոդաների դիմադրական փակ գեներատորում

Դիտարկված է փակ սեղանատորում դեներացման ստացիոնար սեծիմբու Հաշվի է առնված ալիքների ինտերֆերենցիան: Ստացված են ալիքի սեղանատորի մոդաները և ինտենսիվության բաշխումը բոլոր մոդաների: Հետազոտված են փոքր շեղումների ստացիոնար սեծիմբից, հաշված են յուրաքանչյուր մոդայի համար տատանումների պարբերությունը և մարման ժամանակի մեղմությունները համեմատված են բաղանդի տեսության արդյունքների հետ և վերջինից շեղումներն են ուսումնասիրված:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Л. А. Островский, Е. И. Якубович, ЖЭТФ 46, 363, 1964. ² H. Stats, C. de Mars, Quantum Electronics, New York, 1960. ³ А. Л. Микаелян, Ю. Г. Турков, М. Л. Тер-Микаелян, „Радиотехника и электроника“, 1X, 1357, 1964.

Г. С. Бадалян

Распределение нейтрального водорода и цефеид в звездной системе Андромеды

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 13/II 1967)

В предыдущих работах (^{1,2}) мы сравнили пространственные распределения плотностей нейтрального водорода и цефеид и рассмотрели вопрос о возможности генетической связи между ними в нашей Галактике и Магеллановых Облаках. В результате мы пришли к выводу о большом сходстве этих распределений. Целесообразно произвести аналогичное исследование для звездной системы Андромеды, т. е. сравнить распределение усредненной плотности нейтрального водорода с распределением цефеид.

В последнее время некоторым наблюдателям удалось произвести успешные наблюдения излучения нейтрального водорода на волне 21 см в звездной системе М31, и они дали распределение его плотности в зависимости от расстояния от центра (³⁻⁵). Кроме того, в этой звездной системе в настоящее время известно распределение примерно до 400 цефеид (⁶⁻⁸).

Целью настоящей работы является выяснение того, имеется ли связь между распределением нейтрального водорода и цефеид, т. е. расположены ли они аналогично тому, что наблюдается в нашей Галактике и Магеллановых Облаках. Для этого использовались данные, приведенные в работе (⁴) относительно распределения плотностей нейтрального водорода, и данные из работ В. Бааде и Г. Свон (⁷) и С. Гапошкина (⁸) относительно цефеид.

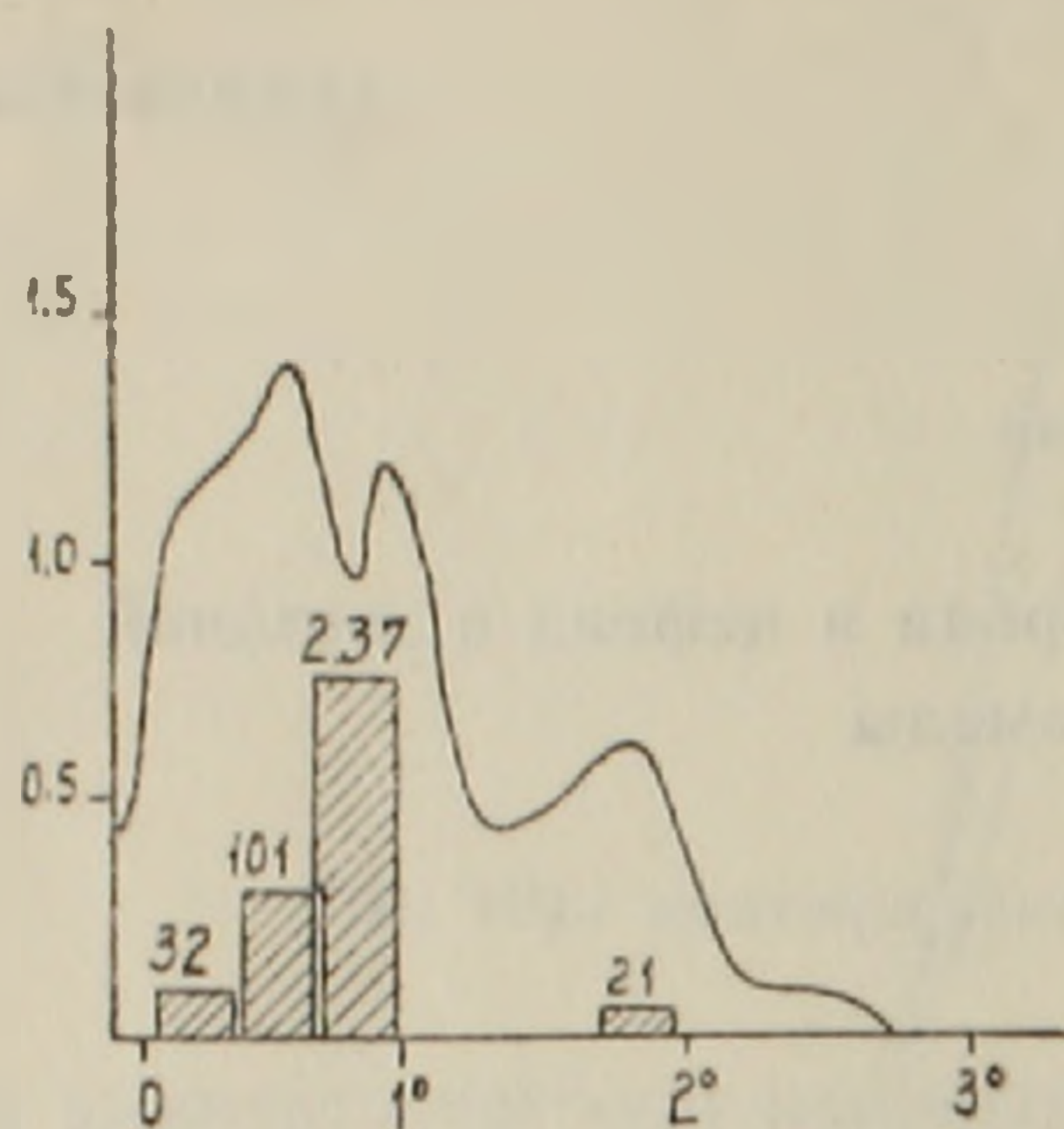
Распределение плотности нейтрального водорода представлено на фиг. 1, взятой из работы (⁴). Здесь плотности нейтрального водорода, выраженные в числах атомов на см^{-3} , даются в зависимости от расстояния от центра, выраженного в угловых единицах.

Количество цефеид по областям с различными расстояниями от центра приведены в табл. 1. Диаметр областей, где велся поиск цефеид, равен $16'$.

Из фиг. 1 видно, что нейтральный водород в основном расположен на расстоянии от 15' до 60' от центра.

Сравнение количества цефеид относительно распределения нейтрального водорода показывает, что цефеиды преимущественно расположены в самых плотных местах нейтрального водорода. Это хорошо видно на фиг. 1, где число цефеид в каждой области в зависимости от расстояния от центра представлено в виде гистограммы.

Весьма интересно отметить, что недавно на расстоянии 110' от



Фиг. 1

Таблица 1

Область	Количество цефеид	Расстояние от центра
I	33	15'
II	101	36
III	247	50
IV	21	110

центра M31 (в южной половине системы) обнаружено водородное облако, с массой нейтрального водорода в $10^8 M_{\odot}$ (⁹). Примечательно, что в этом облаке обнаружена 21 цефеида.

Итак, можно сказать, что в звездной системе M31 между распределением плотностей нейтрального водорода и цефеид несомненно имеется тесная связь.

Следовательно, можно сделать вывод, что результаты настоящей работы являются дополнительным аргументом для подтверждения реальности генетической связи между нейтральным водородом и цефеидами в нашей Галактике и в Магеллановых Облаках.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Հ. Ս. ՐԱԴՈՒՅԱՆ

Չեզոք ջրածնի և ցեֆեիդների բաշխվածությունը Անդրոմեդայի աստղային սիստեմում

Ներկա աշխատությունում համեմատված է M 31 աստղային սիստեմում չեզոք ջրածնի և հայտնաբերված ցեֆեիդների խտությունների բաշխվածությունը, կախված սիստեմի կենտրոնից ունեցած հեռավորությունից (հարավային կիսագնդում մեծ կիսաառանցքի ուղղությամբ)։

Եղած տվյալների հիման վրա ուսուցված արդյունքները ցույց են տալիս, որ ինչպես մեր Գալակտիկայում և Մադելանյան Ամպերում, այնպես էլ Անդրոմեդայի աստղային սիստեմում մինչև հիմա հայտնաբերված ցեֆեիդները նույնպես բաշխված են չեզոք ջրածնի համեմատաբար խիտ տիրույթներում։ Հետևաբար կարելի է հանդիս ալն հետևություն, որ Անդրոմեդայի աստղային սիստեմում չեզոք ջրածնի և ցեֆեիդների միջև գոյություն ունի զեննետիկական բնույթի կապ։

- ¹ Г. С. Бадалян. Сообщения Бюраканской обс., XVII, 1959. ² Г. С. Бадалян ДАН АрмССР, т. XXXV, № 1, (1962). ³ С. А. Мюллер, Г. Вестерхаут, В.А.Н. 13, 151, 1957. ⁴ С. Т. Готтесман, Р. Д. Дейвис, В. С. Редди, М. N. Royal Astron. Soc. 133, 4, 1959, 1966. ⁵ М. С. Робертс, Ap. J., 144, 2, 639, 1966. ⁶ Е. Хаббл, Ap. J., 69, 2, 103, 1929. ⁷ В. Бааде, Г. Свон, A. J., 70, 2, 212, 1965. ⁸ С. Гапошкин, A. J., 67, 334, 1962. ⁹ Б. Бурке, International Astronomical Union, Symposium № 31, 1966.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. М. Бейлерян, О. А. Чалтыкян, чл.-корр. АН Армянской
 ССР, и Г. А. Есаян

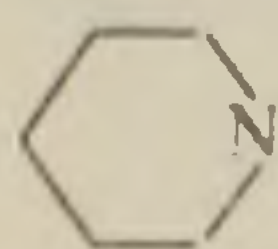
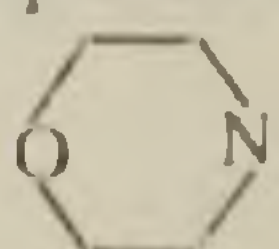
Кинетика окисления пиперидина и морфолина персульфатом калия
 в водных растворах

(Представлено 25/III 1967)

Ранее нами было установлено (^{1,2}), что по реакционной способности к распаду симметричных перекисей амины можно разделить на три группы. Для аминов второй группы была показана применимость соотношения:

$$\lg k = p \lg K_b + A, \quad (1)$$

где k — константа скорости второго порядка, K_b — константа основной диссоциации взятого амина, а p и A — эмпирические постоянные. Пиперидин, будучи более сильным основанием, чем диэтиламин, реагирует с персульфатом в водных растворах с большей скоростью, чем диэтиламин. Это обусловлено тем, что у диалкиламинов, например диэтиламина, алифатические цепи свободны, а у пиперидина они замкнуты в цепь, т. е. в данном случае играет роль также другой фактор — стерический. Во избежание последнего обстоятельства считалось целесообразным сравнивать кинетическое поведение пиперидина

 NH с морфолином  NH, которые, будучи оба замкнутыми, силь-

но отличаются друг от друга своей основностью [$K_b^{\text{пиперидин}} = 1,70 \cdot 10^{-3}$ и $K_b^{\text{морфолин}} = 2,0 \cdot 10^{-5}$] (³) благодаря наличию в цепи морфолина второго центра с высокой плотностью электронов. В настоящей работе поставлена цель — выяснить, к какой группе аминов относится морфолин.

