

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ТУРКМЕНСКОЙ ССР

**СЕРИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

1

1969

СОДЕРЖАНИЕ

Матевосян Р. Р., Шахов В. И. — Устойчивость нелинейных стержневых систем	3
Аннаев Р. Г., Юсупов Т. М., Коршик Ю. Г. — Исследование температурной зависимости электросопротивления кобальта в продольном магнитном поле	11
Аннаев Р. Г., Коршик Ю. Г. — Исследование температурной зависимости изменения электросопротивления в продольном магнитном поле в сплавах кобальта с марганцем	16
Давлетов А., Сарыев Ш. — Возможности отопления зданий за счет солнечной энергии	21
Джемилев Г. Г., Беркелнев М. — О влиянии зонального дрейфа на образование предполуденной аномалии ионизации в F-области	25
Овезгельдыев О., Бабаев А. — О частотных характеристиках спорадического слоя E	29
Ивашенко Г. А., Медовой М. М. — О применении однотоочечных систем при изучении воли в верхней части среды	36
Сергиенко С. Р., Усачев В. В. — Конденсаты Средней Азии, направление переработки и использования их	40
Сергиенко С. Р., Атамередова К. Р., Кульджаев Б. А., Медведева В. Д., Талаев Е. И., Мартынюк А. Д. — Индивидуальный углеводородный состав конденсатов месторождения Ачак	48
Ивашенко Г. А., Медовой М. М. — Методика выделения основных частот по результатам спектрального анализа сейсмической записи при сближении частотных и временных представлений в развитии физических процессов	61
✓ Алевин С. Н. — Особенности миграции бария в подземных водах Западного Копет-Дага	66
Назарова А. Л. — Характеристика тяжелых минералов и пород батских отложений Большого Балхана	73
Сапаров Ч. — Условия формирования красноцветной толщи Прибалханского района	78
Тачмурадов Б. — О характере и времени проявления вертикальной струйной миграции флюидов	86
Розыева Т. Р., Лаптева Т. М. — Остракоды и харовые водоросли из карагауданской свиты Копет-Дага	94

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Мамаев С., Назаров А., Прочухан В. Д., Стржалковский М. Е. — О теплопроводности твердых растворов по разрезам $2\text{GaAs}-\text{ZnGeAs}_2$, $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ (106). Рутгайзер Е. М. — Экспериментальные исследования контактного теплообмена в испарителях-льдогенераторах опреснительных вымораживающих установок (108). Бердыев А. А., Лежнев Н. Б., Назарова Г. А. — Акустическая аппаратура для исследования жидкостей на частотах 2—3 Гц (110). Акгаев Г. А. — О происхождении лесовых пород в Западном Копет-Даге (112). Чонанов Г. — Исследование влияния ориентации наружных ограждений зданий на температурный режим помещения (113). Ятченко Л. Д. — О верхнем сармате Западного Копет-Дага (115). Розыева Т. Р. — О находке морского чокрака в районе Центрального Копет-Дага и Восточной Туркмении (118). Розыева Т. Р. — Новые данные о распространении понтических отложений в Западно-Туркменской низменности (119).

ХРОНИКА

- Локтев С. М., Таимова Б. А. — Третье среднеазиатское совещание по нефтехимии и химической переработки углеводородов (120). Маммедов М. — Плenum Научного совета по постоянному магнитному полю Земли и палеомагнетизму в г. Ашхабаде (123).

Правила для авторов

125

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Отв. редактор — академик Академии наук Туркменской ССР С. Р. Сергиенко. Зам. отв. редактора — член-корреспондент Академии наук Туркменской ССР А. А. Бердыев. Отв. секретарь — кандидат физико-математических наук А. А. Аширов. Академики Академии наук Туркменской ССР Р. Г. Аннаев, В. А. Баум, П. И. Калугин, К. К. Машрыков; член-корреспондент Академии наук Туркменской ССР А. Н. Ниязов; кандидаты физико-математических наук Я. Агаев, Г. Джемилев, А. Нарчаев, А. Ханбердыев; кандидаты технических наук Р. Непесов, М. Курбанов; кандидаты геолого-минералогических наук К. Н. Иомудский, О. Одеков.

ТҮРКМЕНИСТАН ССР
ЫЛЫМЛАР АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
ХАБАРЛАРЫ

ФИЗИКА-ТЕХНИКИ, ХИМИКИ ВЕ ГЕОЛОГИК
ЫЛЫМЛАРЫҢ СЕРИЯСЫ

1

1969

Ашгабат

PROCEEDINGS
OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE TURKMEN SSR

SERIES OF PHYSICO-TECHNICAL, CHEMICAL AND GEOLOGICAL
SCIENCES

1

1969

Ashkhabad

**25 ЯНВАРЯ 1969 г. ИСПОЛНИЛОСЬ 60 ЛЕТ
СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА
АН ТУРКМЕНСКОЙ ССР
ДОКТОРА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОРА АННАЕВА РУХИ ГУСЕЙНОВИЧА**

ДОРОГОЙ РУХИ ГУСЕЙНОВИЧ!

*Редакционная коллегия «Известий Академии наук Турк-
менской ССР» (серия физико-технических, химических и
геологических наук) сердечно поздравляет Вас в связи с
Вашим шестидесятилетием и желает Вам доброго здоровья
и больших творческих успехов в научной, педагогической и
общественной работе.*

РЕДКОЛЛЕГИЯ

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕЛИНЕЙНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются системы с конечным числом степеней свободы. Исследования проведены на примере модели, обобщающей известную модель Шенли—Пановко [1, 2]. Основное внимание уделено анализу принципиальных особенностей в поведении систем, обусловленных различными физическими свойствами материала и учетом геометрической нелинейности. При решении вопросов устойчивости используется аппарат качественной теории [3].

Принятые допущения и постановка задачи

1. Рассматривается монотонный квазистатический процесс нагружения, когда внешняя нагрузка определена с точностью до одного скалярного параметра и принята консервативной.

2. Ставится задача об исследовании условной устойчивости состояний равновесия [4] в классе возмущений, определяемых действительным характером деформирования системы, то есть деформированием с относительно низким энергетическим уровнем.

3. При конечных перемещениях реальных стержней их деформации считаются малыми, что позволяет применить гипотезу о неизменяемости формы поперечных сечений. Напряженное состояние считается одноосным (сдвиги не учитываются), материал — несжимаемым. Эти допущения находятся в пределах точности прикладной теории стержней.

4. Начальное состояние принято ненапряженным и недеформированным, связь между напряжениями и деформациями предполагается заданной на каждом участке монотонности диаграммы работы материала.

При известном характере деформирования, который для упруго-пластических систем выявляется лишь в процессе последовательного расчета, введем потенциал деформаций — внутреннюю энергию, накапливаемую в произвольной точке системы

$$U = U(\varepsilon), \quad (1)$$

Здесь $U(\varepsilon) = \int_0^\varepsilon \sigma(\varepsilon) d\varepsilon$ — выражает зависимость площади, ограниченной диаграммой $\sigma \div \varepsilon$ и осью ε от величины деформаций и истории пре-

собой абсолютно жесткий диск, опирающийся при помощи подвижных шарниров на две неограниченно деформирующиеся (условно) опорные пружины 1 и 2. Между этими пружинами поставлена связь, препятствующая сближению, в виде подвижного катка, перемещающегося вдоль телескопических направляющих и прикрепленного к жесткому диску посредством цилиндрического шарнира. Все поверхности скольжения считаются идеальными (трение отсутствует). Разумеется, что в случае принятых опорных устройств вопрос об их местной потере устойчивости можно считать исключенным. Напряженное состояние в пружинах, имеющих одинаковые длины a и площади поперечных сечений F , предполагается одноосным; деформации сжатия приняты положительными, растяжения — отрицательными. Согласно принятым допущениям, качественная картина поведения модели будет справедливой и для реальных стержней. Отметим, что именно это обстоятельство потребовало установления связи, препятствующей сближению пружин ввиду принятой для стержней гипотезы о неизменяемости формы поперечных сечений, а также исходя из аналогии между нормальными усилиями в двух фибрах поперечных сечений реальных стержней и усилиями в пружинах. Учет сближения пружин, обусловленный геометрическими свойствами модели (например, при фиксированной ширине диска [5]) приведет к выявлению качества, которое не будет характерным для исследуемых систем стержневого типа. Тот факт, что при больших перемещениях модели деформации опорных пружин будут также большими, не следует расценивать как серьезное допущение, идущее вразрез с принятым ранее предположением о малости деформаций в реальных стержнях, поскольку пружины, в отличие от стержней, можно наделять любыми свойствами и, в частности, задавать любой закон деформирования.

Материал опорных пружин идеально-упругий. Выражение для потенциальной энергии запишем в виде

$$\Pi = \frac{1}{2} \frac{EF}{a} \left[\left(h - \frac{b}{2} \operatorname{tg} \varphi \right)^2 + \left(h + \frac{b}{2} \operatorname{tg} \varphi \right)^2 \right] - P \left[h + l(1 - \cos \varphi) + e \sin \varphi \right]. \quad (5)$$

Положения равновесия определяются уравнениями

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial h} &= \frac{2EF}{a} h - P = 0; \\ \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} &= P_3 l \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\cos^2 \varphi} - Pl(\sin \varphi + \bar{e} \cos \varphi) = 0, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где

$$P_3 = \frac{EFb^2}{2al} \quad (7)$$

эйлерова критическая сила [2]; $\bar{e} = \frac{e}{l}$ — относительный эксцентриситет.

Матрица устойчивости $R = \|r_{ij}\|_1^2$ диагональная, ввиду чего элементы главной диагонали являются одновременно и коэффициентами устойчивости

$$u_1 = r_{11} = \frac{2EF}{a}; \quad (8)$$

$$u_2 = r_{22} = l \left[P_3 \frac{1 + 2 \sin^2 \varphi^0}{\cos^4 \varphi^0} - P(\cos \varphi^0 - \bar{e} \sin \varphi^0) \right]. \quad (9)$$

Поскольку $u_1 > 0$, заключаем, что характер устойчивости определяется знаком только одного коэффициента устойчивости u_2 .

При проверке качества устойчивости по коэффициентам устойчивости необходимость в построении кривой равновесий и оценке устойчивости по характеру этой кривой отпадает, однако для рассматриваемого случая такую связь легко установить. С этой целью продифференцируем по параметру внешней нагрузки P уравнения равновесия для малых возмущений, в классе которых предполагается исследование условной устойчивости

$$R \cdot \left\| \frac{d\tilde{h}}{dP} \right\| = \left\| \frac{1}{l[(1-\bar{e}\tilde{\varphi})\sin\varphi^0 + (\tilde{\varphi} + \bar{e})\cos\varphi^0]} \right\|. \quad (10)$$

Здесь R — матрица устойчивости. Из (10) следует

$$u_2 = \frac{\partial P}{\partial \tilde{\varphi}} [(1-\bar{e}\tilde{\varphi})\sin\varphi^0 + (\tilde{\varphi} + \bar{e})\cos\varphi^0] l. \quad (11)$$

При возмущениях, определяемых дальнейшим характером деформирования системы, $\frac{\partial P}{\partial \varphi^*} = \frac{\partial P}{\partial \tilde{\varphi}}$, $\frac{\partial P}{\partial h} = \frac{\partial P}{\partial \tilde{h}}$. Полагая $(1-\bar{e}\tilde{\varphi})\sin\varphi^0 + (\tilde{\varphi} + \bar{e})\cos\varphi^0 > 0$ при

$$\frac{1}{e} \gg \tilde{\varphi} > 0 \quad (12)$$

из (11) получим $\text{sign} u_2 = \text{sign} \frac{\partial P}{\partial \tilde{\varphi}}$. Откуда следует, что характер устойчивости определяется знаком $\frac{\partial P}{\partial \tilde{\varphi}}$ кривой равновесий. Ограничения

(12) определяют интервал возмущений $\tilde{\varphi}$, когда параметр деформирования φ будет характерным.

При исследовании устойчивости прямолинейного состояния равновесия (иммобильного) в случае центрального сжатия в вышеприведенных зависимостях положим: $P_+ = P^0 + \tilde{P}$, $\varphi^0 = e = 0$. Комбинация формул (9) и (11) приводит к соотношению

$$P_- - P_+ = \frac{\partial P}{\partial \tilde{\varphi}} \tilde{\varphi}. \quad (13)$$

Из (9) следует, что при $P_+ > P_-$ система приобретает одну степень неустойчивости ($u_- = 1$). Используя соотношение (13), устанавливаем, что начальным загрузениям до нагрузок $P_+ \gg P_-$ соответствуют $\frac{\partial P}{\partial \tilde{\varphi}} \leq 0$, следовательно, при $P_+ > P_-$ отклоненные состояния вблизи прямолинейного будут неустойчивыми. При естественном отклонении ($P_+ = P_-$) характер устойчивости таких состояний выявляется после дальнейшего рассмотрения деформаций. Качественная картина поведения системы при центральном и внецентренном сжатии приведена

на рис. 2. Точками на кривых отмечены неустойчивые положения равновесия, пунктирные линии соответствуют решениям при геометрически линейном подходе. Анализ полученных результатов показывает, что при естественном отклонении центрально-сжатой модели ($P_+ = P_9$), а также в случае внецентренного сжатия деформирование системы происходит плавно (кривые 1 и 2). При удерживании в прямолинейном состоянии до нагрузок $P_+ > P_9$, при устранении удерживающих связей и действии возмущений в условиях монотонного нагружения возможен скачок системы из начального положения (точка a) в новое (точка a'). Некоторая парадоксальность решения (мгновенный перепад нагрузки) связана с тем, что при $P_+ > P_9$ величину $\frac{\partial P}{\partial \varphi}$ из формулы (13) определить не удастся. Из (13)

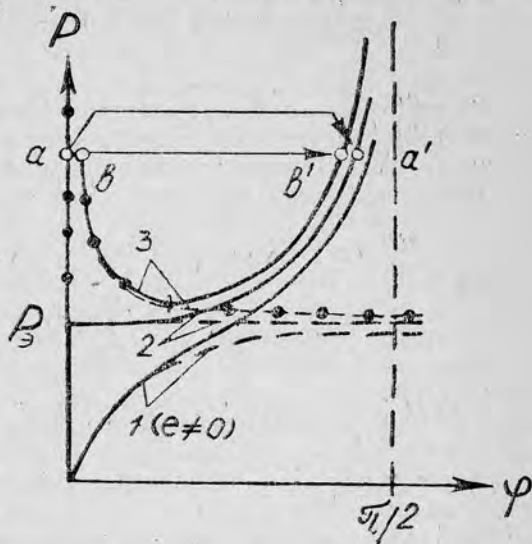


Рис. 2. Графики $P-\varphi$ идеально-упругой системы. P_9 — эйлерова сила.

также следует, что величина $\frac{\partial P}{\partial \varphi}$ существенным образом зависит от

начальных возмущений. Если предположить наличие малых искусственных отклонений, выводящих систему из прямолинейного состояния равновесия, то можно получить решение, свободное от недостатков предыдущего (кривая 3). Геометрически линейный подход определяет качественно неверную картину поведения системы.

Материал опорных пружин упруго-пластический. Исследуются случаи, когда аналитическая запись первого участка монотонности диаграммы $\sigma \div \varepsilon$ принята в виде полинома

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + k\sigma^m. \quad (14)$$

Здесь, E , k и m — постоянные, зависящие от физических свойств системы и определяемые из действительной диаграммы работы материала. Аналитическая запись вторых участков монотонности осуществлялась согласно принципу Мазинга [6].

Обозначив относительные деформации опорных пружин через $\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{a} \left(h \mp \frac{b}{2} \operatorname{tg} \varphi \right)$, выражение для потенциальной энергии системы запишем в виде

$$\Pi = aF \left[\int_0^{\varepsilon_1} \sigma_1(\varepsilon_1) d\varepsilon_1 + \int_0^{\varepsilon_2} \sigma_2(\varepsilon_2) d\varepsilon_2 \right] - P [h + l(1 - \cos \varphi) + e \sin \varphi]. \quad (15)$$

Положения равновесия определяются уравнениями

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial h} &= F [\sigma_1(\varepsilon_1) + \sigma_2(\varepsilon_2)] - P = 0; \\ \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} &= \frac{Fb}{2\cos^2\varphi} [\sigma_2(\varepsilon_2) - \sigma_1(\varepsilon_1)] - Pl (\sin\varphi + \bar{e} \cos \varphi) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

С целью выявления характера деформирования при решении уравнений (16) следует пользоваться шаговым методом. Наиболее просто уравнения равновесия для приращений записываются при кусочно-линейной аппроксимации всей диаграммы $\sigma \div \varepsilon$

$$\left. \begin{aligned} \frac{EF}{a} (\nu_1 + \nu_2) \Delta h - \frac{EFb}{2a} (\nu_1 - \nu_2) \Delta (\operatorname{tg} \varphi) &= \Delta P; \\ - \frac{EFb}{2a} (\nu_1 - \nu_2) \Delta h + \frac{EFb^2}{4a} (\nu_1 + \nu_2) \Delta (\operatorname{tg} \varphi) &= \\ = P^0 l \Delta [\cos^2 \varphi (\sin \varphi + \bar{e} \cos \varphi)] + \Delta Pl \cos^2 \varphi (\sin \varphi + \bar{e} \cos \varphi). \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Здесь $\nu = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$ — относительный касательный модуль; $\Delta (\operatorname{tg} \varphi) = \operatorname{tg}(\varphi^0 + \Delta \varphi) - \operatorname{tg} \varphi^0$ и т. п. — приращения тригонометрических функций за этап расчета. При достаточно малых значениях ΔP можно получить решение с использованием шаговой линеаризации.

Заметим, что правая опорная пружина для рассматриваемых случаев нагружения (рис. 1) постоянно догружается ($d\varepsilon_2 > 0$). С ростом нагрузки в левой пружине возникает пассивная деформация ($d\varepsilon_1 < 0$) что при внецентренном нагружении выявляется лишь при последовательном расчете. Случай центрального сжатия будет исследован особо.

Коэффициенты устойчивости, определяемые при трансформации матрицы $R = \|r_{ij}\|_i^2$ по Гауссу (прямой ход), имеют вид

$$u_1 = r_{11} = \frac{EF}{a} (\nu_1^0 + \nu_2^0); \quad (18)$$

$$u_2 = r_{22} - \frac{r_{21} r_{12}}{r_{11}} = l \left[P_0 \frac{2\nu_1^0 \nu_2^0}{(\nu_1^0 + \nu_2^0) \cos^4 \varphi^0} - P (\cos \varphi^0 - 2 \operatorname{tg} \varphi^0 \sin \varphi^0 - 3 \bar{e} \sin \varphi^0) \right]. \quad (19)$$

Для принятой записи участков монотонности диаграммы $\sigma \div \varepsilon$ $\nu_{1,2} > 0$, ввиду чего $u_1 > 0$. Следовательно, качество устойчивости здесь также характеризуется знаком только одного коэффициента устойчивости u_2 . Формально, как и для идеально-упругой модели, можно установить, что при выполнении ограничений (12) параметр деформирования φ будет характерным. Отметим, что при больших значениях φ $u_2 > 0$, то есть в области больших перемещений, равновесные состояния оказываются устойчивыми.

Оценка устойчивости процесса деформаций центрального сжатия приводит, как известно [1, 2], к касательно-модульной нагрузке, при этом начало отклонений от прямолинейного состояния сопровождается разгрузкой пружины 1: $\nu_1 = 1$, $\nu_2 = \nu$. Соотношение, аналогичное (13), для этого случая имеет вид

$$P_{**} - P = \frac{\partial P}{\partial \varphi} \left(\tilde{\varphi} + \frac{b}{2l} \frac{1-\nu}{1+\nu} \right). \quad (20)$$

Здесь и в дальнейшем для критических нагрузок, определяемых классическими концепциями «приведенного» и «касательного» модулей, приняты соответственно обозначения [2]

$$P_{**} = \frac{\sqrt{EFb^2}}{(1+\nu)al}; \quad P_* = \frac{\sqrt{EFb^2}}{2al}. \quad (21)$$

Из соотношения (20) следует, что нагрузкам $P_+ \gg P_*$ соответствуют $\frac{\partial P}{\partial \varphi} \leq \frac{\sqrt{EFb}}{2}$. Отметим, что из (20) также вытекает, что $\frac{\partial P}{\partial \varphi} = 0$ соответствует весьма частной нагрузке $P_+ = P_{**}$, причем при $P_+ > P_{**}$ прямолинейное состояние становится неустойчивым ($u=1$). В диапазоне нагрузок $P_{**} > P_+ \gg P_*$, когда возможен переход системы в отклоненные состояния, с точки зрения коэффициентов устойчивости Пуанкаре прямолинейное состояние устойчиво ($u_-=0$). Последнее обстоятельство легко объясняется, поскольку знаки коэффициентов устойчивости доставляют необходимую информацию лишь об устойчивости положений равновесия. Как следует из вышеприведенного, количественные оценки устойчивости процесса деформаций центрального сжатия (концепция Ф. Шенли) и прямолинейного положения равновесия для упруго-пластических систем оказываются разными — P_* и P_{**} , что обусловлено неконсервативностью диаграммы $\sigma \div \varepsilon$. Можно показать, что для систем с консервативными диаграммами подобные оценки устойчивости одинаковы: P_0 — для идеально-упругих систем, P_* — для нелинейно-упругих. Связь между аналогичными оценками устойчивости при дальнейшем деформировании упруго-пластических систем здесь не рассматривается.

Пользуясь для оценки устойчивости критериями Пуанкаре, заключаем, что при $P_{**} > P_+ \gg P_*$ отклоненные состояния вблизи прямолинейного устойчивы ($\frac{\partial P}{\partial \varphi} > 0$), при

$P_+ > P_{**}$ — неустойчивы. Загружение до силы $P_+ = P_{**}$ требует рассмотрения дальнейших деформаций. Анализ кривых равновесий (рис. 3) показывает, что при нагружении системы в прямолинейном состоянии до нагрузок $P_+ \gg P_{**}$ и наличии возмущений система скачком переходит в новые состояния на устойчивой ветви, которые характеризуются большими перемещениями. При $P_{**} > P_+ \gg P_*$ возможен плавный переход в отклоненные состояния вблизи

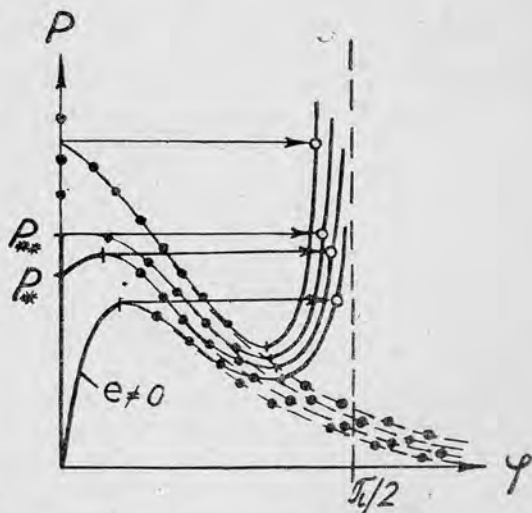


Рис. 3. Графики $P-\varphi$ упруго-пластической системы. P_* — касательно-модульная нагрузка; P_{**} — приведенно-модульная нагрузка.

прямолинейного, однако в предельных точках кривых равновесий они становятся неустойчивыми, вследствие чего дальнейшее деформирование системы происходит скачкообразно. Эффект перескоков характерен и для случаев внецентренного сжатия. Геометрически линейный подход

здесь также определяет качественно неверную картину поведения системы.

Отметим, что ряд исследований, связанных с явлением хлопка для нелинейных стержней, был проведен Н. Хоффом [7].

Выводы

1. Используемая методика расчета инвариантна по отношению к физическим свойствам материала и может применяться при расчетах как идеально и нелинейно-упругих систем, так и упруго-пластических.

2. Расчеты показали, что геометрически-линейный подход приводит к качественно неверным результатам независимо от физических свойств материала.

3. Показано, что упруго-пластические системы являются типичными системами с перескоками (типа хлопающих мембран и оболочек), в то время как идеально-упругие системы подобными свойствами не обладают.

ЦНИИСК им. Кучеренко
Институт сейсмостойкого строительства
Госстроя Туркменской ССР

Поступило
15 августа 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шенли Ф. — Теория неупругой колонны. Сб. переводов «Механика». Изд-во ИЛ, № 2, 1961.
2. Пановко Я. Г. — Сб. Проблемы устойчивости в строительной механике. Госстройиздат, 1965.
3. Матевосян Р. Р. — Тр. ЦНИИСК, Госстройиздат, 1961.
4. Ляпунов А. М. — Общая задача об устойчивости движения. Гостехиздат, 1950.
5. Киселев В. А. — Сб. Строительная механика и расчет сооружений. № 2, 1967.
6. Москвитин В. В. — Пластичность при переменных нагрузениях. Изд-во МГУ, 1965.
7. Хофф Н. — Продольный изгиб и устойчивость. Изд. ИЛ, 1955.

УДК 539.292

Р. Г. АННАЕВ
Т. М. ЮСУПОВ
Ю. Г. КОРШИК

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ КОБАЛЬТА В ПРОДОЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

При исследовании физических свойств кобальта следует различать две его модификации: низкотемпературную (гексагональную), до 420°C, и высокотемпературную (кубическую гранецентрированную), выше 420°C. В низкотемпературной модификации атомы кобальта занимают положения, очень близкие к идеальной двухслойной плотнейшей упаковке, тогда как в высокотемпературной модификации атомы кобальта размещены по принципу трехслойной плотнейшей упаковки.

Близость структур двух модификаций кобальта приводит к тому, что фазовый переход сопровождается малым тепловым эффектом [1] и, согласно [2], [3], является неизбежной причиной образования смещений или нарушений совершенной двухслойной структуры кобальта. Анализ экспериментальных данных показывает, что регулярность в расположении атомов нарушается в среднем через каждые 8—10 слоев. Обсуждение природы превращения кобальта дано в [4].

Такая своеобразная структура кобальта накладывает отпечаток и на его ферромагнитные свойства; так, в гексагональных кристаллах кобальта магнитная анизотропия выражена сильнее, чем в кристаллах Fe и Ni. При комнатной температуре гексагональная ось является направлением легчайшего намагничивания; при более высоких температурах (выше 275°C) она превращается в направление наиболее трудного намагничивания.

Гальваномагнитный эффект в ферромагнитных материалах зависит от намагниченности, является чувствительным индикатором к структурным изменениям, дает возможность установить важную связь между явлениями ферромагнетизма и явлениями проводимости. В этой связи изучение изменения сопротивления кобальта под действием магнитного поля является необходимым.

Цель данной работы — дать подробные экспериментальные данные температурной зависимости продольного гальваномагнитного эффекта и удельного электросопротивления на поликристаллическом кобальте.

Об объекте и методике исследования

В качестве объекта исследования брался чистый кобальт (кобальта не менее 99,7%) в виде протянутой калиброванной проволоки

диаметром 1,5 мм, согнутой в U-образную форму. Перед измерениями образец отжигался в вакууме. Учитывая, что диффузия в кобальте идет медленно, отжиг производился около 60 часов при температуре 1100°C с последующим медленным охлаждением со скоростью 90—100°C в час. Состояние образца после отжига являлось исходным для измерения эффекта. Эффект измерялся неуравновешенным двойным мостом [6], в цепь которого был включен гальванометр М 17/9 с чувствительностью по току $0,29 \cdot 10^{-9}$ а/мм/м. Исследуемый образец, к концам которого приваривались калиброванные провода из красной меди, включался в одно из плеч моста. Рядом помещались идентичные провода такого же сопротивления для учета сопротивления подводных проводов при разных температурах. Особое внимание уделялось стабилизации температуры и исключению градиента температуры по длине образца. С этой целью в цепи печи имелся стабилизатор. Для создания однородного теплового поля по всей длине исследуемого образца внутри печи помещалась медная трубка. Для контроля температуры вдоль длины образца были установлены три хромель-алюмелевые термодпары. Постоянное магнитное поле создавалось катушкой-соленоидом, которая давала возможность получить магнитное поле напряженностью до 2000 э с однородностью в пределах 320 мм. Печь наматывалась бифилярно на фарфоровую трубку. Температура варьировалась в пределах от 20 до 950°C. Печь с образцом центрировалась относительно оси намагничивающей катушки, ошибка центровки $\pm 1^\circ\text{C}$. Точность измерения эффекта в пределах 5—6%.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Измерение продольного эффекта $\frac{\Delta R}{R_t}$ (R_t — сопротивление образца,

соответствующее температуре, при которой ведется измерение) при различных температурах производилось при условии изменения температуры в одном направлении — увеличивая. На рисунках 1, 2 представлены изотермы продольного эффекта, полученные на поликристаллическом кобальте. Изотермы эффекта следует рассматривать в порядке возрастания температуры. Так, изотермы, соответствующие температурам 20, 159 и 227°, не достигают насыщения в магнитном поле напряженностью 2000 э, причем эффект возрастает быстрее при более высоких температурах по сравнению с комнатной. Насыщение эффекта в полях 2000 э наблюдается выше 243° (см. изотермы, соответствующие температурам 259 и 267°). Изотермы, соответствующие температурам 278, 284, 313 и 330°, в своих прямолинейных участках, соответствующих насыщению, имеют некоторый наклон к оси абсцисс. Угол наклона увеличивается соответственно с повышением температуры. Это вызвано, по-видимому, некоторым изменением в структуре кобальта, которое начинает сказываться уже при температуре 278°. При повышении температуры от 330 до 440° измерение эффекта затрудняется, что отмечается и в [5], однако причина трудностей измерения эффекта в этом интервале температур заключается не в сильном влиянии магнетокалорического эффекта, как отмечают авторы, а в нарушении температурного равновесия образца, связанного с тепловым эффектом аллотропического превращения.

Изотермы, соответствующие температурам 412 и 440°, лежат в отрицательной области эффекта. Выше температуры 440° тепловое

¹ Здесь и далее значения температур указаны по шкале Цельсия.

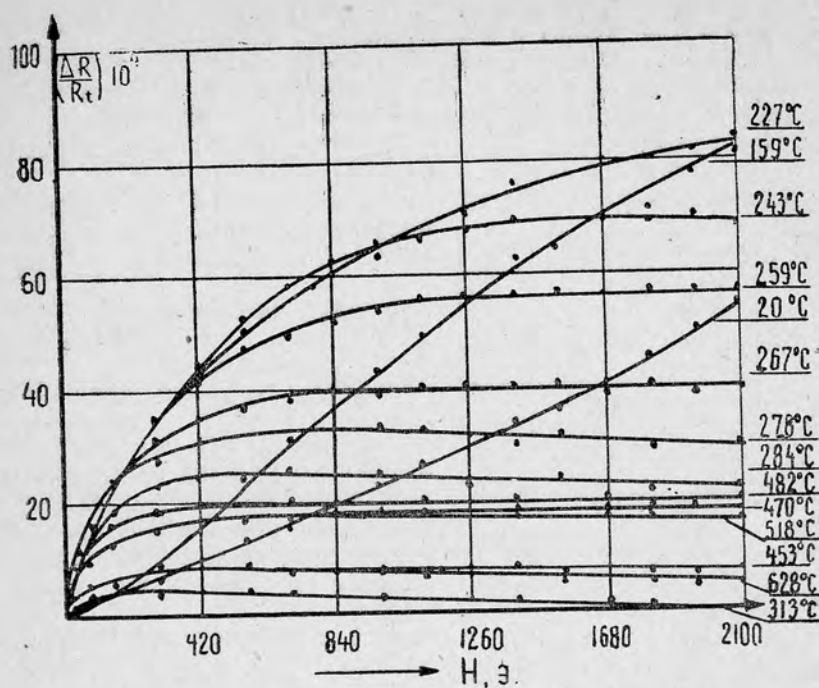


Рис. 1. Зависимость изменения электросопротивления кобальта от магнитного поля ($\frac{\Delta R}{R_0}$ — продольный эффект) при различных температурах.

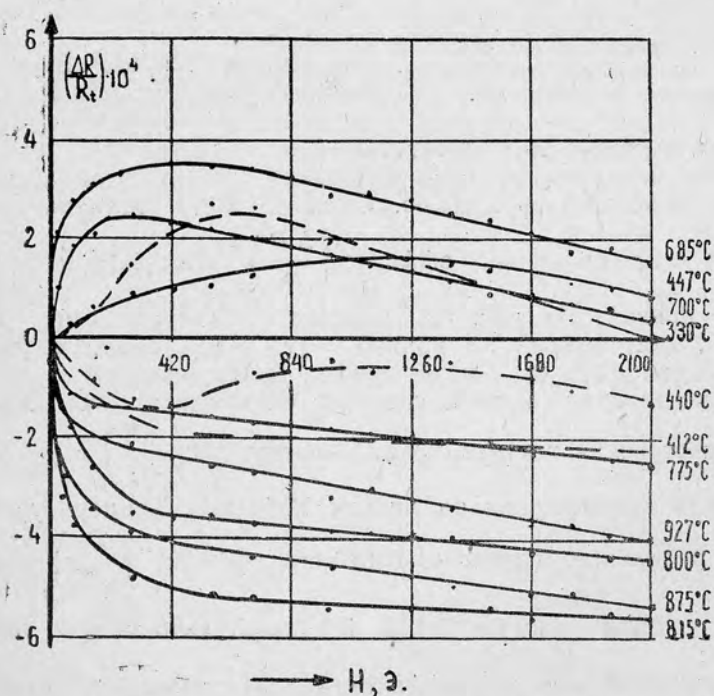


Рис. 2. Зависимость изменения электросопротивления кобальта от магнитного поля (продольный эффект) при различных температурах.

равновесие образца восстанавливается. Изотермы для температур 448, 453, 470 и 482° лежат в положительной области эффекта и имеют горизонтальный участок прямой, соответствующий насыщению. Для температур 518, 628, 685 и 700° прямолинейные участки изотерм, соответствующие насыщению, вновь имеют некоторый наклон к оси абсцисс. При температурах 775, 815, 800, 875 и 927° изотермы располагаются в отрицательной области эффекта.

На основе изотерм, представленных на рисунках 1 и 2, дана температурная зависимость продольного гальваномагнитного эффекта при полях насыщения $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ (рис. 3а).

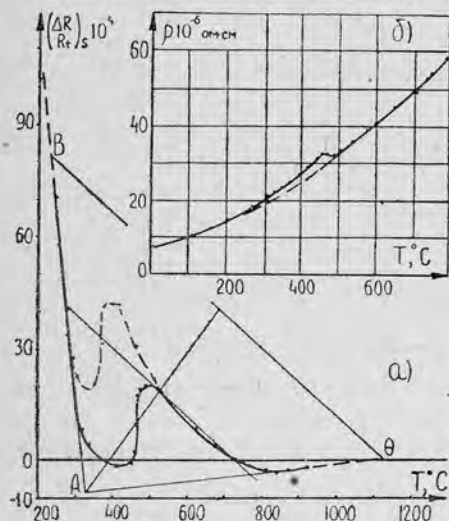


Рис. 3. Температурная зависимость: а) — продольный эффект насыщения $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ б) — удельное электро-сопротивление на кобальте. Пунктирными линиями показан обратный ход данных зависимостей (при понижении температуры).

Указанная зависимость имеет еще один экстремум при $T > 820^\circ$. При $T > 820^\circ$ величина эффекта монотонно убывает по абсолютному значению, приближаясь к нулю. Общий ход температурной за-

висимости продольного эффекта $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ представлен довольно

сложной кривой. На рис. 3а показан прямоугольный треугольник $AB\Theta$, построенный на кривой указанной зависимости. Треугольник показывает некоторую геометрическую закономерность в построении кривой и может быть полезным для упро-

щенного построения температурной зависимости $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ с учетом аллотропического превращения на чистом кобальте. Температурная зависимость продольного гальваномагнитного эффекта $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ должна вы-

ражаться сложной аналитической функцией, которая бы позволяла описывать:

1. Положительный ход эффекта, соответствующий гексагональной модификации.

Значения $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ получались экстраполяцией на ось ординат прямолинейного участка изотермы, соответствующего насыщению эффекта. Видно, что при $T = 300^\circ$ происходит отклонение от линейности, выражающееся в убывании величины $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ с ростом температуры. Это вызвано началом структурных изменений в кобальте. В области температур, соответствующих аллотропическому превращению, расположены два экстремума зависимости $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ от T , соответствующие температурам 412 и 482°. Выше $T = 500^\circ$ эффект убывает и при $T > 720^\circ$ принимает отрицательное значение.

2. Изменение эффекта в области фазовых превращений.

3. Изменение эффекта в области температур от $T=500^\circ$ до точки Кюри (кубическая модификация).

Параллельно с исследованием гальваномагнитного эффекта проводилось измерение удельного электросопротивления ρ на кобальте в зависимости от температуры при условии ее изменения в одном направлении — увеличивая.

Из рис. 3б видно, что уже при $T=300^\circ$ наблюдается некоторое отклонение от обычного хода кривой зависимости удельного сопротивления от температуры, которая на рисунке представлена пунктирной линией. Это отклонение увеличивается по мере увеличения температуры и при $T=440^\circ$ достигает максимального значения. В интервале температур от 440 до 500° электросопротивление не возрастает и указанная зависимость имеет горизонтальный участок. При температурах, больших 500° , удельное электросопротивление возрастает по обычной кривой. Некоторое отклонение от обычного хода зависимости $\rho = f(t)$ в интервале температур от 300 до 500° связано с температурным эффектом аллотропического превращения в кобальте.

Выводы

1. В исследуемом интервале температур обнаружено три экстремума на кривой зависимости гальваномагнитного эффекта $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ от температуры.

2. В интервале температур, соответствующих области аллотропического превращения в кобальте, и при $T > 750^\circ\text{C}$ наблюдался отрицательный продольный гальваномагнитный эффект.

3. Выявлено влияние аллотропического превращения на удельное электросопротивление кобальта в интервале температур от 300 до 500° .

Туркменский госуниверситет
им. А. М. Горького

Поступило
18 июля 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Steinwehr H. E., Schulze A. — Phys. Zs, 36, 307, 1935.
2. Erdwards O. S., Lipson H. — Proc. Roy., Soc, 180A, 268, 1942.
3. Wilson J. C., — Proc. Roy. Soc., 180, 177, 1942.
4. Troiano A. P., Lokich J. L. — Metals Techn, T. P 2348,1 1948.
5. Богма К. К. и Зубов В. В. — Физика металлов и металловедение, 20, 1, 1965.
6. Аннаев Р. Г. — Магнето-электрические явления в ферромагнитных металлах. Изд. АН ТССР, Ашхабад, 1952.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ В ПРОДОЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ В СПЛАВАХ КОБАЛЬТА С МАРГАНЦЕМ

В данной работе экспериментально исследуется температурная зависимость удельного / электросопротивления и гальваномагнитного эффекта $\frac{\Delta R}{R_t}$ в продольном магнитном поле на сплавах кобальта с марганцем. Результаты работы являются некоторым дополнением к имеющимся сведениям о свойствах данного сплава [1, 2, 3].

Об объекте и методике исследования

Исследовалась поликристаллическая бинарная система сплавов следующего состава:

Номер образца	Содержание кобальта, вес. %	Содержание марганца, вес. %	Длина образца, мм	Диаметр образца, мм
1	98,7	1,3	20,0	1,5
2	97,0	3,0	20,0	1,5
3	94,0	6,0	20,0	1,5
4	89,8	10,2	20,0	1,5

Образцы готовились плавкой из соответствующих компонентов в высокочастотной печи. Плавка производилась в вакууме, после чего слиткам придавалась форма прутка диаметром 8 мм с последующим волочением их до диаметра 1,5 мм. Затем образцы отжигались в атмосфере водорода 6 часов. Перед измерением для лучшей гомогенизации и снятия внутренних напряжений образцы дополнительно отжигались в вакууме на протяжении 60 часов при температуре 1120°, затем медленно, со скоростью 90° в час, охлаждались до комнатной температуры. Состояние образца после отжига явилось исходным для измерения эффекта. Измерения проводились по методике [5].

* Здесь и далее температура указана по шкале Цельсия.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлены изотермы продольного гальваномагнитного эффекта $\frac{\Delta R}{R_t}$ в функции магнитного поля для различных сплавов.

а) — изотермы $\frac{\Delta R}{R_t}$, образец № 1; б) — изотермы $\frac{\Delta R}{R_t}$, образец № 2;
в) — изотермы $\frac{\Delta R}{R_t}$, образец № 3; г) — изотермы $\frac{\Delta R}{R_t}$, образец № 4.

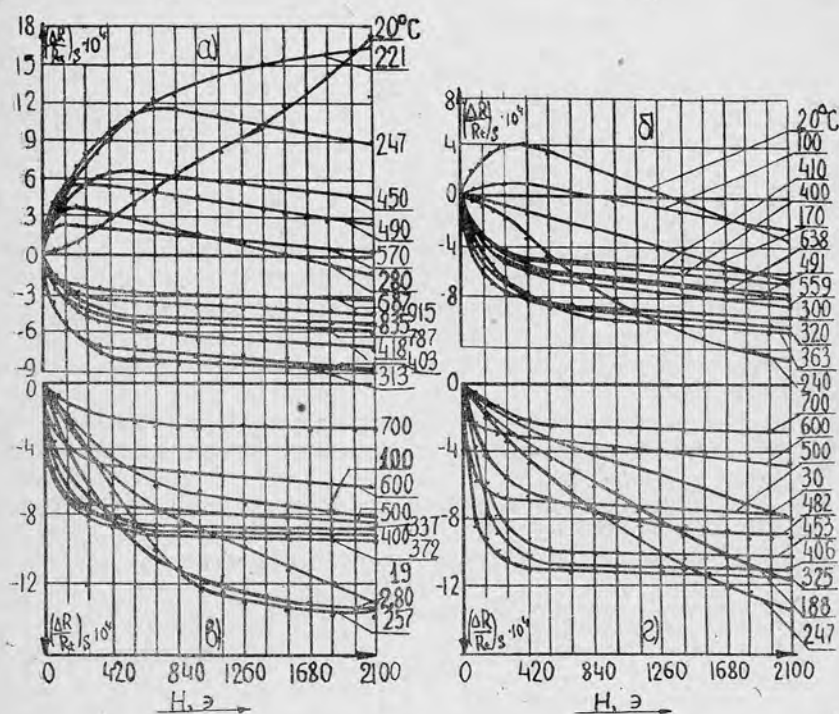


Рис. 1. Изотермы продольного гальваномагнитного эффекта $\frac{\Delta R}{R_t}$ в функции напряженности магнитного поля для различных температур.

Изотермы а) расположены по обе стороны оси абсцисс. При невысоких температурах (до 300°) эффект $\frac{\Delta R}{R_t}$ положительный и изо-

термы располагаются над осью абсцисс. Некоторые из них в полях 2100 э не достигают насыщения. С повышением температуры у изотерм наблюдается наклон прямоугольного участка к оси абсцисс, который увеличивается по мере приближения к температуре, при которой происходит аллотропическое превращение. При температуре около 247° происходят изменения в кристаллитах данного сплава, что вызывает изменения и в ориентации электронных спинов относительно друг друга, и, как следствие, изменение самопроизвольной намагниченности. При температуре, соответствующей началу аллотропического превращения,

эффект $\frac{\Delta R}{R_t}$ отрицательный, изотермы располагаются ниже оси абс-

цисс. Для данного образца при температуре, соответствующей концу аллотропического превращения, эффект $\frac{\Delta R}{R_t}$ принимает вновь положи-

тельный знак (450°). Дальнейшее повышение температуры уменьшает по абсолютной величине эффект, изотермы которого приближаются к оси абсцисс, и при определенной температуре (687°) вновь располагаются в области, соответствующей отрицательному значению эффекта. Дальнейшее повышение температуры не вызывает смену знака эффекта.

Изотермы б) (рис. 1) расположены также по обе стороны от оси абсцисс, в этом случае преобладающее большинство их лежит в отрицательной области. При температуре выше 150° эффект становится отрицательным и не меняет знак вплоть до точки Кюри.

Изотермы в) и г) (рис. 1) во всем интервале температур от комнатной и до точки Кюри лежат ниже оси абсцисс, что соответствует отрицательному эффекту $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$.

На рис. 1 наглядно показано, как с увеличением легирующего элемента марганца изменяется знак продольного гальваномагнитного эффекта на отрицательный. Таким образом, данные сплавы, у которых содержится марганца выше 3 вес.%, имеют отрицательный продольный гальваномагнитный эффект во всем интервале температур от комнатной до точки Кюри.

На основе изотерм, представленных на рис. 1, построены температурные зависимости продольных гальваномагнитных эффектов насыщения $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ для исследованных нами сплавов (рис. 2). Температурная зависимость продольного гальваномагнитного эффекта насыщения

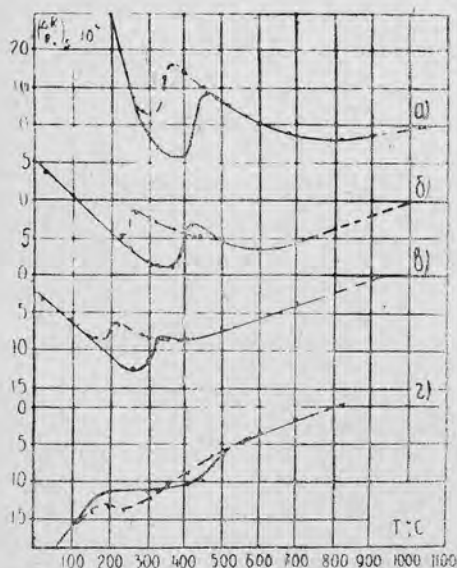


Рис. 2. Кривые температурной зависимости продольного гальваномагнитного эффекта насыщения $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$.

$\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$ для образца № 1 показана кривой а) (рис. 2), напоминающей по форме аналогичную кривую чистого кобальта, разница в количественных значениях. Обратный ход данной зависимости показан пунктирной линией, он целиком лежит в положительной области эффекта. Кривые б) и в) также напоминают аналогичную кривую кобальта, однако у них в большей степени проявляются качественные отличия. Данные кривые имеют при сравнительно низких температурах положительный продольный гальваномагнитный эффект, который с повышением температуры уменьшается по прямолинейному закону до температуры, соответствующей аллотропическому превращению. В области аллотропического превращения имеются два экстремума функции, кото-

рые соответствуют началу и концу превращения. Оба экстремума лежат ниже оси абсцисс. Обратный ход $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s = f(t)$ полностью лежит в

отрицательной области, образуя как бы петлю гистерезиса, которая несколько искажается с повышением содержания марганца в сплавах. Так, рассматривая петлю температурной зависимости ν), видим некоторое несоответствие между прямым и обратным ходом данной зависимости. Это несоответствие с еще большей наглядностью проявляется при рассмотрении температурной зависимости эффекта (см. г) рис. 2). Если во всех предыдущих случаях кривая, соответствующая обратному ходу, идет выше кривой прямого хода, то в этом случае кривые переплетаются, образуя по форме восьмерку. Таким образом, налицо качественное отличие данной петли от предыдущих. Это изменение «петли» вызвано, по-видимому, тем, что в данном случае эффект даже при низких температурах имеет отрицательное значение, и если в предыдущих случаях эффект понижается (до области температур, соответствующих превращению), то в данном случае он, являясь отрицательной величиной, повышается (уменьшаясь по абсолютному значению). Это и накладывает отпечаток на весь дальнейший температурный ход кривой.

