

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ТУРКМЕНСКОЙ ССР

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

3

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Ахмедов А. — Способ математического моделирования многоступенчатых систем массового обслуживания	3
Аннаев Р. Г., Оразсахатов А. — Температурная зависимость магнитоотрицательности магний-медных и никель-медных ферритов	11
Бердыев А. А. — Акустические исследования некоторых жидкостей на высоких частотах	16
Юсупов Т. М. — Исследование изменения термоэлектродвижущей силы сплавов системы никель-олово в продольном магнитном поле	22
Афариди А. М. — Температурная зависимость гальваномагнитного эффекта сплавов системы никель-алюминий	27
Сергиенко С. Р., Челпанова М. П., Гарбалинский В. А., Козырева А. С. — О химической природе высокомолекулярной части морской нефти Челекенского месторождения	33
Голуб А. М., Акмырадов Р. — Термические свойства нитридоплатинидов калия	44
Тиунов К. В. — Верхнемеловые отложения Большого Балхана	49
Кулиев А., Кулиев К. — К генезису межпластовой залежи флюорита в Гаурдаке	57
Акмамедов А., Ткаченко А. — Гидрогеологические особенности красноцветной толщи Юго-Западной Туркмении	63
Молчанов М. Ф. — Динамика пластовых давлений Челекенского месторождения подземных йодо-бромных вод	69
Кулиев К. — Литолого-петрографическая характеристика нижне- и среднеюрских отложений Кугитанг-Тау	75
Мархасева З. В. — Стратиграфическое значение пыльцы для туронских отложений западной части Средней Азии	82
Пурлиев Ч. — Нижнемеловые тригонитиды Турккыра	89
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	96
Агаев Я., Газаков О., Слободчиков С. В. — Фотопроводимость в AlSb р-типа (96). Мамаев С., Алланазаров А. — Об особенности температурного хода коэффициента Холла в твердых растворах CdSnAs ₂ -2InAs (98). Вахабова Х., Мусаев И. А., Ниязов А. М. — Нормальные парафиновые углеводороды нефти Котур-Тепе (99). Самвелов Р. Г. — К петрографии эоцен-олигоценовых отложений Западной Туркмении (102). Иомудский К. — О себестоимости питьевой воды в Туркмении (106).	
На ученом совете Физико-технического института Академии наук Туркменской ССР	110
Х Р О Н И К А	111
Годичное собрание Академии наук Туркменской ССР	111
Муратов С. — Новая конференция молодых ученых Туркменистана	112
МЕТЕОРНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ	113
Абдылов А. — Активность метеорного потока Персеид в 1964 г.	113

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Отв. редактор — академик Академии наук Туркменской ССР С. Р. Сергиенко.
 Зам. отв. редактора — академик Академии наук Туркменской ССР К. К. Машрыков.
 Отв. секретарь — кандидат технических наук В. И. Кривенцов.
 Академики Академии наук Туркменской ССР В. А. Баум, П. И. Калугин,
 Г. С. Седельников; члены-корреспонденты Академии наук Туркменской ССР
 А. А. Бердыев и А. М. Ниязов; кандидаты физико-математических наук К. Калчаев,
 А. Аширов; кандидат геолого-минералогических наук Д. М. Мильштейн,
 кандидаты технических наук К. Таганов, Д. Д. Джигирис.

ТҮРКМЕНИСТАН ССР
ЫЛЫМЛАР АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
ХАБАРЛАРЫ

ФИЗИКА-ТЕХНИКИ, ХИМИКИ ВЕ ГЕОЛОГИК
ЫЛЫМЛАРЫҢ СЕРИЯСЫ

3

1965

Ашгабат

ИЗВЕСТИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
ТУРКМЕНСКОЙ ССР

СЕРИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ
И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

3

1965

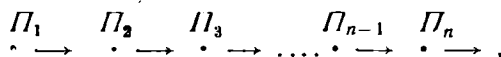
Ашхабад

СПОСОБ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Настоящая статья посвящена моделированию на электронно-вычислительных машинах (ЭВМ) системы массового обслуживания (СМО), состоящей из нескольких обслуживающих приборов и бункеров ограниченной ёмкости. В производственных системах приборами являются станки, транспортные устройства и т. п.; требованиями — обрабатываемые заготовки и детали. При рассмотрении работы таких систем приходится учитывать случайные факторы (время бесперебойной работы прибора, время простоя и т. п.), влияющие на некоторые важные выходные параметры. Для моделирования СМО с учетом этих факторов применяется метод статистических испытаний [1]. Моделированию СМО посвящены работа [2—9].

Заметим, что термин «требование» удобен для обозначения «штучных» заявок (изделий) на обслуживание. Более общим является термин «единица». За «единицу» можно принимать одну заявку на обслуживания, группу из K заявок на обслуживания, а в потоках непрерывного характера (сыпучие и жидкие вещества, электрическая энергия и т. п.) — соответствующие единицы измерения. Многоступенчатую СМО, состоящую из n приборов Π_i ($i=1, 2, \dots, n$), снабженных бункерами, можно схематически представить в виде направленного графа [9], узлам которого отвечают приборы, а соединяющие их вектора показывают направления потоков единиц. Мы ограничимся случаем отсутствия циклов в графе (а значит, и в моделируемом процессе).

В этом случае можно перенумеровать узлы графа (то есть приборы Π_i) так, что меньшему индексу отвечает более ранняя стадия процесса, то есть если вектор направлен от Π_i к Π_j , то $i < j$. Простейшим примером такой системы является граф-цепочка



которую мы обозначим через S_n .

Рассмотрим подробнее алгоритм моделирования СМО. Под Π_i будем подразумевать рассматриваемый в данный момент прибор, а Π_{i-1} и Π_{i+1} — соответственно предыдущий и последующий приборы. Будем говорить, что Π_i вместе с бункером, стоящим перед ним, составляет i -й элемент системы. Каждый из элементов системы S_n характеризуется следующими параметрами: ΔT_i — промежуток времени бесперебойной

работы прибора Π_i ; Δt_i — промежуток времени, в течение которого Π_i простаивает по различным причинам (починка прибора, смена инструмента, подналадка, профилактический ремонт и т. п.); λ_i^0 — максимальное количество единиц (изделий), обслуживаемых прибором Π_i за единицу времени, то есть максимальная интенсивность его работы; λ_i — текущая интенсивность прибора Π_i ($0 < \lambda_i \leq \lambda_i^0$); m_i^0 — предельная ёмкость бункера перед Π_i ; m_i — текущее количество единиц, находящихся в бункере перед прибором Π_i ($0 < m_i \leq m_i^0$), причем величина m_i принимает целочисленные значения.

Дисциплину обслуживания единиц в системе определим следующим образом: система обслуживает поток единиц одного сорта. Если Π_i находится в рабочем состоянии и нет очереди перед ним (то есть его бункер пустой), то поступившее на Π_i единица начинает обслуживаться сразу же, в противном случае единица поступает в указанный бункер (становится в очередь). Если в каком-нибудь бункере имеются единицы, то момент окончания обслуживания i -ой единицы на соответствующем приборе совпадает с моментом начала обслуживания $(j+1)$ -ой единицы. Полагаем, что система без потерь, то есть в случае заполнения какого-либо бункера предшествующий ему прибор останавливается и может возобновить свою работу только после освобождения в этом бункере хотя бы одного места.

Если Π_i простаивает, то:

1) Π_{i-1} может функционировать, если он находится в рабочем состоянии и $m_i < m_i^0$, то есть выполнена конъюнкция логических условий $(\lambda_{i-1} > 0) \wedge (m_i < m_i^0)$.

2) Π_{i+1} может функционировать, если он находится в рабочем состоянии и $m_{i+1} > 0$, то есть выполнена конъюнкция логических условий $(\lambda_{i+1} > 0) \wedge (m_{i+1} > 0)$.

Если перед Π_i отсутствует бункер, то при $\lambda_{i-1} \leq \lambda_i$ Π_i функционирует с интенсивностью прибора Π_{i-1} ; при $\lambda_{i-1} > \lambda_i$ прибор Π_{i-1} настраивается на интенсивность прибора Π_i . Если Π_{i-1} останавливается, то останавливается и Π_i . На каждом приборе одновременно может обслуживаться только одна единица. Допускается возможность выхода из строя приборов по различным причинам.

В работе [7] приводится алгоритм моделирования работы одного прибора с неограниченным бункером. При этом фиксируются только «редкие» изменения состояний системы (выход из строя прибора, заполнение или опустошение бункера), а наступление более частых событий (обслуживание одной единицы, появление брака) подчиняется закономерностям, выражаемым аналитически. Там же кратко обсуждается вопрос о построении модели для более сложных СМО.

В работе [8] дается оперативная схема описываемого моделирования системы S_n .

В настоящей статье приводится подробная блок-схема алгоритма, которая позволяет при помощи несложных формальных операций составить программу для конкретной вычислительной машины. Система S_n просматривается только в момент наступления «редких» событий. В промежутке времени между двумя последовательными моментами просмотра все параметры системы изменяются линейно. Предполагаем, что ΔT_i и Δt_i — неотрицательные случайные величины, заданные для каждого прибора своими функциями распределения: $F_i(t)$ и $f_i(t)$.

При моделировании различных случайных процессов методом статистических испытаний (метод Монте-Карло) необходимо получать случайные величины, подчиненные различным законам. Наиболее важную роль играют случайные величины, распределенные по равномерному закону. Равномерно распределенные случайные числа получаются

в ЭВМ с помощью датчиков чисел или же программным способом с помощью некоторого рекуррентного соотношения. В последнем случае числа называются *псевдослучайными*. Существует ряд способов преобразования равномерно-распределенных случайных чисел в последовательность чисел, распределенных по заданному закону [1]. Для получения случайных величин ΔT_i и Δt_i можно воспользоваться известным предложением: если случайная величина ξ имеет плотность распределения $f(x)$, то распределение случайных величин $\eta = \int_{-\infty}^{\xi} f(x) dx$ является равномерным в интервале $(0,1)$. Вырабатываются случайные или псевдослучайные числа R_i и r_i , равномерно распределенные в интервале $(0,1)$. Тогда искомые величины ΔT_i и Δt_i определяются соответственно из уравнений:

$$\int_{-\infty}^{\Delta T_i} F_i(t) dt = R_i \text{ и } \int_{-\infty}^{\Delta t_i} f_i(t) dt = r_i.$$

Отметим, что в системе обслуживания для некоторого количества приборов по конструктивным данным или по характеру близости выполняемых на них операций, величины λ_i могут быть равными. В этом случае мы говорим, что эти приборы имеют одинаковую интенсивность.

Кроме того, по тем же причинам может оказаться, что для некоторого количества приборов, начиная с какого-либо номера i , кончая номером $m \ll n$, величина ΔT_i или Δt_i , или же обе одновременно подчиняются одним и тем же законам. В последнем случае такие приборы обозначим через P_j (ΔT_i , λ_i , Δt_i), ($i \leq j \leq n$). Несмотря на то, что на них могут выполняться совершенно различные операции, эти приборы в смысле моделирования являются идентичными.

Описанная выше СМО S_n характеризуется некоторым множеством M_{c_n} присущих ей случайных величин. Выделим некоторые подмножества: $M_1, M_2, M_3, M_4 \subset M_{c_n}$.

Причем $M_1 = \{T_i^{\text{от}} = T + \Delta t_i\}$ — множества моментов готовности приборов к обслуживанию единиц после починки или же простоя по вине другого прибора; $M_2 = \{T_i^{\text{ок}} = T + \Delta T_i\}$ — множества моментов окончания работ приборов; $M_3 = \{T + T_i^{\text{зан}}\}$ и $M_4 = \{T + T_i^{\text{н}}\}$ — соответственно множества элементов заполнения и опустошения бункеров перед приборами.

Элементы этих множеств будем называть моментами, существенно изменения состояний элементов системы: просмотр состояний элементов системы производится в указанные моменты в порядке их расположения на шкале абсолютного времени и каждый раз вносятся соответствующие изменения в характеристики этих элементов. Известно, что правильно рассчитанные объемы бункеров существенно повышают пропускную способность системы. И, наоборот, из-за «узких мест» (неправильно рассчитанных бункеров) качество функционирования системы ухудшается. Поэтому при моделировании, в частности, стараются получить характеристики, позволяющие судить о том, насколько часто происходило заполнение и опустошение бункеров. К решению этой задачи можно подойти по-разному. Так, например, в работах [2—6] строится функция распределения количества единиц, находящихся в данном бункере. Это дает возможность определить, с какой частотой бункер содержал то или иное количество единиц.

В данной статье, так же как и в работах [7 и 8], строится функция распределения времени, в течение которого в данном бункере находилось определенное число целых порций единиц. Эта характеристика позволяет определить, сколько времени данный бункер находился в том или ином состоянии. Переход к другим статистическим характери-

кам заполняемости бункеров не связан существенными изменениями в алгоритме. Каждому бункеру i соответствует массив из l_i+1 ячеек $a_i, a_i+1, \dots, a_i+l_i$, причем в ячейке a_i+k ($k=0, 1, \dots, l_i; i=1, 2, \dots, n$) содержится величина T_i^k — время, в течение которого в бункере находилось от $k \frac{m_i^0}{l_i}$ до $(k+1) \frac{m_i^0}{l_i}$ единиц. Отметим, что если в системе обслуживания ёмкости m_i^0 некоторого количества $r \ll n$ бункеров мало отличаются друг от друга, то, заменяя эти предельные ёмкости средним арифметическим $\frac{\sum m_i^0}{r} = m^0$, можем считать количество единиц в порциях для этих бункеров фиксированным и равным K^0 . В таком случае для гистограммы каждого из этих бункеров необходимо будет равное количество ячеек: $l = \frac{m^0}{K^0}$.

Описание блок-схемы

На рис. 1 приводится блок-схема предлагаемого алгоритма реализации математической модели, рассматриваемой СМО. В блок-схеме прямоугольниками обозначены арифметические блоки, имеющие один выход. Логические блоки обозначены кружками и имеют два выхода: если логическое условие, указанное в круге, выполняется, то управление передается по стрелке с цифрой 1, в противном случае — по стрелке с цифрой 0. Допустим, что многократное проигрывание модели производится за время $(0, T^*)$. В начале проигрывания предполагается: $T_i^a = T_i^b = T_i^c = T_i = \beta_i = \gamma_i = 0$; $\lambda_i = \lambda_i^0$, признаки $\alpha_i = \delta_i = 0$, а также $\pi_i = 2$. Последний признак означает, что $0 < m_i < m_i^0$ ($i=1, 2, \dots, n$).

Мы будем различать следующие типы простоев Π_i :

1) Прибор находится в починке (естественный простой), время починки обозначим через T_i^a ;

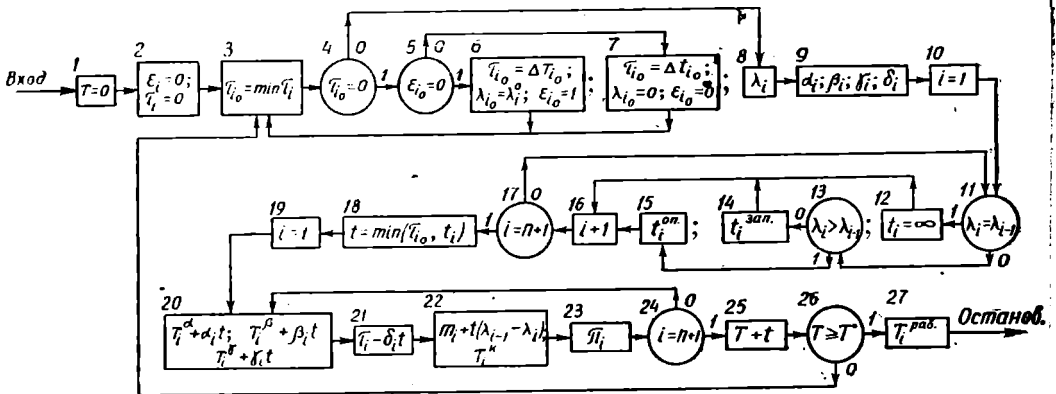


Рис. 1.

2) простой по вине предыдущего прибора (T_i^b), то есть простой при $m_i=0$ и $0 \leq \lambda_{i-1} < \lambda_i$ (бункер перед Π_i пуст и Π_{i-1} или простаивает, или же функционирует менее интенсивно, чем Π_i);

3) простой по вине последующего прибора (T_i^c), то есть простой при $m_{i+1} = m_{i+1}^0$ и $0 \leq \lambda_{i+1} < \lambda_i$ (бункер перед Π_{i+1} заполнен и Π_{i+1} или простаивает или же функционирует менее интенсивно, чем Π_i).

Будем считать, что неравенство $0 < m_i < m_i^0$ всегда имеет место, всюду в блок-схеме выражение $a \pm b$ означает увеличение (уменьшение) a на величину b . В блоках 1—2 величина T , ε_i и τ_i ($i = 1, 2, \dots, n$) полагаются равными нулю. В блоке 3 величина τ_{i_0} вычисляется по форме $\tau_{i_0} = \min_{0 < i < n} \tau_i$. Функции блоков 4—7 заключаются в следующем. В начале проигрывания для всех приборов вырабатываются случайные величины $\tau_i = \Delta T_i$. В дальнейшем для тех приборов, у которых ΔT_i стало равным нулю, вырабатываются $\tau_i = \Delta t_i$, признаки $\varepsilon_i = 0$, а их текущие интенсивности делаются равными нулю ($\lambda_i = 0$) для приборов, у которых стало $\Delta t_i = 0$, вырабатываются $\tau_i = \Delta T_i$ признаки $\varepsilon_i = 1$, а также им присваиваются предельные интенсивности ($\lambda_i = \lambda_i^0$).

При подходе к блоку 8 уже имеем τ_{i_0} — наименьший из элементов множеств M_1 и M_2 . Блок 8 в развернутом виде дан на рис. 2. Он вносит изменения в интенсивности приборов, которые могут быть вызваны опустошением или заполнением соседних бункеров и состоянием соседних приборов. При $m_i = 0$ величина λ_i определяется по формуле $\lambda_i = \min(\lambda_i, \lambda_{i-1})$, в случае $m_i > 0$ по формуле $\lambda_i = \lambda_i$. Если $m_i = m_i^0$, то прибору P_{i-1} присваивается текущая интенсивность $\lambda_{i-1} = \min(\lambda_{i-1}, \lambda_i)$ в противном случае $\lambda_{i-1} = \lambda_{i-1}$.

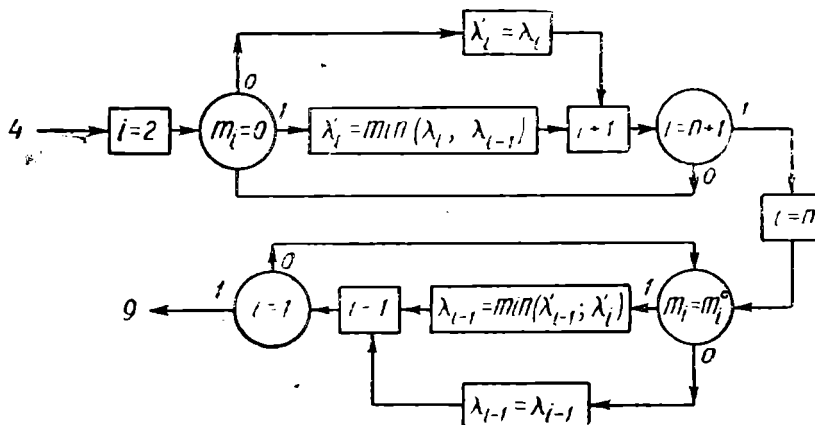


Рис. 2.

Блок 9, развернутый вид которого дан на рис. 3, вырабатывает величины δ_i , α_i , β_i и γ_i по следующим формулам:

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{при } 0 < \lambda_i < \lambda_i^0 \\ 0, & \text{при } \lambda_i = 0 \end{cases}$$

$$\alpha_i = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 < \lambda_i \leq \lambda_i^0 \\ 1, & \text{при } \lambda_i = 0. \end{cases}$$

$$\beta_i = \begin{cases} \frac{\lambda_i - \lambda_{i-1}}{\lambda_i}, & \text{при выполнении } (\pi_i = 0) \wedge (\lambda_{i-1} < \lambda_i) \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$\gamma_i = \begin{cases} \frac{\lambda_i - \lambda_{i+1}}{\lambda_i}, & \text{при выполнении } (\pi_{i+1} = 1) \wedge (\lambda_{i+1} < \lambda_i) \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Если прибор Π_i за время t функционировал, то $\delta_i = 1$ и $\alpha_i = 0$, если же он простаивал (естественный простой), то $\delta_i = 0$ и $\alpha_i = 1$. Признаки α_i , β_i и γ_i необходимо соответственно для учета времени естественного простоя, простоя по вине Π_{i-1} и простоя по вине Π_{i+1} прибора Π_i . В блоке 12 N —большое число. Далее в блоках 14 и 15 определяются по формулам:

$$t_i^{\text{зан}} = \frac{m_i^0 - m_i}{\lambda_{i-1} - \lambda_i} \quad \text{и} \quad t_i^{\text{оп}} = \frac{m_i}{\lambda_i - \lambda_{i-1}}$$

отрезки времени, по истечении которых могло бы произойти заполнение или опустошение бункеров (концы этих отрезков являются элементами множеств M_3 и M_4). Блок 16 — счетчик, блок 17 обеспечивает повторения работы блоков 14 и 15 для всех бункеров системы.

В блоке 18 определяется промежуток времени $t = \min_{0 < i < n} [\tau_{i0}, t_i]$.

Таким образом, $(T+t)$ —наименьший из элементов множеств M_1, \dots, M_4 будет следующим моментом времени просмотра всех элементов системы. За промежуток времени $(T, T+t)$ текущие интенсивности приборов остаются постоянными, а емкости бункеров будут изменяться линейно, а также заполнение и опустошение бункеров не произойдет. Если при определении очередного t окажется, что некоторое количество элементов системы имеет одинаковые моменты ближайшего просмотра, то в начале рассматривается работа прибора с наименьшим порядковым номером.

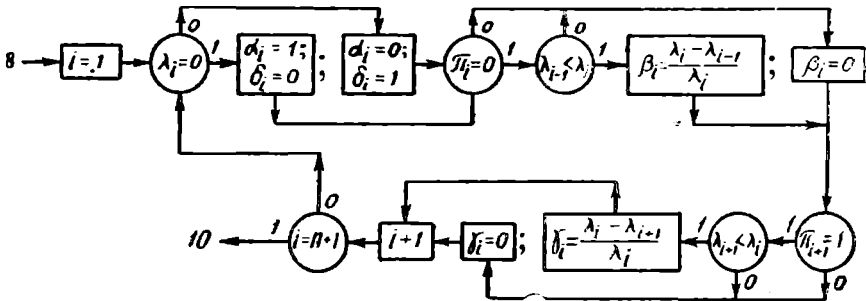


Рис. 3.

В блоке 20 суммируется время простоев всех приборов по различным причинам. К моменту времени $T+t$ параметры системы изменяются следующим образом: величины T_i^a, T_i^b, T_i^l увеличатся соответственно на $\alpha_i t, \beta_i t, \gamma_i t$ (блок 20), величина τ_i уменьшится на $\delta_i t$ (блок 21), а также число требований в бункере станет равным $m_i + (\lambda_{i-1} - \lambda_i) t$ (блок 22). В этом же блоке строятся гистограммы-характеристики состояний бункеров: к величинам T_i^x прибавляется число

$$t \frac{\bar{h} - b}{\Theta},$$

где $K = b, b + \Theta, b + 2\Theta, \dots, \bar{b}$; $b = \lfloor l_i \frac{m_i}{m_i^0} \rfloor$,

$$\Theta = \text{sgn}(\lambda_{i-1} - \lambda_i) \quad \text{и} \quad \bar{b} = \left\lfloor l_i \frac{m_i + (\lambda_{i-1} - \lambda_i) t}{m_i^0} \right\rfloor.$$

Таким образом, блоки 18—24 осуществляют функционирование всей системы в целом в промежутке времени $(T, T+t)$.

В блоке 23 признаки π_i , фиксирующие состояние каждого бункера в момент $T+t$, вырабатываются следующим образом:

$$\pi_i = \begin{cases} 0, & \text{при } m_i = 0, \\ 1, & \text{„ } m_i = m_i^0, \\ 2, & \text{„ } 0 < m_i < m_i^0. \end{cases}$$

Работа блока 23 более подробно показана на рис. 4. Блок 25 производит счет абсолютного времени. Проигрывание модели продолжается до тех пор, пока не выполнится условие в блоке 26. В блоке определяется суммарное время работы приборов по формуле:

$$T_i^{\text{раб}} = T - (T_i^a + T_i^b + T_i^c).$$

В специальных ячейках суммируются общее время работы и общее время простоя для каждого прибора. По общему времени работы приборов и по заданному проценту брака определяется общее количество единиц, обслуженных каждым прибором системы. Описанный алгоритм непосредственно распространяется на более общие системы, изображаемые графами без циклов. В случае наличия у какого-либо прибора P_j нескольких входящих потоков однородных единиц, величина λ_j в промежутке времени $(T, T+t)$ определяется с учетом того, что часть приборов, посылающих единицы на P_j , может простаивать либо работать с меньшей интенсивностью.

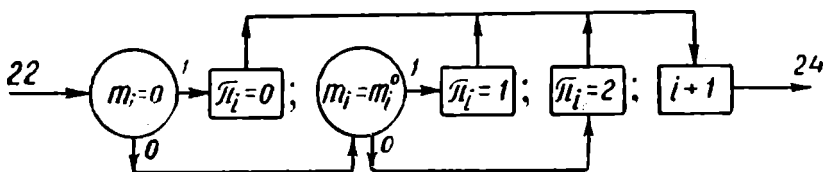


Рис. 4.

Если же имеются неоднородные входящие потоки — K потоков разного типа (или K — группа потоков разного типа), то соответственно имеются K интенсивностей $\lambda_i^{(1)}, \lambda_i^{(2)}, \dots, \lambda_i^{(k)}$, входящих потоков каждого типа. В общем случае надо считать, что у прибора P_i имеется K бункеров для единиц разного типа и опустошение хотя бы одного из этих бункеров вызывает в работе P_i изменения, аналогичные случаю входящего потока одного типа. Можно также допустить наличие нескольких выходящих потоков от данного прибора. Это позволяет, в частности, имитировать операцию отбраковки единиц на произвольном приборе. Если прибор P_i допускает брак, причем бракованные единицы не поступают на P_{i+1} , то это может рассматриваться как разветвление потока, выходящего из P_i на поток бракованных единиц с интенсивностью $\alpha\lambda$, где α — средняя доля брака, и поток единиц, поступающих на P_{i+1} с интенсивностью $(1-\alpha)\lambda$.

Может случиться, что K единиц, поступающих на P_i , превращается в одну единицу, направляемую на P_{i+1} (P_i производит «сборку») или, наоборот, одна единица с P_i превращается в K единиц, направляемых на P_{i+1} (P_i — производит операцию «деление»). В этих случаях при сравнении интенсивности двух последовательно расположенных приборов P_i и P_{i+1} предварительно должны быть приведены к одинаковым единицам. Во всех этих случаях величина t выбирается из условия постоянства λ_i на промежутке $(T, T+t)$, благодаря чему коли-

чество единиц в каждом бункере является линейной функцией от времени. Если мы рассматриваем входящий поток прибора P_r , который вместе с другими приборами P_r', P_r'', \dots питается от одного бункера, то в случае его опустошения дисциплина обслуживания системы должна предусмотреть порядок поступления очередной единицы на один из приборов

$$P_r, P_r', P_r'', \dots$$

В качестве примера многоступенчатой непроизводственной СМО укажем на работу медицинского учреждения; единицы — это обслуживаемые больные, приборы — те или иные кабинеты; очереди понимаются в непосредственном смысле. Разветвление потоков означает, что после осмотра в каком-либо кабинете больные могут быть направлены в другие кабинеты. Здесь мы имеем, в частности, СМО с возможными возвращениями к «приборам», у которых «единицы» однажды обслуживались.

Автор выражает глубокую благодарность чл.-корр. АН СССР Л. А. Люстернику, а также научному сотруднику И. Е. Майзлину за ценные советы при выполнении работы.

Туркменский госуниверситет
им. А. М. Горького

Поступило
14 декабря 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусленко Н. П., Шрейдер Ю. А. — Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация на электронных цифровых машинах. Физматгиз, М., 1961.
2. Климов Г. П., Алиев Г. А. — Журнал вычислительная математика и математическая физика, № 5, 933—935, 1961.
3. Климов Г. П. — Там же, стр. 935—940.
4. Алиев Г. А., Бусленко Н. П., Климов Г. П., Назаренко А. И. — Проблемы кибернетики, вып. 9. Физматгиз, М. 211—240, 1963.
5. Алиев Г. А. — Доклады АН АзССР, № 3, 19, 1963.
6. Любченко И. С., Майзлин И. Е. — Вестник МГУ. Сер. математика, механика, № 2, 37—43, 1963.
7. Ахмедов А. — Журнал вычислительная математика и математическая физика, № 2, 327—337, 1964.
8. Ахмедов А. — Успехи математических наук, вып. 5, т. XIX, 198—200, 1964.
9. Фидрих И. Доклады АН СССР, т. 153, № 4, 779—782, 1963.

Р. Г. АННАЕВ
А. ОРАЗСАХАТОВ

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ МАГНИТОСТРИКЦИИ МАГНИЙ-МЕДНЫХ И НИКЕЛЬ-МЕДНЫХ ФЕРРИТОВ

Магниевые, марганцевые, медные и никелевые ферриты и их соединения имеют структуру шпинели. Название шпинельная структура происходит от минерала $MgAl_2O_4$, который кристаллизуется в кубической системе. Структура шпинели впервые изучена Брэггом [1] и Нишикава [2]. О характере изменения констант магнитострикции ферритов со структурой Шпинели с температурой имеется очень мало сведений. Знание температурной зависимости констант магнитострикции практически и теоретически очень интересно.

В работе исследованы одновременно температурная зависимость магнитострикции и намагниченность систем магний-медных и никель-медных ферритов. Теория температурной зависимости четных эффектов Н. С. Акулова [3] приводит к линейному закону для констант, характеризующих четный эффект. Для магнитострикции этот закон имеет вид:

$$\lambda_S^{(T)} = \lambda_S^{(0)} \left(1 - \frac{T}{\Theta} \right), \quad (1)$$

где $\lambda_S^{(0)}$ и $\lambda_S^{(T)}$ — магнитострикция насыщения соответственно при абсолютном нуле и температуре T ; Θ — точка Кюри. Из закона декомпенсации, установленного одним из авторов [4] для четных эффектов, в данном случае для магнитострикции, при полях магнитного насыщения имеем:

$$\lambda_{S,AB}^{(T)} = \lambda_{S,A0}^{(T)} + \beta B, \quad (2)$$

где $\lambda_{S,A0}^{(T)}$ и $\lambda_{S,AB}^{(T)}$ — магнитострикция насыщения соответственно чистого ферромагнитного элемента и сплава $A-B$ в полях магнитного насыщения при данной температуре T ; β — постоянный коэффициент, который определяется из опыта, B — атомный процент второго ферромагнитного компонента.

Кроме этого, из закона декомпенсации для точки Кюри [4] имеем:

$$\Theta_{AB} = \Theta_{A0} + aB, \quad (3)$$

где Θ_{A0} и Θ_{AB} — точки Кюри соответственно чистого ферромагнитного компонента и сплава $A-B$; a — постоянная величина. Экспериментальная проверка формулы (1), проведенная исследователями [5, 6, 7], показала, что эта формула находится в согласии с данными измерений магнитострикции насыщения, полученными на чистом никеле и его сплавах. Что касается исследования температурной зависимости магнитострикции ферритов и проверка на основе этого формулы (1) для ферритов, то такого рода исследованиям посвящено незначительное число работ. В работе [8] изучалась температурная зависимость магнитострикции никель-цинковых ферритов и установлено, что формула (1) для никель-цинковых ферритов находится в согласии.

Из экспериментальных результатов [9, 10, 11] видно, что формула (2) хорошо подтверждается для линейной магнитострикции сплавов железо-кобальт, никель-железо, никель-кобальт при малых концентрациях легирующих элементов. А что касается проверки формул (1), (2) и (3) для ферритовых образцов, насколько нам известно, никто не ставил перед собой задачу, кроме А. И. Сучкова [8].

Цель данной работы — исследовать температурную зависимость магнитострикции и намагниченности систем магний-медных и никель-медных ферритов и проверка справедливости формул (1), (2), (3) для данных полупроводниковых ферримангнетиков. Для проведения опытов изготовлено 9 образцов, составы которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Составы магний-медных и никель-медных ферритов

Номера образцов	% молярные		
	MgFe ₂ O ₄	CuFe ₂ O ₄	NiFe ₂ O ₄
1	100	—	—
2	75	25	—
3	50	50	—
4	25	75	—
5	—	100	—
6	—	75	25
7	—	50	50
8	—	25	75
9	—	—	100

магнитострикции и намагниченности систем магний-медных и никель-медных ферритов и проверка справедливости формул (1), (2), (3) для данных полупроводниковых ферримангнетиков. Для проведения опытов изготовлено 9 образцов, составы которых приведены в табл. 1.

Все компоненты этих систем ферритов, примененные при составлении шихты, марки «ЧДА». Перемешивание шихты каждого состава проводилось в шаровых мельницах в течение 48 часов. Приготовленная шихта предварительно отжигалась в селитовых печах при температуре 800—900°C. Продолжительность

предварительного отжига для всех составов—2 часа. Прессовались образцы всех составов при давлении 3 т/см². Окончательный отжиг образцов производился в селитовых печах при температуре 1200°C в течение 3-х часов. Охлаждались образцы вместе с печью.

Исследование температурной зависимости магнитострикции и намагниченности магний-медных и никель-медных ферритов проводилось на образцах в виде стержней длиной 12 см и диаметром 6 мм. Магнитострикция измерялась методом выносных проволоочных тензотметров, примененных впервые К. П. Беловым [12] и усовершенствованных в дальнейшем Д. И. Волковым и В. И. Чечерниковым [6], предложившим более совершенный вид измерительной головки выносного датчика.

Точность измерения магнитострикции методом выносных датчиков составляла 2—3%.

Магнитострикция подсчитывалась по формуле [12]:

$$\lambda = \frac{R_{эт}}{\eta R_D \alpha_{эт}} \frac{L}{l} \alpha,$$

где η — коэффициент тензочувствительности проволоки; R_D — сопротивление рабочего датчика; $R_{эт}$ — эталонное сопротивление в 0,01 ом, включенного последовательно с R_D ; $\alpha_{эт}$ — отклонение гальванометра,

соответствующее $R_{эТ}$; L — длина проволочки рабочего датчика; l — длина образца; α — отклонение гальванометра, вызванное магнитострикцией.

Намагниченность этих ферритов определялась известным баллистическим методом.

Изотермы магнитострикции и намагниченности снимались в интервале температуры от комнатной до точки Кюри данных ферритов.

Для создания температуры в намагничивающую катушку смонтирована бифилярно намотанная на фарфоровую трубку электрическая печь из нихрома.

Расстояния между витками были почти одинаковыми по всей ее длине и составляли 2 мм. Печь смазывалась огнеупорной глиной и изолировалась асбестом.

Температура образцов измерялась хромель-алюмелевой термопарой, холодный спай которой находился в сосуде Дьюара с таящим льдом. Термоэлектродвижущая сила термопары определялась потенциометром малого сопротивления типа ПМС-48. В качестве индикатора применен зеркальный гальванометр типа М21/4. Термопара градуировалась по точкам плавления металлов. Печь питалась через стабилизатор напряжения СН-250. Температура измерялась с точностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Результаты измерения и их обсуждение

Результаты исследования температурной зависимости магнитострикции магний-медных и никель-медных ферритов представлены на рис. 1—4 и в табл. 2. На рис. 1, 2 показана зависимость магнитострик-

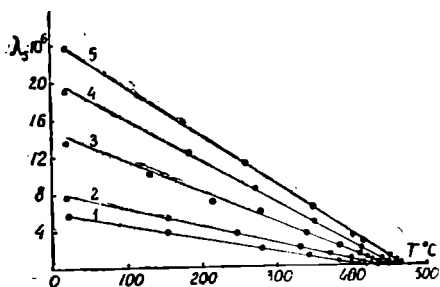


Рис. 1. Температурная зависимость магнитострикции насыщения магний-медных ферритов (1—5 — номера образцов приведены в табл. 1).

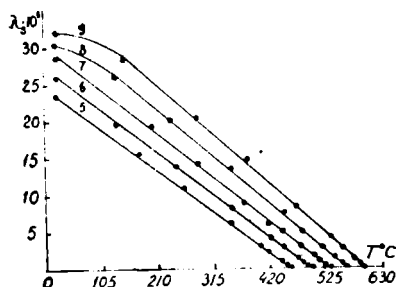


Рис. 2. Температурная зависимость магнитострикции насыщения никель-медных ферритов (5—9 — номера образцов приведены в табл. 1).

ции насыщения системы магний-медных и никель-медных ферритов от температуры. При этом магнитострикция насыщения для каждого ферритового образца при различных температурах получена из изотермы магнитострикции этих ферритов. С увеличением температуры для всех магний-медных и никель-медных ферритов магнитострикция прямолинейно падает, то есть экспериментальные данные хорошо согласуются с теоретическим соотношением в области температур от комнатной до температуры Кюри (за исключением образцов № 8 и 9, для которых указанное согласие выполняется от 100°C). Из рис. 1 и 2 видно, что все прямые $\lambda_s(T)$ пересекают ось абсцисс в пределах температур: в системе магний-медных ферритов — 422 — 465°C ; никель-медных — 465 — 595°C , то есть температуры Кюри этих двойных систем ферритов ле-

жат в интервале указанных температур. В табл. 2 приведены значения намагниченности насыщения систем магний-медных и никель-медных ферритов при комнатной температуре.

Как видно из этой таблицы, намагниченность насыщения возрастает в системе магний-медных ферритов с увеличением содержания феррита меди и в системе никель-медных ферритов—феррита никеля.

Таблица 2

Значения намагниченности насыщения исследованных ферритов

Номера ферритов	I_s, G	Номера ферритов	I_s, G
1	110	6	170
2	120	7	186
3	132	8	226
4	141	9	280
5	147	—	—

увеличением концентрации никелевого феррита, что и подтверждается соотношением (2).

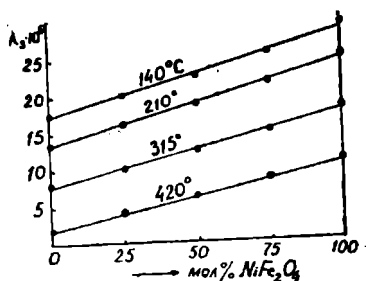


Рис. 3. Зависимость магнитострикции насыщения системы никель-медных ферритов от мол % $NiFe_2O_4$ при различных температурах.

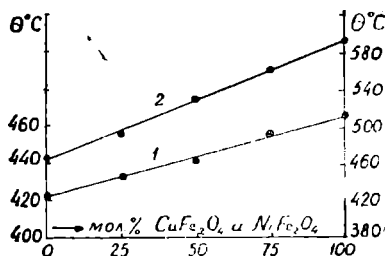


Рис. 4. Зависимость точки Кюри систем магний-медных и никель-медных ферритов соответственно от мол % $CuFe_2O_4$ и $NiFe_2O_4$: 1—для системы $(Mg,Cu)Fe_2O_4$; 2—для системы $(Cu,Ni)Fe_2O_4$.

На рис. 4 представлена зависимость точки Кюри системы магний-медных ферритов от мол. % $CuFe_2O_4$ и системы никель-медных ферритов от мол. % $NiFe_2O_4$. Точки Кюри для обеих систем ферритов определены двумя способами: путем экстраполяции прямых $\lambda_S(T)$ к оси абсцисс при $\lambda_S = 0$ (рис. 1 и 2) и путем экстраполяции прямых $I_S(T)$ к оси абсцисс при $I_S = 0$, элиминируя роль «хвостов» [13] и аномалий изменения I_S вблизи температуры Кюри. Значения точек Кюри, определенные двумя способами, очень близки друг к другу.

Точки Кюри прямолинейно возрастают в системе магний-медных ферритов с увеличением содержания медного феррита (рис. 4, прямая 1) и в системе никель-медных ферритов с увеличением концентрации феррита никеля (прямая 2), что качественно согласуется с формулой (3).

С повышением содержания феррита никеля в системе никель-медных ферритов и меди в системе магний-медных ферритов повышается магнитострикция и намагниченность насыщения при низких температурах и вместе с тем растет температура Кюри.

Изменение магнитострикции и намагниченности насыщения в зави-

симости от температуры и состава исследуемой двойной системы ферритов непосредственно связано с особенностями магнитного взаимодействия ионов в подрешетках и с характером размещения ионов в кристаллической решетке изучаемых ферритов, имеющих структуру шпинели.

В ы в о д ы

1. Исследована температурная зависимость магнитострикции и намагниченности 9 составов в системе магний-медных и никель-медных ферритов в интервале температур от комнатной до точки Кюри.

2. Для всех магний-медных и никель-медных ферритов с повышением температуры магнитострикция насыщения линейно падает, что качественно согласуется с соотношением (1) Н. С. Акулова в области температур от комнатной до точки Кюри (кроме образцов № 8,9 для которых формула (1) выполняется, начиная со значения температуры 100°C и выше).

3. Магнитострикция насыщения при данной температуре в системе магний-медных и никель-медных ферритов линейно возрастает соответственно с увеличением содержания медного и никелевого феррита, что и согласуется с соотношением (2).

4. Определены температуры Кюри двойной системы ферритов. Они имеют промежуточные значения между температурами Кюри чистых компонентов и лежат в интервале 420—595°C.