За скоростью реакции следили по убыли концентрации персульфата во времени подометрически. Персульфат калия перекристаллизован из бидистиллята, а амины перегнаны при атмосферном давлении в токе азота. Температура термостата поддерживалась постоянной с точностью $\pm 0,05^\circ\text{C}$.

1. Температурная зависимость скорости реакции персульфат + пиперидин. Нами было установлено (¹), что скорость реакции персульфат + пиперидин выражается уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = k (P - x) (A - 2x), \quad (2)$$

что при $(A)_0 \approx 2(P)_0$ переходит в

$$\frac{dx}{dt} = 2k (P - x)^2. \quad (3)$$

Константа скорости реакции определена по интегралу (3)

$$k = \frac{x}{2P \cdot (P - x) \cdot t}. \quad (4)$$

Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость функции $\frac{x}{P-x}$ от времени при температурах 20, 25, 30 и 35°C для реакции персульфат + пиперидин

Время в мин.	$\frac{x}{P-x}$ при 20°	$\frac{x}{P-x}$ при 25°	$\frac{x}{P-x}$ при 30°	$\frac{x}{P-x}$ при 35°
30	0,078	0,152	0,215	0,304
60	0,227	0,317	0,491	0,766
90	0,340	0,482	0,682	1,110
120	0,427	0,638	0,977	1,465
150	0,570	0,780	1,371	1,829
180	—	0,872	1,371	—
$\bar{k} \text{ M}^{-1} \text{ мин}^{-1}$	0,069	0,103	0,159	0,239

Условия опытов: $(P)_0 = 0,025 \text{ моль/л}$, $(A)_0 = 0,050 \text{ моль/л}$

Полученные данные удовлетворяют уравнение Аррениуса и зависимость константы скорости от температуры выражается уравнением:

$$k = 0,3 \cdot 10^{11} \exp(-15600/RT) \text{ литр моль}^{-1} \text{ мин}^{-1}.$$

2. Зависимость скорости реакции персульфат + морфолин от концентраций реагентов. Кинетические данные приведены в ниже-следующих таблицах 2 и 3.

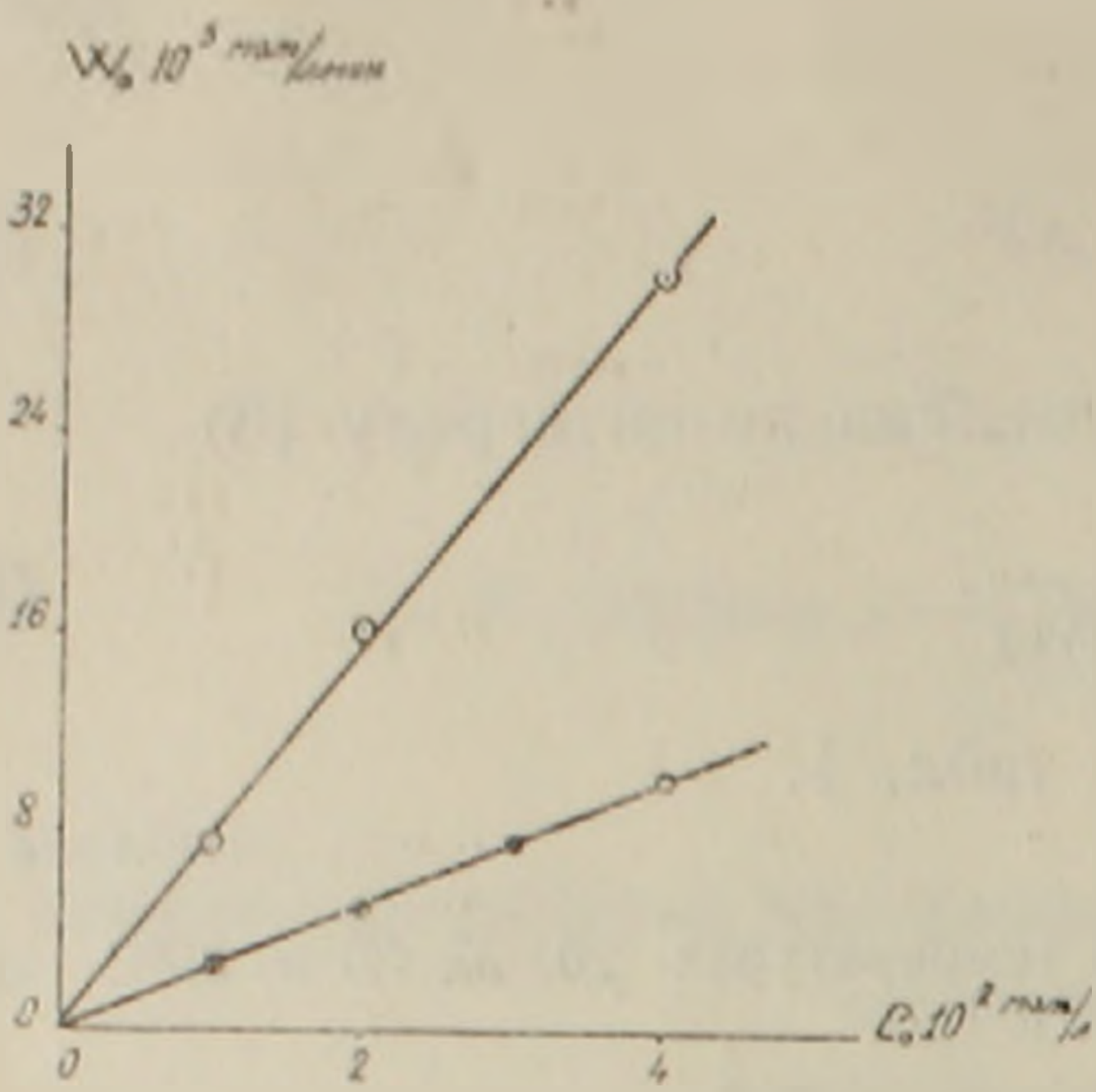
Таблица 2

Зависимость оставшегося количества персульфата от времени в присутствии различных начальных концентраций морфолина

Время в мин.	$A_0 = 0,02 \text{ моль/л}$	$A_0 = 0,03 \text{ моль/л}$	$A_0 = 0,04 \text{ моль/л}$	$A_0 = 0,01 \text{ моль/л}$
0	9,87	9,83	9,83	9,87
40	—	7,47	6,55	—
60	7,80	—	—	8,20
80	—	5,80	4,77	—
120	6,40	4,73	—	7,97
160	—	4,03	3,40	—
180	5,40	—	2,48	7,47
200	—	3,33	1,68	—
240	4,80	2,90	1,28	7,07

$(P-x) \cdot 10^3 \text{ моль/л}$

Условия опытов: $(P)_0 = 0,01$ моль/л, $t = 35^\circ\text{C}$, $(A)_0 =$ переменная в моль/л.



(a) $A_0 = 0,03$ моль/л const; (b) $P_0 = 0,01$ моль/л const

Фиг. 1.

Таблица 3
Зависимость оставшегося количества персульфата от времени при реакции персульфат+морфолин в присутствии различных начальных концентраций персульфата

Время в мин.	$(P - x) \cdot 10^3$ моль/л			
0	10	20	40	
10	—	—	36,8	
15	—	—	36,0	
20	—	17,8	35,3	
25	—	—	34,6	
40	7,6	16,0	32,1	
60	—	14,95	31,7	
80	5,9	14,00	—	
100	—	13,20	—	
120	4,75	—	—	
130	—	12,15	—	
160	4,0	11,45	—	

Из фиг. 1 в координатах W_0 (начальная скорость реакции) — C_0 (начальная концентрация морфолина или персульфата) следует, что:

$$W_0 = k (A)_0 (P)_0 \tag{5}$$

Определение стехиометрии реакции показало, что с одним мо-
лем персульфата вступают в реакции два моля морфолина. Следова-
тельно:

$$\frac{dx}{dt} = k (P - x)(A - 2x),$$

что при $(A)_0 = 2(P)_0$ превращается в (3).

3. Температурная зависимость скорости реакции персуль-
фат + морфолин. Опыты ставились при условиях: $(P)_0 = 0,025$ моль/л,
 $(A)_0 = 0,05$ моль/л. Зависимость значений $\frac{x}{P-x}$ от времени при раз-
личных температурах приведена в табл. 4.

Таблица 4

Зависимость функции $\frac{x}{P-x}$ от времени при температурах 25, 30, 35 и 40°C для
реакции персульфат+морфолин

Время в мин. t	$\frac{x}{P-x}$ при 25°	$\frac{x}{P-x}$ при 30°	t мин.	$\frac{x}{P-x}$ при 35°	t мин.	$\frac{x}{P-x}$ при 40°
0	0	0	0	0	0	0
20	0,153	0,81	15	0,214	5	0,102
40	0,278	0,393	30	0,400	10	0,187
60	0,570	0,579	60	0,730	15	0,298
80	0,600	0,746	90	1,203	20	0,433
100	0,750	0,968	120	1,862	30	0,653
$k \text{ M}^{-1} \text{ мин}^{-1}$	0,150	0,191		0,274		0,416

Полученные данные хорошо удовлетворяют уравнению Аррениуса и зависимость константы скорости от температуры выражается уравнением:

$$k = 5,8 \cdot 10^8 \exp (-13100/RT) \text{ лмоль}^{-1} \text{ мин}^{-1}. \quad (6)$$

Опыты показали, что кислород не влияет на скорость обеих реакций. Из приведенных данных можно заключить, что скорость реакции персульфата калия как с пиперидином, так и с морфолином выражается уравнением (5), что свойственно реакциям персульфата с аминами второй группы. Однако скорость реакции персульфат+морфолин не подчиняется соотношению (1).

Кроме того, нами ранее было установлено (⁴), что скорость реакций последнего класса растет с увеличением pH среды, причем эта связь количественно выражается уравнением:

$$k = k_0' + a (\text{KOH}). \quad (7)$$

Для того, чтобы установить, к какому классу относятся пиперидин и морфолин, нами еще изучалось влияние гидроокиси калия на скорость указанных реакций. Полученные данные приведены в табл 5.