Из сравнения кривых (рис. 2) видим, что площадь «петли» уменьшается по мере увеличения марганца в сплаве. Параллельно с гальваномагнитным эффектом

измерялось удельное электросопротивление. На рис. 3 представлена температурная зависимость удельного электросопротивления для образцов № 1, 2, 3, 4. Ход кривых соответствует в общем случае кривым для ферромагнитных металлов. Наблюдаются некоторые аномалии в области температур аллотропического превращения, где с особой тщательностью были измерены прямой и обратный ход данной зависимости (обратный ход показан пунктирной линией). Кривые $\rho = f(t)$ показывают, что при определенных температурах скачками

в одном случае резко понижается, а в другом резко повышается удельное электросопротивление до некоторого предела, во втором случае резко повышается на такую же величину. Эти скачки непосредственно соответствуют, очевидно, аллотропическому превращению.

Проследим за изменением удельного электросопротивления на конкретном примере (рис. 3, № 1). До температуры 250° сопротивление увеличивается по обычной кривой (низкотемпературная модификация), выше температуры 250° электросопротивление увеличивается несколько быстрее; на этом участке уже происходит количественное изменение в кристаллитах, то есть сплавы как бы подготавливаются к аллотропическому переходу. При температуре 400° электросопротивление максимально. При дальнейшем увеличении температуры резко (скачком) происходит изменение в структуре (качественные изменения). Дальнейшее изменение электросопротивления идет по обычной кривой (высокотемпературная модификация). Обратный

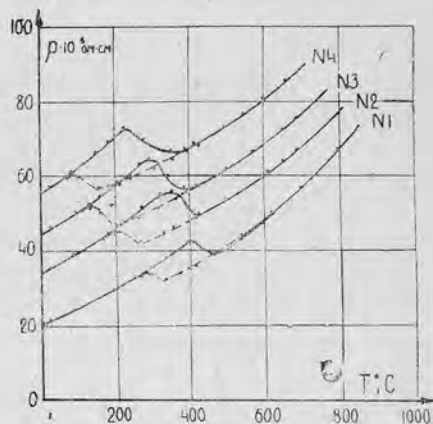


Рис. 3. Кривые температурной зависимости удельного электросопротивления.

ход кривой является продолжением кривой $\rho=f(\tau)$ для высокотемпературной модификации сплава, электросопротивление понижается до температуры 350° , после чего резким скачком увеличивается и при дальнейшем понижении температуры идет по обычной кривой. Таким образом, скачок происходит для данного образца в интервале температур 50° и образуется «петля».

Сопоставляя зависимости $\rho=f(\tau)$ для разных сплавов и для чистого кобальта, можно заключить, что с повышением содержания марганца площадь «петли» соответственно увеличивается. Сравнивая рис. 2 и рис. 3, видим, что площадь петли для зависимости $\rho=f(\tau)$ увеличивается при увеличении марганца в сплаве, а для зависимости

$$\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s = f(\tau) - \text{уменьшается.}$$

Выводы

Исследована температурная зависимость продольного гальваномагнитного эффекта и удельного электросопротивления сплава кобальта с марганцем (до 10,2 вес. %) и при этом показано:

1. С повышением легирующего элемента — марганца — значение продольного гальваномагнитного эффекта $\frac{\Delta R}{R_t}$ уменьшается, а зависимость $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s = f(\tau)$ смещается в область, соответствующую отрицательному значению эффекта.

2. У сплавов, содержащих марганца более 3 вес. %, продольный эффект $\frac{\Delta R}{R_t}$ отрицательный в исследуемом интервале температур.

3. Температура полиморфного превращения понижается с увеличением марганца в сплаве.

4. Выявлено влияние легирующего элемента марганца на площадь «петли» температурного гистерезиса продольного эффекта $\left(\frac{\Delta R}{R_t}\right)_s$.

5. Обнаружено влияние легирующего элемента марганца на площадь и форму петли температурного гистерезиса удельного электросопротивления.

Туркменский госуниверситет
им. А. М. Горького

Поступило
7 августа 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Haschimoto U., Kinzoku — no — Kenkyu, 9, 64—65, 1932.
2. Köster W., Schmidt W. — Arch. Eisenhüttenw., 7 121—126, 1933—1934.
3. Haschimoto U., Nippon Kinzoku Gakkai — Shi, 1, 177—190, 1937.
4. Аннаев Р. Г. — Магнитно-электрические явления в ферромагнитных металлах. Изд. АН ТССР, Ашхабад, 1956.
5. Аннаев Р. Г., Юсупов Т. М., Коршик Ю. Г. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 1, 1969.

УДК 697.93

А. ДАВЛЕТОВ
Ш. САРЫЕВ

ВОЗМОЖНОСТИ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ ЗА СЧЕТ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Отопительный период в Туркмении длится около шести месяцев. Отопление зданий осуществляется в основном централизованно котельными, а в индивидуальных домах имеются автономные отопители, работающие на угле или газе. В [1] показано, что 35—50% всего отопительного периода может быть обеспечено, если использовать энергию солнечной радиации, для чего необходимо применение аккумуляторов тепла. В связи с этим нами сделана первая попытка по использованию солнечной энергии для отопления. Для этой цели использована схема солнечной фреоно-эжекторной холодильной установки, которая была применена для отопительных целей без дополнительных капиталовложений (если не считать аккумулятор) и без изменения самой схемы. Нами проверены опытным путем три варианта, показанные на рис. 1. В первом случае фреон-12, нагретый в котле, непосредственно направлялся в воздухоохладители (в данном случае воздухонагреватели). При этом клапан (В) после эжектора закрыт. Сконденсировавшийся фреон-12 собирается в ресивере и перекачивается насосом в котел. При втором варианте клапан (А) закрыт и пары фреона-12 поступают в конденсатор, тепло конденсации отводится водой, циркулирующей по замкнутой линии конденсатор — отопительные батареи — аккумулятор — конденсатор. Аккумулятор имеет объем около 1,5 м³. При третьем варианте с помощью отражателя нагревается вода в специально сделанных сосудах, которые крепятся в фокальной полосе по всей длине котла. Сосуды изготовлены из оцинкованной жести и имеют следующие размеры: длина 1,5 м, ширина соответствует примерно ширине фокальной полосы 0,2 м, высота 0,025 м. Объем каждого сосуда около 7,0 л. Вода, нагретая в таких сосудах, направляется в отопительные батареи, затем в аккумулятор, откуда насосом подается в котел. Данные, полученные в результате опытов, представлены в табл. 1.

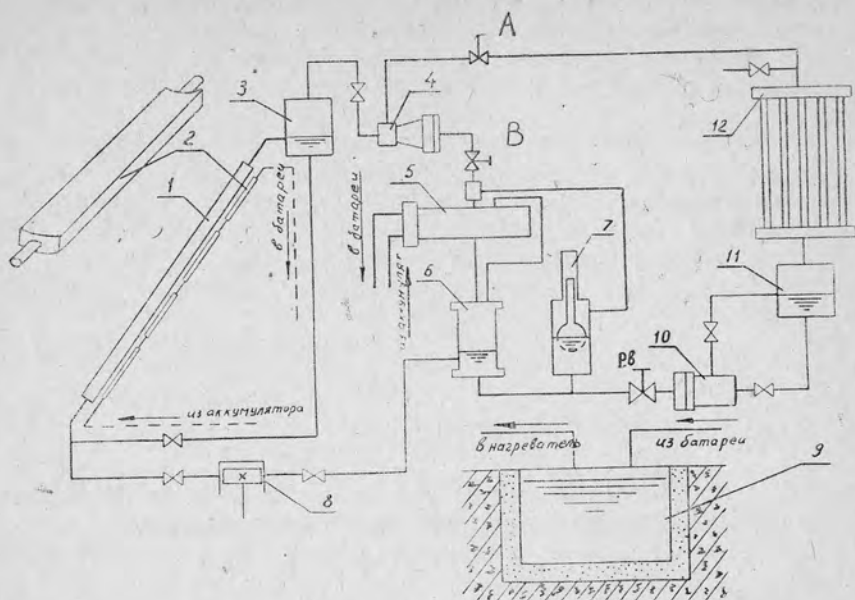


Рис. 1. Схема солнечной фреоно-эжекторной холодильной установки: 1 — котел, 2 — сосуд, 3 — паросборник, 4 — эжектор, 5 — конденсатор, 6 — ресивер, 7 — указатель уровня, 8 — насос, 9 — аккумулятор, 10 — поплавковый регулятор уровня, 11 — бачок, П. Р., 12 — батарея.

Таблица 1

Основные измеренные величины (на 9 марта 1966 г.)

τ , час	I , ккал/м ² ·час	$P_{ген.}$, ати	$P_{исп.}$, ати	$P_{рес.}$, ати	$t_{ген.}$, °C	$t_{исп.}$, °C	$t_{нар.в.}$, °C	$t_{от. пом.}$, °C	$\varphi_{от. пом.}$, %
10	664	11,4	11,2	5,0	48,3	24,0	6,0	20,5	45
11	742	11,6	11,4	6,0	48,2	25,5	8,0	22,5	41
12	726	12,5	11,8	6,5	50,8	30,2	10,0	25,1	34
13	732	13,3	12,7	7,0	55,5	31,8	12,0	27,0	37
14	546	11,9	11,2	7,0	48,7	31,8	12,5	27,0	39
15	685	12,2	11,8	7,5	50,0	32,6	11,0	27,7	40
16	618	12,2	11,8	7,8	50,0	35,8	10,0	29,8	40
17	500	12,0	11,6	7,8	50,0	35,8	10,0	30,0	40

τ — время; I — падающая радиация; $P_{ген.}$ — давление в генераторе; $P_{исп.}$ — давление в испарителе (батареи); $P_{рес.}$ — давление в ресивере после испарителя; $t_{ген.}$ — температура пара в генераторе; $t_{от. пом.}$ — температура жидкости после испарителя; $t_{исп.}$ — температура отапливаемого помещения; $\varphi_{от. пом.}$ — влажность отапливаемого помещения.

Температуры, указанные в табл. 1, замерялись ртутными термометрами, а расход пара — электрогрелкой мощностью 300 ватт. При расчете к. п. д. установки $Q_{эл. гр.} = W:0,86$ высчитывалась из общего теплового баланса, так как

$$\eta = \frac{Q_{пол}}{Q_{пад. отр.}} = \frac{Q_{нагр} - Q_{эл. гр.}}{I \cdot S}.$$

Как видно из табл. 1, при наружной температуре $5 \div 10^\circ\text{C}$ температура опытной комнаты (12 м^2) поднялась от 12 до 30°C . При этом общий к. п. д., вычисленный по вышеуказанной формуле, изменялся от $0,56$ до $0,7$. Наибольшая температура в генераторе поддерживалась сравнительно невысокой, около 54°C . Результаты опытов по второму варианту мы не приводим — считаем его нецелесообразным. Опыты показали, что если температура фреона-12 в конденсаторе 60°C , вода в конденсаторе нагревалась от 22 до 38°C . При расходе воды 200 л/час производительность $Q = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 200 \cdot 16 \cdot 1 = 3200 \text{ ккал/час}$ гораздо меньше, чем при нагреве воды в котле до температуры 60°C . Это объясняется низким значением коэффициента теплоотдачи фреона-12 (низкие значения теплоты парообразования r и теплопроводности λ). Кроме того, в этом случае требуется наличие в схеме двух насосов (для воды и для фреона-12). Результаты опытов по третьему варианту представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные измеренные величины (на 21 марта 1968 г.)

τ час	Температура				Количество тепла $Q = G \cdot c \cdot \Delta t$ $\frac{\text{ккал}}{\text{час}}$
	воды на выходе из аккумуля- тора $t_{\text{вых. ак.}}^\circ\text{C}$	воды на выходе из котла $t_{\text{вых. кот.}}^\circ\text{C}$	воды на входе в ба- тарей $t_{\text{вх. бат.}}^\circ\text{C}$	воды на входе в ак- кумулятор $t_{\text{вх. ак.}}^\circ\text{C}$	
11	24,5	52,0	51,0	34,0	3400
12	25,5	60,0	57,0	37,5	4000
13	26,0	65,0	60,0	38,5	4500
14	26,0	68,0	62,0	39,0	4600
15	26,5	69,0	63,0	40,0	4600
16	27,0	69,0	63,0	40,0	4600
17	28,0	69,5	63,0	39,0	4600
18	28,5	66,0	60,0	38,0	4400

Примечание. Расход воды 200 л/час . Первоначальная температура воды при наполнении аккумулятора $17,5^\circ\text{C}$. За 6 часов работы вода в аккумуляторе была нагрета до $25,5^\circ\text{C}$. Потеря температуры за ночь 1° и поэтому $t_{\text{вых. ак.}} = 24,5^\circ\text{C}$.

Из табл. 2 видно, что при нагреве воды до $50 \div 60^\circ\text{C}$ можно довести температуру помещения до $20 \div 30^\circ\text{C}$ и тем самым саккумулировать тепло для пасмурных дней. Если считать действительные потери помещения 1000 ккал/час , то за отопительный период (с 15/XI—по 15/III) потребуется подвести в помещение количество тепла $Q = 1000 \cdot 24 \cdot 30,4 = 2,88 \cdot 10^6 \text{ ккал/сезон}$, где 24 — количество часов в сутках; 30 — количество дней в месяце; 4 — количество месяцев отопительного периода.

С помощью отражателя за отопительный период можно получить количество тепла

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{пад}} \cdot \eta;$$

$$Q_{\text{пад}} = I_{\text{ср}} \cdot S \cdot \tau \cdot 60 = 615 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 60 = 3,54 \cdot 10^6 \frac{\text{ккал}}{\text{сезон}};$$

$$Q_{\text{пол}} = 3,54 \cdot 10^6 \cdot 0,65 = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{ккал}}{\text{сезон}};$$

где

$I_{\text{ср}}$ — средняя радиация за период с ноября 1967 по март 1968 г.;
 S — площадь отражателя; τ — время работы установки; 60 — время,

в течение которого отопление ведется за счет энергии солнечной радиации; η — к. п. д. установки. Отсюда можно найти количество тепла, которое требуется саккумулировать.

$$Q_{\text{акк}} = Q - Q_{\text{пол}} = (2,88 - 2,3) 10^6 = 5,8 \cdot 10^5 \frac{\text{ккал}}{\text{сезон}}$$

Согласно опытным данным при следующих параметрах воды: $t_{\text{вых. кот.}}$ — температура воды, выходящей из генератора — 51°C ; $t_{\text{вх. ак.}}$ — температура воды на входе в аккумулятор — 34°C . $t_{\text{вых. ак.}}$ — температура воды, выходящей из аккумулятора — $24,5^\circ\text{C}$, мы можем саккумулировать в процессе работы установки количество тепла

$$Q_{\text{экс}} = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \cdot \tau \cdot 60 = 200 \cdot 1 \cdot 9,5 \cdot 8 \cdot 60 = 9,12 \cdot 10^5 \frac{\text{ккал}}{\text{сезон}},$$

где G — расход воды, 200 л/час; C — теплоемкость воды; τ — время работы установки; 60 дней — период, в течение которого отопление производится за счет солнечной энергии.

Из сравнения $Q_{\text{акк}}$ и $Q_{\text{экс}}$ видно, что количество тепла, которое можно саккумулировать в процессе работы установки, в полтора раза превышает требуемое количество тепла.

Выводы

Для отопительных целей с успехом можно использовать солнечную фреоно-эжекторную холодильную установку без дополнительных капиталовложений. Наиболее приемлемым является третий вариант с использованием водяного аккумулятора тепла. В процессе работы установки можно саккумулировать достаточное количество тепла для пасмурных дней.

Физико-технический институт
АН Туркменской ССР

Поступило
15 августа 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Какабаев А., Петрова А. А. — Гелиотехника, № 6, 1966.
2. Давлетов А. — Кандидатская диссертация, Ашхабад, 1966.

УДК 550.388

Г. Г. ДЖЕМИЛЕВ
М. БЕРКЕЛИЕВ

О ВЛИЯНИИ ЗОНАЛЬНОГО ДРЕЙФА НА ОБРАЗОВАНИЕ ПРЕДПОЛУДЕННОЙ АНОМАЛИИ ИОНИЗАЦИИ В F -ОБЛАСТИ

При наличии долготного градиента электронной концентрации зональная составляющая скорости горизонтального дрейфа может оказывать определенное влияние на суточное изменение ионизации в F -области. Вклад сноса ионизации, производимого этим дрейфом, будет зависеть как от величины долготного градиента и скорости дрейфа, так и от направления последней. На высотах F -области ионосферы долготный градиент отмечается, главным образом, в утренние и вечерние часы. На переходных широтах этот градиент особенно значителен в зимнее время в годы максимума солнечной активности, когда электронная концентрация с восходом и заходом Солнца резко изменяется вдоль каждой отдельной широтной линии. В ряде случаев небольшой долготный градиент отмечается в дневные часы, появление его связано с резким уменьшением электронной концентрации в околополуденные часы. Это уменьшение ионизации, как известно, обусловлено заметным увеличением скорости рекомбинации к полуденным часам и оно наиболее характерно для зимнего сезона. В другие сезоны околополуденное уменьшение ионизации протекает относительно медленно.

Очевидно, что если в утренние часы зональная скорость дрейфа будет направлена на запад, то она должна привести к увеличению электронной концентрации в это же время, так как под действием дрейфа в данную точку электроны и ионы будут поступать от точки с большей концентрацией. При заданной скорости дрейфа вклад этого переноса будет наибольшим в том случае, если восточно-западная ($E-W$) составляющая скорости будет направлена на запад под прямым углом к географическому меридиану. Это значит, что электроны и ионы в это время не будут перемещаться в восточном направлении. Однако, как показывают экспериментальные данные, $E-W$ -составляющая скорости дрейфа в утренние часы на переходных широтах направлена как на запад, так и на восток, следовательно, определенная часть электронов и ионов перемещается и в восточном направлении.

Прежде чем рассмотреть суточный ход $E-W$ -составляющей скорости дрейфа неоднородностей в F -области ионосферы над Ашхабадом

Таблица 1

Станции	Время						
	06.30	07.30	08.30	09.30	10.30	11.30	12.30
Уанкайо	25	14	8	8	5	4	3
Ашхабад	16	54	40	15	5	26	15
Москва	7	60	69	41	7	16	0

и попытаться получить с его помощью некоторые выводы относительно возможного влияния дрейфа на образование суточной аномалии ионизации F -области на переходных широтах, рассмотрим табл. 1, в которой приведены величины $V_y \partial N / \partial y$ из дивергентного члена уравнения баланса ионизации, рассчитанные для зимнего сезона по трем станциям: Уанкайо, Ашхабад и Москва. $N(t)$ — данные для Москвы и Уанкайо заимствованы из [1, 2]. Расчет выполнен для 280 км, при этом для Уанкайо V_y принималась равной 100 мсек^{-1} , а для Ашхабада и Москвы — 80 сек^{-1} . При расчете предполагалось, что долготный градиент $\partial N / \partial y$ вдоль данной широтной линии остается постоянным, поэтому его можно получить из выражения

$$\frac{\partial N}{\partial y} = \frac{1}{\Omega (R + h) \cos \varphi} \cdot \frac{\partial N}{\partial t},$$

где Ω — угловая скорость вращения Земли, R — радиус Земли, h — высота ионосферы над поверхностью Земли, φ — широта. Из таблицы видно, что утренние значения $V_y \partial N / \partial y$ для Ашхабада и Москвы достигают 40 — $70 \text{ см}^{-3} \text{ сек}^{-1}$. Если величину скорости образования электронов q в 08.00 на данном уровне примем равной $800 \text{ см}^{-3} \text{ сек}^{-1}$ [3], то $V_y \partial N / \partial y$ величиной порядка $60 \text{ см}^{-3} \text{ сек}^{-1}$, будет составлять около $7,5\%$ от значения q , что, конечно, будет играть определенную роль при временном развитии электронной концентрации в утренние часы. Если учесть, что как на экваториальной области и зоне эпплтоновской аномалии, так и на высоких широтах в утренние часы (до 10.00) скорость зонального дрейфа направлена на запад [4], то этот дрейф приведет к увеличению ионизации в утренние часы.

Из таблицы также видно, что значения $V_y \partial N / \partial y$ для Уанкайо меньше, чем для двух других станций, хотя в первом случае для V_y мы приняли несколько большую величину. По-видимому, это обусловлено образованием экваториального «bite-out» в дневные часы, в результате которого утренний долготный градиент электронной концентрации становится намного меньше, чем на переходных и высоких широтах.

Суточный ход E — W -составляющей скорости дрейфа для различных высот F -области над Ашхабадом приводится на рис. 1. Графики получены усреднением значения скорости V_y за 1958—1965 гг., охватывающие половину цикла солнечной деятельности. Такое усреднение мы считаем допустимым потому, что вид суточного хода E — W -составляющей скорости дрейфа для Ашхабада от годов максимума к годам минимума не меняется. Поскольку в годы минимума солнечной активности (1964—1965 гг.) высота F -области значительно ниже, чем в го-

ды максимума, то не трудно заметить, что нижние два графика соответствуют основной массе значений для периода минимума, а верхние три — для периода максимума солнечной активности. Истинные высоты рассчитаны ручным методом [7]. Учет ниже лежащей ионизации для ночных часов выполнен, принимая f_oE равной 0,4 МГц для годов минимума и 0,6 МГц для годов максимума солнечной активности [5, 6]. Действующие высоты h' в диапазоне частот 0,1—0,6 МГц и 0,1—0,4 МГц соответственно для годов максимума и минимума солнечной активности принимались равными 100 км. От 0,6 до 1,0 МГц и от 0,4 до 1,0 МГц (нижний предел аппаратуры) действующая высота интерполировалась линейно.

Анализируя приводимые графики, можно отметить следующие особенности, характерные с точки зрения влияния зонального дрейфа на суточное изменение ионизации в F -области. Если на низких высотах (160—240 км) продолжительности времени восточных и западных направлений в течение суток почти равновероятны и в интервале 07.00—09.00 дрейф направлен на восток, то на больших высотах продолжительность времени западных направлений преобладает над продолжительностью восточных направлений, и в утренние часы дрейф направлен на запад. Таким образом, в первую половину дня с увеличением высоты направление $E-W$ -составляющей скорости дрейфа становится более западным. Это хорошо подтверждается также результатами, приводимыми на рис. 2, построенном для 10.00 1958—1959 гг. По оси абсцисс отложено направление в градусах, отсчитываемое от севера, а прямая линия получена методом наименьших квадратов. Как видно из рис. 2 на высотах 260—280 км дрейф полностью направлен на запад. По-видимому, это обстоятельство в некоторой степени и ответственно за резкое проявление предполуденного максимума на этих высотах.

Возвращаясь снова к рис. 1, отметим, что на высотах 240—280 км в интервале 15.00—20.00 V_y имеет большую величину и полностью направлена на восток. Очевидно, что это обстоятельство не может не влиять на образование вечерних максимумов, наблюдающихся на этих высотах в указанном интервале часов. Действительно, в ветви спада ионизации дивергентный член $V_y \partial N / \partial y$ становится положительным и складывается со скоростью образования электронов, что в конечном итоге может замедлить скорость падения ионизации в вечерние часы, а в ряде случаев может способствовать и ее увеличению.

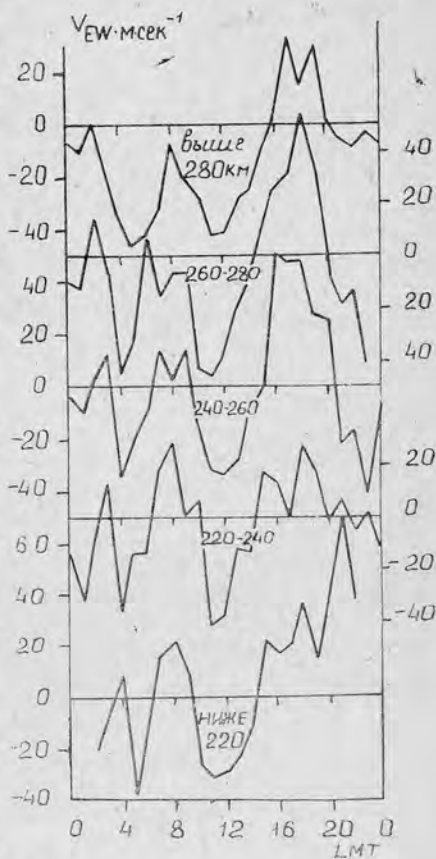


Рис. 1. Суточный ход $E-W$ -составляющей скорости дрейфа для различных высот.

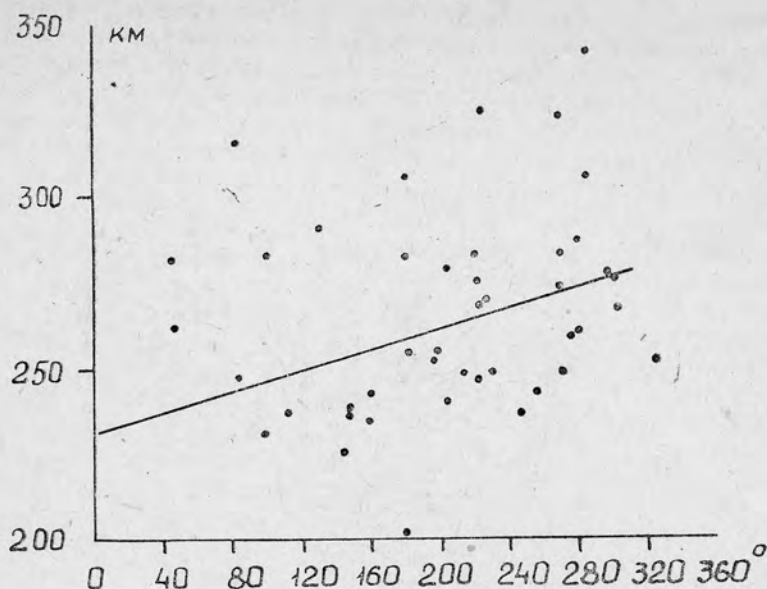


Рис. 2. Высотное изменение направления горизонтального дрейфа для 10.00.

Выводы

В утренние часы на переходных широтах с увеличением высоты направление зонального дрейфа становится более западным. Вклад сноса ионизации, производимого этим дрейфом на высоте 280 км, составляет около 6—8% от величины скорости образования электронов, что может способствовать резкому проявлению предполуденного максимума ионизации на высотах 260—280 км.

Институт физики Земли и атмосферы
АН Туркменской ССР

Поступило
4 июня 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапова Н. И., Шапиро Б. С. — Таблицы $N(h)$ -профилей над Москвой в период МГГ. ИЗМИРАН СССР, 1965.
2. Schmerling E. R. — Ionospheric Electron densities for Washington, Panama, Talara and Huancayo. Ionospheric Research Laboratory The Pennsylvania State University, 1958.
3. Беркелнев М. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 5, 1968.
4. Казимировский Э. С. — Геомагнетизм и аэрономия, т. 3, № 5, 868, 1963.
5. Piggot W. R., Rawer K. — URSI Handbook Ionogram Interpretation and Reduction of the World. Wide Soundings Committee, 1961.
6. Wright I. W. — I. Research NBS—Radio Science, 68A, 5, 589, 1964.
7. Schmerling E. R., Ventrice C. A. — I. Atmosph. Terr. Phys., vol. 14, № 3/4, 249, 1959.

О ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ СПОРАДИЧЕСКОГО СЛОЯ E

Как показывают экспериментальные исследования, параметры отраженного или прошедшего через ионосферу единичного сигнала (амплитуды, фазы и т. д.) почти всегда подвержены случайным изменениям, обусловленным неоднородностью структуры ионосферы. Поэтому, изучая эти изменения, можно судить о тонкой структуре ионосферы и условиях отражения при прохождении сигнала через нее.

В данной статье анализируется зависимость частоты фединга отраженного от спорадического слоя E единичного сигнала от частотных характеристик этого слоя (предельной частоты отражения f_oE_s и частоты экранировки f_bE_s). Далее, на основании такого анализа делается попытка выяснить физическую сущность частотных характеристик спорадического слоя E ионосферы.

Экспериментальное исследование

С целью изучения зависимости частоты фединга отраженного от слоя E_s единичного сигнала на фиксированной частоте от частотных характеристик этого слоя летом 1966 г. в Ашхабаде проведено комплексное экспериментальное исследование на базе ионосферной станции типа АИС и экспериментальной установки, предназначенной для изучения тонкой структуры и дрейфа мелкомасштабных неоднородностей ионосферы, которая была разработана в ИФЗиА АН ТССР (для сокращения эту установку в дальнейшем будем называть установка дрейфа). Установка дрейфа состоит в основном из импульсного передатчика, приемника типа Р-250, передающей и трех приемных антенн и регистрирующей части [1, 2].

Как известно, при импульсном вертикальном зондировании ионосферы фединг отраженного от ионосферы сигнала может быть вызван двумя причинами. Интерференцией между обыкновенной и необыкновенной компонентами отраженного сигнала и изменением и движением дифракционной картины на поверхности Земли.

Для исключения фединга, вызванного первой причиной, нами использованы поляризационные передающая и приемные антенны [3]. Регистрация огибающей отраженного сигнала производится на фотопленку, движущуюся перпендикулярно направлению отклонения лучей

со скоростью 15 см/мин. На фотопленку кроме огибающей сигнала регистрируются также отметки времени, которые подаются через каждую секунду при помощи подсветки и контактного морского хронометра «6-МХ».

Вертикальное зондирование на ионосферной станции АИС и установка дрейфа производится одновременно в непрерывном режиме в одной и той же точке. Рабочая частота и усиление в установке дрейфа в течение одного сеанса остаются постоянными.

Привязка по времени регистрации частотных характеристик слоя E_s на ионосферной станции и частоты фединга на установке дрейфа осуществлялась следующим образом. В специальном журнале отмечалось время начала и конца сеанса. В течение сеанса время на ионограммах определялось по кадровым часам, а в установке дрейфа — по секундным и минутным меткам времени, которые регистрируются на фотопленке одновременно с огибающей отраженного сигнала. Следует отметить, что на фотопленке для облегчения отсчета времени кроме секундных и минутных меток через каждые 30 минут делается особая отметка.

Комплексное зондирование производилось как в освещенное, так и в неосвещенное время суток при появлении спорадического слоя E ионосферы. Всего было 84 сеанса с общей продолжительностью 182 часа. Для анализа зависимости частоты фединга от частотных характеристик слоя E_s для каждого непрерывного сеанса в отдельности были построены графики изменений этих величин по времени. Причем, за частоту фединга принималось число пересечений огибающей сигнала R заданного фиксированного уровня $R=C=\text{const}$ снизу вверх в течение одной минуты. Фиксированный уровень огибающей R для каждого непрерывного сеанса зондирования — величина постоянная.

Анализ графика зависимости частоты фединга от времени показывает, что эта величина в течение непрерывного сеанса может меняться в очень широких пределах — от 0 до 100. Очень низкая частота фединга наблюдается тогда, когда рабочая частота ниже частоты экранировки $f_0 E_s$. Кроме того, в этом случае частота фединга практически не изменяется во времени и не зависит от изменения частотных характеристик слоя E спорадического. На рис. 1 в качестве примера приведен непрерывный сеанс измерения, проведенный 10 июня 1966 г. с 12.05 по 14.13. Кружочки соответствуют $f_0 E_s$, а крестики — $f_b E_s$. График частоты фединга изображен в виде сплошной линии. Рабочая частота $f_{\text{раб}} = 4,7$ МГц.

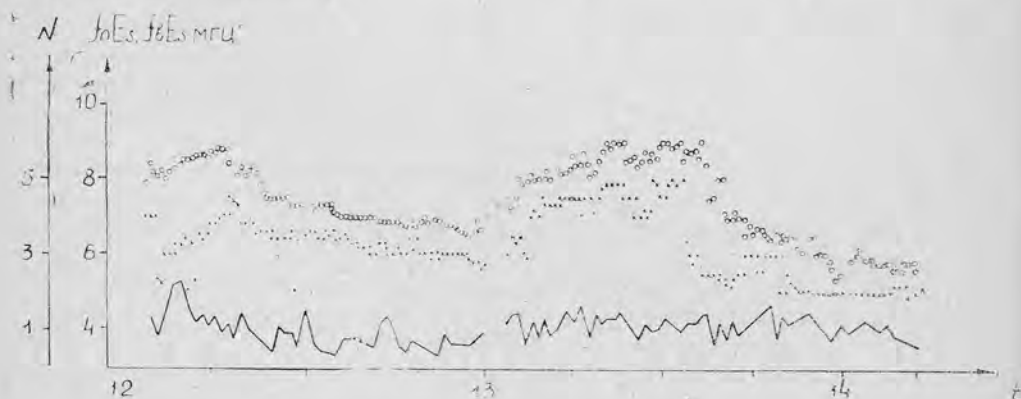


Рис. 1. График временных вариаций N , $f_0 E_s$ и $f_b E_s$ для случая $f_{\text{раб}} < f_0 E_s$

Положение существенно изменяется, когда рабочая частота близка или выше частоты экранировки. В этом случае почти всегда частота фединга намного увеличивается и изменяется во времени с изменением $f_0 E_s$ и $f_b E_s$. А именно, при уменьшении $f_0 E_s$ и $f_b E_s$, то есть когда $f_{\text{раб}}$ приближается к $f_0 E_s$, частота фединга увеличивается и, наоборот, при увеличении $f_b E_s$ и $f_0 E_s$, когда $f_{\text{раб}}$ приближается к $f_b E_s$, частота фединга уменьшается. В качестве примера на рис. 2 приводятся результаты непрерывного зондирования, проведенного 21 июня 1966 г. с 15.30 по 16.45. Рабочая частота равна 4,3 Мгц.

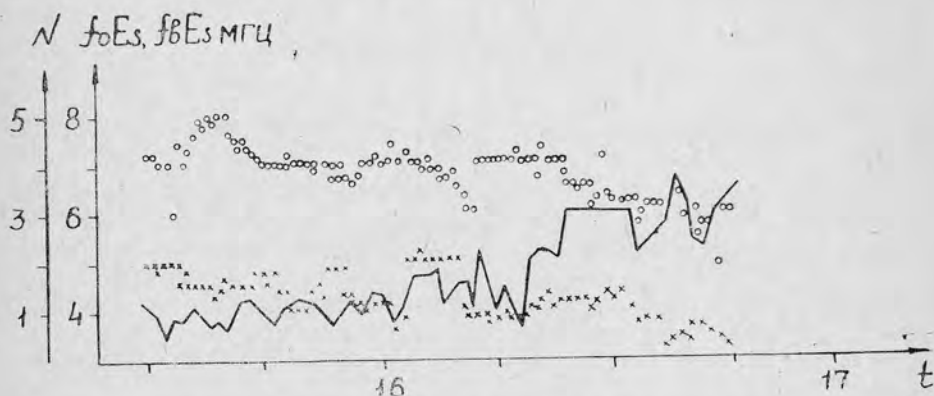


Рис. 2. График временных вариаций $N, f_0 E_s$ и $f_b E_s$ для случая $f_{\text{раб}} > f_b E_s$.

Отдельно были проанализированы участки непрерывных сеансов, для которых $f_{\text{раб}}$ близка к $f_0 E_s$. В этих случаях обычно частота фединга наибольшая, и сигнал состоит из отдельных беспорядочно флуктуирующих элементарных сигналов. Подсчет степени мутности $\beta^2 =$

$$= \frac{E_0^2}{V \Sigma E_n^2},$$

характеризующей отношение энергии зеркально отраженной

компоненты к энергии рассеянной компоненты, показал, что $\beta = 0$ или близко к 0.

Таким образом, на основе анализа результатов комплексного вертикального зондирования установлено, что характер фединга отраженного от слоя E_s единичного сигнала, существенно зависит от того, находится ли $f_{\text{раб}}$ выше или ниже частоты экранировки $f_b E_s$.

Анализ частоты фединга при отражении радиоволн от ионосферы

Как известно, электрическое поле отраженного от ионосферы единичного сигнала можно рассматривать как результат наложения зеркально отраженной волны

$$E_0 \cos \omega_0 t$$

и большого количества рассеянных неоднородностями электронной концентрации элементарных волн.

$$\Sigma E_n \cos (\omega_n t - \varphi_n)$$

со случайными амплитудами E_n и фазами [4], то есть

$$E(t) = E_0 \cos \omega_0 t + \sum E_n \cos (\omega_n t - \varphi_n) = R(t) \cos [\omega_0 t - \psi(t)], \quad (1)$$

где $R(t)$ и $\psi(t)$ — медленно меняющиеся (по сравнению с частотой волны ω_0) случайные функции времени.

Огибающая результирующего поля $R(t)$ характеризует фединг радиосигнала, а функция $\psi(t)$ — фазовый сдвиг по несущей частоте.

Из теории случайных функций известно, что число случаев, когда стационарная случайная функция пересекает фиксированный уровень R снизу вверх за единицу времени (это число в дальнейшем будем называть частотой фединга), определяется формулой

$$N(R) = \int_0^{\infty} \dot{R} W_2(R, \dot{R}) d\dot{R}, \quad (2)$$

где $\dot{R}$ — производная случайной функции; $W_2(R, \dot{R})$ — двумерная плотность вероятности.

Как показывают экспериментальные исследования, угловой и энергетический спектры отраженной от ионосферы радиоволны — достаточно узкие симметричные функции. Кроме того, как показано в [5], процесс флуктуации огибающей за время порядка 5 минут можно рассматривать как стационарный процесс. Поэтому рассеянную составляющую результирующего поля можно рассматривать как узкополосный нормальный стационарный шум. Тогда, согласно [6], двумерная плотность вероятности $W_2(R, \dot{R})$ может быть представлена так

$$W_2(R, \dot{R}) = W(R) w(\dot{R}), \quad (3)$$

то есть случайная функция R и ее производная в совпадающие моменты времени независимы.

$W(R)$ и $w(\dot{R})$ в (3) соответственно определяются выражениями

$$W(R) = \frac{R}{\sigma^2} \exp \left(-\frac{R^2 + E_0^2}{2\sigma^2} \right) I_0 \left(\frac{RE_0}{\sigma^2} \right);$$

$$w(\dot{R}) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi(-\rho_0'')}} \exp \left[-\frac{\dot{R}^2}{2\sigma^2(-\rho_0'')} \right],$$

где $\sigma^2 = \frac{\sum E_n^2}{2}$ — дисперсия; $\rho_0'' = \frac{d^2 \rho(\tau)}{d\tau^2} \Big|_{\tau=0}$; $\rho(\tau)$ — коэффициент корреляции напряженности поля.

Подставив выражение для $W_2(R, \dot{R})$ в (2) и выполнив интегрирование, получим следующее выражение для частоты фединга на фиксированном уровне $R=C=\text{Const}$.

$$N(C) = \sqrt{\frac{-\rho_0''}{\pi}} \frac{C}{\sqrt{\sum E_n^2}} \exp \left(-\frac{C^2 + E_0^2}{\sum E_n^2} \right) I_0 \left(\frac{2E_0 C}{\sum E_n^2} \right) \quad (4)$$

Для $E(t)$, представленного в виде (1), общее аналитическое выражение коэффициента $\rho(t)$ с учетом как хаотического движения, так и регулярного дрейфа неоднородностей ионизации в настоящее время не получено. Поэтому рассмотрим частный случай, когда дрейф неоднородностей отсутствует.

Как известно, спектр радиоволн, отраженных от ионосферы, когда регулярный дрейф отсутствует, распределен по закону Гаусса, то есть

$$S(t) = \frac{S_0}{\sqrt{2\pi\sigma_f}} \exp \left[-\frac{(t-f_0)^2}{2\sigma_f} \right], \quad (5)$$

где $\sigma_f^2 = \overline{(t-f_0)^2} = \frac{4v_0^2}{\lambda^2}$; $S_0 = \int_0^\infty S(f) df$; v_0 — среднеквадратичная ско-

рость хаотического движения неоднородностей.

Коэффициент $\rho(\tau)$, вычисленный из (5) на основании формулы Винера—Хинчина, имеет следующий вид

$$\rho(\tau) = \exp \left(-\frac{8\pi^2\tau^2 v_0^2}{\lambda_0^2} \right). \quad (6)$$

В этом случае выражение для частоты фединга (4) можно написать так

$$N(c) = \frac{4\sqrt{\pi}v_0}{\lambda_0} \frac{c}{\sqrt{\Sigma E_n^2}} \exp \left(-\frac{c^2 + E_0^2}{\Sigma E_n^2} \right) I_0 \left(\frac{2E_0 c}{\Sigma E_n^2} \right). \quad (7)$$

Как видно из этого выражения, частота фединга $N(c)$ при $\lambda_0 = \text{const}$ определяется параметрами v_0 , E_0 и ΣE_n^2 .

Экспериментально наблюдаемое изменение $N(c)$ во времени, по-видимому, определяется в основном изменениями параметров E_0 и ΣE_n^2 , так как они входят в степенную функцию, и $N(c)$ более чувствителен к изменениям E_0 и ΣE_n^2 , чем к изменению v_0 . Кроме того, как показывает анализ экспериментальных данных, $N(c)$, аналогично $f_0 E_s$ и $f_b E_s$, имеет вариации с самыми различными периодами (от нескольких минут до нескольких часов). А для среднеквадратичной скорости хаотического движения и скорости регулярного дрейфа неоднородностей, как вытекает из механизма этих движений, вряд ли реальны такие относительно короткопериодические изменения. Гармонический анализ суточного хода v_0 показывает, что преобладающей компонентой суточного хода является суточная компонента. Амплитуда суточной компоненты порядка 2 м/сек. [7]. Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что вкладом v_0 во временные вариации $N(c)$ можно пренебречь.

Воспользуясь известным асимптотическим представлением функции Бесселя, выражение (7) можно написать так

$$N_1(c) \sim A \left[\frac{1}{\sqrt{\Sigma E_n^2}} \right] \left[\exp \left(-\frac{c^2 + E_0^2}{\Sigma E_n^2} \right) \right], \quad E_0 \ll \Sigma E_n^2; \quad (8)$$

$$N^2(c) = B \left[\frac{1}{\sqrt{E_0}} \exp \left(\frac{2E_0 c}{\Sigma E_n^2} \right) \right] \left[\exp \left(-\frac{c^2 + E_0^2}{\Sigma E_n^2} \right) \right], \quad E_0 \ll \Sigma E_n^2, \quad (9)$$

$$\text{где } A = \frac{4\sqrt{\pi}v_0 c}{\lambda_0}; \quad B = \frac{2\sqrt{c}v_0}{\lambda_0}$$

При этом учитывалось, что фиксированный уровень C для большинства обработанных сеансов был порядка 0,2—0,3.

Как видно из последних выражений, в обоих случаях основной вклад во временные вариации $N(c)$ вносит множитель, стоящий внутр-

ри последней скобки. Поэтому вариации $N(c)$ в любом случае в основном определяются этим выражением, то есть

$$\Delta N(c) \propto \exp \left(- \frac{c^2 + E_0^2}{\Sigma E_n^2} \right), \quad (10)$$

Из (8), (9) и (10) следует, что частота фединга и ее вариации определяются отношением энергий зеркально отраженной и рассеянной составляющих результирующего сигнала.

Исходя из выше изложенного, попытаемся проанализировать экспериментальные результаты, полученные в первой части данной работы. Как показано экспериментально, когда $f_{\text{раб}} < f_b E_s$, частота фединга не зависит от изменений $f_0 E_s$ и $f_b E_s$ по времени. Это можно объяснить тем, что при изменении $f_0 E_s$ и $f_b E_s$ условия отражения на данной рабочей частоте $f_{\text{раб}}$ не изменяются, что, по-видимому, имеет место только тогда, когда отражение является полным внутренним отражением. Этим же можно объяснить наблюдаемую низкую частоту фединга исходя из уравнения (9), так как очевидно, что при полном внутреннем отражении $E_0 \gg \Sigma E_n^2$.

Рассмотрим случаи, когда $f_{\text{раб}}$ находится близко к $f_0 E_s$. В первой части данной работы указано, что в этих случаях $\beta = \frac{E_0}{\sqrt{\Sigma E_n^2}}$ обычно

равно или близко нулю, то есть $E_0 \ll \Sigma E_n^2$. Поэтому, согласно (8), должна наблюдаться самая высокая частота фединга, что и подтверждается экспериментальными данными. Таким образом, в этих случаях, в противоположность случаям, когда $f_{\text{раб}} < f_b E_s$, отраженный сигнал фактически формируется не в результате полного внутреннего отражения, а процессом рассеяния от неоднородностей электронной концентрации.

Как показано в первой части данной работы, при $f_b E_s < f_{\text{раб}} < f_0 E_s$ частота фединга изменяется с изменением $f_0 E_s$ и $f_b E_s$ по времени. Причем, когда $f_0 E_s$ и $f_b E_s$ увеличиваются, частота фединга $N(c)$ уменьшается и наоборот. Эти изменения $N(c)$ можно объяснить только тем, что при изменении $f_0 E_s$ и $f_b E_s$ изменяются также и условия отражения на данной $f_{\text{раб}}$ и в процессе формирования отраженного сигнала существенную роль играет как процесс рассеяния от неоднородностей электронной концентрации, так и частичное отражение от слоя. Вклад каждого из этих процессов зависит от положения $f_{\text{раб}}$ по отношению к $f_0 E_s$ и $f_b E_s$. Когда $f_0 E_s$, уменьшаясь, приближается к $f_{\text{раб}}$, основным процессом, формирующим отраженный сигнал, является процесс рассеяния, частота фединга увеличивается, а в случае, когда $f_b E_s$, увеличиваясь, приближается к $f_{\text{раб}}$, наоборот, сигнал формируется в основном отражением и частота фединга уменьшается.

На основании этих результатов попытаемся дать физическую интерпретацию частотным характеристикам спорадического слоя E ионосферы. Так, при $f_{\text{раб}}$, близкой к $f_0 E_s$, отраженный сигнал формируется только рассеянием от неоднородностей электронной концентрации, можно заключить, что частота $f_0 E_s$ фактически определяется тонкой структурой слоя (флуктуациями электронной концентрации или градиента электронной концентрации, размерами и степенью анизотропии этих флуктуаций и так далее). Что касается частоты экранировки $f_b E_s$, то на всех $f_{\text{раб}} < f_b E_s$ присходит полное внутреннее отражение, то есть $f_b E_s$ фактически — наибольшая частота, на которой еще наблюдается полное внутреннее отражение. Если спорадический слой E будем характеризовать, аналогично регулярным слоям ионосферы, наибольшей

частотой, при которой еще происходит полное внутреннее отражение, то $f_b E_s$ можно рассматривать как частоту, характеризующую максимальное значение средней электронной концентрации или среднего градиента электронной концентрации. Под средним значением электронной концентрации или градиента электронной концентрации понимаются значения, полученные в результате усреднения по всем точкам уровня отражения. Необходимо отметить, что по современным представлениям спорадический слой E на высоких, средних и низких широтах имеет различную природу [8], поэтому полученные нами результаты нельзя рассматривать как единственно возможные на любых широтах.