5. Точка Кюри линейно возрастает в системе магний-медных и никель-медных ферритов соответственно с увеличением содержания феррита меди и никеля, что и описывается формулой (3).

6. Намагниченность насыщения магний-медных и никель-медных ферритов имеет промежуточные значения между показателями чистых компонентов и находится в пределах 110—280 гаусс.

Туркменский госуниверситет
им. А. М. Горького

Поступило
29 июня 1964 г.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Bragg W. H. — Nature, 95, 561, 1915.
2. Nishikawa S. — Proc. Tokyo, Math. Phys. Soc., 8, 199, 1915.
3. Акулов Н. С. Ферромагнетизм, ОНТИ, 1939.
4. Аннаев Р. Г. — Тр. ТСХИ, т. XI, 1958.
5. Власов А. Я. — Известия АН СССР, сср. физич., т. 16, вып. 6, 1952.
6. Волков Д. И. и Чечерников В. И. — ЖЭТФ, т. 27, вып. 2 (8), 208, 1954.
7. Власов А. Я., Сафонов В. А., Сафонов И. А. — Известия Сиб. отд. АН СССР, сср. физич., № 2, 1959.
8. Сучков А. И. — ЖТФ, т. 24, вып. 9, 1954.
9. Masuata — Soc. Rep. Tokoku Imp. University. 21, 394, 1932.
10. Бозорет Р. — Ферромагнетизм, ИЛ, М., 1956.
11. Schulz A. — Zs. f. Phys., 50, 488, 1928.
12. Белов К. П., Шмидт В. В. — ЖТФ, 23, 1, i4, 1953.
13. Белов К. П. — Магнитные превращения. Физматгиз, М., 1959.

А. А. БЕРДЫЕВ

АКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ВЫСОКИХ ЧАСТОТАХ

Исследование распространения и поглощения акустических волн на высоких частотах приобретает исключительно важное значение с точки зрения изучения релаксационных процессов в жидкостях и является основным фундаментом для проверки релаксационной теории [1]. Результаты исследования на высоких частотах позволяют в некото-

рых случаях количественно истолковать параметры τ , μ_{\max} , ν_c и $\frac{\Delta V}{V}$, входящие в релаксационную теорию.

$\alpha/\nu^2 \cdot 10^{17}$

Жидкость	t°С	Частота												
		21,6	27	35,5	38	60	63	71	77	93	105	114	130	134
Вода		—	25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	25,5	—	24,1
Бензол	20	916	—	918	—	—	913	—	—	895	—	—	—	891
Бромбензол	20	149	—	151	—	—	144,5	—	—	148,3	148	—	—	143
Хлорбензол	20	142	—	144	—	—	144,5	—	—	140	—	—	—	144
Иодбензол	20	224	—	218	—	—	220	—	—	209	212	—	—	218
Метилбензол	20	—	80	—	80,2	79,3	—	81,5	—	81,7	—	80	79,0	—
О-ксилол	25	—	67,5	—	64,5	65,7	—	68,6	—	67,5	—	—	67	—
М-ксилол	25	—	74,5	—	70,2	72,5	—	75,7	—	77	—	—	76,2	—
П-ксилол	25	—	63,4	—	64	66	—	65,5	—	—	—	—	66,4	—
О-толуидин	25	—	58	—	53,2	52,5	—	53	—	57,9	—	60	51,5	—
М-толуидин	25	—	56,5	—	61,5	51,5	—	57,5	—	53,6	—	52,5	50	—
П-толуидин	60	—	—	—	41	44,2	—	41,6	—	42	—	—	40,9	—
Нафталин	85	370	—	336	—	—	320	—	297	295	286	—	—	285
Тиофен	20	1696	—	1715	—	—	1647	—	—	1557	1515	—	—	1452
Хлороформ	20	411	—	410	—	—	409	—	408	413	—	—	—	407
Хлористый метилен	20	920,3	—	914	—	—	885	—	840	810,3	760	—	—	693
Четыреххлористый углерод	20	543,3	—	—	—	—	—	—	546,2	538,1	533,3	—	—	544,2

Нами исследовано поглощение ультразвуковых волн в ряде жидкостей на частотах 20—482 мгц. Полученные результаты приведены в табл. 1. Исследования поглощения ультразвуковых волн проводились импульсным методом, описанным в работах [2, 3]. Результаты дополнялись дисперсионными измерениями тонкой структуры релеевского рассеяния, а также спектроскопическими данными о колебательных спектрах исследуемых объектов. Одновременно для каждой жидкости определялись плотность ρ , вязкость η , показатель преломления n и скорость ультразвука V .

Из всех исследованных жидкостей в диапазоне частот 20 ÷ 482 мгц заметное отклонение от квадратичного закона обнаружено в бензоле, тиофене [4], четыреххлористом углероде, хлороформе, нафталине, хлористом метиле*. На рис. 1 приведены наши результаты, где для бензола, четыреххлористого углерода нанесены также данные Д. И. Маша, В. С. Старунова, И. Л. Фабелинского [5]. Как видно из табл. 1 и рис. 1, в бензоле, тиофене, хлороформе, нафталине и хлористом метиле с ростом частоты имеет место отклонение от квадратичной зависимо-

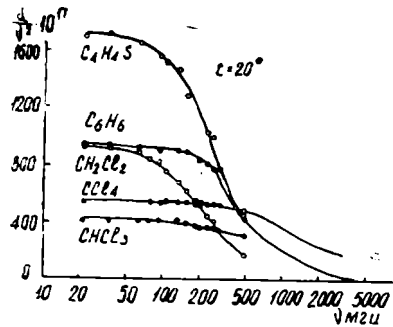


Рис. 1. Зависимость (a/v^2) от частоты в бензоле, четыреххлористом углероде, тиофене, хлороформе и в хлористом метиле.

Таблица 1

см-1 сек-2

мгц												
159	161	172	185	189	198	203,5	226	232	260	301	307	482
—	—	—	—	—	24,8	—	—	—	—	—	24,7	23,8
—	887	—	—	—	—	837	—	802	774	775	810	445
—	155,5	—	—	144,5	—	152,8	—	152,8	148,5	—	—	—
—	143,5	—	—	—	—	137	—	143	140	—	139	148
—	—	—	—	213,7	—	214	—	213,3	211	—	—	—
78,8	—	79	80,3	—	81	—	—	—	—	—	77,8	78,5
70	—	69,4	66,4	—	67	—	66,3	—	69	—	—	—
74,5	—	78,8	78,8	—	77,5	—	74	—	78,6	—	71 (20°)	71 (20°)
70	—	70,2	65,6	—	67	—	66,1	—	69,2	—	64 (20°)	64 (20°)
52,3	—	52,2	55	—	53,7	—	53	—	56	—	62 (20°)	61 (20°)
49	—	50	50	—	50,3	—	53	—	56	—	59 (20°)	57 (20°)
44,1	—	44,1	41,5	—	40,5	—	40,5	—	43,2	—	—	—
—	283	—	—	285	—	272	—	281	283	—	—	—
—	1278	—	—	—	—	1160	—	1020	922	775	—	465
—	397	—	—	386	—	377	—	370	368	353	365	310
—	610	—	—	—	550	530	—	480	410	—	549	171
—	542	—	—	539,2	—	542,1	—	535,3	539	534,3	522	480

* Хлористый метилен исследован ранее [8, 9], нами расширен диапазон частот измерения.

сти поглощения. В таких жидкостях, как тиофен, бензол, хлористый метилен наблюдается полная релаксационная область.

Первые наши исследования поглощения ультразвуковых волн в бензоле, тиофене [4] в диапазоне $20 \div 300$ мГц и дисперсия, исследованная авторами [6, 7], показали, что наблюдаемые явления могут быть объяснены с точки зрения релаксационной теории.

Если релаксационный процесс связан только с одним временем релаксации, то, согласно релаксационной теории, избыточное поглощение определяется формулой:

$$(\alpha/\nu^2)_{\tau'} = \frac{\pi (V_{\infty}^2 - V_0^2)}{\nu_c V_0 [1 + (\nu/\nu_c)^2]}, \quad (1)$$

где V_0 и V_{∞} — соответственно скорость до и после релаксации; ν_c — характеристическая частота.

На рис. 2—5 даны сравнения экспериментальных результатов с кривой, полученной согласно формуле [1]. Как показывают графики, наши результаты достаточно хорошо согласуются с релаксационной теорией для одного времени релаксации (C_6H_6 , CCl_4 , C_4H_4S), что касается хлороформа и хлористого метилена, то результаты эксперимента не описываются релаксационными уравнениями с учетом одного времени релаксации. Это, по-видимому, объясняется тем, что полная дисперсия, полученная оптическим методом, больше, чем дисперсия наблюдаемого релаксационного процесса.

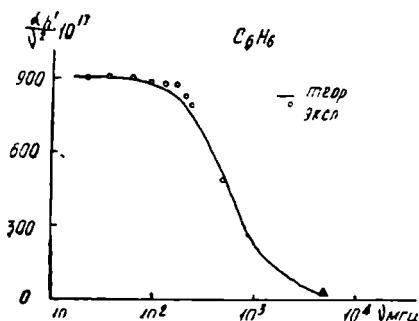


Рис. 2. Сравнение экспериментального значения $(\alpha/\nu^2)_{\tau'}$ с вычисленным, согласно формулы (1) для бензола.

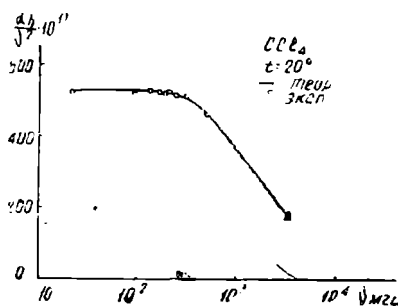


Рис. 3. Сравнение экспериментального значения $(\alpha/\nu^2)_{\tau'}$ с вычисленными, согласно формулы (1) для четыреххлористого углерода.

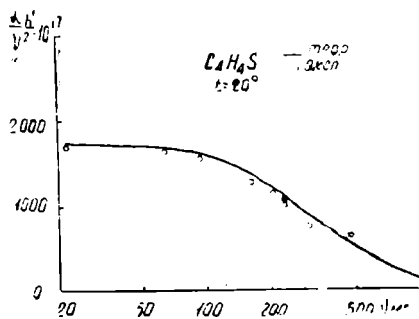


Рис. 4. Сравнение экспериментального значения $(\alpha/\nu^2)_{\tau'}$ с вычисленными, согласно формулы (1) для тиофена.

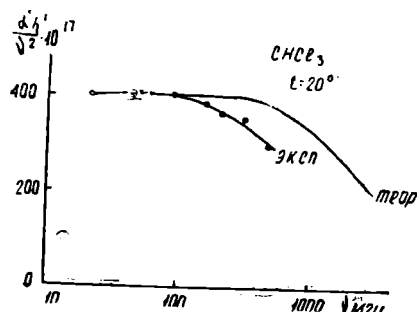


Рис. 5. Сравнение экспериментального значения $(\alpha/\nu^2)_{\tau'}$ с вычисленными, согласно формулы (1) для хлороформа.

Для выяснения механизма релаксационного процесса весьма плодотворным оказалось привлечение данных о колебательных спектрах этих веществ, полученных, спектроскопическими методами. Так, например, в случае сероуглерода [10] аномальное поглощение связывают с возбуждением всех колебательных уровней молекул. Обсуждение поглощения в хлористом метиле [8, 9] показало, что только часть колебательных степеней свободы ответственна за релаксационный процесс, наблюдаемый в области частот 170 мгц.

Наши экспериментальные результаты мы попытались обсудить с этой же точки зрения. Известно, что теплоемкость возбуждения любой моды определяется формулой Планка—Эйнштейна.

$$\Delta C_i = nR \left(\frac{h\nu_i}{KT} \right)^2 e^{-\frac{h\nu_i}{KT}} \left(1 - e^{-\frac{h\nu_i}{KT}} \right)^{-2}, \quad (2)$$

где ΔC_i — теплоемкость колебательной моды; n — вырождение; K — постоянная Больцмана; h — постоянная Планка; T — абсолютная температура; R — универсальная постоянная; ν_i — частота колебательных уровней.

Как было показано [11], в случае релаксации кнезеровского типа величина $\Delta C = \sum \Delta C_i$ является вкладом колебательной теплоемкости в статические теплоемкости C_p и C_v , то есть теплоемкости, когда $\nu \rightarrow 0$.

Колебательные частоты исследованных нами жидкостей взяты из работ [12, 13]. Значение ΔC вычислялось согласно формуле [2].

Параметры, входящие в релаксационную теорию, максимальное поглощение на длину волны μ_{\max} , дисперсия скорости D , характеристическая частота ν_c и время релаксации τ определялись из формулы:

$$\mu_{\max} = \frac{\pi}{2} \frac{(C_p - C_v) \Delta C}{\sqrt{C_p(C_p - \Delta C) C_v(C_v - \Delta C)}} \quad (3)$$

$$\mu_{\max} = \frac{\pi}{2} \left[\left(\frac{V_\infty}{V_0} \right)^2 - 1 \right] \quad (4)$$

$$\tau = \frac{\eta'}{2\rho D V_0^2} i \quad (5)$$

$$\tau = \frac{V_0 C_p C_v}{\Delta C (C_p - C_v)} \cdot \frac{1}{2\pi^2} (\alpha/\nu^2) \eta', \quad (6)$$

где C_p и C_v — соответственно теплоемкости при постоянном давлении и объеме, V — скорость ультразвука на низких частотах.

В табл. 2 приведены значения μ_{\max} , D , ν_c и τ . Как видно из таблицы, значения μ_{\max} и D достаточно хорошо согласуются с данными, полученными различными методами для бензола, тиофена и четыреххлористого углерода. Эти результаты указывают, что наблюдаемый релаксационный процесс в бензоле, тиофене и четыреххлористом углероде может быть описан одним временем релаксации при предположении возбуждения всех колебательных степеней свободы молекул этих жидкостей. Значения μ_{\max} и D , полученные для хлороформа и хлори-

Таблица 2

Вещество	Параметры	Из акустических данных	Из спектроскопических данных	По тонкой структуре рассеяния света
C_6H_6	μ_{\max}	0,350	0,406	0,330
	D	11%	12%	9,7—11%
	$\tau \cdot 10^{-10}$ сек	2,8	4,1	3,16
CCl_4	ν_c мгц	507	676	503
	μ_{\max}	—	0,481	0,472
	D	—	15,3%	12,4%
C_4H_4S	$\tau \cdot 10^{-10}$ сек	—	0,81	0,875
	ν_c мгц	—	1960	1820
	μ_{\max}	0,329	0,330	0,364
$CHCl_3$	D	10%	10%	9,9%
	$\tau \cdot 10^{-10}$ сек	5,75	8,74	5,75
	ν_c мгц	230	291	230
$CHCl_3$	μ_{\max}	—	0,302	0,392
	D	—	9,6%	20,5%
	$\tau \cdot 10^{-10}$ сек	—	2,6	2,09
CH_2Cl_2	ν_c мгц	—	610	760
	μ_{\max}	0,102	0,194	0,434
	D	3%	6%	12%
CH_2Cl_2	$\tau \cdot 10^{-10}$ сек	9,2	5,42	2,1
	ν_c мгц	163	379	756

стого метилена, сильно различаются между собой, это еще раз подтверждает, что в этих жидкостях релаксационный процесс не может быть описан одним временем релаксации.

Выводы

1. Наблюдаемый релаксационный процесс в исследованных нами жидкостях может быть описан с точки зрения релаксационной теории, разработанной Л. И. Мандельштамом и М. А. Леонтовичем.

2. Хорошее согласие экспериментальных результатов с выводами релаксационной теории для бензола, тиофена и четыреххлористого углерода позволяет считать, что наблюдаемое релаксационное явление относится к кнезеровскому типу и может быть объяснено одним временем релаксации.

3. Анализ результатов для хлороформа и хлористого метилена показывает, что наблюдаемый релаксационный процесс также кнезеровского типа и связан с частичным возбуждением колебательных степеней свободы молекул.

Автор благодарен профессору П. А. Бажулину за полезные дискуссии по данному вопросу.

Физико-технический институт
АН Туркменской ССР

Поступило
26 февраля 1965 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандельштам Л. И., Леонтович М. А. — ЖЭТФ, 7, 438—449, 1937.
2. Бердыев А. А., Лежнев Н. Б. — Известия АН ТССР, сер. ФТХ и ГН, № 6, 127—130, 1960.

3. Бердыев А. А., Лежнев Н. Б. — *Акустический журнал*, IX, 1, 113—115, 1963.
4. Бердыев А. А., Лежнев Н. Б.—*Известия АН ТССР, сер. ФТХ и ГН*, № 3, 104—106, 1963.
5. Маш Д. И., Старунов В. С., Фабелинский И. Л. — *ЖЭТФ*, 47, вып. 2(8), 783, 1964.
6. Фабелинский И. Л. — *Тр. Физического института*, т. IX, 183—312, 1958.
7. Шахпаронов М. И. Тунин М. С. — *Применение ультразвуки к исследованию вещества*. МОПИ, вып. XV, 19—28, 1961.
8. Andreae J. H. — *Ultrasonic relaxation in methylen chloride*. *Proc. Phys. Soc.* 70, 71, 1957.
9. Andreae J. H., Joyce P. L., Oliver R. I. — *Ultrasonic relaxation in liquid methylen chloride*. *Proc. Phys. Soc.*, 75, 82—86, 1960.
10. Andreae J. H., Heasel E. L., Lamb J. — *Ultrasonic relaxation and the Vibrational Specific heat of Carbon disulphide*. *Proc. Phys. Soc, B*, 69, 625—632, 1956.
11. Andreae J. H. and Lamb J. — *Ultrasonic relaxation theory of Liquids*, *J. Proc. Phys. Soc. B*—69, 814—822, 1956
12. Herzberg G. *Infrared and Ruman Spectra of polyatomic molecules*. New-York, 1945.
13. Kohlrausch K. W. P. — *Ramanspectren*, Leipzig, 1943.

Т. М. ЮСУПОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРОДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ НИКЕЛЬ — ОЛОВО В ПРОДОЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

До сих пор в отечественной и зарубежной литературе [1] указываются следующие четыре способа определения температуры Кюри для чистых ферромагнетиков и ферромагнитных сплавов:

1. По максимуму температурного коэффициента сопротивления

$$\frac{1}{R_0} \frac{\Delta R}{\Delta T}$$

2. По максимуму отрицательного гальваномагнитного эффекта (обусловленного парапроцессом) — $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_n$.

3. По исчезновению самопроизвольной намагниченности (σ_s или I_s), определенной по методу термодинамических коэффициентов или, что то же, по обращению в нуль коэффициента α .

4. По обращению в нуль начальной проницаемости.

Мы можем с достаточной уверенностью сказать, что этот список может быть дополнен еще одним способом, а именно: по обращению в нуль относительного изменения продольного термомагнитного эффекта

$$\frac{\Delta E_s''}{\Delta T}$$

Неизвестность этого способа объясняется отсутствием работ по исследованию изменения термоэлектродвижущей силы ферромагнитных бинарных сплавов в продольном магнитном поле (термомагнитный эффект Томсона) в зависимости от температуры.

Г. Броилем [2] сделана первая попытка определить точку Кюри для поликристаллического образца никеля путем измерения температурной зависимости термомагнитного эффекта. Температура Кюри для чистого никеля, определенная Г. Броилем ($\sim 350^\circ\text{C}$), хорошо согласуется со значениями, полученными при использовании перечисленных методов. В работе [3] довольно успешно применен метод Броиля для определения температуры Кюри в сплавах системы никель — палладий. Температуры Кюри, найденные автором этой работы путем измерения температурной зависимости термомагнитного эффекта, также близки к

значениям, определенным другими методами, приведенными в работах [4, 5, 6].

В данной статье мы ставили цель:

1. Исследовать температурную зависимость продольного термомагнитного эффекта Томсона на сплавах системы никель—олово и определить на основе этого температуры Кюри этих сплавов.

2. Проверить на данной системе справедливость соотношения, предложенного Р. Г. Аннаевым [7, 8]:

$$E_{S,AB}^{(T_1, T_2)} = E_{S,A0}^{(\theta, 0)} \left[\left(1 - \frac{T_1}{\theta_{A0}} \right)^2 - \left(1 - \frac{T_2}{\theta_{A0}} \right)^2 \right] \left(1 - \frac{B}{B_3} \right), \quad (1)$$

где $E_{S,AB}^{(T_1, T_2)}$ — величина продольного термомагнитного эффекта Томсона при полях магнитного насыщения двухкомпонентного сплава $A-B$, когда один спай находится при температуре T_1 , а другой при температуре T_2 ($T_2 > T_1$); $E_{S,A0}^{(\theta, 0)}$ — величина эффекта при полях магнитного насыщения, когда один спай терморпары находится при температуре 0°C или 0°K , а другой при температуре Кюри; θ_{A0} — точка Кюри чистого ферромагнитного компонента; B — данная концентрация легирующего неферромагнитного компонента в атомных процентах; B_3 — критическая концентрация, при которой эффект равен нулю.

3. Проверить на данной системе сплавов справедливость следующих соотношений, предложенных Р. Г. Аннаевым [7, 8]:

$$\theta_{AB} = \theta_{A0} \left(1 - \frac{B}{B_r} \right), \quad (2)$$

где θ_{AB} — температура Кюри двухкомпонентного сплава $A-B$; B_r — критическая концентрация, при которой температура Кюри равняется нулю.

$$I_{S,AB}^{(T)} = I_{S,A0}^{(T)} \left(1 - \frac{B}{B_k} \right), \quad (3)$$

где $I_{S,AB}^{(T)}$ — намагниченность насыщения двухкомпонентного сплава $A-B$ при данной температуре T ; $I_{S,A0}^{(T)}$ — намагниченность насыщения чистого никеля при той же температуре; B_k — критическая концентрация, при которой намагниченность насыщения обращается в нуль*.

Для исследования изготовлено 8 образцов, составы которых приведены в табл. 1.

Плавление образцов проводилось в корундовых тиглях высокочастотной печи под слоем флюса и расплавы всасывались в накалинные кварцевые трубки с внутренним диаметром 3 мм. После этого с помощью промежуточного отжига образцы вытягивались в волоочильной установке и превращались в проволоку длиной от 200 до 250 мм и диаметром от 1,5 до 2,75 мм. Вследствие большой хрупкости образцов из сплавов

* Аналогичные соотношения приводятся также в работе [9].

с 10, 15, 25 ат. % Sn, их не удалось протянуть до диаметров менее 2,75 мм.

Вся серия образцов отжигалась в электрической печи в вакууме при температуре 900°C в течение двух часов. Затем печь охлаждалась вместе с образцами до комнатной температуры со скоростью 50°C в час. Измерение продольного термомагнитного эффекта проводилось методом неуравновешенного потенциометра [10], в схему которого подключался зеркальный гальванометр типа М 17/4 с постоянной к напряжению $C_u = 0,6 \cdot 10^{-7}$ в/мм/м, что позволило измерить эффект с точностью в среднем до 2,5—3,0%. Концы образцов припаивались серебром к соединительным проводам из красной меди.

Таблица 1

Номера образцов	Составы образцов			
	Атомн. %		Вес. %	
	олово	никель	олово	никель
1	2	98	3,96	96,04
2	4	96	7,77	92,23
3	6	94	11,43	88,57
4	8	92	14,95	85,05
5	10	90	18,35	81,65
6	15	85	26,30	73,70
7	20	80	33,58	66,42
8	25	75	40,27	59,73

Основная трудность при измерениях термомагнитного эффекта заключается в создании устойчивого теплового режима, необходимого для поддержания стабильной разности температур. В работе [11] для этого применена компенсирующая термопара из неферромагнетика (компенсатор), которая включается на встречу изучаемой.

Однако такой компенсатор создает неудобства в работе, не говоря уже о том, что требует еще параллельного, подключения к нему магазина сопротивлений.

Особенностью нашей установки является отсутствие какого-либо рода компенсаторов. Температуру T_1 холодного спая ($\sim 22^\circ\text{C}$) мы поддерживали водой, равномерно протекающей вдоль двойной стенки медного кожуха, в который погружался на 30 см конец образца, служащий холодным спаем.

Для проверки справедливости формулы (1) необходимо знать величину термомагнитного эффекта для чистого никеля, когда один спай находится при 0°C , а другой при температуре Кюри. Температуру холодного спая мы поддерживали с помощью тающего льда в дьюаровском сосуде.

Температура T_2 горячего спая изменялась до температуры Кюри и выше при помощи специальной печи, представляющей собой фарфоровую трубку с внутренним диаметром 8 мм и длиной 150 мм, на которую была бифилярно намотана нихромовая проволока диаметром 0,5 мм. Печь подключалась к сети переменного тока через стабилизатор напряжения СН-250, а снаружи теплоизолировалась асбестом. Температуры горячего и холодного спая контролировались медь-константановыми термопарами, подключенными к высокоомному потенциометру ППТВ-1, что позволило вести наблюдения за температурой с точностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Индикатором температуры служил зеркальный гальванометр типа М-21. Намагничивающий соленоид с водяным охлаждением давал возможность в пределах 300 мм создавать однородное поле напряженностью до 1200 эрстед.

Для проверки формулы (3) мы измеряли также намагниченность сплавов системы никель — олово баллистическим методом, для чего было изготовлено несколько компенсационных катушек длиной до 55 мм и разностью числа витков от 380 до 3882.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Полученные нами экспериментальные результаты представлены на рис. 1—3.

На рис. 1 показано относительное изменение продольного четного термомагнитного эффекта $\frac{\Delta E_s}{\Delta T}$ от разности температур спаев $T_2 - T_1$ при полях насыщения $H_s = 200$ эрстед. На ход термомагнитного эффекта в сплавах системы никель—олово сильно влияние оказывает парапроцесс (переход эффекта в отрицательную область). По рисунку можно определять температуру Кюри не только по обращению в нуль относительного изменения эффекта, но и по минимуму его в области парапроцесса. Найденные таким путем температуры Кюри для сплавов с 2, 4, 6 ат% содержанием олова находятся в хорошем согласии с формулой (2), что видно из рис. 2. На этом же рисунке показаны экспериментально определенные и вычисленные по формуле (3) значения намагниченности для сплавов с 2, 4, 6, 8, 10 ат% содержанием олова. Видно, что формула (3) также находится в хорошем согласии с опытными данными.

В ходе исследований выяснилось, что величина термомагнитного эффекта интенсивно падает с ростом концентрации олова в сплаве. При 6 ат% олова она составляет лишь 5% от величины эффекта, измеренного на сплаве с 2 ат% содержанием олова, а при 8 ат% Sn при данной чувствительности нашей установки эффект Томсона нам измерить не удалось. Намагниченность насыщения сплавов Ni—Sn также падает с увеличением содержания олова, хотя не так интенсивно, как термомагнитный эффект, и при 15 ат% Sn практически обращается в нуль.

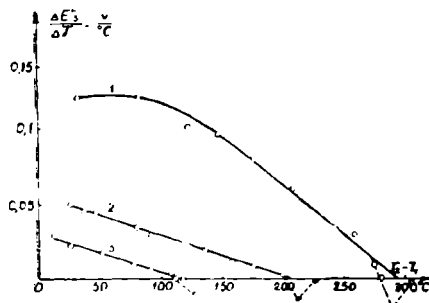


Рис. 1. Зависимость относительного изменения продольного термомагнитного эффекта Томсона $\frac{\Delta E_s}{\Delta T}$ сплавов системы никель—олово от разности температур спаев $T_2 - T_1$: 1—98 ат% Ni + 2 ат% Sn; 2—96 ат% Ni + 4 ат.% Sn; 3—94 ат% Ni + 6 ат.% Sn.

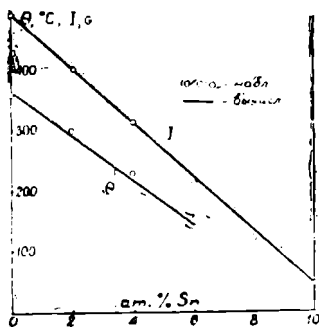


Рис. 2. Наблюдаемые и вычисленные значения температуры Кюри и намагниченности насыщения I_s сплавов системы никель—олово в зависимости от состава.

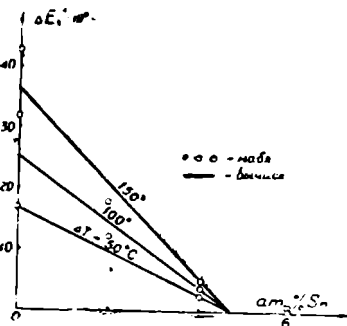


Рис. 3. Термомагнитный эффект ΔE_s сплавов системы никель—олово в зависимости от состава при различных разностях температур спаев.

На рис. 3 показана зависимость абсолютного изменения продольного термомагнитного эффекта Томсона ΔE_s^r от состава легирующего немагнитного элемента при различных разностях температур спаев. Как видно, в этом случае наблюдается отклонение найденных значений эффекта от хода прямых, вычисленных по формуле (1). Согласно формуле (1) эффект должен обращаться в нуль вблизи состава с 4,5 ат % Sn, а из наших измерений следует, что он еще не равен нулю при 6 ат % Sn, хотя и имеет очень малое значение. Однако это станет понятным, если учесть, что формула (1) справедлива именно для сплавов с малым процентным содержанием ферромагнитного элемента на основе ферромагнитного.

Выводы

1. Исследована температурная зависимость продольного термомагнитного эффекта Томсона на сплавах системы никель — олово.
2. Из температурной зависимости термомагнитного эффекта определены точки Кюри сплавов никель — олово.
3. Величины эффектов насыщения, определенные экспериментальным путем и вычисленные по формуле (1), удовлетворительно согласуются между собой при сравнительно малых процентных содержаниях олова (от 0 до 4 ат % Sn).
4. Экспериментально найденные и вычисленные по формулам (2) и (3) значения температур Кюри и намагниченности насыщения сплавов никель — олово хорошо согласуются между собой.

Туркменский госуниверситет
им. А. М. Горького

Поступило
21 сентября 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов К. П. — Магнитные превращения, М., 1959.
2. Broili — *Ann. d. Phys.*, v. 14, 1932.
3. Мындыев В. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 3, 18, 1964.
4. Schindler A. I., Smith and Salkovitz E. I. — *Phys. Rev.* noI. 108, № 4, 921, 1957.
5. Язчиев С. — Журнал неорганической химии, т. 5, вып. 11, 1960.
6. Язчиев С. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 6, 33, 1961.
7. Аннаев Р. Г. — О некоторых закономерностях двойных сплавов. Тезисы докладов на Всесоюзном совещании по ферромагнетизму и антиферромагнетизму, Л., 1961.
8. Аннаев Р. Г. — Тр. ТСХИ, т. XI, 1962.
9. Went — *Physica*, 18, № 2, 1951.
10. Аннаев Р. Г. — Тр. Первой межвузовской конференции по современной технике диэлектриков и полупроводников, Л., 1957.
11. Патюкова З. М. — Известия АН СССР, № 1, 1964.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ГАЛЬВАНОМАГНИТНОГО ЭФФЕКТА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ НИКЕЛЬ—АЛЮМИНИЙ

Исследования изменения электросопротивления в магнитном поле (гальваномагнитный эффект Томсона—Гольдгамера) у ферромагнитных металлов и сплавов позволяет проверить существующие теории электропроводности в ферромагнетиках.

По четным эффектам богатый экспериментальный материал дали исследования Капицы гальваномагнитного эффекта на 65 химических элементах в сверхвысоких магнитных полях. Школой Акулова и Хонды исследованы четные эффекты на ферромагнитных металлах и их сплавах.

Теория температурной зависимости четных эффектов, предложенная Н. С. Акуловым [1], приводит к линейному закону зависимости констант, характеризующих четный эффект. Согласно этой теории, величина четных эффектов при намагничении чистого ферромагнитного элемента до насыщения в зависимости от температуры (при высоких температурах) дается соотношением:

$$\alpha_{S,A0}^{(T)} = \alpha_{S,A0}^{(0)} \left[1 - \frac{T}{\Theta_{A0}} \right], \quad (1)$$

где $\alpha_{S,A0}^{(T)}$ и $\alpha_{S,A0}$ — величины четного эффекта насыщения соответственно при данной температуре T и при абсолютном нуле температур; Θ_{A0} — точка Кюри для данного ферромагнетика.

В частности, формула (1) непосредственно применима как к магнитострикции, так и к гальваномагнитному эффекту в широком интервале температур (от комнатной до точки Кюри).

Экспериментальная проверка формулы (1), проведенная исследователями [7, 8, 9, 12, 13, 14], показала, что она находится в согласии с данными, наблюдаемыми над магнитострикцией и гальваномагнитным эффектом на чистом никеле. Однако применимость этой формулы на двойные сплавы в широком интервале температур невыяснена [8, 11]. Результаты исследования температурной зависимости магнитострикции и гальваномагнитного эффекта при полях магнитного насыщения ферромагнитных двойных (магнитный с немагнитным) сплавов [8, 10, 12, 16] показали, что вблизи точки Кюри величины магнитострикции и гальваномагнитного эффекта находятся в согласии с формулой (1).

Зависимость намагниченности насыщения от температуры (при низких температурах) для чистых ферромагнитных металлов Ф. Блохом [5] выражается теоретическим соотношением:

$$I_{S,A0}^{(T)} = I_{S,A0}^{(0)} [1 - \gamma (T/\Theta)^{3/2}], \quad (2)$$

где $I_{S,A0}^{(0)}$ — намагниченность насыщения при абсолютном нуле температуры; $I_{S,A0}^{(T)}$ — намагниченность насыщения при данной температуре; γ — постоянная величина (для простой кубической решетки $\gamma = 0,1174$, для объема центрированной решетки $\gamma = 0,0587$ и для границетрированной решетки $\gamma = 0,0294$).

Р. Г. Аннаев [2] вместо формул (1) и (2) для четных эффектов и намагниченности насыщения при полях магнитного насыщения для некоторых бинарных сплавов (магнитный с немагнитным) при малых концентрациях легирующего немагнитного элемента на основе ферромагнитного элемента, предложил следующие соотношения (закон компенсации):

$$\alpha_{S,AB}^{(T)} = \alpha_{S,A0}^{(0)} [1 - (T/\Theta_{A0})] \left(1 - \frac{B}{B_c}\right), \quad (3)$$

$$I_{S,AB}^{(T)} = I_{S,A0}^{(0)} [1 - \gamma (T/\Theta_{A0})^{3/2}] \left(1 - \frac{B}{B_k}\right), \quad (4)$$

где $\alpha_{S,AB}^{(T)}$ и $I_{S,AB}^{(T)}$ — соответственно величины четного эффекта и намагниченности насыщения при данной температуре T и при полях магнитного насыщения двухкомпонентных сплавов $A-B$; $\alpha_{S,A0}^{(0)}$ и $I_{S,A0}^{(0)}$ — соответственно величины четного эффекта и намагниченности насыщения для чистого ферромагнитного компонента A при 0°C и 0°K температур при полях магнитного насыщения; B — концентрация второго компонента (атомные или весовые проценты неферромагнитного компонента); B_c и B_k — критические концентрации, при величине которых четный эффект и намагниченность равны нулю; Θ_{A0} — точка Кюри для чистого ферромагнетика.

Р. Г. Аннаев [2] для определения точки Кюри двухкомпонентных сплавов (ферромагнитного с неферромагнитным) предложил следующее соотношение:

$$\Theta_{AB} = \Theta_{A0} \left(1 - \frac{B}{B_0}\right), \quad (5)$$

где Θ_{AB} — точка Кюри для двухкомпонентного сплава $A-B$; B_0 — критическая концентрация, при которой точка Кюри сплава обращается в нуль.

В частном случае из формул (3) и (4) получим закономерности, установленные Н. С. Акуловым [1] и Ф. Блохом [5], если положить в них $B=0$.

Следует отметить, что закономерности, установленные Аннаевым (закон компенсации), выражаемые формулами (3) и (4), справедливы для тех двухкомпонентных сплавов, которые в жидком и твердом состоянии взаимно растворяются, не образуя химического соединения, и когда зависимость числа магнитона Бора сплава на атом линейно падает с ростом легирующего элемента при малых концентрациях последнего.

К числу таких двойных сплавов относятся, в частности, сплавы на

никелевой основе с легирующими элементами: медь, цинк, алюминий, олово и т. д.

Закономерности, установленные Р. Г. Аннаевым для четных эффектов и намагниченности по литературным данным [4, 11, 15] на системе сплавов никель—медь, никель—палладий и никель—кремний подтверждаются соотношениями (3) и (4). Магнитострикционные свойства никель-алюминиевых сплавов с содержанием 1, 2 и 4 весовых процента алюминия исследовались Д. И. Волковым и Н. Бажановой [10]. По их измерениям, как при комнатной, так и при температуре жидкого азота, наблюдается значительное отступление от второго правила четных эффектов.

К. П. Беловым [6] исследована температурная зависимость гальваномагнитного эффекта вблизи точки Кюри на сплаве никель—алюминий с содержанием 1,64 ат. % алюминия.

Что касается исследования температурной зависимости гальваномагнитного эффекта на серии сплавов системы никель—алюминий в широком интервале температур, насколько нам известно по имеющимся литературным данным, никем не проведены.

Целью настоящей работы является:

1. Исследовать температурную зависимость намагниченности (при комнатной температуре) на отожженной системе сплавов никель—алюминий.

2. Исследовать температурную зависимость гальваномагнитного эффекта в широком интервале температур (от комнатной до точки Кюри) на серии сплавов системы никель—алюминий (при малых концентрациях) и одновременно экспериментально проверить закон компенсации, установленный Р. Г. Аннаевым и выражаемый формулами (3), (4) и (5).

Для исследования взяты образцы из сплавов никель — алюминий (2, 4, 6, 8, 10, 12 ат% алюминия, остальное никель).

Исходными материалами для изготовления образцов служили электролитические никель и алюминий. Плавка проводилась в высокочастотной печи под слоем флюса. Образцы получались путем всасывания расплава в кварцевые трубки. Отжиг образцов проводился в вакууме при температуре 950°C в течение одного часа с последующим медленным охлаждением вместе с печью до комнатной температуры со скоростью 100°C в час.

При комнатной температуре намагниченность измерялась одновременно с гальваномагнитным эффектом при помощи дифференциальных катушек с разностями числа витков 506 и 1200, что позволило измерить намагниченность с точностью до 1,5—2,0%.

Для исследования температурной зависимости гальваномагнитного эффекта к концам образца серебром припаивались медные подводящие провода, концы которых подавались на двойной мост Р. 329. В конечных расчетах учитывалось сопротивление подводящих проводов.

Гальваномагнитный эффект измерялся методом неуравновешенного двойного моста [3]. Для измерения гальваномагнитного эффекта при различных температурах изготовлена специальная печь.

Нихромовая проволока диаметром 0,6 мм наматывалась бифилярно на фарфоровую трубку под одинаковым шагом. Печь смазывалась огнеупорной глиной и изолировалась асбестом. В области температур Кюри магнитные электрические свойства металлов и сплавов резко зависят от температуры. Поэтому особое внимание уделялось стабилизации температуры и исключению градиента температуры по длине образца. С этой целью печь питалась от стабилизатора напряжения С-09.

Для уменьшения градиента температуры внутри печи помещалась медная трубка определенной длины.

Температура образца во время измерения поддерживалась постоянной с точностью до $\pm 0,3^\circ\text{C}$. Градиент температуры внутри печи на участке 25 см выдерживался в пределах $\pm 1^\circ$ и оставался одинаковым при разных температурах.

Температура образца определялась медь-константановой термопарой. Термоэлектродвижущая сила термопары определялась высокоомным потенциометром ППТВ-1, что позволило проводить измерения температуры с точностью $\pm 0,5^\circ$.

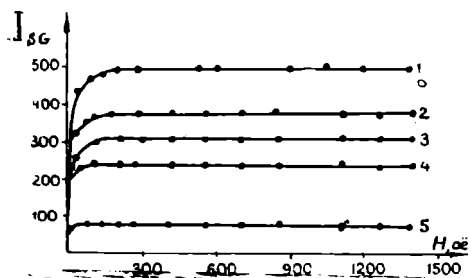


Рис. 1. Зависимость интенсивности намагничивания (I) от магнитного поля (H) в отожженных системах сплавов никель—алюминий: 1—никель; 2—4 ат. % алюминия; 3—6 ат. % алюминия; 4—8 ат. % алюминия; 5—12 ат. % алюминия.

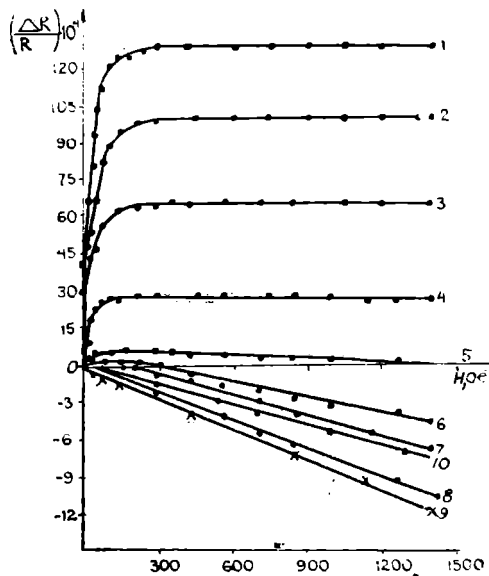


Рис. 2. Кривые продольного четного гальваномагнитного эффекта сплава 96 ат. % никель + 4 ат. % алюминий при различных температурах: 1— 18°C ; 2— 38° ; 3— 76° ; 4— 140° ; 5— 223° ; 6— 225° ; 7— 228° и 10— 231°C .

Результаты исследований гальваномагнитного эффекта, намагниченности насыщения и точки Кюри в сплавах никель—алюминий представлены на рис. 1—4.

На рис. 1 представлены кривые намагниченности в зависимости от эффективного поля (при комнатной температуре) отожженных сплавов системы никель—алюминий, показывающие, что по мере увеличения содержания алюминия, намагниченность насыщения падает.