Таблица 5

Зависимость констант скоростей реакций персульфата с пиперидином и морфолином от концентрации гидроокиси калия

(KOH) моль/л	0	0,025	0,050	0,10
$k_{30^\circ\text{C}} \text{ М}^{-1} \text{ мин}^{-1}$ для реакции $P + \text{пиперидин} \dots \dots \dots$	0,16	—	0,26	0,35
$k_{35^\circ\text{C}} \text{ М}^{-1} \text{ мин}^{-1}$ для реакции $P + \text{морфолин} \dots \dots \dots$	0,274	0,262	0,285	0,270

Из данных табл. 5 следует, что щелочь в отличие от реакций персульфата с другими аминами (^{5,6}) не влияет на скорость реакции персульфат+морфолин. Щелочь увеличивает скорость реакции $P + \text{пиперидин}$. Откладывая на оси ординат значения константы скорости второго порядка, а на оси абсцисс значения концентрации гидроокиси калия, получаем прямую линию с тангенсом угла наклона, равным $1,9 \text{ М}^{-2} \text{ мин}^{-1}$.

Серная кислота в количествах $(\text{H}_2\text{SO}_4) \geq (A)_0$ полностью ингибирует реакции персульфата с морфолином и пиперидином. Это указывает на то, что персульфатом окисляются молекулы морфолина и пиперидина и соответствующие сопряженные кислоты R_2NH_2^+ не способны вступать в реакцию с персульфатом.

Рассмотрение кинетики реакций персульфат+пиперидин и персульфат+морфолин приводит к заключению, что кинетика обеих реакций имеет как некоторое сходство, так и отличия.

Скорость обеих реакций описывается одним и тем же уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = k (P - x) (A - 2x) \quad (2)$$

Стехиометрический коэффициент один и тот же: $1P + 2A$. Сопряженные кислоты обоих аминов $R_2NH_2^+$ не вступают в реакцию с персульфатом.

Главное расхождение в поведении обоих аминов заключается в том, что морфолин, будучи менее слабым основанием ($K = 2,0 \cdot 10^{-5}$), чем пиперидин ($K = 1,7 \cdot 10^{-3}$), окисляется персульфатом с большей скоростью, чем пиперидин ($k_{35^\circ}^{\text{морфолин}} = 0,274$, $k_{35^\circ}^{\text{пиперидин}} = 0,239$ л·моль⁻¹·мин⁻¹).

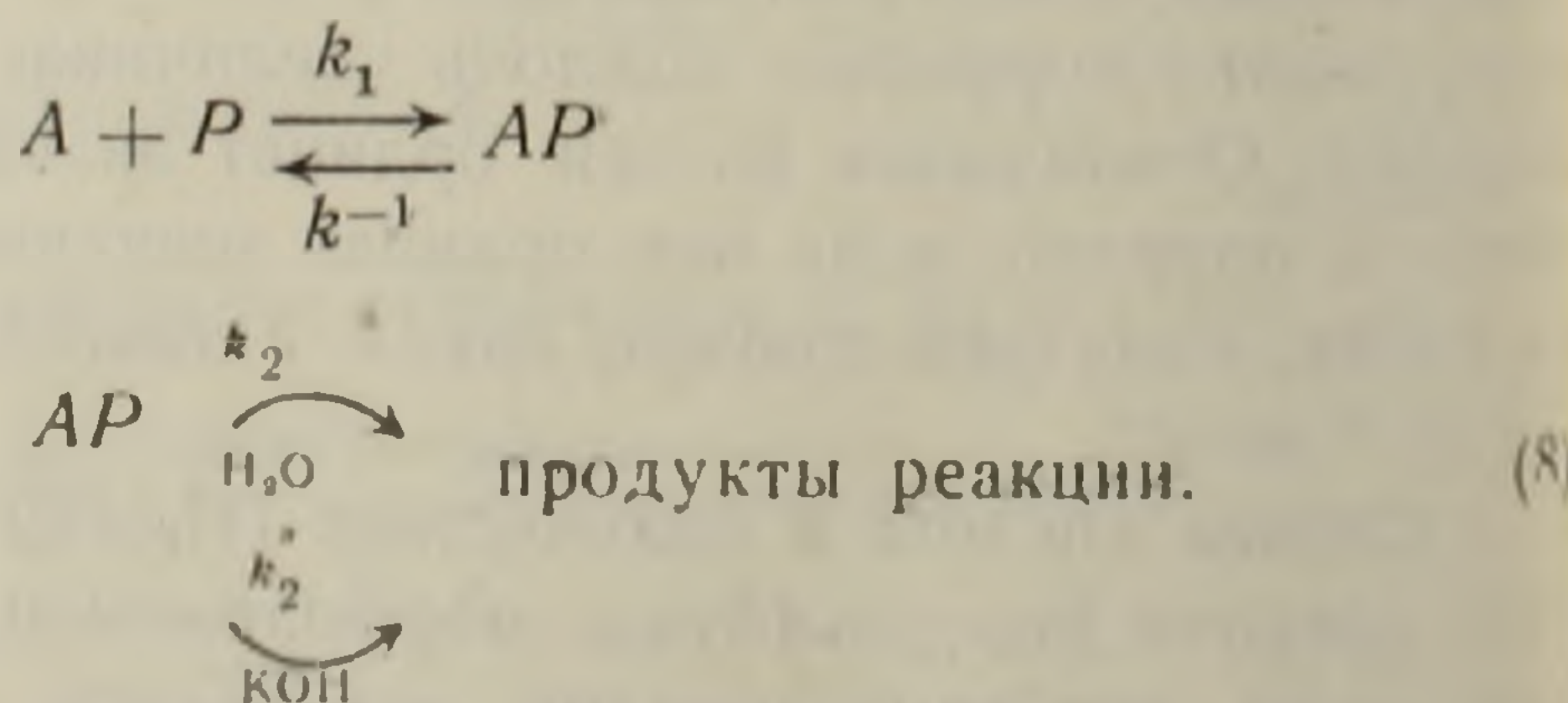
Если реакция персульфат + пиперидин подчиняется уравнению (1) (7), то реакция персульфат + морфолин отклоняется от него. Различие в поведении обоих аминов, по-видимому, обусловлено наличием второго реакционного центра (атом кислорода) в молекуле морфолина.

Может возникнуть сомнение, что морфолин гидролизуется с образованием диэтанолamina, который быстрее окисляется персульфатом, и эта последняя реакция не подчиняется соотношению (1). Однако щелочь не только увеличивает скорость реакции персульфат + диэтанолamin, но и приводит к самоускорению (8). А в случае морфолина щелочь вообще не влияет на скорость реакции.

Изучение влияния щелочи на скорость реакции персульфат + пиперидин привело к тому, что щелочь увеличивает скорость данной реакции по ранее установленному нами закону (4): $k = k_0 + a(\text{KOH})$ (7).

В этом отношении интересна реакция персульфат + морфолин. Из большого числа примеров последняя реакция является первым исключением, так как щелочь вообще не действует на скорость этой реакции.

Действие щелочи нами объяснялось (2) тем, что она катализирует распад образовавшегося в первичном акте реакции комплекса амин + персульфат:



Такая кинетическая схема приводит к выражению для скорости реакции:

$$W = k_{\text{эфф}} (A) (P), \quad (9)$$

где

$$k_{\text{эфф}} = k_1 \left[\frac{k_2' (\text{H}_2\text{O})}{k_{-1} + k_2' (\text{H}_2\text{O}) + k_2'' (\text{KOH})} + \frac{k_2'' (\text{KOH})}{k_{-1} + k_2' (\text{H}_2\text{O}) + k_2'' (\text{KOH})} \right] \quad (10)$$

с предположением, что скорость реакции обусловлена скоростью распада комплекса AP в сторону образования продуктов реакции.

Могут быть три случая:

а) Если $k_{-1} \gg k_2'(\text{H}_2\text{O}) + k_2''(\text{KOH})$, тогда

$$k_{\text{эфф}} = k_1 \frac{k_2'(\text{H}_2\text{O})}{k_{-1}} + k_1 \frac{k_2''(\text{KOH})}{k_{-1}}$$

$$\text{или } k_{\text{эфф}} = k_0 + a(\text{KOH}) \quad (7)$$

(случай реакции персульфат + пиперидин и персульфат + другие амины (4, 6)).

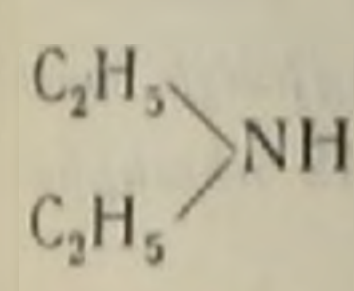
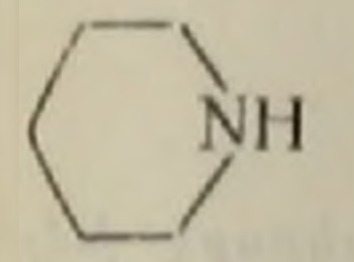
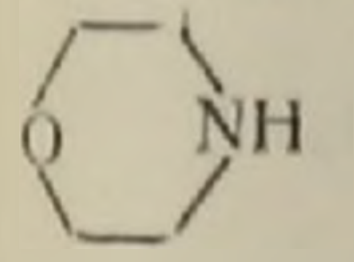
б) Если $k_{-1} \ll k_2'(\text{H}_2\text{O}) + k_2''(\text{KOH})$, тогда

$$k_{\text{эфф}} = k_1, \quad (11)$$

т. е. скорости реакции не зависят от концентрации щелочи.

в) Если $k_{-1} \simeq k_2'(\text{H}_2\text{O}) + k_2''(\text{KOH})$, то при малых количествах щелочи получится (7), а по мере увеличения концентрации щелочи в системе (7) переходит в (11).

Интересно сравнить температурные зависимости скоростей реакции персульфата с некоторыми вторичными аминами: диэтиламином, пиперидином и морфолином.

Амин	$K_{\text{II}} \cdot 10^{-3}$	$E_{\text{акт}}$ ккал/моль	$A \cdot 10^{-11} \text{M}^{-1} \text{мин}^{-1}$	$K_{35} \text{M}^{-1} \text{мин}^{-1}$
	1,26	16,8	1,35	0,110 (2)
	1,70	15,6	0,30	0,239
	0,02	13,1	$5,80 \cdot 10^{-3}$	0,274

Из данных приведенной таблицы следует, что $W_{\text{P}} + \text{пиперидин} > W_{\text{P}} + \text{диэтиламин}$. С первого взгляда казалось бы, что различие в скоростях обеих реакций обусловлено только стерическим (энтропийным) фактором: у диэтиламина обе алкильные группы „свободные“ и они будут создавать пространственное затруднение для приближения иона $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ к молекуле амина. У пиперидина этого затруднения не должно было быть по приведенному выше соображению. Однако опыт приводит к обратному заключению: $\text{Ar} + \text{Et}_2\text{NH} > \text{Ar} + \text{пиперидин}$. По всей вероятности, для аминов второй группы основность амина в большей мере сказывается на энергии активации реакции. Надо отметить, что энергия активации реакции персульфат + морфолин ниже, чем энергия активации реакций персульфата с диэтиламином и пиперидином, но значительно низкое и значение предэкспонента. По-видимому, это связано с тем, что наличие кислорода в молекуле морфолина затрудняет приближение иона $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ к молекуле морфолина, но делает более подвижным тот атом водорода, который принимает участие в акте образования комплекса амин + персульфат (8).