Выводы

Для среднеширотного E_s

1. Характер фединга единичного сигнала, отраженного от слоя E_s , при $f_{\text{раб}} > f_b E_s$ существенно зависит от $f_0 E_s$ и $f_b E_s$, а при $f_{\text{раб}} < f_b E_s$ такая зависимость отсутствует.

2. $f_0 E_s$ определяется в основном тонкой структурой спорадического слоя E .

3. $f_b E_s$ можно рассматривать как частоту, характеризующую максимальное значение средней электронной концентрации или среднего градиента электронной концентрации.

Институт физики Земли и атмосферы
АН Туркменской ССР

Поступило
18 июля 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев Н. М., Джемилев Г. Г., Перельгин В. П., Петин В. П. — Сб. Дрейфы и неоднородность в ионосфере. Изд-во АН СССР, 1959.
2. Овезгельдыев О. — Кандидатская диссертация. Томский гос. университет имени В. В. Куйбышева, 1962.
3. Перельгин В. П. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 6, 1960.
4. Альперт Я. П. — Распространение радиоволн и ионосфера. Изд. АН СССР, 1960.
5. Миркотан С. Ф. — Вести МГУ, сер. физ.-мат. № 1, 151, 1956.
6. Тихонов В. И. — Статистическая радиотехника, Изд-во «Советское радио», 1966.
7. Овезгельдыев О., Бабаев А. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 3, 1967.
8. Овезгельдыев О. — Геомагнетизм и аэрномия, № 5, 1967.

УДК 550.3

Г. А. ИВАЩЕНКО
М. М. МЕДОВОЙ

О ПРИМЕНЕНИИ ОДНОТОЧЕЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОЛН В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СРЕДЫ

Основные процессы, приводящие к формированию суммарного волнового поля, которое фиксируется регистрирующей аппаратурой, происходят преимущественно при прохождении волн в верхней части среды, заключенной между дневной поверхностью и первым жестким отражающим горизонтом. При этом зачастую определяющее значение имеют явления, происходящие в окрестности границы свободной поверхности земля—воздух. Изучение механизма процессов, происходящих в верхней части среды как непосредственно после взрыва, так и при прохождении волн, отраженных от глубоких границ через эту часть среды, может быть осуществлено при измерениях приборами, расположенными непосредственно в изучаемой среде. Исследования такого рода наряду с весьма высокой эффективностью характеризуются существенными техническими трудностями исполнения, так как предполагают размещение большого числа приборов на большие глубины внутри среды. Упростить методику наблюдений, а значит и сделать ее более доступной для практического использования возможно, если измерения производить прибором, расположенным на поверхности при возбуждении волн на различных уровнях внутри среды, либо при возбуждении внутри среды прибором, расположенным на некотором уровне внутри среды.

Равнозначность заменяемости описанных методических схем требует доказательства кинематической и динамической идентичности годографов регистрируемых волн. Ниже приводится сравнительное описание результатов полевого эксперимента регистрации волн в верхней части среды при непосредственном измерении в среде и возбуждении на поверхности и измерении прибором, расположенным на некотором уровне внутри среды, и возбуждении внутри среды.

Описание эксперимента. На одном из поисковых объектов Северной Туркмении произведены следующие работы:

1. В скважину на глубину 124 м опущен заряд на забой скважины; в пробуренной рядом скважине глубиной 139 м расположена гирлянда приборов, помещенных в герметические цилиндры; ствол скважины засыпан, чтобы приборы контактировали прямо с окружающей средой.
2. В скважину глубиной 139 м опущена гирлянда зарядов равно-

мерно по стволу, в соседней скважине на глубине 124 м помещен один прибор, расположенный при соблюдении условий, аналогичных описанным в пункте 1.

Результаты наблюдений при многоточечной (рис. 1а) и одноточечной системах наблюдений (рис. 1б) сопоставляются на рис. 1. На рис. 1б приведена сводная сейсмограмма для 42-го канала (прибор расположен на глубине 124 м) сейсмической косы, используется для многоточечных наблюдений. Возбуждение проводилось во второй скважине сосредоточенным зарядом (3 детонатора) с шагом по стволу скважины 3 м на глубинах, равных глубинам расположения приборов.

В общем случае методика одноточечных наблюдений во внутренних точках среды сводится к тому, что в скважину на проводах опускается регистрирующий прибор. Скважина после засыпки в течение некоторого времени выдерживается для установления жесткого контакта прибора со стенками. Возбуждение упругих колебаний проводится в скважине, пробуренной в непосредственной близости к прибору. Бурение дополнительной скважины для возбуждения в верхней части среды, как правило, не вызывает затруднений и в большой мере не сказывается на удорожании работ. Подготовленная подобным образом трехкомпонентная регистрирующая установка позволит изучить волновое поле по составляющим x , y , и z .

На рис. 1в представлены кинематические годографы волн первых и последующих вступлений. Волны первых вступлений имеют хорошее совпадение как по положению на годографах, так и по значениям скорости. По поведению кинематических годографов можно выделить несколько глубинных интервалов с отличающимися скоростями: интервалы глубин 0,25, 25—40, 40—76, 76—97, 97—115 м; значения скоростей — $V=715, 3000, 2250, 1800, 2575$ м/сек.

По годографам последующих вступлений выделяются те же интервалы, но с гораздо меньшими скоростями. Расхождение годографов в положении на временной оси объясняется непараллельностью скважин. Таким образом, в кинематическом отношении обе схемы эквивалентны как по скоростям, так и по детальности расчленения изучаемой среды.

Рассмотрим динамическую выраженность записи и ее изменения при переходах из одной скоростной зоны в другую. Граница 25 м на рисунках 1а, 1б характеризуется резким увеличением амплитуды записи. Запись приобретает более низкочастотный характер по отношению к трассе записи на глубине 22 м. Отличительной особенностью записи является ее продолжительность при многоточечной системе наблюдений во внутренних точках среды (рис. 1а). Необходимо отметить, что граница 22—25 м в данном примере является отражающей при подходе импульса снизу, то есть эта граница возбуждает кратные волны для импульсов отраженных волн, приходящих от более глубоких горизонтов. При регистрации по одноточечной системе момент появления и откола отраженной волны прослеживается четче за счет некоторого упрощения волнового поля. Характерной особенностью записи при сопоставлении рисунков 1а, 1б, является несовпадение полярностей вступления на одноименных трассах, что объясняется различным направлением подхода сейсмических лучей. На границе раздела 40—50 м происходит постепенное изменение формы импульса, что особенно характерно для второго максимума. Породы этой десятиметровой переходной толщи представляют собой тонкослоистый разрез с чередующимися пропластками песка и глин, то есть представляют переходную толщу от вышележащих обводненных песчаников к нижележащим глинам.

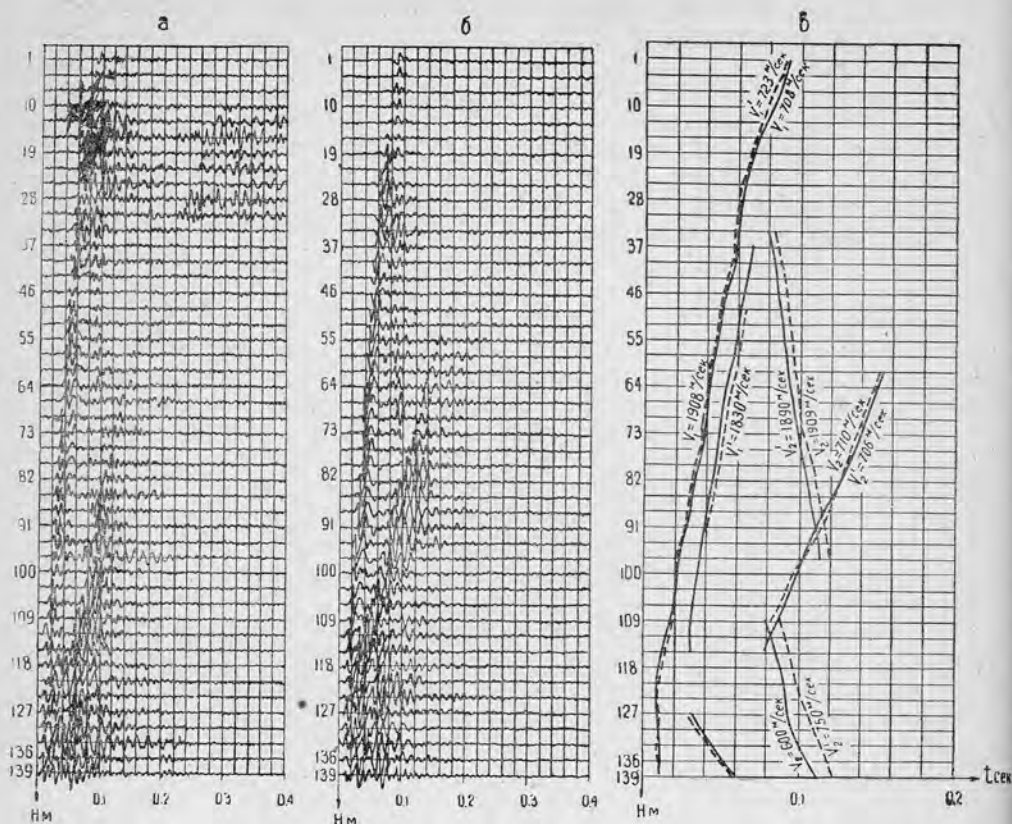


Рис. 1. Сопоставление динамических (а, б) и кинематических (в) характеристик при регистрации сейсмических колебаний во внутренних точках среды и по схеме обращенного МСК.

Аналогичной переходной толщей изменения формы импульса является интервал глубин 85—97 м. Материалы, полученные по многоточечной и однотоочечной системе, свидетельствуют о том, что всякое изменение формы регистрируемого импульса соответствует смене литологического состава пород в разрезе. Кроме волн первых вступлений, зафиксированы волны последующих вступлений с более низкими скоростями распространения, очагом возбуждения которых является точка взрыва. Эти волны при регистрации в непосредственной близости от источника отличаются по форме от волн, регистрируемых в первых вступлениях. Начальную форму можно в первом приближении аппроксимировать прямоугольным импульсом, осложненным дополнительным максимумом. С удалением от пункта взрыва форма его меняется и при регистрации на удалении до 10 м от очага импульс можно рассматривать как затухающую синусоиду. Подобной картины для волн первых вступлений не наблюдается. Необходимо отметить, что интенсивность, записи при регистрации волн по однотоочечной системе несколько выше, чем при многоточечной, что несколько искажает волновую картину, однако соотношение интенсивностей на соседних трассах остается величиной постоянной для обеих методик. Как показывают сопоставления рисунков 1а, 1б, динамика регистрируемых волн по вышеизложенным методикам в большой мере зависит от наличия и характера границ раздела,

способа и условий возбуждения, однако вполне приемлема для качественных заключений и некоторых количественных при сопоставлении безразмерных величин, для которых сохраняется принцип подобия.

Выводы

1. При изучении волновых процессов, происходящих в верхней среде, представляется возможным заменять технически сложно выполненную многоточечную систему наблюдений однотоочечной. При этом сохраняются полностью кинематическая идентичность годографов, но несколько искажается их динамическая характеристика.

Научно-исследовательская
Средне-Азиатская геофизическая экспедиция

Поступило
20 марта 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин Е. И. — Разведочная геофизика, № 17, Изд-во «Недра», 1966.

С. Р. СЕРГИЕНКО
В. В. УСАЧЕВ

КОНДЕНСАТЫ СРЕДНЕЙ АЗИИ, НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ*

Нефть и природный газ занимают ведущее положение в топливном балансе Советского Союза и других промышленно развитых стран мира. По удельному весу в мировом энергетическом балансе они составляют более 50%.

В нашей стране на долю нефти и природного газа уже в 1965 г. приходилось 52% энергетического баланса, а в 1970 г. их удельный вес повысится до 62%.

Хотя основным направлением потребления нефти и газа в экономике страны по-прежнему остается энергетика, все же из года в год медленно, но неуклонно возрастает удельный вес использования их в качестве химического сырья.

В промышленности органического синтеза в конце 40-х годов отчетливо обозначилась тенденция к широкому использованию в качестве исходных и промежуточных продуктов углеводородных газов, нефти и продуктов переработки нефти. Эта тенденция получила глобальный характер и особенно быстро начала распространяться в промышленно развитых странах в последние 10—15 лет. Насколько быстро нефть и природные газы завоевывали сырьевые позиции в промышленности органического синтеза, видно из следующих цифр: в конце 40-х годов доля нефтяного сырья в производстве органических химикатов составляла 9% в Англии и 15% в США, а в 1963 г. 63,4 и 80,0% соответственно.

Производство таких органических продуктов, как синтетический каучук, пластмассы, моющие средства и др., вырабатываемых в миллионах тонн, стало возможно только благодаря использованию дешевого нефтяного сырья. Подсчитано, что к 1970 г. около 70% всех предметов домашнего обихода, одежды, обуви и товаров широкого народного потребления будет производиться из синтетических материалов, основным сырьем для которых будут служить нефть и нефтепродукты.

И хотя удельный вес нефти и нефтепродуктов, потребляемых в качестве химического сырья, в ближайшие годы останется относительно

* В статье изложен основной материал, доложенный авторами 21 октября 1968 г. на Третьем Среднеазиатском совещании в Ташкенте.

невысоким (2—3%, а в отдельных странах 5% и выше от всей добываемой нефти), сейчас трудно даже предвидеть тот огромный экономический и технический эффект, какой получит промышленность от повсеместного использования нефтяного сырья в различных отраслях химических производств. Только на основе использования нефтяного и газового сырья удастся организовать многотоннажное производство полимерных материалов, синтетических органических кислот и спиртов, моющих средств и многих других рентабельных синтетических продуктов технического и бытового назначения высокого качества.

В начальный период развития нефтехимической промышленности исходным сырьем для синтеза органических химикатов служили газы нефтеперерабатывающих заводов (олефины C_2-C_4) и бензол. В настоящее же время создан целый ряд промышленных предприятий, производящих исходные и промежуточные соединения для химической промышленности на основе переработки нефти и нефтепродуктов. По этому пути идут не только страны, не имеющие собственных нефтяных ресурсов и крупной нефтеперерабатывающей промышленности, но также и страны с сильно развитой нефтеперерабатывающей промышленностью (США, СССР и др.). Соотношение нефти и природного газа в нефтехимическом сырье в разных странах колеблется в широких пределах, в зависимости от наличия источников сырья и характера химической промышленности, потребляющей эти виды сырья, что видно из следующих ориентировочных данных:

Источник сырья	Страны		
	США	ФРГ	СССР
Природный газ	} 50	6	} 10
Нефтезаводской газ		32	
Нефть		62	
	50		90

До настоящего времени конденсаты газоконденсатных месторождений не получили промышленного применения в качестве химического сырья. Между тем ресурсы конденсатов по стране в целом и по Средней Азии в особенности представляются довольно значительными. В 1967 г. добыча природного газа в Советском Союзе превысила 160 млрд. м³, а в 1970 г. она составит не менее 240 млрд. м³. Если принять среднее содержание конденсатов в газе в пределах 1,0—1,5%, то суммарная добыча их уже в настоящее время составит не менее 2—3 млн. тонн в год. Еще больше ресурсы газового бензина, выделяемого из попутных нефтяных газов. Геологические исследования на территории Средней Азии вскрыли за последнее десятилетие огромные запасы нефти и газа. Исследования состава природных газов показали, что газ более 50 месторождений Средней Азии содержит в своем составе от 2 до 5% жидких углеводородов (конденсатов). При правильной организации техники выделения жидких углеводородов из газов можно получить весьма значительные количества конденсатов. Вместе с тем из попутных нефтяных газов месторождений Прикаспийской низменности может быть выделено большое количество газового бензина.

От 60 до 90% конденсатов месторождений Средней Азии составляют фракции, выкипающие до 200° и состоящие из углеводородов состава C_5-C_{12} .

Как видно из данных табл. 1, углеводородный состав конденсатов варьирует по соотношению различных групп углеводородов в широких пределах для различных месторождений.

Таблица 1

Групповой углеводородный состав конденсатов

Месторождение	Содержание углеводородов, %		
	ароматических	нафтовых	парафиновых
Ачак	24	50	26
Газли	23	28	49
Гугуртли	35	17	48
Барса-Гельмес	6	69	25
Котур-Тепе и Кизыл-Кумы	4	55	41

По углеводородному составу среди газоконденсатов месторождений Средней Азии можно выделить две основные группы: I — конденсаты, содержащие в своем составе значительные количества ароматических (20—30% и более) и гексаметиленовых (20—25%) углеводородов, и II — конденсаты с низким содержанием ароматических и гексаметиленовых углеводородов, но с высоким содержанием парафиновых и циклопентановых углеводородов (до 80—90%).

Таблица 2

Распределение основных групп углеводородов в газоконденсатах Средней Азии

Группы месторождений	Запасы газоконденсатов, %	Содержание различных групп углеводородов, % вес		
		ароматических	парафиновых	нафтовых
I. Высокоароматизированные газоконденсаты (Газли, Ачак, Учкыр, Гугуртли, Саман-Тепе) и так называемая «легкая нефть XIII горизонта» месторождения Газли	38,4	73,6	31,6	41,7
II. Неароматизированные газоконденсаты Прикаспийской низменности (Кизыл-Кум, Барса-Гельмес, Котур-Тепе, Челекен, Окарем, Камышджа)	40,6	13,2	47,1	40,5
Итого I+II	79,0	86,8	78,7	82,2
III. Прочие месторождения	21,0	13,2	21,3	17,8
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0

Как видно из данных, приведенных в табл. 2, конденсаты этих двух групп составляют около 80% всех ресурсов конденсатов Средней Азии. Остальные месторождения характеризуются газами, конденсаты которых по углеводородному составу занимают промежуточное положение между этими двумя группами.

Конденсаты этих последних месторождений также можно разделить на две группы: III — конденсаты, занимающие промежуточное положение между I и II группами по углеводородному составу (содержание ароматических 6—13%, нафтовых 30—35% и парафиновых 45—60%), и IV — конденсаты, по групповому составу приближающиеся к I группе, но содержащие значительные количества сераорганических соединений,

К I группе относятся конденсаты крупнейших промышленно эксплуатируемых и подготовленных к эксплуатации газовых месторождений Западного Узбекистана (Газли, Учкыр) и восточных районов Туркмении (Ачак, Гугуртли). Доля конденсатов этих месторождений составляет менее 40% от суммарных ресурсов конденсатов Средней Азии, а содержащееся в них количество ароматических углеводородов составляет около 74% от суммарного потенциального содержания их в конденсатах.

II группу составляют конденсаты месторождений Прикаспийской низменности (Западная Туркмения). Конденсаты этой группы составляют 40,6% суммарных ресурсов и в них сконцентрировано 47,1% потенциала парафиновых и 40,5% нафтеновых углеводородов. Содержащиеся же в них ароматические углеводороды составляют лишь 13,2% от общего потенциала их в конденсатах Средней Азии.

Из приведенных в табл. 2 данных о распределении ресурсов конденсатов месторождений Средней Азии, а также из табл. 1, характеризующей углеводородный состав конденсатов крупнейших месторождений, видно, что каждую из двух основных групп конденсатов целесообразно перерабатывать и использовать отдельно, с учетом их состава.

Таблица 3

Содержание индивидуальных ароматических и нафтеновых углеводородов состава C_6-C_8 в конденсатах месторождений Средней Азии

Месторождения	Бензол		Толуол		Ксилолы и этилбензол		Циклогексан		Метилциклогексан		Циклогексаны C_8	
	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т
Газли	0,30	62,9	2,60	545,2	5,54	1161,8	1,27	266,3	0,47	98,5	2,81	589,3
Ачак	1,43	63,2	5,92	261,8	7,93	350,7	1,81	80,1	6,34	278,6	3,24	141,5
Гугуртли	1,87	18,7	3,06	30,6	9,99	99,9	1,69	16,9	5,65	26,5	2,45	24,5
Учкыр	1,32	11,1	3,65	31,2	8,28	70,7	—	—	—	—	—	—
Фараб	1,19	1,7	7,97	11,8	10,69	15,7	1,48	2,2	6,43	9,4	4,70	6,9
Всего	157,7		880,6		1698,8		365,5		413,1		762,2	
С учетом коэффициента извлечения, равного 0,8	126,7		704,5		1359,1		292,4		330,5		609,8	

В табл. 3 приведены ресурсы ароматических углеводородов C_6-C_8 по пяти месторождениям, конденсаты которых характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, а в табл. 4 показаны ресурсы ароматических углеводородов по тем же месторождениям с учетом возможного получения ароматики из нафтенов. Следует отметить, что в недалекой перспективе ресурсы конденсатов I группы значительно увеличатся за счет прироста запасов газа на вновь открываемых близ расположенных месторождениях.

Необходимо также отметить, что так называемая легкая нефть XIII горизонта месторождения Газли является весьма значительным резервом для получения ароматических углеводородов. Нефть эта, выкипающая в пределах 35—318°, содержит 28% бензиновой фракции (н.к. — 200°). Бензин этой нефти по фракционному и групповому составу близок к конденсату Газлинского месторождения, что видно из табл. 5.

Таблица 4

Ресурсы ароматических углеводородов C_6-C_8 на базе высокоароматизированных конденсатов Средней Азии (Газли, Ачак, Гугуртли, Учкыр, Фараб), тыс. т

Углеводороды	Потенциальное содержание в конденсатах	Ресурсы на базе вторичных процессов	Всего
Бензол	127	234	361
Циклогексан	292	—	—
Толуол	704	264	968
Метилциклопентан	330	—	—
Ксилолы и этилбензол	1359	488	1847
Циклогексановые C_9	610	—	—
Всего			3176

Примечание. 1. Коэффициент извлечения конденсатов из газа принят равным 0,8.
2. Коэффициент превращения циклогексановых в ароматические принят равным 0,8.

Таблица 5

Сравнительная характеристика бензиновых фракций конденсата и нефти месторождения Газли

Продукты	Содержание фракций		Содержание углеводородов		
	н.к.-100°	100—200°	ароматических	циклогексановых	парафиновых + циклопентановых
Фракция н.к.-200° газлинского конденсата	11,3	88,7	24	10	64
Фракция н.к.—200° газлинской нефти	10,7	89,3	40	13	47
в том числе фракция 95—122°	—	—	36	21	43
фракция 122—150°	—	—	48	12	40
фракция 150—200°	—	—	48	4	48

На начальной стадии выделения и использования конденсатов, при сравнительно малых объемах добычи, их можно использовать и по топливной схеме. Основные направления использования в этом случае будут: реактивное топливо широкого состава (II группа конденсатов), компоненты товарных бензинов и дизельных топлив. В этом случае потребуются лишь их разгонка и освобождение от парафинов нормальной строения.

Извлечение жидких углеводородов из природного и попутных нефтяных газов является обязательным условием нормальной и бесперебойной работы газопроводной системы, основного технического средства транспорта и распределения газа в различные, в том числе отдаленные, районы страны. Даже использование конденсатов и газового бензина в качестве компонентов авиационного и автомобильного моторных топлив даст большой экономический эффект стране. Но несравненно выгоднее и целесообразнее использовать эти продукты в качестве химического сырья.

Исследование группового и индивидуального состава углеводородов газовых месторождений Средней Азии показало, что в них содер-

жатыся значительные количества гомологов бензола и циклогексана C_6-C_8 , представляющие значительную ценность как сырье для производства моющих средств, синтетических волокон, синтетических каучуков и других важных для техники и народного потребления химических продуктов. Бензол в настоящее время является одним из наиболее остродефицитных исходных веществ в промышленности синтеза органических химикатов, особенно это относится к бензолу, свободному от тиофена. Как видно из приведенных в табл. 2 данных, соотношение бензола, толуола и суммы ксилолов и этилбензола в конденсатах примерно равно 1:2,5:4. Для увеличения доли бензола придется применить реакцию деалкилирования к гомологам бензола. В некоторых конденсатах в больших концентрациях содержатся нормальные парафины C_8-C_{12} и гомологи циклопентана C_7-C_{10} . Эти углеводороды могут послужить исходным материалом для производства нафтенных кислот, синтетических спиртов и мономеров для полимерных веществ.

Дешевизна получения конденсатов, легкость разделения их на основные компоненты и возможность выделения из них индивидуальных углеводородов высокой степени чистоты делают их особенно ценным сырьем для ряда отраслей химической промышленности и прежде всего для производства продуктов органического синтеза.

Учитывая это обстоятельство, представляется настоятельно необходимым резко увеличить объем систематических исследований по изучению состава и строения углеводородов конденсатов всех крупных эксплуатируемых, а также вновь открываемых газовых месторождений. Весьма важно также правильно оценить потенциальное содержание основных углеводородов в конденсатах и правильно определить основные направления химической переработки и использования их.

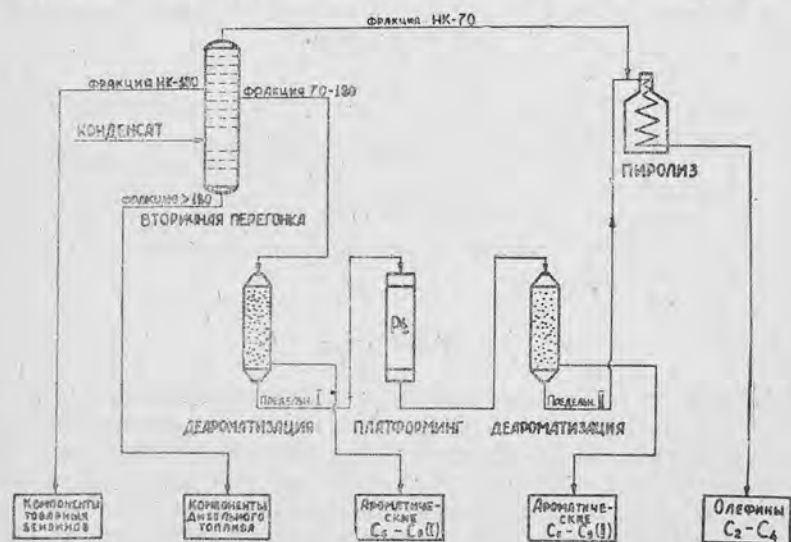


Рис. 1. Схема переработки и использования конденсатов, содержащих значительные количества (15% и больше) ароматических углеводородов.

Основываясь на имеющихся в настоящее время данных по углеводородному составу конденсатов месторождений Средней Азии, мы попытались оценить ресурсы и наметить схемы основных направлений их химической переработки и использования. Так как основными исходными продуктами для производства наиболее многотоннажных

производств синтетических органических веществ являются олефины C_2-C_4 и бензол, то использование конденсатов как химического сырья мы рассматриваем прежде всего с этой точки зрения. Это показано на схемах переработки и использования конденсатов I и II групп (рис. 1 и 2).

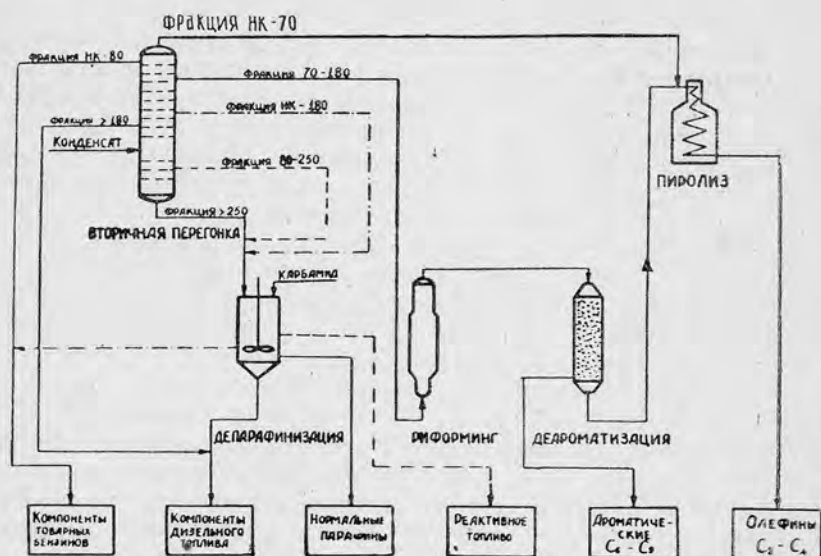


Рис. 2. Схема переработки и использования конденсатов парафинового и нафтенно-парафинового типа (содержание ароматических ниже 10%).

В схеме первой основным целевым продуктом являются бензол и его гомологи, а в схеме второй—олефины C_2-C_4 и возможно также ароматические углеводороды и парафины неразветвленной структуры. Выбор соотношений этих двух направлений переработки будет определяться как реальным соотношением добываемых количеств этих конденсатов, так и потребностью химической промышленности в бензоле, его гомологах и олефинах.

Выводы

1. Оценка перспектив развития газовой промышленности в Средней Азии и сопровождающий ее рост ресурсов конденсатов показывает, что основная потребность нефтехимической промышленности этого экономического района в циклическом сырье (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, циклогексан, нафтеновые кислоты) может быть удовлетворена на основе использования в качестве исходного сырья конденсатов газовых месторождений и газовых бензинов.

2. Ресурсы бензола, потребность в котором как исходном материале для производства стирола, фенола, циклогексана непрерывно возрастает, можно значительно увеличить за счет реакций деалкилирования толуола и других алкилзамещенных бензола, извлекаемых из конденсатов и путем риформинга последних.

3. Специальные методы производства олефинов C_2-C_4 (этилен, пропилен, бутилены) и диолефинов C_4-C_5 (дивинил, изопрен) должны базироваться, главным образом, на использовании предельной части

бензиновых фракций конденсатов и газового бензина, а также газов нефтеперерабатывающих заводов.

4. Производство водорода, потребность в котором непрерывно возрастает для таких производств, как синтез аммиака, водородные процессы в нефтепереработке, гидрирование бензола в циклогексан и др., должно базироваться на использовании сухих природных газов и нефтяных остатков.

5. Нефтехимическая промышленность Средней Азии, удельный вес которой в промышленности этого района быстро возрастает, должна базироваться, в первую очередь, на использовании такого нового вида химического сырья, высококачественного и дешевого, каким являются конденсаты газоконденсатных и нефтегазовых месторождений Туркмении и Узбекистана.

Институт химии
АН Туркменской ССР

Поступило
27 октября 1968 г.

УДК 665.592.55

С. Р. СЕРГИЕНКО
К. Р. АТАМЕРЕДОВА
Б. А. КУЛЬДЖАЕВ
В. Д. МЕДВЕДЕВА
Е. И. ТАЛАЛАЕВ
А. Д. МАРТЫНЮК

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ КОНДЕНСАТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЧАК

Общая характеристика конденсатов, отобранных из шести газовых скважин месторождения Ачак, была дана раньше [1]. Было показано, что большая часть исследованных конденсатов близка между собой по фракционному и групповому углеводородному составу. Поэтому для детального изучения индивидуального углеводородного состава были взяты представительные образцы конденсатов из трех скважин (№ 1, 7, 10).

Экспериментальная часть

Индивидуальный состав ароматических, гексаметиленовых и н. парафиновых (образующих кристаллический комплекс с карбамидом) углеводородов изучался для широкой бензиновой фракции конденсатов (н.к.—200°), а парафиновые углеводороды исследовались также в двух более узких фракциях предельных углеводородов (н.к.—125° и 125—150°).

Методика определения предельных углеводородов в фракциях н.к.—125° и 125—150°, парафинов нормального строения и ароматических углеводородов, выкипающих до 200°, описана ранее [2, 3, 4, 5].

Фракция н.к.—125°. Предельная часть этой фракции содержалась в конденсатах из скважин № 1, 7 и 10 практически в равных количествах (18, 8, 19,2 и 18,8%). Данные о количественном составе индивидуальных предельных углеводородов фракции н.к.—125° приведены в табл. 1.

По суммарному содержанию циклопарафиновых (49—58%) и парафиновых (42—51%) углеводородов, а также по соотношению $\frac{\text{изопарафины}}{\text{н. парафины}}$ (1,2—1,4) фракция эта у исследованных конденсатов из трех скважин (№ 1, 7, 10) мало различается. Что же касается соотношения $\frac{\text{циклогексаны}}{\text{циклопентаны}}$ в циклопарафиновой части, то здесь наблюдается весьма существенное различие, а именно: 4; 1,2 и 2,7 для фракции н.к. — 125° из скважин № 1, 7, 10 соответственно.

Среди гексаметиленовых углеводородов резко преобладает метилциклогексан (51—57%) и циклогексан (22—25%); суммарное содержание ди- и полизамещенных циклогексана варьирует в пределах 18—24%.

Индивидуальный состав предельных углеводородов фракции н.к.—125° конденсата месторождения Ачак

Число атомов	Скважина, №	1						7						10					
		Парафины			Циклопарафины			Парафины			Циклопарафины			Парафины			Циклопарафины		
		на фрак-цию	на кон-денсат	4	на фрак-цию	на кон-денсат	5	6	на фрак-цию	на кон-денсат	7	на фрак-цию	на кон-денсат	8	на фрак-цию	на кон-денсат	9	на фрак-цию	на кон-денсат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C ₄	н. бутан 2-метилпропан	0,34 0,02	0,06 следы												0,24 0,06	0,05 0,01			
C ₅	2-метилбутан н. пентан циклопентан	1,68 2,18	0,32 0,41												1,77 2,09	0,33 0,39			
C ₆	2-метилпентан 3-метилпентан 2,2-диметилбутан 2,3-диметилбутан н. гексан метилциклопентан циклогексан	2,75 1,79 0,37 0,48 4,77	0,52 0,37 0,07 0,09 0,90												2,43 2,02 0,50 0,50 5,47	0,46 0,38 0,09 0,09 1,03			
C ₇	2-метилгексан 3-метилгексан 3-этилпентан 2,2-диметилпентан 2,3-диметилпентан 2,4-диметилпентан 3,3-диметилпентан 2,2,3-триметилбутан н. гептан 1,1-диметилциклопентан цис-1,3-диметилциклопентан транс-1,3-диметилциклопентан транс-1,2-диметилциклопентан цис-1,2-диметилциклопентан этилциклопентан метилциклогексан	2,89 2,64 0,20 0,34 0,86 0,27 0,28 0,14 8,32	0,54 0,50 0,04 0,06 0,16 0,05 0,05 0,03 1,57												3,15 3,44 0,24 0,12 1,47 0,38 0,11 0,09 8,08	0,61 0,66 0,05 0,02 0,28 0,07 0,02 0,02 1,56			
				0,57 0,85 0,79 1,73 0,17 1,06 20,04	0,11 0,16 0,15 0,33 0,04 0,20 3,77										3,53 3,41 0,18 0,36 1,07 0,54 0,36 0,16 8,55	0,66 0,64 0,03 0,07 0,20 0,10 0,07 0,03 1,61			
																	0,01 2,16 1,95 4,85 0,68 2,15 17,84	следы 0,42 0,38 0,93 0,13 0,41 3,44	
																	1,19 1,19 1,07 2,13 0,34 1,34 21,04		0,22 0,22 0,20 0,40 0,06 0,25 3,95

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
50	н. октан	7,57	1,42			5,66	1,09			5,08	0,95		
	2-метилпентан	4,03	0,76			4,39	0,85			13,58	0,67		
	3-метилпентан	3,42	0,64			2,48	0,48			12,60	0,49		
C ₈	4-метилпентан	1,35	0,25			0,98	0,19			1,38	0,26		
	3-этилгексан	0,11	0,02			0,08	0,02			0,11	0,02		
	2,2-диметилгексан	0,32	0,06			0,14	0,03			0,32	0,06		
	2,3-диметилгексан + 2,3-метилэтил- пентан	0,46	0,09			0,55	0,11			0,44	0,08		
	2,4-диметилгексан	1,16	0,21			0,95	0,18			1,03	0,19		
	2,5-диметилгексан	0,83	0,15			1,33	0,26			0,39	0,07		
	3,3-диметилгексан	0,22	0,04			0,20	0,04			0,35	0,07		
	3,4-диметилгексан	0,20	0,04			0,36	0,07			0,26	0,05		
	2,2,3-триметилпентан	следы	следы			0,08	0,02			следы	следы		
	2,3,4-триметилпентан	следы	следы			0,13	0,03			следы	следы		
	1,1,2-триметилциклопентан	0,05	0,01			следы				0,16	0,03		
	1,1,3-триметилциклопентан			0,22	0,04			0,55	0,11				
	транс-транс-1,2,3-триметилцикло- пентан			следы	следы			0,58	0,11				
	транс-транс-1,2,4-триметилцикло- пентан			0,36	0,07			2,70	0,52				0,08
	цис-транс-1,2,4-триметилцикло- пентан + 1,1,3,3-тетраметилциклопентан			0,21	0,04			1,82	0,35				0,09
	транс-цис-1,2,3-триметилцикло- пентан			следы	следы			0,16	0,03				следы
	транс-1,2-диметилциклогексан			следы	следы			0,46	0,09				0,01
	цис-1,3-диметилциклогексан + транс- -1,4-диметилциклогексан			2,14	0,40			1,73	0,33				0,22
	транс-1,3-диметилциклогексан + цис- -1,4-диметилциклогексан			5,28	0,99			4,27	0,82				0,82
	1,1-диметилциклогексан + цис-1,3- метилэтилциклопентан			1,42	0,27			0,72	0,14				0,16
	1,1-метилэтилциклопентан			1,11	0,21			0,66	0,13				0,16
	транс-1,2-метилциклопентан + + транс-1,3-метилэтилциклопентан			следы				0,51	0,10				следы
				0,21	0,04			1,41	0,27				0,05
C ₉	транс-транс-транс-1,2,3,4-тетра- метилциклопентан			следы	следы			0,27	0,05				следы
C ₁₀ -C ₈	61 углеводородов	50,63	9,53	49,37	9,29	41,70	8,03	58,30	11,23	48,96	9,20	51,04	9,59

Таблица 2

Структурные изомеры предельных и ароматических углеводородов конденсатов
месторождения Ачак

Тип углеводородов	Число атомов	Скважина, №	1		7		10	
			% вес.		% вес.		% вес.	
			по числу заместителей	по положению заместителей	по числу заместителей	по положению заместителей	по числу заместителей	по положению заместителей
Изопарафины	C ₆	2-метилпентан	84,23	60,57	90,57	55,36	81,65	54,60
		3-метилпентан		39,43		44,64		45,40
		2,2-диметилбутан	15,77	43,53	9,43	8,57	18,35	50,00
		2,3-диметилбутан		56,47		91,43		50,00
	C ₇	2-метилгексан	75,20	50,44	75,89	46,12	74,09	49,58
		3-метилгексан		46,07		50,37		47,89
		3-этилпентан		3,49		3,51		2,53
		2,2-диметилпентан	22,97	19,43	23,11	5,77	24,25	15,45
		2,3-диметилпентан		49,14		70,67		45,92
		2,4-диметилпентан		15,43		18,27		23,18
		3,3-диметилпентан		16,00		5,29		15,45
		2,2,3-триметилбутан	1,83	100,00	1,00	100,00	1,66	100,00
	C ₈	2-метилгептан	73,33	45,23	67,95	55,36	72,22	46,68
		3-метилгептан		38,38		31,27		33,90
		4-метилгектан		15,15		12,36		17,99
		3-этилгексан		1,24		1,01		1,43
		2,2-диметилгексан	26,26	10,03	30,25	3,97	26,27	11,47
		3,3-диметилгексан		6,90		5,67		12,54
		2,5-диметилгексан		26,02		37,68		13,97
		2,4-диметилгексан		36,36		26,90		36,91
		2,3-диметилгексан		14,42		15,58		15,77
		2,3-метилэтилпентан		6,27		10,20		9,32
		3,4-диметилгексан		—		—		—
		2,2,3-триметилпентан	0,41	—	1,80	—	1,51	—
		2,3,4-триметилпентан		—		—		—
		2,3,3-триметилпентан		100,00		100,00		100,00
Циклопентаны	C ₆ -C ₇	метилциклопентан	41,85	76,39	28,14	70,75	42,02	77,09
		этилциклопентан		23,61		29,25		22,91
	C ₇ -C ₈	1,1-диметилциклопентан	50,79	10,46	46,82	0,09	50,86	16,80
		1,2-диметилциклопентан транс		31,74		39,66		30,08
		1,2-диметилциклопентан цис		3,49		5,56		4,80
		1,2-метилэтилциклопентан транс		—		—		—
		1,3-метилэтилциклопентан транс		3,85		11,52		3,95
		1,3-диметилциклопентан транс		14,50		15,94		16,95
		1,1-метилэтилциклопентан		—		4,17		—
		1,3-диметилциклопентан цис		15,60		17,66		15,11
		1,1-диметилциклогексан		—		—		—
		1,3-метилэтилциклопентан цис		20,37		5,40		12,29
	C ₈	1,2,3-триметилциклопентан транс транс	7,36	45,57	24,00	43,06	7,11	44,44
		1,2,3-триметилциклопентан транс цис		—		7,34		6,06
		1,2,4-триметилциклопентан цис транс		—		2,55		—
		1,2,4-триметилциклопентан транс транс		26,58		29,03		49,50
		1,1,3-триметилциклопентан		—		9,25		—
		1,1,2-триметилциклопентан		27,85		8,77		—
	C ₉	1,2,3,4-тетраметилциклопентан транс транс транс	—	—	1,04	100,00	—	—

Тип углеводородов	Скважина, №	Углеводороды	1		7		10	
			% вес.		% вес.		% вес.	
			по числу заместителей	по положению заместителей	по числу заместителей	по положению заместителей	по числу заместителей	по положению заместителей
Циклогексаны	C ₇	метилциклогексан	69,39	100,00	72,64	100,00	76,79	100,00
	C ₈	1,2-диметилциклогексан транс		24,21		25,74		18,24
		1,3-диметилциклогексан цис		59,73		63,54		68,24
		1,4-диметилциклогексан транс						
		1,3-диметилциклогексан транс	30,61	16,06	27,36	10,72	23,21	13,52
Ароматические	C ₇	метилбензол		100,00		100,00		100,00
	C ₈	этилбензол	42,60	100,00	53,28	100,00	35,23	100,00
	C ₉	н. пропилбензол		100,00		100,00		100,00
	C ₈	1,2-диметилбензол + } изопропилбензол }		27,76		39,37		29,64
		1,3-диметилбензол		61,14		52,88		59,35
		1,4-диметилбензол		11,11		7,75		11,01
	C ₁₀	1,3-метилпропилбензол		53,69		78,49		46,84
		1,4-метилпропилбензол	41,51	46,31	32,92	21,51	45,59	53,16
	C ₁₀	1,2-диэтилбензол		100,00		80,95		—
		1,3-диэтилбензол		—		19,05		100,00
	C ₁₁	1,4-метилбутилбензол		100,00		100,00		100,0
		1,3-метилбутилбензол		—		—		—
	C ₉	1,2,3-триметилбензол		19,80		27,72		20,80
		1,2,4-триметилбензол	15,29	43,01	13,32	48,15	19,18	44,21
		1,3,5-триметилбензол		37,19		24,13		34,99
	C ₁₀	1,2,4,5-тетраметилбензол	0,60	100,00	4,78	100,00	—	—

Среди дизамещенных гомологов циклогексана 60—68% приходится на долю 1,3- и 18—26% — на долю 1,2-дизамещенных (таблицы 2, 3).

Среди пентаметиленовых углеводородов также наблюдается резкое преобладание монозамещенных циклопентана (28—45%), циклопентана содержится в количестве около 3%, остальная часть приходится на ди- и полизамещенные гомологи циклопентана. Около 50% дизамещенных циклопентана составляют 1,2- и 1,3-транс изомеры, а трехзамещенные циклопентаны более чем на 70% представлены 1,2,3- и 1,2,4-трансизомерами.

Разветвленные парафиновые углеводороды состоят в основном из монометилзамещенных в положении 2 и 3 (72—75%). Среди дизамещенных изопарафинов 2,3- и 2,4-изомеры.

Фракция 125—150°. Результаты исследования углеводородного состава этой фракции суммированы в таблицах 4 и 5.

Из приведенных данных видно, что индивидуальный углеводородный состав этой фракции определить не удалось, так как на хроматограмме от 2 до 5 углеводородов выходят совместно одним пиком.

В табл. 6 представлены структурные изомеры нонана. Как и в фракции н.к.—125°, здесь изомеры нонана представлены в основном

Таблица 3

Соотношение нормальных и изоструктур, а также циклопарафинов и их гомологов в предельных углеводородах фракции н.к.—125°

Скважина, №	1			7			10		
	% вес.			% вес.			% вес.		
	на фрак-цию	по числу С-атомов	на тип углеводородов	на фрак-цию	по числу С-атомов	на тип углеводородов	на фрак-цию	по числу С-атомов	на тип углеводородов
Углеводороды									
Сумма C_4H_{10}	0,36		100,00	—	—	—	0,30	0,61	100,00
Из них: н. C_4H_{10}	0,34	0,71	94,44	—	—	—	0,24	—	80,00
изо- C_4H_{10}	0,02		5,56	—	—	—	0,06	—	20,00
Сумма C_5H_{12}	3,86		100,00	0,64	1,53	100,00	3,86	7,88	100,00
Из них: н. C_5H_{12}	2,18	7,62	56,48	0,40	—	62,50	2,09	—	54,15
изо- C_5H_{12}	1,68		43,52	0,24	—	37,50	1,77	—	45,85
Сумма C_6H_{14}	10,16		100,00	6,70	16,07	100,00	10,92	22,30	100,00
Из них: н. C_6H_{14}	4,77	20,07	46,95	2,99	—	44,63	5,47	—	50,09
изо- C_6H_{14}	5,39		53,05	3,71	—	55,37	5,45	—	49,91
Сумма C_7H_{16}	16,51		100,00	17,08	40,95	100,00	18,16	37,09	100,00
Из них: н. C_7H_{16}	8,32	32,61	50,39	8,08	—	47,31	8,55	—	50,09
изо- C_7H_{16}	8,19		49,61	9,00	—	52,69	9,61	—	49,91
Сумма C_8H_{18}	19,72		100,00	17,33	41,56	100,00	15,70	32,07	100,00
Из них: н. C_8H_{18}	7,57	38,95	38,39	5,66	—	32,66	5,08	—	32,36
изо- C_8H_{18}	12,15		61,61	11,67	—	67,34	10,62	—	67,64
Сумма C_4-C_8	50,63		100,00	41,70	100,00	100,00	48,96	100,00	100,00
Из них н. C_4-C_9	23,18	100,00	45,78	17,13	—	31,18	21,43	—	43,77
изо- C_4-C_8	27,45		54,22	24,57	—	58,92	27,53	—	56,23
Сумма циклопентановых	9,89		100,00	26,36	45,21	100,00	13,88	27,19	100,00
Из них: циклопентан	0,27	20,03	2,73	0,57	—	2,16	0,39	—	2,81
гомологи циклопентана	9,62		97,27	25,79	—	97,84	13,49	—	97,19
Сумма циклогексановых	39,48		100,00	31,94	54,79	100,00	37,16	72,81	100,00
Из них: циклогексан	10,04	79,97	25,43	7,05	—	22,07	9,30	—	25,05
гомологи циклогексана	29,44		74,57	24,89	—	77,93	27,85	—	74,95
Всего циклопарафиновых	49,37	100,00		58,30	100,00		51,04	100,00	

монозамещенными, 2 и 3-метилзамещенными (62—68%), а дизамещенными — 2,5 и 2,6-изомерами (54—58%).