В процессе исследования выяснилось, что величина намагниченности насыщения и продольного четного гальваномагнитного эффекта с содержанием алюминия в никеле выше 12 ат. % практически очень мала.

На рис. 2 даны изотермы гальваномагнитного эффекта сплавов никель—алюминий с содержанием алюминия 4 ат. %. Общий вид этих изотерм, как и изотерм для остальных сплавов никель—алюминий, подобен изотермам чистого никеля.

На рис. 3 ΔR — изменение сопротивления образца в магнитном поле при соответствующей температуре, R_0 — сопротивление образца при температуре 18°C . Как видно из рисунка, для всех сплавов в определенных интервалах температур вблизи точки Кюри имеет место линейная зависимость величины $\left(\frac{\Delta R}{R_0}\right)$ от температуры, а вдали от точки Кюри этой линейной зависимости не наблюдается. Этим

подтверждается справедливость формулы Н. С. Акулова для температурной зависимости гальваномагнитного эффекта вблизи температуры Кюри.

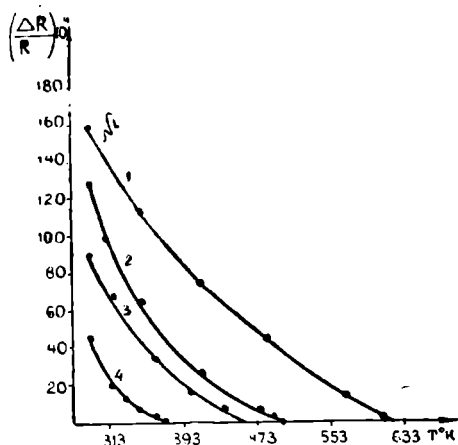


Рис. 3. Температурная зависимость гальваномагнитного эффекта насыщения сплавов системы никель—алюминий при различных температурах: 1—никель; 2—4 ат. %; 3—6 ат. %; 4—8 ат. %.

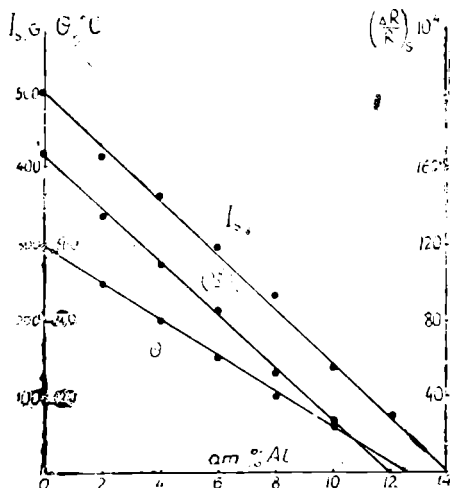


Рис. 4. Зависимость гальваномагнитного эффекта, намагниченности насыщения (при комнатной температуре) и точки Кюри от состава сплавов никель—алюминий.

На рис. 4 представлена зависимость гальваномагнитного эффекта, намагниченности насыщения и точки Кюри от состава сплавов никель—алюминий. Как видно из рисунка, величина гальваномагнитного эффекта, намагниченности насыщения и точки Кюри линейно падает с ростом концентрации алюминия в сплаве. Этим подтверждается справедливость формулами (3), (4) и (5).

Температура Кюри определялась по максимуму отрицательного гальваномагнитного эффекта.

Выводы

Экспериментально исследованы продольный гальваномагнитный эффект на серии двойных сплавов системы никель—алюминий (до 12 ат. % алюминия), начиная от комнатной температуры и выше точки Кюри. При этом показано:

1. В сплавах системы никель—алюминий в области температуры Кюри наблюдается линейная зависимость гальваномагнитного эффекта от температуры, что находится в согласии с теорией.

2. Гальваномагнитный эффект, намагниченность насыщения и точка Кюри сплавов системы никель—алюминий от состава линейно падают с увеличением присадки алюминия, что подтверждает закономерности, установленные Р. Г. Аннаевым [13], выражаемые формулами (3), (4) и (5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулов Н. С. — Ферромагнетизм, ГИТЛ, 1939.
2. Аннаев Р. Г. — Труды ТСХИ, т. XI, 1962.
3. Аннаев Р. Г. — Магнитоэлектрические явления в ферромагнитных металлах. Ашхабад, 1952.
4. Аннаев Р. Г. и Язлиев С. — Известия АН ТССР, № 6, 1957.
5. Bloch F. — *Js, f. Phys*, v. 61, p. 206, 1930.
6. Белов К. П. — Магнитные превращения, стр. 115, 1959.
7. Волков Д. И. и Гайчинов Р. С. — Вестник МГУ, № 2, 1955.
8. Волков Д. И. и Чечерников В. И. — ЖЭТФ, т. 27, вып. 2(8), 1954.
9. Власов А. Я. — Уч. записки МГУ, 162, кн. 6, стр. 183, 1952.
10. Волков Д. И. и Бажанова Н. — Уч. записки МГУ, 162, кн. 6, стр. 33—50, 1952.
11. Власов А. Я., Сафонов В. А., Сафонов И. А. — Известия Сибирского отделения АН СССР, № 2, 1959.
12. Галкина О. С. — Вестник МГУ, № 3, 1957.
13. Дьяков Г. П. — Известия АН СССР, сер. физ., 11, 667, 1947.
14. Киренский Л. В., Носова Р. С., Решетникова Н. В. — Известия АН СССР, т. 21, № 8, 1957.
15. Masumoto H. and Shirakawa — *Sci. rep. Tohoki, imp. University*, v. 25, p. 104—127, 1936.
16. Язлиев С. — Известия АН ТССР, № 6, 1961.

С. Р. СЕРГИЕНКО
М. П. ЧЕЛПАНОВА
В. А. ГАРБАЛИНСКИЙ
А. С. КОЗЫРЕВА

О ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ЧАСТИ МОРСКОЙ НЕФТИ ЧЕЛЕКЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Систематические исследования высокомолекулярных соединений большого количества нефтей разного возраста, отобранных из месторождений, расположенных в различных географических точках земного шара [1], показали, что имеется ряд общих закономерностей в химическом составе и строении основных компонентов высокомолекулярной части нефтей (углеводороды, смолы). Высокомолекулярная часть (выкипающая выше 350°) составляет, как правило, 50% и более всей сырой нефти и отличается относительным постоянством состава. Изучение состава и строения высокомолекулярных составляющих нефтей представляет поэтому огромный интерес как для понимания сложных вопросов геохимической истории нефти, так и для правильной оценки потенциальных возможностей ее как химического сырья, выбора наиболее рациональных направлений, технологических схем переработки и использования нефтей.

Нефти Западной Туркмении и, в частности, нефти морских месторождений до настоящего времени совсем не изучены в указанном направлении. Между тем, они особенно интересны тем, что представляют месторождения, весьма перспективные по запасам, а также благодаря своеобразному химическому строению углеводородной части — резкое преобладание гибридных структур парафино-циклопарафинового характера.

Объектом настоящего исследования была нефть морского месторождения (скважина № 209), простирающегося западнее полуострова Челекен.

Общая характеристика нефти, отобранной из скважины № 209, а также состав и свойства бензино-керосиновых фракций ее, приведены в предыдущем сообщении [2].

Экспериментальная часть

От обезвоженной и освобожденной от механических примесей нефти отгонялись фракции, выкипающие до 350° (до 200° при атмосферном давлении, выше 200° в вакууме). Остаток нефти выше 350° составляет 58,0% и характеризуется следующим компонентным составом: углеводороды — 87,8%, смолы — 11,6% и асфальтены — 0,6%.

Групповой углеводородный состав определялся по ранее описанной методике [3]. Отделенная от смолисто-асфальтеновых веществ углеводородная часть подвергалась адсорбционно-хроматографическому разделению на силикагеле марки АСК (хроматограмма показана на рис. 1). Углеводороды характеризуются следующим групповым составом (%):

парафино-циклопарафиновые	— 67,5
моноциклоароматические	— 14,9
конденсированные бициклоароматические	— 6,0
конденсированные полициклоароматические	— 8,9.

Состав и свойства отдельных групп углеводородов, а также неразделенных фракций углеводородов приведены в табл. 1.

Прежде всего следует отметить высокую степень ненасыщенности

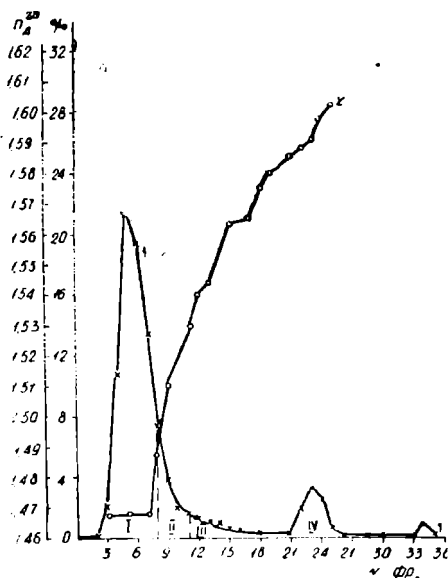


Рис. 1. Хроматограмма высокомолекулярных углеводородов челябинской морской нефти. 1—Выход фракций; 2—показатель преломления; 3—ППП углеводороды; 4—МЦА; 5—КБЦА; 6—КПЦА углеводороды; 7—см. в.т.

углеводородов (недостаток водорода x в формуле C_nH_{n-x} составляет 4,5). Это объясняется высоким содержанием ароматических углеводородов (около 30%). На усредненную молекулу приходится 0,6 ароматических кольца.

Пределные углеводороды содержат около 1,5 циклопарафиновых кольца на молекулу, что соответствует содержанию приблизительно 30% циклопарафиновых атомов углерода. Пределные углеводороды отвечают эмпирической формуле $C_{27,5}H_{54,1}$ (общая формула $C_nH_{2n-0,9}$) и имеют характеристические факторы $F=1,7$; $Q=0,5$.

На молекулу моноциклоароматических углеводородов приходится одно ароматическое и полтора циклопарафиновых кольца. Более 50% атомов углерода в молекуле имеют алифатическую природу.

Моноциклоароматические углеводороды имеют эмпирическую формулу $C_{26,2}H_{44,6}$ и относятся к ряду $C_nH_{2n-7,8}$. Факторы, характеризующие степень ароматичности: $F=10,2$ и $Q=3,7$. МЦА углеводороды характеризуются несколько меньшим молекулярным весом, чем предельные углеводороды.

Бициклические углеводороды, содержание которых в высокомолекулярных углеводородах составляет 6,0%, отвечают эмпирической формуле $C_{25,8}H_{37,4}$ (общая формула $C_nH_{2n-14,2}$). На молекулу этих углеводородов приходится около 4 колец, которые приблизительно поровну распределяются между ароматическими и циклопарафиновыми. Две третьих всех атомов углерода молекулы имеют циклическую природу.

Конденсированные полициклические ароматические углеводороды (КПЦА) составляют около 9% высокомолекулярных углеводородов нефти. Среднее содержание колец в молекуле этих углеводородов близко к таковому у БЦА углеводородов, около 4, причем на долю ароматических колец приходится 3, а на долю циклопарафиновых — 0,7 кольца. Эмпирическая формула КПЦА углеводородов — $C_{75,3}H_{133,0}$, а общая — $C_nH_{2n-17,6}$. Характеристические данные резко возрастают и равны $F=40,6$ и $Q=8,8$.

Характеристические данные резко возрастают и равны $F=40,6$ и $Q=8,8$.

Ввиду того, что предельные составляют основную часть высокомолекулярных углеводородов исследуемой нефти (содержание ПЦП углеводородов на остаток нефти выше 350° достигает 60%), основное внимание обращено на изучение свойств, состава и строения парафино-циклопарафиновых углеводородов.

Методом комплексообразования с карбамидом из предельных углеводородов выделено 34% неразветвленных и слаборазветвленных парафиновых углеводородов, что составляет около 12% на нефть (табл. 2).

Регенерированные из кристаллического комплекса с карбамидом углеводороды характеризуются низкими значениями удельных весов и показателей преломления. В них циклопарафиновые элементы структуры присутствуют лишь в незначительных количествах (96% атомов углерода приходится на парафиновые цепи).

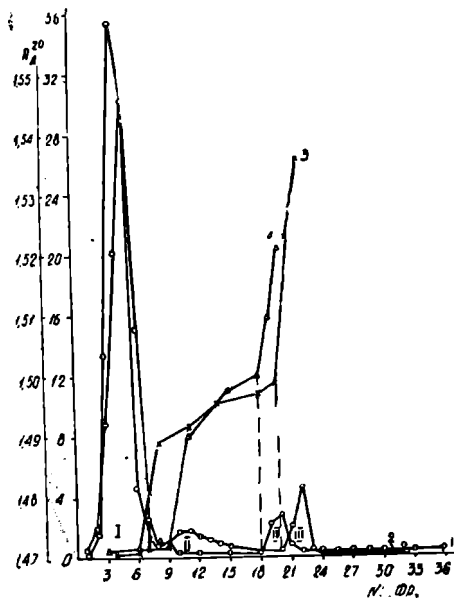


Рис. 2. Хроматограммы дегидрогенизатов предельных углеводородов. 1,3 — выход фракций I и II дегидрогенизатов; 2,4 — показатель преломления фракций I и II дегидрогенизатов; I — ПЦП углеводороды II — МЦА; III — КБЦА углеводороды.

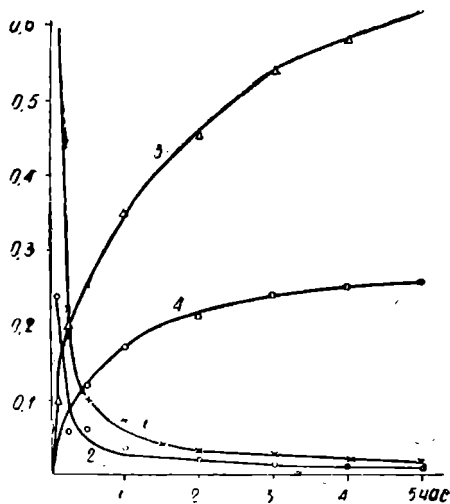


Рис. 3. Кинетика дегидрогенизации предельных высокомолекулярных углеводородов челябинской морской нефти. 1,2 — скорость выделения водорода (л/мин на 1 моль продукта) на первой и второй стадиях; 3,4 — кинетика дегидрогенизации (моль H_2 /моль продукта) на первой и второй стадиях.

На усредненную молекулу изопарафино-циклопарафиновых углеводородов приходится около двух циклопарафиновых колец (34% углерода входит в циклы). Изопарафино-циклопарафиновая фракция характеризуется более высоким молекулярным весом и более высоким отношением С:Н.

Сравнительно высокое содержание циклопарафиновых колец в предельных углеводородах требовало, естественно, более пристального внимания к этим структурным элементам молекул. Прежде всего потребовалось выяснить соотношение циклопентановых и циклогексановых колец. Для решения этой задачи использован метод избирательной жидкофазной каталитической дегидрогенизации на платинированном угле с добавкой железа [4]. Дегидрирование проводилось в две ступени по 5 часов каждая, при температуре 315—318° и атмосферном давлении.

Состав и свойства высокомолекулярных углеводов

Углеводороды	Выход (вес. %), на			Свойства				Структурно-состав				
	нефть	остаток, кипящий выше 350°	на высокомолекулярные углеводороды	d_4^{20}	d_4^{70}	n_D^{20}	n_D^{70}	молекулярный вес	содержание атомов углеводорода в молекуле, %			
									Скол.	СА	СЦП	СП
Сумма углеводов, кипящих выше 350°	50,9	87,8	100,0	0,8846	0,8490	1,4910	1,4722	368	37	13	24	63
Парафино - циклопарафиновые углеводороды	34,4	59,3	67,5	0,8561	0,8185	1,4705	1,4520	382	30	0	30	70
Моноциклическая ароматика	7,6	13,1	14,9	0,9076	—	1,5024	—	358	44	22	22	56
Конденсированная бициклическая ароматика	3,1	5,3	6,0	0,9833	—	1,5557	—	348	67	36	31	33
Конденсированная полициклическая ароматика	4,5	7,8	8,9	1,0050	—	1,5950	—	338	67	55	12	33

* В случае неразделенных углеводов и ПЦП углеводов расчет произво-

Состав и свойства предельных высокомолекулярных

Углеводороды	Содержание (вес. %) на			Свойства			Структурно-групповой			
	нефть	остаток выше 350°	ПЦП углеводов	d_4^{70}	n_D^{70}	молекулярный вес	Содержание углерода в молекуле, %			
							Скол.	СА	СЦП	СП
Неразделенные предельные углеводороды	34,4	59,3	100,0	0,8185	1,4520	392	30	0	30	70
Изопарафины и циклопарафины	22,7	39,1	66,0	0,8378	1,4596	440	34	0	34	66
Нормальные и малоразветвленные парафины*	11,7	20,2	34,0	0,7749	1,4323	350	4	0	4	96

* Температура плавления 51,2°.

Предельные углеводороды, выделенные из катализата первой стадии, подвергались дальнейшей дегидрогенизации (вторая стадия процесса).

При двухстадийном процессе дегидрогенизации образовалось 29% ароматических углеводов, причем $\frac{2}{3}$ — в первой стадии процесса.

Челекенской морской нефти (скважина № 209)

групповой тав*			Элементарный состав, %		C/H	Формула		Характеристические факторы	
число колец в молекуле			C	H		эмпирическая	гомологического ряда	$F = M \left(\frac{20}{nD} - 1,4750 \right)$	$Q = \frac{M \left(\frac{C}{H} - 6 \right)}{12 \left(\frac{C}{H} + 1 \right)}$
К ₀	К _А	К _{ЦП}							
1,9	0,6	1,3	86,10	13,13	6,6	C _{26,4} H _{48,3}	C _n H _{2n-4,5}	5,9	2,4
1,5	0	1,5	86,30	14,16	6,1	C _{27,5} H _{54,1}	C _n H _{2n-0,9}	-1,7	0,5
2,3	0,9	1,4	87,86	12,47	7,0	C _{26,2} H _{41,6}	C _n H _{2n-7,8}	10,2	3,7
3,7	1,8	1,9	88,80	10,74	8,3	C _{25,8} H _{37,4}	C _n H _{2n-14,2}	24,4	7,3
3,6	2,9	0,7	89,66	9,75	9,2	C _{25,3} H _{33,0}	C _n H _{2n-17,6}	40,6	8,8

дился по методу $n-d-M$, а для ароматических углеводородов по методу Хозельвуда.

Таблица 2

углеводородов челекенской морской нефти

состав ($n-d-M$)			Элементарный состав, %		C/H	Формула	
число колец в молекуле			C	H		эмпирическая	гомологического ряда
К ₀	К _А	К _{ЦП}					
1,5	0	1,5	86,30	14,16	6,1	C _{27,5} H _{51,1}	C _n H _{2n-0,9}
2,1	0	2,1	86,38	13,88	6,2	C _{31,7} H _{61,1}	C _n H _{2n-2,3}
0,1	0	0,1	85,46	14,63	5,9	C _{24,9} H _{51,2}	C _n H _{2n+1,4}

Как видно из данных, полученных при хроматографическом разделении катализата на силикагеле АСК (табл. 3 и рис. 2), катализат второй стадии процесса более богат содержанием конденсированных ароматических углеводородов, чем первой. Это отчетливо видно из следующих цифр, характеризующих соотношение МЦА:КБЦА=2:1, в первой ста-

Состав и свойства продуктов дегидрогенизации предельных углеводородов

Продукт	Выход, вес. %		Свойства					Структурно-груп				
	на исходный продукт	на продукт реакции	d_4^{20}	d_4^{70}	n_D^{20}	n_D^{70}	молекулярный вес	Содержание углерода, %				
								Скол	Са	Сцп	Сп	
Исходные ПЦП углеводороды	100,0	—	0,8561	0,8185	1,4725	1,4513	382	30	0	30	70	
Продукты I стадии дегидрогенизации	Неразделенные	95,9	100,0	0,8587	0,8218	—	1,4552	—	—	—	—	
	ПЦП	—	76,8	0,8458	0,8076	—	1,4470	—	—	—	—	
	МЦА	—	13,6	—	—	—	—	—	—	—	—	
	БЦА	—	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
Исходные ПЦП углеводороды	100,0	—	0,8458	0,8076	—	1,4470	—	—	—	—		
Продукты II стадии дегидрогенизации	Неразделенные	99,4	100,0	0,8466	0,8084	—	1,4481	—	—	—	—	
	ПЦП	—	87,4	—	0,8068	1,4670	1,4458	430	19	0	19	81
	МЦА	—	4,1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	БЦА	—	5,6	—	—	—	—	—	—	—	—	
Сумма ароматических углеводородов за две стадии	МЦА	—	16,7	0,8950	—	1,4960	—	341	38	23	15	62
	БЦА	—	11,3	0,9350	—	1,5300	—	301	55	35	20	45

дни, 0,7:1,0 — во второй стадии, 1,0:1,4 — в суммарном процессе.

В предельных углеводородах содержание циклопарафиновых колец снизилось с 1,5 до 1,0, а степень ненасыщенности водородом (x) в общей формуле $C_n H_{2n+x}$ уменьшилась почти вдвое.

В моноциклических углеводородах, образовавшихся при дегидрогенизации, на молекулу приходится около двух колец: одно бензольное и одно циклопентановое, а в бициклоароматических углеводородах — 2,5 кольца: 1,4, бензольных и 1,1 циклопентановых колец на молекулу.

Кинетика реакции дегидрогенизации и скорость выделения водорода показаны на рис. 3. Практически за первые 2 часа реакция дегидрогенизации протекает на 85—90%.

В первой стадии дегидрогенизации выделилось 0,61 моля водорода на один моль исходных предельных углеводородов, а на второй стадии выделилось всего 0,25 моля (табл. 4). Из данных, полученных при дегидрогенизации, видно, что соотношение циклопентановых и циклогексановых колец в молекуле предельных углеводородов можно выразить цифрами 2:1. Детальное исследование строения высокомолекулярных предельных углеводородов морской нефти Челекенского месторождения показало, что в них преобладают гибридные, парафино-циклопарафиновые структуры молекул, за исключением приблизительно 1/3 парафиновых углеводородов, образующих кристаллический комплекс с карбамидом. В молекуле гибридного строения содержится от 2 до 3 колец,

(Фракции выше 350°C) челякенской морской нефти

повой состав			Элементарный состав, %		С/Н	Формула		Характеристические факторы	
Среднее число колец в молекуле			С	Н		эмпирическая	гомологического ряда	$F = M (n_D^{20} - 1,4750)$	$Q = \frac{M \left(\frac{C}{H} - 1 \right)}{12 \left(\frac{C}{H} + 1 \right)}$
К ₀	К _А	К _{ПЦ}							
1,5	0	1,5	86,10	13,13	6,56	$C_{27,5}H_{54,1}$	$C_n H_{2n-0,9}$	-0,9	2,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	0	1,0	86,65	14,42	5,94	$C_{30,7}H_{62,0}$	$C_n H_{2n+0,6}$	-3,4	-0,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,8	0,9	0,9	87,32	12,80	6,82	$C_{24,8}H_{43,6}$	$C_n H_{2n-6,0}$	9,2	3,0
2,5	1,4	1,1	87,02	11,50	7,57	$C_{21,8}H_{34,6}$	$C_n H_{2n-9,0}$	16,6	4,6

что соответствует 40—50% циклических атомов углерода на молекулу. Среди циклических структур отношение пяти- и шестичленных колец равно приблизительно 2:1.

Таблица 4

Результаты жидкофазной каталитической дегидрогенизации предельных высокомолекулярных углеводородов челякенской морской нефти

Ступень дегидрогенизации	Выход водорода, моль H ₂ на моль продукта		Выход ароматических углеводородов, %				Отношение МЦА КБЦА		Количество гексаметиленовых колец от общей суммы циклопарафиновых колец в молекуле, %	Отношение  в молекуле исходных предельных углеводородов	
	по ступеням	суммарно	МЦА		КБЦА		по ступеням	суммарно			
			по ступеням	суммарно	по ступеням	суммарно					
Первая	0,61	0,86	13,6	16,7	7,0	11,3	28,0	2,0	1,5	33,0	2,0
Вторая	0,25		4,1	5,6	0,7	1,5					

Состав и свойства смолисто-асфальтовых веществ нефти

Смолисто-асфальтовые вещества нефти выделялись, разделялись и исследовались по ранее разработанной методике [5].

Из остатка нефти, кипящего выше 350°, асфальтены осаждались петролейным эфиром (к. к. 65°) в соотношении остатка к растворителю, равном 1:20. После отделения асфальтенов остаток нефти в петролейном эфире адсорбировался на силикагеле (марки АСК). В аппаратах Сокслета из силикагеля сначала извлекалась вся углеводородная часть, а затем смолы разделялись на три фракции: растворимые в четыреххлористом углероде, бензоле и спиртобензоле (1:1). Данные о составе и свойствах неразделенных смол и асфальтенов приведены в табл. 5. Исследуемая морская нефть относится к малосмолистым и малосернистым нефтям.

Таблица 5

Состав смолисто-асфальтовых веществ нефти										
Компонент	Содержание, %		Молекулярный вес	Элементарный состав, %					Эмпирическая формула	Гомологический ряд углеводородной части
	на нефть	на остаток выше 350°		С	Н	S	сумма гетероатомов (S+N+O)*	C/H		
Смолы	6,3	11,56	685	85,49	10,46	1,63	4,05	8,1	C _{48,8} H _{71,6} S _{0,35} (N+O) _{0,55}	C _n H _{2n-26}
Асфальтены	0,33	0,59	—	83,19	8,86	2,11	7,95	9,3	—	—

* Кислород и азот по разности.

Данные о количественном распределении фракций смол, а также о составе и свойствах отдельных их фракций приведены в табл. 6. Низкое содержание фракции, извлекаемой четыреххлористым углеродом (11%), и высокое содержание бензольной (34%) и спиртобензольной (54%) фракций смол свидетельствует о явно выраженной ароматической природе смолистых веществ нефти.

Таблица 6

Состав фракций смол, извлеченных различными растворителями											
Фракции смол	Выход (вес. %) на			Молекулярный вес	Элементарный состав, %				C/H	Эмпирическая формула	Гомологический ряд углеводородной части
	остаток	нефть	смолу		С	Н	S	сумма гетероатомов (S+N+O) по разности			
Извлеченные: четыреххлористым углеродом	1,28	0,71	11,1	571	87,39	10,47	—	2,14	8,3	C _{41,5} H _{59,8} (S+N+O) _{0,18}	C _n H _{2n-23,2}
бензолом	3,98	2,20	34,4	835*	86,02	9,73	2,90	4,25	8,8	C _{59,8} H _{81,2} S _{0,75} (N+O) _{0,37}	C _n H _{2n-38,4}
спиртобензольной смесью (1:1)	6,30	3,47	54,3	1272	83,77	10,81	2,62	5,42	7,7	C _{88,8} H _{137,3} S _{1,04} (N+O) _{1,18}	C _n H _{2n-40,3}

* Молекулярный вес рассчитан.

Состав и свойства фракций смол, полученных при разделении фенолом

Смоли	Количество на фракцию, %	Молекулярный вес	Элементарный состав				Суммарное содержание гетероэлементов (S+N+O)*	C/H	Эмпирическая формула	Гомологический ряд углеводородной части
			C	H	S					
Неразделенные смолы	Растворимая в феноле часть	29,0	620	83,60	10,55	1,77	5,85	7,9	$C_{43,0}H_{65,4}S_{0,34}(N+O)_{0,80}$	$C_n H_{2n-20,6}$
	Не растворимая в феноле часть	71,0	718	85,65	10,86	1,20	3,49	7,9	$C_{51,2}H_{77,9}S_{0,27}(N+O)_{0,65}$	$C_n H_{2n-24,5}$
Фракция, извлеченная CCl_4	Растворимая в феноле часть	26,0	447	87,49	9,12	—	3,39	9,5	$C_{34,8}H_{43,5}(S+N+O)_{0,26}$	$C_n H_{2n-26,1}$
	Не растворимая в феноле часть	74,0	570	86,36	10,46	1,40	3,18	8,2	$C_{41,0}H_{59,6}S_{0,25}(N+O)_{0,33}$	$C_n H_{2n-22,4}$
Фракция, извлеченная C_6H_6	Растворимая в феноле часть	9,4	525	85,16	8,23	3,03	6,61	10,4	$C_{37,2}H_{48,2}S_{0,50}(N+O)_{0,62}$	$C_n H_{2n-31,2}$
	Не растворимая в феноле часть	90,6	867	87,31	10,16	1,22	2,53	8,6	$C_{62,9}H_{87,9}S_{0,33}(N+O)_{0,37}$	$C_n H_{2n-37,9}$
Фракция, извлеченная спиртобензольной смесью (1:1)	Растворимая в феноле часть	27,2	590	85,43	9,83	2,10	4,74	8,7	$C_{42,0}H_{57,9}S_{0,33}(N+O)_{0,51}$	$C_n H_{2n-26,1}$
	Не растворимая в феноле часть	72,8	1312	86,05	10,78	1,81	3,17	8,0	$C_{94,0}H_{141,4}S_{0,74}(N+O)_{0,56}$	$C_n H_{2n-46,6}$

* Кислород и азот по разности.

Суммарное содержание всех гетероатомов во фракциях смол и значение молекулярных весов их постепенно возрастает от фракции, извлеченной четыреххлористым углеродом, к спиртобензольной.

Для более детального изучения химической природы смол все фракции их, а также неразделенная смола обрабатывались фенолом. Данные, характеризующие состав и свойства полученных при этом растворимых и не растворимых в феноле фракций смол, приведены в табл. 7. Содержание растворимых в феноле компонентов как неразделенной смолы, так и отдельных фракций ее сравнительно невелико (от 9 до 29%).

Таблица 8

Состав растворимой и не растворимой в феноле частей бензольной фракции смолы

Смола	Количество, %	Элементарный состав			
		С	Н	S	суммарное содержание гетероэлементов
Растворимая в феноле	9,4	85,16	8,23	3,03	6,61
Не растворимая в феноле	90,6	87,31	10,16	1,22	2,53
Неразделенные	100,0	86,02	9,73	2,90	4,25

Характер изменения элементарного состава растворимой и не растворимой в феноле части смол вполне согласуется с ранее наблюдавшимися закономерностями на большом количестве изученных нефтей [1]. Не растворимые в феноле смолы содержат значительно меньше гетероэлементов (2,53—3,49%) и больше водорода (10,16—10,86%), чем растворимые в феноле смолы (3,39—6,61 и 8,23—9,83% соответственно). Интересно отметить, что бензольная фракция смолы характеризуется наиболее резко выраженным различием в элементарном составе растворимой и не растворимой в феноле частей (табл. 8).

Выводы

В результате исследования компонентного, группового и элементарного состава высокомолекулярной части морской нефти Челекенского месторождения сделаны следующие выводы о ее химической природе:

1. Показано, что высокомолекулярные углеводороды (выше 350°) этой нефти на $\frac{2}{3}$ состоят из предельных углеводородов, преимущественно гибридного, парафино-циклопарафинового (ПЦП) строения; около $\frac{1}{3}$ (до 12% на нефть) ПЦП углеводородов образуют кристаллический комплекс с карбамидом, что указывает на то, что они состоят из неразветвленных и слабозветвленных парафинов.

2. Методом избирательной жидкофазной каталитической дегидрогенизации показано, что среди циклических структур в молекулах высокомолекулярных предельных углеводородов преобладают пятичленные кольца: отношение циклопентановых к циклогексановым равно 2:1.

3. В ароматических углеводородах гомологи бензола составляют приблизительно половину, а вторая половина приходится на долю би- и полициклоароматических углеводородов.

4. Преобладание в смолистой части нефти растворимых в бензоле и спирто-бензольной смеси (около 90%) компонентов указывает на большой удельный вес в структуре их молекул ароматических и близких к ним гетероциклических звеньев.

5. Слабая растворимость смол в феноле указывает на низкую их окисленность и на невысокий удельный вес в молекулах смол полярных функциональных групп кислорода и серы (ОН, SH).

6. Показано, что в элементарном составе растворимых и не растворимых в феноле смол исследованной нефти сохраняется общая закономерность, наблюдавшаяся ранее при исследовании смол большого числа нефтей, а именно: растворимые в феноле смолы характеризуются более высоким содержанием гетероэлементов и более низким содержанием углерода и водорода, чем не растворимые в феноле смолы.

Институт химии
АН Туркменской ССР

Поступило
14 декабря 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергиенко С. Р. — Высокомолекулярные соединения нефти, 2-ое издание. Изд-во «Химия», 1964.
2. Сергиенко С. Р., Гарбалинский В. А., Челпанова М. П., Гусасова Р. Г. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 1, 48, 1965.
3. Сергиенко С. Р., Делоне И. О. — Труды комиссии по аналитической химии, VI (IX), 183, 1955.
4. Сергиенко С. Р., Лебедев Е. В. — Избирательная каталитическая дегидрогенизация высокомолекулярных углеводородов, Изд-во АН ТССР, Ашхабад, 1961.
5. Сергиенко С. Р., Делоне И. О., Давыдов Б. Э., Тетерина М. П. — Труды Института нефти АН СССР, 4, 18, 1954.

А. М. ГОЛУБ
А. АКМЫРАДОВ

ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИТРИТОПЛОУМБИТОВ КАЛИЯ

Как известно [1], посредством обменной реакции между перхлоратом свинца и нитритом калия могут быть получены нитриты свинца—калия состава $K_nPb(NO_2)_{n+2}$.

В настоящей статье мы задались целью изучить термическую прочность этих солей. Термограммы снимались в специальных пробирках на саморегистрирующем пирометре Курнакова типа ФПК-55 со скоростью нагрева $6^\circ/\text{мин}$. Термопара — хромель—алюмель.

Учитывая, что в литературе имеются весьма противоречивые данные о получении $Pb(NO_2)_2$ [2—8], мы предприняли попытку выделить эту соль из водного и водно-ацетонового растворов. Для этого использовали перхлорат свинца, полученный, как описано ранее [1], и нитрит калия квалификации «чда», предварительно перекристаллизованный. Исходные соли смешивались в соотношении 1:2, однако выделить простой нитрит свинца нам не удалось.

Если исходные растворы имели сравнительно низкие концентрации (1,0—1,5 моль/л), то после отделения $KClO_4$ при длительной кристаллизации получены золотисто-желтые пластинчатые кристаллы. После промывания холодной водой и сушки эти кристаллы анализировались: Найдено, %: Pb —66,08; 66,22; 66,14; NO_2 —22,51; 22,00; 21,86; 22,03; K —6,53; 6,37; 6,30. Для $KPb_2(OH)_2(NO_2)_3$ рассчитано, %: Pb —66,24; NO_2 —22,08; K —6,24.

Соль $KPb_2(OH)_2(NO_2)_3$ трудно растворима в воде, ацетоне и метаноле. В воде растворяется лишь при нагревании до 60 — 70° . Мутные растворы имеют желтоватую окраску.

Если исходные растворы ($Pb(ClO_4)_2$ и KNO_2 имеют более высокую концентрацию (3,5 и 9,0 моль/л), из их смесей, в которых эти соли находятся в отношении 1:2, после отделения $KClO_4$ удается получить тринитрилоупмбит калия. Для ускорения кристаллизации к водному раствору добавлялся ацетон: (пол-объема ацетона на один объем раствора). Спустя два месяца, в эксикаторе над $CaCl_2$ в водно-ацетоновом растворе образовалась твердая фаза, из которой отобраны крупные оранжево-желтые кристаллы. После промывания и сушки над $CaCl_2$ кристаллы проанализированы. Найдено, %: Pb —51,61; 51,28; NO_2 —34,04; 34,43; K —10,01; 9,87; для $KPb(NO_2)_3 \cdot H_2O$ рассчитано, %: Pb —51,48; NO_2 —34,33; K —9,70.

Таким образом, даже из концентрированной смеси, содержащей NO_2^- и Pb^{++} в соотношении 2:1, выпадает соль $KPb(NO_2)_3 \cdot H_2O$. Это

соединение растворяется в воде, метаноле и ацетоне с образованием желтого раствора. Ацетоновые растворы немного мутные.

Если к маточнику после отделения $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ дополнительно ввести ацетон, через некоторое время наблюдается образование новых кристаллов. Анализ их показал следующее. Найдено %: Рb—46,36; 46,97; NO_2 —31,46; 31,19; К—8,94; 8,98; для $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$ рассчитано, %: Рb—46,83; NO_2 —31,22; К—8,82.

Соль $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$ растворима в воде, ацетоне и метаноле. Растворы имеют зеленовато-желтый цвет. При стоянии растворы мутнеют.

После отделения $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$ получены более мелкие кристаллы, анализ которых дает состав $(\text{KРb}(\text{NO}_2)_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{COCH}_3$. Соли, содержащие ацетон, через 2 месяца начинают немного выветриваться.

Термическая устойчивость

На термограмме соли $\text{KРb}_2(\text{OH})_2(\text{NO}_2)_3$ имеется три эндотермических эффекта при 132, 182 и 368° (рис. 1а). Первый из них (132°) отвечает плавлению и отщеплению воды, а при 182° соль разлагается с выделением окислов азота. Эти особенности соли выявлены также посредством визуальных опытов. Третий эндотермический эффект соответствует плавлению загрязненного нитрита калия. Уменьшение веса при термографировании и понижение содержания нитрит-иона указывает, что остаток состоит из РbО и KNO_2 (табл. 1).

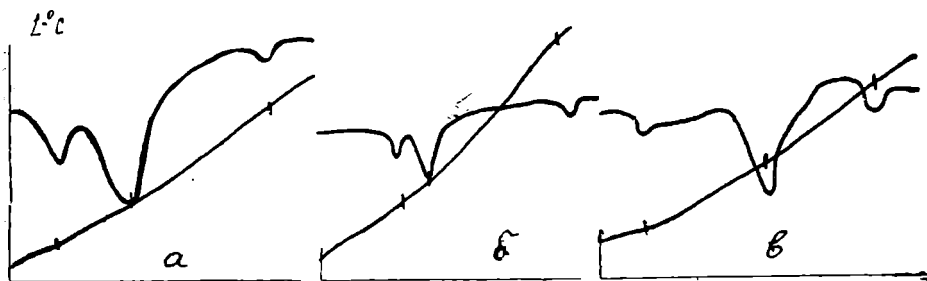


Рис. 1. Термограммы солей: а— $\text{KРb}_2(\text{OH})_2(\text{NO}_2)_3$; б— $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3$; в— $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Таблица 1

Результаты термического исследования двойных нитритоплюмбитов калия

Формулы соединений	Термические эффекты, С°	Навеска для термографирования, г	Потеря веса, г		Содержание нитрит-иона, %	
			результаты опыта	теоретическая по реакции	до нагревания	после нагревания, в остатке
$\text{KРb}(\text{NO}_2)_3$	192, 217, 366	0,7680	0,1508	0,1520	35,94	15,02
$\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	101, 212, 364	0,7869	0,1802	0,1840	34,33	15,05
$\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$	172, 208, 368	0,7070	0,1955	0,2143	31,22	15,11
$\text{K}_2\text{Рb}(\text{NO}_2)_4$	171, 363	0,7683	0,1248	0,1244	39,23	23,51
$\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot 2\text{CH}_3\text{COCH}_3$	117, 167, 206, 358—360	0,6120	0,0731	0,0728	43,21	32,74
	170, 204—212, 360				27,60	15,18
$\text{KРb}_2(\text{OH})_2(\text{NO}_2)_3$	132, 182, 368	0,7883	0,1261	0,1190	22,08	8,72

Соль $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3$, как показывают визуальные опыты, а также термограмма (рис. 1б), плавится без разложения при 192° ; разложение соли начинается при 202° и продолжается до 226° . Третий эндотермический эффект (336°) обусловлен, по-видимому, плавлением KNO_2 .

На термограмме $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (рис. 1в) отчетливо вырисовывается три эндотермических эффекта. При 101° имеет место удаление воды. При 212° соль плавится с разложением, а при 362° плавится нитрит калия.

Как видно из рис. 2а, тринитритоплюмбит калия, содержащий одну молекулу ацетона — $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$, при $172\text{—}173^\circ$ плавится с частичным разложением, а при $208\text{—}210^\circ$ полностью разлагается с выделением бурых окислов азота. Как и в предыдущих случаях, при 368° плавится нитрит калия.



Рис. 2. Термограммы солей. а— $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$; б— $\text{K}_2\text{Рb}(\text{NO}_2)_4$; в— $\text{K}_4\text{Рb}(\text{NO}_2)_6$.

Термограмма и показания визуальных опытов при изучении соли $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot 2\text{CH}_3\text{COCH}_3$ весьма сходны с только что приведенными данными для соли $\text{KРb}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$. Поэтому мы их не приводим. На термограмме этой соли имеется три эндотермических эффекта при $170, 204\text{—}212$ и 316° . На дне остатка после снятия термограммы имеется немного черноватых крупинки обуглившейся органической примеси (ацетон).

При термическом анализе $\text{K}_2\text{Рb}(\text{NO}_2)_4$, которая получена ранее [1], удается обнаружить два эффекта, соответствующие разложению соли (начинается при $140\text{—}142^\circ$ и продолжается до $170\text{—}172^\circ$) и плавлению нитрита калия — $363\text{—}635^\circ$ (рис. 2б). Среди всех нитритоплюмбитов калия соль $\text{K}_2\text{Рb}(\text{NO}_2)_4$ оказывается наименее устойчивой.

На термограмме $\text{K}_4\text{Рb}(\text{NO}_2)_6$ обнаруживается четыре термоэффекта $117\text{—}118^\circ, 160\text{—}165, 187\text{—}206$ и $358\text{—}360^\circ$ (рис. 2в).