Ջրային լուծույթում պիպերիդինի և մորֆոլինի պերսուլֆատով
օքսիդացման կինետիկան

Նպատակ ունենալով համեմատել փակ շղթայով երկրորդային ամինների կինետիկ վերաբերմունքը ջրային լուծույթներում պերսուլֆատի քայքայման նկատմամբ ուսումնասիրվել է պիպերիդինի և մորֆոլինի օքսիդացման արագությունը պերսուլֆատով:

Պարզվել է, որ այդ երկու ամինները պերսուլֆատով օքսիդանում են միևնույն կինետիկ օրենքով: Օքսիդացման արագությունն արտահայտվում է

$$\frac{dx}{dt} = k (P - x)(A - 2x)$$

հավասարումով, որտեղ՝

$$k_{\text{պպերիդին}} = 0,30 \cdot 10^{11} \exp(-15600/RT) \text{ րոպ}^{-1}$$

$$k_{\text{մորֆոլին}} = 5,80 \cdot 10^8 \exp(-13100/RT) \text{ րոպ}^{-1}.$$

Մորֆոլինի մոլեկուլում ազոտի ատոմի նկատմամբ 4 տեղում թթվածնի ատոմի առկայությունը խաղում է զգալի դեր: Եթե նա զգալիորեն նվազեցնում է պերսուլֆատով օքսիդացման պրոցեսի ակտիվացման էֆեկտիվ էներգիան, ապա խիստ փոքրացնում է նախաէքսպոնենտի արժեքը ևս:

Այդ երկու ամինները իրարից տարբերվում են նաև նրանով, որ եթե պերսուլֆատ + պիպերիդին ռեակցիայի արագությունը սխտեմին ավելացված հիմքի կոնցենտրացիայից կախված է զծային օրենքով, ապա հիմքը բոլորովին չի ազդում պերսուլֆատ + մորֆոլին ռեակցիայի արագության վրա: Ի նկատի ունենալով նաև այն հանդամանքը, որ պերսուլֆատ + մորֆոլին ռեակցիան չի բավարարում 2-րդ խմբի ամինների համար հատուկ

$$\lg k = \rho \lg K_n + A$$

էմպիրիկ առնչությանը, կարելի է ենթադրել, որ մորֆոլինը չի հանդիսանում երկրորդ խմբի ամին:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Ն Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ Н. М. Бейлерян и О. А. Чалтыкян, ДАН АрмССР, 31, 3, 147 (1960). ² Н. М. Бейлерян, Автореферат кандидатской диссертации, Ереван, 1962. ³ А. Альберт и Е. Сержент, Константы ионизации кислот и оснований, стр. 137 (1964). ⁴ О. А. Чалтыкян и Н. М. Бейлерян, „Известия АН АрмССР“ (хим. науки), II, № 3, 153 (1958). ⁵ Н. М. Бейлерян и О. А. Чалтыкян, „Известия АН АрмССР“ (хим. науки), 13, № 6, 337 (1960). ⁶ О. А. Чалтыкян и Н. М. Бейлерян, „Известия АН АрмССР (хим. науки), 14, № 1, 7 (1961). ⁷ О. А. Чалтыкян и Н. М. Бейлерян, ДАН АрмССР, 30, № 4, 225 (1960). ⁸ О. А. Чалтыкян и Н. М. Бейлерян, „Известия АН АрмССР“ (хим. науки), 13, № 5, 315 (1960).

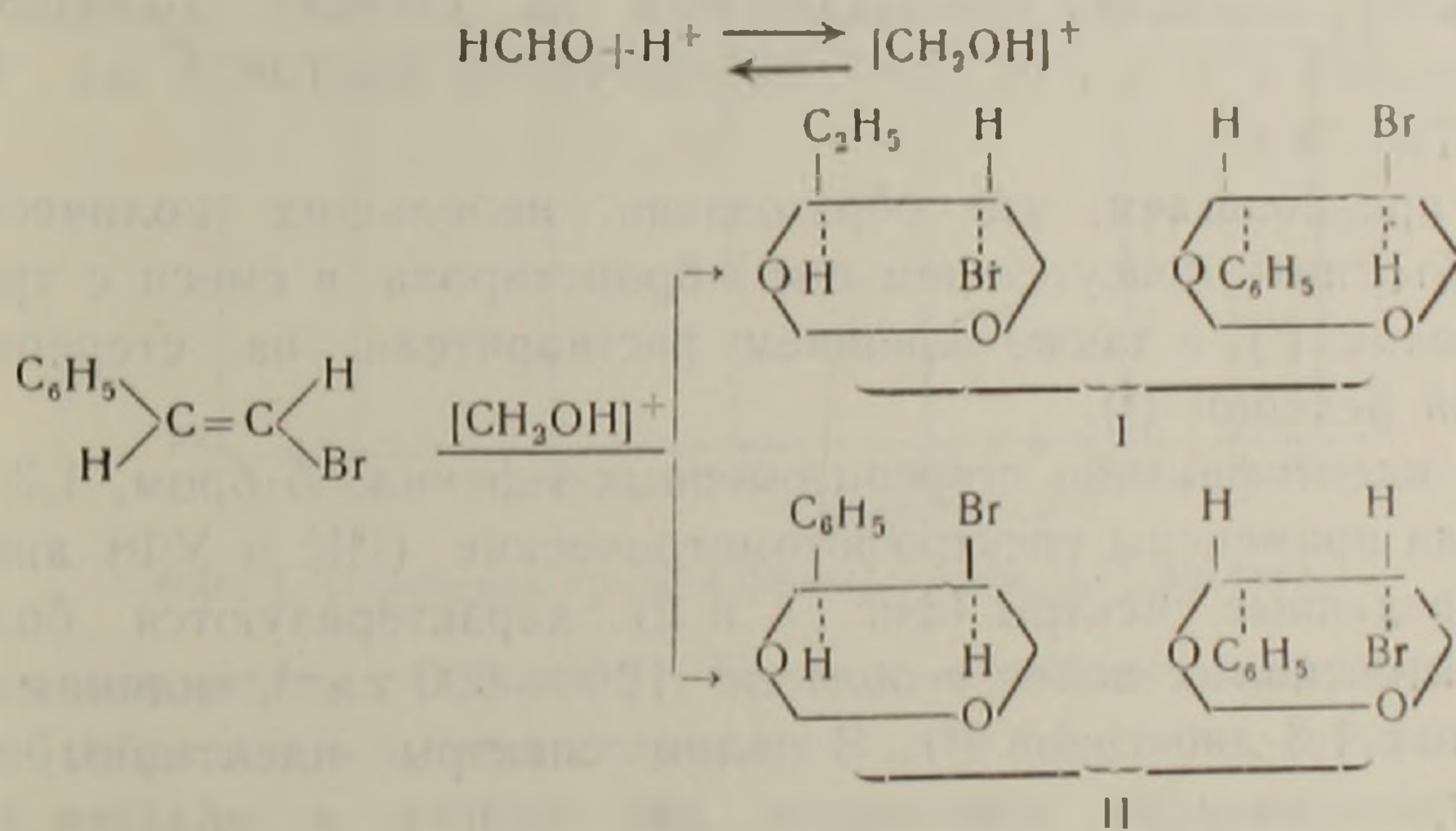
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. И. Исагулянц, академик АН Армянской ССР, В. Р. Меликян и З. Д. Кустанович

Конденсация β -бромстирола с параформальдегидом в присутствии КУ-2

(Представлено 10/XI 1966)

Исследования конденсации формальдегида с галоидзамещенными стиrolами, проведенные в последние годы, представляют большой теоретический интерес, так как благодаря им уточняются некоторые аспекты механизма и стереохимии реакции Принса. С этой точки зрения наибольший интерес представляют кислотно-каталитическая конденсация транс- β -бромстирола с формальдегидом (¹⁻⁴)



Наша работа ставила целью выяснение возможности протекания конденсации транс- β -бромстирола с параформальдегидом на катионообменной смоле КУ-2, а также сравнение полученных нами результатов с опубликованными данными по конденсации β -бромстирола с параформальдегидом с применением минеральных кислот в качестве катализатора.

Транс- β -бромстирол был получен по известной методике (⁵) из транскоричной кислоты с т. пл. 133° (табл. I).

Нами получены (I) и (II) с суммарным выходом 78,4% (от теор.) при проведении реакции в среде ρ -диоксана при температуре кипения реакционной смеси (100°), количестве катализатора 40% на

Таблица 1

Т кип./мм, °С		n_D^{20}		d_4^{20}		MRD	
найд.	лит. дан. (1)	найд.	лит. дан. (1)	найд.	лит. дан. (1)	найд.	вычисл.
108/20	108/20	1,6010	1,6100	1,400	1,410	45,00	45,498

сумму загружаемого сырья, молярном соотношении олефин : альдегид—1 : 2, продолжительности реакции 10 час.

В результате тщательной вакуумной разгонки были выделены два стереоизомерных 4-фенил, 5-бром, 1,3-диоксана, физико-химические свойства которых представлены в табл. 2.

Таблица 2

Соединение	Соотн. (II): (I)		Т. кип./мм, °С		n_D^{20}		d_4^{20}	MRD	
	найд.	лит.	найд.	лит. дан. (1)	найд.	лит. дан. (1)	найд.	найд.	вычисл.
I	0,22	0,21	110—112/2	107/1,5	1,5580	1,5598	1,4700	53,2	53,846
II			132—134/1,5	128/1	1,5750	1,4950	1,4950	53,4	53,846

Цис-изомер (II) представляет легкокристаллизующуюся при стоянии жидкость (частично кристаллизуется на стенках холодильника при перегонке) с т. пл. 70—71°, литературные данные т. пл. 69,5—70 (5) и 75—76 (2).