Из нафтеновых углеводородов в этой фракции в максимальных количествах содержится этилциклогексан (7—10%).

Состав н. парафиновых углеводородов (регенерированные из кристаллического комплекса с карбамидом) приведен в табл. 7.

Характер распределения н. парафинов для трех конденсатов одинаков. Наибольшая доля приходится на н. C_8-C_{14} (более 80%), в максимальном количестве (14—15%) содержится н-декан. Интересно отметить, что среди регенерированных из кристаллического комплекса углеводородов, основную часть которых (89%) составляют неразветвленные парафины C_6-C_{21} , содержатся также разветвленные струк-

Состав предельных углеводородов фракции 125—150°

Число С-атомов	Скважина, №	1				7				10				2			
		Парафины		Нафты		Парафины		Нафты		Парафины		Нафты		Парафины		Нафты	
		на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат
C ₈	н. октан	9,12	1,31			8,03	0,94			9,72	0,94			15,95	2,50		
	2-метилгептан + 2,3,3-триметилгептан	0,58	0,08			1,21	0,14			1,44	0,14			4,69	0,74		
	3-метилгептан + 3,4-диметилгексан	0,83	0,12			0,57	0,07			1,76	0,17			4,38	0,69		
	4-метилгептан	0,13	0,02			0,32	0,04			0,48	0,05			1,40	0,22		
	1,1-диметициклогексан + 1,3-метил-этициклопентан цис +			0,52	0,07			1,98	0,23			1,06	0,12			1,24	0,19
	1,3-метилэтициклопентан транс + 1,2-метилэтициклопентан транс																
	1,3-диметициклогексан цис + 1,4-диметициклогексан транс			2,22	0,32			2,69	0,31			4,72	0,46			6,15	0,97
	1,2-диметициклогексан транс			2,13	0,31			2,83	0,33			3,26	0,31			2,60	0,41
	1,2-диметициклогексан цис			0,99	0,14			1,04	0,12			1,37	0,13			0,62	0,10
	1,3-диметициклогексан транс + 1,4-диметициклогексан цис			1,63	0,23			1,21	0,14			2,87	0,28			1,79	0,28
	2,3-диметилгексан + 2,3-метилэтициклопентан	—	—			0,08	0,01			0,10	0,01			0,44	0,07		
	1,2,3-триметициклопентан транс			—	—			0,10	0,01			0,02	следы			0,11	0,02
	1,1,2-триметициклопентан			—	—			0,11	0,01			0,10	0,01			—	—
	1,2,3-триметициклопентан транс цис			—	—			0,22	0,03			0,06	0,01			—	—
	2,3,4-триметициклопентан транс			—	—			—	—			—	—			0,04	0,01

Продолжение

Число С-атомов	Скважина №	1				7				10				2			
		Парафины		Нафты		Парафины		Нафты		Парафины		Нафты		Парафины		Нафты	
		на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат		
C ₈ +C ₉	Углеводороды	1,1,3,3-тетраметилциклопентан + 1,2,4-триметилциклопентан	цис	транс		—	—	0,10	0,01	0,05	0,01			—	—		
		Изо-пропилциклопентан + 1,1,3,4-тетраметилциклопентан				0,11	0,02	0,29	0,03	0,22	0,02			0,12	0,02		
		1,2-диметил-3-этилциклопентан	цис														
		транс + 1,2,4-триметилциклопексан															
		пентан + третичный бутилциклопентан + 1,2-диметил-4-этилциклопентан				0,41	0,06	0,78	0,09	0,52	0,06	0,11	0,02	0,33	0,05	0,11	0,02
		1,2-диметил-3-этилциклопентан	транс			0,99	0,14	0,74	0,08	0,79	0,09	0,33	0,05	0,33	0,05	0,33	0,05
		1-метил-2-пропилциклопентан	транс			0,58	0,08	2,21	0,26	0,59	0,06	0,33	0,05	0,33	0,05	0,33	0,05
		1,2,3-триметилциклопексан	транс														
		транс + 1-метил-3-пропилциклопентан	цис + 1,2-диметил-1-этилциклопентан			0,83	0,12	1,62	0,19	0,76	0,07	0,29	0,05	0,29	0,05	0,29	0,05
		1-метил-3-пропилциклопентан	транс + 1,2,4-триметилциклопексан	транс		0,38	0,05	1,10	0,13	0,47	0,05	0,13	0,02	0,13	0,02	0,13	0,02
C ₉ +C ₁₀		1,2,4-триметилциклопексан	цис			0,93	0,13	1,15	0,13	0,86	0,08	0,30	0,05	0,30	0,05	0,30	0,05
		1,1,2-триметилциклопексан				3,07	0,44	3,64	0,43	3,46	0,33	1,31	0,21	1,31	0,21	1,31	0,21
		1-метил-3-этилциклопентан	цис + 1,3-диэтилциклопентан			0,05	0,01	0,78	0,09	0,16	0,02	0,19	0,03	0,19	0,03	0,19	0,03
		1,2,3,4-тетраметилциклопентан	транс														
		транс	транс														
C ₉ +C ₁₀		1,1,3,5-тетраметилциклопексан + 1,2-диэтилциклопентан + изобутилциклопентан				1,04	0,15	1,89	0,22	0,95	0,09	0,38	0,06	0,38	0,06	0,38	0,06
		34,61	4,99	32,11	4,63	29,29	3,43	43,50	5,09	34,44	3,32	36,61	3,53	48,72	7,64	25,41	4,02

Таблица 5

Состав предельных углеводородов фракции 125—150°

Скважина, №	1		7		10		2	
	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат	на фрак- цию	на конден- сат
Углеводороды								
2,5-диметилгексан+1,1,3-триметил- циклопентан	—	—	0,01	Следы	0,01	Следы	0,39	0,06
метилциклогексан+2,4-диметил- гексан	—	—	0,09	0,01	0,17	0,02	2,15	0,34
этилциклопентан+2,2,3-триметил- пентан	—	—	—	—	—	—	0,06	0,01
1,2,4-триметилциклопентан транс транс+3,3-диметилгексан	—	—	0,05	0,01	0,02	Следы	0,22	0,03
3-этилгексан+1,2,4-триметилцикло- пентан цис цис	0,06	0,01	—	—	0,06	0,01	0,14	0,02
2,2-диметилгептан+1,1,2,4-тетра- метилциклопентан	0,77	0,11	0,40	0,04	0,68	0,07	0,93	0,15
3,5-диметилгептан+пропилцикло- пентан+1,2,3,4-тетраметил- циклопентан транс цис транс	0,98	0,14	2,16	0,25	0,88	0,08	0,97	0,15
1,2,3,4-тетраметилциклопентан цис транс транс+3,3-диметилгептан	0,84	0,12	0,55	0,06	0,89	0,08	0,57	0,09
3-этилгептан+1,3,5-триметилцикло- гексан цис транс	4,32	0,62	3,64	0,42	2,79	0,27	1,69	0,27
1,2,4-триметилгексан транс цис+би- цикло (3,3,0) октан	8,14	1,17	5,56	0,65	6,60	0,64	5,30	0,83
3-метилоктан+1-метил-3-изопро- пилциклопентан	18,17	2,62	14,74	1,72	16,87	1,63	13,45	2,11
н. нонан+1-метил-4-этилциклогексан	33,28	4,80	27,21	3,18	28,95	2,79	25,87	4,06

Таблица 6

Изононаны, содержащиеся в фракции 125—150°

Скважина, №	1		7		10		2	
	% вес.		% вес.		% вес.		% вес.	
	по числу заместите- лей	по положе- нию заме- стителей	по числу заместите- лей	по положе- нию заме- стителей	по числу заместите- лей	по положе- нию заме- стителей	по числу заместите- лей	по положе- нию заме- стителей
Углеводороды								
2-метилоктан		37,80		38,23		37,61		40,14
3-метилоктан	67,85	37,84	61,79	36,97	65,76	36,44	60,44	33,29
4-метилоктан		19,76		19,81		21,09		22,30
4-этилгептан		4,60		4,89		4,86		4,27
2,3-диметилгептан		18,45		21,83		18,98		14,49
2,4-диметилгептан		11,87		8,49		15,48		14,20
2,5-диметилгептан	32,15	30,22	38,21	20,43	34,24	28,74	39,56	31,38
2,6-диметилгептан		27,58		33,44		25,88		29,94
3,4-диметилгептан		9,62		8,71		8,27		6,72
2,4-диметилэтилгексан		2,26		7,01		2,65		3,26

Таблица 7

Состав предельных углеводородов, регенерированных из кристаллического комплекса с карбамидом

Скважина, №	1		7		10	
	% вес.		% вес.		% вес.	
	на фракцию	на кон-денсат	на фракцию	на кон-денсат	на фракцию	на кон-денсат
Углеводороды						
н. гексан	0,19	0,05	1,41	0,34	—	—
н. гептан	4,35	1,11	5,51	1,33	3,32	0,81
изо-октаны	0,20	0,05	0,25	0,06	0,19	0,05
н.-октан	9,71	2,48	11,21	2,71	9,31	2,26
изо-нонаны	0,66	0,17	0,72	0,17	0,35	0,08
н. нонан	13,55	3,45	13,81	3,34	12,38	3,01
изо-декан	1,12	0,29	1,45	0,35	0,84	0,20
н. декан	14,51	3,70	15,22	3,68	13,99	3,4
изо-ундекан	1,41	0,36	1,74	0,42	1,16	0,28
н. ундекан	12,23	3,12	12,14	2,94	11,25	2,73
изо-додекан	1,83	0,47	1,87	0,45	1,43	0,35
н. додекан	8,93	2,28	10,28	2,49	9,14	2,22
изо-тридекан	1,87	0,48	1,41	0,34	1,67	0,41
н. тридекан	7,38	1,88	8,30	2,01	8,01	1,95
изо-тетрадекан	1,44	0,37	0,89	0,21	1,80	0,44
н. тетрадекан	5,68	1,45	5,46	1,32	6,47	1,57
изо-пентадекан	0,91	0,23	0,36	0,09	1,16	0,28
н. пентадекан	4,42	1,13	3,54	0,86	5,10	1,24
изо-гексадекан	0,88	0,22	—	—	0,72	0,17
н. гексадекан	3,19	0,81	2,39	0,58	4,03	0,98
изо-гептадекан	0,37	0,09	—	—	0,42	0,10
н. гептадекан	2,34	0,60	1,28	0,31	2,96	0,72
изо-октадекан	0,20	0,05	—	—	0,19	0,05
н. октадекан	1,51	0,39	0,55	0,13	2,12	0,51
н. нондекан	0,85	0,22	0,27	0,06	1,19	0,29
эйкозан	0,28	0,07	—	—	0,61	0,15
генийкозан	—	—	—	—	0,23	0,06
н. парафины	89,1	22,7	91,4	22,2	90,1	21,9
изо-парафины	10,9	2,8	8,6	2,0	9,9	2,4

Таблица 8

Индивидуальный состав ароматических углеводородов, выделенных из катализата фракции н.к.—200 предельных углеводородов

Скважина, №	1		7		10	
	% вес.		% вес.		% вес.	
	на фракцию	на кон-денсат	на фракцию	на кон-денсат	на фракцию	на кон-денсат
Углеводороды						
Бензол	16,39	1,92	11,54	0,68	13,69	2,14
Толуол	46,98	5,50	36,83	2,17	45,83	7,14
Этилбензол	6,75	0,79	9,04	0,53	6,44	1,00
П-ксилол	3,83	0,45	4,24	0,25	3,93	0,61
М-ксилол	8,71	1,02	8,34	0,49	9,35	1,46
О-ксилол+изопропилбензол	4,49	0,53	5,97	0,35	5,11	0,80
Н-пропилбензол	2,49	0,29	3,22	0,19	2,66	0,42
1,3,5-триметилбензол	0,26	0,03	0,18	0,02	0,43	0,07
1,2,4-триметилбензол	1,01	0,12	1,97	0,12	1,57	0,24
1-м-4 пропилбензол	0,11	0,01	0,19	0,01	0,12	0,02
1,3-диэтилбензол	0,16	0,02	0,19	0,01	0,20	0,03
1-м-3-пропилбензол	0,58	0,07	0,80	0,05	0,66	0,10
1,2,3-триметилбензол	0,22	0,03	0,43	0,03	0,36	0,06
1,2-диэтилбензол	0,15	0,02	0,22	0,01	0,24	0,04
1-м-бутилбензол	0,26	0,03	2,43	0,14	0,43	0,07
Идентифицированных	92,39	10,81	85,60	5,05	91,02	14,20
Неидентифицированных	7,61	0,89	14,40	0,85	8,98	1,40

Индивидуальный состав ароматических углеводородов фракции н.к.—200°

Скважина, №	1		7		10	
	% вес.		% вес.		% вес.	
	на фракцию	на конденсат	на фракцию	на конденсат	на фракцию	на конденсат
Углеводороды						
Бензол	8,29	1,16	16,63	2,31	3,99	0,64
Толуол	34,48	4,83	31,35	4,36	30,74	4,95
Этилбензол	0,87	0,12	4,14	0,58	0,68	0,11
П-ксилол	3,70	0,52	1,55	0,22	4,38	0,70
М-ксилол	20,36	2,85	10,57	1,47	23,61	3,80
О-ксилол+изопропилбензол	9,24	1,30	7,87	0,94	11,79	1,90
Н-пропилбензол	0,54	0,08	1,30	0,18	0,46	0,07
1,3,5-триметилбензол	4,79	0,67	2,22	0,31	6,07	0,98
1,2,4-триметилбензол	5,54	0,78	4,43	0,62	7,67	1,23
1-м-4-пропилбензол	0,44	0,06	0,20	0,03	0,42	0,07
1,3-диэтилбензол	следы	следы	0,24	0,03	следы	следы
1-м-3-пропилбензол	0,51	0,07	0,73	0,10	0,37	0,06
1,2,3-триметилбензол	2,55	0,36	2,55	0,35	3,61	0,58
1,2-диэтилбензол	0,48	0,07	1,02	0,14	0,48	0,08
1-м-4-бутилбензол	0,24	0,03	0,55	0,08	0,20	0,03
1,2,4,5-тетраметилбензол	0,50	0,09	0,33	0,05	—	—
Идентифицированных	92,53	12,95	85,68	11,91	94,47	15,21
Неидентифицированных	7,47	1,05	14,32	1,99	5,53	0,89

туры $C_8—C_{18}$ (около 11%), причем основная часть их (более 60%) приходится на углеводороды $C_{10}—C_{14}$.

Из приведенных в табл. 8 данных видно, что ароматические углеводороды, полученные путем избирательного дегидрирования гексаметиленов, содержащихся в фракции н.к.—200° конденсатов, сохраняют то же соотношение индивидуальных углеводородов, что и среди ароматических углеводородов конденсата. Здесь еще более резко выражено преобладание монометилзамещенного в шестичленном кольце. Сохраняется и общая закономерность в соотношении дизамещенных (преобладание 1,3-изомера) и тризамещенных циклогексана.

Ароматические углеводороды. Как отмечено выше, концентрационное распределение в конденсатах индивидуальных ароматических углеводородов (табл. 9) напоминает таковое для циклогексановых (гексагидроароматических) углеводородов.

На долю толуола приходится 1/3 от суммарного содержания ароматических, приблизительно столько же составляют ксилолы (причем более половины составляет 1,3-изомер) и около 15% приходится на трехзамещенные бензолы. Содержание о-ксилола приблизительно в 2,5—3 раза превышает таковое п-ксилола. Среди тризамещенных бензола преобладает 1,2,4-изомер, затем следует 1,3,5- и, наконец, 1,2,3-изомер.

Выводы

1. Изучен индивидуальный углеводородный состав трех конденсатов месторождения Ачак (скважины № 1, 7 и 10).

2. Идентифицировано 150 углеводородов, в том числе: ароматических 18, циклогексановых 27, цикlopентановых 46 и парафино-

вых 59 (16 нормального и 43 разветвленного строения) и показано их концентрационное распределение.

3. Показано, что исследованные три образца конденсата близки по углеводородному составу.

4. Показано наличие некоторых общих закономерностей в концентрационном распределении углеводородов, а именно: среди шестичленных структур (гомологи бензола и циклогексана) резко преобладают монометилзамещенные, среди дизамещенных — 1,3-изомер, а среди трехзамещенных — 1,2,4-изомер, среди циклопарафинов (нафтенов) заметно преобладают шестичленные структуры, а среди парафиновых углеводородов разветвленные формы несколько превышают по содержанию структуры неразветвленные.

Институт химии
АН Туркменской ССР

Поступило
30 октября 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергиенко С. Р., Атамередова К. Р., Кульджаев Б. А., Медведева В. Д. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 2, 1968.

2. Сергиенко С. Р., Кульджаев Б. А., Талалаев Е. И. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 2, 1968.

3. Сергиенко С. Р., Гарбалинский В. А., Талалаев Е. И., Гукасова Р. Г., Кульджаев Б. А. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 5, 1958.

4. Сергиенко С. Р., Гарбалинский В. А., Самозванцева М. С., Колесникова Л. П., Гукасова Р. Г., Бобылева А. А. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 2, 1967.

5. Оленина З. К. — Автореферат диссертации «Исследование индивидуального углеводородного состава газовых конденсатов (фракция н.к.—150°)».

УДК 550.3

Г. А. ИВАШЕНКО
М. М. МЕДОВОЙ

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЧАСТОТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ ПРИ СБЛИЖЕНИИ ЧАСТОТНЫХ И ВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В РАЗВИТИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Сейсмическая запись, полученная в условиях полевого эксперимента, может быть представлена как результат наложения большего числа различных волн, возбуждаемых при взрыве, разделяющихся по своим характеристикам и природе образования на помехи и полезный сигнал. Выделение сигнала на фоне помех при помощи интерференционных систем, а также обоснованный выбор этих систем зависит от полноты сведений о динамических и кинематических характеристиках помех и сигнала. Поэтому разделение сейсмической записи на составляющие играет большую роль при выборе рациональных приемных систем для постановки полевых работ.

Основные характеристики, используемые при расчете приемных систем, определяются при частотном анализе сигналов, заданных в виде функций времени. Требования динамической и кинематической идентичности сейсмической записи при повторении эксперимента в одной точке позволяют рассматривать функции времени как не случайные, для которых неопределенность в их знании практически мала, однако каждая из них может менять свою амплитуду и фазу по оси t произвольным образом, но постоянно для каждой фиксированной точки профиля. Вышеприведенное высказывание предполагает, что волны различных типов для различных точек профиля имеют на оси t различные времена вступления с произвольными фазами и амплитудами и могут рассматриваться как случайный процесс.

Если рассматривать ход процесса во времени, для чего определив спектры по [1]

$$S_t(\omega) = \int_0^t f(t) e^{-i\omega t} dt; \quad (1)$$

$$S_T(\omega T) = \int_{t-T}^t f(\tau) e^{-i\omega \tau} d\tau \quad (2)$$

как текущий (1) и мгновенный (2), появляется возможность рассмотрения сейсмической записи как физического процесса, меняющегося во времени.

Сущность интегралов (1) и (2) заключается в следующем. Всякий реальный процесс происходит на ограниченном временном интервале от $t=0$ до определенного времени. Определяя последовательно спектры в этом интервале для дискретных значений t , получим серию спектров сейсмической записи с различным временным интервалом анализа, характеризующих изменение анализируемой функции $f(t)$ во времени. Если во времени t_1 произошло изменение в физическом процессе, то соответствующим образом изменится спектр, определяемый по (1). Степень изменения спектра будет зависеть от веса функции $f(t_1)$, вступления которой соответствуют времени $t_n - T$, где T — временной интервал, предшествующий анализируемой функции.

На рис. 1 и 2 представлены результаты частотного анализа записи, полученной сейсмостанцией ПОИСК-1-48-МОВ-ОВ. Анализ проведен по методике, указанной в [1].

Анализируемые кривые длительностью 170 м/сек и временными интервалами 1,178—1,348 и 1,740—1,900 сек зарегистрированы на удалении 500 м от пункта взрыва сейсмоприемниками типа СВМ-65 (серия 30V) на z , y и x -установках приборов, запись осциллографная на открытом канале. Временные интервалы сейсмической записи для анализа выбраны с учетом времени прихода отраженных волн от нижнемеловых горизонтов (рис. 1) и пермо-триасового комплекса (рис. 2).

Общее сопоставление приведенных рельефных функций наглядно показывает, что спектры всех составляющих волн, зафиксированных на различных временах регистрации, отличаются между собой как по форме приходящих импульсов, так и по положению максимумов на оси частот. Для составления ясного представления о величине $S_r(\omega t)$ как функции двух переменных ω и t рассечем рельефные функции се-

рий плоскостей, параллельных осям $S_r(\omega t)$; 0 ; $\frac{\omega}{\omega_0}$ и рас-

смотрим их отличие для разных типов волн, регистрируемых на различных временных интервалах. Кривые, лежащие в сечениях, представляют собой спектральные характеристики, выраженные интегралом (1) с изменяющимся верхним пределом интегрирования.

При сопоставлении сечений отмечаются некоторые общие положения для всех кривых, которые можно сформулировать следующим образом: при анализе кривых, длительность которых не превышает одного периода, спектр получается сравнительно однородный; положение максимума на шкале частот не остается постоянным, амплитуда максимума изменяется во времени не по экспоненциальному закону; моментам изменения формы спектральных характеристик соответствуют скачкообразные изменения амплитуды спектральной плотности для всех частот.

Для определения частотных отличий рассмотрим последовательные сечения (рис. 1а и 2а). На приведенных рельефных функциях (рис. 1а) можно выделить несколько основных частотных максимумов равнозначной интенсивности с частотами $f_1=10$ гц; $f_2=30$ гц; $f_3=50$ гц, которые вырисовываются при анализе кривых длительностью более 2,5 т, причем при анализе кривой малой длительности намечаются только два максимума: $f_2=30$ гц; $f_3=50$ гц. Мгновенные спектры, определенные как интеграл (2), указывают на неоднократные изменения формы импульса на интервале записи.

На рис. 2а показан более простой характер сейсмической записи на другом временном интервале. Здесь выделяется один основной максимум с плавно меняющейся частотой от 30 гц в начале анализируемой кривой, до 40 гц — в конце. Мгновенные спектры указывают

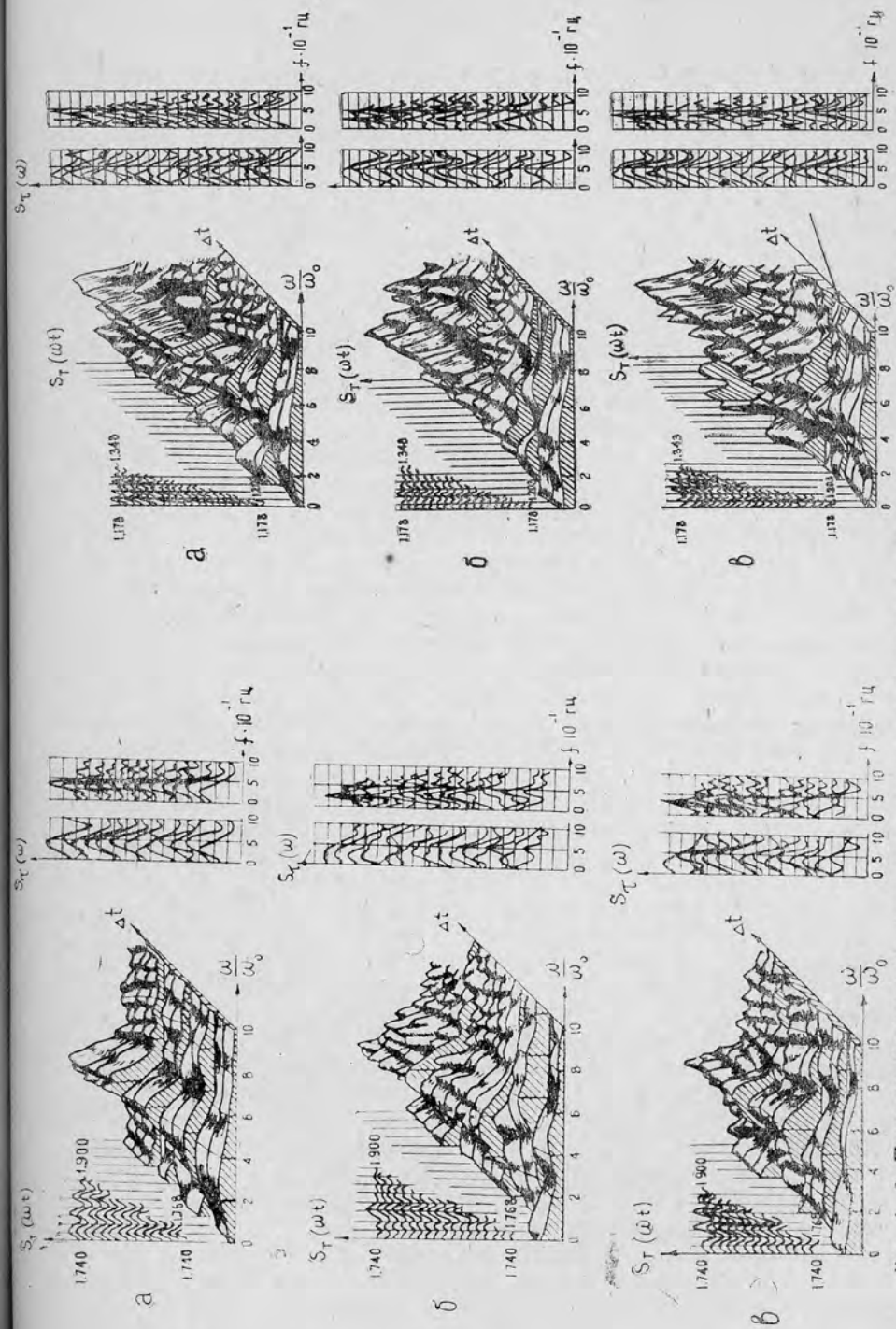


Рис. 1, 2. Примеры результатов частотного анализа сейсмической записи: а — на z-составляющей; б — на y-составляющей; в — на x-составляющей.

на изменение формы импульса от типичного до более сложного, характерного для интерференционных записей.

При анализе записи на других компонентах также выделяются на уровне 0,7, общепринятом для определения ширины частотной полосы, несколько максимумов соизмеримой интенсивности (рис. 1б). Кроме вышеуказанных частотных различий по приведенным результатам анализа утверждаем, что форма импульса меняется во времени.

Необходимо отметить явление амплитудной модуляции, установленное при спектральном анализе. На рис. 1в в сечении, отмеченном стрелкой, фиксируются максимумы частот $f_1=18$ гц; $f_2=30$ гц; $f_3=42$ гц, причем самым интенсивным является центральный максимум. Если предположить, что основная частота равна $f_2=30$ гц и соответствует частоте собственного процесса при работе сейсмоприемниками 30 гц серии, то тогда $f_1=18$ гц и $f_3=42$ гц являются дополнительными боковыми частотами, и модулированное по амплитуде колебание можно записать с некоторыми допущениями в виде

$$f(t) = A_0 [1 + m f_1(t)] \sin(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (3)$$

где $f_1(t)$ — модулирующая функция; m — степень модуляции.

В простейшем случае положим $f_1(t) = \sin \Omega t$, тогда боковые частоты примут значение $\omega_0 - \Omega$; $\omega_0 + \Omega$. В данном примере частота модулирующей функции будет иметь значение $f=12$ гц. В приведенном примере на рис. 1а соотношение частотных максимумов $f_1=10$ гц; $f_2=30$ гц; $f_3=50$ гц также разрешает предполагать наличие амплитудной модуляции в интервале сейсмической записи от 1,178 до 1,348 сек с несущей частотой 30 гц. По значениям боковых частот $f_1=10$ гц и $f_3=50$ гц можно выделить частоту модулирующей функции $f=20$ гц.

Физическую сущность описанных явлений амплитудной модуляции можно рассматривать следующим образом. Приход любого внезапного импульса вызывает собственный процесс системы регистрации, который при суммировании с сигналом образует биения. Характер биений в основном зависит от временной характеристики системы, как правило, является затухающим процессом, обуславливающим амплитудную и частотную модуляции. По кривым, лежащим в плоскостях, параллельных осям $S_r(\omega t)$; $0; \Delta t$, можно наблюдать установление амплитуд при различных расстройках. Эти кривые имеют колебательный характер вследствие биений между вынуждающей частотой и частотой собственных колебаний [2]. Частота биений увеличивается при возрастании расстройки. Если частоты модулирующей и несущей функции несоизмеримы, то колебание неперiodично и его спектр квазигармоничен.

Выделенные частоты модулирующих функций (12—20 гц) в некоторой мере не соответствуют общим представлениям о частоте отраженных волн, которая, как принято считать, не может быть ниже 20—25 гц. Однако работами, проведенными в Краснодарском крае [3], опровергается эта точка зрения. По их материалам выделены частоты отраженных волн, меняющиеся в диапазоне от 12 до 25 гц. Таким образом, вполне вероятно, что частоты 12—20 гц принадлежат отраженным волнам, но ни один из основных частотных максимумов, выделенных по результатам спектрального анализа, не соответствует данным частотам. Следовательно, методы определения частот отраженных волн по основным максимумам могут приводить к ошибочным результатам. В решении, принимаемом на основании конечных результатов частотного анализа, могут быть допущены серьезные ошибки: помеха может быть принята за сигнал, сигнал — за помеху. Для надежного выделения отраженных волн на фоне помех необходимо, чтобы суждение о них было статистическим заключением. Изучение статистических свойств помех обязательно.

Выделение основных максимумов по результатам спектрального анализа, представленного в виде одиночной кривой, и отождествление этого максимума с основной частотой отраженных волн в большинстве случаев является необоснованным. Следовательно, статистическому заключению при частотном анализе сейсмической записи должны предшествовать следующие этапы: определение частотных характеристик сейсморегирующего канала в условиях возбуждения сейсмоприемника кратковременным импульсом; изучение помех всех типов и определение статистических свойств частотных характеристик помех и их основных максимумов по результатам спектрального анализа.

На отраженные волны и помехи не будем налагать никаких ограничений, за исключением того, что вероятность сигнала на интервале наблюдения $[0; t]$ равна единице. Тогда задача в общем случае сводится к выделению сигнала на фоне помех. В качестве исходных параметров для оценки сигналов на интервале наблюдений принимаем частоты и спектральные плотности в интервалах рассмотрения.

Для решения задачи выделения исходных параметров рассмотрим свертку функций времени t_1 и t_2 с общим началом в точке $t=0$.

$$f(t) = \int_0^t f_1(\tau) f_2(t + \tau) d\tau \quad (4)$$

и вычислим спектр этой функции

$$\begin{aligned} S(\omega) &= \int_0^t e^{-i\omega t} dt \int_0^t f_1(\tau) f_2(t + \tau) d\tau = \\ &= \int_0^t f_1(\tau) d\tau \int_0^{+\infty} e^{-i\omega t} f_2(t + \tau) dt = \\ &= \int_0^t e^{-i\omega t} f_1(\tau) d\tau \int_0^{+\infty} e^{-i\omega \mu} f_2(\mu) d\mu, \end{aligned} \quad (5)$$

После изменения порядка интегрирования произведена замена переменной. Таким образом, спектр $f(t)$

$$S(\omega) = S_1(\omega) + S_2(\omega), \quad (6)$$

а с другой стороны свертка функций

$$f(t) = \int_0^{+\infty} f_1(\tau) f_2(t + \tau) d\tau \quad (7)$$

есть ничто иное, как корреляционное преобразование процесса $f_2(t + \tau)$ заданного на интервале $[-\infty; \infty]$, где в качестве весовой функции взята сама анализируемая функция, что делает преобразование нелинейным. Переход к нелинейным преобразованиям существенно расширяет возможности анализа и позволяет выделить не только частоты, но и спектральные плотности на этих частотах.

Значит, если в последовательно проведенном частотном анализе по (1) в качестве весовой функции принять $S(t_1)$, где $(t_1=T)$ — начальный период анализируемой функции, а за анализируемую функцию принять $S_2(t_1 + \Delta T)$, то произведение их даст спектр свертки (7), где функции f_1 и f_2 разнятся временным интервалом прослеживания.

Научно-исследовательская

Поступило

Средне-Азиатская геофизическая экспедиция

8 декабря 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харкевич А. А. — Спектры и анализ. Изд. 4, М., 1962
2. Серебrenников М. Г. и Первозванский А. А. — Выявление скрытых периодичностей. Изд-во «Наука», М., 1965.
3. Береза Г. В., Галузо Л. П. — Разведочная геофизика, № 6, Изд-во «Недра», 1965.

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ БАРИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЗАПАДНОГО КОПЕТ-ДАГА

Западный Копет-Даг — горноскладчатое сооружение альпийского диастрофизма [1]. Это область с широким развитием баритовых и барито-витеритовых месторождений: Уч-Ятаг, Арпаклен, Табак-Чешме, Чур-Чури, Аудушмез и др. (около 70 проявлений). В баритовых и барито-витеритовых проявлениях наблюдаются иногда прожилки и включения сфалерита, галенита, изредка халькопирита и очень редко киновари [2]. Последняя установлена в шлихах в виде примазок по бариту. Повышенная концентрация бария (более 0,0n%) является обычной для зон тектонических нарушений. Концентрация бария до 0,0n%, при среднем 0,00n% отмечается в каждом типе пород.

Водопроявление зарегистрировано во всех водопроницаемых отложениях (табл. 1). Региональным водоупором служат палеогеновые

Таблица 1
Содержание бария в водах водоносных комплексов

Возраст водовмещающих отложений	Литологический состав	Количество проб	Содержание* бария, мкг/л
Четвертичный	пролювий, аллювий	28	12—40 20
Акчагыльский	рыхлые песчаники	7	12—29 25
Туронский, сенондатский	глины, мергели, известняки	20	9—78 40
Сеноманский	алевролиты, песчаники, глины	74	„сл“—136 40
Альбский	песчаники, алевролиты	322	„сл“—16100 40
Аптский	„	8	25—89 40
Неокомский	известняки	14	11—45 20

* Примечание: В числителе — максимальное содержание; в знаменателе — часто встречаемое значение.

глины и мергели, которые практически «безводны». Наибольшее число водопунктов приурочено к комплексу пород альб-сеномана. По условиям залегания, химическому составу, температуре воды водопунктов отражают зональность как по площади, так и на глубину [3, 4, 5], типичную для горноскладчатого сооружения [6].

Барий в подземных водах фиксируется повсеместно, его содержание колеблется от «сл» (менее 6) до 16 100 мкг/л. Большой диапазон содержания бария в воде обусловлен многообразием факторов, воздействующих на перевод бария в раствор, на его миграцию и соосаждение. Для выявления всего этого многообразия проследим вначале изменение содержания бария в подземных водах различных литологических комплексов, так как источником бария являются в первую очередь породы, заключающие воду.

Из табл. 1 видно, что наиболее часто встречаемые содержания бария изменяются от 20 до 40 мкг/л. Сравнительно низкие (20—25 мкг/л) отмечаются в подземных водах отложений, представленных известняками, песчаниками и гравийно-галечниковым материалом; относительно высокие (40 мкг/л) — в подземных водах, циркулирующих в отложениях, состоящих в основном из алевролитов с прослоями песчаников, глин, мергелей и редко известняков. Такое распределение бария в зависимости от типов пород вполне коррелируется с его содержанием в породе, так как весовые кларки бария в карбонатных и песчаных породах земной коры почти на математический порядок ниже, чем в глинистых. Отсюда можно предположить, что явление сорбции бария глинистыми частицами, наблюдаемое иногда для других компонентов, не происходит. Наоборот, глинистые отложения, благодаря их высокой дисперсности, являются активным источником бария. Например, водопункты, приуроченные к глинистым алевролитам нижнего сеномана в ур. Кара-Елчи и верховье р. Айdere, содержат в воде бария до 70—80 мкг/л.

Своеобразно поведение бария в зависимости от состава вод различных гидродинамических зон. Установлено, что поведение бария в воде лимитируется присутствием сульфат-ионов. Для вод зоны интенсивного водообмена, составляющих зону окислительной обстановки, наличие сульфат-ионов является вполне закономерным. Воды преимущественно сульфатно-гидрокарбонатные или гидрокарбонатно-сульфатные. Очень редко один из главнейших анионов — HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- — является доминирующим, что затрудняет проследить четкую связь между содержанием в воде бария и сульфат-иона. На графике зависимости бария от сульфат-иона (рис. 1) уменьшение содержания бария происходит незначительно: от 45 до 30 мкг/л. Наиболее четкие изменения бария от состава вод дает табл. 2, в которую сведены содержания бария по основным типам вод Западного Копет-Дага. Для гидрокарбонатного и сульфатно-гидрокарбонатного состава вод с минерализацией воды до 0,5 г/л наиболее часто встречаемые значения бария составляют 40 мкг/л, для гидрокарбонатно-сульфатного и сульфатно-гидрокарбонатного состава вод с минерализацией 0,5—1 г/л — 30 мкг/л, для сульфатно-гидрокарбонатного, сульфатного или сульфатно-хлоридного состава с минерализацией 1—3 г/л — 20 мкг/л. Наряду с этим заметно уменьшается последовательное уменьшение максимальных и минимальных значений бария, соответственно 869—597—409 и 12—6 — «сл» мкг/л. В зоне интенсивного водообмена менее агрессивны по отношению к переводу бария в раствор сульфатные и наиболее агрессивные гидрокарбонатные воды. С последним типом вод преимущественно связаны повышенные концентрации бария. В частности, на участке баритовых проявлений Гечиырлан развиты гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-



Рис. 1. График зависимости содержания бария от сульфат-иона в подземных водах зоны интенсивного водообмена.

Таблица 2
Содержание бария в подземных водах различных гидродинамических зон

Химический состав воды	Минерализация воды, г/л	Содержание бария, мкг/л	Количество проб
1. Зона интенсивного водообмена**			
а) гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный	до 0,5	$\frac{12-869}{40}$	114
б) гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный	0,5—1	$\frac{6-597}{30}$	133
в) смешанный (сульфат-ион преобладает над остальными)	1—3	$\frac{\text{„сл“}-409}{20-30}$	72
II. Зона замедленного водообмена			
а) разнообразный анионный состав, но с постоянным присутствием сероводорода	0,5—7	$\frac{1-670}{10}$	24
б) хлоридно-натриевый	3—57,1	390—16100	4

сульфатные трещинные воды (табл. 3). Воды источников фиксируют здесь повышенную концентрацию бария от 62 до 95 мкг/л. На участке же баритовых проявлений Чур-Чури распространены воды сульфатно-гидрокарбонатного состава. Воды источников Чур-Чури, Геккель и Порсу, несмотря на то, что выходят непосредственно из трещин, выделенных баритом, содержат барий только до 36 мкг/л.

Существенное влияние на миграцию и содержание бария в воде оказывает углекислота. Общеизвестно, что при выделении углекислоты из раствора нарушается карбонатное равновесие и происходит отложение травертина (известковый туф), который при обогащении выступает в роли коллектора бария. Анализ травертина, отобранного у источников Карагиль, Арчман, Бахма, показывает повышенное содержание бария (до 0,34—0,49%) [7].

В другом типе — сероводородных водах, отражающих переходную геохимическую обстановку зоны замедленного водообмена, значения

бария варьируют от «следов» до 670 мкг/л. Содержание бария в сероводородных водах не определяется концентрацией сероводорода (табл. 4), а как и в первой зоне, зависит от наличия окисленных форм серы (сульфат-иона). При относительно повышенном содержании суль-

Таблица 3

Содержание бария в подземных водах на участках баритовых проявлений
Гечиқырлан и Чур-Чури

Наименование источника и местоположение	Содержание бария, мкг/л	Формула химического состава воды
I. Участок Гечиқырлан Источник Торонглы	94,6	$M_{0,3} \frac{HCO_{76}^3 SO_{16}^4 Cl_8}{Ca_{44} Na_{30} Mg_{26}}$
Источник Эшеребсу	93,4	$M_{0,3} \frac{HCO_{73}^3 SO_{17}^4 Cl_{10}}{Ca_{45} Na_{32} Mg_{23}}$
Источник Акамынчешмеси	69,5	$M_{0,4} \frac{HCO_{63}^3 SO_{26}^4 Cl_{11}}{Na_{38} Ca_{35} Mg_{27}}$
Источник Совутли	61,6	$M_{0,6} \frac{HCO_{63}^3 SO_{27}^4 Cl_{10}}{Ca_{52} Na_{26} Mg_{22}}$
II. Участок Чур-Чури Источник Чур-Чури	19,0	$M_{1,2} \frac{SO_{46}^4 HCO_{29}^3 Cl_{25}}{Na_{63} Ca_{21} Mg_{16}}$
Источник Геккель	28,6	$M_{1,1} \frac{SO_{46}^4 HCO_{28}^3 Cl_{26}}{Na_{60} Ca_{22} Mg_{18}}$
Источник Порсу	36,1	$M_{1,2} \frac{SO_{45}^4 HCO_{36}^3 Cl_{19}}{Na_{60} Ca_{21} Mg_{19}}$

фат-ионов по отношению к хлор- и гидрокарбонат-ионам содержание бария обычно не превышает 20 мкг/л и чаще 1—10 мкг/л (источник Арчман, скважина № 955/1, в долине Чандыр). В случае низких значений сульфат-ионов содержание бария достигает 100 мкг/л и более (скважина № 5, Айджемал — 270, скважина № 1185, Пархой — 670 мкг/л).

Очень высокие содержания бария отмечены в глубоких водах хлоридно-натриевого состава (зона замедленного водообмена). В скважине № 1400 (Сумбар) — 16 100, скважина № 22-с (Бами) — 14 900, скважина № 48 к (Терс-Акан) — 5030 мкг/л. Накопление больших концентраций бария в хлоридно-натриевых водах, вероятно, происходит в длительном эпигенетическом процессе из вмещающих пород. Известную роль в этом процессе, видимо, играет сульфатредукция. С разложением сульфат-иона до сероводорода и свободной серы барий приобретает активную миграцию и постепенно накапливается в хлоридном растворе. Аналогичное явление можно наблюдать повсеместно в пластовых водах артезианских бассейнов, обрамляющих Копет-Даг (Каракумский на севере и Южнокаспийский на западе).

Содержание бария в некоторых типах подземных вод зон замедленного и весьма замедленного водообменов

Наименование водопункта	Интервал опробова- ния, м	Возраст водоупеща- ющих по- род	Дебит, л/сек темпера- тура, °C	Содержание сероводо- рода, мг/л	Формула химического состава воды	Содержа- ние бария, мкг/л
Источник Арчман	самонзлив	Cr_{1nc}	$\frac{45}{28,5}$	21,4	$M_{1,6} \frac{Cl_{40}SO_4^4HCO_3^{22}}{Na_{55}Ca_{28}Mg_{16}}$	"сл"
Скважина № 955/1, Чандыр	нет сведений	Cr_{1al_3}	$\frac{20,0}{30,2}$	1,5	$M_{1,8} \frac{Cl_{51}SO_4^4HCO_3^{15}}{Na_{70}Ca_{18}Mg_{12}}$	7,2
Скважина № 5, Айджамал	нет сведений	Cr_{2cm_2}	$\frac{0,2}{24,0}$	4,1	$M_{1,9} \frac{Cl_{54}HCO_3^3SO_4^4}{Na_{99}Ca_1}$	270
Скважина № 1185, Пархой	192	Cr_{1al_2-3}	$\frac{20}{31}$	33	$M_{1,1} \frac{Cl_{47}HCO_3^3SO_4^4}{Na_{97}CaMg_{1,5}}$	670
Скважина № 22-с, Бамп	112	C_{2rd-sn}	$\frac{0,2}{24,5}$	нет	$M_{57,1} \frac{Cl_{10}}{Na_{75}Ca_{13}Mg_9}$	14900
Скважина № 1400-к, Сумбар	540—1070	Cr_{1al_3}	нет сведений	"	$M_{17,2} \frac{Cl_{99}HCO_3^3}{Na_{81}Ca_{13}Mg_6}$	13900
"	1070—1276	"	"	"	$M_{13,4} \frac{Cl_{99}HCO_3^3}{Na_{84}Ca_{11}Mg_5}$	16100
Скважина № 48-к, Терс-Акан	300	Cr_{2st}	$\frac{0,9}{32}$	"	$M_{9,8} \frac{Cl_{98}HCO_3^3SO_4^4}{Na_{96}CaMg_2}$	5030

Таким образом, особенности миграции и перевода бария в воду в основном определяются условиями водообмена. Наиболее активная миграция бария в водах зоны весьма замедленного водообмена, где концентрация его значительно выше, чем в водах зоны интенсивного и замедленного водообмена. Геохимическим барьером при миграции бария являются воды, обогащенные сернокислым ионом. В тектонических нарушениях, в которых создаются условия для смешения вод зоны интенсивного водообмена (воды, обогащенные сернокислым ионом) с замедленным (хлоридно-натриевые воды), могут протекать современные процессы формирования баритовых залежей.

В настоящее время формирование барита можно наблюдать в районе Бендесена на скважине № 70. В альбском водоносном комплек-

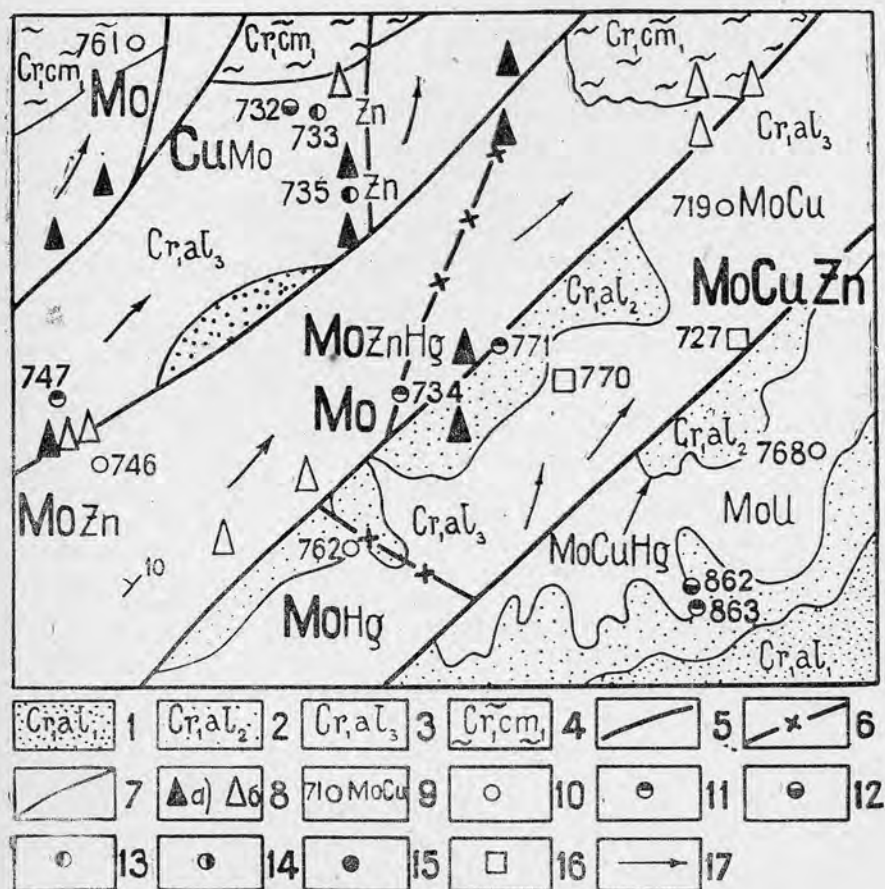


Рис. 2. Карта распределения бария в подземных водах на участке Аудуш-мез: 1 — аргиллиты, алевролиты, песчаники нижнего альба; 2 — песчаники, алевролиты среднего альба; 3 — песчаники, алевролиты, аргиллиты верхнего альба; 4 — глины, алевролиты нижнего сеномана; 5 — взбросо-сдвиги; 6 — ось антиклинальной складки; 7 — линия стратиграфического контакта; 8 — рудопроявление: а) баритовые и барито-витеритовые жилы с вкрапленной сульфидной минерализацией, б) баритовые и барито-витеритовые жилы; 9 — водопункт, его номер и anomalно повышенные концентрации компонентов в воде: жирный шрифт — содержание компонента в два раза выше фона, светлый шрифт — содержание компонента выше фона; 10—15 — содержание бария в воде источника, мкг/л; 10 — до — 20; 11—20—40; 12—40—60; 13—60—80; 14—80—100; 15 — больше 100; 16 — колодец; 17 — ориентировочное направление движения трещинных вод.