Визуальные опыты позволяют заметить лишь два эффекта $165, 184\text{—}186^\circ$. По-видимому, при $117\text{—}118^\circ$ имеет место полиморфное превращение соли. При $160\text{—}165^\circ$ эта соль плавится без разложения, а при 187° начинается процесс разложения, заканчивающийся при $206^\circ, 358\text{—}360^\circ$ — температура плавления KNO_2 .

$\text{K}_2\text{Рb}(\text{NO}_2)_4$ и $\text{K}_4\text{Рb}(\text{NO}_2)_6$ по своим кристаллооптическим свойствам очень близки [1]. Вместе с тем, по термическим свойствам они совершенно отличаются. Это может служить убедительным доказательством индивидуальности этих солей.

При расшифровке термограмм исследованных солей всегда отмечаются термоэффекты при $360\text{—}365^\circ$, которые мы отнесли за счет плавления нитрита калия. Основанием для этого вывода служило то, что в остатке соли после термического анализа хорошо обнаруживается нитрит-ион (табл. 1). Понижение температуры плавления нитрита

калия объясняется загрязнением его продуктами термического разложения.

С целью более точного выяснения природы термоэффекта при 360—365° мы поставили дополнительные опыты. Для этого смешивали прокаленную желтую окись свинца с безводным перекристаллизованным нитритом калия в разных соотношениях и подвергали термографированию. Как и следовало ожидать, для этой системы обнаруживается два эффекта, отвечающих полиморфному превращению желтой PbO (106°) и температуре плавления нитрита калия. Интересно отметить, что при смешивании PbO и KNO₂ в соотношении 1:2 температура плавления нитрита калия равна 406° (рис. 3а), а при смешивании 1:4 эта температура равна 374° (рис. 3б).

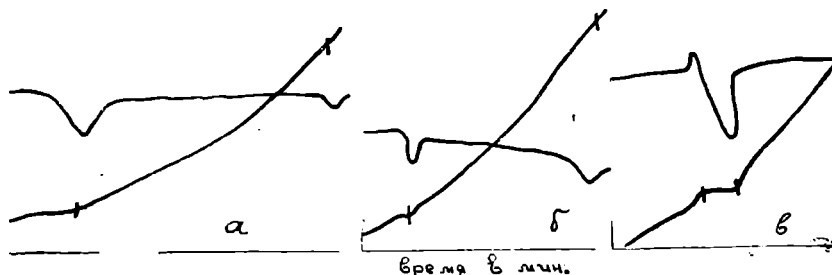
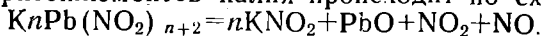


Рис. 3. Термограммы смесей: а—PbO : KNO₂ = 1:2; б—PbO : KNO₂ = 1:4; в—PbO.

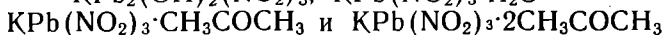
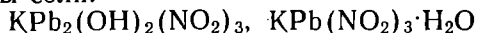
Если нагревать чистую PbO до 500°, то наблюдается лишь эффект, отвечающий переходу желтой модификации в красную при 106° (рис. 3в). На термограмме чистого нитрита калия имеется два эффекта, отвечающих фазовому переходу (51°) и температуре плавления 428° [2].

На основании термографических данных, результатов химического анализа остатков и результатов взвешивания продуктов нагревания при постановке визуальных опытов (табл. 1), можно утверждать, что разложение нитритоплюмбитов калия происходит по схеме:

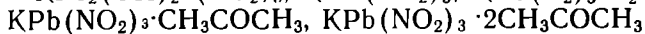


В ы в о д ы

1. Получены соли:



2. На пирометре Курнакова сняты термограммы солей



а также смесей желтой окиси свинца с KNO₂ в соотношении PbO:KNO₂=1:2 и PbO:KNO₂=1:4.

3. По уменьшению веса исследованных соединений и по данным химического анализа остатков при нагревании солей до 500° можно заключить, что термическое разложение полинитроплюмбитов калия происходит с образованием нитрита калия и окиси свинца.

4. В системах PbO—KNO₂ при нагревании их до 500° химическое взаимодействие не происходит. Температура плавления нитрита калия по сравнению с чистой солью заметно снижается.

Установлен эффект полиморфного превращения желтой окиси свинца при температуре 106° , которая для PbO «чда» и для смеси ее с KNO_2 имеет одно и то же значение.

5. На основании термографических данных установлена индивидуальность солей $K_2Pb(NO_2)_4$ и $K_4Pb(NO_2)_6$, имеющих очень сходные кристаллооптические характеристики.

Киевский госуниверситет им. Т. Г. Шевченко
Туркменский пединститут им. В. И. Ленина

Поступило
29 июля 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб А. М., Акмырадов Р. — Укр. хим. ж., 30, 10, 1016, 1964.
2. Голуб А. М., Акмырадов Р. — Укр. хим. ж., 31, 2, 1965.
3. Berzelius — Ann. Chim., 84, 5, 1812.
4. Chevreul — Ann. Chim., 83, 67, 1812.
5. Pleigot — Ann. Chim. Phys., [3] 2, 87, 1841.
6. Mickles — I. Prakt. Chem., 45, 374, 1847.
7. Lang — I. Prakt. Chem., 86, 300, 1862.
8. Chilesotti — Rend. d. Acc. d. Lincei 17(1), 824, 1908; I. Chem., Soc., A (II), 94, 845, 1908.

К. В. ТИУНОВ

ВЕРХНЕМЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ БОЛЬШОГО БАЛХАНА

Настоящая статья посвящена вопросам стратиграфии, распространения и вещественного состава верхнемеловых отложений Большого Балхана. В связи с этим следует указать, что несмотря на то, что разрез мезокайнозойских отложений района в целом изучен довольно детально, многие вопросы стратиграфии верхнемеловых отложений не решены до настоящего времени. В доказательство этого ниже приводится краткое описание истории изучения верхнемеловых отложений и представлений различных исследователей.

Присутствие верхнего мела на Большом Балхане впервые в 1924 г. установил П. М. Васильевский, указавший на наличие сеноманских и сенонских отложений у пос. Огланлы и на горе Кошагыр [5, 6]. Позднее эти верхнемеловые разделы детально изучались А. В. Дановым.

В 1930 г. в западной части Большого Балхана, в районе Иртыкбуруна, верхнемеловые отложения были обнаружены Л. А. Никитюк [11].

В 1937 г. Е. Я. Старобинцем и Н. П. Лупповым к верхнему мелу отнесены верхняя часть так называемой «песчаниковой» серии (сеноман) и «мергельно-известковая» серия, в которой ими выделяются турон, сенон и даний [14]. В сводной работе по геологии Туркмении Н. П. Лупповым [10] приводится следующий разрез верхнемеловых отложений Большого Балхана: сеноман — серо-зеленые, содержащие глауконит песчаники (мощностью 150 м); турон — песчанистый мергель (0,4—0,6 м); сенон — однородная толща белых и зеленовато-белых мергелей, местами чередующихся с белыми мелоподобными известняками (около 200 м) и датский ярус — белые мелоподобные известняки (150 м). По представлениям Н. П. Луппова мергельная толща сенона включает в себя кампанский и, возможно, сантонский ярус; отложения маастрихтского яруса, по-видимому, отсутствуют.

С 1954—1957 гг. стратиграфическим изучением верхнего мела Большого Балхана занимаются Л. Ф. Кинаш, Т. Н. Куницкая и А. И. Шеломенцев, а также геологосъемочная партия Туркменского геологуправления.

В 1955 г. Л. Ф. Кинаш выделяет в разрезе верхнего мела сеноманский (93 м), туронский (65,4 м), коньякский (57,5 м), сантонский (50 м), кампанский (45 м) и датский (170—210 м) ярусы.

Т. Н. Куницкая и А. И. Шеломенцев на основании проведенных в

1957—1958 гг. работ, отрицают присутствие на Большом Балхане турона и всех ярусов сенона, за исключением маастрихтского. По их мнению, разрез верхнего мела Большого Балхана образован отложениями сеноманского (160 м), маастрихтского (121 м) и датского (240 м) ярусов.

Мнение об отсутствии туронского, коньякского, сантонского и кампанского яруса высказывалось в последнее время неоднократно [4, 9, 12]. Однако имеется также указание на наличие на Большом Балхане как туронских, так и коньяк-сантонских отложений [7].

В ходе геологосъемочных и последующих редакционных работ, 1955—1960 гг., когда практически были изучены все имеющиеся на Большом Балхане выходы верхнемеловых отложений, мы пришли несколько к иным представлениям по сравнению с другими исследователями.

На основании палеонтологических данных точно определен туронский возраст присутствующего во многих разрезах маломощного пестроцветного мергеля [15]. Установлено (рис. 1), что залегающая трансгрессивно с размывом на отложениях турона, а в местах его отсутствия— непосредственно на сеномане, и перекрываемая датскими известняками известняково-мергельная толща верхнего мела имеет кампан-маастрихтский возраст* [16].

Ниже приводится описание верхнемеловых отложений Большого Балхана, составленное преимущественно на основании результатов геологосъемочных и редакционных работ.

Верхнемеловые отложения на Большом Балхане присутствуют только на северном крыле антиклинали. Однако в отличие от ранее существовавших представлений [10], что верхнемеловые отложения развиты только в средней части Большебалханской антиклинали, у пос. Огланлы и в гряде Кошагыр, и на ее западном окончании, северо-восточнее и восточнее мыса Иртыкбурун, верхнемеловые отложения были закартированы к северу и западу от кол. Карайман и к востоку и северо-востоку от кол. Утулуджа [16]. Таким образом, верхнемеловые отложения прослежены, хотя и в виде разрозненных выходов, вдоль большей части северного крыла Большебалханской антиклинали. Наиболее полные и хорошо обнаженные разрезы верхнего мела отмечаются у кол. Борджаклы, Кяризского прорыва и Кошагырской гряды.

Верхний мел Большого Балхана представлен морскими образованиями, подразделяющимися на нижнюю (сеноман) терригенную и верхнюю (турон, кампан, маастрихт, даний) преимущественно карбонатную часть. Верхнемеловые отложения без перерыва постепенным переходом связаны с подстилающими альбскими и перекрывающими палеогеновыми отложениями. Сеноман литологически вообще не отличим от верхнего альба. В разрезе верхнего мела отмечаются два перерыва в осадкообразовании. Вследствие более раннего перерыва отсутствуют отложения коньякского и сантонского, а в отдельных случаях (непосредственно к востоку от Кяризского прорыва) также туронского и кампанского ярусов.

Верхний — преддатский перерыв фиксируется довольно резкой неровной границей между литологически различными отложениями маастрихта и дания.

Сеноманский ярус. В районе Большого Балхана сеноман складывается зеленовато-серыми, преимущественно мелкозернистыми рыхлыми пес-

* Палеонтологические определения, используемые в статье, сделаны А. А. Атабекином, Л. П. Громовой, Г. Н. Джабаровым и Г. И. Чирва.

чаниками с прослоями более плотных известковистых песчаников и с шаровыми конкрециями, диаметр которых в большинстве не превышает 0,5 м. Наибольшая мощность сеномана отмечается у гряды Кошагар—290 м, на остальных участках мощность не превышает 200 м. Остатки фауны в сеноманских отложениях разнообразны и представлены пеллециподами, гастроподами, фораминиферами и аммонитами, среди которых отмечаются развернутые формы. Из сеноманских отложений определены: *Schloenbachia coupei* Brongn., *Sch. ex gr. sharpei* Semen., *Sch. subtuberculata* Sharpe, *Paraturrilites essensis* Gein., *Latidorsella* aff. *diphyloides* Forbes, *Inoceramus* cf. *crippsi* Mant.

Туронский ярус. К турону относится пласт пестроокрашенного песчанистого мергеля, литологически резко отличающегося от подстилающих песчаников сеномана. Мергель имеет пятнистую, желтую, зеленовато- и светло-серую окраску и содержит мелкие фосфоритовые желваки и глинистые включения. Фауна представлена морскими ежами (*Copululus subrotundus* Mant., *C. subconicus* Orb., *Echinocorys gravesi* Desor), аммонитами (*Lewesiceras peramplum* Mant.), брахиоподами, пеллециподами (*Inoceramus*, *Spondylus*) и фораминиферами туронского облика.

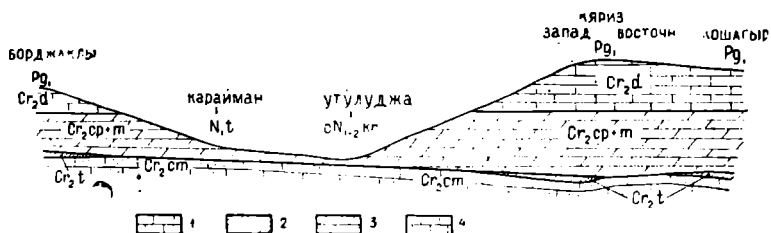


Рис. 1. Схематический разрез верхнемеловых отложений по северному крылу Большебалханской антиклинали. 1 — Песчаники сеномана; 2 — мергели турона; 3 — мергели и известняки кампан-маастрихта; 4 — известняки дания.

Мощность туронского мергеля колеблется от 0,6 м (Борджаклы) до 1,5 м (Кошагар). В ряде разрезов (восточнее Кяризского прорыва, у кол. Карайман и Утулуджа) туронские отложения отсутствуют, по-видимому, вследствие последующего размыва.

Вопрос о присутствии в разрезе туронского яруса спорный. Впервые наличие турона в разрезе Большого Балхана определенно установил в 1937 г. Н. П. Луппов, отнесший к турону пласт песчанистого пестроокрашенного мергеля мощностью 0,40—0,45 м, залегающего в основании известняково-мергельной серии верхнего мела. По его мнению, морские ежи, содержащиеся в этом пласте, очень сходны с таковыми из турона Янги-Су, а вся фауна по общему облику напоминает фауну туаркырского турона. Туронский возраст пласта подтверждает также его стратиграфическое положение [8]. В 1955 г. Л. Ф. Кинаш отнесла к турону нижнюю (65,5 м) часть известняково-мергельной толщи, а изучавшие в 1957—1958 гг. верхнемеловые отложения Западной Туркмении Т. Е. Куницкая и А. И. Шеломанцев пришли к мнению, что туронские отложения на Большом Балхане вообще отсутствуют и песчаники сеномана перекрываются непосредственно мергелями маастрихта. В 1955—1963 гг. пласт туронского мергеля прослежен нами во многих разрезах, и из него собрана руководящая фауна аммонитов и морских ежей [15, 16]. В последнее время Н. П. Голенкова, не отрицая, что фауна имеет туронский возраст, высказывает мнение, что по своему характеру и составу фауны туронские «песчаники являются переотложенными в основании досто-

верно установленных выше маастрихтских отложений» [4]. Представляет, однако, что содержащаяся в пласте фауна находится в коренном залегании. Граница пласта с вышележащими мергелями маастрихта является границей размыва, местами пласт полностью размыт. Это противоречит тому, чтобы считать его базальным слоем вышележащих отложений. Кроме того, трудно предположить, чтобы какой-либо «базальный» слой с выдержанным литологическим составом прослеживался, имея довольно постоянную (0,6—1,5 м) мощность, на расстояние более чем 50 км. Находки переотложенных панцирей морских ежей турон-коньякского возраста отмечались на Большом Балхане, однако, в мергелях иного, сенонского, облика совместно с кампанской микрофауной [15].

Кампанский и маастрихтский ярусы. Стратиграфически выше туронского песчанистого мергеля, а в местах его отсутствия — непосредственно на песчаниках сеномана залегает толща мергелей, известняков и глин, относимых к нерасчлененным кампанскому и маастрихтскому ярусам.

В нижней части Борджаклинского разреза, наиболее полного на Большом Балхане разреза верхнемеловых отложений, развиты светло- и зеленовато-серые, песчанистые мергели (10—13 м). Из этого пласта определен комплекс микрофауны, свидетельствующий о его возможном кампанском возрасте: *Bolivinoidea decoratus* var. *decoratus* (Jones), *B. decoratus* (Jones) var. *laevigata* Marie, *Marssonella turris* (Orb.), *Cibicides aktulagayensis* Vass., *Bolivina plaita* Carsey и др.

Стратиграфически выше залегает пласт кирпично-красного мергеля (3,5 м), перекрываемый зеленовато-серыми мергелями.

Мергели, иногда песчанистые, переслаиваются со светло-серыми известняками, содержащими примесь органогенно-обломочного и оолитового материала. Характерной особенностью известняков являются многочисленные следы ползания червей на поверхности напластования. Общая мощность переслаивающейся толщи составляет около 150 м. Толща содержит панцири морских ежей (*Echinocorys* cf. *ovatus* Leske var. *magna* Nietsch), раковины иноцерамов (*Inoceramus* cf. *balticus* Boehm), рostrы белемнителл (*Belemnella* cf. *lanceolata* Schloth.), раковины фораминифер (*Bolivinoidea draco* (Marsson), *Anomalina complanata* (Reuss), *Cibicides bembix* (Marsson), *Grammostomum incrassatum* (Reuss), *Reussella minuta* (Marsson) и другие органические остатки.

В 3—5 км к востоку от кол. Борджаклы из-под пролювиальных отложений в руслах и нижней части бортов саев обнажаются светло-серые известняки и мергели маастрихта* и пестроокрашенные зеленовато-, красновато- и светло-серые мергели кампана.

Выходы известняково-мергельной толщи наблюдаются также у кол. Карайман и Утулуджа. В первом случае они непрерывно протягиваются на расстояние около 800 м и представлены залегающими на сенонских песчаниках пестроокрашенными (кирпично-красными и зеленовато-серыми) песчанистыми глинами с прослоями светло-серого мергеля. Толща содержит комплекс фораминифер кампанского возраста: *Parella cordieriana* Orb., *Anomalina dainae* Mjatl., *A. costulata* (Marie), *A. stelligera* Marie, *Globotruncana arca* Cushman, *Bolivinoidea decoratus* (Jones). Видимая мощность этой толщи глин и мергелей около 50 м. Выше трансгрессивно с размывом залегают морские среднемиоценовые отложения.

Интересным фактом является находка у нижней границы этой тол-

* Возраст дан по определению микрофауны.

ши панцирей морских ежей, имеющих коньякский возраст *Conulus subconicus* Orb., *Echinocorys gravesi* (Desor.). Наиболее вероятно, что эти морские ежи находились здесь в переотложенном состоянии.

Северо-восточнее кол. Утулуджа также встречены отложения известняково-мергельной толщи, представленные зеленовато-серыми слабо песчанистыми мергелями, сменяемыми сверху кирпично-красными и зеленовато-серыми песчанистыми глинами. Эти отложения также относятся к кампанскому ярусу [16]. Выше несогласно с размывом залегают грубообломочные пролювиальные образования кюрянской свиты. Далее к востоку на протяжении почти 300 м обнажаются светлые, зеленовато-серые мергели, плотные, неяснослоистые с шаровой отдельностью; в них обнаружена микрофауна маастрихтского облика.

Наиболее известны и неоднократно упоминаемы в литературе [5, 6, 9, 10, 15, 16] разрезы верхнего мела, расположенные у пос. Огланлы и в гряде Кошагыр. Необходимо заметить, что здесь отмечается крайне резкая невыдержанность стратиграфической полноты разрезов верхнего мела.

Если в разрезе верхнего мела у Кязрицкого прорыва на песчаниках сеномана залегают мергели маастрихта, то несколько западнее его и к востоку в гряде Кошагыр развиты туронские и кампанские образования. В частности, в 1963 г. нами в пласте пестроцветного мергеля к западу от Кязрицкого прорыва отобрана обильная фауна морских ежей, состоящая из представителей видов *Conulus subrotundus* (Mant.) и *C. subconicus* (Orb.).

Более стратиграфически полные разрезы известняково-мергельной толщи верхнего мела у горы Кошагыр и к западу от Кязрицкого прорыва начинаются характерными кирпично-красными и зеленовато-серыми мергелями.

Непосредственно к востоку от Кязрицкого прорыва эти образования отсутствуют и зеленовато-серые мергели с маастрихтской микрофауной залегают на песчаниках сеномана.

В остальной своей части разрезы известняково-мергельной толщи этого района близки между собой. Здесь развиты светло- и зеленовато-серые мергели, иногда песчанистые с прослоями известняков, преимущественно в верхней части.

Отложения известняково-мергельной толщи кампан-маастрихта содержат фауну морских ежей (*Echinocorys* cf. *ovatus* Leske var. *magna* Nietsch, *Ech. jaeckeli* Nietsch), аммонитов (*Discoscaphites* ex gr. *constrictus* Sow.), белемнитов (*Belemnella* cf. *lancoolata* Schloth.), иноцерамов (*Inoceramus* cf. *balticus* Boehm, In. cf. *regularis* Orb.) и других пеллеципод, брахиопод и фораминифер (*Textularia baudoniniana* Orb., *Apothalina praeacuta* Vass., A. ex gr. *danica* Brotzen, *Cibicides bembix* (Macrsson), *Grammostomum decurrens* (Ehrenb.), *Reussella* aff. *minuta* (Marsson.).

Общая мощность кампанского и маастрихтского ярусов составляет на западе (Борджаклы) — 165 м, увеличиваясь в восточном направлении (Кязиз, Кошагыр) до 270 м.

Вопрос о кампанском возрасте нижней части известняково-мергельной толщи спорный. В ряде работ наличие кампанских отложений на Большом Балхане отрицается [4, 9, 12]. Однако нам представляется, что нижняя часть известняково-мергельной толщи имеет кампанский возраст. Это доказывает, наряду с наличием фаунистических остатков кампанского возраста, сопоставление со смежными районами.

Красноцветные отложения отмечаются в разрезах верхнего мела на Красноводском полуострове, по данным А. И. Смолко [13] и В. В. Бук-

лина, в Куба-Даге в отложениях сантонского и кампанского ярусов [9]. На Туаркыре — в верхней части коньякского, сантонском и нижней части кампанского яруса [8], в Западном Копет-Даге преимущественно в коньякском и сантонском ярусах [1, 2]. Представляется вероятным, что Большой Балхан не является исключением и что наличие в разрезе верхнего мела красноцветных пород является доказательством присутствия домастрихтских, скорее всего кампанских образований.

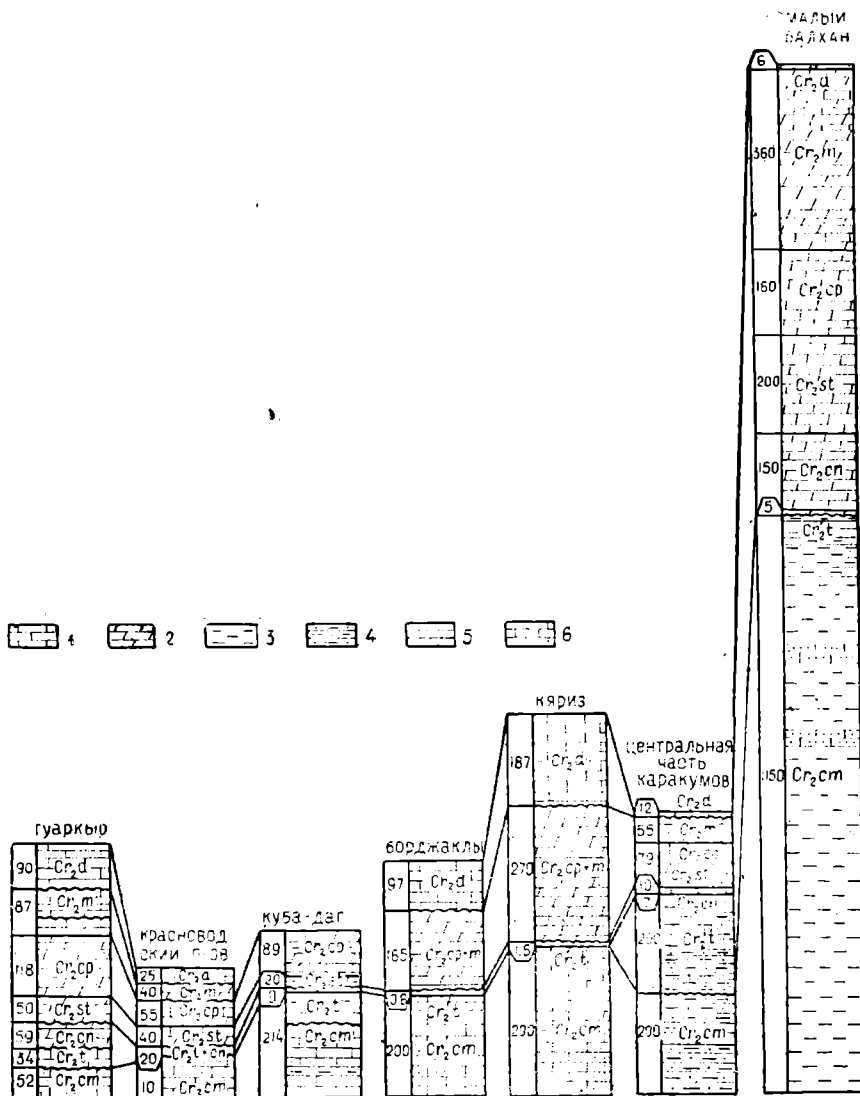


Рис. 2. Схема сопоставления верхнемеловых отложений (составил К. В. Тиунов с использованием данных А. А. Атабекяна, В. В. Буклина, Г. А. Габриэлянца, Н. П. Голенковой, В. И. Кузнецова, Т. Н. Кунищкой, Н. П. Луппова, Л. А. Польстер, А. И. Смолко, М. В. Титовой, М. М. Фартукова и др.). 1 — Известняки; 2 — мергели; 3 — глины; 4 — песчаники; 5 — алевриты; 6 — граница размыта.

Датский ярус. К датскому ярусу на Большом Балхане относится толща светло- и желтовато-серых органогенно-обломочных оолитовых и пелитоморфных известняков. Наличие резкой смены литологического

состава и отчетливо выраженной неровной границы с подстилающими маастрихтскими мергелями дает основание предположить наличие прерыва в осадконакоплении, сопровождавшегося, по-видимому, педводным размывом. Мощность датского яруса увеличивается в восточном направлении от 97,3 (Борджаклы) до 187,7 м (Кяриз).

Среди фауны преобладают устрицы из группы *Gryphaea vesicularis* Lam., отмечаются также другие пелециподы (*Pholadomia*), морские ежи (*Echinocorys sulcatus* Goldf., *E. obliquus* Ravn., *Brissopneustes* sp.), фораминиферы. Широко развиты также водоросли (литотамнии).

Таким образом, в разрезе довольно широко распространенных верхнемеловых образований Большого Балхана присутствуют сеноманский, туронский, кампанский, маастрихтский и датский ярусы. Образования коньякского и сантонского ярусов отсутствуют, по-видимому, вследствие предкампанского размыва. В ряде разрезов (Карайман, Утулуджа) отсутствует и туронский ярус, кампан-маастрихтские образования залегают прямо на песчаниках сеномана. Восточнее Кяризского прорыва кампан также отсутствует и песчаники сеномана сменяются непосредственно мергелями маастрихта. Из сопоставления разрезов видно, что в восточном направлении суммарная мощность кампанского и маастрихтского ярусов увеличивается от 165,1 до 270,2 м, а датского яруса от 97,3 до 187,7 м.

Чем вызвано значительное отличие приведенных данных от представлений некоторых исследователей [4, 9, 12]? В основном, тем, что при проведении тематических работ путем изучения отдельных, сравнительно легкодоступных, но далеко стратиграфически не самых полных разрезов делаются выводы о строении разреза целиком всего района.

Выводы

По общей мощности и мощности отдельных ярусов разрезы Большого Балхана занимают промежуточное место, будучи ближе к платформенным разрезам. При этом в ряде случаев мощность верхнемелового разреза Большого Балхана (Борджаклы) даже меньше, чем на платформенных разрезах (Туаркыр, Центральные Кара-Кумы). Для Большого Балхана характерна меньшая стратиграфическая полнота разреза при сравнительно большей мощности отдельных ярусов. Характерной особенностью разреза является также большая, чем в других районах Туркмении, мощность датского яруса.

В целом история развития Большого Балхана в позднемеловое время характеризуется сменой этапов опускания, сопровождающихся значительной мощностью накопившихся осадков, с этапами поднятия, сопровождающихся размывом ранее образовавшихся отложений. Особенностью тектонического развития Большого Балхана в позднемеловую эпоху также является, по-видимому, развитие на площади его современного северного крыла субширотного прогиба, ограниченного с севера и юга участками менее интенсивного прогибания. Наиболее интенсивное прогибание, как можно судить по мощности отложений, отмечается в районе Кяризского прорыва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атабекян А. А. — Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 42, вып. 1. Гостоптехиздат, 1960.
2. Атабекян А. А., Лихачева А. А. — Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 62, вып. 10. Гостоптехиздат, 1961.
3. Габриэлянц Г. А., Кривошеев В. Т., Громова Л. П., Блискавка А. Г., Балкулиев Ч. К., Берескун В. А., Гендлер С. Л., Мархасова З. В., Рубан В. И., Чирва Г. И., Щавелева А. П. — Тр. ЦКТЭ, вып. 1. Гостоптехиздат, 1963.
4. Голенкова Н. П. — Тр. Нилнефтегаза, вып. 12. Изд. «Недра», 1964.
5. Васильевский П. М. — Вестник ирригации, № 9, 1926.
6. Васильевский П. М. — Тр. ВГРО, вып. 192, 1932.
7. Кленова М. В. — В кн. Геологическое строение подводного склона Каспийского моря. Изд. АН СССР, 1962.
8. Кузнецов В. И., Титова М. В. — Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 46, вып. 2. Гостоптехиздат, 1961.
9. Куницкая Т. Н., Голенкова Н. П., Польстер Л. А., Пяновская И. А., Рощина В. М., Туркина И. С., Фартуков М. М., Хон А. В. — В кн.: Условия осадконакопления и геохимическая характеристика мезо-кайнозойских отложений западных районов Средней Азии. Изд. «Недра», 1964.
10. Луппов Н. П. — Геология СССР, т. 22, Туркменская ССР, ч. I, геологическое описание. Госгеолтехиздат, 1953.
11. Никитюк Л. А. — Тр. ВГРО, вып. 179, 1932.
12. Польстер Л. А., Голенкова Н. П. — Тр. КЮГЭ АН СССР, вып. 8, 1962.
13. Смолко А. И. — Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 46, вып. 2. Гостоптехиздат, 1961.
14. Старобинец Е. Я. — Сб. Геол. и полезн. ископ. Ср. Азии, Изд. АН СССР, 1940.
15. Тиунов К. В. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 1, 93, 1961.
16. Тиунов К. В. — Сб. Вопросы геологии Туркмении. Изд. АН ТССР, 1963.

А. КУЛИЕВ
К. КУЛИЕВ

К ГЕНЕЗИСУ ОДНОЙ МЕЖПЛАСТОВОЙ ЗАЛЕЖИ ФЛЮОРИТА В ГАУРДАКЕ

Обыкновенный кристаллический флюорит, имеющий различную окраску от желтого до фиолетового, образуется, главным образом, в эндогенных условиях и сопутствует самым разнообразным минералам в гидротермальных жилах. Именно с последними связаны основные запасы флюорита.

Кроме того, в литературе имеется очень много сообщений о новообразованиях или сингенетических образованиях рассеянного флюорита в отложениях гипса, ангидрита, доломита, а также в центре природных конкреций и септарий.

Типично осадочной является землистая фиолетовая или лиловая разновидность флюорита — ратовкит, который впервые установлен на берегу р. Ратовки около г. Верей Московской области, где он образует тонкий прослой (1,0—1,5 см) в глинистой породе, залегающей среди мергелей и доломитизированных известняков. Этот коллоидальный минерал обнаружен и в ряде других районов СССР, однако более значительные скопления его известны в Зубцовском и Ржевском районах Калининской области [3]. В тесной ассоциации с ратовкитом находятся хальцедон в виде конкреций, палыгорскит, барит, изредка кварц, а также кубические кристаллики флюорита, образовавшиеся в результате кристаллизации самого ратовкита.

В таких осадочных месторождениях кристаллический флюорит присутствует в сравнительно подчиненных количествах. Вообще в литературе почти не приводятся сведения о каких-либо больших скоплениях кристаллического флюорита, генезис которых не связывается с гидротермальными растворами магматического происхождения.

Примером жил не гидротермального происхождения служит одна межпластовая залежь флюорита в районе Гаурдакского серного месторождения*. Она имеет форму пласта, целиком состоящего из флюорита и залегающего параллельно напластованию плотных темно-серых известняков верхнеюрского возраста. На поверхность пластовая залежь выходит в верховьях одного небольшого ущелья, где она в его правом борту горизонтально протягивается на расстояние 25—30 м. На флангах пластовая жила незаметно затухает под наносами, переходя в боль-

* По высказыванию Х. М. Мамедова залежь известна с 1932 г.

шне глыбовидные гнезда флюорита. Мощность ее измеряется в пределах 50—80 см.

Переход флюоритовой жилы из одного пласта известняка в другой не наблюдается. Вместе с надстиляющим и подстиляющим пластами известняка она образует выдержанные и более или менее прямые контакты. Известняки близ контакта с флюоритом характеризуются прекрасной сохранностью первичного темно-серого цвета и без следов механического дробления. Здесь же отсутствуют признаки химического растворения и гидротермального изменения известняков.

Приуроченность флюорита к тектоническому разлому не наблюдается. Тщательное обследование околожилных участков не выявило каких-либо трещин со следами флюоритовой минерализации, по которым могли мигрировать рудообразующие растворы. Левое окончание жилы под прямым углом упирается в один небольшой разлом, о величине и характере которого пока ничего не известно. Вероятно, он также не является рудоподводящим каналом, так как вдоль его не отмечается какой-либо минерализации или гидротермального изменения известняков. Скорее всего можно полагать, что корень этого разлома уходит на небольшую глубину. Таким образом, конкретные данные о тектоническом контроле размещения данной флюоритовой жилы отсутствуют.

Другой важной особенностью изучаемой жилы является полное отсутствие сульфидных минералов; в тесной ассоциации с флюоритом находится барит, вероятно, и кварц. Такой минералогический состав позволяет рассматривать жилу как флюорито-баритовую.

Флюорит является основным минералом, образующим сплошную монокристаллическую массу жилы. Для него характерно крупнокристаллическое ящичное строение, сильно напоминающее кристаллическую форму исландского шпата. На поверхности образцов всегда бросаются в глаза четкие трещины спайности, параллельные, в основном, в двух направлениях.

При ударе молотком от флюорита отделяются куски пластинчатого (толщиной до 2—3 мм) или косоугольного габитуса с развитием ровных и гладких взаимопараллельных поверхностей (граней), которые в подавляющем большинстве имеют форму ромба. Острые и тупые углы ромба соответственно равны 60 и 120°. Спайность совершенная по октаэдру (III). Нередко среди обломков встречаются такие (до 0,5 см), которые имеют прекрасную форму кубического тетраэдра (III). Визуальным наблюдением легко доказывается, что в каркасе решетки флюорита тетраэдры занимают промежутки между октаэдрами. При этом все грани тетраэдра принадлежат октаэдрам.

Кубический и додекаэдрический индивиды флюорита нигде не наблюдаются.

Во всех частях жилы минерал практически лишен обычных для него природных окрасок: фиолетовой, фиолетово-синей, голубой, зеленой, желтой и др. В основном он бесцветен и прозрачен или неравномерно окрашен в дымообразный черный цвет, обусловленный обильными пигментами органических веществ. Наличие последних узнается по характерному и довольно сильному запаху сероводорода, выделяющегося при растирании минерала в агатовой ступке. Иногда в сплошных массах флюорита черная окраска кажется более интенсивной, однако, несмотря на это, пластинки все же прозрачные. Блеск флюорита — стеклянный, слабо жирноватый.

Под микроскопом флюорит бесцветен, черной окраски совершенно не наблюдается; характеризуется изотропностью в скрещенных николях и отсутствием плеохроизма. Наблюдающиеся в светлом поле зрения (без скрещенной николи) прямолинейные трещины пересекаются друг

с другим под определенными углами. Для измерения последних шлиф изготовлен по гладкой поверхности одной из пластинок флюорита. В разных частях шлифа смежные углы почти всегда равны 70 и 110°, в редких случаях — 65 и 115°.

Принадлежность минерала к флюориту подтверждается также другими диагностическими признаками. В люминесцентных лучах он светится характерным фиолетовым цветом. Твердость 4. Удельный вес, определенный пикнометрическим методом, равен 3,13. Минерал хрупок и легко растирается в агатовой ступке. Растворяется в крепкой серной кислоте. Перед паяльной трубкой растрескивается, после чего легко крошится пальцами.

Барит — основной минерал, после флюорита, исследуемой жилы. По примерным подсчетам он составляет 2% от флюоритового пласта.

Барит в основном приурочен к кровле флюоритового пласта и представлен в виде неправильной формы гнезд, соединенных между собой через узкие перегибы или в виде причудливо изгибающихся прожилков с частыми утолщениями и пережимами мощности (2—8 см). Границы баритовых скоплений, как обычно, сильно извилистые и расплываются во флюорите. Отдельные гнезда и короткие прожилки барита инъецированы в пласт флюорита вплоть до его подошвы.

Сплошная масса барита имеет спутанное мелкопластинчатое строение. Часто наблюдается искривление плоскостей спайности, происшедшее в процессе роста кристаллов барита. У себя же на поверхности барит местами образует сростки утолщенных по бокам лепестковидных кристалликов размером до 2—3 мм. Эти кристаллики без ориентировки густо усажены в баритовом субстрате, который в ряде случаев имеет быстрой исчезающее псевдооолитовое строение.

Цвет барита слабый. Из-за наличия многочисленных темно-серых включений флюорита барит имеет пятнистый вид. Кроме того, поверхность и края большинства лепестковидных кристалликов окрашены в грязный сажистый цвет, вероятно, пигментированный органическими веществами. Блеск барита — перламутровый. Определение показателей преломления в иммерсионных жидкостях показало следующие величины: $n_g = 1,648$, $n_p = 1,637$, откуда $n_g - n_p = 0,011$. Полученные данные совпадают с данными в литературе.

Кварц, найденный здесь впервые геологом В. И. Седлецким, присутствует в небольшом количестве в забое разведочной штольни, где он представлен в виде разбросанных в породе гексагональных кристаллов призматической формы. Кристаллы кварца обладают совершенно гладкими гранями, бесцветные и водянопрозрачные. Размеры их достигают 1,0—1,5 см.

В самой жиле флюорита и в ее контактах с окружающими породами кварц не наблюдается.

Генезис гаурдакского флюорита исследователи объясняют по-разному. Мнение о гидротермальном происхождении флюоритов в верхней юрской «соляно-гипсово-ангидритовой» толще Гаурдака высказывает Н. П. Туаев [5], что не подтверждается достаточно убедительными данными. Противоречат этому приводимые А. Г. Бабаевым [1] данные о совместной встречаемости флюорита с целестином и баритом, наличие флюорита в сенонской гипсоносной толще, где он в большинстве случаев встречается в единичных зернах и носит аутигенный характер. А. С. Уклонский в работе [6] о парагенезисе серы и нефти выделяет для Средней Азии ряд (около 24) парагенных минералов серы и указывает на общность геохимических процессов, протекающих в серных и нефтяных месторождениях. В числе этих парагенных минералов име-

ются также флюорит, барит и кварц. Н. П. Петров [4] связывает образование флюорита с гидротермальными процессами.

Источник фтора во многом не ясен. Содержание его в известняках и ангидритах довольно незначительное. Если бы фтористый водород, подобие сероводорода, экстрагировался из известняков и ангидритов при их метаморфизации или выщелачивании, то образовались бы крайне разбавленные фтористоводородные растворы, недостаточные для образования пласта чуть ли не метровой мощности и целиком состоящего из флюорита. Для его образования необходимы высококонцентрированные растворы, какие образуются в эндогенных условиях. Даже при таком происхождении высококонцентрированных фтористоводородных растворов пласт флюорита должен будет нести в себе глубокие следы гидротермальной деятельности.

Гидротермальные жилы существенно флюоритового и барито-флюоритового состава имеются в ядерной части Кугитангской антиклинали, расположенной не далеко от Гаурдака. По минералого-геохимическим и геологическим признакам существуют резкие различия между флюоритовыми оруденениями обеих этих районов.

Размещение жил в ядре названной антиклинали контролируется тектоническими трещинами, пересекающими как метаморфические и гранитные породы палеозоя, так и осадочные породы мезозоя. На дневной поверхности флюоритовые жилы не имеют большого протяжения и достигают обычно 3—5 м длины. Мощность их измеряется в пределах 0,30—0,70 м. Барито-флюоритовые жилы на поверхности прослеживаются на 20—30 м и, исчезая, вновь появляются на расстояниях до 100 м. Падение жил близко к вертикальному. По условиям и характеру залегания они имеют иное происхождение, чем флюориты Гаурдака.

Если с флюоритом Гаурдака ассоциируют барит и кварц (?), то в составе кугитангских жил, кроме того, участвуют и другие минералы из класса сульфидов.

В существенно флюоритовых жилах флюорит в основном зеленоватый, синеватый. В зальбандах изредка обнаруживаются выделения галенита, с хорошо развитой кубической формой кристаллов. Здесь же внутри небольших пустот наблюдаются мелкие друзы шестигранного призматического кварца. Нередко встречаются халькопирит, находящийся во вмещающей породе и внутри флюоритовых жил. Халькопирит часто замещен вторичными минералами: малахитом, азурином, лимонитом или же покрыт черным налетом.

Основную массу барито-флюоритовых жил составляет барит снежно-белого цвета. Строение барита — крупнокристаллическое. Флюорит обычно имеет голубой цвет, изредка он бесцветный; образует прожилки и изолированные зерна в барите и после него является основным минералом.

Кроме того, в барито-флюоритовых жилах наблюдаются галенит и сфалерит, образующие нередко густые вкрапленности, причем оба эти минерала рассеяны в массе барита в виде гнезд и коротких прожилок, размерами от 0,01 до 3 см и более. Галенит всегда крупнокристаллический и содержит в себе примеси серебра, сурьмы и других элементов.