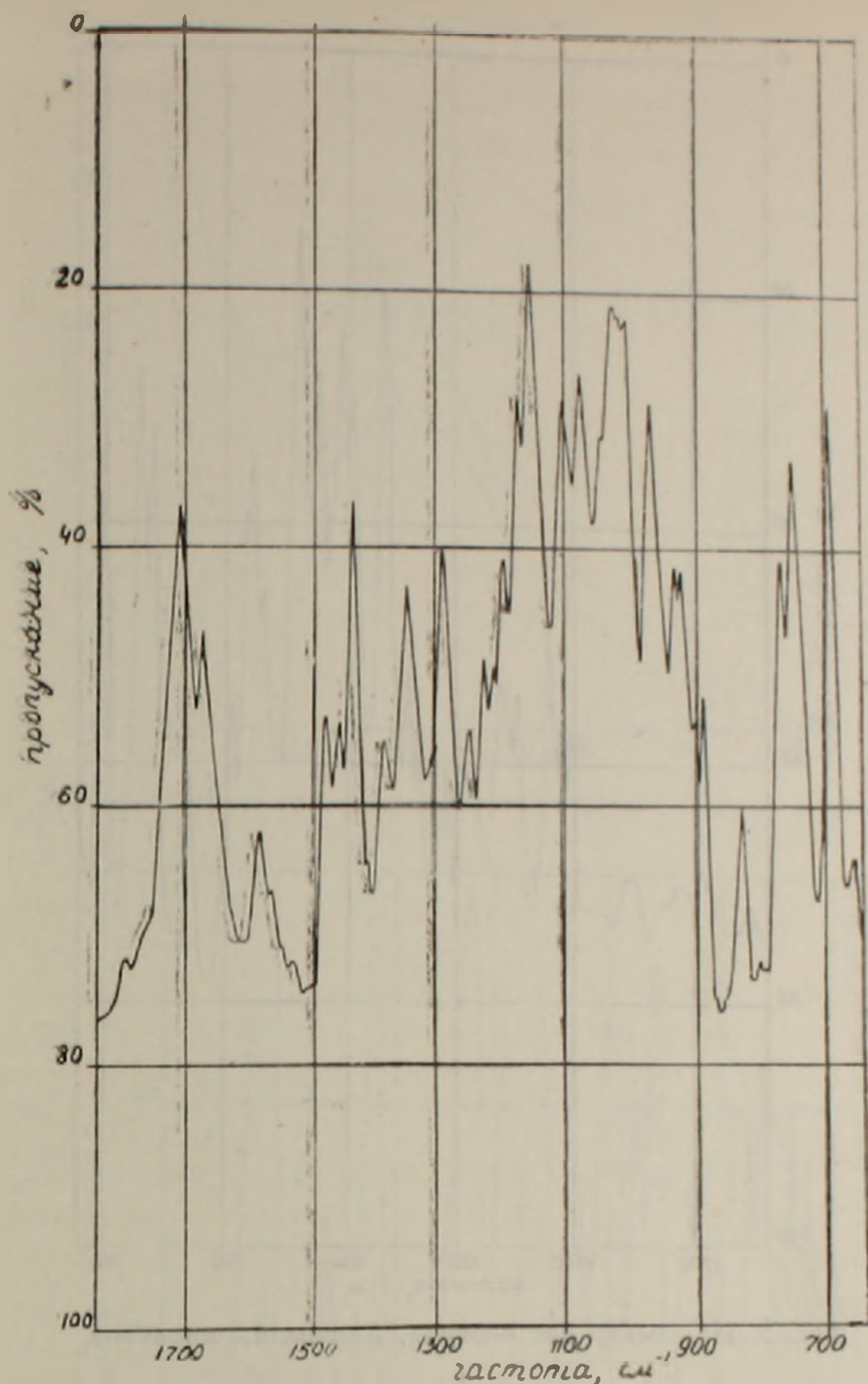
Мы предполагаем, что образование небольших количеств (II) можно объяснить присутствием цис-β-бромстирола в смеси с транс-β-бромстиролом (2), а также влиянием растворителя на стереохимию изучаемой реакции (4).

Для идентификации стереоизомерных 4-фенил, 5-бром, 1,3-диоксанов были применены спектрофотометрические (ИК и УФ) анализы.

Приведенные спектры (фиг. 1 и 2) характеризуются большим числом интенсивных полос в области 1200—900 см⁻¹, типичных для замещенных 1,3-диоксанов (6). В целом спектры идентичны, но в спектре транс-изомера появляются две полосы в области 1720—1650 см⁻¹ и полоса 970 см⁻¹, которые отсутствуют в спектре цис-изомера.

Как показывают работы Терада (2), достаточно надежно установить присутствие цис- и транс-изомеров замещенных 1,3-диоксанов можно по ультрафиолетовым спектрам. Интенсивность поглощения ультрафиолетового излучения транс-изомером гораздо больше, чем цис-. На фиг. 3 приведены ультрафиолетовые спектры (I) и (II) структур. Спектры получены на регистрирующем спектрофотометре фирмы Hitachi в области 210—360 мμ.

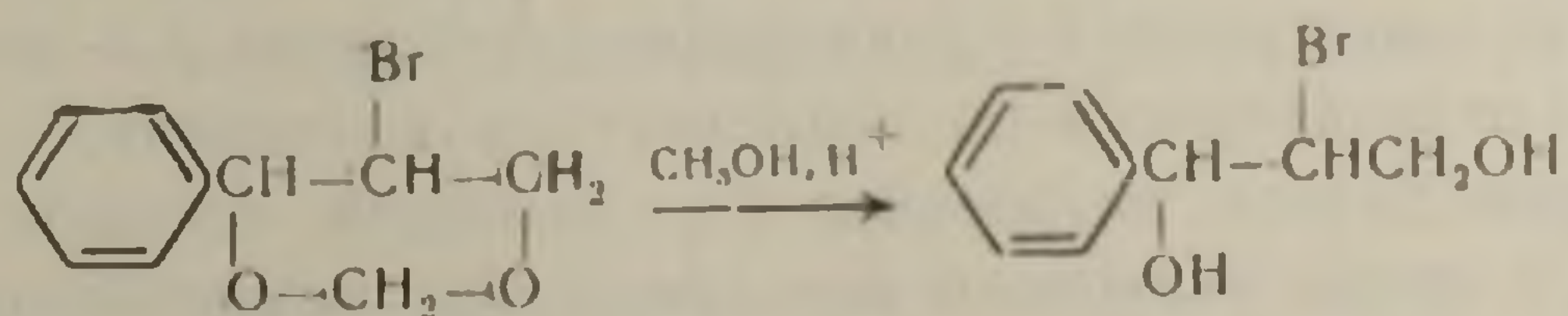
Растворитель—спектрально чистый изооктан. Концентрация транс-изомера 0,08975 г/л, цис—0,1510 г/л. Приведенные УФ-спектры пол-



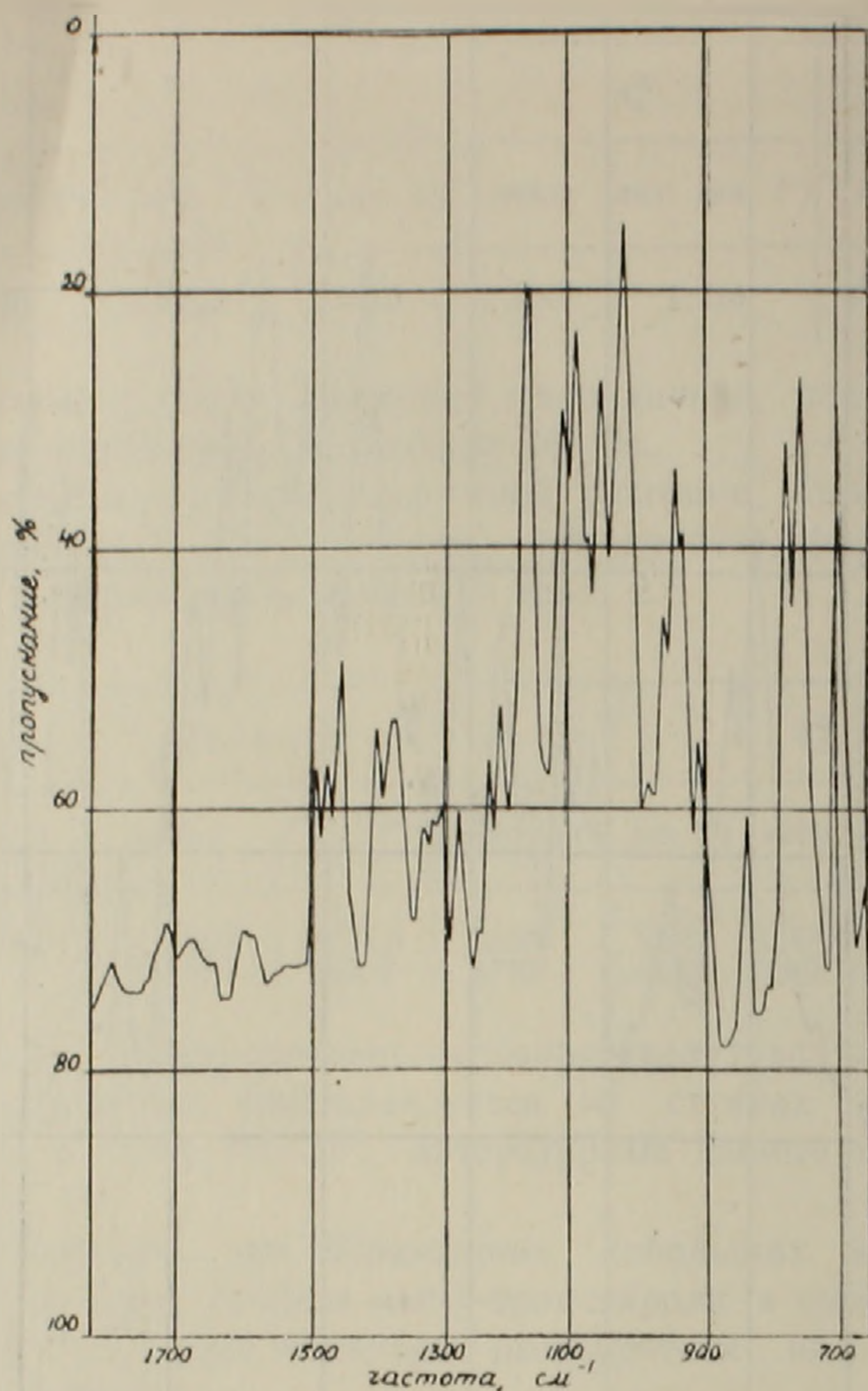
Фиг. 1. ИК-спектр транс 4-фенил, 5-бром, 1,3-диоксана.

ностью согласуются с данными ⁽²⁾ и подтверждают правильность выводов об образовании двух стереоизомерных 4-фенил, 5-бром, 1,3-диоксанов.

Метанолиз (I) и (II) дает соответствующие dl-трео (III) и dl-эритро (IV) 2-бром, 1-фенил, 1,3-пропандиолы. Метанолиз (I) и (II) проводился на сухой катионообменной смоле КУ-2 по известной методике ⁽⁷⁾



После нескольких перекристаллизаций из серного эфира были получены (III) и (IV) (табл. 3).