се скважиной были вскрыты самоизливающиеся воды на глубинах 150 и 250 м. Химический состав воды в верхнем интервале --

$M_{1,0} \frac{SO_4^4 HCO_3^3 Cl_{18}}{Na_{52} Ca_{22} Mg_{16}}$, в нижнем — $M_{2,9} \frac{Cl_{71} HCO_3^3}{Na_{96} CaMg_2}$ и содержани-

ем бария 390 мкг/л. В результате смешения обоих типов вод стал выпадать осадок в виде хлопьевидной массы, отлагающейся на стенках трубы. Концентрация бария в осадке значительно превышает 1% (А. Кудельский).

При гидрогеохимической оценке перспективности района проследжено поведение бария на участках развития сульфидной минерализации. В отличие от цинка, ртути, свинца или меди, повышенные аномальные концентрации которых тяготеют обычно к участкам с рудной минерализацией, барий в высоких концентрациях встречается здесь крайне редко. На участке Аудушмез в районе развития группы баритовых и барито-виритовых месторождений с вкрапленной сульфидной минерализацией почти все источники, за исключением № 733 и 735, аномально повышенной концентрации бария не фиксируют (рис. 2). На подобный факт указывал еще И. И. Гинзбург [8]. Им отмечалось, что в результате влияния сернокислого иона, поступающего из зоны окисления сульфидов, содержание бария на участке колчеданного месторождения Южного Урала в 10—100 раз меньше, чем в водах вне залежи.

Выводы

1. Миграция бария в воде лимитируется сернокислым ионом.
2. Положительная аномалия бария в воде обычно обусловлена разгрузкой хлоридно-натриевых вод зоны весьма замедленного водообмена, развитием вод гидрокарбонатного типа, распространением пелитовых пород и, очень редко, наличием баритового проявления.
3. Отрицательная аномалия бария в воде при наличии с барием повышенной концентрации других микрокомпонентов (особенно цинка и меди) обусловлена присутствием сульфидной минерализации.
4. В тектонических нарушениях, в которых происходит смешение инфильтрационных сульфатных вод с глубокими хлоридно-натриевыми водами, может протекать современный процесс формирования баритовых залежей.

Институт геологии
(Ашхабад)

Поступило
19 июля 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калугин П. И. — Тр. Института геологии АН ТССР, т. 1, 1956.
2. Сидоренко А. В. — Известия Туркменского фил. АН СССР, № 5—6, 1945.
3. Калугина О. Я. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 3, 1962.
4. Калугина О. Я. — Малым-неокомский водоносный комплекс Южнокаспийского артезианского бассейна. Изд-во АН ТССР, 1962.
5. Кудельский А. В. — Тр. Государств. произв. геолог. комитета ТССР, вып. 2, 1964.
6. Игнатович Н. К. — Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии, № 13, 1950.
7. Сидоренко А. В. — Известия Туркменского фил. АН СССР, № 1, 1948.
8. Гинзбург И. И. — Опыт разработки теоретических основ геохимических методов поисков. Госгеолтехиздат, 1957.

УДК 549.1

А. Л. НАЗАРОВА

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЯЖЕЛЫХ МИНЕРАЛОВ И ПОРОД БАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛЬШОГО БАЛХАНА

Исследование обломочных минералов имеет большое значение для целей корреляции терригенных толщ, а также для выяснения источников сноса и палеогеографических построений. Г. Мильнер [1] справедливо указывает, что парагенезис кластических минералов бывает, как правило, столь же характерным и правильным, как парагенезис в изверженных и метаморфических породах.

В настоящее время выявлены такие строго определенные и часто повторяющиеся ряды обломочных минералов, что нахождение одних из них, более распространенных, часто позволяет предсказывать наличие в тех же породах менее обычных минеральных обломочных видов. Причины, вызывающие подобные закономерные ассоциации реликтовых минералов, заключаются в так называемых «питающих» и «терригенно-минералогических» провинциях.

Под «питающей» провинцией принято понимать пространственно ограниченный комплекс отложений, представленный совокупностью пород (изверженных, метаморфических, осадочных или тех и других вместе), развитых в данной области разрушения и служащих источником обломочных минералов для образования синхронных со временем разрушения осадков. Каждая питающая провинция доставляет в осадки индивидуальный комплекс обломочных минералов.

Понятие о «терригенно-минералогических» провинциях было впервые предложено В. П. Батуриным [2], который понимает под ними современные или древние области осадконакопления, характеризующиеся присутствием в отложениях одного и того же комплекса реликтовых минералов. Если терригенно-минералогическая провинция получает обломочные минералы из какой-либо одной питающей провинции, то она может быть названа простой в отличие от сложных терригенно-минералогических провинций, получающих обломочный материал из нескольких питающих провинций.

Само собою понятно, что кластические отложения терригенно-минералогической провинции в той или иной мере наследуют ассоциацию минералов, слагающих породы питающей провинции.

Характер обломочных материалов не остается постоянным в течение всего времени их поступления в данную область осадконакопления.

На протяжении накопления отложения каждой свиты или слоя из питающей провинции поступает обломочный материал со своими специфическими особенностями, что создает для отдельных слоев или свит индивидуальную микропетрографическую характеристику. Необходимо иметь в виду, что все индивидуальные микропетрографические характеристики отдельных слоев и свит будут выдерживаться только лишь в пределах одной терригенно-минералогической провинции, то есть в пределах площади, имеющей один источник минерального питания.

При разрешении вопросов микропетрографической корреляции и палеогеографических построений необходимо из всего многообразия терригенных минералов выбрать такие компоненты, распределение которых на площади и в разрезе отразило бы основные черты палеогеографического развития изучаемой территории. При изучении минералов легкой и тяжелой фракций из пород батских отложений Большого Балхана особое внимание было уделено анализу некоторых минералов тяжелой фракции — циркона, турмалина и гранатов, а также одному из самых распространенных порообразующих минералов — кварца.

Минералы тяжелой фракции в описываемых отложениях составляют весьма незначительную часть обломочного материала. На их долю приходится всего лишь доли процента. Несмотря на это, компоненты тяжелой фракции характеризуются большим разнообразием минералов. В батских отложениях Большого Балхана были встречены следующие минералы: магнетит, ильменит, шпинель, лейкоксен, гематит, симонит, пирит, марказит, циркон, гранаты, турмалин, рутил, анатаз, брукит, титанит, ставролит, эцидот, цоизит, апатит, гиперстен, зеленые роговые обманки, глаукофан, биотит, мусковит, серенит, глауконит, хлорит.

Комплекс тяжелых минералов, их содержание и соотношение в изученных разрезах Большого Балхана отличаются большим разнообразием. Территорию Большого Балхана можно охарактеризовать в целом как лейкоксен-мусковит-цирконовую терригенно-минералогическую провинцию, где на долю лейкоксена приходится более половины суммарного содержания всех минералов тяжелой фракции, а минералы магнетит-ильменитовой группы, мусковит и циркон в сумме составляют еще 25% ее состава. В противоположность им полностью или почти полностью отсутствуют пироксены, роговые обманки, дистен, андалузит, ставролит, силлиманит и целый ряд других минералов. Титанистые минералы, а также биотит, глауконит и хлорит описываемых отложений встречаются **спорадически** в очень небольшом количестве. Остальные же минералы тяжелой фракции присутствуют в небольшом количестве. Причем, содержание их, за исключением циркона, при переходе от одного разреза к другому в общем изменяется очень мало.

Исследования минералов тяжелой фракции в породах батских отложений Большого Балхана показали, что наряду с большой общностью каждый изученный разрез имеет и свою, отличную от всех остальных разрезов характеристику, что позволяет выделить на изученной территории Большого Балхана в пределах лейкоксен-цирконовой терригенно-минералогической провинции ряд своеобразных минералогических провинций (рис. 1). Так, Шорлы-Карайманский разрез выделяется наряду с максимальным наличием лейкоксена относительно высоким содержанием турмалина и минералов эпидот-цоизитовой группы. Все эти отличительные особенности в характере распределения тяжелых минералов дают возможность выделить лейкоксен-турмалин-эпидотовую подпровинцию.

По комплексу минералов тяжелой фракции район Чалойского разреза можно назвать гранат-магнетит-цирконовым. Здесь чаще всего и в

небольшом количестве помимо минералов, вошедших в название, встречаются еще и титанистые минералы (рутил, аната-брукит, титанит).

Третья, слюдисто-лейкоксовая, подпровинция выделяется в районе Арланского разреза. Отличительной чертой этой подпровинции является в первую очередь максимальное распространение здесь биотита, глауконита, хлорита и мусковита. Характерно также полное отсутствие титанистых минералов и очень низкое (самое низкое на Большом Балхане) содержание циркона.

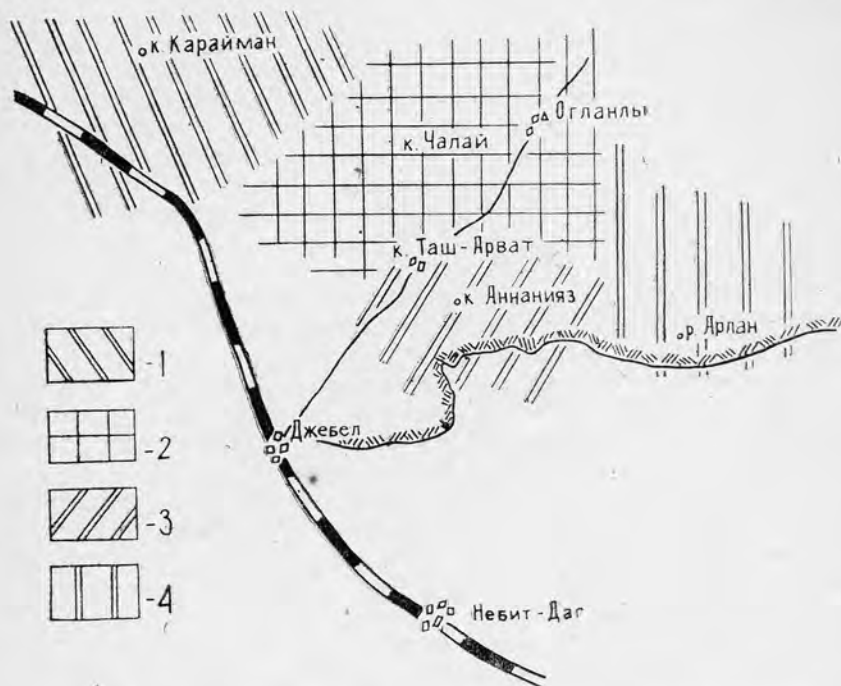


Рис. 1. Схематическая карта терригенно-минералогических подпровинций Большого Балхана: 1 — лейкоксен-турмалин-эпидотовый участок; 2 — гранат-магнетит-цирконовый участок; 3 — гематит-лейкоксовый участок; 4 — лейкоксеново-слюдистый участок.

Четвертая подпровинция, выделенная по разрезу Аннанияз, носит промежуточный характер и в целом по комплексу минералов и по их количественному содержанию ближе всего стоит к лейкоксен-турмалин-эпидотовой подпровинции (Шорлы-Карайман). По характеру распространения тяжелых минералов эту подпровинцию можно назвать гематит-лейкоксовой.

Различная минералогическая характеристика изученных разрезов на территории Большого Балхана объясняется, по всей вероятности, наличием в период накопления среднеюрской толщи целого ряда небольших подводных поднятий и островов, а также тектонически подвижным характером дна бассейна седиментации. Как уже отмечалось выше, особое внимание при изучении тяжелой фракции было уделено исследованию некоторых типоморфных особенностей циркона, граната и турмалина.

Циркон является одним из наиболее распространенных аксессуарных минералов и характеризуется большим многообразием морфологических типов. Недаром П. П. Батурин назвал его «кварцем» тяжелой фракции. Он весьма чувствителен к изменению физико-химических условий кристаллизации и очень быстро реагирует на малейшие измене-

ния этих условий изменением облика своих кристаллов. Сравнительное изучение форм зерен циркона в осадочных породах помогает найти источники происхождения терригенных минералов и расчленять разрезы батских отложений Большого Балхана.

В описываемых породах наиболее распространенными являются бесцветные цирконы, но довольно много зерен, окрашенных в розовый, желтый и слабо фиолетовый цвета, причем во всех разрезах окрашенные разности распространены только в нижних частях, в верхних же частях разрезов они не встречаются. По своей форме это округлые, овальные окатанные зерна или неправильные обломки, но иногда встречаются и хорошо сохранившиеся кристаллы призматического облика с пирамидально ограниченными концами, причем такие кристаллы имеют коротко-столбчатую форму, но иногда соотношение короткой оси к длинной достигает 1:4 и даже 1:3. Интересно отметить тот факт, что чаще всего окрашенные разности циркона приурочены к окатанным зернам. Нередко в зернах циркона видны включения других минералов. Включения чаще всего представлены кристалликами циркона, бесцветными минералами игловидной, призматической и округлой формы, турмалина, непрозрачными минералами. Иногда в кристаллах циркона отмечается зональность, которая обусловлена густотой окраски различных зон. Зональность иногда очень тонкая и частая, а порой присутствует всего несколько зон. Одни исследователи объясняют зональность включениями радиоактивного вещества или редких земель, другие же считают, что она обусловлена физическими явлениями — возможно, ритмичным колебанием температуры.

То обстоятельство, что основная масса зерен циркона представлена хорошо или средне-окатанными разностями и неправильными обломками с подчиненным содержанием кристаллов призматического габитуса, особенно длинно-призматических и игольчатых кристаллов, дает возможность предполагать происхождение из древнеосадочных пород. Среди угловатых, слабо окатанных и окатанных зерен гранатов повсеместно распространены бесцветные разности. Только в нижних частях разрезов Шорлы-Карайман и Чалой встречаются розовые и желтые гранаты. Поверхность гранатов в большинстве случаев чистая, гладкая, блестящая, но довольно часто зерна их имеют поверхность, покрытую ямками и выемками, испещренную штрихами и царапинами, иногда она имеет вытравленный вид. В большинстве случаев зерна с неровной шероховатой поверхностью окрашены, бесцветные же зерна гранатов, как правило, имеют гладкую блестящую поверхность.

Вопрос образования гранатов с причудливо изрезанной поверхностью является весьма интересным. Многими он трактуется по-разному и вызвал дискуссию в литературе. Исходя из литературных данных, можно уверенно считать, что гранаты со ступенчатыми поверхностями довольно широко распространены в осадочных породах и, наоборот, практически отсутствуют описания подобных гранатов из пород изверженных и метаморфических.

Турмалин, встречающийся в батских отложениях Большого Балхана, характеризуется сильным их плеохроизмом в коричневых, бурых, желтых, зеленых и синих тонах. В нижних зонах изученных разрезов Большого Балхана преобладают зерна турмалина с плеохроизмом в бурых, желто-бурых, желто-зеленых и реже зеленых тонах. Выше по разрезам встречается турмалин, плеохроирующий в зеленых, желто-зеленых, желто-бурых тонах, а в верхних частях бата появляется турмалин с синим и зеленовато-синим оттенком плеохроизма. Встре-

чается турмалин в виде неправильных обломочных зерен, нередко зерна хорошо окатаны, значительно реже распространены зерна призматической формы.

Многие исследователи склонны считать, что окатанные турмалины скорее всего могли быть заимствованы из осадочных пород. Призматические густо окрашенные турмалины небольшого размера характерны для гранитных пород. Более светло окрашенные разности мелких идиоморфных кристалликов турмалина, с непрозрачными мелкими включениями могли быть привнесены из пород низкой степени метаморфизма. Синие турмалины, возможно, представляют собой обломки крупных кристаллов пегматитовых жил. Все это позволяет предполагать о заимствовании зерен турмалина, в основном из осадочных пород и в значительно меньшей степени из гранатов.

Выводы

Район Большого Балхана в батское время охарактеризован как лейкоксен-мусковит-цирконовая терригенно-минералогическая провинция, в пределах которой выделяются четыре терригено-минералогические подпровинции, что можно объяснить существованием помимо удаленных устойчивых источников сноса еще целого ряда внутренних дополнительных источников сноса.

Минералогический состав исследованных отложений позволяет высказать некоторое соображение о составе пород, послуживших исходным материалом для накопления указанных отложений. Ими являлись, очевидно, метаморфизованная эффузивно-осадочная толща палеозойского фундамента и в меньшей степени гранитоидные породы. Отсутствие ставролита, дистена, силлиманита, андалузита, роговой обманки, минералов из группы пироксенов свидетельствует о том, что пород высокой степени метаморфизма (кристаллических сланцев и гнейсов), а также основных магматических пород не было в составе размывающихся источников сноса.

Исследование типоморфных особенностей циркона, турмалина и гранатов помогает расчленять и сопоставлять трудно сопоставляемые разрезы батских отложений Большого Балхана.

Московский горный институт

Поступило
23 октября 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мильнер Г. Б. — Петрография осадочных пород, ОНТИ, 1934.
2. Батурин В. П. — Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. Изд. АН СССР, 1947.
3. Баранова З. Е. — Тр. ВСЕГЕИ, т. 43, вып. 3, 1961.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КРАСНОЦВЕТНОЙ ТОЛЩИ ПРИБАЛХАНСКОГО РАЙОНА

До сих пор не существует единого мнения о генезисе и условиях осадконакопления красноцветной толщи Туркмении и продуктивной толщи Азербайджана, являющихся образованиями единого бассейна.

Красноцветная толща выходит на поверхность только своими вершинами на отдельных структурах Прибалханского района. Керн отбирается в ограниченных количествах, поэтому в петрографическом и в палеонтологическом отношении красноцветная толща изучена недостаточно. Отложения красноцветной толщи палеонтологически очень слабо охарактеризованы, поэтому генезис, условия осадконакопления и палеогеографию бассейна приходится объяснять, главным образом, данными литолого-минералогических исследований, результаты которых опубликованы в [1—8].

А. Л. Юревич [9], изучив литолого-минералогический состав акчагыла Юго-Западного Туркменистана, пришел к выводу, что плиоценовые отложения этой области образовались за счет разрушения палеозойских кристаллических пород Памиро-Алая, которые были принесены притоками Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, доказательством чего является обильное содержание пироксенов, амфиболов и полевых шпатов в составе плиоценовых отложений Прибалханского района, которые не являются характерными минералами для горных сооружений Юго-Западного Туркменистана.

Однако результаты последних исследований показывают, что ассоциацию амфиболов и пироксенов связать с Памиро-Алаем вообще невозможно, так как процентное содержание указанных минералов в составе красноцветной толщи с востока на запад резко увеличивается. Среднее содержание амфиболов и пироксенов, по данным К. Тегелекова, в разрезах красноцветной толщи Кум-Дага доходит до 10%, тогда как в районах Барса-Гельмес и Котур-Тепе по последним данным амфиболов до 20, пироксенов до 10—12%, а на Челекене соответственно 30—33 и 15—20%, а в составе продуктивной толщи Азербайджана 50—55%. Степень отсортированности пород и формы зерен полевых шпатов и кварца исключают возможность поступления этих материалов из далеких источников.

Можно предположить, что основным источником сноса для образования красноцветной толщи Прибалханского района являлись мезо-

кайнозойские отложения Западного Копет-Дага, а также изверженные породы Шах-Адама, Уфры и Даг-Ада, где содержание амфиболов и пироксенов достигает до 10%. Не исключена возможность поступления этих минералов с запада, о чем свидетельствует увеличение их процентного содержания в разрезах красноцветной толщи Челекена. В качестве западных источников служили, возможно, Среднекаспийское поднятие и Кавказские горы. Таким образом, поступление материала в период седиментации красноцветной толщи происходило с востока (с Западного Копет-Дага, Малого и Большого Балханов), в севера (с Туаркыра, Куренын-Куре, Куба-Дага, Шах-Адама, Уфы, Даг-Ада, Белека и Кара-Тенгира) и, наконец, с запада (со Среднекаспийского поднятия и Большого Кавказа). Изменение литологического состава красноцветной толщи в трех направлениях является ярким подтверждением последнего (рис. 1).



Рис. 1. Схема распространения типов пород красноцветной толщи Прибалханского района: 1 — чередование конгломератов, грубозернистых песков, песчаников и гравелитов; 2 — чередование разнозернистых бурых песков с гравелитами и суглинками; 3 — чередование песков, суглинков, алевролитов и глин; 4 — чередование глин с песками и алевритами; 5 — чередование глин с алевритами и алевролитами; 6 — области сноса; 7 — направление сноса; 8 — выходы изверженных пород; 9 — предполагаемые выходы изверженных пород.

Красноцветная толща в пределах исследуемого района представлена различными типами пород. Наиболее широко распространенными из них являются песчано-глинистые терригенные отложения. Если не считать маломощные прослойки ангидрита, встречающиеся в нижней части красноцветной толщи Челекена, то хемогенные осадки почти отсутствуют. Тем не менее условия осадконакопления в период формирования этой толщи были неодинаковы для различных частей бассейна. В северо-восточной части депрессии и в предгорных районах господствовал континентальный режим, в условиях которого шло накопление преимущественно грубообломочных отложений деллювиально-пролювиального типа. Обломочный материал сносился с Малого и

Большого Балханов, Куба-Дага, а в восточные районы — с Западного Копет-Дага.

На Южном склоне Малого Балхана красноцветная толща известна под названием «торанглынской свиты» [3]. Представлена она чередованием конгломератов, разнозернистых, темновато-серых песков и песчаников; песчаники часто переходят в гравелиты. Общая мощность торанглынской свиты 250—350 м. В районе Малого Балхана и на Западном Копет-Даге конгломераты, относящиеся по возрасту к красноцветной толще, состоят преимущественно из обломков темно-серых кристаллических известняков; среди конгломератов нередко встречаются также гальки и обломки крепкого песчаника. Текстура, структура, химический состав валунных, галечных известняков, присутствующих в составе этих конгломератов, очень сходны с мезо-кайнозойскими породами Большого и Малого Балханов и Копет-Дага. Минералогический состав обломков изверженных пород обычно аналогичен составу палеозойского комплекса пород Шах-Адама и Большого Балхана.

К западу от Малого Балхана и Копет-Дага в районах Сыртланли, Боя-Дага и частично на Кум-Даге аналоги красновата переходят в лагунно-морские осадки прибрежного характера. Красноцветная толща представлена в основном песками и песчаниками, среди которых встречаются маломощные пласты алевролитов и глин, где грубообломочный материал плохо отсортирован, пески в основном разнозернистые, часто наблюдаются грубозернистые разности. Среди грубозернистых песков и песчаников обнаруживаются угловато-окатанные гальки. Характер осадков показывает, что береговая линия бассейна часто менялась в результате сокращения или, наоборот, расширения площади бассейна. Вследствие частых колебаний дна бассейна в глинистых породах разрезов Сыртланли и Боя-Дага обнаруживается присутствие трещин усыхания. Как известно, их образование происходит при усыхании влажного илистого осадка. Периоды накопления грубообломочных материалов разнозернистых песков совпадают с периодами поднятия дна бассейна и его регрессии. В районе Небит-Дага соотношение песков, песчаников и глин становится более или менее равным, а породы приобретают большую дисперсность. В том же направлении увеличивается и мощность отложений — 2500 м.

Более глинистыми становятся отложения в разрезах красноцветной толщи Барса-Гельмеса, Котур-Тепе, значительно увеличивается их мощность (до 3000 м). Большая мощность этих отложений замерена на структурах Барса-Гельмес и Котур-Тепе, свидетельствуя, что в век накопления красноцветной толщи интенсивное прогибание дна переместилось в центральную часть депрессии (Барса-Гельмес, Котур-Тепе).

Другая картина наблюдается в пределах Челекена. Здесь опять появляется Небитдагский тип разреза, состоящий в основном из глинистых алевролитов, алевритов, мелкозернистых песков и песчаников. Преобладающими являются алевриты и алевролиты, пески и песчаники имеют подчиненное значение. Глинистые породы окрашены в бурые, коричневые, буровато-серые и шоколадные цвета. Глины нижней части красноцветной толщи приобретают темно-серый цвет и являются очень плотными, оскольчатыми, сильнокарбонатными; трещины глин заполнены ангидритом и гипсом. В разрезе красноцветной толщи Челекена среди песчано-глинистых и алевритовых пород иногда наблюдаются линзовидные конгломераты, состоящие исключительно из глинистых катунов. Присутствие глинистых катунов в разрезе красноватов показывает близость источника сноса. По-видимому, где-то недалеко от

Челекена существовали выходы более древних пород в виде крупных выходов, подвергавшихся разрушению и сносу. Глинистые катунь не имеют никаких примесей посторонних пород, что служит доказательством близости источников. Кроме того, среди песков и песчаников красноцветной толщи Челекена часто наблюдаются грубозернистые и крупнозернистые разности, что не характерно для разрезов Котур-Тепе и Барса-Гельмеса. Таким образом, наблюдается изменение литологического состава пород как с запада на восток, так и с востока на запад. Это обстоятельство подтверждает существование двухстороннего переноса материалов.

Из изложенного вытекает следующее: для восточных районов областями сноса служили Кум-Даг, Сыртлани, Небит-Даг, Барса-Гельмес и Котур-Тепе. Основным поставщиком обломочного материала являлись породы южных склонов Малого и Большого Балханов, Куба-Дага и изверженные породы Султан-Уиздага, Туаркыра, Шах-Адама, Даг-Ада и Большого Балхана; для западных районов — Челекен, Огурчинский. Несколько южнее обломочный материал поступал с запада.

С целью подтверждения вышеизложенного проводились минералогические исследования серии образцов пород мезокайнозойских отложений Западного Копет-Дага, Малого и Большого Балханов, Куба-Дага и изверженных пород Шах-Адама, Уфры и Даг-Ада, так как состав характерных минералов находится в тесной зависимости от минералогического состава материнских пород, расположенных в источниках сноса. Удалось установить минералогическую ассоциацию меловых отложений Западного Копет-Дага, Малого и Большого Балханов и Куба-Дага. Легкая фракция песчаных пород состоит из полевых шпатов и кварца (до 40%). Среди полевых шпатов встречаются микроклин и плагиоклазы. Изредка обнаруживается глауконит, имеющий зеленовато-желтую окраску. Из минералов тяжелой фракции присутствуют до 3—4% циркон, рутил, турмалин и гранат. Гранат в меловых отложениях имеет равномерное распространение, нигде не превышая 2%. Турмалин и барит имеют широкое распространение, рутил, титанит и апатит являются редкими минералами и встречаются не во всех разрезах. Циркон представлен призматическими, иногда окатанными бесцветными зернами. Рутил встречается в виде угловатоокатанных зерен темно-бурого и коричневого цвета. Турмалин присутствует в виде призматических кристаллов и угловатых обломков бурого и коричневого цвета.

Кроме перечисленных минералов, в составе названных отложений были обнаружены в большом количестве роговые обманки, эпидот, хлорит, энстатит, диопсид, мусковит и биотит. Эпидот находится в основном в окатанном виде, иногда сильно выветрелый, обладает фишашковой окраской. Роговые обманки преимущественно удлиненные, темно-зеленого цвета. Мусковит и биотит имеют вид пластинчатых листочков, встречаются в основном в составе глинистых пород мелового и палеогенового возраста. Магнетит, ильменит, лимонит, лейкоксен являются минералами, характерными для меловых и палеогеновых отложений Западного Копет-Дага, Малого и Большого Балханов, Куба-Дага.

Наряду с более древними осадочными породами, по периферии впадины широко развиты интрузивные и эффузивные образования, относящиеся к домезозойскому вулканическому циклу. Выходы магматических пород наблюдаются в нескольких местах на Большом Балхане, Даг-Ада, Туаркыре, полуостровах Уфра и Шах-Адам.

Магматические породы Большого Балхана представлены главным образом плагиогранитом и кварцевым диабазом. Плагиограниты в ос-

новном состоят из плагиоклаза, частично кварца и биотита. Характерными акцессорными минералами являются циркон, гранат, апатит. Кварцевый диабаз состоит из пелитизированного и альбитизированного плагиоклаза.

Изверженные породы п-ова Уфры сложены зеленовато-серыми плагиоклазовыми порфиритами и туфобрекчиями. Последние выходят небольшими участками. В западной части имеются выходы гранитов, слагающих мыс и восточный берег полуострова. Наконец, выходы изверженных пород рассматриваемого района обнажаются на Шах-Адаме, на острове Даг-Ада и на Туаркыре [10]. Гора Шах-Адам сложена из эффузивных пород, состоящих преимущественно из порфиритов и частично кварцевых порфиров. Порфириты в основном состоят из пироксена и плагиоклаза. Магматические породы на основе Даг-Ада, по данным О. С. Вялова, сложены гранито-диоритами и кварцевыми порфирами с жилами порфиритов.

Необходимо отметить, что от станции Ягман до Куба-Дага вдоль железной дороги простирается сплошное поле, покрытое обломками изверженных пород, состоящих из плагиогранита. С юга на север ясно наблюдается заметное укрупнение материалов. В районах станции Белек и Кара-Тенгир и несколько севернее, в предгорной равнине, встречаются крупные неокатанные валуны, состоящие из плагиогранита. Распространение широкой полосой обломков изверженных пород вдоль железной дороги свидетельствует о существовании крупного изверженного массива в районах Белека и Кара-Тенгира. Эти выходы в период осадконакопления нижнего и среднего плиоцена подвергались разрушению и, как можно предполагать, поставляли минерал в бассейн века красноцветной толщи (рис. 1).

Огромное количество полевых шпатов в составе песчано-алевритовых пород красноцветной толщи в разрезах Котур-Тепе и Барса-Гельмеса обусловлено приносом именно из районов Порсу-Аймана (Большой Балхан), Белека и Кара-Тенгира. В породах этого района преобладает плагиогранит, в котором процентное содержание полевых шпатов достигает 70%.

Таким образом, установлено два типа пород, явившихся источниками сноса для образования красноцветной толщи Котур-Тепе и Барса-Гельмеса: 1. Изверженные породы Большого Балхана в век красноцветной толщи протягивались, слагая прерывистую цепь хребтом от Большого Балхана до Куба-Дага через Белек, Кара-Тенгир, Даг-Ада, Уфру и Шах-Адам, откуда мог сноситься кварцево-полевошпатовый материал. 2. Меловые, юрские и третичные отложения южного склона Большого Балхана, южных склонов Куренин-Куре и Куба-Дага поставляли полимиктовый материал. Об этом свидетельствуют высокие содержания полевых шпатов, обломков карбонатных и кремнистых пород.

При сопоставлении минералогического состава материнских пород Большого Балхана, Куренин-Куре, Куба-Дага и выходов изверженных пород с минералогическим составом красноцветной толщи Котур-Тепе и Барса-Гельмеса видна полная их идентичность. Можно даже наметить последовательность поступления материалов в период формирования интересующего нас комплекса пород. Более детальное изучение минералогического состава красноцветной толщи позволило расчленить разрез на ряд минералогических зон и горизонтов.

Минералогический состав этой толщи Челекена отличается высоким содержанием кварца (до 70%), а полевые шпаты составляют всего около 20—30% и меньше, тогда как в составе этих же отложений Котур-Тепе и Барса-Гельмеса содержание кварца не превышает 30, а содержание полевых шпатов доходит до 70%. Метаморфические минералы

ставролит, дистен здесь являются редкими минералами, но тем не менее замечается неравномерное их распространение. Например, в разрезах этой толщи Челекена содержание их доходит до 2%, а в разрезах Котур-Тепе и Барса-Гельмеса не превышает 0,7%.

Как видно, в составе красноцветной толщи процентное содержание указанных минералов с запада на восток резко уменьшается, также, как с запада на восток наблюдается изменение размеров зерен и ухудшение их сохранности. Примером является тот факт, что на Челекене дистен встречается в основном в виде удлиненных зерен, всегда бесцветен; для него характерно присутствие неровных изломов и наличие поперечных трещин, степени окатанности не наблюдается, размер и длина отдельных зерен доходит до 0,5 мм, тогда как в разрезах Котур-Тепе и Барса-Гельмеса зерна дистена имеют соломенно-желтый цвет и размеры их не превышают 0,1 мм. В районе Сыртланли дистен присутствует в малом количестве и имеет сравнительно окатанную форму, зерна от соломенно-желтого до бурого цвета, размеры зерен не превышают 0,01 мм.

В составе мезо-кайнозойских пород Западного Копет-Дага, Малого и Большого Балханов, Куба-Дага дистен встречается в окатанном виде соломенно-желтого цвета, размером 0,01 мм, а в составе изверженных пород Западного Туркменистана названные минералы не обнаружены. Эти обстоятельства дают основание подтвердить предположение [4] о том, что в период образования красноцветной толщи существовало Среднекаспийское поднятие, местоположение которого предполагается между Красноводским и Апшеронским полуостровами в Каспийском море. Однако не исключена возможность периодического поступления в район Челекена мелкозернистого материала с востока. Об этом свидетельствует присутствие более окатанных устойчивых минералов в составе глинистых пород, таких как турмалин, гранат, рутил и др., которые являются характерными для меловых и юрских отложений Малого и Большого Балханов, Куренин-Куре и Куба-Дага, а также различие минералогического состава песчаных и глинистых пород Челекена. Если для песчано-алевритовых пород преобладающим минералом является кварц, то для глинистых пород — полевые шпаты, слюды и вулканическое стекло. Это одно из доказательств, что поступление глинистого материала происходило из разных районов, даже не исключена возможность частичного поступления тонкодисперсных глин со стороны Кавказа.

В красноцветной толще западной части Прибалханского района впервые было обнаружено присутствие спикул кремневых губок, которые встречаются только в глинистых породах. Разнородность минералогического состава глинистых пород, а также присутствие в них вулканического стекла и спикул губок доказывает двухстороннее поступление глинистого материала. Выходы пород, состоящие почти целиком из спикул кремневых губок, известны в западной части Северного Кавказа под названием «спонголиты» в олигоцене. Установление периодического поступления глинистых материалов с горных хребтов Кавказа является также доказательством существования единого морского бассейна в период седиментации продуктивной толщи Азербайджана и красноцветной толщи Юго-Западного Туркменистана, что для образования обеих толщ существовали единые физико-географические условия.

Таким образом, в исследуемом районе имеются две терригенно-минералогические провинции. Одна охватывает район Барса-Гельмеса и Котур-Тепе и характеризуется ассоциацией полевых шпатов. Другая охватывает Челекен, Огурчинский, а южнее — полосу Каспийского мо-

ря. Отличительной чертой последней является высокое содержание в легкой фракции песчано-алевритовых пород, кварца и обломков метаморфических пород. Различия в минералогическом и литологическом составах красноцветной толщи Челекена, Котур-Тепе и Барса-Гельмеса обусловлены различными источниками сноса. Основной материал для формирования красноцветной толщи Котур-Тепе и Барса-Гельмеса поступал из палеогеновых, меловых, юрских и частично миоценовых отложений Большого и Малого Балханов, Куренин-Куре и Куба-Дага. Немаловажную роль играли изверженные породы Большого Балхана, Белека, Кара-Тенгира, Уфры, Даг-Ада и Шах-Адама, которые доставляли, главным образом, полевошпатовый материал. Главным источником для седиментации этих отложений Челекена являлось Среднекаспийское поднятие.

Существенное значение имеет выяснение характера бассейна, в котором происходила седиментация отложений красноцветной толщи. Отложения эти изучены на структурах Прибалханского района: Челекен, Котур-Тепе, Барса-Гельмес и Сыртланли. В период седиментации толщи в указанных районах сохраняется морская обстановка мелководного бассейна, отложившего глины, алевриты, хлидолиты и пески. Однако отметим, что условия седиментации в данном бассейне не были одинаковыми во всех его частях. Так, в центральной части Прибалханской депрессии (Котур-Тепе и Барса-Гельмес) выделяется более глубоководная область, где осадки красноцветной толщи в основном представлены глинами и глинистыми алевритами. В восточной части этой депрессии, в районе Монжуклы и восточнее, в течение первой половины века условия накопления осадков происходили в прибрежных условиях, о чем свидетельствует грубозернистый состав песчаных пород.

102 До середины века накопления красноцветной толщи структуры Кум-Даг, Боя-Даг и Сыртланли были высоко приподнятыми и представляли сушу, которая подвергалась денудации. Сокращения мощностей в разрезах красноцветной толщи на Кум-Даге, Боя-Даге и Сыртланли обусловлены отсутствием нижней части этой толщи, имеющей локальное распространение в глубокой части депрессии западной части области.

102-2 В конце первой половины века накопления красноцветной толщи прибалханская депрессия испытала значительное погружение. На этот раз погружение охватило не только центральную часть депрессии, но и почти всю территорию Юго-Западного Туркменистана. Трансгрессия бассейна достигла северо-западных склонов Кюрен-Дага (Ялма-Куи). В это время Малый и Большой Балханы, Куренин-Куре, Куба-Даг и Западный Копет-Даг испытали дальнейшее погружение. В результате продолжавшихся восходящих движений горные сооружения подвергались усиленному разрушению и сносу терригенного материала, что послужило основным источником накопления отложений верхней части разреза красноцветной толщи. Поступление обломочного материала в депрессию происходило периодически. Об этом свидетельствует чередование песчаных пород с глинисто-алевритовыми породами. Периодичность накопления песчано-алевритовых и глинистых пород в красноцвете показывает, что ослабление приноса глинистого материала в период временного воздымания ознаменовала освобождение морского дна от воды и усиление приноса песчаного материала. Таким образом, чередование песчано-алевритовых и глинистых материалов и изменение их мощностей показывает, что во время накопления осадков имели место движения переменного знака. Береговая линия в течение всего процесса осадконакопления перемещалась с запада на восток, что вело к расширению площади бассейна в верхней половине века.

Локальные структуры Прибалханского района — Челекен, Котур-Тепе и Барса-Гельмес — формировались одновременно с процессом осадконакопления. Об этом свидетельствует увеличение мощностей осадков к крыльям складок. Большинство структур Прибалханского района осложнено грязевулканической деятельностью. Все это также указывает на мобильность дна бассейна.

В период формирования красноцветной толщи в бассейне преобладали восстановительные условия, однако значение величины рН в различных типах пород различное. Это свидетельствует о том, что с изменением уровня бассейна часто менялись его физико-химические условия. Но величины рН в среднем нигде не снижаются ниже 7, а в глинистых породах, особенно в темно-серых глинах нижнего красноцвета, даже превышают 9, доходя до 9,5. Этот факт подтверждает, что формирование красноцветной толщи происходило именно в восстановительной и нейтральной средах.

Выводы

1. Седиментация осадков осуществлялась в мелководном замкнутом бассейне.

2. Источники сноса обломочного материала находились на небольшом удалении от седиментационного бассейна.

3. Верхние горизонты разреза имеют более широкое распространение на площади Западно-Туркменской низменности по сравнению с нижними горизонтами, отмеченными только в самой глубокой западной части депрессии.

Институт геологии
(Ашхабад)

Поступило
12 апреля 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батурин В. П. — Тр. Аз. ТНИИ, вып. 1, Баку, 1931.
2. Соловьев В. Ф. — ДАН СССР, т. 96, № 6, 1954.
3. Али-Заде А. А. — Известия АН ТССР, № 5, 1953.
4. Рихтер В. Г. — БМОИП, нов. сер., т. II, отд. геол., т. 31, 1956.
5. Агаларова Д. А. — О генезисе продуктивной толщи Азербайджана и красноцветной толщи Туркмении. Изд-во АН ТССР, т. 10, № 12, 1955.
6. Вистелиус А. Б., Романова М. А. — Красноцветные отложения полуострова Челекен. Изд-во АН СССР, Л., 1962.
7. Колядный Н. С. — В кн. «Геология и геохимия», вып. 2, 1958.
8. Атанасян В. А. — Очерки по геологии СССР. Туркменская ССР, т. 1. Гостоптехиздат, 1956.
9. Юревич А. Л. — Вещественный состав и условия образования акчагыльских отложений Прибалханского района Юго-Западной Туркмении. Изд-во «Наука», М., 1966.
10. Машрыков К. К. — Тр. Ин-та геол. АН ТССР, 1956.

О ХАРАКТЕРЕ И ВРЕМЕНИ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУЙНОЙ МИГРАЦИИ ФЛЮИДОВ

Эффективным поискам нефтяных и газовых месторождений способствует познание процессов формирования углеводородных залежей. Образование нефтяных и газовых скоплений связано с перемещением в недрах жидких и газообразных флюидов.

Как известно, процесс перемещения флюидов (нефти, газа и воды) в осадочной толще земной коры происходит в различных видах и различными путями: по порам, капиллярам, трещинам, разломам. В литературе существуют различные, порой противоречивые, мнения в объяснении условий, при которых происходит тот или иной вид миграции. Однако по мнению подавляющего большинства исследователей в процессах концентрации или разрушения крупных скоплений нефти и газа основную роль играет струйная миграция углеводородных флюидов. Все остальные виды миграции — диффузионный поток газов через поры терригенных пород или вынос углеводородов в растворенном виде (коллоидной суспензии или молекулярных пленок в воде) протекают не столь эффективно во времени, как это имеет место при струйной миграции.

Под струйной миграцией флюидов мы понимаем совместное движение газа, нефти и воды, образующих непрерывный ток, то есть течение сильно разгазированной жидкости в моменты их кратковременного прорыва по определенным каналам. Такой вид миграции происходил многократно, но с перерывами и носил локальное (точечное) распространение в пределах обширных территорий, в разрезе которых имеются регионально развитые водогоризонтные толщи. Чтобы убедиться в этом, обратимся к материалам грязевого (газонефтяного) вулканизма и так называемого гидровулканизма, широко развитых на территории Западно-Туркменской впадины и эпигерцинской Туранской плиты. По нашему мнению, они позволяют не только установить проявления струйной вертикальной миграции газа, нефти и глубинных вод, но и проследить характер и время такого проявления в геологическом прошлом.

В расположении грязевых вулканов Западно-Туркменской впадины наблюдается четкая закономерность: все они развиты по определенным полосам, соответствующим зонам интенсивной дислокации третичного структурного этажа, то есть полосам развития грязевых вул-

канов соответствуют определенные зоны, осложненные региональными разрывами, приразломными складками и связанными с ними зонами нефтегазонакопления. На поверхности эти зоны уверенно прослеживаются обилием нефтегазопоявлений: древними и современными следами нефтяных натеков (кировые покровы, ископаемые линзы нефтяных песков), нефтевулканическими неками, сероносно-битуминозными скоплениями и, наконец, выходами жидкой нефти, газа, глубинных вод. Обращает на себя внимание длительность развития грязевых вулканов этого региона.

Как видно из табл. 1, извержения грязевых вулканов отмечаются на границе верхнего и нижнего отделов красноцветной толщи, в верхнем красноцвете, акчагыльском, апшеронском ярусах и постплиоценовых отложениях. То есть грязевые вулканы, как и сопутствующие им крупные разрывные нарушения, развивались длительно, во времени и в пространстве. Самым интересным является то, что время бурных извержений грязевых вулканов соответствует фазам усиленных складкообразовательных процессов, происходивших в плиоцен-постплиоценовый период развития впадины.

В результате палеотектонического анализа материалов по локальным структурам Юго-Западной Туркмении Т. В. Шварц [1] выделяет четыре геотектонические фазы складкообразования: красноцветную, акчагыльскую, апшеронскую и постплиоценовую. Если произвести сопоставления, то можно заметить, что время бурных извержений грязевых вулканов совпадает с фазами складкообразования. Причем фазам интенсивных складкообразовательных процессов (постплиоценовая, апшеронская, красноцветная)* соответствует наибольший объем вынесенного кластического материала — продуктов подводных извержений грязевых вулканов. Суммарные мощности пластовой брекчии нередко достигают 300—800 м и более (Окарем, скважина № 15; Челекен, скважина № 488; Котур-Тепе, скважины № 54, 36, 9; Барса-Гельмес, скважины № 50, 22,4 и др.). Такое соответствие этих процессов является не случайным, а вполне закономерным.

Рассмотрев аналогичные материалы по грязевым вулканам Азербайджана, В. Е. Хаин [2] отмечал, что «оживление поднятий на Юго-Восточном Кавказе на рубеже продуктивной (аналога красноцветной — Б. Т.) толщи и акчагыла сопровождалось значительной вспышкой грязевулканической активности».

Здесь уместно заметить, что грязевулканические извержения на Юго-Восточном Кавказе проявлялись, начиная с майкопского (олигоценового) времени [3]. А если вспомнить, что этот район имеет много общего с Западно-Туркменской депрессией и составляет западный борт Южно-Каспийской области прогибания, то есть основание полагать, что первое проявление грязевулканической деятельности на территории рассматриваемого региона могло иметь место гораздо раньше.

С другой стороны, известно, что при извержении грязевых вулканов высвобождается колоссальное количество природного (преимущественно метанового) газа. В литературе приводится достаточно много примеров, когда прорыв мощной газовой струи из жерла вулкана иногда образует огненные столбы высотой в несколько десятков метров.

В понимании всех исследователей, занимающихся грязевым вулканизмом, газ служит движущей силой при извержении. После прорыва накопившегося газа на поверхность изливаются и такие жидкие продукты грязевых вулканов, как вода, нефть, сопочная грязь. О нефтеизлияниях в моменты извержения современных грязевых вулканов имеется достаточно разнообразный материал. Однако в целях исследования рассматриваемого вопроса важно установить, что нефтеизлияние

Неоген-четвертичное время проявления гидро- и грязевого вулканизма на территории Туркмении

Таблица 1

Альпийская геосинклинальная область

Западно-Туркменская впадина

Эпигерцинская Туранская плита

Центрально-Каракумское сводовое поднятие и прилегающие к нему районы

Геологическое время проявления грязевого вулканизма	Прибалханская тектоническая зона										Горная-Окаремская тектоническая зона				Геологическое время проявления гидровулканизма				Чеммерли		Акчакая	
	Челекен			Котур-Тепе							Окарем				Восточный склон Гюар-кыра и Сарыкамышская впадина	Капаршор	Зеатли	Зеатли-Дарвазское поднятие				
	Западный	Алигул	Розовый	Порсу-гель	Котур-Тепе	Барса-Тельмес	Лек-Патлак	Окарем	Кеймир	Ак-Патлак	Кипящий	Бугор	Порсы									
Неогеновое	Позднее	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Плиоценовое	Позднее	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Мiocеновое	Позднее	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Палеогеновое	Позднее	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Палеогеновое	Позднее	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Палеогеновое	Позднее	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Условные обозначения: + установленные; ⊕ предполагаемые.