Цвет сфалерита зеленовато-желтый, медово-желтый, янтарно-желтый, в большинстве случаев прозрачный, но светлоокрашенный. Спектральный анализ сфалерита показывает присутствие гидротермального комплекса таких элементов-примесей, как кадмий, галлий, медь, кобальт и серебро.

В табл. 1 приводятся результаты полного спектрального анализа флюоритов Гаурдака и Кугитанга.

Для всех кугитангских флюоритов характерно присутствие иттрия

(0,00n—0,0n%). Наличие его не удивительно, так как он является обыкновенным изоморфным элементом в гидротермальных флюоритах Средней Азии. Наряду с этим элементом флюориты существенно флюоритовых жил содержат в себе также тысячные и десятитысячные доли процента иттербия. Кроме того, в составе флюоритов имеются высокие содержания цинка (0,0n—0,n%), свинца (0,00n—0,0n%) и меди (до 0,00n%); изредка присутствует также кадмий (до 0,00n%).

Таблица 1

Результаты спектрального анализа флюоритов Гаурдак-Кугитангского района

Номера проб	Место взятия образцов	Cu	Mg	Ca	Sr	Ba	Zn	Cd	Y	Yb	Al	Ti	Si	Pb	Mn	Fe
Существенно флюоритовые жилы																
168	Чуян-Кан	1	3	5	—	—	2	—	2	—	4	1	2	1	1	2
1656	Янги-Кан	1	3	5	—	—	3	—	2	1	4	1	2	2	1	2
165в	"	1	3	5	—	—	3	—	2	<1	4	1	2	2	1	2
186	"	1	3	5	—	—	3	—	2	<1	4	1	2	2	1	2
Барито-флюоритовые жилы с сульфидами																
1676	Янги-Кан	1	3	5	2	4	3	—	2	—	4	1	4	2	1	2
1696	Шержант	1	3	5	2	4	3	—	2	—	4	1	4	2	1	2
171	"	1	3	5	2	4	3	—	2	—	2	1	4	2	1	2
176	"	<1	1	5	—	3	3	сл.	1	—	2	—	2	сл.	<1	1
182	"	<1	2	5	—	3	3	1	1	—	2	—	2	1	2	1
184	"	<1	2	5	2	4	3	—	2	—	2	—	2	сл.	2	1
190	"	<1	1	5	2	4	3	сл.	1	—	2	—	2	1	<1	2
191	"	<1	1	5	—	3	2	—	1	—	1	—	2	2	<1	2
192	"	<1	2	5	2	4	2	—	1	—	1	—	2	1	1	1
Флюорит-баритовые жилы без сульфидов																
466	Гаурдак	—	1	5	—	2	—	—	—	—	1	—	1	сл.	—	1
467	"	—	1	5	—	—	—	—	—	—	2	—	2	сл.	<1	1
468	"	—	1	5	—	—	—	—	—	—	2	—	2	сл.	сл.	1
469	"	—	1	5	—	—	—	—	—	—	1	—	1	сл.	сл.	1
470	"	—	1	5	—	—	—	—	—	—	2	—	2	сл.	сл.	1
471	"	—	1	5	—	—	—	—	—	—	1	—	1	сл.	—	1
472	"	—	2	5	—	2	—	—	—	—	2	—	2	сл.	<1	1

Примечание: 5 — больше 1%; 4 — около 1%; 3 — 0,n%; 2 — 0,0n%; 1 — 0,00n%; сл. — следы. Анализы выполнил А. Кулиев.

Наоборот, флюориты Гаурдака характеризуются сравнительно высокой чистой и небольшим количеством примесей. В частности, свинец содержится только в следах, тогда как содержания меди, цинка, кадмия, иттербия и особенно иттрия вообще не устанавливаются.

Из литературных источников известно, что геохимическая активность иттрия и иттербия проявляется только в эндогенных условиях. Вероятно, эти элементы в осадочных флюоритах вообще не должны присутствовать, если исходить из следующих данных: во-первых, содержания их в осадочных породах (известняках, гипсах, ангидритах) являются ничтожными и, во-вторых, миграция их в подземных и поверхностных водах происходит в очень незначительных масштабах.

Таким образом, из приведенного фактического материала вытекает, что гаурдакские флюориты не обладают теми особенностями, которые свойственны барито-флюоритовым и существенно флюоритовым жилам Кугитанга, и поэтому могут считаться экзогенными образованиями.

Выводы

На основе изложенного можно допустить два наиболее возможных способа образования гаурдакского флюорита: сингенетично-осадочное происхождение и концентрация флюорита циркулирующими водозовыми (метеорными) водами.

Доводом в пользу первого способа образования является: отсутствие признаков непосредственной приуроченности флюорита к тектоническому разлому; элементы залегания флюоритового пласта определяются в зависимости от элементов залегания вмещающих известняков; однообразие минералогического состава; значительная удаленность от магматических пород. Вместе с пластом флюорита имеются пласты целестина и оникса, простирающиеся на большие расстояния и образовавшиеся, по-видимому, также осадочным путем.

Однако в отличие от последних пласт флюорита по простираению имеет небольшую длину (до 30 м).

Отсюда вытекает второй возможный способ образования флюорита.

Институт геологии
ГТК СССР

Поступило
22 мая 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев А. Г. — Узбекский геологический журнал, АН УзССР, № 1, 1961.
2. Бетехтин А. Г. — Минералогия. Госгеолтехиздат, М., 1950.
3. Бушинский Г. И. — Известия АН СССР, сер. геол., № 5, 1939.
4. Петров Н. П. — Записки Узбекстанского отделения ВМО, АН УзССР, № 8, 1955.
5. Туаев Н. П. — Геология нефти и газа, № 6, 1961.
6. Уклоцкий А. С. — Парагенезис серы и нефти. АН УзССР, 1940.

А. АКМАМЕДОВ
А. ТКАЧЕНКО

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРАСНОЦВЕТНОЙ ТОЛЩИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ТУРКМЕНИИ

Отложения красноцветной толщи Юго-Западной Туркмении, являющиеся аналогом продуктивной толщи Азербайджана, к настоящему времени наиболее хорошо изучены. Они известны на всех структурах, где проводилось разведочное и эксплуатационное бурение. Эти отложения выклиниваются к бортам Западно-Туркменской впадины, и на юге граница их распространения почти совпадает с границей Кеймиро-Чикишлярского района и Аладаг-Мессерианской зоны.

В пределах описываемой территории красноцветная толща характеризуется большой мощностью, которая колеблется от 1000 до 2500 м. В синклинальных прогибах мощность красноцветной толщи, по сейсмическим данным, превышает 3000 м.

Выходы красноцветной толщи на дневную поверхность известны только в Прибалханском районе (Сыртланлы, Боя-Даг, Монжуклы и Челекен). Снизу ее также подстилают глинистые отложения более древних горизонтов неогена и палеогена. Таким образом, отложения красноцветной толщи представляют запечатанную мощную линзу, открытую только в направлении Каспийского моря.

Отложения красноцветной толщи представлены песчано-глинистыми образованиями и в литофациальном отношении резко изменяются как по площади, так и по разрезу.

На Челекене и на Окареме в разрезе красноцветных отложений преобладающую роль играют глины, которые в восточном направлении постепенно замещаются песками (Котур-Тепе, Небит-Даг) и уже в Кум-Даге, по мере приближения к горным системам Малого Балхана и Западного Копет-Дага, преобладающая роль переходит к пескам, а на Боя-Даге и Сыртланлы появляются прослой грубозернистых песков и песчаников.

Гидрогеологические особенности отложений красноцветной толщи сравнительно хорошо изучены, за исключением вод межструктурных впадин, где поисково-разведочное бурение не производилось.

Все воды красноцветной толщи напорные, несмотря на изоляцию ее отложений от горного обрамления.

В разрезе красноцветной толщи от кровли к подошве возрастают превышения пластовых давлений над нормальным гидростатическим. Оно по площади увеличивается в южном направлении. Одновременно с ростом такого превышения увеличиваются и дебиты скважин.

К северу от Главного Прибалханского разлома дебиты воды из красноцветной толщи составляют 200—500 м³/сут., а к югу от него 1000—2000 м³/сут.

К участкам выхода плиоценовых отложений на дневную поверхность, находящимся к югу от этой зоны разломов, приурочены также все естественные источники, питаемые водами красноцветной толщи.

В Кеймиро-Чикишлярском районе источников нет, но дебиты аварийных скважин сравнительно с Прибалханским районом очень высокие и достигают 3000—5000 м³/сут., причем их фонтанирование продолжается в течение ряда лет без заметного изменения.

Все эти фактические данные дают возможность утверждать о высокой водоносности отложений красноцветной толщи и наличие в ней какого-то источника высоких пластовых давлений, в качестве которого можно рассматривать зоны региональных разломов, способствующие поступлению в красноцветную толщу высоконапорных глубинных вод. Источником высоких пластовых давлений также могут являться горное давление, упругие свойства пород и вод, а также энергия растворенного газа.

Аналогично водоносности изменяются и пластовые давления, причем их изменения (превышения пластового давления над гидростатическим) происходят в пределах отложений разных возрастов не одинаково. Они минимальны в апшеронском ярусе, больше в акчагыльском, еще больше в верхней части красноцветной толщи и достигают максимального значения в ее нижней части.

На площади отдельных месторождений кривая пластовых давлений в нижней части красноцветной толщи резко увеличивает свой наклон к линии гидростатических давлений и начинает приближаться к геостатическим давлениям.

Сравнивая величины превышений пластовых давлений над гидростатическим и их изменение с глубиной, приходим к заключению о плохой гидродинамической связи между отложениями апшеронского, акчагыльского ярусов, верхней и нижней частями красноцветной толщи.

Как видно из табл. 1, превышения пластовых давлений над гидростатическими на месторождениях Западно-Туркменской низменности наибольших значений достигают в ее центральной части. По мере приближения к горному обрамлению и особенно к зоне Главного Прибалханского разлома это превышение уменьшается.

Следовательно, Главный Прибалханский разлом экранирует движение вод по плиоценовым отложениям и дает основание выделить две зоны: а) зона, приуроченная к центральной части Западно-Туркменской впадины с более высокими превышениями пластовых давлений над гидростатическими, б) зона, приуроченная к ее окраине у горного обрамления, где эти превышения меньше.

Таким образом, в Западно-Туркменской впадине в направлении к горному обрамлению уменьшаются пластовые давления и водоносность красноцветной толщи. А это подтверждает мнения различных исследователей об отсутствии сколько-нибудь значительного поступления в плиоценовые отложения вод с горного обрамления.

Более высокие пластовые давления в центре впадины можно объяснить влиянием горного давления пород, которое стремится уменьшить пористость коллекторов вод, в результате чего в ней возрастает превышение пластового давления над гидростатическим и происходит отток воды из центральной части впадины к ее бортам. Этому выжиманию вод препятствуют региональные нарушения зоны главного Прибалханского разлома, вследствие чего в центре впадины давления выше, чем на окраинах.

На отдельных структурах Прибалханской зоны поднятий, где плиоценовые отложения выходят на дневную поверхность, образуются очаги разгрузки вод из верхней части красноцветной толщи, что несколько уменьшает превышения пластовых давлений над гидростатическими. В нижней части красноцветной толщи, которая нигде не залегает близко к дневной поверхности, условия для разгрузки вод значительно хуже и здесь превышения пластовых давлений над гидростатическими выше.

Таблица 1

Отношение $P_{пл}/P_{гидр}$ в различных горизонтах плиоцена

Месторождение	Отношение $P_{пл}/P_{гидр}$							
	к северу от зоны разломов				к югу от зоны разломов			
	апшерон	акчагыл	верхняя часть красноцветной толщи	нижняя часть красноцветной толщи	апшерон	акчагыл	верхняя часть красноцветной толщи	нижняя часть красноцветной толщи
Окарем							1,56	1,56
Западный Челекен				1,46				
Алигул				1,42				
Дагаджик			1,29					
Котур-Тепе			1,15				1,26	
Барса-Гелмес							1,22	
Небит-Даг			1,18	1,20		1,20	1,2	1,58
Кум-Даг	0,98	1,00	1,06		1,12	1,07	1,21	
Кизыл-Кум						1,22	1,26	
Камышлджа								1,50

Особенно неблагоприятные условия для разгрузки в Кеймиро-Чикишлярской зоне поднятий. Здесь плиоценовые отложения скрыты под мощным чехлом современных осадков, а превышение пластовых давлений над гидростатическими в верхней части красноцветной толщи такое же, как и в нижней.

Учитывая характер изменения пластового давления по площади Юго-Западной Туркмении можно отметить, что в пределах впадины в плиоценовых отложениях воды движутся от центральной части бассейна к ее бортам, преимущественно с юга на север. Скорость их движения мала и существенного вытеснения хлоркальциевых седиментационных рассолов другими водами не наблюдается. Разгрузка в естественных источниках обусловлена в значительной степени уплотнением горных пород и в меньшей степени вытеснением хлоркальциевых рассолов инфильтрационными и глубинными водами.

Солевой состав подземных вод, заключенных в красноцветной толще, характеризуется большой изменчивостью и по площади и по вертикальному стратиграфическому разрезу (рис. 1 и 2).

Характерными для красноцветной толщи водами являются хлоркальциевые рассолы, минерализация которых изменяется в широких пределах (от 1000 до 10 000 мг-экв). В пределах отдельных структур встречаются воды пониженной минерализации, резко изменяющие свой состав по площади от гидрокарбонатно-натриевых до хлоркальциевых,

а в нижней части красноцветной толщи на Челекене, Окареме, Камышлджа и Котур-Тепе есть воды с высоким содержанием сульфатов, среди которых, кроме хлоркальциевых рассолов, встречаются хлормagneиные и сульфатно-натриевые.

Такое многообразие вод в красноцветной толще может объясниться особенностями ее гидрогеологической обстановки, которые определяются наличием в пластах хлоркальциевых рассолов седиментационного происхождения,

очень медленно вытесняемых глубинными гидрокарбонатно-натриевыми водами пониженной минерализации инфильтрационного происхождения.

Запасы последних образуются в горном обрамлении Западно-Туркменской впадины, преимущественно в ее южной части, где находятся наиболее высокие горные сооружения. Оттуда они по мезозойским отложениям попадают на большую глубину, приобретают гидрокарбонатно-натриевый тип и по региональным нарушениям внедряются в плиоценовые отложения; здесь они вытесняют седиментационные хлоркальциевые рассолы, смешиваются с ними и метаморфизуются согласно новым условиям существования, что дает наблюдаемое разнообразие вод на отдельных локальных участках, по Ю. В. Доброву.

Однако разнообразие пластовых вод нельзя объяснить только

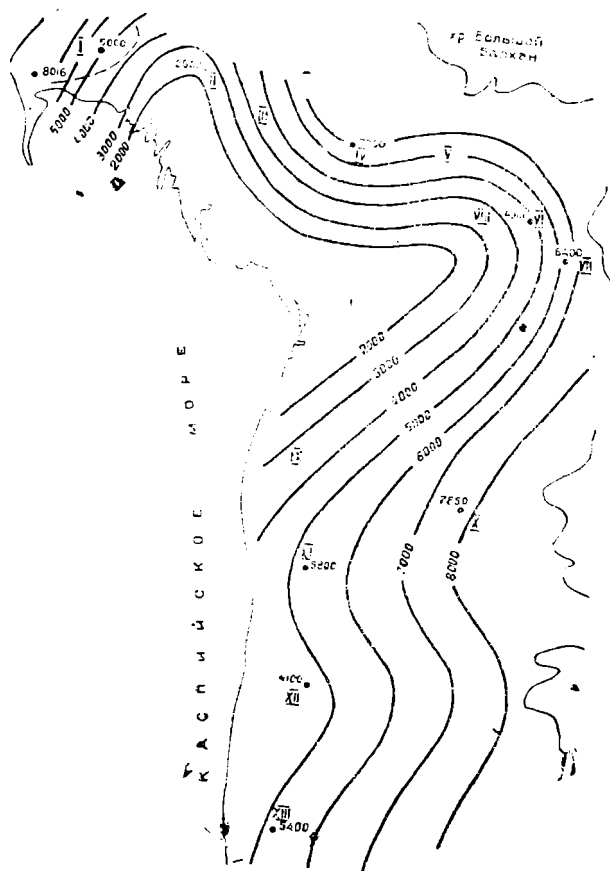


Рис. 1. Схематическая карта минерализации вод Юго-Западной Туркмении в верхней части красноцветной толщи (по А. Акмамедову): 7000—скважина и минерализация вод в мг-экв; 3000 — изогалы минерализации; I—Челекен; II—Котур-Тепе; III—Барса-Гельмес; IV—Небит-Даг; V—Монжуклы; VI—Кум-Даг; VII—Боя-Даг; VIII—Кызыл-Кум; IX—Карадашлы; X—Бугдайли; XI—Камышлджа; XII—Окарем; XIII—Кеймир.

фактом вытеснения хлоркальциевых рассолов глубинными водами. Мы наблюдаем также, что хлоркальциевые рассолы изменяются в региональном масштабе по площади и по вертикальному стратиграфическому разрезу там, где нет разломов.

Одними из характерных особенностей вод красноцветной толщи являются следующие: а) уменьшение минерализации и относительной жесткости (вторая соленость, по Ч. Пальмеру) хлоркальциевых рассолов со стратиграфической глубиной от ее кровли к подошве; это уменьшение слабо выражено на востоке Западно-Туркменской впадины и ясно

прослеживается на остальных структурах; б) минерализация и состав хлоркальциевых вод верхней части красноцветной толщи изменяются также и по площади как в региональном масштабе, так и в пределах отдельных локальных структур.

В Прибалханском районе на востоке, в его центральной и западной части к югу от Главного Прибалханского разлом и на востоке Кеймиро-Чикишлярского района Бугдайли, регионально распространены хлоркальциевые бессульфатные рассолы с минерализацией 5000—8000 мг-экв, а на сводовых участках структур Сыртланлы, Боя-Даг, Небит-Даг и Челекен их минерализация достигает 8000—10000 мг-экв.

В зоне Главного Прибалханского разлома и севернее от Кум-Дага до Челекена минерализация хлоркальциевых рассолов повсеместно понижена до 2000—3000 мг-экв. По мере удаления от этой зоны в северном направлении она увеличивается до 5000 мг-экв, а непосредственно у горного обрамления в Кара-Тепе вновь снижается до 3000 мг-экв.

На западе Кеймиро-Чикишлярского района и в Котур-Тепе регионально распространены рассолы с минерализацией 3000—5000 мг-экв, а на сводовых участках структур Котур-Тепе, Окарем, Кеймир — 5000—8000 мг-экв.

Изменения общей минерализации вод по площади Западно-Туркменской впадины происходит следующим образом. Сравнительно низкоминерализованные воды встречаются в центральной части впадины (Кизилкумская мульда), а дальнейшее повышение минерализации вод происходит к горному обрамлению (рис. 1).

Выводы

1. Самым обильным водоносным комплексом в составе плиоценовых отложений Юго-Западной Туркмении являются отложения красноцветной толщи, где характерными пластовыми водами являются хлоркаль-

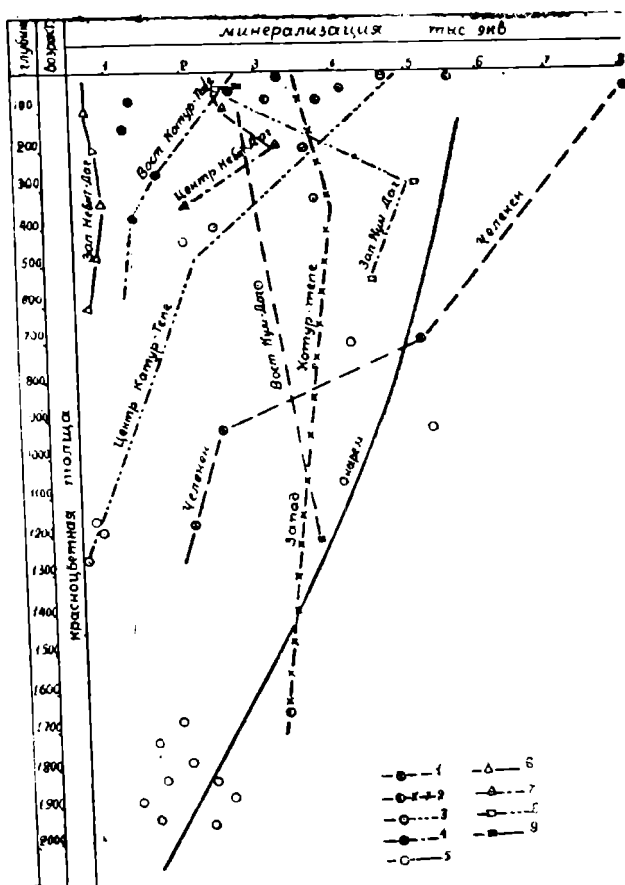


Рис. 2. График изменения минерализации вод со стратиграфической глубиной по структурам Юго-Западной Туркмении; 1 — Челекен; 2 — Западный Котур-Тепе; 3 — Центральный участок Котур-Тепе; 4 — Восточный участок Котур-Тепе; 5 — Окарем; 6 — Западный Небит-Даг; 7 — Центральный Кум-Даг; 8 — Западный Кум-Даг; 9 — Восточный Кум-Даг.

циевые рассолы. Также сравнительно с небольшим распространением встречаются воды гидрокарбонатно-натриевого, хлормagneйного и сульфатно-натриевого типов.

2. В пределах рассматриваемой территории плююцена пластовые давления уменьшаются от центра к бортам впадины, а общая минерализация вод увеличивается. Это указывает на движение вод от центра впадины к ее окраинам.

Туркменский филиал
ВНИИ

Поступило
27 июня 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акмамедов А. — Тр. ТФ ВНИИ, вып. 5, 1961.
2. Добров Ю. В., Колодий В. В., Гирдюк П. — Известия АН ТССР, № 6, 1959.
3. Курбанмуратов А. — Глубокие воды Юго-Западного Туркменистана и перспективы нефтегазоносности. Изд. АН ТССР, Ашхабад, 1963.
4. Кузьмин А. А., Акмамедов А. — Тр. ТФ ВНИИ, вып. 6, 1963.
5. Семенович В. В. — Известия АН ТССР, № 5, 1957.

М. Ф. МОЛЧАНОВ

ДИНАМИКА ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ ЧЕЛЕКЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЙОДО-БРОМНЫХ ВОД

Пластовое давление — важный показатель, определяющий объем природной пластовой энергии, которой можно располагать в процессе эксплуатации нефтяного месторождения. Часто начальные пластовые давления находятся в прямой зависимости от глубины залегания залежи нефти и в этом случае близки к гидростатическому давлению, которое измеряется высотой столба жидкости (воды или нефти) от кровли пласта до поверхности земли. В условиях Челекенского месторождения нефти пластовые давления значительно превышают гидростатические.

Динамика пластовых давлений Челекенского нефтяного месторождения достаточно полно изучена теоретически и практически.

Мало изученной до настоящего времени оставалась динамика пластовых давлений Челекенского месторождения подземных йодо-бромных вод. А без надлежащего изучения динамики пластовых давлений нельзя выбрать и тем более рекомендовать правильную методику эксплуатации фонтанирующих скважин.

Челекенское месторождение подземных йодо-бромных вод расположено на полуострове Челекен Туркменской ССР в пределах одноименной антиклинальной складки; последняя является крайней западной антиклинальной структурой Прибалханского нефтеносного района бассейна напорных подземных вод Западно-Туркменской впадины. Промышленные запасы вод приурочены к отложениям красноцветной толщи неогена, представленным тремя отделами: верхним, средним и нижним. Общая мощность свиты составляет 2700 м. В разведке и разработке находятся лишь отложения верхнего отдела красноцветной толщи мощностью 1000 м, литологически представленные монотонным чередованием прослоев водоносных песков серых тонко-мелкозернистых, рыхлых, глинистых и глин шоколадно-красных и зеленовато-серых, песчаных, плотных, известковистых. К среднему и нижнему отделам красноцвета приурочены нефтеносные залежи.

На основании полученных данных электрического и радиоактивного каротажа в отложениях верхнего отдела красноцветной толщи выделены 12 водоносных горизонтов, из которых добываются промышленные йодо-бромные воды. Водоносные горизонты, мощности которых в пре-

делах 30—110 м, разобщены между собой плотными глинистыми водопорами мощностью 20—30 м каждый.

Подземные воды верхнего отдела красноцветной толщи относятся к гидрохимической зоне — хлоркальциевых вод. Общая минерализация последних составляет 250—300 г/л, удельный вес 1,17—1,18 г/см³, щелочность всегда ниже единицы (0,2—0,7 мг-экв/л), содержание полезных компонентов: йода — 28—30 мг/л, брома — 400—600 мг/л. По химическому составу воды всех водоносных горизонтов верхнего отдела красноцветной толщи одинаковы.

Подземные йодо-бромные воды, приуроченные к среднему и нижнему отделам красноцвета, гидрокарбонатно-натриевые, щелочные. Общая минерализация этих вод — 30—40 г/л; удельный вес воды — 1,02, щелочность — 40 мг-экв/л, содержание йода — 28—30 мг/л, брома — 30—40 мг/л. Эти воды относятся к другой гидрохимической зоне — гидрокарбонатно-натриевых вод.

Эксплуатация Челекенского месторождения подземных йодо-бромных вод начата в 1934 г. До 1958 г. добыча йодо-бромной воды велась в основном из скважин, пробуренных на нефть еще до Октябрьской революции ударным способом. Эти скважины пробурены без креплений стенок обсадными колоннами или с креплением, но без цементирования затрубного пространства.

С 1953 по 1961 г. включительно сырьевая база йодо-бромного завода пополнилась несколькими десятками разведочно-эксплуатационных скважин, специально пробуренных на подземные воды. Эксплуатация их велась путем свободного излива через обсадные трубы диаметром 5", 6" или 8", а также через фонтанные трубы диаметром 2,5".

До 1958 г. в скважинах, эксплуатирующих подземные йодо-бромные воды, почти не велись гидрогеологические исследовательские работы и поэтому многие из них не были оборудованы для замера пластовых давлений. Только с 1958 г. проводятся регулярные замеры пластовых давлений и ведутся систематические ремонтно-профилактические работы в скважинах в целях поддержания их в удовлетворительном техническом состоянии и получения достоверных значений пластовых давлений.

Пластовые давления Челекенского месторождения подземных йодо-бромных вод в отличие от пластовых давлений нефтяного месторождения лишь незначительно превышают гидростатические. Замерялись пластовые давления при помощи геликсных глубинных манометров МГГ-2У на 140 атмосфер во время остановки скважин. Продолжительность остановок до двух суток. Для замера пластовых давлений устья скважин предварительно оборудовались фонтанной арматурой упрощенной конструкции. Замеры проводились систематически по 2—3 раза и больше за месяц и исключительно в скважинах, которые перед замером находились в удовлетворительном техническом состоянии (отсутствие песчаных пробок, полная герметичность колонн и фонтанной арматуры). Обработка данных замеров пластовых давлений в скважинах, самоизливающих водой, проводилась так же как в нефтяных скважинах. Результаты замеров пластовых давлений в скважинах, фонтанирующих подземными йодо-бромными водами во время производства исследовательских работ и в процессе последующей эксплуатации скважин, сведены в табл. 1.

Из табл. 1, а также из графиков (рис. 1) изменения пластовых давлений* во времени по скважинам № 6, 20, 21, 23, 27, 28, 31, 32, 36 и 37

* Здесь и в дальнейшем под пластовым давлением понимается давление, замеренное на глубине фильтра скважины в процессе эксплуатации с соблюдением во всех случаях одних и тех же условий (двое суток после прекращения откачки и т. д.).

Номера скважин	Пластовые давления				Разность начального и конечного давлений по давлению, атм
	Начальный замер		Конечный замер		
	дата	атм.	дата	атм.	
6	18 III 1958	67,1	31 XI 1961	62,2	4,9
20	4 I	104,7	11 IV 1962	100,0	4,7
21	15 X 1959	87,9	20 VII 1962	86,2	1,7
31	6 I	71,0	32 I 1963	63,0	8,0
32	17 XI 1958	97,3	31 I 1963	94,3	3,0
27	I V	108,0	30 XI 1962	96,2	11,8
23	16 XI 1957	76,0	10 IV 1962	72,7	3,3
28	24 X 1958	107,1	15 II 1963	95,2	11,9
36	26 XII 1959	122,9	11 I 1962	117,4	5,5
37	21 III 1958	135,6	7 V	126,6	9,0

в процессе их эксплуатации путем самоизлива, видно, что первоначальные пластовые давления во всех случаях являлись высокими для периода непосредственно после пуска скважины в эксплуатацию в течение двух-трех суток, после чего они резко падали. В процессе дальнейшей эксплуатации путем свободного самоизлива отмечалось лишь незначительное их падение во времени, преимущественно, в пределах 0,3—3,0 атмосферы в год (в скважинах № 6, 20, 31, 32 и 27).

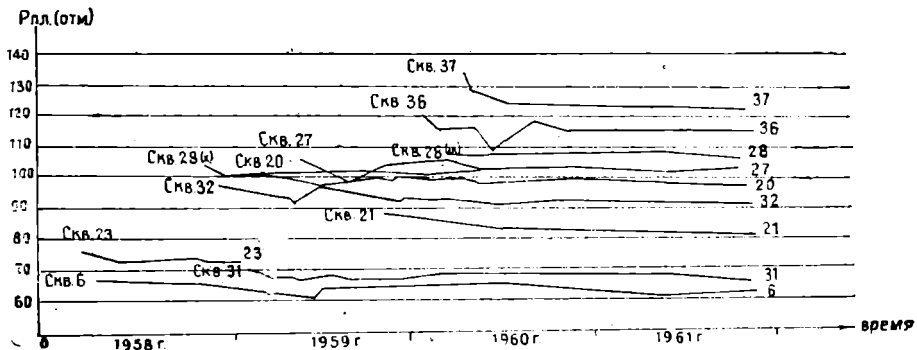


Рис. 1. График изменения пластового давления во времени по скважинам в процессе их эксплуатации.

Для контроля и регулирования эксплуатации месторождения подземных вод, нами построены карты приведенных пластовых давлений (рис. 2) по находящемуся в разработке четвертому водоносному горизонту верхнего красноцвета.

Основным эксплуатационным участком месторождения подземных йодо-бромных вод является юго-западная периклиналь складки, которая разрабатывается с 1934 г. За этот период отобрано большое количество йодо-бромных вод, в особенности за последние 8 лет с 1953 г. по 1961 г. Вследствие этого, в центре участка Западный Челекен — юго-западной периклинали складки образовалась значительная депрессия

(рис. 2). Так, с начала ввода в эксплуатацию этого участка по 1961 г. начальная величина пластового давления, равная 76 атмосферам, снизилась до 54 атмосфер, оставшись без изменения на периферии складки — далеком погружении юго-западной периклинали и юго-восточном крыле.

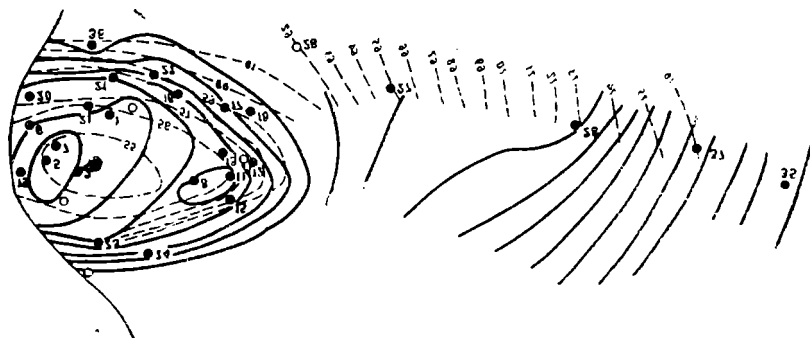


Рис. 2. Карта изобар по IV водоносному горизонту (приведено к отметке 500 м).

Следует отметить, что с 1934 по 1953 г. эксплуатация подземных йодо-бромных вод на участке Западный Челекен велась с незначительным отбором воды и из небольшого количества скважин, пробуренных еще в дореволюционные годы на небольшую глубину.

С 1953 по 1961 г. на участке Западный Челекен пробурено на подземные йодо-бромные воды значительное количество разведочных и эксплуатационных скважин. Этот период отличается высокой интенсивностью водоотбора. Поэтому имеются все основания предполагать, что снижение первоначальных пластовых давлений с образованием значительной депрессии в центре эксплуатационного участка Западный Челекен произошло, в основном, за последний период интенсивного водоотбора, то есть с 1953 по 1961 г.

Сравнивая карты изобар (рис. 2), построенные на 1 февраля 1960 г. и на 1 февраля 1962 г., то есть за период эксплуатации месторождения в течение двух лет, видно, что пластовые давления снизились менее чем на одну атмосферу в год (в среднем на 0,4 атмосферы). Последние данные хорошо увязываются с фактическим состоянием буферных давлений на устьях скважин, то есть с данными по пьезометрическим уровням воды в скважинах на участке Западный Челекен, находящимся продолжительное время в эксплуатации и на новой площади юго-восточного крыла складки в скважинах, введенных в эксплуатацию в настоящее время. Если первоначальные избыточные давления на устьях скважин на новой площади юго-восточного крыла равняются 27 атмосферам, то на старом эксплуатационном участке (Западный Челекен) они колеблются от 0,5 до 4,0 атмосферы.

Последние данные говорят о том, что за период ведения эксплуатации подземных йодо-бромных вод фонтанным способом в течение 27 лет на участке Западный Челекен избыточные давления на устьях скважин снизились на 22—26 атмосфер, что соответствует снижению пьезометрических уровней воды удельного веса $1,17 \text{ г/см}^3$, соответственно, на 188—222 м ниже статического.

Данные по дебитам эксплуатационных скважин, полученные в результате многолетних наблюдений, находятся в соответствии с пьезометрическими уровнями воды и пластовыми давлениями в них. Так, до

1958 г. все пробуренные на йодо-бромные воды скважины на участке Западный Челекен и введенные в эксплуатацию из I, II, III и IV водоносных горизонтов отличались высокими дебитами (больше 1000 м³/сутки); последним, надо полагать, соответствовали высокие (76 атмосфер и выше) пластовые давления. В настоящее время на участке Западный Челекен дебиты вводимых в эксплуатацию скважин на I, II, III, IV, VIII, X и XII водоносных горизонтах стали относительно низкими (200 м³/сутки) независимо от вскрываемого водоносного объекта. Это положение, а также однородность и выдержанность химического состава вод по всему интервалу глубин залегания 12 водоносных горизонтов, по данным их разделяемого опробования, говорят о том, что все водоносные горизонты верхнего отдела красноцветной толщи гидродинамически связаны между собой, вследствие чего в процессе многолетней эксплуатации подземных йодо-бромных вод образовалась единая для всего месторождения депрессионная воронка. Последняя в процессе дальнейшей эксплуатации будет расширяться и так как размеры бассейна напорных подземных вод очень велики, то имеют место условия для длительного существования упруго-водоносного режима.

На основании проведенных гидрогеологических наблюдений в скважинах при различных режимах их эксплуатации установлено, что при вводе скважин в эксплуатацию открытым самоизливом, особенно при вскрытии водоносных объектов не на глинистом растворе, на котором бурилась скважина, а на воде, создаются сравнительно высокие понижения пластовых давлений, обеспечивающие в первоначальный момент работы скважин высокие дебиты и приводящие при дальнейшей эксплуатации таким методом к обвалам рыхлых пород водоносных коллекторов в фильтровых зонах скважин с резким снижением дебитов.

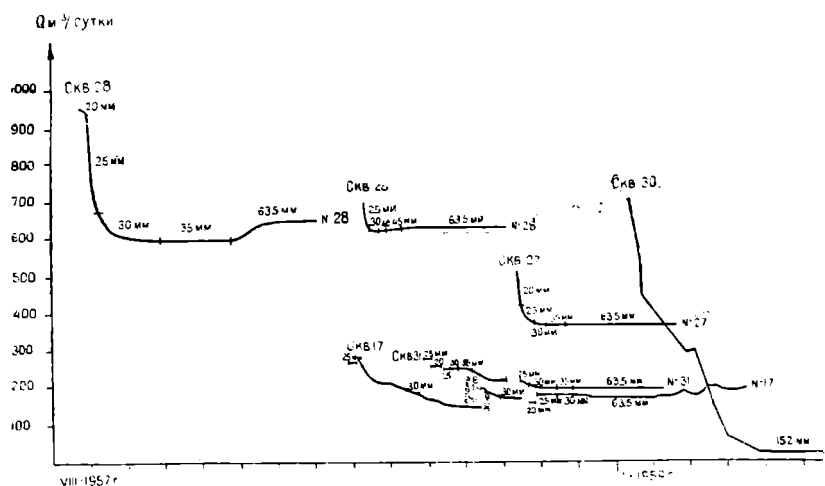


Рис. 3. График зависимости дебита во времени от диаметра штуцера по скважинам.

В целях предотвращения обрушения пород водоносных коллекторов в начальный период работы, нами установлены на их устьях штуцеры диаметрами 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 мм с последующим переводом скважин на самоизлив через фонтанные трубы диаметром 2,5". Это мероприятие дало возможность вводить скважины в эксплуатацию с менее высокими первоначальными дебитами, но при этом в период дальнейшей эксплуатации достигались устойчивые расходы во времени.

Из приведенных графиков (рис. 3) зависимости дебита от диаметра штуцера по скважинам видно, что периоду ввода скважин в эксплуатацию соответствуют высокие дебиты: чем больше диаметр штуцера, тем выше дебит и тем интенсивней его снижение. Это хорошо видно по кривой изменения дебита скважины № 30 при самоизливе последней через 152-миллиметровые эксплуатационные трубы.

Первоначальные дебиты являются во всех случаях относительно высокими даже при минимальных (15 мм) диаметрах штуцеров, вследствие высоких первоначальных пластовых давлений. При плавном вводе скважин в эксплуатацию путем штуцерования ее устья сначала штуцерами минимального диаметра и постепенного перехода на максимальный диаметр, то есть самоизлив через 2,5-дюймовые (63,5 мм) фонтанные трубы, дебиты скважин постепенно снижаются до устойчивых и остаются постоянными в процессе продолжительной эксплуатации.

На основании проведенных гидрогеологических исследовательских работ в скважинах и полученных данных в процессе многолетней эксплуатации многочисленных скважин путем свободного самоизлива йодо-бромных вод, а также в процессе производства опытно-эксплуатационных откачек, есть основания утверждать, что основным режимом работы Челекенского месторождения подземных вод является упруго-водонапорный с преобладающим влиянием в первоначальный период эксплуатации скважин упругих сил пласта, жидкости и растворенного газа. Этому периоду соответствовали высокие дебиты.

Выводы

1. Процесс изменения пластовых давлений в скважинах, фонтанирующих подземными йодо-бромными водами, характеризует упруго-водонапорный режим.

2. За более чем тридцатилетний период эксплуатации Челекенского месторождения подземных йодо-бромных вод ни одна из эксплуатационных скважин до настоящего времени не прекратила самоизлив, хотя установлены значительные снижения пластовых давлений и связанных с ними дебитов.

3. Имевшие место случаи резких снижений суточных дебитов в отдельных скважинах при вводе их в эксплуатацию объясняются неправильным вводом их в эксплуатацию путем свободного самоизлива через 5, 6 или 8-дюймовые фонтанные трубы без применения штуцерования их устьев, что вызывало высокую деперессию на пласт, приводящую к обвалам рыхлых водоносных пород в фильтровых зонах скважин.

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕ- И СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КУГИТАНГ-ТАУ

В период полевых исследований 1959—1963 гг. составлены послонные разрезы изучаемых отложений, выделены генетические типы и подробно изучены текстурные признаки пород.

Изучение вещественного состава пород производилось комплексом минералогических и петрографических исследований.

Основная часть образцов изучена в плоскопараллельных шлифах, с целью уточнения названия пород и для выяснения характера вторичных изменений и новообразований обломочных минералов и цементирующего вещества. Значительная часть образцов подвергалась минералогическому, гранулометрическому, термическому, химическому и другим видам анализа.

В разрезе ниже- и среднеюрских отложений Кугитанг-Тау довольно отчетливо выделяются породы верхнего лейаса, ааленского яруса, байоса и бата. Ниже приводится литолого-петрографическая характеристика этих ярусов.

Породы верхнего лейаса

Грубообломочно-песчаная толща. Слагает самую нижнюю часть разреза и прослеживается почти на всем протяжении размытого ядра Кугитангской антиклинали. Значительная часть толщи сложена крупнозернистыми песчаниками и гравелитами. В небольшом количестве присутствуют конгломераты в подошве и глинисто-алевролитовые породы в верхней части толщи. Максимальная мощность — 70—90 м.

Конгломераты характеризуются небольшой мощностью слоев (2—3 м). Внешне они пестрого, коричнево-бурого цвета, представлены в основном угловатоокатанными обломками кварца, полевых шпатов, темноокрашенных кремнистых пород и палеозойских сланцев. Часто встречаются мелкие ожелезненные глинистые стяжения и свежие обломки гематита размером до 2—3 см.

Цементирующим материалом конгломератов является сильно ожелезненное глинисто-карбонатное вещество.

Конгломераты выше по разрезу постепенно замещаются гравелитами, чередующимися с прослоями крупнозернистых песчаников. Внеш-

не гравелиты светло-серые, массивнослоистые и преимущественно кварцевого состава. Кроме кварца в большом количестве встречаются зерна полевых шпатов и обломки пород. На зернах кварца часто наблюдаются каемки обрастания. Цементация гравелитов обусловлена регенерационным нарастанием обломочных зерен и глинисто-карбонатным веществом.