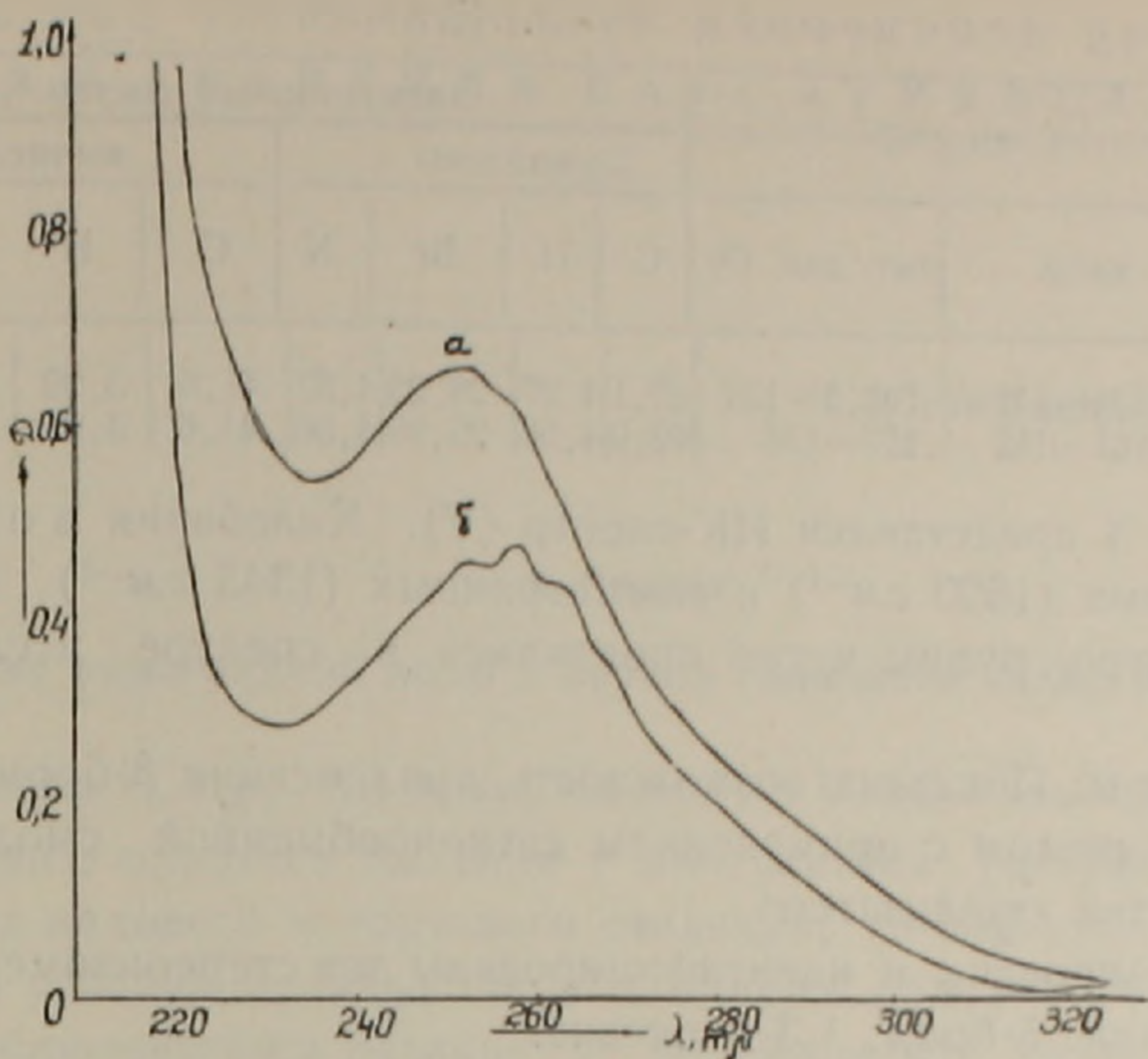
Фиг. 2. ИК-спектр цис 4-фенил, 5-бром, 1,3-диоксана.

Таблица 3

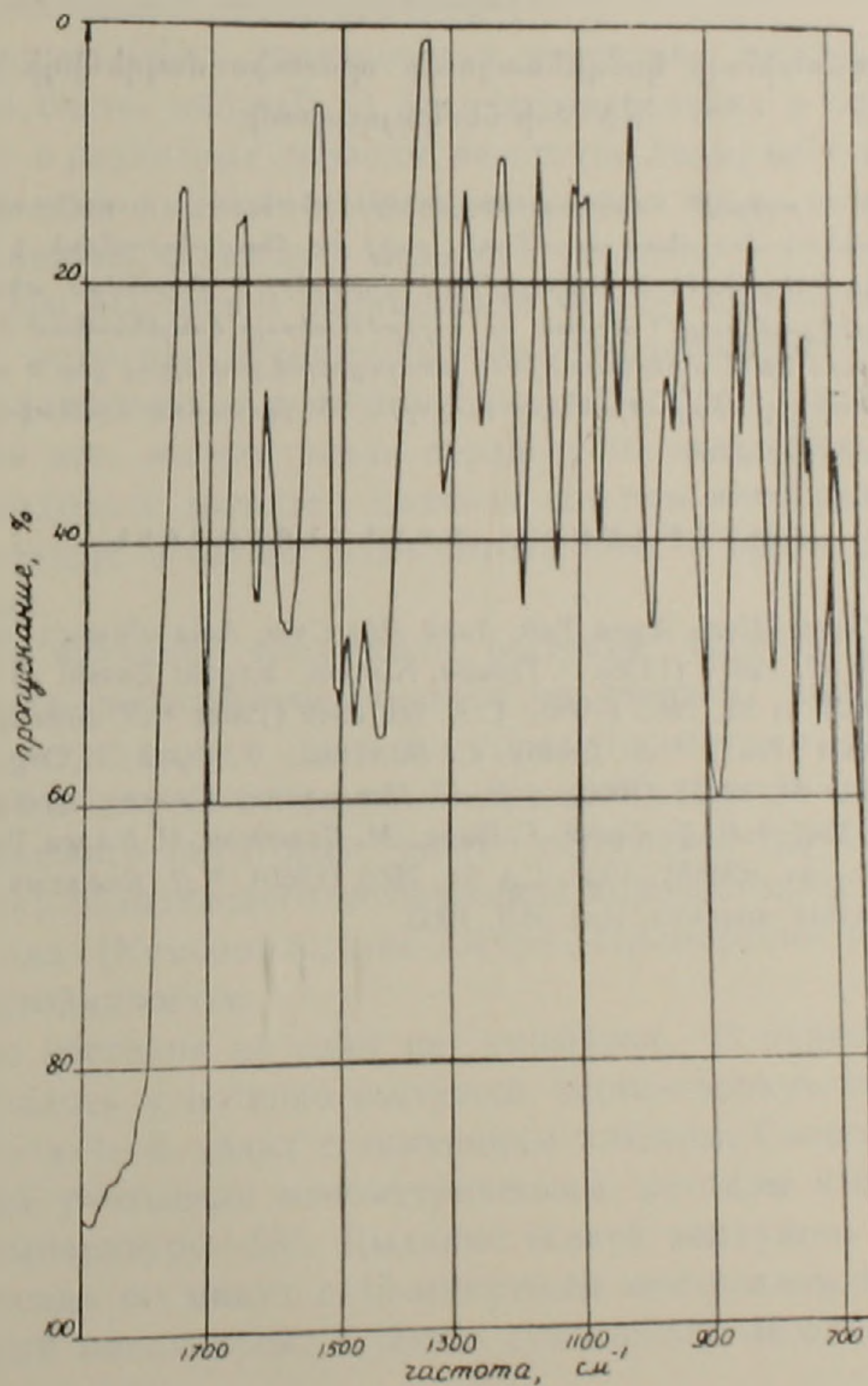
Соединение	Т. пл., °С		Элементарный состав, %						Гидроксильные числа, %	
			найдено			вычислено				
	найд.	лит. дан. (²)	С	Н	Br	С	Н	Br	найд.	выч.
III	54—55	62—63	47,2	5,06	33,9	46,8	4,8	34,55	12,1	14,7
IV	79—81	86—87	47,9	5,37	33,4	46,8	4,8	34,55	11,75	14,7

В литературе (¹,²) указывается, что нитрование (I) и (II) дает соответствующие изомерные 4 (-p-нитрофенил)-5-бром, 1,3-диоксаны (V) и (VI), резко отличающиеся по температурам плавления.

Нами проводилось нитрование (²) дымящей азотной кислотой (уд. вес 1,5) в среде уксусного ангидрида при температуре —5°. Полученный продукт представлял желтую, очень вязкую жидкость, которая через несколько дней при стоянии образовала кристаллы в виде звездочек (табл. 4).



Фиг. 3. УФ-спектры транс (а)-и цис (б) 4-фенил, 5-бром, 1,3-диоксанов.



Фиг. 4. ИК-спектр транс 4 (р-нитрофенил)-5-бром, 1,3-диоксана.

Таблица 4

Соединение	Выход % теор.	Т. пл., °C		Элементарный состав %							
				найдено				вычислено			
		найд.	лит. дан, (2)	C	H	Br	N	C	H	Br	N
V	32	131—132	133,5—134	42,1	4,27	26,25	4,57	41,6	3,92	27,06	4,86
VI	25,2	151—152	157—158	42,9	4,56	25,96	4,56	41,6	3,92	27,06	4,86

На фиг. 4 представлен ИК-спектр (V). Колебания в области антисимметричных (1520 см^{-1}) и симметричных (1345 см^{-1}) валентных колебаний нитро-группы четко проявились в спектре исследуемого продукта (8).

В ы в о д ы: Показана возможность конденсации β -бромстирола с параформальдегидом с применением катионообменной смолы марки КУ-2 в качестве катализатора.

2. Синтезированы и идентифицированы два стереоизомерных цис- и транс 4-фенил, 5-бром, 1,3-диоксана.

Վ. Բ. ԻՍԱԿՈՒՆՅԱՆՅ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Բ. ՄԵԼԻՔՅԱՆ և Չ. Դ. ԿՈՒՍՏԱՆՈՎԻՉ

β -Բրոմստիրոլի կոնդենսացումը պարաֆորմալդեհիդի հետ КУ-2-ի ներկայությամբ

Ֆորմալդեհիդի և ստիրոլի հալոիդատածանցյալների սեպարացիայի ուսումնասիրությունը ներկայացնում է տեսական մեծ հետաքրքրություն, քանի որ հնարավորություն է տալիս ճշտելու Պրինսի սեպարացիայի մեխանիզմի և ստերոբիմիայի վերաբերյալ ընդունված տեսակները:

Ներկա աշխատանքում ցույց է տրված, որ β -բրոմստիրոլը կոնդենսանում է պարաֆորմալդեհիդի հետ կատիոնիդ КУ-2-ի ներկայությամբ առաջացնելով լավ ելքով դիս և տրանս 4-ֆենիլ-5-բրոմ-1,3-դիօքսան: Այդ միացությունները բնորոշվել են քիմիական եղանակով, ինչպես նաև սպեկտրալ տանալիդի միջոցով:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Шин-Лу Синг, Шунг Хуан Тай, Лаан Шин Сун, Acta chimica sinica, № 1—3, 19—29 (1957); С.А. 52, 12870 (1958).
- ² Terada, Nippon Kagaki Zasshi a) 81, 606 (1960); С.А. 56, 1446 (1962), б) 81, 1465 (1960); С.А. 56, 5949 (1962)
- ³ Л. Бернар, Tetrahedron Letters, 10, 499—504 (1964).
- ⁴ Л. Долби, С. Вулкинг, Т. Фрей, J. Org. chem, 31 (4), 1110—6 (1966); С.А. 64, 14053 (1966).
- ⁵ В. И. Исагуляни, Синтез душистых веществ Изд. АН АрмССР, 1947.
- ⁶ Р. Ле Гофф, Г. Парк, М. Давидсон, М. Еллен, Bull. soc. chim., 236 (1964).
- ⁷ Англ. пат. 824551, 1958. С.А. 54, 7563 (1960).
- ⁸ Л. Беллами, Инфракрасные спектры сложных молекул, Изд. ИЛ, 1963.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

К. С. Погосян

Дыхание виноградной лозы в период годичного цикла развития

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Х. Чайлахяном 25/III 1967)

Изучению процесса дыхания у многолетних растений, в зависимости от их видового и сортового различия, температуры окружающей среды, условий произрастания посвящен ряд исследований (¹⁻⁸). Однако наблюдавшиеся различия в интенсивности дыхания растений в период годичного цикла развития по своему характеру и объяснениям к ним несколько противоречивы (^{3, 6, 7}).