в аналогичных условиях неоднократно происходило и в прошлом. В этом особая роль принадлежит ископаемым грязевым вулканам, прекратившим свою деятельность в различные геологические эпохи.

В образцах, отобранных из прижерловых участков грязевых вулканов Котур-Тепе, скважина № 8, Барса-Гельмес, скважина № 26, Кеймир, скважина № 11, были обнаружены мелкие обломки крепких песчаников, пропитанных окисленной нефтью. Такие же закированные песчаники обнаружены и среди пластовой сопочной брекчии скважин № 54, 9, 33 Котур-Тепинского месторождения, скважины № 15 Окарема и др. Судя по разрезам скважин, вскрывших пласты сопочной брекчии, можно предположить также наличие изолированных (закупоренных брекчией) нефтеводоносных и газоносных горизонтов (Челекен, скважины № 463, 467, 488, Барса-Гельмес, скважины № 4, 22, 50). Такие горизонты обычно имеют слабые нефтегазонасыщения и большого практического интереса не представляют.

Вместе с тем, в относительно повышенных тектонических блоках, граничащих с зоной поражения вулкана, при прочих благоприятных условиях пласты-коллекторы содержат богатейшие скопления нефти и газа (Алигул, Порсугели, Котур-Тепе, Барса-Гельмес, рис. 1) [4]. Вокруг выходов на поверхность даже издавна недействующих вулканов имеются пласты, пропитанные излившейся нефтью (Камышджа, Кеймир и др.).

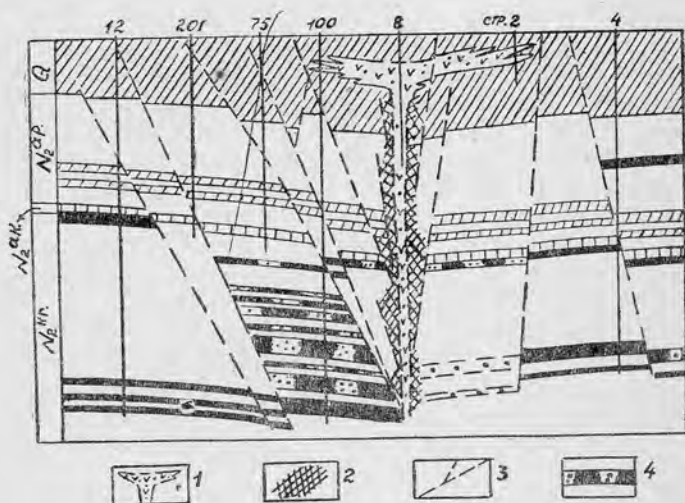


Рис. 1. Котур-Тепе. Профильный разрез через погребенный грязевый вулкан (составил Б. Тачмурадов): 1 — погребенное жерло грязевого вулкана; 2 — зона дробления пород; 3 — разрывные нарушения; 4 — продуктивно-нефтегазоносные горизонты.

Перечень отмеченных явлений можно было бы продолжить [5], но даже из сказанного ясно, что нефтеизлияния по жерлам вулканов происходили и в прошлом. К тому же, если вытекание жидкой нефти через тектонические нарушения воспринимается как само собой разумеющееся, то излияние нефти при бурных извержениях грязевых вулканов в тех же районах, очевидно, не требует особых доказательств.

Таким образом, каждое бурное извержение грязевых вулканов сопровождается прорывом газа, нефти и воды на поверхность (или в верхние слои разреза) и является наглядным проявлением струйной вертикальной миграции флюидов.

Если мощные извержения грязевых вулканов, расположенных на обширной территории, за один и тот же отрезок геологического времени совпадают (табл. 1), то этим, вероятно, фиксируется проявление определенной фазы вертикальной миграции газа, нефти и воды. Таким образом, с одной стороны, время бурных извержений грязевых вулканов совпадает с фазами складкообразовательных процессов, с другой — свидетельствует о проявлении струйной миграции флюидов. Следовательно, проявление вертикальной миграции флюидов происходило многофазно и соответственно времени интенсивных складкообразовательных процессов.

Одним из наглядных примеров, подтверждающих многофазность прорыва флюидов, являются нефтевулканические неки Боя-Дага, Небит-Дага и Челекена. Массы некков сложены нефтепропитанными песками красноцветной толщи. Контакт некков с протыкаемыми ими пластами вертикальный. При внимательном их изучении можно заметить отчетливые следы течения жидкостей. Следы струи запечатлены в виде узких трубкообразных каналов, которые заполнены сильно закированными сероносными песками, обломками глин, кальцитом и др. В глинах остались следы их протирания, свидетельствующие об их движении в условиях повышенного давления. Все эти данные показывают, что образование некков могло происходить в условиях гидравлического разрыва пластов мощной восходящей струей сильно разгазированной жидкости.

По мнению В. А. Горина и Т. М. Гадиевой [6] подобные нефтевулканические неки являются «прямыми свидетелями бывшей вертикальной миграции нефти и газа в продуктивную толщу Апшеронского полуострова, а также ее богатейшего нефтенасыщения».

Аналогичные факты прорыва газа и вод отмечены в Центральном Кара-Кумах (рис. 2, 3). Здесь разведочными скважинами вскрыты мощные скопления брекчированных пород, установлены неки и дайки, заполненные различными солями термальных вод, битуминозными образованиями. Сопоставление их с поверхностными выходами сероносных песков и минеральных жил райсов Зеагли, Чеммерли, Серный завод, Акчакая, Карашор позволили П. П. Иванчуку, А. Г. Блискавке и др. установить существование очагов разгрузки напорных вод в геологическом прошлом [7, 8, 9, 10]. Проявления так называемого гидровулканизма они связывают с прорывом глубинных термальных вод по разрывам, возникшим на сводах антиклиналей в этапы активных тектонических движений. Прорыв глубинных вод приводил к значительной денудации сводовых частей куполовидных поднятий в осадочном чехле, что отрицательно влияло на сохранение газовых скоплений.

По мнению П. П. Иванчука [10], явления грязевого вулканизма отличаются от гидровулканизма тем, что в первом движущей силой являются газы, тогда как в проявлениях гидровулканизма основная роль отводится пластовой воде. Но следует отметить, что явление гидровулканизма способствовало выходу не только пластовой воды, но и углеводородного газа, вовлекаемого разрушающей деятельностью воды в моменты ее прорыва.

Основной отличительной чертой явлений грязевого и гидровулканизма, по нашему мнению, была вязкость жидких продуктов их извержения, от которых в основном и зависят внешне-морфологические их особенности. В свою очередь, «грязевый» характер продуктов их деятельности должен находиться в прямой зависимости от литологического состава разреза в районе развития этих явлений. Гидровулканизм в платформенной области развит в разрезе менее глинистом, менее пластичном, чем в Западно-Туркменской впадине, что и объясняет наблю-

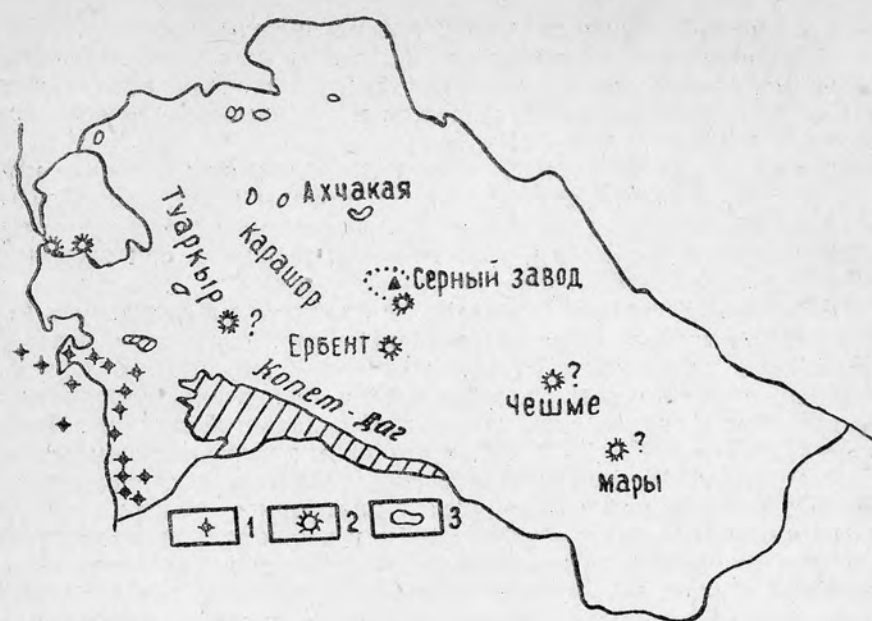


Рис. 2. Схема размещения выявленных и предполагаемых палеоочагов — выходов флюидов в неоген-четвертичное время на территории Туркмении (по П. П. Иванчуку с упрощениями и дополнениями): 1—грязевые вулканы и неки; 2—гидровулканы; 3—бессточные впадины.

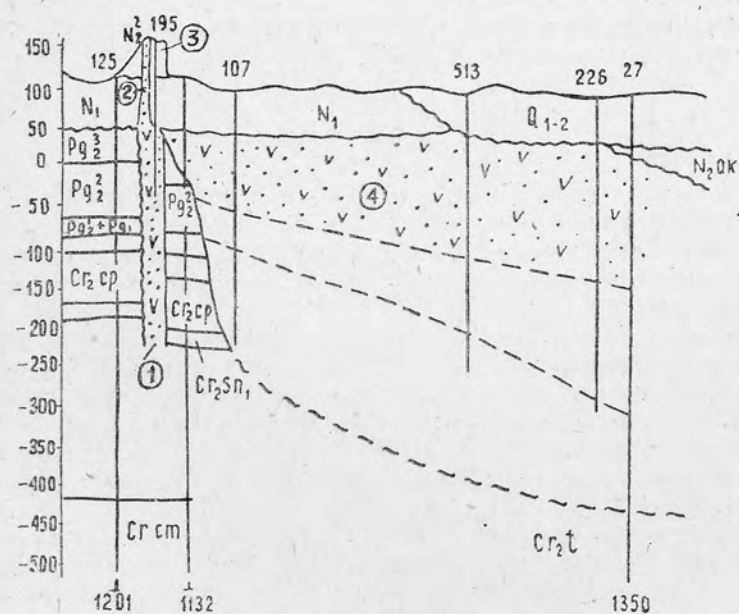


Рис. 3. Геологический разрез через Серный Завод (составили А. Г. Блискавка, П. П. Иванчук и др.): 1 — канал в сенон-палеогеновой толще; 2 — канал в миоцен-заунгузской толще; 3 — серпное месторождение; 4 — толща брекчированных пород.

даемое различие в облике жидкой фазы их продуктов выноса. Кроме того, при прочих равных условиях, масштабы этих двух явлений в каждом конкретном районе, очевидно, контролировались интенсивностью складкообразовательных процессов и степенью нефтегазоносности его недр.

Мы здесь подробно не рассматриваем подобие или различие грязевого и гидровулканизма, так как многие стороны этих явлений далеко не изучены. Однако, как факторы, характеризующие проявления вертикальной миграции флюидов в геологическом прошлом, они заслуживают внимательного рассмотрения и сопоставления.

Проявления гидровулканизма носят характер многократного вторжения глубинных вод (и газов) в верхние слои осадочного чехла, а местами даже наблюдается прорыв вод на поверхность. Не случайно, видимо, совпадение времени активной фазы проявления гидровулканизма со временем формирования альпийской складчатой системы. По мнению исследователей [7, 8, 9, 10], интенсивным тектоническим подвижкам, охватившим всю полосу альпийской складчатости, соответствовали в районах современной эпигерцинской платформы запада Средней Азии не менее интенсивные пликативные и дизъюнктивные дислокации. Это и явилось причиной нарушения равновесия в водогазонапорных толщах и как следствие этого внутрипластового движения флюидов по направлению регионального восстания пластов к зонам разгрузки.

Прослеживая и сопоставляя время проявления гидро- и грязевого вулканизма, мы получим, что фазы их проявления в конце среднего, позднего плиоцена и постплиоцена в основном совпадают. К тому же, нижняя граница проявления грязевого вулканизма на Западном борту Южно-Каспийского бассейна также относится к концу палеогенового времени. Следовательно, в региональном масштабе время проявления прорыва флюидов, если не считать более дробное деление, одно и то же. Это еще раз подтверждает общность геологических процессов в неоген-четвертичной истории развития рассматриваемых областей, указанную ранее другими исследователями [11].

Выводы

1. Проявления грязевого вулканизма и нефтевулканических нектров в пределах Западно-Туркменской впадины и явлений гидровулканизма на территории эпигерцинской платформы являются наглядными примерами мощного прорыва флюидов, то есть проявления их струйной вертикальной миграции.
2. Совпадение основных фаз прорыва флюидов в неоген-четвертичной истории развития двух крупных нефтегазоносных областей Туркмении мы рассматриваем как диалектическую сущность одного и того же геологического явления — тектонической жизни этих областей, следствием чего является воздымание альпийской складчатой системы на фоне интенсивного опускания прилегающих к нему структурных элементов.
3. Как явления грязевого вулканизма, так и явления гидровулканизма связаны с областями, в разрезе которых имеются регионально-нефтегазоносные толщи. Поэтому они должны явиться одним из критериев при поисках перспективно-нефтегазоносных районов и площадей.

Институт геологии
(Ашхабад)

Поступило
22 марта 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шварц Т. В. — Тр. ВНИГНИ, вып. 28, 1959.
2. Хаин В. Е. — Геотектонические основы поисков нефти. Баку, Азнефтеиздат, 1954.
3. Зейналов М. М. — Грязевые вулканы Южного Кобыстана и их связь с газонефтяными месторождениями. Баку, Азнефтенешр, 1960.
4. Тачмурадов Б. — Нефтяная и газовая промышленность Средней Азии, № 4, 1966.
5. Тачмурадов Б. — Тезисы докладов 2-ой общемосковской конференции молодых научных сотрудников. М., 1966.
6. Гбрин В. А., Гадиева Т. М. — ДАН СССР, т. 126, № 2, 1959.
7. Блискавка А. Г., Иванчук П. П., Кубасов И. М. — Известия АН СССР, сер. геол., № 8, 1966.
8. Блискавка А. Г., Иванчук П. П., Одаев К. Б., Рубан В. А., Хуснутдинов З. Б. — Известия АН СССР, сер. геол., № 8, 1966.
9. Иванчук П. П. — Бюллетень Московского общества испыт. природы. Отдел геол., № 1, 1964.
10. Иванчук П. П. — Нефтегазовая геология и геофизика, № 5, 1965.
11. Мирзаханов М. К. — Автореферат кандидатской диссертации. М., 1965.

ОСТРАКОДЫ И ХАРОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ИЗ КАРАГАУДАНСКОЙ СВИТЫ КОПЕТ-ДАГА

В Центральном, Гяурском и Восточном Копет-Даге распространена толща красновато-бурых песчаников и песчанистых глин с пластами гравийных конгломератов, выделенная в 1931 г. А. В. Дановым под названием карагауданской свиты. В Центральном Копет-Даге (Ак-Тепе, Кел-Ата) она залегает на размытой поверхности актепинской свиты и согласно перекрывается фаунистически охарактеризованными прибрежно-морскими отложениями среднего миоцена. Мощность ее здесь доходит до 200—250 м. Восточнее, в районе Гяур-Дага, карагауданская свита также залегает на размытой поверхности актепинской свиты, но перекрывается породами континентальной казганчайской свиты.

Возраст карагауданской свиты долгое время считался олигоцен-среднемиоценовым. Проведенные нами в последние годы исследования миоценовых отложений Копет-Дага позволили установить ее среднемиоценовый возраст (Т. Р. Розьева, О. Узаков, 1962 г.)*.

Обнаруженные М. М. Судо в 1966 г. в разрезах Куручай и Ак-Тепе устрицы *Ostrea gryphoides* Schloth. в нижней части свиты также подтвердили среднемиоценовый возраст карагауданской свиты.

Микрофауна в коренном залегании почти не встречается. Обнаруженные фораминиферы являются переотложенными из меловых и палеогеновых отложений и относятся к родам *Globigerina*, *Globigerinella*, *Praeglobotruncana*, *Rugotruncana*, *Cibicides* и *Stensiöina*. (определения А. М. Курьелевой).

Тщательные исследования многочисленных образцов, собранных П. И. Калугиным, А. В. Дмитриевым, Т. М. Лаптевой и нами из различных разрезов карагауданской свиты Центрального, Гяурского и Восточного Копет-Дага, позволили обнаружить лишь в двух разрезах (Ак-Тепе и Генди-Чешме) единичные раковинки пресноводных и эвригалинных остракод и оогонии харовых водорослей, находящихся в них в коренном залегании.

Т. М. Лаптева, детально изучившая разрезы карагауданской сви-

* Отчет Т. Р. Розьевой и О. Узакова за 1964 г.

ты, делит ее на три литологические подсвиты. Обнаруженные нами остракоды и харовые водоросли приурочены только к нижней подсвите, которая в западной части хр. Ак-Тепе представлена четырьмя литологическими пачками:

I. Нижняя пестроцветная пачка представлена чередованием красно-бурых, коричневатых и зеленоватых алевролитов и глин, мощностью 6 м, залегающих на размытой поверхности актепинских слоев.

II. Песчанистая пачка представлена мелко- и среднезернистыми белыми с розовато-голубовато-зеленоватыми оттенками песчаниками в кровле с прослойками пестроцветных алевролитов и глин. У подошвы этой пачки М. М. Судо обнаружены *Ostrea gryphoides* Schloth. Мощность пачки около 20 м.

III пачка состоит почти сплошь из алевролитистых светло-коричневых и коричневых, изредка с голубоватыми пятнами глин, мощностью 19 м.

IV пачка представлена переслаиванием алевроитовых коричневых, голубоватых, зеленоватых, пестроцветных глин в кровле с пластами (2,5—3 м) песчаников, образующими хорошо заметный карниз. В зеленоватых алевролитах встречены многочисленные харовые водоросли и единичные остракоды в коренном залегании. *Длж ≈ 4 м.*

Общая мощность нижней подсвиты в западной части хр. Ак-Тепе 56 м. (рис. 1). В районе Генди-Чешме (вблизи родника) нижняя подсвита карагауданской свиты состоит из двух литологических пачек. I пачка представлена пестроцветными, алевроитистыми глинами с прослойками алевролитов такого же цвета. В ней встречены редкие тонкостенные остракоды и харовые водоросли. Залегают на размытой поверхности актепинских слоев. Мощность 17,3 м. II пачка состоит из серых с голубовато-зеленоватым и коричневым оттенками алевроитистых глин и серых с голубоватым и красновато-коричневым оттенками алевролитов. Пачка в целом имеет буровато-зеленоватую окраску. Мощность 31,7 м. Общая мощность нижней подсвиты в разрезе Генди-Чешме 49 м (рис. 2).

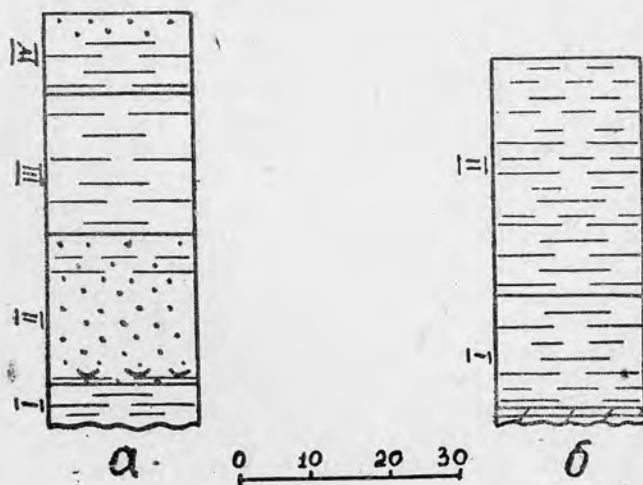


Рис. 1. Нижняя подсвита карагауданской свиты:
а — в западной части хр. Ак-Тепе; б — близ родника
Генди-Чешме.

Встреченные в обоих разрезах остракоды принадлежат к родам *Plyocypris*, *Candona*?, *Candoniella*, *Eucypris* и *Limnocythere*.

Наибольшее количество остракод встречено в разрезе Генди-Чешме и единичные виды в западной части хр. Ак-Тепе. Количество оогоний харовых водорослей в обоих разрезах почти одинаково. Видовой состав встреченных остракод следующий: *Plyocypris* ex gr. *manasensis* Mndlstm., *Candona*? sp., *Eucypris inflata* Sars, *E. glabra* Bodina, *E. grandis* Bolina, *Candoniella marcida* Mndlstm. *C. karagaudanica* sp. nov., *Limnocythere kopetdagensis* sp. nov., *L.?* *incertus* sp. nov. Подобный бедный комплекс тонкостенных остракод, состоящий в основном из пресноводно-эвригалинных элементов, известен из красноцветных полуконтинентальных и континентальных образований неогена юга СССР. Изучены они еще слабо, хотя проведенные Г. Ф. Шнейдер, М. Н. Граммом и Л. Е. Бодиной исследования показали их определенное стратиграфо-палеогеографическое значение.

В пределах Туркмении изучение остракод континентального неогена начаты недавно. По литературным сведениям несколько близкие комплексы остракод известны из акжарской свиты миоцена и ашутасской свиты среднего олигоцена Зайсанской впадины Казахстана, где они детально описаны Л. Е. Бодиной в 1961 г. В частности, из девяти описываемых ниже видов 4 вида известны из указанных выше свит. Форма, описываемая нами как *Candona*? sp., (судя по рисунку), очень близка к виду *Cyprinotus gregarius* Bodina, описанному ею из ашутасской свиты. Только три вида неизвестны в отечественной литературе и выделены нами как новые.

Таким образом, комплекс встреченных остракод подтверждает миоценовый возраст карагауданской свиты. Учитывая залегание ее на размытой поверхности актепинских слоев, нижнемиоценовый возраст которых доказывается последние годы многими исследователями, и перекрывание ее (Ак-Тепе, Кел-Ата) гравийными конгломератами караганского горизонта, можно сопоставить карагауданскую свиту с тарханским и чокракским горизонтами среднего миоцена.

Пресноводно-эвригалинный характер остракод карагауданской свиты указывает на образование этих слоев в изолированных от моря пресноводно-лагунных условиях.

Пласт с устрицами, обнаруженный М. М. Судом в западной части Ак-Тепе, залегает приблизительно на 40 м ниже пачки с остракодами, что не противоречит выводу о пресноводно-лагунном характере образования осадков четвертой пачки. Кроме того, в этом разрезе встречены преимущественно только харовые водоросли и очень редко остракоды. Наличие устриц у самой подошвы карагауданской свиты в западной части Ак-Тепе (если они действительно находятся здесь *in situ*) указывает на кратковременное перекрывание этого района раннетарханскими водами. Затем он постепенно мог превратиться в пресноводную лагуну, где развивались единичные остракоды.

Таким образом, по комплексу остракод самая верхняя (четвертая), пачка первой подсвиты карагауданской свиты Западного Ак-Тепе хорошо сопоставляется с нижней (первой) пачкой первой подсвиты карагауданской свиты разреза Генди-Чешме. Нижележащие три пачки первой подсвиты карагауданской свиты, развитые в западной части Ак-Тепе, по Т. М. Лаптевой во многих разрезах Копет-Дага отсутствуют. Возможно, эти три пачки (в разрезе Ак-Тепе) еще относятся к актепинской свите, так как в составе их присутствуют крупные пласты белых песчаников.

ОПИСАНИЕ ВИДОВ

Класс Crustacea Brongniart et Desmarest, 1822.

Подкласс Ostracoda Latreilla, 1806.

Отряд Podocopida Pokorny, 1953.

Подотряд Podocopa Sars, 1865.

Семейство Cyprididae Baird, 1845.

Подсемейство Ilyocypridinae Kaufman, 1900.

Род Ilyocypris Brady et Norman, 1889.

Ilyocypris ex gr. manasensis Mandelstam

Табл. I, Фиг. 1.

1961 Ilyocypris manasensis. Л. Е. Бодина. Труды ВНИГРИ, вып. 170, сб. XII, стр. 78, табл. II, фиг. 1 а, б.

Оригинал в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Центральный Копет-Даг, Ак-Тепе.

Описание. Раковина удлинённая с двумя поперечными депрессиями, более выпуклая в задней половине. Передний конец несколько выше заднего и плавно дугобразно закруглен. Задний — резко закруглен. Спинной край прямой. Брюшной — слегка вогнутый в середине. Поверхность покрыта мелкими сглаженными из-за плохой сохранности ямками. По внешним сторонам поперечных депрессий расположено три круглых бугорка. Порово-канальная зона широкая, уплощённая. Поровые каналы нечетко выраженные.

Размеры оригинала, в мм: длина — 0,92; высота переднего конца — 0,50; высота заднего конца — 0,45.

Сравнение. Раковина I. ex gr. manasensis Mndlstm. по очертанию и скульптуре очень близка к раковине вида I. gibba (Ramdohr.), часто встречаемой в плиоцен-четвертичных отложениях Туркменистана, но отличается от нее большей высотой переднего конца, большей длиной поперечных депрессий, менее выраженной скульптурой, а также меньшим количеством бугорков.

Возраст и распространение. Олигоцен—миоцен—Южно-Джунгарская депрессия; ашутасская свита (верхняя подсвита) — Зайсанская депрессия; коктерекская, минаретская свиты—Илийская депрессия; средний миоцен—карагауданская свита, Центральный Копет-Даг, хр Ак-Тепе.

Candona? sp.

Табл. I, фиг. 2 а, б, в.

Голотип в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Описание. Раковина удлинённо-овальная, тонкостенная. Передний конец равномерно, дугобразно закруглен. Задний — почти одинаковой высоты с передним, в верхней части косо скошен, в нижней, более вытянутой части, — закруглен. Наибольшая высота раковины находится ближе к середине створок. Спинной край дугобразно выгнут, плавно соединяется с обоими концами. Брюшной край — вогнут в середине. Створки гладкие, выпуклые, особенно в середине и задней половине. Порово-канальная зона узкая, поровые каналы незначительные.

Размеры голотипа, в мм: длина — 0,83; наибольшая высота — 0,50.

Изменчивость. Материал в распоряжении автора был недостаточен для наблюдения изменчивости.

Сравнение. По очертанию и по характеру выпуклости описываемый вид очень близок к раковине *Candona sirtlanliensis* Rosyjeva, описанной нами из акчагыльских отложений Западно-Туркменской низменности, но отличается от нее наличием более выгнутого спинного края и почти одинаковой высотой обоих концов. От раковины другого близкого вида *Cyprinotus gregarius* Bodina., описанной из ашутасской свиты Зайсанской депрессии, 1961, *Candona?* sp., отличается большей вытянутостью заднего конца и принадлежностью к роду *Candona?**

Возраст и местонахождение. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Подсемейство Eucypridinae Sars, 1925.

Род Eucypris Vavra, 1891

Eucypris inflata (Sars)

Табл. I, фиг. 3 а, б и 4 а, б.

1903 *Cypris inflata* Sars, Ежегодн. Зоол. муз. Акад. наук, VIII, стр. 28, табл. 16, рис. 2 а.

1927 *Eucypris inflata* Bronstein, Arch. f. Naturg. t. XCI, № 9, стр. 12, табл. 2.

1963 *E. inflata* Шнейдер Г. Ф. Труды ВНИГРИ, вып. 203, ископаемые остракоды СССР, семейство Cyprididae, стр. 174, табл. XXX, фиг. 2 а, б, в.

Оригинал в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Описание. Раковина крупная, неправильно треугольная, вздутая, тонкостенная. Передний конец плавно дугообразно закруглен. Задний конец несколько ниже переднего, в верхней части скошен, в нижней (выступающей части) — слегка закруглен. Спинной край арковидный, наиболее выгнут ближе к средней части. Брюшной край вогнут в середине. Поверхность створок гладкая.

Размеры оригиналов, в мм: длина — 0,87—0,92; наибольшая высота — 0,55—0,60.

Сравнение. *E. inflata* (Sars) по очертанию очень близок к виду *E. pirumiformis* Mndlstm.**, описанному М. И. Мандельштамом и нами 1962, 1963 гг. из акчагыльских отложений Западного Туркменистана, но отличается от него наличием менее суженного заднего конца, а также меньшей выпуклостью створок.

Возраст и распространение. Четвертичные отложения Севастополя, Прикаспийской низменности и Западного Туркменистана; средний миоцен, Генди-Чешме, Гяурс-Даг.

Eucypris glabra Bodina

Табл. I, фиг. 5 а, б, в.

Голотип № 716—27 в коллекции ВНИГРИ, Зайсанская депрессия, р. Калмакпай, ашутасская свита, верхняя подсвита.

Оригинал в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Описание. Раковина удлинённая, тонкостенная, равномерно выпуклая, постепенно уплощающаяся к переднему концу. Наибольшая высота находится ближе к передней трети створок. Передний конец выше

* Возможно, после ознакомления с голотипом *Cyprinotus gregarius* Bodina, выяснится принадлежность их к одному роду, что трудно сделать по рисунку.

** Во многих работах *E. puriformis* Mndlstm.

ТАБЛИЦА I*

- Фиг. 1. *Hyocypris ex gr. manasensis* Mandelstam. Левая створка снаружи; средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Центральный Копет-Даг, хр. Ак-Тепе (западная часть).
- Фиг. 2. *Candonap? sp.* а) правая створка снаружи; б) та же створка с внутренней стороны; в) та же створка со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 3. *Eucypris inflata* (Sars). а) правая створка снаружи; б) та же створка со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 4. *Eucypris inflata* (Sars). а) раковина с правой стороны; б) та же раковина со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 5. *Eucypris glabra* Bodina. а) раковина с правой стороны; б) та же раковина с левой стороны; в) та же раковина со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

ТАБЛИЦА II

- Фиг. 1. *Eucypris grandis* Bodina. Левая створка снаружи. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 2. *Candoniella marcida* Mandelstam. а) правая створка снаружи; б) та же створка с внутренней стороны; в) та же створка со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 3. *Candoniella karagaudanica* sp. nov. а) правая створка снаружи; б) та же створка с внутренней стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 4. *Candoniella karagaudanica* sp. nov. а) левая створка снаружи; б) та же створка с внутренней стороны; в) та же створка со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 5. *Limnocythere kopetdagensis* sp. nov. а) раковина с правой стороны; б) та же раковина со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 6. *Limnocythere incertus* sp. nov. а) левая створка снаружи; б) та же створка со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 7. *Limnocythere incertus* sp. nov. а) правая створка снаружи; б) та же створка со спинной стороны. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме.
- Фиг. 8. 9, 10. Оогонии харовых водорослей. Средний миоцен, карагауданская свита (нижняя подсвита), Гяурс-Даг, Генди-Чешме и Центральный Копет-Даг, хр. Ак-Тепе (Западная часть).

* Рисунки выполнены художником А. Аширкулиевым с увеличением в 60 раз.

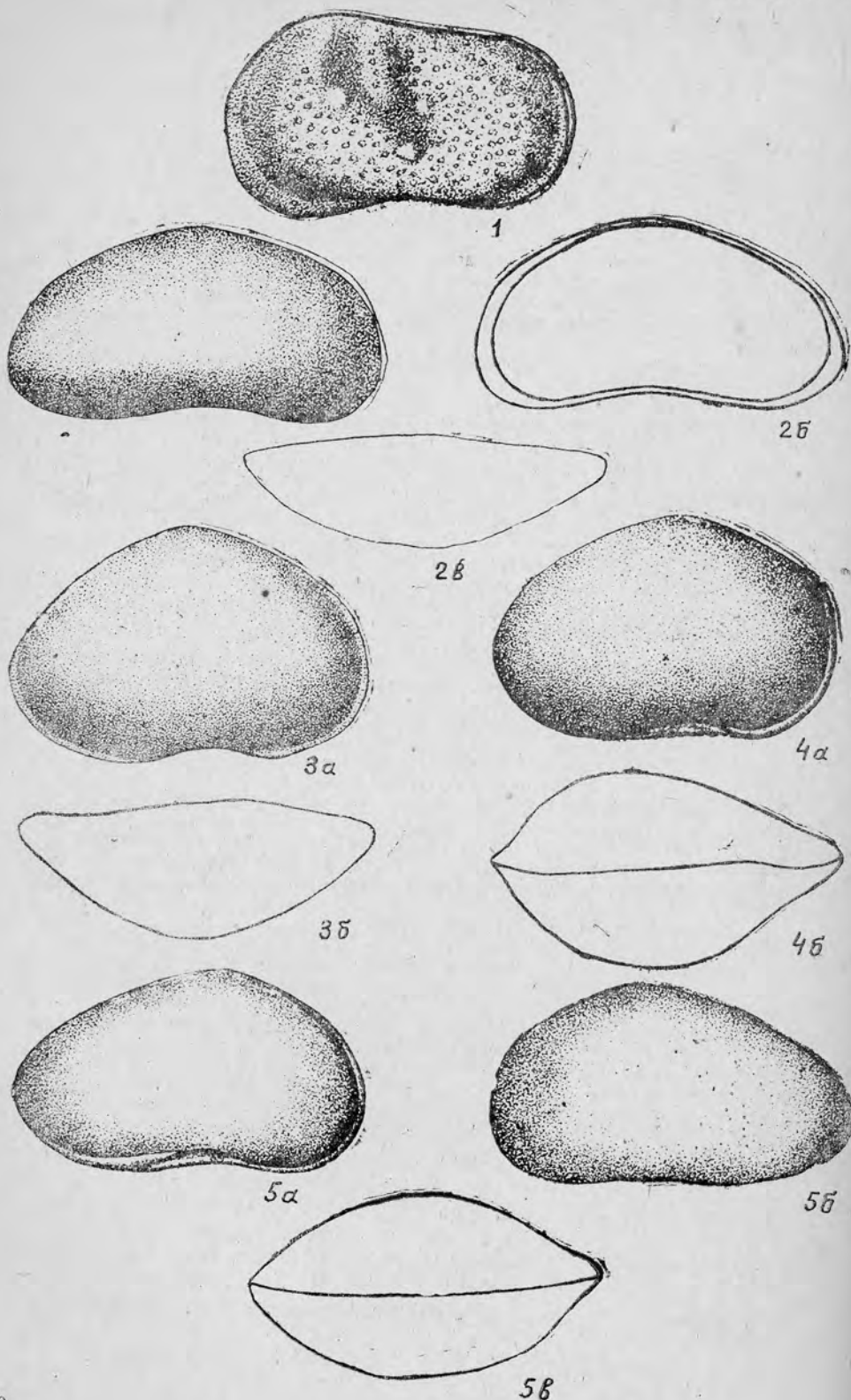
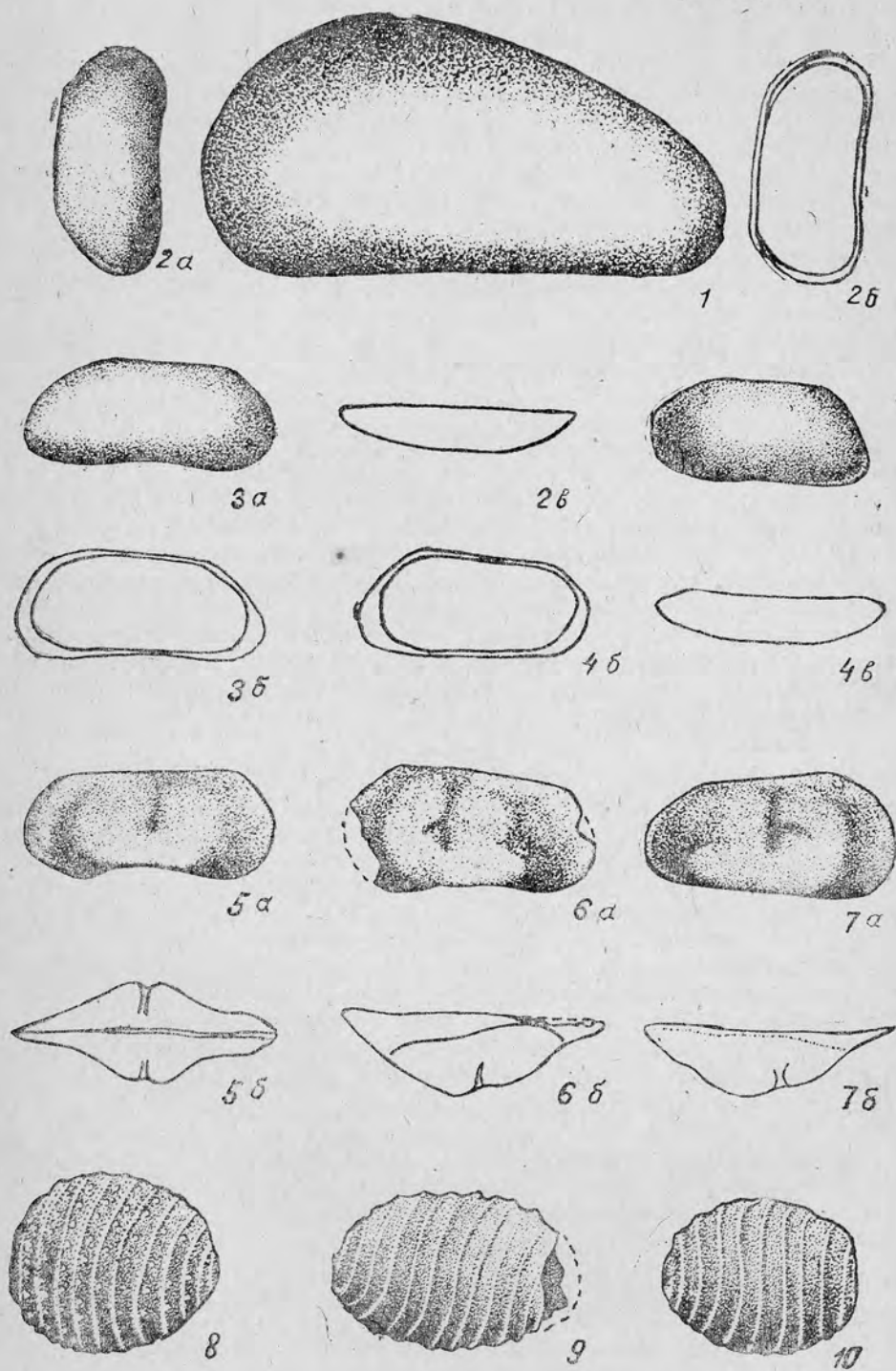


Таблица II



заднего и плавно закруглен. Задний более вытянутый и резко закруглен. Спинной край арковидный, наиболее выгнутый ближе к передней трети. Брюшной край вогнутый в середине. Поверхность створок гладкая. Порово-канальная зона узкая. Поровые каналы незаметные.

Размеры оригинала, в мм: длина — 0,82; наибольшая высота — 0,50.

Сравнение. Раковина данного вида по очертанию и по характеру выпуклости близка к раковине вида *E. gemella* Bodina, описанной Л. Е. Бодиной, 1961 г., из отложений коктерекской свиты Илийской депрессии, но отличается несколько угловатым очертанием заднего конца, большей вогнутостью брюшного края, а также расположением угловатого перегиба спинного края несколько ближе к середине, чем у вида *E. gemella* Bodina.

Возраст и распространение. Средний олигоцен, ашутасская свита и миоцен, акжарская свита, Зайсанская депрессия; средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Eucypris grandis Bodina

Табл. II, фиг. 1

Голотип в коллекции ВНИГРИ, № 716—28, Зайсанская депрессия, р. Калмаклай, ашутасская свита, верхняя подсвита.

Оригинал в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Описание. Раковина крупная, вытянутая, длина в два раза превышает высоту, равномерно выпуклая. Передний конец значительно выше заднего и плавно закруглен; задний — резко закруглен. Спинной край в передней части выгнутый, в задней части плавно наклонен к заднему концу. Переход его к переднему и заднему концам плавный. Брюшной край почти прямой. Поверхность створок гладкая. Порово-канальная зона умеренно развитая, слегка уплощенная. Поровые каналы незаметные.

Размеры оригинала, в мм: длина — 1,25; наибольшая высота — 0,62.

Сравнение. Раковина данного вида по очертанию несколько напоминает раковину вида *E. gemella* Bodina, описанного Л. Е. Бодиной, 1961, из отложений коктерекской свиты Илийской депрессии, но отличается от нее большим размером и наличием более резко закругленного заднего конца. От раковины другого близкого вида *E. longa* Mndlstm., описанного М. И. Мандельштамом, 1963, из плиоценовых отложений Джунгарии раковина *E. grandis* отличается большей длиной и наличием более резко закругленного заднего конца.

Возраст и распространение. Средний олигоцен, ашутасская свита (верхняя подсвита), Зайсанская депрессия, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Подсемейство Candoninae Kaufman, 1900.

Род Candoniella Schneider, 1956.

Candoniella marcida Mandelstam

Табл. II, фиг. 2 а, б, в.

1961 *Candoniella marcida* Бодина Л. Е. микрофауна СССР, Тр. ВНИГРИ, вып. 170, сб. XII, стр. 95, табл. V, фиг. 2 а, б; 3 а, б.

Голотип в коллекции ВНИГРИ, № 108—153. Плиоцен, Джунгария.

Оригинал в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Описание. Раковина небольшая, тонкостенная, почковидная, удлинненно-овальная, умеренно выпуклая. Передний конец дугообразно закруглен. Задний конец одинаковой высоты с передним, в верхней части слегка скошен, в нижней — плавно дугообразно закруглен. Спинной край прямой, с тупыми углами, переходит на передний и задний концы. Брюшной край слегка вогнутый в середине. Поверхность створок гладкая. Порово-канальная зона слегка уплощенная. Поровые каналы незаметные.

Размеры оригинала, в мм: длина — 0,55; высота переднего конца — 0,25; высота заднего конца — 0,25.

Сравнение. Раковина по очертанию несколько приближается к раковине *C. suzini* Schneider, описанной Г. Ф. Шнейдер, 1956, из акчагыльских отложений Грозненского района, но отличается от нее большей высотой и угловатым переходом спинного края к концам створок. От раковины же другого близкого вида *C. pellucida* Schn., описанного Г. Ф. Шнейдер, 1963, из плиоценовых моласс Ферганской долины *C. marcida* Mndlstm., отличается только угловатым переходом спинного края к концам. От очень близкого по очертанию вида *C. albicans* Brady описываемый вид отличается отсутствием скульптуры на створках.

Возраст и распространение. Плиоцен — Южно-Джунгарская депрессия; миоцен — коктерекская свита, Илийская депрессия, акжарская свита, Зайсанская депрессия; средний миоцен — карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

*Candoniella karagaudanica** sp. nov.

Табл. II, Фиг. 3 а, б; 4 а, б, в.

Голотип и оригиналы в коллекции Института геологии УГ СМ ГССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Диагноз. Раковина небольшая, удлинненно-овальная, умеренно-выпуклая, с дугообразно закругленным передним и в верхней части скошенным, в нижней — вытянутой части слегка закругленным задним концом. Поверхность створок гладкая.

Описание. Раковина небольшая, тонкостенная, удлинненно-овальная, умеренно выпуклая. Передний конец в верхней части слегка скошен, в нижней — плавно закруглен. Задний конец несколько уплощенный, одинаковой высоты с передним, в верхней части косо скошен, в нижней части вытянутый и слегка закруглен. Спинной край прямой, у некоторых форм слегка вогнутый в середине, в переходе к концам образует тупой угол. Брюшной край слегка вогнутый в середине. Створки гладкие. Порово-канальная зона слабо заметна в задне-брюшной части створок. Поровые каналы слабо выраженные.

Размеры оригинала, в мм: длина — 0,57; высота переднего конца — 0,25; высота заднего конца — 0,25.

Размеры оригинала, в мм: длина — 0,57; высота переднего конца — 0,25; высота заднего конца — 0,25.

Сравнение. Раковина описываемого вида по очертанию заднего конца несколько приближается к виду *C. marcida* Mndlstm. var. *truncatula* Bodina, описанному Л. Е. Бодиной, 1961, из отложений коктерекской свиты Илийской депрессии, но отличается от него наличием более вытянутого в нижней части задним концом. От раковины же близких видов *C. pellucida* Schn., описанных Г. Ф. Шнейдером, 1963, из отложений плиоцена Ферганы, а также *C. marcida* Mndlstm., описанной Л. Е. Бодиной из акжарской свиты Зайсанской депрессии.

* *Karagaudanica* — по названию карагауданской свиты.

раковина *C. karagaudanica* sp. nov. также отличается более вытянутым в нижней части задним концом створок.

Возраст и местонахождение. Средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Семейство Cytheridae Baird, 1850.

Подсемейство Limnocytherinae Sars, 1925.

Род Limnocythere Brady, 1866.

*Limnocythere kopetdagensis** sp. nov.

Табл. II, фиг. 5 а, б.

Голотип и оригиналы в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Диагноз. Раковина небольшая, удлиненная, умеренно выпуклая, с хорошо заметным пологим брюшным выступом. Поверхность створок гладкая.

Описание. Раковина сильно вытянутая, длина в 2,5 раза превышает высоту, умеренно-выпуклая, тонкостенная, с характерной узкой поперечной депрессией, протягивающейся от средней части спинного края до брюшного выступа. Передний конец плавно дугобразно закруглен. Задний — почти одинаковой высоты с передним и в верхней части плавно закруглен, в нижней — косо скошен. Спинной край прямой, с тупыми углами соединяется с концами. Брюшной край вогнутый в середине, с передним концом соединяется плавно, с задним — тупым углом. Створки более выпуклые в задне-брюшной части и уплощенные на переднем и заднем концах. На брюшной стороне присутствует небольшой брюшной выступ, полого спускающийся к брюшному краю створок. Сзади брюшного выступа, в задне-брюшной части створки, расположена небольшая короткая поперечная депрессия, заканчивающаяся, не доходя до спинного края, примерно в середине створки. Поверхность створок почти гладкая, с слабо заметными следами мелких ямочек.

Размеры голотипа, в мм: длина — 0,62; высота переднего конца — 0,25; высота заднего конца — 0,25.

Сравнение. *Limnocythere kopetdagensis* sp. nov. по очертанию несколько приближается к *L. longuaris* Bodina, описанной Л. Е. Бодино из коктерекской свиты Илийской депрессии, но отличается от нее отсутствием ясно выраженной скульптуры, а также иным очертанием заднего конца створок.

Возраст и местонахождение. Средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Limnocythere? incertus** sp. nov.

Табл. II, фиг. 6 а, б и 7 а, б.

Голотип и оригиналы в коллекции Института геологии УГ СМ ТССР, средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Диагноз. Раковина небольшая, удлиненная, тонкостенная, умеренно-выпуклая, с широким и высоким брюшным выступом. Створки гладкие.

Описание. Раковина удлиненная, невысокая, тонкостенная, умеренно-выпуклая, с хорошо развитым брюшным выступом и с харак-

* *Kopetdagensis* — по названию Копет-Дага.