Песчаники составляют основную часть разреза рассматриваемой толщи. Внешне они большей частью светло-серые, плотные, массивнослоистые. Часто на них обнаруживается крупная косая слоистость с однонаправленными слойками, сливающимися в основании серии. По гранулометрическому составу песчаники принадлежат крупнозернистым, в меньшей степени средне-мелкозернистым разностям. Основная масса обломочного материала представлена кварцем (60—70%) и обломками кремнистых пород (10—35%). В небольшом количестве встречаются зерна полевых шпатов и пластиночки слюдястых минералов. Из акцессорных минералов постоянно отмечаются зерна циркона, турмалина, граната, рутила, эпидота, реже анатаза. Кварц присутствует в виде неправильных, угловатых и бесцветных зерен с волнистым или мозаичным угасанием. Часто на них отмечаются мелкие точки и стяжения чернорудных минералов. При регенерации зерна приобретают неправильное лапчатое очертание. Новообразованные участки имеют ту же оптическую ориентировку, что и сами зерна.

Полевые шпаты представлены ортоклазом и единичными зернами плагиоклазов кислого ряда. Последние по максимальному угасанию определяются как олигоклазы или олигоклаз-андезины. Зерна в той или иной степени затронуты процессами пелитизации и серицитизации.

Обломки пород играют существенную роль. Они представлены в основном мелкоагрегатными обломками кремнистых пород и кварцита. Обломки в результате перекристаллизации часто переходят в мозаичные агрегаты кварца или на сильно окварцованную породу. Обломки сильно серицитизированы.

Слюдистые минералы представлены пластинками мусковита, реже биотита. Пластинки биотита большей частью разложены и обесцвечены.

Цемент песчаников представлен в основном кремнистым веществом. В песчаниках широким развитием пользуются явления бластеза, что заключается во взаимном прорастании зерен по новообразованным шипам и зубчикам и в последующем их сливании.

Алевриты играют весьма незначительную роль в разрезе верхнего лейаса. Встречаются в виде небольших прослоев, мощностью от 15 до 30 см. По внешним признакам и по составу обломочного материала совершенно аналогичны песчаным породам.

Глинистые породы представлены темно-серыми алевритистыми разностями. Сложены в основном гидрослюдистыми минералами типа иллита и каолинитом [1].

Для пород верхнего лейаса характерными являются: широкое развитие кварцитовой структуры, окварцования пород, явление бластеза; цемент регенерационного разрастания обломочных зерен и кремнистого состава; новообразования анатаза и серицитового вещества; полное разложение биотита.

Породы ааленского яруса

Угленосная песчано-глинистая толща. Представляет собой наиболее угленасыщенную часть разреза среднеюрских отложений Кугитанг-Тау. Сложена закономерным чередованием песчаников, алевритов, глинистых, углистых пород и прослоев угля. Весь раз-

рез характеризуется отчетливо выраженным циклическим строением. Угленосная часть каждого цикла сопровождается прослоями карбонатных конкреционных образований [2].

В разрезе преобладающими являются алевролитоглинистые породы. Последние в подошве угольных пластов содержат растительные остатки. В алевролитах кроме того отмечаются вертикально расположенные корневые системы растений. На поверхности напластования алевролитоглинистых пород наблюдаются асимметричные знаки течения.

Песчаники составляют примерно 15—20% общего объема толщи. Внешне они темно-серого цвета, плотные, часто образуют трудно доступные выступы. В структурном отношении они принадлежат в основном средне-, мелкозернистым разностям. Размер зерен колеблется в пределах 0,15—0,35 мм. Форма зерен неправильная, угловатая. Основную часть обломочного материала составляет кварц (60%), значительную роль играют обломки кремнистых пород и серицитовых сланцев. В небольшом количестве встречаются зерна полевых шпатов и пластинки слюдястых минералов. Полевые шпаты в той или иной степени затронуты процессами серицитизации и пелитизации. Пластинки биотита находятся в стадии аморфизации и обесцвечивания. Они обычно теряют кристаллическую структуру и переходят в бурую колломорфную массу. При разложении пластинок выделяющееся железо наблюдается в виде пирита или гидроокислов железа. Обломки кремнистых пород в результате перекристаллизации часто переходят в мозаичные агрегаты кварца. Цемент песчаников регенерационный или глинисто-кремнистый. В породах верхней части разреза толщи цементом служит глинистое или глинисто-карбонатное вещество.

Среди алевролитов выделяются слоистые и неслоистые, мелкозернистые и крупнозернистые разности. Обычно характеризуются серой, темно-серой окраской, полимиктовым составом и хорошей отсортированностью обломочного материала.

Основную часть разреза аалена составляют глинистые породы. Они, так же как алевролиты, представлены слоистыми и неслоистыми разностями. Под микроскопом представляют собой тонкочешуйчатую, хорошо поляризующую массу, состоящую из гидрослюдистых минералов, перемеживающихся с опало-халцедоновым веществом. Глинистые частицы имеют единую оптическую ориентировку.

Угли и углистые породы рассматриваемого яруса наблюдаются в виде сложных, реже простых пластов, мощностью от 5—10 до 90 см. Угли преимущественно гумусового характера. Подошва угольных пластов представлена аргиллитами и углистыми алевролитами с хорошо сохранившимися растительными остатками. Кровля пластов сложена преимущественно аргиллитами с единичными отпечатками растительных остатков.

Таким образом, для угленосных отложений ааленского яруса характерно отчетливо выраженное циклическое строение разреза, широкое развитие глинистого и глинисто-кремнистого цементирующего вещества, частичное замещение обломочных минералов карбонатным веществом и разложение пластинок биотита с последующим обесцвечиванием; наличие новообразованных зерен анатаза и стяжений пирита.

Породы байоса

Нижний байос. Выделяется небольшой пачкой массивных крупнозернистых песчаников, алевролитов (в небольшом количестве) и глинистых пород, несогласно залегающих на угленосных отложениях ааленского яруса.

Песчаники светло-серого цвета, крупнозернистые, с примесью гра-велитового материала. По составу обломочного материала принадлежат олигомиктовым или полимиктовым — кварцевым разновидностям. Значительная часть пород имеет кварцитовидную структуру. В цементирующей массе существенную роль играют глинистые и глинисто-карбонатные вещества.

Верхний байос. Отложения верхнего байоса выделяются толщей преимущественно песчано-сланцевых пород. Значительная часть разреза сложена чередованием тонкослоистых брекчевидных алевролитов и сланцевых глинистых пород, с массивными прослоями плитчатых песчаников. Верхняя часть разреза сложена преимущественно светло-окрашенными средне-, мелкозернистыми песчаниками. На плоскостях наложения пород часто обнаруживаются знаки ряби, следы морских илоедов и мелкие скопления растительных остатков и слюдястых минералов. Слоистость пород обычно горизонтальная, на поверхности выветривания — брекчевидная.

Песчаники в основном серого, темно-серого цвета и принадлежат в основном средне-, мелкозернистым разновидностям. Обломочная часть пород слабо отсортирована, полимиктового состава, преобладающими являются кварц и слюдястые минералы. В большом количестве присутствуют обломки глинистых, кремнистых и карбонатных пород. Среди акцессорных минералов широкое распространение имеют зерна циркона, турмалина, рутила и эпидота. Из рудных минералов в большом количестве присутствуют гидроокислы железа, магнетит и пирит. В песчаниках с карбонатным цементом отмечаются корродированные зерна кварца и полевых шпатов. Слюдястые минералы являются одним из основных минералов. Пластинки биотита большей частью свежие. Изредка встречаются пластинки частично замещенные бледно-зеленым хлоритом.

Цемент песчаников представлен глинисто-кремнистым, местами карбонатным веществом. Небольшую роль играет цемент регенерационного разрастания обломочных зерен.

Алевролитовые породы характеризуются тонкослоистым, листоватым или брекчевидным строением. Темная, темно-серая окраска пород обуславливается обильным содержанием органического вещества. Состав обломочного материала, вторичные изменения и новообразования алевролитов совершенно аналогичны песчаным породам.

Глинистые породы представлены сланцеватыми аргиллитами, сильно обогащенными органическим веществом. Сланцеватая текстура обусловлена ориентированным расположением глинистых минералов и угловатых частиц. Изучение фракции $<0,001$ мм показывает, что значительную часть глинистых минералов составляют гидрослюды. В глинистой основной массе обычно присутствуют примеси алевролитового материала, представляемого угловатыми зернами кварца, реже полевых шпатов. Глинистая масса большей частью пропитана тонкодисперсным гумусовым веществом. Одновременно в большом количестве имеют место гидроокислы железа.

Таким образом, породы байоса отличаются наличием тонкой листоватой или сланцеватой текстуры и преимущественно глинисто-кремнистым и глинисто-карбонатным составом цементирующей основной массы. В минералогическом составе пород характерно высокое содержание слюдястых минералов. Пластинки биотита присутствуют в свежем виде с характерным плеохроизмом от бесцветного до буровато-зеленого цвета. Разложение биотита заключается в гидратации, расщеплении и частичном обесцвечивании его пластинок.

Батский ярус в нижней части разреза представлен пачкой континентальных отложений мощностью 30—40 м, в верхней части — морскими отложениями, представленными в основном известковыми песчаниками, глинами и песчанистыми известняками мощностью 115—130 м.

Континентальная часть разреза бата представлена серией часто переслаивающихся темных сланцевых глинистых пород и алевролитов, с небольшими прослоями песчаников, углистых пород и реже углей.

Алевролиты и глинистые породы сильно насыщены углистым веществом и содержат хорошо сохранившиеся растительные остатки.

Песчаники серого, зеленовато-серого цвета, слабо ожелезнены, слоистые. Слоистость обусловлена скоплением по плоскостям наложения пород мелкого растительного материала. Обломочный материал пород довольно хорошо отсортирован. Размер зерен колеблется в пределах 0,1—0,2 мм. Форма зерен неправильная, угловатая. Значительная часть их корродирована карбонатным веществом.

В составе обломочного материала преобладающими являются зерна кварца (50—60%), обломки кремнистых, глинистых и карбонатных пород, в небольшом количестве присутствуют зерна полевых шпатов и пластиночки слюдястых минералов. Последние сильно замещаются карбонатным веществом.

Цемент песчаников глинистый, глинисто-карбонатный, местами кремнистый.

Глинистые породы представлены темно-окрашенными сланцеватыми аргиллитами. Под микроскопом основная масса их состоит из высокополяризующихся тонкоигольчатых глинистых минералов, смешанных изотропным опало-халцедоновым веществом.

Песчано-известковая толща. Нижняя часть толщи мощностью 30—40 м представлена пачкой массивных известковых песчаников с многочисленными линзочками тонколистоватых глинистых сланцев, обогащенных углистым веществом. В сале Угольном она представляет собой флишеподобное чередование песчаников и глинистых сланцев.

Средняя часть разреза мощностью 30—35 м представлена небольшой пачкой зеленовато-серых известковых глинистых пород и глинистых алевролитов. Песчаники наблюдаются в виде небольших прослоев мощностью 20—30 см.

Верхняя часть толщи (50—60 м) сложена в основном известковыми песчаниками и известняками с отдельными прослоями детритового ракушняка.

Песчаники светло-серого, серого, в верхней части разреза желтовато-серого цвета. По гранулометрическому составу они принадлежат в основном к мелкозернистым и среднезернистым разностям. Размер зерен колеблется в пределах 0,1—0,4 мм. Преобладающими являются зерна размером от 0,1 до 0,3 мм. Значительная часть зерен сильно корродирована карбонатным веществом. В результате разъедания зерна приобретают неровное очертание или оказываются разобщенными на несколько изолированных частей.

Обломочный материал представлен главным образом кварцем и обломками кремнистых пород. В небольшом количестве присутствуют зерна полевых шпатов и пластиночки слюдястых минералов. Из акцессорных минералов встречаются единичные зерна циркона, турмалина, рутила, эпидота и редко роговой обманки.

Цемент песчаников большей частью карбонатный, в нижней части разреза глинистый, глинисто-карбонатный или кремнисто-карбонатный.

Алевролитовые породы, так же как песчаники, известковистые, слабо глинистые. Большой частью они относятся к мелкозернистым, тонко-слоистым разностям.

Обломочный материал представлен в основном кварцем и обломками кремнистых, карбонатных пород и кварцита. Слюдистые минералы составляют примерно 5—8% обломочного материала. Они представлены изолированными пластиночками бесцветного мусковита и биотита с характерным плеохроизмом от бесцветного до зеленовато-бурого цвета. Цемент алевролитов — глинистый, переходящий в кремнисто-карбонатное и карбонатное вещество.

Глинистые породы имеют пелитовую или алевро-пелитовую структуру. Обычно имеют зеленовато-серую или темно-серую окраску, в воде размокают со временем, плотные. В верхней части толщи становятся более известковистыми. Под микроскопом основная масса глинистых пород сложена однородным тонкочешуйчатым гидрослюдистым и серицитовым материалом, с примесью карбонатного вещества. В основной массе пород часто присутствуют угловатые зерна, размером 0,02—0,15 мм, кварца, полевых шпатов и обломки кремнистых пород и кварцита.

Карбонатные породы представлены песчанистыми, оолитовыми известняками и прослоями детритового ракушняка. Известняки темно-серого цвета с обильным включением мелких обломков раковин.

Под микроскопом основная масса известняков сложена мелкозернистым кальцитом с небольшой примесью песчано-алевритового материала (5—10%). Обломочный материал представлен сильно корродированными зернами кварца, реже полевых шпатов и кремнистых пород. Отдельные участки пород представлены карбонатом железа, по мелким кристаллам которого отмечаются выделения гидроокислов железа. Ракушники оранжево-желтого цвета. Под микроскопом представляют собой органогенно-обломочный известняк, сцементированный кристаллическим кальцитом.

Характерным для разреза бата является: большое содержание карбонатных пород, представленных преимущественно известняками; интенсивное разедание обломочных зерен карбонатным веществом и разобщение их на несколько изолированных частей; наличие свежих неразложенных пластинок биотита с характерным для них плеохроизмом. Отдельные пластинки расщепляются на удлиненные волокна или полностью замещаются кальцитом.

Выводы

1. Нижне- и среднеюрские отложения Кугитанг-Тау представляют собой мощную полифациальную толщу аллювиальных речных, озерно-болотных и морских прибрежно-мелководных и мелководных образований.

2. Основными типами пород являются грубообломочные, песчано-алевролитовые, глинистые и карбонатные породы, конкреционные образования и угли. Обломочные породы характеризуются преимущественно кварцевым или полимиктовым составом.

3. Судя по характеру глинистых пород (сильная перекристаллизация основной массы, превращение их в твердые аргиллиты), алевролитов и песчаников (большая плотность, окварцованность и окремненность), а также по вторичным изменениям и новообразованиям обломочных компонентов и цементирующего вещества пород следует отметить, что изучаемые отложения претерпевали глубокие процессы эпигенеза и начального метаморфизма. Учитывая все эти признаки пород в разрезе можно выделить несколько эпигенетических зон:

а) зона развития кварцитоподобной структуры (явление бластеза) и регенерационно-кварцевого цемента. Слюдистые минералы отмечаются крайне редко. Биотит почти полностью отсутствует. Данная зона охватывает разрезы верхнего лейаса. Зона развития начального метаморфизма;

б) зона развития регенерационного и глинисто-кремнистого цемента, охватывает угленосную толщу аалена. Изменение биотита выражается в аморфизации и превращении его в бурую колломорфную массу. Зона глубокого эпигенеза;

в) зона глинистого и серицито-глинистого цемента. Биотит частично затронут процессами гидратации, аморфизации и обесцвечивания. Отдельные пластинки затронуты хлоритизацией. К этой зоне относятся байос и низы бата. Вторая зона эпигенеза;

г) зона преимущественно карбонатного, глинисто-карбонатного цемента (начальный эпигенез). Наблюдается интенсивное разъедание обломочных зерен кальцитом. Биотит большей частью свежий. Местами расщепляется на отдельные волокна и замещается кальцитом. К этой зоне относится вся остальная часть разреза бата.

Институт геологии
ГГК СССР

Поступило
27 апреля 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулнев К. — Известия АН ТССР, № 6, 95, 1961.
2. Машрыков К., Цепелев Н. С., Кулиев К. — Известия АН ТССР, № 1, 66, 1962.

З. В. МАРХАСЕВА

СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЙОНА КАБАКЛЫ ВОСТОЧНОЙ ТУРКМЕНИИ

В 1961 г. автором изучены споры и пыльца из меловых отложений района Кабаклы. Палинологическому исследованию подвергнуты образцы пород мелового возраста из разрезов скважин № 1 и 3. В данной статье дается характеристика спорово-пыльцевых комплексов меловых отложений с целью использования полученных результатов для корреляции разрезов как на территории Туркмении, так и в сопредельных с нею районах.

Альб. Отложения альба, по данным С. В. Курбатова, имеют мощность 490 м. Они представлены в нижней части плотными глинами с прослоями известняка и известкового песчаника, переполненными фаунистическими остатками плохой сохранности. Выше идет чередование песчаников, глин и известняков, а затем толща плотных глин с пропластками средне- и мелкозернистых песчаников. В верхней части разрез альбских отложений представлен среднезернистыми песчаниками, переслаиванием алевролитов, алевритистых глин, песчаников и плотных глин.

В скважине № 1 Кабаклы В. Д. Ильным и Г. М. Беляковой в интервале 918—925 м определен верхнеальбский *Semenovites michalskii* Sem. Л. В. Гречишников указывает на бедность нижнемеловых пород этого района форамниферами и их плохую сохранность, не позволяющую произвести видовые определения.

Р. Б. Вронской в скважине № 3 в интервале 975—895 м выделен комплекс остракод: *Protocythere derooi* Oertli, *Schuleridea fonesiana* (Bosquet), *Cythereis* ex gr. *nodosa* Mandelst., *Clythrocyteridea* sp., *Schuleridea* sp., *Cytherella* sp., определяющих возраст пород как альб-сеноманский. Палинологические исследования этих глин дали возможность установить комплекс, в котором достаточно четко различаются три подкомплекса спор и пыльцы, соответствующие трем подъярусам альба, по аналогии с эталонными спорово-пыльцевыми комплексами Центральных Кара-Кумов.

Нижний альб. В скважине № 1 в интервале 1276—1279 м (1 образец) выделен спорово-пыльцевой комплекс, в котором преобладают споры папоротникообразных (72%); причем ведущая роль в их составе принадлежит спорам семейства *Gleicheniaceae* (19,5%) с видами *Gleichenia laeta* Bolkh., *G. delicata* Bolkh., *G. senonica* (Ross) Grig. В несколько меньшем количестве установлены споры папоротников семей-

ства Schizaeaceae (15%), в составе которого доминирует род *Lygodium* (9,5%). Последний представлен преимущественно видом *Lygodium japonicum* E. Iv. var. *tenue* March. var. *nov.* (in msc.). Редко встречаются споры мхов семейства Sphagnaceae (1,5%)—*Sphagnum australe* Cook. f. *parva* и *S. glabellum* Verb., а также споры плауновых семейства Lycopodiaceae (1%) и плауновидных Selaginellaceae (1%) с видами *Selaginella aii. sibirica* (Milde) Hieron. и *S. granata* Bolkh. В большом количестве присутствуют споры папоротников семейства Diskoniaceae рода *Copiopteris* (35%). Среди пыльцы голосеменных растений (28%) доминирует семейство Pinaceae (25%). В незначительном количестве установлена пыльца *Brachyphyllum* sp. и *Pagiophyllum* sp. (1%), семейства Podocarpaceae (1%) и Cupressaceae (1%). Следует отметить, что среди представителей семейства Pinaceae и Podocarpaceae встречаются реликты юрской флоры такие, как *Protopicea*, *Protopinus* *Pseudopinus*.

Средний альб. В скважине № 1 в интервале 1062—1253 м (6 образцов) выделен спорово-пыльцевой комплекс, в котором роль папоротников семейства Gleicheniaceae снижается (0—17,5%), а доминируют споры папоротников семейства Schizaeaceae (6,0—48,4%). В составе последнего, как и в нижнем альбе, основная роль принадлежит роду *Lygodium* (5,5—31,5%). Среди представителей этого рода определены: *Lygodium japonicum* E. Iv. var. *tenue* L. *subsimplex* Bolkh. var. *tenuis* Verb., *L. mirabile* Bolkh., *L. cotidianum* Bolkh., *L. trioreticulosus* (Cook et Dett.) Bolkh., *L. echinaceum* Verb., *L. trichopapillosum* (Thierg.) Bolkh. В меньшем количестве присутствуют *Pelletiera tersa* (K.—M.) Bolkh., *P. minutaestriata* Bolkh., *P. pacifica* Bolkh., *P. mediostriata* Bolkh., *Anemia tricotata* Bolkh., *A. mandiocaniformis* Chlon., *A. imperfecta* Bolkh., *A. macrophyza* (Mal.) Bolkh., *A. matesovae* Bolkh., *A. pseudomacrophyza* Mark., *A. pseudoaurifera* Bolkh., *Ruffordia goeppertii* Sew. Изредка встречаются споры мхов семейства Sphagnaceae и споры плауновидных семейства Selaginellaceae (0—1,5%) с видами *Selaginella granata* Bolkh., *Selaginellidites spinulosus* (Cook. et Dett.) Krasn. Появление последнего вида характерно для среднего альба.

В составе комплекса еще весьма значительно содержание спор семейства Dicksoniaceae (5,5—35,0%), представленного в основном родом *Copiopteris* и значительно реже в комплексе встречаются *Cibotium junctum* K.—M. Среди остальных папоротниковых в небольшом количестве установлены представители семейств Cyatheaceae, Matoniaceae. Полуробиевые (бобовидные споры *Lophotriletes variabilis* March. sp. *nov.* (in msc.) и *Leiotriletes divulgatus* (Chlon.) March. Последние два вида характерны для комплексов верхнего альба и, особенно, верхнего мела, а в среднем альбе они присутствуют лишь спорадически. Из голосеменных в большом количестве отмечена пыльца представителей двух семейств: Araucariaceae (*Brachyphyllum* sp.) до 66% в отдельных пробах и Pinaceae (4,4—28,0%). В меньшем количестве содержатся представители семейства Podocarpaceae (0—6,0%). В виде единичных экземпляров встречаются пыльцевые зерна семейства Cupressaceae. Кроме того, встречена пыльца древних покрытосеменных растений *Eucosmiidites troedssonii* Erdt. (0—5,5%).

Верхний альб. Анализ спорово-пыльцевых комплексов, установленных в отложениях верхнеальбского подъяруса, дается на основании исследования 11 образцов из кернов скважин № 3 (интервал 897,6—986,0 м) и № 1 (интервал 878—1022 м). Спорово-пыльцевой комплекс представлен в основном спорами папоротникообразных (42,4—87,5%) и пыльцой голосеменных (8,4—56,0%). Пыльца покрытосеменных присутствует в небольшом количестве (0—1,5%). Здесь, как и в осадках среднего альба, широко развито семейство Schizaeaceae (8,0—30,0%), в со-

ставе которого главная роль, как и в комплексах нижнего и среднего альба, принадлежит роду *Lygodium* (3,2—15,0%). Споры сфагновых мхов единичны.

Среди спор плауновидных семейства *Selaginellaceae* (1,0—14,0) получают развитие шиповатые споры *Selaginella kemensis* Chlon. et Krasn. и *S. turcomanica* March. sp. nov. (in msc.).

В установленных комплексах весьма значительно участие спор папоротников семейства *Gleicheniaceae* (4,0—11,2%) и семейства *Dicksoniaceae* (*Coniopteris* sp.) (9,6—29,0%). Особенно характерным для отложений верхнего альба является постоянное присутствие спор *Chomotriletes reduncus* Bolkh. (2,5—14,0%), *Leiotriletes divulgatus* (Chlon.) March. *L. undulatomarginatus* March. sp. nov. (in msc.) и *Stenonotriletes stratosus* March. sp. nov. (in msc.) (0—1,5%), *Chomotriletes segmentatus* (Stover) March. (0—4,0%), *S. radiatus* Chlon. — (0—6,5%), *Lophotriletes variabilis* sp. nov. (0—11,5%), а также спор папоротников семейства *Pteridaceae* — *Pteris rotundiloba* March. sp. nov. (in msc.), *P. flexuosituberculata* March. sp. nov. (in msc.). Пыльца голосеменных представлена семействами *Araucariaceae* — *Brachyphyllum striatellum* (Bolkh.) Mark., *Pagiophyllum* sp. (0,5—19,2%), *Podocarpaceae* (0,7—5,6%), *Pinaceae* (1,4—30,4%) и *Cupressaceae* (0—3,5%). Единичны находки пыльцы древних покрытосеменных растений — *Encommiidites karakumensis* March. sp. nov. (in msc.).

Таким образом, изучение видового состава и количественных взаимоотношений отдельных групп спор и пыльцы в составе комплексов из отложений альбского яруса позволяет охарактеризовать как весь разрез альба в целом, так и его подъярусы. Установленные спорово-пыльцевые комплексы хорошо выдерживаются не только на территории Туркменской ССР, но и за ее пределами. Так, нижеальбский спорово-пыльцевой комплекс прослеживается в районе Эмбы [2], Примугоджарье [4], Восточном Дагестане [7], Сучанском каменноугольном бассейне [3], Таджикской депрессии, по данным Т. Н. Кузнецовой, в районе Газли [1], Центральных Кара-Кумах [5].

Среднеальбский спорово-пыльцевой комплекс четко выдерживается на территории Центральных Кара-Кумов [5].

Верхнеальбский спорово-пыльцевой комплекс Кабаклинской площади прослеживается в районе Газли [1], Центральных Кара-Кумах [5], юго-западных отрогах Гиссарского хребта и Южном Приаралье [8], а также в Тамдынском районе Бухарской области, по данным Э. А. Копытовой.

Сеноман. Отложения сеномана общей мощностью в 236 м в разрезах указанных скважин представлены, по данным Л. А. Соколовской, алевролитами и песчаниками, переслаивающимися с алевроитовыми глинами. Сеноман установлен В. Д. Ильиным и Г. М. Беляковой в скважинах № 1 и 33, по присутствию *Scharpeiceras* (?) cf. *inconstans* Schlut., *Cardium* cf. *agdschakendense* Bobkova, *Linotrigonia danovi* Saveliev, *Corbula* cf. *truncata* Sow.

В скважине № 1 в интервале 885,0—765,7 м Р. Б. Вронской установлен комплекс остракод, в котором в большом количестве содержится *Cytherettina fortuita* Mandelst. — вид, характерный для сеномана Средней Азии. Из этого же интервала определен сеноманский комплекс фораминифер.

Спорово-пыльцевые комплексы сеномана выделены в отложениях, вскрытых скважиной № 1 в интервале 657—665 м и скважиной № 3 в интервале 714—889 м (14 образцов). Преобладающими в составе комплексов, так же как и в альбе, остаются споры папоротникообразных (51,0—89,5%). Пыльцы голосеменных здесь значительно меньше

(10,5—48,0 м). Существенную роль в этом комплексе играют споры папоротников семейства (*Schizaeaceae* (5,5—31,0%), представленные в видовом отношении весьма разнообразно. Здесь присутствуют представители *Lygodium*, *Schizaea*, *Pelletieria*, *Anemia*. Наиболее характерны для данных осадков виды *Anemia imperfecta* Bolkh. *Klukisporites visibilis* (Bolkh.) Bolkh. По сравнению со спорово-пыльцевыми комплексами альба, в исследуемых отложениях происходит постепенное снижение содержания спор папоротников семейства *Gleicheniaceae* (1,0—15,0%) и семейства *Dicksoniaceae* рода *Coniopteris* (4,0—26,4%).

Споры мхов и хвощей в данных комплексах практически отсутствуют, их количество в среднем не превышает 0,5%. Среди спор плауновидных ведущая роль принадлежит семейству *Selaginellaceae* (1,0—18,0%), причем некоторые виды из этого семейства, как *Selaginella turkomanica* и *S. kemensis*, характерны для верхнего мела. В среднем и верхнем альбе они встречаются лишь спорадически. Споры остальных семейств папоротников, таких как *Pteridaceae* — (*Pteris tlexuosituberculata* и *P. rotundiloba*), *Cyatheaceae* и *Polypodiaceae* (споры билатерального строения), установлены в комплексах сеномана в виде единичных экземпляров.

В указанных отложениях постоянно присутствуют споры, определенные по искусственной классификации: *Chomotriletes reduncus* (0—33,6%), *Stenozotriletes radiatus* (0—12%), *Chomotriletes segmentatus* (0—4,8%), *Leiotriletes divulgatus*, *L. undulatomarginatus*, *Stenozotriletes stratosus* (0—4,0%) и *Lophotriletes variabilis* (0—2,0%).

Среди пыльцы голосеменных растений ведущая роль принадлежит пыльце семейства *Aracariaceae* (*Brachyphyllum* и *Pagiophyllum*) (3,5—48,0%) и *Pinaceae* (1,0—26,5%) как молодым, так и древним его представителям. Значительно меньше пыльцы семейства *Podocarpaceae* (0—4,5%) и *Cupressaceae* (0—3,0%), изредка встречается пыльца эфедры. Содержание пыльцы покрытосеменных растений в комплексах сеномана весьма незначительно (до 1,0%). Однако их видовое разнообразие несколько увеличивается. Здесь наряду с *Eucosmiidites troedssonii* и *E. karakumensis* появляются пыльцевые зерна, напоминающие по своим морфологическим особенностям пыльцу *Salix*, и пыльца неопределенной систематической принадлежности *Tricolporollenites Pflug*.

Турон. Туронские отложения согласно перекрывают осадки сеномана и представлены толщей алевроитовых глин с подчиненными прослоями алевролитов, а в верхней части разреза мелкозернистых песчаников. Общая мощность турона, по данным Л. А. Соколовской, равна 213 м. В верхней части разреза туронских отложений в скважине № 1 (интервал 424—428 м) встречены *Megatriconia kharesmensis* Rom. и *Liostrea* cf. *jaxartensis* (Sim.) Zaprud. (определения В. Д. Ильина и Г. М. Беляковой) В интервале 734,8—593,6 м выделен туронский комплекс фораминифер: *Ammobaculites* sp., *A. ex gr. fontinensis* Terg., *Globigerina ex gr. cretaceae* (Orb.), *Gaudryina filiformis* Berth., *G. asiatica* N. Yek., *G. acrabatensis* Zhukova.

Спорово-пыльцевой комплекс турона установлен в отложениях, вскрытых скважиной № 1 в интервале 424—626 м и скважиной № 3 в интервале 428—665 м. Ведущая роль в составе спектров принадлежит спорам папоротникообразных (4,5—78,0%) и пыльце голосеменных растений (14,0—95,0%). Пыльца покрытосеменных растений отмечается в виде единичных экземпляров (0—6,5%). Споры плауновидных представлены в спектрах семейством *Selaginellaceae* с видами — *Selaginella gaegeriiflora* S. aff. *sibirica*, *S. kemensis*, *S. turkomanica*.

Два последних вида — руководящие для верхнемеловых отложений

Туркмении. В исследуемых комплексах спорадически встречается *Helminthostachys halkabadica* Fok. (семейство *Ophioglossaceae*) — 0—10%. Первое место в составе комплекса принадлежит представителям семейства *Schizaeaceae* (0,5—34,0%). В этом семействе иногда наблюдается повышенное содержание спор рода *Schizaea* (0—17,0%), но в остальном видовой состав схизейных не испытывает существенных изменений. Представители семейства *Gleicheniaceae* практически исчезают из комплекса, в среднем их менее 0,5%. Значительно меньше, чем в сеномане, спор папоротников семейства *Dicksoniaceae* (2,5—9,5%). В большом количестве встречаются споры *Chomotriletes reduncus* (2,0—33,0%), постоянно присутствуют *Stenozonotriletes radiatus* (1,0—11,0%), *Chomotriletes segmentatus* (0—5,0%), *Lophotriletes variabilis* (0,5—7,5%).

Среди голосеменных преобладает пыльца семейства *Araucariaceae* — *Brachyphyllum turonicum* March. sp. nov. (in mst.) (12,8—95,0%). Пыльца хвойных семейств *Ephedraceae*, *Podocarpaceae*, *Pinaceae* и *Cupressaceae* встречается спорадически. В отложениях турона в небольших количествах содержится пыльца покрытосеменных растений типа *Salix*, примитивных покрытосеменных *Eucosmiidites karakumensis* и трехбороздной пыльца *Tricolporollenites Pflug*. Здесь впервые появляются пыльцевые зерна, характерные для турона — *Striatripores turonicus* March. sp. nov. (in mst.) и *S. asiaticus* March. sp. nov. (in mst.), имеющие узкое стратиграфическое распространение, ограниченное пределами туронского яруса.

Нижний сенон (коньяк-сантон). Отложения нижнего сенона, по видимому, согласно залегают на туронских и представлены песчаными известняками, часто переслаивающимися с алевролитами и алевритовыми глинами. Реже отмечаются прослойки песчаников и известняков. Мощность нижнего сенона 320 м. Нижняя граница отложений нижнего сенона устанавливается по появлению в разрезе *Gaudryinella pseudoasiatica* N. Вук., верхняя граница — по появлению кампанского *Hoplitoplacenticeras vari Schlüt*.

В скважине № 3 Р. Б. Вронской в интервале 181,1—149,3 м встречен комплекс остракод: *Lochoconcha* sp. sp., *Eucythere* ex gr. *grosso-punctata* (Chapman), *Brachycythere dotata* Mandelst., *Cythereteina* sp. sp., *Cytherella* sp. sp., *Clythrocytheridea* sp., характерный для отложений нижнего сенона Средней Азии.

Спорово-пыльцевой комплекс нижнего сенона установлен в отложениях, вскрытых скважинами № 1 и 3 в интервале 149—157 м. лишь в двух образцах. Следует указать, что выявленные комплексы несут черты преемственности от комплексов спор и пыльцы нижележащих слоев. Увеличение количества и видового разнообразия пыльцы покрытосеменных растений, по сравнению со спектрами турона, а также стратиграфическое положение этой части разреза позволяет предположить ее нижнесенонский возраст. Для комплекса характерно некоторое преобладание спор папоротникообразных (57,5%) над пыльцой голосеменных растений (37,0—42,5%) и покрытосеменных (7,0—12,0%). При этом главная роль в споровой части комплекса принадлежит спорам папоротников семейства *Schizaeaceae* (18,0—29,5%), среди которых отчетливо доминирует род *Schizaea* (14,5—28,5%). Последний представлен видами *Schizaea kulandensis* Bolkh., *S. evidens* Bolkh., *S. laevigataeformis* Bolkh. В значительно меньшем количестве встречаются *Lygodium-subsimplex*, *L. japoniciforme* E. Iv. var. *tenue*, *Anemia macrophyza*, *Pelletieria fersa*. Споры плауновидных семейства *Selaginellaceae* составляют значительный процент (11,0—18,5). Представлены они следующими видами: *Selaginella kemensis*, *S. turcomanica*. Споры папо-

ротников семейства *Gleicheniaceae* и *Polypodiaceae* практически отсутствуют (меньше 0,5%). В комплексе еще сохраняются представители формального рода *Coniopteris* (3,5—6,5%). Для нижнего сенона так же, как для сеномана и турона, характерны *Chomotriletes reduncus* (2,5—7,0), *Stenozonotriletes radiatus* (4,5—8,0%), *Leiotriletes divulgatus* *Stenozonotriletes stratosus stratotus* (0—1,5%).

Среди пыльцы голосеменных растений преобладает *Brachyphyllum turconicum* (11,5—19,0%) и представители семейства *Pinaceae* (3,5—20,5%). Для последнего семейства характерен вид *Pinus aralica* Volkh.

В единичных экземплярах присутствует пыльца хвойных семейства *Podocarpaceae* и *Cupressaceae*. В описываемом спорово-пыльцевом комплексе наблюдается значительно большее разнообразие пыльцы покрытосеменных растений, по сравнению с туроном. Среди них отмечаются пыльцевые зерна, близкие представители современной субтропической флоры и входящие в семейства *Proteaceae* — *Beaupreaidites elegansiformis* Cook. et Dett., *Altingiaceae* — *Liquidambar* sp., а также пыльца неопределенной систематической принадлежности — *Gothanipollis gothani* Krutzsch, *Syncolpites* sp. Кроме того, отмечаются трехпоровые, трехбороздные, трехборозднопоровые пыльцевые зерна, а также пыльца, напоминающая современных представителей родов *Salix*, *Quercus*, *Fagus*.

Таким образом, разнообразие пыльцы покрытосеменных растений еще раз подтверждает предположение о более молодом возрасте этих отложений.

Выводы

Комплексы спор и пыльцы из отложений отдельных ярусов мела имеют свои характерные особенности.

Так, в комплексе сеномана, по сравнению с верхнеальбским, увеличивается роль спор *Chomotriletes reduncus*, резко снижается содержание спор семейства *Gleicheniaceae* и несколько разнообразнее становится пыльца покрытосеменных; наряду с ее древними представителями *Eucosmiidites troedssonii* и *E. karakumensis* появляются пыльцевые зерна типа *Salix* и неопределенные трехбороздные формы — *Tricolporollenites Pflug*.

Для спорово-пыльцевых комплексов турона характерно высокое содержание пыльцы *Brachyphyllum turconicum*, появление пыльцы покрытосеменных растений группы *Striatrporites* — *Striatrporites turonicus* и *S. asiaticus*, незначительное участие или полное выпадение из комплекса спор семейства *Gleicheniaceae*.

В спорово-пыльцевых комплексах сенона максимальный расцвет получают представители рода *Schizaea* и пыльца покрытосеменных растений, в составе которой встречаются уже представители современной флоры — родов *Liquidambar*, *Fagus*, *Beaupreaidites*.

Для спорово-пыльцевых комплексов сеномана, турона и нижнего сенона характерно постоянное присутствие видов: *Selaginella kemensis*, *S. turcomanica*, *Chomotriletes reduncus*, *Stenozonotriletes radiatus*, *Chomotriletes segmentatus*, *Stenozonotriletes stratosus*, *Leiotriletes divulgatus*, *Lophotriletes variabilis*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бархатная И. Н., Фокина Н. И. — В кн.: Материалы по региональной стратиграфии СССР. Госгеолтехиздат, 1963.
2. Болховитина Н. А. — Тр. ГИН, вып. 145, 1953.
3. Вербицкая З. И. — Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Сучанского каменноугольного бассейна. Изд. АН СССР, Л., 1962.
4. Гарецкий П. Г. — Глубинная геология Кокпектинской антиклинали в Примугоджарье. БМОИП, т. 62, вып. 6, отд. геолог., 1957.
5. Мархасева З. В. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 5, 109, 1963.
6. Мархасева З. В. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 2, 116, 1964.
7. Преснякова З. И. — Тр. Геол. ин-та Дагестан. филиала АН СССР, т. 1, 1958.
8. Фокина Н. И. — В кн.: Спорово-пыльцевые комплексы и стратиграфия верхнего протерозоя, палеозоя и мезозоя Волго-Уральской области и Средней Азии. Госгеолтехиздат, М., 1963. стр. 93.
9. Фокина Н. И. — Там же, стр. 101.

Ч. ПУРЛИЕВ

НИЖНЕМЕЛОВЫЕ ТРИГОНИИДЫ ТУАРКЫРА

В период экспедиционных работ 1960—1961 гг. из нижнемеловых отложений Туаркыра нами собран богатый материал по двустворчатым моллюскам. Среди них большой интерес представляет семейство Trigoniidae.

Тригонииды обладают большой вертикальной изменчивостью, что позволяет, в некоторых случаях, производить более дробное стратиграфическое расчленение отложений нижнего мела.

Описание значительного количества видов нижнемеловых тригониид Западной Туркмении, в частности Туаркыра, имеются в работах А. А. Савельева [6] и В. А. Прозоровского [4], что облегчило определение собранных нами коллекций тригониид.

Нами определен комплекс видов тригониид, распространенных по ярусам следующим образом: в верхнем барреме — *Litschkovitrigonia* cf. *inguschensis* (Renngarten), *L. inguschensis* Renngarten subsp., *alta* Pros., *L. tuarkyrica* Pros., *Pterotrigonia caudata* Agas., *Pt.* cf. *crassicostata* (Hoepen), в нижнем апте — *Linotrigonia spinosa* Park., *Iotrigonia abichi* Anth. и верхнем апте *Pterotrigonia subaliformis* Savel., *Pt. piriformis* Mordv., *Pt. gokderensis* Savel., *Pt. aliformis* Park., *Pt. aliformis* Parkinson var. *schapsugensis* Mordv. и *Quadratotrigonia* cf. *nodosa* Sow., которые играют руководящее значение для обоснования возраста перечисленных подъярусов.

Из этой группы тригониид нами описываются шесть видов, из которых два характерны для верхнего баррема, остальные — для апта. Описание этих видов, кроме *Iotrigonia abichi* Anth., дается для Западной Туркмении впервые. При описании видов использована терминология, принятая А. А. Савельевым. Размеры длины раковин указываются в миллиметрах, по остальным измерениям взято процентное соотношение к диаметру.

Семейство Trigoniidae

Подсемейство Quadratotrigoniinae

Род *Litschkovitrigonia* Saveliev, 1958

Litschkovitrigonia subdaedalea Renng.

Табл. 1, рис. 1.

1926. *Litschkovitrigonia subdaedalea* Ренгартен, стр. 72, табл. VII, рис. 2, 3.

Материал. В коллекции восемь экземпляров, из них три очень хорошей, а остальные удовлетворительной сохранности.

Описание. Раковина довольно крупного размера, треугольноовального очертания, неравносторонняя, с незначительно удлинненным задним сифональным краем. Макушка большая, слабо заостренная, сильно приближена к переднему краю, завернута внутрь и слабо назад. Раковина умеренно выпуклая. Задний край длинный, слабо выпуклый, почти прямой и постепенно переходит в длинный, умеренно выпуклый нижний край, образуя в месте сочленения дугу угла в 90° . Сифональный край короткий, прямой, сочленяется под тупым углом с нижним и верхним краями. Верхний край длинный, скошенный, почти прямой.