Специальных работ, посвященных изучению дыхания виноградного растения, очень мало (⁹). В этих исследованиях в основном изучались листья в различные периоды вегетации лозы, не затрагивая совершенно процесса дыхания побегов текущего года, в частности в период закаливания и зимовки лозы без укрытия.

Между тем выяснение взаимосвязи между дыханием, ростом и вызреванием лозы при перестройке виноградного растения из вегетирующего в зимостойкое состояние имеет большое значение.

Учитывая это, мы поставили перед собой задачу в условиях юга Армении исследовать характер дыхания побегов винограда в разные периоды вегетации, а также зависимость этого процесса от ритмов роста растения.

Объектом изучения послужили растения европейского и амурского винограда, резко различающиеся по степени морозостойкости: широко распространенного местного сорта Воскеат, со слабой устойчивостью к морозам; межвидового гибрида Северный Саперави—(селекции Всесоюзного науч.-иссл. ин-та виноградарства и виноделия—Новочеркасска), обладающего повышенной морозостойкостью; и Амурского винограда (Комсомольск-на-Амуре—Приморский край) с высокой морозоустойчивостью.

Опытные растения на зиму не укрывали. В период вегетации дыхание изучалось у активно растущей части—верхушки побега, а в течение года—в 4—5 узлах с зимующим глазком. Скорость поглощения кислорода учитывали манометрическим методом в аппарате Варбурга при температуре +28°. Дыхание тканей верхушки побега определяли в течение 60 минут с 15-минутным интервалом между отсчетами показаний манометров, а также суммарное за один час, а для

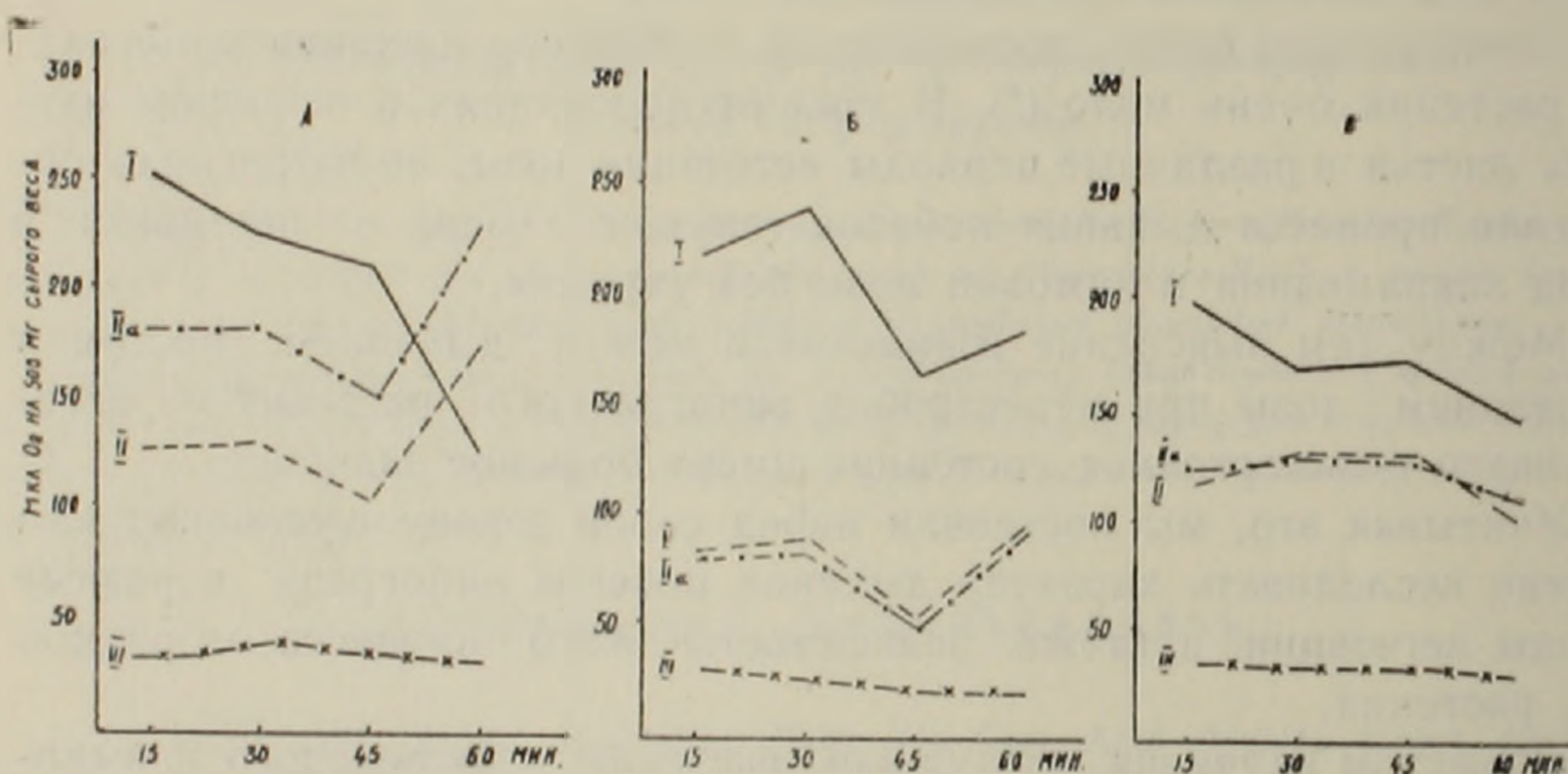
узлов с зимующим глазком—только после 60-минутной экспозиции

Пробы каждый раз брали из сада в первой половине дня, постепенно доводя температуру образцов до температуры опыта. Повторность определений была 6-кратная.

Изучение динамики дыхания верхушки побега в период вегетации показало, что наиболее интенсивное дыхание происходит в период активного их роста—с мая до июля. В этот срок кривая изменения дыхания во времени, т. е. различия между величинами дыхания, полученными за последовательные 15-минутные промежутки, приобретает резкий, „судорожный“ характер. Особенно сильно это выражено у местного сорта Воскеат и слабее—у Амурского винограда. Различия между ними в суммарном количестве поглощенного кислорода за 60 минут составляли соответственно — 828 и 690 мкл O_2 (фиг. 1, табл. 1).

Такое различие в интенсивности дыхания тесно связано с особенностями роста растений исследуемых сортов.

По литературным данным (9) и нашим исследованиям, у Амурского винограда вегетация начинается рано, органообразовательные



Фиг. 1. Интенсивность дыхания верхушки однолетних побегов и пасынков виноградной лозы через каждые 15-минутные промежутки времени. А—Воскеат (слабоморозостойкий); Б—Северный Саперави (повышенной морозостойкости); В—Амурский виноград (высокой морозостойкости). I—май (однолетний побег); II—9/VII (однолетний побег); IIa—9/VII (пасынки); III—3/IX (однолетний побег).

процессы в почках, по сравнению с местными сортами европейского винограда, происходят в более ранние сроки. Однако уже в июне темпы роста снижаются и в июле рост почти прекращается.

Аналогичная динамика роста в условиях юга Армении наблюдается у сорта Северный Саперави, с той лишь разницей, что у него затухание ростовых процессов отмечается в более ранний период, в результате чего развиваются слаборослые растения (табл. 2).

Как видно из приведенных данных, сорт Воскеат значительно отличается поздним началом вегетации, соответственно энергичным ростом в мае—июне и сравнительно поздним прекращением ростовых

Таблица 1

Интенсивность дыхания верхушки побега за 1 час (в мкл кислорода на 500 мг сырого веса)

Дата	Воскеат		Северный Сапериави		Амурский виноград	
	O ₂ в мкл	M*	O ₂ в мкл	M*	O ₂ в мкл	M*
19/V	828±14,2	1,7	780±16,1	2,0	690±12,3	1,8
10/VIII	544±9,1	1,6	323±4,9	1,5	480±12,0	2,5
3/IX	140±6,1	4,3	110±6,4	5,8	115±5,1	4,4

* M—ошибка измерений в %

Таблица 2

Прирост однолетних побегов винограда в см (средние данные из 10 кустов)

Сорта	Рост побега		Конечная длина побега	Прирост по месяцам					
	начало	конец		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Амурский виноград	30/III	22/VII	80	26	34	18	2,0	—	—
Северный Сапериави	4/IV	25/VII	60	16	32	11	1,0	—	—
Воскеат	16/IV	3/IX	105	12	53	24	10,0	5,4	0,5

процессов. Изучение интенсивности дыхания в последующие сроки вегетации показало прямую зависимость этого процесса от динамики роста.

Заметное понижение интенсивности поглощения кислорода верхушкой побега в начале июля соответствовало уже значительному ослаблению ростовых процессов. Причем эта величина была наименьшей у сорта Северный Сапериави в результате раннего ослабления процессов жизнедеятельности растений.

Сопоставляя данные по дыханию верхушек пасынков и побегов (фиг. 1), нетрудно заметить, что у морозостойких форм эти величины почти равны. У слабоморозостойкого же сорта Воскеат это различие составляло примерно 200 мкл O₂ за 1 час. По-видимому, это связано с более поздним появлением пасынков у местного сорта и, следовательно, сравнительно энергичным их ростом в этот период.