** *Incertus* — сомнительный.

терной поперечной депрессией. Передний конец уплощенный, плавно дугообразно закруглен. Задний конец несколько ниже переднего, в верхней части слегка скошен, в нижней — резко закруглен. Спинной край прямой, с тупыми углами, переходит на передние и задние концы. Брюшной край слегка вогнутый, примерно в середине передней трети, что хорошо заметно с внутренней стороны створок. Поверхность последних — гладкая. От поперечной депрессии, примерно в середине створок, отходит маленькая короткая депрессия в сторону переднего конца. Сзади брюшного выступа расположена неглубокая плоская депрессия, незаметно соединяющаяся с уплощенным задним концом створок.

Размеры голотипа, в мм: длина — 0,75; высота переднего конца — 0,30; высота заднего конца — 0,25.

Сравнение. *L. incertus* sp. nov. отличается от близкого вида *L. kopetdagensis* sp. nov., описанного выше, большей высотой, несколько иным очертанием заднего конца, большей выпуклостью створок, а также наличием более высокого и широкого брюшного выступа.

Возраст и местонахождение. Средний миоцен, карагауданская свита, Гяурс-Даг, Генди-Чешме.

Институт геологии
(Ашхабад)

Поступило
24 мая 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бронштейн З. С. — Остракоды пресных вод. Фауна СССР, нов. сер. № 31, Ракообразные, т. II, вып. 1, Изд. зоол. ин-та АН СССР, 1947.
2. Бодина Л. Е. — ВНИГРИ, вып. 170, сб. XII, стр. 43—139, табл. I—XIV, 1961.
3. Грамм М. Н. — Известия Узб. филиала АН СССР, № 6, 1940.
4. Мандельштам М. И., Шнейдер Г. Ф. — Ископаемые остракоды СССР, семейство Cypridae, Гостоптехиздат, 1963.
5. Основы палеонтологии — Членистоногие, трилобитообразные и ракообразные. Госгеолтехиздат, 1960.
6. Судо М. М., Крымус В. Н. — Устричники *Ostrea gryphoides* Schlotheim в Копет-Даге и возраст карагауданской свиты.
7. Шнейдер Г. Ф. — ДАН СССР, т. LXII, № 1, 1948.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 536:548

С. Мамаев
 А. Назаров
 В. Д. Прочухан
 М. Е. Стржалковский

О ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ПО РАЗРЕЗАМ $2\text{GaAs}-\text{ZnGeAs}_2$, $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$

Мы провели исследование электрических свойств и коэффициента теплопроводности сложных полупроводниковых систем по разрезам $2\text{GaAs}-\text{ZnGeAs}_2$, $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ в зависимости от состава.

Монокристаллические и крупноблочные образцы $2\text{GaAs}-\text{ZnGeAs}_2$, $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ были получены описанным нами ранее методом изотранспортных реакций, только с той разницей, что в данном случае с целью ликвидации дефектов в субрешетке анионов и ограничения амфотерного поведения германия и кремния (для общего увеличения подвижности дырок) в ампулу вводился избыток мышьяка в количестве 412 мг/см^3 . Как показал рентгеноструктурный анализ полученных образцов, избыток мышьяка не приводит к смещению по составу.

Таблица 1

Электрические свойства и коэффициент теплопроводности образцов при комнатной температуре

2GaAs , мол. %	ZnGeAs_2 , мол. %	Электропро- водность σ , $\text{ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$	Подвиж- ность дырок $U_p = R\sigma$, $\text{см}^2/\text{в.сек}$	Концентрация дырок, $P = \frac{1}{Re} \text{ см}^{-3}$	Коэффициент теп- лопроводности решетки, $\chi_p \cdot 10^3 \frac{\text{вт}}{\text{см.гра}}$
100	0		48 [1] 59 [3]	$8,3 \cdot 10^{19}$ [1] $2,5 \cdot 10^{19}$ [3]	44 [2]
*95	5	48	26	$1,2 \cdot 10^{19}$	222
80	20	184	24	$4,8 \cdot 10^{19}$	155
70	30	272	33	$5,1 \cdot 10^{19}$	127
60	40	286	29	$6,3 \cdot 10^{19}$	131
0	100		26 [4]	$1,1 \cdot 10^{19}$ [4]	110
2GaAs мол. %	ZnSiAs_2 мол. %				
90	10	207	25	$5,1 \cdot 10^{19}$	175
80	20	157	43	$2,3 \cdot 10^{19}$	
		190	31	$3,9 \cdot 10^{19}$	98
70	30	146	32	$2,9 \cdot 10^{19}$	95
60	40	130	31	$2,6 \cdot 10^{19}$	85
50	50	142	20	$4,5 \cdot 10^{19}$	71
60	40	65	16	$2,5 \cdot 10^{19}$	74
*10	90	8	8	$6,3 \cdot 10^{18}$	73
0	100	$5,5 \cdot 10^{-3}$ [5]	11 [5]	$3,2 \cdot 10^{15}$ [5]	142

* — Без избытка мышьяка.

Измерения электрических свойств проводились в основном на монокристаллических образцах обычным компенсационным методом на постоянном токе и постоянном магнитном поле.

Измерения коэффициента теплопроводности были проведены на поликристаллических образцах абсолютным стационарным методом. Перепад температуры измерялся способом Б. Тепловой контакт осуществлялся эвтектикой индий—галлий.

Электрические свойства и коэффициент теплопроводности при комнатной температуре сплавов $2\text{GaAs}-\text{ZnGeAs}_2$ и $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ приведены в табл. 1.

Значение электронной теплопроводности, вычисленное при помощи соотношения Видемана—Франца, используя полученные значения электропроводности σ для случая рассеяния носителей тока на тепловых колебаниях решетки, на ионах примеси, а также для случая вырождения, было в пределах погрешности измерения коэффициента теплопроводности (5—7%).

В исследуемых твердых растворах наблюдается значительное уменьшение теплопроводности кристаллической решетки по сравнению с теплопроводностью арсенида

галлия $\chi_0 = 0,440 \frac{\text{Вт}}{\text{см. град}}$ (рис. 1). Так, добавление 20 мол.% ZnSiAs_2 или 30 мол.%

ZnGeAs_2 уменьшает решеточную теплопроводность χ соответственно в 4,5 и 3,5 раза, в то время как подвижность дырок в этих составах уменьшается не более чем на 50% значения подвижности дырок арсенида галлия при тех же концентрациях носителей тока. Таким образом, отношение подвижности дырок к теплопроводности кри-

сталлической решетки $\frac{U}{\chi_p}$ в составах 80 мол.% (2GaAs_2) — 20 мол.% ZnSiAs_2 70 мол.% (2GaAs)—30 мол.% ZnGeAs_2 увеличивается примерно в 3 и 2,5 раза соответственно.

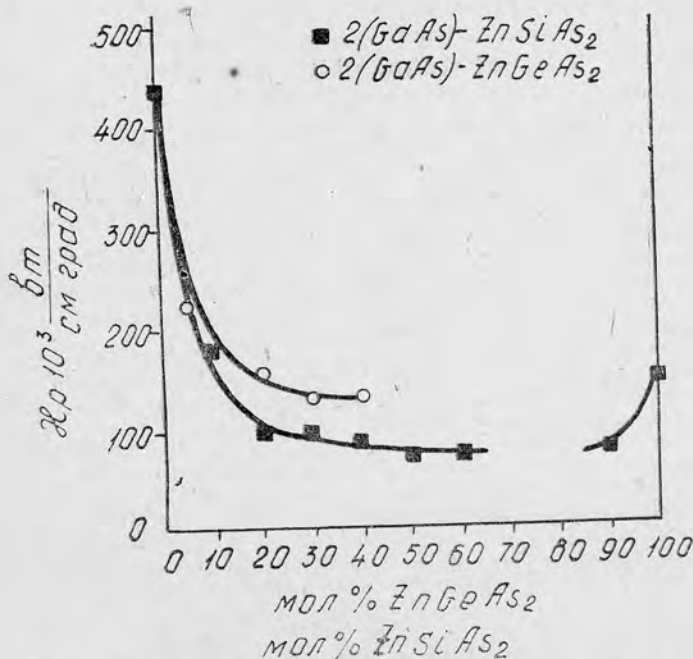


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности от состава твердых растворов.

Как видно из рис. 1, в случае твердых растворов $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ уменьшение χ_p сильнее. ZnGeAs_2 является изoeлектронным аналогом GaAs и атомы, составляющие катионную подрешетку твердого раствора, имеют близкие массы, в то время как в случае сплава $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ масса атома кремния существенно отличается от масс атомов цинка и галлия. Известно, что в твердых растворах неоднородности, на которых происходит рассеяние фононов, проявляются в виде локального изменения плотности, обусловленной различием масс атомов и локального изменения упругих свойств.

Если предположить, что последний эффект в обоих исследуемых сплавах

одного порядка, то меньшее значение χ_0 твердого раствора $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ по-видимому, можно объяснить как следствие большого различия масс атомов, составляющих кристаллическую решетку данного сплава.

Авторы выражают благодарность профессору Н. А. Горюновой за помощь в работе.

Физико-технический институт АН СССР
им. А. Ф. Иоффе

Поступило
16 августа 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельяненко О. В., Лагунова Т. С., Наследов Д. Н. — ФТТ, 2, 192, 1960.
2. Steigmeier E. F. and Kudmen I. — Phys. Rev. 141, 767, 1966.
3. Сушков В. П., Иглицын М. И., Стабина Т. П. — Неорганич. материалы, III, № 8, 1492, 1967.
4. Рудь Ю. В. — Кандидатская диссертация ФТИ АН СССР, Л., 1965.
5. Masumoto K., Isomura S. and Goto W. — I. Phys. chem. colids., 27, p. 1939—1966.

УДК 536.248.8:536.24

Е. М. Рутгайзер

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ИСПАРИТЕЛЯХ-ЛЬДОГЕНЕРАТОРАХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ ВЫМОРАЖИВАЮЩИХ УСТАНОВОК

Одним из экономичных методов опреснения соленых вод является искусственное вымораживание с применением вторичных хладагентов. Основная трудность создания действующих опреснительных вымораживающих установок заключается в недостаточной изученности отдельных узлов технологической схемы. Одним из таких узлов является испаритель-льдогенератор.

В лаборатории опреснения воды Института пустынь АН СССР проводятся исследования по изучению контактного теплообмена в испарителях-льдогенераторах с применением в качестве хладагента углеводородной смеси бутан-бутиленовой фракции 92—95% чистоты.

Энергетическая эффективность контактных испарителей может быть очень высока, и при охлаждении воды величина удельного отвода тепла с единицы рабочего объема равна 60—90 кВт/м³°C [1, 2]. При максимальной плотности орошения в процессе кристаллизации льда коэффициент теплопередачи достигает 120—150 кВт/м²°C. Интенсивность теплопередающего процесса зависит от степени диспергирования хладагента в воде, плотности орошения и температурных напоров испарения.

Нами проведено изучение процесса теплоотдачи от капель распыленного хладагента к воде. Распыление хладагента достигалось применением низконапорных форсунок Кертинга, а размеры капель при распылении определялись фотографированием их в воде. Коэффициенты теплоотдачи от капель хладагента при испарении в режиме кристаллизации льда были определены по формуле

$$\alpha = \frac{Q}{F \cdot \Delta t \cdot \tau} \left[\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right], \quad (1)$$

где Q — количество отведенного тепла, дж; F — суммарная поверхность распыленных капель хладагента, м²; Δ — температурный напор, °C; τ — время, час.

Количество отведенного тепла Q равно

$$Q = m \cdot L \quad [\text{дж}], \quad (2)$$

где m — количество испаряемого хладагента, кг; L — скрытая теплота парообразования, дж/кг.

Величина суммарной поверхности теплообмена F определялась по известному диаметру капель и количеству распыленного хладагента. Температурный напор Δt определялся по разности температур испарения хладагента и равновесной

температуры кристаллизации соленой воды. Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 1. Как видно, при постоянной плотности орошения хладагентом наибольшие значения теплоотдачи наблюдаются при меньших значениях Δt . При увеличении температурного напора уменьшается значение α . Так, при диаметре капель хладагента $\bar{d}=2,42$ мм и средней плотности орошения $900 \text{ кг/м}^3 \text{ час}$ коэффициент теплоотдачи α при уменьшении Δt от $5,2$ до $0,9^\circ\text{C}$ увеличивается от $0,050$ до $0,195 \text{ кВт/м}^2\text{C}$, то есть почти в 4 раза. Характер изменения α от величины Δt для других размеров капель хладагента идентичен.

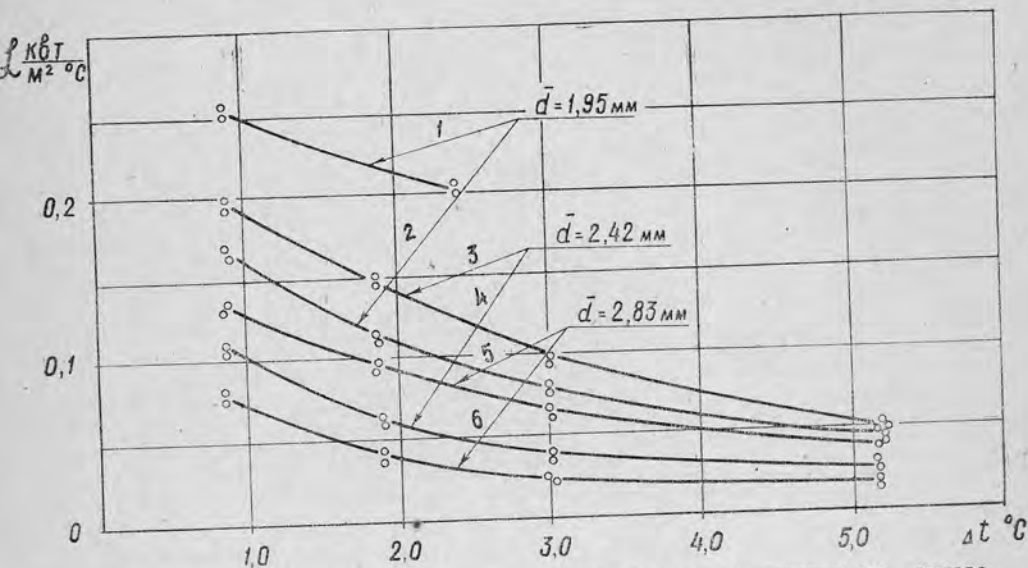


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплоотдачи α от температурного напора Δt при разных плотностях орошения хладагентом. 1—1200 $\text{кг/м}^3\text{час}$; 2—700; 3—900; 4—450; 5—550; 6—250 $\text{кг/м}^3\text{час}$.

Обратную зависимость α от значения Δt можно объяснить следующим образом. При большем значении Δt происходит интенсивное испарение капель и вокруг них образуются газовые оболочки. Отвод тепла происходит уже не при прямом контакте жидкого хладагента с водой, а через газовую оболочку, которая играет роль термического сопротивления. Коэффициент теплоотдачи при этом уменьшается.

При небольших Δt вокруг капель также образуются газовые прослойки, но так как интенсивность испарения ниже, то увеличивается время пребывания газа в воде, то есть возрастает газосодержание. В этом случае возрастает взаимное влияние друг на друга растущих пузырьков газа, нарушается пространственная геометрия газовой оболочки и снижается ее термическое сопротивление. Общий коэффициент теплоотдачи при этом возрастает.

При уменьшении плотности орошения для капель среднего диаметра 1,95 мм от 1200 до 700 $\text{кг/м}^3 \text{ час}$ значение α понижается от 0,25 до 0,16 $\text{кВт/м}^2\text{C}$, то есть величина коэффициента теплоотдачи пропорциональна плотности орошения. В исследуемых пределах размеров капель хладагента, $\bar{d}=1,95\text{--}2,83$ мм, величина теплоотдачи практически не зависит от размеров капель.

Выводы

1) Исследован процесс теплообмена в контактных испарителях-льдогенераторах.

2) При увеличении температурного напора уменьшается значение коэффициента теплоотдачи от капель испаряемого в воде хладагента.

3) С увеличением плотности орошения пропорционально изменяется величина коэффициента теплоотдачи при испарении в воде хладагента.

Институт пустынь
АН Туркменской ССР

Поступило
14 ноября 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аэров и др. — Холодильная техника, № 3, 1965.
2. Костюк В. И. — Автореферат кандидатской диссертации. Ин-т газа АН УССР, Киев, 1966.

АКУСТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ НА ЧАСТОТАХ 2—3 ГГц

В последние годы появилось несколько работ, в которых предлагается акустическая аппаратура для исследования жидкостей на частотах $\sim 10^9$ герц, продольный звук в которой генерируется искусственным путем с помощью монокристалльных стержней кварца X-среза, размещаемых в резонаторах [1—6]. С точки зрения перспектив этого направления исследований была опубликована статья [7], естественным продолжением которой является и настоящая работа.

Известно, что при использовании монокристаллов кварца в качестве преобразователей и линий задержки измерения поглощения в жидкостях трудно выполнимы уже на частотах 1500—2000 МГц из-за большого затухания звука в кристаллах при комнатных температурах и низкого коэффициента преобразования.

Недавно получены и исследованы [8—13] новые синтетические кристаллы $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$, относящиеся к кубической системе, а также кристаллы ниобата лития и танталата лития LiNbO_3 , LiTaO_3 , имеющие тригональную структуру, сходную с решеткой Al_2O_3 . Эти монокристаллы по звукопроводности не уступают сапфиру, который при комнатной температуре имеет существенно меньшее поглощение звука СВЧ, чем известные ранее наилучшие проводники звука—кварц, кремний, германий. Ниобат лития и танталат лития обладают пьезоэлектрическими свойствами, с высоким электромеханическим коэффициентом связи. Измерение свойств и затухания продольных волн в ниобате лития на СВЧ показывает, что использование этого материала в акустической аппаратуре для исследования жидкостей позволит расширить диапазон измерений вплоть до частот $\sim 10^{10}$ герц.

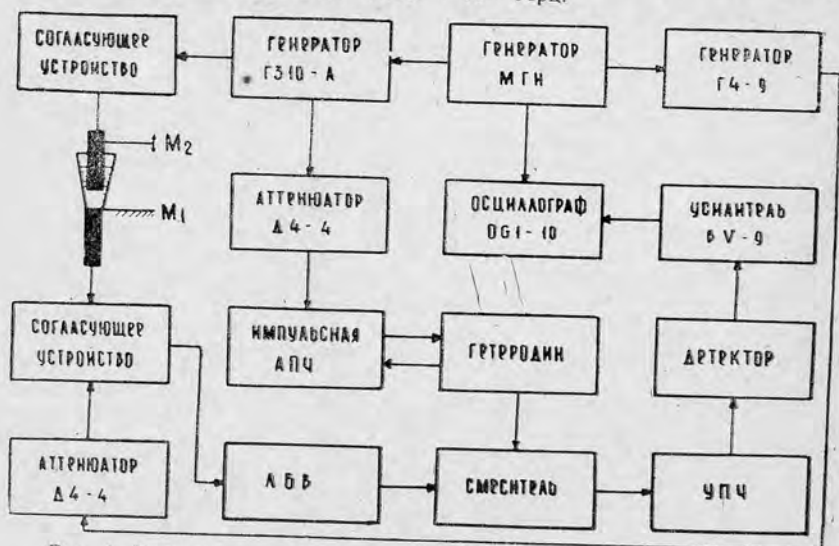


Рис. 1. Блок-схема импульсной аппаратуры для исследования жидкостей на частотах 2—3 ГГц.

На рис. 1 приведена блок-схема импульсной аппаратуры, с использованием ниобата лития, позволяющей измерять поглощение звука на частотах диапазона 2,2—3,0 ГГц с точностью $\sim 2\%$. Как видно из схемы, имеются блоки акустического и измерительного тракта. Работа такой системы обычна и описана в [1, 14]. Отличие состоит в использовании лампы бегущей волны в качестве усилителя высокой частоты, что повысило реальную чувствительность приемной аппаратуры, а также в применении импульсной разностно-частотной системы автоматической подстройки частоты АПЧ. На таких частотах собственная стабильность частоты генератора и гетеродина недостаточна для сохранения требуемой разности частот между ними. Для ликвидации ухода этой разницы частот, которая должна быть равна частоте настройки усилителя промежуточной частоты УПЧ, сигнал гетеродина смешивается с опорным сигналом и получаемый в результате преобразования сигнал разностной частоты подается на дискриминатор. На выходе дискриминатора вырабатывается управляющее напряжение, величина и знак которого пропорциональны разности между требуе-

мой и получаемой в действительности разностной частотой. Этот управляющий сигнал воздействует на гетеродин (клизотрон) для компенсации нежелательного ухода частоты.

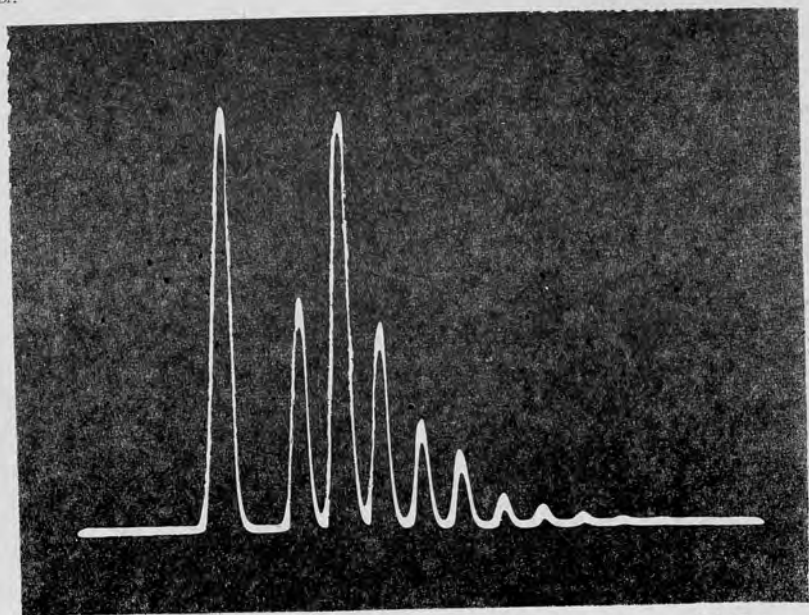


Рис. 2. Серия импульсов в акустическом тракте на частоте 2,9 ГГц.

Измерение поглощения звука проводилось в тонком слое исследуемой жидкости, размещаемой между двумя монодоменными цилиндрами ниобата лития диаметром 3 и длиной 12 мм, торцы которых были обработаны с высокой точностью³⁷. Один из кристаллов возбуждался в четвертьволновом (или $3\lambda/4$) коаксиальном резонаторе, другой также помещался в аналогичный резонатор и служил приемником. На рис. 2 приведена серия импульсов при экспериментах на частоте 2,9 ГГц. Здесь первый импульс слева — сигнал калибровочного тракта, второй — сигнал наводки, третий — сигнал, однократно прошедший акустический тракт; остальные импульсы — многократные отражения за счет акустической рассогласованности. Толщина слоя жидкости в процессе измерения изменялась перемещением одного из резонаторов совместно с монокристаллом. Перемещения были в пределах нескольких микрон и измерялись оптическим методом с использованием гелий-неонового лазера из-за большого поглощения звука жидкостями. Следует отметить, что на этих частотах длина волны звука уже меньше длины волны видимого света.

Физико-технический институт
АН Туркменской ССР

Поступило
26 ноября 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бердыев А. А., Лежнев Н. Б. — Акустический журнал, вып. 12, № 2, 247, 1966 (поступила 26/XII—1964).
2. Plass K. G. «Acustica». — 15, 446, 1965 (поступила 14/VI—1965).
3. Лагунов А. С., Белинский Б. А. — Ультразвуковая техника, вып. 2, 1966.
4. Хабибулаев П. К., Халилуин М. Г. — Ультразвуковая техника, вып. 3, 1967.
5. Plass K. G. «Acustica». — 19, 236, 1967—1968.
6. Lezhnev N. B., Berdyev A. A., Shubina M. G., Lapkin V. V. — The 6th Intern. Congr. Acoust. 1—5—3, 41—44, 1968.
7. Бердыев А. А., Лапкин В. В., Лежнев Н. Б. — Сб. Применение ультразвуки к исследованию вещества, вып. XXII, 1967.
8. Warner A. W. and Frazer — Ultrasonics Symposium. Boston. Massachusetts, 1965.
9. Spencer E. G. and Lenzo P. V. — Ultrasonics Symposium, Cleveland, Ohio, 1966.

10. Smith A. B., Kestigian M., Kedzie R. W. and Grace T. I. Ultrasonics Symposium, Cleveland, Ohio, 1966.
11. Гончаров К. В., Ключев В. П., Лямов В. Е., Сыровец Н. И., Федулов С. А. — VI Всесоюзная акустическая конференция, М., 1968.
12. Ljamov V. E., Gontcharov K. V. — The 6th Intern. Congress on acoustics. Tokyo, Japan, 1968.
13. Ljamov V. E. — Sendai Symposium on acoustoelectron. Sendai, Japan, 1968.
14. Бердыев А. А., Лежнев Н. Б. — Акустический журнал, вып. 9, № 1, 1963.

УДК 624.131.1:552.524 (235.132)

Г. А. Акгасев

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД В ЗАПАДНОМ КОПЕТ-ДАГЕ

Проведенные в 1965—1967 гг. инженерно-геологические исследования в пределах Западного Копет-Дага позволили установить, что лессы и лессовидные породы даже в пределах одного региона отличны друг от друга как по составу, так и по свойствам, могущими быть обусловленными различными условиями их формирования.

Рассмотрим возможные условия происхождения лессовых пород Западного Копет-Дага.

Золотая гипотеза. Ее сторонники считают, что лесс образуется из тонких частиц продуктов выветривания, вынесенных из пустынь и полупустынь и осевших на склонах гор или в предгорьях.

Но лессовые породы горных и предгорных районов Копет-Дага представлены весьма разнообразными отложениями по литологическому составу, мощности и генезису. В толще лессовых пород предгорий довольно часто отмечаются прослой, линзы грубообломочного и песчаного материала, что невозможно объяснить золотой аккумуляцией. Не отрицая роли эоловых процессов в накоплении первичного материала, следует указать, что на описываемых районах в распределении мелкоземистых отложений наблюдаются особенности, которые позволяют предполагать о полигенетичности лесса, обусловленной как действием водных, так и эоловых процессов.

Делювиальная и пролювиальная гипотезы довольно близки друг к другу. Обе объясняют происхождение лесса влиянием дождевых, селевых и снеговых вод. Делювий преимущественно образуется на склонах гор и на бортах долин, пролювий же создается селевыми потоками, в основном на предгорных равнинах.

Лессы и лессовидные породы пролювиального генезиса в пределах Западного Копет-Дага широко распространены на периферии предгорных конусов выноса Передового хребта, Сюнт-Хасардага и в межгорной Ходжакалинской долине, а также в пределах предгорных холмистых равнин внутренних хребтов Западного Копет-Дага. Для предгорных равнин, формирование которых, главным образом, связано с отложениями периодических селевых потоков, характерно закономерное уменьшение размера частиц от гор к равнине. Согласно этому, в распределении мелкоземистых отложений предгорной равнины наблюдается четкая смена литологической зональности, типичная для водной аккумуляции.

Помимо этих образований в горной зоне описываемой территории довольно широко распространены лессовые породы делювиального происхождения. Ими сложены склоны горных хребтов, борта крупных долин, оврагов и поверхность террас, прилегающих к подножиям склонов горных хребтов. Являясь продуктом разрушения горных пород, делювиальные образования имеют цвет материнских пород, часто неоднородный состав, слоистую структуру, местами содержат линзы щебня и обломки коренных пород. В некоторых районах Западного Копет-Дага делювиальные лессовые породы весьма сходны по внешним признакам и составу с пролювиальным лессом, то есть неслоистые по структуре и имеют сравнительно однородный состав.

Аллювиальная гипотеза лессообразования впервые изложена Ч. Ляйель, считавшим, что лесс — осадок громадных рек. Она значительно дополнена Ю. А. Скворцовым. Под лессовидными породами аллювиального происхождения понимаем желтовато-серые, иногда различных оттенков слоистые породы, часто с прослоями и линзами песка, гравия и галечника. В описываемых районах аллювиальные лессовидные породы в основном слагают низкие надпойменные террасы рек Атрек, Сумбар, Чандыр, Аджи-Дере и других крупных оврагов Западного Копет-Дага. Они литологически представлены суглинками, супесями, песками и галечниками. Во всех описанных обнажениях, шурфах и расчистках, вскрывающих аллювиальные отложения, наблюдается частое переслаивание суглинков, супесей, глин, песка и гравийно-галечниковых отложений, со скрытой, а местами явной слоистостью. Мощность

их небольшая — от 1,0 до 5,0 м. Лессовидный характер придает им способность образовывать в воздушно-сухом состоянии вертикальные отдельности и откосы в промоинах, вместе с этим они обладают слоистостью и большой пылеватостью (более 70%).

На более возвышенных террасах рек и крупных оврагов, которые прилегают к склонам хребтов, аллювиальные отложения сливаются с пролювиальными и делювиальными образованиями. Поэтому в некоторых районах Западного Копет-Дага они имеют смешанное происхождение, то есть аллювиально-пролювиальное, аллювиально-делювиальное и т. д.

Почвенная (элювиальная) гипотеза В. В. Докучаеву принадлежит идея образования лессовых пород в результате выветривания богатых карбонатами пород и вторичного изменения ледниковых отложений при обогащении их карбонатами за счет поглощения углекислоты из атмосферы. С позиции В. В. Докучаева об элювиальных образованиях лессовых пород академик Л. С. Берг создал и обосновал почвенно-элювиальную гипотезу, согласно которой лесс и лессовидные породы могут образовываться при определенных климатических условиях под воздействием почвообразовательных процессов из самых разнообразных мелкоземистых пород. Его взгляды разделяют многие исследователи.

Важнейшие условия лессообразования почвенно-элювиальными процессами при наличии климатических, физико-географических предпосылок отмечаются в некоторых районах Западного Копет-Дага. Здесь на более высоких плоских вершинах гор Уч-Кую, Емишалли, Сюнт-Хосар-Даг, Палызан (Коштамирская денудационная поверхность) наблюдались типичные горно-луговые почвы, имеющие лессовидный облик: желтовато-буро-каштановый цвет, значительное содержание органических, растительных остатков, карбонатов, гумуса. Структура их макропористая и комковатая; обусловленная наличием известковых журавчиков. В разрезе встречаются плохоокатанные, угловатые обломки мергелей, известняков из меловых и третичных отложений. Плащом мощностью порядка 0,2—2,0 м они покрывают коренные породы.

Существует также ряд гипотез образования лессовых пород: комплексная, микробиологическая, озерная, морская и др., которые при современной стадии изучения лессовых пород Западного Копет-Дага не находят подтверждения.

Выводы

1. Лессы и лессовидные породы Западного Копет-Дага образовались при определенных естественно-исторических условиях под воздействием различных геологических агентов в длительном процессе диагенеза.

2. Распространенные лессы и лессовидные породы района являются полигенетичными: пролювиальные, делювиально-пролювиальные, аллювиальные и элювиальные.

3. Выделенные генетические типы лесса и лессовидных пород имеют вертикальную зональность распространения: низкие надпойменные террасы и поймы речных долин сложены аллювиальными лессовидными породами, пролювиальные лессы и лессовидные породы слагают предгорные равнины, периферии конусов выноса и высокие террасы речных долин; пролювиально-делювиальные лессовидные породы распространены на холмисто-возвышенных предгорьях района; вершинные части горных хребтов покрыты элювиальными лессовидными породами.

4. Для всех генетических типов лесса и лессовидных пород Копет-Дага следует признать участие эолового фактора в процессе накопления первичного материала, а также охваченность верхних слоев генетических типов почвообразовательными процессами.

Институт геологии
(Ашхабад)

Поступило
15 февраля 1968 г.

УДК 699.86:536(575.4)

Г. Чонанов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРИЕНТАЦИИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ

В летнее время в нашей республике температура внутреннего воздуха в помещении большую часть суток значительно превышает рекомендуемую условиями комфорта. Это объясняется высокими температурами наружного воздуха и большой интенсивностью солнечной радиации. Периодическое воздействие солнечной радиации и внешней температуры на наружную поверхность ограждения зданий вызывает периодические колебания ее температуры, которые достигают и внутренней поверхности ограждения. Тепло частично отражается ограждением, частично им акку-

мулируется, частично передается в помещение. От начала облучения ограждения солнечной радиацией до момента передачи тепла в помещение проходит промежуток времени, который зависит от качества материала и толщины ограждения.

Нами произведены теплотехнические расчеты зданий типа ЖД-3, получивших распространение как в сельских поселках, так и в городах Туркменской ССР. Расчеты проводились для радиационно-температурных данных Ашхабадского района.

При расчетах принято: толщина наружных стен — 0,38 м; $\lambda = 0,7$ ккал/м.час.град; $\gamma = 1800$ кг/м³; $C = 0,21$ ккал/кг.град; $a = 1,85 \cdot 10^{-3}$ м²/час. Бесчердачные покрытия (слои изнутри наружу). Толщина многослойного железобетона — 0,14 м; $\lambda = 0,65$ ккал/м.час.град; $\gamma = 1600$ кг/м³; $C = 0,2$ ккал/кг.град; $a = 2,04 \cdot 10^{-3}$ м²/час. Толщина глиноопилочной смазки — 0,15 м; $\lambda = 0,25$ ккал/м.час.град; $\gamma = 800$ кг/м³; $C = 0,3$ ккал/кг.град; $a = 1,04 \cdot 10^{-3}$ м²/час.

Коэффициенты теплоотдачи для наружных α_n и внутренних α_v поверхностей взяты по СН и П соответственно: $\alpha_n = 20$ ккал/м² час.град, $\alpha_v = 7,5$ ккал/м² час.град.

Рассмотрены три случая внешних температурных условий: а) для очень жаркого дня (21/VII—1962 г.) $t_{\text{максим.}} = +41,9^\circ\text{C}$, $t_{\text{миним.}} = +26^\circ\text{C}$, $t_{\text{ср.}} = +35,8^\circ\text{C}$; б) для очень холодного дня (30/I—1964 г.) $t_{\text{максим.}} = -2,5^\circ\text{C}$, $t_{\text{миним.}} = -10,7^\circ\text{C}$, $t_{\text{ср.}} = -6,2^\circ\text{C}$; в) для среднехолодного дня $t_{\text{максим.}} = +8,7^\circ\text{C}$, $t_{\text{миним.}} = +1,9^\circ\text{C}$, $t_{\text{ср.}} = +4,9^\circ\text{C}$.

Расчеты выполнялись методом конечных разностей для граничных условий смешанного рода [1]. Для жаркого дня расчет выполнялся также по методу гармонических колебаний [2]. При сравнении их результатов оказалось, что результаты расчета по второму методу прихода тепла в помещение для летнего времени завышены на 20—25%.

Для очень жаркого дня температура внутреннего воздуха нами взята постоянной и равной $+26^\circ\text{C}$, а для очень холодного и среднехолодного дня $+20^\circ\text{C}$. Интенсивность полной солнечной радиации на наклонную и вертикальную поверхности ограждения при безоблачном дне вычислялись по формуле

$$I = I_{\perp} \cos \theta + 0,7 I_{\text{дифф.}} \quad (1)$$

Первый член правой части формулы (1) — интенсивность прямой солнечной радиации; второй — интенсивность диффузной солнечной радиации, которую мы принимали на 30% меньше прихода ее на горизонтальную поверхность [2]; $I_{\perp}$ — солнечная радиация на перпендикулярную поверхность ограждения, значение которой взято из многолетних актинометрических данных по метеостанции города Ашхабада [3]; θ — угол падения солнечного луча, в градусах.

Значение $\cos \theta$ вычислялось из выражения

$$\begin{aligned} \cos \theta = & \cos \delta \cos \varphi \cos \gamma \cos \Delta + \sin \delta \sin \varphi \cos \Delta + \cos \delta \sin \varphi \cos \gamma \cos A_0 \sin \Delta - \\ & - \sin \delta \cos \varphi \cos A_0 \sin \Delta + \cos \delta \sin \gamma \sin A_0 \sin \Delta, \end{aligned} \quad (2)$$

где δ — склонение солнца, в градусах; φ — географическая широта местности, в градусах; γ — часовой угол, в градусах; Δ — угол наклона поверхности ограждения к горизонту, в градусах; A_0 — угол, показывающий ориентации наружных поверхностей ограждения по сторонам света, в градусах.

В летние месяцы на ограждения, ориентированные на восток и запад, падает значительно больше солнечной радиации, чем на ориентированные на юг и север. В зимние же месяцы на южные стены падает значительно больше лучистого тепла, чем на восточные и западные стены.

Расчеты показывают, что по сравнению с остальными ограждающими конструкциями наибольшую часть тепла, приходящего в помещение, составляет теплоприток через окна (табл. 1, рис. 1), так как большая часть солнечной радиации проникает через обычное остекление почти мгновенно из-за высокой прозрачности и ничтожности теплоустойчивости. Прошедшее лучистое тепло поглощается внутренними стенками и мебелью и трансформируется в тепло.

В последние годы все шире находит применение почти сплошное остекление наружных стен в строительстве промышленных и административных зданий. В подобных зданиях, расположенных на юге, в том числе и в Туркменской ССР, значительно увеличивается приток тепла солнечной радиацией и от нагретого наружного воздуха. Поэтому применение сплошного остекления из обычного стекла приводит к увеличению холодопроизводительности кондиционеров. Известно, что наилучшей ориентацией фасада зданий для жилых и общественных зданий является южная, так как летом перегрев будет меньше, а зимой в таком здании будет теплее за счет максимального облучения солнечной радиацией. Ориентация окон на северный сектор нецелесообразна еще и потому, что зимой прямые солнечные лучи не будут попадать в помещение, что не допустимо по гигиеническим требованиям.

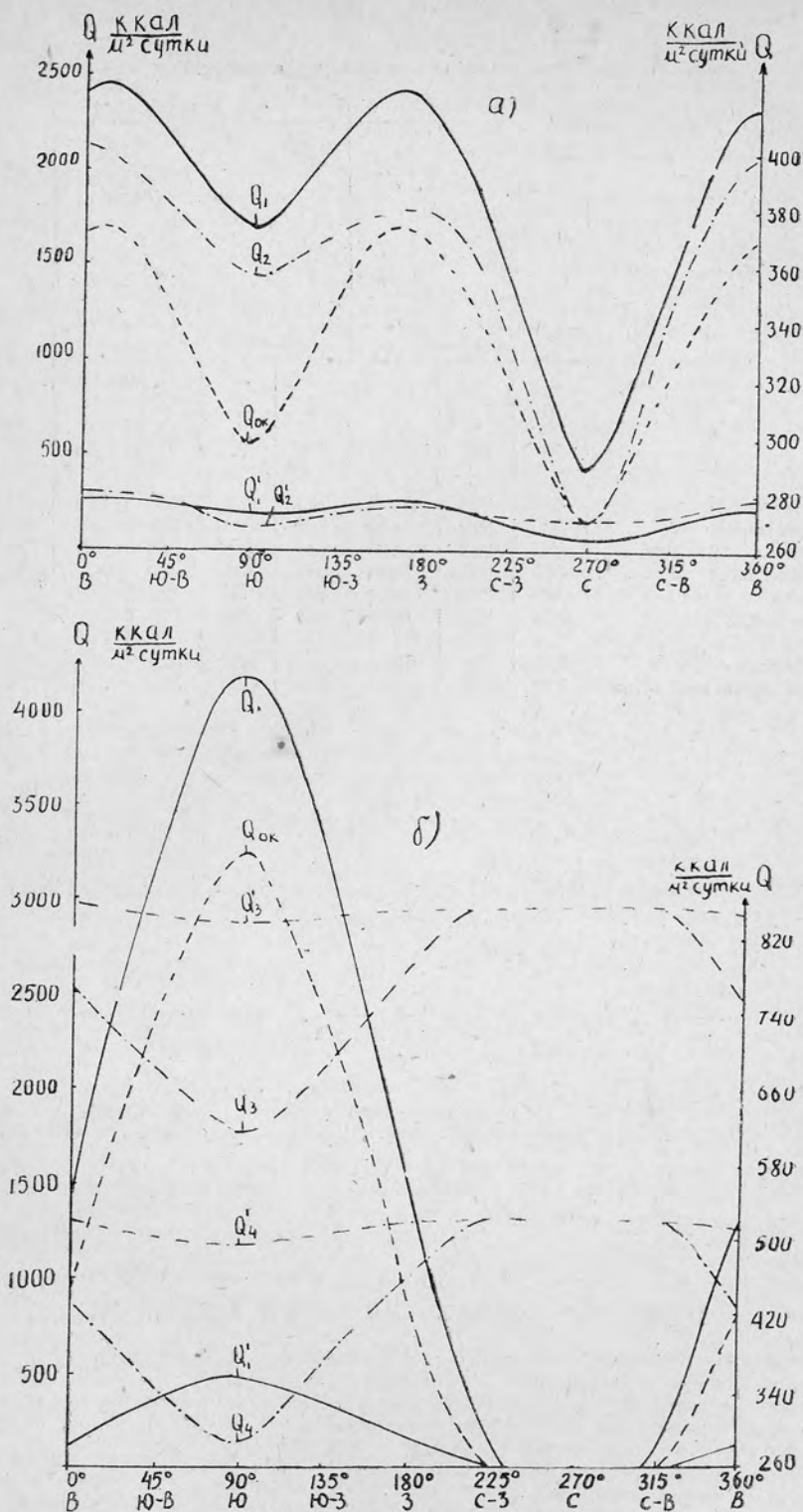


Рис. 1. Результаты вычислений: а) для очень жаркого дня; б) для очень холодного и среднехолодного дня. Q_1, Q_1' — поглощение солнечной радиации; Q_2, Q_2' — приход тепла в помещение; восприятие тепла стеной Q_3, Q_3' и Q_4, Q_4' — соответственно при A_s , равным 0,9 и 0,1; $Q_{ок}$ — приток тепла через двойное остекление за счет прямой радиации. (значение кривых $Q_2, Q_2', Q_3, Q_3', Q_4$ и Q_4' берется по правой шкале, остальные кривые Q_1, Q_1' и $Q_{ок}$ по левой шкале).

Тепловые потоки через ограждающие конструкции зданий

Таблица 1

Ориентация стены здания	В июле			В январе				Приход тепла через двойное остекление за счет прямой радиации
	Теплоотдача стеной в помещении Приход тепла через двойное остекление за счет прямой радиации			Восприятие тепла стеной				
	ккал/м ² сутки							
случай а			случай б		случай в			
A _с =0,9	A _с =0,1		A _с =0,9	A _с =0,1	A _с =0,9	A _с =0,1		
Восточная	400	280	1660	757	855	430	518	970
Юго-восточная	380	278	1330	680	844	336	506	2380
Южная	356	268	560	610	838	283	492	3170
Юго-западная	375	276	1330	674	844	390	512	2380
Западная	380	276	1660	804	857	450	514	920
Северо-западная	340	273	1030	857	857	525	525	30
Северная	270	270	150	857	857	525	525	—
Северо-восточная	354	270	1030	857	857	525	525	30
Бесчердачное покрытие	740	338		780	960	388	574	
Приток тепла при разности температур через двойное обычное остекление				Потери тепла при разности температур через двойное обычное остекление				
425				1436		847		

В статье даны численные результаты расчетов, показывающие тепловые потоки и температурные режимы зданий.

Физико-технический институт
АН Туркменской ССР

Поступило
20 августа 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баум В. А., Бабаев Ч. — Гелиотехника, № 5, 1966.
2. Шкловер А. М. — Теплоустойчивость зданий. Стройиздат. М., 1952.
3. Справочник по климату СССР, вып. 30. Гидрометеониздат, Л., 1966.

УДК 551.782.13(575.4)

Л. Д. Ятченко.

О ВЕРХНЕМ САРМАТЕ ЗАПАДНОГО КОПЕТ-ДАГА

Морские отложения сарматского яруса сменяются прибрежно-морскими и лагунами отложениями казганчайской свиты. Представлена свита красными, бурыми, коричневыми, серыми песчаниками, алевролитами, глинами с прослоями гипсованных песчаников, известняков, мергелей и конгломератов. По возрасту она охватывает средний (частично) и верхний сармат. В Копет-Даге верхний сармат в составе свиты выделен И. Н. Никшичем (1926 г.), В. Н. Огневым (1938 г.) и В. П. Колесниковым, который выделяет в верхнем сармате два горизонта: а) постовский (верхнесарматскими, среднесарматскими и пресноводными формами, б) херсонский (слои с *Mastra caspia*) — собственно верхний сармат в понимании Н. И. Андрусова.

В настоящее время исследователи относят к верхнему сармату или всю казганчайскую свиту (И. А. Резанов, 1959 г.) или часть её (О. Узаков), указывая при этом, что четкой границы между средним и верхним подъярусами нет.

Стр. 3
Стр. 2-3
Стр. 2

В районе хребтов Ак-Даг, Турфе, Иланлы, Узек-Даг автору впервые удалось разделить казанчайскую свиту на две подсвиты; нижняя охватывает различные горизонты среднего сармата, а верхняя — верхний сармат в понимании В. П. Колесникова. Литологически подсвиты неотличимы друг от друга, границей раздела между ними служит линия размыва. В восточных разрезах нижняя подсвита часто полностью размыта и казанчайская свита представлена верхней подсвитой.

В восточном окончании хр. Ак-Даг морские отложения среднего сармата заканчиваются светлыми песчаниками с прослоями розоватых мергелей и известняков, содержащих богатый комплекс среднесарматских моллюсков [1]. На неровную поверхность среднего сармата налегает базальный конгломерат (0,4 м) верхней подсвиты из гальки и валунов крепких известковистых сарматских песчаников. В нижней части верхней подсвиты выделяется пачка (25—30 м) красноватых и желтых рыхлых песчаников с прослоями песчаных плитчатых и узловатых мергелей, содержащих, наряду с верхнесарматскими формами *Mastra praecaspia* Koles., *M. cf. naviculata* Bailly, *M. cf. caspia* Eichw.*, также среднесарматские [1]. Выше залегает толща (210 м) бурых и красных песчаников и глин с прослоями описанных песчаников и конгломератов из гальки сарматских и меловых пород. Толща содержит многочисленные угнетенные раковинки фораминифер и пресноводных остракод.

Остатки нижней подсвиты залегают в виде линз вдоль южного склона хр. Ак-Даг. Так, в 0,6 км восточнее разреза базальный конгломерат верхней подсвиты, представленный косослоистым крупнозернистым песчаником (3 м) с галькой и линзами оолитовых известняков, налегает по неровному контакту не на розоватые мергели и известняки, а на красноватые рыхлые описанные алевролиты; мергели и песчаники обнажаются ниже, в 3,0—3,5 м. На таком же стратиграфическом уровне линза красноватых алевролитов (4 м) обнажается из-под базального конгломерата около западного окончания хребта. Здесь базальный конгломерат (1 м) представлен переслаиванием обломочного и оолитового известняка, содержащего мелкую гальку.