Тупая необособленная передняя зона покрыта грубыми, зубчатыми ребрами. Угол передней зоны равен 64° .

Поверхность раковины покрыта многочисленными, округленными бугорками, которые образуют ряды, протягивающиеся от передней зоны к внешнему килю, слабо V-образно изогнуты в передней части створки. Ближе к нижней части створки бугорки несколько уменьшаются по размерам, сгущаются и приобретают резко удлинненную форму. Они также вытянуты в ряды, по последние протягиваются параллельно нижнему краю раковины. В примакшечной части раковины наблюдается 4—5 ребер. Они резкие, тонкие, смыкаясь с краевым килем, узко V-образно изгибаются и покрывают в этой части арею.

Внешний киль представлен бугорками, ближе к сифональному краю бугорки пропадают и киль становится мало заметным. Во внутреннем киле бугорки гораздо мельче и гуще расположены. Срединная борозда узкая, слабо выраженная, ограничена по бокам двумя рядами мелких бугорков, хорошо заметных в верхней части раковины. Арея умеренно широкая, покрыта беспорядочно расположенными мелкими бугорками. В нижней части ареи бугорки отсутствуют. Арея покрыта грубыми морщинами нарастания. Щиток узкий, длинный и покрыт мелкими бугорками.

*Размеры:** $D=71,3(1)$, $V=0,97$, $вып.=0,27$ $ДВК=1,56$, $ДСК=0,67$. $УМ=90^\circ$.

Сравнение. От *Litschkovitrigonia daedalea* Park. [8, табл. XXIII, фиг. 1—3], близкому к описываемому виду, наш экземпляр отличается заметно существенным задним краем, гораздо узкой ареей, покрытой более мелкими бугорками.

Характеризуемый вид по внешним признакам близок к *Litschkovitrigonia inguschensis* Renng. [5, табл. VII, рис. 6, 7], и отличается от последнего более крупным размером, треугольной формой раковины и более выпуклым сифональным краем и последний сочленяется более плавно с нижним и верхним краями.

Распространение. Верхний баррем Северного Кавказа.

Местонахождение. Туаркыр, верхний баррем — хр. Кельдже.

Litschkovitrigonia aff. inguschensis Renng. 'alta Pros.

Материал. В нашем распоряжении имеется одна правая створка очень хорошей сохранности.

Описание. Раковина крупного размера, треугольно-овальной формы, неравносторонняя, с удлинненным задним краем. Довольно выпуклая. Макушка большая, сильно сдвинута к переднему краю, завернута внутрь и повернута назад.

Передний край длинный, слабо выпуклый, округленный, почти прямым углом сопрягается с умеренно выпуклым длинным нижним краем. Верхний край длинный, сильно скошенный, почти прямой. Угол переднего поля равен 75° .

* Значения букв: D — длина, V — высота, вып. — выпуклость, ДВК — длина внешнего киля, ДСК — длина сифонального края, УМ — угол макушки.

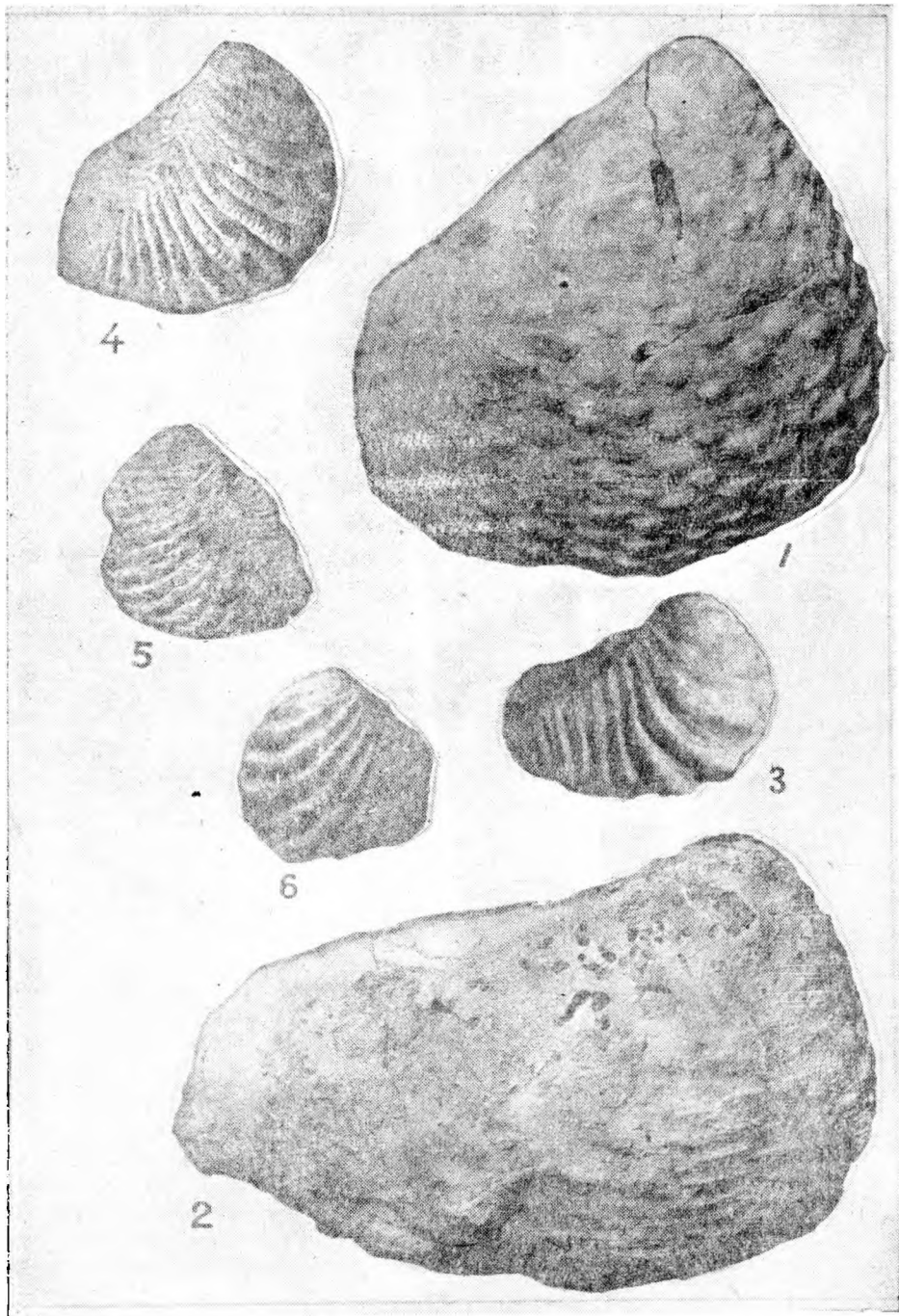


Рис. 1. *Litschkovitrigonina subdaedalea* Renng. Туаркыр, верхний баррем — хр. Кельдже. Рис. 2. *Iotrigonia abichi* (Anthula), Туаркыр, нижний апт — хр. Мирисынкыр. Рис. 3. *Pterotrigonia aliiformis* Park, Туаркыр, верхний апт — у кол. Туар. Рис. 4. *Linotrigonia* aff. *immutata* Savel. Туаркыр, верхний апт — хр. Мирисынкыр. Рис. 5 и 6. *Linotrigonia spinosa* park., Туаркыр, верхний апт — хр. Аккыр.

Поверхность раковины покрыта косыми хорошо прослеживающимися рядами крупных круглых бугорков. Правильность рядов ближе к нижнему краю теряется и расположение бугорков становится беспорядочным. На примакушечной части створки шесть ребер — концентрических, резких, тонких, симметричных с треугольным сечением. Эти ребра, смыкаясь с внешним килем, широко V-образно изгибаются и переходят на арею.

Передняя зона тупая, покрыта грубыми удлиненными, симметричными ребрами. Поверхность верхней части внешнего киля покрыта крупными округленными бугорками. В нижней половине этого киля бугорки отсутствуют или мало заметны и киль становится гладким.

Арея широкая, гладкая, за исключением единичных мелких бугорков. Срединная борозда едва заметная, пологая. Внутренний киль, так же как и срединный, покрыт очень мелкими, удлиненными, разнообразными по форме и величине бугорками. Щиток длинный, широкий, гладкий, с редкими очень мелкими удлиненными бугорками. Предкилевая борозда отчетливая. Нижняя часть переднего поля, поверхность ареи и щитка покрыты неравномерными морщинистыми линиями нарастания.

Размеры: $D=70$ (1), $V=0,95$, $\text{вып.}=0,23$, $UM=95^\circ$.

Сравнение. От типичной *Litschkovitrigonia inguschensis* Renng. alta Pros. отличается относительно большими размерами, гладкой ареей (за исключением редких мелких бугорков), более отчетливой предкилевой бороздой, меньшим количеством и относительно беспорядочным расположением бугорками переднего поля.

От *Litschkovitrigonia subdaedalea* Renng. наш экземпляр отличается более отчетливо выраженной предкилевой бороздой, более высокой формой макушки и меньшей выпуклостью и гладкой ареей.

Местонахождение. Туаркыр, верхний баррем — хр. Кельдже.

Подсемейство Iotrigoniidae

Род Iotrigonia hoepen, 1929

Iotrigonia abichi (Anthula)

Табл. 1, рис. 2.

1899. *Trigonia abichi* Anthula, стр. 81, табл. III, фиг. 6, 7.

1926. *Trigonia abichi* Ренгартен, стр. 74, табл. VII, рис. 2.

1958. *Iotrigonia abichi* Савельев, стр. 277, табл. XXX, фиг. 1, 2.

Материал. В нашей коллекции четыре экземпляра, один очень хорошей, а остальные удовлетворительной сохранности.

Описание. Раковина довольно крупного размера, неправильно овальной формы, сильно удлиненная, умеренно выпуклая. Макушка небольшая, слабовыступающая над замочным краем, резко сдвинута к переднему концу створки и завернута внутрь.

Верхний край длинный, слабо скошенный, почти прямой и плавно сочленяется с коротким, сильно округленным задним краем. Последний постепенно переходит в длинный, слабо выпуклый нижний край. Передний край короткий, почти в два раза короче нижнего, слабо выпуклый и сопрягается с нижним под прямым закругленным углом.

Передняя зона тупая, необособленная, покрыта грубыми симметричными ребрами, переходящими на переднее поле створки. Наружная поверхность раковины покрыта W-образными ребрами. В верхней части створки W-образность выражена резко и симметрично, передний изгиб узкий, причем передняя его ветвь значительно тоньше и длиннее задней.

Задний изгиб пологий и почти симметричный. В нижней части створки W-образный изгиб резко выполаживается и приобретает волнистый, беспорядочный характер.

Арея гладкая, за исключением верхней части, где ее пересекают 6—7 ребер. Они тонкие, резкие и симметричные. Арея узкая. Она ограничена едва заметными внешними и внутренними киями. Средняя борозда узкая, хорошо прослеживается. Щиток длинный, широкий и гладкий. Поверхность ареи и щитка покрыта грубыми линиями нарастания.

Размеры: Д=80 (1), В=0,63, вып.=0,23, ДСК=0,75, ДВК=0,89, УМ=76°.

От *Iofrigonia abichi* Anth. var. *renngarteni* Morgdv. [4, табл. XIII, фиг. 1, 4; табл. XIV, фиг. 1, 2] отличается менее удлиненными, более суженными задним краем и более узкой ареей.

Характеризуемый экземпляр по форме раковин очень близок к *Trigonia Ioassi* Lycett. [8, табл. 20, фиг. 2—4] и отличается более узкой ареей, менее выпуклым нижним краем и более отчетливо выраженными рядами ребер переднего поля.

Распространение. Нижний апт Западной Туркмении, баррем Кавказа.

Местонахождение. Туаркыр, нижний апт — хр. Мирисынкыр.

Подсемейство Pterotrigoniinae

Род Pterotrigonia hoepen, 1929

Pterotrigonia aliformis Parkinson.

Табл. 1, рис. 3

1872—1879. *Trigonia aliformis* Lycett, стр. 116, табл. XXV, фиг. 3—6; табл. XXVIII, фиг. 5.

1932. *Trigonia aliformis* Мордвилко, стр. 43, табл. III, фиг. 3—4.

1949. *Trigonia aliformis* Мордвилко, стр. 130, табл. XXIV, фиг. 2—3.

Материал. В нашей коллекции хранятся пять экземпляров; два из них довольно хорошей, а остальные удовлетворительной сохранности.

Описание. Раковина среднего размера, резко неравносторонняя, умеренно выпуклая. Задняя часть створки сильно суженная и уплощенная. Макушка большая, заостренная, резко сдвинута вперед и завернута внутрь.

Передний край раковины длинный, сильно выпуклый и, образуя дугу, плавно переходит в нижний край. Последний длинный, слабо выпуклый с тупым углом, сочленяется с коротким, выпуклым сифональным краем. Верхний край длинный, скошенный, слабо выпуклый.

Передняя зона острая, необоснованная. Поверхность раковины покрыта косо расходящимися от краевого кия ребрами. Ребра у краевого кия, резкие, тонкие, симметричные, по направлению переднего края слабо изгибаются и становятся заметно более грубыми, несимметричными с бугристыми вершинками. Верхний склон их короткий, крутой, а нижний — незначительно длиннее и положе. Ребра задней части переднего поля резкие, крупные и симметричные, с треугольным сечением, проходят перпендикулярно нижнему краю. Вершинки ребер зазубрены. Краевой киль тонкий, нитевидный. Арея широкая, гладкая. Внутренний киль и щиток на наших экземплярах закрыт породой.

Размеры: Д=40 (1), В=0,74, ДВК=0,85, ДСК=0,75, УМ=72°.

Сравнение. Близким к описываемому виду является *Pterotrigonia caudata* Agassiz [8, стр. 129, табл. 26, фиг. 5—7]. Отличается большим размером, меньшей выпуклостью, менее выдающейся макушкой и различным строением ареи.

Распространение. Верхний апт — нижний альб Северного Кавказа, Мангышлака, апт—альб Западной Европы.

Местонахождение Туаркыр, верхний апт — кол. Туар.

Род *Linotrigonia* hoepen, 1929

Linotrigonia aff. *immutata* Savel.

Табл. 1, рис. 4

Материал. В нашей коллекции хранится один экземпляр очень хорошей сохранности.

Описание. Раковина среднего размера, треугольно-овальная, умеренно выпуклая. Макушка маленькая, необособленная, резко сдвинута вперед и завернута внутрь. Передний край длинный, довольно выпуклый и очень плавно, образуя дугу, сопрягается с умеренно выпуклым, длинным нижним краем. Последний под резким, почти прямым углом переходит на прямой, короткий сифональный край. Верхний край скошенный, слабо вогнутый, почти в два раза длиннее сифонального. Угол сочленения этих краев тупой, равен 140° .

Передняя зона острая, необособленная и покрыта продолжением ребер переднего поля. Угол передней зоны равен 90° . Переднее поле створки покрыто равномерно зазубренными резкими, крупными, симметричными ребрами. Они расходятся от внешнего кия в направлении к переднему и нижнему краям. Толщина ребер и ширина межреберных промежутков в этом же направлении увеличиваются. В передней части створки ребра слабо изгибаются к переднему краю. Ближе к сифональному краю угол изгиба их постепенно уменьшается, становится прямым. Количество ребер переднего поля равно 25. Внешний киль тонкий, нитевидный. Внутренний киль едва заметный. Арея широкая, Поверхность ареи покрыта такими же ребрами, как и переднее поле, относительно тонкими и гуще расположенными. Арея разделена срединной бороздой, тонкой, слабо заметной. У сифонального края ареи ребра постепенно выполаживаются и она становится гладкой. Щиток длинный, узкий, в два раза уже ареи.

Размеры: Д=40,4 (1), В=0,80, вып.=0,29, ДСК=0,60, ДВК=0,90, УМ=80°.

Сравнение. Описываемый экземпляр незначительно отличается от типичного *Linotrigonia immutata* Saveliev [6, табл. XLVI, фиг. 3; табл. XLVII, фиг. 1—4], меньшим количеством ребер переднего поля, более узким щитком, менее выраженной срединной бороздой, прямым сифональным краем, равным нижним и передним краям, так как у типичного *Linotrigonia immutata* последние края зазубренные.

Близок к нашему экземпляру *Linotrigonia* aff. *urwarensis* (Lycett) [6, стр. 346, табл. XL, фиг. 8], от последнего отличается незначительно удлиненной задней частью створки, более крутым передним краем, более длинным и прямым сифональным краем, более вогнутой формой краевого кия с симметричными ребрами переднего поля.

Местонахождение. Туаркыр, верхний апт — хр. Мирисынкыр.

Linotrigonia spinosa Parkinson.

Табл. 1, рис. 5, 6

1643—1947 *Trigonia spinosa* Orbigny, стр. 154, табл. 297, фиг. 1—5.

1872—1879. *Trigonia spinosa* Lycett, стр. 136, табл. 24, фиг. 8—9.

1932. *Trigonia spinosa* Мордвилко, стр. 50, табл. IV, фиг. 3—5.

1949. *Trigonia spinosa* Мордвилко, стр. 130, табл. XXII, фиг. 4—5.

Материал. В коллекции пять экземпляров, три из них довольно хорошей сохранности, остальные обломки с сохранившимся скульптурным орнаментом!

Описание. Раковина среднего размера, полукруглой формы, неравносторонняя, довольно выпуклая. Макушка необособленная, небольшая, резко приближена к переднему краю.

Передний край длинный, выпуклый и плавно, под округленным прямым углом, переходит на нижний край. Последний длинный, выпуклый и вместе с передним образует серповидный круг. Нижний край под углом 75° сопрягается с коротким прямым сифональным краем, который под отчетливым тупым углом переходит в длинный скошенный, почти прямой верхний край. Передняя зона створки острая, необособленная и покрыта продолжением ребер переднего поля.

Поверхность переднего поля покрыта ребрами, косо отходящими от внешнего кия к переднему и нижнему краям. Ребра у внешнего кия направлены вниз, а у передней части створки они слабо изгибаются. Ребра крупные, несимметричные, верхний склон их короткий и крутой, нижний более длинный, пологий и пересечен короткими косыми насечками. Последние пересекают вершинки ребер и образуют грубые, равномерные зубчатости. Арея широкая, покрыта такими же ребрами, как у переднего поля, но более тонкими. В нижней части створки наблюдаются грубые, морщинистые линии нарастания.

Внешний киль тупой, мало заметный. Внутренний киль едва заметный. Щиток широкий, длинный, ланцетовидный. Срединная борозда узкая, мало заметная.

Размеры: $D=30,3$ (1), $V=0,92$, $\text{вып.}=0,36$, $\text{ДСК}=0,62$, $\text{ДВК}=0,93$, $\text{УМ}=81^\circ$.

Сравнение. Довольно близким к описываемому виду является *Lipotrigoia archiaciana* Orb., от которого наши довольно сильно отличаются менее резко выраженным краевым килем, узкой ареей, несущественно реже расположенными, менее резко изгибающимися ребрами переднего поля и более редкими насечками на ребрах.

Распространение Верхний апт — нижний альб Северного Кавказа, нижний альб Эмбы, Мангышлака, верхний альб Крыма, альб Англии.

Местонахождение. Туаркыр, верхний апт, ур. Кызылкыр—хр. Аккыр — нижний альб — у кол. Туар.

Выводы

Вышеописанные виды тригонид вместе с другими комплексами двустворчатых моллюсков имеют важное стратиграфическое значение при расчленении нижнемеловых отложений Туаркыра.

Институт геологии
ГГК СССР

Поступило
23 мая 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мордвилко Т. А. — Тр. ВГРО, вып. 140, 1932.
2. Мордвилко Т. А., Бодылевский В. И., Луппов Н. П. — Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Пластинчатожаберные, т. X, нижний мел. Гостоптехиздат, 1949.
3. Муромцева Т. Л., Янин Б. Т. — Тр. ВНИИГаз, 1960.
4. Прозоровский В. А., Коротков В. А., Мамонтова Е. В., По-рецкая Е. С., Прозоровская Е. Л. — Неком Западной Туркмении. Проблема нефтегазоносности Средней Азии, вып. 6. Гостоптехиздат, 1961.
5. Ренгартен В. П. — Тр. Геолкома, нов. сер., вып. 147, 1926.
6. Савельев А. А. — Нижнемеловые тригониды Мангышлака и Западной Туркмении. Гостоптехиздат, 1958.
7. Anthula D. I. — Über die Kreidefossilien des Kaukasus mit einem allgemeinen Überblick über die Entwicklung der sedimentärbildungen des kaukasus Beitr. zur Paläont. u. Geol. Oesterreich — Ungarns u. Orints Bd. 12, 1899.
8. Lycett I. A. — Monograph of the British fossil Trigonidae. Paleontograph. Soc. London, 1872—1879.
9. Orbigny A. — Paleontologie Francaise. Terrains Cretaces, Lamellibranchia. Vol. 3. Paris, 1843—1847.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Я. Агаев
 О. Газакон
 С. В. Слободчиков

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ В AlSb p -ТИПА

В сообщении рассмотрены результаты измерений фотоэлектрических свойств низкоомных образцов сурьмянистого алюминия p -типа. Первая часть работы — исследование фоточувствительности высокоомного, компенсированного AlSb n -типа — изложена ранее [1].

Исследованные образцы имели при $T=296^\circ\text{K}$ концентрацию дырок $p=9 \cdot 10^{17} - 1,5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$, а их подвижность составляла $150-215 \text{ см}^2/\text{в. сек}$. При понижении температуры до $T=80^\circ\text{K}$ коэффициент Холла возрастал лишь примерно в 2 раза. Изменение подвижности с температурой приблизительно могло быть представлено $\mu_p \sim T^{0,4}$. Подсчет уровня Ферми при $T=80^\circ\text{K}$ (с $m_p=0,4$) показал, что при этой температуре уже имеет место вырождение: он расположен на $0,04-0,06$ эв ниже верха валентной зоны.

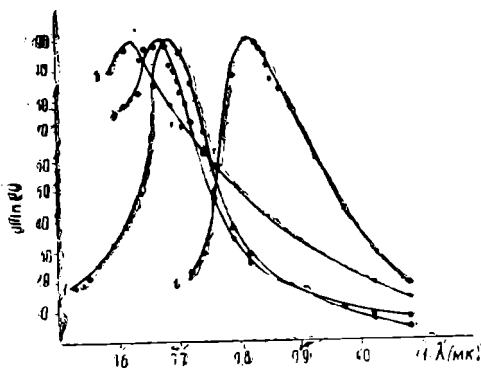


Рис. 1. Спектральное распределение фотопроводимости в AlSb. 1— 296°K ; 2— 200° ; 3— 80° ; 4— 296°K .

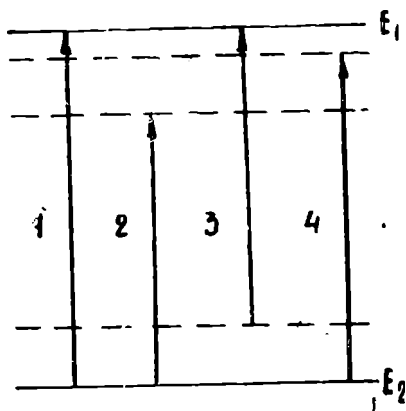


Рис. 2. Схема возможных основных переходов в AlSb.

Рассеяние носителей тока в исследованном температурном интервале на ионах примеси должно быть значительным [2]; в данном случае, вследствие частичного вырождения, наблюдалась слабая температурная зависимость подвижности. Спектральное распределение фотопроводимости как образцов p -типа, так и n -типа позволяет сделать некоторые выводы о межзонных переходах и влиянии примесей на фоточувствительность. На рис. 1 кривые 1—3 представляют спектральное распределение фоточувствительности для одного и того же образца p -типа при температурах соответ-

ственно 296, 200 и 80°K; кривая 4 изображает другой характерный вид спектральной фоточувствительности, наблюдавшейся в ряде образцов *p*-типа ($T=296^\circ\text{K}$). Спектральные кривые для некоторых образцов *n*-типа, легированных серой, аналогичны кривой 4.

Можно отметить две характерные серии переходов. В преимущественно низкоомных образцах длинноволновая граница фоточувствительности лежит при $\lambda \approx 0,77$ мк ($T=296^\circ\text{K}$). Другой тип переходов характеризуется длинноволновой границей $\lambda_{1/2} = 0,90 - 0,95$ мк. Величина $\lambda_{1/2} = 0,8$ мк отмечена для некоторых образцов при $T=296^\circ\text{K}$, у других же — только при $T=80^\circ\text{K}$ (рис. 1, кривая 3).

Значение энергии 1,27 эв ($\lambda_{1/2} \approx 0,97$ мк) отмечено в [3]. Пики поглощения при $\lambda = 0,8$ мк и $\lambda = 0,95$ мк на образцах *p*-типа наблюдались в [4]. Кроме того, в литературе сообщалось о пике поглощения при $\lambda = 0,93$ мк.

Разброс значений в интервале 0,90—0,95 мк может быть как следствием различного метода определения длинноволнового края разными авторами, так и влиянием поверхности (например, образование на ней коррозионного слоя), о чем уже сообщалось [1].

Учитывая это, можно предложить следующую схему основных переходов, имеющих место в AlSb (рис. 2). Энергии 1,62 эв соответствует переход 1, то есть переход зона—зона. Энергии 1,3 эв соответствует переход 2:зона—уровень примеси. Переход 3 (~1,4 эв) может иметь место в образцах *n*-типа. Кроме того, при низких температурах (а иногда и при комнатной) эффективными могут быть переходы 4 (1,55 эв).

Обращает внимание сильный сдвиг максимума фотопроводимости в коротковолновую область (рис. 1) при $T=80^\circ\text{K}$; возможно, что здесь имеют место переходы на более высокий второй минимум зоны проводимости. Второе возможное объяснение рассматриваемых спектральных характеристик состоит в предположении преимущественного вклада не прямых переходов. Полагается, что энергетическое расстояние между минимумами энергии зоны проводимости и валентной должно составлять ~1,3 эв. Однако этот вариант кажется менее приемлемым. Во-первых, величины ширины запрещенной зоны, термической и оптической, различаются на небольшую величину ($\ll 0,3$ эв), во-вторых, для объяснения такой высокой эффективности переходов надо предположить их большую вероятность, большую плотность состояний; эти же факторы обычно малы. Наконец, общую картину расположения примесных уровней в запрещенной зоне и их роль в температурной зависимости фотопроводимости трудно привести в соответствие друг с другом. Тем не менее данные по оптическому поглощению свидетельствуют, по-видимому, о наличии не прямых переходов. Действительно, край полосы поглощения AlSb не так резок [5, 6], как у большинства других соединений $\text{Al}^{\text{III}} \text{V}^{\text{V}}$. Несомненно, что не прямые переходы играют какую-то роль в процессе фотопроводимости. Однако для того, чтобы сделать определенную оценку их вклада, необходимы более надежные данные о соотношении примесного поглощения и поглощения, обуславливающего не прямые переходы.

Выводы

Исследована фотопроводимость низкоомных образцов сурьмянистого алюминия *p*-типа в широком интервале температур, что позволило установить общую картину главных зонных переходов, имеющих место в *n* и *p*-типах AlSb, а также роль примесной фотопроводимости.

Физико-технический институт
АН Туркменской ССР

Поступило
8 сентября 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаев Я., Газаков О., Слободчиков С. В. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 2, 1965.
2. Наследов Д. Н., Слободчиков С. В. — ЖТФ, т. 28, 715, 1958.
3. Kover F. — Sol. St. Phys. in Electra, Telecom., 2, 568, 1960.
4. Burns J. W., Telk C. L. — Sol. St. Abstr. 4, 7—8, 243, 1963.
5. Miller J. F., Goering H. L., Himes R. C. — J. Electrochem., Soc. 107, 527, 1960.
6. Oswald F., Schade R. — Zs. Naturforsch. 9a, 611, 1954.

ОБ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ХОДА КОЭФФИЦИЕНТА ХОЛЛА
В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ $CdSnAs_2-2InAs$

Ранее показано, что в некоторых составах системы $CdSnAs_2-2InAs$, имеющих проводимость p -типа, температурный ход коэффициента Холла $R(T)$ проходит через максимум перед началом собственной проводимости, не испытывая инверсии в знаке [1]. Отношение максимального значения R_{max} к значению при низких температурах $R_{низ. тем.}$ в некоторых образцах значительно больше, чем то, которое должно иметь место в случае появления фактора рассеяния при снятии вырождения. С целью получения дополнительных сведений по аномальному поведению коэффициента Холла мы провели измерения электрических свойств системы сплавов $CdSnAs_2-2InAs$ с относительно малыми содержаниями $CdSnAs_2$, при котором материал обладает проводимостью p -типа в зависимости от температуры.

Методика измерения — компенсационная на постоянном токе — описана в работе [1]. Исследованию подвергались составы с отношением $CdSnAs_2$ к арсениду индия как 1:399, 2:98, 4:96, 5:95, 6:94 и 8:92.

Измерения показали, что при достаточно малых содержаниях $CdSnAs_2$ (до 1—2%) материал ведет себя как дырочный полупроводник с большим отношением подвижности электронов к подвижности дырок и по свойствам близко напоминает арсенид индия p -типа. Для составов 4:96, 5:95, 6:94 и 8:92 получены сходные кривые для соответствующих зависимостей электропроводности и коэффициента Холла от температуры. На рис. 1 приводим данные для состава 6:94.

Как видно из рис. 1, при низких температурах коэффициент Холла не изменяется с температурой. Однако по мере повышения температуры, начиная с 310°K, R резко возрастает и достигает максимального значения (R_{max}) при 600°K, причем $R_{max} = 7,5 R_{низ. тем.}$. Выше 600°K следует область собственной проводимости, при которой коэффициент Холла уменьшается с температурой.

Электропроводность σ также постоянна при низких температурах, но в отличие от R она начинает постепенно возрастать с температурой уже 200°K. Это свидетельствует о том, что по мере снятия вырождения подвижность носителей тока начинает возрастать. С повышением температуры, начиная с 310°K, рост электропроводности

заметно ослабевает, и ход кривой $\sigma(T)$ следует почти по горизонтали. При переходе в область собственной проводимости (выше 600°K) электропроводность снова растет с температурой по экспоненциальному закону.

Из рис. 1 также видно, что подвижность носителей тока во всем интервале температуры выше 200°K продолжает монотонно расти.

Таким образом, возрастание коэффициента Холла до максимального значения, в определенном интервале температуры перед началом собственной проводимости, связано со ступенчатым ходом электропроводности (пунктирный прямоугольник на рис. 1). Природа этой взаимосвязи может быть понята на основе допущения наличия отрицательно заряженных акцепторных центров с уровнями, прилегающими к валентной зоне. Роль таких центров могут играть дефекты решетки или же посторонние примеси. При высоких температурах дефектные центры генерируют электроны; последние, пока их энергия меньше, чем ширина запрещенной зоны, попадают в валентную зону. Таким образом, концентрация дырок, участвующих в проводимости, умень-

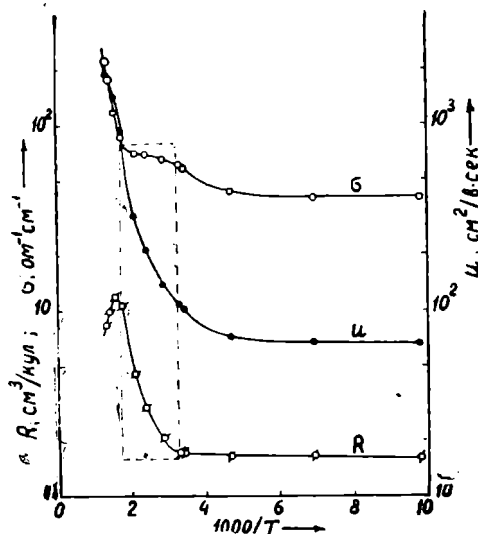


Рис. 1. Зависимость электропроводности σ , коэффициента Холла R и подвижности носителей тока μ ($\mu = \sigma R$) для состава $6CdSnAs_2.94$ ($2InAs$) от обратной температуры.

шается, что приводит к росту коэффициента Холла и ослаблению возрастания электропроводности. Одновременно и уменьшается число рассеивающих ионов, что приводит к усилению возрастания подвижности (до зависимости $\mu \sim T^{2-3}$). Вследствие бы-

строго роста с температурой, подвижность дырок вблизи собственной проводимости, по-видимому, становится сравнимой с подвижностью электронов, и вследствие этого коэффициент Холла не изменяет своего знака.

Выводы

В четверных сплавах $CdSnAs_2-2InAs$ обнаружена взаимосвязь между аномальным ростом $R(T)$ и ступенчатым ходом $\sigma(T)$ при высоких температурах перед началом собственной области проводимости. Максимум в температурном ходе коэффициента Холла может быть объяснен на основе предположения об «исчезновении» дефектных центров, играющих роль акцепторов при низких температурах.

Предложенный механизм роста коэффициента Холла с температурой подтверждает работу [2] и, вероятно, объясняет наблюдавшийся максимум $R(T)$ в некоторых полупроводниковых соединениях.

Физико-технический институт
АН Туркменской ССР

Поступило
23 октября 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамаев С., Наследов Д. Н. и Галаванов В. В. — ФТТ, 3, вып. 11, 3405, 1961.
2. Алламазаров А. и Мамаев С. — Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 1, 17, 1965.

Х. Вахабова
И. А. Мусаев
А. М. Ниязов

НОРМАЛЬНЫЕ ПАРАФИНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ НЕФТИ КОТУР-ТЕПЕ

Нефть месторождения Котур-Тепе, скважины № 22, относится к парафинистым (6,8%), малосернистым (0,19%) нефтям с содержанием 23% фракции, выкипающей от 180 до 300° и 10% фракции — 300—350°.

Для исследования парафиновых углеводородов нормального строения средних фракций (180—300° и 300—350°) последние подвергались адсорбционному хроматографированию на силикагеле марки АСМ на нафтено-парафиновые и ароматические углеводороды.

Выделение нормальных парафинов производилось ранее описанным [1] карбамидным методом. При этом из нафтено-парафиновой части фракции 180—300° выделено 22% и из фракции 300—350° — 27% концентрата нормальных парафиновых углеводородов. Характеристика нафтено-парафиновых фракций и результаты обработки их карбамидом приведены в табл. 1.

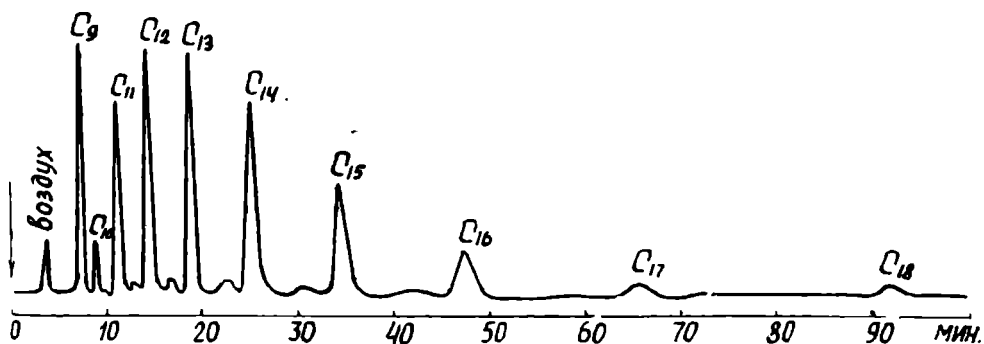


Рис. 1. Хроматограмма нормальных парафиновых углеводородов, выделенных из фракции 180—300°. Получена при температуре 225°.

Анализ выделенных фракций парафиновых углеводородов производился на высокотемпературном хроматографе с детектором по теплопроводности [1, 2]. Применялась колонка длиной 12 м (диаметром 8 мм) с полифенилметилсилоксановой

жидкостью в количестве 20%_н вес. на огнеупорном кирпиче. Расход газа-носителя (гелия) составлял 100 мл/мин. Исследования нормальных парафиновых углеводородов фракции 180—300° проводились при температуре 225°, фракции 300—350° — при 275°.

Таблица 1

Результаты карбамидной обработки нефтено-парафиновой части керосино-газойлевой фракции 180—350°

Наименование продукта	Выход, вес. %			d_4^{20}	n_D^{20}	Температура начала кристаллизации, °C
	на нефтено-парафиновую часть	на исходную фракцию	на нефть			
Фракция 180—300°						
Нафтено-парафины	100,0	85,2	19,6	0,7982	1,4420	—6 ниже —20°
Углеводороды, образующие комплекс с карбамидом	22,0	18,7	4,3	0,7653	1,4305	
Нафтено-изопарафины	78,0	66,5	15,3	0,8050	1,4190	
Фракция 300—350°						
Нафтено-парафины	100,0	82,5	8,2	0,8179	1,4540	+5
Углеводороды, образующие комплекс с карбамидом	27,0	22,3	2,2	0,7811*	1,4390**	+23
Нафтено-изопарафины	73,0	60,2	6,0	0,8344	1,4592	ниже —20°

d_1^{25}
** n_D^{25}

На рис. 1 и 2 показаны хроматограммы этих фракций, а результаты их анализа приведены в табл. 2. В таблице приводится время удерживания углеводородов без учёта времени, необходимого для прохождения воздуха от начала ввода пробы до момента выхода воздуха. Эти же величины брались для расчёта логарифма относительного времени удерживания.

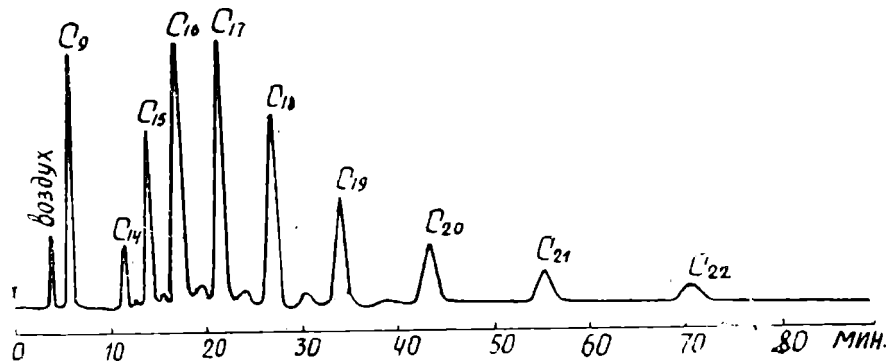


Рис. 2. Хроматограмма нормальных парафиновых углеводородов, выделенных из фракции 300—350°. Получена при температуре 275°.

В обеих фракциях нанан введён в качестве внутреннего стандарта, время удерживания которого принято за единицу.

Идентификация углеводородов осуществлялась сопоставлением полученного относительного времени удерживания с соответствующими величинами для индивидуальных углеводородов.

Количественное содержание идентифицированных углеводородов определялось по хроматограмме методом суммирования площадей пиков.

Как видно из табл. 2, во фракции 180—300° идентифицированы нормальные

Анализ нормальных парафиновых углеводородов фракций 180—300 и 300—350°

Углеводороды	Температура кипения, °С	Фракция 180—300 (температура опыта 225°)					Фракция 300—350° (температура опыта 275°)					Распределение нормальных парафиновых углеводородов C ₁₀ —C ₂₁ , вес. %	
		время удерживания, сек		lg относительного времени удерживания		содержание, вес. %	время удерживания, сек		lg относительного времени удерживания		содержание, вес. %	на фракцию 180—300°	на нефть
		индивидуального углеводорода	найдено	индивидуального углеводорода	найдено		индивидуального углеводорода	найдено	индивидуального углеводорода	найдено			
C ₉ H ₂₀	150,7	236	235	0	0	—	108	108	0	0	—	—	—
C ₁₀ H ₂₂	174,1	335	335	0,154	0,154	1,92	—	—	—	—	—	0,24	0,08
C ₁₁ H ₂₄	195,8	477	465	0,305	0,301	9,04	—	—	—	—	—	1,19	0,39
C ₁₂ H ₂₆	216,3	678	651	0,458	0,446	15,6	—	—	—	—	—	1,97	0,65
C ₁₃ H ₂₈	235,5	959	918	0,608	0,594	18,87	—	—	—	—	—	2,46	0,81
C ₁₄ H ₃₀	253,6	1362	1308	0,761	0,747	18,48	403	465	0,632	0,634	2,81	2,61	0,86
C ₁₅ H ₃₂	270,6	1920	1868	0,910	0,901	15,50	615	612	0,755	0,753	8,76	2,62	0,86
C ₁₆ H ₃₄	287,1	2712	2635	1,060	1,051	8,65	812	810	0,876	0,875	16,34	2,24	0,74
C ₁₇ H ₃₆	302,7	3920	3765	1,209	1,205	3,82	1067	1060	0,995	0,992	20,01	1,85	0,61
C ₁₈ H ₃₈	317,5	5375	5310	1,357	1,355	1,26	1404	1396	1,114	1,112	17,91	1,37	0,45
C ₁₉ H ₄₀	331,7	—	—	—	—	—	1836	1820	1,230	1,227	11,47	0,77	0,25
C ₂₀ H ₄₂	345,3	—	—	—	—	—	2380	2377	1,343	1,343	8,32	0,56	0,19
C ₂₁ H ₄₄	358,4	—	—	—	—	—	3100	3100	1,458	1,458	5,87	0,40	0,13
C ₂₂ H ₄₆	370,8	—	—	—	—	—	4055	4035	1,574	1,572	3,43	0,22	0,07
Всего н. парафинов						92,70					95,31	18,50	6,03

парафины C_{10} — C_{18} , которые составляют 92,7% от парафинов, выделенных карбамидным методом; 7,3% приходится на примеси. Во фракции 300—350° идентифицированы нормальные парафины C_{14} — C_{22} , составляющие 95,3% от суммы парафинов; 4,7% составляют примеси изопарафиновых, возможно и нафтеновых углеводородов.