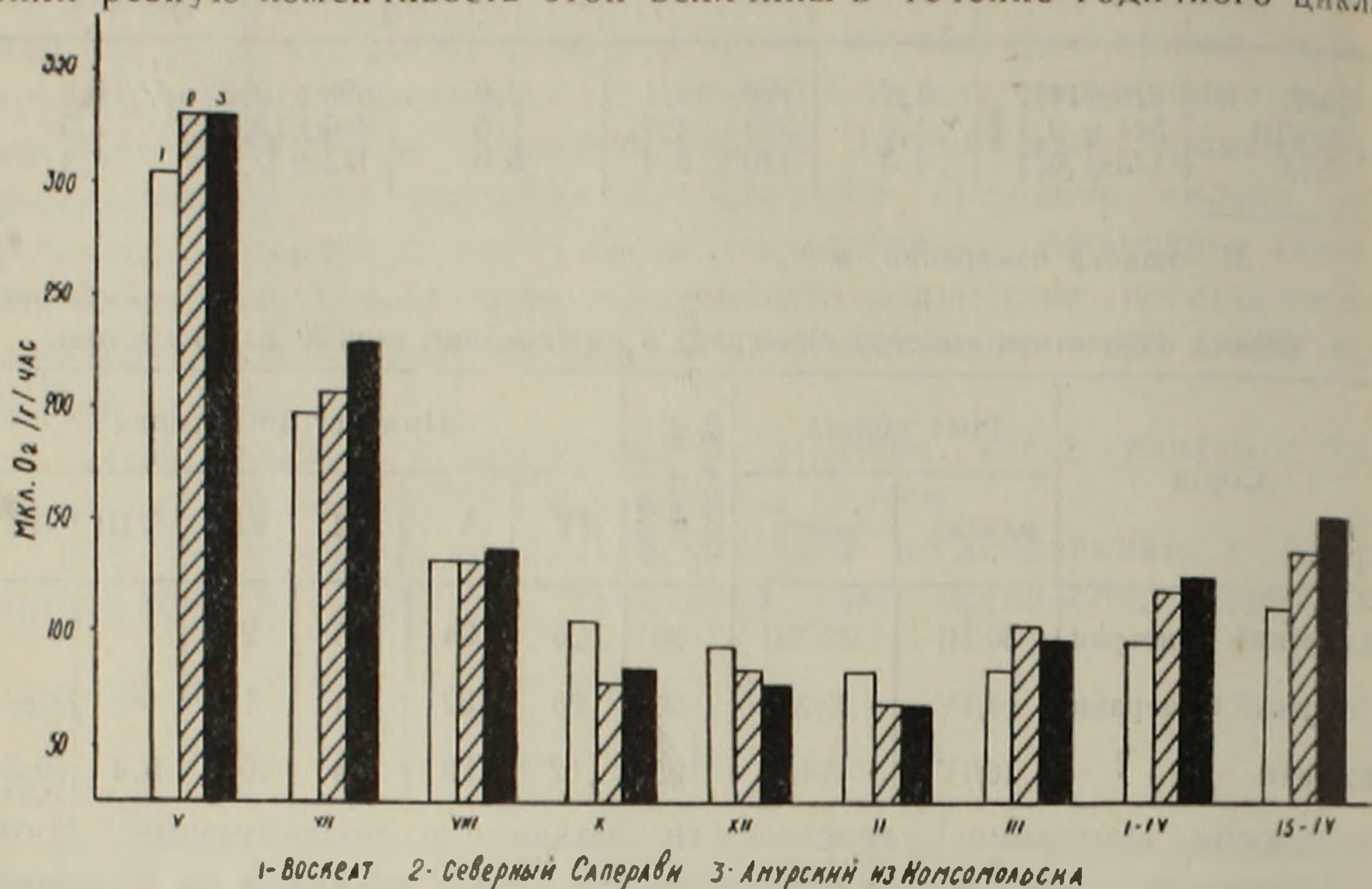
Такую зависимость между ростом и энергией дыхания отмечает также И. Н. Коновалов ⁽¹⁰⁾ на растениях грецкого ореха.

По мере старения, одревеснения и приостановки роста в последней декаде августа и в сентябре интенсивность дыхания верхушки побегов винограда резко снизилась. В этот срок у всех опытных растений наблюдался ровный ход дыхания, и поглощение кислорода за последовательные 15-минутные отрезки времени имело примерно одну и ту же величину.

Поскольку определение дыхания проводилось нами всегда при постоянной температуре (+28°), можно предположить, что ровный

ход его во времени зависит как от температуры воздействия в определенные сроки вегетации, о чем указывает О. А. Семихатова (2, 4), так и от энергии и темпов роста, т. е. физиологического состояния растения.

Исследования интенсивности дыхания узлов побега винограда выявили резкую изменчивость этой величины в течение годового цикла



Фиг. 2. Интенсивность дыхания 4—5 узлов однолетних побегов винограда с зимующим глазком в течение годового цикла развития.

развития растений, а также в зависимости от биологических особенностей роста (фиг. 2).

В узлах побегов наибольшая энергия дыхания отмечалась также в период интенсивных ростовых процессов (май—июнь), составляя примерно 310—330 мкл O₂ в час. По мере затухания роста (конец июня) энергия дыхания снижалась, достигнув в зимние месяцы минимальной за год величины—71—91 мкл O₂. Необходимо отметить, что в год опыта осень была теплой и продолжительной, зимние погодные условия характеризовались высокими положительными температурами в пределах +10° +16°.

Следовательно, в осенне-зимний период, до и во время определения дыхания, не было резкой смены температуры, что, согласно Солововой, Ракитиной и др., могло значительно повлиять на истинный процесс дыхания побегов виноградного растения.

В начале весны (март, I декада апреля), с повышением температуры воздуха и подготовкой виноградной лозы к вегетации в узлах однолетних побегов вновь отмечалось повышение интенсивности дыхания: у морозостойких форм на 15—20 дней раньше, чем у слабоморозостойкого сорта Воскеат. Сопоставляя данные по энергии дыхания различных частей молодого побега (серхушкя, 4—5 узлы) в

период его активного роста (май—июнь), также можно заметить, что более высокий уровень поглощения O_2 отмечался в узлах морозостойких форм. В верхушках этих же побегов наоборот—процесс дыхания был значительно слабее, по сравнению с слабоустойчивым сортом Воскеат (табл. 1, фиг. 2)

Как отмечалось, это в значительной степени связано с некоторым ослаблением роста в этот период, а также с сравнительно ранним началом органообразовательных процессов у морозостойких форм.

Смещение сроков роста и развития исследуемых растений нашло свое отражение в степени их морозостойкости (табл. 3).

Амурский виноград, Северный Саперави, отличаясь в начале осени более слабой интенсивностью дыхания, характеризуются способностью быстро и лучше проходить фазы закаливания и соответ-

Таблица 3

Интенсивность дыхания (4—5 узлов) и повреждаемость почек (в %) однолетних побегов винограда

Сорта	20 октября			28 марта		
	O_2 в мкл	—10° (10 час.)		O_2 в мкл	—12° (4 часа)	
		основных	запасных		основных	запасных
Амурский виноград . .	81	2,0	2,0	125	21,0	10,0
Северный Саперави . .	73	9,0	5,9	120	20,9	13,0
Воскеат	110	32,0	18,3	91	8,2	4,1

ственно развивать более высокую морозостойкость, чем местные слабоморозостойкие сорта винограда. И наоборот, весной, в результате ранней активизации у них жизненных процессов повреждаемость почек при отрицательных температурах значительно повышена, по сравнению с сортом Воскеат (¹²).

Полученные данные позволяют сделать заключение о взаимосвязи ростовых процессов с изменением интенсивности дыхания различных частей побега виноградного растения: период наиболее интенсивного роста растений сопровождается, как правило, повышенной энергией дыхания и наоборот—по мере старения и одревеснения побегов интенсивность дыхания слабеет, достигая зимой минимальной за год величины.

Растения различных в биологическом отношении сортов и видов винограда характеризуются различиями в ритмах роста, динамике процесса дыхания, а также в смещениях этих максимальных величин на те или иные периоды годичного цикла развития.

Показатели ритма роста, изменений дыхания могут иметь значение для характеристики физиологического состояния виноградного

растения при перестройке его из вегетирующего в зимостойкое и наоборот.

Институт виноградарства, виноделия и плодоводства
Министерства сельского хозяйства
Армянской ССР

Կ. Ս. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

Խաղողի վազի շնչառությունը տարեկան զարգացման ընթացքում

Աշխատության մեջ բերվում են խաղողի վազի շնչառության վերաբերյալ հեղինակի կողմից տարված ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Շնչառության ինտենսիվությունն և այդ պրոցեսի կապը բույսի աճման ուժի հետ վազի տարեկան զարգացման տարրեր շրջաններում ուսումնասիրվել է եվրոպական և ամուրական խաղողի մի քանի սորտերի ու հիբրիդային ձևերի մոտ, նրանց միամյա մատերի տարրեր մասերում (շաղաթում և 4-րդ—5-րդ հանգույցներում):

Թթվածնի կլանման արագությունը հաշվառվել է Վարրուդի ապարատում, 28° ջերմության պայմաններում, յուրաքանչյուր 15 րոպեն մեկ անգամ ժամվա ընթացքում, ինչպես և մեկ ժամվա ընթացքում գումարով:

Վազի զարգացման տարեկան ցիկլում շնչառության ամենարարձր էներգիան դիտվում է նրա բուռն աճի շրջանում և ընդհակառակը՝ աճի դադարի և շվերի հասունացման ու փայտացման հետ զուգընթաց աստիճանաբար թուլանում է այդ պրոցեսի ինտենսիվությունը և ձմռանը արգեն հասնում է իր մինիմումին:

Փարնանը, օդի ջերմաստիճանի բարձրացման և վազի վեգետացիան նախապատրաստվելուն զուգընթաց միամյա մատերի հանգույցներում նորից շնչառության ինտենսիվությունը բարձրանում է:

Խաղողի տեսակները և սորտերը միմյանցից տարրերվում են աճեցողության ուժով, շնչառության պրոցեսի դինամիկայով, ինչպես և այդ հատկանիշների մաքսիմալ մեծությունները սրտահայտությամբ վազի զարգացման այս կամ այն շրջանում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Б. А. Рубин, „Известия АН СССР“, серия биологическая, № 5, (1955).
² О. А. Семихатова, Труды Ботанич. ин-та АН СССР, сер. 4, вып. 11, 1956. ³ Я. Ф. Ворошильская, Дыхание и окислительно-восстановительные системы хвойных в связи с их экологическими особенностями. Кандид. диссерт., МГУ, 1956. ⁴ О. А. Семихатова Труды Ботанич. ин-та АН СССР, сер. 4, эксперимент. ботаника, № 13, 1959. ⁵ Л. И. Сергеев, К. А. Сергеева, Итоги и перспективы исследований развития растений. Изд. АН СССР, 1959. ⁶ З. Г. Ракипина, Сб. Физиология устойчивости растений. Изд. АН СССР, 1960. ⁷ Н. Н. Моисеев, Сб. Физиология устойчивости растений, Изд. АН СССР, 1960. ⁸ В. В. Гриненко, Е. Г. Бютнер, Ботанический журнал, т. 50, № 10, 1965. ⁹ М. В. Моторина, Известия ТСХА, вып. 1, 1958. ¹⁰ Н. Н. Коновалов, Е. Н. Михалева, Ф. Л. Щепотьева, А. И. Побегайло, Труды Ботанического института АН СССР, сер. IV, вып. 13, 1959. ¹¹ Н. Ф. Соколова, Труды Госуд. Никитск. ботанического сада, т. 21, вып. 2, 1939. ¹² К. С. Погосян, Труды Ин-та виноградарства, виноделия и плодоводства МСХ АрмССР, т. VIII, 1967.