Наиболее четко несогласие между верхней и нижней подсвитами устанавливается в хр. Турфе. В средней части хребта среднесарматские морские отложения мощностью около 30 м заканчиваются плитчатыми зеленоватыми песчаниками с *Mastra eichwaldi* Lask. и др., на неровную поверхность которых налегает базальный конгломерат (2—3 м) верхней подсвиты, представленный узловатыми песчаными известняками с галькой и окатанными ядрами среднесарматских мактр и прослоями косослоистых песчаников, оолитовых известняков с *Mastra caspia* Eichw. и пресноводных гастропод *Melanopsis* sp., *Cerithium* sp. Выше залегают красно-бурые песчаники и глины (25 м) верхней подсвиты. На запад вдоль хребта базальный конгломерат ложится на все более высокие горизонты среднего сармата, представленные красноцветными отложениями.

Сначала над плитчатыми песчаниками среднего сармата появляются маломощные линзы красноватых алевролитов, постепенно сливающихся в красно-бурый пласт значительной мощности. Это нижняя подсвита казанчайской свиты. Около западного окончания хребта, где мощность нижней подсвиты достигает нескольких десятков метров, составлен разрез: среднесарматские зеленоватые плитчатые песчаники вверх по разрезу постепенно переходят в красноватые, вишнево-красные и бурые алевролиты с редкими прослоями зеленоватых песчаников и розоватых мергелей и известняков с *Mastra eichwaldi* Lask., и др. Это нижняя подсвита казанчайской свиты мощностью около 40 м. Над ней обнажается базальный конгломерат (2—3 м) верхней подсвиты, представленный известковистым песчаником с прослоями оолитового известняка и редкой галькой. Над конгломератом залегают красно-бурые песчаники и глины (120 м). В нижней части обнажаются два пласта известняка, содержащие наряду с *Mastra caspia* Eichw., также среднесарматские формы.

В Иланлинской синклинали нижняя подсвита (50 м) сложена желтоватыми песчаниками и глинами с прослоями бурых и красных песчаников и глин с *Cardium fittoni* Orb., *Mastra podolica* Eichw., *Tapes vitaliana* Orb., *Modiola* sp. и др.

Верхняя подсвита начинается конгломератом (0,3), по простираанию переходящим в оолитовый известняк; выше обнажаются светло-серые глинистые песчаники (4 м) с прослоями оолитовых известняков, содержащих *Mastra georgei* Bailly, *Cardium fittoni* Orb., *Modiola* sp. Над ними обнажаются серые массивные песчаники (5—6 м) с крупными овальными беспорядочно ориентированными песчанстыми конкрециями и горизонтами разрозненных галек из красных глин и алевролитов, затем — толща красно-бурых песчаников и глин мощностью 60 м с прослоем песчанистого мергеля. Из основания этой толщи И. И. Никшич указывает мактры верхнесарматского облика; мергели содержат *Mastra vitaliana* Orb., *M. eichwaldi* Lask., *Cardium praefiascherianum* Koles., *Trochus* sp., *Solen subfragilis* M. Horn. Общая мощность верхней подсвиты около 80 м.

* Фауна определялась Г. И. Поповым и О. Узаковым.

В перечисленных разрезах фаунистически охарактеризована нижняя часть верхнего сармата, содержащая наряду с верхнесарматскими формами *Mastra naviculata* Bailly M. praecaspia Koles. также среднесарматские *Mastra vitaliana* Orb., *Cardium fittoni* Orb. и пресноводные *Melanopsis* sp., *Cerithium* sp. Комплекс фауны позволяет сопоставлять эту часть разреза с ростовским горизонтом верхнего сармата юга Европейской части СССР.

В Узекдагской синклинали ископаемые остатки содержатся также в верхней части разреза, что позволяет выделить херсонский горизонт. Здесь составлен следующий разрез: средний сармат заканчивается переслаиванием бурых, зеленоватых, серых и красных песчаников и песчанистых глин с прослоями известняков и мергелей с *Mastra vitaliana* Orb., *Cardium fittoni* Orb., и др. Это нижняя подсвита казанская, мощностью около 40 м. Низы верхнего сармата (ростовский горизонт), налегающие без видимого несогласия на средний сармат, представлены переслаиванием бурых и красных песчаников и глин с прослоями песчанистых и оолитовых известняков и мергелей со смешанной фауной ростовского горизонта (*Mastra navikini* Koles., *M. caspia* Eichw., *M. vitaliana* Orb., *Cardium fittoni* Orb. и др.). Верхняя большая часть подсвиты (120 м) сложена красными и бурыми песчаниками и глинами с прослоями багрово-красных известковистых песчаников и белых песчанистых известняков, переполненных *Mastra navikini* Koles., *M. caspia* Eichw., *M. bulgarica* Toul. в известняках, кроме того, встречаются *Tapes* sp., *Donax* sp., *Cardium* sp., *Solen* sp.

Состав фауны (преобладание мактр) позволяет сопоставлять верхнюю часть разреза с херсонским горизонтом. В прибрежной части позднесарматского бассейна херсонский горизонт практически лишен фаунистических остатков.

Геолого-геофизическая экспедиция
УГ СМ Туркменской ССР

Поступило
24 мая 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников В. П. — Стратиграфия СССР, т. XII, неоген СССР, 1940.
2. Узиков О. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 2, 1966.

УДК 551.782.12+56 (118.26) [235.132+575.4]

Т. Р. Розыева

О НАХОДКЕ МОРСКОГО ЧОКРАКА В РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОПЕТ-ДАГА И ВОСТОЧНОЙ ТУРКМЕНИИ

Самые восточные выходы морских чокракских отложений установлены (по фауне моллюсков) южнее ст. Арчман и (по микрофауне) были выделены в Прикопетдагском прогибе в скважине № 2, пробуренной в районе Изгант 1252—1257 м (Т. Р. Розыева, О. Узиков, 1962).

В других площадях Центрального Копет-Дага и Прикопетдагской впадины к чокракскому горизонту условно относились верхи карагауданской свиты.

В 1967 г. в материалах, переданных В. Ф. Карташевым из скважины № 4, пробуренной в районе Кел-Ата в интервале 669—678 м, нами и Д. Курбанназаровой обнаружен характерный чокракский вид остракод: *Trachyleberis dromas* Schn. в коренном залегании. Восточнее меридиана г. Ашхабада морские чокракские отложения замещаются солоноватоводно-лагуной фацией среднего миоцена, содержащей единичных представителей солоноватоводных остракод из родов: *Mediosyrpris*, *Eusyrpris*, и *Limnosyrpris*, резко отличающихся по составу от морского комплекса остракод чокракского горизонта, развитых к западу от Ашхабада.

Более интересная находка характерного чокракского вида *T. dromas* Schn. в Восточной Туркмении, в южной части Заунгузского прогиба. Здесь в скважине № 478 (Исмаил) в интервале 312,3—321,1 м в образцах, переданных нам А. И. Животовской, обнаружены 7—8 экземпляров этого вида в неплохой сохранности совместно с оогониями харовых водорослей. В образцах, взятых непосредственно выше и ниже указанного интервала, микрофауна в коренном залегании не обнаружена.

На глубине 389,1—400,9 м, почти на 70 м ниже интервала чокрака, встречен богатый комплекс остракод и фораминифер нижнего миоцена (горизонт с *Porosponion dendridicus* и *Cibicides ornatus* Bogd.).

Выводы

1. Наличие морской чокракской микрофауны в Восточной Туркмении указывает, что чокракская трансгрессия по Северо-Восточной Туркмении (по Дарьялык-Дауданскому и Заунгузскому прогибам) доходила почти до восточной границы республики.
2. Новые местонахождения чокракских остракод позволяют также выделить чокракский горизонт в тех местах, где раньше не удавалось установить, в частности, в Прикопетдагской впадине (в районе Кел-Ата) и в Восточной Туркмении (в Заунгузском прогибе), а также значительно расширить площадь распространения чокракского бассейна.

Институт геологии
(Ашхабад)

Поступило
17 сентября 1968 г.

УДК 551.782.21+56(118.22) [(252.33+575.4)

Т. Р. Розьева

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПОНТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЗАПАДНО-ТУРКМЕНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Морские понтические отложения в пределах Туркмении обнажаются только на северном берегу Кара-Богаз-Гола. В последние годы они были установлены бурением на нескольких площадях Западно-Туркменской низменности (К. К. Бабенко, Л. П. Маркова, 1958).

Характерные понтические остракоды были обнаружены Л. П. Марковой только в Кум-Даге и Боя-Даге и Д. А. Агаларовой (1955) в сопочной брекчии грязевых вулканов Чикишлярского района. Тщательные исследования подстилающих отложений других площадей Западно-Туркменской низменности долгое время не давали положительных результатов. Наконец, в 1967 г. в материалах скважины № 2, пробуренной в районе Сыртланли в интервале 1140—1146 м, был обнаружен типично понтический комплекс остракод, состоящий из видов: *Caspiolla acronasuta* Liv., *Pontoniella acuminata* Zal. (juv.), *Trahyleberis pontica* Liv., *Pseudocythere limata* Schn., *Cytherura pygmaea* Schn., *Leptocythere pontica* Suz., *Loxococoncha eichwaldi* Liv. и *L. djavaroivi* Schn., и из фораминифер *Streblus beccarii* Linne.

В других образцах, взятых выше и ниже этого интервала (более 18 образцов) были встречены единичные фораминиферы, перестроенные из палеогеновых и меловых отложений, характерные обычно для красноцветной свиты Западно-Туркменской низменности.

Видовой и родовой состав понтических остракод, встреченный в Сыртланли, почти не отличается от комплекса остракод понтических отложений Азербайджана, если не считать мелкорослость и угнетенность большинства форм.

Выводы

1. Понтическая трансгрессия в пределах Туркмении, очевидно, прикрывала только западную часть Западно-Туркменской низменности и изредка доходила до меридиана Малого Балхана.

2. Отсутствие понтических осадков на некоторых площадях Западно-Туркменской низменности, по-видимому, объясняется уничтожением их перед средним плиоценом, либо перекрытием их кратковременной понтической трансгрессией.

3. Состав остракод и фораминифер понта Туркмении указывает, что соленость понтического бассейна была близка к апшеронским и бакинским морям. Влияние речных вод не чувствуется даже в таких прибрежных участках, как Сыртланли, в комплексе остракод которых также отсутствуют пресноводные элементы.

Институт геологии
(Ашхабад)

Поступило
17 сентября 1968 г.

Х Р О Н И К А

С. М. Локтев
Б. А. Таимова

ТРЕТЬЕ СРЕДНЕАЗИАТСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО НЕФТЕХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Научные исследования по нефтехимии в республиках Средней Азии получили за последние годы значительное развитие. Для обобщения результатов исследований и координации проводимых работ Среднеазиатская секция научного совета по нефтехимии при Отделении общей и технической химии АН СССР совместно с республиканскими академиями наук созывает среднеазиатские совещания по нефтехимии и химической переработке углеводородов. Первые два совещания проходили в Ашхабаде (22—28 ноября 1962 г. и 17—20 мая 1967 г.). Третье совещание состоялось 21—24 октября 1968 г. в Ташкенте.

В работе совещания приняли участие свыше 200 ученых и инженерно-технических работников из 37 научных учреждений, вузов и предприятий страны. На совещании присутствовали ученые из всех институтов химического профиля академий наук и отраслевых институтов республик Средней Азии, специалисты нефтеперерабатывающих заводов Туркмении и Узбекистана, а также группа ученых и специалистов из Москвы, Ленинграда, Киева, Баку, Казани. На пленарных и секционных заседаниях было заслушано 90 докладов и сообщений по различным аспектам нефтехимии. На совещании работали три секции. По тематике секции «Состав, методы исследования и анализа нефтей и конденсатов и их переработка» заслушано 41 доклад. По тематике секции «Нефтехимический синтез и катализаторы» было 32 доклада. На заседаниях секции «Гетероорганические соединения нефтей и конденсатов» было представлено 17 докладов.

На первой секции — «состав, методы исследования и анализа нефтей и конденсатов и их переработка» — целый ряд докладов был посвящен выяснению химической природы углеводородов газоконденсатов и нефтей, сравнительной характеристике группового и индивидуального состава газоконденсатов (н. к. — 200) и прямых бензинов сопутствующих им нефтей или географически близко расположенных месторождений.

В докладе «Ресурсы, состав и направления переработки газовых конденсатов Средней Азии» суммированы все известные к настоящему времени данные по разведанным запасам конденсатов месторождений Средней Азии. Основываясь на фракционном и углеводородном составе конденсатов и учитывая потребности промышленности нефтехимического синтеза в квалифицированном сырье, конденсаты Средней Азии авторы рассматривают прежде всего как ценное химическое сырье.

По групповому углеводородному составу конденсаты разделены на две группы и предложены соответствующие схемы их переработки и использования (С. Р. Сергиенко, В. В. Усачев, Ф. Г. Тирон, Институт химии АН ТССР, СредАзНИИГаз, Институт экономики АН ТССР).

Петровым А. А. с сотрудниками было проведено количественное определение изопrenoидных углеводородов в различных отечественных нефтях. Исследование относительного распределения изопrenoидных углеводородов убедительно показало, что во всех нефтях главным источником их образования является фитол. Последнее обстоятельство является бесспорным доказательством биологической природы изученных нефтей (ИГиРГИ, Москва).

В Московском институте нефтехимической и газовой промышленности (МИНХиГП им. Губкина) под руководством проф. Я. М. Паушкина начаты работы

по исследованию биологических повреждений нефтяных топлив в условиях жаркого климата и борьбы с ними. Предложены комплексные (бактерицидные и антистатические) присадки для подавления развития микроорганизмов.

Много работ было посвящено совершенствованию существующих методов идентификации углеводов.

В Краснодарском филиале ВНИИНефтехим показана возможность получения бензола, нормальных парафиновых углеводородов и циклогексана высокой степени чистоты адсорбционным методом на модифицированных цеолитах, активированном угле и пористых стеклах (Р. В. Алексеева).

Разработана технология выделения нафтеновых углеводородов, в частности, циклогексана, метилциклопентана, диметилциклопентанов и др. из бензинов прямой гонки при помощи комплексообразования тиомочевинной; исследования проводились на пилотной установке, дан экономический расчет рентабельности процесса (Г. Г. Ашумов, М. М. Мирджавадова, ИНХП АН Аз. ССР).

В. А. Закупра, Е. В. Лебедев, А. П. Крупская предлагают проводить адсорбционно-хроматографическое разделение ароматических концентратов на активированной окиси алюминия с нанесенной пириновой кислотой (5% вес.). По данным расчета индивидуального состава при хроматографировании на окиси алюминия с добавками пириновой кислоты, концентрирование полициклической ароматики увеличивается в среднем на 10% (ВНИИПКНефтехим, Киев).

В. Ф. Камьяновым предложена методика систематизации и расчета времен относительного удерживания изопарафинов. Математическая обработка данных по удерживанию парафиновых углеводородов на 10 стационарных фазах как в набивных, так и в капиллярных колонках позволила получить уравнения, значительно точнее отражающие экспериментальные данные, чем известное до сих пор уравнение.

Следует отметить высокий методический уровень вышеупомянутых работ — широко привлекались такие методы идентификации углеводородов, как молекулярные сита, изомеризация, адсорбционная и газожидкостная хроматография.

На секции «Нефтехимический синтез и катализаторы» наиболее многочисленной была группа докладов, посвященная взаимопревращениям углеводородов (20 докладов).

Каталитический крекинг на пылевидном катализаторе вакуумного газойля туркменских нефтей, имеющих преимущественно парафино-нафтенный характер во всех фракциях, позволяет получить дополнительные количества высококачественных автомобильных бензинов, дизельных топлив и олефинов C_2-C_4 (М. Б. Аннамухамедов, Д. Н. Махтумов, Б. С. Назаренко, Красноводский НПЗ).

Для процесса гидрокрекинга синтезирован и опробован алюмокобальтхромовый катализатор, проявляющий высокую крекирующую, гидрирующую и изомеризующую активность на разных видах сырья (М. Ф. Абидова, Г. А. Берг, Р. Миджураев, И. Я. Пережигина, А. С. Султанов, СредАзНИИНП).

Исследование гидрогенизационной переработки алкилароматических углеводородов и технических углеводородных смесей на цеолитных катализаторах, содержащих соединения молибдена, кобальта, палладия, показало их более высокую активность и универсальность (А. А. Кричко, Д. Л. Муселевич, Н. Е. Догадина, Институт горючих ископаемых).

Гидрогенизационная каталитическая переработка оказалась также весьма эффективной для ароматизированных высокосернистых экстрактов из керосино-газойлевой фракции арланской нефти (С. Р. Садыкова, А. А. Кричко, А. С. Эйгенсон, Б. А. Козин, С. В. Пестриков, А. А. Хашпер, БашНИИНП).

Исследование термических и термокаталитических (на алюмосиликатном катализаторе) индивидуальных высокомолекулярных парафинов $C_{16}-C_{32}$ отдельных групп углеводородов, выделенных из фракции 350—450° челекенской нефти проведено с применением термогравиметрического, дифференциально-термического, газовольюмографического и хроматографического метода. Установлены значения температур начала разложения (Х. Н. Эрнеспесов, С. Р. Сергиенко, Институт химии АН Туркм. ССР).

Значительным ресурсом бензола может явиться дополнительная термическая обработка пироконденсата промышленных установок пиролиза, а также гидрогенизационная термическая переработка этого сырья под давлением 10—60 ат при температуре 750°. Выход жидких продуктов 80—88% при содержании в них 96—97% бензола (Ю. Г. Камбаров, ВНИИОлефин). Для выделения из пирогаза ценных непредельных углеводородов — бутадиена, изопрена, цикlopентадиена — предложена адсорбционно-ректификационная схема, обеспечивающая высокую степень их извлечения. В связи с проектированием крупных агрегатов пиролиза нефтяного сырья использование предлагаемой схемы весьма перспективно (Г. Гусейнова, ВНИИОлефин).

В присутствии березового активированного угля при 550—600° n -алканы C_6-C_8 превращаются преимущественно в ароматические углеводороды, содержание которых в катализате составляет 47—75%. Образуются также непредельные соединения. Пяти- и шестичленные циклены и цикланы при 600° дегидрируются на угле,

давая при 1 ат бензол и толуол, а при 15 мм рт. ст. — цикlopentadiеновые углеводороды (Т. И. Нарышкина, МИНХ и ГП им. Губкина).

С целью предотвращения отравления и повышения срока службы скелетного никелевого катализатора предложен способ гидрирования толуола, содержащего примеси сернистых соединений, с добавлением в сырье детоксикантов.

Получение ценного мономера 4-метилпентена путем димеризации пропилена в газовой фазе может быть успешно осуществлено над твердым катализатором (2—3% натрия на поташе) при 140—170°, 110 ат, объемной скорости 200 нл/кг катализатора в час. (В. Р. Аншелес, М. М. Юсупов, И. И. Писман, П. И. Маркосов, Ю. А. Агаджанов, ВНИИОлефин). При исследовании алкилирования бензола пропиленом на гетерополикислотных катализаторах установлено, что наиболее активен и стабилен катализатор кремневольфрамовая кислота на силикагеле. Выбраны оптимальные условия процесса (Н. А. Смирнова, А. А. Бахши-Заде, Р. И. Шендерова, ВНИИОлефин).

Большой интерес на заседаниях секции вызвали пять докладов по окислительным превращениям углеводородов. Разработана технология получения полифункциональных кислородсодержащих соединений окислением жидких парафинов (В. К. Цысковский с сотрудниками, ВНИИНефтехим). При получении дикарбоновых кислот парафины окисляются под давлением без катализатора в присутствии воды. Выделенная из оксидата смесь дикарбоновых кислот с помощью реакции поликонденсации превращается в продукты, не отличающиеся от стандартных на основе адипиновой или себаценовой кислот или растительных масел (Е. К. Прокофьев, В. К. Цысковский, ВНИИНефтехим). Разработан синтез окиси пропилена путем окисления пропилена гидроперекисью изопропилбензола в присутствии ацетил ацетоната молибдена при 115—120°, 50 ат. Выход окиси пропилена на гидроперекись 70—72% при селективности 75% (А. Г. Коновальчуков, Б. Р. Серебряков, М. А. Далин, Д. М. Хипиева, ВНИИОлефин).

На совещание были представлены два доклада О. Е. Леваневского с сотрудниками (Институт органической химии АН КиргССР). Результаты исследования н. декана и н. ундекана привели автора к заключению, что при окислении парафинов основная масса жирных кислот образуется не за счет окисления кетонов, а окислением конденсированных соединений. Последние, вероятно, являются конденсированными перекисями, образованными кетонами и оксигидроперекисями. При их окислении по α -механизму образуются CO_2 и жирные кислоты, при окислении по β - и γ -механизмам образуются окислосмолы. С целью повышения качества высших вторичных спиртов, получаемых окислением парафинов по А. Н. Башкирову, автор предложил обрабатывать сырые спирты водно-метанольным раствором формальдегида в присутствии Na_2CO_3 . За счет восстановления кетонов и перекисей выход спиртов повышается на 20—25%, а также улучшается их качество.

Восемь докладов на секции «Нефтехимический синтез и катализаторы» были посвящены проблемам получения нефтехимических продуктов широкого потребительского значения (присадки, поверхностно-активные и моющие средства, пластификаторы и др.).

В обзорном докладе Р. Х. Фрейдлинной, А. Б. Терентьева, С. Н. Аминова (Институт органической химии АН СССР) были обобщены итоги исследований по теломеризации этилена карбоновыми кислотами и их производными.

В докладе А. М. Кулиева (Институт химии присадок АН Азерб. ССР) был дан обзор исследовательских и опытных работ по синтезу разнообразных присадок, их свойствам, эффективности использования, перспективам дальнейших синтезов. Доклад С. М. Локтева, Ю. Б. Кагана, А. Н. Башкирова (Институт нефтехимического синтеза АН СССР) содержал материалы по разработке синтеза высших алифатических спиртов на основе конвертированного природного газа и методов переработки синтетических спиртов в пластификаторы (несимметричные диалкилфталаты) и поверхностно-активные вещества (аммонийные соли алкилсульфатов и алкилпиридинийхлориды).

В связи с высокой стойкостью к биохимическому окислению сульфанола НП-1 были проведены работы по замене тетрамеров пропилен α -олефинами, полученными термическим крекингом парафинов. В итоге получены моющие средства, биохимически окисляющиеся в стандартных условиях на 90—95% (Б. С. Назаренко, Д. Н. Махтумов, Красноводский НПЗ).

Исследовано металлирование α -олефинов (индивидуальных и содержащихся в продуктах крекинга парафина) алкилнатриевыми реагентами. Дальнейшие превращения алкилнатриевых производных позволяют получить различные продукты. В частности, изучена возможность получения непредельных кислот (Ю. Т. Гордаш, И. А. Чернышев, В. А. Серов, ВНИИПКНефтехим).

На третьей секции совещания — «Гетероорганические соединения нефти и конденсатов» — значительное число работ было посвящено исследованию сераорганических соединений нефти Западного Узбекистана. Н. М. Окунь и С. Л. Гусинской представлены данные по сераорганическим соединениям, содержащимся в нефтях месторождений Бухаро-Хивинской нефтегазоносной провинции. Установлено, что су-

существует взаимосвязь между составом нефтей и литологической характеристикой вмещающих пород. К карбонатным отложениям приурочены более сернистые и менее термостабильные нефти, а к терригенным — наоборот: менее сернистые и более термостабильные нефти. В зависимости от состава вмещающих пород изменяется не только общая сернистость нефти, но и соотношение между содержанием различных групп сераорганических соединений (ЦНИЛ Объединения «Бухаранефтегаз», ТашГУ им. Ленина).

Исследованию химической природы сульфидов средних фракций нефтей Таджикистана посвящена работа И. У. Нуманова и А. И. Скобелиной.

Водные растворы алкиларилсульфонатов, полученных алкилированием ароматических углеводородов, газоконденсата с последующим сульфированием 20%-ным олеумом, обладают хорошими поверхностноактивными свойствами (Т. Муратов, С. Н. Аминов, С. А. Зайнутдинов, К. С. Ахмедов, Институт химии АН УзССР, Ташкент).

В лаборатории химии нефти Института химии АН ТССР разработан способ ионообменной хроматографии, позволяющий получить нефтяные кислоты высокой степени чистоты. Представлены результаты исследования условий сорбции нефтяных кислот анионитом ЭДС-10п. Изучены кинетика сорбции, зависимость сорбции от концентрации раствора, размера зерен анионита и температуры процесса (А. Н. Ниязов, Е. Ф. Ниязбердыева, Б. М. Моллаков).

В работе Е. В. Лебедева и Н. И. Шамеко приводится термодинамический анализ реакции алкилирования п-крезола, изобутиленов в газовой фазе. Методом структурных групп вычислены термодинамические параметры (тепловой эффект, энтропия и константа равновесия) для термодинамически возможных реакций.

Произведено вычисление состава реакционной смеси для случая непосредственного алкилирования в ядро: образования эфиров п-крезола и изобутилкрезола с последующей их изомеризацией; образования моно- и диалкилпроизводных п-крезола по последовательно-параллельной схеме (ВНИИПКнефтехим, Киев).

Совещание обсудило и приняло решение, в котором дан анализ состояния исследований по нефтехимии в Средней Азии, отмечены недостатки в этой области, намечен ряд организационных мероприятий, даны рекомендации по выполнению некоторых актуальных тем. Решение и другие справочные материалы будут изданы и разосланы заинтересованным организациям. Доклады и сообщения, заслушанные на Третьем совещании, намечено издать в виде отдельного сборника. Совещание приняло предложение Академии наук Туркменской ССР о созыве Четвертого среднеазиатского совещания по нефтехимии и химической переработке углеводородов в Ашхабаде в сентябре—октябре 1970 г.

Институт химии
АН Туркменской ССР

Поступило
25 ноября 1968 г.

М. Маммедов

ПЛЕНУМ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО ПОСТОЯННОМУ МАГНИТНОМУ ПОЛЮ ЗЕМЛИ И ПАЛЕОМАГНЕТИЗМУ в г. АШХАБАДЕ

Состоявшийся 25.IX—I.X. 1968 г. в Ашхабаде пленум Научного совета по постоянному магнитному полю Земли и палеомагнетизму при Отделении наук о Земле АН СССР был посвящен в основном обсуждению работ, проводимых в среднеазиатских республиках. Предыдущий пленум Совета по работам в Средней Азии проводился в 1966 г. в г. Ташкенте.

В работе пленума, кроме местных специалистов, занимающихся вопросами магнитного поля Земли, магнетизма горных пород и палеомагнетизма и 19 членов Совета — ученых из Москвы, Ленинграда и других городов СССР принимали участие делегаты из Узбекского геофизического треста, Института сейсмологии АН УзССР, геофизической экспедиции ИФЗ и ИЗМИР АН СССР, работающей в Гарме, Алтайской геофизической экспедиции (г. Усть-Каменогорск), а также гости, приглашенные из Тбилисского госуниверситета, Института геологии и геофизики СО АН СССР, ИЗМИР АН СССР.

Как известно, первые определения магнитного скопления на территории Средней Азии относятся к началу XVIII века; более 100 лет назад были начаты инструментальные определения всех трех элементов магнитного поля Земли. Однако плановые наблюдения элементов геомагнитного поля на больших территориях проводились лишь в советский период. Неоднократно проверялись и исправлялись магнитные карты Средней Азии.

Вопросу о мировой магнитной съемке и изучении вековых вариаций геомагнитного поля был посвящен доклад В. П. Орлова. Докладчик отметил, что высокоточные измерения аномалий векового хода проводятся Институтом физики Земли и атмосферы АН СССР в районе Предкопетдагской сейсмоактивной зоны. Сейчас на Земле есть районы, где ежегодное изменение поля достигает 150 гамм. Бывший центр векового хода, расположенный ранее в р-не Каспийского моря, сошел к нулю. Максимальное внимание наблюдениям векового хода будет уделено в 1969 г.

Ю. Д. Калинин сообщил о теоретическом подтверждении эксцентрического расположения дипольной части главного магнитного поля Земли.

Доклад Т. Н. Симоненко был посвящен разработке новых методов разделения нормальной и аномальной составляющих геомагнитного поля. Выделение главного магнитного поля Земли, не связанного с полем кристаллической коры, наиболее успешно выполняется методом частотного анализа наблюдаемого суммарного поля и классическим способом синтеза геомагнитного поля с помощью коэффициентов сферического гармонического анализа.

Г. Н. Петрова подчеркнула важность постановки археомагнитных исследований в Средней Азии, результаты которых значительно дополнили бы имеющиеся сведения о западном дрейфе геомагнитного поля.

Доклад А. Н. Храмова посвящался анализу результатов палеомагнитных исследований мезозоя и кайнозоя, проведенных во всех странах.

Первые палеомагнитные исследования осадочных пород были начаты (1953 г.) на территории Западной Туркмении. К настоящему времени большой армией геофизиков собран огромный материал, охватывающий все геологические периоды и все континенты. Этот материал будет использован в составлении мировой палеостратиграфической шкалы. Результаты палеомагнитных исследований позволяют наглядно продемонстрировать глобальный характер магнитных инверсий, изменения ее частоты в разные геологические периоды, проследить миграцию геомагнитных полюсов за сотни миллионов лет и, наконец, выявить на картах геомагнитных широт, составленных для мезозойской эпохи, четкие разломы палеомагнитных широт на границах крупных материков, позволяющих, в свою очередь, оценить характер горизонтальных перемещений этих материков в прошлом.

В докладе Х. Назарова рассматривались результаты палеомагнитного изучения горных пород мезозойского и кайнозойского возрастов некоторых районов Туркменской ССР. Полученные им данные имеют не только научное, но и практическое значение; они в дальнейшем могут быть использованы при палеомагнитной корреляции разрезов, вскрываемых буровыми скважинами в закрытых районах.

Доклад М. Маммедова и выступление Л. Е. Шолпо посвящались методам выделения устойчивых и неустойчивых видов естественной остаточной намагниченности горных пород. Вязкая остаточная намагниченность, возникающая под длительным действием современного магнитного поля Земли, по величине прямо пропорциональна магнитной восприимчивости пород и часто преобладает над первоначальной намагниченностью, сохранившейся до наших дней с эпохи образования породы. Этот фактор должен быть принят во внимание не только при палеомагнитных исследованиях, но и при геологической интерпретации магнитных аномалий.

О предварительных результатах изучения аномалий векового хода на Ашхабадском геофизическом полигоне сообщил Г. В. Крамаренко. Докладчик отметил возможность повышения точности наблюдений, которая позволит обнаруживать слабые аномалии векового хода, связанные даже с нарушениями в структуре осадочного чехла.

О палеомагнитных исследованиях эффузивных образований междуречья Исфайрамсох (Южная Фергана) докладывал Х. А. Абдуллаев (г. Ташкент).

П. Г. Ахматов подверг справедливой критике ленинградский завод «Геолого-разведка» и киевский завод «Точэлектроприбор» за плохое качество выпускаемых ими некоторых приборов, предназначенных для магнитных измерений (в частности ИОН-1 и ИМВ-2). Его совместный доклад с делегатами из Узбекского геофизического треста посвящался обсуждению результатов палеомагнитного изучения неогена Дарваза (Памир) и палеозоя Чаткало-Кураминского региона (Срединный Тянь-Шань). В совместном докладе палеомагнитологов из Алтайского геофизического треста говорилось о работах, проводимых в Юго-Западном Алтае.

Одному из актуальных вопросов в изучении предвестников землетрясений были посвящены доклады Н. А. Иванова (Институт геофизики УФ АН СССР), В. П. Головкина (ИЗМИР АН СССР), Ю. П. Скогородкина (ИФЗ АН СССР), представителя Института сейсмологии АН Узб.ССР, выступление Ц. Г. Акopiana (Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм.ССР). В этих работах обсуждается ряд примеров, имеющих прямое или косвенное отношение к предвестникам землетрясений и связанных с тектоническими процессами.

Смежным вопросам магнитной разведки были посвящены выступления А. М. Карасика, И. А. Зоткевича, А. Г. Звегинцева и др.

По обсужденным вопросам пленум принял резолюцию, в которой отмечается важность продолжения и практического применения результатов палеомагнитных исследований, необходимость увеличения выпуска высокочувствительных протонных магнитометров, необходимость продолжения на более высоком научном уровне работ по изучению предвестников землетрясений.

Институт физики Земли и атмосферы
АН Туркменской ССР

Поступило
10 ноября 1968 г.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция просит авторов при направлении рукописей для опубликования в журнале «Известия Академии наук Туркменской ССР» соблюдать следующие правила.

1. Рукопись должна сопровождаться разрешением на опубликование с указанием адреса учреждения, в котором выполнена работа. В конце рукописи должны быть подпись автора, адрес и телефон.

2. Тщательно отредактированный и выправленный материал должен быть напечатан на машинке в двух экземплярах, на одной стороне листа, через два интервала. Необходимо оставлять слева поля шириной 4—5 см. Страницы рукописи должны быть пронумерованы и снабжены списком литературы; объем рукописи, включая таблицы и список литературы, не должен превышать 12 страниц машинописи стандартного размера.

3. Таблицы, пронумерованные по порядку, должны иметь заголовки. Нельзя давать однородный материал в виде таблиц и графиков одновременно.

4. Список литературы приводится в конце рукописи на отдельном листе, в тексте указываются только номера ссылок в квадратных скобках, например [1].

Журнальная литература цитируется так: номер ссылки, фамилия и инициалы автора, название журнала, том, номер, страница и год.

Книги цитируются так: номер по порядку, фамилия и инициалы автора, полное название книги, издательство, место и год издания.

Нельзя ссылаться на статьи, не вышедшие из печати, частные сообщения и отчеты.

5. Графический материал должен быть выполнен на ватмане или кальке чистую, в двух экземплярах. Обозначения осей координат, цифры, буквы должны быть ясными и четкими.

На оборотной стороне каждого рисунка должны быть обозначены мягким карандашом (не химическим) инициалы и фамилия автора, название рукописи, номер рисунка. Подписи к рисункам представляются в двух экземплярах на отдельных страницах.

На полях в соответствующих местах текста ставятся номера рисунков. Необходимо полностью согласовать текст, подписи под рисунками и надписи на них.

6. Следует делать различия между строчными и прописными буквами латинского алфавита, для чего строчные буквы отмечают двумя черточками сверху, а прописные — двумя черточками снизу. Особое внимание надо обращать на написание таких букв: С и с; I и i; K и k; O и o; S и s; P и p; V и v; U и u; W и w.

Греческие буквы обводятся красным карандашом.

7. Если представлено несколько рукописей одного автора, желательно указывать порядок их публикации.

8. В случае возврата рукописи на доработку автору, датой поступления в редакцию считается время поступления ее в исправленном виде.

9. Автор получает один экземпляр корректуры. Изменения текста, графиков и рисунков против оригинала не допускаются. Прочитанная корректура должна срочно возвращаться в редакцию.

10. К статье должен быть приложен краткий реферат в двух экземплярах.

11. Авторы, посылающие статью в редакцию, должны оформлять ее с учетом новой системы единиц «СИ».

12. Авторы должны снабжать статью индексом, согласно Универсальной десятичной классификации (руководство по индексации имеется в любой научной библиотеке).

Постановлением Совета Министров СССР от 18.1.1959 г. № 418 и последующим решением Государственного комитета по координации научно-исследовательских работ СССР и Президиума Академии наук СССР редакции научных и научно-технических журналов обязаны представлять в ВИНТИ рефераты публикуемых материалов.

В настоящей инструкции сформулированы требования к содержанию и оформлению рефератов, которыми и следует руководствоваться.

Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.
2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: индекс УДК, проставляемый в левом верхнем углу, название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.
3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.
4. Объем рукописи реферата не должен превышать 1,5 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30×21), в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны).
5. Таблицы схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10, библи. 6.
6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулы следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными в оба экземпляра. Исправление замеченных опечаток в первом экземпляре не делается.

К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

Издательство «Ылым» в 1968 году выпустило в свет книгу **«Газо-конденсаты и нефти. Состав, свойства и направление использования компонентов газоконденсатов Средней Азии»** объемом 24 л., на русском языке, ценой 2 р. 56 коп.

В сборнике суммированы материалы Второго среднеазиатского совещания по нефтехимии и химической переработке углеводородных газов, проходившего в г. Ашхабаде 17—20 мая 1967 г.*

Основная часть книги посвящена итогам научно-исследовательских работ, проведенных за последние годы в научных учреждениях и вузах среднеазиатских республик по изучению состава и свойств нефтей и газоконденсатов Туркмении и Узбекистана. Значительный раздел в книге составляют работы, посвященные выяснению ресурсов, химического состава конденсатов, природных и попутных газов, являющихся важным и дешевым сырьем развивающейся нефтехимической промышленности.

В первом полугодии 1969 года выходят книги:

Ниязов А. М. Нафтенновые кислоты. 8 л. На русском языке. 80 к.

В последнее время нафтенновые кислоты приобретают все большее значение как важное сырье для производства различных продуктов, применяемых во многих областях народного хозяйства.

Особое значение имеют перспективы использования их в сельском хозяйстве в качестве ростового вещества, противотермитного препарата, для получения ядохимикатов, пластификатов и т. д.

Перспективы дальнейшего роста ресурсов нафтенновых кислот вызвали и определили необходимость разработки новых рациональных путей их использования в народном хозяйстве. В связи с этим изучение состава, свойств и строения нафтенновых кислот представляет научно-практический интерес.

Предлагаемая вниманию читателей книга рассматривает вышеуказанный комплекс вопросов на примере исследования нафтенновых кислот туркменских месторождений.

Сергиенко С. Р., Атамередова К. Р., Усачев В. В., Толстеньев В. С., Моисейков С. Ф., Мазурина Н. Ю. Конденсаты Средней Азии, их состав и направления использования. 20 л. На русском языке. 2 р.

В монографии собран обширный материал по характеристике фракционного и химического составов и свойств конденсатов всех месторождений Средней Азии как эксплуатируемых, так и разведочных площадей. По наиболее крупным и перспективным месторождениям, наряду с групповым углеводородным составом, приводятся количественные данные по индивидуальному составу углеводородов конденсатов. Имеются в монографии обширные данные, характеризующие свойства газоконденсатов в пластовых условиях. Дается оценка конденсатов как ценного химического сырья и предлагаются схемы, определяющие основные направления и процессы химической переработки и технического использования конденсатов.

Желающих приобрести названные издания просим присылать свои заявки по адресу: *ТССР, г. Ашхабад, пр. Свободы, 77, издательство «Ылым».*

МАЗМУНЫ

Матевосян Р. Р., Шахов В. И. — Чызыксыз стерженли системаларың дурнуқлылығы	3
Аннаев Р. Г., Юсубов Т. М., Коршик Ю. Г. — Угурдаш магнит мейданында ко- бальтың электрогаршылығының температура бағлылығыны дернемек	11
Аннаев Р. Г., Коршик Ю. Г. — Угурдаш магнит мейданында кобальт-германий сплавларында электрогаршылығың температура бағланышықлы үйтгеме- сини дернемек	16
Дөвлетов А., Сарыев Ш. — Гүн энергиясының хасабына жайлары гыздырмағың мүмкинчиликлери	21
Жемилов Г. Г., Беркелиев М. — Зонал дрейфин <i>F</i> -областында гүнортаның өң янындақы ионизация аномалиясының эмеле гелмегине болан тәсири хакда	25
Өвезгелдиев О., Бабаев А. — Спорадик <i>E</i> гатлагың йығылык характеристика- лары хакда	29
Ивашенко Г. А., Медовой М. М. — Среданың ёкары гатлагындақы толкунлары өврнемекде бир нокатлы системаларың уланылышы хакда	36
Сергиенко С. Р., Усачев В. В. — Орта Азияның конденсатлары, оларың ишлениш ве уланыш угурлары	40
Сергиенко С. Р., Атамередова К. Р., Гүлжаев Б. А., Медведева В. Д., Тала- лаев Е. И., Мартынюк А. Д. — Ожақлының конденсатларының индиви- дуал углеводород дүзүми	48
Ивашенко Г. А., Медовой М. М. — Йығылык ве вагт нуктай назарлары яқын- лашанда болуп гечйән физики процеслериң өсүш вагтында алынған сейсмики язғыларың спектрал анализиниң негижелериниң эсасында	61
Алехин С. Н. — Гүнбатар Көпетдагың ерасты сувларындақы бариниң миграция- сының айратынлықлары	66
Назарова А. Л. — Улы Балканың бат чөкүнди пародасының ағыр минераллары- ның характеристикасы	73
Сапаров Ч. — Прибалкан районының гызыл реңк гатлагының сырылып гайдян овнук материалларының чешмелери ве эмеле гелиш шертлери	78
Тәчмырадов Б. — Флюндлериң дик чүвдүрим миграциясының йүзе чыкян вагты ве характери барада	86
Розыева Т. Р., Лаптева Т. М. — Көпетдагың Гараговдан свитасының остракод- лары ве харовлы водоросллары	94

ГЫСГА ХАБАРЛАР

Мамаев С., Назаров А., Прочухан В. Д., Стржалковский М. Е. — Кесиклердәки
гаты эргинлериң йылылык гечирижилиги барада $2\text{GaAs}-\text{ZnGeAs}_2$,
 $2\text{GaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ (106). Рутгайзер Е. М. — Дондурыжы опреснитель
установкаларың буз генераторлары билен бугардыжыларының сепгидин-
дәки контактлы йылылык чалышмасыны экспериментал дернемек (108).
Бердиев А. А., Лежнев Н. Б., Назарова Г. А. — Сувуклыклары 2—3 Ггц
йығылыкларда дернемек үчин акустик аппаратура (110). Акгаев Г. А. —
Гүнбатар Көпетдагың лёс жыңсларың эмеле гелши хакда (112).
Чонанов Г. — Өйлериң дашкы пәсгелчиликлериниң ориентациясының
жайың температура режимине болан тәсириниң дернемек (113).
Ятченко Л. Д. — Гүнбатар Көпетдагың ёкаркы сарматы хакда (115).
Розыева Т. Р. — Гүндогар Түркменистан ве Меркези Көпетдаг районла-
рында деңиз чокракларының тапындылары хакда (118). Розыева Т. Р. —
Гүнбатар-Түркмен чөкетлигинде понттик чөкүндилериң яйрайшы бара-
дақы тәзеликлер (119).

ХРОНИКА

Локтев С. М., Тайимова Б. А. — Нефтехимия ве углеводородлары химики тайдан
ишлемек барадақы үчүнжи Орта Азия маслахаты (120). Мәммедов М. —
Палеомагнетизм ве Ериң хемишелик магнит мейданы хакдақы ылмы
советиң Ашгабатдақы пленумы (123).

Авторлар үчин дүзгүнинама

CONTENTS

Matevosyan R. R., Shakhov V. I. — Stability of Nonlinear Pivotal Systems	3
Annayev R. G., Yusupov T. M., Korshik Y. G. — Temperature Dependence of Cobalt Resistance as Investigated in Longitudinal Magnetic Field	11
Annayev R. G., Korshik Y. G. — Temperature Dependence of Cobalt—Germanium Alloy Resistance as Investigated in Longitudinal Magnetic Field	16
Davletov A., Sariyev Sh. — Possibilities of Heating Buildings by the Utilization of Solar Energy	21
Jemilev G. G., Berkeliyev M. — The Effect of Zonal Drift on the Formation of Before-Noon Ionization Anomaly in F-region	25
Ovezgeldiyev O., Babayev A. — Frequency Responses of the Sporadic Layer E	29
Ivashchenok G. A., Medovoi M. M. — Single-Punctate Systems Application while Investigating Waves in Upper Part of Medium	36
Sergiyenko S. R., Usachev V. V. — Condensates in Middle Asia, Their Processing and Utilisation	40
Sergiyenko S. R., Afameredova K. R., Kuljaye B. A., Medvedeva V. D., Talalaye E. I., Martynyuk A. D. — Individual Hydrocarbon Content of the Achak Condensates	48
Ivashchenok G. A., Medovoi T. T. — Methods for Master Frequency Discrimination by the Results of Seismogram Spectral Analysis when the Frequency and Time Characteristics of the Physical Processes Converge	61
Alekhin S. N. — Barium Migration Peculiarities in Subterranean Waters of West Kopet-Dag	66
Nasarova A. L. — Heavy Mineral and Rock Character of the Bat Sediments in Big Balkhan	73
Saparov Ch. — Conditions for Red Series Formation in the Pre-Balkhan Region	78
Tachmuradov B. — On the Character and Manifestation Time of Fluid Vertical Striated Migration	86
Rosiyeva T. R., Lapteva T. M. — Ostracoda and Charophyta from the Karaudan Formation of Kopet-Dag	94

SHORT COMMUNICATIONS

Mamayev S., Nasarov A., Prochukhan V. D., Sirzhalkovsky M. E. — On the Thermoconductivity in $2\text{CaAs}-\text{ZnGeAs}_2$, $2\text{CaAs}-\text{ZnSiAs}_2$ Systems (106). Rutshaizer E. M. — Experiments on Heat Transfer in the Evaporating Ice Generators of Freezing Disalination Units (108). Berdiyev A. A., Lezhnev N. B., Nazarova G. A. — Ultrasonic Units for Liquid Investigation in the 2–3 Gc/s Frequency Range (110). Akgayev G. A. — On the Origin of Loessial Rocks in West Kopet-Dag (112).
Chonanov G. — The Effect of External Protectors Orientation on Temperature Conditions of Building (113).
Yatchenko L. D. — Upper Sarmat West Kopet-Dag (116). Rosiyeva T. R. — Neptunian Chockrack in Central Kopet-Dag and East Turkmenia (118). Rosiyeva T. R. — New Data on Pont Sediments in the West Turkmenian Lowland (119).

CHRONICLE

Loktev S. M., Taimova B. A. — III Middle-Asia Conference on Oil Chemistry and Chemical Processing of Hydrocarbons (120). Mammedov M. — Plenary Meeting of the Scientific Council on the Earth's Magnetic Field and Paleomagnetism Held in Ashkhabad (123).
--

Notes for Contributors

125

Ученый секретарь редколлегии С. П. Хрипунова
Техредактор Р. Санатулова.
Корректор А. Аракелова.

Сдано в набор 16/XII—68 г. Подписано к печати 18/II—69 г. Уч.-издат. л. 9,6.
Привед. л. 11,2. Физ. печ. л. 8. Формат 70×108¹/₁₆. Зак. № 207.
Тираж 750 экз. Цена 60 кол. И—03620.

Издательство «Ылым». Ашхабад, пр. Свободы, 77.
Типография изд-ва «Ылым», г. Ашхабад, ул. Энгельса, 2.

Цена 60 коп.

Индекс
77948

Проводится подписка
на журнал
**„ИЗВЕСТИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
ТУРКМЕНСКОЙ ССР“**
на 1969 год

ПО СЕРИЯМ:

физико-технических, химических
и геологических наук
биологических наук
общественных наук
и журнал „Проблемы освоения пустынь“

Периодичность каждой серии
6 номеров в год

Подписная плата

серия физико-технических,
химических и геологиче-
ских наук

на год 3 р. 60 к.

на 6 месяцев 1 р. 80 к.

цена отдельного

номера 60 к.

серии биологических,
общественных наук
и журнал „Проблемы
освоения пустынь“

3 р.

1 р. 50 к.

50 к.

*Подписка принимается
во всех отделениях
„СОЮЗПЕЧАТИ“*