В таблице также приводится суммарное содержание найденных нормальных парафинов в керосино-газойлевой фракции 180—350° (18,5%) и в нефти (6%). Больше всего содержится нормальных парафинов C_{12} — C_{17} , составляющих 76% от общей суммы найденных парафинов. Нормальные парафины C_{10} и C_{22} обнаружены здесь в очень незначительных количествах.

Выводы

Исследованы нормальные парафиновые углеводороды керосино-газойлевой фракции (180—350°) нефти Котур-Тепе, скважины № 22 с применением метода газожидкостной хроматографии.

Установлено количественное содержание декана до генэйкозана, составляющих на нефть 6%.

Показано, что наибольший процент нормальных парафиновых углеводородов в котуртепинской нефти приходится на фракцию 200—300° (4,5%).

Институт химии
АН Туркменской ССР

Поступило
23 февраля 1965 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахабова Х., Мусаев И. А., Ниязов А. М. -- Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 6, 23, 1963.

2. Мусаев И. А., Гу Ци-вэй, Топчиев А. В., Санин П. И. -- Нефть-химия, т. 1, вып. 4, 459, 1961.

Р. Г. Самвелов

К ПЕТРОГРАФИИ ЭОЦЕН-ОЛИГОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ТУРКМЕНИИ

В статье приводятся некоторые результаты петрографо-минералогических исследований эоценовых отложений Западной Туркмении (разрез Кызыл-Куп), проведенных автором в петрографической лаборатории ИГиРГИ АН СССР.

В последние годы на территории Юго-Западного Устурта и Западной Туркмении проведены литологические работы по исследованию широко развитых здесь третичных отложений палеоген-неогена в связи с поисками в них залежей нефти и газа.

В результате проведенных работ открыты такие месторождения, как Котур-Тепе, Окарем, и установлена региональная нефтегазоносность третичных отложений Западной Туркмении. В связи с этим настоятельной необходимостью явилось детальное петрографическое исследование третичных отложений указанной территории.

Палеоген — на изученной территории (разрез обнажений у Кызыл-Купа) ложится трансгрессивно на подстилающие породы и изучение его производилось по обнажениям хорошо развитых третичных отложений.

После первоначального общерегионального петрографического изучения района были выбраны наиболее характерные геологические разрезы для детального петрографического изучения района. Одним из таких разрезов является урочище Кызыл-Куп. В качестве первого этапа просмотрено и описано свыше 100 образцов глинистых и песчано-алевритовых пород.

По данным М. Ф. Двали, Г. А. Лебедева и Л. А. Никитюка [2], рассмотренные нами отложения по возрасту относятся к среднему, верхнему эоцену и олигоцену.

Средний эоцен. Свита белых мергелей, глинистых, плотных трещиноватых, иногда с примазками черного органического вещества, с очень редкими прослойками песчано-алевритовых пород с весьма изменчивой мощностью — от 18 до 32 м.

Песчаные и алевритовые породы серые, светло-серые, мелко-зернистые, плотные, известковистые, тонкослоистые. Мощность пропластков колеблется от 5 до 11 см. Песчаные и алевритовые породы представлены полимиктовыми разностями.

По гранулометрическому составу эти породы соответствуют разности с преобладанием фракции $> 0,1$ (или более 50%). Породообразующими компонентами являются полевые шпаты — 40%, кварц — 28, обломки пород — 26 и вулканическое стекло — 6%. В составе тяжелой фракции очень много магнетита, ильменита, пироксенов и амфиболов (табл. 1).

Петрографический состав пород среднего эоцена (Кызыл-Куп)

Компоненты, %	Типы пород	Песчаные	Глинистые		
			нижняя часть разреза	верхняя часть разреза	средняя часть разреза
Содержание CaCO ₃		38,6	6,4	5,2	26,3
Фр. > 0,25		11,87	0	—	1,59
" 0,25—0,1		42,17	0,6	0,5	5,52
" 0,1—0,01		5,28	0,7	15,0	8,57
" < 0,01		40,68	98,8	84,5	84,32
Легкая фракция		88,0	96,9	98,9	99,66
Кварц		26,0	26,70	25,0	16,2
Полевые шпаты		42,0	8,4	32,5	6,9
Спикулы губок		—	0	—	0,9
Анальцим		—	0	—	18,7
Вулканическое стекло		5,0	0	4,0	5,5
Органические остатки		—	0	6,0	0,2
Обломки пород и минералы группы глин		27,0	64,9	32,5	51,6
Тяжелая фракция		12,0	3,10	1,1	0,34
Пирит		—	20,9	40,0	20,1
Магнетит и ильменит		44,0	4,4	9,5	6,7
Нерудные непрозрачные минералы		1,0	13,7	4,0	15,1
Гидроокислы железа		1,0	13,5	5,5	24,6
Гранат		0,5	1,0	0,5	0,9
Турмалин		0,5	1,0	0,5	1,1
Рутил		—	0,7	0,5	0,2
Биотит		—	0,5	1,5	1,2
Мусковит и хлорит		—	4,7	3,0	7,2
Амфиболы		10,0	—	5,0	0,2
Пироксены		35,0	—	—	0,2
Эпидот-циозит		5,0	—	2,5	—
Пикротит		—	—	—	0,3
Апатит		—	—	—	0,7
Барит		—	14,1	10,5	4,2
Глаукоцит		—	—	—	8,2
Доломит		—	8,1	—	2,6
Сидерит		—	14,0	17,0	5,5
Лаллит		—	3,4	—	1,0

Глинистые породы светло-серые, темно-серые, светло-зеленые, местами почти черные, тонкослоистые сильно известковистые. Отличаются они хорошей отмученностью с содержанием фракции <0,01 м до 98%. В отдельных случаях встречаются плохоотмученные разновидности (табл. 1). В минералогическом составе легкой фракции среднее содержание кварца составляет — 16%, полевых шпатов — 7 и минералов группы глин — 51%. Характерным является присутствие в отдельных образцах до 70% анальцима и до 30% вулканического стекла. Аллотипная часть тяжелой фракции сложена мусковитом, хлоритом, группой устойчивых минералов и др. (табл. 1). Среди аутигенных минералов много пирита (10—45%), гидроокислов железа (5—60%), сидерита (до 15%), доломита (до 2,6%), глаукоцита (до 8,5%), барита (до 14,0%).

Карбонатные породы представлены преимущественно мергелями. Они встречаются в виде прослоев мощностью 20—30 см, а иногда 2—3 м и представляют собой плотные, белого цвета породы. Дисперсная известковая масса загрязнена глинистыми частицами.

В виде примеси отмсчаются кварц, мусковит и другие.

Верхний эоцен — в основном это светло-коричневые сланцеватые известковистые глины с остатками селахий, с прослоями бентонитовой глины, с пачкой глинистых мергелей, в основании глина мелкокошлячатая, голубовато-серая, темно-зеленая, иногда до листоватой с тонкими кальцитовыми прожилками, с буроватыми железистыми выцветами по плоскостям наложения.

Редкие незначительные прослой песчаника тонкослоистого, серого цвета, мелкозернистого от нескольких до 10—15 см. Мощность до 25 м.

Песчаные и алевроитовые породы отмечаются в виде прослоев мощностью 5—10 см. В нижней части содержание этих прослоев несколько увеличивается и мощность их достигает 20 см. Макроскопически — это серые, светло-серые, плотные, местами рыхлые породы.

Цемент известковистый; тип цементации — заполнение пор и базальный.

По минералогическому составу песчаные и алевроитовые породы относятся к полимиктовым разностям. Основными компонентами являются кварц (25—70%), полевые шпаты (7—8%) и обломки пород (13—53%). В составе тяжелой фракции значительное развитие имеют гидроокислы железа (2—60%), магнетит и ильменит (6—35%), гранат (до 6%) и турмалин (до 3%) (табл. 2). В виде единичных зерен присутствуют рутил, титанит, пироксены, амфиболы, слюды и эпидот.

Таблица 2

Петрографический состав пород верхнего эоцена (Кызыл-Куп).

Компоненты, %	Глинистые		
	нижняя часть разреза	средняя часть разреза	верхняя часть разреза
Содержание CaCO ₃	3,2	4,2	6,8
Фр. > 0,25	0,1	—	0,3
„ „ 0,25—0,1	0,4	0,1	17,5
„ „ 0,1—0,01	16,4	8,0	10,8
„ „ < 0,01	83,1	91,9	71,4
Легкая фракция	98,6	93,7	99,6
Кварц	50,4	33,1	42,0
Полевые шпаты	2,1	14,6	7,0
Обломки пород и минералы группы глин	47,5	52,3	51,0
Тяжелая фракция	1,4	6,3	0,4
Пирит	—	—	3,0
Магнетит и ильменит	7,8	5,3	14,0
Гидроокислы железа	55,6	50,3	45,4
Измененные минералы	—	3,0	20,9
Гранат	0,5	0,5	3,3
Турмалин	3,3	1,7	4,0
Рутил	—	—	1,3
Биотит	2,6	3,3	0,5
Эпидот-циозит	—	—	0,5
Пикотит	—	—	0,5
Доломит	0,5	1,5	4,6
Даллит	—	—	2,0
Амфиболы	0,7	1,5	—
Мусковит и хлорит	27,1	29,4	—
Пироксены	0,5	—	—
Барит	1,0	2,0	—
Глаукоцит	0,4	1,5	—

Глинистые породы являются преобладающими в разрезе верхнего эоцена Кызыл-Купа. Окрашены они в темно-зеленые и зеленовато-оливковые цвета.

В гранулометрическом отношении эти породы хорошо отмучены (табл. 2). В алевроитовой фракции этих пород преобладают кварц и минералы группы глин. В составе тяжелой фракции много гидроокислов железа, измененные минералы, магнетит и ильменит, гранат, турмалин и другие (табл. 2).

Карбонатные породы представлены мергелями, которые встречаются в виде прослоев мощностью 10—20 см. Цвет их серый, светло-серый, голубовато-зеленый. Структура — пелитоморфная. В качестве примеси отмечаются кварц, полевые шпаты, слюды и другие.

Верхний эоцен—олигоцен. Отложения этого возраста у урочища Кызыл-Куп представлены зелеными известковистыми глинами с прослоями и линзами песков и песчаников в середине и зелеными пластичными глинами вверху.

В низах свиты залегает пласт микрозернистого песчанистого известняка с мелкой галькой зеленых глин. Общая окраска верхнего эоцена—олигоцена зеленоватая. Мощность верхнего эоцена — олигоцена до 200 м.

Песчаные и алевроитовые породы. Подчиненными компонентами верхнего эоцена — олигоцена, как это было отмечено выше, являются серые, светло-серые, часто с поверхности окрашенные в черный цвет окислами марганца песчаники и алевролиты. Весьма характерна для них кривослоистая текстура; реже наблюдаются плитчатые разности. Мощность отдельных прослоев их колеблется от 3—5 до 10 см и редко достигают 0,3 м. Распределение песчано-алевритовых пород в разрезе весьма неравномерно.

Песчаные и алевроитовые породы развиты в заметном количестве в средней части горизонта.

Таблица 3

Гранулометрический и минералогический состав пород верхнего эоцена—олигоцена (Кызыл-Куп)

Типы пород Компоненты, %	Глинистые		Песчаные	
	нижняя часть разреза	верх разреза	низы разреза обр. № 739	верх разреза обр. № 734
Фракция > 0,25	0,3	0,3	3,6	3,5
" 0,25—0,1	1,5	17,5	2,4	68,0
" 0,1—0,01	13,6	10,8	60,4	23,8
" < 0,01	84,6	71,4	35,6	25,3
Легкая фракция	98,6	99,6	99,2	99,0
Кварц	6,2	42,0	35,0	70,0
Полевые шпаты	12,4	7,0	60,0	15,0
Обломки пород и минералы группы глин	81,4	51,0	50,0	55,0
Тяжелая фракция	1,4	0,4	0,8	2,0
Пирит	2,3	3,0	0,5	—
Гидроокислы железа	63,8	45,7	35,2	10,0
Магнетит и ильменит	7,1	14,0	3,0	5,0
Измененные минералы	6,0	20,9	6,5	57,0
Гранат	1,0	3,3	0,1	10,4
Турмалин	2,2	4,0	3,0	0,5
Рутил	0,8	1,3	2,5	0,5
Пикотит	0,9	1,0	—	—
Мусковит и хлорит	12,9	—	23,0	1,0
Амфиболы	0,5	—	—	<1,0
Эпидот-циозит	0,3	1,0	—	—
Глауконит	0,9	—	20,0	15,0
Доломит	0,2	4,6	6,2	—
Барит	0,7	—	—	0,1
Даллит	—	—	—	0,1
Пироксены	0,4	—	—	—

Структура песчаников кластическая, мелко- и средне-зернистая. Размер зерен от 0,15 до 0,3 мм. Около 25—70% породы составляют угловатые зерна кварца. Среди других минералов отмечены микроклин, глауконит и пирит. В породах много органических остатков, главным образом фораминифер. Цемент песчаников кальцитовый, местами загрязненный глинистым веществом. Изученные нами образцы песчаников верхнего эоцена — олигоцена показывают, что содержание карбонатов колеблется от 20,0 до 26,8%. По гранулометрическому составу (табл. 3) прослой песчаников

представляют разнозернистые образования, где в основном преобладает фракция 0,25—0,1 мм, достигающая 68% (обр. № 734), и фракция 0,1—0,01 мм — 60% (обр. № 739). Эти породы, по данным гранулометрического анализа, относятся к песчанкам и алевролитам. Минералогический состав легкой фракции песчанок и алевролитов характеризуется: кварцем (38—50%), выветрелыми полевыми шпатами (4—50%) и обломками глинистых пород (35—40%). В составе тяжелой фракции отмечены: магнетит и ильменит (10—15%), бурый железняк (38—60%), устойчивые минералы (1—8%), титанит (1—2%) и в виде единичных зерен пироксены, амфиболы, эпидот, дистен, ставролит (табл. 3). Характерной особенностью песчаных и алевролитовых пород является наличие глауконита (до 20%), присутствием которого, вероятно, и объясняется зеленоватый тон этих песчанок и верхнего эоцена — олигоцена в целом.

Глинистые породы. Глины верхнего эоцена-олигоцена, составляющие почти 98% мощности горизонта, в большинстве случаев оркашенные в темно-зеленые или зеленооливковые тона. Некоторые разности их при выветривании становятся бурыми и покрываются ржаво-бурыми пятнами гидроокислов железа. Гранулометрические анализы (табл. 3) показывают, что большинство глин верхнего эоцена — олигоцена представлено хорошо юмчатыми образованиями, с содержанием алевролитовой фракции не более 10%. Наряду с этим встречаются отдельные пропластки глин, в которых содержание алевролитовой фракции доходит до 17%.

Карбонатные породы (известняки) отмечены в виде небольших плоских эллипсоидальных конкреций. Известняки эти состоят преимущественно из обломочного скопления фораминифер. Главная часть породы — скопление мельчайших (0,01—0,015 мм) частиц кальцита, изредка таких же зернышек кварца, рудного минерала, хлорита. Порода отчетливо слоистая. В составе терригенных обломков кварц, плагиоклазы, зерна роговой обманки. Здесь же многочисленные фораминиферы с ядрами, выполненными пиритом. Цементом служит кальцит пелитоморфный, частично перекристаллизованный.

Выводы

1. В результате петрографического исследования удалось выделить минералы, пригодные для целей корреляции; такими минералами из кластических являются апатит, бротит, а из сингенетических — пирит, сидерит, доломит и глауконит.
2. Карбонатность пород увеличивается снизу вверх по разрезу.
3. Размеры зерен песчаных и алевролитовых пород увеличиваются в середине разреза.
4. Сортировки кластического материала ухудшаются вверх по разрезу.
5. В минералогическом составе легкой фракции кварц преобладает над полевыми шпатами.

Институт геологии и разработки горючих ископаемых
ГК СМ СССР при Госплане СССР

Поступило
29 апреля 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давов А. В. — Геология СССР, т. XXII, 1957.
2. Двали М. Ф., Лебедев Г. А., Никитюк Л. А. — Тр. ВГРО, вып. 79, 1932.
3. Куприн П. Н., Архипов А. Я., Мирзаханов М. К. — Вестник МГУ, сер. IV, геол. вып. 2, 1963.

К. Иомудский

О СЕБЕСТОИМОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ТУРКМЕНИИ

Туркменская ССР относится к самым засушливым областям Советского Союза. По своим водным ресурсам, если не считать р. Аму-Дарью, она занимает в Союзе одно из последних мест, вследствие чего проблема воды здесь является одной из главных.

Безводность территории республики обуславливается жарким и сухим климатом, за исключением юго-западной ее части и горных районов. Но и здесь количество осадков настолько мало, что не обеспечивает регулярное водоснабжение. В пустынных районах осадков выпадает около 100 мм в год, на подгорной равнине в юго-восточной части около 250 мм и в горной части немного больше 300 мм. Особенностью ат-

мосферных осадков в Туркмении является неравномерность распределения их во времени, изменчивость по годам и в силу этого, большие отклонения от годовых норм. Обычно осадки здесь незначительные, а ливни приурочены к теплому периоду года, когда почти вся вода теряется на испарение, и лишь небольшая часть ее идет на пополнение подземных вод. В связи с этим на большей площади республики подземные воды имеют высокую минерализацию и практически не пригодны для любого вида водоснабжения.

В зависимости от природных условий для питьевого водоснабжения приходится использовать самые различные источники. Особенно дефицитна питьевая вода в Западной Туркмении и в Кара-Кумах. Отдельные районы этих областей богаты природными полезными ископаемыми, успех в освоении которых зависит от наличия питьевой воды, в значительной мере определяющей себестоимость и вообще эффективность добычи полезных ископаемых. Например, на Серный Завод в Кара-Кумы свыше 20 лет питьевая вода завозилась самолетом из Ашхабада. В среднем за один сутки перевозилось 13 м³ воды при себестоимости ее 104* руб., за один кубический метр (табл. 1). Транспортные расходы по перевозке питьевой воды самолетом за 20 лет обошлись в 9 734 400 руб. в новых ценах.

Следует отметить, что не всегда использовались полностью все возможности для получения питьевой воды на месте. Так, в том же районе Серного Завода есть такыры, водосборная площадь которых может обеспечить сток дождевых вод и искусственный сбор их в наливные колодцы. Для этого не требуется больших капиталовложений и при систематическом уходе за водосборной системой можно иметь воду круглый год.

Метод сбора поверхностного стока издавна применяется скотоводами и, надо сказать, довольно успешно. Воды наливных колодцев служат основным источником питьевого водоснабжения в пустынных районах и обходятся порядка нескольких копеек за один кубический метр.

Однако в республике имеется все же много таких районов, где нет никакой возможности добыть питьевую воду на месте. К таким районам, причем промышленным, относятся Окарем, Бек-Даш, частично Красноводск и ряд рыболовецких поселков побережья Каспия. Подземные воды здесь горько-соленые и не пригодны даже для технических целей, поэтому для промышленных объектов, находящихся здесь, и населения питьевую воду привозят из Баку на пароходах. Эта вода до потребителя проходит большой путь — от источника по Шаларскому водопроводу она подается в Баку, оттуда на пароходе ее перевзят в указанные выше пункты и далее она продолжает путь уже в водовозках. Поэтому привозная вода дорога (табл. 1) и дотация между себестоимостью и отпускной ценой населению только, например, по Бек-Дашу за год составляет около 200 тыс. руб.

Единственный способ снижения себестоимости питьевой воды в этих районах, по всей вероятности, будет заключаться в применении современных методов опреснения, о которых в последнее время довольно часто упоминается в отечественной и зарубежной литературе. Этот вопрос требует тщательного изучения. Что касается обычного опреснения, то себестоимость его велика, причем значительно выше привозной воды из Баку. Например, себестоимость опресненной воды в Гасан-Кулл, где опреснитель работает на морской воде уже много лет, в 1962 г. была 9 руб. за кубический метр, в 1963 г. — 14 руб. 70 коп., а в 1964 г. 13 руб. 25 коп., то есть в среднем 12 руб. 35 коп., — чуть ли не в два раза дороже привозной воды из Баку.

По количеству потребляемой воды на питьевое водоснабжение завозные воды по республике составляют всего 0,2—0,3%, но в денежном выражении удельный вес их выше. Например, в 1962 г. за привозную воду для Окарема, Бек-Даша, Красноводска и Дарвазы было выплачено примерно 2 500 000 руб.

Основное потребление питьевых вод в Туркмении происходит за счет подземных вод; из общего количества потребляемой воды на подземные воды приходится около 80%. Себестоимость подземных пресных вод различна. В некоторых районах республики, даже учитывая специфические условия водозабора, она особенно не отличается от стоимости подземных вод в других, даже богатых водой областях. Например в Красноводске подземные артезианские воды стоят 3,3 коп. за один кубический метр, в Барнауле 3,39 коп., в Калининне 2,34 коп., в Брянске 2,91 коп. и т. д.

В Туркмении самым крупным потребителем подземных вод является г. Ашхабад. Здесь имеется несколько водозаборов, причем водоотбор производится в основном скважинами. Водозаборы города Ашхабада технически оснащены, работают уже много лет на полную мощность и рентабельно, поэтому себестоимость одного кубического метра находится в пределах 3 коп. при отпускной цене населению 5 коп.

Иначе обстоит дело в районах Западной Туркмении, где гидрогеологическая обстановка и условия добычи пресной воды значительно сложнее. Например, самая

* Данные по себестоимости и объему добытой и перевезенной воды взяты из отчетов предприятий.

высокая себестоимость воды в 1964 г. была на Казанджикском водозаборе, первом в Западной Туркмении и сыгравшем в свое время решающую роль в развитии нефтедобычи в западных районах. Большая себестоимость в 1964 г. объясняется изношенностью силового и насосного оборудования водозабора, а также тем, что в 1964 г. в общей сложности из-за различных причин работала половина скважин с весьма низкой производительностью. Принадлежащая объединению «Туркменнефть» вода из скважин по трубопроводу поступает в Кум-Даг, а для населения Казанджика питьевая вода покупается у железнодорожников, которые имеют здесь свои каптированные источники. В 1964 г. железнодорожникам заплачено в среднем 15 руб. 13 коп. при отпускной цене населению 5 коп. за один кубический метр. Значение операций по купле и продаже воды между двумя государственными учреждениями неясно, особенно если учесть, что коммунальному хозяйству приходится работать на дотации в связи с тем, что оно имеет убыток от продажи населению воды значительно ниже ее себестоимости.

Таблица 1

Пункты	Источник водоснабжения	Откуда подается вода	Способ доставки	Себестоимость 1 м ³ воды в коп.	Отпускная стоимость 1 м ³ воды в коп.	
					средне-отпускной тариф	отпускная стоимость для населения
Красноводск	подземные воды	из Шаларского водозабора (АзССР)	водопроводом	66,26		
Небит-Даг	"	из Джебельского водозабора	водопроводом		58,64	33,2
		из Ясханского водозабора	"	19,7		
Казанджикский водозабор	"	транспортируется в Небит - Даг, Кум-Даг, Вышку	"	17,7	16,00	17,5
Окарем	"	из Шаларского водозабора (АзССР)	"	20,3	7,5	5,0
Бекдаш	"	"	водопроводом парходом	700,0		
Чагала-Шор	"	"	водопроводом, парходом, автомашиной	600,0	332,0	166,0
Дарваза	"	из Ашхабада	автомашинной, самолетом	668,0		
Гасан-Кули	опреснитель	на опреснитель подается морская вода	водопроводом	10400,0		
Кизыл-Арват	подземные воды	скважина, источник Пурнуара	водопроводом	1235,0		398,0
Ашхабад	"	из ряда месторождений близ города	"	6,79		7,1
Теджен	воды Теджена	Каракумского канала	водопроводом, открытым лотком	3,3	4,79	5,0
Мары	"	Мургаба	водопроводом	10,4	8,84	5,0
Иодотань	"	"	"	5,66	11,6	5,0
Чарджуу	"	Аму-Дарьи	"	12,10	10,8	5,0
Керки	"	"	"	3,24	8,6	5,0
Ташауз	"	"	гужевым транспортом	—	—	5,0
			водопроводом	14,4	16,7	16,7

На другом — Джебельском водозаборе, принадлежащем также объединению «Туркменнефть», работало больше скважин и с дебитом в два раза превышающим Казанджикский водозабор. По-видимому, поэтому себестоимость воды здесь была на 0,6 коп. ниже, чем в Казанджике. В Кизыл-Арвате вода так же, как и в Казанджике, покупается у железнодорожников. В 1964 г. за один кубический метр воды оплачено по 6,79 коп. при отпускной цене населению по 7,1 коп.

На Ясханском водозаборе, несмотря на необычные методы эксплуатации (во избежание подсоса подстилающих соленых вод здесь производится одновременная откачка пресных и соленых вод) себестоимость питьевой воды в 1964 г., как видно из таблицы, ниже, чем на двух предыдущих водозаборах. Казалось бы, что ясханская вода должна быть значительно дороже воды других водозаборов Западной Туркмении в связи с дополнительными затратами на содержание на каждом кусте наблюдательной скважины и скважин, из которых качают соленую воду, а также на содержание штата гидрогеологов по наблюдению и изучению режима эксплуатации и т. д. Однако здесь, по всей вероятности, на удешевление стоимости воды повлияло то, что установленное на Ясхане оборудование технически более совершенное, чем на других водозаборах, и лучше организовано производство.

Себестоимость воды зависит и от многих других причин, в том числе от гидрогеологических условий эксплуатируемого водоносного горизонта, технической оснащенности головного водозабора, объема основных средств, занятого на водозаборе, и размера амортизационных начислений, стоимости электроэнергии, от уровня организации труда и т. д.

Надо сказать, что себестоимость пресных подземных вод по объединению «Туркменнефть» велика, что свидетельствует о наличии недостатков в организации эксплуатации подземных вод. Также велика здесь себестоимость соленых и солоноватых вод, применяемых для технических целей. Например, на Баланшемском водозаборе соленых вод в 1964 г. себестоимость полученной воды определена в 16,4 коп. В Нейбит-Даге в том же году стоимость солоноватых сероводородных вод, используемых для полива, составила 13,6 коп. за один кубический метр. Себестоимость морской воды (подается в Котур-Тепе по трубопроводу) в 1964 г. определена в 16,6 коп.

Немаловажную роль в обеспечении питьевой водой играют поверхностные воды (из рек каналов, водохранилищ), которыми пользуются Теджен, Мары, Йолотань, Чарджоу, Ташауз и др., а также поселки, расположенные в районах рек Теджена, Мургаба и Аму-Дарьи. От общего количества потребляемой воды в республике они составляют 17—20%. Схема водоотбора для всех приведенных пунктов почти одинакова и характеризуется низкой производительностью насосного хозяйства коммунальных водопроводов, вследствие чего в каждом городе многие организации вынуждены были строить свои водопроводы. Вода, потребляемая ведомственными водопроводами, плохо поддается учету и тем более определению стоимости ее. Как видно из табл. 1, себестоимость поверхностных питьевых вод высока. Причем планируемые себестоимости всюду ниже фактических цен. По качеству речные воды не выдерживают никакой критики и являются рассадником различных заболеваний, имеющиеся очистные сооружения не отвечают техническим требованиям и нуждаются в замене. Фактическая себестоимость как подземных питьевых вод, так поверхностных и привозных не постоянна и из года в год меняется в значительных пределах, и только отпускные цены для населения остаются постоянными, а они, как правило, намного ниже себестоимости фактической и плановой.

В Туркмении многие виды источников еще не учтены и стоимость их неизвестна. К таким источникам относятся питьевые воды сельского и животноводческого хозяйства, а также источники, где не имеется централизованного водоснабжения. Например, в городе Керки нет водопровода, население потребляет или колодезную воду, или воду из реки, которую в бочках без очистки развозят по домам гужевым транспортом и получают с населения по 5 коп. за один кубический метр речной воды. Подобный вид водоснабжения в Туркмении довольно распространен, причем в этих районах учет воды и подсчет ее себестоимости не ведется.

Данные о стоимости воды, которые приведены выше, необходимо расценивать как попытку положить начало изучению экономики воды, что уже давно делается для других полезных ископаемых, с тем, чтобы изыскать пути удешевления ее. Этот вопрос должен решаться комплексно, с составлением генеральной схемы районного водоснабжения, а также улучшением существующей эксплуатации подземных и поверхностных вод.

**На ученом совете Физико-технического института Академии наук
Туркменской ССР**

В редколлегию журнала «Известия Академии наук Туркменской ССР» поступила заметка Ф. Т. Фотченко, содержащая критические замечания на опубликованные статьи С. Суханова «Исследования балансного модулятора многократного телефонирования на основе эффекта Холла» (Известия АН ТССР, № 3, 1961) и «Исследования преобразователя частоты на генераторах Холла из InSb и InAs для телефонных каналов высокой частоты» (Известия АН ТССР, № 5, 1962).

По рекомендации редколлегии журнала Ученый совет Физико-технического института обсудил по существу содержащиеся в заметке критические замечания.

В принятом Ученым советом постановлении отмечено, что в формулах статей С. Суханова действительно содержится ряд ошибок, что явилось следствием небрежного отношения к подготовке статей со стороны автора и формального отношения к представлению для публикации со стороны Ученого совета института.

Редколлегия обращает внимание Ученого совета Института на необходимость более строгого и критического подхода к содержанию и оформлению статей, представляемых к изданию.

Предупредить С. Суханова, что если он не сделает соответствующих выводов по необходимости тщательного оформления статей, они не будут приниматься к публикации.

Х Р О Н И К А

ГОДИЧНОЕ СОБРАНИЕ АКАДЕМИИ НАУК ТУРКМЕННОЙ ССР

27—29 апреля 1965 г. состоялось общее собрание Академии наук Туркменской ССР.

Открывая собрание, президент Академии наук Туркменской ССР Ш. Б. Батыров кратко охарактеризовал основные итоги деятельности Академии.

Большая работа, — отметил президент, — проделана по определению основных научных направлений Академии наук Туркменской ССР, которые были утверждены Академией наук СССР.

С докладом о научно-организационной и хозяйственной деятельности Академии наук Туркменской ССР за 1964 г. выступил главный ученый секретарь Президиума академик Академии наук Туркменской ССР И. С. Рабочев. Докладчик детально остановился на конкретных мероприятиях, направленных на улучшение научной деятельности учреждений Академии наук Туркменской ССР — улучшение качественного состава научных сотрудников, подготовку научных кадров, укрепление экспериментальной базы, лабораторий и т. д.

Итогам научно-исследовательской деятельности научных учреждений посвящены доклады академиков-секретарей Академии наук Туркменской ССР К. К. Машрыкова, И. С. Рабочева, Т. Б. Бердыева,

Академик-секретарь отделения физико-технических и химических наук К. К. Машрыков охарактеризовал наиболее важные достижения за 1964 г.

В Физико-техническом институте показана возможность получения полупроводниковых соединений с высокой концентрацией носителей тока и в то же время с достаточно высокой их подвижностью.

Изготовлен магнитометр слабых магнитных полей с высокой чувствительностью, который может быть применен в магнитометрии.

В Институте химии завершено систематическое исследование группового и индивидуального углеводородного состава конденсата газового месторождения Центральных Кара-Кумов, позволившее оценить конденсаты этого крупного месторождения как серьезный источник химического сырья для производства синтетических мощных средств, технических заменителей жиров, синтетических волокон и других полимерных материалов.

В прениях выступили академики Академии наук Туркменской ССР П. И. Кадугин, М. П. Петров, М. Е. Массон, член-корреспондент Академии наук Туркменской ССР В. Н. Кунин и другие.

Выступавшие отметили главные успехи в работе научных учреждений, рекомендовали мероприятия, направленные на более успешное развитие науки в Туркмени и укрепление связей научных учреждений с практикой коммунистического строительства.

Собрание утвердило отчет о научно-исследовательской деятельности Академии наук Туркменской ССР за 1964 г.

Избран новый состав президиума Академии наук Туркменской ССР: президент Ш. Б. Батыров, вице-президенты — С. Р. Сергиенко и К. К. Машрыков, главный ученый секретарь — О. Н. Мамедовичев, академики-секретари отделений — К. К. Машрыков, П. А. Азимов, И. С. Рабочев, член президиума — В. А. Баум.

На собрании выступил первый секретарь ЦК КПТ Б. О. Овезов, который высоко оценил деятельность Академии наук Туркменской ССР и рассказал об основных направлениях развития народного хозяйства республики на 1966—1970 гг. и призвал ученых активнее участвовать в общенародной борьбе за построение коммунизма в нашей стране.

В работе общего собрания приняли участие секретарь ЦК КПТ Я. Х. Худайбердыев, зам. председателя Совета Министров Туркменской ССР Х. Н. Назарова, председатель Госкомитета Совета Министров Туркменской ССР по координации научно-исследовательских работ И. М. Реджепов, зав. отделом Совета Министров Туркменской ССР М. И. Талапова, зав. отделом ЦК КПТ Н. Халдыев.

ПЕРВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ТУРКМЕНИСТАНА

С 18 по 20 февраля 1965 г. в гор. Ашхабаде проходила I Республиканская конференция молодых ученых Туркменистана. Конференция была созвана по инициативе Совета молодых ученых и Комитета комсомола Академии наук Туркменской ССР при поддержке Президиума Академии наук Туркменской ССР и бюро Центрального Комитета ЛКСМ Туркменистана.

Основной целью конференции являлась активизация научной деятельности молодых ученых, улучшение координации научно-исследовательских работ между институтами Академии наук Туркменской ССР, высшими учебными заведениями и отраслевыми институтами и по дальнейшему укреплению связи науки с производством.

Конференция проходила под девизом: «Молодые ученые Туркменистана — народному хозяйству». В ней приняло участие и выступило с докладами более 280 молодых ученых и специалистов-практиков от 35 научных, проектных и производственных организаций: Институты Академии наук Туркменской ССР, Госуниверситета, мединститута, политехнического, сельскохозяйственного и педагогического институтов, проектного института «Туркменгипродроз», филиала Всесоюзного института нефти, Института геологии ГГК СССР, Республиканского курортного управления, научно-исследовательских институтов Министерства здравоохранения Туркменской ССР и ряда производственных организаций.

На пленарном заседании были заслушаны доклады Председателя Госплана Туркменской ССР А. Т. Тайлиева «Перспективы развития народного хозяйства Туркменской ССР» и министра народного образования Туркменской ССР Ч. А. Атаева «О состоянии и перспективах подготовки молодых специалистов в Туркменской ССР».

Работало 16 секций по отраслям науки: физико-технических наук, геологии и геофизики, физики верхних слоев атмосферы, химии, строительства и строительных материалов, гидротехники и мелиорации, хлопководства, ботаники, растениеводства и фитомелиорации, освоения пустынь, животноводства и ветеринарии, зоологии и паразитологии, клиническая, теоретическая, онкологическая, экономики и общественных наук. Секциями руководили академики, члены-корреспонденты Академии наук Туркменской ССР и другие ведущие ученые республики.

Доклады отражали исследования, проведенные молодыми учеными, имеющие большое научное и практическое значение. Многие доклады содержали практические рекомендации народному хозяйству.

На конференции, к сожалению, не были представлены доклады по математике, геохимии, кибернетике, генетике, биофизике, биохимии, что говорит о слабом развитии этих направлений в республике.

Слабое участие в конференции принимали Государственный производственный геологический комитет, в системе которого сосредоточены основные силы геологов, и Совнархоз Туркменской ССР.

В целом конференция прошла организованно, на высоком научном уровне и продемонстрировала творческую активность молодежи, ее способность к проведению самостоятельных научных исследований.

Молодыми учеными принято решение периодически проводить такие конференции с широким привлечением специалистов производственных организаций и работников сельского хозяйства.

Участники конференции выразили пожелание проводить математические, физические, химические и другие олимпиады среди школьников с привлечением ученых Академии наук и вузов республики. Шире привлекать молодых ученых и студентов старших курсов высших учебных заведений к разработке актуальных проблем науки.

Конференция обратилась к планирующим организациям и вузам республики с просьбой усилить подготовку специалистов по геохимии, биохимии и генетике, биофизике, математике, кибернетике и другим направлениям науки.

МЕТЕОРНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

А. Абдылов

АКТИВНОСТЬ МЕТЕОРНОГО ПОТОКА ПЕРСЕИД В 1964 г.

С 10 по 14 августа 1964 г. в Астрофизической лаборатории Отдела геофизики и сейсмологии Академии наук Туркменской ССР проводились визуальные наблюдения метеорного потока Персеид.

За 14 часов наблюдений зарегистрировано 776 метеоров, из них 408 принадлежат потоку. Активность потока характеризуется данными табл. 1, где приняты следующие обозначения:

ΔT — продолжительность наблюдений; $N+n$ — число зарегистрированных метеоров; N — число метеоров потока; N_h и n_h — часовые числа метеоров; i — относительная активность потока; m_N и m_n средняя яркость метеоров потока и спорадических метеоров.

Таблица 1

1964 август	ΔT	$N+n$	N	N_h	n_h	i	m_N	m_n
10/11	3,58	165	68	19	26	41%	2,97	3,70
11/12	2,83	229	112	40	41	49	3,06	3,85
12/13	3,83	256	157	41	26	61	2,49	3,29
13/14	3,75	126	71	19	15	56	2,31	3,29

Наибольшее количество метеоров наблюдалось в ночи 11/12 и 12/13 августа. В табл. 2 и 3 приведены данные активности потока в каждую из этих ночей; z — зенитное расстояние радианта потока; $N_h^1 = N_h \sec z$ — исправленное часовое число метеоров потока.

Таблица 2

1964 август 11	ΔT	$N+n$	N	N_h	i	z	N_h^1
21 ^h —22 ^h МВ	0 ^h ,92	66	37	40	56	47	54
22—23	0,92	84	39	42	46	39	50
23—00	1,00	79	36	36	46	31	42

Таблица 3

1964 август 12	ΔT	$\frac{n}{N}$	N	N_h	i	z	N_h^1
20 ^h —21 ^h МВ	1 ^h ,00	59	33	33	56	54	56
21—22	0,92	68	45	49	66	46	65
22—23	0,92	61	38	41	62	38	48
23—00	1,00	68	41	41	60	30	47

Отдел геофизики и сейсмологии
 АН Туркменской ССР

Поступило
 10 декабря 1964 г.

ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

Постановлением Совета Министров СССР от 18/IV.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 оседаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: 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. Средний объем реферата 1,5—2 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 работы 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.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулы следует записывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются **чернилами черными во второй экземпляр**. Вписывание формул и буквенных обозначений, а также исправление замеченных опечаток в **первом экземпляре не делается**.

7. В конце реферата в квадратных скобках указывается название учреждения или предприятий, в котором автор реферируемой работы (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу на обоих экземплярах реферата.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
Обложка (содержа- ние)	12 снизу	Новая	Первая
44	2 сверху	А. Акмырадов	Р. Акмырадов
16—17	2 сверху (в табл. №1)	415	495

М А З М У Н Ы

Ахмедов А. — Көпчүлуге хызмат этмек үчүн уланылган көп баспапчаклы система- лары математика моделирдемегиң усулу	3
Аннаев Р. Г., Оразсэхедов А. — Магний-мис ве никель-мис ферритлериң магнито- стрикцияларының температура баглылыгы	11
Бердиев А. А. — Ёкары йгылыкдакы кэбир эргинлериң акустики дерделиши	16
Юсулов Т. М. — Никель-галайы системасының сплавларының гөни магнит мейда- нындакы термоэлектрик херекетлендирижи гүйжүниң үйтгейшини дернемек	22
Афарида А. М. — Никель-алюминий сплавларының гальвано-магнит эффектениң температура баглылыгы	27
Сергиенко С. Р., Челпанова М. П., Гарбалинский В. А., Козырева А. С. — Челе- кен ятагының деңиз ашагындакы небитениң ёкары молекуляр бөлегиниң химика тебигаты барада	33
Голуб А. М., Акмырадов Р. — Калинин пиритоплюмбитлериниң термики хаснетлери	44
Тиунов К. В. — Улы Балханың ёкары мел чөкүндилери	49
Кулыев А., Кулыев К. — Говурдакда гатлак арасындакы флюорит ятагының эмеле гелши барада	57
Акмаммедов А., Ткаченко А. — Гүпорта-Гүнбатар Түркменистаның красноцвет чөкүндилериниң гидрогеологик айратынлыклары	63
Молчанов М. Ф. — Челекен ятагындакы ерасты йод-бромлы сувларың гатлак- дакы басышларының динамикасы	69
Кулыев К. — Көйтендагың ашақы ве аралык юра чөкүндилериниң литолого-петро- графика характеристикасы	75
Мархасева З. В. — Орта Азияның гүнбатар себитлериндеки турон чөкүндилери үчүн тозанжыклары өвренмеклигиң стратиграфик эҳмети	82
Пүрлиев Ч. — Туваргырың ашақы мел тригонидлери	89
ГЫСГАЧА ХАБАРЛАР	96
Агаев Я., Газакон О., Слободчиков С. В. — AlSb-де р-кысымдакы сурат гечи- рижилек (96). Мамаев С., Алланазаров А. — CdSnAs ₂ -2InAs гаты эргинлерде холлың коэффициентиниң үйтгемегиниң айратынлыклары барада (98). Вахабова Х., Мусаев И. А., Ныязов А. М. — Готурдепе небитениң кадалы парафин углеводородлары (99). Самвелов Р. Т. — Гүн- батар Түркменистаның эоцен-олигоцен чөкүндилериниң петрографиясы догрусында (102). Иомудский К. — Түркменистанда ичйлийөн сувуң гым- маты барада (106). Түркменистан ССР Ылымлар академиясының физики- техника институтының алым советинде	110
ХРОНИКА	111
Түркменистан ССР Ылымлар академиясының йыллык йыгнагы	111
Мырадов С. — Түркменистаның яш алымларының биринжи конференциясы	112
МЕТЕОР БЮЛЛЕТЕНИ	113
Абдылов А. — 1964-ижи йылда Персеид метеор акымының активлиги	113

Ученый секретарь редколлегии Артыкова Т. В.